

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. August 2009 (27.08.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/103531 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01S 5/024 (2006.01) H01S 5/40 (2006.01)
H01S 5/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/001187

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Februar 2009 (19.02.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 010 784.0
24. Februar 2008 (24.02.2008) DE

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: LORENZEN, Dirk [DE/DE]; Bertolt-Brecht-
Strasse 4, 07745 Jena (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- mit geänderten Ansprüchen gemäss Artikel 19 Absatz 1

(54) Title: HEAT-DISSIPATION POLYVALENT HEAT TRANSFER DEVICE FOR AT LEAST ONE SEMI-CONDUCTOR ELEMENT, AND ASSOCIATED TESTING AND OPERATING METHOD

(54) Bezeichnung: WÄRMEABFUHRTECHNISCH POLYVALENTE WÄRMEÜBERTRAGUNGSVORRICHTUNG FÜR WENIGSTENS EIN HALBLEITERBAUELEMENT SOWIE ZUGEHÖRIGES TEST- UND BETRIEBSVERFAHREN

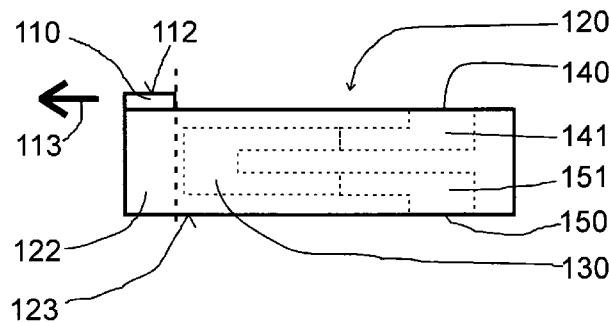


Fig. 11

(57) Abstract: The invention relates to a heat transfer device (15) having at least one semi-conductor element (10) and a heat conducting body (20). The semi-conductor element has a heat source region, which encloses the pn junctions thereof generating heat during operation. The heat conducting body (20) comprises at least one receiving surface (21) for the bonded connection to a contact surface (11, 12) of the semi-conductor element (10), and at least one channel structure (30, 31). The heat transfer device (15) is characterized in that the channel structure (30, 31) is disposed completely outside a projection (22) of the heat source region, which extends perpendicular to the contact surface (11, 12). The heat transfer device is also characterized by at least one connection surface (23) of the heat conducting body (20), said surface being provided for a conductive heat transfer to a heat dissipation body (98) comprising at least one heat transfer structure (35). During the operation of the heat transfer device (15), at least one coolant selectively flows at least through the channel structure (30, 31) of the heat conducting body (20), or through the heat transfer structure (35) of the heat dissipation body (98).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2009/103531 A1



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).

Wärmeabfuhrtechnisch polyvalente Wärmeübertragungsvorrichtung für wenigstens ein Halbleiterbauelement sowie zugehöriges Test- und Betriebsverfahren

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Wärmeübertragungsvorrichtung für mindestens ein Halbleiterbauelement, insbesondere mindestens ein Laserdiodenelement, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

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. 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.

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.

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.

Im Stand der Technik dient der Wärmeleitkörper entweder der konduktiven Kühlung und, wobei er wird 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 eine von einem flüssigen Kühlmedium 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.

- 5 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 Kühlmedium 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 Wärme-
- 10 transportes hervorruft.

Im rein konduktiv kühlenden Fall dagegen besitzt der Wärmeleitkörper prinzipiell keine Möglichkeit der konvektiven Wärmeabgabe an ein Kühlmittel. Die konvektive Wärmeabgabe an ein Kühlmittel muss von außen her durch eine entsprechend ausgebildete Wärmeabfuhrvorrichtung geschaffen werden, die die

15 Wärme vom Wärmeleitkörper aufnimmt und über eine Wärmeübertragungsstruktur an ein Kühlmittel abgibt.

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

- 20 Wärmeleitkörper gemäß dem Stand der Technik sind entweder konduktiv oder konvektiv kühlend verwendbar. Konduktiv kühlenden Wärmeleitkörpern fehlt die Kanalstruktur beziehungsweise 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
- 25 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
- 30 Wasser erfolgen soll.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Wärmeübertragungsvorrichtung mit einem Wärmeleitkörper vorzusehen, wobei der Wärmeleitkörper für die Kühlung eines Halbleiterbauelements universell und kühlungs-technisch 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 einer Testbetriebsphase des Halbleiterbauelementes ein sich vom Anwendungsbetrieb unterscheidendes Wärmeübertragungsverfahren verwendet, welches sich hinsichtlich seines thermischen Widerstands nur unwesentlich oder höchstens geringfügig von dem im Anwendungsbe-
5 trieb verwendeten Wärmeübertragungsverfahren unterscheidet.

Die Aufgabe wird mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 16 bis 18 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

10

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 wärme-
15 erzeugenden pn-Übergang aufweist, wobei die Funktion der Wärmeübertragungsvorrichtung unabhängig von der Art des Entstehungsmechanismus 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.

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

30

Das Halbleiterbauelement ist mittels eines aus einer Vielzahl verschiedener möglicher Verbindungsver-
fahren mit der Aufnahme­fläche des Wärmeleitkörpers stoffschlüssig mit der Aufnahme­fläche des Wärme-
leitkörpers verbunden.

Die stoffschlüssige Verbindung ist die erfindungsgemäße Voraussetzung für einen optimalen Wärmeübergang zwischen Halbleiterbauelement und Wärmeleitkörper, weil nicht stoffschlüssige Verbindungen stets an einem durch Hohlraumeinschlüsse behinderten Wärmeübergang leiden.

Zu den bevorzugten stoffschlüssigen Verbindungsverfahren zählt insbesondere das Löten, das eine entsprechende Vorbehandlung der Aufnahme­fläche des Wärmeleitkörpers und/oder der Montage­fläche des Halbleiterbauelementes erfordert. Zu diesen Vorbehandlungen zählen Oberflächenbeebnungsverfahren, Reinigungs­verfahren und Verfahren zur Beschichtung mit haftvermittelnden, diffusionsbeschränkenden, schützenden und/oder benetzungsförderlichen Materialien, insbesondere metallischer Natur. Das Lot selbst ist vor dem Verbindungsprozess auf einen der Verbindungspartner aufgebracht oder ist separat zwischen die Verbindungspartner eingebracht.

Besonders vorteilhaft haben sich Wärmeübertragungs­vorrichtungen erwiesen, deren Laserdiodenelemente mit der epitaxi­seitigen 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.

Der Wärmeleitkörper weist zudem als Wärmeübertragungsstruktur mindestens einen 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, in die ein flüssiges Kühlmittel eingebracht und aus der ein flüssiges Kühlmittel abgeführt werden kann. Derartige Hohlraumstrukturen sind beispielsweise Anordnungen von einzelnen und/oder sich verzweigenden bewusst positionierten (Mikro-) Kanälen, beispielsweise hergestellt durch Schichtung von Platten mit Ausnehmungen oder Bohrungen, 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 Wär-

meleitkörpers fließt, nimmt die im Betrieb vom Halbleiterbauelement erzeugten Wärme auf und führt diese anschließend ab.

Die Wärmeübertragungsvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeleitkörper sowohl kon-
5 vektiv 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 funktionsprinzipbeding-
10 ten integralen Wärmequellenbereiches des mit dem Wärmeleitkörper in stoffschlüssiger Verbindung stehenden Halbleiterbauelementes angeordnet 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 Hauptwärmequellen des Halbleiterbauelementes. Die Ausdehnung des Wärmequellenbereiches kann sich minimal auf das kleinstmögliche Einschlussvo-
lumen für alle wärmeerzeugenden pn-Übergänge im Halbleiterbauelement beschränken oder sich voll-
ständig über das gesamte Volumen des Halbleiterbauelementes erstrecken. Bei der Existenz von mehre-
15 ren Halbleiterbauelementen kann sich der erfindungsgemäße Wärmequellenbereich über die pn-Übergänge von zwei oder mehr Halbleiterbauelementen erstrecken oder vollständig über ein, alle Halbleiterbauelemente umfassendes Volumen.

Mit der erfindungsgemäßen Anordnung des Kanals oder der Kanalstruktur vollständig außerhalb der ge-
20 nannten 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 Be-
reich zur erzwungenen konvektiven Wärmeübertragung vorzugsweise ganz in der Nähe des von zur er-
25 zwungenen 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.

30

Durch einen vollständigen Verzicht auf Kanäle oder Kanalstrukturen in der Wärmequellenprojektion des Halbleiterelements 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 zur Kühlmittelführung frei.

- 5 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.
- 10 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.
- Andererseits kann die stoffschlüssige Verbindung der Aufnahmefläche des Wärmeleitkörpers mit der Kon-
- 15 taktfläche 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.
- 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 Füge-
- 20 zone 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.
- Dabei ist es nur eine Frage der Reihenfolge der einzelnen Fügeschritte, ob der Zwischenkörper ein Teil
- 25 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
- 30 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.

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.

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

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.

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.

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 Fügezone (kein Zwischenkörper) oder mehrere Fügezonen (ein oder mehrere Zwischenkörper) zwischen dem Wärmeleitkörper und dem Wärmeabfuhrkörper.

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.

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.

5

Im Falle der Verwendung eines wärmespreizenden Wärmeaufnahmekörpers als Zwischenkörper muss bei ausreichender Wärmespreizung die Befestigung des Wärmeabfuhrkörpers am Wärmeaufnahmekörper nicht notwendigerweise stoffschlüssig sein. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn eine Wärmeintragsfläche 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.

10

Erfindungsgemäß ist der Wärmeabfuhrkörper der Wärmeübertragungsvorrichtung eine zum Wärmeleitkörper alternative oder optionale Wärmesenke mit konvektiver Wärmeabfuhr.

15

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. Verdampfungskühleinrichtungen, 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.

20

25

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 in den Wärmeabfuhrkörper integriert.

30

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

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.

Die Erfindung ermöglicht somit einen universellen 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 Wärmeabfuhreigenschaft 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 eine Flüssigkeit, vorzugsweise Wasser, ist.

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 Wärmeabfuhreigenschaften des Wärmeleitkörpers übertreffen kann.

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 zusammengekommen 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.

Die Wärmequellenprojektion des Halbleiterbauelementes umfasst vorzugsweise den gesamten Bereich des Wärmeleitkörpers, der auf der Kontaktfläche gegenüberliegenden Seite ausgebildet ist. Insbesondere

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.

5

Prinzipiell ist die Lage der Anbindungsfläche unabhängig von der Lage der Kontaktfläche und der Aufnahme­fläche.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung liegt die Anbindungsfläche zur konduktiven Wärmeübergabe an den Wärmeabfuhrkörper zumindest abschnittsweise innerhalb der Projektion des zumindest einen auf dem
10 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.

Liegt die Anbindungsfläche, beispielsweise aus aufbau- und/ oder gestaltungstechnischen Gründen, senkrecht zur Kontaktfläche, so erfordert diese Lage eine Umlenkung des Wärmeflusses, die vorzugswei-
15 se 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 erfindungsge-
mäßigen Vorzüge der Wärmeübertragungsvorrichtung jedoch nicht in Frage: Selbst wenn nach einer Um-
lenkung des Wärmeflusses die Wärme teilweise durch die Kanalstruktur im Wärmeleitkörper geführt wer-
20 den, so ist jedoch das Umlenkungsgebiet im Wärmeleitkörper frei von Hohlräumen und gestattet eine Umlenkung ohne wärmeleittechnische Einschränkungen, die über die eigentliche Umlenkung hinausge-
hen.

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
25 bedeutet dies, dass sich bei jeder winklig zur Kontaktfläche orientierten Anbindungsfläche die Wärme-
quellenprojektion im Wärmeleitkörper über das Halbleiterbauelement hinaus in Richtung der Anbindungs-
flächen bis zur Anbindungsfläche erstreckt.

Die beschriebene Wärmeübertragungsvorrichtung ist zur Kühlung von einer Vielzahl von verschiedenen
30 Halbleiterbauelementen ausgelegt. Wie bereits angedeutet, ist die Anordnung besonders vorteilhaft für
Laserdiodenelemente geeignet, wie beispielsweise Laserdioden oder Einzellaserbarren. Weitere Wärme-
quellen neben kanten- und oberflächenemittierenden Laserdioden oder Laserdiodenfeldern sind Leucht-
dioden, Halbleiterschaltelemente sowie optisch gepumpte Halbleiterlaser und das Sonnenlicht absorbie-
rende Solarzellen, wobei das Halbleitermaterial sowohl anorganisch als auch organisch sein kann.

Grundsätzlich ist die Wärmeübertragungsvorrichtung aber zur Kühlung jeglicher Arten von Bauelementen verwendbar.

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 Wärmeleitkörper 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 zumindest in Teilabschnitten der 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 Wärmeleitkörper eine erfindungsgemäße Kanalstruktur zur konvektiven Wärmeübertragung enthalten.

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

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.

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.

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 Wärmeleitkörper sondern auch auf nur einer einzigen Seite des Wärmeleitkörper angeordnet sein.

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.

5

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.

10

15

Der Wärmeleitkörper ist aus einem einzigen oder einer Vielzahl von verschiedenen Materialien ausbildbar. Um eine besonders gute Wärmeabfuhereigenschaft zu erreichen, ist bei der Materialwahl auf einen niedrigen thermischen Widerstand beziehungsweise 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.

20

25

30

An den Wärmeleitkörper werden besondere Anforderungen gestellt. Die Wärmequellenprojektion im Wärmeleitkörper ist frei von Kanalstrukturen und Hohlräumen, während im restlichen Bereich des Wärmeleitkörpers Mikrokanäle für die konvektive Kühlung ausgebildet sind.

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 Befes-

tigung 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.

- 5 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 Schutz-
- 10 schicht, die sich über den gesamten Bereich, der mit dem flüssigen Kühlmedium benetzten Oberflächen des Wärmeableit- 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
- 15 elektrochemische Korrosion der Wärmeübertragungsstruktur zu verursachen.

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

20 elektrisch leitenden Material besteht ist, gleichzeitig zur elektrischen Kontaktierung des Halbleiterelements verwendbar. Somit kann über den Wärmeleitkörper das Halbleiterelement mit elektrischem Strom versorgt werden.

- Vorzugsweise ist die Kanalstruktur elektrisch von der Kontaktfläche 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 Innenflächen der Kanalstruktur eine elektrische Isolationsschicht tragen oder der Grundkörper auf wenigstens einer der Aufnahme-
- 25 mefläche zugewandten Außenseiten. Alternativ kann die geforderte elektrische Isolierung auch durch eine in die stoffschlüssige Verbindung der Aufnahmefläche mit der Kontaktfläche eingebrachte elektrische Isolationsschicht erzielt werden.
- 30 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.

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. Die erfindungsgemäße Wärmeübertragungsvorrichtung erlaubt nun ein vorteilhaftes Verfahren (Anspruch 16) zur Inbetriebnahme und zum Testen von Halbleiterbauelementen in einem Zwischenschritt während ihrer Integration in die Wärmeübertragungsvorrichtung.

- 5
10
15
- 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 Flüssigkeitssenke 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.

- 20
- Weist das Halbleiterbauelement zusätzlich zu einer ersten Kontaktfläche eine zweite Kontaktfläche auf, so kann diese mit einem Kontaktelement versehen sein, über welches der elektrische Anschluss des Halbleiterbauelementes, beispielsweise an eine Stromquelle erfolgt.

- 25
- 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.

- 30
- Diodenlaserkomponenten weisen im Folgenden einen Wärmeleitkörper und ein oder mehrere Laserdiodenelemente auf. Insbesondere bei der Zusammenstellung mehrerer Diodenlaserkomponenten für eine Anordnung bestehend aus mehreren Diodenlaserkomponenten, 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

se 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

- 5 Wärmeabfuhrkörper, von dem die Diodenlaserkomponenten nach der Montage nicht wieder schadlos – geschweige denn rückstandslos – entfernt werden können.

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

- 10 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.

- 15 Der Wärmeleitkörper wird nach erfolgreichem Probetrieb 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.

- Vorzugsweise ist die dortige konvektive Wärmeabfuhr besonders zur erzwungenen konvektiven Wärmeabfuhr ausgebildet und übersteigt hinsichtlich seiner Wärmeabfuhereffizienz vorzugsweise diejenige des
20 Wärmeleitkörpers.

Ein Vorteil der Erfindung ist somit, dass ein Halbleiterbauelement mit einem Wärmeleitkörper, insbesondere eine Diodenlaserkomponente, in einem Produktionszwischenschritt ausschließlich durch konvektive

- 25 Kühlung ausreichend gekühlt wird, so dass dieses betrieben und getestet werden kann, ohne dass auf einen weiteren Kühlkörper zurückgegriffen wird.

Alternativ erlaubt die Wärmeübertragungsvorrichtung auch ein (Test-)Verfahren (Anspruch 17), das ausschließlich die konduktive Kühleigenschaft des Wärmeleitkörpers verwendet. Hierbei wird eine konvektiv

- 30 kühlende Wärmeabfuhrvorrichtung an der Anbindungsfläche des Wärmeleitkörpers lösbar, vorzugsweise kraftschlüssig, befestigt, bevor Funktionstests für mindestens ein Halbleiterbauelement durchgeführt werden. Während des Betreibens des Halbleiterbauelementes wird mindestens ein Parameter erfasst.

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

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.

Nach der Durchführung des Funktionstests wird die Verbindung mit der Wärmeabfuhrvorrichtung gelöst

5 und der Wärmeleitkörper erfindungsgemäß in Verbindung mit dem Wärmeabfuhrkörper gebracht.

Selbstverständlich kann die Wärmeabfuhrvorrichtung mit dem Wärmeabfuhrkörper identisch sein.

Ein weiteres Verfahren (Anspruch 18) sieht für die erfindungsgemäße Wärmeübertragungsvorrichtung einen testweisen Betrieb bei konvektiver Kühlung des Wärmeleitkörpers vor und den Anwendungsbetrieb bei konvektiver Kühlung des Wärmeabfuhrkörpers.

