

(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt



(10) **DE 10 2009 016 953 A1** 2010.11.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 016 953.9**

(22) Anmeldetag: **08.04.2009**

(43) Offenlegungstag: **11.11.2010**

(51) Int Cl.⁸: **H01S 5/024** (2006.01)

H01L 23/46 (2006.01)

H01L 31/024 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Lorenzen, Dirk, Dr., 07745 Jena, DE; Schröder,
Dominic, 48231 Warendorf, DE**

(72) Erfinder:

**Lorenzen, Dirk, Dr., 07745 Jena, DE; Schröder,
Dominic, 48231 Warendorf, DE; Berg, Steffen,
07749 Jena, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 10 2007 051798 B3

DE 197 01 680 A1

US 62 40 116 B1

US 2007/00 00 644 A1

US 2002/00 74 034 A1

US 61 51 341 A

US 58 35 345 A

JP 2005-166 789 AA (mit engl. Abstract u.
maschineller Übersetzung)

JP 2005-268 650 AA (mit engl. Abstract u.
maschineller Übersetzung)

JP 2004-146 720 AA (mit engl. Abstract u.
maschineller Übersetzung)

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Konversionseinheit mit mehreren Konversionsmodulen, Inbetriebnahmeverfahren der Konversionseinheit und eine solche Konversionseinheit aufweisende optische Anordnung**

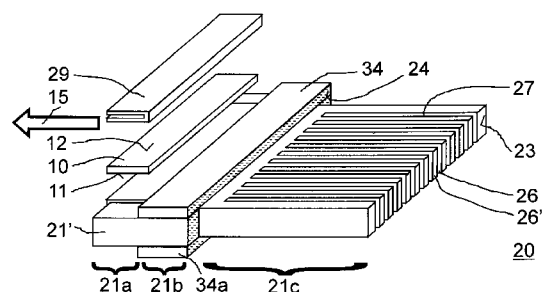
(57) Zusammenfassung: Konversionsmodule (20/20') sind in einer Konversionseinheit (50/50') in wenigstens einer Anordnungsrichtung (35, 36) zueinander benachbart zur Bildung einer Konversionsanordnung (30/30') angeordnet, um im sklaierbaren Maßstab elektrische Energie in Strahlungsenergie oder umgekehrt umzuwandeln. Zur Kühlung werden sie über eine Kühlmittelzu- und -abführeinrichtung (40) mit Kühlmittel versorgt.

Im Bereich einer Wärmeaufnahme­fläche (21*) ist jeweils ein halbleitendes Konversionselement (10/10') zur Bildung eines Konversionsmoduls (20/20') an einem Wärmeleitkörper (21) befestigt, der in drei Abschnitte gegliedert ist; den die Wärmeaufnahme­fläche (21*) tragenden Wärmeaufnahmeabschnitt (21a), einen Wärmeabgabeabschnitt (21c), der eine vom Kühlmittel benetzte Wärmeabgabe­fläche (26*) in wenigstens einer Ausnehmung (26) besitzt, und einen Wärmeleitabschnitt (21b), der zwischen dem Wärmeaufnahmeabschnitt (21a) und dem Wärmeabgabeabschnitt (21c) angeordnet ist.

In der Konversionsanordnung (30/30') steht eine Öffnung (27) im Wärmeabgabeabschnitt (21c) mit der dortigen Ausnehmung in Verbindung und ist dem in Anordnungsrichtung benachbarten Konversionsmodul (20/20') zugewandt.

Der Wärmeleitabschnitt (21b) weist wenigstens eine Dichtfläche (24) auf, über die eine Dichtung erfolgt, die zu einem Einschluss von Kühlmittel in Kühlmittelflusspassa-

gen (37) zwischen den Wärmeabgabeabschnitten (21c) benachbarter Konversionsmodule (20/20') beiträgt. Der Kühlmittelfluss erfolgt in der ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Konversionseinheit zur Umwandlung von elektrischer Energie in Strahlungsenergie oder zur Umwandlung von Strahlungsenergie in elektrische Energie nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine solche als Strahlungsquelle ausgebildete Konversionseinheit weist demgemäß wenigstens eine als Strahlungsemissionsanordnung ausgebildete Konversionsanordnung und wenigstens eine Kühlmittelzu- und -abführeinrichtung auf.

[0003] Die Kühlmittelzu- und -abführeinrichtung besitzt wenigstens einen der Strahlungsemissionsanordnung zugewandten Kühlmittelauslass, über den wenigstens ein Kühlmittel der Strahlungsemissionsanordnung zugeführt wird, und wenigstens einen der Strahlungsemissionsanordnung zugewandten Kühlmittelleinlass, über den das Kühlmittel aus der Strahlungsemissionsanordnung abgeführt wird.

[0004] Die Strahlungsemissionsanordnung besitzt mehrere, im Betrieb Strahlung emittierende Halbleiterbaugruppen als Konversionsmodule, die in wenigstens einer Anordnungsrichtung zumindest abschnittsweise einander benachbart angeordnet sind.

[0005] In der Strahlungsemissionsanordnung besteht wenigstens eine Kühlmittelführung, in dessen Verlauf die Bestromung der Halbleiterbaugruppen mit dem Kühlmittel vorgesehen ist.

[0006] Die Halbleiterbaugruppen weisen wenigstens ein elektrisch kontaktierbares im Betrieb Strahlung in wenigstens eine Abstrahlungsrichtung emittierendes Halbleiterbauelement als Konversionselement auf sowie wenigstens einen Wärmeleitkörper mit wenigstens einem Wärmeaufnahmeabschnitt, der wenigstens eine Wärmeaufnahmefläche besitzt, an der das Halbleiterbauelement befestigt ist, und wenigstens einem Wärmeabgabeabschnitt, der wenigstens eine Wärmeabgabefläche zur Wärmeabgabe an das strömende Kühlmittel besitzt.

[0007] Ein Beispiel für eine derartige Strahlungsquelle sieht als Strahlungsemissionsanordnung einen Diodenlaserstapel vor, in dem die Halbleiterbaugruppen Diodenlaserbauelemente sind, die kantene-mittierende Laserdiodenbarren als Halbleiterbauelemente und Mikrokanalwärmesenken als Wärmeleitkörper aufweisen.

[0008] Eine solche Strahlungsquelle ist aus der Offenlegungsschrift DE 197 50 879 A1 bekannt.

[0009] Nachteilig an der betreffenden Strahlungsquelle ist zum einen die große Ausdehnung (hier: Dicke) der Wärmeleitkörper in Stapelrichtung, die eine

reduzierten Abstand zwischen einander benachbarten Halbleiterbaugruppen (hier: Diodenlaserbauelementen) begrenzt. Zum anderen ist nachteilig, dass die Stapelhöhe durch den Druckverlust begrenzt ist, der sich infolge des seriellen Kühlmittelstroms durch die Wärmeleitkörper ergibt.

[0010] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Strahlungsquelle zu beschreiben, die die vorgenannten Nachteile nicht aufweist.

[0011] Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung eine Konversionseinheit zu beschreiben, deren Konversionselemente – im Falle einer Strahlungsquelle sind es Strahlung emittierende Halbleiterbauelemente – flächenmäßig einen möglichst großen Füllfaktor einnehmen und möglichst gut kühlbar sind.

[0012] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Konversionseinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bevorzugte Ausführungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0013] Erfindungsgemäß ist der Wärmeabgabeabschnitt bezüglich des Wärmeaufnahmeabschnittes vollständig in wenigstens einer zur Anordnungsrichtung geneigten Wärmeleitrichtung angeordnet, und weist wenigstens eine, die Wärmeabgabefläche umfassende Ausnehmung auf sowie wenigstens eine Öffnung, die auf einer, dem Wärmeabgabeabschnitt des Wärmeleitkörpers eines benachbarten – beispielsweise als Strahlung emittierende Halbleiterbaugruppe ausgebildeten – Konversionsmoduls gegenüberliegenden, ersten Außenseite angeordnet ist, und mit der Ausnehmung in Verbindung steht.

[0014] Dabei kann die Wärmeabgabefläche aufweisende Ausnehmung als Kühlkanal angesehen werden. Im Gegensatz dazu weist der Wärmeaufnahmeabschnitt erfindungsgemäß keine vom Kühlmittel benetzte Fläche auf.

[0015] Des weiteren besitzt die Kühlmittelführung erfindungsgemäß Kühlmittelflusspassagen zwischen den Wärmeabgabeabschnitten von Wärmeleitkörpern benachbarter Konversionsmodule und ist für einen ersten Kühlmittelfluss zur Bestromung einer ersten Gruppe einer oder mehrerer Konversionsmodule und einen, zum ersten Kühlmittelfluss strömungstechnisch parallelen, zweiten Kühlmittelfluss zur Bestromung einer zweiten Gruppe einer oder mehrerer Konversionsmodule ausgebildet.

[0016] Ferner weist der Wärmeleitkörper erfindungsgemäß jeweils wenigstens einen Wärmeleitabschnitt auf, der zwischen dem Wärmeaufnahmeabschnitt und dem Wärmeabgabeabschnitt angeordnet ist und wenigstens eine Dichtfläche besitzt, über die zumindest abschnittsweise eine Dichtung erfolgt; die zu einem Einschluss von Kühlmittel in den Kühlmittel-

flusspassagen beiträgt.

[0017] Schließlich ist von der Kühlmittelzu- und abführeinrichtung erfindungsgemäß wenigstens der Abschnitt in Wärmeleitrichtung abseits der Konversionsanordnung angeordnet, der den Kühlmittelauslass und/oder den Kühlmiteleinlass aufweist.

[0018] Die erfindungsgemäße Konversionseinheit ist sowohl als Strahlungsquelle als auch als Strahlungsempfänger ausbildbar.

[0019] In einer erfindungsgemäßen Strahlungsquelle bilden die Strahlung emittierenden Halbleiterbauelemente die Hauptwärmequellen einer Wärmeübertragungsvorrichtung, die mit der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle ausgebildet wird.

[0020] In einem erfindungsgemäßen Strahlungsempfänger bilden die Strahlung absorbierenden Halbleiterbauelemente die Hauptwärmequellen einer Wärmeübertragungsvorrichtung, die mit dem erfindungsgemäßen Strahlungsempfänger ausgebildet wird.

[0021] Die Wärmeüberträger sind in beiden Fällen die erfindungsgemäßen Konversionsmodule, die modulare Bausteine der Konversionsanordnung sind.

[0022] Im Falle der Strahlungsquelle ist die Konversionsanordnung eine Strahlungsemissionsanordnung, die modular aus Strahlung emittierenden Halbleiterbaugruppen zusammengestellt ist, die wenigstens ein Strahlung in wenigstens eine Abstrahlungsrichtung emittierendes Halbleiterbauelement aufweisen.

[0023] Im Falle des Strahlungsempfängers ist die Konversionsanordnung eine Strahlungsempfangsanordnung, die modular aus Strahlung absorbierenden Halbleiterbaugruppen zusammengestellt ist, die wenigstens ein Strahlung aus wenigstens einer Einstrahlungsrichtung absorbierendes Halbleiterbauelement aufweisen.

[0024] Das Kühlmittel bildet in beiden Fällen die Hauptwärmesenke.

[0025] Die Erfindung ist sowohl auf Strahlung emittierende Halbleiterbauelemente des kantenemittierenden Typs als auch des oberflächenemittierenden Typs anwendbar und für beide Typen geeignet. Im Strahlengang angeordnete Optikkittel können dabei bei Bedarf eine Homogenisierung der Intensitätsverteilung der Strahlung und/oder eine Kollimation oder Fokussierung der Strahlung bewirken.

[0026] Desgleichen ist die Erfindung auf Strahlung absorbierende Halbleiterbauelemente, die sowohl Flächenempfänger als Kantenempfänger sein kön-

nen. Im Strahlengang angeordnete Optikkittel können bei Bedarf eine lokale Erhöhung der Intensität der Strahlung durch Konzentrierung beziehungsweise Bündelung oder Fokussierung bewirken und damit die Bestrahlungsstärke der Strahlung absorbierenden Halbleiterbauelementes erhöhen.

[0027] Ein Beispiel für ein erfindungsgemäßes Strahlung absorbierendes Halbleiterbauelement ist eine Solarzelle, wobei die Konversionsmodule Solarmodule sind und die Konversionseinheit ein photovoltaischer Generator ist.

[0028] Ein anderes Beispiel für ein erfindungsgemäßes Strahlung absorbierendes Halbleiterbauelement ist ein thermoelektrischer Chip mit einer der Einstrahlungsrichtung zugewandten Strahlungsabsorptionsschicht, wobei die Konversionsmodule Peltier-Module sind und die Konversionseinheit ein thermoelektrischer Generator ist.

[0029] Stellvertretend für einen Strahlungsempfänger und seine Komponenten wird fortan auf die Strahlungsquelle mit ihren Komponenten Bezug genommen. Dabei kann das bezüglich der Strahlungsquelle Gesagte analog auf einen Strahlungsempfänger unter einer Maßgabe übertragen werden, die die umgekehrte Energiewandlung berücksichtigt.

[0030] Ist das strahlungsemittierende Halbleiterbauelement ein Kantenemitter, beispielsweise eine kantenemittierende Laserdiode, ein kantenemittierender Laserdiodenbarren oder eine kantenemittierende Leuchtdiode, so sind die elektrischen Kontaktflächen – eine erste und wenigstens eine, zur ersten elektrischen Kontaktfläche gegenpolige, zweite – des kantenemittierenden Halbleiterbauelements in der Regel parallel zur Abstrahlungsrichtung und auf einander gegenüberliegenden Seiten des kantenemittierenden Halbleiterbauelements angeordnet.

[0031] Ist das strahlungsemittierende Halbleiterbauelement ein Oberflächenemitter, beispielsweise eine oberflächenemittierende Laserdiode (VCSEL = vertical cavity surface emitting laser), eine oberflächenemittierendes Laserdiodenfeld (VCSEL-array) oder eine oberflächenemittierende Leuchtdiode, so sind die elektrischen Kontaktflächen – eine erste und wenigstens eine, zur ersten elektrischen Kontaktfläche gegenpolige, zweite – des kantenemittierenden Halbleiterbauelements in der Regel senkrecht zur Abstrahlungsrichtung und auf einander gegenüberliegenden Seiten des kantenemittierenden Halbleiterbauelements angeordnet.

[0032] Nichtsdestoweniger können die elektrischen Kontaktflächen für beide Emissionstypen gegenüber ihrer besagten regelrechten Anordnung geneigt und/oder auf ein- und derselben Seite des Halbleiterbauelementes angeordnet sein. Zur Vereinfachung

der Erläuterung der Vorteile der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle wird jedoch von den regelrechten Anordnungen abgesehen.

[0033] Vorzugsweise sind dabei die elektrische Kontaktflächen parallel zu der Wärmeaufnahmefläche, wiewohl auch geneigte Anordnungen möglich sind. Dabei liegt der Wärmeaufnahmeabschnitt in einer Wärmequellenprojektion des Halbleiterbauelementes senkrecht zu den elektrischen Kontaktflächen.

[0034] Die Strahlungsemissionsanordnung kann sowohl linear mit nur einer Anordnungsrichtung vorliegen oder flächig mit mehr als einer Anordnungsrichtung, beispielsweise zwei Anordnungsrichtungen, die eine gemeinsame Anordnungsebene aufspannen. Der im linearen Fall einzigen Anordnungsrichtung kann eine bestimmte Anordnungsebene zugewiesen werden mit der Forderung, dass diese Ebene sowohl die lineare Anordnungsrichtung umfasst als auch eine Richtung, in der eine zweite lineare Strahlungsemissionsanordnung einer ersten linearen Strahlungsemissionsanordnung vorzugsweise benachbart sein kann, ohne die Abstrahlung der ersten linearen Strahlungsemissionsanordnung zu behindern.

[0035] Eine Anordnungsrichtung kann dann als Benachbarungsrichtung aufgefasst werden, wenn zwischen zwei, in der besagten Anordnungsrichtung einander unmittelbar benachbart angeordneten Halbleiterbauelementen nicht einmal abschnittsweise ein weiteres Halbleiterbauelement angeordnet ist.

[0036] Im anschaulich einfachsten – und fortan angenommenen – Fall existiert nur eine einzige Abstrahlungsrichtung und nur eine Anordnungsebene, die senkrecht zur einzigen Abstrahlungsrichtung orientiert ist. Dies ist jedoch nicht zwingend. In einer beispielsweise nicht um 90° sondern nur um 60° zur Abstrahlungsrichtung geneigten Anordnungsebene ließe sich der Strahlenbündelabstand benachbarter Halbleiterbaugruppen um einen Faktor $\sin 60^\circ = 0,87$ verringern. Wird die Neigung der Anordnungsebene bezüglich der Abstrahlungsrichtung weiter verringert, so ist unterhalb eines bestimmten Neigungswinkels, beispielsweise 10° , darauf zu achten, dass die Strahlenbündel nicht durch benachbarte Halbleiterbaugruppen abgeschattet werden. Um dies zu vermeiden, sind die Halbleiterbauelemente in einer Richtung winklig zur Abstrahlungsrichtung – beispielsweise in Richtung der Normalen der Anordnungsebene – zueinander zu versetzen. Mit einem solchen Versatz lassen sich bei einer Neigung der Anordnungsebene von 10° gegenüber der Abstrahlungsrichtung ein Strahlenbündelabstand benachbarter Halbleiterbaugruppen in der Größe des Versatzes realisieren, wie beispielsweise in der US-Patentschrift US 5,987,043 A beschrieben. In einer alternativen Betrachtungs-

weise lässt diese Anordnung die Existenz mehrerer, baugruppeneigener Anordnungsebenen zu, die jeweils einer Halbleiterbaugruppe zugeordnet und parallel zueinander senkrecht zur Abstrahlungsrichtung um den genannten Versatz beabstandet angeordnet sind.

[0037] In anschaulich einfachsten Fall ist die Wärmeleitrichtung von dem Wärmeaufnahmeabschnitt über den Wärmeleitabschnitt zum Wärmeabgabeabschnitt senkrecht zur Anordnungsebene. Ist die Anordnungsebene senkrecht zur Abstrahlungsrichtung gerichtet, so ist die Wärmeleitrichtung der Abstrahlungsrichtung entgegengesetzt.

[0038] Generell kann jeder Halbleiterbaugruppe, jedem Halbleiterbauelement, und sogar jedem einzelnen von mehreren Emittoren einer Halbleiterbaugruppe oder eines Halbleiterbauelementes eine eigene Abstrahlungsrichtung zugeordnet werden. Beispielsweise können die Abstrahlungsrichtungen verschiedener Emittoren derart ausgerichtet sein, dass sich ihre Strahlen beziehungsweise Strahlenbündel in einem bestimmten Abstand vom jeweiligen Halbleiterbauelement kreuzen oder perspektivisch überlagern. Diesbezüglich wird beispielsweise auf den Offenbarungsgehalt der EP 1 113 543 A1 verwiesen. Damit sind Anordnungen mit Halbleiterbaugruppen denkbar, die unter kleinen Winkeln von $0,1^\circ$ bis 30° zueinander geneigten Abstrahlungsrichtungen ausgerichtet sind. Jeder Abstrahlungsrichtung beziehungsweise jeder Halbleiterbaugruppe kann dabei entweder eine eigene Anordnungsebene zugeordnet werden oder aber – solange die abschnittsweise Benachbarung der Halbleiterbaugruppen gültig ist – eine allen Abstrahlungsrichtungen oder Halbleiterbaugruppen gemeinsame Anordnungsebene, die gegenüber jeder Abstrahlungsrichtung einen eigenen Neigungswinkel einnimmt.

[0039] Der Einfachheit halber wird ein senkrecht zur Abstrahlungsrichtung annähernd rechteckiger Querschnitt der Wärmeleitkörper beziehungsweise Halbleiterbaugruppen angenommen. Damit kann die Anordnung der Halbleiterbaugruppen in Stapelanordnung übereinander oder in Reihenanordnung nebeneinander vorliegen. Auch Feldanordnung mehrerer Stapel in Reihe nebeneinander oder mehrerer Reihen im Stapel übereinander sind möglich. In einem Stapel ist die in der Anordnungsebene liegende Benachbarungsrichtung die Stapelrichtung, in der die Halbleiterbaugruppen übereinander angeordnet sind. In einer Reihe ist die in der Anordnungsebene liegende Benachbarungsrichtung die Reihenrichtung, in der die Halbleiterbaugruppen nebeneinander oder angeordnet sind.

[0040] Nichtsdestoweniger kann der Querschnitt der Wärmeleitkörper auch anderes als rechteckig sein, beispielsweise dreieckig oder sechseckig, wo-

mit mehr als zwei Benachbarungsrichtungen existieren können.

[0041] Hinsichtlich der Nachbarschaft zweier Elemente, beispielsweise Diodenlaserbauelemente oder Kühlkanäle, sei vereinbart, dass zwei Elemente als unmittelbar benachbart gelten, wenn zwischen ihnen kein weiteres Element des gleichen Typs angeordnet ist. Sie gelten als mittelbar benachbart, wenn zwischen ihnen wenigstens ein weiteres Element des gleichen Typs angeordnet ist.

[0042] Im Zweifel gelten hinsichtlich ihrer unmittelbaren oder mittelbaren Nachbarschaft nicht näher spezifizierte, benachbarte Elemente als einander unmittelbar benachbart.

[0043] Vorzugsweise ist die Stapel- und/oder Reihenrichtung senkrecht zur Abstrahlungsrichtung ausgebildet. Dies ist zwar nicht zwingend, erleichtert aber eine anschauliche Beschreibung der Erfindung.

[0044] Für oberflächenemittierende Halbleiterbauelemente liegen damit alle Benachbarungsrichtungen in der Ebene der Wärmeaufnahme­fläche, die an einer Stirnseite des Wärmeleitkörpers angeordnet ist, deren Normale parallel zur Abstrahlungsrichtung liegt, dass heißt: Die Anordnungsebene ist parallel zur Wärmeaufnahme­fläche.

[0045] Für kantenemittierende Halbleiterbauelemente sind Benachbarungsrichtungen sowohl senkrecht zur Wärmeaufnahme­fläche als auch in der Ebene der Wärmeaufnahme­fläche und geneigt dazu möglich. Die Wärmeaufnahme­fläche ist somit vorzugsweise auf einer zu einer Stirnseite senkrechten Außenseite des Wärmeleitkörpers angeordnet. Mit anderen Worten: die Normale der Wärmeaufnahme­fläche ist parallel zur. Es gilt für oberflächenemittierende Halbleiterbauelemente forthin als vereinbart, dass eine Stapelrichtung in Richtung der kleineren Querschnittsabmessung des rechteckigen Wärmeleitkörpers liegt, eine Reihenrichtung in Richtung der größeren Querschnittsabmessung.

[0046] Für kantenemittierende Halbleiterbauelemente gilt es als vereinbart, dass eine Stapelrichtung senkrecht zur Wärmeaufnahme­fläche des rechteckigen Wärmeleitkörpers liegt, eine Reihenrichtung parallel dazu.

[0047] Im Folgenden wird ohne den Umfang der Erfindung einzuschränken stellvertretend für alle strahlungsemitierende Halbleiterbauelemente einschließlich Leuchtdioden- und Leuchtdiodenfelder auf Laserdiodenelemente Bezug genommen, welche sowohl Einzelemitter als auch monolithische ein- oder zweidimensionale Emitter-Feldanordnungen sowohl des oberflächenemittierenden als auch des kantenemittierenden Laserdiodentyps umfassen. Außerdem

wird ohne den Umfang der Erfindung einzuschränken stellvertretend für alle Halbleiterbaugruppen wird auf Diodenlaserbauelemente Bezug genommen.

[0048] Durch das erfindungsgemäße Vorsehen eines Kühlkanals, bevorzugt mehrerer Kühlkanäle bildende Ausnehmungen, in Wärmeleitrichtung abseits des Wärmeaufnahmeabschnittes kann im Wärmeabgabeabschnitt auf die Kühlkanäle verschließende Deckschichten verzichtet werden, weil die erfindungsgemäße Dichtung am Wärmeleitabschnitt ein Austreten des Kühlmittels aus den Bereichen den erfindungsgemäßen Kühlmittelflusspassagen zwischen den Diodenlaserbauelementen unterbindet.

[0049] Anschaulich wird diese Gegebenheit dadurch, dass man den Wärmeleitabschnitt als so zwischen dem Wärmeaufnahmeabschnitt und dem Wärmeabgabeabschnitt angeordnet betrachtet, dass er sich zumindest abschnittsweise in der Anordnungsebene vollständig durch den Wärmeleitkörper erstreckt, und das erfindungsgemäße Merkmal fehlender, vom Kühlmittel benetzter, Flächen im Wärmeaufnahmeabschnitt berücksichtigt, wodurch ein Kühlmittelfluss in den Wärmeaufnahmeabschnitt ausgeschlossen wird.

[0050] Dieser Umstand dient in vorteilhafter Weise zu einer Reduzierung des Abstandes zwischen benachbarten Diodenlaserbauelemente, weil sich die Ausdehnung des Wärmeleitkörpers in Benachbarungsrichtung erfindungsgemäß allein nach der Ausdehnung der Kühlkanäle in Benachbarungsrichtung bemessen lässt.

[0051] Damit ist eine erhöhte Packungsdichte von Laserdiodenelementen in einem Diodenlaserstapel möglich, was in einer gegenüber dem Stand der Technik erhöhten Flächenleistungsdichte der emittierten Strahlung resultieren kann.

[0052] Bei kantenemittierenden Halbleiterbauelementen liegt der Wärmeabgabeabschnitt erfindungsgemäß außerhalb der oben definierten Wärmequellenprojektion. Der Wärme­fluss wird dabei im Wärmeaufnahmeabschnitt um 90° umgelenkt und bei Stapeln entgegen der Abstrahlungsrichtung orientiert.

[0053] Darüber hinaus ist die Kühlmittelzu- und abführeinrichtung erfindungsgemäß bezüglich der Stahlungsemissionsanordnung – beispielsweise einer Diodenlaserreihe oder eines Diodenlaserstapels – so angeordnet, dass sie der Ausbildung einer hohen Packungsdichte von Diodenlaserbauelementen nicht entgegensteht. Bei einer zweidimensionalen Feldanordnung von Diodenlaserelementen sieht das Vorliegen wenigstens zweier, vorzugsweise in einer Ebene senkrecht zur Abstrahlungsrichtung liegender, Benachbarungsrichtungen, beispielsweise die rückwärtige, das heißt: der Abstrahlungsrichtung entge-

gengesetzte, Anordnung der Kühlmittelzu- und abführeinrichtung vor.

[0054] Mit oberflächenemittierenden Laserdiodenbauelemente lässt sich so ein Füllfaktor, das ist das Verhältnis von emittierender zur gesamten Fläche, der Strahlungsemissionsanordnung erreichen, der vorzugsweise größer als 90% ist.

[0055] Analog lässt sich mit flächig Strahlung empfangenden Solarzellen so eine Füllfaktor – in diesem Fall ist es das Verhältnis von Strahlung in Elektrizität umwandelnder Empfangsfläche zur Gesamtfläche – der photovoltaischen Empfangsanordnung erreichen, der vorzugsweise größer als 90% ist. Dieser Vorteil kommt besonders bei einer optischen Anordnung gemäß Anspruch 31 zur Geltung, in der die einfallende Sonnenstrahlung mit einer für die photovoltaische Empfangsanordnung gemeinsamen Einzeloptik – beispielsweise ein Konkavspiegel oder eine Fresnellinse – die Sonnenstrahlung auch auf die Bereiche zwischen den Solarzellen konzentriert wird. Erfindungsgemäß können diese Bereiche sehr klein gehalten werden, so dass wenig Sonnenstrahlung für die elektrische Energieerzeugung verloren geht. Die gute Kühlung der Solarzellen sorgt zudem für einen hohen Umwandlungs-Wirkungsgrad.

[0056] Einen weiteren Vorteil für den kühlungstechnischen Betrieb bietet das erfindungsgemäße Vorsehen wenigstens zweier strömungstechnisch parallel geführter Kühlmittelflüsse in der Strahlungsemissions- oder empfangsanordnung. Damit wird es möglich, den Druckverlust gegenüber dem rein seriellen Kühlmittelfluss im Stand der Technik bereits um bis zur Hälfte abzusenken. Das Vorsehen weiterer, strömungstechnisch parallel geführter Kühlmittelflüsse kann den Druckverlust demgegenüber weiter reduzieren.

[0057] Idealerweise werden möglichst viele, bevorzugt abwechselnd jedes zweite, besonders bevorzugt jedes, Diodenlaserbauelement einer Strahlungsemissionsanordnung mit einer strömungstechnisch parallelen Kühlmittelzufuhr und einer strömungstechnisch parallelen Kühlmittelabfuhr versehen.

[0058] Das erfindungsgemäße Vorliegen von Kühlmittelflusspassagen zwischen den Wärmeabgabeabschnitten von Wärmeleitkörpern benachbarter Halbleiterbaugruppen gestattet es in diesem Zusammenhang beispielsweise, zumindest eine der Kühlmittelflusspassagen zwischen benachbarten Halbleiterbaugruppen für eine Kühlmittelaufnahme und/oder -abgabe aus der beziehungsweise an die gegenüber der Strahlungsemissionsanordnung rückwärtig angeordneten Kühlmittelzu- und abführeinrichtung vorzusehen. Alternativ oder optional können die Wärmeleitkörper rückwärtige Öffnungen aufweisen, die mit

den Kühlkanälen in Verbindung stehen und Kühlmittel von der Kühlmittelzu- und abführeinrichtung aufnehmen und/oder an diese abgeben.

[0059] Mit der erfindungsgemäßen Kühlmittelzu- und abführeinrichtung lässt sich vorteilhaft sowohl die Kühlmittelverteilung auf die Kühlkanäle der Diodenlaserbauelemente als auch die Kühlmittelsammlung von den Kühlkanälen der Diodenlaserbauelemente außerhalb des von den Wärmeleitkörpern belegten Bereiches im Diodenlaserstapel durchführen. Verbunden damit ist eine vorteilhafte Einsparung an Wärmeleitkörpermateriale und die vorteilhafte Beschränkung des Druckverlustes, insbesondere bei einer Vielzahl von Diodenlaserbauelementen, beispielsweise mehr als zehn, im Diodenlaserstapel, auf minimal desjenigen Wertes, den ein einzelnes Diodenlaserbauelement besitzt.

[0060] In vorteilhafter Weise sind damit theoretisch Diodenlaserstapel und -reihen mit einer unbegrenzten Anzahl von Diodenlaserbauelementen herstellbar. Ebenso kann eine prinzipiell eine theoretisch unbegrenzte Anzahl von Diodenlaserstäben nebeneinander angeordnet werden, wenn die Kühlmittelzu- und abführeinrichtung in einer Abstrahlungsrichtung entgegengesetzten Richtung bezüglich der Strahlungsemissionsanordnung angeordnet ist.

[0061] Vorzugsweise existiert eine elektrisch leitende Verbindung von einer zweiten elektrischen Kontaktfläche des Laserdiodenelementes mit der ersten elektrischen Kontaktfläche eines Laserdiodenelementes eines in benachbarten Diodenlaserbauelementes. Vorzugsweise ist die elektrische Verbindung seriell, weniger bevorzugt parallel. Kombinationen paralleler und serieller elektrischer Verbindung verschiedener Laserdiodenelemente und/oder Diodenlaserbauelemente sind ebenfalls denkbar.

[0062] Zur weiteren Beschreibung der Erfindung wird fortan – ohne den Umfang der Erfindung zu beschränken – davon ausgegangen, dass die erste und die zweite Kontaktfläche auf unterschiedlichen, einander gegenüberliegenden, Seiten eines kantenemittierenden Laserdiodenelementes angeordnet sind und die Strahlungsemissionsfläche des kantenemittierenden Laserdiodenelementes zwischen den beiden Kontaktflächenebenen senkrecht zur ersten und zweiten Kontaktfläche orientiert angeordnet ist, womit die Abstrahlungsrichtung parallel zur Normalen zur Strahlungsemissionsfläche ausgerichtet ist.

[0063] Weiterhin wird davon ausgegangen, dass die Wärmeaufnahme- und -abgabe – und damit auch die erste und zweite Kontaktfläche – jeweils senkrecht zur Stapelrichtung orientiert sind, das heißt: Ihre Normalen sind parallel zur Stapelrichtung. Gleichwohl sind erfindungsgemäß auch geneigte Orientierungen zulässig.

[0064] Schließlich wird eine Beschränkung auf eine einzige Stapelrichtung vorgenommen, wiewohl erfindungsgemäß auch mehrere Stapelrichtungen durch zueinander in Winkeln von betragsmäßig kleiner als 45° zueinander positiv oder negativ geneigter Wärmeaufnahmeflächen benachbarter Diodenlaserbauelemente möglich sind.

[0065] Das kantenemittierende Laserdiodenelement ist vorzugsweise ein Laserdiodenbarren mit einer Vielzahl – beispielsweise mehr als vier – in zur ersten Kontaktfläche paralleler Breitenrichtung nebeneinander angeordneten Emittlern.

[0066] Weniger bevorzugt ist das kantenemittierende Laserdiodenelement eine Laserdiode mit einem oder wenigen Emittlern. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass sich die Abmessungen von Laserdioden gegenüber Laserdiodenbarren in der Regel dadurch unterscheiden, dass Laserdioden in lateraler Richtung eine Breite aufweisen, die geringer ist als ihre Länge in Resonator-Längsrichtung. Bei Laserdiodenbarren gilt Umgekehrtes.

[0067] Erfindungsgemäß ist das Laserdiodenelement an der Wärmeaufnahmefläche des Wärmeaufnahmeabschnittes befestigt. Dabei kann seine erste elektrische Kontaktfläche eine elektrisch leitende Verbindung mit der Wärmeaufnahmefläche eingehen, wenn diese auf einem elektrisch leitfähigen Bereich des Wärmeaufnahmeabschnitts angeordnet ist. Die Befestigung ist vorzugsweise stoffschlüssig und weist vorzugsweise wenigstens eine metallische Lotfuge zwischen der Wärmeaufnahmefläche und der ersten elektrischen Kontaktfläche auf.

[0068] Ist der Wärmeaufnahmeabschnitt zumindest im Bereich der Wärmeaufnahmefläche nicht elektrisch leitfähig so kann die Stromzufuhr zu der ersten Kontaktfläche, wie in der Offenlegungsschrift EP 0 766 354 A1 vorgeschlagen, über eine Metallfolie erfolgen, die zwischen der Wärmeaufnahmefläche und der ersten elektrischen Kontaktfläche angeordnet ist.

[0069] Existiert eine elektrisch leitender Verbindung von der zweiten elektrischen Kontaktfläche des Laserdiodenelementes mit der ersten elektrischen Kontaktfläche eines Laserdiodenelementes eines in Stapelrichtung benachbarten Diodenlaserbauelementes, so ist diese vorzugsweise kraftschlüssig oder stoffschlüssig und kann ein elektrisch leitendes Verbindungselement aufweisen, dass zumindest an der zweiten elektrischen Kontaktfläche stoffschlüssig mittels eines elektrisch leitfähigen Fügmittels befestigt ist. Der Anschluss des elektrisch leitfähigen Verbindungselementes kann kraft- oder stoffschlüssig an einer elektrisch leitfähigen Anschlussfläche des benachbarten Wärmeleitkörpers erfolgen, die in elektrisch leitender Verbindung mit der Wärmeaufnahmefläche dieses benachbarten Wärmeleitkörpers steht.

[0070] Andererseits kann das elektrisch leitende Verbindungselement die oben genannte Metallfolie bilden, die abschnittsweise zwischen der ersten Kontaktfläche des nunmehr im Stapel benachbarten Laserdiodenelementes und der Wärmeaufnahmeaufnahmefläche des benachbarten Wärmeleitkörpers angeordnet ist.

[0071] Nichtsdestoweniger kann die elektrische Verbindung auch ohne Beteiligung eines elektrisch leitfähigen Verbindungselementes beispielsweise stoffschlüssig unter Beteiligung eines Lotes über eine Gegenfläche des benachbarten Wärmeleitkörpers erfolgen, die in elektrisch leitender Verbindung mit der Wärmeaufnahmefläche dieses benachbarten steht und der zweiten elektrischen Kontaktfläche des Laserdiodenelementes gegenüberliegt.

[0072] Die Materialien für den Wärmeleitkörper sind prinzipiell frei wählbar unter der Maßgabe, dass eine elektrische Kontaktierung und gegebenenfalls elektrische Verbindung der Laserdiodenelemente im Diodenlaserstapel gewährleistet ist.

[0073] Der Wärmeleitkörper kann beispielsweise vollständig aus elektrisch isolierendem Material bestehen, wenn zwischen der Wärmeaufnahmefläche und dem Laserdiodenelement ein elektrisch leitfähiger Bereich vorliegt.

[0074] Mit einem Wärmeleitkörper aus elektrisch isolierendem Material kann dem Anliegen einer Potentialdifferenz im Kühlmittel vorgebeugt werden, womit das Kühlmittel auch elektrisch leitfähig sein kann.

[0075] Besteht der Wärmeleitkörper vollständig aus elektrisch leitfähigem Material, so kann es an einer elektrischen Verbindung zwischen der ersten und zweiten Kontaktfläche benachbarter Laserdiodenelemente beteiligt sein. Tritt das Kühlmittel in Kontakt mit elektrischem Potential tragenden Bereichen, so ist im Falle von Wasser als Kühlmittel die Begrenzung seiner elektrischen Leitfähigkeit auf unter 20 mS/cm anzuraten.

[0076] Überdies kann der Wärmeleitkörper aus einem oder mehreren Materialien bestehen. Mehrere Materialien können schichtweise oder regellos in einem Verbundkörper oder Verbundwerkstoff, beispielsweise in einem Metall-Matrix-Komposit, kombiniert sein. Vorzugsweise werden Materialien verwendet, deren Wärmeleitfähigkeit größer ist als das des Laserdiodenelementes. Besonders bevorzugt stammt ein verwendetes Material aus der Gruppe von Kupfer, Silber, Gold, Aluminium, Molybdän, Wolfram, Aluminiumnitrit, Berylliumoxid, Siliziumkarbid, Graphit, Bornitrid und Diamant.

[0077] Besonders bevorzugt besteht der Wärmeleitkörper aus wenigstens einem hoch wärmeleitfähigen

Material, dessen Wärmeleitfähigkeit gleich groß oder größer als die von Kupfer ist. Beispielsweise kann der Wärmeleitkörper überwiegend aus CVD-Diamant bestehen, dessen Wärmeleitfähigkeit größer als 1000 W/m/K ist.

[0078] Vorzugsweise besteht der Wärmeleitkörper aus wenigstens einem Material, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient nicht mehr als 50% von dem des Laserdiodenelementes abweicht. Beispielsweise kann der Wärmeleitkörper aus Berylliumoxid (7,8 ppm/K, 280 W/m/K) oder einem Silber-Diamant-Verbundwerkstoff (7 ppm/K, 550 W/m/K) gefertigt sein, wenn das Laserdiodenelement überwiegend aus Galliumarsenid (6,5 ppm/K besteht).

[0079] Weicht der thermische Ausdehnungskoeffizient des Wärmeleitkörpers um mehr als 50% von dem des Laserdiodenelementes ab, so kann der Wärmeleitkörper Ausnehmungen aufweisen, die dem Wärmeleitkörper eine strukturelle Nachgiebigkeit verleihen und bei einer thermisch unterstützten Verbindung mit dem Laserdiodenelement die fugebedingten thermomechanischen Spannungen unter einer gewissen Schädigungsschwelle halten (DE 197 01 680 A1). Dabei können wenigstens einige dieser Ausnehmungen zumindest abschnittsweise die erfindungsgemäßen Wärmeabgabeflächen aufweisen und für die Kühlmittelführung vorgesehen sein.

[0080] Der Wärmeaufnahmeabschnitt, der Wärmeleitabschnitt und der Wärmeabgabeabschnitt können aus ein- und demselben Material, aus mehreren gleichen Materialien oder aus unterschiedlichen Materialien bestehen. So kann es im Sinne einer benötigten elektrischen Verbindung zwischen Ober- und Unterseite des Wärmeleitkörpers vorteilhaft sein, dass der Wärmeaufnahmeabschnitt aus einem elektrisch leitfähigen Material besteht. Im Sinne einer geforderten elektrischen Isolierung der elektrischen Verbindung gegenüber dem Kühlmittel ist es vorteilhaft, wenn wenigstens der Wärmeleitabschnitt oder der Wärmeabgabeabschnitt aus einem elektrisch isolierenden Material bestehen oder – für den Fall, dass beide aus elektrisch leitfähigem Material bestehen, wenigstens einer der Abschnitte mit einer elektrisch isolierenden Schicht versehen ist.

[0081] Da sich der Wärmeabgabeabschnitt vollständig außerhalb der zur Aufnahmefläche senkrechten Wärmequellenprojektion des kantenemittierenden Laserdiodenelementes befindet, sind keine kühlmittelführenden Ausnehmungen unterhalb des kantenemittierenden Laserdiodenelementes im Wärmeleitkörper vorhanden. Damit kann der Wärmefluss zum einen ungehindert vom Wärmeaufnahmeabschnitt in den Wärmeabgabeabschnitt umgelenkt werden.

[0082] Die erfindungsgemäßen Ausnehmungen sind einfach herstellbar und ermöglichen einen einfa-

chen und effizienten Kühlmittelstrom durch den Wärmeabgabeabschnitt.

[0083] Ist der Wärmeleitkörper vorzugsweise als Wärmeleitplatte ausgebildet, so sind die Aufnahmefläche und die erste Außenfläche beispielsweise auf der Plattenoberseite angeordnet und die Gegenfläche und die zweite Außenfläche auf der Plattenunterseite. Die Dickenrichtung der Platte erstreckt sich dabei in Stapelrichtung von der Plattenoberseite zur Plattenunterseite. Damit erstrecken sich die Ausnehmungen erfindungsgemäß in Dickenrichtung.

