

(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
5. November 2009 (05.11.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/132620 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H05K 7/20 (2006.01) **H01L 23/46** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2009/000561
- (22) Internationales Anmeldedatum:
27. April 2009 (27.04.2009)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2008 021 917.7 2. Mai 2008 (02.05.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DANFOSS SILICON POWER GMBH** [DE/DE]; Heinrich-Hertz-Strasse 2, 24837 Schleswig (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **Olesen, Klaus Kristen** [DK/DK]; Vissingsgade 34, DK - 6400 Sønderborg (DK). **Paulsen, Lars** [DE/DE]; Hauptstrasse 13, 25788 Hollingstedt (DE). **Klinghagen, Jens** [DE/DE]; Juhlschauer Strasse 21, 24988 Munkwolstrup (DE).
- (74) Anwalt: **Biehl, Christian**; Boehmert & Boehmert, Niemannsweg 133, 24105 Kiel (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)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COOLING DEVICE FOR A PLURALITY OF POWER MODULES

(54) Bezeichnung: KÜHLVORRICHTUNG FÜR EINE MEHRZAHL VON LEISTUNGSMODULEN

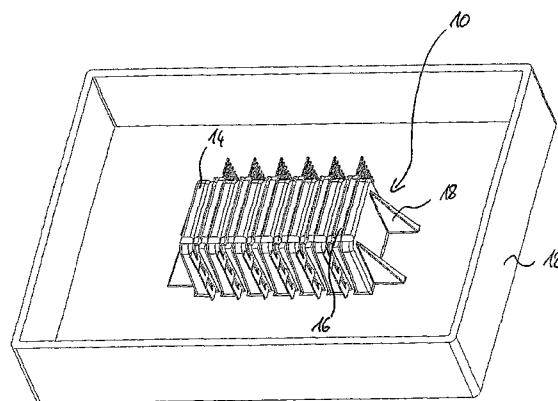


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a cooling device for a plurality of power modules (16), comprising a heat-conducting body (15) through which a coolant flows. Said cooling device comprises external cooling ribs (14) on a first housing shell of the body through which a coolant flows for receiving the plurality of power modules adjacent to each other. Each individual cooling rib is aligned to come into fixed heat-conducting contact on at least one upper or lower side of one of the plurality of power modules, and the housing shell, on the inner side in the region of the respective cooling rib(s), comprises means for the fluidic communication with the volume of the coolant in the inside the body through which the coolant flows.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/132620 A1



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderun-

gen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Kühlvorrichtung für eine Mehrzahl von Leistungsmodulen (16) mit einem wärmeleitenden kühlmitteldurchflössenden Körper (15), wobei die Kühlvorrichtung aussen an einer ersten Gehäuseschale des kühlmitteldurchflössenden Körpers zur benachbarten Aufnahme der Mehrzahl von Leistungsmodulen Kühlrippen (14) aufweist, wobei jede einzelne Kühlrippe dazu eingerichtet ist, an wenigstens die Ober- oder Unterseite eines aus der Mehrzahl von Leistungsmodulen in festem wärmeleitenden Kontakt zu treten, und wobei die Gehäuseschale auf der Innenseite im Bereich der jeweiligen Kühlrippe(n) Mittel zur Flüssigkeitskommunikation mit dem Volumen des im Inneren des kühlmitteldurchflössenden Körpers befindlichen Kühlmittelmasse besitzt.

5 Kühlvorrichtung für eine Mehrzahl von Leistungsmodulen

10 Die Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung für eine Mehrzahl von Leistungsmodulen nach dem Oberbegriff des Hauptanspruches.

15 Bei Kühlvorrichtungen wie sie beispielsweise aus der DE 103 58 641 A1 bekannt sind, ist die Gestaltung des Kühlers sehr aufwendig, daher kostenintensiv und die Montage der einzelnen Module kompliziert. Weiter tritt hier das Problem auf, dass
20 die Kühlwirkung nicht homogen über alle Module gleichmäßig erreicht wird.

25 Eine Alternative, die Direktkühlung, hat den Nachteil, dass eine Abdichtung der wasserführenden Bereiche in der Nähe der Elektronik notwendig ist, und aufgrund Einsatzbedingungen mit langen Standzeiten von Elektronik und dem hohen Schaden
30 den ihr Ausfall bedeuten kann, die Gefahr möglicher Leckagen bisher im Stand der Technik dazu führte, dass meist von einem offenen Wasserkühler abgesehen wurde. Die klassische Methode mit einer Kühlplatte erlaubt nur die ebene Anordnung von Modulen und benötigt damit eine ganz erheblich größere Grundfläche als ein gestapelter Aufbau. Außerdem ist hier wieder die Modulmontage aufwendig.

35 Die US 6,542,365 B2 beschreibt bereits Kühlschlangen mit elastischen Abschnitten, wobei Halbleitereinrichtungen zwischen mittleren und Endabschnitten der Kühlschlangen gehaltert sind. Diese komplexen Strukturen weisen erhöhte Leckrisiken auf, weil die Kühlmittelkanäle vielfach gebogen und mechanischen Einflüssen ausgesetzt sind. Diese Anordnungen sind aufgrund Ihrer Komplexität zudem nur mit hohen Kosten herstellbar.

 Schließlich ist noch die EP 1 815 514 B1 der Anmelderin zu nennen, die bereits ein Durchflussverteilmittel betrifft, wobei Substrate von Leistungsmodulen in Hohlräumen des Gehäuses angeordnet werden. Spezielle Einlaßverteiler und Auslaßverteiler schaffen Durchflußverbindungen. Aufgrund der gleichen Geometrie der Module sind

sie mit gleichem Strömungswiderstand ausgestattet, so daß bei einer gewissen Entfernung, d.h. bei vielen Modulen, es zu unterschiedlichen Durchflußmengen aufgrund der verschieden hohen Partialdrücke im jeweiligen Einlaß kommen kann.