10

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

15 für die konduktive oder speziell für die konvektive Kühlung ausgebildet ist.

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 Halbleiterbauelementes solch eine hohe Belastung über einen längeren Zeitraum selten oder nie auftritt, ist die Kombination der beiden Kühlungsarten

20 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.

Zu den Parametern, 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.

25

Anhand von Figuren werden Ausführungsformen der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

30

Fig. 1a bis Fig. 1k'

die skizzenhaften Draufsichten (ungestrichen), Seitenansichten (einfach angestrichen) und

Frontansichten (zweifach angestrichen) verschiedener Varianten von Ausführungsbeispielen

der Wärmeleitkörper in einer erfindungsgemäßen Wärmeübertragungsvorrichtung mit einem kantenemittierenden Laserdiodenbarren als Wärmequelle;

- 5 Fig. 1l die Seitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung mit einem Laserdiodenbarren als Wärmequelle;
- Fig. 1m die Draufsicht des ersten Ausführungsbeispiels;
- 10 Fig. 2a die Frontansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung mit einer kantenemittierenden Einzellaserdiode als Wärmequelle;
- Fig. 2b die Draufsicht des zweiten Ausführungsbeispiels;
- 15 Fig. 3a die Draufsicht eines dritten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung mit drei Leuchtdioden als Wärmequellen;
- Fig. 3b die Seitenansicht des dritten Ausführungsbeispiels;
- 20 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;
- 25 Fig. 4b den mittigen Querschnitt durch die Darstellung der ersten Variante des vierten Ausführungsbeispiels im montierten Zustand;
- 30 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;
- Fig. 4d den mittigen Querschnitt durch die Darstellung der zweiten Variante des vierten Ausführungsbeispiels im montierten Zustand;

- 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;
- 5 Fig. 5b die Draufsicht auf eine elektrisch isolierende Isolierplatte mit zwei Durchbrüchen als Bauteil des fünften Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung;
- 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;
- 10 Fig. 5d den mittigen Querschnitt durch eine erste Variante einer Diodenlaserkomponente des fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Wärmeübertragungsvorrichtung;
- 15 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;
- Fig. 5f die Draufsicht auf einen Verbund aus Isolierplatte und dem elektrisch isolierenden Schichtkörper als Bauteil der zweiten Variante des fünften Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung;
- 20 Fig. 5g den mittigen Querschnitt durch eine zweite Variante einer Diodenlaserkomponente mit einer zweiten Variante des Wärmeleitkörpers des fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Wärmeübertragungsvorrichtung;
- 25 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;
- 30 Fig. 5i die Draufsicht auf einen durch Aufbringen der Isolierplatte auf die dritte Variante des Wärmeleitkörpers gebildeten Verbund des fünften Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung;

- Fig. 5j den mittigen Querschnitt durch eine dritte Variante einer Diodenlaserkomponente mit der dritten Variante des Wärmeleitkörpers des fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Wärmeübertragungsvorrichtung;
- 5 Fig. 5k den mittigen Querschnitt durch eine vierte Variante einer Diodenlaserkomponente mit einer vierten Variante des Wärmeleitkörpers des fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Wärmeübertragungsvorrichtung;
- 10 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;
- 15 Fig. 6a die Draufsicht auf den Wärmeleitkörper eines sechsten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung, bei dem eine Reihe von Spalten in einen Grundkörper eingebracht sind;
- 20 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;
- 25 Fig. 7a die Draufsicht auf den Wärmeleitkörper eines siebten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung, bei dem drei Felder von Bohrungen in einen Grundkörper eingebracht sind;
- 30 Fig. 7c den mittigen Querschnitt einer ersten bevorzugten Weiterbildung des siebten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung in Form eines Diodenlasers;
- Fig. 7d den mittigen Querschnitt einer zweiten bevorzugten Weiterbildung des siebten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung in Form eines Diodenlasers; und

- Fig. 7e den mittigen Querschnitt einer dritten bevorzugten Weiterbildung des siebten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung in Form eines Diodenlasers.
- 5 Fig. 7f den mittigen Querschnitt einer vierten bevorzugten Weiterbildung des siebten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung in Form eines Diodenlaserstapels.
- 10 Fig. 8a die Draufsicht einer ersten Variante eines Wärmeleitkörper eines achten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung, bei dem Kanäle außermittig in den Wärmeleitkörper eingebracht sind;
- Fig. 8b die Seitenansicht einer Diodenlaserkomponente mit der ersten Variante eines Wärmeleitkörpers des achten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung;
- 15 Fig. 8c die Draufsicht einer zweiten Variante eines Wärmeleitkörper des achten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung, bei dem Kanäle außermittig in den Wärmeleitkörper eingebracht sind;
- 20 Fig. 8d die Seitenansicht einer Diodenlaserkomponente mit der zweiten Variante eines Wärmeleitkörpers des achten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung;
- Fig. 8e den mittigen Querschnitt des achten Ausführungsbeispiels der Wärmeübertragungsvorrichtung in Form eines Diodenlaserstapels von Diodenlaserelementen mit der ersten Variante des Wärmeleitkörpers.
- 25 Die in den Figuren dargestellten Elemente sind nicht maßstäblich und auch die Verhältnisse der Elemente zueinander dienen nur der Verdeutlichung.

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.

30

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

- 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 Wärmeleitkörper 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.
- 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 Aufnahmefläche, auf einer ihr gegenüberliegenden Fläche oder einer winklig zu ihr orientierten Fläche. Sie kann auf einer oder auf mehreren Flächen liegen.
- 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.
- Liegt bei einer zumindest näherungsweise parallelen Anordnung der Kontaktfläche zur Aufnahmefläche die Aufnahmefläche 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 Beschränkung der Allgemeinheit die Aufnahmefläche 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. Alternativ oder optional kann die Kanalstruktur auch abseits der Wärmeleitkörperbereiche, die in kreuzartiger Aufweitung der Erstreckung des Wärmequellenprojektionsvolumens in Richtung der genannten Flächen

Frontfläche, Rückfläche, linke Seitenfläche und rechte Seitenfläche liegen im Wärmeleitkörper angeordnet sein.

Einlass- und Auslassöffnung können auf ein- und derselben Außenfläche des Quaders angeordnet sein oder auf unterschiedlichen, einander gegenüberliegenden oder winklig zu einander orientierten Flächen.

- 5 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.

10

Einen Ausschnitt aus der Vielfalt der möglichen Konfigurationen reflektieren die in Fig. 1a bis Fig. 1k' ge­zeigten skizzenhaften Draufsichten (ungestrichen), Seitenansichten (einfach angestrichen) und Frontan­sichten (zweifach angestrichen) 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.

15

- 20 Beispielhaft werden zum Zwecke der besseren Übersichtlichkeit nur in den Fig. 1a und 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
- 25 Umrisse eine oder mehrerer Kanäle der erfindungsgemäßen Kanalstruktur. Des weiteren wird auf eine Darstellung von möglichen oder gegebenenfalls unerlässlichen Zu- und Abläufen sowie Ein- und Ausläs­sen verzichtet, um den Schwerpunkt auf die wesentlichen Aspekte der folgenden Varianten zu legen.

In den Fig. 1b bis Fig. 1k' ist die Lichtemission bei Seitenan- und Draufsichten stets nach links gerichtet und bei Frontansichten aus der Zeichnungsebene in Richtung des Betrachters.

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

Während in Fig. 1a und 1a' nur zwei Anbindungsflächen zur stoffschlüssigen Verbindung mit einem oder mehreren Wärmeabfuhrkörpern eingezeichnet sind – nämlich eine erste Anbindungsfläche, die auf der

dem Laserdiodenbarren gegenüberliegenden Unterseite des Wärmeleitkörpers angeordnet ist, und eine zweite Anbindungsfläche, die auf einer der Lichtemissionsrichtung abgewandten Rückseite des Wärmeleitkörpers senkrecht zur Kontaktfläche beziehungsweise parallel zur Lichtaustrittsfläche angeordnet ist, -
5 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-
10 und Rückseite des Wärmeleitkörpers.

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.

Fig. 1c zeigt einen Wärmeleitkörper, in dem eine Vielzahl von Kanälen mit ihren Längsachsen parallel zu
15 einander, parallel zur Laserbarrenbreitenrichtung, das heißt: parallel zur Kontaktfläche und senkrecht zur Lichtemissionsrichtung, im Wärmeleitkörper angeordnet sind.

Die Fig. 1b' und 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, in
20 eine einzelne Lage oder in mehreren Lagen vollständig in den Wärmeleitkörper eingebracht werden, oder sich durchgängig von der Oberseite zur Unterseite des Wärmeleitkörpers erstrecken.

Beispiele für die Integration eines Zwischenkörpers in die stoffschlüssige Verbindung von Wärmeleitkörper und Laserdiodenbarren zeigen die Figuren 1d bis 1e'. Wie beiden Ansichten zu entnehmen ist, liegen
25 die Kontaktfläche des Laserdiodenbarrens und die Anbindungsfläche des Wärmeleitkörpers senkrecht zueinander, was dazu führt, dass die Wärmequellenprojektion vollständig außerhalb des Wärmeleitkörpers im Zwischenkörper angeordnet sind. Erfindungsgemäß ist in so einer Anordnung die Lage der Kanalstruktur im Wärmeleitkörper beliebig, wobei speziellen Ausführungsvarianten je nach Bedarf der Vorrang eingeräumt werden kann.

30 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 Kanä-

len ausgespart bleiben kann, der durch eine Projektion der Aufnahme­fläche senkrecht zur rückseitigen An­bindungs­fläche definiert wird.

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.

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.

10

Die Fig. 1f bis 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 1f' unterscheiden sich von der Anordnung der Fig. 1g und 1g' dadurch, dass im ersten Fall der Wärmeleitkörper mit einer Stufe ausgeformt ist, die sich 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.

15

Die Fig. 1h bis 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 1h'' sind jeweils zwei Kanäle parallel zu einander und parallel zur Lichtemissionsrichtung im Wärmeleitkörper angeordnet. In Fig. 1i beziehungsweise 1i'' sind jeweils eine Gruppe von Kanälen mit ihren Längsachsen parallel zueinander und senkrecht zur Kontaktfläche im Wärmeleitkörper angeordnet und erstrecken sich durchgehend von der Oberseite zur Unterseite.

20

25

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

So erstrecken sich in dem in Fig. 1j und 1j' dargestellten Beispiel zwei übereinander liegende U-förmige Kanäle um die Wärmequellenprojektion herum, wobei der Mittelschenkel der Kanäle im Bereich eines Vorsprungs des Wärmeleitkörpers gegenüber dem Laserdiodenbarren liegt.

30

In dem in Fig. 1k und 1k' dargestellten Beispiel erstreckt 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 angeordnete 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.

5

Fig. 1I 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.

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. Gleichmaßen 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. Fig. 4a/ b und 5I) beziehungsweise an einen Wärmeaufnahmekörper einer den Wärmeabfuhrkörper enthaltenden Wärmeabfuhrvorrichtung abzugeben (vgl. Fig. 7c).

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 Halbleiterbauelements 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.

Der beschriebene Wärmeleitkörper 120 gestattet es, durch ein 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 angeschlossenen Wärmeabfuhrkörper kühlbar. Beide Wärmeabfuhrvarianten sind gleichzeitig oder einzeln einsetzbar und gestatten somit einen besonders flexiblen Einsatz des Wärmeleitkörpers 120 in der Wärmeübertragungsvorrichtung.

- 5 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
10 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.

- Ein zweites Ausführungsbeispiel ist in Fig. 2a und 2b dargestellt, wobei es sich dort bei dem wärmeerzeugenden Halbleiterbauelement 210 um eine Einzellaserdiode handelt. Fig. 2a zeigt eine skizzenhafte
15 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 in Richtung des Betrachters liegt.

- 20 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.

- 25 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.

- 30 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 sind bezüglich der Längsachse der größten lateralen Ausdehnung des Halbleiterelements

210 senkrecht ausgerichtet. Die Haupterstreckung der einzelnen Kanäle erfolgt in vertikaler Richtung, so dass das Kühlmittel von oben nach unten fließt.

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.

Fig. 3a und 3b 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.

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.

Diese Anordnung ist beispielsweise als Lichtquelle für Videoprojektoren geeignet, die sich je nach Auswahl der Wärmeabfuhrmethode in zwei unterschiedlichen 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 Umgebungsluft 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.

Bei einem vierten Ausführungsbeispiel, von dem eine erste Variante in den Fig. 4a und 4b dargestellt ist, ist das wärmeerzeugende Halbleiterbauelement 410 ein Laserdiodenbarren. Die Fig. 4a zeigt den mittigen Querschnitt durch eine Explosionsdarstellung einer Diodenlaserkomponente 415 und Fig. 4b zeigt die

Diodenlaserkomponente 415 in Querschnittsansicht 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.

5

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.

15

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).

20

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.

30

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 ge-

leitet 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.

- 5 Der Wärmeleitkörper 420 ist mit einem elektrisch leitfähigen Klebstoff, der auf die Anbindungsfläche 423 aufgetragen ist, stoffschlüssig an einen elektrisch leitenden Wärmeaufnahmekörper 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.
- 10

- Die Wärmeübertragungsvorrichtung 415 wird komplettiert durch einen am Wärmeaufnahmekörper 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 Wärmeaufnahmekörper 490 zum Wärmeabfuhrkörper 498 wird durch eine zwischen Wärmeaufnahmekörper 490 und Wärmeabfuhrkörper 498 gebrachte elektrisch isolierende Wärmeleitfolie 499 verbessert.
- 15

- 20 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.
- 25
- 30

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, 5c, 6a und 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.

5

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.

10

Eine zweite Variante des vierten Ausführungsbeispiels ist in den Fig. 4c und 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 substratseitigen 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 Isolationsschicht 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.

15

20

25

30

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.

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.

5

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 Variante des vierten Ausführungsbeispiels die dem Wärmeleitkörper 520 zugewandte Kupferschicht vor der Laserdiodenbarrenmontage an die Kühlstruktur angelötet und als elektrisches Kontaktelement eine Reihe von Bonddrähten verwendet, die die dem Wärmeleitkörper 520 abgewandte Kupferschicht elektrisch mit der freien Laserdiodenbarrenkontaktfäche verbinden.

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. 5j, Fig. 5k). Damit kann die Kühlmittelzufuhr zum ersten Durchbruch 561 und die Kühlmittelabfuhr vom zweiten Durchbruch 562 durch den einen Durchbruch 571 im Kontaktelement erfolgen.

Durch die Isolierplatte 560 ist das Kontaktelement 570 elektrisch von der Nutenreihe 530 getrennt.

Die Unterschiede der vier Varianten Wärmeleitkörper werden anhand der Querschnittsansichten der Figuren 5d, 5g, 5j und 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.

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, das der Schichtkörper in der Schichtenebene (in-plane) einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist, der näherungsweise dem des Grundkörpers 525 entspricht. So können beide Bauteile, Laserdiodenbarren 510 und Schichtkörper 565, mittels eines hoch zuverlässigen Gold-Zinn-Lotes stoffschlüssig an den Grundkörper 525 angelötet werden.

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.

Die gleiche doppelte elektrische Isolierung wird mit dem Wärmeleitkörper 520 der dritten Variante (Fig. 5j) 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 Aufnahme-
fläche 521 zur Befestigung des Laserdiodenbarrens 510 bereit und ist gleichzeitig für die Stromzuführung
5 bzw. -abführung zu bzw. vom Laserdiodenbarren 510 geeignet. Dazu erstreckt sie sich als Stromfüh-
rungsschicht 524 von der dem Laserdiodenbarren 510 zugewandten Seite des Grundkörpers auf die dem
Laserdiodenbarren 510 abgewandte Seite des Grundkörpers.

In der vierten Variante des Wärmeleitkörpers ist der Grundkörper 525 in weitere Schichten – zwei elekt-
risch isolierende Schichten und einen zwischen beiden elektrisch isolierenden Schichten angeordneten

10 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).

15 Fig. 5l 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 Diodenlaserkomponente, dargestellt in den Fig. 5d, 5g und 5j, in die Wärme-
übertragungsvorrichtung integriert sein.

20 Die Kühlmittelzufuhr und -abfuhr zu bzw. aus dem Wärmeleitkörper 520 erfolgt über einen Anschlusskör-
per 580, der auf der dem Laserdiodenbarren 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 Isolierplatten-
durchbruch 561 ist zur Überführung des Kühlmittels vom Anschlusskörper 580 in den Wärmeleitkörper
25 520 vorgesehen, während der zweite Isolierplattendurchbruch 562 zur Überführung des Kühlmittels vom
Wärmeleitkörper 520 in den Anschlusskörper 580 vorgesehen ist.

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 Wärme-
abfuhrkörper überträgt und den elektrischen Strom von einem elektrischen Anschlusselement 591 an die
30 metallische Stromführungsschicht 524 überträgt.

In einer - nicht dargestellten - bevorzugten Weiterbildung der Kanalstruktur dieses fünften Ausführungs-
beispiels sind zwei Reihen von sich einander überkreuzenden Nuten in die Oberfläche des Wärmeleit-

körpers eingebracht, so dass in dem so gebildeten Nutmuster rhomboedrische Säulen von dem Kühlmittel unter Ausbildung eines erhöhten Wärmeeintrags umspült werden können.

5 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.

10 Die Draufsicht auf den Wärmeleitkörper 620 des sechsten Ausführungsbeispiels 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, 15 einer Kupferfolie, auf, auf die das Halbleiterbauelement 610, hier der Laserdiodenbarren, mit dem in DE 196 44 941 C1 beschriebenen Verfahren mittels eines Gold-Zinn-Lotes befestigt und in Teilabschnitte gebrochen ist.

20 Fig. 6b stellt den mittigen Querschnitt des sechsten Ausführungsbeispiels 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.