[0084] Eine oder mehrere Ausnehmungen können (a) im Wärmeleitkörper abseits der Außenflächen als abgeschlossener Kühlkanal angeordnet sein oder (b) als offener Kühlkanal in Form einer Nut in die Außenflächen eingebracht sein. Die erfindungsgemäße Öffnung gehört im Fall (a) zu einer zweiten Ausnehmung, die in die Außenfläche eingebracht ist und mit der erfindungsgemäßen Ausnehmung in Verbindung steht.

[0085] Im Fall (b) gehört die erfindungsgemäße Öffnung zur erfindungsgemäßen Ausnehmung. Sowohl die erfindungsgemäße Ausnehmung im Fall (b) als auch die zweite Ausnehmung im Fall (a) können sich ganz oder abschnittsweise vollständig durch den Wärmeabgabeabschnitt von der ersten Außenfläche bis zur zweiten Außenfläche hindurch in Form von Durchbrüchen erstrecken.

[0086] Prinzipiell sind die erfindungsgemäßen Ausnehmungen nicht auf eine bestimmte Gestalt beschränkt. Vorzugsweise ist die Gestalt prismatisch, wobei der Querschnitt nicht auf eine bestimmte Form beschränkt ist. Die Ausnehmungsform kann rund, elliptisch, dreieckig, quadratisch, rechteckig usw. sein. Der Querschnitt der Ausnehmungen kann sich in Dickenrichtung ändern. So sind zum Beispiel Keile oder Kegelstümpfe mögliche Gestalten der Ausnehmungen, z. B. wenn sie mittels Ätzen oder Laserschneidens hergestellt werden. Zwei oder mehr Ausnehmungen können zu einem gemeinsamen, verzweigten Ausnehmungsmuster vereinigt sein. Beispielsweise können zwei Ausnehmungen mit rechteckigem Querschnitt ein L-, V-, X-, N- oder T-förmiges Ausnehmungsmuster bilden; drei Ausnehmungen mit rechteckigem Querschnitt können ein U-, H-, K-, M- oder F-förmiges Ausnehmungsmuster bilden und so fort. Mehrere gleiche oder verschiedene Ausnehmungsmuster können im Wärmeabgabeabschnitt vorliegen.

[0087] Eine oder mehrere Ausnehmungen können sich ganz oder abschnittsweise vollständig durch den Wärmeabgabeabschnitt von der ersten Außenfläche bis zur zweiten Außenfläche hindurch in Form von Durchbrüchen erstrecken. Für die möglichen Ausgestaltungen der Durchbrüche gilt das zu den Ausneh-

mungen Gesagte in entsprechender Analogie. An Stelle der Form eines Kegelstumpfes kann ein Durchbruch beispielsweise somit auch als Doppelkegelstumpf ausgebildet sein.

[0088] Die Durchbrüche und/oder Ausnehmungen können eine geschlossene Wandung aufweisen oder eine Wandung die abschnittsweise an einer oder mehreren Stellen unterbrochen ist. Beispielsweise können sich mehrere rechteckige Durchbrüche von der Plattenoberseite zur Plattenunterseite erstrecken und dabei bis an die von dem Wärmeaufnahmeabschnitt abgewandten Rückfläche der Wärmeleitplatte reichen. Damit wird eine offene Kühlrippenstruktur gebildet, bei der sich die Kühlrippen entgegen der Abstrahlungsrichtung von dem Wärmeaufnahmebereich weg erstrecken und die von der Rückfläche her in Richtung des Wärmeaufnahmeabschnitts mit einem Kühlmittel beströmt werden kann.

[0089] Die erfindungsgemäße Dichtung ist prinzipiell nicht auf eine bestimmte Art der Dichtung oder auf eine bestimmte Weise der Abdichtung beschränkt. Sie auf irgendeiner Art der Verbindung, beispielsweise einer stoff- oder kraftschlüssigen, beruhen und zur Abdichtung mit oder ohne Hilfsmittel auskommen. Eine Dichtung kann beispielsweise auf der direkten Adhäsion zwischen einander gegenüberliegenden Dichtflächen zweier benachbarter Wärmeleitkörper beruhen.

[0090] Hilfsmittel zur erfindungsgemäßen Abdichtung sind grundsätzlich nicht auf bestimmte Hilfsmittel beschränkt. So kann es sich bei den Hilfsmitteln um Platten, Folien, Ringe oder Wülste handeln, die zu einem Einschluss des Kühlmittels beitragen. Diese Dichtkörper können elektrisch leitfähig, vorzugsweise elektrisch isolierend sein. Sie können aus Kunststoff, Metall oder Keramik gefertigt sein, beispielsweise aus einem Elastomer. Alternativ oder optional ist der Einsatz von Fugemitteln zur Dichtung möglich. Zu diesen dichtenden Fugemitteln zählen Gläser, Lote und Klebstoffe. Die Klebstoffe können elektrisch leitfähig, vorzugsweise elektrisch isolierend sein.

[0091] Über die erfindungsgemäße Anordnung der Dichtung zwischen den Wärmeleitkörpern benachbarter Diodenlaserbauelemente hinaus ist der weitere Verlauf der Dichtung nicht prinzipiell beschränkt unter der Maßgabe, dass sie zu einem Einschluss des Kühlmittels in der Weise beiträgt, dass ein Austritt des Kühlmittels im Diodenlaserstapel unterbunden wird.

[0092] So ist ein weiterer Verlauf der Dichtung sowohl auf der Plattenoberseite und/oder der Plattenunterseite als auch alternativ oder optional über zu den Plattenober- und Unterseiten geneigten und zwischen den Ober- und Unterseitenebenen angeordnete

ten Plattenseitenflächen möglich sowie auch alternativ oder optional über die von dem Wärmeaufnahmeabschnitt abgewandten Rückfläche der Wärmeleitplatte.

[0093] So kann die Dichtfläche zum Beispiel derart auf dem Übergangsabschnitt angeordnet sein, dass sie einen Wärmefluss von dem Wärmeaufnahmeabschnitt zu dem Wärmeabgabeabschnitt vollumfänglich umringt. Die Orientierung der Dichtflächennormalen kann sowohl senkrecht zur Abstrahlungsrichtung, das heißt beispielsweise abschnittsweise parallel zur Stapelrichtung, als auch parallel oder antiparallel (entgegengesetzt) zur Abstrahlungsrichtung sein. Die letztere Variante kann durch einen als Dichtflansch ausgebildeten Übergangsabschnitt ermöglicht werden.

[0094] Durch die erfindungsgemäße Lösung ist es damit in vorteilhafter Weise möglich, einen Austausch eines Diodenlaserbauelementes vorzunehmen, indem es aus dem Stapelverbund entfernt wird ohne die übrigen Diodenlaserbauelemente aus dem Stapelverbund herauszulösen. Ein Lösen der Dichtung geht dabei mit einer Bewegung des Diodenlaserbauelementes in Abstrahlungsrichtung einher, die von keinem anderen Diodenlaserbauelement des Stapels beschränkt wird.

[0095] Gegebenenfalls ist die Aufnahmefläche gegenüber einer oberseitigen Hauptfläche der Wärmeleitplatte und/oder die Gegenfläche gegenüber einer unterseitigen Hauptfläche in Plattendickenrichtung zueinander versetzt angeordnet, beispielsweise indem die Plattenoberseite und/oder die Plattenunterseite stufenförmig ausgebildet ist.

[0096] Vorzugsweise ist dabei der Wärmeaufnahmeabschnitt der Wärmeleitplatte sowohl in Dicke und Breite größer als der Wärmeabgabeabschnitt der Wärmeleitplatte, wobei der Übergang vom Wärmeaufnahmeabschnitt zum Wärmeabgabeabschnitt stufenartig über eine geneigte, vorzugsweise senkrecht mit ihrer Normalen entgegen der Abstrahlungsrichtung orientierte, die Platte vollumfänglich umgebende, Übergangsfläche erfolgt, die als erfindungsgemäße Dichtfläche dient.

[0097] Umgekehrt können auch Breite und Dicke des Wärmeabgabeabschnittes größer sein als diejenigen des Wärmeaufnahmeabschnittes, wobei die Übergangsfläche mit ihrer Normalen in Abstrahlungsrichtung orientiert die Dichtfläche bildet.

[0098] Darüber hinaus kann die größte Breite und Dicke auf einen Übergangsabschnitt zwischen Wärmeaufnahme- und Wärmeabgabeabschnitt beschränkt sein, dessen über den Wärmeaufnahme- und Wärmeabgabeabschnitt hervorragenden Bereiche sowohl auf ihrer dem Laserdiodenelement zuge-

wandten als auch auf ihrer dem Laserdiodenelement abgewandten Seite als Dichtflächen verwendet werden können.

[0099] Alternativ oder optional können an dem Wärmeleitkörper in einem Übergangsgebiet zwischen Wärmeaufnahmeabschnitt und Wärmeabgabeabschnitt angebrachte Hilfskörper zur Bildung einer Dichtfläche beitragen. So kann beispielsweise ein Ring aufgeschrumpft sein, dessen zwischen der inneren und der äußeren Mantelfläche gelegenen Grundfläche eine Dichtfläche bilden kann.

[0100] Mischvarianten zwischen dieser und der vorhergehenden sehen vor, dass entweder die Breite oder die Dicke eines der benannten Wärmeleitkörperabschnitte größer ist als der des anderen und derjenige Wärmeleitkörperabschnitt, dessen Querschnitt größer ist, zwei einander gegenüberliegend an den Übergangsbereich zum anderen Wärmeleitkörperabschnitt angrenzende montierte Hilfskörper aufweist, die zu einer Vergrößerung der komplementären Erstreckung – Dicke oder Breite – beiträgt. Die Dichtfläche ist dann abwechselnd aus den Teildichtflächen des betreffenden Wärmeleitkörperabschnittes und Teildichtflächen der Hilfskörper zusammengesetzt.

[0101] Eine weitere Variante zur Ausbildung der Dichtung sieht einen Zusatzkörper vor, der zwischen dem Wärmeaufnahmeabschnitt und dem Wärmeabgabeabschnitt angeordnet ist und über den Wärmeaufnahmeabschnitt und Wärmeabgabeabschnitt miteinander stoffschlüssig verbinden sind. Dabei ragt der Zusatzkörper allseitig über wenigstens einen der Wärmeleitkörperabschnitte in dessen Breiten und Dickenrichtung hervor. Die hervorragenden Bereiche können ihrerseits sowohl auf ihrer dem Laserdiodenelement zugewandten als auch auf ihrer dem Laserdiodenelement abgewandten Seite als Dichtflächen verwendet werden.

[0102] Im einfachsten Fall jedoch ist die Dichtfläche den Wärmeleitkörper umlaufend in einem Übergangsbereich zwischen Wärmeaufnahmeabschnitt und Wärmeabgabeabschnitt gebildet, ohne dass einer der Wärmeleitkörperabschnitte hinsichtlich seiner Breite und Dicke gegenüber dem anderen Wärmeleitkörperabschnitt unterschiedlich ist, wobei die Normale der Dichtfläche stets senkrecht zur Abstrahlungsrichtung orientiert ist.

[0103] Erfindungsgemäß erfolgt eine strömungstechnisch parallele Kühlmittelzufuhr zu einer ersten und wenigstens einer zweiten Gruppe von Diodenlaserbauelementen. Vorzugsweise ist die Anzahl von strömungstechnisch parallel durchflossenen Gruppen größer als zwei. Vorzugsweise erfolgt sie strömungstechnisch parallele Kühlmittelzufuhr zu jedem zweiten der Diodenlaserbauelemente und wenigstens eine strömungstechnisch parallele Kühlmittelab-

fuhr von wenigstens jedem zweiten der Diodenlaserbauelemente. Zur Veranschaulichung eines solchen bevorzugten Verlaufes des Kühlmittelströmung durch einen Diodenlaserstapel mit 10 Diodenlaserbauelementen wird jedes Diodenlaserbauelement des Stapels in Stapelrichtung fortlaufend mit einer Nummer versehen. Die Diodenlaserbauelemente werden sodann in zwei Scharen aufgeteilt: Eine erste Schar mit ungeraden Nummern und eine zweite Schar mit geraden Nummern. Damit sind Diodenlaserbauelemente der ersten Schar einander jeweils übernächst benachbart und durch jeweils ein Diodenlaserbauelement der zweiten Schar von der unmittelbaren Nachbarschaft getrennt. Ebenso sind Diodenlaserbauelemente der Schar Gruppe einander jeweils übernächst benachbart und durch jeweils ein Diodenlaserbauelement der Schar Gruppe von der unmittelbaren Nachbarschaft getrennt. Jedem Diodenlaserbauelement der ersten Schar sind (mit Ausnahme der Nr. 1) parallel und antiparallel zur Stapelrichtung jeweils ein Diodenlaserbauelement der zweiten Gruppe unmittelbar (direkt) benachbart. Jedem Diodenlaserbauelement der zweiten Schar sind parallel und antiparallel zur Stapelrichtung jeweils ein Diodenlaserbauelement der ersten Gruppe unmittelbar (direkt) benachbart.

[0104] Erfindungsgemäß erfolgt beispielsweise eine parallele Kühlmittelzufuhr zu jedem Diodenlaserbauelement der ersten Schar von Diodenlaserbauelementen und eine parallele Kühlmittelabfuhr von jedem Diodenlaserbauelement der zweiten Schar von Diodenlaserbauelementen. Dabei wird das Kühlmittel im Stapel von den Diodenlaserbauelementen der ersten Schar zu den benachbarten Diodenlaserbauelementen der zweiten Schar strömungstechnisch seriell überführt. Die erfindungsgemäße Dichtung verhindert dabei ein Austreten des Kühlmittels.

[0105] Umgekehrt kann natürlich auch eine parallele Kühlmittelzufuhr zu jedem Diodenlaserbauelement der zweiten Schar von Diodenlaserbauelementen und eine parallele Kühlmittelabfuhr von jedem Diodenlaserbauelement der ersten Schar von Diodenlaserbauelementen erfolgen.

[0106] Die Anzahl von erfindungsgemäß strömungstechnisch parallel durchflossenen Gruppen von Diodenlaserbauelementen entspricht der Gesamtzahl von Diodenlaserbauelementen (10) dividiert durch die Anzahl strömungstechnisch seriell durchflossener Scharen (2), nämlich: fünf. Die Gruppenstärke von erfindungsgemäß strömungstechnisch parallel durchflossenen entspricht einer Anzahl von Diodenlaserbauelement in Höhe der Scharenanzahl – spricht: zwei.

[0107] Eine solche Anordnung hat den Vorteil, dass Zu- und Ablauföffnungen der Kühlmittelzu- und abführeinrichtung größer und mit größerem Abstand zu-

einander ausgebildet sein können als bei paralleler Kühlmittelzu- und abfuhr zu jedem der Diodenlaserbauelemente im Stapel.

[0108] Nichtsdestoweniger kann selbstverständlich erfindungsgemäß sowohl die Kühlmittelzufuhr strömungstechnisch parallel zu jedem der Diodenlaserbauelemente als auch die Kühlmittelabfuhr strömungstechnisch parallel von jedem der Diodenlaserbauelemente erfolgen. Dabei kann zum Beispiel ein Zwischenraum zwischen einander benachbarten Diodenlaserbauelementen für den Kühlmittelfluss vorgesehen sein. Wird beispielsweise das Kühlmittel rückwärtig in jedes der Diodenlaserelemente eingespeist, so kann es über die Zwischenräume den Stapel wieder verlassen, und umgekehrt. Die erfindungsgemäße Dichtung verhindert dabei ein Austreten des Kühlmittels.

[0109] Weiterhin kann sich das Kühlmittel in jedem Diodenlaserbauelement in zwei Portionen aufteilen, die in einander gegenüberliegende Zwischenräume abfließen und sich dort mit den Kühlmittelportionen der benachbarten Diodenlaserbauelemente vereinigen.

[0110] Darüber hinaus ist es möglich, die Zwischenräume sowohl an der Kühlmittelzufuhr zu den Diodenlaserelementen als auch zur Kühlmittelabfuhr von den Diodenlaserelementen zu beteiligen. Dies kann einerseits unter Beibehaltung des Kühlmittelstroms oder andererseits unter Aufteilung des Kühlmittels in zwei Portionen erfolgen. Dabei kann das Kühlmittel durch Durchbrüche in den Wärmeabgabeabschnitten der Diodenlaserbauelemente hindurch fließen, um in den benachbarten Zwischen auf der gegenüberliegenden Seite zu gelangen.

[0111] Schließlich können die Zwischenräume genutzt werden, um eine Strömungsumkehr im Diodenlaserstapel herbeizuführen. Dazu liegen beispielsweise in jedem Diodenlaserbauelement eine erste Gruppe von Ausnehmungen und eine zweite Gruppe von Ausnehmungen vor. Das Kühlmittel fließt in der ersten Gruppe von Ausnehmung in Abstrahlungsrichtung durch den Wärmeabgabeabschnitt, in einen oder beide benachbarten Zwischenräume und von dort in die zweite Gruppe von Ausnehmungen, die es entgegen der Abstrahlungsrichtung durchströmt.

[0112] Die erfindungsgemäße Dichtung verhindert dabei ein Austreten des Kühlmittels.

[0113] Erfindungsgemäß trägt die Kühlmittelzu- und abführeinrichtung zur strömungstechnisch parallelen Kühlmittelverteilung auf die Kühlkanäle der strömungstechnisch parallel geschalteten Gruppen von Diodenlaserbauelementen als auch zur Kühlmittelsammlung von den Kühlkanälen der strömungstechnisch parallel geschalteten Gruppen von Diodenla-

serbauelementen bei. Dazu kann die Kühlmittelzu- und abführeinrichtung abschnittsweise als Kühlmittelverteilungseinheit und Kühlmittelsammeleinheit ausgebildet sein. Beide Einheiten können als eine Kühlmittelführungseinheit zusammengefasst sein.

[0114] Erfindungsbedingt ist es vorteilhafterweise möglich, die Kühlmittelführungseinheit gänzlich auf der der Strahlungsemission entgegengesetzten Seite des Diodenlaserstapels anzuordnen. Damit sind prinzipiell nicht nur nahezu unbegrenzte Stapelhöhen möglich, sondern auch die Feldanordnung mehrerer, prinzipiell nahezu beliebig vieler Diodenlaserstapel nebeneinander möglich.

[0115] Dabei kann die Kühlmittelführungseinheit eine Kammer mit einer Aufnahmeöffnung aufweisen, über die die Wärmeabgabeabschnitte der Diodenlaserbauelemente in die Kammer eingebracht sind. Ein zur Dichtfläche am Wärmeleitkörper korrespondierende Gegendichtfläche, über die erfindungsgemäße Dichtung zum einem Verschluss der Kammer, gebildet wird, kann abschnittsweise auf der Kühlmittelführungseinheit angeordnet sein. Beispielsweise kann sie im Randbereich der Aufnahmeöffnung der Kammer angeordnet sein und Aufnahmeöffnung außen- seitig umgeben oder kammerinnenwändig begrenzen. Dabei kann der Diodenlaserstapel an sich abschnittsweise in die Kammer eingebracht sein oder jedes einzelne Diodenlaserbauelement abschnittsweise in eine eigene Kammer. Trennwände zwischen benachbarten Kammern können dabei einen Teil der erfindungsgemäßen Dichtung zwischen benachbarten Diodenlaserbauelementen bilden.

[0116] Wärmequellenseitig weist die Kammer wenigstens einen erfindungsgemäßen (inneren) Kühlmittelauslass zur Kühlmittelversorgung der Diodenlaserbauelemente beziehungsweise des Diodenlaserstapels auf sowie wenigstens einen erfindungsgemäßen (inneren) Kühlmittelleinlass zur Kühlmittelaufnahme von den Diodenlaserbauelementen beziehungsweise dem Diodenlaserstapel.

[0117] Die Kammer weist wärmesenkenseitig Öffnungen oder Durchbrüche zu einem äußeren Kühlmittelleinlass und Kühlmittelauslass der Kühlmittelführungseinheit auf, über die die Kammer mit einem strömenden Kühlmittel versorgt werden und über die das strömende Kühlmittel aus der Kammer entweichen kann. Liegen mehrere Kammern für die Wärmeabgabeabschnitte mehrerer Wärmeleitkörper von Laserdiodenelementen in einer Stapel-, Reihen- oder Feldanordnung vor, so kann jede Kammer jeweils einen ersten Durchbruch zu einem der mehreren Kammern gemeinsamen Kühlmittelzuführkanal aufweisen, der einen äußeren Einlass besitzt, sowie jeweils einen zweiten Durchbruch zu einem der mehreren Kammern gemeinsamen Kühlmittelabfuhrkanal aufweisen, der einen Auslass besitzt.

[0118] In analoger Weise kann eine Kammer, die die Wärmeabgabeabschnitte mehrerer Wärmeleitkörper aufnimmt, mehrere erste Durchbrüche zu einem gemeinsamen Kühlmittelzuführkanal aufweisen, der einen äußeren Einlass besitzt, sowie mehrere zweite Durchbrüche zu einem gemeinsamen Kühlmittelabführkanal, der einen äußeren Auslass besitzt.

[0119] Das Kühlmittel kann sowohl gasförmig oder flüssig sein. Insbesondere ist wahlweise der Einsatz eines flüssigen oder gasförmigen Kühlmittels möglich. Es kann außerdem auch beide Phasen gemischt aufweisen, beispielsweise als Dampf oder Gasblasen in einer Flüssigkeit. Ein Phasenübergang eines Kühlmittels von einer flüssigen zu einer gasförmigen Phase bei der Aufnahme der Wärme in den erfindungsgemäßen Ausnehmungen ist ebenfalls möglich.

[0120] In diesem Sinne kann die Kühlmittelströmung in der Strahlungsemissionsanordnung und der Kühlmittelzu- und -abführeinrichtung abgeschlossen und frei erfolgen, so dass die Strahlungsquelle als Wärmerohr ausgebildet ist, in dem eine Kühlflüssigkeit in den Ausnehmungen verdampft und die Strahlungsemissionsanordnung über die Kühlmittelflusspassagen in Dampfform verlässt. Der Kühlmitteldampf kondensiert in der Kühlmittelzu- und -abführeinrichtung und wird in flüssiger Form durch Kapillarkräfte aus der Kühlmittelzu- und -abführeinrichtung zurück in die erfindungsgemäßen Ausnehmungen der Strahlungsemissionsanordnung gezogen.

[0121] Andererseits kann die Kühlmittelströmung durch äußere Mittel erzwungen werden. Für gasförmige Kühlmittel können sowohl Lüfter als den Gasdruck erhöhenden Pumpen verwendet werden. Für flüssige Kühlmittel können je nach Durchfluss (Kühlmitteldurchsatzvolumen pro Zeiteinheit), Druckverlust über die Strahlungsquelle, Temperatur sowie Viskosität, Dichte und sonstigen Eigenschaften des Kühlmittels verschiedene Pumpen verwendet werden. Der Vollständigkeit wird auf die Möglichkeit des Einsatzes flüssiger Metalle als Kühlmittel verwiesen, die die Verwendung einer magneto-hydrodynamischer Pumpe nahelegen.

[0122] Beispiele für gasförmige Kühlmittel sind Luft, Stickstoff, Argon und ihre Gemische, Beispiele für flüssige nichtmetallische Kühlmittel sind Wasser, Glykol, Ethanol, Methanol, Ammoniak und ihre Gemische, Beispiele für flüssige metallische Kühlmittel sind Quecksilber, Gallium und eutektische Gemische von Gallium, Indium und Zinn sowie Natrium und Kalium.

[0123] Die erfindungsgemäße Strahlungsquelle erlaubt überdies ein vorteilhaftes Verfahren zur ihrer Inbetriebnahme und zum Testen einzelner erfindungsgemäßer Halbleiterbaugruppen vor der Herstellung

der erfindungsgemäßen Strahlungsemissionsanordnung aus mehreren dieser Halbleiterbaugruppen gemäß Anspruch 30.

[0124] Dazu wird die betreffende Halbleiterbaugruppe jeweils separat an eine Kühlmittelzu- und abführeinrichtung angeschlossen, die zusammen mit der Halbleiterbaugruppe Teil eines Kühlmittelkreislaufes ist. Über die erfindungsgemäße Dichtfläche am Wärmeleitkörper der Halbleiterbaugruppe erfolgt zumindest abschnittsweise eine Dichtung, die zu einem Einschluss des Kühlmittels im Kühlmittelkreislauf beiträgt. Danach werden Funktionstests des strahlungsemitternden Halbleiterbauelementes durchgeführt, indem die Halbleiterbaugruppe an eine Stromquelle angeschlossen wird und mindestens ein physikalischer Parameter des strahlungsemitternden Halbleiterbauelementes in Form eines Messwertes erfasst wird. Zu diesen Parametern zählen beispielsweise der elektrische Betriebsstrom, die elektrische Betriebsspannung, die emittierte Strahlungsleistung sowie das Spektrum und das räumliche Profil der emittierten Strahlung.

[0125] Diese Funktionstests können wiederholt durchgeführt werden, beispielsweise in zeitlichen Abständen, die dazu genutzt werden, die Halbleiterbaugruppe teilweise zu betreiben. Mit den aus dem Funktionstest gewonnen Parametern kann die Eignung der Halbleiterbaugruppe hinsichtlich ihrer Verwendung in der Strahlungsquelle eingeschätzt und die Halbleiterbaugruppe selbst bewertet werden. Diese Qualifizierungsprozedur gestattet es, aus einer Vielzahl von getesteten Halbleiterbaugruppen nur diejenigen für die Strahlungsemissionsanordnung auszuwählen, die den im Anwendungsbetrieb an die Strahlungsquelle gestellten Anforderungen im Ganzen genügen.

[0126] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen noch näher erläutert. Dazu zeigen

[0127] Fig. 1a eine schematische Schrägansicht auf den Wärmeleitkörper der ersten Variante eines Diodenlaserbauelementes eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0128] Fig. 1b eine schematische Schrägansicht auf die erste Variante des Diodenlaserbauelementes des ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle in teilweiser Explosionsdarstellung,

[0129] Fig. 1c eine schematische Schrägansicht auf eine zweite Variante eines Diodenlaserbauelementes des ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0130] Fig. 1d eine schematische Schrägansicht einer Explosionsdarstellung einer Kühlmittelzu- und abführeinrichtung des ersten und eines siebten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0131] Fig. 1e eine schematische Querschnittsansicht eines Ausschnitts der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle des ersten Ausführungsbeispiels mit Diodenlaserbauelementen der ersten Variante,

[0132] Fig. 2a eine schematische Schrägansicht einer Explosionsdarstellung von einem Ausschnitt einer Strahlungsemissionsanordnung eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0133] Fig. 2b eine schematische Schrägansicht einer Explosionsdarstellung einer Kühlmittelzu- und abführeinrichtung des zweiten und eines fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0134] Fig. 2c eine schematische Querschnittsansicht eines Ausschnitts der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle des zweiten Ausführungsbeispiels,

[0135] Fig. 3a eine schematische Schrägansicht auf den Grundkörper eines Wärmeleitkörpers eines dritten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0136] Fig. 3b eine schematische Schrägansicht auf den Wärmeleitkörper des dritten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0137] Fig. 3c eine schematische Schrägansicht einer Explosionsdarstellung einer Kühlmittelzu- und abführeinrichtung des dritten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0138] Fig. 4a eine schematische Schrägansicht einer Explosionsdarstellung von einem Ausschnitt einer Strahlungsemissionsanordnung eines vierten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0139] Fig. 4b eine schematische Schrägansicht einer Explosionsdarstellung einer Kühlmittelzu- und abführeinrichtung des vierten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0140] Fig. 4c eine schematische Querschnittsansicht eines Ausschnitts der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle des vierten Ausführungsbeispiels,

[0141] Fig. 5a eine schematische Draufsicht auf ein Diodenlaserbauelement eines fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0142] Fig. 5b eine schematische Rückansicht auf das Diodenlaserbauelement des fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0143] Fig. 5c eine schematische Querschnittsansicht eines Ausschnitts der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle des fünften Ausführungsbeispiels,

[0144] Fig. 6a eine schematische Schrägansicht auf ein Diodenlaserbauelement eines sechsten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0145] Fig. 6b eine schematische Rückansicht auf eine Strahlungsemissionsanordnung des sechsten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0146] Fig. 6c eine erste schematische Draufsicht auf eine Kühlmittelführungsplatte einer Kühlmittelzu- und abführeinrichtung des sechsten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0147] Fig. 6d eine zweite schematische Draufsicht auf die Kühlmittelführungsplatte der Kühlmittelzu- und abführeinrichtung des sechsten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0148] Fig. 6e eine schematische Draufsicht auf Kühlmittelanschlüsse der Kühlmittelzu- und abführeinrichtung des sechsten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0149] Fig. 6f eine schematische Draufsicht auf die erfindungsgemäße Strahlungsquelle des sechsten Ausführungsbeispiels,

[0150] Fig. 6g eine schematische Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Bestrahlungsvorrichtung,

[0151] Fig. 7a eine schematische Schrägansicht auf ein Diodenlaserbauelement eines siebten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0152] Fig. 7b eine schematische Schrägansicht auf einen Teilabschnitt einer Strahlungsemissionsanordnung des siebten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0153] Fig. 7c eine schematische Schrägansicht auf die Strahlungsemissionsanordnung des siebten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0154] Fig. 7d eine schematische Schrägansicht einer Explosionsdarstellung einer Kühlmittelzu- und abführeinrichtung des siebten Ausführungsbeispiels

der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle mit einer ersten schematischen Schrägansicht einer Kühlmittelführungsplatte der Kühlmittelzu- und abführeinrichtung,

[0155] **Fig. 7e** eine zweite schematische Schrägansicht der Kühlmittelführungsplatte der Kühlmittelzu- und abführeinrichtung des siebten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0156] **Fig. 7f** eine schematische Querschnittsansicht eines Ausschnitts der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle des siebten Ausführungsbeispiels,

[0157] **Fig. 8a** eine schematische Schrägansicht auf ein Diodenlaserbauelement eines achten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0158] **Fig. 8b** eine schematische Schrägansicht auf ein Zwischenstück zur Anordnung zwischen zwei Diodenlaserbauelemente in einer Strahlungsemissionsanordnung des achten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0159] **Fig. 8c** eine schematische Frontansicht einer Kühlmittelzu- und abführeinrichtung des achten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0160] **Fig. 8d** eine schematische Rückansicht der Kühlmittelzu- und abführeinrichtung des achten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0161] **Fig. 8e** eine schematische Schrägansicht der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle des achten Ausführungsbeispiels,

[0162] **Fig. 8f** eine schematische Querschnittsansicht der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle des achten Ausführungsbeispiels,

[0163] **Fig. 9a** eine schematische Schrägansicht auf ein Diodenlaserbauelement eines neunten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0164] **Fig. 9b** eine schematische Schrägansicht auf eine Strahlungsemissionsanordnung des neunten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle,

[0165] **Fig. 9c** eine schematische Querschnittsansicht der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle des neunten Ausführungsbeispiels,

[0166] **Fig. 10a** eine schematische Schrägansicht auf ein Diodenlaserbauelement eines zehnten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strah-

lungsquelle,

[0167] **Fig. 10b** eine schematische Querschnittsansicht eines Ausschnitts der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle des zehnten Ausführungsbeispiels,

[0168] **Fig. 11a** eine schematische Schrägansicht auf ein Solarmodul eines elften Ausführungsbeispiels einer als photovoltaischem Strahlungsempfänger ausgebildeten erfindungsgemäßen Konversionseinheit,

[0169] **Fig. 11b** eine schematische Draufsicht auf den erfindungsgemäßen photovoltaischen Strahlungsempfänger des elften Ausführungsbeispiels und

[0170] **Fig. 11c** eine schematische Querschnittsansicht eines erfindungsgemäßen Solarkonzentrators.

[0171] Gleiche oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit den selben Bezugszeichen versehen.

[0172] In den folgenden Ausführungsbeispielen wird der erfindungsgemäße der Strahlungsemissionsanordnung zugewandten Kühlmittelauslass der Kühlmittelzu- und abführeinrichtung durch eine zulaufseitige Kühlmittelspreiznut **45a** oder mehrere zulaufseitige Kühlmittelspreiznuten **45a** oder einen zulaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbruch **46a** oder mehrere zulaufseitige Kühlmittelführungsdurchbrüche **46a** gebildet. Der Begriff "zulaufseitig" ist in dem Sinne zu verstehen, dass der Kühlmittelauslass der Kühlmittelzu- und abführeinrichtung für Strahlungsemissionsanordnung einen Kühlmittelzulauf bildet.

[0173] Analog wird der erfindungsgemäße der Strahlungsemissionsanordnung abgewandte Kühlmittelleinlass der Kühlmittelzu- und abführeinrichtung durch eine ablaufseitige Kühlmittelspreiznut **45b** oder mehrere ablaufseitige Kühlmittelspreiznuten **45b** oder einen ablaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbruch **46b** oder mehrere ablaufseitige Kühlmittelführungsdurchbrüche **46b** gebildet. Der Begriff "ablaufseitig" ist in dem Sinne zu verstehen, dass der Kühlmittelleinlass der Kühlmittelzu- und abführeinrichtung für Strahlungsemissionsanordnung einen Kühlmittelablauf bildet.

[0174] Zulaufseitige Kühlmittelverteilungs- oder spreizelemente **42a**, **45a**, **46a**, **47a**, **47'a** und **48a**, werden gemeinsam mit den ablaufseitigen Kühlmittelsammel- oder einschnürungselementen **42b**, **45b**, **46b**, **47b**, **47'b** und **48b** strömungsrichtungsunabhängig als Kühlmittelführungselemente bezeichnet, wobei die Elemente als Nuten, Durchbrüche, Kanäle, Kammern usw. ausgebildet und bezeichnet sein können.

[0175] Von den Anordnungs- beziehungsweise An-

ordnungsrichtungszeichen **35**, **35a**, **36** und **36a** zeigen die Pfeile **35** und **36** eine Anordnung an, die sich in der Zeichenebene erstreckt. und die Symbole **35a** und **36a** eine Anordnung, die sich senkrecht zur Zeichenebene erstreckt. Die Anordnungszeichen **35** und **35a** beziehen sich auf eine stapelhafte Anordnung der Halbleiterbaugruppen und die Anordnungszeichen **36** und **36a** auf eine reihenhafte Anordnung der Halbleiterbaugruppen. Die Zeichen, das sind die Pfeile und Symbole, werden gleichbedeutend mit den Richtungen verwendet, die sie anzeigen, und umgekehrt.

[0176] Im folgenden wird das erste Ausführungsbeispiel im Hinblick auf eine Vermittlung von Verständnis der Erfindung besonders detailliert beschrieben. Die Erläuterungen nachfolgender Ausführungsbeispiele wird nur in der Weise detailliert, die der Unterscheidung vom ersten Ausführungsbeispiel Rechnung trägt. Im übrigen wird bereits an dieser Stelle vorgehend und stellvertretend für die Ausführungsbeispiele zwei bis acht auf den allgemein gültigen Charakter des ersten Ausführungsbeispiels verwiesen, der zu ihrer weiteren Interpretation hinzugezogen werden kann, wo nötig und sinnvoll, beispielsweise im Falle nicht erläuterter Bezugszeichen und Merkmale. Überdies wird auf die Bezugszeichenliste im Anschluss an die Ausführungsbeispiele verwiesen.

ERSTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0177] Komponenten des ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Strahlungsquelle **50** sowie ein Querschnitt durch einen Abschnitt der dieser Strahlungsquelle **50** sind in den Fig. 1a, Fig. 1b, Fig. 1d und Fig. 1e für eine erste Variante eine Diodenlaserbauelementes **20** gezeigt. Eine zweite Variante des Diodenlaserbauelementes **20**, welche alternativ an Stelle der ersten Variante verwendet werden kann, zeigt Fig. 1c. Der Wärmeleitkörper **21** für die erste Variante des Diodenlaserbauelementes **20** ist eine T-förmig ausgebildete CVD-Diamantplatte als Wärmeleitgrundkörper **21'**, auf den im vom unteren Schenkel abgewandten Bereich des oberen Schenkels eine Metallisierung **28** aufgebracht ist, die sich von einer als Plattenoberseite ausgebildeten ersten Außenfläche **22** der Platte **21'** über eine frontseitige Endfläche der Frontseite der Platte auf eine als Plattenunterseite ausgebildete, der ersten Außenfläche gegenüberliegenden, zweite Außenfläche erstreckt (Fig. 1a). In den unteren Schenkel der Platte **21'** sind eine Vielzahl von zueinander parallelen Ausnehmungen **26** eingebracht, die sich einerseits von der Plattenoberseite **22** zur Plattenunterseite erstrecken und andererseits entgegen der Abstrahlungsrichtung **15** bis zur einer der Frontfläche gegenüberliegenden rückseitigen Endfläche an der Rückseite der Platte. Die Ausnehmungen **26** weisen damit sowohl Öffnungen **27** in der ersten Außenfläche **22** an der Plattenoberseite auf, Öffnungen in der zweiten

Außenfläche an der Plattenunterseite als auch Öffnungen in der rückseitigen Endfläche **23** an der Plattenrückseite, über die ein Kühlmittel in die Ausnehmungen eingebracht und/oder aus den Ausnehmungen abgeführt werden kann.

[0178] Ein Laserdiodenbarren **10** besitzt auf einer ersten Seite eine erste Kontaktfläche **11** und auf einer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite eine zur ersten Kontaktfläche gegenpolige zweite Kontaktfläche **12**.

[0179] Auf die Metallisierung **28** ist ein solcher Laserdiodenbarren **10** seitens seiner ersten Kontaktfläche **11** befestigt, indem er unter Anwendung des in der Patentschrift DE 196 44 941 C1 beschriebenen Verfahrens über eine Lotfuge mit dem Wärmeleitkörper an deren Wärmeaufnahmefläche **21*** stoffschlüssig verbunden ist (Fig. 1b). Der Verbund von Laserdiodenbarren und Wärmeleitkörper wird als Diodenlaserbauelement **20** bezeichnet. Im Betrieb strahlt der Laserdiodenbarren **10** beziehungsweise das Diodenlaserbauelement **20** Licht des nahen Infrarots in eine Abstrahlungsrichtung **15** ab, die senkrecht zu den Normalen der beiden Kontaktflächen des Laserdiodenbarrens **10** ausgerichtet ist. Die Metallisierung **28** bildet einen ersten elektrischen Kontakt für den Laserdiodenbarren **10**, während ein elektrisches Verbindungselement **29**, das an der zweiten Kontaktfläche **12** des Laserdiodenbarrens **10** stoffschlüssig befestigt ist, einen zweiten, zum ersten elektrischen Kontakt gegenpoligen Kontakt bildet. Die Dicke der Metallisierung liegt im Bereich von 5 µm bis 200 µm, besteht im wesentlichen aus Kupfer, und ist zumindest teilweise durch galvanisches Abscheiden auf einer Grundmetallisierung hergestellt.

[0180] Im Betrieb des Laserdiodenbarrens bilden alle seine Licht emittierenden Emitter Wärmequellen, deren Wärme zumindest zum größten Teil über die Wärmeaufnahmefläche **21*** der Metallisierung **28** von dem Wärmeleitkörper **21** aufgenommen wird.

[0181] Im Wärmeleitkörper **21** liegen zwischen den Ausnehmungen **26** Kühlrippen **26'** vor, über deren Außen-/Innenflächen Wärme an ein durch die Ausnehmungen strömendes Kühlmittel abgegeben werden kann. Im technisch-konstruktiven Sinne werden die Ausnehmungen von den Kühlrippen begrenzt und umgekehrt. Die einander zugewandten Innenflächen zweier benachbarter Kühlrippen sind somit einer gemeinsamen Ausnehmung zuzuordnen und als erfindungsgemäße Wärmeabgabeflächen **26*** anzusehen. Wie durch die Klammern in Fig. 1b angedeutet, lässt sich der Wärmeleitkörper **21** in drei Abschnitte gliedern: Einen Wärmeaufnahmeabschnitt **21a**, der die Wärmeaufnahmefläche **21*** trägt, einen Wärmeabgabeabschnitt **21c**, der die Ausnehmungen **26** und Kühlrippen **26'** umfasst und einen Wärmeleitabschnitt **21b**, der zwischen dem Wärmeaufnahmeab-

schnitt **21a** und dem Wärmeabgabeabschnitt **21c** angeordnet ist.

[0182] Alle Abschnitte erstrecken sich jeweils von der Oberseite des Wärmeleitkörpers zu seiner Unterseite. Eine alle diese Wärmequellen umfassende Wärmequellenprojektion des Laserdiodenbarrens **10** in zur Wärmefangfläche **21*** senkrechter Richtung liegt – bis auf einen durch einen gegebenenfalls in Abstrahlungsrichtung **15** vorliegenden Barrenüberstand hervorgerufenen Leerbereich – vollständig im Wärmefangabschnitt **21a**. Sowohl der Wärmeleitabschnitt **21b** als auch der Wärmeabgabeabschnitt **21c** liegen bezüglich des Wärmefangabschnitts **21a** in einer der Abstrahlungsrichtung entgegengesetzten Wärmeleitrichtung und somit vollständig außerhalb der Wärmequellenprojektion.

[0183] Am Wärmeleitabschnitt **21b** ist oberseitig ein Zwischenstück **34** und unterseitig in Zwischenstück **34a** jeweils stoffschlüssig befestigt. Die Zwischenstücke **34** und **34a** lassen sich somit als Teil des Wärmeleitkörpers **21** ansehen. Die rückwärtigen, entgegen der Abstrahlungsrichtung liegenden, Endflächen des oberen Schenkels des T-förmig ausgebildeten CVD-Diamantplatte **21'** des Wärmeleitkörpers und der Zwischenstücke **34** und **34a** bilden gemeinsam eine Dichtfläche **24**, die den Wärmeleitkörper **21**, speziell seinen Wärmeleitbereich **21b**, vollständig umringt.