5 Die Erfindung hat sich daher zur Aufgabe gestellt, eine Kühlvorrichtung zu schaffen, die einen gestapelten Aufbau einer Mehrzahl von Leistungsmodulen im platzsparenden und einfach zu montierender Weise ermöglicht, und dabei gleichzeitig eine gleiche Kühlleistung an allen Modulen in sicherer Weise ohne die Gefahr von Leckagen ermöglicht.

10 Erfindungsgemäß wird dies durch die Merkmale des Hauptanspruches gelöst. Die Unteransprüche geben vorteilhafte Ausführungen der Erfindung wieder.

15 Insbesondere dadurch, dass die Kühlvorrichtung an einer Seite zur benachbarten Aufnahme der Mehrzahl von Leistungsmodulen mit Kühlrippen versehen ist, wobei jede einzelne Kühlrippe dazu eingerichtet ist, an wenigstens die Ober- oder Unterseite eines aus der Mehrzahl von Leistungsmodulen in festen wärmeleitenden Kontakt zu treten ist bereits eine sehr platzsparende Anordnung möglich, die dann, wenn
20 mittlere Kühlrippen dazu eingerichtet sind, an eine Ober- und an die Unterseite eines benachbarten Leistungsmoduls angedrückt zu werden, diese besonders gut kontrollieren kann. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Endrippen selbstverständlich jeweils nur ein Leistungsmodul kühlen werden und das Leistungsmodul auch so angeordnet werden können, dass die Oberseite zur Oberseite bzw. die Unterseite zur Unterseite ausgerichtet sind, sofern man überhaupt eine klare Definition von der Ober- und Unterseite bei den Leistungselektroniken treffen kann.
25

Die Andruckkraft wird mittels eines Keils auf die Leistungselektronik-Module aufgebracht werden können, so dass sich die Notwendigkeit ergibt, jedenfalls die Endrippen mechanisch besonders abzustützen, wie dies beispielsweise durch Stützrippen
30 geschehen kann, die nicht direkt im Kontakt mit Leistungselektronik-Modulen stehen, aber im rechten Winkel zu der oder den Endrippe(n) diese gegen Verbiegen nach außen schützen.

Durch die einfache stapelförmige Anordnung der Module ist es weiterhin möglich,
35 eine einfache induktivitätsarme Verschiebung zu realisieren. und Sie gemeinsam mechanisch gegen ein Verrutschen - auch der Keile - zu sichern.

Weiter ergibt sich der Vorteil, dass die Dichtung für die Wasserkühlung auf der modulabgewandten Seite räumlich weit getrennt von den elektronischen Komponenten erfolgen kann, so dass eine Einfügung von mehreren Dichtschichten möglich ist. 5
Trotzdem ergibt sich ein kompakter platzsparender Aufbau mit einer einfachen Montage, da alle Modulschnittstellen gut sichtbar sind.

Durch die parallele Anordnung ergibt sich eine optimierbare Kühlmittelverteilung, die weiter durch Kunststoffeinsätze in die Rippen tragenden Stegbereich der Kühlvorrichtung noch optimierbar ist. Da in jede Kühlzelle das Kühlmedium mit der gleichen 10
Temperatur eintritt, ergibt sich eine homogene Kühlung gegenüber den Anordnungen im Stand der Technik, in dem das Kühlmittel mehrere nacheinander geschaltete Kühlvorrichtungen durchfließt.

Benachbarte Anordnung der Stapelmodule bedeutet in diesem Fall, dass diese parallel zueinander in einer Reihe mit den Flachseiten aufeinanderzuweisend wie ein Stapel ausgerichtet sind. Die Rippen weisen dabei vorteilhafter Weise ungefähr die gleichen Dimensionen wie ein Leistungsmodul auf, wobei sie jedoch aufgrund der in Ihnen bevorzugt vorgesehenen Einschubstücke für kanalbildende Wände sie dicker als dieses ausgeführt. Ein Überstand über die Dimensionen des Leistungsmoduls würde 20
die Montage etwas erschweren, andererseits jedoch die Anschlüsse unter Umständen mechanisch in vorteilhafter Weise schützen.

Durch Keile, die wiederum vorteilhafterweise mit entsprechenden Führungsschienen in den Leistungsmodulen korrespondierend ausgebildet sind, die durch einen über alle Rippen hinweg mit Schrauben fixierbaren Abschlusssteg fixiert werden können, lässt sich ein wärmeleitender fester Kontakt der Leistungsmodule in der Kühlvorrichtung erreichen. Das Material der Keile kann dabei wie das Material der Module an die Ausdehnung der Kühlvorrichtung, insbesondere des die Rippen tragenden 30
Grundsteges angepasst sein.

Die einzelnen Rippen können abnehmbar gestaltet sein, beispielsweise durch Schrauben befestigt werden oder sie können integraler Bestandteil eines Deckels eines Wasserreservoirs sein, wobei in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sie 35
innen hohl zur Aufnahme von Wasserkanälen ausbildenden Blättchen ausgebildet sein

können. Sie können aber auch Heatpipes aufnehmen oder aus besonders leitendem Material erstellt sein.

Die Anbindung der Module an den dreidimensionalen Kühlkörper mittels Pressung auf eine TIM (Thermal Interface-Material)-Schicht wird bevorzugt, es können jedoch Verbindungen mittels Kleben, Löten oder Drucksintern ebenfalls vorgesehen werden. Dafür gibt es wiederum geeignete Verbindungsmaterialien und Beschichtungen, die aus der Löt- bzw. Drucksintertechnik bekannt sind, d. h., ein AlSiC-Kühlkörper mit einer Ni-Beschichtung bzw. drucksinterfähige Oberflächen. Eine solche stoffschlüssige Verbindung würde zu einer besonders vorteilhaften Wärmeleitung gegenüber der vorab geschilderten TIM-Schicht-Ausführung führen, und ist damit für Anwendungsfälle prädestiniert, bei denen besonders hohe Kühlleistungen der Module ermöglicht werden sollen.