25 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 30 Klebstoff am Laserdiodenbarren befestigt ist.

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.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Kühlflüssigkeit über das bereits beschriebene erste Kühlmittelanschluss-
element 648 des Anschlusskörpers 680 zuführbar. Von dort ist es über die Spalten im Grundkörper 625 und damit durch den Wärmeleitkörper 620 führbar, wobei die Wärme vom Kühlmittel aufgenommen und über das zweite Kühlmittelanschluss-
5 element 658 des Wärmeaufnahmekörpers 690 abgebar ist.

Die Fig. 7a-e zeigen die Wärmeübertragungsvorrichtung eines siebenten Ausführungsbeispiels. Fig. 7a stellt eine Draufsicht auf den Wärmeleitkörper 720 des Ausführungsbeispiels dar. Der Wärmeleitkörper
10 720 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 Laserdiodenbarren abgewandten Unterseite des Grundkörpers 725 auf die dem Laserdiodenbarren 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 Aufnahme-
15 fläche 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
20 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
30 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.

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 Kühlmittelanschlusselemente 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, der an der dem Laserdiodenelement zugewandten Seite des Wärmeleitkörpers befestigt ist, 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, 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 Bereiche benetzt.

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.

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 teilweise 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.

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 Kühlmittelanschlusselement 748 gezeigt, mittels welchem Kühlflüssigkeit über den Zulauf 747 in die erste Kanalstruktur 730 zuleitbar ist.

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 Kühlmittelanschlusselementen 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.

Der Durchbruch 796 in der metallischen Schicht 795 des Wärmeaufnahmekörpers ist dabei derart ausgebildet, dass er die Strömung des Kühlmittels von der ersten Gruppe von Bohrungen 730 in die zweite Gruppe von Bohrungen 731 ermöglicht.

In einer zweiten und dritten bevorzugten Weiterbildung des siebten 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.

Eine Kanalstruktur 735 ist in einen Stapel Kupferlagen im Wärmeabfuhrkörper 798 eingebracht, der zwischen zwei Aluminiumnitridplatten (nicht explizit dargestellt) liegt.

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.

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.

Fig. 7e zeigt einen mittigen Querschnitt durch eine dritte bevorzugte Weiterbildung des siebten Ausführungsbeispiels. Der Wärmeabfuhrkörper 798, der auf der dem Laserdiodenelement abgewandten Seite

des Wärmeleitkörpers 720 befestigt ist, weist die bereits im Fig. 7d dargestellte Kanalstruktur 735 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.

Ähnlich wie in Fig. 7b wird durch die Verwendung eines auf der dem Laserdiodenelement zugewandten Seite des Wärmeleitkörpers 720 befestigten Anschlusskörpers 780 mit einem Hohlraum 732 eine serielle Nachschaltung der zweiten Kanalstruktur 731 nach der ersten Kanalstruktur 730 erreicht.

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, konduktiv an einen über eine Lötfläche am Wärmeleitkörper 720 befestigten Wärmeaufnahmekörper 790 übertragen, der durch ein Peltier-Modul 797 gekühlt wird, dessen Warmseite an den erfindungsgemäßen 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.

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

Die gleiche Anbindungsmethode an einer rückseitigen Endfläche des Wärmeleitkörpers kommt im achten Ausführungsbeispiel, dargestellt anhand einer Querschnittsansicht in Fig. 8e, zur Geltung. Der dort dargestellte Diodenlaserstapel enthält Diodenlaserkomponenten einer ersten Variante, dargestellt in der Seitenansicht in Fig. 8b, die mit einer ersten Variante eines Wärmeleitkörpers 820, 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 metallischen Stromführungsschicht 824 ist eine Aufnahmefläche 821 für die stoffschlüssige Befestigung eines Laserdiodenbarrens 810 vorgesehen.

- 5 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, entgegen der Lichtemissionsrichtung angeordneten, rückseitigen Endfläche liegen, welche zudem als Anbindungsfläche 823 dient. Die im Grundkörper offenen Mikrokanalstrukturen 830 und 831 werden durch eine Isolierplatte 860 abge-
- 10 deckt. Während der Laserdiodenbarren 810 mit seiner epitaxienseitigen Kontaktfläche an der metallischen 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.
- 15 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.

- 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
- 20 die Kanalstrukturen gänzlich außerhalb der Wärmequellenprojektion eines entgegen der Lichtemissionsrichtung bis zur Ebene der Anbindungsfläche 823 verlängerten Wärmequellenbereiches. Präzise ausgedrückt weist der Wärmeleitkörper 820 innerhalb einer Projektion, die sich senkrecht zur Stirnfläche durch den Wärmeleitkörper erstreckt, eine Breite von der lateralen Ausdehnung des Wärmequellenbereiches
- 25 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 Nu-
- 30 ten in die der Aufnahmefläche 821 gegenüberliegenden Seite des Grundkörpers eingebracht und durch Deckplatten 839 verschlossen sind.

Fig. 8e zeigt wie die Diodenlaserkomponenten 814 der ersten Variante unter Ausbildung eines Diodenlaserstapels 815 mit ihrer rückseitigen Anbindungsfläche 823 über eine Klebefuge an einen Wärmeaufnah-

mekörper 890 angebunden sind, der durch ein Peltiermodul 797 gekühlt wird, dessen Warmseite an den erfindungsgemäßen Wärmeabfuhrkörper 798 angebunden ist. Die elektrische Serienschaltung erfolgt dabei durch direktes Inkontaktbringen des substratseitigen elektrischen Kontaktelementes 870 einer ersten Diodenlaserkomponente 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.

Der Wärmeaufnahmekörper 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 Kühlmittelanschlusselement 848 von einer Kühlmittelquelle mit Kühlmittel versorgt werden kann, sowie einen Ablauf 857, der das Kühlmittel über ein zweites Kühlmittelanschlusselement 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.

Ähnlich wie der Diodenlaserstapel 715 des siebten Ausführungsbeispiels eignet sich 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 Wärmeabfuhrkörper 898 und bei hohem duty cycle zur konvektiven Wärmeübertragung an Wasser, das durch seine Kanalstrukturen 830 und 831 strömt.

In einer Variante des achten Ausführungsbeispiels ist der Wärmeabfuhrkörper 898 an Stelle des Wärmeaufnahmekörpers 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.

Bezugszeichenliste

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

5	10	Halbleiterbauelement
	11	Wärmeleitkörper zugewandte Kontaktfläche
	12	Wärmeleitkörper abgewandte Kontaktfläche
	13	Emissionsrichtungspfeil
	14	Diodenlaserkomponente
10	15	Wärmeübertragungsvorrichtung
	20	Wärmeleitkörper
	21	Aufnahmefläche
	22	Wärmequellenprojektion
	23	Anbindungsfläche
15	24	erste Metallschicht
	25	Grundkörper
	26	zweite Metallschicht
	27	Durchbruch
	28	Durchbruch
20	29	Durchbruch
	30	erste Kanalstruktur
	31	zweite Kanalstruktur
	32	Hohlraum
	35	Wärmeübertragungsstruktur/ Kanalstruktur
25	36	Zulauf
	37	Ablauf
	38	Kühlmittelanschlusselement
	39	Deckplatte
	40	Einlass/ Zulauföffnung
30	41	erster Zulauf
	42	zweiter Zulauf
	45	Einlassdichtring
	46	Vertiefung
	47	Vorlauf/ Zulauf im Anschlusskörper

	48	erstes Kühlmittelanschlusselement
	50	Auslass/ Ablauföffnung
	51	erster Ablauf
	52	zweiter Ablauf
5	55	Auslassdichtring
	56	Vertiefung
	57	Rücklauf/ Ablauf im Anschlusskörper
	58	zweites Kühlmittelanschlusselement
	60	Isolierplatte
10	61	erster Isolierplattendurchbruch
	62	zweiter Isolierplattendurchbruch
	65	Schichtkörper
	66	Isolationsschicht
	67	erste Metallschicht
15	68	zweite Metallschicht
	70	Kontaktelement
	71	erster Kontaktelementdurchbruch
	72	zweiter Kontaktelementdurchbruch
	74	elektrisches Verbindungselement
20	75	Metallschicht
	76	elektrisches Verbindungselement
	80	Anschlusskörper
	81	erstes Anschlusselement
	82	Grundkörper
25	83	metallische Schicht
	90	Wärmeaufnahmekörper
	91	zweites Anschlusselement
	93	metallische Schicht
	94	metallische Schicht
30	95	metallische Schicht
	96	Durchbruch
	97	Peltiermodul
	98	Wärmeabfuhrkörper
	99	Wärmeleitfolie

Patentansprüche:

1. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) mit
wenigstens einem Halbleiterbauelement (10) und wenigstens einem Wärmeleitkörper (20),
5 wobei das Halbleiterbauelement (10) wenigstens einen im Betrieb des Halbleiterbauelementes Wärme erzeugenden pn-Übergang und einen, alle im Betrieb des Halbleiterbauelementes (10) Wärme erzeugenden pn-Übergänge im Halbleiterbauelement einschließenden, Wärmequellenbereich sowie wenigstens eine Kontaktfläche (11, 12) aufweist
und der Wärmeleitkörper (20) sowohl wenigstens eine Aufnahme­fläche (21), die in wenigstens einer stoff-
10 schlüssigen Verbindung mit der Kontaktfläche (11, 12) des Halbleiterbauelementes (10) steht, als auch wenigstens eine Kanalstruktur (30, 31) aufweist, die 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) vollständig außerhalb einer sich senkrecht zur Kon-
15 tak­fläche (11, 12) erstreckenden Wärmequellenprojektion (22) des Wärmequellenbereiches angeordnet ist,
und der Wärmeleitkörper (20) wenigstens eine Anbindungsfläche (23) aufweist, über die wenigstens eine konduktive Wärmeübertragung an wenigstens einen Wärmeabfuhrkörper (98) vorgesehen ist, der wenigstens eine Wärmeübertragungsstruktur (35) aufweist,
20 wobei wenigstens eine konvektive Wärmeübertragung wahlweise wenigstens an das erste Kühlmittel oder an wenigstens ein zweites Kühlmittel erfolgt, das durch die Wärmeübertragungsstruktur (35) strömt.
2. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeübertragungsvorrichtung (15) zwei oder mehr Halbleiterbauelemente (10) auf-
25 weist, die jeweils wenigstens einen im Betrieb des Halbleiterbauelementes (10) Wärme erzeugenden pn-Übergang aufweisen und sich der Wärmequellenbereich über wenigstens zwei Halbleiterbauelemente (10) erstreckt.
3. 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, wobei
30

die Anschlussfläche des Wärmeaufnahmekörpers (90) größer ist als die Anbindungsfläche des Wärmeleitkörpers (20), der Wärmeaufnahmekörper (90) in wenigstens einer stoffschlüssigen Verbindung mit der Anbindungsfläche (23) steht.

- 5 4. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeübertragungsstruktur (35) des Wärmeabfuhrkörpers (98) wenigstens eine Kanalstruktur mit mehreren Kanälen aufweist und/ oder zumindest abschnittsweise in einer Rippen- und/ oder Säulenstruktur vorliegt.
- 10 5. 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.
6. 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.
- 15 7. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Kühlmittel gasförmig ist.
- 20 8. 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.
- 25 9. 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.
- 30 10. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Anbindungsfläche (23) der Aufnahmefläche (21) und die Wärmeübertragungsstruktur (35) des Wärmeabfuhrkörpers (98) zumindest abschnittsweise in der Wärmequellenprojektion (22) angeordnet sind.

11. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 dadurch gekennzeichnet, dass die Anbindungsfläche (23) auf einer gegenüber der Kontaktfläche (11, 12) um zumindest näherungsweise 90° geneigten Endfläche angeordnet ist, sich die Wärmequellenprojektion (22) bis zur Endfläche erstreckt.

5

12. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 11 dadurch gekennzeichnet, dass sich die Wärmequellenprojektion (22) bis zur Endfläche erstreckt.

10 13. 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) 15 definiert, die senkrecht zur Lichtaustrittsfläche in vom Halbleiterbauelement (10) abgewandter Richtung orientiert ist.

14. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalstruktur (30,31) aus einer Vielzahl von zumindest abschnittsweise länglichen 20 Kanälen besteht, deren Längsachsen senkrecht zur Kontaktfläche (11, 12) angeordnet sind und die sich von einer zur Kontaktfläche parallelen Oberseite des Wärmeleitkörpers (20) zu einer der Oberseite gegenüberliegenden Unterseite des Wärmeleitkörpers (20) erstrecken.

15. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 52 dadurch gekennzeichnet, 25 dass die Kanalstruktur (30, 31) im Wärmeleitkörper (20) durch mehrere von zueinander parallelen, geneigten oder sich überkreuzenden Nuten ausgebildet ist, die in den Oberflächenbereich einer dem Halbleiterbauelement (10) zugewandten Seite des Wärmeleitkörpers (20) eingebracht sind, die im wesentlichen parallel zur Kontaktfläche (11, 12) ausgerichtet ist, wobei die Nuten durch ein Deckelement (60, 80) zumindest abschnittsweise abgeschlossen sind und ein erster Abschnitt der Nuten mit einem ersten 30 Durchbruch (61, 47) im Deckelement in Verbindung steht und ein zweiter Abschnitt der Nuten mit einem zweiten Durchbruch (62, 57) im Deckelement (60, 80) in Verbindung steht.

16. 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)

5 b) Durchströmen der Kanalstruktur (30, 31) des WärmeableitkörperWärmeleitkörpers (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)

10 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

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

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

20 b) Einrichten einer lösbaren Verbindung zwischen dem Wärmeleitkörper (20) und einer Wärmeabfuhrvorrichtung;

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

25 d) Lösen der Verbindung zwischen dem Wärmeleitkörper und der Wärmeabfuhrvorrichtung

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

30 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.

18. Verfahren, insbesondere Testverfahren, zum Einrichten und Betreiben einer Wärmeübertragungsvorrichtung (15) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, 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);
- 5 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 wenigstens eines Parameters.
- 10 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.
- 15 19. Verfahren zum Einrichten und Betreiben einer Wärmeübertragungsvorrichtung (15) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei der Verfahren nach den Ansprüchen 16 bis 18 angewendet werden.
- 20 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, 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.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE
beim Internationalen Büro eingegangen am
06. August 2009 (06.08.2009)

Patentansprüche:

1. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) mit
wenigstens einem Halbleiterbauelement (10) und wenigstens einem Wärmeleitkörper (20),
5 wobei das Halbleiterbauelement (10) wenigstens einen im Betrieb des Halbleiterbauelementes Wärme
erzeugenden pn-Übergang und einen, alle im Betrieb des Halbleiterbauelementes (10) Wärme erzeugen-
den pn-Übergänge im Halbleiterbauelement einschließenden, Wärmequellenbereich sowie
wenigstens eine Kontaktfläche (11, 12) aufweist
und der Wärmeleitkörper (20) sowohl wenigstens eine Aufnahme­fläche (21), die in wenigstens einer stoff-
10 schlüssigen Verbindung mit der Kontaktfläche (11, 12) des Halbleiterbauelementes (10) steht, als auch
wenigstens eine Kanalstruktur (30, 31) aufweist, die für eine konvektive Wärmeübertragung an wenig-
stens ein erstes, durch die Kanalstruktur (30, 31) leitbares, Kühlmittel vorgesehen ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kanalstruktur (30, 31) des Wärmeleitkörpers (20) vollständig außerhalb einer sich senkrecht zur Kon-
15 tak­tfäche (11, 12) erstreckenden Wärmequellenprojektion (22) des Wärmequellenbereiches angeordnet
ist,
und der Wärmeleitkörper (20) wenigstens eine Anbindungsfläche (23) aufweist, über die wenigstens eine
konduktive Wärmeübertragung an wenigstens einen Wärmeabfuhrkörper (98) vorgesehen ist, der wenig-
stens eine Wärmeübertragungsstruktur (35) aufweist,
20 wobei wenigstens eine konvektive Wärmeübertragung wahlweise wenigstens an das erste Kühlmittel oder
an wenigstens ein zweites Kühlmittel erfolgt, das durch die Wärmeübertragungsstruktur (35) strömt.
2. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekenn-
zeichnet, dass die Wärmeübertragungsvorrichtung (15) zwei oder mehr Halbleiterbauelemente (10) auf-
25 weist, die jeweils wenigstens einen im Betrieb des Halbleiterbauelementes (10) Wärme erzeugenden pn-
Übergang aufweisen und sich der Wärmequellenbereich über wenigstens zwei Halbleiterbauelemente
(10) erstreckt.
3. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekenn-
30 zeichnet, dass die konduktive Wärmeübertragung von der Anbindungsfläche (23) an den Wärmeabfuhr-
körper (98) über wenigstens einen Wärmeaufnahmekörper (90) erfolgt, der wenigstens eine Anschlussflä-
che für die konduktive Wärmeübertragung an den Wärmeabfuhrkörper (98) besitzt, wobei

die Anschlussfläche des Wärmeaufnahmekörpers (90) größer ist als die Anbindungsfläche des Wärmeleitkörpers (20), der Wärmeaufnahmekörper (90) in wenigstens einer stoffschlüssigen Verbindung mit der Anbindungsfläche (23) steht.

- 5 4. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeübertragungsstruktur (35) des Wärmeabfuhrkörpers (98) wenigstens eine Kanalstruktur mit mehreren Kanälen aufweist und/ oder zumindest abschnittsweise in einer Rippen- und/ oder Säulenstruktur vorliegt.
- 10 5. 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.
6. 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.
- 15 7. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Kühlmittel gasförmig ist.
- 20 8. 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.
- 25 9. 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 mit wenigstens einer Zulauföffnung (40) und/oder wenigstens einer Ablauföffnung (50) in Verbindung stehen.
- 30 10. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Anbindungsfläche (23), die Aufnahmefläche (21) und die Wärmeübertragungsstruktur (35) des Wärmeabfuhrkörpers (98) zumindest abschnittsweise in der Wärmequellenprojektion (22) angeordnet sind.

11. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 dadurch gekennzeichnet, dass die Anbindungsfläche (23) auf einer gegenüber der Kontaktfläche (11, 12) um zumindest näherungsweise 90° geneigten Endfläche angeordnet ist

5 12. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach Anspruch 11 dadurch gekennzeichnet, dass sich die Wärmequellenprojektion (22) bis zur Endfläche erstreckt.

13. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das Halbleiterbauelement (10) ein kantenemittierendes elektro-optisches Bauelement mit
10 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 Halbleiterbauelement (10) abgewandter Richtung
15 orientiert ist.

14. 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 und die sich
20 von einer zur Kontaktfläche parallelen Oberseite des Wärmeleitkörpers (20) zu einer der Oberseite gegenüberliegenden Unterseite des Wärmeleitkörpers (20) erstrecken.

15. Wärmeübertragungsvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalstruktur (30, 31) im Wärmeleitkörper (20) durch mehrere von zueinander parallelen, geneigten oder sich überkreuzenden Nuten ausgebildet ist, die in den Oberflächenbereich einer dem Halbleiterbauelement (10) zugewandten Seite des Wärmeleitkörpers (20) eingebracht sind, die im wesentlichen parallel zur Kontaktfläche (11, 12) ausgerichtet ist, wobei die Nuten durch ein Deckelement (60, 80) zumindest abschnittsweise abgeschlossen sind und ein erster Abschnitt der Nuten mit einem ersten Durchbruch (61, 47) im Deckelement in Verbindung steht und ein zweiter Abschnitt der Nuten mit einem
30 zweiten Durchbruch (62, 57) im Deckelement (60, 80) in Verbindung steht.

16. 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),

5 b) Durchströmen der Kanalstruktur (30, 31) des Wärmeableitkörpers/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),

10 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.

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

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

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

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

25 d) Lösen der Verbindung zwischen dem Wärmeleitkörper und der Wärmeabfuhrvorrichtung,

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

30 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.

18. Verfahren, insbesondere Testverfahren, zum Einrichten und Betreiben einer Wärmeübertragungsvorrichtung (15) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, 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),
- 5 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 wenigstens eines Parameters,
- 10 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.
- 15 19. Verfahren zum Einrichten und Betreiben einer Wärmeübertragungsvorrichtung (15) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei der Verfahren nach den Ansprüchen 16 bis 18 angewendet werden.
- 20 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, 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.

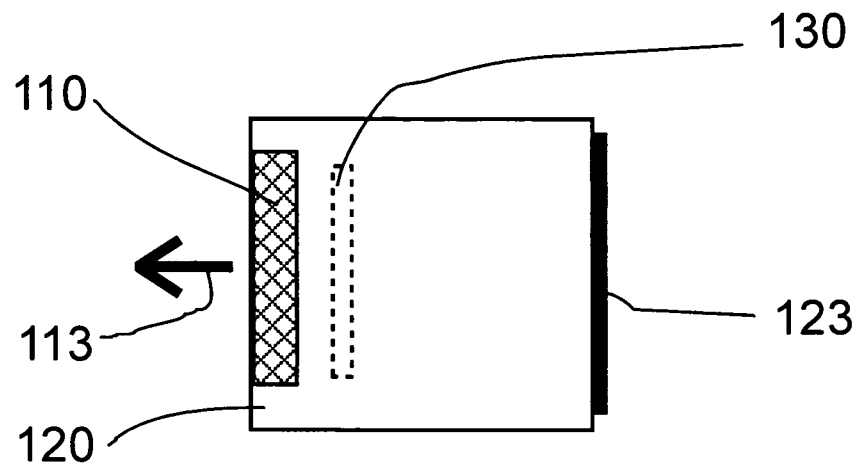


Fig. 1a

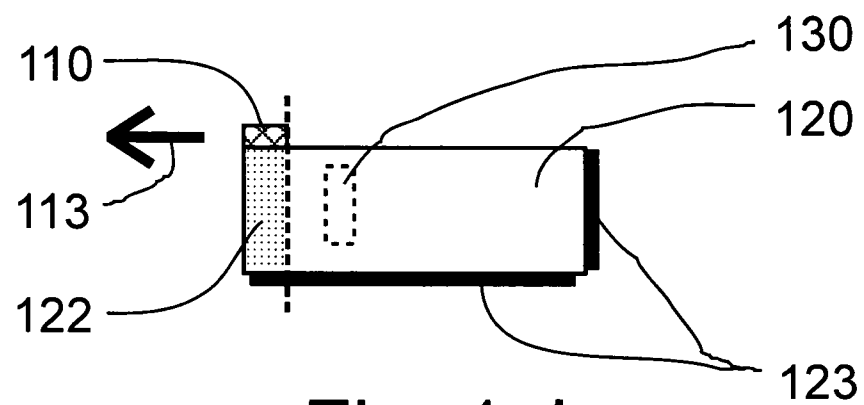


Fig. 1a'

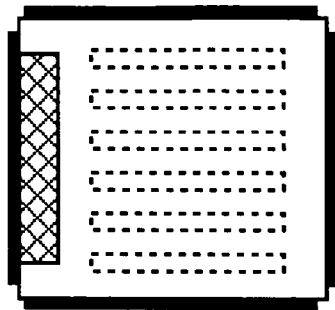


Fig. 1b

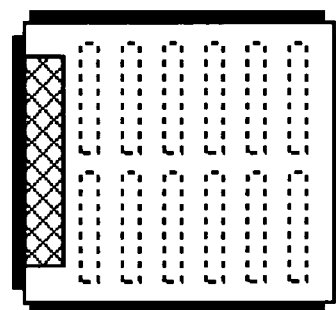


Fig. 1c

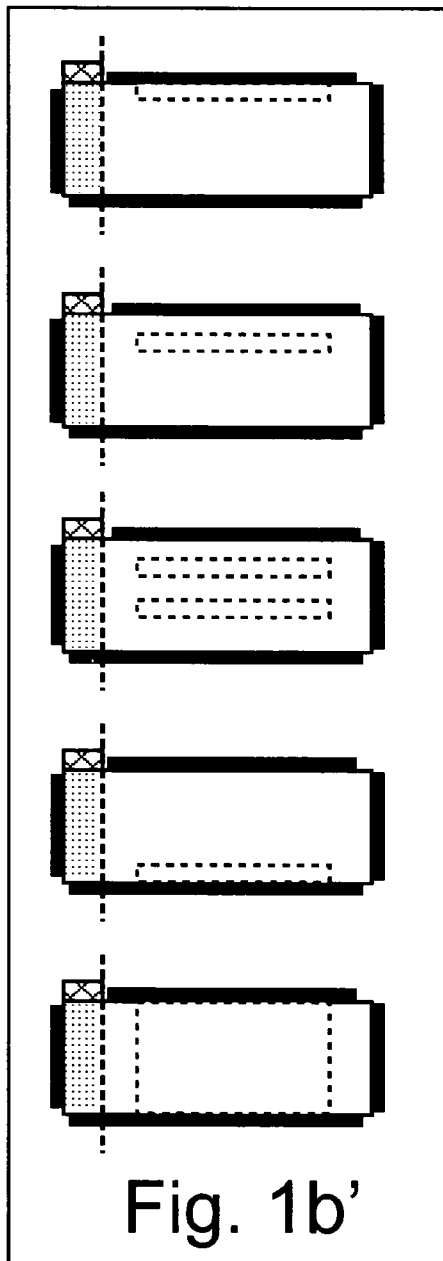


Fig. 1b'

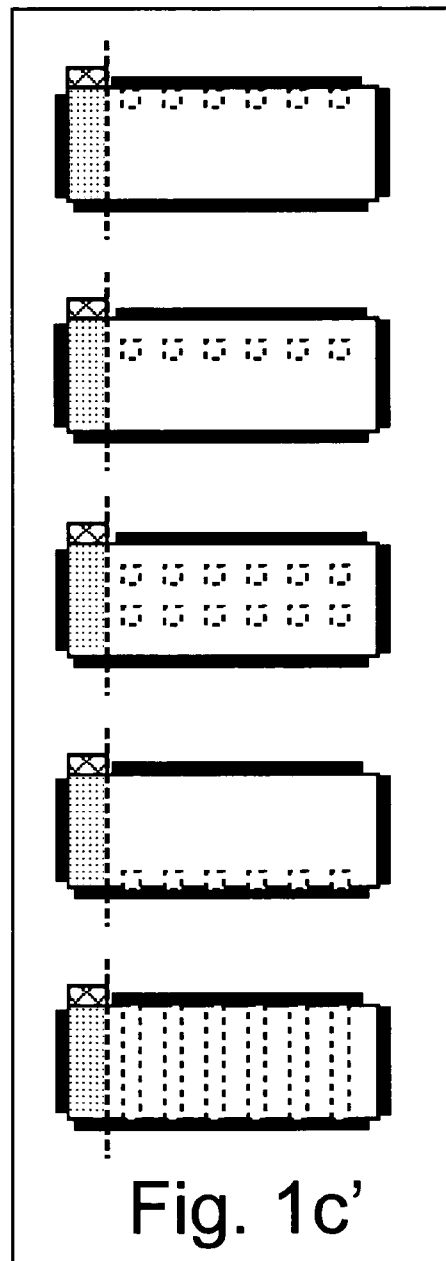


Fig. 1c'

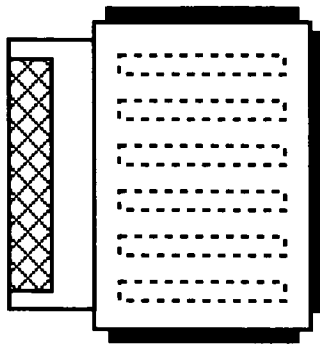


Fig. 1d

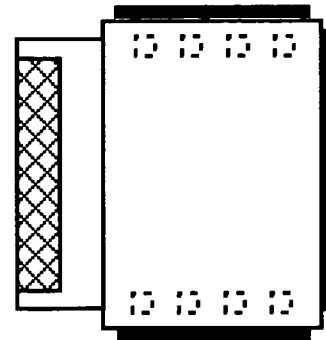


Fig. 1e

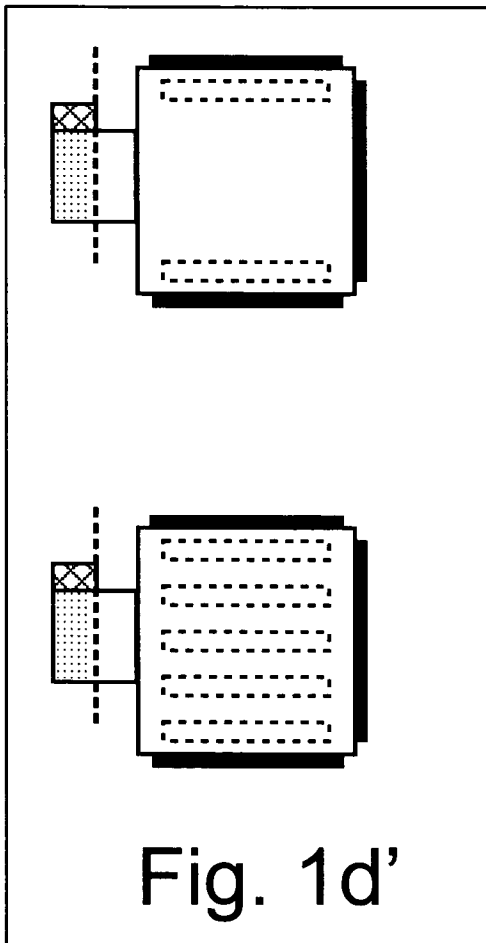


Fig. 1d'

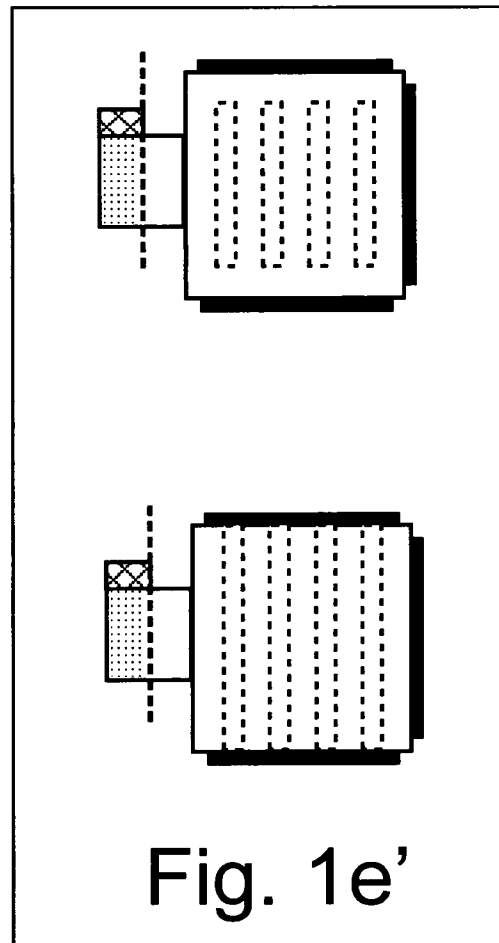


Fig. 1e'

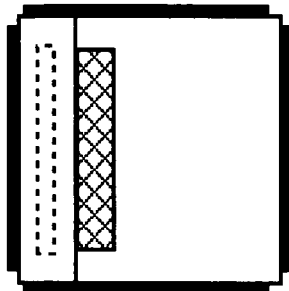


Fig. 1f

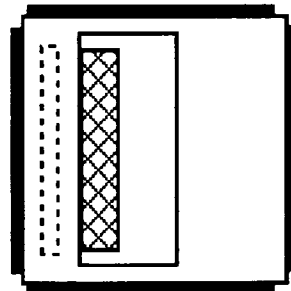


Fig. 1g

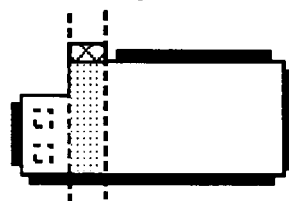


Fig. 1f'

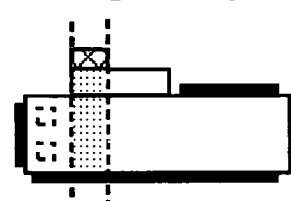


Fig. 1g'

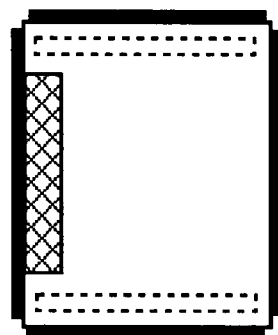


Fig. 1h

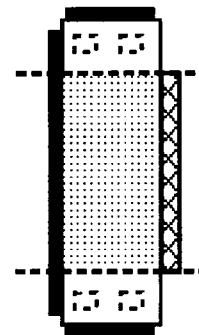


Fig. 1h''

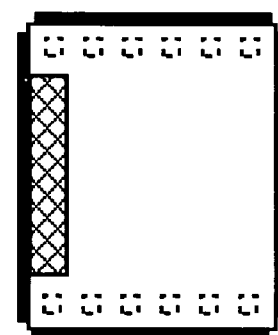


Fig. 1i

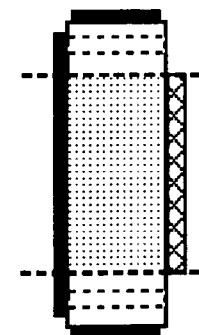


Fig. 1i''

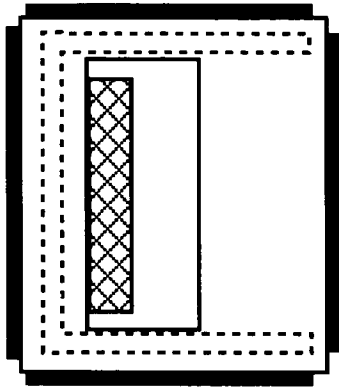


Fig. 1j

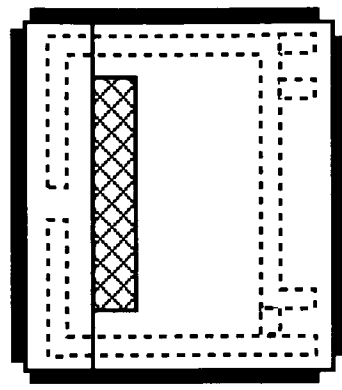


Fig. 1k

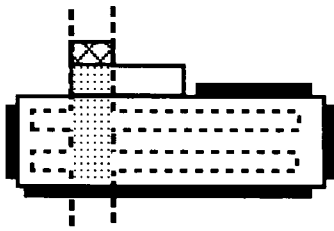


Fig. 1j'

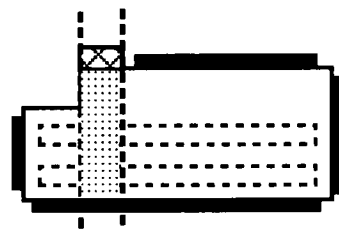


Fig. 1k'

