



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2008 010 784 B3 2009.05.20**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 010 784.0**

(22) Anmeldetag: **24.02.2008**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **20.05.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 23/46** (2006.01)

**H01L 23/38** (2006.01)

**H01L 23/473** (2006.01)

**H01S 5/024** (2006.01)

**H01L 21/66** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

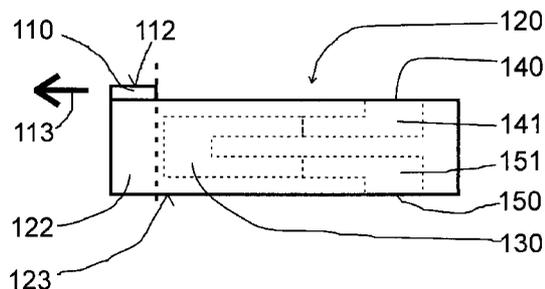
(73) Patentinhaber:  
**Lorenzen, Dirk, Dr., 07745 Jena, DE**

(72) Erfinder:  
**gleich Patentinhaber**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 100 47 780 A1**  
**WO 2004/0 61 957 A1**  
**GB 24 12 476 A**

(54) Bezeichnung: **Wärmeabfuhrtechnisch polyvalente Wärmeübertragungsvorrichtung für wenigstens ein Halbleiterbauelement sowie zugehöriges Test- und Betriebsverfahren**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Wärmeübertragungsvorrichtung (15) mit mindestens einem Halbleiterbauelement (10) und einem Wärmeleitkörper (20). Das Halbleiterbauelement weist einen, seine im Betrieb Wärme erzeugenden pn-Übergänge einschließenden, Wärmequellenbereich auf. Der Wärmeleitkörper (20) weist mindestens eine Aufnahmefläche (21) zur stoffschlüssigen Verbindung mit einer Kontaktfläche (11, 12) des Halbleiterbauelements (10) und mindestens eine Kanalstruktur (30, 31) auf. Die Wärmeübertragungsvorrichtung (15) ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalstruktur (30, 31) vollständig außerhalb einer Projektion (22) des Wärmequellenbereiches angeordnet ist, die sich senkrecht zur Kontaktfläche (11, 12) erstreckt. Die Wärmeübertragungsvorrichtung ist auch durch wenigstens eine Anbindungsfläche (23) des Wärmeleitkörpers (20) gekennzeichnet, die für einen konduktiven Wärmeübergang an einen, wenigstens eine Wärmeübertragungsstruktur (35) aufweisenden, Wärmeabfuhrkörper (98) vorgesehen ist. Im Betrieb der Wärmeübertragungsvorrichtung (15) strömt wenigstens ein Kühlmittel wahlweise wenigstens durch die Kanalstruktur (30, 31) des Wärmeleitkörpers (20) oder durch die Wärmeübertragungsstruktur (35) des Wärmeabfuhrkörpers (98).



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Wärmeübertragungsvorrichtung für mindestens ein Halbleiterbauelement, insbesondere mindestens ein Laserdiodenelement, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1

**[0002]** Halbleiterbauelemente erzeugen im Betrieb Wärme im wesentlichen im Bereich ihrer bauelementspezifischen funktionsprinzipbedingten Wärmequellen, die im Bereich ihrer im Betrieb aktiven pn-Übergänge lokalisiert sind, wobei der pn-Übergang auch eine dünne, elektrisch isolierende Zone enthalten kann.

**[0003]** Ein Laserdiodenelement, als ein Beispiel für ein wärmeerzeugendes Halbleiterbauelement, mit einer im pn-Übergangsbereich angeordneten elektro-optisch aktiven, lichterzeugenden und -führenden Zone besitzt im Allgemeinen wenigstens eine epitaxienseitige und wenigstens eine substratseitige Kontaktfläche, die auf einander gegenüberliegenden Seiten der aktiven Zone angeordnet sind. Da die epitaxienseitige Kontaktfläche der neben Licht auch wärmeerzeugenden aktiven Zone im Allgemeinen wesentlich näher liegt als die substratseitige Kontaktfläche, wird ein Laserdiodenelement standardmäßig epitaxienseitig über einen epitaxienseitig angebrachten Wärmeleitkörper gekühlt, indem es mit seiner epitaxienseitigen Kontaktfläche in stoffschlüssiger Verbindung mit der Aufnahme­fläche eines Wärmeleitkörpers befestigt ist. Dabei wird im pn-Übergang erzeugte Wärme über die Kontaktfläche oder den Kontaktflächen und über die Aufnahme­fläche an den Wärmeleitkörper abgegeben.

**[0004]** Wärmeleitkörper und Laserdiodenelement bilden zusammen mit den für einen Betrieb nötigen Elementen zur elektrischen Kontaktierung des Laserdiodenelementes eine Diodenlaserkomponente, sofern der Wärmeleitkörper die Voraussetzung für eine betriebsspezifisch ausreichende Ableitung und/oder Abfuhr der Wärme des Laserdiodenelementes besitzt.

**[0005]** Innerhalb einer für den Betrieb der Diodenlaserkomponente vorgesehenen Wärmeübertragungsvorrichtung ist die Wärmeabfuhr prinzipiell mit wenigstens einer konvektiven Wärmeübertragung durch wenigstens einer Wärmeübertragungsstruktur an ein flüssiges oder gasförmiges Kühlmittel abgeschlossen.

**[0006]** Im Stand der Technik dient der Wärmeleitkörper entweder der konduktiven Kühlung, wobei er als durchgängiger Festkörper ausgeführt wird und die Wärme auf eine gegenüber der Aufnahme­fläche vergrößerte Anbindungsfläche spreizt, über die die Wärme an einen Kühlkörper abgegeben wird; oder er dient der konvektiven Kühlung, wobei von einem flüs-

sigen Kühlmittel durchströmte Kanalstruktur, beispielsweise Mikrokanäle, unterhalb des Laserdiodenelementes, das heißt im Bereich einer Projektion des Laserdiodenelementes in zur Kontaktfläche senkrechter Richtung, im Wärmeleitkörper angeordnet sind und als Wärmeübertragungsstruktur dienen.

**[0007]** Eine solche Wärmeübertragungsvorrichtung ist aus der Offenlegungsschrift DE 100 47 780 A1 bekannt.

**[0008]** Die Lage von Mikrokanälen in einem solchen, als Mikrokanalwärmesenke ausgebildeten Wärmeleitkörper ist nach dem Stand der Technik wärmeabfuhrtechnisch sinnvoll, weil der Bereich, in dem der Wärmeübergang in das zirkulierende Kühlmittel erfolgt, der Wärmequelle hinsichtlich ihrer Wärmeeintragsfläche in den Wärmeleitkörper direkt gegenüberliegt und im wesentlichen keine, den thermischen Widerstand erhöhende Umlenkung oder Einengung der Wärmeflußtaille im Bereich des konduktiven Wärmetransportes hervorruft. Die gleiche Argumentation trifft auf gasförmige Kühlmitteln zu. So ist aus der Offenlegungsschrift WO 2004/061 957 A1 eine Wärmeübertragungsvorrichtung bekannt, bei der die Wärme über eine Kanalstruktur unterhalb der Laserdiodenelementes an ein gasförmiges Kühlmittel abgegeben wird.

**[0009]** Im Gegensatz dazu weist die in der Offenlegungsschrift GB 2 412 476 A offenbarte, gattungsfremde Wärmeübertragungsanordnung eine Kanalstruktur auf, die aus nicht-thermischen Gründen vollständig außerhalb der Projektion einer wärmeerzeugenden Flüssigkristalltafel in zu ihren Kontaktflächen senkrechter Richtung angeordnet ist, weil eine in dieser Projektion liegende Kanalstruktur beziehungsweise ein in dieser Projektion fließendes Kühlmittel die Eigenschaften von durch die Flüssigkristalltafel hindurchtretenden Lichtes nachteilig beeinflussen würde.

**[0010]** Bei den gattungsgemäßen Wärmeübertragungsvorrichtungen für Halbleiterbauelemente weisen jedoch weder die Wärmequelle noch der an die Wärmequelle angeschlossene Wärmeleitbereich der Wärmeübertragungsvorrichtung eine solche optische Transparenz auf, so daß bei ihrer konvektiven Kühlung keine Anordnung der Wärmeübertragungsstruktur vollständig außerhalb der besagten Projektion geboten ist.

**[0011]** Im rein konduktiv kühlenden Fall dagegen besitzt der Wärmeleitkörper prinzipiell keine Möglichkeit der konvektiven Wärmeabgabe an ein Kühlmittel. Die konvektive Wärmeabgabe an Kühlmittel muß von außen her durch eine entsprechend ausgebildete Wärmeabfuhrvorrichtung geschaffen werden, die die Wärme vom Wärmeleitkörper aufnimmt und über eine Wärmeübertragungsstruktur an ein Kühlmittel

abgibt.

**[0012]** Dem gegenüber liegt in einem konvektiv gekühlten Wärmeleitkörper die Wärmeabgabe an ein Kühlmittel im Wärmeleitkörper selbst vor.

**[0013]** Wärmeleitkörper gemäß dem Stand der Technik sind entweder konduktiv oder konvektiv kühlend verwendbar. Konduktiv kühlenden Wärmeleitkörpern fehlt die Kanalstruktur bzw. fehlen die Mikrokanäle für die konvektive Kühlung und bei konvektiv kühlenden Wärmeleitkörpern liegen die Mikrokanäle, die das Wärmetransportfluid führen, in einem Wärmeflußpfad, der bei rein konduktiver Nutzung der konvektiv kühlenden Wärmeleitkörper einen gegenüber den konduktiv kühlenden Wärmeleitkörpern deutlich erhöhten thermischen Widerstand verursachen würde. Oftmals ist jedoch bei der Herstellung einer Wärmeübertragungsvorrichtung, insbesondere einer Diodenlaserkomponente, und vor seiner eventuellen Integration in ein System aus mehreren Diodenlaserkomponenten und/oder in ein Modul noch nicht bekannt, welche Wärmeabfuhrpfade und/oder -technik letztendlich vom Anwender gewählt werden wird, insbesondere dann, wenn die Wahl hinsichtlich zweier verschiedener Kühlmittel, beispielsweise Luft und Wasser erfolgen soll.

**[0014]** Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Wärmeübertragungsvorrichtung mit einem Wärmeleitkörper vorzusehen, wobei der Wärmeleitkörper für die Kühlung eines Halbleiterbauelements universell und kühlungstechnisch polyvalent, das heißt konvektiv und/oder konduktiv kühlend, verwendbar ist. Ferner ist während der Herstellung der Wärmeübertragungsvorrichtung ein Verfahren zum Durchführen von Funktionstests zu realisieren, das während eines Testbetriebs des Halbleiterbauelementes ein sich vom Anwendungsbetrieb unterscheidendes Wärmeübertragungsverfahren verwendet, welches sich hinsichtlich seines thermischen Widerstands nur unwesentlich oder höchstens geringfügig von dem im Anwendungsbetrieb verwendeten Wärmeübertragungsverfahren unterscheidet.

**[0015]** Die Aufgabe wird mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 63 bis 65 gelöst.

**[0016]** Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

**[0017]** Gemäß Anspruch 1 weist eine Wärmeübertragungsvorrichtung mindestens ein Halbleiterbauelement und einen Wärmeleitkörper auf. Das Halbleiterbauelement ist hierbei ein elektrisches, elektro-optisches, opto-elektrisches oder opto-optisches Bauelement, das zumindest einen im Betrieb des Bauelementes wärmeerzeugenden pn-Übergang aufweist, wobei die Funktion der Wärmeübertragungsvorrichtung unabhängig von der Art des Entstehungsme-

chanismus der Wärme ist. Als besonders vorteilhaft hat sich die Wärmeübertragungsvorrichtung für Laserdiodenelemente oder Hochleistungsleuchtdioden erwiesen. Im Folgenden wird stellvertretend für Hochleistungsleuchtdioden auf Laserdiodenelemente Bezug genommen.

**[0018]** Der Wärmeleitkörper der Wärmeübertragungsvorrichtung weist mindestens eine Aufnahme- fläche zur stoffschlüssigen Verbindung mit wenigstens einer Kontaktfläche von mindestens einem Halbleiterbauelement auf. Abhängig vom Halbleiterbauelement und vom beabsichtigten Einsatzbereich sind verschiedene Ausbildungen der Aufnahme- fläche denkbar. Im Folgenden wird zur Vereinfachung teilweise nur von der Aufnahme- fläche gesprochen. Damit soll aber auch die Option von mehreren Aufnahme- flächen gemeint sein. Zur Kühlung mehrerer Halbleiterelemente, beispielsweise von Einzelleuchtdioden, die Licht in verschiedenen Frequenzbereichen des sichtbaren Farbspektrums emittieren, oder Laserdiodenelementen, die Licht in verschiedenen Frequenzbereichen des nahen Infrarots und/oder Ultraviolett emittieren, kann es zudem vorteilhaft sein, mehrere Aufnahme- flächen auf einem einzigen Wärmeleitkörper bereitzustellen. Auch die Form, Beschaffenheit und das Material der Aufnahme- fläche kann je nach Montage- fläche des Halbleiterbauelements variieren.

**[0019]** Das Halbleiterbauelement ist mittels eines aus einer Vielzahl verschiedener möglicher Verbindungsverfahren mit der Aufnahme- fläche des Wärmeleitkörpers stoffschlüssig mit der Aufnahme- fläche des Wärmeleitkörpers verbunden.

**[0020]** Die stoffschlüssige Verbindung ist die erfindungsgemäße Voraussetzung für einen optimalen Wärmeübergang zwischen Halbleiterbauelement und Wärmeleitkörper, weil nicht stoffschlüssige Verbindungen stets an einem durch Hohlraum- einschluß behinderten Wärmeübergang leiden.

**[0021]** Zu den bevorzugten stoffschlüssigen Verbindungsverfahren zählt insbesondere das Löten, das eine entsprechende Vorbehandlung der Aufnahme- fläche des Wärmeleitkörpers und/oder der Montage- fläche des Halbleiterbauelementes erfordert. Zu diesen Vorbehandlungen zählen Oberflächenein- ebenungsverfahren, Reinigungsverfahren und Verfahren zur Beschichtung mit haftvermittelnden, diffusions- beschränkenden, schützenden und/oder benetzungs- förderlichen Materialien, insbesondere metallischer Natur. Das Lot selbst ist vor dem Verbindungs- prozess auf einen der Verbindungspartner aufgebracht oder ist separat zwischen die Verbindungspartner eingebracht.

**[0022]** Besonders vorteilhaft haben sich Wärmeübertragungsvorrichtungen erwiesen, deren Laserdio-

denelemente mit der epitaxieseitigen Kontaktfläche im Bereich der Aufnahme­fläche des Wärmeleitkörpers befestigt sind. Ein Laser- oder Leuchtdiodenelement kann aber selbstverständlich auch substratseitig auf der Aufnahme­fläche des Wärmeleitkörpers angeordnet sein.

**[0023]** Der Wärmeleitkörper weist zudem als Wärmeübertragungsstruktur mindestens eine Kanalstruktur auf. Der Begriff „Kanalstruktur“ umfasst dabei alle Arten von Hohlräumen im Wärmeleitkörper, in die ein flüssiges Kühlmittel eingebracht und aus der ein flüssiges Kühlmittel abgeführt werden kann. Dazu zählen zunächst ein einfacher Kanal in Form einer durchgängigen Bohrung im Wärmeleitkörper und darüber hinaus ausdrücklich und insbesondere auch alle Arten von Hohlraumstrukturen, die eine zur effizienten konvektiven Wärmeübertragung vergrößerte Oberfläche in einem selektiven Bereich des Wärmeleitkörpers aufweisen. Derartige Hohlraumstrukturen sind beispielsweise Anordnungen von einzelnen und/oder sich verzweigenden bewusst positionierten (Mikro-)Kanälen, beispielsweise hergestellt durch Schichtung von Platten mit Ausnehmungen, poröse Strukturen mit zufälliger Hohlraumverteilung, beispielsweise in Sinterkörpern, Porenkanäle, sowie Kühlrippenreihen oder Kühltürmchenfelder an einer inneren Oberfläche des Wärmeleitkörpers. Die Kanäle können zum Beispiel durch Aussparungen oder Ätzen ausgebildet werden. Zur Beschickung des Kanals oder der Kanalstruktur mit einem flüssigen Kühlmittel weist der Wärmeleitkörper vorzugsweise wenigstens eine Zulauföffnung auf, die mit dem Kanal oder der Kanalstruktur in Verbindung steht. Zur Ableitung des flüssigen Kühlmittels aus dem Kanal oder der Kanalstruktur weist der Wärmeleitkörper vorzugsweise wenigstens eine Ablauföffnung auf, die mit dem Kanal oder der Kanalstruktur in Verbindung steht. Flüssigkeit, die durch die Kanalstruktur des Wärmeleitkörpers fließt, nimmt die im Betrieb vom Halbleiterbauelement erzeugten Wärme auf und führt diese anschließend ab.

**[0024]** Die Wärmeübertragungsvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeleitkörper sowohl konvektiv kühlend als auch konduktiv kühlend einsetzbar ist. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass mindestens ein Kanal bzw. eine Kanalstruktur vollständig außerhalb der einer sich senkrecht zur Kontaktfläche erstreckenden Wärmequellenprojektion des bauelementspezifisch funktionsprinzipbedingten integralen Wärmequellenbereiches des mit dem Wärmeleitkörper in stoffschlüssiger Verbindung stehenden Halbleiterbauelementes angeordnet ist und somit nicht im Bereich des Hauptwärmeflusses im rein konduktiv gekühlten Fall liegt. Der genannte Wärmequellenbereich umfaßt alle im Betrieb des Halbleiterbauelementes genutzten pn-Übergänge und damit die Hauptwärmeelemente des Halbleiterbauelementes. Die Ausdehnung des Wärme-

quellenbereiches kann sich minimal auf das kleinstmögliche Einschlußvolumen für alle wärmeerzeugenden pn-Übergänge im Halbleiterbauelement beschränken oder sich vollständig über das gesamte Volumen des Halbleiterbauelementes erstrecken. Bei der Existenz von mehreren Halbleiterbauelementen kann sich der erfindungsgemäße Wärmequellenbereich über die pn-Übergänge von zwei oder mehr Halbleiterbauelementen erstrecken oder maximal vollständig über ein, alle Halbleiterbauelemente umfassendes Volumen.

**[0025]** Mit der erfindungsgemäßen Anordnung des Kanals oder der Kanalstruktur vollständig außerhalb der genannten erfindungsgemäßen Wärmequellenprojektion lässt sich im konduktiv gekühlten Fall ein thermischer Widerstand erzielen, der nur wenig von der einer Wärmeübertragungsvorrichtung abweicht, deren Wärmeableitanordnung keine Hohlräume – insbesondere keine kühlmittelführenden (Mikro- oder Poren-)Kanäle – aufweist. Da der an sich etwas schlechter wärmeleitfähige, weil mit Hohlräumen versehene Bereich zur erzwungenen konvektiven Wärmeübertragung vorzugsweise ganz in der Nähe des von zur erzwungenen konvektiven Wärmeübertragung in fluiddurchströmten Hohlräumen ausgesparten Bereiches in den Wärmeleitkörper eingebracht werden kann, ist auch im Fall der konvektiven Kühlung des Wärmeleitkörpers nur ein wenig höherer thermischer Widerstand zu erwarten als bei Mikrokanalwärmesenken nach dem Stand der Technik.

**[0026]** Durch einen vollständigen Verzicht auf Kanäle oder Kanalstrukturen in der Wärmequellenprojektion des Halbleiterelementes im Wärmeleitkörper ist der thermische Widerstand für einen Wärmefluss durch den Wärmeleitkörper zumindest lokal minimiert. Dies ist jedoch nicht mit einem Verzicht von Kanälen bzw. Kanalstrukturen im restlichen Wärmeleitkörper zu verwechseln. Nur der für die konduktive Kühlung besonders wichtige Bereich – der Bereich innerhalb der Wärmequellenprojektion – ist von Kanälen bzw. Kanalstrukturen frei.

**[0027]** Neben den zur Kühlung verwendeten Kanalstrukturen ist es zudem wünschenswert, dass auch keine sonstigen Hohlräume und/oder Verunreinigungen im Projektionsbereich vorhanden sind; und bis auf eine werkstoffbedingt mögliche Restporosität weist der Wärmeleitkörper vorzugsweise keine Hohlräume auf, die innerhalb der Projektion liegen.

**[0028]** Hinsichtlich der Verbindung zwischen Aufnahme- und Kontaktfläche ist hervorzuheben, daß die stoffschlüssige Verbindung der Aufnahme­fläche des Wärmeleitkörpers mit der Kontaktfläche des Halbleiterbauelementes aus einer einzigen Fügezone bestehen kann, wobei die Aufnahme­fläche des Wärmeleitkörpers im wesentlichen parallel zu Kontaktfläche des Halbleiterbauelementes ist.

**[0029]** Andererseits kann die stoffschlüssige Verbindung der Aufnahme­fläche des Wärmeleitkörpers mit der Kontakt­fläche des Halbleiterbauelementes einen Zwischenkörper aufweisen, der sowohl über eine erste Fügezone mit der Aufnahme­fläche des Wärmeleitkörpers stoffschlüssig verbunden ist als auch über eine zweite Fügezone mit der Kontakt­fläche des Halbleiterbauelementes stoffschlüssig verbunden ist.

**[0030]** Dabei können die erste und die zweite Fügezone zueinander im wesentlichen parallel liegen und auf einander gegenüberliegenden Seiten des Zwischenkörpers angeordnet sein. Die erste und die zweite Fügezone können auch zueinander im wesentlichen senkrecht angeordnet sein. Damit sind auch die Kontakt­fläche des Halbleiterbauelementes und die Aufnahme­fläche des Wärmeleitkörpers im wesentlichen senkrecht zueinander angeordnet, wobei der Wärmeleitkörper vollständig außerhalb der Wärmequellenprojektion des Halbleiterbauelementes liegen kann.

**[0031]** Dabei ist es nur eine Frage der Reihenfolge der einzelnen Fügeschritte, ob der Zwischenkörper ein Teil des Wärmeleitkörpers sein kann: Wird der Zwischenkörper in einem ersten Fügeschritt stoffschlüssig mit dem Halbleiterbauelement verbunden, und wird dieser Verbund aus Halbleiterbauelement und Zwischenkörper in einem zweiten Fügeschritt stoffschlüssig mit dem Wärmeleitkörper verbunden, so kann der Zwischenkörper als separater Körper betrachtet werden. Wird der Zwischenkörper hingegen im ersten Fügeschritt mit dem Wärmeleitkörper verbunden, so kann der Zwischenkörper als Teil des Wärmeleitkörpers angesehen werden, wobei in diesem Fall die Aufnahme­fläche zur stoffschlüssigen Verbindung mit der Kontakt­fläche des Halbleiterbauelementes auf dem Zwischenkörper angeordnet ist. Hinsichtlich der geometrischen Anordnung der Körper zueinander ist das Ergebnis unabhängig von der Reihenfolge der Fügeschritte. In allen Fällen ist die Kanalstruktur des Wärmeleitkörpers außerhalb der Wärmequellenprojektion des Halbleiterbauelementes angeordnet.

**[0032]** Einen wesentlichen, fertigungstechnischen, Vorteil erfährt die Erfindung dadurch, daß eine mögliche Abdeckung der Kanalstruktur abseits der Projektion des Halbleiterbauelementes nicht elektrisch oder thermisch leitfähig sein muß, weil die Abdeckung nicht notwendigerweise Wärme vom Halbleiterbauelement in die Kanalstruktur leiten muß. Anders als im Stand der Technik, in dem Kanäle zur ungehinderten Wärmeaufnahme in der Projektion des Halbleiterbauelementes liegen und damit notwendigerweise eine Abdeckung zwischen Kanalstruktur und Halbleiterbauelement zum Schutz des Halbleiterbauelementes vor Kontakt mit dem Kühlmittel vorhanden sein muß, kommt die Erfindung auch gänzlich ohne eine Abdeckung der Kanalstruktur aus, wenn Kühlmittelzu- und

abfuhrkörper direkt an die Kanalstruktur angeschlossen und am Wärmeleitkörper befestigt werden.

**[0033]** Die erfindungsgemäße Wärmeübertragungsvorrichtung ist zusätzlich dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeleitkörper wenigstens eine Anbindungsfläche für einen konduktiven Wärmeübergang an wenigstens einen Wärmeabfuhrkörper aufweist.

**[0034]** Der Wärmeabfuhrkörper kann seinerseits als Teil einer Wärmeabfuhrvorrichtung aufgefaßt werden, die mit dem Wärmeleitkörper in thermischer Verbindung steht, wobei der Wärmeabfuhrkörper die Wärme, die er von Wärmeleitkörper aufnimmt, über eine Wärmeübertragungsstruktur an ein Kühlmittel abgibt, das durch die Wärmeübertragungsstruktur strömt. Damit dient der Wärmeabfuhrkörper erfindungsgemäß einer zum Wärmeleitkörper alternativen oder zusätzlichen Wärmeabfuhr.

**[0035]** Dabei kann die Wärmeübertragung von dem Wärmeleitkörper an den Wärmeabfuhrkörper sowohl unmittelbar (direkt) und ohne einen weiteren Zwischenkörper als auch mittelbar (indirekt) über einen oder mehrere Zwischenkörper erfolgen. Beispielsweise kann ein Wärmeaufnahmekörper, der in direktem Kontakt mit dem Wärmeleitkörper steht, die Wärme spreizen und gespreizt an den Wärmeabfuhrkörper übertragen.

**[0036]** Bevorzugt ist die thermische Verbindung zwischen der Anbindungsfläche des Wärmeleitkörpers und der Wärmeübertragungsstruktur des Wärmeabfuhrkörpers durchgängig stoffschlüssig. Je nach Anzahl der Zwischenkörper befinden sich in diesem Fall eine (kein Zwischenkörper) oder mehrere (ein oder mehrere Zwischenkörper) Fügezone(n) zwischen dem Wärmeleitkörper und dem Wärmeabfuhrkörper.

**[0037]** Eine stoffschlüssige Verbindung ist die beste Voraussetzung für einen optimalen Wärmeübergang zwischen Wärmeleitkörper und Wärmeabfuhrkörper, weil nicht stoffschlüssige Verbindungen stets an einem durch Hohlraumeinschlüsse behinderten Wärmeübergang leiden.

**[0038]** Nun kann durch eine stoffschlüssige Verbindung von Wärmeabfuhrkörper und Wärmeleitkörper der Wärmeabfuhrkörper als Teil des Wärmeleitkörpers angesehen werden. Erfindungswesentlich ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß beide Körper vor dem Verbindungsprozeß separat vorliegen und beide Körper unabhängig voneinander die Wärmeleitung an eine speziell jeweils ihnen zugeordnete Wärmeübertragungsstruktur für einen konvektiven Wärmeübergang an ein Kühlmittel gewährleisten können.

**[0039]** Im Falle der Verwendung eines wärmesprei-

zenden Wärmeaufnahmekörpers als Zwischenkörper muß bei ausreichender Wärmespreizung die Befestigung des Wärmeabfuhrkörpers am Wärmeaufnahmekörper nicht notwendigerweise stoffschlüssig sein. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn eine Wärmeeintragsfläche des Wärmeaufnahmekörpers, die in stoffschlüssiger Verbindung mit der Anbindungsfläche des Wärmeleitkörpers steht, kleiner ist als eine Wärmeabgabefläche des Wärmeaufnahmekörpers, die in Kontakt mit dem Wärmeabfuhrkörper steht.

**[0040]** Erfindungsgemäß ist der Wärmeabfuhrkörper der Wärmeübertragungsvorrichtung eine zum Wärmeleitkörper alternative oder optionale Wärmesenke mit konvektiver Wärmeabfuhr. Der Begriff der Wärmesenke umfaßt im Sinne der Erfindung alle Arten von Vorrichtungen, die wenigstens eine zur Wärmeübertragung an ein strömendes flüssiges oder gasförmiges Kühlmittel besonders ausgebildete Wärmeübertragungsstruktur aufweisen, wobei ein die Kühlmittelströmung bildender Kühlmittelkreislauf offen oder geschlossen sein kann. Zu diesen Wärmesenken zählen beispielsweise offene luftumströmte Rippenkühler und wasserdurchflossene Mikrokanalwärmesenken. Verdampfungskühlseinrichtungen, beispielsweise Spray-Kühler oder Wärmerohre, können Wärmesenken mit integrierten geschlossenen Kühlmittelkreisläufen sein, die die Wärme im allgemeinen an einen Kühlkörper mit Wärmeübertragung an einen offenen Kühlmittelkreislauf abgeben. Alternativ sind Kombinationen der beschriebenen Wärmesenken möglich.