Für eine gelötete Ausgestaltungsvariante ist es ersichtlicherweise nicht erforderlich, die Module mit einem Moldkörper zu schützen, weil auf eine Keil-Pressung verzichtet werden kann.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus nachfolgender Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels. Dabei zeigt:

Fig. 1 den erfindungsgemäßen Aufbau im zusammengefügt Zustand.

Fig. 2 die in Fig. 1 nicht erkennbaren, weil innen vorgesehenen dargestellten Merkmale, nämlich die in den einzelnen Kühlrippen von unten eingeschobenen Blättchen.

Fig. 3 ein Unterteil, das zur Kühlmittelzu- und -abfuhr dienen kann,

Fig. 4, 5 und 6 zeigen den erfindungsgemäßen Aufbau von der Seite, Der Stirnseite und von oben, wobei der die Keile fixierende Steg gut erkannt werden kann,

Fig. 7 schematisch eine Montage eines Leistungsmoduls, wobei ein letztes Kühlelement zwischen einem verbleibenden Freiraum zwischen der letzten und der Endrippe eingebracht, und daraufhin ein

Keil von oben her eingeschoben und ein Steg zur Fixierung aufgeschraubt wird. Von unten hin wird in Kühlrippe noch ein Kanäle ausbildendes Blättchen eingebracht.

5 Fig. 8 eine Darstellung auf die in Fig. 7 nicht sichtbare Rückseite, die den Einschub strukturierter, passende Einschübe in die Hohlräume der Kühlrippen zeigt.

10 Der in Fig. 1 um die Kühlvorrichtung 10 herum erkennbare äußere Rahmen 12 dient zur Beherbergung weiterer Komponenten.

 Die Vorrichtung und insbesondere die einzelnen Kühlrippen 14, die parallel sich zu diesen erstreckend jeweils benachbart jedes Leistungsmoduls 16 angeordnet sind,
15 sind etwa gleich hoch wie die Leistungsmodule, um alle Bereich in denen Wärme entstehen kann, eng zu kontaktieren.

 Beispielhaft werden in der Zeichnung sechs Leistungsmodule 16 von sieben Kühlrippen 14 umgeben und die jeweils äußeren Kühlrippen 14 besitzen noch jeweils
20 zwei Abstützkanten 18. Als Material wird für den Kühlkörper Aluminium vorgeschlagen, andere Materialien sind denkbar.

 Nicht in der Fig. 1 zu erkennen sind die in der Fig. 2 dargestellten Merkmale, nämlich die in den einzelnen Kühlrippen von unten eingeschobenen Blättchen 20 zur
25 Ausbildung von Kühlmittelkanälen und ein oberhalb der Rippen mit Schraubbolzenverbindungen zur Fixierung von Keilen angeordnete Abdecksteg 22.

 Die Kühlvorrichtung besitzt gut erkennbar außen an einer ersten Gehäuseschale 24 des kühlmitteldurchflossenen Körpers 15 mehrere Kühlrippen 14 zur Aufnahme der
30 Mehrzahl von Leistungsmodulen 16 (bevorzugt je eines zwischen zwei Kühlrippen 14), wobei jede einzelne Kühlrippe 14 dazu eingerichtet ist, an wenigstens die Ober- oder Unterseite eines aus der Mehrzahl von Leistungsmodulen 16 in festen wärmeleitenden Kontakt zu treten, und die Gehäuseschale auf der Innenseite im Bereich der jeweiligen Kühlrippe(n) 14 Mittel zur Flüssigkeitskommunikation mit dem Volumen
35 des im Inneren des kühlmitteldurchflossenen Körpers befindlichen Kühlmittels besitzt.

In der Fig. 3 wird schließlich ein Unterteil, eine zweite Gehäuseschale 31, die zur Kühlmittelzu- und -abfuhr-Leitung dient, beispielhaft dargelegt. Durch Stege 32, die in den Innenraum hineinragen, ist der an einer Seite rückwärtig vorgesehene Ein-/Auslass 34 mit einem Mittenbereich 30 des Deckels in Flüssigkeitskommunikation während er von einem Randbereich 38 abgetrennt ist. Der Randbereich 38, der mit dem Aus- /Einlaß 36 an der anderen Schmalseite der Gehäuseschale 31 verbunden ist, erstreckt sich an beiden Längsseiten bis fast zum Ende. Flüssigkeitskommunikation zwischen Rand- 38 und Mittenbereich 30 wird nur über die innen hohlen Kühlrippen 14 ermöglicht, die beide Bereiche überlappen. Durch Strukturen 20 innerhalb der Kühlrippen 14 wird das Kühlmittel zusätzlich noch in alle Bereiche der Kühlrippen 14 geführt, bevor es diese wieder verlassen kann.

Die Fig. 4 zeigt den erfindungsgemäßen Aufbau von der Seite, wobei der die Keile 40 fixierende Steg 22 gut erkannt werden kann.

In der Fig. 5 wird der Zusammenbau schematisch dargestellt, wobei ein letztes Kühlelement zwischen einem verbleibenden Freiraum zwischen der letzten und der Endrippe eingebracht, daraufhin ein Keil 40 von oben her eingeschoben und ein Steg 22 zur Fixierung aufgeschraubt wird. Unter dem Steg 22 sind Federelemente 50 erkennbar, die jeweils einen Keil 40 federnd eindrücken, so daß dieser den thermischen Kontakt der Leistungsmodulen mit den Kühlrippen sicherstellt. Von unten hin wird in Kühlrippe noch, wie in Fig. 2 dargestellt, ein Kanäle ausbildendes Blättchen 20 eingebracht (Fig. 8).

Die neben den Leistungsmodulen vorgesehenen Keile zur Klemmbefestigung gekapselter Leistungsmodulen werden mit einer Federwirkung zur Bewirkung eines elastischen Daueranpreßdrucks durch beispielsweise einen im Herstellungsprozeß ausgewölbten Flachabschnitt versehen. Neben dem Kleben und oder Verklemmen können die Module auch durch Löten, Schweißen oder Drucksintern oder ähnliche Techniken befestigt werden. Es ist auch möglich federnde Abschnitte mit einer dieser Techniken direkt an die Kühlrippen anzubringen.