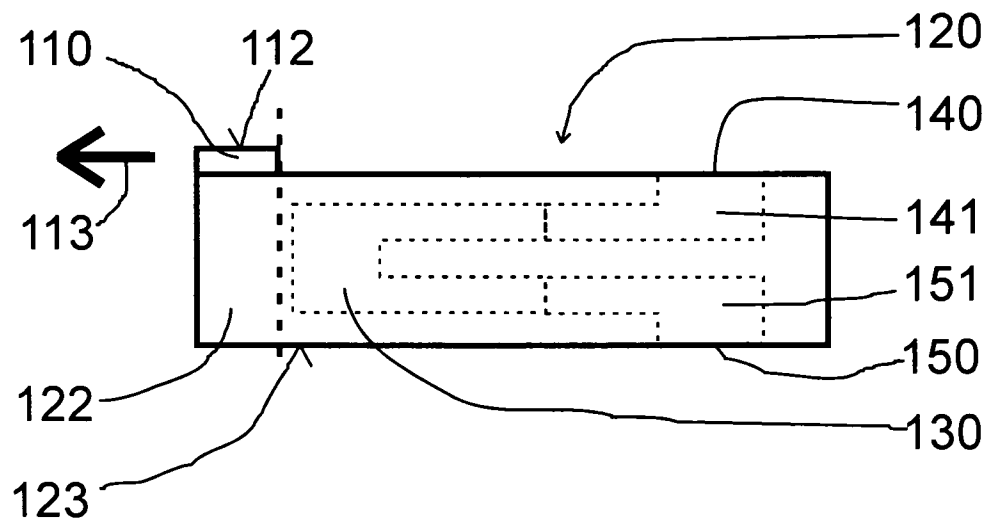


Fig. 1l

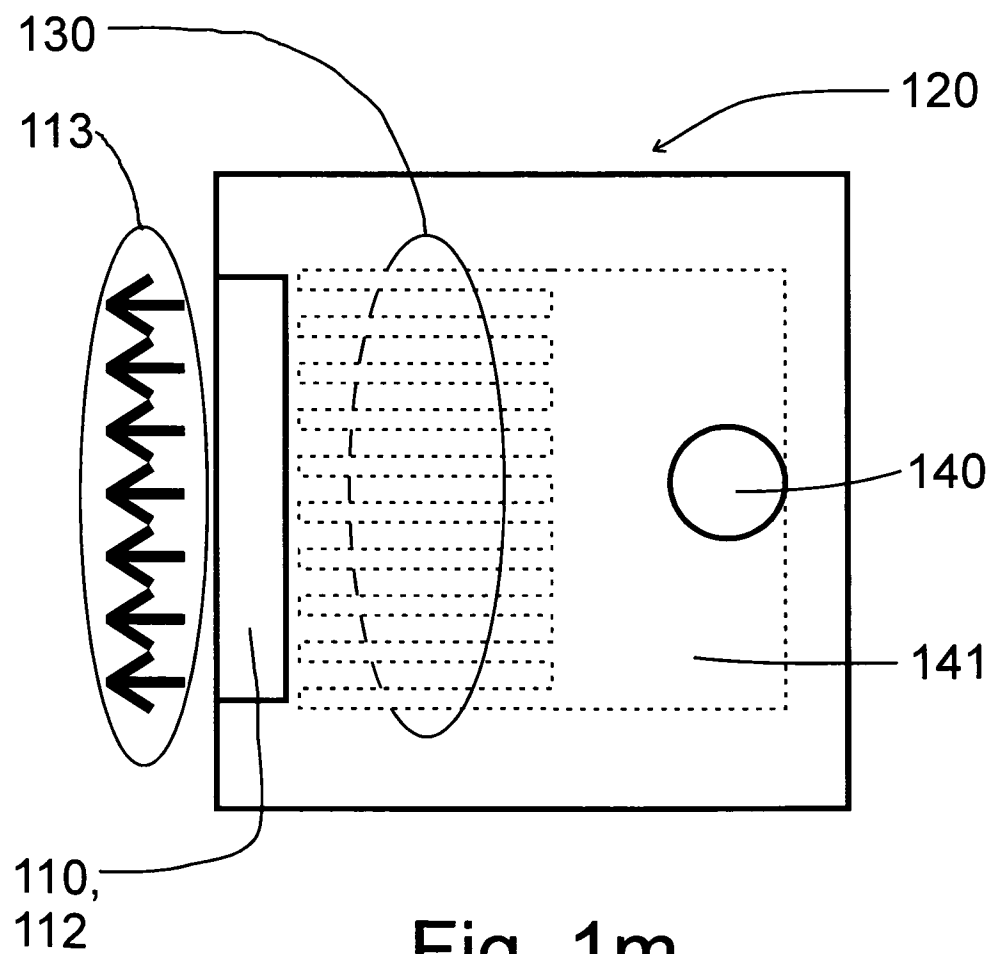
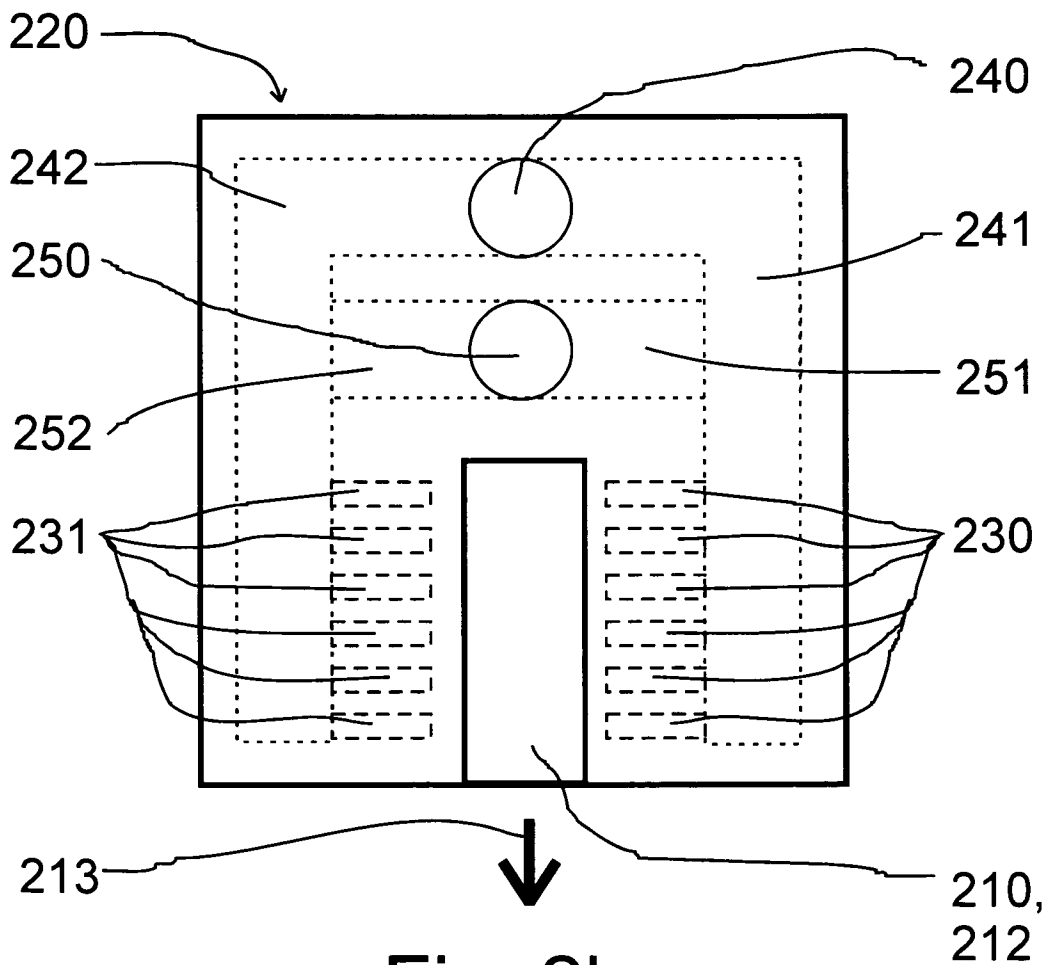
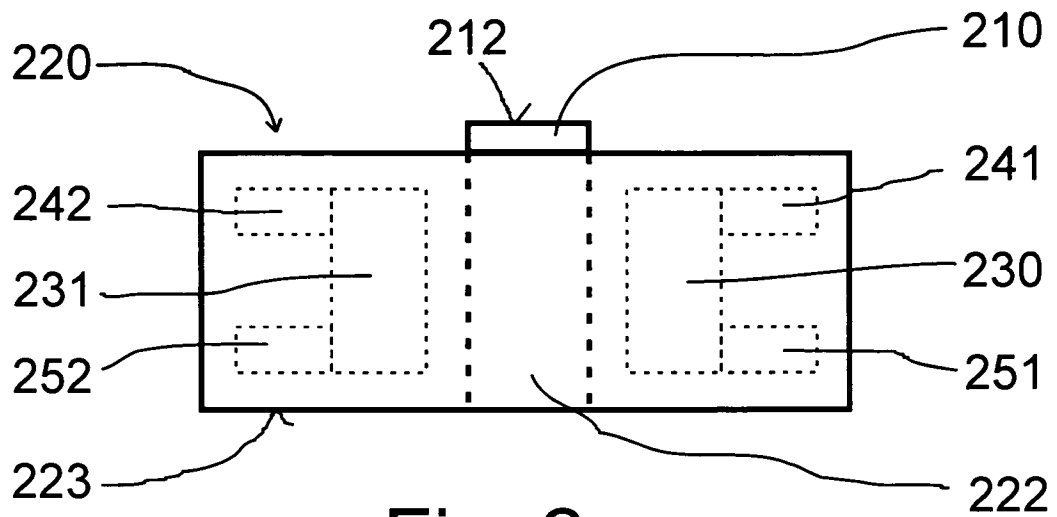