[0184] Werden alternativ dazu die Zwischenstücke **34** und **34a** als nicht zum Wärmeleitkörper **21** zugehörig betrachtet, so können die ober- und unterseitigen Montageflächen für die Zwischenstücke im Bereich des Wärmeleitabschnitts **21b** als erfindungsgemäße Dichtfläche aufgefasst werden.

[0185] Während in der beschriebenen ersten Variante des Diodenlaserbauelementes **20** alle drei wärmetechnischen Abschnitte des Wärmeleitkörpers **21** zu ein und demselben Grundkörper **21'** gehören, ist der Wärmeleitkörper **21** der in **Fig. 1c** dargestellten zweiten Variante des Diodenlaserbauelementes aus drei verschiedenen stoffschlüssig miteinander verbundenen Bauteilen zusammengesetzt, die jeder einem wärmetechnischen Abschnitt des Wärmeleitkörpers entsprechen und daher auch als solche bezeichnet werden: Der Wärmeleitabschnitt **21a** wird durch einen elektrisch leitfähigen Kupfer-Wolfram-Verbundwerkstoff bereitgestellt. Da das Material des Wärmefangabschnitts **21a** elektrisch leitfähig ist, kann auf eine den Wärmefangabschnitt **21a** umgebende Metallisierung, die die Stromführung von der Wärmeleitkörperunterseite auf die Wärmeleitkörperoberseite gewährleistet, prinzipiell verzichtet werden.

[0186] Der thermische Ausdehnungskoeffizient dieses Verbundwerkstoffs weicht um nicht mehr als 50%

von dem des Laserdiodenbarrens **10** ab, so dass eine stoffschlüssige Montage mittels eines hochschmelzenden Lotes, beispielsweise mittels eines goldreichen eutektischen Gold-Zinn-Lotes, des Laserdiodenbarrens auf dem Wärmeleitabschnitt möglich ist, ohne den Laserdiodenbarren zu beschädigen.

[0187] Der Wärmeleitabschnitt **21b** wird durch eine Platte **21b** aus Berylliumoxidkeramik bereitgestellt, deren Plattenebene, Oberseite und Unterseite senkrecht zur Wärmeleitrichtung und zur Abstrahlungsrichtung **15** liegt. Optionale Metallisierungen auf Ober- und Unterseite der Platte **21b** können eine Lötverbindung mit dem Wärmefangabschnitt **21a** und dem Wärmeabgabeabschnitt **21c** erleichtern. An Stelle einer Berylliumoxidkeramik kann die Platte **21b** auch ein Dreischichtsystem bestehend aus einer Aluminiumnitridkeramikschiicht zwischen zwei Kupferschichten von jeweils gleicher Schichtdicke wie die Aluminiumnitridkeramikschiicht sein. Beide Plattenvarianten, BeO und Cu-AlN-Cu, besitzen einen thermischen Ausdehnungskoeffizient der um nicht mehr als 50% von dem des Wärmefangabschnitts **21a** abweichen, so dass eine mechanisch spannungsarme Lötverbindung zwischen dem Wärmefangabschnitt **21a** und dem Wärmeleitabschnitt **21b** möglich ist.

[0188] Auf der dem Wärmefangabschnitt **21a** abgewandten Seite des Wärmeleitabschnitts **21b** ist ein Wärmeabgabeabschnitt **21c**, der durch einen aus der Offenlegungsschrift DE 197 01 680 A1 bekannten Diamantkörper **21c** bereitgestellt wird, an dem Wärmeleitabschnitt **21b** befestigt. Dieser Diamantkörper **21c** weist zwei Gruppen von zueinander parallelen Ausnehmungen **26** und **26a** auf, die sich jeweils von einander gegenüberliegenden Endflächen abschnittsweise aneinander vorbei in Richtung der jeweils gegenüberliegenden Endfläche erstrecken (die in **Fig. 1c** sichtbare rückseitige Endfläche ist mit **23** bezeichnet). Der Abstand zwischen zwei einander unmittelbar benachbarten einander gruppeneutralen Ausnehmungen **26** und **26a** entspricht der Hälfte des kleinsten Abstandes zweier gruppengleicher Ausnehmungen **26** beziehungsweise **26a**. Die Ausnehmungen beider Gruppen von Ausnehmungen **26** und **26a** erstrecken sich zudem von der Oberseite zur Unterseite, welche senkrecht zu den Endflächen orientiert sind, der Diamantplatte **21c**, so dass sie Öffnungen **27** in der Ober- und Unterseite besitzen. Die Ausnehmungen **26** und **26a** sorgen so für eine Ziehharmonikaförmige Ausbildung des Diamantkörpers **21c**, der auf eine parallel zu den Endflächen, Ober- und Unterseite wirkende mechanische Deformation hin nur eine verhältnismäßig geringe mechanische Spannung aufnimmt. Damit lässt sich der Diamantkörper **21c**, obwohl er einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten besitzt, der stark von denjenigen des Wärmefangabschnitts **21a**, des Wärmeleit-

abschnitts **21b** und des Laserdiodenbarrens **10** abweicht, mechanisch spannungsarm an dem Wärmeleitabschnitt **21b** über eine Lötverbindung – beispielsweise eine Aktivlötverbindung, die keine Metallisierung der Fügepartner benötigt – befestigen.

[0189] Alternativ kann der Wärmeabgabeabschnitt statt aus Diamant auch aus Kupfer bestehen, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient ebenfalls sehr von dem des Laserdiodenbarrens **10** abweicht.

[0190] Zwischen gruppengleichen Ausnehmungen liegen Kühlrippen **26'** und **26'a** vor, die sich in Wärmeleitrichtung erstrecken. Eine Kühlmittelführung kann so ausgeführt sein, dass das Kühlmittel gezwungen ist, durch beide Gruppen von Ausnehmungen **26** und **26a** zu fließen, bevor es den Diamantkörper verlässt. Die den Wärmeleitabschnitt **21b** bildende Platte **21b** besitzt an der dem Diamantkörper **21c** zugewandten Seite eine Dichtfläche **24**, die die Anbindungsfläche des Diamantkörpers **21c** vollständig umringt.

[0191] Sowohl die erste als auch die zweite Variante von in [Fig. 1b](#) und [Fig. 1c](#) dargestellten Diodenlaserbauelementen **20** können alternativ und gleichartig für die erfindungsgemäße, Strahlungsquelle **50** verwendet werden.

[0192] Diodenlaserbauelemente **20** der ersten Variante werden dazu in Ausbildung eines Diodenlaserstapels **30** als Strahlungsemissionsanordnung in einer Stapelrichtung **35** übereinander angeordnet in einer Anordnungsebene, in der die Stapelrichtung **35** liegt und die senkrecht zur Abstrahlungsrichtung **15** ist ([Fig. 1e](#)).

[0193] Zur Strahlungsquelle **50** gehört auch eine Kühlmittelzu- und abführeinrichtung **40**, die eine Kühlmittelverteilungseinheit **41**, eine Deckplatte **43** und eine Kühlmittelanschlussplatte **42** aufweist ([Fig. 1d](#)). Die Deckplatte **43** und die Kühlmittelanschlussplatte sind dichtend auf einander gegenüberliegenden Seiten (Ober- und Unterseite) der Kühlmittelverteilungseinheit **41a** befestigt. Die Kühlmittelverteilungseinheit **41a** besitzt im Querschnitt längliche Aufnahmeausnehmungen **44**, die sich ausgehend von der Oberseite der Kühlmittelverteilungseinheit **41a** in Richtung der der Oberseite gegenüberliegenden Unterseite der Kühlmittelverteilungseinheit **41a** erstrecken und mit einem im Querschnitt verjüngten abgestuften Ende, das – je nach Durchflussrichtung des Kühlmittels – als zulaufseitige Kühlmittelspreiznut **45a** beziehungsweise ablaufseitige Kühlmittelschnürringnut **45b** (gemeinsam als Kühlmittelführungsnuten **45a** und **45b** bezeichnet) wirkt, in einem geringen Abstand vor der Unterseite abschließen.

[0194] Die Aufnahmeausnehmungen **44** sind senkrecht zu ihrer längeren Querschnittsausdehnung ein-

ander benachbart in Stapelrichtung **35** angeordnet und voneinander durch Wände **44'** beabstandet. Die Wände enden in zur Oberseite der Kühlmittelverteilungseinheit zugewandten Richtung in einem bestimmten Abstand von der Oberseite.

[0195] Die oberseitig bezüglich der Kühlmittelverteilungseinheit angeordnete Deckplatte **43** besitzt Wärmeleitkörperaufnahmedurchbrüche **49**, deren Querschnitt dem der Aufnahmeausnehmungen **44** ähnlich ist. Die Deckplatte **43** ist derart auf der Oberseite der Kühlmittelverteilungseinheit **41a** positioniert, dass ihre Wärmeleitkörperaufnahmedurchbrüche **49** den Aufnahmeausnehmungen **44** gegenüber liegen.

[0196] Die zwischen den Wärmeleitkörperaufnahmedurchbrüchen **49** angeordneten Stege liegen dabei den Endflächen der Wände **44'** gegenüber, wobei, bedingt durch den Versatz der Endflächen gegenüber der Oberseite, ein Leerraum zwischen jedem Steg und jeder Endfläche vorliegt, der als Kühlmittelflusspassage **37** zwischen einander benachbarten Aufnahmeausnehmungen **44** dient.

[0197] Über in [Fig. 1d](#) nicht sichtbare Kühlmittelführungsdurchbrüche **46a** und **46b** sind abwechselnd jeweils jede zweite Aufnahmeausnehmungen **44** in Richtung der Unterseite geöffnet. Die Kühlmittelführungsnuten **45a** und **45b** fördern dabei die Spreizung des Kühlmittels über die größere der Querschnittsausdehnungen der Aufnahmeausnehmungen **44**. Aus fertigungstechnischen Gründen kann die Kühlmittelverteilungseinheit **41a** aus mehreren Teilen zusammengesetzt sein, wobei eine Schnittstelle zwischen den Kühlmittelführungsnuten **45a/45b** und den Aufnahmeausnehmungen **44** liegt. Zur Vermittlung einer Anschauung der Lage der Kühlmittelführungsdurchbrüche **46a** und **46b** bezüglich der Kühlmittelführungsnuten **45a** bzw. **45b** wird auf die [Fig. 7e](#) des siebten Ausführungsbeispiels verwiesen. Die Kühlmittelführungsdurchbrüche **46a** liegen einem zulaufseitigen Kühlmittelverteilungskanal **47a** in der Kühlmittelanschlussplatte **42** gegenüber, weshalb sie als zulaufseitige Kühlmittelführungsdurchbrüche **46a** bezeichnet werden. Die Kühlmittelführungsdurchbrüche **46b** liegen einem ablaufseitigen Kühlmittelsammelkanal **47b** in der Kühlmittelanschlussplatte **42** gegenüber, weshalb sie als zulaufseitige Kühlmittelführungsdurchbrüche **46b** bezeichnet werden.

[0198] Über den zulaufseitigen Kühlmittelverteilungskanal **47a** wird den zulaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüchen **46a** im Betrieb der Strahlungsquelle **50** Kühlmittel zugeführt. Es ergießt sich von dort in die zulaufseitige Kühlmittelspreiznut **45a** und weiter in Aufnahmeausnehmungen **44** einer ersten zulaufseitigen Gruppe von Aufnahmeausnehmungen **44**. Ausgehend von verschlossenen Wärmeleitkörperaufnahmedurchbrüchen **49** wird in jeder dieser Aufnahmeausnehmungen **44** das Kühlmittel in zwei

Portionen geteilt, wobei eine erste Kühlmittelportion über eine links benachbarte Kühlmittelflusspassage **37** in eine links benachbarte Aufnahmeausnehmung **44** und eine zweite Kühlmittelportion über eine rechts benachbarte Kühlmittelflusspassage **37** in eine rechts benachbarte Aufnahmeausnehmung **44** abfließt. Links und rechts benachbarte Aufnahmeausnehmungen **44** gehören zu einer ablaufseitigen Gruppe von Aufnahmeausnehmung **44**, aus denen das Kühlmittel über ablaufseitige Kühlmittelleinschnürrungen **45b**, ablaufseitige Kühlmittelführungsdurchbrüche **46b** und schließlich den ablaufseitigen Kühlmittelsammelkanal **47b** die Strahlungsquelle verlässt. Der Kühlmittelflussverlauf ist durch die Kühlmittelströmungsrichtungspfeile **25** in Fig. 1e veranschaulicht.

[0199] Wie weiterhin in Fig. 1e ersichtlich, ist jedes Diodenlaserbauelement **20** in die Kühlmittelführung eingebunden, indem die durch die Ausnehmungen **26** gebildeten Kühlkanäle von dem Kühlmittel bestrahlt werden. Dazu ist jeweils der Wärmeabgabeabschnitt **21c** des Diodenlaserbauelementes **20** über einen Wärmeleitkörperaufnahme durchbruch **49** in eine Aufnahmeausnehmung **44** der Kühlmittelführungseinheit **41a** eingebracht und stößt mit seiner rückwärtigen Endfläche **23** an den Vorsprung, der durch die gegenüber der Aufnahmeausnehmung **44** im Querschnitt verjüngten Kühlmittelführungsnut **45a/45b** bereitgestellt wird. Optional kann zwischen Endfläche **23** und Vorsprung ein Fügemitte eingebracht sein. Ein zwischen die Dichtfläche **24** des Diodenlaserbauelementes **20** und die Oberseite der Deckplatte **43** eingebrachtes Fügemitte **33** sorgt für eine Abdichtung und einen Verschluss der vom Kühlmittel durchströmten Räumen **47a**, **46a**, **45a**, **44**, **37**, **45b**, **46b** und **47b**.

[0200] Das an der dem Wärmeleitkörper **21** abgewandten Seite des Laserdiodenbarrens **10** befestigte elektrische Verbindungselement **29** ist unter Verweis auf das US-Patent Nr. 5,909,458 mit einer strukturellen Flexibilität ausgestattet, die es ihm ermöglicht, Deformationen in Stapelrichtung mechanisch spannungsarm nachzugeben. Es ist somit in der Lage, Toleranzen der Abstände zwischen benachbarten Wärmeleitkörperaufnahme durchbrüchen **49** auszugleichen und gleichzeitig die Metallisierung **28** des benachbarten Wärmeleitkörpers **21** über eine Schicht elektrisch leitfähigen Klebstoffs **31** zu kontaktieren.

[0201] In der Strahlungsquelle des ersten Ausführungsbeispiels liegen die Diodenlaserbauelemente **20** in zwei, strömungstechnisch seriell verschalteten Scharen vor, wobei die einzelnen Diodenlaserbauelemente **20** zueinander jeweils um die Hälfte des Abstandes in Stapelrichtung **35** versetzt sind, der zwischen den Diodenlaserbauelemente **20** einer gemeinsamen Schar vorliegt. Insofern werden nicht

mehr als jeweils zwei Diodenlaserbauelemente **20** des Diodenlaserstapels **30** strömungstechnisch seriell durchflossen. In der ersten Schar erfolgt die Strömung durch die Kühlkanäle **26** im wesentlichen in Abstrahlungsrichtung **15** und entgegen der Wärmeleitrichtung, in der zweiten Schar erfolgt die Strömung entgegen der Abstrahlungsrichtung **15** in Wärmeleitrichtung. Dies wird ermöglicht (a) durch die den seriellen Strömungsfluss vermittelnden Kühlmittelflusspassagen **37**, die zwischen den dem Wärmeaufnahmeabschnitt **21a** zugewandten Enden der Kühlkanäle vorliegen und (b) durch die Wände **44'** der Kühlmittelverteilungseinheit **41a**, die die Kühlkanäle benachbarter Diodenlaserbauelemente im übrigen gegenüber Kühlmittelverlust voneinander abschirmen. Die Anzahl der Gruppen von Diodenlaserbauelementen **20**, die im Diodenlaserstapel **30** strömungstechnisch parallel durchflossen werden, bestimmt sich aus der Gesamtanzahl der Diodenlaserbauelementen **20** im Diodenlaserstapel dividiert durch die Scharenanzahl von zwei. Die Gruppenstärke entspricht der Scharenanzahl, das heißt jeweils zwei Diodenlaserbauelementen **20**.

[0202] Die vorliegende Ausführung beruht dabei auf der zulaufseitigen Teilung des Kühlmittelflusses in zwei Kühlmittelportionen in Diodenlaserbauelementen der ersten Schar, die zu zwei, auf gegenüberliegenden Seiten benachbarten Diodenlaserbauelementen der zweiten Schar abfließen und sich dort mit den Kühlmittelportionen der übernächsten Nachbarn von Diodenlaserbauelementen der ersten Schar vereinigen. Eine alternative, nicht dargestellte, Ausführung sieht vor, das Kühlmittel in jeder strömungstechnisch parallel durchströmten Gruppe von Diodenlaserbauelementen unportioniert und vollständig jeweils von einem Diodenbauelement **20** der ersten Schar zu einem benachbarten Diodenlaserbauelement der zweiten Schar strömen zu lassen. Dazu ist die Kühlmittelflusspassage **37** zwischen zwei benachbarten Gruppen verschlossen beziehungsweise nicht existent, während sie innerhalb jeder Gruppe zwischen den Diodenlaserbauelementen der beiden Scharen erhalten bleibt beziehungsweise vorgesehen ist.

[0203] Dabei kann die Strömungsrichtung in den Kühlmittelflusspassagen **37** zweier benachbarter Gruppen in gleicher Richtung orientiert oder in entgegengesetzter Richtung orientiert sein. Letztere Variante hat den Vorteil, dass die Kühlmittelführungsdurchbrüche **46a** beziehungsweise **46b** zur Kühlmittelzu- beziehungsweise -abführung zweier benachbarter Diodenlaserbauelemente zusammengelegt und als ein für beide Diodenlaserbauelemente gemeinsamer Kühlmittelführungsdurchbruch **46a** beziehungsweise **46b** ausgebildet sein kann. Diese Feststellung ist ganz allgemein auf die erfindungsgemäßen Kühlmittellein- und auslässe anwendbar.

ZWEITES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0204] Von einem zweiten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle **50** zeigt Fig. 2a einen Ausschnitt eines Diodenlaserstapels **30** in Explosionsdarstellung. Das Diodenlaserbauelement **20** besitzt einen Wärmeleitkörper **21**, der am Wärmeaufnahmeabschnitt eine Metallisierung **28** aus Kupfer trägt und im wesentlichen aus kubischem Bornitrid besteht. Auf die Metallisierung **28** ist oberseitig an der Kante zur Frontseite ein Laserdiodenbarren **10** aufgelötet. Außerhalb der Projektion des Laserdiodenbarrens **10** senkrecht zur oberseitigen Oberfläche **22** des Wärmeleitkörpers **21** sind in der Abstrahlungsrichtung **15** entgegengesetzter Wärmeleitrichtung eine Vielzahl von zueinander parallelen in Abstrahlungsrichtung **15** ausgedehnten Ausnehmungen **26** eingebracht, die sich von der Oberseite **22** zur Unterseite des Wärmeleitkörpers **21** erstrecken und rückseitig geöffnet sind, so dass sie rückseitig Kühlflüssigkeit aufnehmen oder abgeben können. Beiderseits dieses Feldes von Ausnehmungen **26**, in zur Oberseite paralleler und zur Abstrahlungsrichtung **15** senkrechter Richtung, erstreckt sich jeweils ein Wärmeleitkörperbereich **1** mm über die rückwärtigen Endflächen der Kühlrippen hinaus. Diese Wärmeleitkörperverlängerungen geben dem Wärmeleitkörper **21** eine U-Form. Der zwischen der Endflächenenebene der Kühlrippen **26'** und der Endflächenenebene der herausragenden Wärmeleitkörperbereiche liegende Freiraum ist in der Strahlungsquelle **50** (Fig. 2c) als Kammer zur zulaufseitigen Kühlmittelspreizung **48a** beziehungsweise ablaufseitigen Kühlmittelschnürring **48b** vorgesehen.

[0205] Der Oberflächenbereich des Wärmeleitkörpers **21** zwischen den Ausnehmungen und der Montagefläche des Laserdiodenbarrens **21** dient sowohl ober- als auch unterseitig als Dichtfläche **24**, die sich außerdem abschnittsweise über die Ausnehmungen **26** und die Wärmeleitkörperverlängerungen erstrecken. Die Dichtung im Diodenlaserstapel **30** erfolgt über Zwischenstücke **34**, die zwischen benachbarten Diodenlaserbauelementen eingebracht sind und jeweils über eine erste elektrisch isolierende, das heißt: elektrisch nicht leitfähige, Klebstoffschicht **33** an der Oberseite des Wärmeleitkörpers eines ersten Diodenlaserbauelementes und über eine zweite elektrisch isolierende, das heißt: elektrisch nicht leitfähige, Klebstoffschicht **33a** an der Unterseite des Wärmeleitkörpers **21** eines, dem ersten Diodenlaserbauelement benachbarten, zweiten Diodenlaserbauelementes flächig befestigt sind. Die Zwischenstücke sind als Aluminiumoxidkeramikfolien von 100 µm Dicke ausgebildet, wiewohl auch Glas- oder Kunststofffolien alternativ verwendet werden können. Sie besitzen jeweils eine längliche Öffnung **37**, die als Kühlmittelflusspassage **37** in der Strahlungsquelle **50** dient und zwischen von der Rückseite abgewandten Endabschnitten der Ausnehmungen **26** benachbarter

Wärmeleitkörper angeordnet ist (Fig. 2c). Das der Öffnung **37** abgewandte, rückwärtige Ende des Zwischenstücks **34** erstreckt sich in Wärmeleitrichtung 500 µm über die Enden der Wärmeleitkörperverlängerungen und 1,5 mm über die Enden der Kühlrippen **26'** hinaus.

[0206] Eine in Fig. 2b gezeigte Kühlmittelzu- und abführeinrichtung besteht aus einer Kühlmittelverteilungsplatte **41** und einer Kühlmittelanschlussplatte **42**, die miteinander stoffschlüssig verbunden sind.

[0207] Die Kühlmittelverteilungsplatte weist in einer ersten Plattenhälfte eine erste Reihe zulaufseitige Kühlmittelführungsdurchbrüche **46a** auf und in einer zweiten Plattenhälfte eine zweite Reihe ablaufseitiger Kühlmittelführungsdurchbrüche **46b**, die parallel zur ersten Reihe angeordnet sind und in Reihenrichtung zu den zulaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüchen **46a** jeweils um die halbe Länge ihres gegenseitigen Abstands versetzt sind. Als schmale Nuten mit einer Breite von etwa einem Zehntel dieses Abstands erstrecken sich Aufnahmeausnehmungen **44** in der Plattenoberseite senkrecht zur Reihenrichtung paarweise zwischen den Kühlmittelführungsdurchbrüchen **46a/46b** von der ersten Plattenhälfte in die zweite Plattenhälfte, wobei sie jeweils auf einer ersten Nutseite in der ersten Plattenhälfte mit einem zulaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbruch **46a** der ersten Reihe und in der zweiten Plattenhälfte auf einer, der ersten Nutseite gegenüberliegenden, zweiten Nutseite mit einem ablaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbruch **46b** verschmelzen.

[0208] In der Plattenoberseite der der Plattenunterseite der Kühlmittelverteilungsplatte **41** gegenüberliegenden Kühlmittelverteilungsplatte **42** liegen ein zulaufseitiger Kühlmittelverteilungskanal **47a** den zulaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüchen **46a** und ein ablaufseitiger Kühlmittelsammelkanal **47b** ablaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüchen **46b** gegenüber. Durch eine Verbindung der beiden Platten **41** und **42** können diese Ausnehmungen **47a/47b** und **46a/46b** entsprechend miteinander kommunizieren.

[0209] Die Aufnahmeausnehmungen **44** dienen der Aufnahme der Endabschnitte der Zwischenstücke **34**, die über das rückwärtige, das heißt dem Laserdiodenbarren abgewandten Ende, des Wärmeleitkörpers **21** herausragen. Dieselben Klebstoffe der Schichten **33** und **33a** sorgen hier für eine Abdichtung des Kühlmittelübergangs von den zulaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüchen **46a** in die Kühlmittelspreizkammern **48a**, in denen das Kühlmittel auf die Kühlkanäle **26** im Wärmeleitkörper verteilt wird, und von den Kühlmittelschnürringkammern **48b**, in denen das Kühlmittel von den Kühlkanälen gesammelt wird, in die ablaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüchen **46b**.

[0210] Der Kühlmittelflussverlauf durch die Diodenlaserbauelemente **20** der Strahlungsquelle **50** verläuft strömungstechnisch identisch zu dem im ersten Ausführungsbeispiel: Es existieren zwei seriell durchflossene Scharen von Diodenlaserbauelementen **20**, die in, in Stapelrichtung nebeneinander angeordnete, strömungstechnisch parallel durchflossene Gruppen von je zwei Diodenlaserbauelementen **20** aufgeteilt sind.

DRITTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0211] Der Grundkörper **21'** des Wärmeleitkörpers **21** für die Strahlungsquelle **50** des dritten Ausführungsbeispiels entspricht dem Bauteil des Wärmeabgabeabschnitts **21c** der zweiten Variante des Wärmeleitkörpers **21** vom ersten Ausführungsbeispiel (dargestellt in [Fig. 1c](#)): Der Grundkörper ist eine zieharmonikaförmig ausgebildete Diamantplatte, in der sich zwei Gruppen von Ausnehmungen **26** und **26a** von einander gegenüberliegenden Seitenflächen der Platte in entgegengesetzte Richtungen erstrecken und verschränkt sind, so dass die Ausnehmungen gruppenfremder Ausnehmungen jeweils abwechselnd einander abschnittsweise benachbart angeordnet sind ([Fig. 3a](#)). Diese Ausbildung verleiht der Diamantplatte eine strukturbedingte Nachgiebigkeit in einer Breitenrichtung senkrecht zur genannten Erstreckung der Ausnehmungen. Diese Eigenschaft kann mit Hilfe einer stoffschlüssigen Kombination des Diamantkörpers mit Platten aus Material eines höheren thermischen Ausdehnungskoeffizient als dem des für die Montage vorgesehenen Laserdiodenelementes **10** dazu ausgenutzt werden, einen Wärmeleitkörper **21** zu schaffen, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient in Breitenrichtung dem des Laserdiodenelementes zumindest insoweit entspricht als er von ihm nicht mehr als 50% abweicht. Diese Maßnahme ist beispielsweise aus der Patentschrift US 5,848,083 und der Offenlegungsschrift DE 100 11 892 A1 bekannt.

[0212] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird jedoch erfindungsgemäß nur diejenige, erste, Gruppe von Ausnehmungen **26** als Kühlkanäle verwendet, deren Ausnehmungen entgegen der Abstrahlungsrichtung **15** in der der rückwärtigen Endfläche **23** der Diamantplatte **21'** enden. Die Ausnehmungen der anderen, zweiten, Gruppe, die in Abstrahlungsrichtung **15** in der frontseitigen Endfläche **23a** enden, besitzen keine kühlungstechnische sondern nur die mechanische Funktion der Flexibilisierung. Ober- und unterseitig sind stoffschlüssig Metallschichten **28/28a/28b** aus Kupfer auf den Diamantkörper aufgebracht, die sich zumindest abschnittsweise über die Ausnehmungen **26** und **26a** erstrecken. Zur elektrischen Trennung der elektrisch leitenden Metallisierung **28**, die die Wärmeaufnahme fläche **21*** trägt, von den kühlmittelführenden Bereichen des Wärmeleitkörpers **21** ist diese Metallisierung ober- und unterseitig

in je zwei elektrisch voneinander getrennte Schichtenbereiche **28** und **28a** beziehungsweise **28** und **28b** gegliedert. Die zur Frontseite orientierte Metallisierung **28** bedeckt ober- und unterseitig nur die Ausnehmungen **26a** der zweiten Gruppe von Ausnehmungen in deren frontseitigen Abschnitten, die nicht zwischen den Ausnehmungen **26** der ersten Gruppe angeordnet sind, wobei über eine Metallisierung an den Innenwänden der frontseitigen Abschnitte die ober- und unterseitigen Abschnitte der Metallisierung **28** elektrisch miteinander verbunden sind. Die zur Rückseite orientierten Metallisierungen **28a** (oberseitig) und **28b** (unterseitig) bedecken die Ausnehmungen **26** der ersten Gruppe nahezu vollständig sowie die Abschnitte der Ausnehmungen **26a** der zweiten Gruppe von Ausnehmungen, die vollständig zwischen den Ausnehmungen **26** der ersten Gruppe von Ausnehmungen angeordnet sind. Zwischen den Metallisierungsbereichen **28** und **28a** beziehungsweise **28** und **28b** bleibt ein kleiner Abschnitt der Ausnehmungen **26a** der zweiten Gruppe von Ausnehmungen unbedeckt.

[0213] Die Metallisierungsschichten **28a** und **28b** weisen Öffnungen **27** und **27a** auf, die den frontseitigen Endabschnitten der Kühlkanäle **26** gegenüberliegen und den Eintritt des Kühlmittels in oder den Austritt des Kühlmittels aus den Kühlkanälen **26** ermöglichen.

[0214] Enden der Metallisierungen **28a** und **28b** ragen entgegen der Abstrahlungsrichtung über die rückwärtigen Endflächen **23** des Wärmeleitkörpers hinaus. Sie erleichtern das passgenaue Einsetzen der Diodenlaserbauelemente **20**, das sind die Wärmeleitkörper **21** jeweils versehen mit Laserdiodenbarren **10**, in korrespondierende Aufnahmeausnehmungen **44**, die nebeneinander in Stapelrichtung **35** senkrecht zu ihrer Längsachse in einer Kühlmittelverteilungsplatte **41** angeordnet sind, die zusammen mit der in [Fig. 3c](#) dargestellten Kühlmittelanschlussplatte **42** die erfindungsgemäße Kühlmittel- zu und abfuhreinrichtung **40** bildet.

[0215] Dabei werden stets die Enden einander gegenüberliegender Metallisierungen **28a** und **28b** zweier verschiedener Diodenlaserbauelemente **20**, die einander direkt im Diodenlaserstapel **30** benachbart sind, voneinander beabstandet in eine gemeinsame Aufnahmeausnehmung **44** eingebracht, die in einen, in einer ersten Plattenhälfte angeordneten, ablaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbruch **46b** mündet, und die Enden der Metallisierungen **28a** und **28b** desselben Diodenlaserbauelementes **20** in verschiedene Aufnahmeausnehmungen **44** eingebracht, die in die, in einer ersten Plattenhälfte angeordneten, ablaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüche **46b** münden und jeweils voneinander durch eine Aufnahmeausnehmung **44** beabstandet sind, die in einen, in einer zweiten Plattenhälfte angeordneten, zulaufsei-

tigen Kühlmittelführungsdurchbruch **46a** mündet. Dabei bilden zulaufseitig die Aufnahmeausnehmungen **44** eine Kühlmittelspreiznut **45a**, in der das Kühlmittel über die Kühlkanäle **26** des Wärmeleitkörpers verteilt und in diese eingespeist wird.

[0216] Dem weiteren Kühlmittelverlauf in der Strahlungsquelle **50** entsprechend der in Fig. 3d bezeichneten Kühlmittelströmungsrichtung **25** folgend tritt das Kühlmittel bei allen Diodenlaserbauelemente **20** in zwei Portionen links und rechts über die Öffnungen **27** und **27a** in den Metallisierungen **28a** und **28b** aus den Kühlkanälen **26** aus und vereinigt sich mit den jeweiligen Kühlmittelportionen der direkt benachbarten Diodenlaserbauelemente **20** in einen Zwischenraum, der als Kühlmittelflusspassage **37** zwischen den Wärmeleitkörpern der ablaufseitigen Sammlung des Kühlmittels in einer durch die Kühlmittelflusspassage **37** bereitgestellte Kühlmittelschnürungskammer **48b** zur Abgabe an den jeweiligen ablaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbruch **46b** dient.

[0217] Die Kühlmittelflusspassagen **37** zwischen zwei unmittelbar benachbarten Wärmeleitkörpern sind gegenüber Kühlmittelaustritt abgedichtet durch einen ersten Fügemitel **33**, welches alle Öffnungen **27** und **27a** eines Wärmeleitkörpers gemeinsam U-förmig umgibt und die Metallisierungen **28a** und **28b** unmittelbar benachbarter Wärmeleitkörper stoffschlüssig miteinander verbindet. Dabei liegt der Mittelschenkel des aus Fügemitel gebildeten "U" bezüglich der Öffnungen **27** und **27a** in Abstrahlungsrichtung **15**. Ein zweites Fügemitel **33a** dichtet zulaufseitig den Übergang zwischen dem rückwärtigen Ende des Wärmeleitkörpers und der Kühlmittelspreiznut **45a** ab.

[0218] Eine Serienschaltung der Laserdiodenbarren **10** benachbarter Diodenlaserbauelemente **20** wird in Stapelrichtung **35** durch einen elektrisch leitenden Klebstoff **31** ermöglicht, der eine Fügezone zwischen der zweiten Kontaktfläche des Laserdiodenbarrens eines ersten Diodenlaserbauelementes **20** und der unterseitigen Metallisierung **28** des Wärmeleitkörpers eines, dem ersten Diodenlaserbauelement **20** in Stapelrichtung **35** unmittelbar benachbarten, zweiten Diodenlaserbauelements **20** bildet.

[0219] Anders als in den zwei vorangegangenen Ausführungsbeispielen existiert hier nur eine Schar von Diodenlaserbauelementen **20**, die allesamt strömungstechnisch parallel durchflossen werden. Vorteilhaft ist damit die Kühlmittelintrittstemperatur bei allen Diodenlaserbauelementen prinzipiell gleich. Die Anzahl strömungstechnisch parallel durchflossener Gruppen ist identisch zur Anzahl der Diodenlaserbauelemente; ihre Gruppenstärke ist eins.

VIERTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0220] Die Wärmeleitkörper von Diodenlaserbauelementen **20** eines vierten Ausführungsbeispiels besitzen als Grundkörper **21'** eine Berylliumoxidplatte (BeO-Platte), in die eine Vielzahl von Durchbrüchen eingebracht ist, die sich mit zylindrischem Querschnitt von der Plattenoberseite **22** zur Plattenunterseite **22a** erstrecken und die erfindungsgemäßen Kühlkanäle **26** bereitstellen (Fig. 4a). Als Durchbrüche ausgebildet weisen diese oberseitig und unterseitig die erfindungsgemäßen Öffnungen **27** auf. Die Anordnung dieser Durchbrüche beschränkt sich auf einen zylindrischen Wärmeabgabeabschnitt im Grundkörper, dessen in Plattenebene kreisförmiger Querschnitt an die Form eines Dichtringes in O-Form angepasst ist. Abseits des Wärmeabgabeabschnittes ist an einer Kante der BeO-Platte eine Metallisierung **28** aufgebracht, die sich von der Plattenoberseite **22** über die frontseitige Endfläche **23a** auf die Plattenunterseite **22a** erstreckt und einen Laserdiodenbarren **10** trägt, dessen Abstrahlungsrichtung **15** der Lage der Wärmeabgabeabschnitts ihm bezüglich entgegen entgegengesetzt ist. Anstatt eine elektrische Verbindung der Metallisierung **28** von der Oberseite **22** auf die Unterseite **22a** über die frontseitige Endfläche **23a** zu etablieren, können auch Durchkontaktierungen im Grundkörper **21'** dazu vorgesehen sein. Eine elektrische Verbindung über eine oder beide der Seitenflächen ist selbstverständlich ebenfalls möglich.

[0221] Vor ihrer Integration zu der Strahlungsemissionsanordnung **30** werden die Diodenlaserbauelemente **20** teilweise betrieben. Dazu wird jedes Diodenlaserbauelement **20** in einen Kühlmittelkreislauf integriert, wobei ein Anschluss an die Kühlmittelquelle und die Kühlmittelsenke über Dichtringe erfolgt, die den Einlassbereich des Wärmeabgabeabschnitts ober- und unterseitig umgeben und mit ihrer dichtenden Auflage auf der Oberseite **22** und der Unterseite **22a** des Wärmeleitkörpers zu einer Abdichtung des Kühlmittelkreislaufes beitragen. Des weiteren erfolgt mit dem Anschluss des Diodenlaserbauelementes **20** an eine Stromquelle der Betrieb des Diodenlaserbauelementes und seine Emission von Strahlung. Der Funktionstest umfasst das Aufnehmen von Messwerten einer Strom-Spannungs-Kennlinie und einer Strom-Leistungs-Kennlinie, wobei in diesem Falle mit Leistung diejenige der emittierten Strahlung gemeint ist. Optional wird das Spektrum der emittierten Strahlung bei einem oder mehreren Stromstärken erfasst und registriert, womit eine Bestimmung des thermischen Widerstands des Diodenlaserbauelementes möglich wird.

[0222] Dem Funktionstest schließt sich eine Phase des testweisen Betriebes unter maximalen Belastungsbedingungen und/oder Anwendungsbedingungen an, bevor der Funktionstest wiederholt und seine

Ergebnisse mit denen des ersten Funktionstests verglichen werden. Im Ergebnis dieser Qualifizierungsprozedur werden bestimmte Diodenlaserbauelemente **20** für die Verwendung in der Strahlungsquelle **50** ausgewählt.

[0223] Zu ihrem Aufbau wird ein Stapel von Diodenlaserbauelementen **20** zu einem Diodenlaserstapel **30** zusammengefasst, indem zwischen benachbarte Diodenlaserbauelemente **20** U-förmige Zwischenstücke **34** eingefügt und mittels Fügemitte **33/33a** beidseitig stoffschlüssig an die Ober- beziehungsweise Unterseite der benachbarten Diodenlaserbauelemente **20** angebunden werden (Fig. 4a, Fig. 4c). Die Schenkel des Zwischenstücks umgeben dabei jeweils in Abstrahlungsrichtung und seitlich die zur Plattenebene senkrechten Projektion des Wärmeabgabeabschnitts, während das Zwischenstück entgegen der Abstrahlungsrichtung zur Kühlmittelaufnahme beziehungsweise -abgabe geöffnet bleibt. Der Freiraum zwischen den Seitenschenkeln des Zwischenstücks **34** bildet im Kühlmittelflussverlauf die erfindungsgemäße Kühlmittelflusspassage **37** zwischen einander unmittelbar benachbarten Diodenlaserbauelementen. Das Zwischenstück kann sowohl aus Metall (beispielsweise Edelstahl), aus Keramik (beispielsweise Aluminiumoxid) oder Kunststoff (beispielsweise Polymethylmethacrylat oder Polycarbonat) usw. bestehen. Die Seitenschenkel des Zwischenstücks **34** erstrecken sich etwa 1 mm über die rückseitige Endfläche **23** des Wärmeleitgrundkörpers **21'** hinaus. Die hinausragenden Enden der Seitenschenkel erleichtern die Anordnung der Diodenlaserbauelemente zum Stapel, indem ihre Lage durch die sie aufnehmenden nutförmigen Aufnahmeausnehmungen **44** in der Kühlmittelverteilungsplatte **41** vorgegeben wird, die zusammen mit der Kühlmittelanschlussplatte **42** die Kühlmittelzu- und abführeinrichtung bildet (Fig. 4b). Die in der Kühlmittelverteilungsplatte in Reihe senkrecht zu ihrer Längsachse angeordneten Aufnahmeausnehmungen weisen abwechselnd in der einen Plattenhälfte zulaufseitige Kühlmittelführungsdurchbrüche **46a** und in der andern Plattenhälfte ablaufseitige Kühlmittelführungsdurchbrüche **46b** auf. Die durch das Zwischenstück **34** vorgesehene Kühlmittelflusspassage **37** ermöglicht zulaufseitig die Verteilung von Kühlmittel, das über die zulaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüche **46a** in die Strahlungsemissionsanordnung **30** einströmt, über die als Durchbrüche **27** ausgebildeten Kühlkanäle **26** zweier benachbarter Diodenlaserbauelemente **20** und ablaufseitig die Sammlung von Kühlmittel aus den Kühlkanälen zweier benachbarter Diodenlaserbauelemente **20**, welches über die ablaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüche **46b** aus der Strahlungsemissionsanordnung **30** entweicht. Eine zu- und ablaufseitige Abdichtung der Kühlmittelflusspassagen **37** gegenüber der Kühlmittelzu- und abführeinrichtung erfolgt dabei über dasselbe Fügemitte **33/33a** in denselben Fügezonen, mit dem auch die

Diodenlaserbauelemente untereinander verbunden sind.

[0224] Wie beim vorangegangenen dritten Ausführungsbeispiel existiert in der Strahlungsquelle **50** nur eine Schar von Diodenlaserbauelementen **20**, die allesamt strömungstechnisch parallel durchflossen werden. Die Anzahl strömungstechnisch parallel durchflossener Gruppen ist identisch zur Anzahl der Diodenlaserbauelemente **20**; ihre Gruppenstärke ist eins.

[0225] In einer alternativen Variante der Strahlungsquelle des vierten Ausführungsbeispiels besteht der Wärmeleitgrundkörper **21'** aus einem Silber-Diamant-Verbundwerkstoff, der elektrisch leitfähig ist. Zur elektrischen Isolierung des Diodenlaserbauelementes und/oder zum Schutz vor elektrochemischer Korrosion gegenüber dem Kühlmittel sind die Öffnungen **27** und die sie umgebenden Dichtflächen – wie in der Patentschrift DE 10 2007 051 798 B3 vorgeschlagen – mit einer anorganischen elektrisch nicht leitfähigen Schutzschicht und/oder einer abschließenden Refraktärmetallschicht versehen.

FÜNFTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0226] In einem fünften Ausführungsbeispiel wird ein Wärmeleitkörper **21** verwendet, der aus 5 Platten Kupfer von jeweils 0,25 µm Dicke zusammengesetzt ist, welche nach oberflächlicher Oxidierung mittels eutektischem Bonden in einem DCB-Verfahren ("direct copper bonding") verbunden wurden. In diesem Körper liegen drei Gruppen von Kühlkanäle bildenden Ausnehmungen vor, die mit ihren Längsachsen parallel zur Abstrahlungsrichtung orientiert sind (Fig. 5a, Fig. 5b): Eine erste Gruppe von Kühlkanälen **26** ist oberseitig in den Wärmeleitkörper **21** eingebracht – besitzt folglich oberseitig erfindungsgemäße Öffnungen **27** – und mündet rückwärtig, das heißt in der Abstrahlungsrichtung **15** abgewandter Richtung, in eine oberseitige Ausnehmung, die in der Strahlungsquelle **50** als zulaufseitige Kühlmittelspreizkammer **48a** oder ablaufseitige Kühlmittelschnürungskammer **48b** Verwendung findet (Fig. 5c). Eine zweite Gruppe von Kühlkanälen **26a** ist symmetrisch zur ersten in die Unterseite des Wärmeleitkörpers **21** eingebracht und mündet ebenso wie die Kühlkanäle der ersten Gruppe rückwärtig in eine für die Kühlkanäle **26a** gemeinsame Ausnehmung. Zwischen benachbarten Kühlkanälen **26**, **26a** sind wärmeleitende Kühlrippen **26'**, **26'a** ausgebildet, die erfindungsgemäße Wärmeaufnahme Flächen **26*** tragen. Eine dritte Gruppe von Kühlkanälen **26b** verbindet die dem Wärmeaufnahmeabschnitt zugewandten Enden einander gegenüberliegender Kühlkanäle **26** und **26a** der ersten Gruppe und der zweiten Gruppe von Kühlkanälen. Damit existiert eine Reihe von Durchbrüchen im Wärmeleitkörper die von den frontseitigen Endabschnitten der Kühlkanäle **26** und **26a** der ers-

ten Gruppe und der zweiten Gruppe von Kühlkanälen gemeinsam mit den Kühlkanälen **26b** der dritten Gruppe von Kühlkanälen gebildet wird.

[0227] Zur Unterbindung von elektrokorrosiven Effekten ist der Wärmeleitkörper an allen Flächen, die mit dem Kühlmittel in Berührung kommen, mit einer Schicht von diamantähnlichem Kohlenstoff (DLC, diamond-like carbon) beschichtet.

[0228] Ein sich gegenüber der Kühlkanäle **26b** der dritten Gruppe von Kühlkanälen in rückwärtiger Richtung zwischen den Kühlkanälen **26** und **26a** der ersten und der zweiten Gruppe von Kühlkanälen erstreckender Materialbereich ragt rückwärtig über den Bereich der den Kühlkanälen der ersten und zweiten Gruppe jeweils gemeinsamen Ausnehmungen hinaus, um als Feder einer Nut-Feder-Verbindung in die nutförmigen Aufnahmeausnehmung **44** der Kühlmittelverteilungsplatte **41** einer zur Kühlmittelzu- und abführeinrichtung **40** des zweiten Ausführungsbeispiels (**Fig. 2b**) identischen Kühlmittelzu- und abführeinrichtung **40** einzugreifen.

[0229] Die Laserdiodenbarren **10** sind jeweils mit Indiumlot auf die Wärmeleitkörper **21** aufgelötet.

[0230] Die zwischen den Diodenlaserbauelementen **20** in der Strahlungsquelle **50** ausgebildeten Kühlmittelfluss-passagen **37** entsprechen in ihrer Dicke etwa dem des Laserdiodenbarrens zuzüglich der elektrisch leitfähigen Fügezone **31** zur elektrischen Verbindung mit dem benachbarten Wärmeleitkörper **21**; das sind etwa 100 bis 200 µm. Es sind prinzipiell auch noch kleinere Abstände von etwa 10 µm möglich, die nur durch die Dicke der Fügezone des elektrisch isolierenden Fügmittels **32**, welches U-förmig um den Bereich der Kühlkanäle angeordnet ist, vorgegeben ist, sofern der Laserdiodenbarren **10** gegenüber der Oberseite des Wärmeleitkörpers **21** in Stapel-/Dickenrichtung **35** abgesetzt angeordnet ist. Tatsächlich sollte die Dicke der Kühlmittelpassage zwischen den Diodenlaserbauelementen **20** in diesem Ausführungsbeispiel so klein wie möglich gehalten werden, damit Durchfluss und Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmittels in den Kühlkanälen **26** und **26a** maximal werden.

[0231] Die Kühlmittelströmungsrichtungspfeile **25** veranschaulichen den Verlauf des Kühlmittels, das sich von den zulaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüchen **46a** in die zulaufseitigen Kühlmittelspreizkammern **48a** ergießt, die als rückwärtige oberseitige beziehungsweise unterseitige Ausnehmungen in den Wärmeleitkörpern **21** zweier unmittelbar benachbarten Diodenlaserbauelemente **20** ausgebildet sind. In zwei parallelen Kühlmittelportionen durchströmt das Kühlmittel sowohl die Kühlmittelflusspassage **37** als auch die Kühlkanäle **26** und **26a** in einander zugewandten Seiten unmittelbar benachbarten Diodenla-

serbauelementen **20**, bevor sich der Kühlmittelstrom vollends teilt, indem jede Kühlmittelportion durch die durch die Kanäle **26b** der dritten Gruppen von Kanälen gebildeten Durchbrüche auf die gegenüberliegende Seite jedes der beströmten Diodenlaserbauelemente **20** tritt, um sich dort mit den Kühlmittelportionen der jeweils nächst benachbarten Diodenlaserbauelemente **20** zu vereinigen. In der Abstrahlungsrichtung **15** entgegengesetzten Richtung fließt das Kühlmittel in Folge durch die Kühlkanäle **26/26a**, die auf den Seiten der Diodenlaserbauelemente **20** angeordnet sind, die denjenigen jener Kühlkanäle **26a/26** gegenüberliegen, die zuvor in Abstrahlungsrichtung durchflossen wurden. Durch die ablaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüche **46b** verlässt das Kühlmittel den Diodenlaserstapel **30**, nachdem es zuvor in den ablaufseitigen Kühlmittelschnürungskammern **48b**, die als rückwärtige oberseitige beziehungsweise unterseitige Ausnehmungen in den Wärmeleitkörpern **21** zweier unmittelbar benachbarten Diodenlaserbauelemente **20** ausgebildet sind, austretend aus den Kühlkanälen **26/26a** gesammelt wurde.

[0232] Wie bei den vorangegangenen dritten und vierten Ausführungsbeispielen existiert in der Strahlungsquelle **50** nur eine Schar von Diodenlaserbauelementen **20**, die allesamt strömungstechnisch parallel durchflossen werden. Die Anzahl strömungstechnisch parallel durchflossener Gruppen ist identisch zur Anzahl der Diodenlaserbauelemente **20**; ihre Gruppenstärke ist eins. Der Unterschied gegenüber dem dritten und vierten Ausführungsbeispielen besteht jedoch darin, dass in jedem Diodenlaserbauelement zwei Gruppen von Kühlkanälen vorliegen, die nicht parallel, sondern seriell durchflossen werden. Damit lässt sich gegenüber parallel durchflossenen Kühlkanälen eine höhere Strömungsgeschwindigkeit und folglich ein verbesserter Wärmeübergang an den Wärmeabgabeflächen **26*** erzielen. Allerdings erhöht sich damit auf der Druckverlust gegenüber parallel durchflossenen Gruppen von Kühlkanälen.

SECHSTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0233] Anstatt kantenemittierende Laserdiodenbarrens ist die erfindungsgemäße Strahlungsquelle im sechsten Ausführungsbeispiel weisen die Diodenlaserbauelemente **20** Felder **10** von oberflächenemittierenden Laserdioden auf, die jeweils monolithisch im Laserdiodenelement integriert sind. Diese werden nachfolgend als VCSEL-Felder **10** bezeichnet. Ein solches VCSEL-Feld **10** ist in **Fig. 6a** dargestellt, und zwar zusammen mit dem Wärmeleitkörper **21**, auf dem es montiert ist. Die schwarzen Punkte auf dem VCSEL-Feld **10** deuten die einzelnen VCSEL-Emitter an, deren Gesamtheit das Feld bildet. Eine Metallisierung erstreckt sich strahlungsemissionsseitig über die Oberfläche des Feldes, wobei die VCSEL-Emitter von der Metallisierung ausgespart bleiben. Die Metal-

lisierung ermöglicht eine Stromverteilung über alle VCSEL-Emitter, deren Anordnung gegenüber dem Schwerpunkt des Laserdiodenelementes in einer ersten Achsrichtung versetzt liegt um auf einer Seite (rechts in [Fig. 6a](#)) Platz für den Anschluss eines elektrischen Verbindungs- und/oder Kontaktelementes auf der Metallisierung bereitzustellen. Das Abstrahlungsrichtungssymbol **15a** deutet an, dass die Abstrahlungsrichtung aus der Bildebene heraus auf den Betrachter zu orientiert ist.

[0234] Der Wärmeleitkörper **21** besteht aus zwei Bauteilen: Einen Kühlrippenkörper und einem Kupfer-Aluminiumnitrid-Kupfer-Schichtkörper, dessen dem VCSEL-Feld **10** zugewandte, erste Kupferschicht **28** einen strahlungsreflexionsseitigen elektrischen Kontakt für das VCSEL-Feld **10** bildet. Das VCSEL-Feld **10** ist gegenüber dem Schwerpunkt der Kupferschicht **28** in der ersten Achsrichtung entgegengesetzt zu der Richtung des Versatzes der VCSEL-Emitter im Feld versetzt, um auf der Kupferschicht Platz für den Anschluss eines elektrischen Verbindungs- und/oder Kontaktelementes auf der Metallisierung bereitzustellen.

[0235] Der Kühlrippenkörper ist an der in [Fig. 6a](#) nicht sichtbaren, zweiten Kupferschicht angelötet, die auf der dem VCSEL-Feld **10** abgewandten Seite der Aluminiumnitridschicht befestigt ist, und weist eine Vielzahl von länglichen Kühlrippen **26'** quadratischen Querschnitts auf, die sich senkrecht zum Querschnitt bezüglich des Schichtkörpers in vom VCSEL-Feld **10** abgewandter Richtung erstrecken und zwischen denen Kühlkanäle **26** ausgebildet sind.

[0236] Die Strahlungsemissionsanordnung ist als Diodenlasersfeld **30** ausgebildet, dessen Diodenlaserbaulemente **20** in zwei Benachbarungsrichtungen **35** und **36** feldartig angeordnet sind ([Fig. 6b](#)). Zur lageregenauen Fixierung der Diodenlaserbaulemente **20** dient eine Deckplatte **43**, in deren Durchbrüche die Diodenlaserbaulemente seitens ihrer Kühlrippenkörper eingeführt sind. In der Ansicht von [Fig. 6b](#) sieht der Betrachter in Abstrahlungsrichtung **15a** auf die Unterseite der Deckplatte **43** und die Kühlrippenkörper entgegen der Richtung aus der die Diodenlaserbaulemente in die Durchbrüche der Deckplatte **43** eingeführt wurden. Auf der gegenüberliegenden, nicht sichtbaren Seite der Deckplatte besteht um jeden Durchbruch eine dichtende Verbindung der Oberseite der Deckplatte **43** mit einem den Kühlrippenkörper umlaufenden Randbereich der zweiten Kupferschicht.

[0237] Zwischen den Kühlrippenkörpern benachbarter Diodenlaserbaulemente bestehen erfindungsgemäße Kühlmittelflusspassagen **37**, die von Kühlmittel aus den an den äußeren Kühlrippen bestehenden erfindungsgemäßen Öffnungen gespeist werden beziehungsweise Kühlmittel an die Zwi-

schensräume der Kühlrippen einspeisen.

[0238] Des weiteren ist zu erkennen, dass die vier Eckbereiche der quadratischen Kühlrippenanordnung im Kühlrippenkörper von Kühlrippen ausgespart sind, ebenso wie der Zentralbereich des Kühlrippenkörpers. Diese kühlrippenfreien Bereiche dienen der Sammlung beziehungsweise Verteilung des Kühlmittels aus beziehungsweise in vier Hauptrichtungen im Kühlrippenkörper selbst oder an den Eckstosspunkten zwischen vier Kühlrippenkörpern von über Eck benachbarten Diodenlaserbaulementen **20**.

[0239] Eingbracht beziehungsweise abgeführt aus diesen kühlmittelfreien Bereichen wird das Kühlmittel über die zulaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüche **46a** beziehungsweise die ablaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüche **46b** einer Kühlmittelverteilungsplatte, von der in [Fig. 6c](#) die Oberseite und in [Fig. 6d](#) die Unterseite zu sehen ist. Über in die Unterseite der Kühlmittelverteilungsplatte als Nuten eingebrachte zulaufseitige Kühlmittelverteilungskanäle **47a** wird das Kühlmittel auf die zulaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüche **46a** verteilt; über in die Unterseite der Kühlmittelverteilungsplatte als Nuten eingebrachte ablaufseitige Kühlmittelverteilungskanäle **47a** wird das Kühlmittel aus die ablaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüchen **46b** gesammelt. Beide Gruppen von Kühlmittelführungskanälen **47a** und **47b** sind an einander gegenüberliegenden Enden jeweils an einen länglichen Durchbruch **47'a** beziehungsweise **47'b** angeschlossen, der sich über die Enden jeweils einer Gruppe erstreckt und das Kühlmittel auf sie zulaufseitig verteilt beziehungsweise ablaufseitig sammelt.

[0240] Eine nicht sichtbare Abschlussplatte verschließt die Kühlmittelverteilungsplatte **41** unterseitig zur Bildung einer erfindungsgemäßen Kühlmittelzu- und abführeinrichtung, die durch den [Fig. 6e](#) dargestellten zulaufseitigen Kühlmittelanschluss **42a** und ablaufseitigen Kühlmittelanschluss **42b** vervollständigt wird, indem diese dichtend an der Oberseite der Kühlmittelverteilungsplatte **41**, die Kühlmittelführungskanäle **47'a** und **47'b** verschließend, befestigt werden. Oberseitig tragen die Kühlmittelanschlüsse **42a** und **42b** als Metallplatten ausgebildete elektrische Anschlusselemente **39a** und **39b**, deren Funktion mit Blick auf den Diodenlaser als Strahlungsquelle **50** in [Fig. 6f](#) deutlich wird: In ihr sind die Unterseite der Deckplatte **43** des Diodenlasersfeld **30** und Oberseite der Kühlmittelverteilungsplatte **41** stoffschlüssig und kühlmitteldicht miteinander verbunden. Die VCSEL-Felder **10** sind im Diodenlasersfeld **30** elektrisch seriell miteinander über elektrische Verbindungselemente verschaltet, die sich in jeder Reihe von VCSEL-Feldern jeweils von der strahlungsemissionsseitigen Metallisierung des VCSEL-Feldes **10** eines ersten Diodenlaserbaulementes **20** zu der Kupfer-

schicht **28** eines dem ersten Diodenlaserbauelement **20** benachbarten Diodenlaserbauelementes erstreckt und diese elektrisch leitend stoffschlüssig kontaktiert. Benachbarte Reihen von VCSEL-Feldern sind über elektrische Verbindungszwischenelemente **29a** und **29a**, die als Metallschichten auf die Oberseiten der Kühlmittelanschlüsse **42a** und **42b** aufgebracht sind, miteinander elektrisch in Reihe verbunden. Die elektrische Kette von VCSEL-Feldern wird anoden- und kathodenseitig durch die bereits erwähnten elektrischen Anschlüsselemente **39a** und **39b** terminiert.

[0241] Strömungstechnisch besteht bei dieser zweidimensionalen Feldanordnung von Diodenlaserbauelementen die Situation, dass das Kühlmittel, welches jeweils mittig in die jeweiligen Kühlrippenkörper eingebracht wird, in vier Kühlmittelportionen zerfällt, von der sich jede jeweils an einer der vier Ecken des Kühlrippenkörpers mit den drei Kühlmittelportionen vereinigt, die aus den Kühlrippenkörpern stammen, die in dem betreffenden Vereinigungsbereich eine Ecke besitzen.

[0242] Wie bei den vorangegangenen dritten, vierten und fünften Ausführungsbeispielen existiert in der Strahlungsquelle **50** nur eine Schar von Diodenlaserbauelementen **20**, die allesamt strömungstechnisch parallel durchflossen werden. Die Anzahl strömungstechnisch parallel durchflossener Gruppen ist identisch zur Anzahl der Diodenlaserbauelemente **20**; ihre Gruppenstärke ist eins.

[0243] Mit einer solchen Strahlungsquelle **50** wird eine hohe optische Leistung in hervorragender optischer Qualität auf einer großen, nahezu kontinuierlich leuchtenden Fläche bereitgestellt. Die beschriebenen Komponenten dieser Strahlungsquelle lassen sich in ihrer Anzahl skalieren, so dass Lichtemissionsstufen von mehreren Quadratmetern Größe herstellbar sind.

[0244] Ein Anwendungsbeispiel zeigt Fig. 6a mit einer erfindungsgemäßen Bestrahlungsvorrichtung **60** zur Materialbehandlung. Dabei wird die aus dem Diodenlaser **50** austretende Strahlung, deren Strahlungsrichtung anhand der Pfeile **15** gekennzeichnet ist, über eine Teleskopanordnung zunächst mittels einer Zerstreuungsoptik **61a** divergiert und mittels einer Sammeloptik kollimiert. Sie trifft im aufgeweiteten Zustand als paralleles Strahlenbündel auf ein auf einem Träger **64** gelagertes Werkstück **65**, das durch zumindest teilweise Absorption der Strahlung einen zumindest oberflächlichen stofflichen Veränderungsprozess durchläuft. Ein Beispiel für ein solches Werkstück ist eine amorphe Siliziumschicht tragende Glasplatte, wobei die amorphe Siliziumschicht durch Tempern in eine polykristalline Schicht umgewandelt wird, beispielsweise im Herstellungsprozess von Dünnschichttransistoren (TFTs).

[0245] Optikmittel zur Homogenisierung der Intensitätsverteilung des Strahlenbündels können bei Bedarf in den Strahlengang eingebracht werden.

SIEBTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0246] Das siebte Ausführungsbeispiel weist für kantenemittierende Laserdiodenbarren als Laserdiodenbauelemente **10** gegenüber den Ausführungsbeispielen eins bis fünf den Unterschied auf, dass die erfindungsgemäße Benachbarungsrichtung – das heißt die Richtung, in die die erfindungsgemäßen Öffnungen **27** weisen und in der die erfindungsgemäßen Kühlmittelflusspassagen zwischen den Diodenlaserbauelementen bestehen – nicht die Stapelrichtung **35/35a** ist, sondern die Reihenrichtung **36/36a**. Zum Unterschied zwischen Reihen und Stapelrichtung bei kantenemittierenden Halbleiterbauelementen wird auf die Erfindungsbeschreibung verwiesen.

[0247] Gleichwohl handelt es sich bei dem siebten Ausführungsbeispiel um eine Strahlungsquelle **50** mit einem Diodenlaserfeld **30** von mehreren Diodenlaserstapeln, die nebeneinander in Reihe angeordnet sind.

[0248] Ein Diodenlaserbauelement **20** dieser Diodenlaserstapel ist in Fig. 7a dargestellt. Der Wärmeleitkörper **21** ist aus vier Schichten Kupfer im DCB-Verfahren (siehe fünftes Ausführungsbeispiel) hergestellt. Die Schichtdicken betragen in Reihenfolge von unten nach oben in Dickenrichtung 0,3 mm, 0,2 mm, 0,2 mm und 0,3 mm. Der Wärmeleitkörper besitzt ein U-Form, wobei der Mittelschenkel die Wärmeaufnahme fläche umfasst, auf der der Laserdiodenbarren **10** mit Indiumlot aufgelötet ist. Die Seitenschenkel erstrecken sich entgegen der Abstrahlungsrichtung in Wärmeleitrichtung parallel zueinander und belassen zwischen ihnen einen keilförmigen Zwischenraum **48a**, der von der Rückseite des Wärmeleitkörpers in Abstrahlungsrichtung spitz zuläuft und eine Kühlmittelpreiskammer bildet. Die vom Zwischenraum abgewandten linken und rechten Seitenflächen **22/22a** des Wärmeleitkörpers verlaufen im Bereich der Seitenschenkel unter einem Winkel von 15° geneigt zur Abstrahlungsrichtung in der Weise, dass jeder Seitenschenkel in der Draufsicht die Form eines sich in Wärmeleitrichtung verjüngenden Trapezes annimmt.

[0249] Jeder Seitenschenkel besitzt eine Vielzahl von Kühlkanälen **26/26a**, die sich vom Zwischenraum zu den geneigten Seitenflächen erstrecken, wodurch zwischen den Kühlkanälen **26/26a** Kühlrippen **26'/26'a** vorliegenden, über deren Wandflächen **26*** die Wärme an ein durch die Kühlkanäle fließendes Kühlmittel abgegeben wird. Die erfindungsgemäßen Öffnungen **27/27a** der Kühlkanäle **26/26a** liegen auf der linken Seitenfläche **22** beziehungsweise rechten Seitenfläche **22a** der Seitenschenkel, wobei die Öff-

nungen **27a** in **Fig. 7a** auf der rechten Seitenfläche **22a** nicht bezeichnet sind, weil sie nicht sichtbar sind.

[0250] Die Diodendiodenlaserbauelemente **20** werden zu einem Diodenlaserstapel in einer Stapelrichtung **35** miteinander verbunden, wobei jeweils den Diodenlaserbauelementen **20** abgewandte Kontaktflächen der Laserdiodenbarren **10** über einen elektrisch leitfähigen Klebstoff mit dem Wärmeleitkörper **21** eines unmittelbar benachbarten Diodenlaserbauelementes **20** verbunden sind, so dass die Diodenlaserbauelemente **20** eines Stapel untereinander elektrisch seriell verschaltet sind (**Fig. 7b**). Die Wärmeleitkörper **21** sind abseits der Wärmeaufnahme­fläche, sprich abseits vom Laserdiodenbarren, jeweils über einen elektrisch nicht leitfähigen Klebstoff **32** mit dem Wärmeleitkörper **21** eines unmittelbar benachbarten Diodenlaserbauelementes **20** flächig stoffschlüssig verbunden und bilden gegenüber dem Kühlmittel die erfindungsgemäße Dichtung aus. Der oberste Wärmeleitkörper **21** im Stapel trägt keinen Laserdiodenbarren **10**, sondern dient nur zum kühlungstechnischen Abschluss und elektrischen Abschluss des Diodenlaserstapels.

[0251] Mehrere Diodenlaserstapel werden weiterhin einer Reihe in Reihenrichtung **36/36a** nebeneinander angeordnet (**Fig. 7c, Fig. 7f**). Ein elektrisch nicht leitfähiger Klebstoff **32a** verbindet zwei benachbarte Diodenlaserstapel stoffschlüssig, in dem er den Bereich zwischen den Wärmeaufnahmeabschnitten benachbarter Wärmeleitkörper **21** dichtend gegenüber dem Kühlmittel überbrückt. Die Bereiche zwischen den Wärmeabgabeabschnitten benachbarter Wärmeleitkörper bleiben frei und bilden die erfindungsgemäße Kühlmittelflusspassage **37** aus. Durch die Neigung der Seitenflächen, sind sie ebenso keilförmig und in Abstrahlungsrichtung spitz zulaufend ausgebildet wie die Seitenschenkelzwischenräume der Wärmeleitkörper. Diese Form ermöglicht eine druckverlustarme Kühlmittelverteilung in beziehungsweise Kühlmittelsammlung aus den Kühlkanälen **26** und **26a** des Diodenlaserfeldes **30**. Deckplatten **43** und **43a** sind oberbeziehungsweise unterseitig des Diodenlaserfeldes **30** angebracht, tragen zu einem Einschluss des Kühlmittels in der Strahlungsquelle **50** bei und stellen eine elektrischen Serien- oder Parallelverschaltung der Diodenlaserstapel bereit sowie elektrische Anschlüsse für das Diodenlaserfeld **30**, welche nicht explizit dargestellt sind.

[0252] Der Kühlmittelfluss in der Strahlungsquelle **50** erfolgt in der Weise, dass das Kühlmittel über die Kühlmittelzu- und abführeinrichtung **40**, dargestellt in **Fig. 7d**, in die Kühlmittelverteilungskammern **48** eingebracht wird, die durch die Zwischenräume **48** der Seitenschenkel der Wärmeleitkörper **21** gebildet werden (**Fig. 7f**). Von dort aus verzweigen sich zwei Kühlmittelportionen in entgegengesetzten Richtungen parallel zur Reihenrichtung **36/36a** in die Kühlka-

näle **26** und **26a** jedes Wärmeleitkörpers **21**. Auf der den Zwischenräumen **48** gegenüberliegenden Seiten treten die Kühlmittelportionen aus den Kühlkanälen **26** und **26a** aus und vereinigen sich in den Kühlmittelflusspassagen **37** mit den Kühlmittelportionen aus den Diodenlaserbauelementen **20** des jeweils benachbarten Diodenlaserstapels. Über die Kühlmittelzu- und abführeinrichtung **40** verlässt das Kühlmittel das Diodenlaserfeld **30**. Da über die elektrisch leitfähigen Wärmeleitkörper **21** ein elektrisches Potential an vom Kühlmittel benetzten Oberflächen vorhanden ist, welches stufenweise von Diodenlaserbauelement **20** zu Diodenlaserbauelement **20** in Schritten des Spannungsabfalls über dem pn-Übergang des Laserdiodenbarren variiert, wird als Kühlmittel Wasser verwendet, welches nur eine geringe elektrische Leitfähigkeit von 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ besitzt.

[0253] Die Kühlmittelzu- und abführeinrichtung **40** besteht aus einer Kühlmittelverteilungsplatte **41** und einer Kühlmittelanschlussplatte **42**. In der Oberseite der Kühlmittelverteilungsplatte sind in Reihenrichtung abwechselnd zulaufseitige Kühlmittelspreiznuten **45a** und ablaufseitige Kühlmittelschnürnuten **45b** eingebracht, deren Längsachsen in Platten­ebene parallel zueinander und senkrecht zur Reihenrichtung liegen. Von den unterseitig in die Kühlmittelverteilungsplatte eingebrachten Kühlmittelführungsdurchbrüche **46a** und **46b** sind zulaufseitige (**46a**) in einer ersten Hälfte der Kühlmittelverteilungsplatte **41** angeordnet und stehen mit den zulaufseitigen Kühlmittelspreiznuten **45a** Verbindung und ablaufseitige (**46b**) in der zweiten Hälfte, wobei sie mit den ablaufseitigen Kühlmittelschnürnuten **45b** in Verbindung stehen (**Fig. 7e**).

[0254] Den Kühlmittelführungsdurchbrüchen **46a** und **46b** auf der den Kühlmittelführungsnuten **45a** und **46a** abgewandten Seite gegenüberliegende Kühlmittelführungskanäle **47a** und **47b** in der Kühlmittelanschlussplatte **42** dienen dem zulaufseitig dem Verteilen von Kühlmittel auf die zulaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüche **46a** und ablaufseitig dem Sammeln von Kühlmittel aus den ablaufseitigen Kühlmittelführungsdurchbrüchen **46b**.

[0255] Wie bei den vorangegangenen dritten bis sechsten Ausführungsbeispielen existiert in der Strahlungsquelle **50** nur eine Schar von Diodenlaserbauelementen **20**, die allesamt strömungstechnisch parallel durchflossen werden. Die Anzahl strömungstechnisch parallel durchflossener Gruppen ist identisch zur Anzahl der Diodenlaserbauelemente **20**; ihre Gruppenstärke ist eins.

ACHTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0256] Das achte Ausführungsbeispiel betrifft eine Ausbildungsform der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle, in der die Anordnungsrichtung der Halb-

leiterbaugruppen **20** nicht senkrecht zur Abstrahlungsrichtung angeordnet ist, wie das in den sieben vorangegangenen Ausführungsbeispielen der Fall ist, sondern – baugruppenweise – parallel dazu. Eine solche Anordnung wird beispielsweise dann möglich, wenn die Strahlung emittierenden Halbleiterbauelemente – in diesem Fall kantenemittierende Laserdiodenbarren **10** – nicht nur in Abstrahlungsrichtung, sondern auch senkrecht dazu versetzt angeordnet sind, so dass ein Laserdiodenbauelement nicht im Strahlengang eines anderen steht (Fig. 8e, Fig. 8f).

[0257] Alternativ können natürlich strahlumlenkende Optiken verwendet werden, um bei einem fehlenden Versatz senkrecht zur Abstrahlungsrichtung **15** die emittierten Strahlenbündel in eine Richtung umzulenken, in der ihnen kein Laserdiodenbarren **10** oder Diodenlaserbauelement **20** im Weg ist. Derartige strahlumlenkende Optiken können sowohl im Laserdiodenelement als auch im Wärmeleitkörper integriert oder angebracht sein, wobei im Resultat eine Abstrahlungsrichtung vorliegt, die senkrecht zur Anordnungsrichtung vorliegt, so wie es im sechsten Ausführungsbeispiel der Fall ist.

[0258] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel liegt keine Strahlumlenkung vor, und die Diodenlaserbauelemente **20** – und mit ihnen die Laserdiodenbarren **10** – sind in einer Normalenrichtung der Kontaktflächen des Laserdiodenbarrens bauelementweise so zueinander versetzt, dass in Abstrahlungsrichtung **15** die Strahlungsausbreitung auf der optischen Achse nicht behindert ist. Die Anordnung der Diodenlaserbauelemente **20** und mit ihnen derjenige der Laserdiodenbarren **10** in beziehungsweise entgegen der Abstrahlungsrichtung **15** erfolgt in einer Tiefenrichtung **36b** von hintereinander angeordneten Diodenlaserbauelementen **20**. Dabei ist der Versatz der Laserdiodenbarren senkrecht zur Tiefenrichtung kleiner als der in Tiefenrichtung **36b**, so dass ein hochbrillantes Strahlungsfeld von der Strahlungsquelle emittiert wird. Beispielsweise ist der Versatz von Diodenlaserbauelementen **20** in dieser Diodenlaseranordnung in Tiefenrichtung 2 mm und senkrecht dazu 0,5 mm.

[0259] Damit ergibt sich im übrigen eine Mehrzahl von parallel zueinander versetzten Anordnungsrichtungen, von der jede einem Diodenlaserbauelement zugeordnet ist. In einer dazu alternativen Betrachtungsweise existiert nur eine, die Diodenlaseranordnung übergreifende, Anordnungsrichtung, die um 14° (dem Arcustangens des Verhältnisses aus Versatz in Normalenrichtung und Tiefenrichtung) gegenüber der Abstrahlungsrichtung **15** geneigt ist.

[0260] Optische Kollimationsmittel, die vor jedem Laserdiodenbarren angeordnet sein können, eignen sich für eine Kollimation der Strahlung, die verhindert, dass andernfalls divergente Strahlenbündelabschnitte auf in Abstrahlungsrichtung **15** angeordnete Dio-

denlaserbauelemente **20** treffen. Bezüglich einer derartigen optischen Anordnung und ihren Weiterbildungen wird auf die Offenlegungsschrift WO 2007 061509 A2 verwiesen.

[0261] Das Diodenlaserbauelement dieses Ausführungsbeispiels weist einen plattenförmigen Wärmeleitkörper **21** auf, der aus einem Verbundwerkstoff von Kohlenstoffnanofasern und Kupfer besteht (Fig. 8a). Die Wärmeaufnahme­fläche, die als Montagefläche für den Laserdiodenbarren **10** dient, ist auf einer frontseitigen Endfläche **23a**, die gegenüber der Plattenoberseite **22** um 90° geneigt ist, angeordnet. Der Laserdiodenbarren ist an der Kante zur Plattenunterseite seitens seiner ersten elektrischen Kontaktfläche mittels eines Gold-Zinn-Lotes auf die Wärmeaufnahme­fläche **21** aufgelötet. Die Abstrahlungsrichtung **15** weist in Richtung der Unterseitennormalen des Wärmeleitkörpers **21**. Ausnehmungen **26** erstrecken sich oberseitig, Ausnehmungen **26a** unterseitig, ausgehend von der der frontseitigen Endfläche **23a** gegenüberliegenden rückseitigen Endfläche zu etwa zwei Dritteln der Länge der Wärmesenke in Abstrahlungsrichtung **15** (Fig. 8a, Fig. 8f). Sie wurden mittels einer Metallkreissäge in den Wärmeleitkörper **21** eingebracht. Die unterseitigen Kühlkanäle **26a** enden in strahlungsemissionsseitiger Richtung **15** in einem um den Versatz in Stapelrichtung von 0,5 mm größeren Abstand von der frontseitigen Endfläche **23a** des Wärmeleitkörpers **21** als die oberseitigen Kühlkanäle **26a**. Oberseitig und unterseitig weisen die als Kühlkanäle **26** und **26a** fungierenden Ausnehmungen die erfindungsgemäßen Öffnungen **27** und **27a** (letztere, da auf der Unterseite gelegen, in Fig. 8a nicht sichtbar und nicht bezeichnet) auf, über die das Kühlmittel in einen Freiraum zwischen unmittelbar benachbarten Diodenlaserbauelementen **20** treten kann. Ein auf der dem Wärmeleitkörper **21** abgewandten, zweiten elektrischen Kontaktfläche ebenfalls mit einem Gold-Zinn-Lot befestigtes elektrisches Anschlusselement **29** ist als Kupfer-Molybdän-Verbundmetallblech L-förmig ausgebildet, wobei die Außenseite des längeren Schenkels die Kontaktfläche gegenüber dem Laserdiodenbarren **10** beinhaltet.

[0262] Zwischen zwei in der Diodenlaseranordnung benachbarten Diodenlaserbauelementen ist jeweils ein Zwischenstück **34** vorgesehen, dass eine längliche Öffnung **37** aufweist, die gegenüber den frontseitigen Endabschnitten der Kühlkanäle **26** an der Oberseite **22** des Wärmeleitkörpers positioniert werden. Eine längliche Ausnehmung in der rückwärtigen Endfläche des Zwischenstücks **34** ist gegenüber den rückseitigen Endabschnitten der Kühlkanäle angeordnet und dient als Kühlmittelführungskammer **48**. Die Oberseite **22** des Wärmeleitkörpers **21** dient zwischen den strahlungsemissionsseitigen Endabschnitten der Öffnungen **27** als erfindungsgemäße Dichtfläche, wobei das Zwischenstück **34** seinen Teil zur Dichtung beiträgt. Über beidseitig auf das

Zwischenstück aufgetragene, nicht bezeichnete Klebstoffschichten sind jeweils zwei benachbarte Diodenlaserbauelemente miteinander stoffschlüssig verbunden.

[0263] Ein Freiraum an der Rückseite zwischen zwei über die Enden der Kanäle **26**, **26a** hervorstehenden Seitenabschnitten des Wärmeleitkörpers **21** gestattet zulaufseitig einen Durchtritt des Kühlmittels von der Oberseite auf die Unterseite des Wärmeleitkörpers und ablaufseitig einen Durchtritt des Kühlmittels von der Unterseite auf die Oberseite des Wärmeleitkörpers **21**.

[0264] Eine Kühlmittelverteilungseinheit **41a** komplettiert zusammen mit der Diodenlaseranordnung die Strahlungsquelle **50**. Sie ist in **Fig. 8c** in Frontansicht, in **Fig. 8d** in Rückansicht, in **Fig. 8e** in Schrägansicht und in **Fig. 8f** in Querschnittsansicht dargestellt und ist auf der der Diodenlaseranordnung zugewandten Seite stufenförmig ausgebildet und auf der der Diodenlaseranordnung abgewandten Seite rampenförmig. Gestrichelte Linien in **Fig. 8d**, **Fig. 8e** und **Fig. 8f** deuten an, dass die Kühlmittelverteilungseinheit **41a** aus untereinander flächig verbundenen Platten aus elektrisch nicht leitfähigem Material – beispielsweise LTC-(low-temperature co-fired)-Keramik – besteht, deren Anzahl der der Stufen zuzüglich eins entspricht, auf der die Diodenlaserbauelemente **20** seitens ihre rückwärtigen Endfläche angeordnet sind. Auf der Ebene jeder Stufe bestehen in der Platte der nachfolgend darüber gelegenen Stufe abwechselnd zulaufseitige Kühlmittelspreiznuten **45a** und ablaufseitige Kühlmittelschnürnuten **45b**, die auf der der Diodenlaseranordnung zugewandten Seite über die volle Erstreckungsbreite der Kühlkanäle **26** der Wärmeleitkörper ausgedehnt sind und auf der Diodenlaseranordnung abgewandten Seite auf Nuten von knapp der Hälfte dieser Breite beschränkt sind, wobei dort zulaufseitige Einlässe und ablaufseitige Auslässe in verschiedenen Hälften der Kühlmittelverteilungseinheit **41a** angeordnet sind und sich jeweils zur Vergrößerung des Kanalquerschnitts in den Kühlmittelflusspfaden abschnittsweise über zwei Platten erstrecken, in denen das Kühlmittel in einem Diodenlaserbauelement **20** zulaufseitig in zwei Portionen aufgeteilt wird oder ablaufseitig aus zwei Portionen vereinigt wird.

[0265] In der Diodenlaseranordnung kontaktiert das elektrische Verbindungselement **29** seitens seiner Außenfläche am kurzen Schenkel der L-Form den elektrisch leitfähigen Wärmeleitkörper des in Reihenrichtung **35** benachbarten Diodenlaserbauelementes unterseitig, wodurch die fünf vorhandenen Diodenlaserbauelemente elektrisch in Reihe geschaltet sind. Die Diodenlaseranordnung begrenzende Wärmeleitkörper **21** mit dem höchsten und dem niedrigsten elektrischen Potential dienen sowohl als kühlungs-/strömungstechnischer Abschluss als auch als

elektrischer Anschluss, der für eine Stromquelle durch an den äußeren Wärmeleitkörpern **21** befestigten elektrischen Anschlusselementen **39a** und **39b** bereitgestellt wird.

[0266] Der strömungstechnische Verlauf des Kühlmittels sieht zulaufseitig eine Kühlmitteltrennung in zwei parallel fließende Kühlmittelportionen vor, die ober- und unterseitig die Kühlkanäle **26** und **26a** von Wärmeleitkörpern **21** einer ersten Schar von Diodenlaserbauelementen **20** beströmen, anschließend in zwei einander entgegengesetzten Richtungen durch die Kühlmittelpassagen **37** der anliegenden Zwischenstücke **34** in die ober- beziehungsweise unterseitigen Kühlkanäle **26** und **26a** zweier unmittelbar benachbarter Wärmeleitkörpern **21** einer zweiten Schar von Diodenlaserbauelementen **20** eintritt. Nach dem Durchströmen dieser Kühlkanäle vereinigen sich die Kühlmittelportionen im rückwärtigen Freiraum der Wärmeleitkörper mit den Kühlmittelportionen, die aus den beiden, dem Diodenlaserbauelement der ersten Schar von Diodenlaserbauelementen übernächst benachbarten, Diodenlaserbauelementen der ersten Schar von Diodenlaserbauelementen stammen.

[0267] Der Kühlmittelflussverlauf durch die Diodenlaserbauelemente **20** der Strahlungsquelle **50** ist damit strömungstechnisch prinzipiell identisch zu denen des ersten und zweiten Ausführungsbeispiel: Es existieren zwei seriell durchflossene Scharen von Diodenlaserbauelementen **20**, die in, in Benachbarungsrichtung nebeneinander angeordnete, strömungstechnisch parallel durchflossene Gruppen von je zwei Diodenlaserbauelementen **20** aufgeteilt sind, wobei im Gegensatz zu den ersten beiden Ausführungsbeispielen die Benachbarungsrichtung nicht die Stapelrichtung, sondern die Reihenrichtung ist.

NEUNTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0268] Die Strahlungsquelle **50** des neunten Ausführungsbeispiels weist als Laserdiodenelement einen Laserdiodenchip **10** auf, dessen Breite kleiner ist als seine Resonatorlänge. Bei Laserdiodenbarren ist es aufgrund der Nebeneinanderanordnung einer Vielzahl von optisch unabhängig voneinander betreibbaren Emittern in Breitenrichtung umgekehrt. Die besagten Laserdiodenchips können einige Emittter in Breitenrichtung verteilt nebeneinander aufweisen. Beispielweise vier oder zwei. In diesem Fall weist der Laserdiodenchip **10** nur einen Emittter von 100 µm Breite auf. Seine Breite ist 400 µm, seine (Resonator-)Länge 4 mm. Er ist zur Bildung eines Diodenlaserbauelementes **20** auf die Metallisierung **28** eines Wärmeleitkörpers **21** gelötet, die sich von der Mitte der Oberseite des Wärmeleitkörpers bandartig über die zur Abstrahlungsrichtung **15** orientierte Frontseite auf die Unterseite des plattenförmigen Wärmeleitkörpers **21** erstreckt und dort spiegelsym-

metrisch zur Oberseite angeordnet ist (**Fig. 9a**). Der Wärmeaufnahmeabschnitt erstreckt sich in Projektion des Laserdiodenchips senkrecht zur Plattenoberseite durch den Wärmeleitkörper **21**. Beiderseits links und rechts des Wärmeaufnahmeabschnitts sind in Breitenrichtung senkrecht zur Abstrahlungsrichtung Ausnehmungen **26**, **26a** eingebracht, von der sich eine erste Gruppe als Kühlkanäle **26** in der in Abstrahlungsrichtung **15** gesehen rechten Wärmeleitkörperhälfte von der rechten Seitenfläche des Wärmeleitkörpers **21** bis auf etwa 0,5 mm an den Wärmeaufnahmeabschnitt heran und von der Oberseite zur Unterseite erstreckt eine zweite Gruppe als Kühlkanäle **26a** in der in Abstrahlungsrichtung **15** gesehen linken Wärmeleitkörperhälfte von der linken Seitenfläche des Wärmeleitkörpers **21** bis auf etwa 0,5 mm an den Wärmeaufnahmeabschnitt heran und von der Oberseite zur Unterseite erstreckt. Es existieren somit zwei einander entgegengesetzte Wärmeleitrichtungen in Breitenrichtung.