Damit weist die Kühlvorrichtung für eine Mehrzahl von Leistungsmodulen in ihrer einfachsten Ausgestaltung einen wärmeleitenden kühlmitteldurchflossenen Körper auf, wobei die Kühlvorrichtung an einer Seite zur benachbarten Aufnahme der

Mehrzahl von Leistungsmodulen eine entsprechende Kühlrippen aufweist, wobei jede einzelne Kühlrippe dazu eingerichtet ist, an wenigstens die Ober- oder Unterseite eines der Leistungsmodulen in festem wärmeleitenden Kontakt zu treten. Das heißt bevorzugt sind mittlere Kühlrippen dazu eingerichtet, außer mit der Ober- oder Unterseite eines aus der Mehrzahl von Leistungsmodulen ebenso mit einer weiteren Ober- oder Unterseite eines benachbarten aus der Mehrzahl von Leistungsmodulen in festem wärmeleitenden Kontakt zu treten.

Dabei werden in einer bevorzugten Ausführung die Leistungsmodulen, parallel zueinander ausgerichtet, stapelartig beherbergt werden, so daß die elektrischen Anschlüsse der Leistungsmodulen seitlich zwischen den Rippen herausragen.

Eine Symmetrie der Geometrie der Kühlrippen mit einer Höhe und Breite über einem von Kühlmittel durchflossenen Grundgehäuse, die den jeweiligen Abmessungen der Leistungsmodulen entspricht, wird bevorzugt.

Dabei können einzelne Kühlrippen abnehmbar an der Kühlvorrichtung befestigt werden, und mit separaten Kühlmittlein- und auslässen für die Kühlmittelkanäle versehen sein.

Weiter können Kühlrippen innen hohl zur Aufnahme eines mit einem Flüssigkeitsgänge bildenden Reliefs versehenen Einschubblättchen versehen sein, insbesondere zur Zwangsführung von Kühlmittel durch die Rippen.

Die jeweils letzten einer Reihe benachbarter Kühlrippen mit Querversteifungsrippen können zur Aufnahme von Klemmkraften der Leistungsmodulen zwischen den Rippen versehen werden. Dabei ist es denkbar, dass mehrere Reihen von Kühlrippen vorgesehen werden. Schließlich wird vorgeschlagen, dass zwischen je zwei Kühlrippen neben den Leistungsmodulen Keile zur Klemmbefestigung gekapselter Leistungsmodulen bei der Montage genutzt werden. Diese können aus Kunststoff oder auch aus einem gut wärmeleitenden Material bestehen.

PATENTANSPRÜCHE

5

1. Kühler zum Kühlen einer Mehrzahl von elektrischen Leistungsmodulen (16) mit einem wärmeleitenden Körper (15), der von einem Kühlmittel durchströmbare Kanäle (17) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß**

10

der Körper (15) auf einer Seite rippenförmige Kühlelemente (14) aufweist,

wobei jedes rippenförmige Kühlelement (14) mit wenigstens der Ober- oder Unterseite eines aus der Mehrzahl von zu kühlenden elektrischen Leistungsmodulen (16) Wärme leitend verbindbar ist, und

15

der Körper (15) auf einer anderen Seite Mittel aufweist, die mit dem das Innere der Kanäle (17) durchströmbaren Kühlmittel in Verbindung bringbar sind

20

2. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mittlere Kühlrippen (14) dazu eingerichtet sind, sowohl mit der Ober- oder Unterseite eines aus der Mehrzahl von Leistungsmodulen (16) wie weiter mit einer weiteren Ober- oder Unterseite eines benachbarten aus der Mehrzahl von Leistungsmodulen in festen wärmeleitenden Kontakt zu treten.

25

30

3. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsmodule parallel zueinander ausgerichtet, stapelartig beherbergt werden, so daß die elektrischen Anschlüsse der Leistungsmodule seitlich zwischen den Kühlrippen (14) herausragen.

35

4. Kühlvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass einzelne Kühlrippen (14) abnehmbar an der Kühlvorrichtung befestigt sind, und mit separaten Kühlmittlein- und auslässen versehen sind.

5. Kühlvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, das die Kühlrippen (14) eine Höhe und Breite über einem von Kühlmittel durchflossenen Grundgehäuse aufweisen, die den jeweiligen Abmessungen der Leistungsmodule entspricht.
6. Kühlvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, das die Kühlrippen (14) innen hohl zur Aufnahme eines mit einem Flüssigkeitsgänge bildenden Reliefs versehenen Einschubblättchen versehen sind, zur Zwangsführung von Kühlmittel durch die Rippen.
7. Kühlvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, das die jeweils letzten einer Reihe benachbarter Kühlrippen mit Querversteifungsrippen zur Aufnahme von Klemmkraften der Leistungsmodule zwischen den Rippen versehen sind.
8. Kühlvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, das zwischen je zwei Kühlrippen neben den Leistungsmodulen vorgesehenen Keile zur Klemmbefestigung gekapselter Leistungsmodule mit einer Federwirkung zur Bewirkung eines elastischen Daueranpreßdrucks vorgesehen sind.
9. Kühlvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, das die zwischen je zwei Kühlrippen (14) neben den Leistungsmodulen vorgesehenen Keile zur Klemmbefestigung gekapselter Leistungsmodule mit einem gemeinsamen Steg versehen sind, der wenigstens eine Blattfeder oder Federzunge zur Bewirkung einer Federwirkung in Einschubrichtung auf wenigstens je einen Keil, zur Bewirkung eines elastischen Daueranpreßdrucks aufweist.

10. Kühlvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die zwischen je zwei Kühlrippen (14) neben den Leistungsmodulen vorgesehenen Keile aus einem gut wärmeleitenden Material bestehen.