**[0041]** Zwischen dem Wärmeleitkörper und der Wärmeübertragungsstruktur des Wärmeabfuhrkörpers können ein Peltierelement oder mehrere zu einem Peltiermodul elektrisch seriell und/oder parallel geschaltete Peltierelemente angeordnet sein, die eine elektrisch erzeugte Temperaturdifferenz in die Wärmeübertragungsvorrichtung einbringen. Besonders bevorzugt ist ein Peltiermodul, das in den Wärmeabfuhrkörper integriert ist.

**[0042]** Die Wärmeabfuhr aus der erfindungsgemäßen Wärmeübertragungsvorrichtung geschieht erfindungsgemäß durch die Wärmeübertragung an wenigstens ein Kühlmittel.

**[0043]** Die erfindungsgemäße Wärmeübertragungsvorrichtung gestattet eine je nach Bedarfsfall wählbare, ausreichende Wärmeabfuhr zur Kühlung des Halbleiterbauelements über den Wärmeleitkörper mit Abgabe der Wärme an ein erstes, vorzugsweise flüssiges, Kühlmittel, beispielsweise Wasser, oder über den Wärmeabfuhrkörper mit Abgabe der Wärme an ein zweites Kühlmittel, beispielsweise Luft.

**[0044]** Die Erfindung ermöglicht somit einen univer-

sellen Einsatz des Wärmeleitkörpers zum einen zur konduktiven Kühlung, die durch die Wärmeabgabe an den Wärmeabfuhrkörper gekennzeichnet ist, und zum anderen zur konvektiven Kühlung, die durch die Wärmeabgabe an das durch den Wärmeleitkörper strömende Kühlmittel gekennzeichnet ist, abhängig vom Einsatzbereich und/oder Anwenderwunsch. Ein weiterer Vorteil der Kombination von konduktiver und konvektiver Kühlung des Wärmeleitkörpers gestattet es beispielsweise im Falle einer nicht ausreichenden konvektiven Kühlung des Wärmeleitkörpers zusätzlich auf eine mögliche konvektive Kühlung im Wärmeabfuhrkörper zurückzugreifen und somit beide konvektiven Wärmeübertragungswege gleichzeitig einzusetzen, wodurch eine bessere Wärmeabfuhereigenschaft erzielt wird. Damit können beide Wärmeabfuhrpfade – jener im Wärmeleitkörper und jener im Wärmeabfuhrkörper – zur Wärmeabgabe an beide Kühlmittel genutzt werden. Besonders effizient ist die Wärmeübertragungsvorrichtung wenn sowohl das erste Kühlmittel als auch das zweite Kühlmittel ein Flüssigkeit, vorzugsweise Wasser, ist.

**[0045]** Darüber hinaus ermöglicht die Wärmeübertragungsvorrichtung die Verwendung eines seiner Form nach einfachen und kostengünstig herzustellenden Wärmeleitkörpers, der zur ausreichenden konvektiven Kühlung für Halbleiterbauelemente verwendbar ist, wobei der Anschluss des eine komplexere Wärmeübertragungsstruktur aufweisenden Wärmeabfuhrkörpers an den Wärmeleitkörper die Wärmeabfuhereigenschaften des Wärmeleitkörpers übertreffen kann.

**[0046]** Beispielsweise kann der Wärmeabfuhrkörper eine Kanalstruktur enthalten, die in der Wärmequellenprojektion liegt. Außerdem kann die Kanalstruktur des Wärmeabfuhrkörpers Kanäle besitzen, in wenigstens einer Abmessungen senkrecht zur Strömungsrichtung beziehungsweise zur Kanallängsachse kleiner sind als die kleinste Abmessung von Kanälen in der Kanalstruktur des Wärmeleitkörpers. Darüber hinaus kann die Kanalstruktur des Wärmeabfuhrkörpers mehr Kanäle besitzen als die Kanalstruktur des Wärmeleitkörpers. Die beiden letzten Eigenschaften zusammengenommen sorgen damit für eine vergrößerte Wärmeeintragsfläche in das Kühlmittel und damit bei gleicher Strömungsgeschwindigkeit für einen besonders niedrigen thermischen Widerstand der Wärmeübertragungsvorrichtung. Tatsächlich kann der thermische Widerstand der Wärmeübertragungsvorrichtung im Zustand der konduktiven Kühlung des Wärmeleitkörpers niedriger sein als im Zustand der konvektiven Kühlung des Wärmeleitkörpers allein.

**[0047]** Die Wärmequellenprojektion des Halbleiterbauelementes umfasst vorzugsweise den gesamten Bereich des Wärmeleitkörpers, der auf der Kontaktfläche gegenüberliegenden Seite ausgebildet ist. Ins-

besondere sei darauf verwiesen, dass die Breite des Halbleiterbauelementes nicht mit der Breite des Wärmeleitkörpers übereinstimmen muss, so dass natürlich auch eine Kanalstruktur seitlich – also rechts und links beziehungsweise vorne und hinten – im Wärmeleitkörper ausgebildet sein kann, ohne in der Projektion zu liegen.

**[0048]** Prinzipiell ist die Lage der Anbindungsfläche unabhängig von der Lage der Kontaktfläche und der Aufnahme­fläche.

**[0049]** Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung liegt die Anbindungsfläche zur konduktiven Wärmeübergabe an den Wärmeabfuhrkörper zumindest abschnittsweise innerhalb der Projektion des zumindest einen auf dem Wärmeleitkörper befestigten Halbleiterbauelementes, so dass die Wärme ohne Umweg, also möglichst direkt, an den Wärmeabfuhrkörper übertragbar ist. Ein erhöhter thermischer Widerstand durch Umlenkung oder Einengung der Wärme­fluss­taille kann damit verhindert werden.

**[0050]** Liegt die Anbindungsfläche, beispielsweise aus aufbau- und/oder gestaltungstechnischen Gründen, senkrecht zur Kontaktfläche, so erfordert diese Lage eine Umlenkung des Wärme­flusses, die vorzugsweise mit einer Wärmespreizung einhergeht. Unabhängig von einer Wärmespreizung verursacht ein Wärme­fluß mit Umlenkung immer einen höheren thermischen Widerstand als bei Wärme­fluß ohne Umlenkung. Die Entscheidung für die wärmeleit­technisch ungünstigere Wärme­umlenkung stellt die die erfindungsgemäßen Vorzüge der Wärmeübertragungsvorrichtung jedoch nicht in Frage: Selbst wenn nach einer Umlenkung des Wärme­flusses die Wärme teilweise durch die Kanalstruktur im Wärmeleitkörper geführt werden, so ist jedoch das Umlenkungsgebiet im Wärmeleitkörper frei von Hohlräumen und gestattet eine Umlenkung ohne wärmeleit­technische Einschränkungen, die über die eigentliche Umlenkung hinausgehen.

**[0051]** Vorzugsweise ist der Bereich des Wärmeleitkörpers frei von Hohlräumen, über den sich der wesentliche Teil des Wärme­flusses von der Aufnahme­fläche zur Anbindungsfläche erstreckt. Geometrisch formuliert bedeutet dies, daß sich bei jeder winklig zur Kontaktfläche orientierten Anbindungsfläche die Wärmequellenprojektion im Wärmeleitkörper über das Halbleiterbauelement hinaus in Richtung der Anbindungsflächen bis zur Anbindungsfläche erstreckt.

**[0052]** Die beschriebene Wärmeübertragungsvorrichtung ist zur Kühlung von einer Vielzahl von verschiedenen Halbleiterbauelementen ausgelegt. Wie bereits angedeutet, ist die Anordnung besonders vorteilhaft für Laserdiodenelemente geeignet, wie beispielsweise Laserdioden oder Einzellaserbarren. Weitere Wärmequellen neben kanten- und oberflä-

chenemittierenden Laserdioden oder Laserdiodenfeldern sind Leuchtdioden, Halbleiterschaltelemente sowie optisch gepumpte Halbleiterlaser und das Sonnenlicht absorbierende Solarzellen, wobei das Halbleitermaterial sowohl anorganisch als auch organisch sein kann. Grundsätzlich ist die Wärmeübertragungsvorrichtung aber zur Kühlung jeglicher Arten von Bauelementen verwendbar.

**[0053]** Als besonders vorteilhaft hat sich auch eine Anordnung der Aufnahme­fläche für die stoffschlüssige Montage von kantenemittierenden Laserdiodenelementen gezeigt, die eine gemeinsame Kante mit einer winklig zu ihr orientierten frontseitigen Stirnfläche des Wärmeleitkörpers aufweist, wobei die Lichtaustrittsfläche des Laserdiodenelementes parallel zur frontseitigen Stirnfläche ausgerichtet ist und näherungsweise mit der Stirnfläche in einer Ebene liegt. Eine zur Aufnahme­fläche geneigte frontseitige Stirnfläche gestattet die uneingeschränkte Ausbreitung der vom Laserdiodenelement emittierten Strahlenbündel, die im Strahlengang vor oder während der Strahlformung durch eine erstes, der Lichtemissionsfläche nachgeordneten, optisches Element angeordnet sind. Darüber hinaus können auch in Lichtemissionsrichtung auf der der Aufnahme­fläche abgewandten Seite der Stirnfläche sich über die Aufnahme­fläche heraus erstreckende Bereiche des Wärmeleitkörpers eine erfindungsgemäße Kanalstruktur zur konvektiven Wärmeübertragung enthalten.

**[0054]** Der mindestens eine Kanal im Wärmeableitkörper ist vorzugsweise in einem Bereich unterhalb der Aufnahme­flächenebene nahe des Wärme­ein­trags­gebiets angeordnet.

**[0055]** Bevorzugt besteht eine Kanalstruktur aus einer Vielzahl von Kanälen, die zumindest abschnittsweise eine längliche Ausdehnung in Richtung einer Kanal-Längsachse als Bezugsachse für die Ausrichtung des Kanalabschnittes aufweisen.

**[0056]** Eine mögliche Ausgestaltung der Kanäle einer Kanalstruktur ist das zur Aufnahme­fläche senkrechte Anordnen der Kanäle. Hierbei weist der Wärmeleitkörper an der Oberseite, also an der Aufnahme­fläche, eine Zulauföffnung und an der Unterseite, also im Bereich der Anbindungsfläche, eine Ablauföffnung auf. Ein Kanal, der die beiden Öffnungen koppelt, erstreckt sich ausschließlich in einer Ebene, wobei die Ebene durch beide Öffnungen sowie senkrecht zur Aufnahme­fläche und Anbindungsfläche verläuft.

**[0057]** Die Zu- und Ablauföffnungen können vertauscht sein, wodurch sich die Flußrichtung des Kühlmittels umdreht. Alternativ können die Zu- und Ablauföffnungen nicht nur auf jeweils entgegen liegenden Seiten des Wärmeleitkörpers sondern auch auf

nur einer einzigen Seite des Wärmeleitkörpers angeordnet sein.

**[0058]** Bei der Ausbildung mehrerer Kanäle in einem Wärmeleitkörper ermöglicht ein paralleles Anordnen der Kanäle das Ausbilden einer Vielzahl von Kanälen auf sehr engem Raum. Unter der parallelen Anordnung der Kanäle ist hierbei die Parallelität der Ebenen, die durch die einzelnen Kanäle verlaufen, zu verstehen. Die Parallelität der Kanäle beschränkt sich nicht nur auf die vertikale Ausdehnung, sondern kann sich auch auf Kanäle, die in verschiedenen horizontalen, zur Aufnahme fläche parallelen, Ebenen ausgebildet sind, beziehen.

**[0059]** Jeder Kanal bzw. jede Kanalstruktur weist vorzugsweise mindestens einen Zulauf und mindestens einen Ablauf auf, die für die Zufuhr bzw. Abfuhr eines Kühlmittels verwendbar sind. Um die Integration der Wärmeübertragungsvorrichtung in ein Kühlmittelführungssystem zu erleichtern, ist es vorteilhaft, bei mehreren Kanälen in einem Wärmeleitkörper den Zulauf bzw. Ablauf zu einem gemeinsamen Zulauf und/oder einem gemeinsamen Ablauf zusammenzufassen. Ein solcher gemeinsamer Zulauf bzw. Ablauf kann hierbei durch zusätzliche Kanäle im Wärmeleitkörper ausgebildet sein. Besonders vorteilhaft hat sich zudem ein gemeinsamer Zulauf und Ablauf erwiesen, da durch eine einzige Zulauf- und Ablauföffnung leicht alle Kanäle mit einer Kühlmittelquelle bzw. -senke koppelbar sind.

**[0060]** Der Wärmeleitkörper ist aus einem einzigen oder einer Vielzahl von verschiedenen Materialien ausbildbar. Um eine besonders gute Wärmeabfuhrfähigkeit zu erreichen, ist bei der Materialwahl auf einen niedrigen thermischen Widerstand bzw. eine gute thermische Leitfähigkeit zu achten. Das Material muss zudem das Ausbilden der Kanalstrukturen ermöglichen. Als besonders vorteilhaft haben sich Wärmeleitkörper aus Kupfer, Diamant oder einem Kohlenstoff-Verbundmaterial erwiesen. Kupfer beispielsweise bietet zudem den Vorteil elektrisch leitfähig zu sein und erlaubt somit, das darauf angebrachte Halbleiterbauelement mit elektrischem Strom zu versorgen. Diamant besitzt die höchste Wärmeleitfähigkeit aller bekannten Festkörper in allen drei Raumrichtungen. Kohlenstoff-Verbundmaterialien, beispielsweise Diamant-Metall-Verbundwerkstoffe besitzen den Vorteil, daß ihre thermischen Ausdehnungskoeffizienten an den des Halbleiterbauelementes angepaßt werden können, was eine mechanisch spannungsarme stoffschlüssige Verbindung des Halbleiterbauelementes mit dem Wärmeleitkörper ermöglicht.

**[0061]** An den Wärmeleitkörper werden besondere Anforderungen gestellt. Die Wärmequellenprojektion im Wärmeleitkörper ist frei von Kanalstrukturen und vorzugsweise frei von Hohlräumen, während im restlichen Bereich des Wärmeleitkörpers Mikrokanäle für

die konvektive Kühlung ausgebildet sind.

**[0062]** Als besonders vorteilhaft hat sich deshalb das Ausbilden des Wärmeleitkörpers aus einem L-förmigen Grundkörper erwiesen, wobei die Aufnahme fläche auf der End fläche des kürzeren Schenkels angeordnet ist und die zur Aufnahme fläche parallele Innen fläche des längeren Schenkels zur stoffschlüssigen Befestigung eines Schichtkörpers dient, in den zumindest in einer ersten Schicht Ausnehmungen eingebracht sind, die mit benachbarten zweiten und dritten Schichten zumindest abschnittsweise eine abgeschlossene Kanalstruktur bilden, durch die das Kühlmittel geführt werden kann.

**[0063]** Die mit dem flüssigen Kühlmedium benetzten Oberflächen des Wärmeleit- und/oder abfuhrkörpers können zumindest abschnittsweise mit wenigstens einer Schutzschicht versehen sein, die weniger erosions- und/oder korrosionsanfällig ist als das Basismaterial des Wärmeleitkörpers bzw. der stofflichen Basisbestandteile der die Kühlkanäle bildenden stofflichen Struktur. Die Schutzschichten können elektrisch leitfähig oder elektrisch weitgehend isolierend sein. Im Falle einer elektrisch weitgehend isolierenden Schutzschicht, die sich über den gesamten Bereich, der mit dem flüssigen Kühlmedium benetzten Oberflächen des Wärmeleit- und/oder abfuhrkörpers erstreckt, ist das flüssige Kühlmedium gegenüber einem elektrischen Potential, das möglicherweise am Wärmeleit- und/oder abfuhrkörper zur elektrischen Anbindung an das Halbleiterbauelement anliegt, getrennt. Selbst elektrisch hoch leitfähige Kühlmedien wie Brauch- oder Seewasser können hier gegebenenfalls zur Kühlung verwendet werden, ohne eine potentialbedingte elektrochemische Korrosion der Wärmeübertragungsstruktur zu verursachen.

**[0064]** Wie bereits mehrfach angedeutet wurde, vereint der Wärmeleitkörper eine Reihe von Funktionen. Die thermische Funktion, nämlich die Ableitung der erzeugten Wärme des Halbleiterbauelementes, wurde bereits mehrfach detailliert erläutert. Ferner ist ein Wärmeleitkörper, der zumindest teilweise aus einem elektrisch leitenden Material besteht ist, gleichzeitig zur elektrischen Kontaktierung des Halbleiterbauelementes verwendbar und kann somit das Halbleiterbauelement mit elektrischem Strom versorgen. Vorzugsweise ist die Kanalstruktur elektrisch von der Kontakt fläche isoliert, um unerwünschten elektrochemischen Prozessen mit dem Kühlmittel vorzubeugen. Ist die Kanalstruktur in einen elektrisch leitfähigen Grundkörper eingebracht, so können entweder die vom Kühlmittel benetzten Innen flächen der Kanalstruktur eine elektrische Isolationsschicht tragen oder der Grundkörper auf wenigstens einer der Aufnahme fläche zugewandten Außenseiten. Alternativ kann die geforderte elektrische Isolierung auch durch einen in die stoffschlüssige Verbindung der Aufnahme fläche mit der Kontakt fläche eingebrachte elektrische

Isolationsschicht erzielt werden. Besteht der Wärmeleitkörper aus einem elektrisch isolierenden oder elektrisch isolierten Grundkörper, so ist entweder auf dem Grundkörper ein elektrischer Leiter vorzusehen oder ein elektrischer Leiter als Zwischenkörper in die stoffschlüssige Verbindung zwischen Aufnahmefläche und Kontaktfläche einzufügen.

**[0065]** Bereits der Wärmeleitkörper allein bietet zudem die mechanische Funktion der Halterung des Halbleiterbauelementes, die – wie im folgenden erläutert – eine herausragende erfindungswesentliche Eigenschaft der Wärmeübertragungsvorrichtung zur Geltung bringt:

Hinsichtlich der Stationen des Wärmeflusses in der Wärmeübertragungsvorrichtung kann der Wärmeleitkörper bei konvektiv kühlender Nutzung als primäre Wärmesenke angesehen werden und der Wärmeabfuhrkörper als sekundäre Wärmesenke, sofern der Wärmeabfuhrkörper eine konvektive Kühlung erfährt.

**[0066]** Die erfindungsgemäße Wärmeübertragungsvorrichtung erlaubt nun ein vorteilhaftes Verfahren (Anspruch 63) zur Inbetriebnahme und zum Testen von Halbleiterbauelementen in einem Zwischenschritt während ihrer Integration in die Wärmeübertragungsvorrichtung. Dazu wird zunächst in einem ersten Schritt eine stoffschlüssige Verbindung des Halbleiterbauelementes mit dem Wärmeleitkörper eingerichtet. Anschließend wird bzw. werden in einem zweiten Schritt die Zulauföffnung bzw. die Zulauföffnungen oder der gemeinsame Zulauf der Kanalstruktur mit einer Flüssigkeitsquelle und die Ablauföffnung bzw. Ablauföffnungen oder der gemeinsame Ablauf der Kanalstruktur mit einer Flüssigkeits- senke verbunden, so dass eine Zirkulation von Flüssigkeit im Wärmeleitkörper und ein Betrieb des Wärmeleitkörpers als primäre Wärmesenken ermöglicht wird. Danach werden Funktionstests des mindestens einen Halbleiterbauelements durchgeführt, wobei mindestens ein Parameter in Form eines Meßwertes erfasst wird.

**[0067]** Damit kann das Halbleiterbauelement bereits auf dem Wärmeleitkörper als primäre Wärmesenke betrieben und getestet werden, ohne dass die primäre Wärmesenke thermisch an eine, für ihn in einem späteren Aufbaustadium vorgesehene, sekundäre Wärmesenke – das heißt den Wärmeabfuhrkörper – angebunden ist. Dieser Umstand gestattet es, ungeeignete Halbleiterbauelemente bei Bedarf rechtzeitig vor und von der Weiterverarbeitung in einem dritten Schritt, nämlich des Anschlusses an die sekundäre Wärmesenke, auszuschließen.

**[0068]** Diodenlaserkomponenten weisen im Folgenden einen Wärmeleitkörper und einen oder mehrere Laserdiodenelemente auf. Insbesondere bei der Zusammenstellung mehrerer Diodenlaserkomponenten für eine Anordnung bestehend aus mehreren Dio-

denlaserkomponenten, in der die Diodenlaserkomponenten an einem gemeinsamen Wärmeabfuhrkörper befestigt werden, ist es vorteilhaft, wenn alle Diodenlaserkomponenten ähnliche Eigenschaften aufweisen, wie zum Beispiel einen näherungsweise gleichen Arbeitspunkt (beispielsweise eine annähernd gleiche Leistung bei gleichem Strom und/oder eine näherungsweise gleiche Emissionswellenlänge bei gleichem Strom). Hierbei können die Laserdiodenelemente auf einem jeweils eigenen Wärmeleitkörper oder auf einem gemeinsamen Wärmeleitkörper angeordnet sein. Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet eine derartige Selektion und Zusammenstellung von einer Vielzahl von Diodenlaserkomponenten vor ihrer stoffschlüssigen Anbindung an einen gemeinsamen Wärmeabfuhrkörper, von dem die Diodenlaserkomponenten nach der Montage nicht wieder schadlos – geschweige denn rückstandslos – entfernt werden können.

**[0069]** Dabei muss am Ende aller Montageschritte die zur konvektiven Wärmeabfuhr vorgesehene Kanalstruktur im Wärmeleitkörper nicht mehr notwendigerweise nutzbar sein. Es genügt im Sinne der Erfindung, dass die zur konvektiven – insbesondere erzwungenen konvektiven – Wärmeabfuhr vorgesehene Kanalstruktur im Wärmeleitkörper im Verlaufe der Verfahrensschritte zur Herstellung der Wärmeübertragungsvorrichtung und Messung des Laserdiodenelementes bis zur letztendlich gewählten Anwendung wenigstens zeitweise zur konvektiven Kühlung des Laserdiodenelementes im Betrieb nutzbar ist.

**[0070]** Der Wärmeleitkörper wird nach erfolgreichem Probebetrieb des Halbleiterbauelementes, das auf ihm montiert ist, über seine Anbindungsfläche für einen konduktiven Wärmeübergang – auch Wärmeabflußfläche genannt – vorzugsweise stoffschlüssig an eine Wärmeabfuhrvorrichtung mit einem Wärmeabfuhrkörper befestigt, der für die konvektive Wärmeabfuhr ausgebildet ist.

**[0071]** Vorzugsweise ist die dortige konvektive Wärmeabfuhr besonders zur erzwungenen konvektiven Wärmeabfuhr ausgebildet und übersteigt hinsichtlich seiner Wärmeabfuhereffizienz vorzugsweise diejenige des Wärmeleitkörpers.

**[0072]** Ein Vorteil der Erfindung ist somit, dass ein Halbleiterbauelement mit einem Wärmeleitkörper, insbesondere eine Diodenlaserkomponente, in einem Produktionszwischenschritt ausschließlich durch konvektive Kühlung ausreichend gekühlt wird, so dass dieses betrieben und getestet werden kann, ohne dass auf einen weiteren Kühlkörper zurückgegriffen wird.

**[0073]** Alternativ erlaubt die Wärmeübertragungsvorrichtung auch ein (Test-)Verfahren (Anspruch 64), das ausschließlich die konduktive Kühleigenschaft

des Wärmeleitkörpers verwendet. Hierbei wird eine konvektiv kühlende Wärmeabfuhrvorrichtung an der Anbindungsfläche des Wärmeleitkörpers lösbar, vorzugsweise kraftschlüssig, befestigt, bevor Funktionstests für mindestens ein Halbleiterbauelement durchgeführt werden. Während des Betriebes des Halbleiterbauelementes wird mindestens ein Parameter erfasst.

**[0074]** Aufgrund der ausreichenden konduktiven Kühlung wird während des Testbetriebes auf die konvektive Kühlung im Wärmeleitkörper verzichtet.

**[0075]** Hierdurch ist ein Testen des Halbleiterbauelementes unter Umständen realisierbar, in denen eine konvektive Kühlung des Wärmeleitkörpers nicht gegeben ist, beispielsweise wegen fehlender Anschlüsse für die Kühlmittelzu- und/oder -abfuhr.

**[0076]** Nach der Durchführung des Funktionstests wird die Verbindung mit der Wärmeabfuhrvorrichtung gelöst und der Wärmeleitkörper erfindungsgemäß in Verbindung mit dem Wärmeabfuhrkörper gebracht.

**[0077]** Selbstverständlich kann die Wärmeabfuhrvorrichtung mit dem Wärmeabfuhrkörper identisch sein.

**[0078]** Der Wärmeleitkörper der Erfindung gestattet sowohl das Betreiben des Halbleiterbauelementes bei ausschließlich konduktiver als auch bei einer ausschließlich konvektiven Kühlung. Durch die Anordnung der Kanäle bzw. der Kanalstruktur außerhalb der Wärmequellenprojektion des Halbleiterelementes sind die Wärmeabfuhereigenschaften nur in geringem Maße schlechter als bei einem Wärmeleitkörper, der speziell für die konduktive oder speziell für die konvektive Kühlung ausgebildet ist.

**[0079]** Bei Funktionstests mit einer extrem hohen Belastung der Halbleiterbauelemente ist mit einer überdurchschnittlichen Wärmeentwicklung zu rechnen. In einem solchen Fall ist durch eine konvektive und gleichzeitig konduktive Kühlung sichergestellt, dass das Halbleiterbauelement ausreichend gekühlt und damit vor Schäden geschützt ist. Da im tatsächlichen Einsatz des Halbleiterbauelements solch eine hohe Belastung über einen längeren Zeitraum selten oder nie auftritt, ist die Kombination der beiden Kühlungsarten später nicht mehr erforderlich und man beschränkt sich auf eines der beiden Wärmeabfuhrverfahren. Die Erfindung gestattet somit das Durchführen von Funktionstests, die über die normale Belastung eines Halbleiterbauelementes hinausgehen.

**[0080]** Zu den Parameter, die bei dem testweisen Betrieb eines elektro-optischen Bauelementes, insbesondere eines Laserdiodenelementes, vorzugsweise in Form eines Meßwertes erfaßt werden, zählen der elektrische Betriebsstrom, die elektrische

Betriebsspannung, die emittierte Strahlungsleistung und das Spektrum der emittierten Strahlung.