Fig. 1m



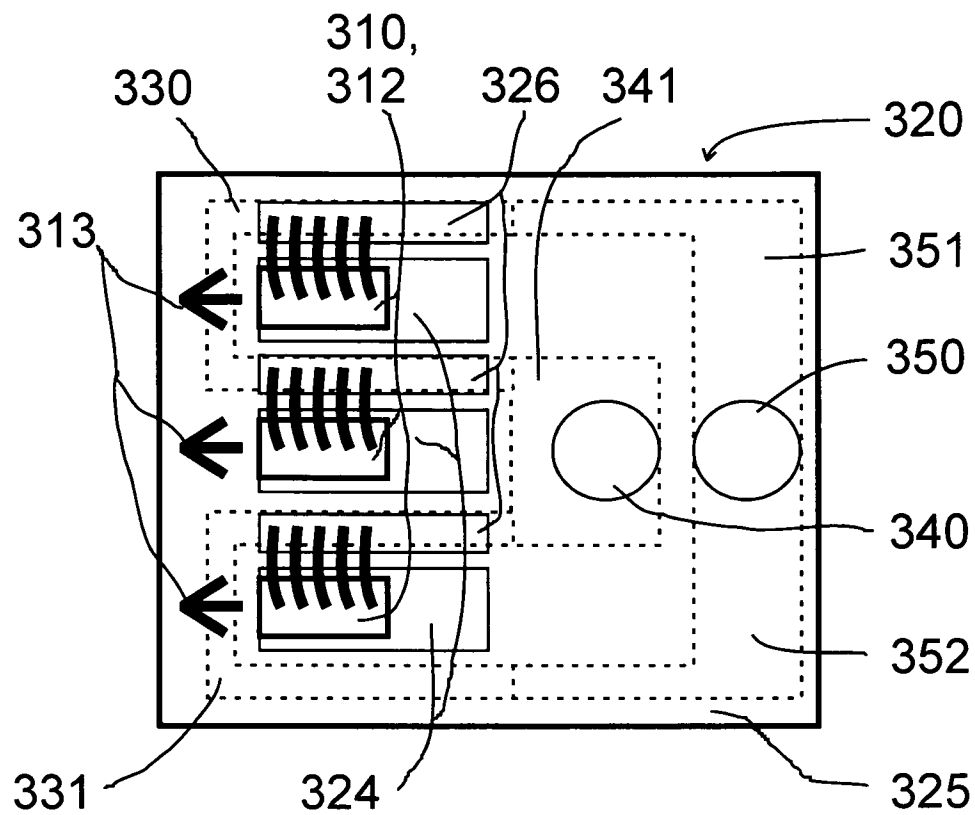


Fig. 3a

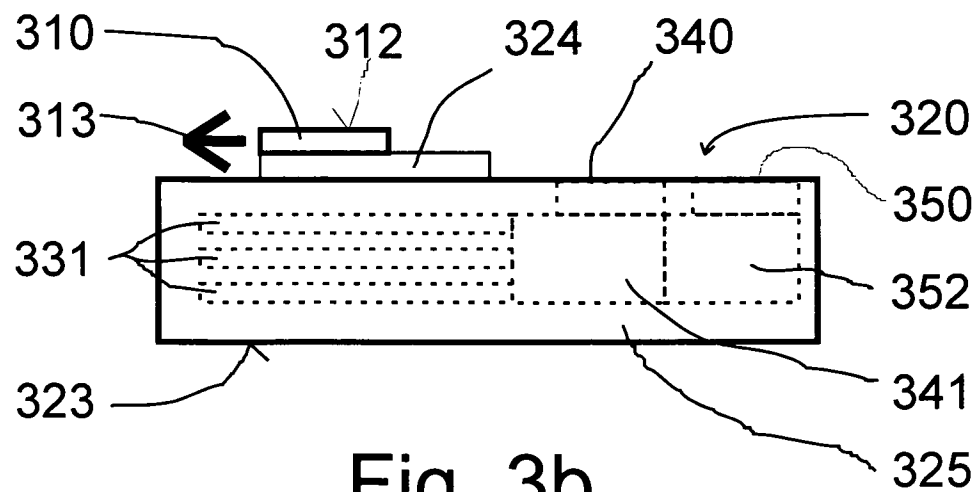


Fig. 3b

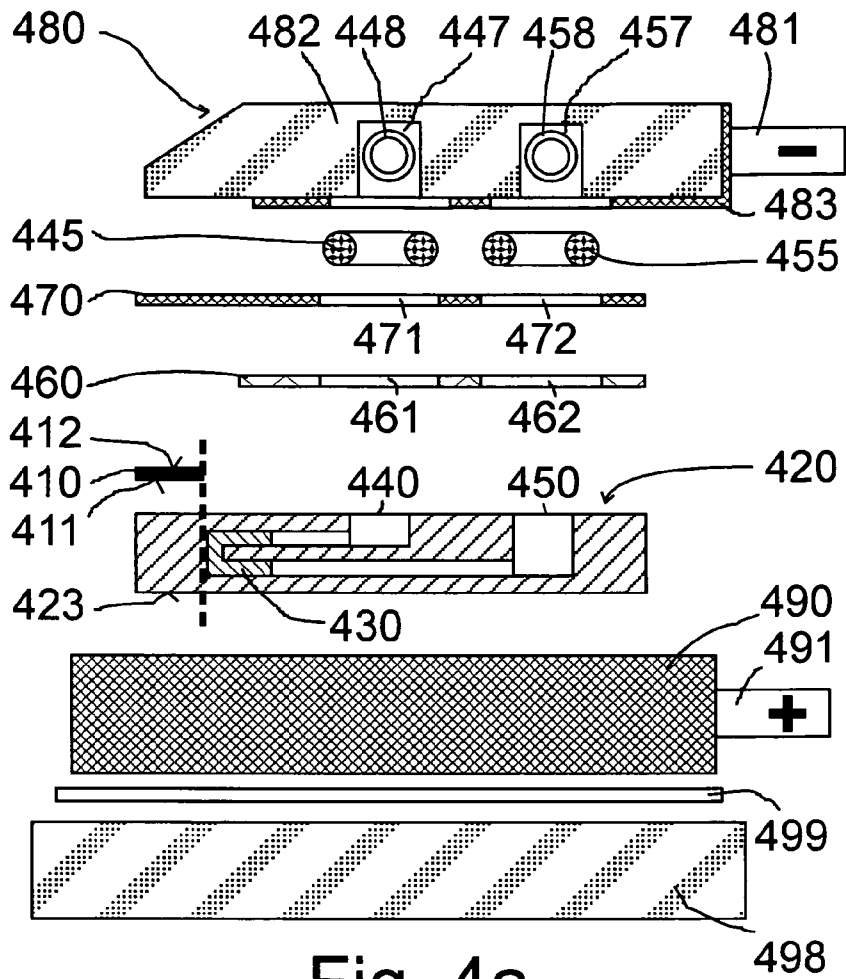


Fig. 4a

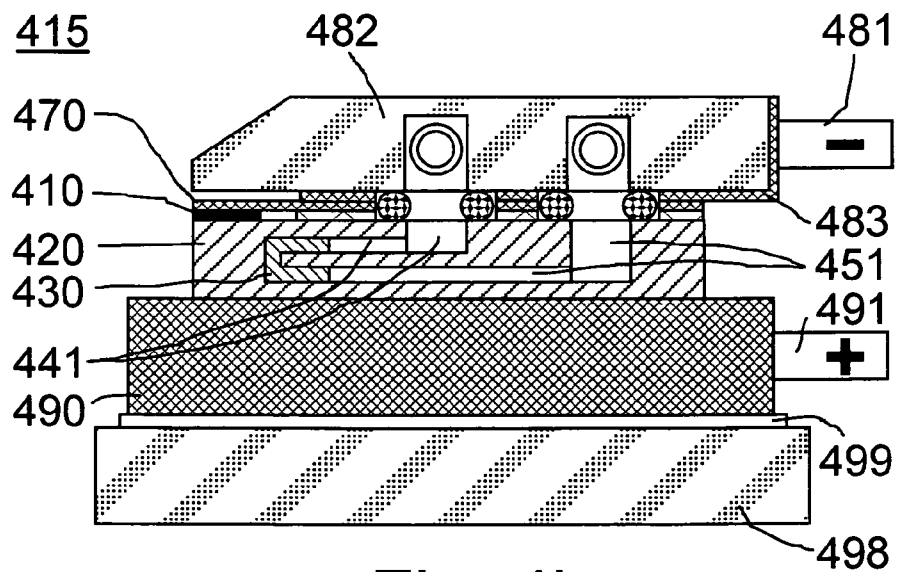


Fig. 4b

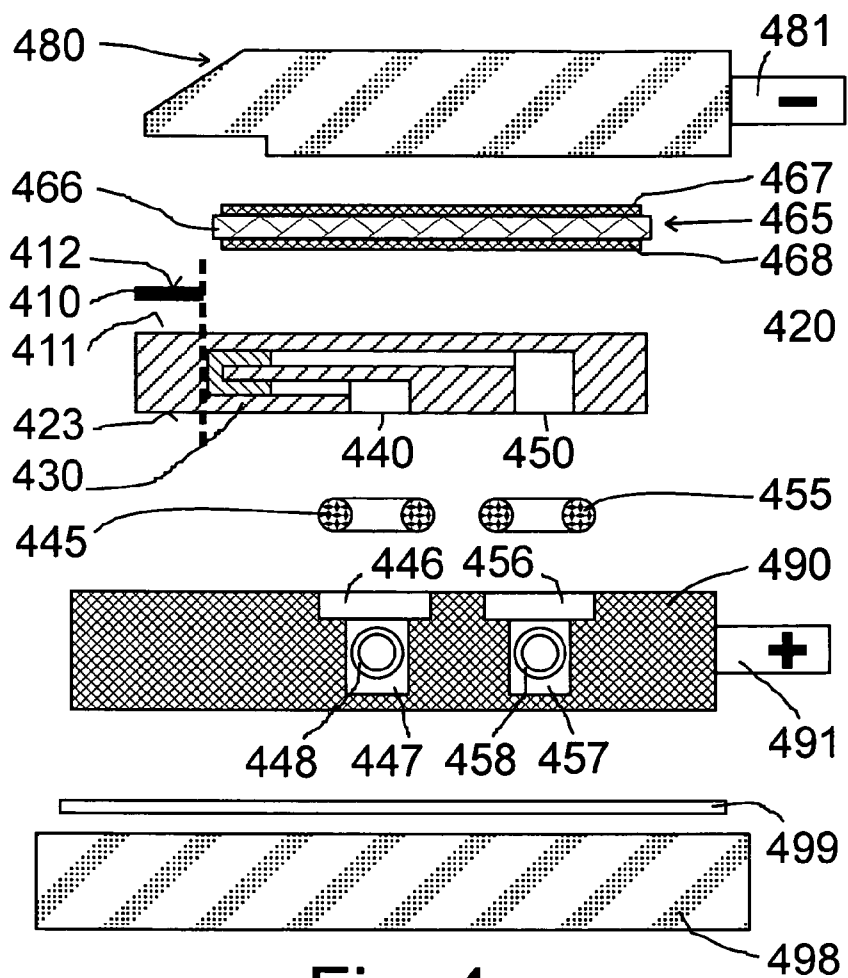


Fig. 4c

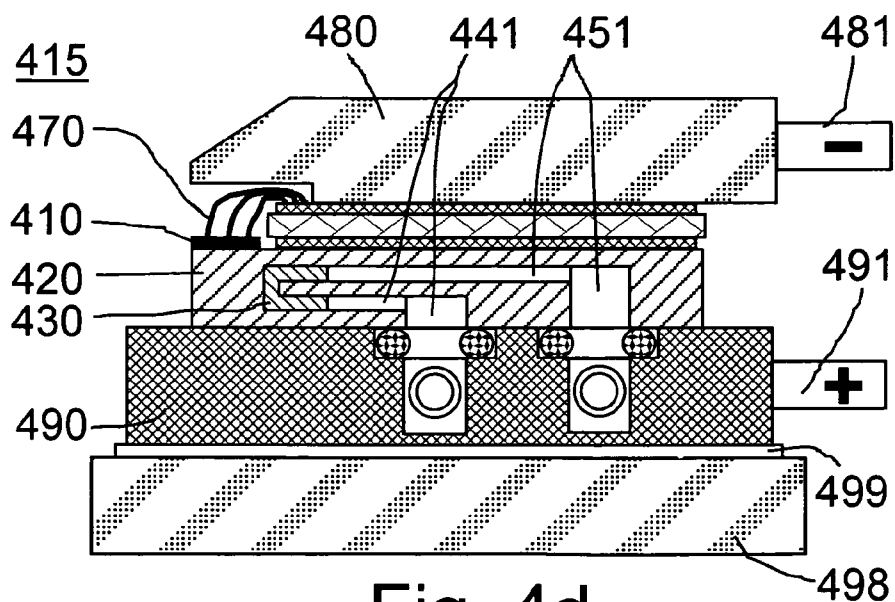


Fig. 4d

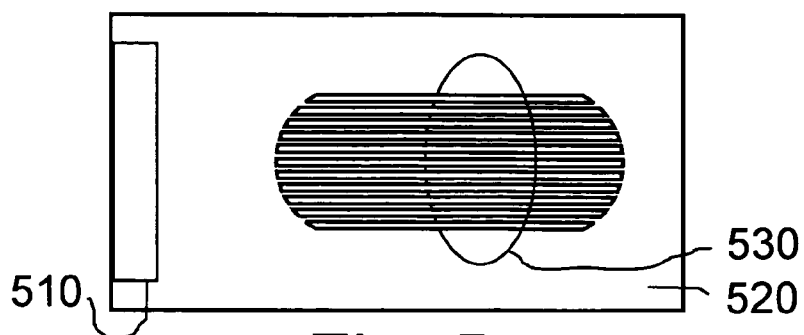


Fig. 5a

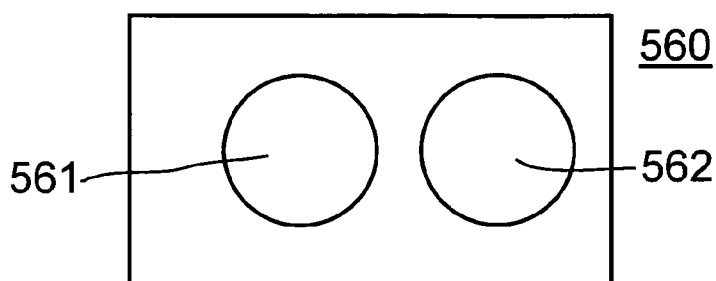


Fig. 5b

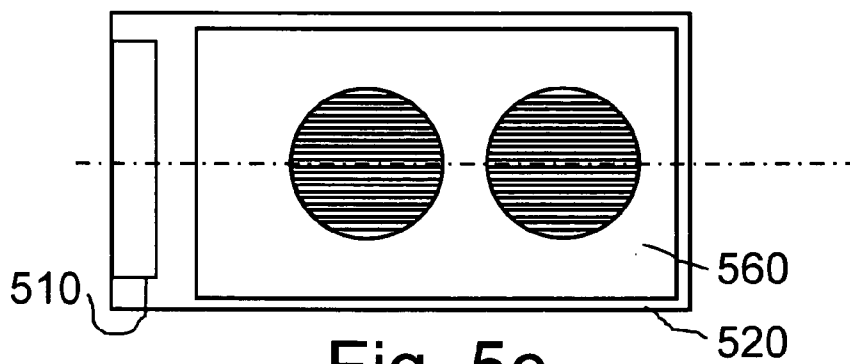


Fig. 5c

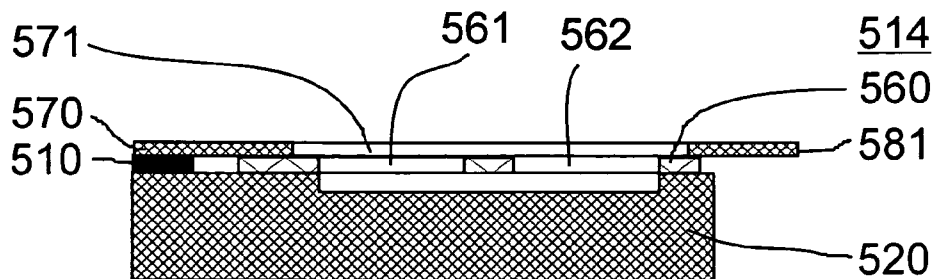


Fig. 5d

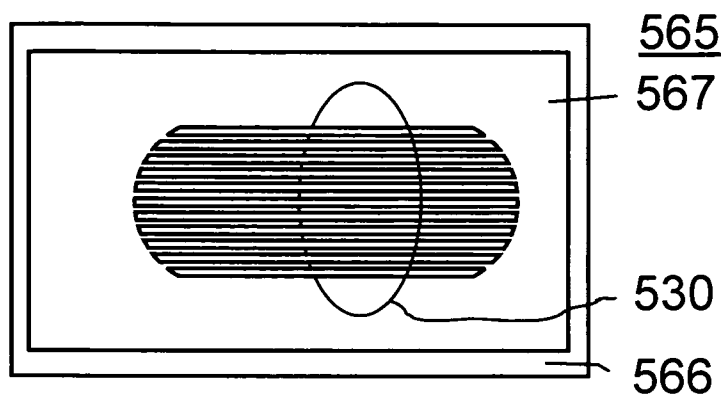


Fig. 5e

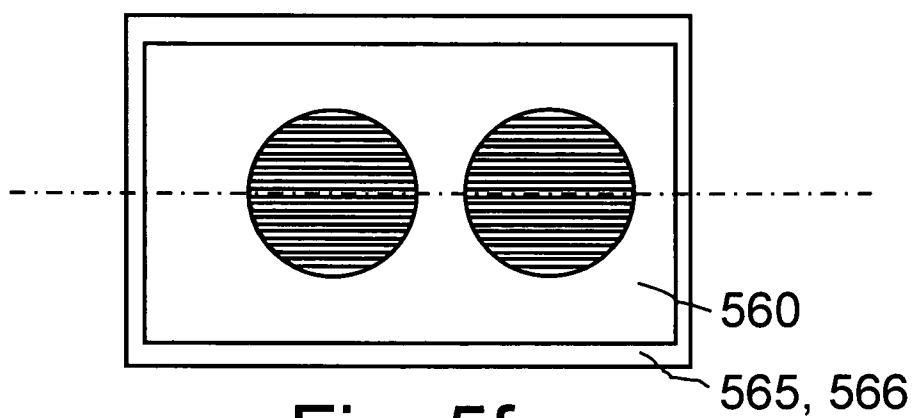


Fig. 5f

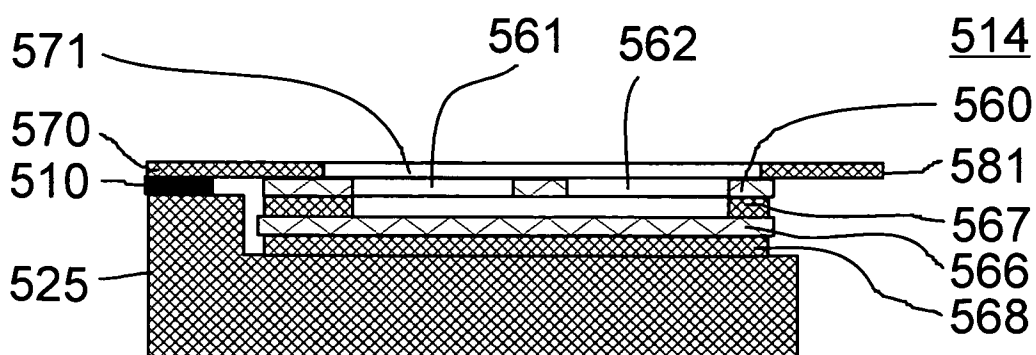


Fig. 5g

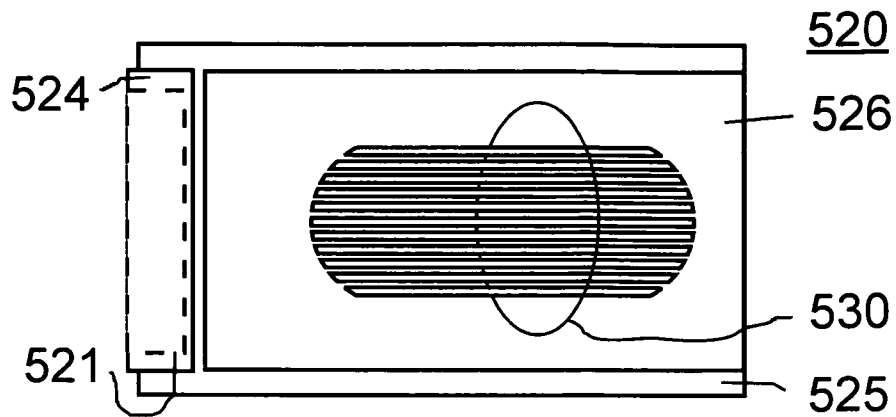


Fig. 5h

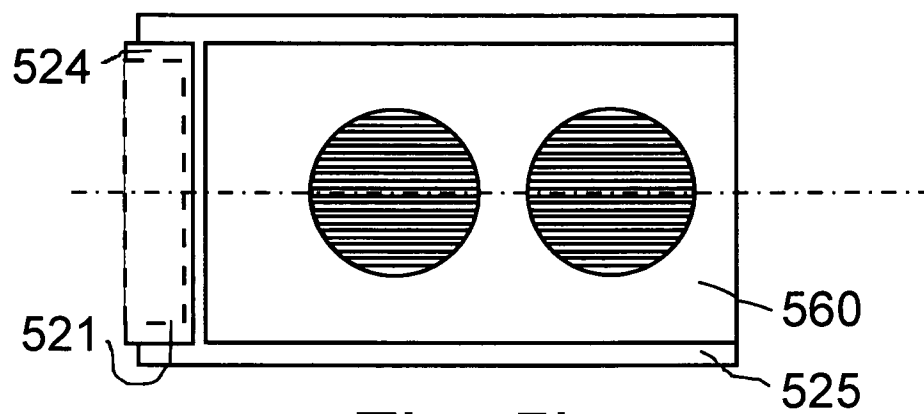


Fig. 5i

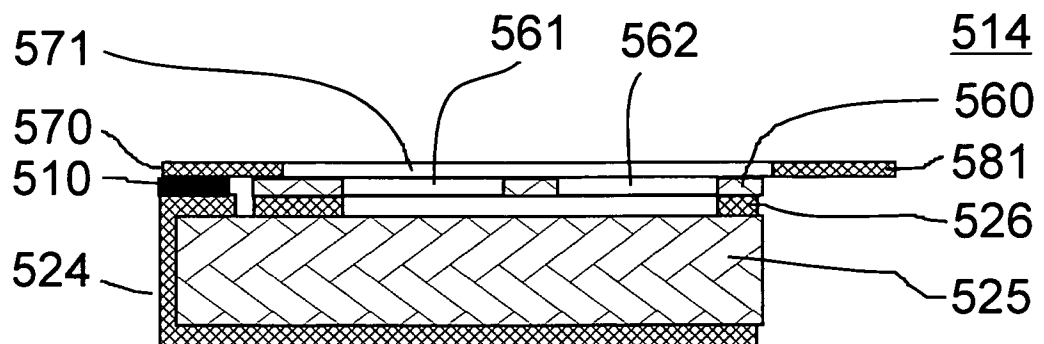


Fig. 5j

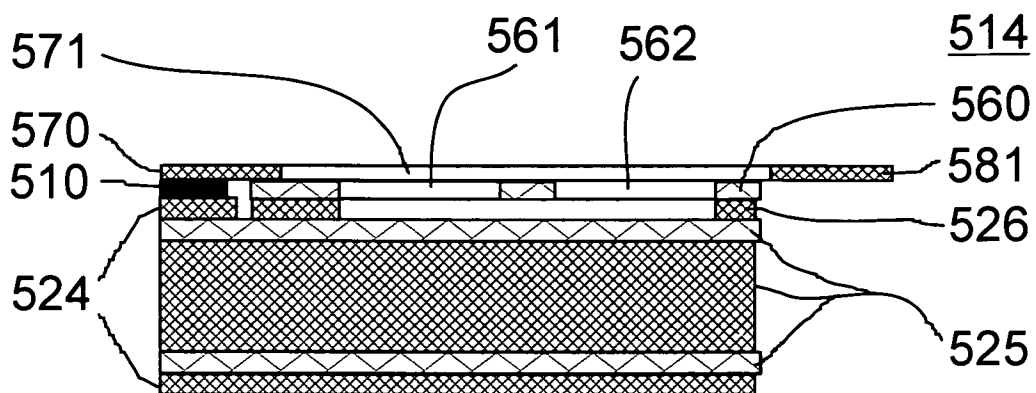


Fig. 5k

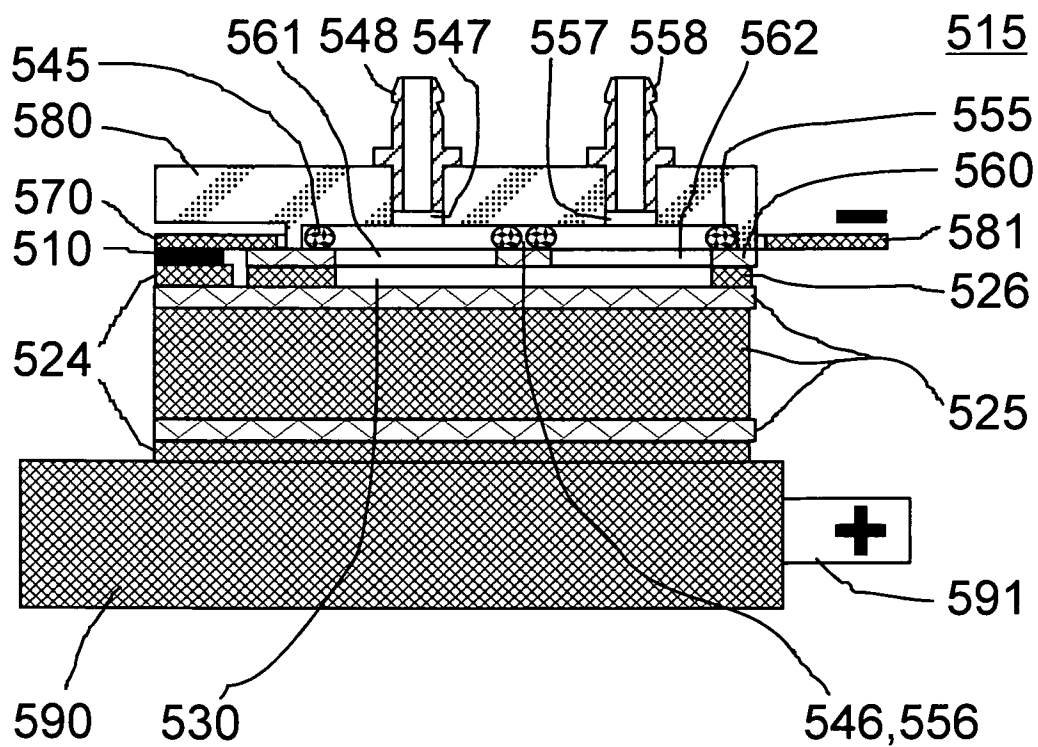


Fig. 5l

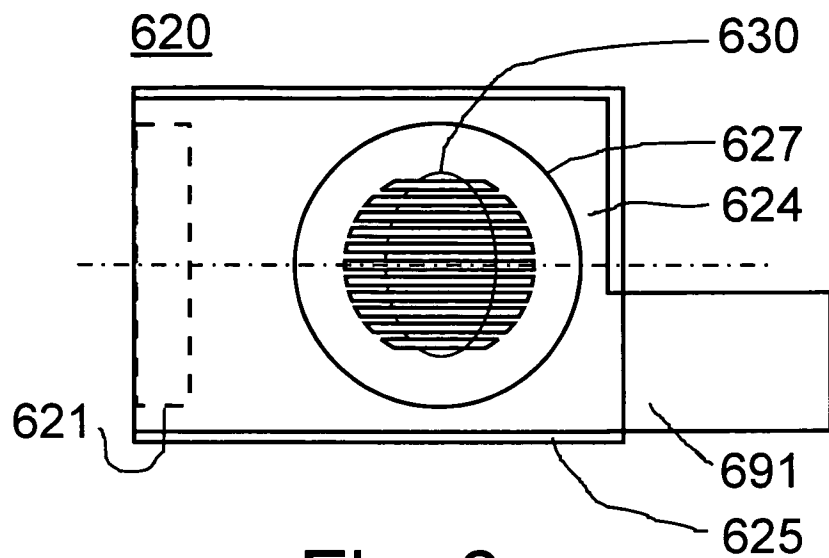


Fig. 6a

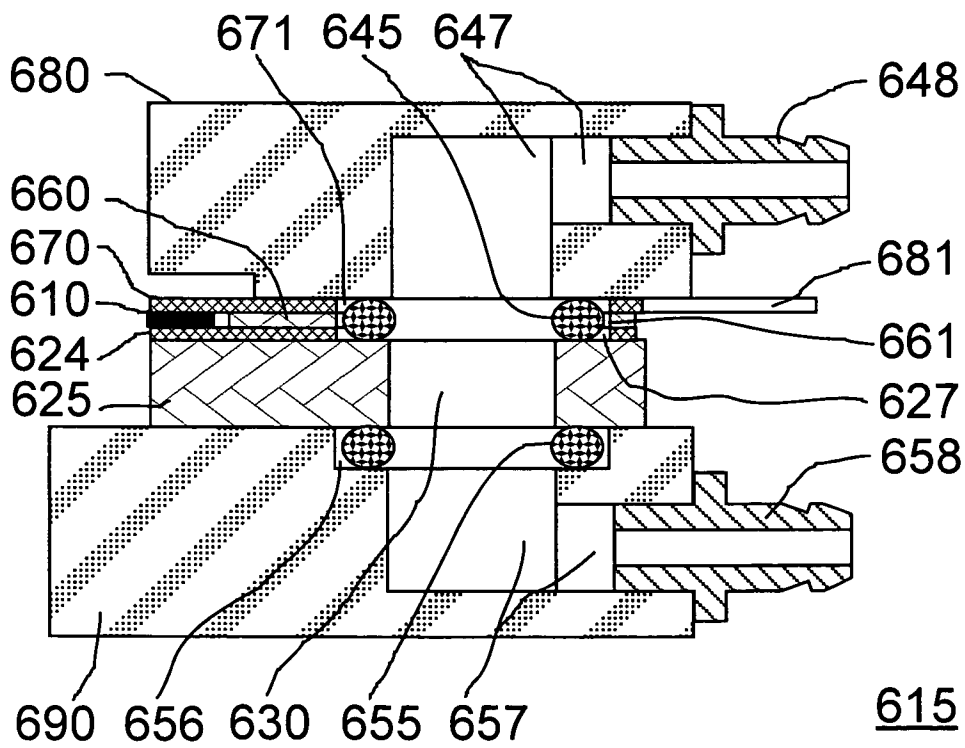


Fig. 6b

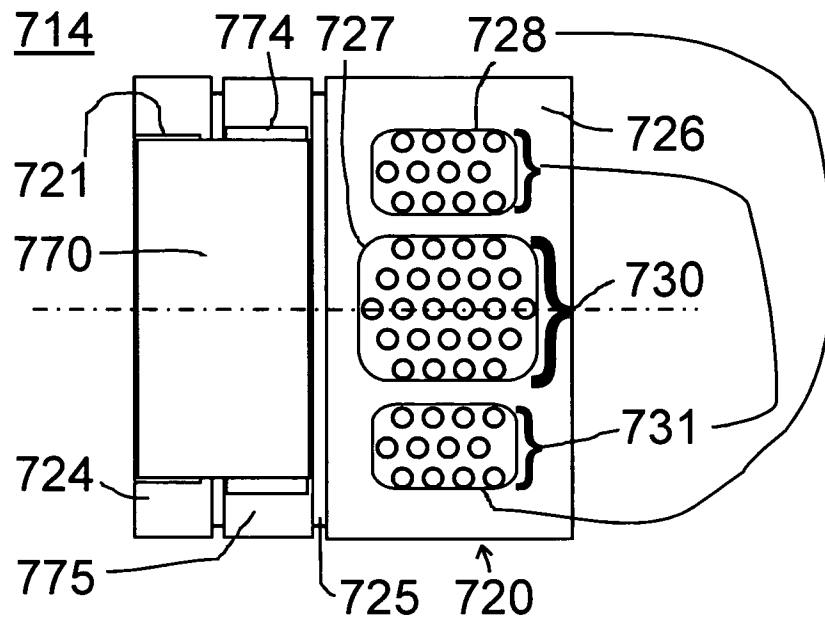


Fig. 7a

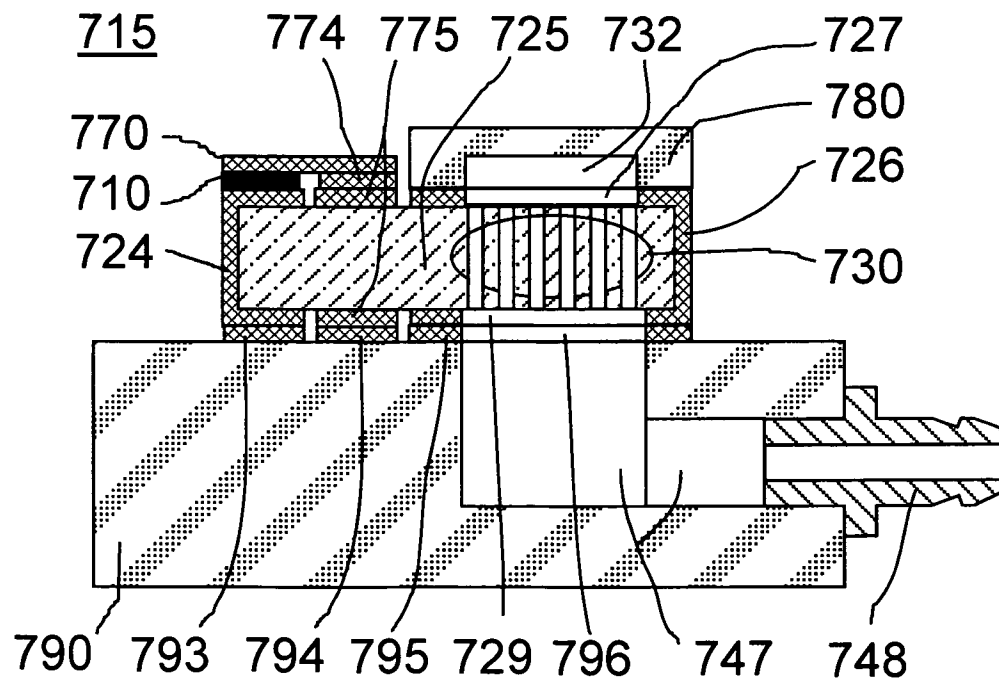


Fig. 7b

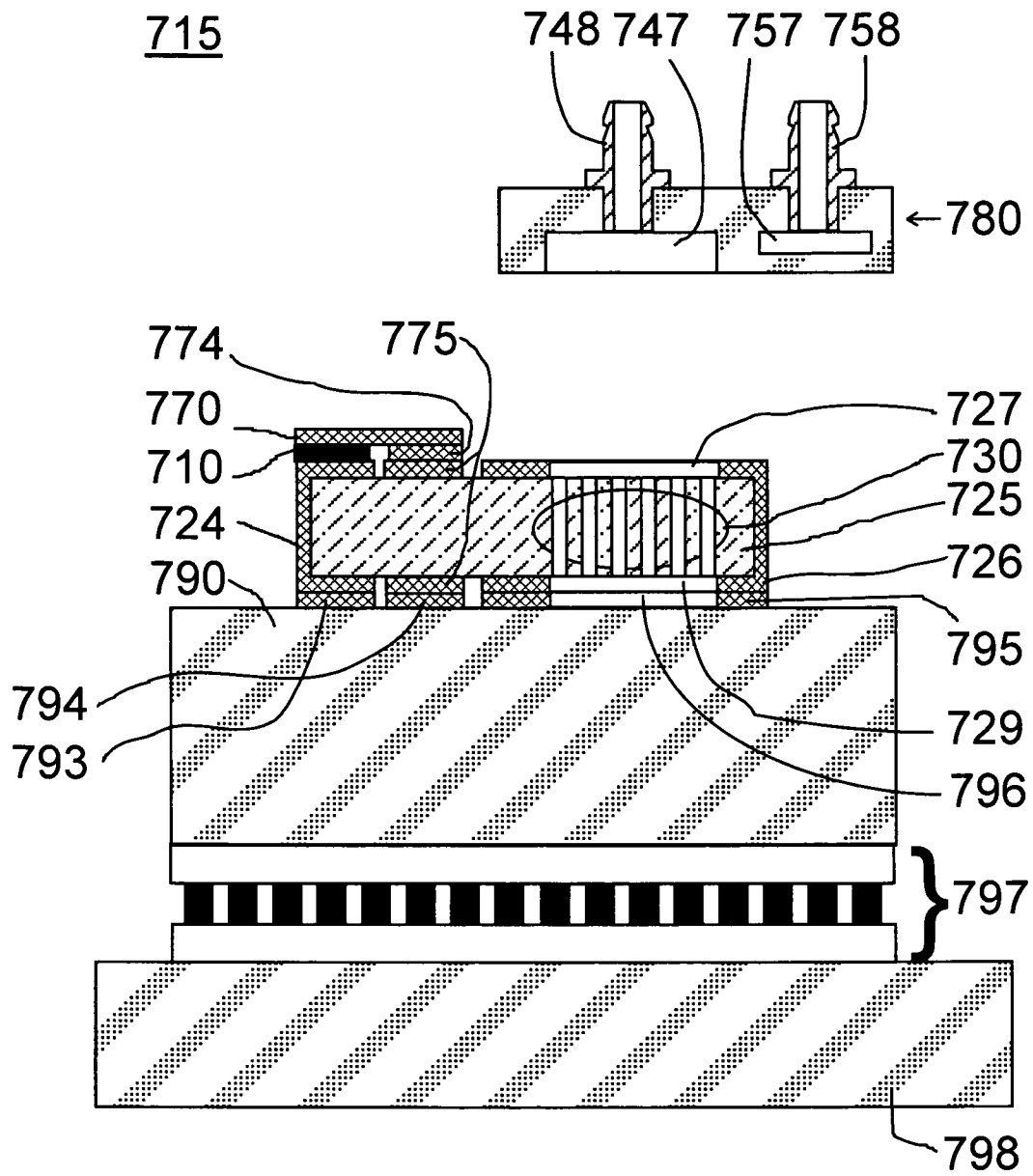


Fig. 7c

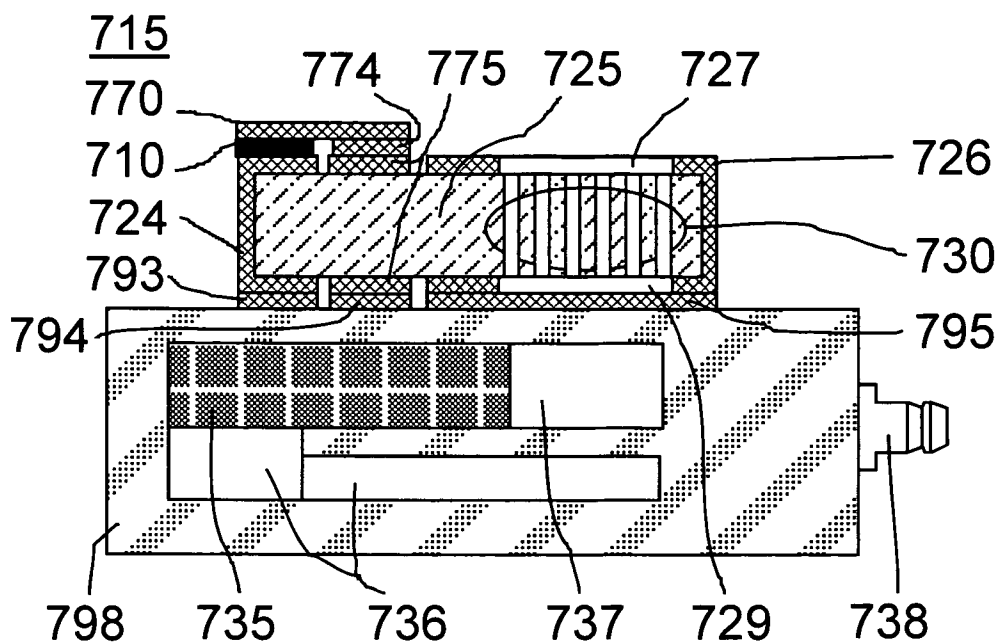


Fig. 7d

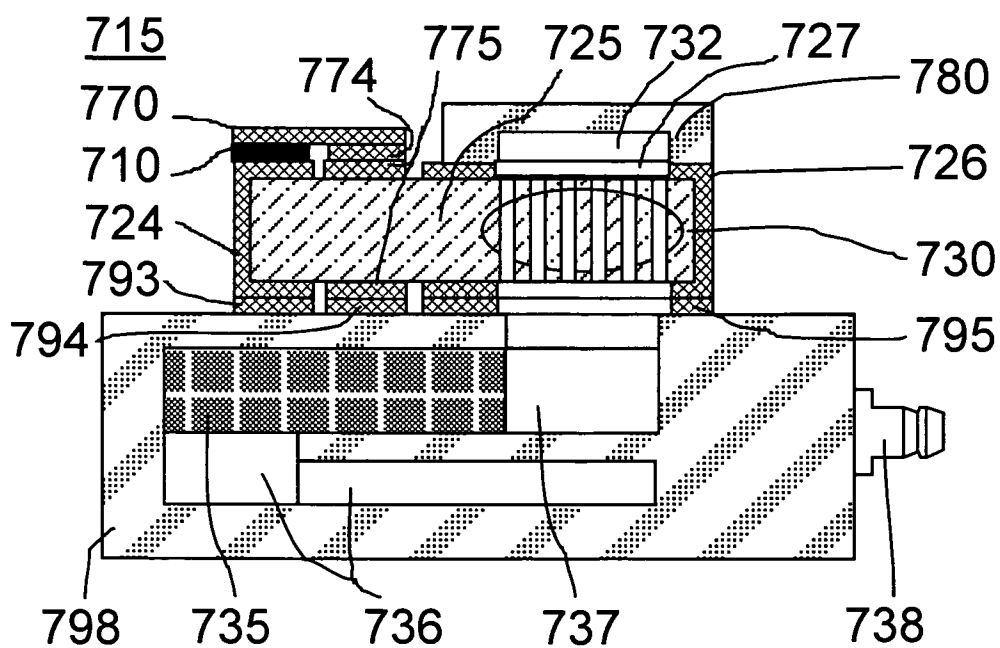


Fig. 7e

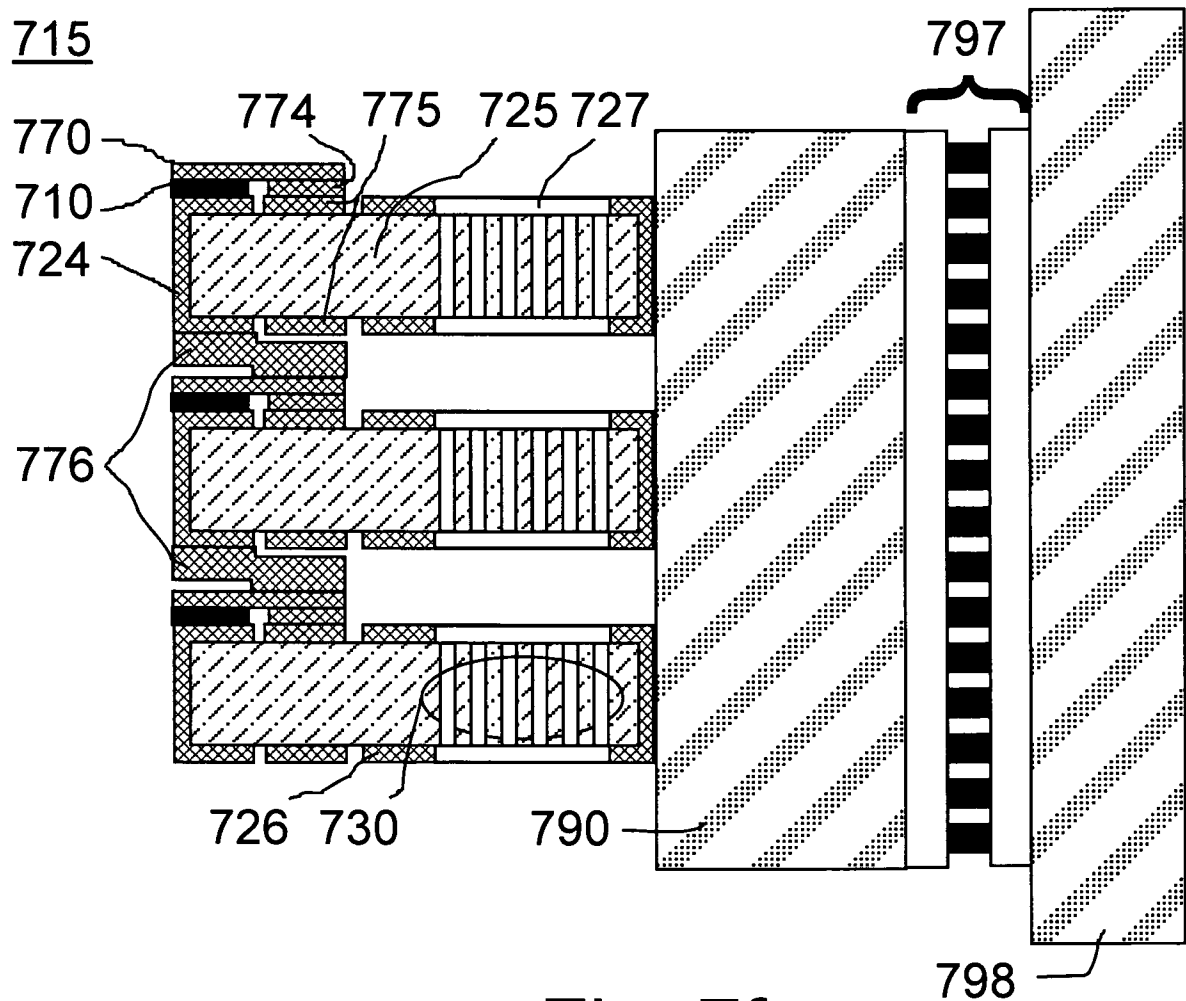


Fig. 7f

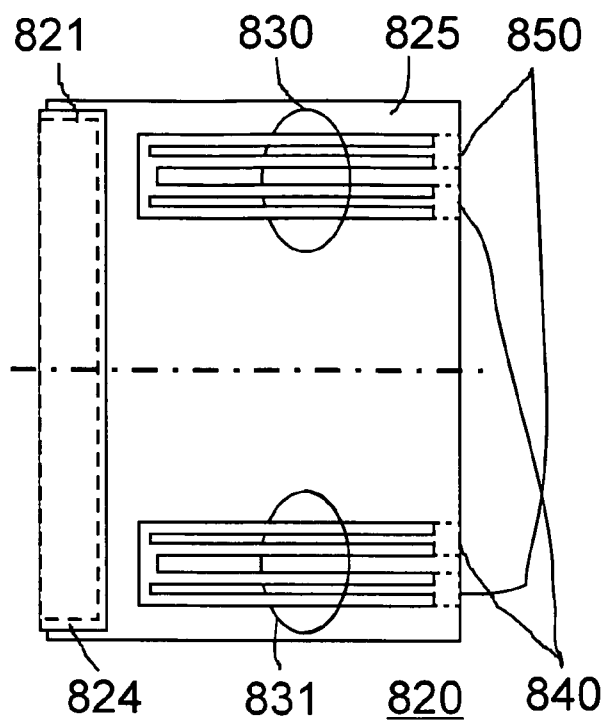


Fig. 8a

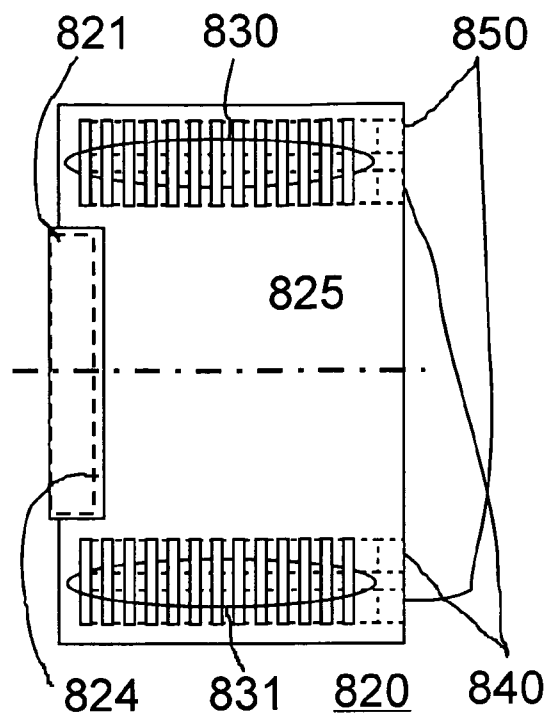


Fig. 8c

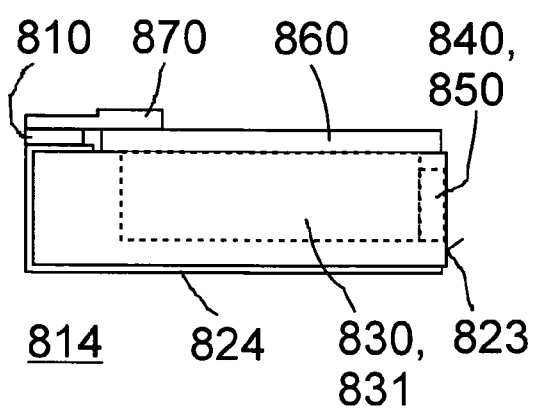


Fig. 8b

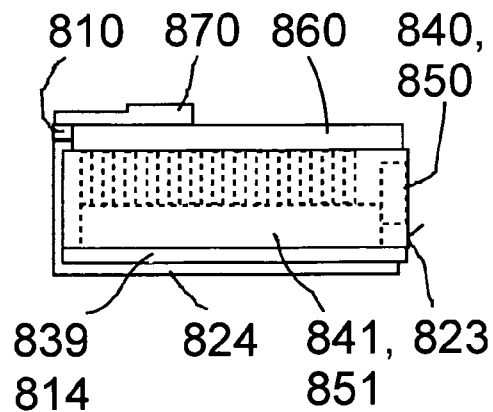


Fig. 8d

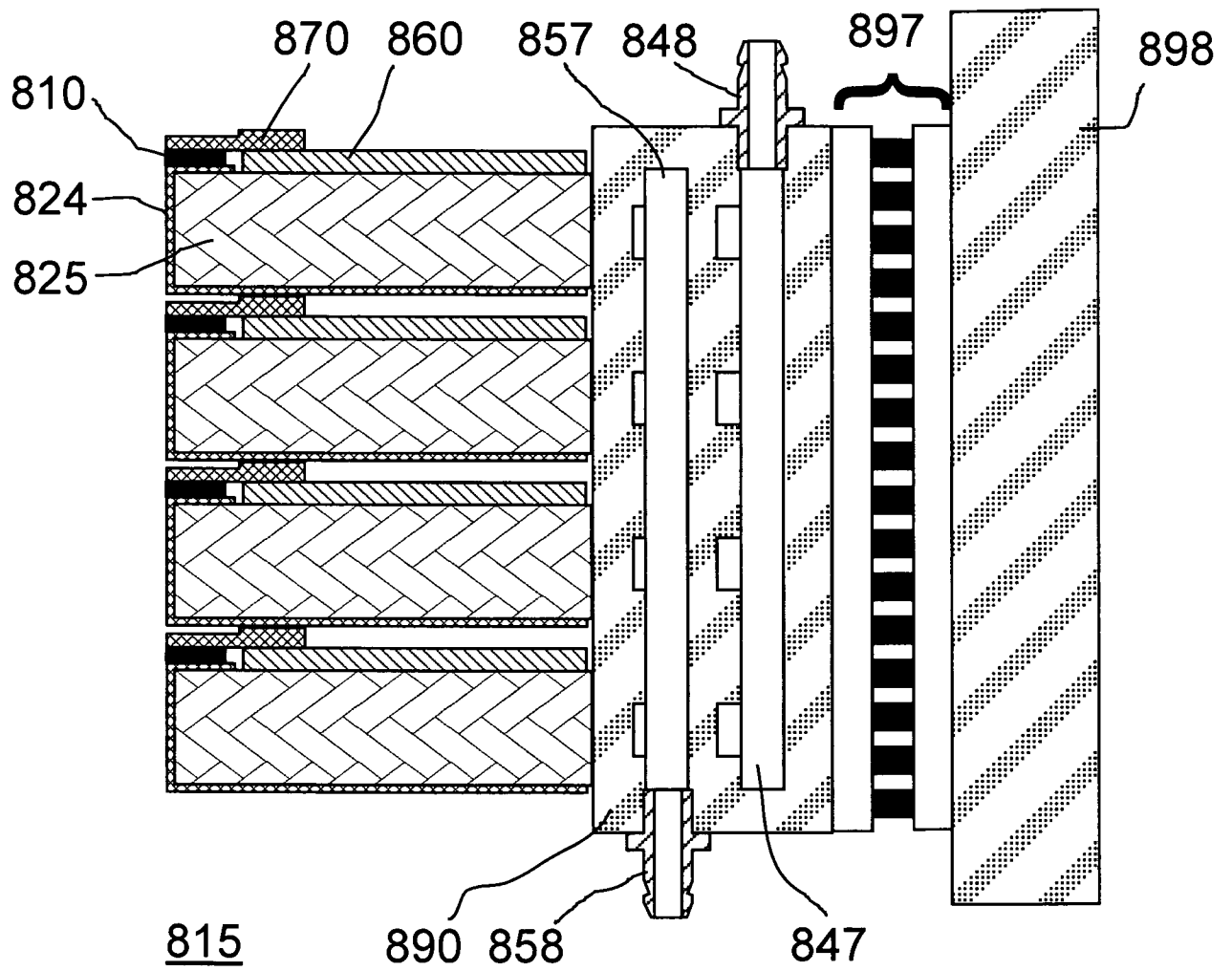


Fig. 8e

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/001187

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01S5/024 ADD. H01S5/02 H01S5/40		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01S H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 198 40 511 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 10 June 1999 (1999-06-10) column 10, line 58 - column 12, line 2; figures 5,6,9 column 12, line 65 - column 13, line 44 ----- -/--	1,2,4,8, 13
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *8* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 28 Mai 2009		Date of mailing of the international search report 10/06/2009
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Laenen, Robert

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/001187

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DA-SHENG LEE ET AL: "Disk-shaped miniature heat pipe (DMHP) with radiating micro grooves for a to can laser diode package" IEEE TRANSACTIONS ON COMPONENTS AND PACKAGING TECHNOLOGIES, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 26, no. 3, 1 September 2003 (2003-09-01), pages 569-574, XP011101899 ISSN: 1521-3331 page 570, left-hand column - page 571, right-hand column; figures 2-4 -----	1,4,6,7, 13,15
X	ENDRIZ J G ET AL: "HIGH POWER DIODE LASER ARRAYS" IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, USA, vol. 28, no. 4, 1 April 1992 (1992-04-01), pages 952-965, XP000272686 ISSN: 0018-9197 page 958; figures 15-18,21 page 959, right-hand column - page 960, right-hand column -----	1-5, 8-10,13, 14, 16-18,20
X	US 4 716 568 A (SCIFRES DONALD R [US] ET AL) 29 December 1987 (1987-12-29) column 3, lines 17-68; figures 1,8 column 6, line 33 - column 7, line 38 -----	1-8,10, 13