5

11. Kühlvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein mit der rippentragenden Gehäuseschale den Körper der Kühlvorrichtung bildender zweiter schalenartiger Deckel zur parallelen Verteilung des Kühlmittels mit gleicher Eingangstemperatur an alle Kühlrippen einen zentralen mittig auf dem Gehäusedeckel angeordneten ersten durch Kanten vorbestimmten Strömbereich und einen randseitigen, ebenfalls alle Kühlrippen erfassenden zweiten Strömbereich aufweist, wobei durch in den Rippen befindliche dritte Strömbereiche ein Durchströmen aller Rippen mit Kühlmittel bewirkt ist, wobei für alle Kühlrippen gleiche Temperatur des durchströmenden Kühlmittels vorhanden ist.

10

15

20

25

30

35

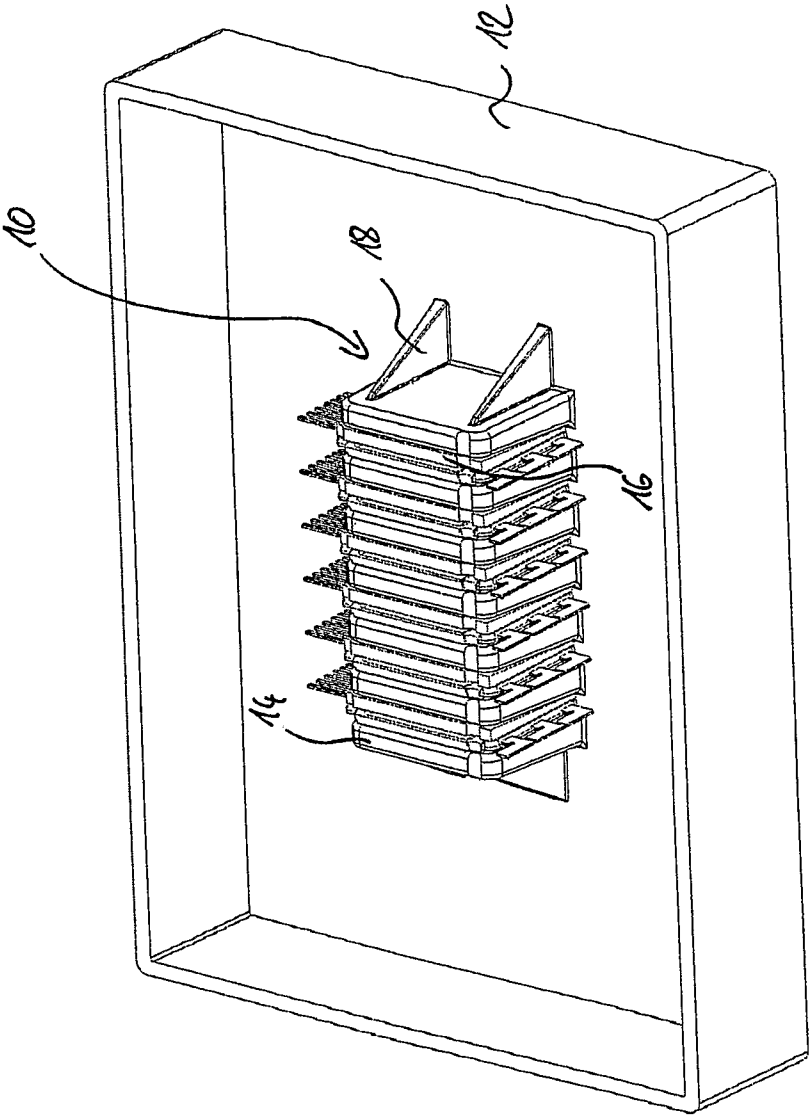


Fig. 1

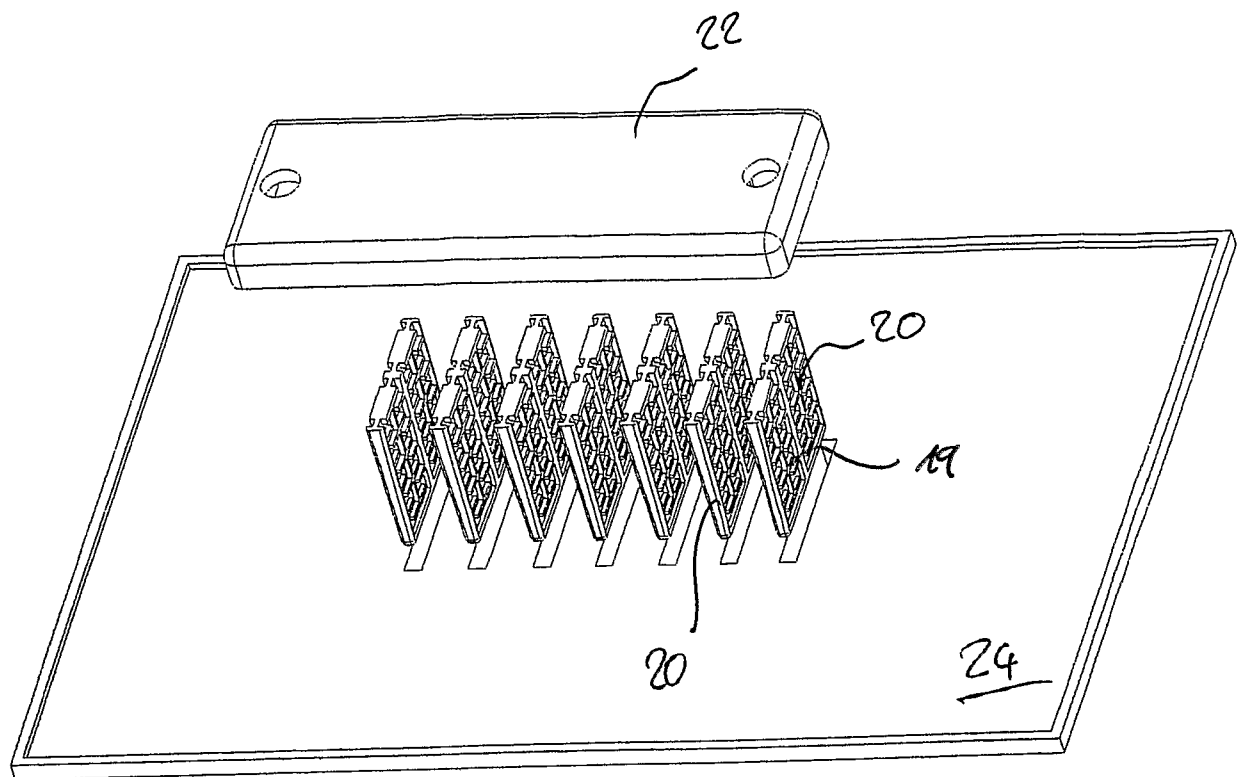


Fig. 2

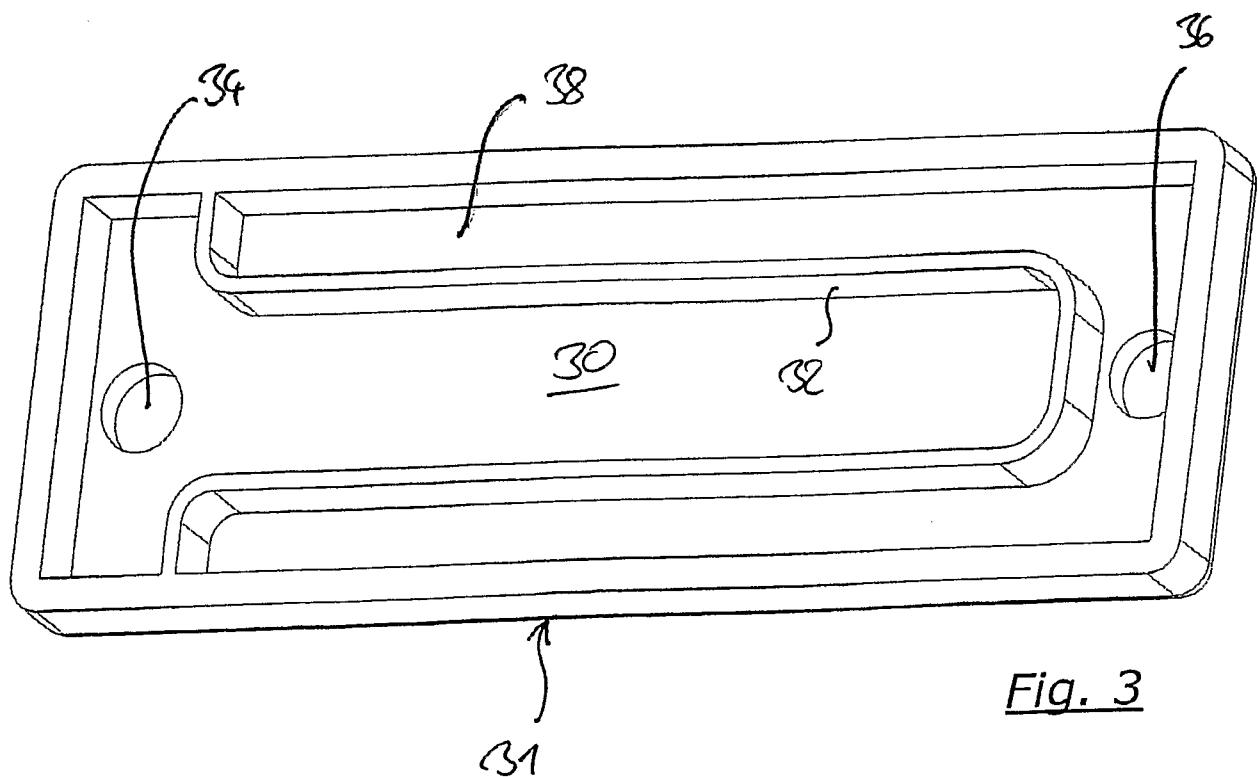


Fig. 3

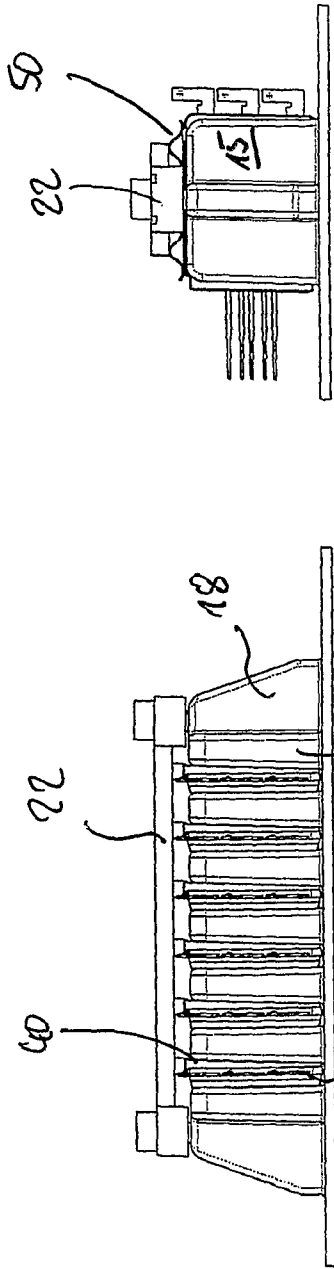


Fig. 4

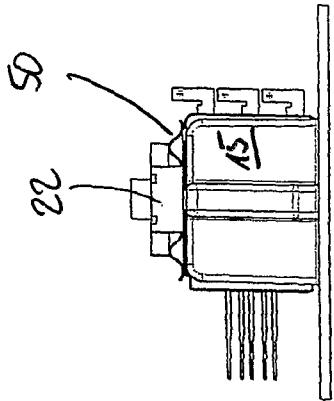


Fig. 5

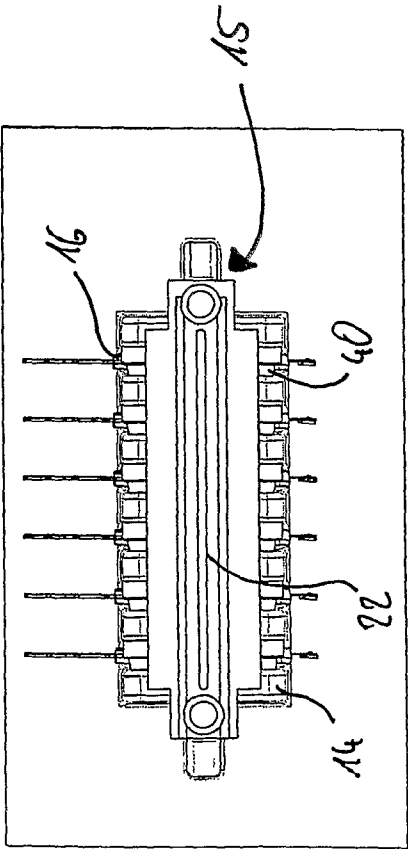


Fig. 6

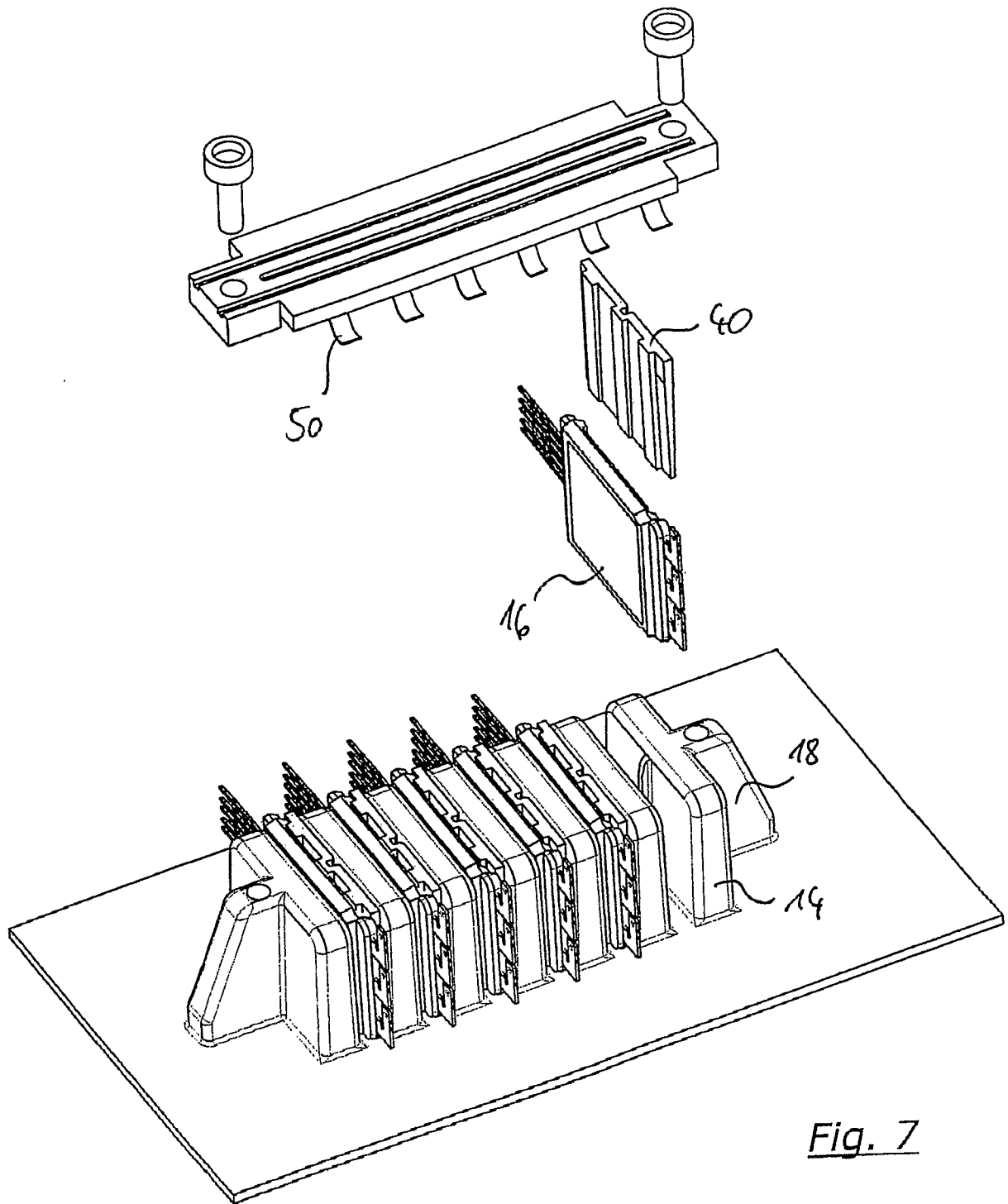


Fig. 7

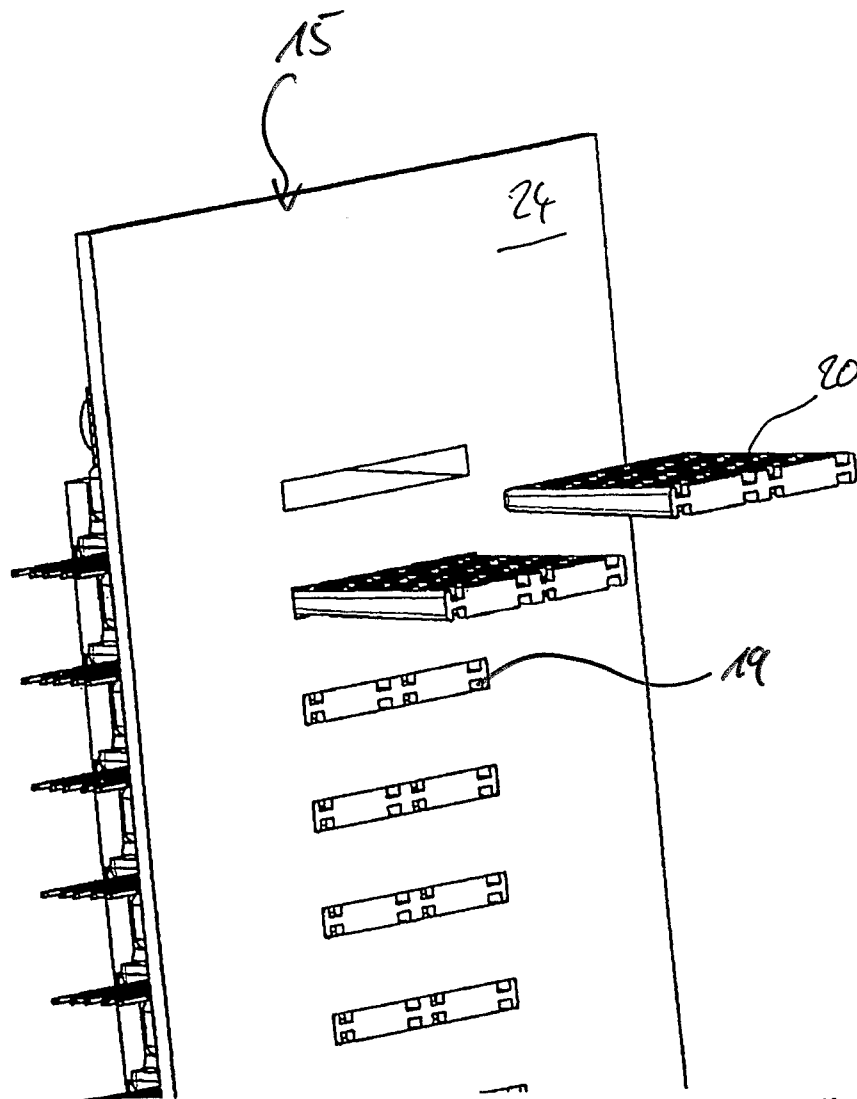


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2009/000561

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H05K7/20 H01L23/46