**[0081]** Anhand von Figuren werden Ausführungsformen der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

**[0082]** Fig. 1a bis Fig. 1k' die skizzenhaften Draufsichten (ungestrichen), Seitenansichten (einfach gestrichen) und Frontansichten (zweifach gestrichen) verschiedener Varianten von Ausführungsbeispielen der Wärmeleitkörper in einer erfindungsgemäßen Wärmeübertragungsvorrichtung mit einem kantenemittierenden Laserdiodenbarren als Wärmequelle;

**[0083]** Fig. 1l die Seitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung mit einem Laserdiodenbarren als Wärmequelle;

**[0084]** Fig. 1m die Draufsicht des ersten Ausführungsbeispiels;

**[0085]** Fig. 2a die Frontansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung mit einer kantenemittierenden Einzellaserdiode als Wärmequelle;

**[0086]** Fig. 2b die Draufsicht des zweiten Ausführungsbeispiels;

**[0087]** Fig. 3a die Draufsicht eines dritten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung mit drei Leuchtdioden als Wärmequellen;

**[0088]** Fig. 3b die Seitenansicht des dritten Ausführungsbeispiels;

**[0089]** Fig. 4a den mittigen Querschnitt durch eine Explosionsdarstellung einer ersten Variante eines vierten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung, bei der die Kühlmittelzufuhr und -abfuhr in den bzw. aus dem Wärmeleitkörper über einen Anschlusskörper an der dem Halbleiterbauelement zugewandten Seite des Wärmeleitkörpers erfolgt;

**[0090]** Fig. 4b den mittigen Querschnitt durch die Darstellung der ersten Variante des vierten Ausführungsbeispiels im montierten Zustand;

**[0091]** Fig. 4c den mittigen Querschnitt durch eine Explosionsdarstellung einer zweiten Variante des vierten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung, bei der die Kühlmittelzufuhr und -abfuhr in den bzw. aus dem Wärmeleitkörper über einen Wärmeaufnahmekörper an der dem Halbleiterbauelement abgewandten Seite des Wärmeleitkörpers erfolgt;

**[0092]** Fig. 4d den mittigen Querschnitt durch die Darstellung der zweiten Variante des vierten Ausführungsbeispiels;

rungsbeispiels im montierten Zustand;

**[0093] Fig. 5a** die Draufsicht auf die erste Variante eines Wärmeleitkörpers eines fünften Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung, in dessen der Wärmequelle zugewandten Oberfläche abseits der Wärmequelle eine Reihe von länglichen Ausnehmungen eingebracht sind;

**[0094] Fig. 5b** die Draufsicht auf eine elektrisch isolierende Isolierplatte mit zwei Durchbrüchen als Bauteil des fünften Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung;

**[0095] Fig. 5c** die Draufsicht auf eine durch Aufbringen der Isolierplatte auf die erste Variante des Wärmeleitkörpers gebildete erste Variante einer Unterbaugruppe einer ersten Variante einer Diodenlaserkomponente des fünften Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung;

**[0096] Fig. 5d** den mittigen Querschnitt durch eine erste Variante einer Diodenlaserkomponente des fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Wärmeübertragungsvorrichtung;

**[0097] Fig. 5e** die Draufsicht auf einen elektrisch isolierenden Schichtkörper als Bauteil einer zweiten Variante des fünften Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung, in dessen Oberfläche eine Reihe von länglichen Ausnehmungen eingebracht sind;

**[0098] Fig. 5f** die Draufsicht auf einen Verbund aus Isolierplatte und dem elektrisch isolierenden Schichtkörper als Bauteil der zweiten Variante des fünften Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung;

**[0099] Fig. 5g** den mittigen Querschnitt durch eine zweite Variante einer Diodenlaserkomponente mit einer zweiten Variante des Wärmeleitkörpers des fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Wärmeübertragungsvorrichtung;

**[0100] Fig. 5h** die Draufsicht auf eine dritte Variante eines Wärmeleitkörpers des fünften Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung, in dessen der Wärmequelle zugewandten Oberfläche abseits der Wärmequelle eine Reihe von länglichen Ausnehmungen eingebracht sind;

**[0101] Fig. 5i** die Draufsicht auf einen durch Aufbringen der Isolierplatte auf die dritte Variante des Wärmeleitkörpers gebildeten Verbund des fünften Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung;

**[0102] Fig. 5j** den mittigen Querschnitt durch eine dritte Variante einer Diodenlaserkomponente mit der

dritten Variante des Wärmeleitkörpers des fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Wärmeübertragungsvorrichtung;

**[0103] Fig. 5k** den mittigen Querschnitt durch eine vierte Variante einer Diodenlaserkomponente mit einer vierten Variante des Wärmeleitkörpers des fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Wärmeübertragungsvorrichtung;

**[0104] Fig. 5l** den mittigen Querschnitt eines fünften Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung mit der vierten Variante einer Diodenlaserkomponente, bei der die Kühlmittelzufuhr und -abfuhr in den Wärmeleitkörper über einen Anschlusskörper erfolgt;

**[0105] Fig. 6a** die Draufsicht auf den Wärmeleitkörper eines sechsten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung, bei dem eine Reihe von Spalten in einen Grundkörper eingebracht sind;

**[0106] Fig. 6b** den mittigen Querschnitt des sechsten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Wärmeübertragungsvorrichtung in Form einer Diodenlaserkomponente, bei der die Kühlmittelzufuhr in den Wärmeleitkörper über einen Wärmeaufnahmekörper erfolgt;

**[0107] Fig. 7a** die Draufsicht auf den Wärmeleitkörper eines siebten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung, bei dem drei Felder von Bohrungen in einen Grundkörper eingebracht sind;

**[0108] Fig. 7b** den mittigen Querschnitt der Wärmeübertragungsvorrichtung des siebten Ausführungsbeispiels;

**[0109] Fig. 7c** den mittigen Querschnitt einer ersten bevorzugten Weiterbildung des siebten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung in Form eines Diodenlasers;

**[0110] Fig. 7d** den mittigen Querschnitt einer zweiten bevorzugten Weiterbildung des siebten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung in Form eines Diodenlasers; und

**[0111] Fig. 7e** den mittigen Querschnitt einer dritten bevorzugten Weiterbildung des siebten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung in Form eines Diodenlasers.

**[0112] Fig. 7f** den mittigen Querschnitt einer vierten bevorzugten Weiterbildung des siebten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung in Form eines Diodenlaserstapels.

**[0113] Fig. 8a** die Draufsicht einer ersten Variante eines Wärmeleitkörpers eines achten Ausführungsbei-

spieles der Wärmeübertragungsvorrichtung, bei dem Kanäle außermittig in den Wärmeleitkörper eingebracht sind;

**[0114]** Fig. 8b die Seitenansicht einer Diodenlaserkomponenten mit der ersten Variante eines Wärmeleitkörpers des achten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung;

**[0115]** Fig. 8c die Draufsicht einer zweiten Variante eines Wärmeleitkörpers des achten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung, bei dem Kanäle außermittig in den Wärmeleitkörper eingebracht sind

**[0116]** Fig. 8d die Seitenansicht einer Diodenlaserkomponenten mit der zweiten Variante eines Wärmeleitkörpers des achten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung;

**[0117]** Fig. 8e den mittigen Querschnitt des achten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung in Form eines Diodenlaserstapels von Diodenlaserelementen mit der ersten Variante des Wärmeleitkörpers.

**[0118]** Die in den Figuren dargestellten Elemente sind nicht maßstäblich und auch die Verhältnisse der Elemente zueinander dienen nur der Verdeutlichung.

**[0119]** Die in den Figuren verwendeten Bezugszeichen setzen sich aus drei Ziffern (XYY) zusammen, wobei die erste Stelle (X) das Ausführungsbeispiel und die zweite und dritte Stelle (YY) die Nummer des Elementes selbst kennzeichnet. Elemente mit gleicher Nummer (YY) sind in den verschiedenen Ausführungsbeispielen gleicher oder ähnlicher Natur und werden, um eine verbesserte Lesbarkeit und Verständlichkeit der nun folgenden Beschreibung zu erreichen, nur bei ihrer ersten Verwendung ausführlich beschrieben.

**[0120]** Elemente oder funktionale Einheiten der dargestellten Ausführungsbeispiele sind untereinander austauschbar und entsprechende Kombinationen sind hier explizit mit eingeschlossen.

**[0121]** Einleitend die Beschreibung der Ausführungsbeispiele sei ausdrücklich hervorgehoben, daß der erfindungsgemäße Wärmeleitkörper hinsichtlich der Lage der Anbindungsfläche zur Aufnahme beziehungsweise Kontaktfläche nicht auf eine bestimmte Anordnung beschränkt ist. Des Weiteren sind als längliche Kanäle ausgebildete Teile der Kanalstruktur weder auf eine bestimmte Orientierung der Kanallängsachsen bezüglich der Aufnahme beziehungsweise Kontaktfläche noch auf eine bestimmte Erstreckung ihrer Ausdehnung insbesondere in Längsrichtung noch auch auf eine bestimmte Lage außerhalb des Wärmequellenprojektionsvolumens im Wärme-

leitkörper beschränkt. Schließlich sind auch Einlass- und Auslassöffnungen zur Kühlmittelversorgung der Kanalstruktur hinsichtlich ihrer Lage zueinander und bezüglich der Aufnahme beziehungsweise Kontaktfläche nicht auf eine bestimmte Konfiguration festgelegt.

**[0122]** Zur Veranschaulichung dieser erfindungsinhärenten Universalität möge ein Wärmeleitkörper dienen, der als Quader mit sechs Außenflächen – einem Paar von zwei einander gegenüberliegenden oberen und unteren Hauptflächen, einem Paar von zwei einander gegenüberliegenden Front- und Rückflächen, und einem Paar von zwei einander gegenüberliegenden linken und rechten Seitenflächen – ausgebildet ist, wobei jeweils ein erstes Flächenpaar senkrecht zu den beiden anderen Flächenpaaren orientiert ist:

Die Anbindungsfläche kann auf derselben Fläche des Quaders angeordnet sein wie die Aufnahme- fläche, auf einer ihr gegenüberliegenden Fläche oder einer winklig zu ihr orientierten Fläche. Sie kann auf einer oder auf mehreren Flächen liegen.

**[0123]** Die Kanallängsachsen können parallel zur einer Normalen jeder der drei Flächenpaare ausgerichtet sein, einzeln oder abschnittsweise auch parallel zu zwei oder mehr Normalen der drei Flächenpaare. Die Kanallängsachsen können auch parallel zu einer oder mehreren, zu allen drei Flächenpaarnormalen geneigten, Richtung beziehungsweise Richtungen orientiert sein sowie teilweise oder gänzlich regellos.

**[0124]** Liegt die bei zu einer zumindest näherungsweise parallelen Anordnung der Kontaktfläche zur Aufnahme- fläche die Aufnahme- fläche nicht bündig mit wenigstens einer Kante zweier Flächen, so ist prinzipiell jeder Bereich des Wärmeleitkörpers außerhalb der Wärmequellenprojektion geeignet, wenigstens einen Teil der Kanalstruktur zu enthalten. Sei ohne der Bechränkung der Allgemeinheit die Aufnahme- fläche auf der oberen Hauptfläche abseits einer Kante mit einer benachbarten Fläche angeordnet, so erstreckt sich die Wärmequellenprojektion von der oberen zur unteren Hauptfläche durch den Wärmeleitkörper, und die Kanalstruktur kann zumindest abschnittsweise zwischen der Wärmequellenprojektion und wenigstens einer der Flächen Frontfläche, Rückfläche, linke Seitenfläche und rechte Seitenfläche liegen. Darüber hinaus kann die Kanalstruktur auch abseits der Wärmeleitkörperbereiche, die in kreuzartiger Aufweitung der Erstreckung der Wärmequellenprojektion in Richtung der genannten Flächen Frontfläche, Rückfläche, linke Seitenfläche und rechte Seitenfläche liegen im Wärmeleitkörper angeordnet sein.

**[0125]** Einlass- und Auslassöffnung können auf ein- und derselben Außenfläche des Quaders angeordnet

sein oder auf unterschiedlichen, einander gegenüberliegenden oder winklig zu einander orientierten Flächen. Sie können auf derselben Fläche angeordnet sein sowohl wie die Aufnahme­fläche als auch wie die Anbindungs­fläche, sowie auf einer der Aufnahme­fläche beziehungsweise der Anbindungs­fläche gegenüberliegenden oder auf einer oder zwei zu der Aufnahme­fläche beziehungsweise der Anbindungs­fläche winklig orientierten Fläche beziehungsweise Flächen. Insbesondere kann eine oder können beide Öffnungen in der Anbindungs­fläche angeordnet sein.

**[0126]** Einen Ausschnitt aus der Vielfalt der möglichen Konfigurationen reflektieren die in Fig. 1a bis Fig. 1k' gezeigten skizzenhaften Draufsichten (unge­strichen), Seitenansichten (einfach gestrichen) und Frontansichten (zweifach gestrichen) verschiedener Varianten von Ausführungsbeispielen der Wärmeleit­körper in einer erfindungsgemäßen Wärmeübertra­gungsvorrichtung mit einem kantenemittierenden Laserdiodenbarren als Wärmequelle. Sie veranschauli­chen eine Vielzahl von Anordnungen, die die Kon­taktflächen, Aufnahme­flächen und Anbindungs­flächen untereinander und bezüglich der Kanalstruktur einnehmen können, sowie die vielfältigen Ausgestal­tungen und Anordnungen von Kanalstrukturen in Wärmeleitkörpern.

**[0127]** Beispielhaft werden zum Zwecke der besse­ren Übersichtlichkeit nur in den Fig. 1a und Fig. 1a' Bezugszeichen verwendet, die mit **110** das kariert schraffierte dargestellte Laserdiodenelement be­zeichnen, mit **113** den Richtungspfeil der Lichtemissi­on, mit **120** den Wärmeleitkörper, mit **122** die gepunkt­et dargestellte Wärmequellenprojektion im Wärme­leitkörper, mit **123** mögliche, durch einen dicken Bal­ken dargestellte, Anbindungsflächen zur stoffschlüs­sig­en Befestigung eines Wärmeabfuhrkörpers, mit **130** die gestrichelten Umrisse eine oder mehrerer Kanäle der erfindungsgemäßen Kanalstruktur. Des weiteren wird auf eine Darstellung von möglichen Zu- und Abläufen sowie Ein- und Auslässen verzichtet, um den Schwerpunkt auf die wesentlichen Aspekte der folgenden Varianten zu legen.

**[0128]** Während in Fig. 1a und Fig. 1a' nur ein ein­ziger Kanal, der parallel zur Kontaktfläche und senk­recht zur Lichtemissionsrichtung orientiert ist, im Wärmeleitkörper angeordnet ist, sind in den Folge­figuren Fig. 1b bis Fig. 1k' stets mehrere, zueinander parallele Kanäle im Wärmeleitkörper angeordnet.

**[0129]** Während in Fig. 1a und Fig. 1a' nur zwei An­bindungsflächen zur stoffschlüssigen Verbindung mit dem Wärmeabfuhrkörper eingezeichnet sind – näm­lich eine erste Anbindungsfläche, die auf der dem Laserdiodenbarren gegenüberliegenden Unterseite des Wärmeleitkörpers angeordnet ist, und eine zweite Anbindungsfläche, die auf einer Lichtemissionsrich­tung abgewandten Rückseite des Wärmeleitkörpers

senkrecht zur Kontaktfläche beziehungsweise paral­lel zur Lichtaustrittsfläche angeordnet ist, –, sind in den Folgefiguren Fig. 1b bis Fig. 1k' auch weitere Anbindungsflächen veranschaulicht, die beispiels­weise an einer in Lichtemissionsrichtung liegenden Frontseite des Wärmeleitkörpers angeordnet sein können, sowie auf einer der Anbindungsfläche zuge­wandten Oberseite des Wärmeleitkörpers, auf einer bezüglich der Lichtemissionsrichtung linken Seiten­fläche des Wärmeleitkörpers und auf einer bezüglich der Lichtemissionsrichtung rechten Seitenfläche des Wärmeleitkörpers, wobei beide Seitenflächen sowohl senkrecht zur Ober- und Unterseite des Wärmeleit­körpers ausgerichtet sind als auch senkrecht zur Front- und Rückseite des Wärmeleitkörpers.

**[0130]** Fig. 1b zeigt einen Wärmeleitkörper, in dem eine Vielzahl von Kanälen mit ihren Längsachsen pa­rallel zu einander und parallel zur Lichtemissionsrich­tung im Wärmeleitkörper angeordnet sind.

**[0131]** Fig. 1c zeigt einen Wärmeleitkörper, in dem eine Vielzahl von Kanälen mit ihren Längsachsen pa­rallel zu einander, parallel zur Laserbarrenbreiten­richtung, das heißt: parallel zur Kontaktfläche und senkrecht zur Lichtemissionsrichtung, im Wärmeleit­körper angeordnet sind. Die Fig. 1b' und Fig. 1c' zei­gen, daß es in der Seitenansicht verschiedene Mög­lichkeiten gibt, diese Kanäle auszuführen. So können sie als zumindest abschnittsweise verschließbare Kühlrippen sowohl in die Oberseite des Wärmeleit­körpers als auch in die Unterseite des Wärmeleitkör­pers eingebracht werden, als einzelne oder in mehreren Lagen vollständig in den Wärmeleitkörper einge­bracht werden, oder sich durchgängig von der Ober­seite zur Unterseite des Wärmeleitkörpers erstrecken.

**[0132]** Beispiele für die Integration eines Zwischen­körpers in die stoffschlüssige Verbindung von Wär­meleitkörper und Laserdiodenbarren zeigen die Fig. 1d bis Fig. 1e'. Wie beiden Ansichten zu entneh­men ist, liegen die Kontaktfläche des Laserdioden­barrens und die Anbindungsfläche des Wärmeleitkör­pers senkrecht zueinander, was dazu führt, das die Wärmequellenprojektion vollständig außerhalb des Wärmeleitkörpers im Zwischenkörper angeordnet sind.

**[0133]** Erfindungsgemäß ist in so einer Anordnung die Lage der Kanalstruktur im Wärmeleitkörper belie­big, wobei speziellen Ausführungsvarianten je nach Bedarf der Vorrang eingeräumt werden kann.

**[0134]** Wie in der Draufsicht von Fig. 1d dargestellt ist, können eine Vielzahl von Kanälen mit ihren Längsachsen parallel zu einander und parallel zur Lichtemissionsrichtung im Wärmeleitkörper angeord­net sein. Die Seitenansichten in Fig. 1d' zeigen, daß verschiedene Kanallagen übereinander in Richtung

senkrecht zur Kontaktfläche gestapelt werden können, wobei ein Wärmeleitungsbereich im Wärmeleitkörper von Kanälen ausgespart bleiben kann, der durch eine Projektion der Aufnahme­fläche senkrecht zur rückseitigen Anbindungsfläche definiert wird.

**[0135]** Die Draufsicht von Fig. 1e zeigt zwei Gruppen mit jeweils einer Vielzahl von Kanälen, die mit ihren Längsachsen parallel zueinander und senkrecht zur Kontaktfläche im Wärmeleitkörper angeordnet sind. Dabei bleibt eine gegen die Lichtemissionsrichtung bis zur rückseitigen Anbindungsfläche ausge­dehnte Wärmequellenprojektion frei von Kanälen, so daß sich eine ungehinderte Wärmeleitung von der Aufnahme­fläche zur Anbindungsfläche ergibt.

**[0136]** Die Seitenansichten in Fig. 1e' zeigen, daß die Kanäle in den Wärmeleitkörper eingebettet sein können, oder aber sich von der Oberseite zur Unterseite durchgehend erstrecken können.

**[0137]** Die Fig. 1f bis Fig. 1g' zeigen die Anordnung von jeweils zwei Kanälen, die übereinander in einem dem Laserdiodenelement in Lichtemissionsrichtung vorgelagerten Bereich oder Vorsprung des Wärmeleitkörpers angeordnet sind. Die Anordnung der Fig. 1f und Fig. 1f' unterschieden sich von der Anordnung der Fig. 1g und Fig. 1g' dadurch, dass im ersten Fall der Wärmeleitkörper mit einer Stufe ausgeformt ist, die sich in über einen Absatz hinter dem Vorsprung erhebt und die Aufnahme­flächen umfaßt, während im zweiten Fall ein den Laserdiodenbarren tragender Zwischenkörper in einem ausreichenden Abstand von der frontseitigen Stirnfläche auf der Aufnahme­fläche des Wärmeleitkörpers befestigt ist.

**[0138]** Die Fig. 1h bis Fig. 1i'' zeigen die Anordnung von Kanälen beiderseits der Wärmequellenprojektion, wobei die Kanäle links und rechts bezüglich der Lichtemissionsrichtung im Wärmeleitkörper angeordnet sind. In Fig. 1h beziehungsweise Fig. 1h'' sind jeweils zwei Kanäle parallel zu einander und parallel zur Lichtemissionsrichtung im Wärmeleitkörper angeordnet. In Fig. 1i beziehungsweise Fig. 1i'' sind jeweils eine Gruppe von Kanälen mit ihren Längsachsen parallel zueinander und senkrecht zur Kontaktfläche im Wärmeleitkörper angeordnet sind und sich von der Oberseite zur Unterseite durchgehend erstrecken.

**[0139]** Wie die Fig. 1j bis Fig. 1k' zeigen, können auch komplexere Kanalstrukturen im Wärmeleitkörper angeordnet sein, beispielsweise solche, die Merkmale der in den Fig. 1f bis Fig. 1g' dargestellten Kanalstrukturen mit Merkmalen der in Fig. 1h bis Fig. 1i'' dargestellten Kanalstrukturen verbinden.

**[0140]** So erstrecken sich in dem in Fig. 1j und Fig. 1j' dargestellten Beispiel zwei übereinanderliegende U-förmige Kanäle um die Wärmequellenpro-

jektion herum, wobei der Mittelschenkel der Kanäle in Bereich eines Vorsprungs des Wärmeleitkörpers gegenüber dem Laserdiodenbarren liegt. In dem in Fig. 1k und Fig. 1k' dargestellten Beispiel erstreckte sich die Kanalstruktur fast vollständig um die Wärmequellenprojektion herum, wobei im Zentralbereich des Vorsprung eine Umkehr des Kühlmittelflusses vorgesehen ist, die es gestattet, zum einen die Kanäle über zwei außermittig angeordneten Zu- und Ablauföffnungen an einen Kühlmittelkreislauf anzuschließen und zum anderen den Kühlmittelfluß strömungstechnisch weitgehend symmetrisch zur Wärmequelle auszubilden, so dass der Laserdiodenbarren im Betrieb keine nennenswerte Temperaturdifferenz zwischen seiner linken und rechten Seite erfährt, wie dies im Gegensatz dazu im vorangegangenen Beispiel möglich ist.

**[0141]** Fig. 1l zeigt die skizzenhafte Darstellung der Seitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung mit einem Wärmeleitkörper **120** und einem Halbleiterbauelement **110** als Wärmequelle, wobei das Halbleiterbauelement **110** – hier ein kantenemittierender Laserdiodenbarren – an der Kante der Frontseite des Wärmeleitkörpers **120** angeordnet ist. Die Lichtemissionsrichtung des Laserdiodenbarrens ist durch einen Pfeil **113** verdeutlicht. Zudem wird durch das Bezugszeichen **112** die dem Wärmeleitkörper **120** abgewandte Kontaktfläche des Halbleiterelements **110** gezeigt.

**[0142]** Im hinteren, das heißt bezüglich des Laserdiodenbarrens entgegen der Lichtemission liegenden, Bereich des Wärmeleitkörpers **120** ist eine erste Kanalstruktur **130** ausgebildet, die einen ersten Zulauf **141** und einen ersten Ablauf **151** aufweist. Die Kanalstruktur **130** ist hierbei als Mikrokanalstruktur ausgebildet. Auf einer, dem Laserdiodenbarren zugewandten, Oberseite des Wärmeleitkörpers **120** ist eine Zulauföffnung **140** zur Aufnahme eines Kühlmittels ausgebildet, wodurch das Kühlmittel der ersten Kanalstruktur **130** zuleitbar ist. Gleichermaßen ist eine Ablauföffnung **150** mit dem ersten Ablauf **151** gekoppelt, um das Kühlmittel aus der ersten Kanalstruktur **130** abzuleiten. Die der Oberseite gegenüberliegenden Unterseite des Wärmeleitkörpers **120** bildet eine Anbindungsfläche **123** aus, die es bei einem konduktiven Wärmeübergang gestattet, die Wärme an einen dort befestigbaren Wärmeabfuhrkörper (vgl.

**[0143]** Fig. 4a/b und Fig. 5j) beziehungsweise an einen Wärmeaufnahme­körper einer den Wärmeabfuhrkörper enthaltenden Wärmeabfuhrvorrichtung abzugeben (vgl. Fig. 7c).

**[0144]** Die Wärmequellenprojektion **122** des Halbleiterbauelements **110** senkrecht zu seiner Kontaktfläche ist – wie durch die gestrichelte Begrenzungslinie verdeutlicht wird – im vorderen Bereich des Wärmeleitkörpers **120** unterhalb des Halbleiterbauele-

ments **110** angeordnet. Im Projektionsvolumen selbst sind keine Kanalstrukturen ausgebildet, und der Wärmeleitkörper **120** ist im Bereich der Wärmequellenprojektion zur Reduzierung des thermischen Widerstands ohne einen Hohlraum und aus einem einzigen Stück ausgebildet.

**[0145]** Der beschriebene Wärmeleitkörper **120** gestattet durch Kühlmittel, das durch die erste Kanalstruktur **130** fließt, die Wärme des Halbleiterbauelements **110** konvektiv abzuleiten. Alternativ ist der Wärmeleitkörper **120** mit oder ohne einen vermittelnden Wärmeaufnahmekörper (vgl. [Fig. 7c](#)) konduktiv durch einen angeschlossene Wärmeabfuhrkörper kühlbar. Beide Wärmeabfuhrvarianten sind gleichzeitig oder einzeln einsetzbar und gestatten somit einen besonders flexiblen Einsatz des Wärmeleitkörpers **120** in der Wärmeübertragungsvorrichtung.

**[0146]** In [Fig. 1m](#) wird die skizzenhafte Darstellung der Draufsicht des ersten Ausführungsbeispiels gezeigt. Die Vielzahl der ersten Kanalstrukturen **130** ist hierbei so ausgebildet, dass die Zuleitung des Kühlmittels in den ersten Zulauf **141** der ersten Kanalstruktur **130** durch die gemeinsame Zulauföffnung **140** erfolgt. Hierbei sind die Kanäle der ersten Kanalstruktur **130** parallel angeordnet und durch einen gemeinsamen Zulauf **141** miteinander gekoppelt. Nicht zu sehen ist die gemeinsame Ablauföffnung **150**, die ein Ableiten des Kühlmittels gestattet. Auch in [Fig. 1b](#) ist die Emissionsrichtung des Laserbarrens durch Pfeile **113** dargestellt. Die Vielzahl der Pfeile verdeutlicht, dass ein Laserdiodenbarren mit mehreren Emittlern verwendet wird.

**[0147]** Ein zweites Ausführungsbeispiel ist in [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) dargestellt, wobei es sich dort bei dem wärmeerzeugenden Halbleiterbauelement **210** um eine Einzellaserdiode handelt. [Fig. 2a](#) zeigt eine skizzenhafte Darstellung der Frontansicht. Das Halbleiterbauelement **210** ist mittig auf dem Wärmeleitkörper **220** aufgebracht, wobei die Einzellaserdiode an der Kante der Frontseite angeordnet ist und die Emissionsrichtung somit aus der Bildebene heraus gerichtet ist.

**[0148]** Zusätzlich zu der ersten Kanalstruktur **230** ist eine zweite Kanalstruktur **231** ausgebildet, die der ersten Kanalstruktur **230** strömungstechnisch parallel zugeschaltet ist. Die zweite Kanalstruktur **231** weist wie die erste Kanalstruktur **230** einen zweiten Zulauf **242** bzw. einen zweiten Ablauf **252** auf, der das Kühlmittel von der Zulauföffnung **240** zu der zweiten Kanalstruktur **231** leitet bzw. von der zweiten Kanalstruktur **231** zur Ablauföffnung **250** leitet.

**[0149]** Die Kanalstrukturen **230** und **231** sind links bzw. rechts der Projektion **222** ausgebildet, die gekennzeichnet und begrenzt ist durch die gestrichelten Linien in [Fig. 2a](#). Auch in diesem Wärmeleitkörper

**220** verlaufen keine Kanäle oder sonstige Hohlräume im Bereich der Projektion, um den thermischen Widerstand so gering wie möglich zu halten und sich somit die Vorteile der Erfindung zu Nutzen zu machen.

**[0150]** Wie in der Draufsicht des zweiten Ausführungsbeispiels in [Fig. 2b](#) zu sehen ist, sind die Kanalstrukturen **230**, **231** seitlich der Längsseiten der größten lateralen Ausdehnung des Halbleiterelements **210** angeordnet. Die einzelnen Kanäle der jeweiligen Kanalstrukturen **230**, **231** sind hierbei parallel zueinander angeordnet und stehen auf die Längsseite der größten lateralen Ausdehnung des Halbleiterelements **210** senkrecht. Die Haupterstreckung der einzelnen Kanäle erfolgt in vertikaler Richtung, so dass das Kühlmittel von oben nach unten fließt.

**[0151]** Die ersten und zweiten Zuläufe **241** und **242** der ersten und zweiten Kanalstrukturen **230** und **231** sind miteinander gekoppelt, so dass über die einzige Zulauföffnung **240** Kühlflüssigkeit zugeleitet wird. Auch die einzige Ablauföffnung **250** ist ausreichend, um Kühlflüssigkeit aus den ersten und zweiten Abläufen **251** und **252** abzuleiten.

**[0152]** [Fig. 3a](#) und [b](#) zeigen zwei Ansichten einer Wärmeübertragungsvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel zur Kühlung von drei Halbleiterbauelementen **310**, hier Leuchtdioden, von denen eine erste im blauen Spektralbereich, eine zweite im grünen Spektralbereich und eine dritte im roten Spektralbereich emittiert. Die Lichtemissionsrichtungen sind durch die drei Pfeile **313** angezeigt. Zur getrennten elektrischen Ansteuerung sind die drei Leuchtdioden über elektrisch von einander getrennte, metallische Leiterzüge **324** auf einen elektrisch isolierenden Grundkörper **325** aufgebracht, der zusammen mit den Leiterzügen **324** und **326** den Wärmeleitkörper **320** bildet und zwei Kanalstrukturen **330** und **331**, hier Mikrokanalstrukturen, aufweist.

**[0153]** Nicht bezeichnete Bonddrähte bilden eine elektrische Verbindung der von dem Wärmeleitkörper **320** abgewandten elektrischen Kontaktflächen **312** der Leuchtdioden mit den elektrischen Leiterzügen **326** aus, während die dem Wärmeleitkörper **320** zugewandten Kontaktflächen direkt auf den elektrischen Leiterzügen **324** aufliegen.