[0269] Zwischen den Kühlkanälen **26** und **26a** sind durch den Materialbestand des Wärmeleitkörpers Kühlrippen **26'** und **26'a** ausgebildet, deren einander zugewandte Oberflächen Wärmeabgabeflächen im erfindungsgemäßen Sinne aufweisen. Es existieren somit zwei einander entgegengesetzte Wärmeleitrichtungen in Breitenrichtung

[0270] Ein Diodenlaserstapel **30** wird durch Übereinanderstapeln in Stapelrichtung **35** von Diodenlaserbauelementen **20** erzielt, wobei zwischen zwei einander unmittelbar benachbarten Diodenlaserbauelementen **20** jeweils zwei U-förmige Zwischenstücke angeordnet sind, welche über beidseitig angeordnete Fügezonen mit einander gegenüberliegenden Diodenlaserbauelementen **20** stoffschlüssig verbunden ist (**Fig. 9b**). Damit ist der Diodenlaserstapel **30** eine stoffschlüssige Einheit, wobei die von der oberseitigen Metallisierungsschicht **28** abgewandte, zweite Kontaktfläche Die U-förmige Zwischenstücke sind in der jeweiligen Wärmeleitrichtung zu den Seitenflächen der Wärmeleitkörper **21** hin geöffnet, wobei zwischen den Seitenschenkeln der Zwischenstücke die erfindungsgemäßen Kühlmittelflusspassagen **37** vorliegen. Der im Diodenlaserstapel **30** oberste Wärmeleitkörper **21** trägt keinen Laserdiodenchip **10**, sondern dient zum kühlmitteltechnischen und elektrischen Abschluss des Diodenlaserstapels **30**, wobei an dem oberseitigen Abschnitt der Metallisierung **28** ein erstes elektrisches Anschlusselement **39a** befestigt ist. An dem unterseitigen Abschnitt der Metallisierung des im Diodenlaserstapel untersten Diodenlaserbauelementes **20** ist ein zweites, zum ersten elektrischen Anschlusselement **39a** gegenpoliges, zweites elektrisches Anschlusselement **39b** befestigt.

[0271] Zur Vervollständigung der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle **50** sind an der linken und rechten Seite des Diodenlaserstapels **30** jeweils eine

Kühlmittelzu- und -abführeinrichtung befestigt (**Fig. 9c**), deren Komponenten – namentlich die Kühlmittelverteilungsplatte **41** und die Kühlmittelschlussplatte **42** – in **Fig. 3c** dargestellt sind, so dass zu deren Erklärung auf die Beschreibung des dritten Ausführungsbeispiels verwiesen wird.

[0272] In **Fig. 9c** nicht sichtbare obere und untere Abdeckplatten verschließen den Diodenlaserstapel **30** gegenüber Kühlmittelaustritt.

[0273] Der Strömungsfluss erfolgt dabei links und rechts zulaufseitig in eine erste Schar von den als Kühlmittelpassagen **37** ausgebildeten Zwischenräumen hinein und sich in zwei Kühlmittelportionen verzweigend in die Kühlkanäle **26** beziehungsweise **26a** zweier unmittelbar benachbarter Diodenlaserbauelemente **20**. Ablaufseitig sammeln sich die Kühlmittelportionen aus den Kühlkanälen **26** beziehungsweise **26a** zweier unmittelbar benachbarter Diodenlaserbauelemente **20** in einer zweiten Schar von den als Kühlmittelpassagen **37** ausgebildeten Zwischenräumen, die gegenüber der ersten Schar von Zwischenräumen um den Mittenabstand zwischen zwei unmittelbar benachbarten Diodenlaserbauelementen **20** versetzt ist. Es existiert somit – wie im vierten Ausführungsbeispiel – nur eine Schar von Diodenlaserbauelementen **20**, die allesamt strömungstechnisch parallel durchflossen werden.

[0274] In einer nicht dargestellten Abwandlung des neunten Ausführungsbeispiels ist das Zwischenstück **34** nicht U-förmig, sondern rechteckig ausgebildet und besitzt einen schlitzförmigen Durchbruch auf der dem Wärmeaufnahmeabschnitt zugewandten Seite, welcher als Kühlmittelflusspassage fungiert. In diesem Fall erfolgt der Strömungsfluss links und rechts zulaufseitig in die Kühlkanäle **26** und **26a** einer ersten Schar von Diodenlaserbauelementen **20** und sich in zwei Kühlmittelportionen verzweigend in die schlitzförmigen Durchbrüche in den bezüglich der jeweiligen Diodenlaserbauelemente **20** einander gegenüberliegenden Zwischenstücken. Ablaufseitig sammeln sich die Kühlmittelportionen in den Kühlkanälen **26** beziehungsweise **26a** von Diodenlaserbauelementen **20** einer zweiten Schar von Diodenlaserbauelementen **20**, die gegenüber der ersten Schar von Diodenlaserbauelementen **20** um den Mittenabstand zwischen zwei unmittelbar benachbarten Diodenlaserbauelementen **20** versetzt ist.

[0275] In diesem Fall existieren – wie im zweiten Ausführungsbeispiel – zwei seriell durchflossene Scharen von Diodenlaserbauelementen **20**, die in in Stapelrichtung nebeneinander angeordnete, strömungstechnisch parallel durchflossene Gruppen von je zwei Diodenlaserbauelementen **20** aufgeteilt sind.

ZEHNTE AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0276] Im Gegensatz zum neunten Ausführungsbeispiel sieht das Diodenlaserbauelement **20** der Strahlungsquelle **50** des zehnten Ausführungsbeispiels nur eine Gruppe von Kühlkanälen **26** im Wärmeleitkörper **21** vor, welche in nur einer Wärmeleitrichtung senkrecht zur Abstrahlungsrichtung **15** und parallel zur Oberseite **22** angeordnet sind (**Fig. 10a**). Der den Laserdiodenchip **10** tragende Wärmeaufnahmeabschnitt besitzt in den zwei Hauptrichtungen senkrecht zur Wärmeleitrichtung – der Dickenrichtung und der Längsrichtung – einen größeren Querschnitt als der die Kühlkanäle **26** beziehungsweise Kühlrippen aufweisende Wärmeabgabeabschnitt am stufenartigen Übergang vom Wärmeaufnahme- zum Wärmeabgabeabschnitt ist eine den Wärmeleitkörper umlaufende Dichtfläche ausgebildet, deren Normale in Wärmeleitrichtung orientiert ist. Eine Metallisierung **28** erstreckt sich auf dem Wärmeaufnahmeabschnitt von der Oberseite **22**, auf der der Laserdiodenchip montiert ist, über eine Seitenfläche auf die Unterseite des Wärmeleitkörpers **21**, wobei die Seitenfläche auf der dem Wärmeabgabeabschnitt abgewandten Seite des Wärmeaufnahmeabschnitts angeordnet ist.

[0277] In der Strahlungsquelle **50** sind die Diodenlaserelemente **20** übereinander in Stapelrichtung **35** parallel zur Oberseitennormalen des Wärmeleitkörpers angeordnet, wobei elektrische Verbindungselemente **29** den elektrischen Kontakt zwischen der oberseitigen Kontaktfläche **12** des Laserdiodenchips **10** und dem unterseitigen Abschnitt der Metallisierung **28** eines benachbarten Diodenlaserelementes über elektrisch leitfähige Fügemitte (nicht dargestellt) vermitteln (**Fig. 10b**). Die Kühlmittelzu- und abführeinrichtung besteht aus den Komponenten der Deckplatte **43**, der Kühlmittelverteilungseinheit **41a** und der Kühlmittelanschlussplatte, zu deren Darstellung auf **Fig. 1d** und zu deren die Beschreibung auf diejenige des ersten Ausführungsbeispiels verwiesen wird.

[0278] Analog der Anordnung des ersten Ausführungsbeispiels sind die Wärmeabgabeschnitte durch die Wärmeleitkörperaufnahme durchbrüche in der Deckplatte **43** geführt und in den Aufnahmeausnehmungen der Kühlmittelverteilungseinheit **41a** angeordnet. Eine Dichtung erfolgt zwischen den Dichtflächen der Wärmeleitkörper und der Oberseite der Deckplatte an den die Wärmeleitkörperaufnahme durchbrüche umgebenden Bereichen. Der Kühlmittelfluss erfolgt analog dem des ersten Ausführungsbeispiels durch zwei seriell durchflossene Scharen von Diodenlaserelementen, die jeweils strömungstechnisch parallel durchflossen werden.

ELFTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0279] Das elfte Ausführungsbeispiel betrifft einen

erfindungsgemäßen photovoltaischen Strahlungsempfänger **50'** als Konversionseinheit (**Fig. 11b**) photovoltaischen Generator. Er weist ein feldartige Solarmodulanordnung **30'** von Solarmodulen **20'** auf, von denen eines in **Fig. 11a** dargestellt ist und welche in zwei Anordnungsrichtungen – in Stapelrichtung **36** und Reihenrichtung **36** – angeordnet sind. Das Solarmodul **20'** weist einen Wärmeleitkörper **21** auf, der aus einen Kupfer-Aluminiumnitrid-Kupfer-Schichtkörper und einem Kühlrippenkörper mit Kühlrippen **26'**, zwischen denen Kühlkanäle **26** vorliegen und die senkrecht zur Schichtenebene von dem Schichtkörper weggerichtet sind. Die von dem Kühlrippenkörper abgewandte Kupferschicht **28** des Schichtkörpers dient als Montage und Wärmeaufnahme fläche der Solarzelle **10'**, die das Sonnenlicht zumindest teilweise absorbiert. Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine Tandem-Solarzelle **10'** auf Galliumarsenid-Basis von der auf ihrer der Strahlungseinfallsrichtung **15'a** zugewandten Seite die p-Bus-Bar-Struktur der oberseitigen elektrischen Kontaktmetallisierung zu erkennen ist. In einer alternativen Ausführung ist die Solarzelle **10'** eine Tripel-Stapel-Solarzelle auf Germanium-Basis. Vor der Integration der Solarmodule **20'** zum photovoltaischen Strahlungsempfänger **50'** wird jedes einzelne Solarmodul **20'** in einem Solarsimulator getestet. Dazu wird es seitens seiner Kühlrippen in einen Kühlmittelkreislauf integriert und an der der Kupferschicht **28** gegenüberliegenden Kupferschicht gegenüber dem Kühlmittelkreislauf abgedichtet, beispielsweise kraftschlüssig über eine Silikonfolie. Die Bestrahlung der Solarzelle **10'** des Solarmoduls **20'** erfolgt mit einer Xenon-Hochdrucklampe. Die Aufnahme der Strom-Spannungs-Charakteristik führt zur Generator-Kennlinie als Beurteilungsmaßstab für die Güte des Solarmoduls **20'**. Eine testweise Erhöhung der Bestrahlungsstärke gegenüber der Bestrahlungsstärke im photovoltaischen Strahlungsempfänger vermittelt eine Zuverlässigkeitsaussage zum betreffenden Solarmodul **20'**.

[0280] Die Anordnung der Solarmodule **20'** im photovoltaischen Strahlungsempfänger **50'** entspricht denen der Diodenlaserelemente **20** in der Strahlungsquelle **50** des sechsten Ausführungsbeispiels, einschließlich der angeschlossenen Kühlmittelzu- und abführeinrichtung, zu der auf die **Fig. 6b** bis **Fig. 6f** mit der dazugehörigen Beschreibung verwiesen wird.

[0281] Die Solarzellen sind dabei erfindungsgemäß derart eng benachbart angeordnet, dass ein Füllfaktor von größer als 90% von Strahlungsenergie in elektrische Energie umwandelnder Fläche erreicht wird.

[0282] Der photovoltaische Strahlungsempfänger **50'** wird einen Solarkonzentrator **60'** integriert, dessen dem Stand der Sonne nachgeführte Einheit aus

Strahlungsempfänger **50'**, Ausleger **62** und Konkavspiegel **61** auf einem im Boden verankerten Stativ **63** gelagert ist (**Fig. 11c**). Der Konkavspiegel **61** konzentriert die parallel einfallenden Sonnenstrahlen auf den photovoltaische Strahlungsempfänger **50'**, der an einem dem Konkavspiegel **61** abgewandten Ende des Auslegers **62** befestigt ist. Für den vorliegenden Strahlungsempfänger **50'** treffen aufgrund der ebenen Anordnung der Solarzellen **10'** die Sonnenstrahlen **15'** aus verschiedenen, gegenüber der Normale der Empfangsflächen geneigten Richtungen auf die Solarzellen **10'**. In einer bevorzugten Weiterbildung ist die Anordnung der Solarmodule **20'** im Strahlungsempfänger **50'** nicht eben sondern konvex. Dadurch wird für alle Solarzellen **10'** ein im wesentlichen senkrechter Lichteinfall erreicht.

[0283] Vorteilhaft an dieser einfach konzentrierenden Solaranlage gegenüber den mit vielfach konzentrierenden Fresnel-Linsen-Feldern ausgestatteten Anordnungen ist die Verwendung eines sehr viel kleineren und kompakteren Strahlungsempfängers. Der erfindungsgemäße Strahlungsempfänger **50'** gestattet eine strahlungsverlustarme für alle Solarmodule **20'** des Strahlungsempfängers **50'** gemeinsame Konzentration des Sonnenlichts in besonders effizienter Weise.

[0284] In einer bevorzugten Weiterbildung des elften Ausführungsbeispiels ist der Konkavspiegel **61** mit höher reflektierenden Bereichen und mit niedriger reflektierenden Bereichen zwischen den höher reflektierenden Bereichen ausgestattet, wobei die höher reflektierenden Bereiche hinsichtlich ihrer Anzahl, Anordnung und Flächengröße auf die Anzahl, Anordnung und Flächengröße der Solarzellen angepasst sind. In diesem Fall ist der Konkavspiegel in Teilspiegel segmentiert, die strahlungsdurchlässige Zwischenräume aufweisen. Damit wird vorteilhaft vermieden, dass Strahlung auf die Bereiche zwischen den Solarzellen trifft.

[0285] In einer alternativen Variante des elften Ausführungsbeispiels ist die Konversionseinheit ein thermoelektrischer Generator (**50'**), der anstatt Solarzellen thermoelektrische Chips (**10'**) aufweist, die mit einer der Einstrahlungsrichtung zugewandten Strahlungsabsorptionsschicht versehen sind.

[0286] Abschließend sei hervorgehoben, dass selbstverständlich alle Strahlungsquellen **50** aller Ausführungsbeispiele eins bis zehn sowie der Strahlungsempfänger **50'** des elften Ausführungsbeispiels strömungstechnisch in einer gegenüber der Beschreibung der Ausführungsbeispiele umgekehrten Strömungsrichtung betrieben werden können, wobei die Kühlmittelführungselemente **42a**, **42b**, **45a**, **45b**, **46a**, **46b**, **47a**, **47b**, **47'a**, **47'b**, **48a** und **48b** dann jeweils in ihrer zu- und ablaufseitigen Eigenschaft zu vertauschen sind.

[0287] Kombinationen von erfindungswesentlichen Merkmalen der Ausführungsbeispiele mit anderen Merkmalen, insbesondere denen anderer Ausführungsbeispiele, liegen selbstverständlich im Umfang der Erfindung.

Bezugszeichenliste

10	Laserdiodenelement
10	Solarzelle
11	erste/unterseitige Kontaktfläche
12	zweite/oberseitige Kontaktfläche
15	Abstrahlungsrichtung, Abstrahlungsrichtungspfeil
15a	Abstrahlungsrichtung, Abstrahlungsrichtungssymbol
20	Halbleiterbaugruppe, Diodenlaserbauelement
20'	Solarmodul
21	Wärmeleitkörper
21'	Wärmeleitgrundkörper
21*	Wärmeaufnahme­fläche
21a	Wärmeaufnahmeabschnitt
21b	Wärmeleitabschnitt
21c	Wärmeabgabeabschnitt
22	erste Außenfläche, Oberseite/linke Seitenfläche
22a	zweite Außenfläche, Unterseite/rechte Seitenfläche
23	rückseitige Endfläche, Rückseite
23a	frontseitige Endfläche, Frontseite
24	Dichtfläche
25	Kühlmittelströmungsrichtung, Kühlmittelströmungsrichtungspfeil
26	Ausnehmung/Kühlkanal einer ersten Gruppe
26a	Ausnehmung/Kühlkanal einer zweiten Gruppe
26b	Ausnehmung/Kühlkanal einer dritten Gruppe
26i	Ausnehmung ohne kühlungstechnische Funktion
26	Steg/Kühlrippe eines ersten Typs
26'a	Steg/Kühlrippe eines zweiten Typs
26*	Wärmeabgabefläche
27	Öffnung
27a	Öffnung
28	Metallisierung
28a	Metallisierung
28b	Metallisierung
29	elektrisches Verbindungselement
29a	elektrisches Verbindungszwischenelement
29b	elektrisches Verbindungszwischenelement
30	Strahlungsemissionsanordnung, Diodenlaserstapel, Diodenlaserreihe, Diodenlaserfeld
30'	Strahlungsempfangsanordnung
31	elektrisch leitendes Fügemitte­l/elektrisch leitende Fügezone

32	elektrisch isolierendes Fügemitte/elektrisch isolierende Fügezone
32a	elektrisch isolierendes Fügemitte/elektrisch isolierende Fügezone
33	erstes Fügemitte/erste Fügezone
33a	zweites Fügemitte/zweite Fügezone
34	Zwischenstück
34a	Zwischenstück
35	Stapelrichtung, Stapelrichtungspfeil
35a	Stapelrichtung, Stapelrichtungssymbol
36	Reihenrichtung, Reihenrichtungspfeil
36a	Reihenrichtung, Reihenrichtungssymbol
36b	Tiefenrichtung, Tiefenrichtungspfeil
37	Kühlmittelflusspassage
39a	erstes elektrisches Anschlusselement
39b	zweites elektrisches Anschlusselement
40	Kühlmittelzu- und abführeinrichtung
41	Kühlmittelverteilungsplatte
41a	Kühlmittelverteilungseinheit
42	Kühlmittelanschlussplatte
42a	zulaufseitiger Kühlmittelanschluss
42b	ablaufseitiger Kühlmittelanschluss
43	Deckplatte
43a	Deckplatte
44	Aufnahmeausnehmung
44'	Wand
45a	zulaufseitige Kühlmittelspreiznut
45b	ablaufseitige Kühlmitteleinschnürungsnut
46a	zulaufseitiger Kühlmittelführungsdurchbruch
46b	ablaufseitiger Kühlmittelführungsdurchbruch
47a	zulaufseitiger Kühlmittelverteilungskanal
47b	ablaufseitiger Kühlmittelsammelkanal
47'a	zulaufseitiger Kühlmittelverteilungskanal
47'b	ablaufseitiger Kühlmittelsammelkanal
48	Kühlmittelführungskammer
48a	zulaufseitige Kühlmittelspreizkammer
48b	ablaufseitige Kühlmitteleinschnürungskammer
49	Wärmeleitkörperaufnahme durchbruch
50	Strahlungsquelle, Diodenlaser
50'	Strahlungsempfänger, photovoltaischer Generator
60	Bestrahlungsvorrichtung
60'	Solarkonzentrator
61	Konkavspiegel
61a	Zerstreuungsoptik
61b	Sammeloptik
62	Ausleger
63	Stativ
64	Träger
65	Werkstück

ZITATE ENthalTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 19750879 A1 [0008]
- US 5987043 A [0036]
- EP 1113543 A1 [0038]
- EP 0766354 A1 [0068]
- DE 19701680 A1 [0079, 0188]
- DE 19644941 C1 [0179]
- US 5909458 [0200]
- US 5848083 [0211]
- DE 10011892 A1 [0211]
- DE 102007051798 B3 [0225]
- WO 2007061509 A2 [0260]

Patentansprüche

1. Konversionseinheit (50/50') zur Umwandlung von elektrischer Energie in Strahlungsenergie oder zur Umwandlung von Strahlungsenergie in elektrische Energie mit

1 wenigstens einer Konversionsanordnung (30/30') und

2 wenigstens einer Kühlmittelzu- und -abführeinrichtung (40) mit

2.1 wenigstens einem der Konversionsanordnung (30/30') zugewandten Kühlmittelauslass (45a/46a), über den wenigstens ein Kühlmittel der Konversionsanordnung (30/30') zugeführt wird, und

2.2 wenigstens einem der Konversionsanordnung (30/30') zugewandten Kühlmittleinlass (45b/46a), über den das Kühlmittel aus der Konversionsanordnung (30/30') abgeführt wird, wobei

1 die Konversionsanordnung (30/30')

1.1 mehrere Konversionsmodule (20/20') besitzt, die in wenigstens einer Anordnungsrichtung (35/35a, 36/36a) zumindest abschnittsweise jeweils einander benachbart angeordnet sind, und

1.2 wenigstens eine Kühlmittelführung aufweist, in dessen Verlauf die Bestromung der Konversionsmodule (20/20') mit dem Kühlmittel vorgesehen ist, und

1.1 die Konversionsmodule (20/20') jeweils

1.1.1 wenigstens ein elektrisch kontaktierbares, halbleitendes Konversionselement (10/10') aufweisen, das Strahlung in wenigstens eine Abstrahlungsrichtung (15, 15a) emittiert beziehungsweise Strahlung aus wenigstens einer Einstrahlungsrichtung (15', 15'a) absorbiert, und

1.1.2 wenigstens einen Wärmeleitkörper (21) mit

1.1.2.1 wenigstens einem Wärmeaufnahmeabschnitt (21a), der wenigstens eine Wärmeaufnahmefläche (21*) besitzt, an der das Konversionselement (10) befestigt ist,

1.1.2.2 wenigstens einem Wärmeabgabeabschnitt (21c), der wenigstens eine vom Kühlmittel benetzte Wärmeabgabefläche (26*) zur Wärmeabgabe an das Kühlmittel besitzt,

dadurch gekennzeichnet, dass

1.1.2.2 der Wärmeabgabeabschnitt (21c)

1.1.2.2.1 bezüglich des Wärmeaufnahmeabschnittes (21a) vollständig in wenigstens einer zur Anordnungsrichtung (35/35a, 36/36a) geneigten Wärmeleitrichtung angeordnet ist, und

1.2.2.2 wenigstens eine, die Wärmeabgabefläche (26*) umfassende Ausnehmung (26/26a/26b) aufweist sowie

1.1.2.2.3 wenigstens eine Öffnung (27/27a), die auf wenigstens einer, dem Wärmeabgabeabschnitt (21c) des Wärmeleitkörpers (21) eines benachbarten Konversionsmoduls (20) zumindest abschnittsweise gegenüberliegenden, ersten Außenseite (22/22a) angeordnet ist, und mit der Ausnehmung (26/26a/26b) in Verbindung steht,

1.1.2.1 der Wärmeaufnahmeabschnitt (21a)

1.1.2.1.1 keine vom Kühlmittel benetzte Fläche auf-

weist,

1.2 die Kühlmittelführung

1.2.1 Kühlmittelflusspassagen (37) zwischen den Wärmeabgabeabschnitten (21c) von Wärmeleitkörpern (21) benachbarter Konversionsmodule (20) besitzt,

1.2.2 für einen ersten Kühlmittelfluss zur Bestromung einer ersten Gruppe einer oder mehrerer Konversionsmodule (20) und

1.2.3 einen, zum ersten Kühlmittelfluss strömungstechnisch parallelen, zweiten Kühlmittelfluss zur Bestromung wenigstens einer zweiten Gruppe einer oder mehrerer Konversionsmodule (20) ausgebildet ist,

1.1.2 der Wärmeleitkörper (21)

1.1.2.3 wenigstens einen Wärmeleitabschnitt (21b) aufweist, der

1.1.2.3.1 zwischen dem Wärmeaufnahmeabschnitt (21a) und dem Wärmeabgabeabschnitt (21c) angeordnet ist und

1.1.2.3.2 wenigstens eine Dichtfläche (24) besitzt, über die zumindest abschnittsweise eine Dichtung erfolgt, die zu einem Einschluss von Kühlmittel in den Kühlmittelflusspassagen (37) beiträgt, und

2 von der Kühlmittelzu- und abführeinrichtung (40)

2.3 zumindest ein Abschnitt, der den Kühlmittelauslass (45a/46a) und/oder den Kühlmittleinlass (45b/46b) aufweist, in Wärmeleitrichtung abseits der Konversionsanordnung (30/30') angeordnet ist.

2. Konversionseinheit nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeabgabeabschnitt (21c) eine Vielzahl von Ausnehmungen (26/26a/26b) mit jeweils wenigstens einer Wärmeabgabefläche (26*) aufweist, die jeweils mit wenigstens einer Öffnung (27/27a), die auf wenigstens einer, dem Wärmeabgabeabschnitt (21c) des Wärmeleitkörpers (21) einer benachbarten Halbleiterbaugruppe (20) zumindest abschnittsweise gegenüberliegenden, ersten Außenseite (22/22a) angeordnet ist, in Verbindung stehen.

3. Konversionseinheit nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen (26/26a) jeweils die besagte Öffnung (27/27a) aufweisen.

4. Konversionseinheit nach Anspruch 2 oder 3 dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen (26/26a) sich von der ersten Außenseite (22) in Richtung zu einer der ersten Außenseite (22) gegenüberliegenden zweiten Außenseite (22a) und/oder von einer der ersten Außenseite (22) gegenüberliegenden zweiten Außenseite (22a) in Richtung der ersten Außenseite (22) erstrecken.

5. Konversionseinheit nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen (26) sich von der ersten Außenseite (22) zu einer der ersten Außenseite (22) gegenüberliegenden zweiten Außenseite (22a) erstrecken, wobei die Ausnehmungen

(26) jeweils wenigstens eine erste Öffnung (27) aufweisen, die auf der ersten Außenseite (22) angeordnet ist, sowie wenigstens eine zweite Öffnung (27a), die auf der zweiten Außenseite (22a) angeordnet ist.

6. Konversionseinheit nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeabgabeabschnitt (21c) eine erste Gruppe von Ausnehmungen (26) und wenigstens eine zweite Gruppe von Ausnehmungen (26a) besitzt, wobei sich die Ausnehmungen der ersten Gruppe von Ausnehmungen (26) von einem Zwischenraum (48) zwischen der ersten Außenseite (22) und einer der ersten Außenseite (22) gegenüberliegenden zweiten Außenseite (22a) zur ersten Außenseite (22) erstrecken und die Ausnehmungen der zweiten Gruppen von Ausnehmungen (26a) von dem Zwischenraum zur zweiten Außenseite (22a) erstrecken und die Kühlmittelführung für einen ersten Kühlmittelfluss zur Durchströmung der ersten Gruppe von Ausnehmungen (26) und einen zum ersten Kühlmittelfluss strömungstechnisch parallelen, zweiten Kühlmittelfluss zur Durchströmung der zweiten Gruppe von Ausnehmungen (26a) ausgebildet ist.

7. Konversionseinheit nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeabgabeabschnitt (21c) eine erste Gruppe von Ausnehmungen (26) und wenigstens eine zweite Gruppe von Ausnehmungen (26a) besitzt, wobei sich die Ausnehmungen der ersten Gruppe von Ausnehmungen (26) von der ersten Außenseite (22) in Richtung zu einer der ersten Außenseite (22) gegenüberliegenden zweiten Außenseite (22a) erstrecken und die Ausnehmungen der zweiten Gruppen von Ausnehmungen (26a) von einer der ersten Außenseite (22) gegenüberliegenden zweiten Außenseite (22a) in Richtung der ersten Außenseite (22) erstrecken und die Kühlmittelführung für einen seriellen Kühlmittelfluss zur einander nachfolgenden Durchströmung der ersten Gruppe von Ausnehmungen (26) und der zweiten Gruppe von Ausnehmungen (26a) ausgebildet ist.

8. Konversionseinheit nach einem der Ansprüche 2 bis 7 dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeabgabeabschnitt (21c) zumindest abschnittsweise als Kühlrippenkörper ausgebildet ist, der sich in Wärmeleitrichtung von dem Wärmeaufnahmeabschnitt (21a) wegstehende Kühlrippen (26'/26'a) aufweist, zwischen denen für die Aufnahme von Kühlmittel ausgebildete Ausnehmungen (26/26a) vorliegen, die über wenigstens eine Öffnung (27/27a) mit Kühlmittel beströmbar sind und/oder aus denen über wenigstens eine Öffnung (27/27a) das Kühlmittel abfließen kann.

9. Konversionseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeleitkörper (21) wenigstens bereichsweise elektrisch leitfähig ist, der elektrisch leitfähige Bereich des Wärmeleitkörpers (21) elektrisch mit dem

Konversionselement (10) verbunden ist und der Wärmeabgabeabschnitt (21c) wenigstens an von Kühlmittel benetzten Flächen mit wenigstens einer elektrisch nicht leitfähigen, oder einer aus wenigstens einem Refraktärmetall bestehenden Schicht versehen ist.

10. Konversionseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das Konversionselement (10) wenigstens eine, auf einer ersten Seite angeordnete, erste elektrische Kontaktfläche (11) aufweist sowie wenigstens eine, zur ersten elektrischen Kontaktfläche gegenpolige, zweite Kontaktfläche (12).

11. Konversionseinheit nach Anspruch 10 dadurch gekennzeichnet, dass die erste elektrische Kontaktfläche des Konversionselementes (10/10') eines ersten Konversionsmoduls (20/20') in elektrischer Verbindung steht mit der zweiten elektrischen Kontaktfläche des Konversionselementes eines, dem ersten Konversionsmodul in wenigstens einer Anordnungsrichtung unmittelbar benachbarten, zweiten Konversionsmoduls.

12. Konversionseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl von Gruppen von Konversionsmodulen (20/20') gleich der Anzahl von Konversionsmodulen (20/20') ist, womit jede Gruppe genau ein Konversionsmodul (20/20') aufweist und alle Konversionsmodule (20/20') strömungstechnisch parallel durchfließen werden.

13. Konversionseinheit nach Anspruch 12 dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlmittelflusspassagen (37) in zur Kühlmittelzu- und Abführeinrichtung zugewandten Richtung geöffnet sind und die Ausnehmungen (26/26a) der Konversionsmodule in zur Kühlmittelzu- und Abführeinrichtung zugewandten Richtung geöffnet sind, wobei zulaufseitig das Kühlmittel in die Ausnehmungen (26/26a) der Konversionsmodulen (20/20') eingebracht wird, aus denen es sich beim Verlassen jeweils in zwei Kühlmittelportionen aufteilt, die durch die Kühlmittelflusspassagen (37) von auf einander gegenüberliegenden Seiten von Konversionsmodulen (20/20') eintreten und sich dort mit den Kühlmittelportionen aus den jeweils nächst benachbarten Konversionsmodulen (20/20') vereinigen um ablaufseitig die Konversionsanordnung (30) über die Kühlmittelflusspassage (37) zu verlassen.

14. Konversionseinheit nach Anspruch 12 dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlmittelflusspassagen (37) in zur Kühlmittelzu- und Abführeinrichtung zugewandten Richtung geöffnet sind und in eine erste Schar von zulaufseitigen und eine zweite Schar von ablaufseitigen Kühlmittelflusspassagen unterteilt sind, wobei

sich zulaufseitige und ablaufseitige Kühlmittelflusspassagen in Anordnungsrichtung (**35/35a**, **36/36a**) einander abwechseln und zulaufseitig das Kühlmittel in den zulaufseitigen Kühlmittelflusspassagen (**37**) in zwei Kühlmittelportionen aufgeteilt wird, die durch die Ausnehmungen (**26/26a/26b**) von auf einander gegenüberliegenden Seiten der Kühlmittelflusspassage (**37**) angeordneten Konversionsmodulen (**20/20'**) fließen und sich ablaufseitig in den nächst benachbarten ablaufseitigen Kühlmittelflusspassagen (**37**) mit den Kühlmittelportionen aus den übernächst benachbarten zulaufseitigen Kühlmittelflusspassagen (**37**) vereinigen, um ablaufseitig die Konversionsanordnung (**30**) über die ablaufseitigen Kühlmittelflusspassagen (**37**) zu verlassen.

15. Konversionseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 11 dadurch gekennzeichnet, dass die Konversionsmodule (**20/20'**) in einer ersten Schar von Konversionsmodulen (**20/20'**) und wenigstens in einer zweiten Schar von Konversionsmodulen (**20/20'**) vorliegen, wobei jeweils wenigstens ein Konversionsmodul (**20/20'**) der zweiten Schar von Konversionsmodulen (**20/20'**) wenigstens einem Konversionsmodul (**20/20'**) der ersten Schar von Konversionsmodulen (**20/20'**) strömungstechnisch nachgeschaltet ist.

16. Konversionseinheit nach Anspruch 15 dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl von Konversionsmodulen (**20/20'**) in einer Gruppe von Konversionsmodulen (**20/20'**) gleich der Anzahl von Scharen von Konversionsmodulen (**20/20'**) ist, so dass sich die Anzahl der Konversionsmodule (**20/20'**) insgesamt aus der Multiplikation der Anzahl von Gruppen mit der Anzahl von Scharen von Konversionsmodulen (**20/20'**) ergibt.

17. Konversionseinheit nach Anspruch 15 oder 16 dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen (**26/26a**) der Konversionsmodule in zur Kühlmittelzu- und Abführeinrichtung zugewandten Richtung geöffnet sind und die Konversionsmodule (**20/20'**) in einer ersten Schar von zulaufseitigen Konversionsmodulen (**20/20'**) und in einer zweiten Schar von ablaufseitigen Konversionsmodulen (**20/20'**) vorliegen, wobei sich zulaufseitige und ablaufseitige Konversionsmodule in Anordnungsrichtung (**35/35a**, **36/36a**) einander abwechseln und zulaufseitig das Kühlmittel in die Ausnehmungen (**26/26a**) der zulaufseitigen Konversionsmodulen (**20/20'**) eingebracht wird, aus denen es sich beim Verlassen in zwei Kühlmittelportionen aufteilt, die durch die Kühlmittelflusspassagen (**37**) von auf einander gegenüberliegenden Seiten der zulaufseitigen Konversionsmodulen (**20/20'**) fließen und sich ablaufseitig in den nächst benachbarten ablaufseitigen Konversionsmodulen (**20/20'**) mit den Kühlmittelportionen aus den übernächst benachbarten zulaufseitigen Konversionsmodulen (**37**) vereinigen

und vereinigt durch die Ausnehmungen (**26/26a**) der ablaufseitigen Konversionsmodulen (**20/20'**) fließen, um ablaufseitig die Konversionsanordnung (**30**) zu verlassen.

18. Konversionseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeaufnahme­fläche (**21a**) oberseitig am Wärmeleitkörper (**21**) angeordnet ist und die Dichtfläche (**24**) zumindest abschnittsweise ober- und unterseitig am Wärmeleitkörper (**21**) angeordnet ist und parallel oder um weniger als 45° zur Wärmeaufnahme­fläche (**21a**) geneigt orientiert ist.

19. Konversionseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 17 dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeaufnahmebereich (**21a**) eine zur Ober- und Unterseite des Wärmeleitkörpers (**21**) geneigte frontseitige Endfläche (**23a**) aufweist und die Dichtfläche **24** den Wärmeleitkörper (**21**) im Wärmeleitabschnitt (**21b**) umlaufend umgibt und parallel oder um weniger als 45° zur frontseitigen Endfläche (**23a**) geneigt ist.

20. Konversionseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass zwischen einander in Anordnungsrichtung (**35/35a**, **36/36a**) benachbarten Konversionsmodulen (**20/20'**) ein Zwischenstück (**34**) angeordnet ist, das die Kühlmittelflusspassage (**37**) in Form einer Ausnehmung aufweist.

21. Konversionseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 19 dadurch gekennzeichnet, dass zwischen einander in Anordnungsrichtung (**35/35a**, **36/36a**) benachbarten Konversionsmodulen (**20/20'**) ein Dichtmittel (**33**) vorliegt, das den Abstand zwischen den einander gegenüberliegenden Dichtflächen (**24**) benachbarter Konversionsmodule (**20/20'**) überbrückt oder zu einer dichten Überbrückung desselben beiträgt und zwischen zwei Dichtmittelbereichen ein als Kühlmittelflusspassage (**37**) ausgebildeter Freiraum vorliegt.

22. Konversionseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Konversionseinheit als Strahlungsquelle (**50**) ausgebildet ist, wobei die Konversionsanordnung eine Strahlungsemissionsanordnung (**30**) ist, die Konversionsmodule Strahlung emittierende Halbleiterbaugruppen (**20**) sind und die halbleitenden Konversionselemente Strahlung emittierende Halbleiterbauelemente (**10**) sind.

23. Konversionseinheit nach Anspruch 22 dadurch gekennzeichnet, dass das strahlungsemit­tierende Halbleiterbauelement ein Laserdiodenelement (**10**) ist und die Halbleiterbaugruppe ein Diodenlaserelement (**20**) ist.

24. Konversionseinheit nach Anspruch 23 da-

durch gekennzeichnet, dass das Laserdiodenelement ein kantenemittierendes Laserdiodenelement (10) ist, das auf einer ersten Seite wenigstens eine erste elektrische Kontaktfläche (11) und auf einer, der ersten Seite gegenüberliegenden, zweiten Seite wenigstens eine zweite elektrische Kontaktfläche (12) aufweist sowie eine zur ersten und/oder zur zweiten Kontaktfläche geneigte Strahlungsausstrittsfläche, aus der im Betrieb Strahlung eine Abstrahlungsrichtung (15/15a) emittiert wird, und seitens seiner ersten Seite stoffschlüssig an den Wärmeaufnahmeabschnitt (21a) angebunden ist.

25. Konversionseinheit nach Anspruch 24 dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeabgabeabschnitt (21c) zumindest abschnittsweise in Projektion des kantenemittierenden Laserdiodenelementes (10) senkrecht zur Wärmeaufnahmefläche (21*) angeordnet ist, die Wärmeleitrichtung senkrecht zur Wärmeaufnahmefläche (21*) orientiert ist und die Diodenlaserbauelemente (20) in einer Tiefenrichtung (36b) parallel zur Abstrahlungsrichtung (15/15a) zumindest abschnittsweise hintereinander angeordnet sind, wobei jeweils das Laserdiodenelement (10) eines einem ersten Diodenlaserbauelement (20) entgegen der Abstrahlungsrichtung unmittelbar benachbarten zweiten Diodenlaserbauelementes (20) gegenüber dem Laserdiodenelement (10) des ersten Diodenlaserbauelementes (20) entgegen der Wärmeleitrichtung versetzt ist.

26. Konversionseinheit nach Anspruch 24 dadurch gekennzeichnet, dass die Diodenlaserbauelemente 20 in einer Stapelrichtung (35/35a) senkrecht zur Wärmeaufnahmefläche (21*) und/oder senkrecht zur Wärmeleitrichtung abschnittsweise übereinander angeordnet sind, und der Wärmeabgabeabschnitt (21c) vollständig außerhalb einer in Stapelrichtung (35/35a) weisenden Projektion des kantenemittierenden Laserdiodenelementes (10) angeordnet ist.

27. Konversionseinheit nach Anspruch 24 oder 26 dadurch gekennzeichnet, dass die Diodenlaserbauelemente 20 in einer Reihenrichtung (36/36a) parallel zur Wärmeaufnahmefläche (21*) und/oder senkrecht zur Wärmeleitrichtung abschnittsweise nebeneinander angeordnet sind, und der Wärmeabgabeabschnitt (21c) vollständig außerhalb einer senkrecht zur Wärmeaufnahmefläche (21*) verlaufenden Projektion des kantenemittierenden Laserdiodenelementes (10) angeordnet ist.

28. Konversionseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 21 dadurch gekennzeichnet, dass die Konversionseinheit ist als Strahlungsempfänger (50') ausgebildet ist, wobei die Konversionsanordnung eine Strahlungsempfangsanordnung (30') ist, die Konversionsmodule Strahlung absorbierende Halbleiterbaugruppen (20') und die halbleitenden Konversionselemente Strahlung absorbierende Halbleiter-

bauelemente (10') sind.