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)

H05K 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)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/056199 A (DANFOSS SILICON POWER GMBH [DE]; OLESEN KLAUS KRISTEN [DK]) 1 June 2006 (2006-06-01) cited in the application page 14, line 5 - page 22, line 17; figures 1-30	1-11
A	DE 103 58 641 A1 (DENSO CORP [JP]) 2 September 2004 (2004-09-02) cited in the application paragraph [0037] - paragraph [0058]; figures 1-14	1-11
A	EP 1 113 496 A (HAMAMATSU PHOTONICS KK [JP]) 4 July 2001 (2001-07-04) paragraph [0011] - paragraph [0038]; figures 1-13B	1-11
	----- -/-- -----	

☒ 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.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 September 2009

Date of mailing of the international search report

11/09/2009

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

Drabko, Jacek

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2009/000561

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 199 56 565 A1 (LASERLINE GES FUER ENTWICKLUNG [DE]) 31 May 2001 (2001-05-31) column 3, line 17 - column 5, line 34; figures 1-7 -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2009/000561

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2006056199	A	01-06-2006	AT 393475 T DE 602005006310 T2 DK 1815514 T3 EP 1815514 A1 EP 1965424 A2 US 2009146293 A1	15-05-2008 20-05-2009 25-08-2008 08-08-2007 03-09-2008 11-06-2009
DE 10358641	A1	02-09-2004	CN 1508867 A JP 4089595 B2 JP 2004214623 A US 2005051298 A1	30-06-2004 28-05-2008 29-07-2004 10-03-2005
EP 1113496	A	04-07-2001	AT 330330 T AU 2959499 A CN 1305640 A DE 69931937 T2 ES 2267254 T3 WO 0011717 A1 JP 4224217 B2 US 2001004312 A1	15-07-2006 14-03-2000 25-07-2001 15-02-2007 01-03-2007 02-03-2000 12-02-2009 21-06-2001
DE 19956565	A1	31-05-2001	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/000561

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H05K7/20 H01L23/46

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H05K 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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2006/056199 A (DANFOSS SILICON POWER GMBH [DE]; OLESEN KLAUS KRISTEN [DK]) 1. Juni 2006 (2006-06-01) in der Anmeldung erwähnt Seite 14, Zeile 5 - Seite 22, Zeile 17; Abbildungen 1-30	1-11
A	DE 103 58 641 A1 (DENSO CORP [JP]) 2. September 2004 (2004-09-02) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0037] - Absatz [0058]; Abbildungen 1-14	1-11