**[0154]** Diese Anordnung ist beispielweise als Lichtquelle für Videoprojektoren geeignet, die sich je nach Auswahl der Wärmeabfuhrmethode in zwei unterschiedliche Klassen der Lichtstärke betreiben lassen. In einer Gruppe mit einer niedrigen Lichtstärke ist die an der Anbindungsfläche **323** angeschlossene (nicht dargestellte) Wärmeabfuhrvorrichtung als Wärmesenke verwendbar, in der die Wärme zuvor über einen Wärmeaufnahmekörper gespreizt und direkt oder über ein Peltiermodul in einen Rippenkühler geführt wird, der die Wärme an vorbeiströmende Umge-

bungsluft abgibt. Bei einer hohen Lichtstärke ist der Wärmeleitkörper **320** als Wärmesenke unter konvektiver Abgabe der Wärme an ein durch die Mikrokanäle zirkulierendes flüssiges Kühlmedium verwendbar.

**[0155]** Bei einem vierten Ausführungsbeispiel, von dem eine erste Variante in den [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#) dargestellt ist, ist das wärmeerzeugende Halbleiterelement **410** ein Laserdiodenbarren. Die [Fig. 4a](#) zeigt den mittigen Querschnitt durch eine Explosionsdarstellung einer Diodenlaserkomponente **415** und [Fig. 4b](#) zeigt die Diodenlaserkomponente **415** im montierten Zustand. Die Kühlmittelzufuhr und -abfuhr in den bzw. aus dem Wärmeleitkörper **420** erfolgt in diesem Ausführungsbeispiel über einen Anschlusskörper **480**, der auf der dem Laserdiodenelement zugewandten Seite des Wärmeleitkörpers **420** befestigt ist.

**[0156]** Der Wärmeleitkörper **420** ist eine Mikrokanalwärmesenke, die durch das Verbinden von fünf Lagen Kupfer hergestellt ist. Der Laserdiodenbarren ist mit Indiumlot an der Kante zur Frontseite des Wärmeleitkörpers **420** befestigt. Ferner ist eine Isolierplatte **460** direkt auf der dem Halbleiterbauelement **410** zugewandten Seite des Wärmeleitkörpers **420** abseits des Halbleiterbauelements **410** am Wärmeleitkörper **420** befestigt. Bei der Isolierplatte **460** handelt es sich um eine Polyimidfolie, die einen direkten Stromfluss zwischen dem Wärmeleitkörper **420** und dem Anschlusskörper **480** unterbindet. Zusätzlich wird ein elektrisch leitfähiges Kontaktelement **470** zur elektrischen Kontaktierung des Halbleiterbauelements **410** auf der dem Wärmeleitkörper **420** abgewandten Kontaktfläche **412** des Halbleiterbauelements **410** verwendet. Das elektrische Kontaktelement **470** ist ein Kupferblechstreifen, der mit elektrisch leitfähigem Klebstoff am Laserdiodenbarren befestigt ist.

**[0157]** Der Anschlusskörper **480** ist auf dem Kontaktelement **470** angeordnet und ist aus einem elektrisch isolierenden Grundkörper **482** ausgebildet. Eine elektrische Schicht **483** auf dem elektrisch isolierenden Grundkörper **482** ist ein fertigungstechnischer Bestandteil des Anschlusskörpers **480** und bildet einen elektrischen Kontakt mit dem elektrisch leitfähigen Kontaktelement **470** aus. Ein erstes Anschlusselement **481** ist zur elektrischen Kontaktierung der elektrischen Schicht **483** des Anschlusskörpers **480**, der elektrisch in Verbindung mit dem elektrisch leitfähigen Kontaktelement **470** steht, ausgebildet und gestattet den Anschluss an eine Stromquelle (nicht gezeigt).

**[0158]** Ein erstes Kühlmittelanschlusselement **448** ist am Anschlusskörper **480** befestigt und dient zur Aufnahme eines Kühlmittels und zur Zuleitung des Kühlmittels zur Zulauföffnung **440** im Wärmeleitkörper **420**. Ein Vorlauf **447** des Anschlusskörpers **480**

ist hierbei für die Zuleitung so ausgebildet, dass das Kühlmittel durch einen ersten Kontaktelementdurchbruch **471** und einen ersten Isolierplattendurchbruch **461** in die Zulauföffnung **440** des Wärmeleitkörpers **420** leitbar ist und von dort in die Kanalstruktur **430** weitergeleitet wird. Ein Einlassdichtring **445** dichtet die Zulauföffnung **440** gegenüber dem vom Anschlusskörper **480** in die Zulauföffnung **440** fließenden Kühlmittel ab.

**[0159]** Zur Abgabe des Kühlmittels weist der Anschlusskörper **480** ein zweites Kühlmittelanschlusselement **458** auf. Das Kühlmittel wird aus der Kanalstruktur **430** zur Ablauföffnung **450** des Wärmeleitkörpers **420** geleitet und von dort durch einen zweiten Isolierplattendurchbruch **462** und einen zweiten Kontaktelementdurchbruch **472** an einen Rücklauf **457** des Anschlusskörpers **480** überführt. Ein Auslassdichtring **455** ist rücklaufseitig zur Abdichtung eingesetzt.

**[0160]** Der Wärmeleitkörper **420** ist mit einem elektrisch leitfähigen Klebstoff, der auf die Anbindungsfläche **423** aufgetragen ist, stoffschlüssig an einen elektrisch leitenden Wärmeeufnahmekörper **490** aus Kupfer befestigt, der ein zweites elektrisches Anschlusselement **491** aufweist. Das Anschlusselement **491** ist zur Kontaktierung mit wenigstens einem elektrischen Anschluss einer Stromquelle (nicht gezeigt) ausgebildet, wobei der Anschluss der Stromquelle zum Anschluss einer Stromquelle, die mit dem ersten Anschlusselement **481** gekoppelt ist, gegenpolig ist.

**[0161]** Die Wärmeübertragungsvorrichtung **415** wird komplettiert durch einen am Wärmeeufnahmekörper **490** befestigte Wärmeabfuhrkörper **498**, die eine – nicht dargestellte – Wärmeübertragungsstruktur für eine zur Kanalstruktur im Wärmeleitkörper alternativen oder zusätzlichen konvektiven Wärmeübertragung aufweist. Im vorliegenden Fall sei diese Wärmeübertragungsstruktur eine Rippenstruktur, die durch ein Gebläse beziehungsweise einem Lüfter mit Umgebungsluft beströmt wird. Der Wärmeübergang vom Wärmeeufnahmekörper **490** zum Wärmeabfuhrkörper **498** wird durch eine zwischen Wärmeeufnahmekörper **490** und Wärmeabfuhrkörper **498** gebrachte elektrisch isolierende Wärmeleitfolie **499** verbessert.

**[0162]** Die Wärmeübertragungsvorrichtung gestattet bei diesem vierten Ausführungsbeispiel besonders vorteilhaft den Laserbarren mit Strom zu versorgen. Das erste Anschlusselement **481**, das mit einem ersten Anschluss einer Stromquelle gekoppelt ist, ist durch die metallische Schicht **483** und das Kontaktelement **470** elektrisch mit der dem Wärmeleitkörper **420** abgewandten Kontaktfläche **412** des Halbleiterbauelements **410** gekoppelt. Gleichzeitig verhindert die Isolierplatte **460** die elektrische Kontaktierung des Wärmeleitkörpers **420** mit dem Kontaktelement

**470.** Die dem Wärmeleitkörper **420** zugewandte Kontaktfläche **411** des Halbleiterbauelements **410** ist elektrisch leitend mit dem Wärmeleitkörper **420** gekoppelt. Ebenso ist der Wärmeleitkörper **420** und der Wärmeaufnahmekörper **490** elektrisch leitend ausgebildet und beide sind über das zweite Anschlusselement **491** mit einem zweiten, zum ersten Anschluss gegenpoligen Anschluss einer Stromquelle verbunden. Die Dichtringe **445** und **455** verhindern zusätzlich, dass Strom mit der Kühlflüssigkeit in Berührung kommt.

**[0163]** Wie durch die gestrichelte Linie gekennzeichnet ist, ist in der Projektion der Grundfläche des Laserbarrens keine Kanalstruktur ausgebildet, wodurch sich das Laserdiodenelement sowohl konvektiv als auch konduktiv kühlen lässt. Die Projektion umfasst insbesondere den Bereich des Wärmeleitkörpers **420**, der zwischen der Aufnahmefläche (vgl. [Fig. 6a](#), [Fig. 5c](#), [Fig. 6a](#) und [Fig. 7a](#)) und dem Halbleiterbauelement **410** liegt. Darüber hinaus weist der Wärmeaufnahmekörper **490** in diesem Bereich ebenfalls keine Kanäle auf, so dass im Falle einer rein konduktiven Kühlung auch hier ein sehr geringer thermischer Widerstand vorzufinden ist.

**[0164]** Der Wärmeleitkörper **420** vereint eine Reihe von Funktionen in der Wärmeübertragungsvorrichtung. Zum einen gestattet er die konvektive und konduktive Kühlung des Halbleiterbauelements, weist also eine thermische Funktion auf. Gleichzeitig dient er als elektrischer Kontakt und ermöglicht das Zuführen bzw. Abführen von Strom. Und drittens ist der Wärmeleitkörper **420** auch zur Befestigung des Wärmeaufnahmekörpers **490** verwendbar.

**[0165]** Eine zweite Variante des vierten Ausführungsbeispiels ist in den [Fig. 4c](#) und [Fig. 4d](#) dargestellt. Die zweite Variante unterscheidet sich von der ersten Variante im wesentlichen dadurch, daß die Kühlflüssigkeit nicht über den Anschlußkörper **480** zum Wärmeleitkörper zu- und vom Wärmeleitkörper abgeführt wird, sondern über den Wärmeaufnahmekörper **490**. Ein weiterer Unterschied zur ersten Variante besteht darin, daß das elektrisch leitfähige Kontaktelement **470** aus einer Vielzahl von Bonddrähten besteht, die mit ihren ersten Enden an der substratsseitigen Kontaktfläche **412** des Laserdiodenbarrens **410** und mit ihren zweiten Enden an einer Metallschicht **467** eines als Schichtkörper **465** ausgebildeten elektrischen Isolationskörpers befestigt sind. Der Schichtkörper **465** besteht aus einer Isolationschicht **466** aus Aluminiumoxid, die aus mechanischen Symmetriegründen sowohl an ihrer dem Wärmeleitkörper **420** zugewandten Seite mit einer Metallschicht **468** aus Kupfer als auch an ihrer dem Wärmeleitkörper **420** abgewandten Seite mit einer Metallschicht **467** aus Kupfer versehen ist.

**[0166]** Die [Fig. 5a-l](#) dienen der Veranschaulichung

vier verschiedener Varianten eines fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Wärmeübertragungsvorrichtung, das dadurch gekennzeichnet ist, daß eine Reihe von Nuten **530** abseits des Halbleiterbauelementes **510** – hier des Laserdiodenbarrens **510** – in eine, dem Halbleiterbauelement zugewandte und zur Kontaktfläche parallelen Oberfläche des Wärmeleitkörpers **520** eingebracht sind. Die vier verschiedenen Varianten repräsentieren vier unterschiedliche Ausführungsformen derart gekennzeichnete Wärmeleitkörper **520**. Speziell stellen die [Fig. 5a-d](#) Bauteile einer ersten Variante, die [Fig. 5e-f](#) Bauteile einer zweiten Variante, die [Fig. 5h-j](#) Bauteile einer dritten Variante, [Fig. 5k](#) das Bauteil einer vierten Variante und [Fig. 5l](#) die Wärmeübertragungsvorrichtung **515** in einer vierten Variante dar.

**[0167]** In allen vier Varianten sind eine Reihe von Nuten **530** in die besagte Oberfläche des Wärmeleitkörpers **520** eingebracht ([Fig. 5a](#), [Fig. 5e](#), [Fig. 5h](#)). Die Einbringung kann durch mechanische Bearbeitung wie Sägen oder Fräsen, chemisch durch isotropes oder anisotropes Ätzen oder aber durch Laserschneiden sowie durch Kombinationen der genannten Methoden erzielt werden.

**[0168]** In allen vier Varianten wird durch eine im Bereich der Nutenreihe **530** an der Oberfläche des Wärmeleitkörpers **520** befestigte Isolierplatte **560** ([Fig. 5b](#)) aus Aluminiumoxid mit zwei Durchbrüchen **561** und **562**, die der Nutenreihe **530** abschnittsweise gegenüberliegen, die Nutenreihe **530** zumindest in einem Abschnitt, der dem Bereich zwischen den beiden Durchbrüchen **561** und **562** gegenüberliegt, zu einer geschlossenen Kanalstruktur abgedichtet. Dabei sind die Nuten **530** hinsichtlich ihrer Längsachsen parallel zu wenigstens einer Verbindungslinie zwischen den beiden Durchbrüchen **561** und **562** ausgerichtet, so daß ein Durchströmung der Nutenreihe **530** durch Einlass einer Kühlflüssigkeit in den ersten Durchbruch **561** und Auslass der Kühlflüssigkeit durch den zweiten Durchbruch **562** möglich ist ([Fig. 5c](#), [Fig. 5f](#), [Fig. 5i](#)). Die Montage der Isolierplatte **560** erfolgt vorzugsweise nach der Laserdiodenbarrenmontage auf dem Wärmeleitkörper **520** unter Verwendung eines Klebstoffes. Alternativ wird anstatt der Aluminiumoxidkeramik als Isolationselement eine Aluminiumnitridkeramik verwendet, die beidseitig mit einer Kupferschicht versehen ist und die auf der dem Wärmeleitkörper abgewandten Seite eine über die Keramik hinausstehende Kontaktfahne aus Kupfer aufweist. In diesem Fall wird analog der zweiten Varianten des vierten Ausführungsbeispiels die dem Wärmeleitkörper **520** zugewandte Kupferschicht vor der Laserbarrenmontage an die Kühlstruktur angelötet und als elektrisches Kontaktelement eine Reihe von Bonddrähten verwendet, die die dem Wärmeleitkörper **520** abgewandte Kupferschicht elektrisch mit der freien Laserdiodenbarrenkontaktfläche verbind-

den.

**[0169]** In allen vier Varianten von Diodenlaserkomponenten **514** des fünften Ausführungsbeispiels ist das elektrische Kontaktelement **570** ein Kupferblech, das mit elektrisch leitfähigem Klebstoff am der dem Wärmeleitkörper abgewandten Kontaktfläche des Laserdiodenbarrens befestigt wurde, ein Anschlusselement **581** zur Befestigung eines elektrischen Kontaktes aufweist sowie einen Durchbruch **571**, der sowohl in Deckung mit dem ersten Durchbruch **561** als auch mit dem zweiten Durchbruch **562** der Isolierplatte **560** liegt (Fig. 5d, Fig. 5g, Fig. 5i, Fig. 5k). Damit kann die Kühlmittelzufuhr zum ersten Durchbruch **561** und die Kühlmittelabfuhr vom zweiten Durchbruch durch den einen Durchbruch **571** im Kontaktelement erfolgen. Durch die Isolierplatte **560** ist das Kontaktelement **570** elektrisch von der Nutenreihe **530** getrennt.

**[0170]** Die Unterschiede der vier Varianten Wärmeleitkörper werden anhand der Querschnittsansichten der Fig. 5d, Fig. 5g, Fig. 5i und Fig. 5k deutlich: In der ersten Variante ist der Wärmeleitkörper **520** aus einem Stück gefertigt und elektrisch leitfähig, so daß die Rippen zwischen den Nuten **530** in elektrischer Verbindung mit der Kontaktfläche des Laserdiodenbarrens **510** steht, die stoffschlüssig an der Aufnahme­fläche befestigt ist (Fig. 5d). Zur elektrischen Isolierung der Kanalstruktur gegenüber dem Kühlmittel kann diese oberflächlich mit einer elektrisch isolierenden Schicht versehen werden.

**[0171]** In der zweiten Variante besteht der Wärmeleitkörper aus einem L-förmigen Grundkörper **525** und einem Schichtkörper **565**, wobei die Aufnahme­fläche an der Endfläche des kürzeren Schenkels des L-förmigen Grundkörpers **525** angeordnet ist und die Platte an der, zur Aufnahme­fläche parallelen, Schenkelinnenfläche des längeren Schenkels des L-förmigen Grundkörpers **525** befestigt ist (Fig. 5g). Der Grundkörper besteht aus einem Kohlenstoff-Metall-Verbundwerkstoff, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient näherungsweise dem des Laserdiodenbarrens entspricht. Der Schichtkörper **565** besteht aus einer Isolationsschicht **566** aus hoch wärmeleitfähigem Aluminiumnitrid (AlN), die aus mechanischen Symmetriegründen sowohl an ihrer dem Grundkörper **525** zugewandten Seite mit einer Metallschicht **568** aus Kupfer als auch an ihrer dem Grundkörper **525** abgewandten Seite mit einer Metallschicht **567** aus Kupfer versehen ist. In die dem Grundkörper abgewandte Metallschicht **567** sind die Nuten **530** eingebracht (Fig. 5e). Das Verhältnis der Schichtdicken der Kupfer- und Aluminiumnitridschichten zueinander ist vorzugsweise so gewählt, daß der Schichtkörper in der Schichtenebene (in-plane) einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist, der näherungsweise dem des Grundkörpers **525** entspricht. So können beide Bauteile, Laserdio-

denbarren **510** und Schichtkörper **565**, mittels eines hoch zuverlässigen Gold-Zinn-Lotes stoffschlüssig an dem Grundkörper **525** angelötet werden.

**[0172]** In dieser Anordnung sind außerdem die Rippen zwischen den Nuten **530** vorteilhafterweise sowohl gegenüber dem elektrischem Potential an der der Aufnahme­fläche zugewandten Kontaktfläche des Laserdiodenbarrens **510** als auch gegenüber dem elektrischem Potential an der der Aufnahme­fläche abgewandten Kontaktfläche des Laserdiodenbarrens **510** elektrisch isoliert, so daß das Kühlmittel ausschließlich elektrisch neutrale Bauteile benetzt.

**[0173]** Die gleiche doppelte elektrische Isolierung wird mit dem Wärmeleitkörper **520** der dritten Variante (Fig. 5i) erzielt: Er besteht aus einem Schichtkörper, in dem ein Grundkörper **525** aus einem hoch wärmeleitfähigen, elektrisch isolierenden oder oberflächlich elektrisch isolierten Material besteht und auf zwei einander gegenüberliegenden Oberflächen Metalllagen aus Kupfer aufweist. Dabei ist die dem Laserdiodenelement zugewandte Kupferlagen in zwei elektrisch voneinander getrennte Teilbereiche einer ersten Schicht **524** und einer zweiten Schicht **526** untergliedert, um die Kühlstruktur potentialfrei zu halten, die in Form der Nuten **530** in die zweite Metallschicht **526** eingebracht ist. Die erste Metallschicht **524** stellt die Aufnahme­fläche **521** zur Befestigung des Laserdiodenbarrens **510** bereit und ist gleichzeitig für die Stromzuführung bzw. -abfuhrung zu bzw. vom Laserdiodenbarren **510** geeignet. Dazu erstreckt sie sich als Stromführungsschicht **524** von der dem Laserdiodenbarren **510** zugewandten Seite des Grundkörpers auf die dem Laserdiodenbarren **510** abgewandte Seite des Grundkörpers.

**[0174]** In der vierten Variante des Wärmeleitkörpers ist der Grundkörper **525** in weitere Schichten – zwei elektrisch isolierende Schichten und einen zwischen beiden elektrisch isolierenden Schichten angeordneten Zwischenkörper, der seinerseits aus mehreren Schichten bestehen kann, untergliedert (Fig. 5k). Der dem Laserdiodenbarren zugewandte Teil der ersten Metallschicht **524** steht mit dem dem Laserdiodenbarren abgewandten Teil der ersten Metallschicht **524** über eine Durchkontaktierung in elektrischer Verbindung, die sich durch den Grundkörper hindurch erstreckt (nicht dargestellt).

**[0175]** Fig. 5i veranschaulicht die Integration der vierten Variante der Diodenlaserkomponente **514** aus Fig. 5k in ein fünftes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Wärmeübertragungsvorrichtung. Analog können die erste, zweite und dritte Diodenlaserkomponenten, dargestellt in den Fig. 5d, Fig. 5g und Fig. 5i, in die Wärmeübertragungsvorrichtung integriert sein.

**[0176]** Die Kühlmittelzufuhr und -abfuhr zu bzw. in

den Wärmeleitkörper **520** erfolgt über einen Anschlusskörper **580**, der auf der dem Laserdiodenbaren **510** zugewandten Seite des Wärmeleitkörpers **520** befestigt ist, wobei das Kühlmittel ausschließlich elektrisch neutrale Bauelemente benetzt. Vertiefungen **546** und **556** dienen der Aufnahme des Einlassdichtrings **545** bzw. Auslassdichtrings **555**. Der erste Isolierplattendurchbruch **561** ist zur Überführung des Kühlmittels vom Anschlusskörper **580** in den Wärmeleitkörper **520** vorgesehen, während der zweite Isolierplattendurchbruch **562** zur Überführung des Kühlmittels vom Wärmeleitkörper **520** in den Anschlusskörper **580** vorgesehen ist.

**[0177]** Der Wärmeleitkörper **520** ist schließlich mit Indiumlot auf einem Wärmeaufnahmekörper **590** aus Kupfer befestigt, der die vom Wärmeleitkörper **520** aufgenommene Wärme an einen nicht dargestellten Wärmeabfuhrkörper überträgt und den elektrischen Strom von einem elektrisches Anschlusselement **591** an die metallische Stromführungsschicht **524** überträgt.

**[0178]** In einer bevorzugten Weiterbildung der Kanalstruktur dieses fünften Ausführungsbeispielles sind zwei Reihen von sich einander überkreuzenden Nuten in die Oberfläche des Wärmeleitkörpers eingebracht, so daß in dem so gebildeten Nutmuster rhomboedrische Säulen von dem Kühlmittel unter Ausbildung eines erhöhten Wärmeeintrags umspült werden können.

**[0179]** In den folgenden beiden Ausführungsbeispielen sechs und sieben können die Kühlkanäle X30 nicht nur direkt in den Wärmeleitkörper X20 eingebracht sein, sondern auch in einen leichter strukturierbaren Ersatzkörper, der mit einem Teil des Wärmeleitkörpers X20 zu diesem verbunden ist oder in eine durchgängige zylindrische Ausnehmung im Wärmeleitkörper X20 eingesetzt ist.

**[0180]** Die Draufsicht auf den Wärmeleitkörper **620** des sechsten Ausführungsbeispielles der Wärmeübertragungsvorrichtung ist in **Fig. 6a** dargestellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Kanalstruktur **630** durch eine Reihe von Spalten ausgebildet, die in einem Grundkörper **625** eingebracht sind und sich von der Wärmequelle zugewandten Seite des Grundkörpers **625** auf die gegenüberliegende, der Wärmequelle abgewandten Seite des Grundkörpers **625** erstrecken. Der Wärmeleitkörper **620** weist einen Grundkörper **625** aus elektrisch isolierendem CVD-Diamant mit der am Diamant befestigten ersten Metallschicht **624**, einer Kupferfolie, auf, auf die das Halbleiterbauelement **610**, hier der Laserdiodenbaren, mit dem in DE 196 44 941 C1 beschriebenen Verfahren mittels eines Gold-Zinn-Lotes befestigt und in Teilabschnitte gebrochen ist.

**[0181]** **Fig. 6b** stellt den mittigen Querschnitt des

sechsten Ausführungsbeispielles der Wärmeübertragungsvorrichtung dar, bei dem die Kühlmittelzufuhr in den Wärmeleitkörper **620** über einen Anschlusskörper **680** erfolgt, der auf der dem Laserdiodenelement **610** zugewandten Seite des Wärmeleitkörpers **620** befestigt ist. Die Kühlmittelabfuhr aus dem Wärmeleitkörper **620** erfolgt über den Wärmeaufnahmekörper **690**, der auf der dem Laserdiodenelement **610** abgewandten Seite des Wärmeleitkörpers **620** befestigt ist.

**[0182]** Der Wärmeaufnahmekörper **690** ist Teil einer nicht vollständig dargestellten erfindungsgemäßen Wärmeabfuhrvorrichtung und ist aus einem Verbundwerkstoff aus Silizium, Siliziumkarbid und Diamant ausgebildet, wie er in WO 2002 042 240 A2 beschrieben ist. Auf diesen Wärmeaufnahmekörper **690** ist der Wärmeleitkörper **620** mit Hilfe eines zinnhaltigen Lotes befestigt. Die Isolierplatte **660** ist ein Keramiksubstrat. Das elektrisch leitfähige Kontaktelement **670** ist ein Kupferblechstreifen, der mit elektrisch leitfähigem Klebstoff am Laserdiodenbaren befestigt ist.

**[0183]** Anstatt direkt in den Diamantkörper können die Kanäle auch mittels anisotropen Ätzens in einen Ersatzkörper aus Silizium eingebracht werden, der in eine durchgängige zylindrische Ausnehmung im Diamantkörper eingesetzt wird.

**[0184]** Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Kühlfüssigkeit über das bereits beschriebene erste Kühlmittelanschlusselement **648** des Anschlusskörpers **680** zuführbar. Von dort ist es über die Spalten im Grundkörper **625** und damit über den Wärmeleitkörper **620** führbar, wobei die Wärme vom Kühlmittel aufgenommen und über das zweite Kühlmittelanschlusselement **658** des Wärmeaufnahmekörpers **690** abgebar ist.

**[0185]** Die **Fig. 7a-e** zeigen die Wärmeübertragungsvorrichtung eines siebenten Ausführungsbeispielles. **Fig. 7a** stellt eine Draufsicht auf den Wärmeleitkörper **720** des Ausführungsbeispiels dar. Der Wärmeleitkörper **720** weist den Grundkörper **725** mit zwei Gruppen von Bohrungen auf, die sich in drei Feldern von der der Wärmequelle zugewandten Seite des Grundkörpers **725** auf die gegenüberliegende, der Wärmequelle abgewandten, Seite des Grundkörpers **725** erstrecken. Der Wärmeleitkörper **720** besteht aus einem Diamant-Metall-Verbund, der oberflächlich elektrisch isoliert ist. Es sind drei Leiterzüge auf den Grundkörper **725** aufgebracht, die den Grundkörper **725** als Metallschicht aus Kupfer jeweils in einem ring- beziehungsweise U-förmigen Band umgeben und damit eine elektrische Stromführung von der dem Laserdiodenbaren abgewandten Unterseite des Grundkörpers **725** auf die dem Laserdiodenbaren zugewandten Oberseite des Grundkörpers **725** und umgekehrt ermöglichen. Ein erster Leiterzug, die

erste Metallschicht **724**, steht mit einer ersten Kontaktfläche des Halbleiterbauelementes **710** elektrisch in Verbindung, wobei zur Befestigung des Halbleiterbauelementes **710** die Aufnahme­fläche **721** vorgesehen ist, und erstreckt sich U-förmig über eine senkrecht zur Ober- und Unterseite geneigten frontseitigen Stirnfläche des Grundkörpers **725** von der Oberseite auf die Unterseite. Ein zweiter Leiterzug ist dazu ausgelegt, mit einer zweiten elektrischen Kontaktfläche des Halbleiterbauelementes **710** elektrisch in Verbindung zu stehen. Der zweite Leiterzug umgibt den Grundkörper **725** als eine Metallschicht **775** ringförmig über senkrecht zur Stirnfläche und zur Ober-/Unterseite orientierte Seitenflächen, und ist wenigstens teilweise auf der dem Halbleiterbauelement **710** zugewandten Seite des Grundkörpers **725** angeordnet und dabei insbesondere zur Stromzuführung bzw. -abführung zum bzw. vom Halbleiterbauelement **710** geeignet. Ein dritter Leiterzug, die zweite Metallschicht **726**, hat keine elektrische Funktion sondern dient nur der Erhaltung einer großflächigen ebenen Montagefläche auf der Ober- und Unterseite des Wärmeleitkörpers. Der dritte Leiterzug erstreckt sich U-förmig über der eine Frontseite des Grundkörpers **725** gegenüberliegende rückseitige Endfläche von der Oberseite auf die Unterseite. Außerdem sind im Bereich des dritten Leiterzuges die Durchbrüche **727** und **728** ausgebildet, um Kühlmittel in die erste und zweite Kanalstruktur **730** und **731** zu- bzw. abzuleiten, die durch die Bohrungen im Grundkörper **725** ausgebildet ist.