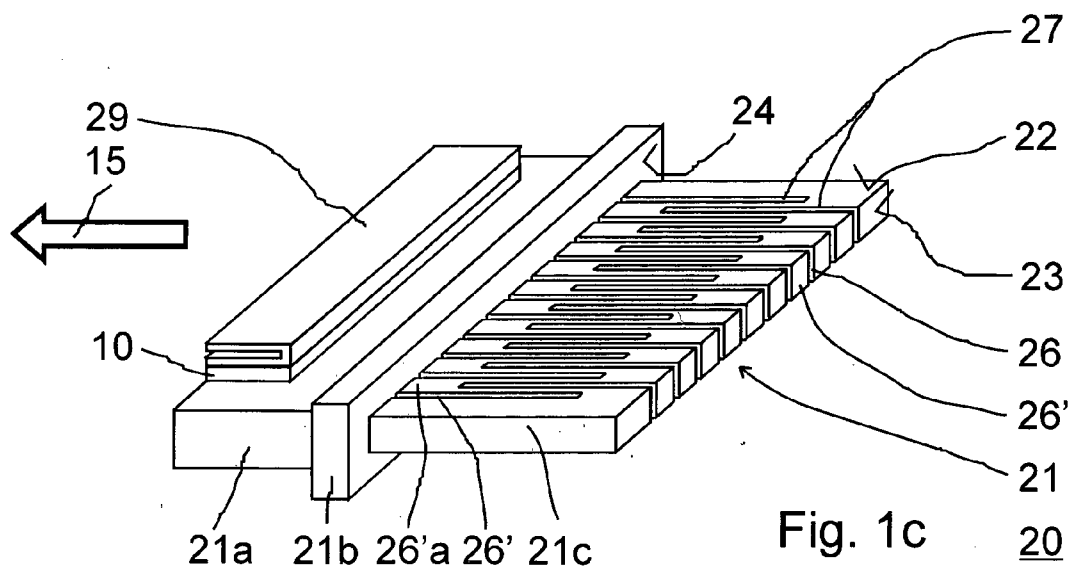
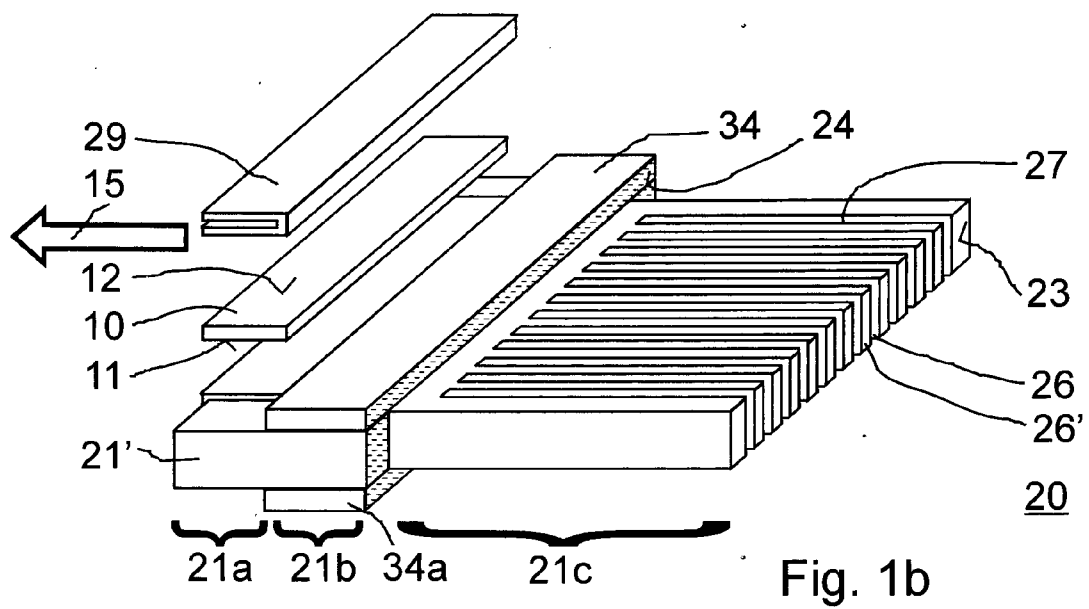
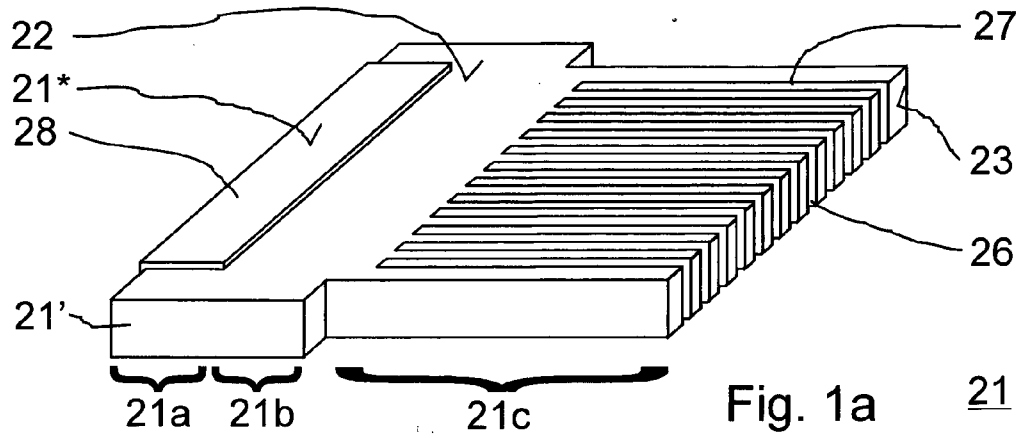
29. Konversionseinheit nach Anspruch 28 dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlungsempfänger als photovoltaischer Generator (50') ausgebildet ist, wobei die Strahlung absorbierenden Halbleiterbaugruppen Solarmodule (20') und die Strahlung absorbierende Halbleiterbauelemente Solarzellen (10') sind.

30. Verfahren zur Inbetriebnahme einer Konversionseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Konversionsmodule (20/20') vor ihrer Anordnung zur Konversionsanordnung (30/30') testweise betrieben werden, wobei die Strahlungsleistung auf das beziehungsweise von dem Konversionsmodul erfasst wird sowie die an dem Konversionsmodul an beziehungsweise vorliegende elektrische Leistung.

31. Optische Anordnung (60') mit einer Konversionseinheit (50') nach Anspruch 29 gekennzeichnet durch eine Sammeloptik, die das Strahlenbündel der Sonne mit erhöhter Bestrahlungsstärke auf die Gesamtheit der Solarzellen (10') der Strahlungsempfangsanordnung (30') lenkt.

Es folgen 28 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



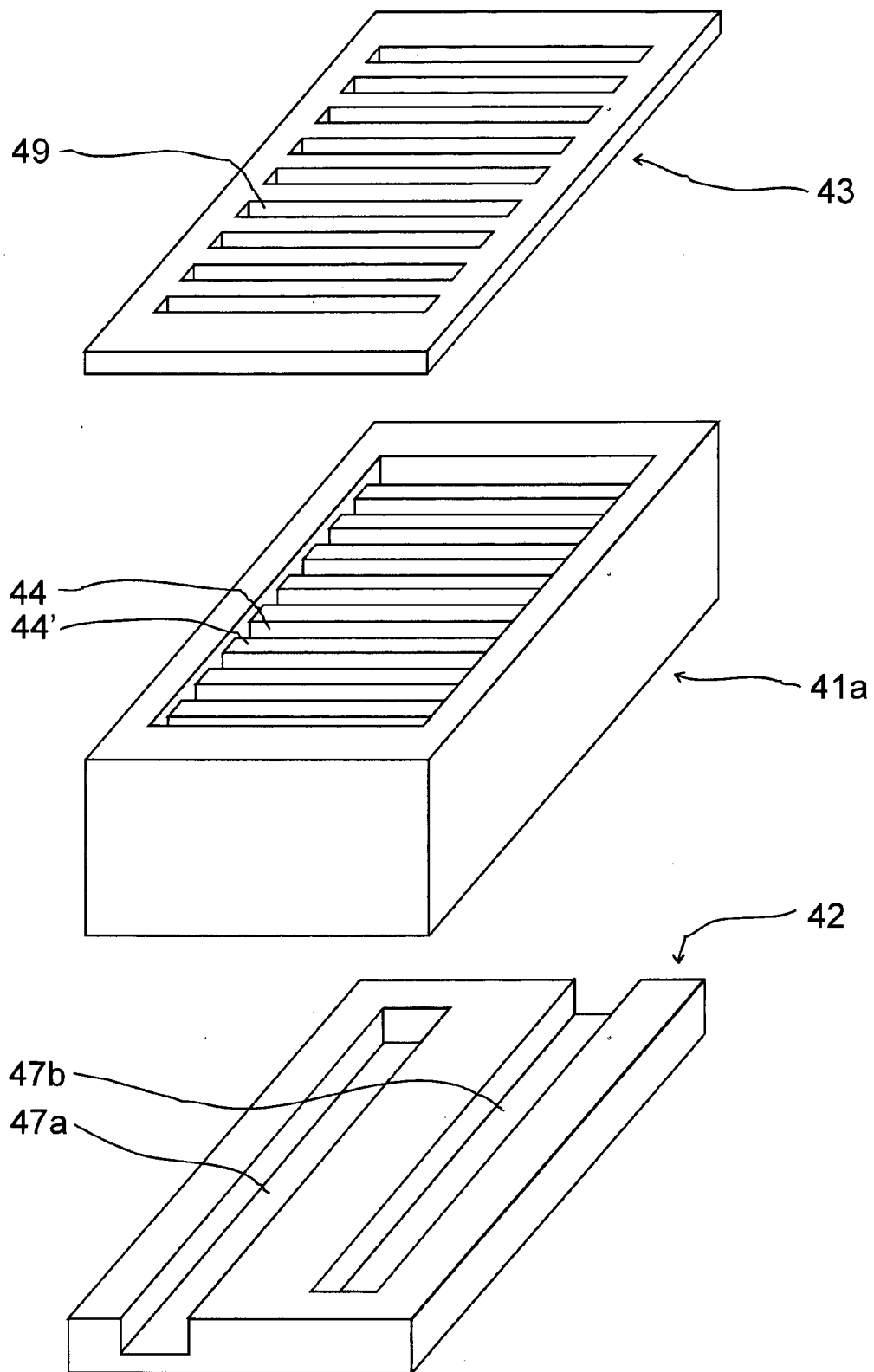


Fig. 1d

40

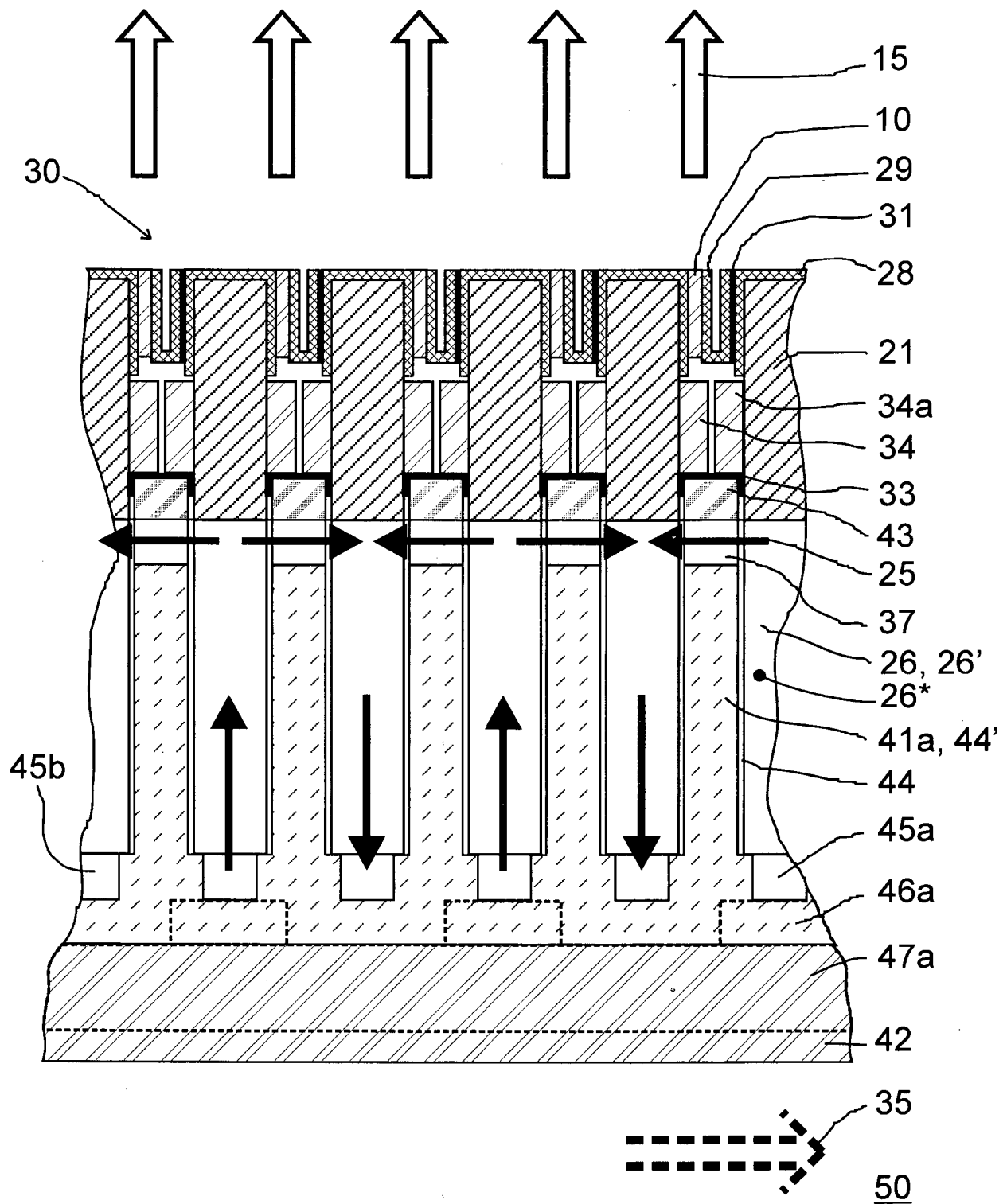
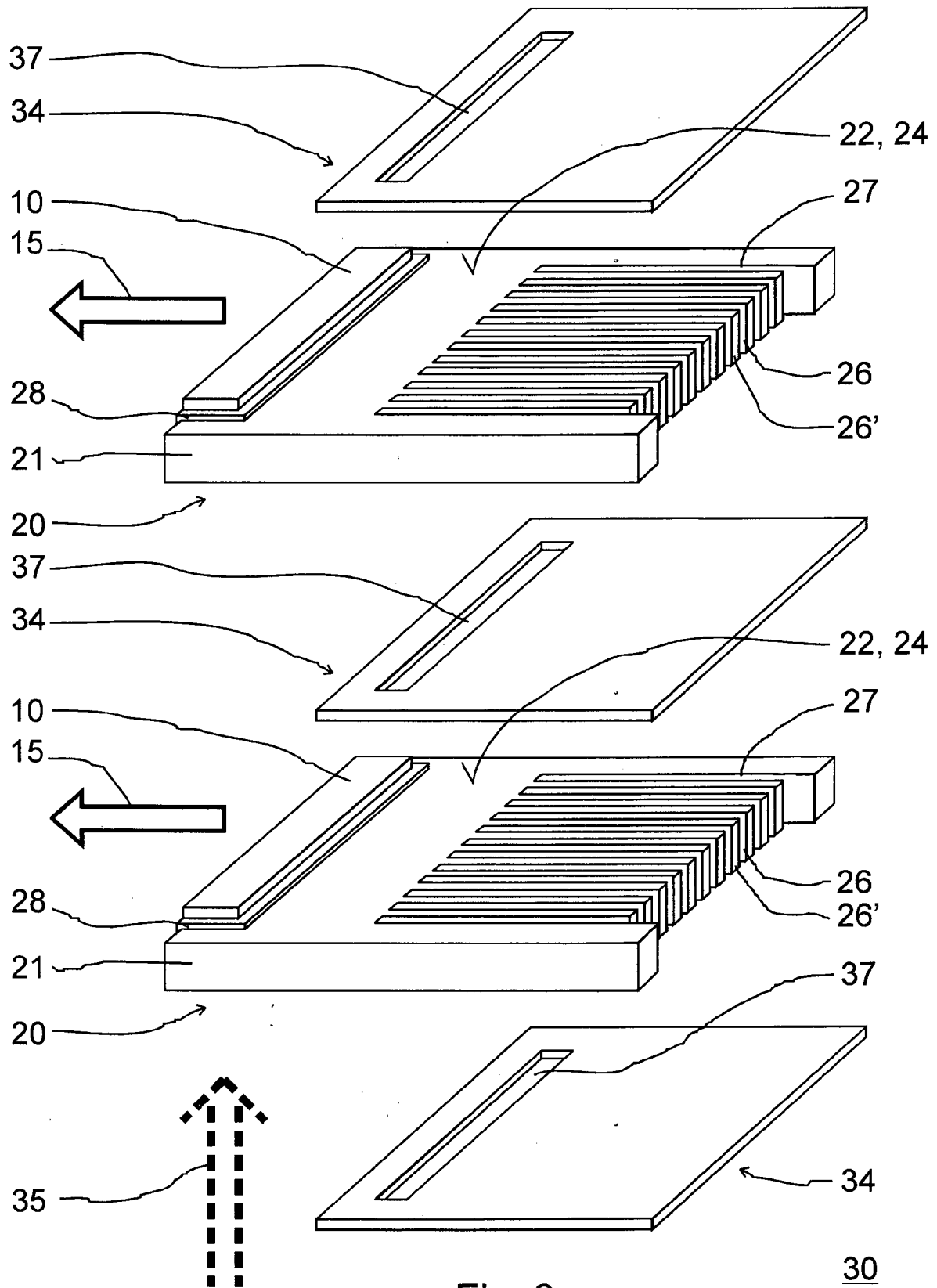


Fig. 1e



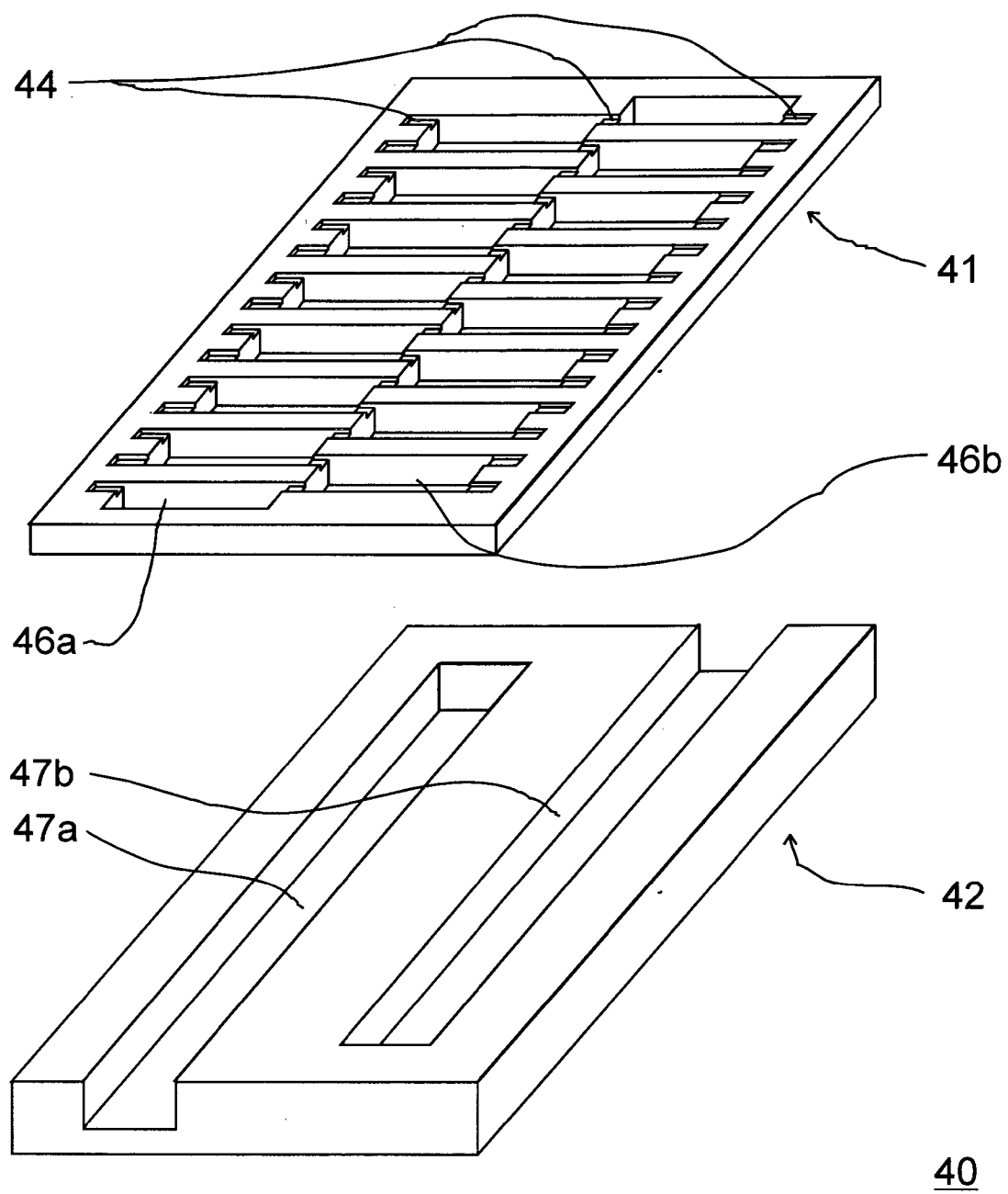


Fig. 2b

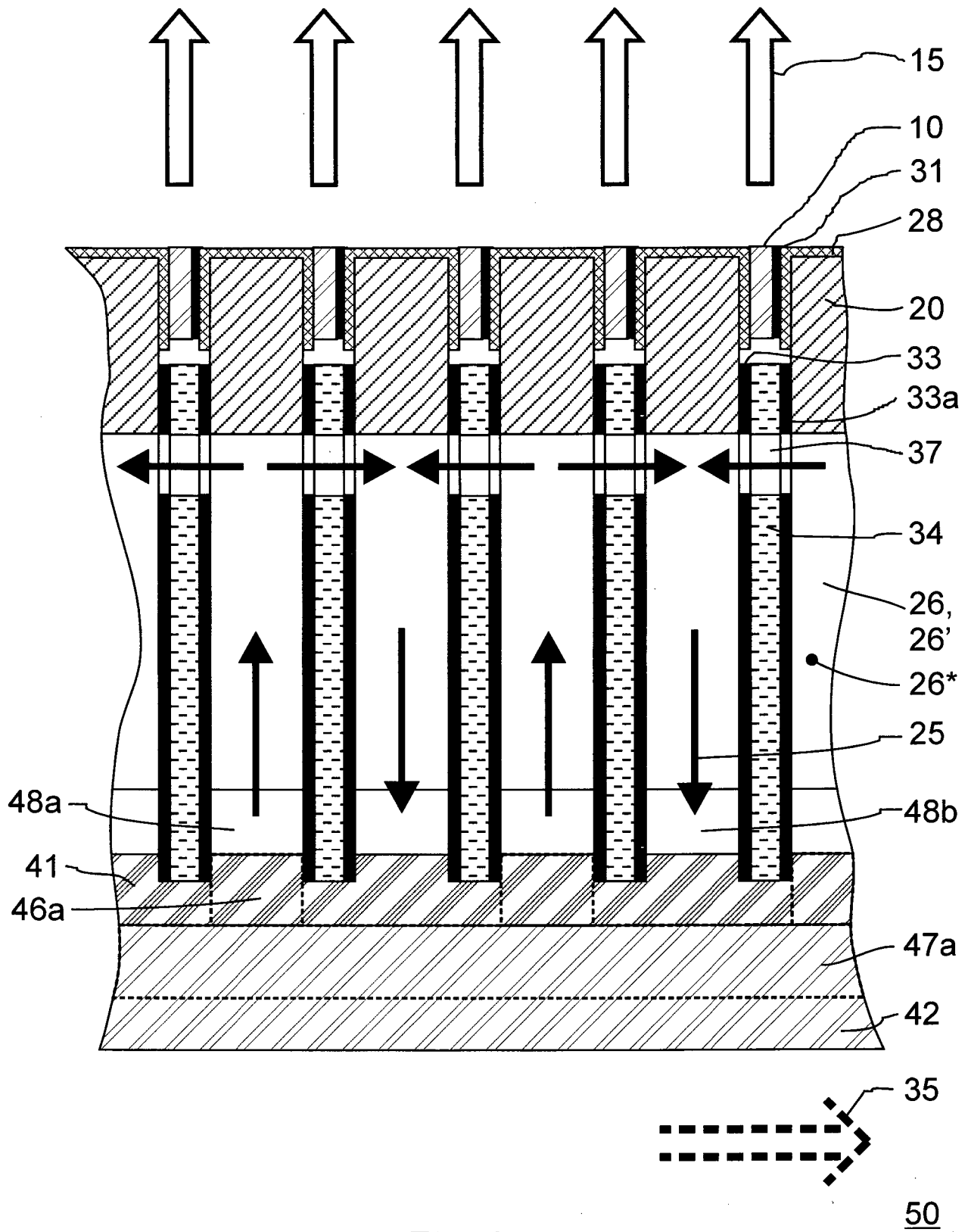


Fig. 2c

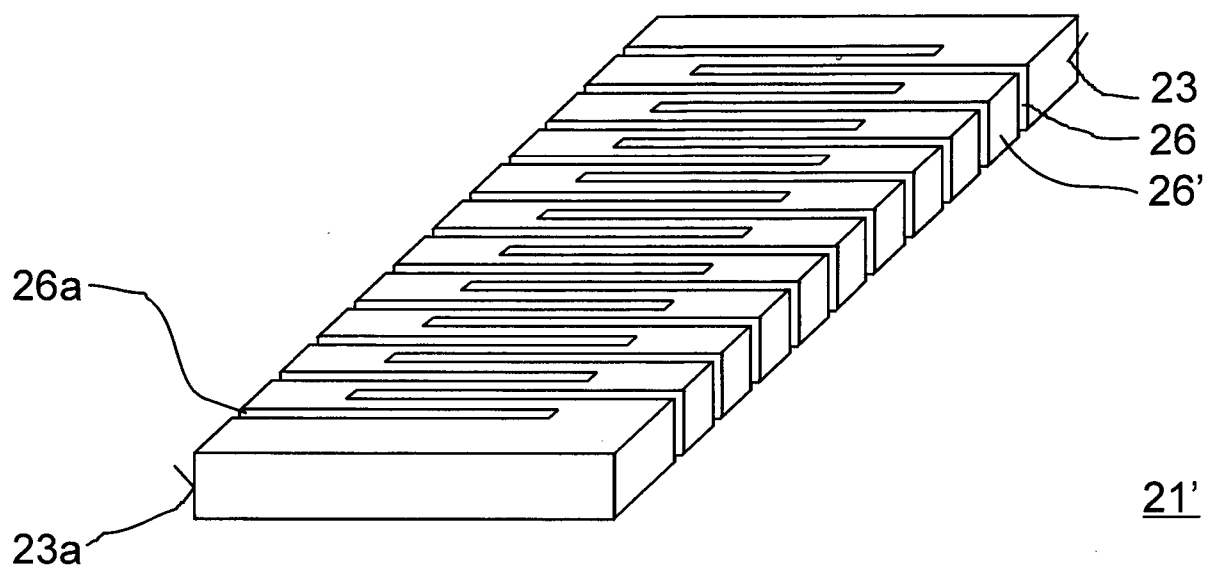


Fig. 3a

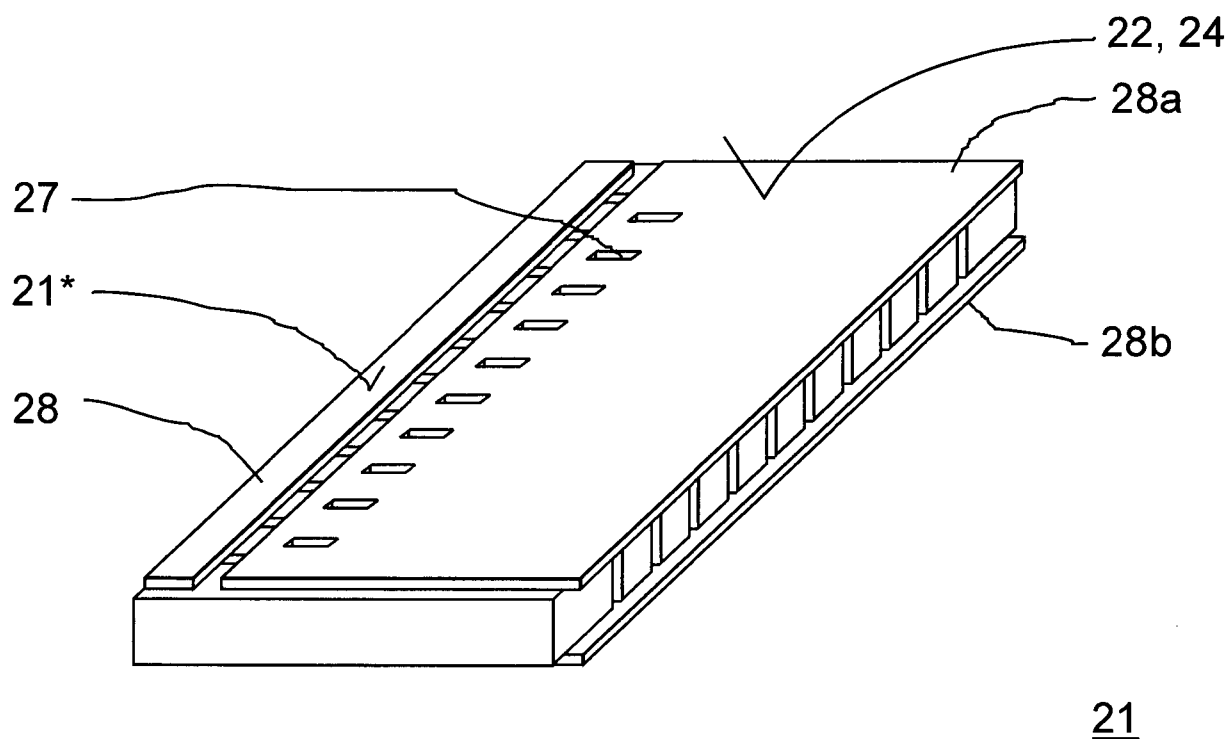
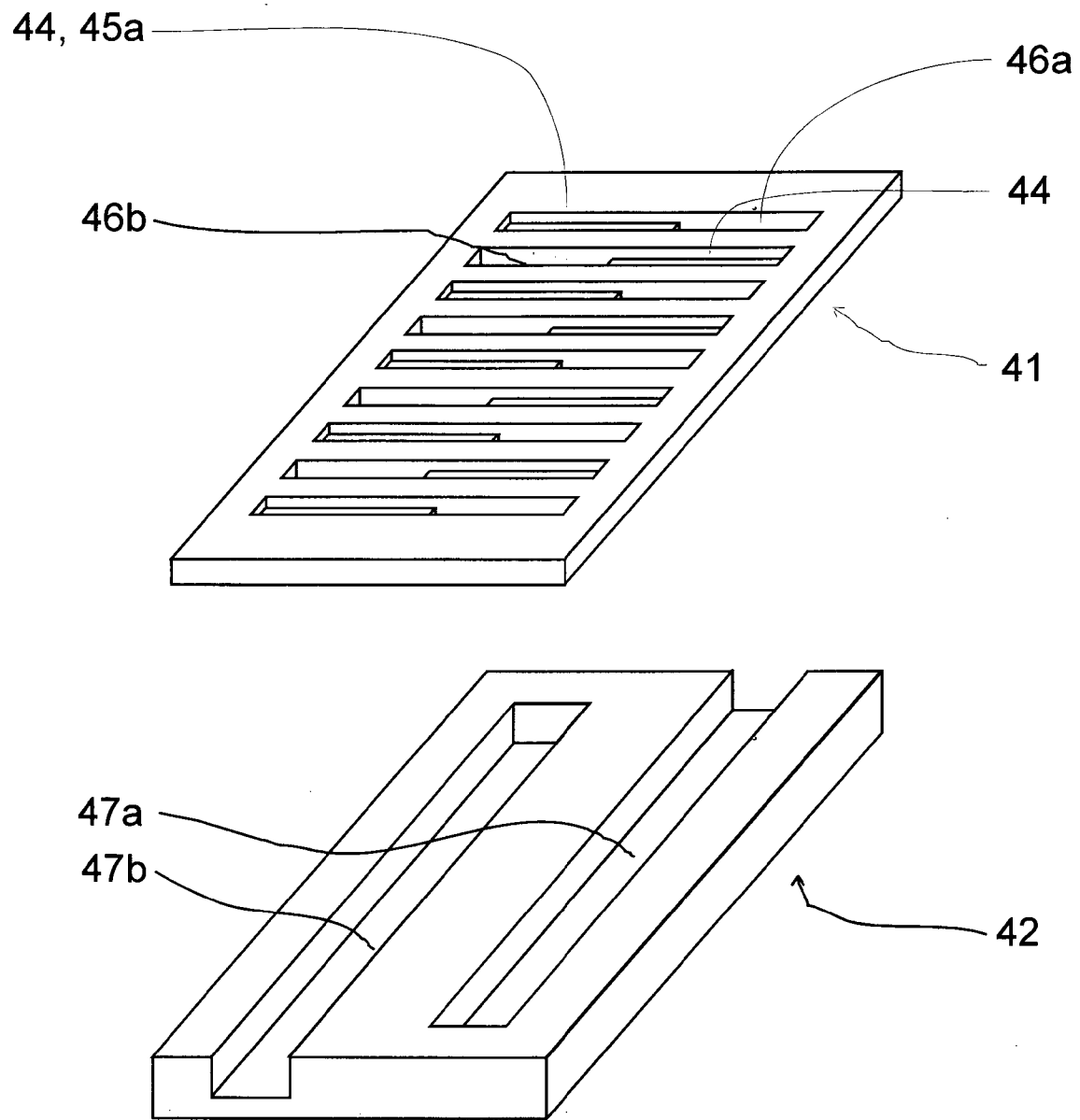


Fig. 3b



40

Fig. 3c

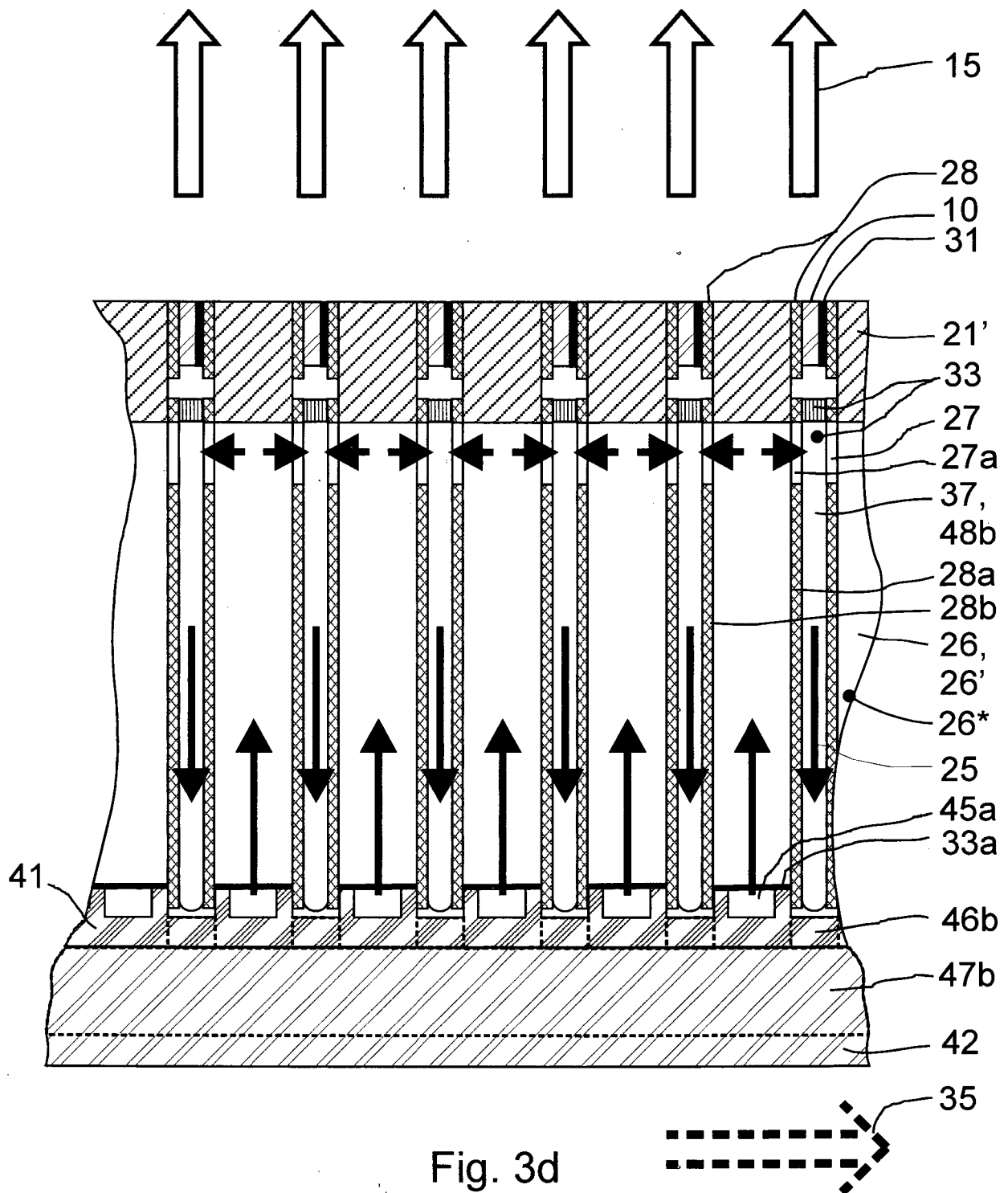


Fig. 3d

50

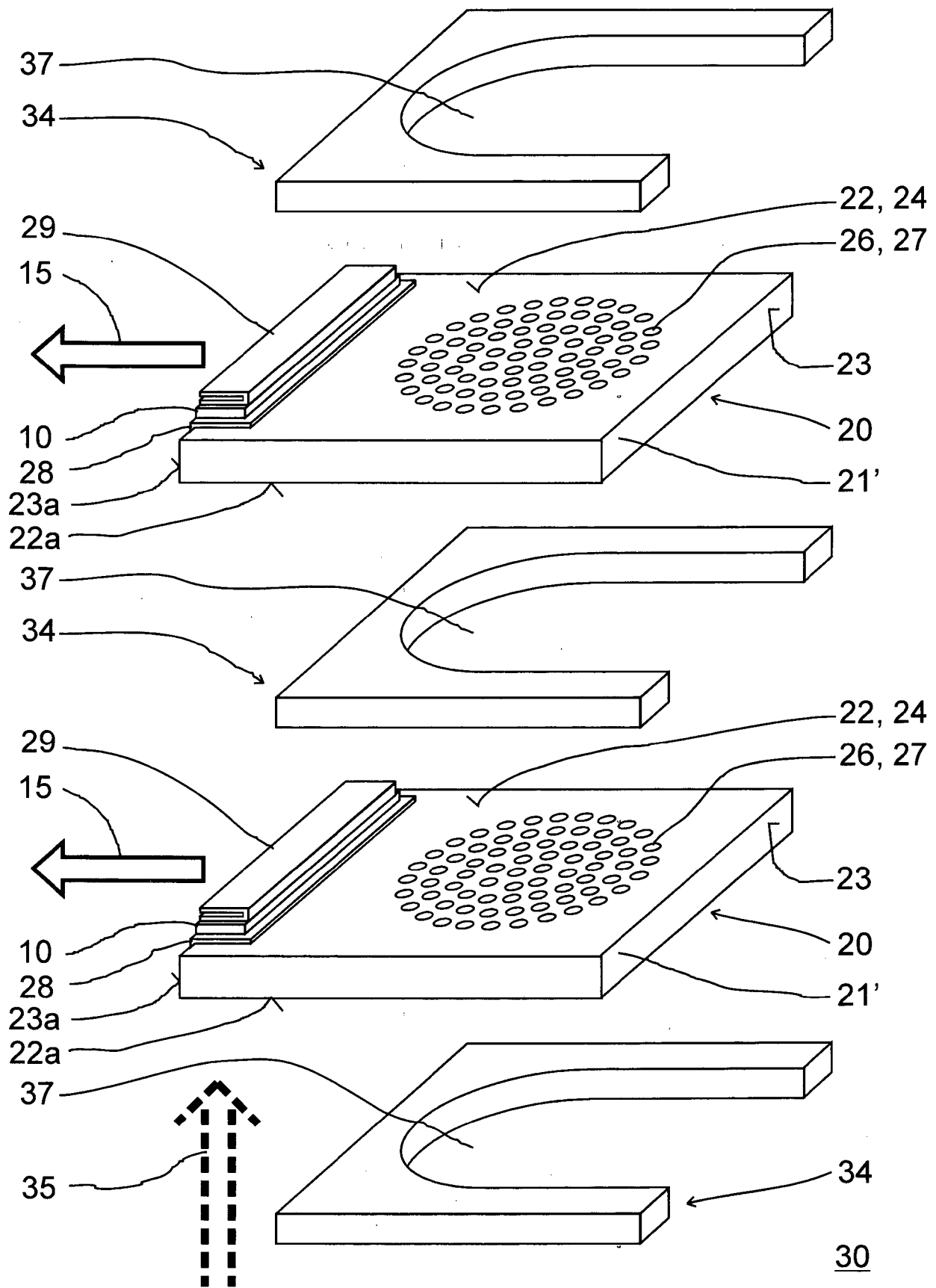
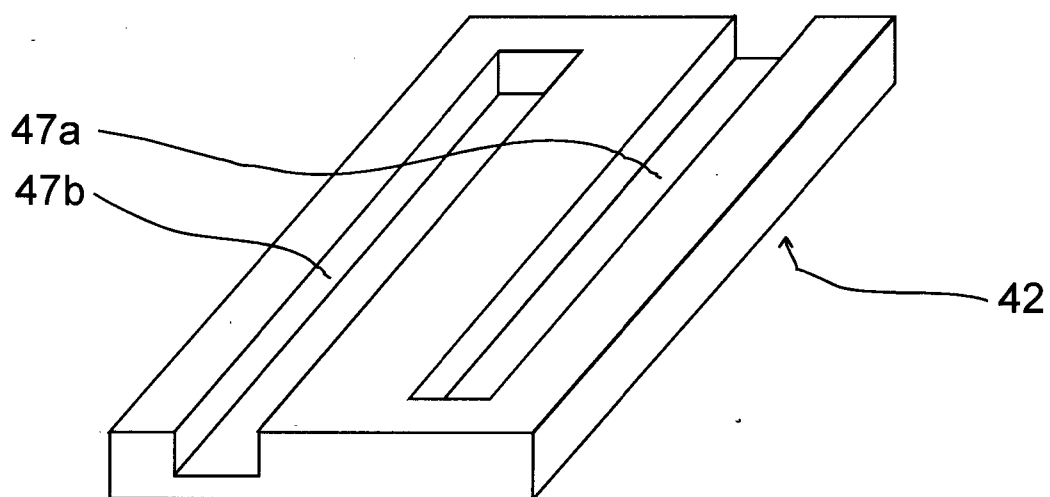
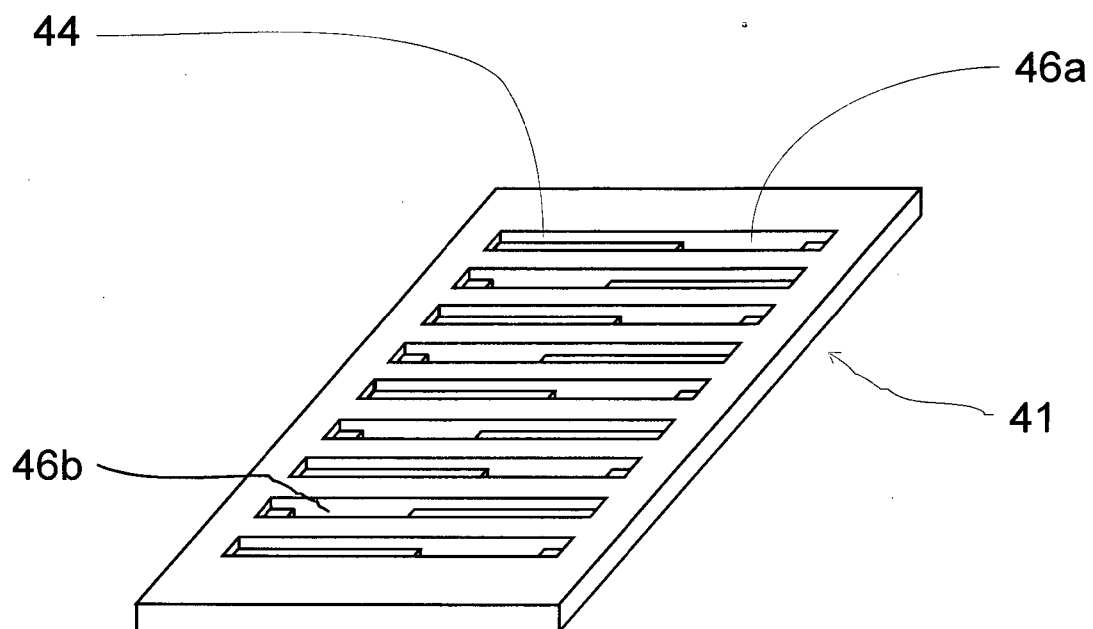