A	EP 1 113 496 A (HAMAMATSU PHOTONICS KK [JP]) 4. Juli 2001 (2001-07-04) Absatz [0011] - Absatz [0038]; Abbildungen 1-13B	1-11
	----- -/--	

☒ 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
- *g* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
1. September 2009	11/09/2009
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 Drabko, Jacek

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/000561

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 199 56 565 A1 (LASERLINE GES FUER ENTWICKLUNG [DE]) 31. Mai 2001 (2001-05-31) Spalte 3, Zeile 17 - Spalte 5, Zeile 34; Abbildungen 1-7 -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/000561

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006056199 A	01-06-2006	AT 393475 T DE 602005006310 T2 DK 1815514 T3 EP 1815514 A1 EP 1965424 A2 US 2009146293 A1	15-05-2008 20-05-2009 25-08-2008 08-08-2007 03-09-2008 11-06-2009
DE 10358641 A1	02-09-2004	CN 1508867 A JP 4089595 B2 JP 2004214623 A US 2005051298 A1	30-06-2004 28-05-2008 29-07-2004 10-03-2005
EP 1113496 A	04-07-2001	AT 330330 T AU 2959499 A CN 1305640 A DE 69931937 T2 ES 2267254 T3 WO 0011717 A1 JP 4224217 B2 US 2001004312 A1	15-07-2006 14-03-2000 25-07-2001 15-02-2007 01-03-2007 02-03-2000 12-02-2009 21-06-2001
DE 19956565 A1	31-05-2001	KEINE	