

(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
9. März 2017 (09.03.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/036739 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 23/373 (2006.01) **H01L 23/473** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/068861
- (22) Internationales Anmeldedatum:
8. August 2016 (08.08.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 216 887.5
3. September 2015 (03.09.2015) DE
- (71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).
- (72) Erfinder: **SMIT, Arnoud**; Zaunwiesenweg 38, 90482
Nürnberg (DE). **SCHMID, Thomas**; Reithmayrstr. 65a,
93051 Regensburg (DE). **KELLER, Lars**; Angela-
Fraundorfer-Str. 15, 94330 Aiterhofen (DE).
RITTSTIEG, Soeren; Am Karlsfeld 5B, 93073
Neutraubling (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, 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,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

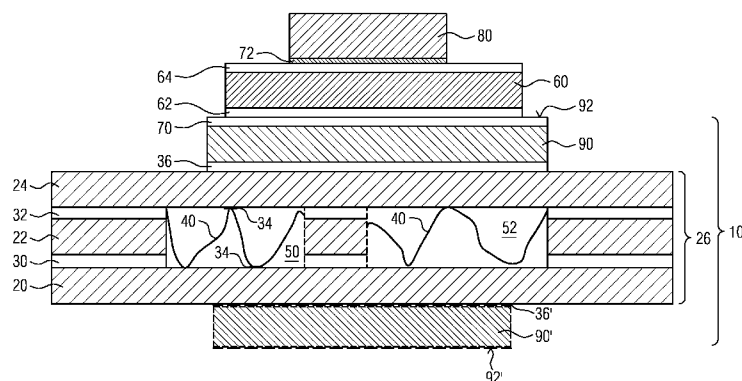
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: COOLING DEVICE, METHOD FOR PRODUCING A COOLING DEVICE AND POWER CIRCUIT

(54) Bezeichnung : KÜHLVORRICHTUNG, VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER KÜHLVORRICHTUNG UND
LEISTUNGSSCHALTUNG

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a cooling device (10) which has an aluminum cooling body (26) and at least one nickel metal sheet (90, 90'). The nickel metal sheet (90, 90') is connected to the aluminum cooling body (26) by means of a solder layer (36). The cooling device (10) has a mounting surface (92, 92') for mounting and for heat exchange and which is formed by the side of the nickel metal sheet (90) which faces away from the aluminum cooling body (26). The aluminum cooling body (26) is made from several successively stacked and interconnected aluminum sheets (20, 22, 24). At least one aluminum sheet (22) has recesses (50) which form a cooling channel which is covered by at least one of the aluminum sheets (20, 24). The invention also relates to a method for producing a cooling device and also a power switch with a cooling body (10), as described here.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/036739 A1



Es wird eine Kühlvorrichtung (10) beschrieben, die einen Aluminiumkühlkörper (26) und mindestens ein Nickel-Blechstück (90, 90') aufweist. Das Nickel-Blechstück (90, 90') ist mittels einer Lotschicht (36) mit dem Aluminiumkühlkörper (26) verbunden. Die Kühlvorrichtung (10) weist eine Befestigungsfläche (92, 92') zur Befestigung und zur Wärmeaufnahme auf, die von derjenigen Seite des Nickel-Blechstücks (90) ausgebildet wird, die dem Aluminiumkühlkörper (26) abgewandt ist. Der Aluminiumkühlkörper (26) ist aus mehreren übereinander gestapelten und miteinander verbundenen Aluminiumblechen (20, 22, 24) ausgebildet. Zumindest ein Aluminiumblech (22) weist Ausnehmungen (50) auf, die einen Kühlkanal bilden, der von zumindest einem der Aluminiumbleche (20, 24) abgedeckt ist. Ferner werden ein Verfahren zur Herstellung einer Kühlvorrichtung sowie eine Leistungsschaltung mit einem wie hier beschriebenen Kühlkörper (10) dargestellt.