Fig. 4a



40

Fig. 4b

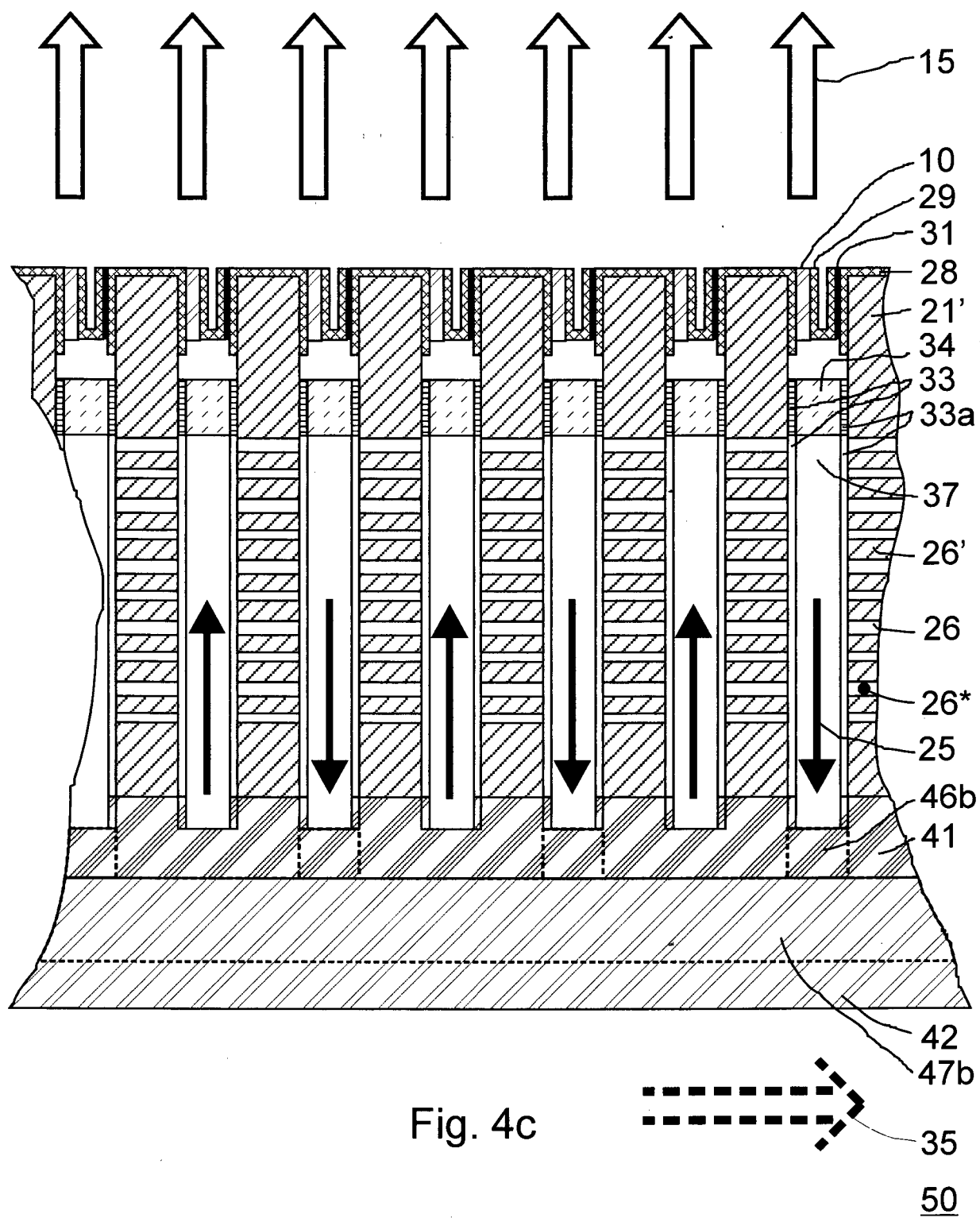
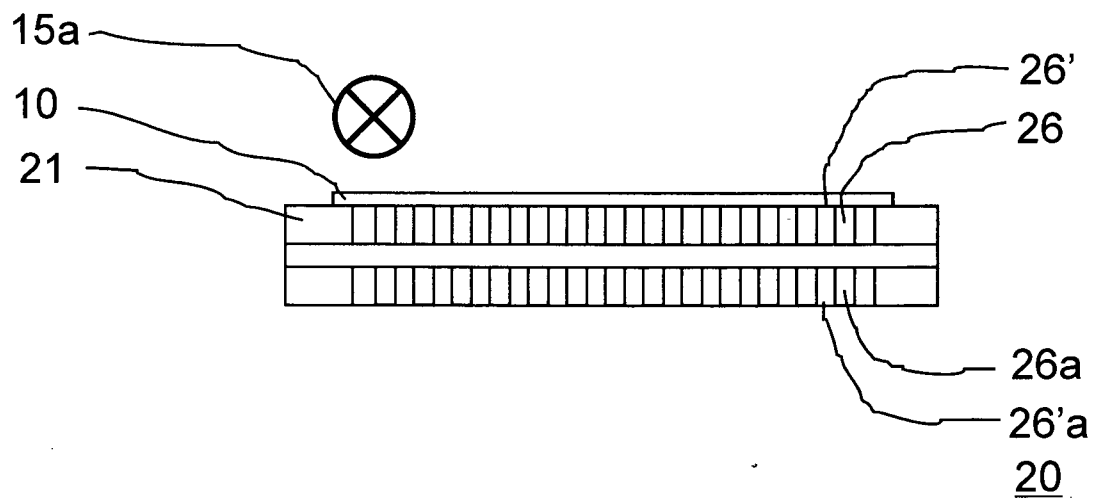
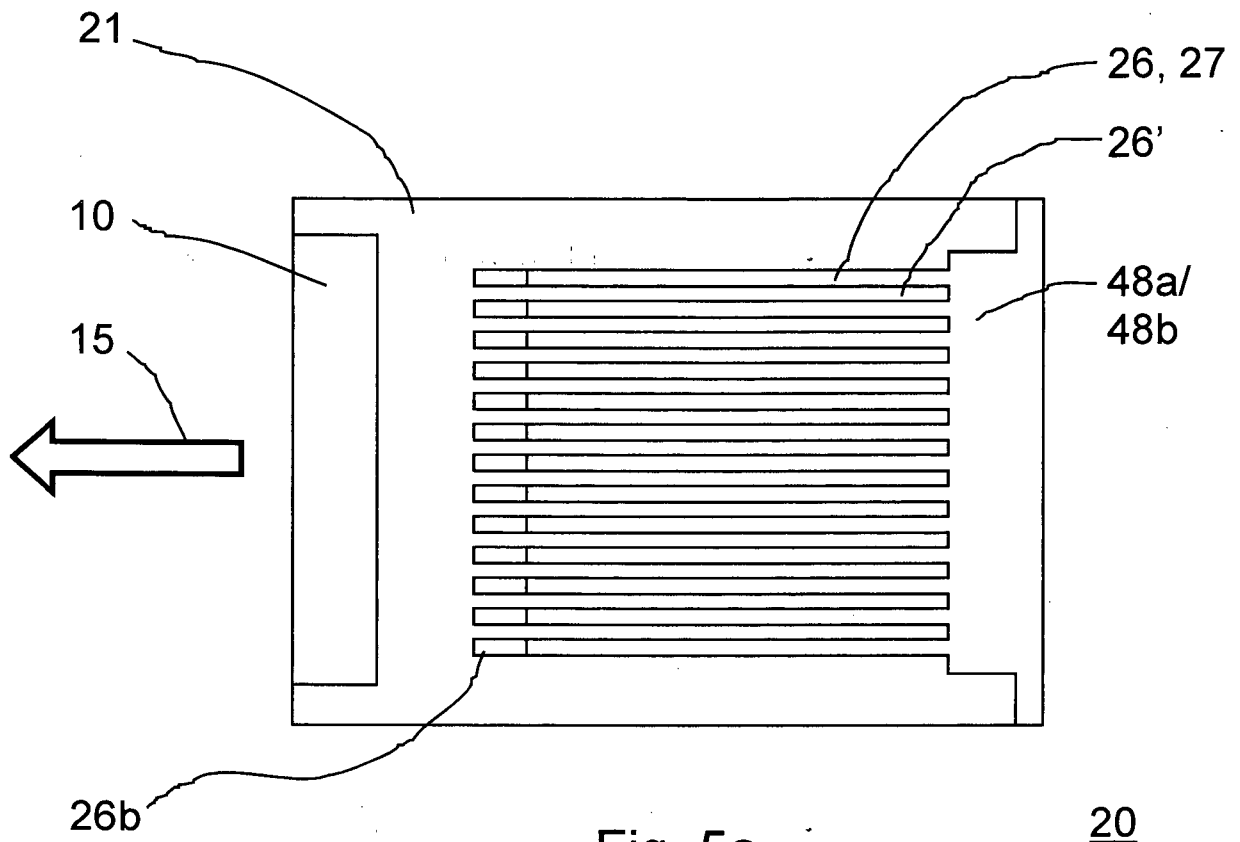
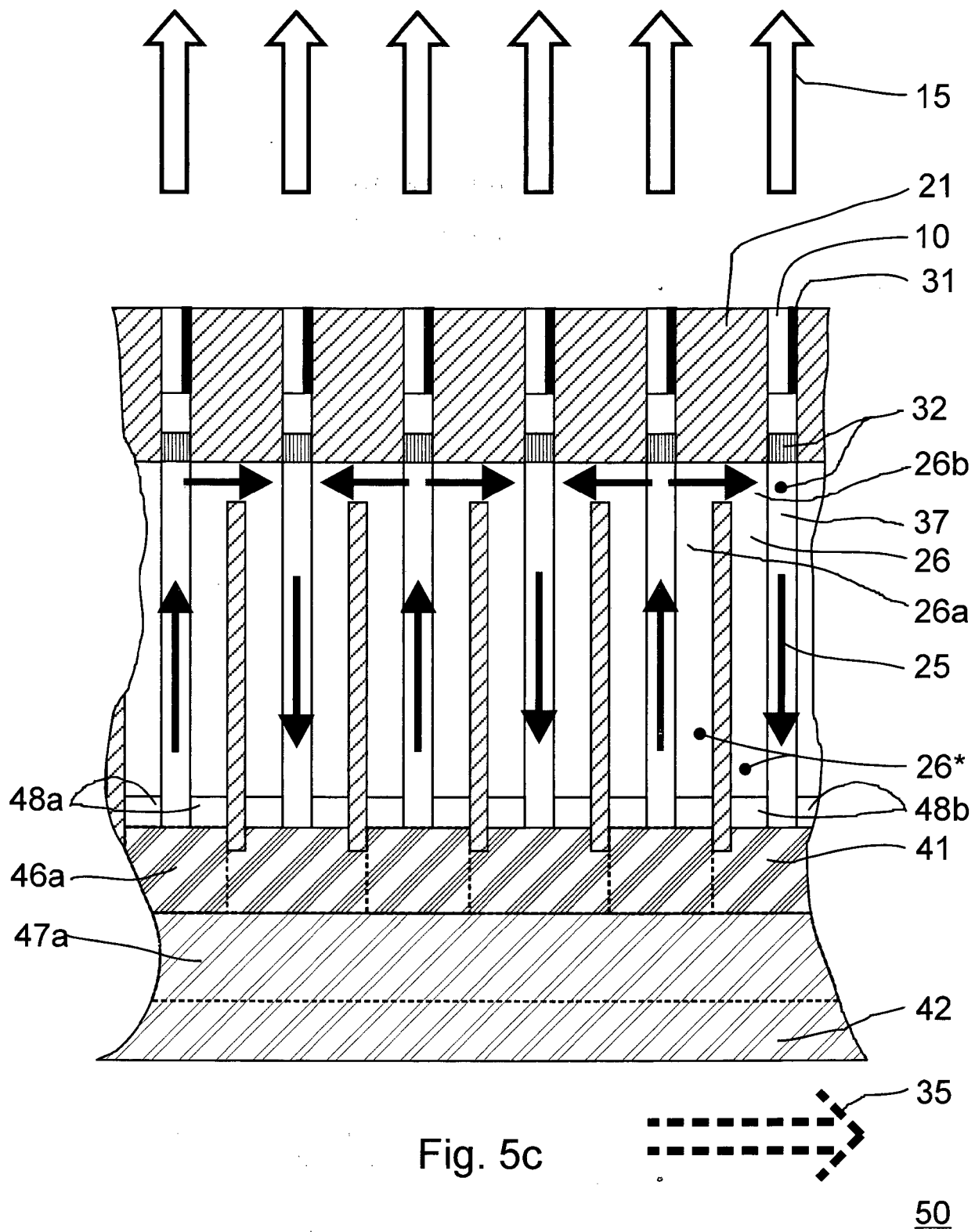


Fig. 4c





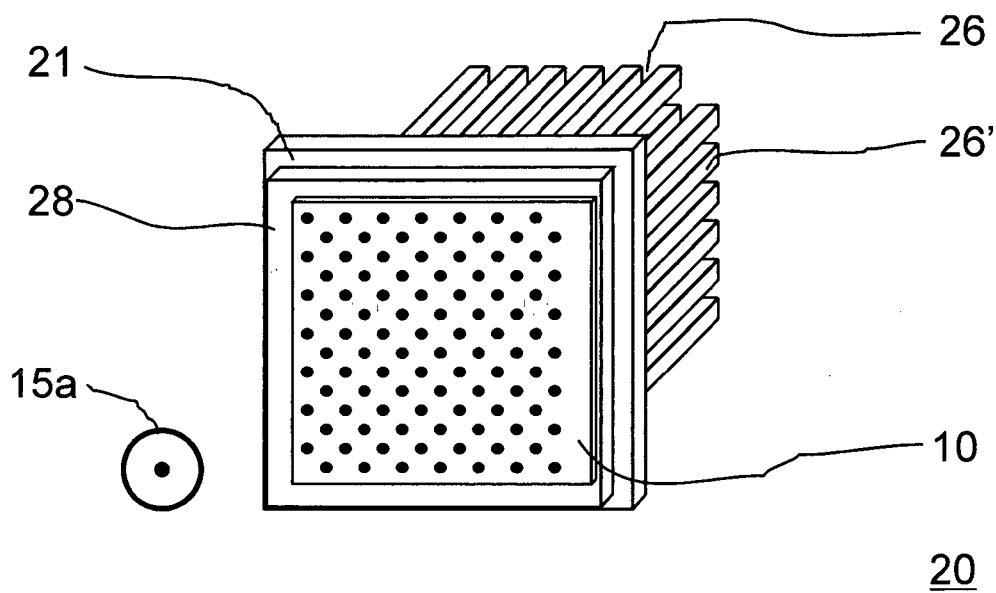


Fig. 6a

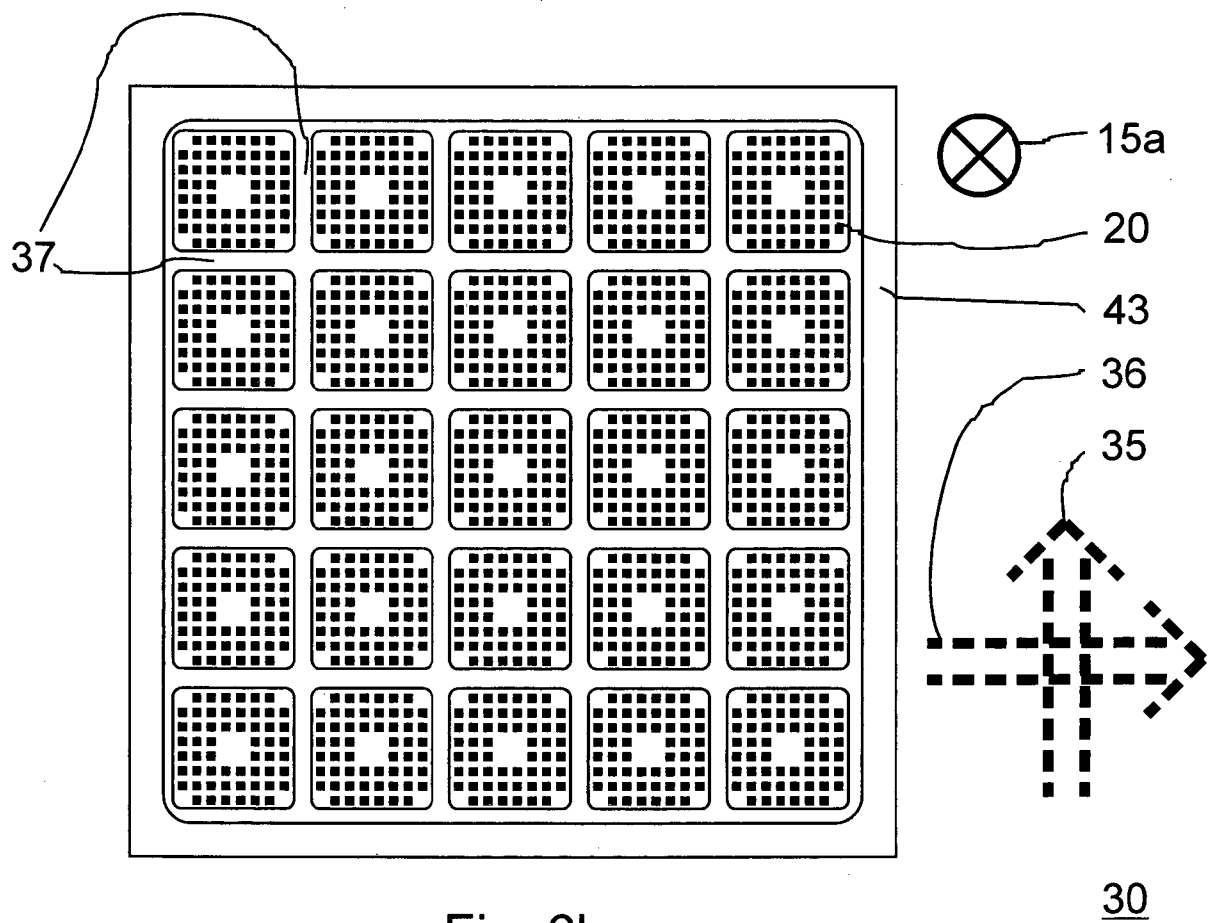


Fig. 6b

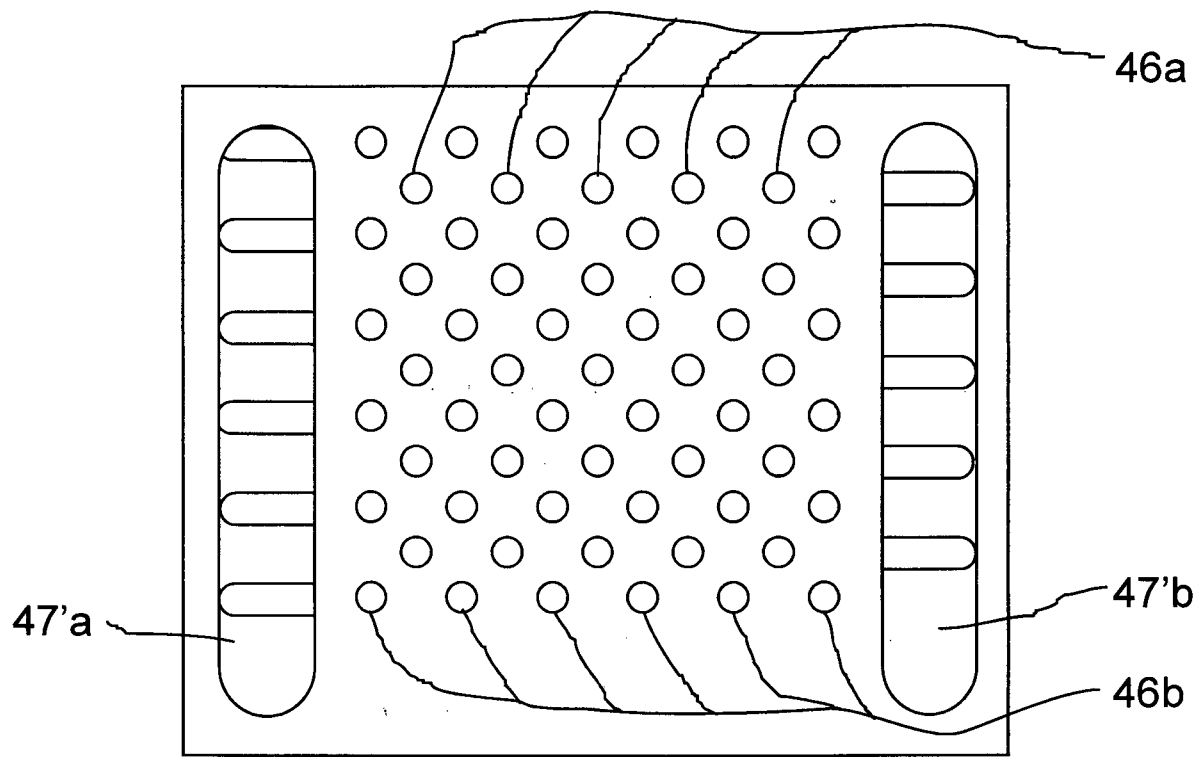


Fig. 6c

41

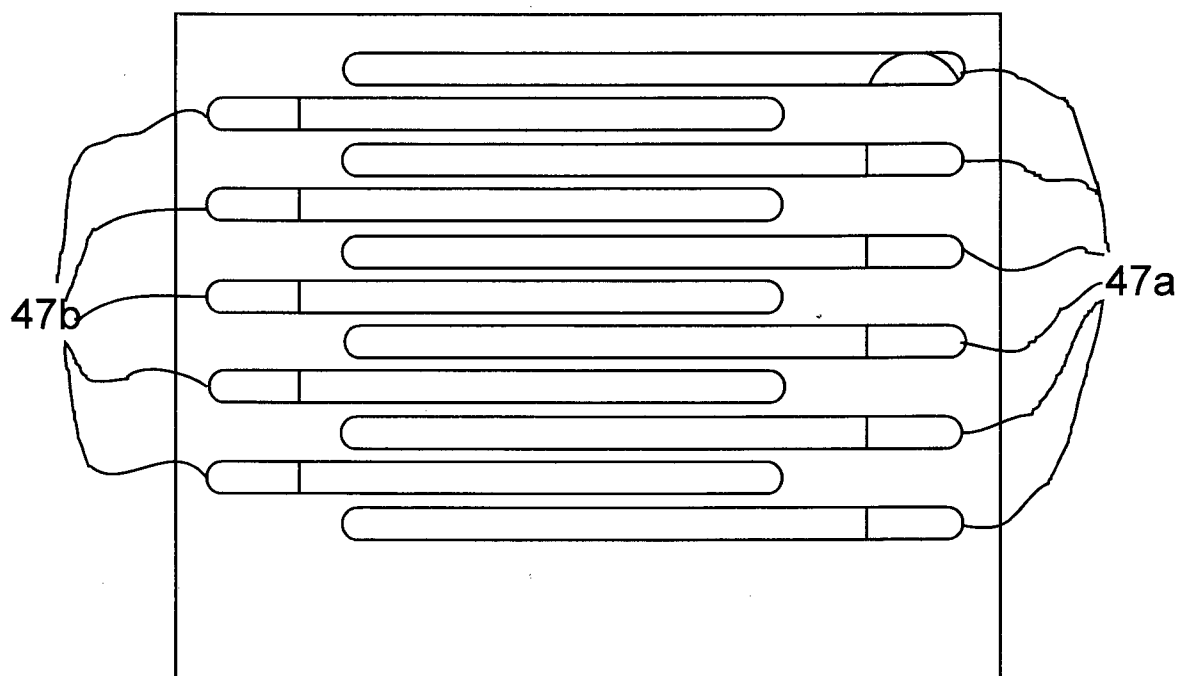


Fig. 6d

41

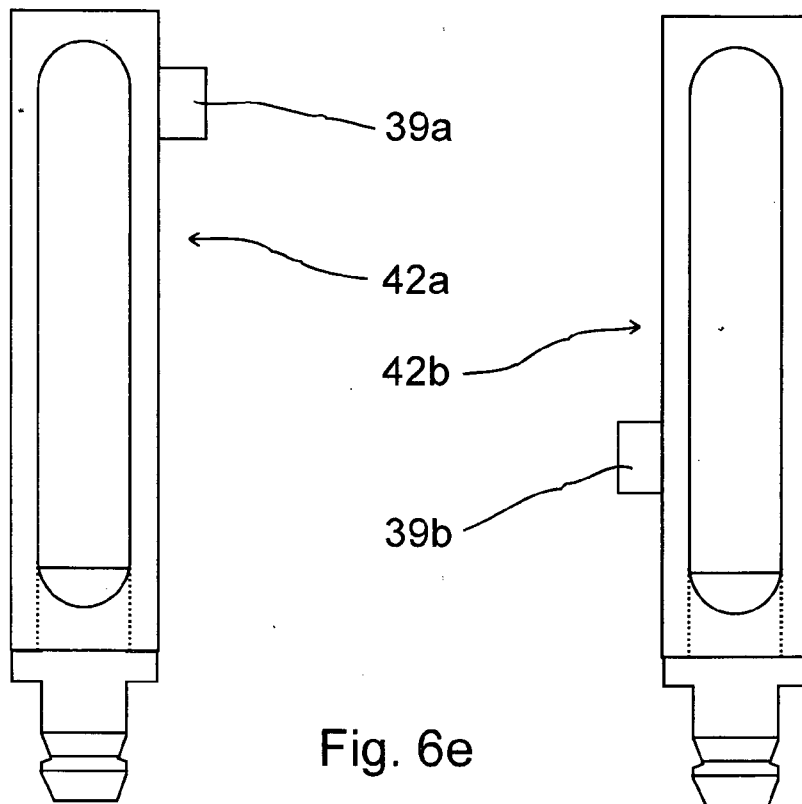


Fig. 6e

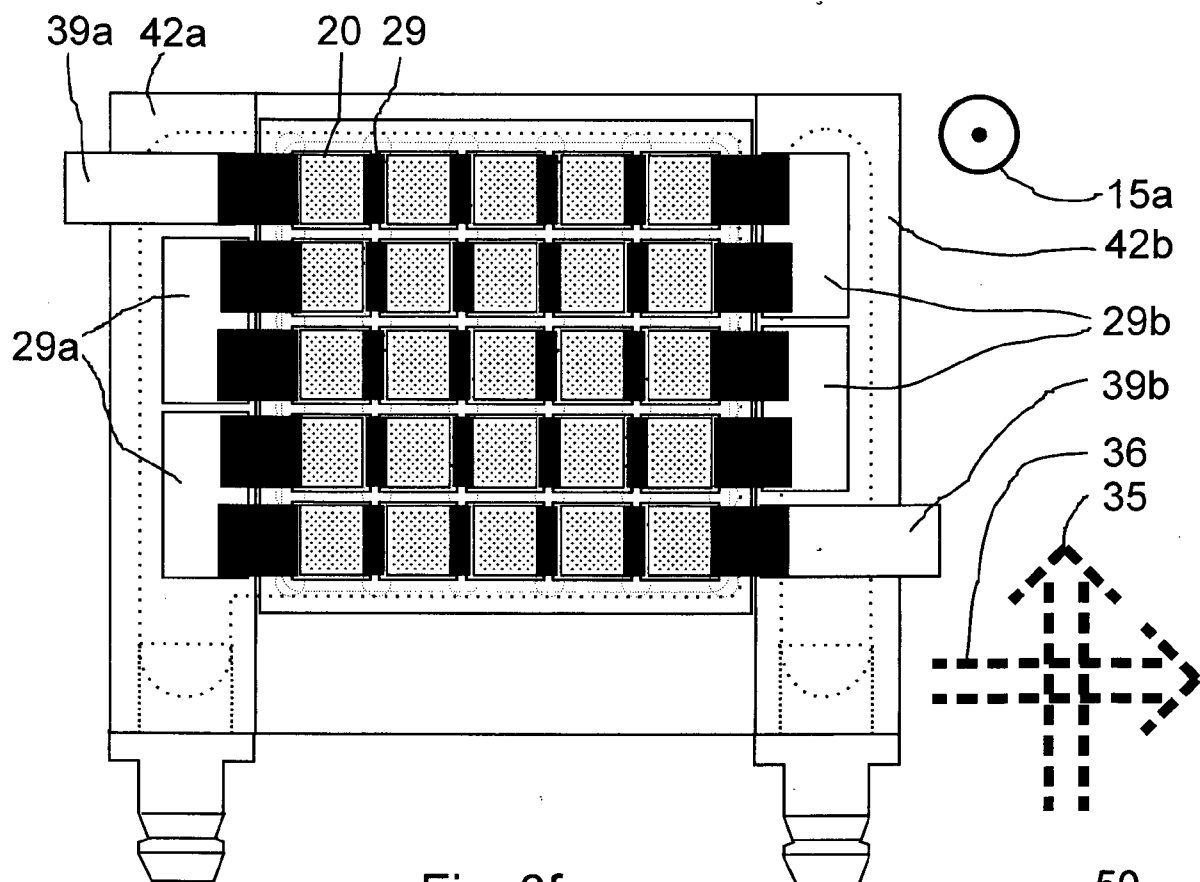


Fig. 6f

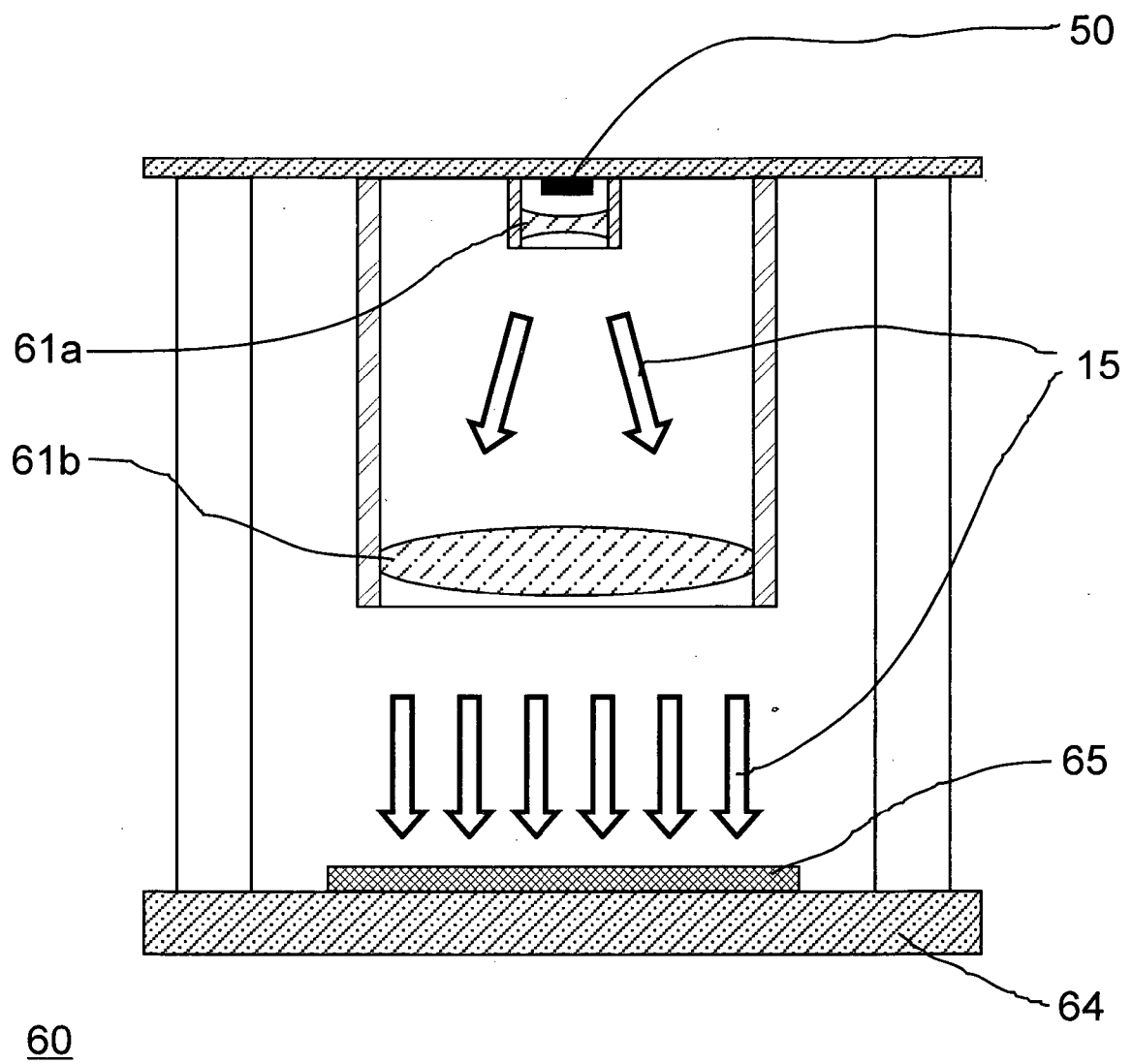
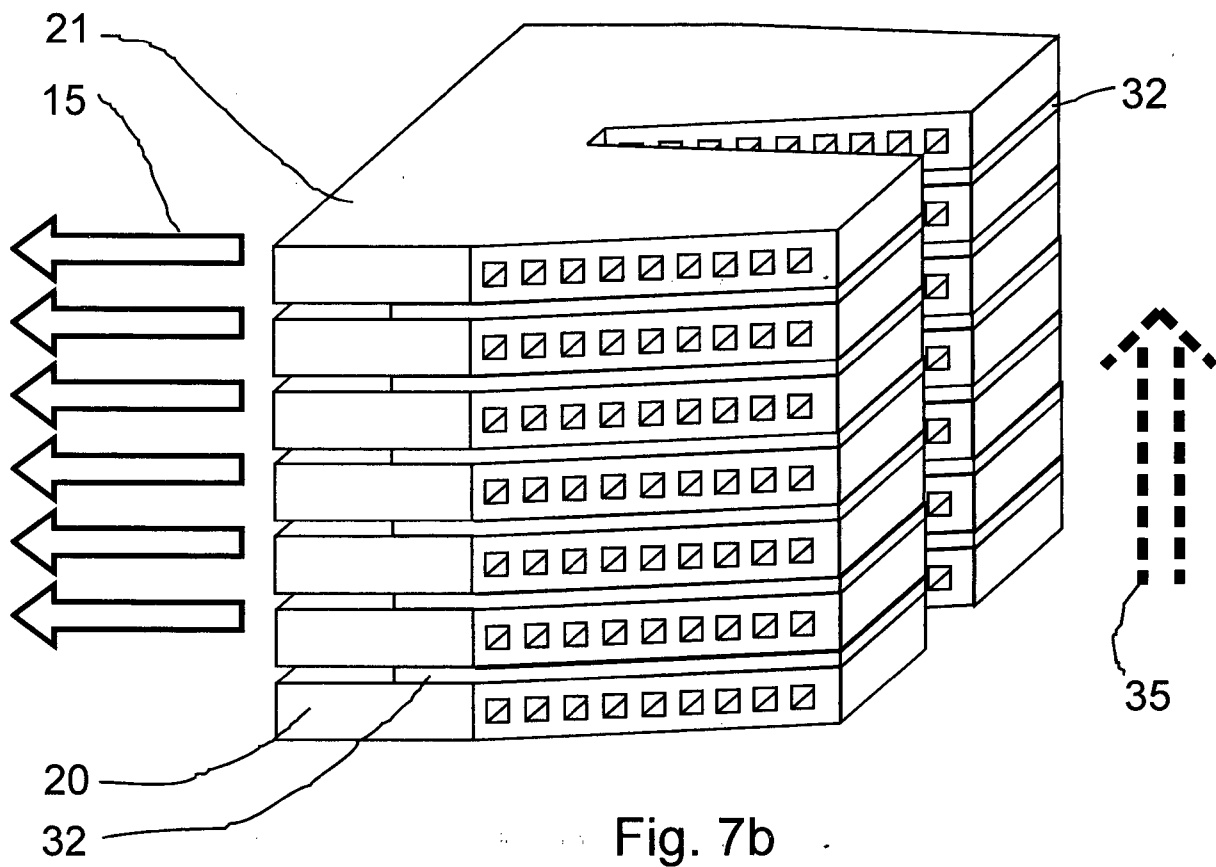
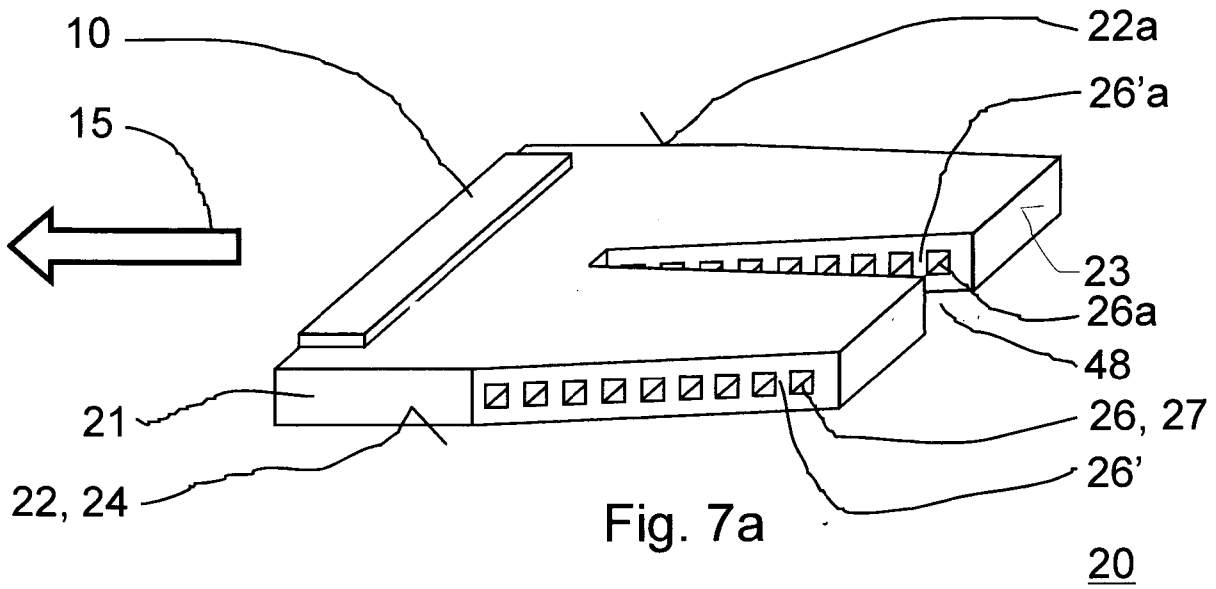