X	US 6 101 206 A (APOLLONOV VIKTOR VIKTOROVITCH [RU] ET AL) 8 August 2000 (2000-08-08) column 4, line 51 - column 6, line 31; figures 1-3 -----	1-5,9, 10,13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2009/001187

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: **11, 12**
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

See additional sheet PCT/ISA/210

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box II.2**Claims 11, 12**

The subject matter of claim 11 is completely unclear because it is obvious that a part of the wording of said claim is missing ("... the heat source projection..."). It is thus not possible to search the subject matter of this claim because no features are clearly defined contrary to the requirements of PCT Article 6.

Since claim 12 refers back to claim 11, the subject matter of claim 12 cannot likewise be searched.

The applicant is advised that claims relating to inventions in respect of which no international search report has been established cannot normally be the subject of an international preliminary examination (PCT Rule 66.1(e)). In its capacity as International Preliminary Examining Authority the EPO generally will not carry out a preliminary examination for subject matter that has not been searched. This also applies in cases where the claims were amended after receipt of the international search report (PCT Article 19) or where the applicant submits new claims in the course of the procedure under PCT Chapter II. However, after entry into the regional phase before the EPO an additional search may be carried out in the course of the examination (cf. EPO Guidelines, C-VI, 8.5) if the deficiencies that led to the declaration under PCT Article 17(2) have been corrected.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/001187

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 19840511	A1	10-06-1999	CN	1211094 A		17-03-1999
			JP	3456121 B2		14-10-2003
			JP	11087818 A		30-03-1999
			TW	419869 B		21-01-2001
			US	6137816 A		24-10-2000
US 4716568	A	29-12-1987	NONE			
US 6101206	A	08-08-2000	DE	69708247 D1		20-12-2001
			DE	69708247 T2		02-05-2002
			EP	0833419 A1		01-04-1998
			WO	9815041 A1		09-04-1998
			JP	2000501574 T		08-02-2000
			JP	3787705 B2		21-06-2006
			RU	2117371 C1		10-08-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/001187

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01S5/024

ADD. H01S5/02 H01S5/40

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01S H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 198 40 511 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 10. Juni 1999 (1999-06-10) Spalte 10, Zeile 58 - Spalte 12, Zeile 2; Abbildungen 5,6,9 Spalte 12, Zeile 65 - Spalte 13, Zeile 44 ----- -/--	1,2,4,8, 13

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Mai 2009

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

10/06/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Laenen, Robert

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2009/001187