**[0186]** In [Fig. 7b](#) ist ein mittiger Querschnitt der Wärmeübertragungsvorrichtung des siebenten Ausführungsbeispiels gezeigt. Der Schnitt erfolgt entlang der gestrichelten Linie von [Fig. 7a](#). Zusätzlich zum Wärmeleitkörper **720** aus [Fig. 7a](#) ist der Anschlusskörper **780** und der Wärmeaufnahme­körper **790**, an dem die Kühlmittelanschlüsselemente **748** und **758** befestigt sind, dargestellt. Die Kühlmittelzufuhr und -abfuhr erfolgt über den Wärmeaufnahme­körper **790**, der auf der dem Laserdiodenelement abgewandten Seite des Wärmeleitkörpers **720** befestigt ist. Der Kühlmittelfluss führt hierbei von der ersten Gruppe eines Feldes von Bohrungen, der ersten Kanalstruktur **730**, über einen Hohlraum **732** im Anschlusskörper **780** zur zweiten Gruppen von Bohrungen, der zweiten Kanalstruktur **731**, die in zwei Feldern von Bohrungen beiderseits des ersten Feldes von Bohrungen angeordnet sind. Der Hohlraum **732** ist an der dem Halbleiterbauelement **710** zugewandten Seite des Wärmeleitkörpers **720** ausgebildet und gestattet die strömungstechnische Verbindung zwischen den beiden Kanalstrukturen **730** und **731** und führt dazu, dass die zweite Kanalstruktur **731** der ersten Kanalstruktur **730** seriell nachgeschaltet ist. Gleichzeitig ist bei dieser Anordnung sichergestellt, dass das Kühlmittel ausschließlich elektrisch neutrale Bauelemente benetzt.

**[0187]** Das Halbleiterbauelement **710**, hier der Laserdiodenbarren, ist mittels eines Gold-Zinn-Lotes auf dem Wärmeleitkörper **720** befestigt. Das elektrische Kontaktelement **770** ist eine dünne Platte aus einem Wolfram-Kupfer-Verbundmaterial, das ebenfalls mit Gold-Zinn am Laserdiodenbarren befestigt ist. Ein elektrisches Verbindungselement **774** aus einer Metallfolie von Laserdiodenbarrendicke ist zwischen dem elektrisch leitfähigen Kontaktelement **770** und der Metallschicht **775** angeordnet und verbindet diese elektrisch leitend miteinander.

**[0188]** Der Wärmeaufnahme­körper **790** in diesem Ausführungsbeispiel besteht aus einem Verbund von Kupfer- und Aluminiumnitridplatten, wobei nur die äußeren, dem Wärmeleitkörper **720** zugewandten Metallschichten dargestellt sind. Die erste metallische Schicht **793** auf dem elektrisch isolierten Wärmeaufnahme­körper **790** ist in elektrischem Kontakt mit der Metallschicht **724** des Wärmeleitkörpers **720**. Die zweite metallische Schicht **794** ist in gleicher Weise mit der Metallschicht **775** in elektrischem Kontakt. Letztlich ist auch die metallische Schicht **795** in elektrischem Kontakt mit der Metallschicht **726**; jedoch ist diese ebenso wie die Metallschicht **726** ohne elektrische Funktion.

**[0189]** Die metallische Schicht **795** weist zudem einen Durchbruch **796** auf, ebenso wie die zweite Metallschicht **726** einen Durchbruch **729** auf der dem Halbleiterbauelement abgewandten Seite aufweist, der zur Überführung des Kühlmittels vom Wärmeaufnahme­körper **790** in den Wärmeleitkörper **720** vorgesehen ist. Ferner ist in [Fig. 7b](#) das erste Kühlmittelanschlüsselement **748** gezeigt, mittels welchem Kühlflüssigkeit über den Zulauf **747** in die erste Kanalstruktur **730** zuleitbar ist.

**[0190]** [Fig. 7c](#) zeigt den mittigen Querschnitt einer ersten bevorzugten Weiterbildung des siebten Ausführungsbeispiels. Die Wärmeübertragungsvorrichtung ist hierbei in Form einer Diodenlaserkomponente ausgebildet, bei der der Wärmeaufnahme­körper **790**, der auf der dem Laserdiodenelement abgewandten Seite des Wärmeleitkörpers **720** befestigt ist, ein Peltiermodul **797** aufweist. Das Peltiermodul **797** ist an seiner Kaltseite thermisch an die Wärmequelle und an seiner Warmseite an einen erfindungsgemäßen Wärmeabfuhrkörper **798** als Wärmesenke angebunden. Zur Nutzung des Wärmeleitkörpers **720** als Wärmesenke wird ein Anschlußkörper **780** in Form eines kombinierten Kühlmittelzuführ- und -abführelementes mit Kühlmittelanschlüsselementen **748** und **758** und Vor- und Rückläufen **747** und **757** auf der dem Laserdiodenelement zugewandten Seite des Wärmeleitkörpers **720** angeschlossen und zur Versorgung des Wärmeleitkörpers **720** mit einem flüssigen Kühlmittel verwendet.

**[0191]** In einer zweiten und dritten bevorzugten

Weiterbildung des siebenten Ausführungsbeispiels, dargestellt in [Fig. 7d](#) und [Fig. 7e](#), ist der Wärmeabfuhrkörper **798** direkt an der Anbindungsfläche **723** auf der dem Laserdiodenelement abgewandten Seite des Wärmeleitkörpers **720** mit einem Zinn-Lot ange­lötet.

**[0192]** Die Kanalstruktur **735** im Wärmeabfuhrkörper **798** ist in einen Stapel Kupferlagen eingebracht, der zwischen zwei Aluminiumnitridplatten liegt.

**[0193]** Die Kühlmittelzuleitung und -ableitung von und zu der Kanalstruktur **735** erfolgt über ein erstes Kühlmittelanschlusselement **738**, das am Wärmeabfuhrkörper **798** befestigt ist. Außerdem ist ein Zulauf **736** für Kühlmittel im Wärmeabfuhrkörper **798** ausgebildet, der die Zuleitung von Kühlmittel zur Kanalstruktur **735** gestattet. Zur Ableitung des Kühlmittels von der Kanalstruktur **735** zum einem nicht dargestellten zweiten Kühlmittelanschlusselement ist ein Ablauf **737** im Wärmeabfuhrkörper **798** ausgebildet.

**[0194]** Bei dem Betrieb der Wärmeübertragungsvorrichtung in der zweiten Weiterbildung – so wie sie in [Fig. 7d](#) dargestellt ist – wird auf eine Nutzung des Wärmeleitkörpers **720** als Wärmesenke verzichtet, ebenso wird auf die Kühlung mittels der ersten Kanalstruktur **730** verzichtet.

**[0195]** [Fig. 7e](#) zeigt einen mittigen Querschnitt durch eine dritte bevorzugte Weiterbildung des siebenten Ausführungsbeispiels. Der Wärmeabfuhrkörper **798**, der auf der dem Laserdiodenelement abgewandten Seite des Wärmeleitkörpers **720** befestigt ist, weist die bereits im [Fig. 7d](#) dargestellte Mikrokanalstruktur auf. Anders als bei der zweiten bevorzugten Weiterbildung des siebten Ausführungsbeispiels ist der Wärmeleitkörper **720** als Wärmesenke einbezogen, indem die dortigen Kanalstrukturen **730** und **731** über Strömungsflusspfade, die strömungstechnisch parallel zur Kanalstruktur **735** des Wärmeaufnahme­körpers **790** geschaltet sind, mit Kühlmittel versorgt werden.

**[0196]** Ähnlich wie in [Fig. 7b](#) wird durch die Verwendung eines Anschlusskörpers **780** mit einem Hohlraum **732** eine serielle Nachschaltung der zweiten Kanalstruktur **731** nach der ersten Kanalstruktur **730** erreicht.

**[0197]** In einer vierten bevorzugten Weiterbildung des siebten Ausführungsbeispiels wird die Wärme der Diodenlaserkomponente **714** über eine um 90° zur Kontaktfläche des Laserdiodenelementes geneigte rückwärtige Anbindungsfläche **723**, deren Normale entgegen der Lichtemissionsrichtung orientiert ist, kontaktiv an einen über eine Löt­fuge am Wärmeleitkörper **720** befestigten Wärmeaufnahme­körper **790** übertragen, der durch ein Peltier-Modul **797** gekühlt wird, dessen Warmseite an den erfin-

dungsgemäßen Wärmeabfuhrkörper **798** angebunden ist. Eine solche Wärmeübertragungsvorrichtung **715** eignet sich, wie in [Fig. 7f](#) dargestellt, zur Kühlung mehrerer Diodenlaserkomponenten **714**, die in Richtung senkrecht zur Kontaktfläche **711** des kantenemittierenden Laserdiodenelementes **710**, übereinander gestapelt sind. Die serielle elektrische Verbindung zwischen zwei einander in einem solchen Diodenlaserstapel **715** benachbarten ersten und zweiten Diodenlaserkomponenten **714** und **714'** wird durch ein elektrisches Verbindungselement **776** realisiert, das in elektrischen Kontakt mit dem Kontaktelement **770** der ersten Diodenlaserkomponenten **714** und mit der ersten stromführenden Metallschicht **724'** der zweiten Diodenlaserkomponente **714** steht und dazu zumindest abschnittsweise zwischen der ersten und zweiten Diodenlaserkomponente **714** und **714'** angeordnet ist.

**[0198]** Diese Wärmeübertragungsvorrichtung ist besonders zur Kühlung von Laserdiodenelementen geeignet, die im Puls- oder qcw-Modus betrieben werden.

**[0199]** Die gleiche Anbindungsmethode an einer rückseitigen Endfläche des Wärmeleitkörpers kommt im achten Ausführungsbeispiel, dargestellt anhand einer Querschnittsansicht in [Fig. 8a](#), zur Geltung. Der dort dargestellte Diodenlaserstapel enthält Diodenlaserkomponenten einer ersten Variante, dargestellt in der Seitenansicht in [Fig. 8b](#), mit einer ersten Variante eines Wärmeleitkörpers, dargestellt in der Draufsicht von [Fig. 8a](#), ausgestattet sind. Des besagte Wärmeleitkörper **820** besteht aus einem quaderförmigen Grundkörper **825** mit einer Oberseite, einer der Oberseite gegenüberliegenden Unterseite, einer frontseitigen Stirnfläche und einer der Stirnfläche gegenüberliegenden rückseitigen Endfläche, die sich beide von der Oberseite zur Unterseite erstrecken. Eine metallische Stromführungsschicht **824** erstreckt sich von der Oberseite über die Frontseite auf die Unterseite. Im oberseitigen Abschnitt der metallische Stromführungsschicht **824** ist eine Aufnahme­fläche **821** für die stoffschlüssige Befestigung eines Laserdiodenbarrens **810** vorgesehen.

**[0200]** In die Oberseite des Grundkörper **825** sind zwei Mikrokanalstrukturen **830** und **831** beiderseits außermittig links und rechts der strichgepunkteten Symmetrielinie eingebracht. Sie stehen jeweils separat mit Einlassöffnungen **840** und Auslassöffnungen **850** in Verbindung, die an der, in einer der Aufnahme­fläche **821** abgewandten Richtung angeordneten, rückseitigen Endfläche liegen, welche zudem als Anbindungsfläche **823** dient.

**[0201]** Die im Grundkörper offenen Mikrokanalstrukturen **830** und **831** werden durch eine Isolierplatte **860** abgedeckt. Während der Laserdiodenbarren mit seiner epitaxienseitigen Kontaktfläche an der metalli-

schen Stromführungsschicht **824** befestigt ist, ist ein zur metallischen Stromführungsschicht **824** gegenpoliges elektrisches Kontaktelement **870** stoffschlüssig an der der epitaxienseitigen Kontaktfläche **811** gegenüberliegenden substratseitigen Kontaktfläche **812** befestigt, welches mit einem vom Laserdiodenbarren **810** abgewandten Endabschnitt zur Zugentlastung an der Isolierplatte befestigt ist.

**[0202]** Vorteilhaft an der vorliegenden Anordnung der Mikrokanalstrukturen **830** und **831** im Wärmeleitkörper ist, dass diese weit abseits eines für die ungehinderte Wärmeleitung zur Anbindungsfläche **823** zu Verfügung stehenden Mittenbereiches im Grundkörper **825** des Wärmeleitkörpers **820** liegen.

**[0203]** Die ungehinderte Wärmeleitung von dem Laserdiodenbarren **810** zur rückseitigen Anbindungsfläche **823** ist, wie in **Fig. 8c** dargestellt, in der zweiten Variante des Wärmeleitkörpers **820** perfektioniert: Hier liegen die Kanalstrukturen gänzlich außerhalb der Wärmequellenprojektion eines entgegen der Lichtemissionsrichtung bis zur Ebene der Anbindungsfläche **823** verlängerten Wärmequellenbereiches. Präzise ausgedrückt weist der Wärmeleitkörper innerhalb einer Projektion, die sich senkrecht zur Stirnfläche durch den Wärmeleitkörper erstreckt, eine Breite von der lateralen Ausdehnung des Wärmequellenbereiches parallel zur Kontaktfläche und senkrecht zur Lichtemissionsrichtung und eine Höhe von der Ausdehnung der Stirnfläche in zur Kontaktfläche senkrechter Richtung besitzt, keine Ausnehmung auf. Wie in **Fig. 8d** in der Seitenansicht einer zweiten Variante der Diodenlaserkomponente dargestellt ist, sind die Kanalstrukturen in der betreffenden zweiten Variante des Wärmeleitkörpers über Zu- und Ablaufkanäle **841** und **851** mit den Einlassöffnungen **840** und **850** verbunden, wobei die Zu- und Ablaufkanäle **841** und **851** als Nuten in die der Aufnahmeplatte **821** gegenüberliegenden Seite des Grundkörpers eingebracht und durch Deckplatten **839** verschlossen sind.

**[0204]** **Fig. 8e** zeigt wie Diodenlaserkomponenten **814** der ersten Variante unter Ausbildung eines Diodenlaserstapels **815** mit ihrer rückseitigen Anbindungsfläche **823** über eine Klebefuge an einen Wärmehaushaltkörper **890** angebunden sind, der durch ein Peltier-Modul **797** gekühlt wird, dessen Warmseite an den erfindungsgemäßen Wärmehaushaltkörper **798** angebunden ist. Die elektrische Serienschaltung erfolgt dabei durch direktes Inkontaktbringen des substratseitigen elektrischen Kontaktelementes **870** einer ersten Diodenlaserkomponenten **814** mit der stromführenden Metallschicht **824'** einer der ersten Diodenlaserkomponente **814** benachbarten zweiten Diodenlaserkomponente **814'**. Zum Inkontaktbringen zählt auch das Ausbilden einer elektrisch leitfähigen stoffschlüssigen Verbindung, zum Beispiel mittels eines elektrisch leitfähigen Klebstoffes.

**[0205]** Der Wärmehaushaltkörper **890** dient gleichzeitig als Anschlusskörper für die Kühlmittelzu- und -abfuhr zu den einzelnen Wärmeleitkörpern des Diodenlaserstapels. Dazu weist er einen Zulauf **847** auf, der über mit einem ersten Kühlmittelanschlusslement **848** von einer Kühlmittelquelle mit Kühlmittel versorgt werden kann, sowie einen Ablauf **857**, der das Kühlmittel über ein zweites Kühlmittelanschlusslement **858** an eine Kühlmittelsenke abgeben kann. In Höhe jeder Diodenlaserkomponente **814** zweigen von dem Zulauf **847** jeweils zwei Zulaufkanäle zu den zwei Einlässen **840** jedes Wärmeleitkörpers **820** ab sowie von dem Ablauf **857** jeweils zwei Ablaufkanäle zu den zwei Auslässen **850** jedes Wärmeleitkörpers **820**.

**[0206]** Ähnlich wie der Diodenlaserstapel **715** des siebenten Ausführungsbeispiels eignet der Diodenlaserstapel **815** des achten Ausführungsbeispiels vorteilhaft zur Kühlung von Laserdiodenelementen **810**, die im Puls- oder qcw-Modus betrieben werden. So eignet sich der Wärmeleitkörper **820** bei niedrigem Puls-Tast-Verhältnis (engl.: duty cycle) zur konduktiven Wärmeübertragung an einen mit Umgebungsluft gekühlten Wärmehaushaltkörper **898** und bei hohem duty cycle zur konvektiven Wärmeübertragung an Wasser, das durch seine Kanalstrukturen **830** und **831** strömt.

**[0207]** In einer bevorzugten Weiterbildung ist der Wärmehaushaltkörper **898** an Stelle des Wärmehaushaltkörpers **890** über eine Klebefuge an den rückseitigen Anbindungsflächen **823** der Wärmeleitkörper **820** befestigt und weist eine Kanalstruktur zur konvektiven Übertragung der Wärme an ein flüssiges Kühlmittel auf, welches optional parallel oder seriell durch die Kanalstrukturen **830** und **831** des Wärmeleitkörpers **820** strömen kann.

**[0208]** Anmerkung: Die folgende Bezugszeichenliste ist durch Voranstellen der Figurennummer bzw. der Nummer des Ausführungsbeispiels auf die Figuren und den Beschreibungstext anwendbar.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Halbleiterbauelement
<b>11</b>	Wärmeleitkörper zugewandte Kontaktfläche
<b>12</b>	Wärmeleitkörper abgewandte Kontaktfläche
<b>13</b>	Emissionsrichtungspfeil
<b>14</b>	Diodenlaserkomponente
<b>15</b>	Wärmeübertragungsvorrichtung
<b>20</b>	Wärmeleitkörper
<b>21</b>	Aufnahmeplatte
<b>22</b>	Wärmequellenprojektion
<b>23</b>	Anbindungsfläche
<b>24</b>	erste Metallschicht
<b>25</b>	Grundkörper
<b>26</b>	zweite Metallschicht
<b>27</b>	Durchbruch

28	Durchbruch
29	Durchbruch
30	erste Kanalstruktur
31	zweite Kanalstruktur
32	Hohlraum
35	Wärmeübertragungsstruktur/Kanalstruktur
36	Zulauf
37	Ablauf
38	Kühlmittelanschlusselement
39	Deckplatte
40	Einlass/Zulauföffnung
41	erster Zulauf
42	zweiter Zulauf
45	Einlassdichtring
47	Vorlauf/Zulauf im Anschlusskörper
46	Vertiefung
48	erstes Kühlmittelanschlusselement
50	Auslass/Ablauföffnung
51	erster Ablauf
52	zweiter Ablauf
55	Auslassdichtring
56	Vertiefung
57	Rücklauf/Ablauf im Anschlusskörper
58	zweites Kühlmittelanschlusselement
60	Isolierplatte
61	erster Isolierplattendurchbruch
62	zweiter Isolierplattendurchbruch
65	Schichtkörper
66	Isolationsschicht
67	erste Metallschicht
68	zweite Metallschicht
70	Kontaktelement
71	erster Kontaktelementdurchbruch
72	zweiter Kontaktelementdurchbruch
74	elektrisches Verbindungselement
75	Metallschicht
76	elektrisches Verbindungselement
80	Anschlusskörper
81	erstes Anschlusselement
82	Grundkörper
83	metallische Schicht
90	Wärmeaufnahmekörper
91	zweites Anschlusselement
93	metallische Schicht
94	metallische Schicht
95	metallische Schicht
96	Durchbruch
97	Peltiermodul
98	Wärmeabfuhrkörper
99	Wärmeleitfolie

### Patentansprüche

1. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) mit  
 1 wenigstens einem Halbleiterbauelement (10) und  
 2 wenigstens einem Wärmeleitkörper (20), wobei das  
 Halbleiterbauelement (10)  
 1.1 wenigstens einen im Betrieb des Halbleiterbauelementes (10) Wärme erzeugenden pn-Übergang und

1.2 einen, alle im Betrieb des Halbleiterbauelementes (10) Wärme erzeugenden pn-Übergänge im Halbleiterbauelement einschließenden, Wärmequellenbereich sowie  
 1.3 wenigstens eine Kontaktfläche (11, 12) aufweist und der Wärmeleitkörper (20)  
 2.1 sowohl wenigstens eine Aufnahmefläche (21), die in wenigstens einer stoffschlüssigen Verbindung mit der Kontaktfläche (11, 12) des Halbleiterbauelementes (10) steht, als auch  
 2.2 wenigstens eine Kanalstruktur (30, 31) aufweist, die  
 2.2.1 für eine konvektive Wärmeübertragung an wenigstens ein erstes, durch die Kanalstruktur (30, 31) leitbares, Kühlmittel vorgesehen ist,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass  
 die Kanalstruktur (30, 31) des Wärmeleitkörpers (20)  
 2.2.2 vollständig außerhalb einer sich senkrecht zur Kontaktfläche (11, 12) erstreckenden Wärmequellenprojektion (22) des Wärmequellenbereiches angeordnet ist, und der Wärmeleitkörper (20)  
 2.3 wenigstens eine Anbindungsfläche (23) aufweist, über die wenigstens eine konduktive Wärmeübertragung an  
 3 wenigstens einen Wärmeabfuhrkörper (98) vorgesehen ist, der  
 3.1 wenigstens eine Wärmeübertragungsstruktur (35) aufweist, wobei  
 wenigstens eine konvektive Wärmeübertragung wahlweise wenigstens an  
 2.2.1 das erste Kühlmittel oder an  
 3.1.1 wenigstens ein zweites Kühlmittel erfolgt, das durch die Wärmeübertragungsstruktur (35) strömt.

2. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb der Wärmequellenprojektion (22) keine Kanalstruktur (30, 31) im Wärmeleitkörper ausgebildet ist.

3. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb der Wärmequellenprojektion (22) kein Hohlraum im Wärmeleitkörper (20) ausgebildet ist, dessen größte Abmessung die kleinste Abmessung eines Kanals der Kanalstruktur (30, 31) übersteigt.

4. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb der Wärmequellenprojektion (22) generell kein Hohlraum im Wärmeleitkörper (20) ausgebildet ist.

5. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das Halbleiterbauelement (10) zwei oder mehr im Betrieb des Halbleiterbauelementes Wärme erzeugende pn-Übergänge aufweist.

6. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmequellenbereich über das ganze Halbleiterbauelement (10) ausgedehnt ist.

7. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeübertragungsvorrichtung (15) zwei oder mehr Halbleiterbauelemente (10) aufweist, die jeweils wenigstens einen im Betrieb des Halbleiterbauelementes (10) Wärme erzeugenden pn-Übergang aufweisen und sich der Wärmequellenbereich über wenigstens zwei Halbleiterbauelemente (10) erstreckt.

8. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die konduktive Wärmeübertragung von der Anbindungsfläche (23) an den Wärmeabfuhrkörper (98) über wenigstens ein Peltier-Modul (97) erfolgt.

9. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die konduktive Wärmeübertragung von der Anbindungsfläche (23) an den Wärmeabfuhrkörper (98) über wenigstens einen Wärmeaufnahmekörper (90) erfolgt, der wenigstens eine Anschlußfläche für die konduktive Wärmeübertragung an den Wärmeabfuhrkörper (98) besitzt.

10. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 9 dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlußfläche des Wärmeaufnahmekörpers (90) größer ist als die Anbindungsfläche des Wärmeleitkörpers (20).

11. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 9 oder 10 dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeaufnahmekörper (90) in wenigstens einer stoffschlüssigen Verbindung mit der Anbindungsfläche (23) steht.

12. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeabfuhrkörper (98) in wenigstens einer stoffschlüssigen Verbindung mit der Anbindungsfläche (23) steht.

13. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeübertragungsstruktur (35) des Wärmeabfuhrkörpers (98) wenigstens eine Kanalstruktur mit mehreren Kanälen aufweist, von denen wenigstens ein Kanal wenigstens eine Abmessung senkrecht zur Strömungsrichtung beziehungsweise zur seiner Kanallängsachse besitzt, die kleiner ist als die kleinste Abmessung eines Kanals der Kanalstruktur (30, 31) des Wärmeleitkörpers (20).

14. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das erste Kühlmittel flüssig ist.

15. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Strömung des ersten Kühlmittels durch wenigstens ein äußeres Mittel erzwungen ist.

16. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das erste Kühlmittel sowohl durch die Kanalstruktur (30, 31) als auch durch die Wärmeübertragungsstruktur (35) strömt.

17. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 16 dadurch gekennzeichnet, dass die Strömung des ersten Kühlmittels durch die Kanalstruktur (30, 31) und die Wärmeübertragungsstruktur (35) parallel erfolgt.

18. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die konvektive Wärmeübertragung sowohl an das erste Kühlmittel als auch an das zweite Kühlmittel erfolgt.

19. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Kühlmittel gasförmig ist.

20. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Strömung des zweiten Kühlmittels durch wenigstens ein äußeres Mittel erzwungen ist.

21. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeübertragungsstruktur (35) zumindest abschnittsweise in Form wenigstens einer Rippen- und/oder Säulenstruktur vorliegt.

22. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die stoffschlüssige Verbindung der Aufnahmefläche (21) mit der Kontaktfläche (11, 12) wenigstens eine Fügeverbindung mit wenigstens einem elektrisch leitfähigen Fügemitte aufweist.

23. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die stoffschlüssige Verbindung der Aufnahmefläche (21) mit der Kontaktfläche (11, 12) wenigstens einen Übergangskörper aufweist.

24. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 23 dadurch gekennzeichnet, dass die Auf-

nahmefläche (21) und die Kontaktfläche (11, 12) im wesentlichen parallel zueinander sind und der Übergangskörper zwischen der Aufnahme­fläche (21) und der Kontaktfläche (11, 12) angeordnet ist.

25. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Halbleiterbauelement (10) mit seiner Kontaktfläche (11, 12) an der Aufnahme­fläche über eine Lötverbindung mit befestigt ist.

26. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeleitkörper (20) wenigstens im Bereich der Wärmequellenprojektion zumindest abschnittsweise aus einem Verbundwerkstoff von kohlenstoffhaltigem Gewebe und/oder kohlenstoffhaltigen Partikeln in einer metall- und/oder silizium- und/oder siliziumkarbidhaltigen Matrix ausgebildet ist.

27. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 26 dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeleitkörper (20) einen kohlenstoffhaltigen Grundkörper (25) aufweist.

28. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 27 dadurch gekennzeichnet, dass der kohlenstoffhaltige Grundkörper (25) aus zumindest abschnittsweise aus Diamant besteht.

29. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 28 dadurch gekennzeichnet dass der kohlenstoffhaltige Grundkörper (25) zumindest näherungsweise vollständig aus Diamant besteht.

30. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalstruktur (30, 31) an wenigstens einer ihrer Innenflächen zumindest abschnittsweise eine elektrische Isolationsschicht und/oder eine Korrosionsschutzschicht aufweist.

31. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalstruktur (30, 31) auf einer dem Halbleiterbauelement abgewandten Seite der Ebene der Aufnahme­fläche (21) im Wärmeleitkörper (20) angeordnet ist.

32. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalstruktur (30, 31) zwei oder mehr Kanäle aufweist, die im Wärmeleitkörper (20) angeordnet sind.

33. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeleitkörper (20) wenigstens eine Zulauföffnung (40) und wenigstens

eine Ablauföffnung (50) aufweist, die mit der Kanalstruktur (30, 31) in Verbindung stehen.

34. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalstruktur (30, 31) zwei oder mehr Kanäle aufweist, die im Wärmeleitkörper angeordnet sind und über einen gemeinsamen Zulauf (41, 42) und/oder einen gemeinsamen Ablauf (51, 52) mit wenigstens einer Zulauföffnung (40) und/oder wenigstens einer Ablauföffnung (50) in Verbindung stehen.

35. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 33 oder 34 dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmittel, durch eine erste Kanalstruktur (30) und durch eine zweite Kanalstruktur (31) im Wärmeleitkörper (20) fließt.

36. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 33 bis 35 dadurch gekennzeichnet, dass die Zulauföffnung (40) und die Ablauföffnung (50) auf einander gegenüberliegenden Seiten des Wärmeleitkörpers (20) angeordnet sind.

37. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 33 bis 35 dadurch gekennzeichnet, dass die Zulauföffnung (40) und die Ablauföffnung (50) auf ein- und derselben Seite des Wärmeleitkörpers (20) angeordnet sind.

38. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 33 bis 37 dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der beiden Öffnungen (40, 50) in der Anbindungsfläche (23) angeordnet ist.

39. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Anbindungsfläche (23) der Aufnahme­fläche (21) zumindest abschnittsweise gegenüberliegt.

40. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 39 dadurch gekennzeichnet, dass die Anbindungsfläche (23) zumindest abschnittsweise innerhalb der Wärmequellenprojektion (22) liegt.

41. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 40 dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeübertragungsstruktur (35) des Wärmeabfuhrkörpers (98) zumindest abschnittsweise in der Wärmequellenprojektion (22) angeordnet ist.

42. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 38 dadurch gekennzeichnet, dass die Anbindungsfläche (23) gegenüber der Kontaktfläche (11, 12) um zumindest näherungsweise 90° geneigt ist.

43. dass der Wärmeleitkörper (20) eine Stirnfläche

che besitzt, die bezüglich der Kontaktfläche (11, 12) zumindest näherungsweise um 90° geneigt ist und die Anbindungsfläche (23) an einer, der Stirnfläche zumindest abschnittsweise gegenüberliegenden, rückseitigen Endfläche angeordnet ist.

44. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 43 dadurch gekennzeichnet, dass sich die Stirnfläche an die Aufnahme fläche (21) anschließt.

45. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 43 oder 44 dadurch gekennzeichnet, dass sich der Wärmeleitkörper (20) in einer der Endfläche abgewandten Richtung zumindest abschnittsweise über die Wärmequellenprojektion (22) hinaus erstreckt.

46. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 43 bis 45 dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalstruktur (30, 31) zumindest abschnittsweise in einem Bereich des Wärmeleitkörpers angeordnet ist, der zwischen der Wärmequellenprojektion (22) und der rückseitigen Endfläche liegt.

47. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 43 bis 46 dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalstruktur (30, 31) zumindest abschnittsweise in einem Bereich des Wärmeleitkörpers (20) angeordnet ist, der sich in einer der Endfläche abgewandten Richtung zumindest abschnittsweise über die Wärmequellenprojektion (22) hinaus erstreckt.

48. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 43 bis 45 dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeleitkörper (20) innerhalb eines Volumens, das sich senkrecht zur Stirnfläche durch den Wärmeleitkörper (20) erstreckt, eine Breite von der lateralen Ausdehnung des Wärmequellenbereiches parallel zur Kontaktfläche (11, 12) und senkrecht zur Stirnfläche und eine Höhe von der Ausdehnung der Stirnfläche in zur Kontaktfläche (11, 12) senkrechter Richtung besitzt, keine Ausnehmung aufweist.

49. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das Halbleiterbauelement (10) ein kantenemittierendes elektro-optisches Bauelement mit einer ersten Kontaktfläche (11) und wenigstens einer, der ersten Kontaktfläche (11) zumindest abschnittsweise gegenüberliegenden, zweiten Kontaktfläche (12) und mit wenigstens einer Lichtaustrittsfläche ist, die zwischen den beiden Kontaktflächenebenen angeordnet ist, bezüglich der Kontaktflächen (11, 12) um einen Winkel von zumindest näherungsweise 90° geneigt ist und eine Lichtemissionsrichtung (13) definiert, die senkrecht zur Lichtaustrittsfläche in vom Bauelement (10) abgewandter

Richtung orientiert ist.

50. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 49 dadurch gekennzeichnet, dass sich der Wärmeleitkörper (20) in Lichtemissionsrichtung (13) und entgegen der Lichtemissionsrichtung (13) zumindest abschnittsweise über die Wärmequellenprojektion (22) hinaus erstreckt und die Anbindungsfläche (23) an einer dem elektro-optischen Bauelement (10) abgewandten Seite des Wärmeleitkörpers (20) angeordnet ist.

51. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 50 dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalstruktur (30, 31) zumindest abschnittsweise dem Bereich des Wärmeleitkörpers (20) angeordnet ist, der sich in Lichtemissionsrichtung (13) zumindest abschnittsweise über die Wärmequellenprojektion (22) hinaus erstreckt.

52. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 50 oder 51 dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalstruktur (30, 31) zumindest abschnittsweise dem Bereich des Wärmeleitkörpers (20) angeordnet ist, der sich in Lichtemissionsrichtung (13) zumindest abschnittsweise über die Wärmequellenprojektion (22) hinaus erstreckt.

53. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalstruktur (30, 31) aus einer Vielzahl von zumindest abschnittsweise länglichen Kanälen besteht, deren Längsachsen senkrecht zur Kontaktfläche (11, 12) angeordnet sind.

54. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 53 dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (30, 31) sich von einer zur Kontaktfläche parallelen Oberseite des Wärmeleitkörpers (20) zu einer der Oberseite gegenüberliegenden Unterseite des Wärmeleitkörpers (20) erstrecken.

55. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 53 oder 54 dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein am Wärmeleitkörper (20) befestigter Anschlusskörper (80) das Kühlmittel, das durch eine erste Gruppe (30) von Kanälen im Wärmeleitkörper (20) fließt, aufnimmt und an eine zweite Gruppe von Kanälen (31) im Wärmeleitkörper (20) wieder abgibt, wobei die Strömungsrichtung in Kanälen der ersten Gruppe (30) entgegengesetzt ist zu der in Kanälen der zweiten Gruppe (31).

56. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 52 dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalstruktur (30, 31) im Wärmeleitkörper (20) in Form wenigstens einer Ausnehmung in einen Oberflächenbereich des Wärmeleitkörpers (20) eingebracht ist, der im wesentlichen parallel zur Kontaktfläche (11, 12) ausgerichtet ist, wobei die Ausneh-

mung durch ein Deckelement (**60, 80**) zumindest abschnittsweise abgeschlossen ist und ein erster Abschnitt der Ausnehmung mit einem ersten Durchbruch (**61, 47**) im Deckelement in Verbindung steht und ein zweiter Abschnitt der Ausnehmung mit einem zweiten Durchbruch (**62, 57**) im Deckelement (**60, 80**) in Verbindung steht.

57. Wärmeübertragungsvorrichtung (**15**) nach Anspruch 56 dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalstruktur (**30, 31**) durch wenigstens eine Reihe von mehreren, zueinander zumindest abschnittsweise im wesentlichen parallelen, Nuten ausgebildet ist.

58. Wärmeübertragungsvorrichtung (**15**) nach Anspruch 57 dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalstruktur (**30, 31**) durch zwei Reihen von sich einander überkreuzenden Nuten ausgebildet ist.

59. Wärmeübertragungsvorrichtung (**15**) nach einem der Ansprüche 56 bis 58 dadurch gekennzeichnet, dass der Oberflächenbereich dem Halbleiterbauelement (**10**) zugewandt ist.

60. Wärmeübertragungsvorrichtung (**15**) nach Anspruch 59 dadurch gekennzeichnet, dass der Oberflächenbereich zumindest näherungsweise mit der Kontaktfläche (**11, 12**) in einer Ebene liegt.

61. Wärmeübertragungsvorrichtung (**15**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeleitkörper (**20**) aus wenigstens einem L-förmigen Grundkörper (**25**) und wenigstens einer Platte (**65**) besteht, wobei die Aufnahmefläche (**21**) an der Endfläche des kürzeren Schenkels des L-förmigen Grundkörpers (**25**) angeordnet ist, die Platte (**65**) an der, zur Aufnahmefläche (**21**) parallelen, Schenkelinnenfläche des längeren Schenkels des L-förmigen Grundkörpers (**25**) befestigt ist und die Kanalstruktur (**30, 31**) in Form wenigstens einer Ausnehmung in die Platte (**65**) eingebracht ist.

62. Wärmeübertragungsvorrichtung (**15**) nach Anspruch 61 dadurch gekennzeichnet, dass die Platte (**65**) ein Schichtkörper ist, der aus zwei oder mehr übereinander gestapelten Schichtplatten (**66, 67, 68**) besteht.

63. Verfahren, insbesondere Testverfahren, zum Einrichten und Betreiben einer Wärmeübertragungsvorrichtung (**15**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, mit folgenden Schritten:

- a) Stoffschlüssiges Verbinden des wenigstens einen Halbleiterbauelementes (**10**) mit dem Wärmeleitkörper (**20**)
- b) Durchströmen der Kanalstruktur (**30, 31**) des Wärmeleitkörpers (**20**) mit einem flüssigen, ersten Kühlmittel und testweises Betreiben des wenigstens einen Halbleiterbauelementes (**10**), insbesondere zur

Durchführung von Funktionstests des wenigstens einen Halbleiterelements (**10**), verbunden mit der Erfassung wenigstens eines Parameters

c) Anschließen des Wärmeabfuhrkörpers (**98**) an den Wärmeleitkörper (**20**)

d) Betreiben des Halbleiterbauelementes (**10**) wahlweise unter Durchströmung der Kanalstruktur (**30, 31**) des Wärmeleitkörpers (**20**) mit dem flüssigen, ersten Kühlmittel oder unter Beströmung der Wärmeübertragungsstruktur (**35**) des Wärmeabfuhrkörpers (**98**) mit dem flüssigen, ersten Kühlmittel oder einem zweiten Kühlmittel.

64. Verfahren, insbesondere Testverfahren, zum Einrichten und Betreiben einer Wärmeübertragungsvorrichtung (**15**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 62, mit folgenden Schritten:

a) Stoffschlüssiges Verbinden des wenigstens einen Halbleiterbauelementes (**01**) mit dem Wärmeleitkörper (**20**)

b) Einrichten einer lösbaren Verbindung zwischen dem Wärmeleitkörper (**20**) und einer Wärmeübertragungsvorrichtung,

c) Beströmen der Wärmeübertragungsvorrichtung mit einem ersten Kühlmittel und testweises Betreiben des wenigstens einen Halbleiterbauelementes (**10**), insbesondere zur Durchführung von Funktionstests des wenigstens einen Halbleiterbauelementes (**10**), verbunden mit der Erfassung wenigstens eines Parameters,

d) Lösen der Verbindung zwischen dem Wärmeleitkörper und der Wärmeübertragungsvorrichtung

e) Einrichten einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen dem Wärmeleitkörper (**20**) und dem Wärmeabfuhrkörper (**98**)

f) Betreiben des Halbleiterbauelementes (**10**) wahlweise unter Durchströmung der Kanalstruktur (**30, 31**) des Wärmeleitkörpers (**20**) oder unter Beströmung der Wärmeübertragungsstruktur (**35**) des Wärmeabfuhrkörpers (**98**) mit dem ersten oder einem zweiten Kühlmittel.

65. Verfahren, insbesondere Testverfahren, zum Einrichten und Betreiben einer Wärmeübertragungsvorrichtung (**15**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 62, mit folgenden Schritten:

a) Stoffschlüssiges Verbinden des wenigstens einen Halbleiterbauelementes (**10**) mit dem Wärmeleitkörper (**20**)

b) Einrichten einer Verbindung zwischen dem Wärmeleitkörper (**20**) und dem Wärmeabfuhrkörper (**98**)

c) Durchströmen der Kanalstruktur des Wärmeleitkörpers (**20**) mit einem flüssigen, ersten Kühlmittel, Beströmen der Wärmeübertragungsstruktur (**35**) des Wärmeabfuhrkörpers (**98**) mit dem flüssigen ersten Kühlmittel oder einem zweiten Kühlmittel und testweises Betreiben des wenigstens einen Halbleiterbauelementes (**10**), insbesondere zur Durchführung von Funktionstests des wenigstens einen Halbleiterbauelementes (**10**), verbunden mit der Erfassung we-

nigstens eines Parameters

d) Betreiben des Halbleiterbauelementes (**10**) entweder unter Durchströmung der Kanalstruktur (**30, 31**) des Wärmeleitkörpers mit dem flüssigen, ersten Kühlmittel oder unter Beströmung der Wärmeübertragungsstruktur (**35**) des Wärmeabfuhrkörpers (**98**) mit dem flüssigen, ersten Kühlmittel oder einem zweiten Kühlmittel.

66. Verfahren zum Einrichten und Betreiben einer Wärmeübertragungsvorrichtung (**15**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 62, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei der Verfahren nach den Ansprüchen 63 bis 65 angewendet werden.

67. Verfahren nach einem der Ansprüche 63 bis 66, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleiterbauelement (**10**) ein elektro-optisches Bauelement ist und in wenigstens einem Testbetrieb wenigstens einer der folgenden Parameter des elektro-optischen Bauelementes erfaßt wird: a) elektrischer Betriebsstrom, b) elektrische Betriebsspannung, c) emittierte Strahlungsleistung und d) Spektrum der emittierten Strahlung.

Es folgen 21 Blatt Zeichnungen

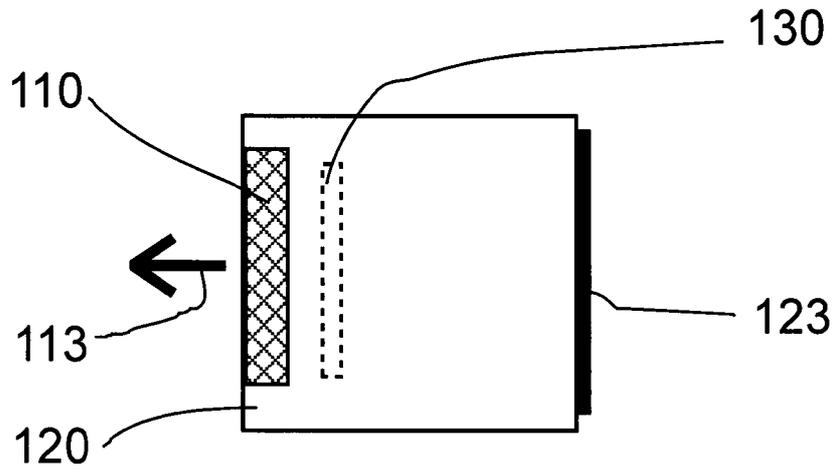


Fig. 1a

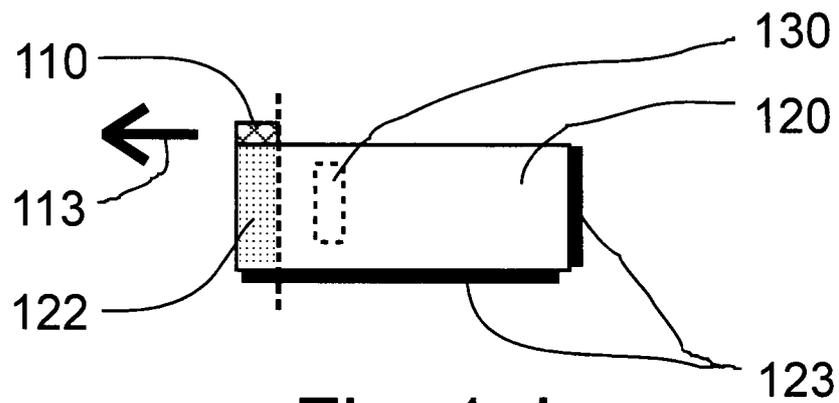


Fig. 1a'

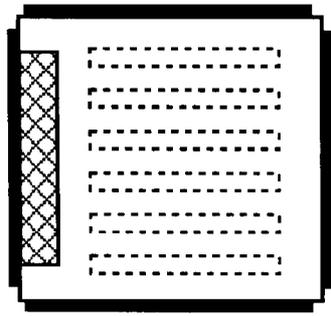


Fig. 1b

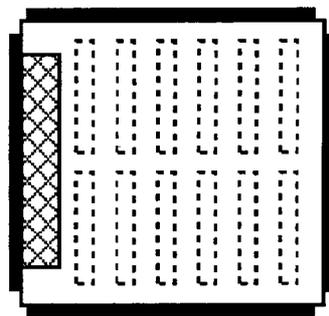


Fig. 1c

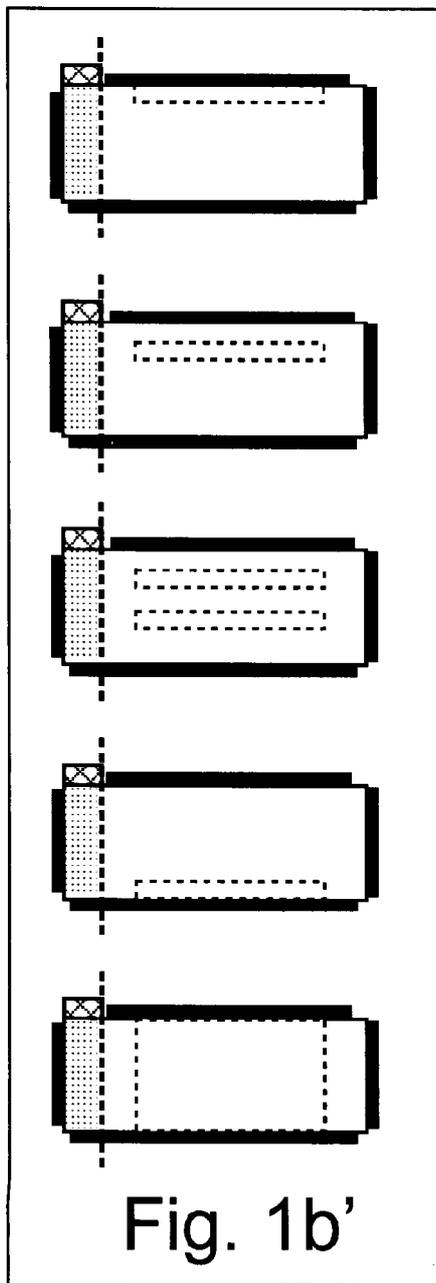


Fig. 1b'

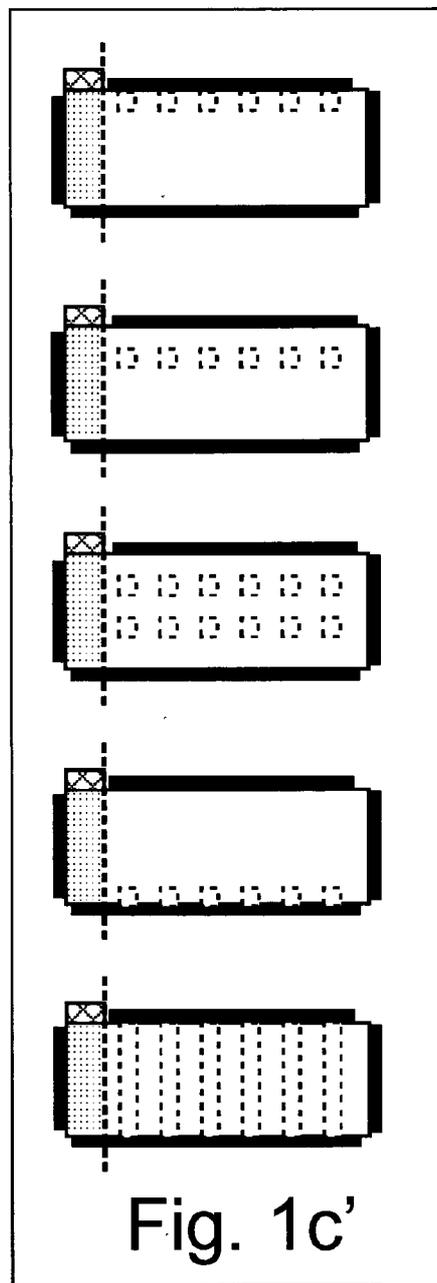


Fig. 1c'

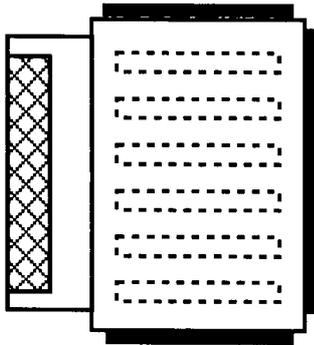


Fig. 1d

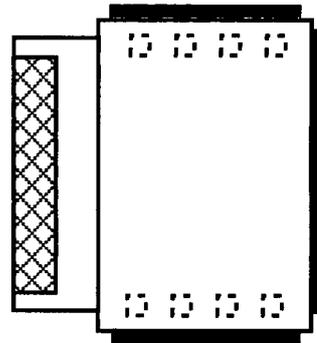


Fig. 1e

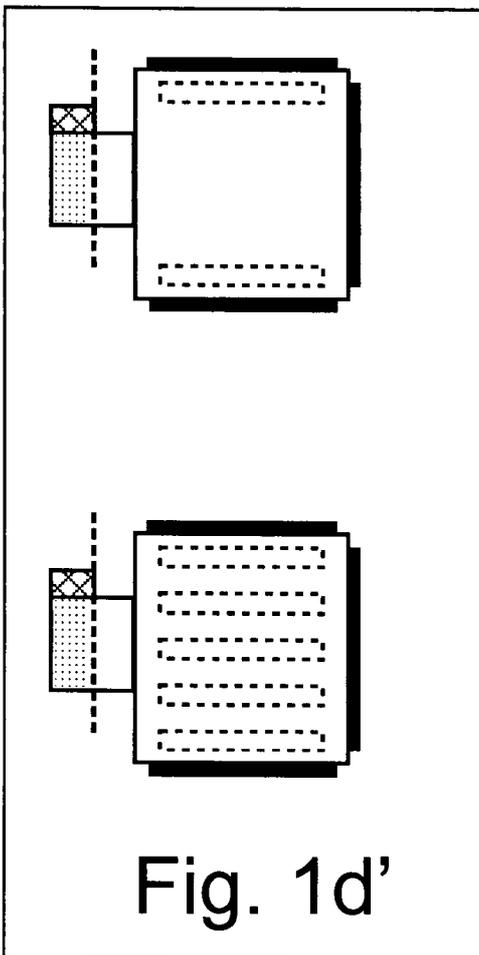


Fig. 1d'

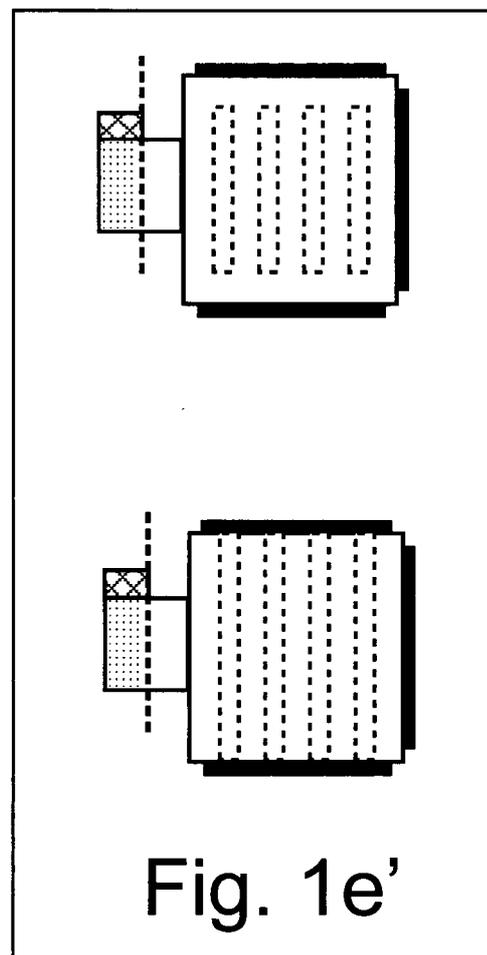


Fig. 1e'

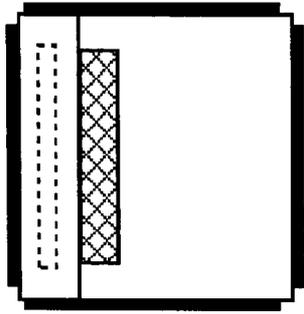


Fig. 1f

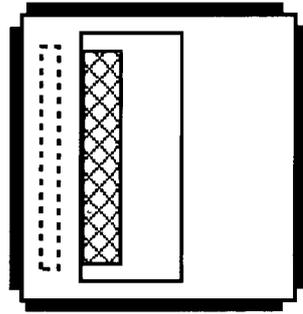


Fig. 1g

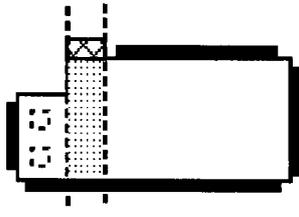


Fig. 1f'

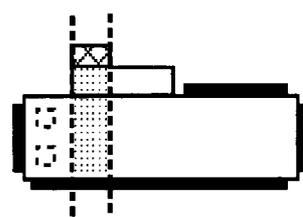


Fig. 1g'

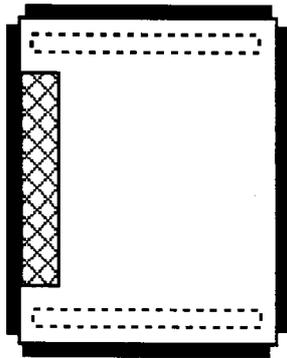


Fig. 1h

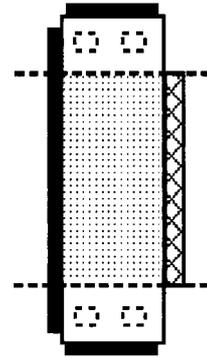


Fig. 1h''

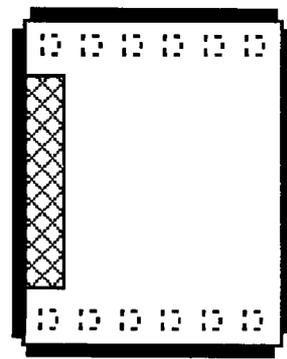


Fig. 1i

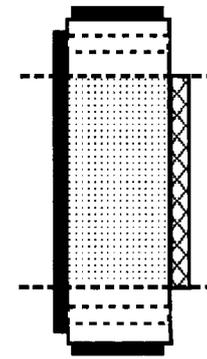


Fig. 1i''

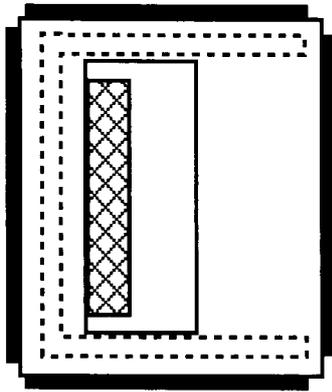


Fig. 1j

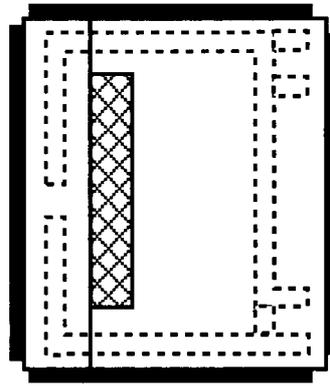


Fig. 1k

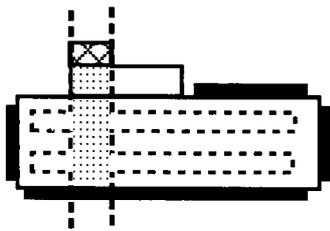


Fig. 1j'

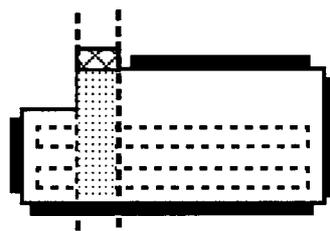


Fig. 1k'