Fig. 6g



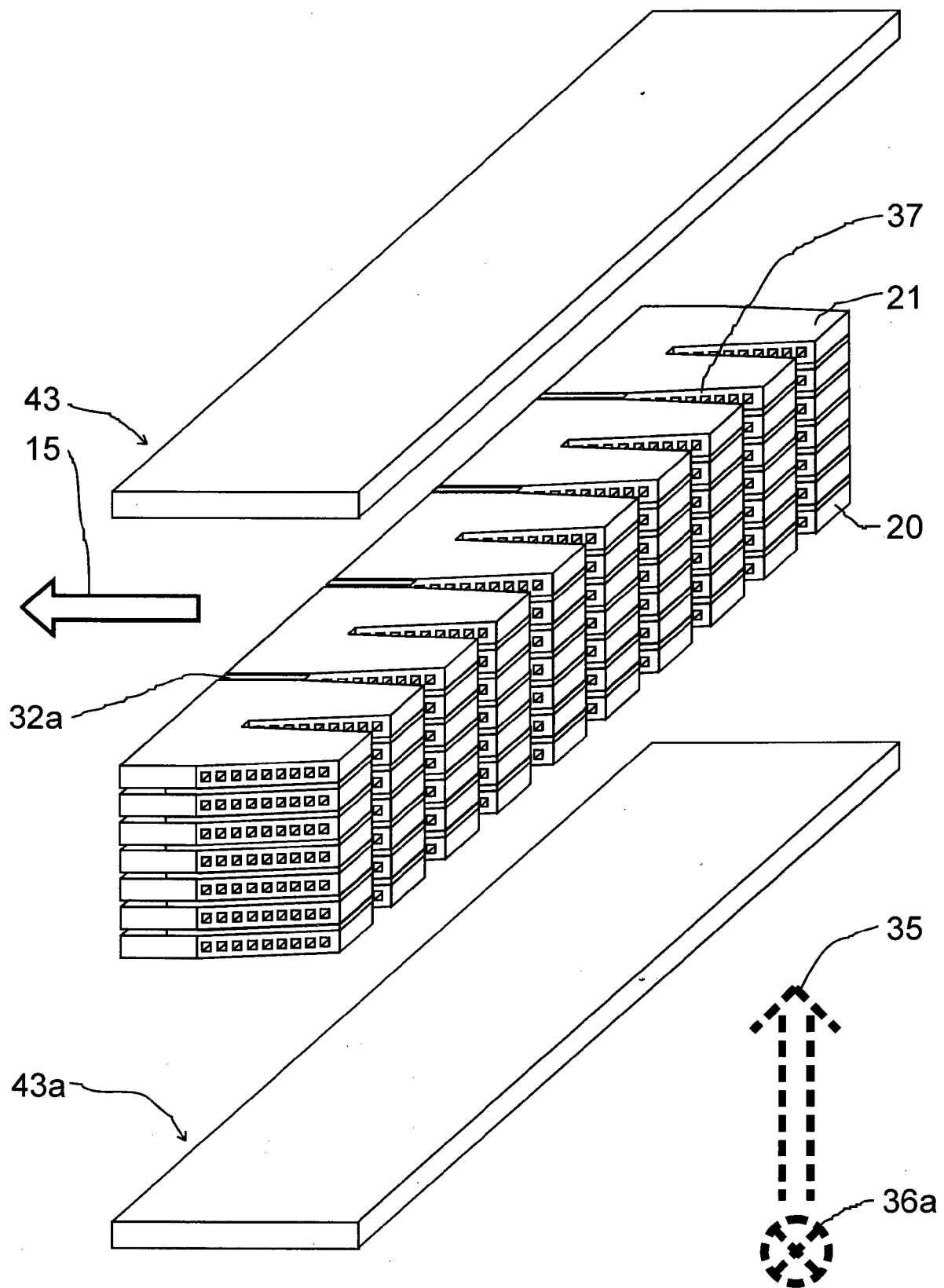
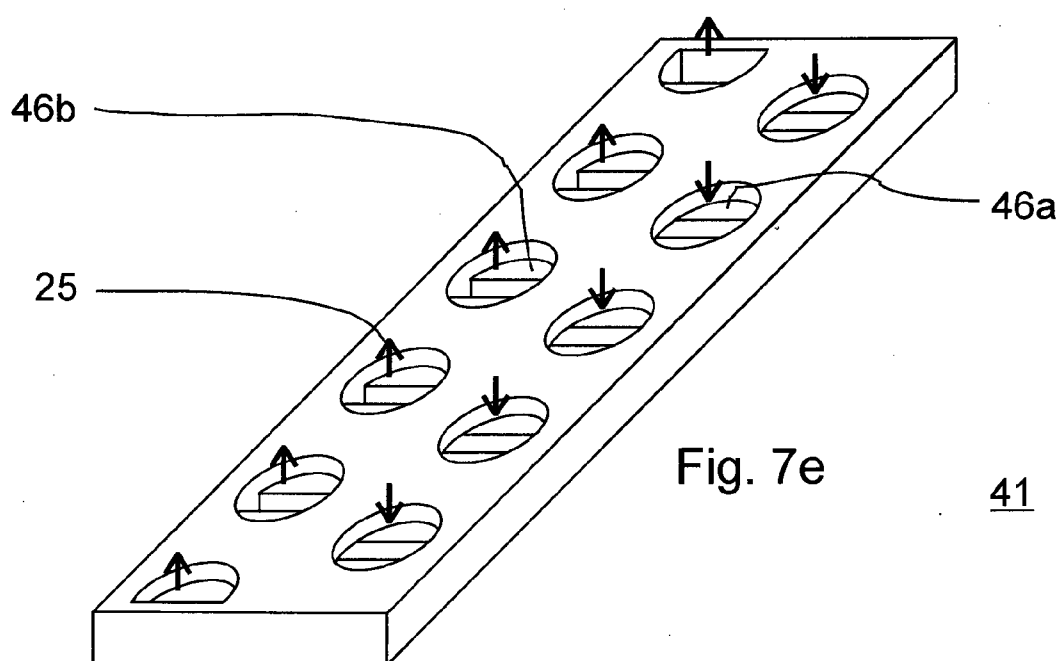
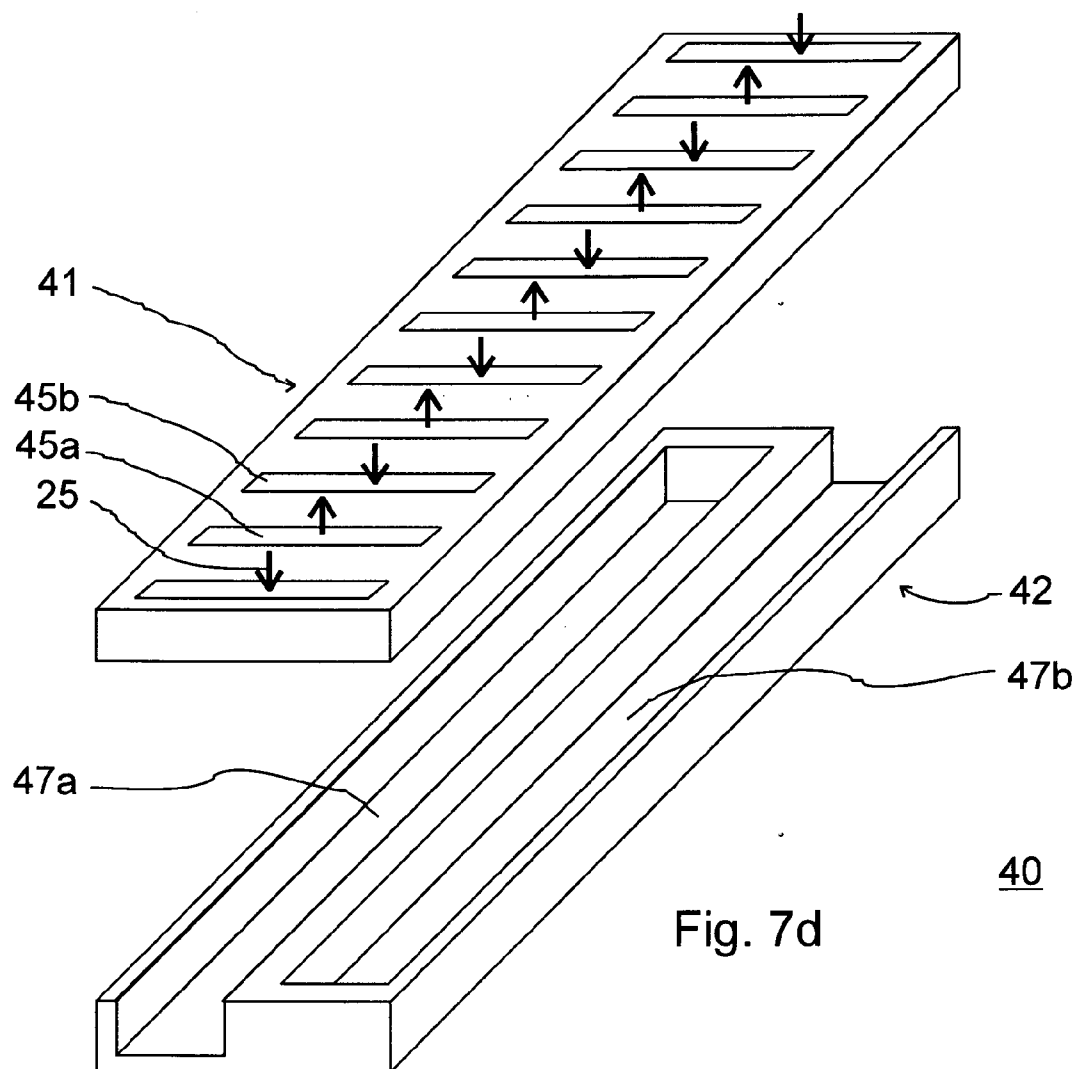


Fig. 7c



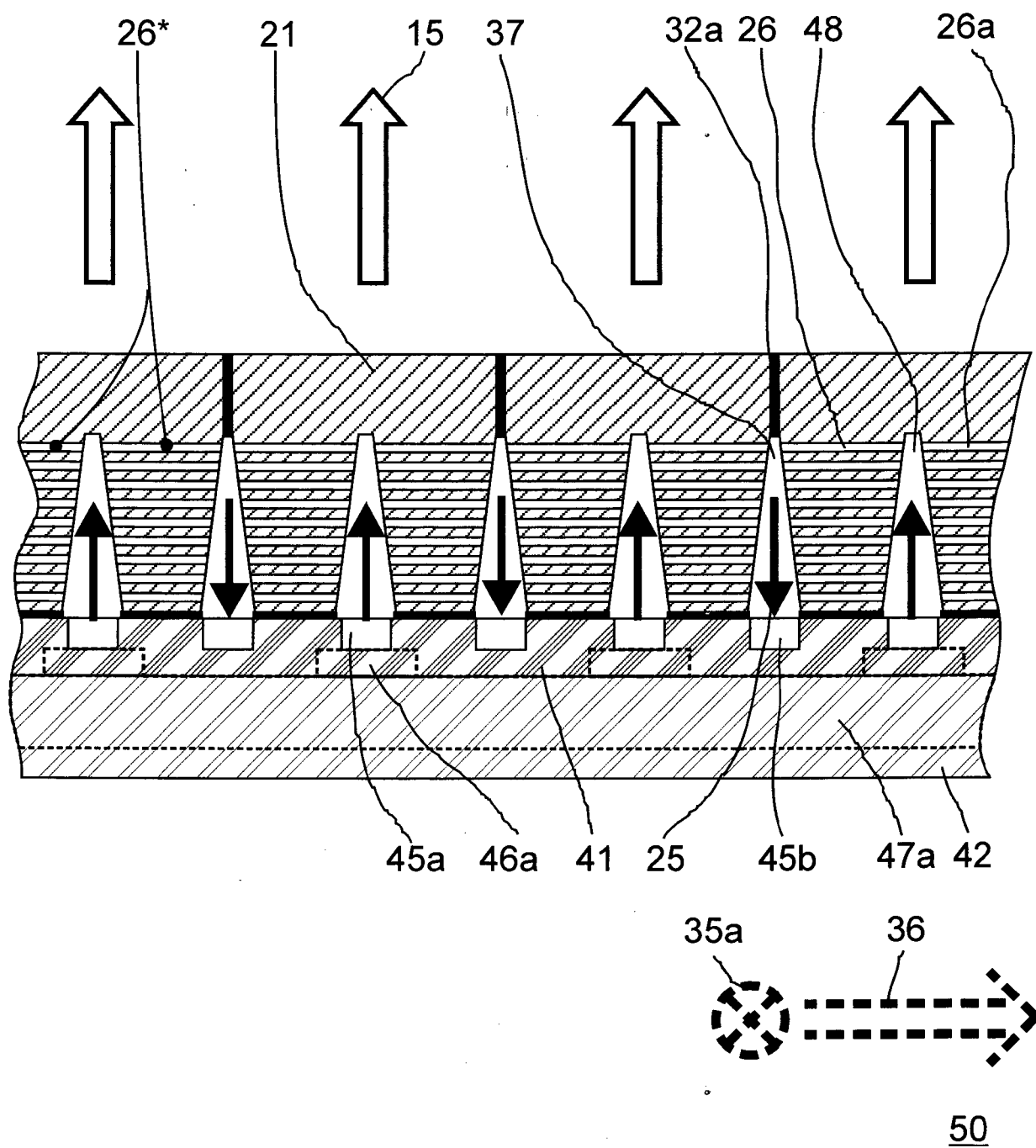


Fig. 7f

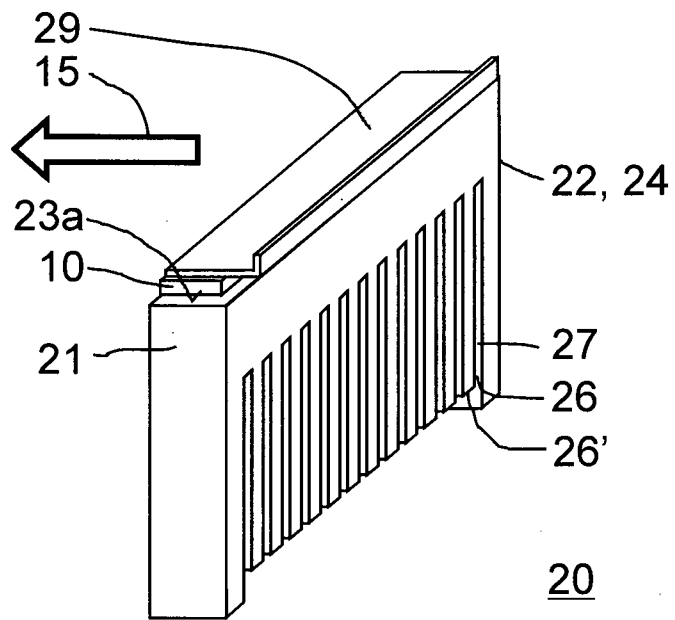


Fig. 8a

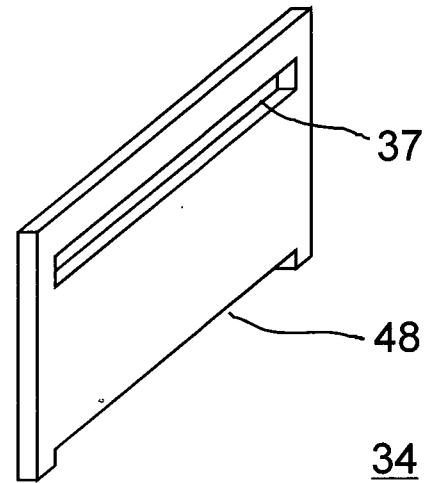


Fig. 8b

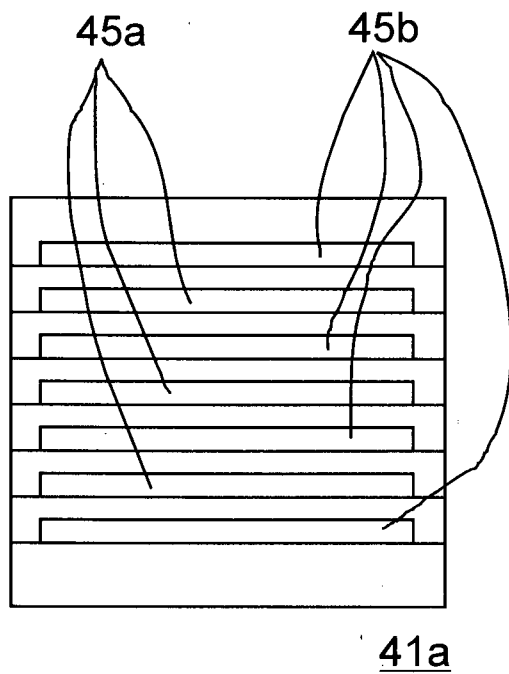


Fig. 8c

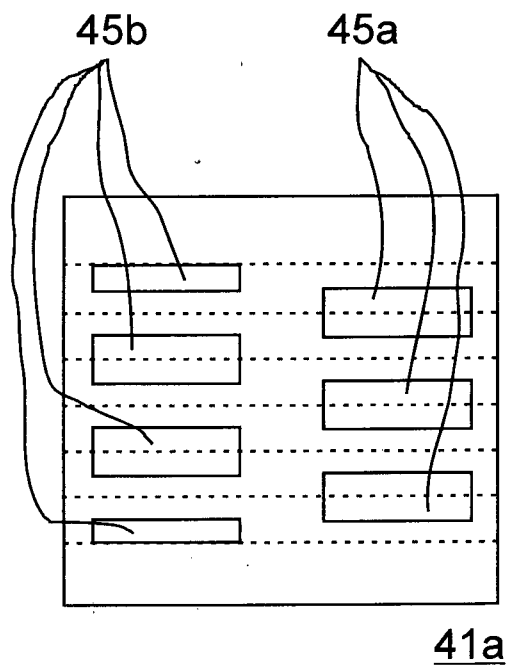


Fig. 8d

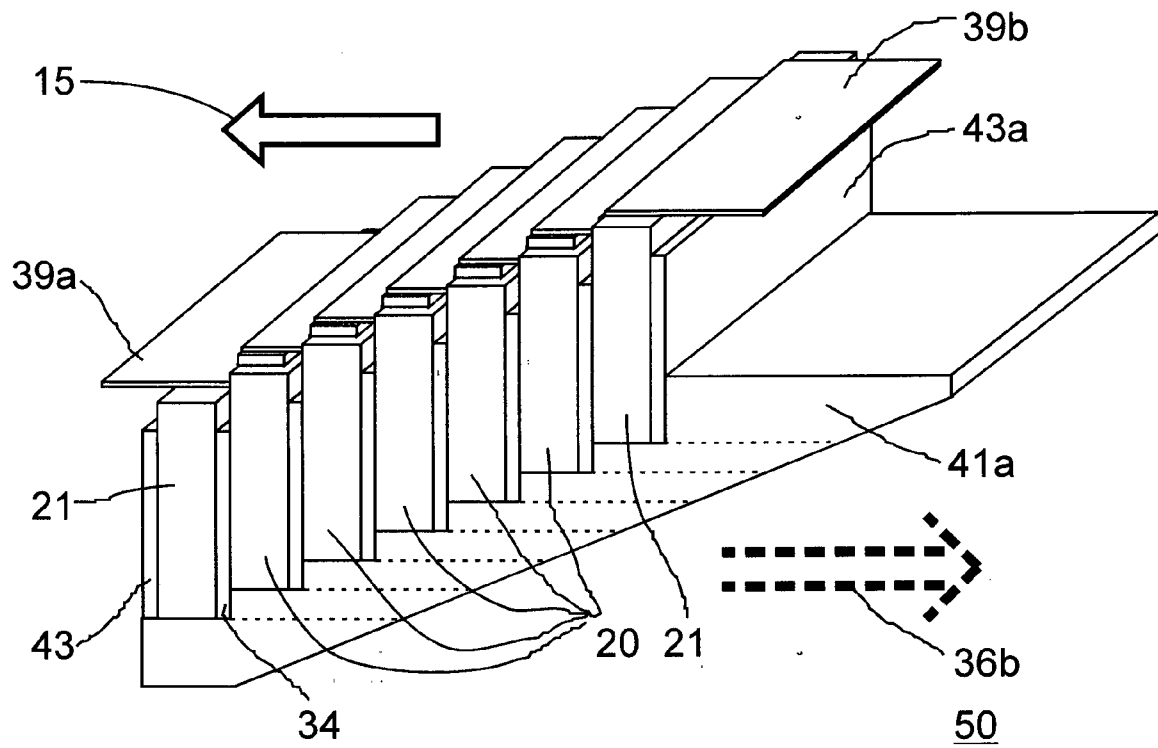


Fig. 8e

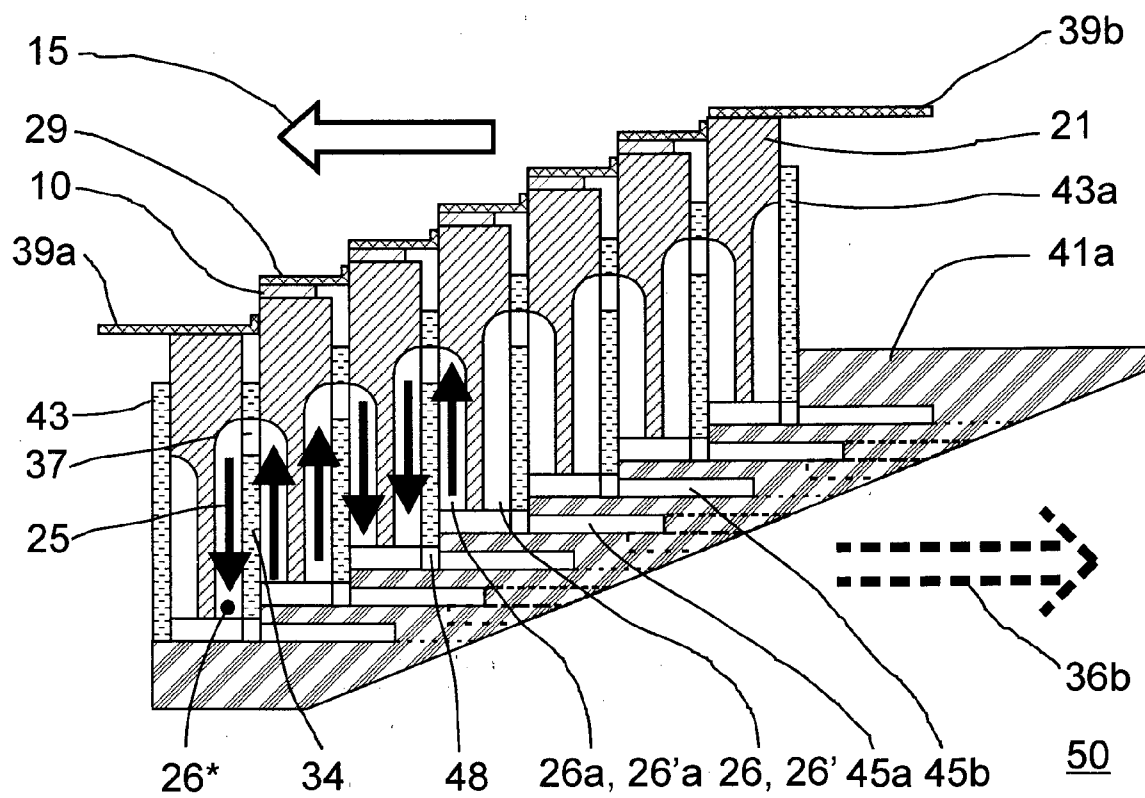
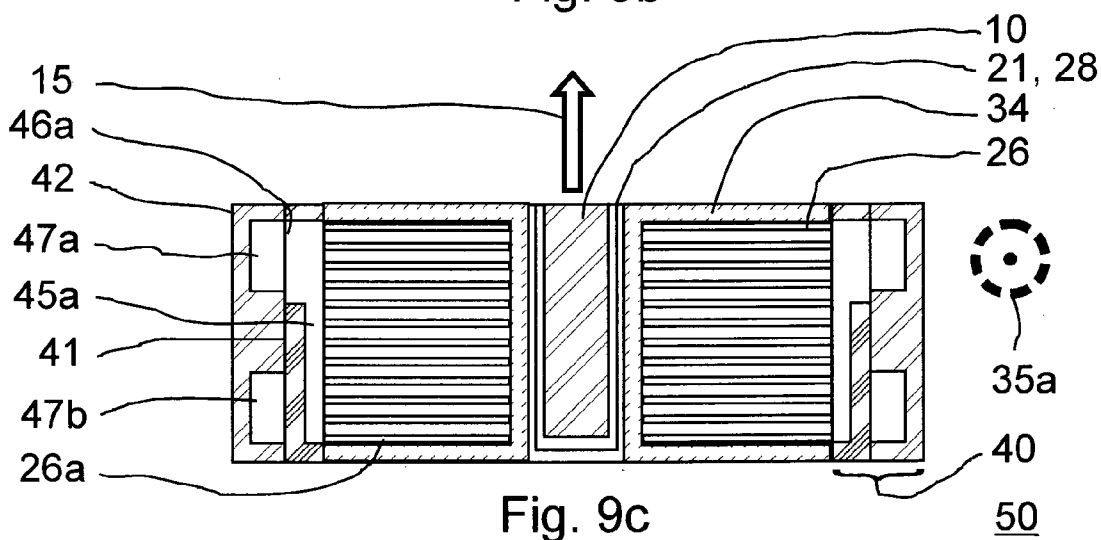
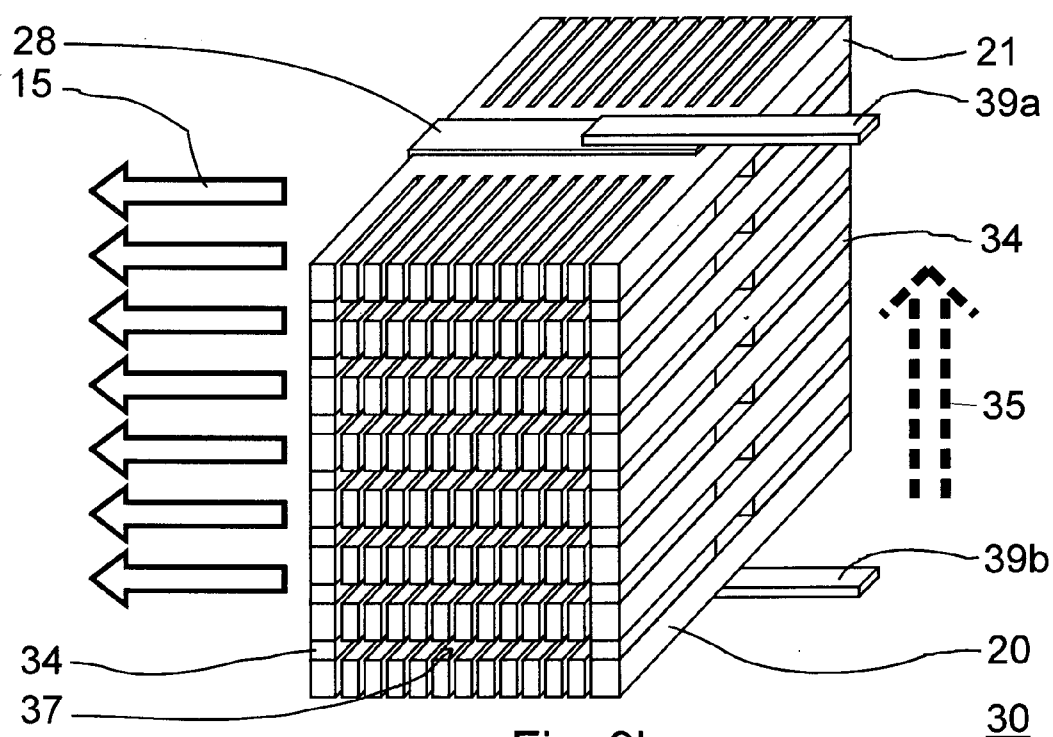
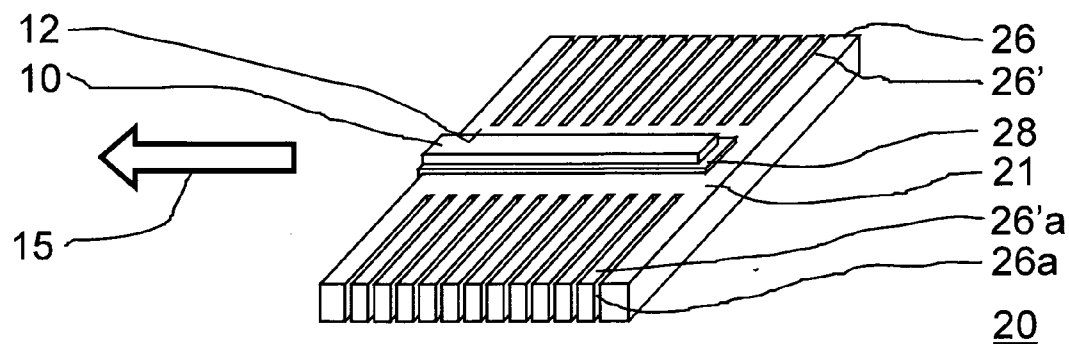
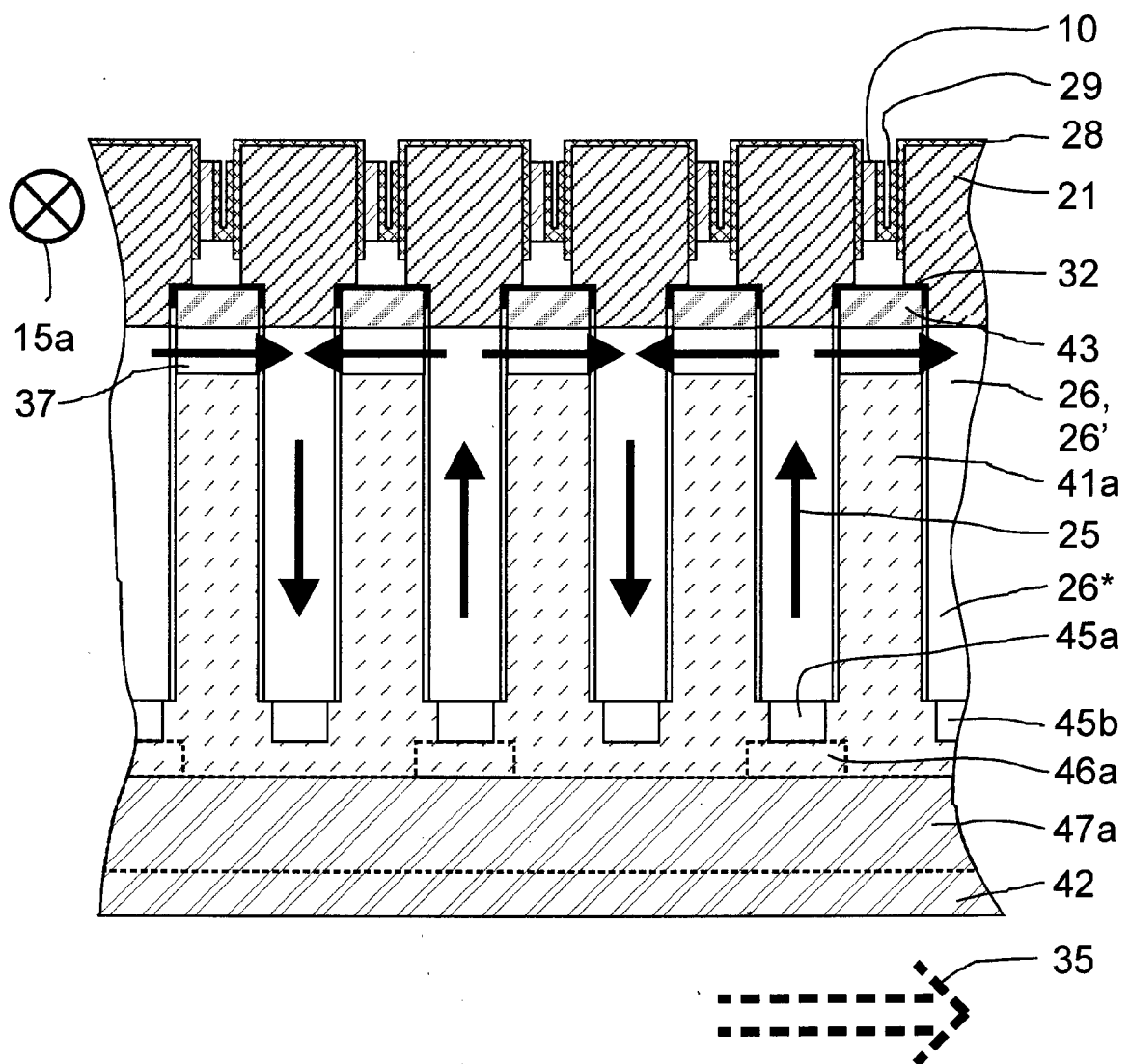
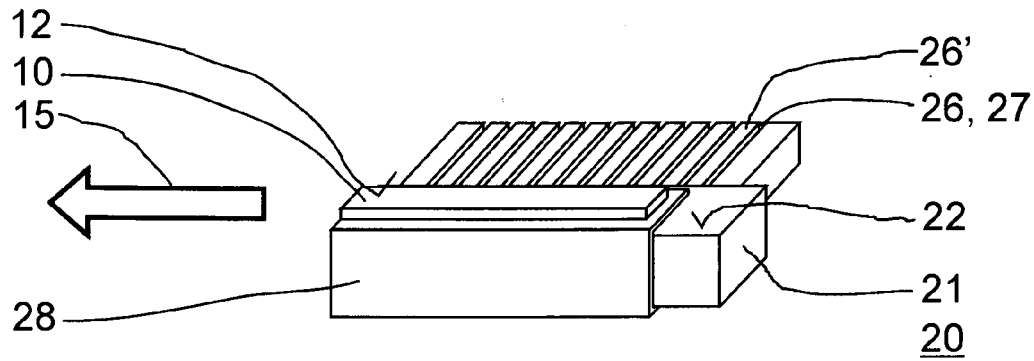


Fig. 8f





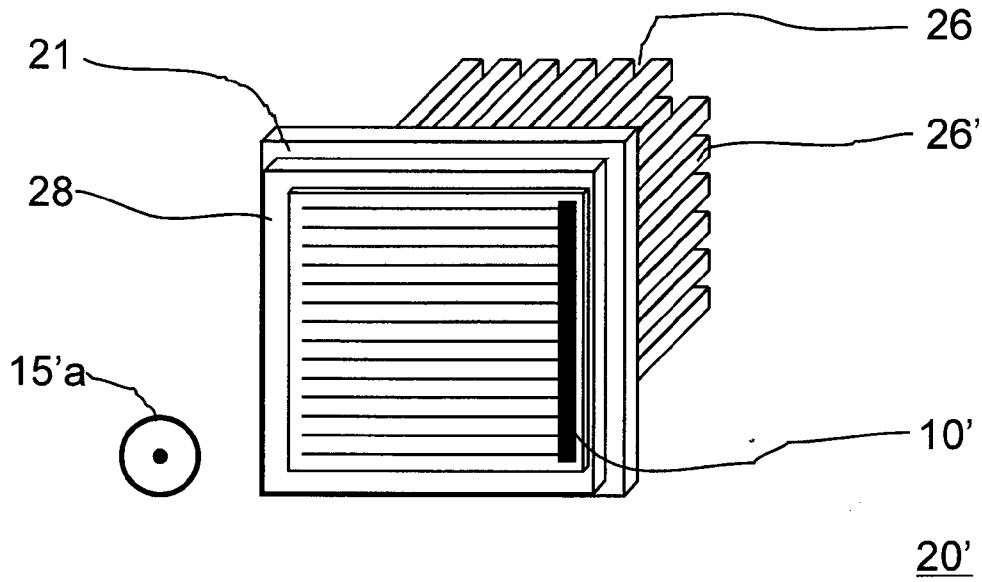


Fig. 11a

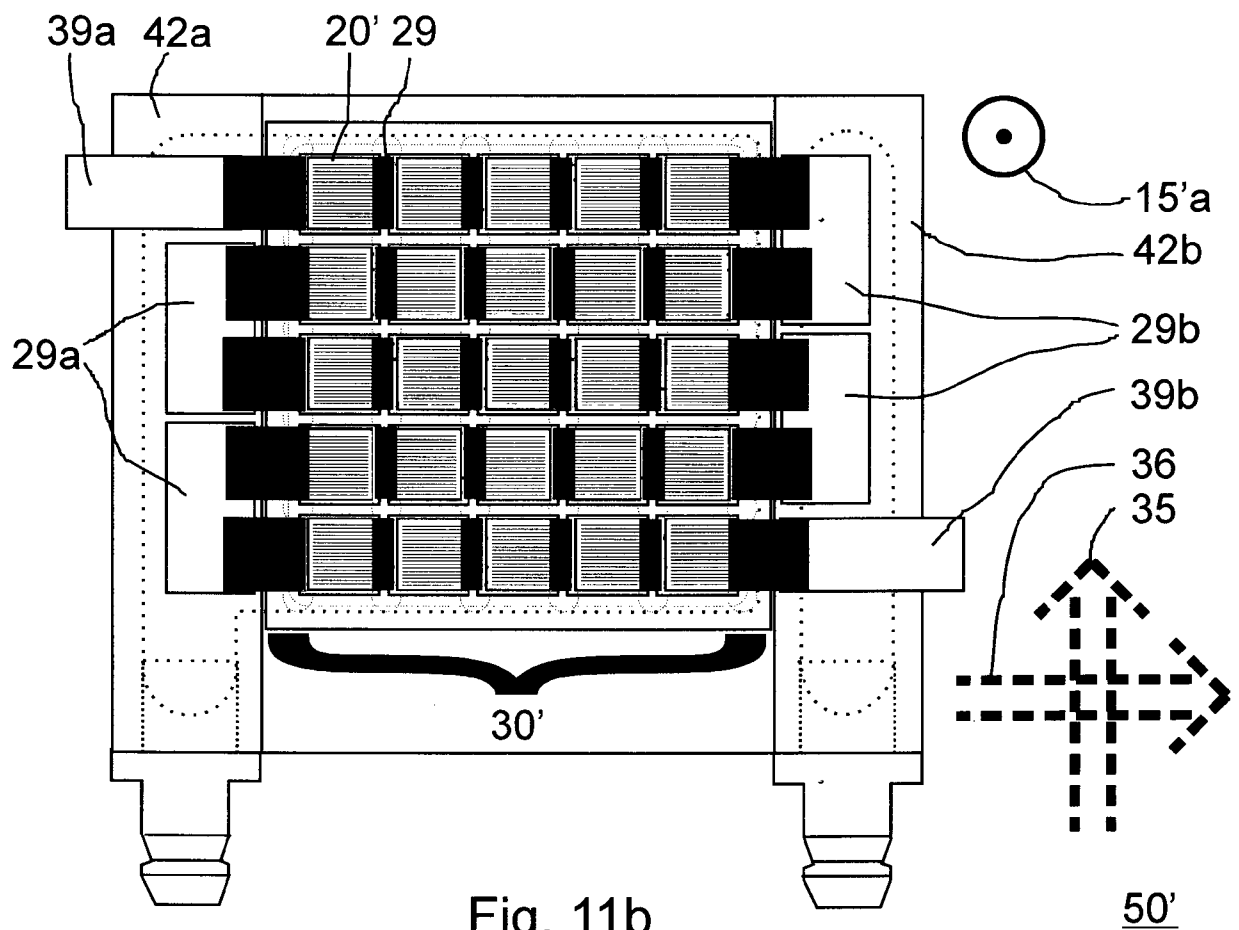


Fig. 11b

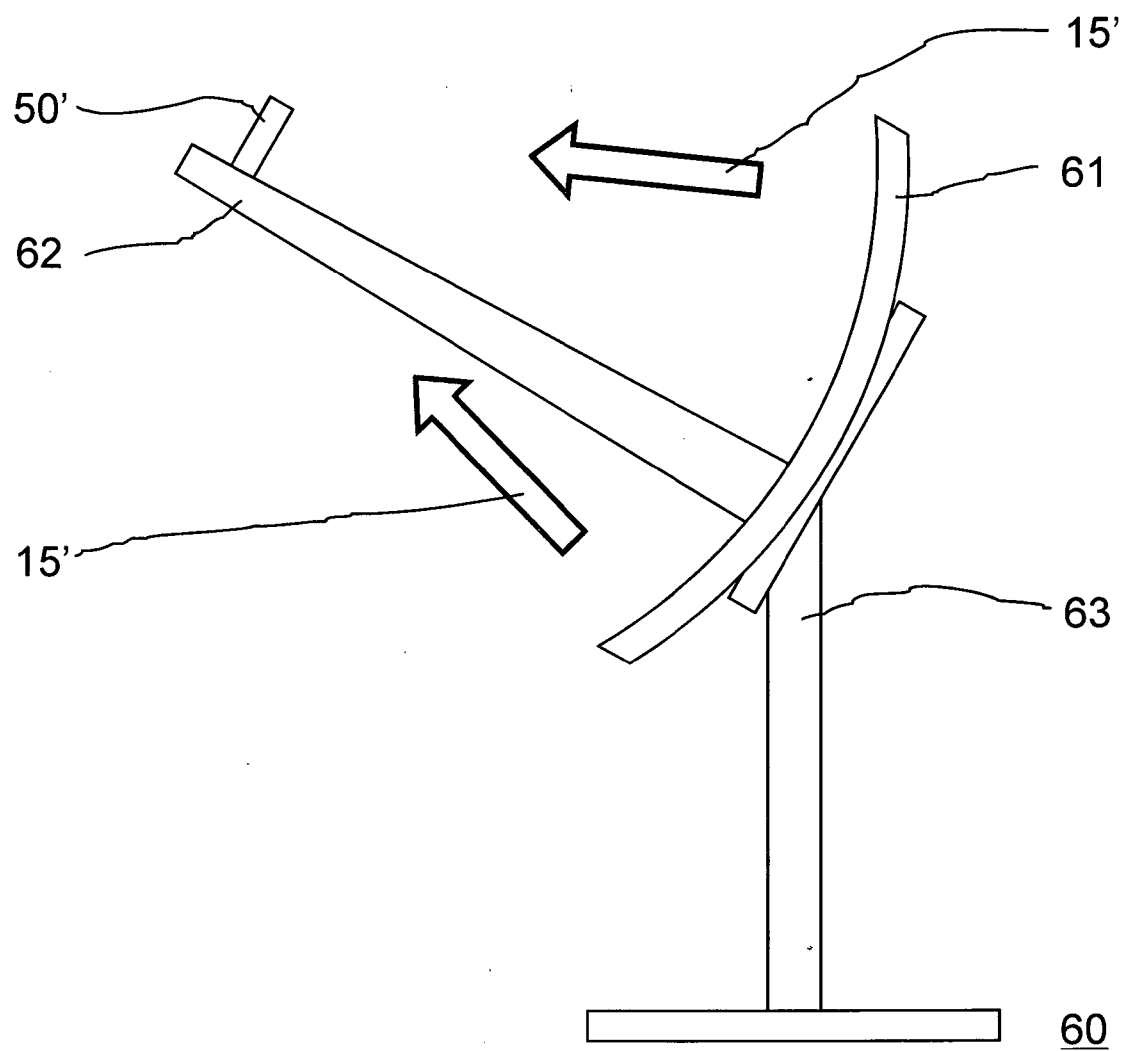


Fig. 11c