Beschreibung

Kühlvorrichtung, Verfahren zur Herstellung einer Kühlvorrichtung und Leistungsschaltung

5

Die Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung, ein Verfahren zur Herstellung der Kühlvorrichtung und eine Leistungsschaltung, die mit einer Kühlvorrichtung ausgestattet ist.

10 Insbesondere bei Automobilanwendungen werden elektrische oder elektronische Schaltungen bzw. Leistungshalbleiter oder andere elektronische oder elektrische Komponenten verwendet, deren Verlustwärme im Betrieb durch Kühlkörper abgeführt werden muss. Üblicherweise sind die Kühlkörper aus Aluminium wegen
15 der guten Wärmeleitungseigenschaften, während die Schaltung mittels kupferbasierten Leiterplatte oder vergleichbaren Trägern ausgebildet ist. Um eine gute Wärmeableitung zu gewährleisten, sind Kühlkanäle in den Aluminiumkühlkörpern vorgesehen. Allerdings ist die Herstellung der Kühlkanäle in dem
20 Aluminiumkühlkörper mit Aufwand verbunden, während Strangpressverfahren zur Ausbildung der Kühlkanäle eine Aluminiumzusammensetzung erfordern, deren Lötverhalten nicht optimal ist.

25 Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Möglichkeit aufzuzeigen, mit der sich gekühlte Schaltungen auf einfache Weise herstellen lassen.

Offenbarung der Erfindung

30

Diese Aufgabe wird erfüllt durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich mit den Merkmalen der abhängigen Ansprüche sowie anhand der vorliegenden Beschreibung.

35

Es wurde erkannt, dass Aluminiumkühlkörper auf einfache Weise und mit herkömmlichen Mitteln hergestellt werden können durch einen geschichteten Aufbau. Dadurch können Aluminiumbleche

mit beliebiger Zusammensetzung verwendet werden. Durch Stanzen oder Fräsen können die Kühlkanäle sehr günstig und präzise erstellt werden. Der Stapelaufbau ermöglicht eine einfache Herstellung, indem abwechselnd mindestens ein Aluminiumblech mit Ausnehmungen (etwa durch Stanzen erzeugt) und Aluminiumbleche ohne Ausnehmungen gestapelt werden und miteinander verbunden werden. Das Verbinden der Aluminiumbleche kann durch einen Lötprozess geschehen, bei dem insbesondere weitere Komponenten wie ein Kupferblech oder ein Träger mit Kupferoberfläche mit dem Aluminiumblech (über eine Nickelschicht) verbunden wird, während gleichzeitig die Aluminiumbleche untereinander verbunden werden. Mit einer Lötmasse, die vor dem Stapeln aufgebracht wird, können diese Verbindungen hergestellt werden, indem diese etwa in einem Ofen aufgeschmolzen wird.

Gleichermaßen bietet die vom Kühlkörper abgewandte Seite des Blechstücks gute Löteigenschaften zur Montage von Kupfer, insbesondere durch die Nickelschicht, oder, allgemein, durch eine Lotvermittlungsschicht. Es wird daher auch ein Übergang zwischen unterschiedlichen Materialien (Kupfer und Aluminium) ermöglicht durch die Lotvermittlungsschicht, die beispielsweise als Nickel- oder Nickellegierungsschicht ausgebildet ist.

Es wird daher eine Kühlvorrichtung beschrieben, die einen Aluminiumkühlkörper und mindestens eine Lotvermittlungsschicht aufweist. Die Kühlvorrichtung ist zur Montage an eine Schaltung, insbesondere an eine Kupferschicht eines Schaltungsaufbaus, eingerichtet. Hierbei bildet die Lotvermittlungsschicht die (flächige) Wärmeübertragungsschnittstelle in Form einer Befestigungsfläche, auf der die Kupferschicht befestigt wird. Die mindestens eine Lotvermittlungsschicht ist stoffschlüssig und vorzugsweise unmittelbar auf dem auf Aluminiumkühlkörper befestigt bzw. auf diesem aufgebracht. Die mindestens eine Lotvermittlungsschicht ist insbesondere auf dem Aluminiumkühlkörper aufgedampft oder mittels galvanischer Abscheidung aufgebracht.