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DA-SHENG LEE ET AL: "Disk-shaped miniature heat pipe (DMHP) with radiating micro grooves for a to can laser diode package" IEEE TRANSACTIONS ON COMPONENTS AND PACKAGING TECHNOLOGIES, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 26, Nr. 3, 1. September 2003 (2003-09-01), Seiten 569-574, XP011101899 ISSN: 1521-3331 Seite 570, linke Spalte - Seite 571, rechte Spalte; Abbildungen 2-4 -----	1,4,6,7, 13,15
X	ENDRIZ J G ET AL: "HIGH POWER DIODE LASER ARRAYS" IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, USA, Bd. 28, Nr. 4, 1. April 1992 (1992-04-01), Seiten 952-965, XP000272686 ISSN: 0018-9197 Seite 958; Abbildungen 15-18,21 Seite 959, rechte Spalte - Seite 960, rechte Spalte -----	1-5, 8-10,13, 14, 16-18,20
X	US 4 716 568 A (SCIFRES DONALD R [US] ET AL) 29. Dezember 1987 (1987-12-29) Spalte 3, Zeilen 17-68; Abbildungen 1,8 Spalte 6, Zeile 33 - Spalte 7, Zeile 38 -----	1-8,10, 13
X	US 6 101 206 A (APOLLONOV VIKTOR VIKTOROVITCH [RU] ET AL) 8. August 2000 (2000-08-08) Spalte 4, Zeile 51 - Spalte 6, Zeile 31; Abbildungen 1-3 -----	1-5,9, 10,13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2009/001187

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr. weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☒ Ansprüche Nr. 11, 12
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
siehe BEIBLATT PCT/ISA/210

3. ☐ Ansprüche Nr. weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Fortsetzung von Feld II.2

Ansprüche Nr.: 11,12

Der Gegenstand von Anspruch 11 ist vollständig unklar, da offensichtlich ein Teil des Wortlauts dieses Anspruchs fehlt ("... ist sich die Wärmequellenprojektion ... ") und somit es nicht möglich ist, den Gegenstand dieses Anspruchs zu recherchieren da keine Merkmale klar definiert sind entgegen den Anforderungen von Art. 6 PCT. Da Anspruch 12 sich nur auf Anspruch 11 zurückbezieht, kann auch der Gegenstand von Anspruch 12 aus denselben Gründen wie bei Anspruch 11 vorgebracht nicht recherchiert werden.

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, dass Patentansprüche auf Erfindungen, für die kein internationaler Recherchenbericht erstellt wurde, normalerweise nicht Gegenstand einer internationalen vorläufigen Prüfung sein können (Regel 66.1(e) PCT). In seiner Eigenschaft als mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde wird das EPA also in der Regel keine vorläufige Prüfung für Gegenstände durchführen, zu denen keine Recherche vorliegt. Dies gilt auch für den Fall, dass die Patentansprüche nach Erhalt des internationalen Recherchenberichtes geändert wurden (Art. 19 PCT), oder für den Fall, dass der Anmelder im Zuge des Verfahrens gemäss Kapitel II PCT neue Patentansprüche vorlegt. Nach Eintritt in die regionale Phase vor dem EPA kann jedoch im Zuge der Prüfung eine weitere Recherche durchgeführt werden (Vgl. EPA-Richtlinien C-VI, 8.2), sollten die Mängel behoben sein, die zu der Erklärung gemäss Art. 17 (2) PCT geführt haben.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/001187

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19840511	A1	10-06-1999	CN	1211094 A	17-03-1999
			JP	3456121 B2	14-10-2003
			JP	11087818 A	30-03-1999
			TW	419869 B	21-01-2001
			US	6137816 A	24-10-2000

US 4716568	A	29-12-1987	KEINE		

US 6101206	A	08-08-2000	DE	69708247 D1	20-12-2001
			DE	69708247 T2	02-05-2002
			EP	0833419 A1	01-04-1998
			WO	9815041 A1	09-04-1998
			JP	2000501574 T	08-02-2000
			JP	3787705 B2	21-06-2006
		RU	2117371 C1	10-08-1998	