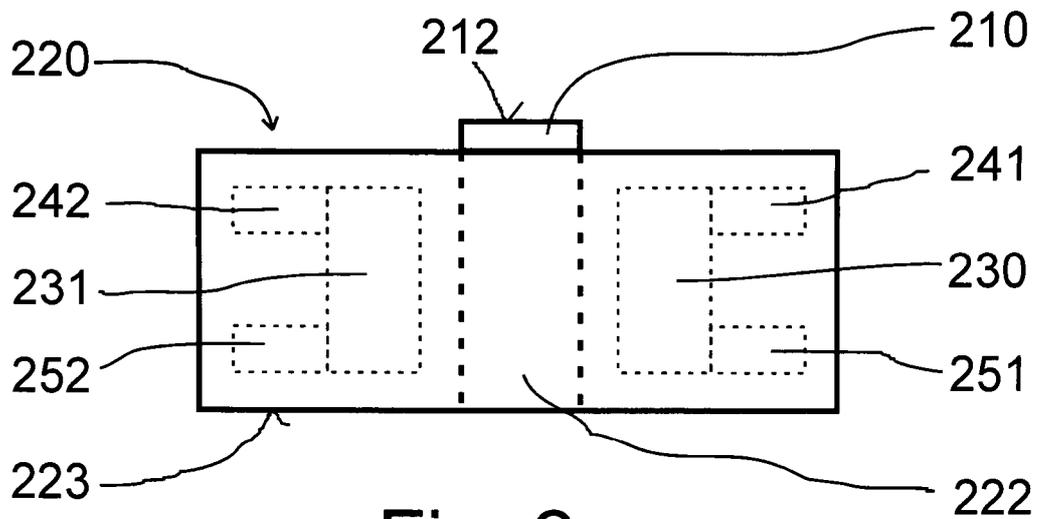


Fig. 2a

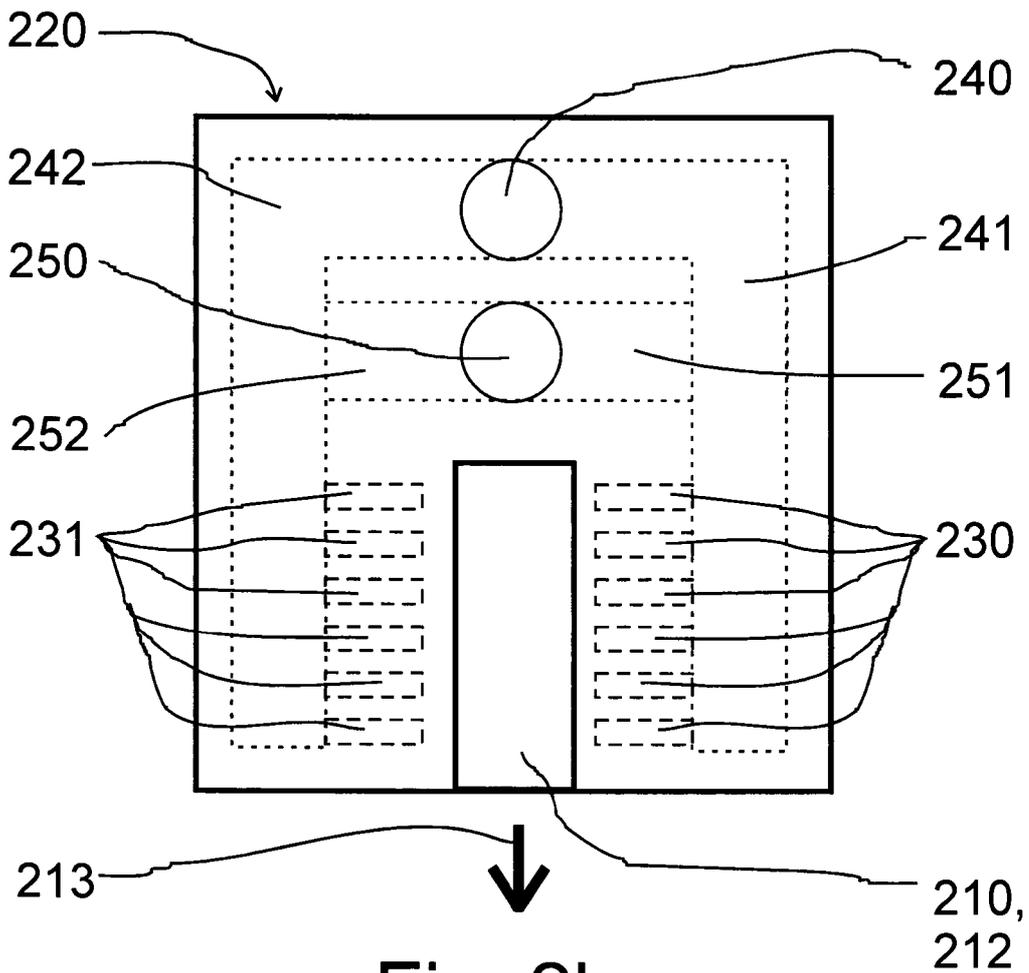


Fig. 2b

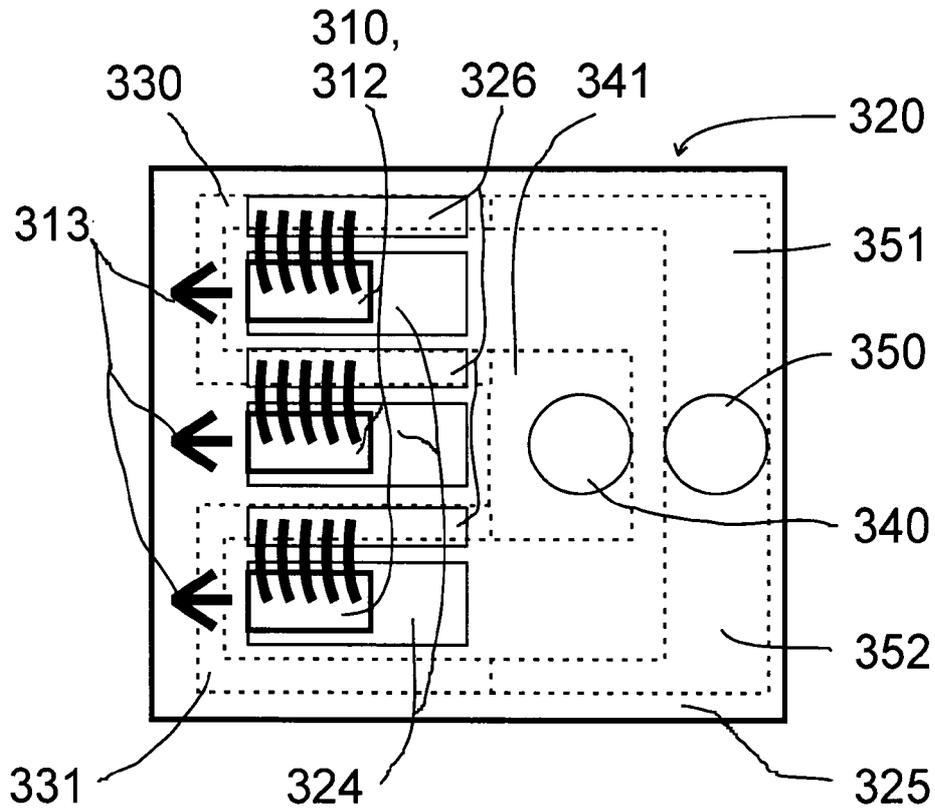


Fig. 3a

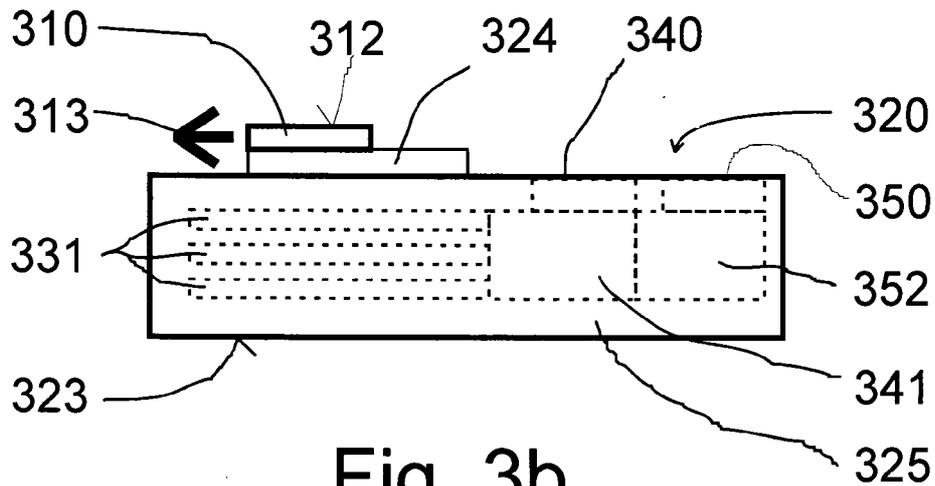


Fig. 3b

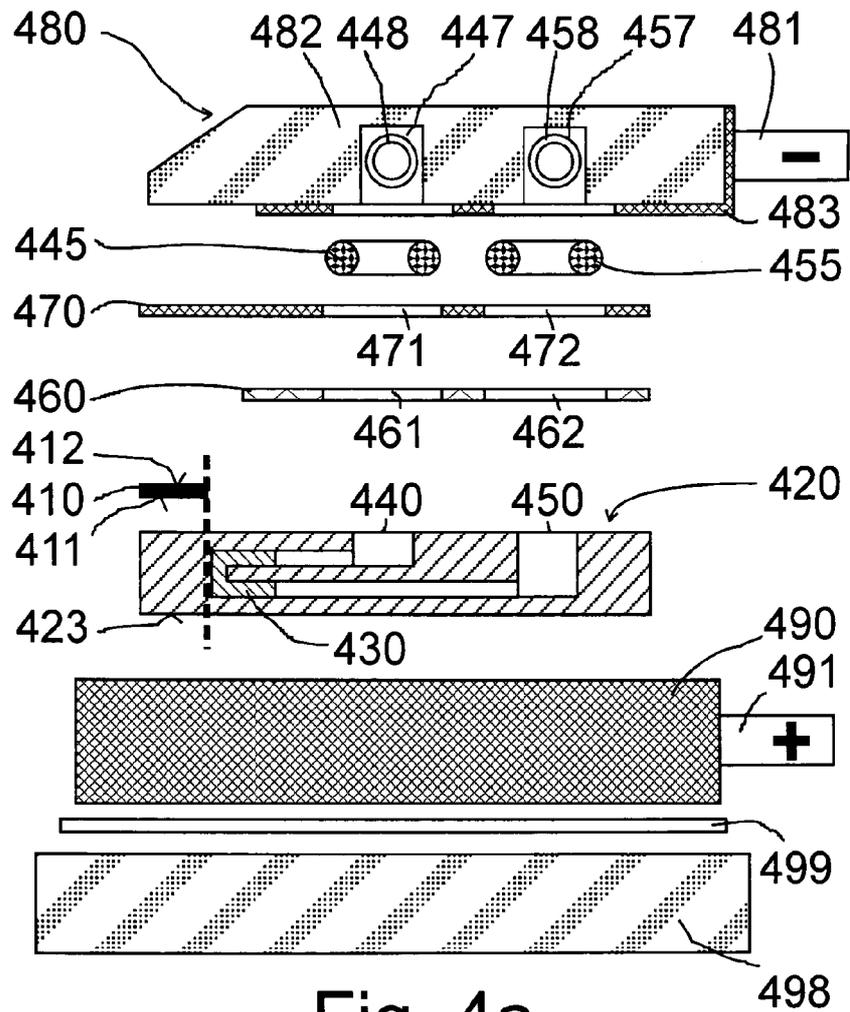


Fig. 4a

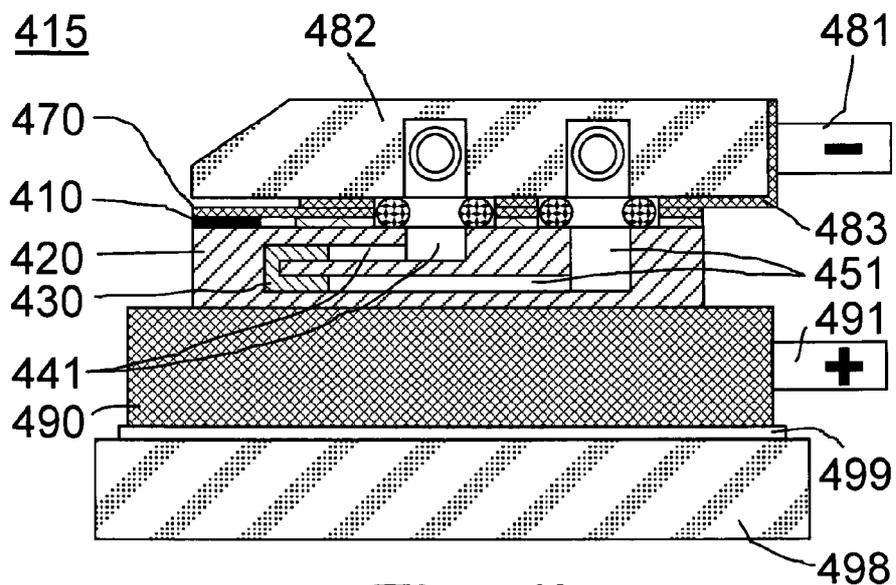


Fig. 4b

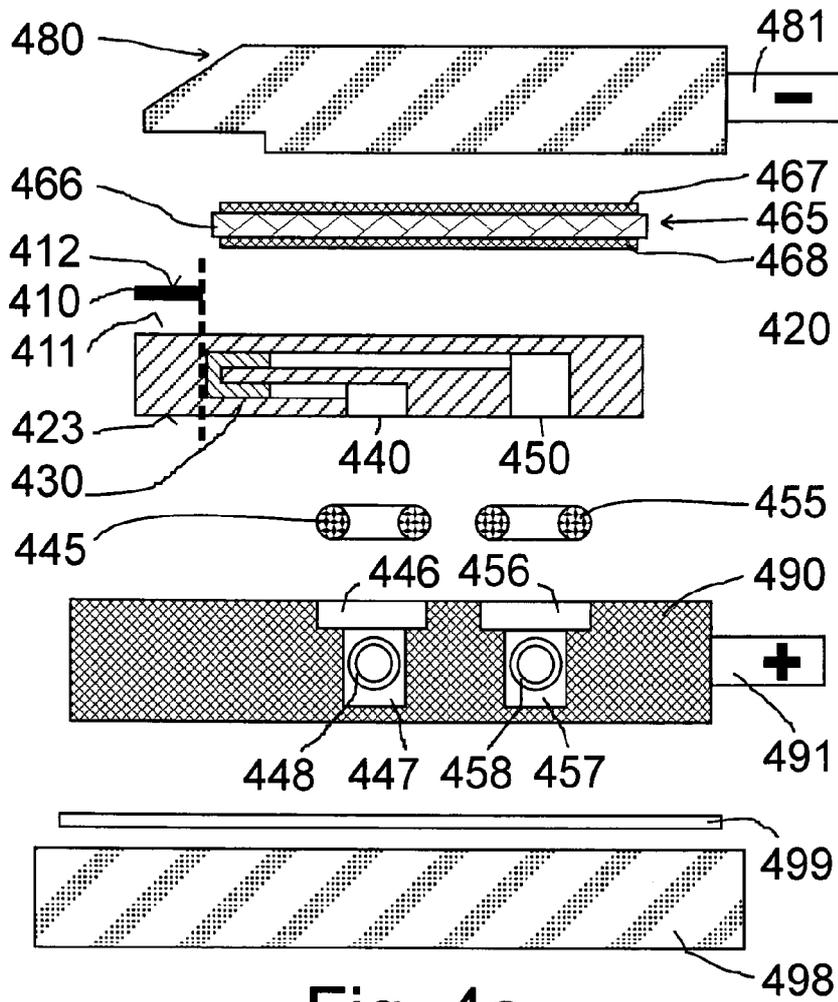


Fig. 4c

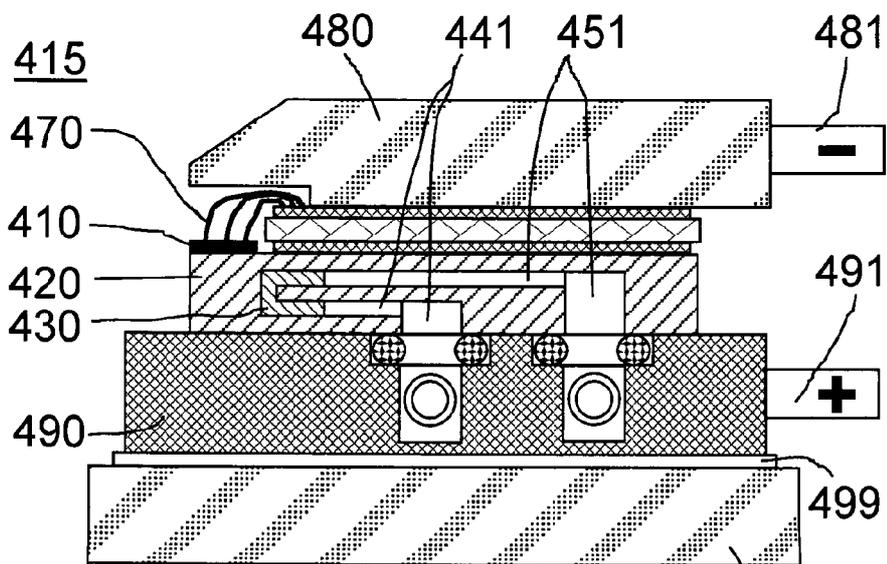


Fig. 4d

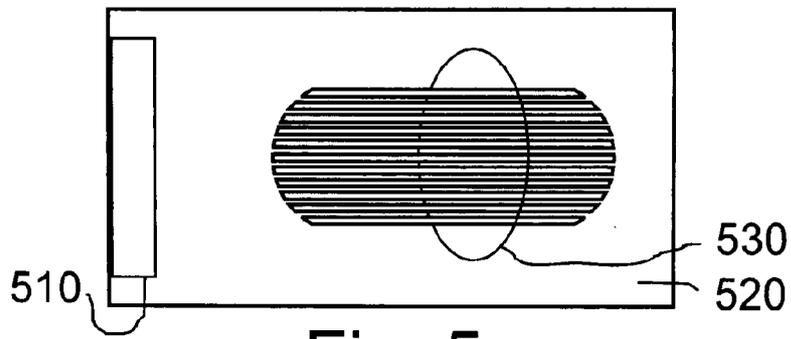


Fig. 5a

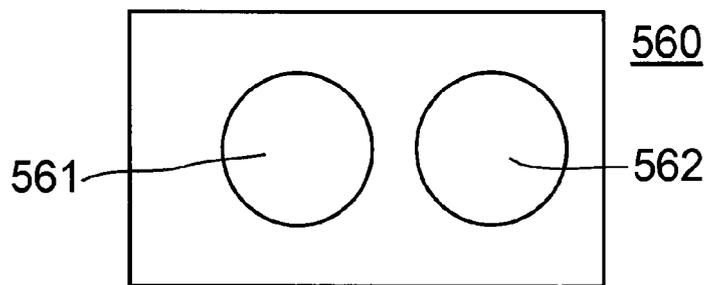


Fig. 5b

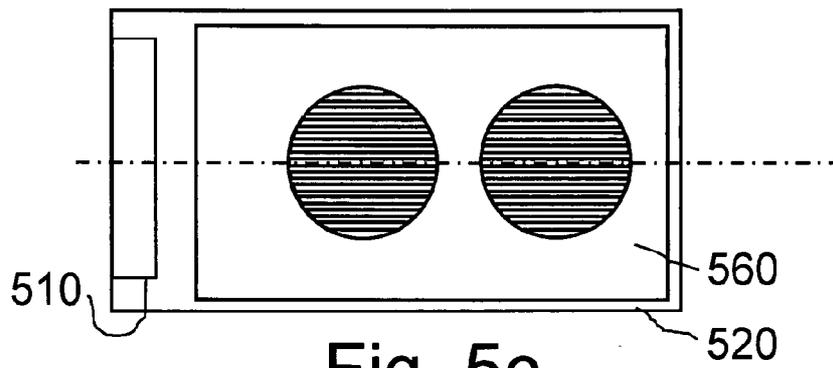


Fig. 5c

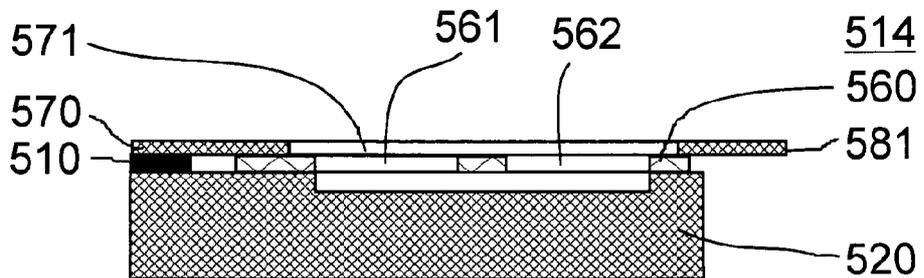


Fig. 5d

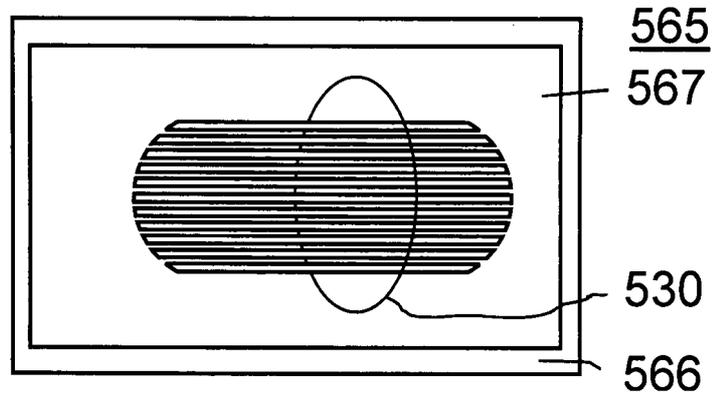


Fig. 5e

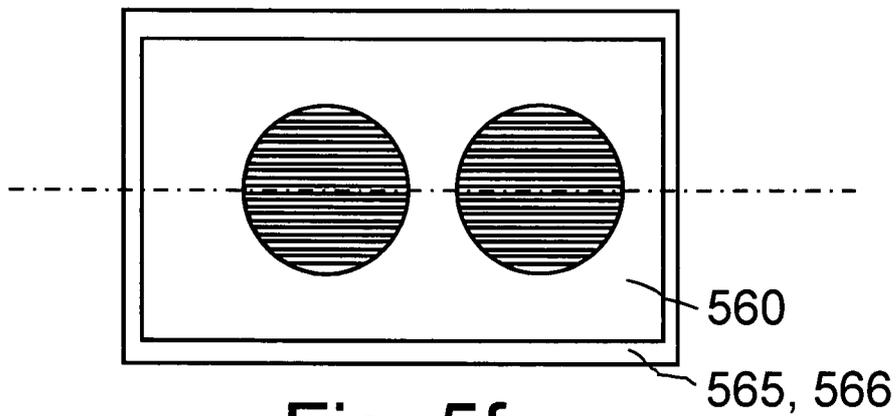


Fig. 5f

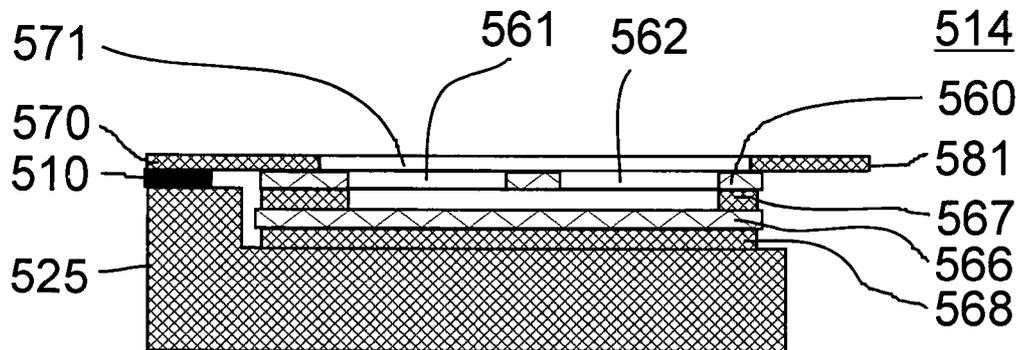


Fig. 5g

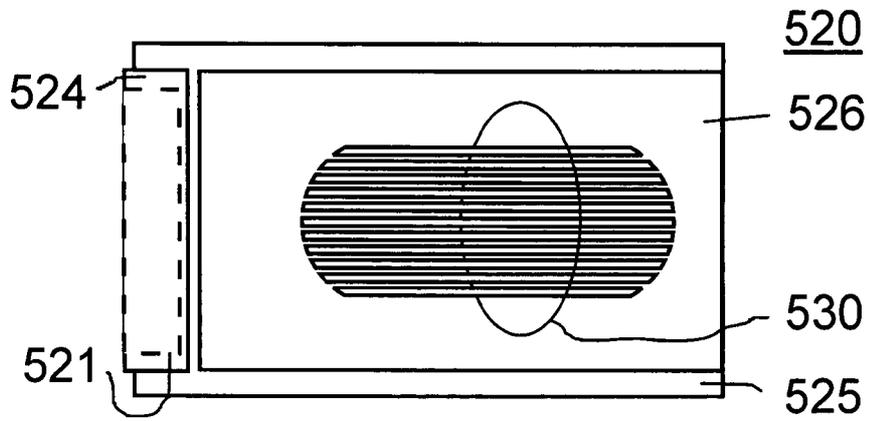


Fig. 5h

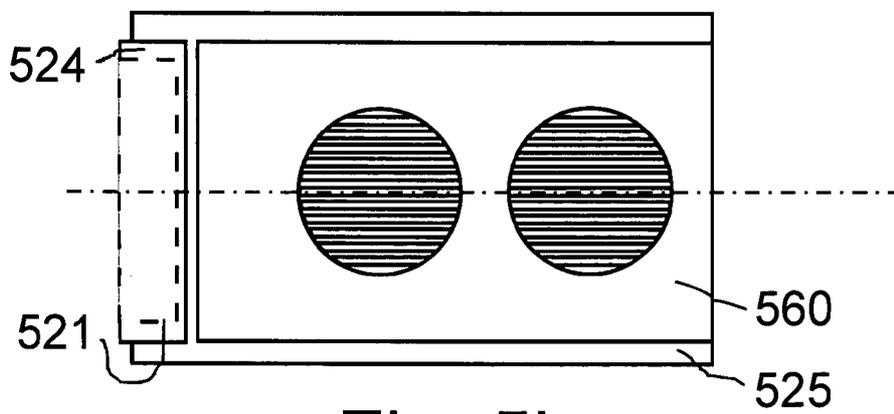


Fig. 5i

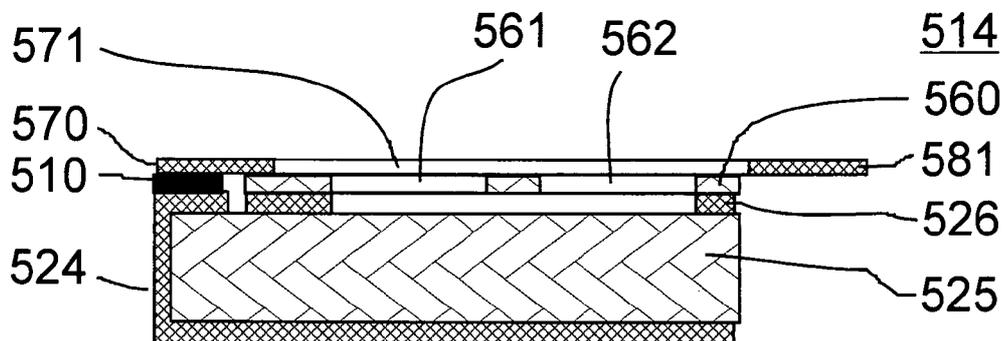


Fig. 5j

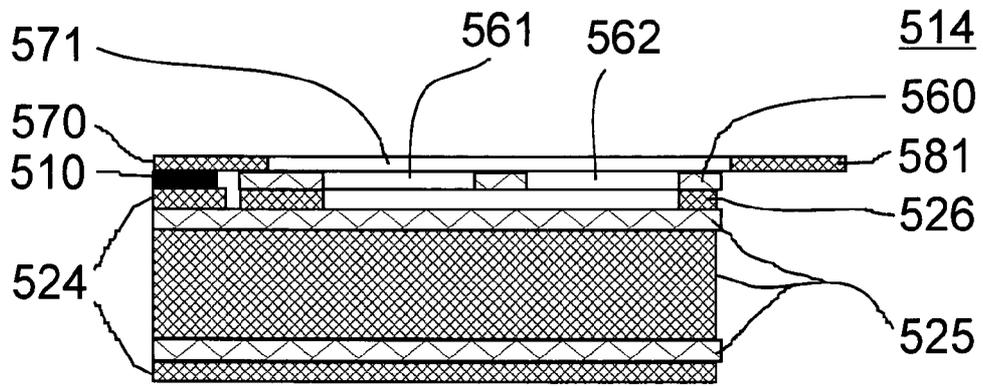


Fig. 5k

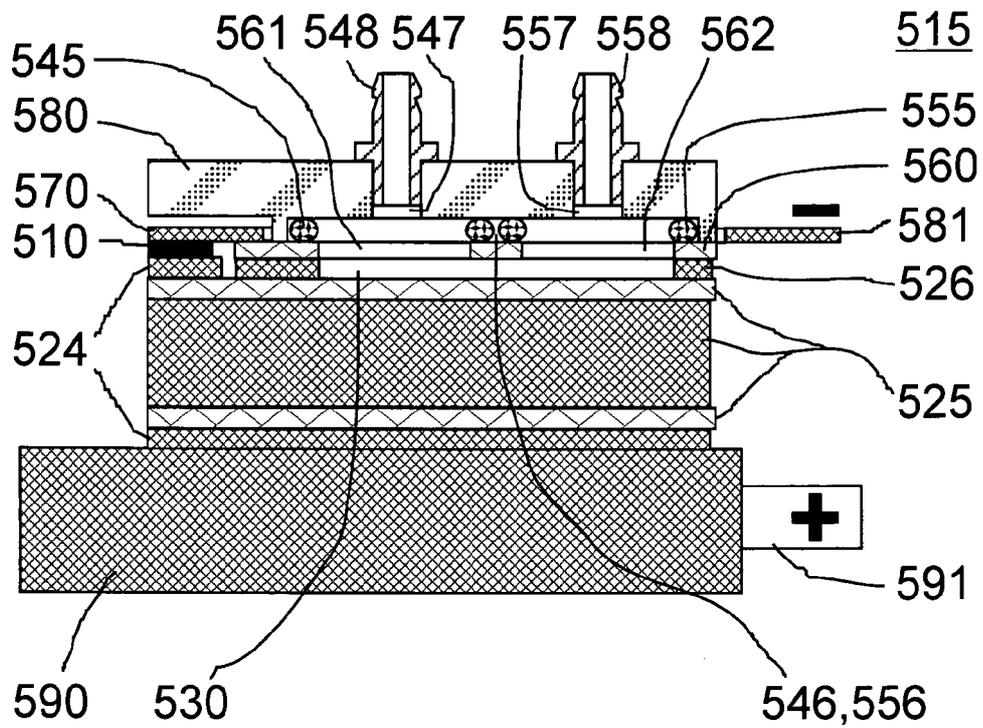


Fig. 5l

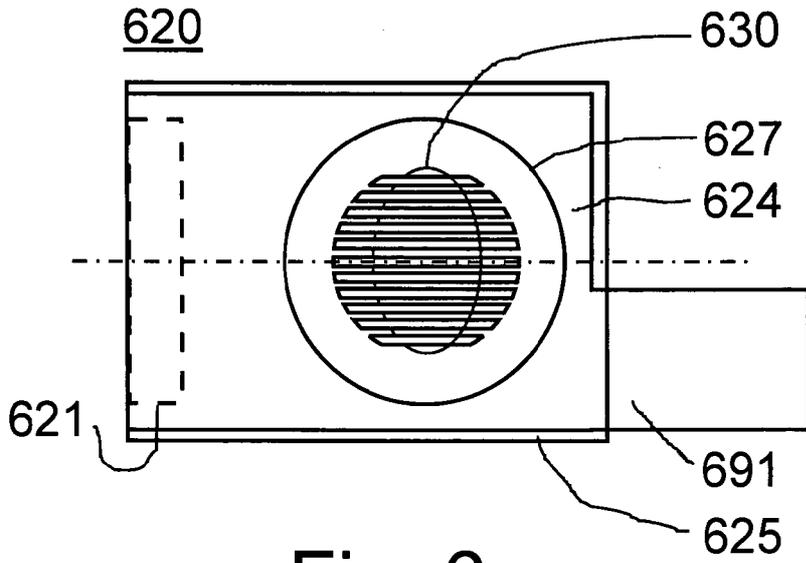


Fig. 6a

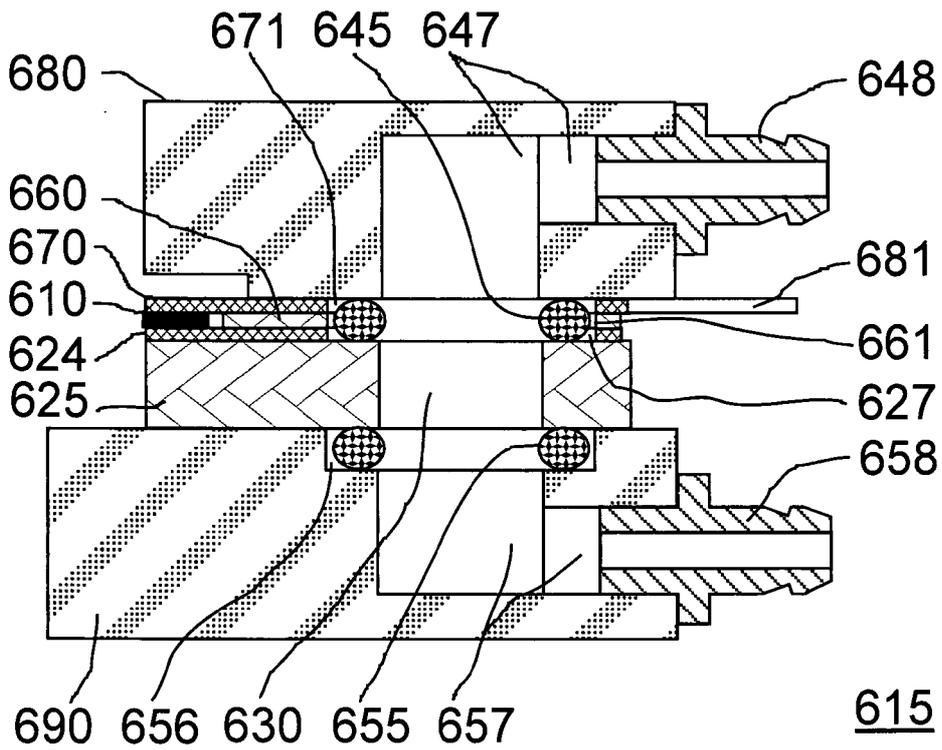


Fig. 6b

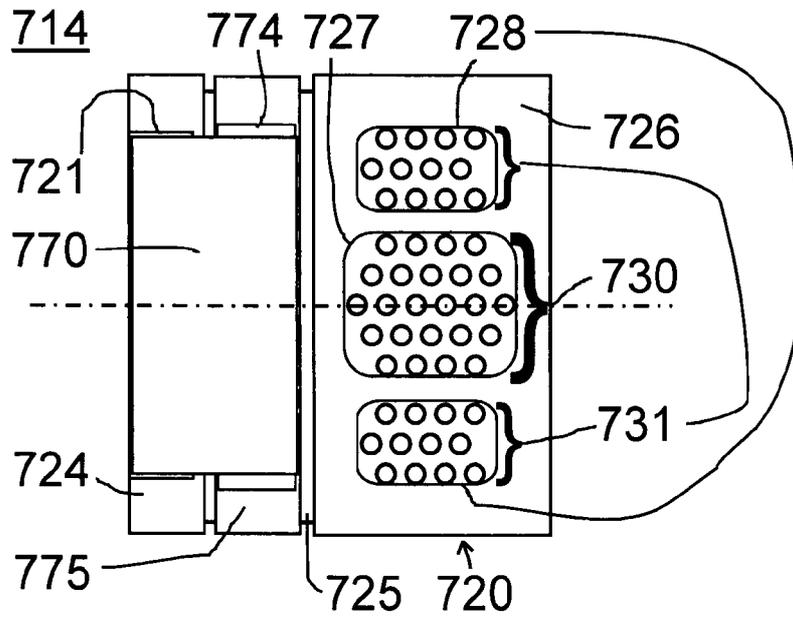


Fig. 7a

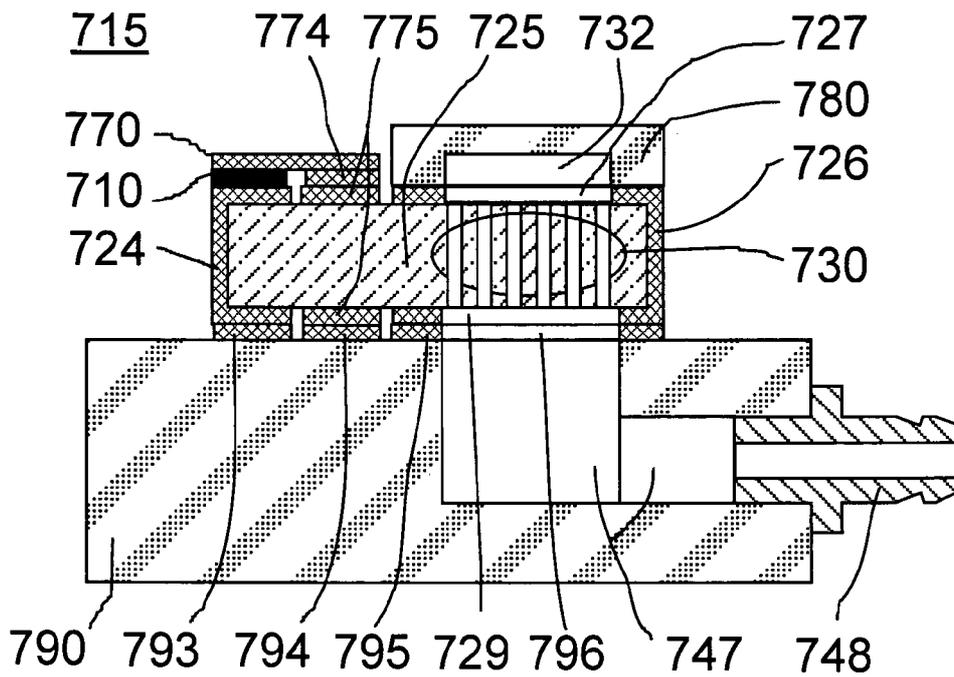


Fig. 7b

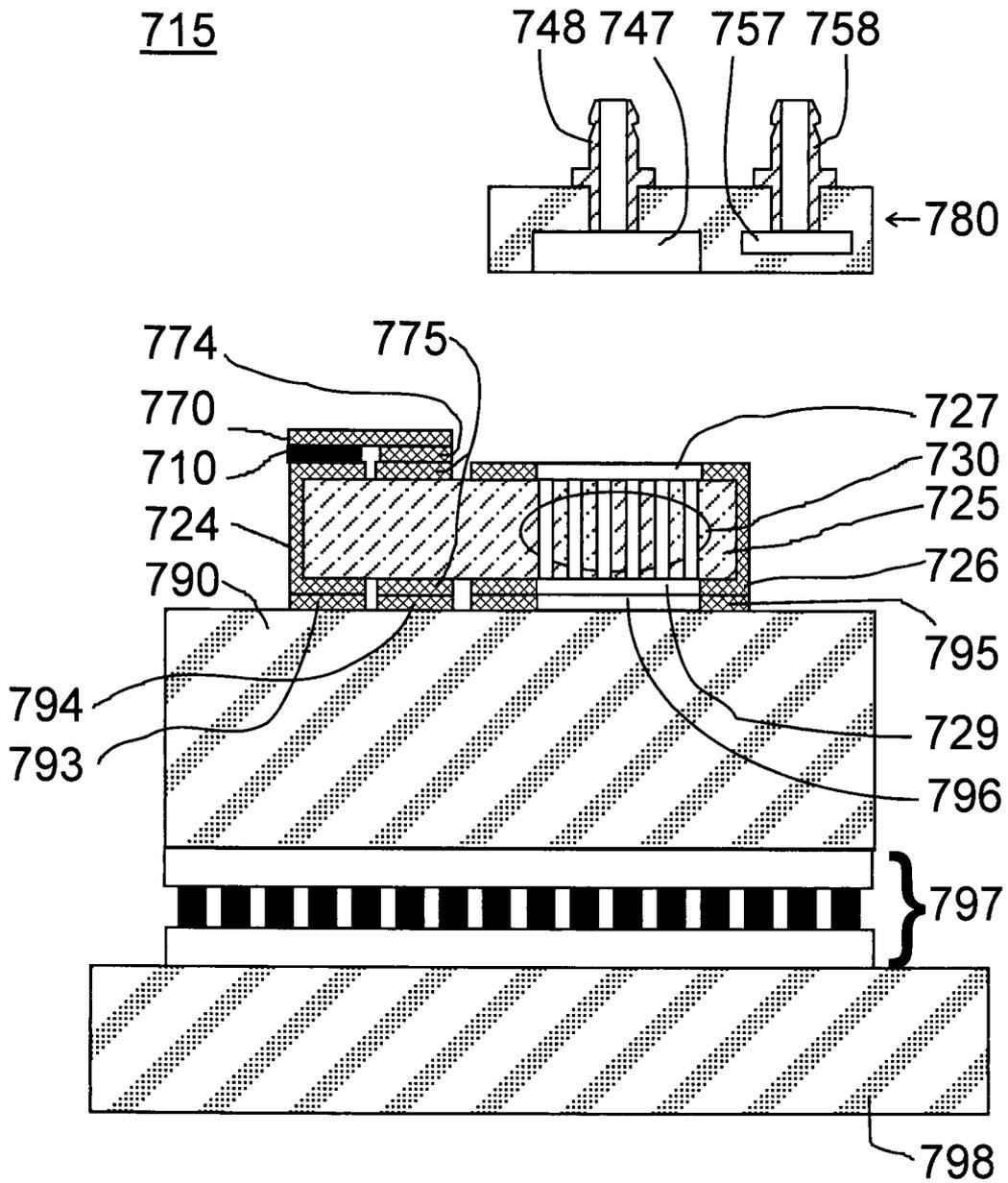


Fig. 7c

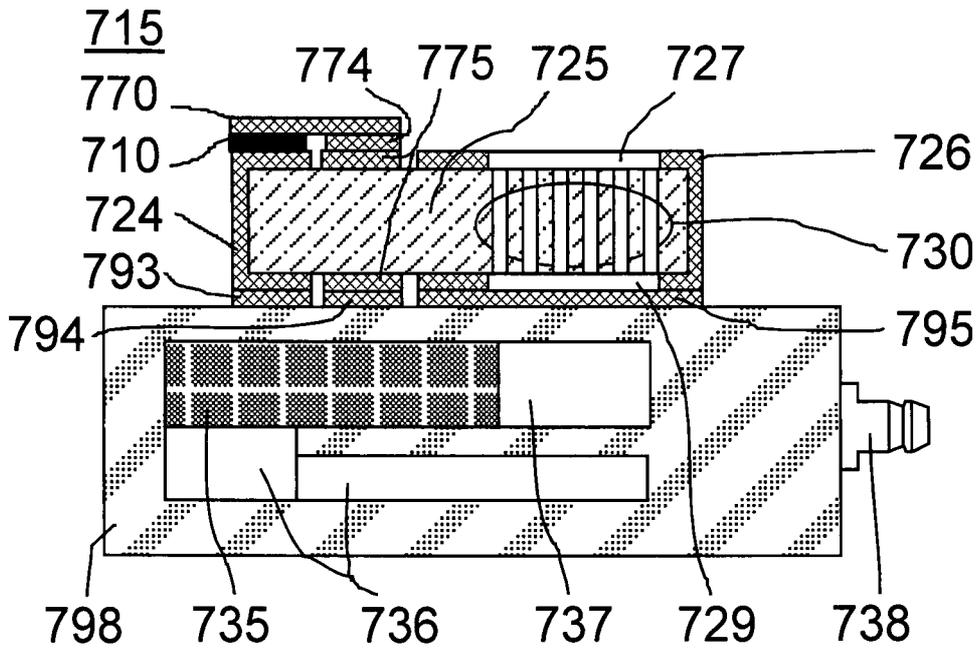


Fig. 7d

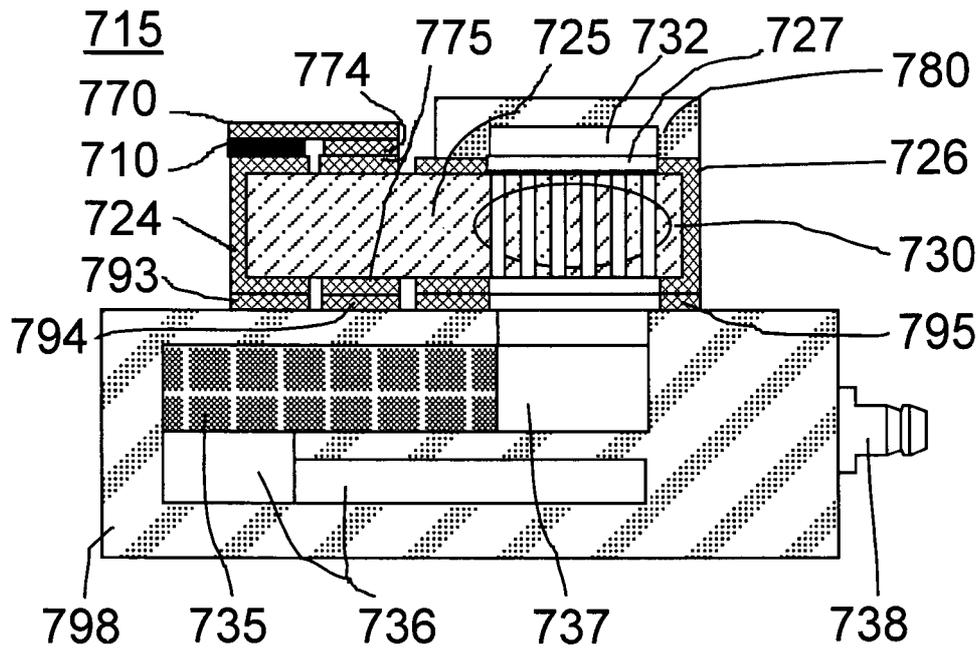


Fig. 7e

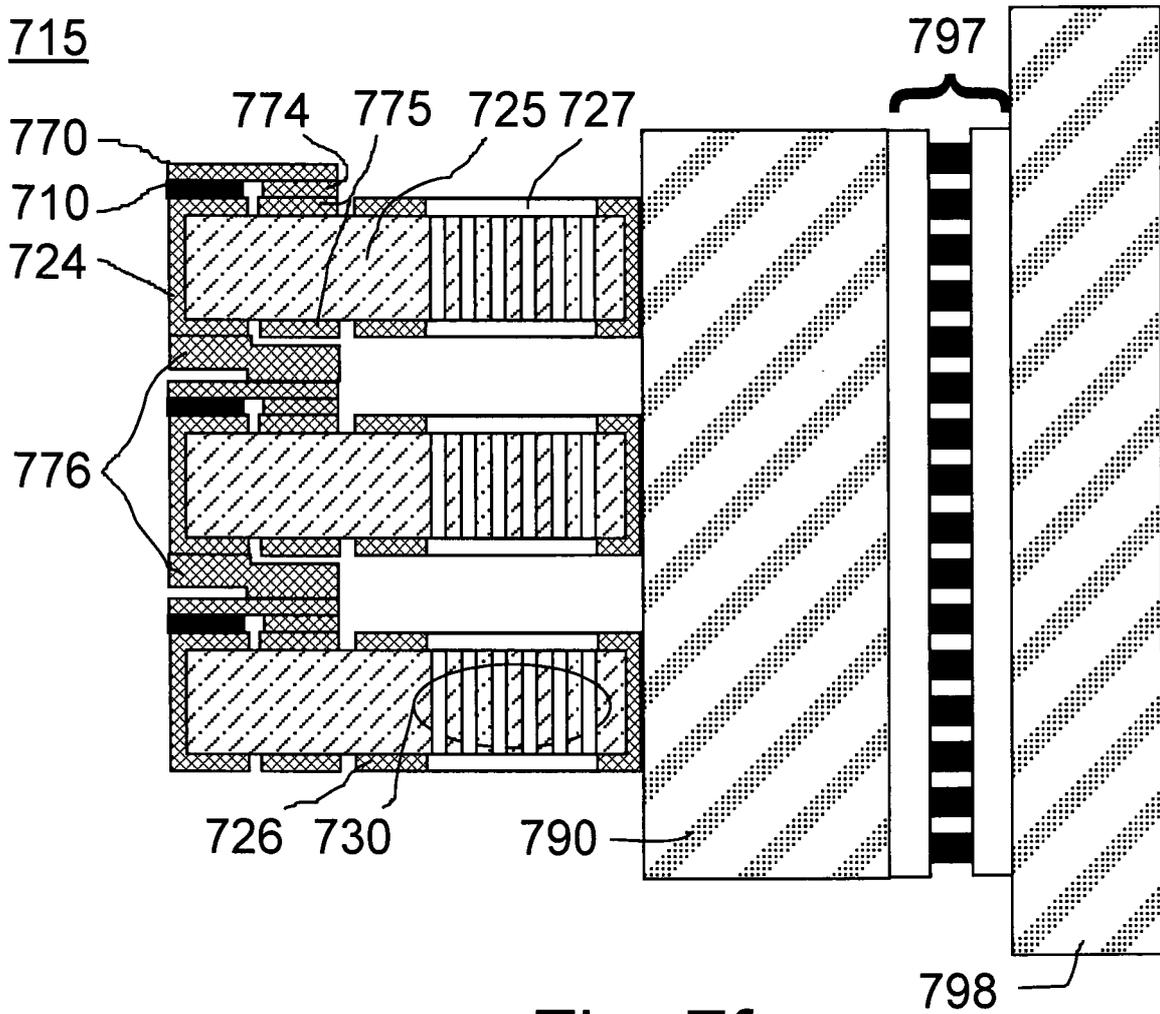


Fig. 7f

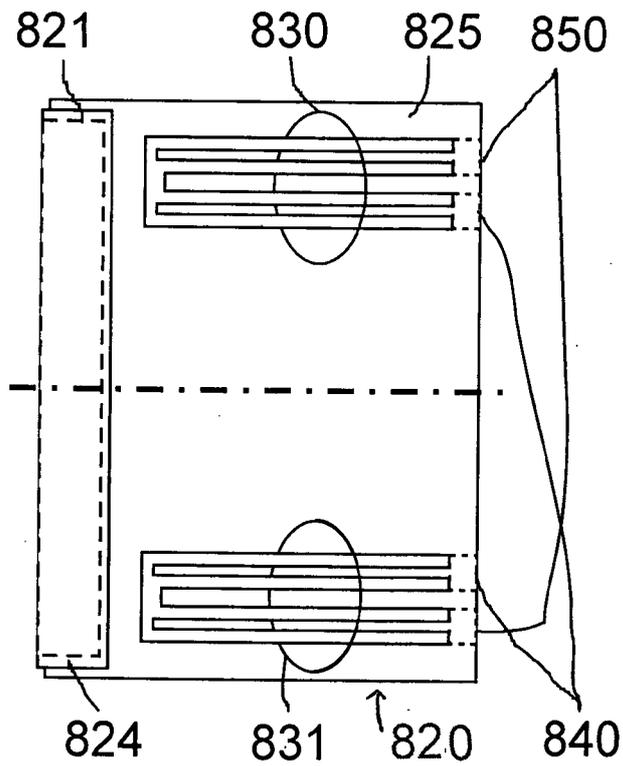


Fig. 8a

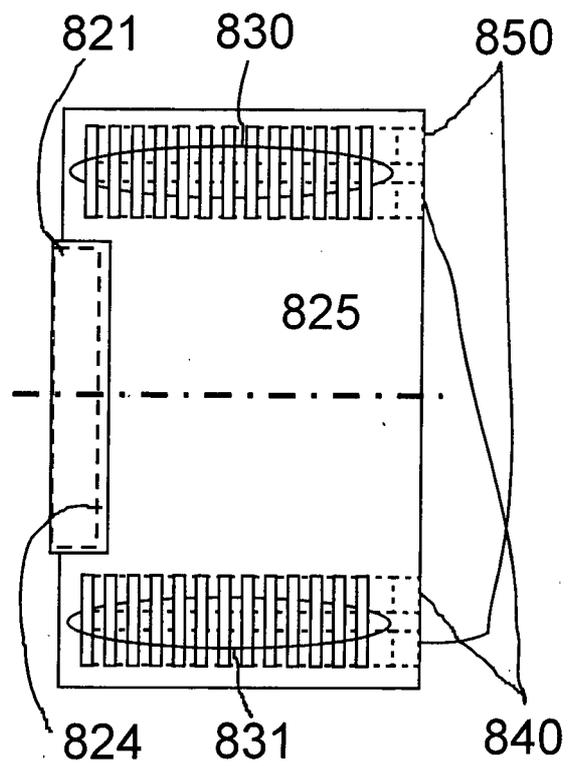


Fig. 8c

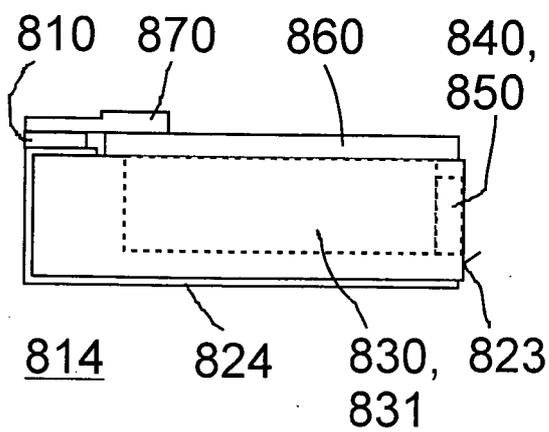


Fig. 8b

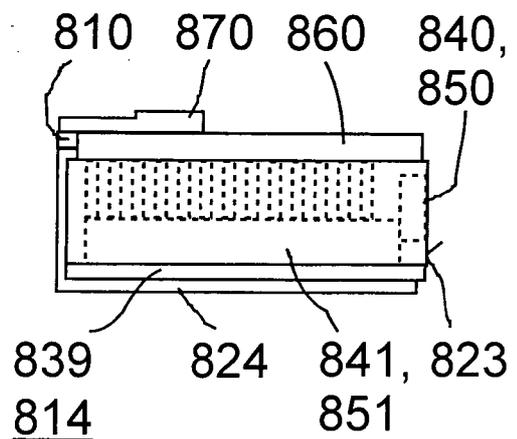


Fig. 8d

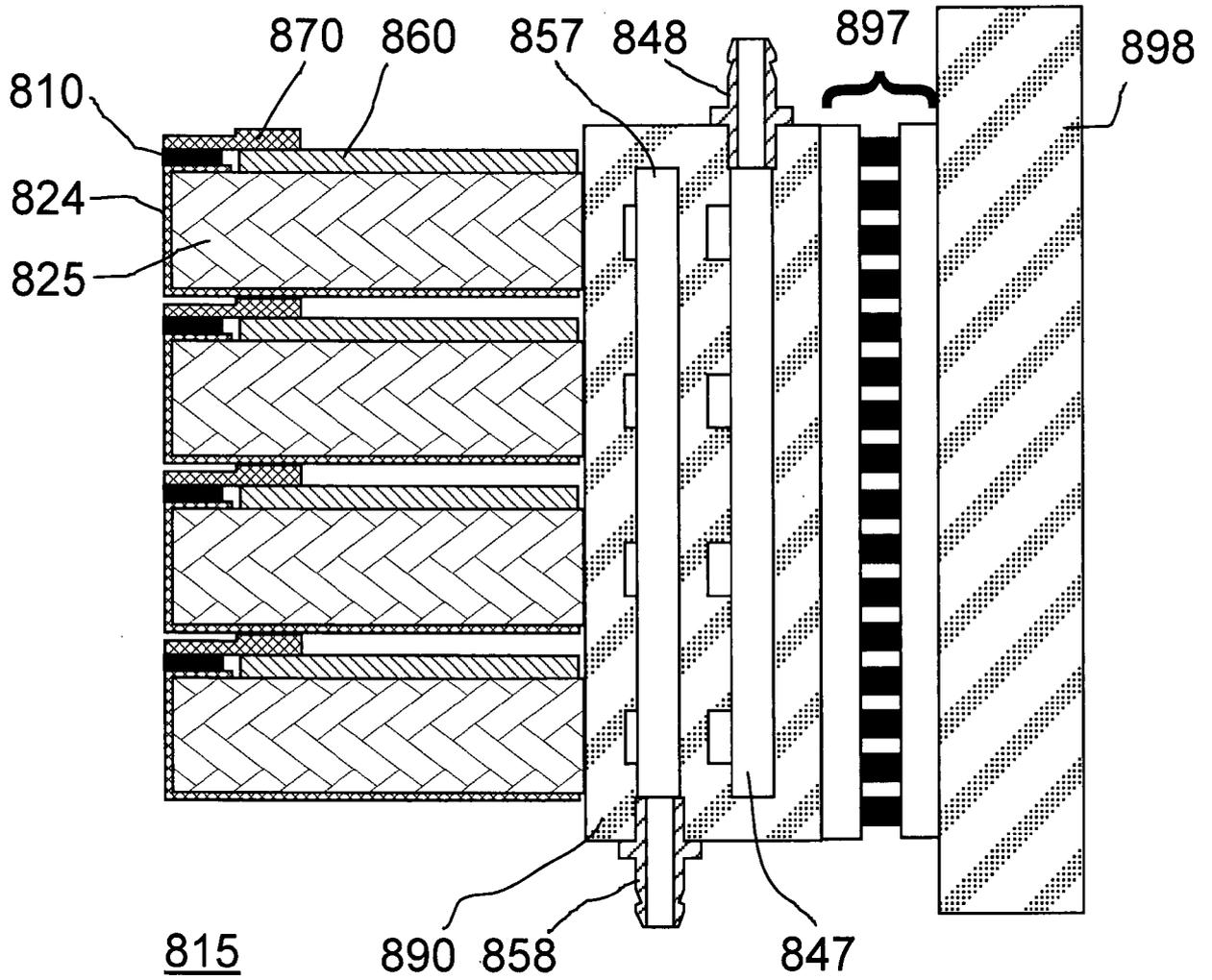


Fig. 8e