Ferner kann die Lotvermittlungsschicht als Folie vorliegen, die mittels einer Lotschicht befestigt wird. Diese verbindet die Lotvermittlungsschicht direkt mit dem Aluminiumkühlkörper. Die Lotschicht ist insbesondere eine Hartlotschicht.

5

Die Kühlvorrichtung weist eine Befestigungsfläche zur Befestigung und zur Wärmeaufnahme auf, die die Funktion einer Wärmeübertragungsschnittstelle hat. Die Befestigungsfläche wird von einer Seite der Lotvermittlungsschicht ausgebildet. Diese Seite ist dem Aluminiumkühlkörper (und somit auch der Lot-

10 Schicht zwischen Blechstück und Kühlkörper abgewandt. Diese Seite ist im Wesentlichen eben, kann jedoch auch an den Verlauf der anzubringenden Leiterplatte angepasst sein. Die Dicke der Lotvermittlungsschicht ist vorzugsweise an jeder

15 Stelle der Schicht im Wesentlichen (d.h. mit einer Toleranz von nicht mehr als +/- 10% oder +/- 5%) gleich.

An dem Kühlkörper können ein oder mehrere Lotvermittlungsschichten befestigt sein. Es können mehrere Lotvermittlungsschichten direkt oder mit seitlichem Abstand zueinander an der Oberfläche des Kühlkörpers angeordnet sein. Es können mehrere Lotvermittlungsschichten an der gleichen, an unterschiedlichen oder an entgegengesetzten Seiten des Kühlkörpers vorgesehen sein. Insbesondere kann an (zwei) entgegengesetzten (vorzugsweise zueinander parallelen) Seiten des Kühlkörpers jeweils eine Lotvermittlungsschicht oder jeweils mehrere Lotvermittlungsschichten befestigt sein. Wie bereits bemerkt, ist das mindestens eine Lotvermittlungsschicht stoffschlüssig auf dem Kühlkörper befestigt, insbesondere mittels einer

25 stoffschlüssigen Verbindung wie durch Aufdampfen oder galvanisches Aufbringen. Insbesondere ist der Kühlkörper beidseitig mit zumindest einer Lotvermittlungsschicht versehen, um beidseitig Leiterplatten bzw. Schaltungen anbringen zu können.

35

Der Kühlkörper ist insbesondere flach und vorzugsweise im Wesentlichen quaderförmig. Der Kühlkörper kann Kühlfinger aufweisen, um Wärme an der Außenseite des Kühlkörpers und insbe-

sondere an den Kühlfingern an ein umgebendes Wärmemedium (Luft) abzugeben. Der Kühlkörper weist zumindest einen Kühlkanal auf, der sich durch den Kühlkörper hindurch erstreckt, um Wärme an ein Wärmemedium (Flüssigkeit, insbesondere Öl oder Wasser) abzugeben, dass durch den Kühlkanal strömt.

Der Aluminiumkühlkörper ist aus mehreren Aluminiumblechen ausgebildet sein. Diese sind übereinander gestapelt. Ferner sind diese untereinander verbunden, insbesondere mittels einer Lotschicht, vorzugsweise einer Hartlotschicht. Zumindest ein Aluminiumblech weist Ausnehmungen auf. Das zumindest eine Aluminiumblech, das Ausnehmungen aufweist, ist beidseitig von zwei weiteren der Aluminiumbleche abgedeckt oder ist einseitig von dem Aluminiumblech und auf der anderen Seite von dem Blechstück abgedeckt. Die Ausnehmungen bilden einen Kühlkanal. Die Ausnehmungen erstrecken sich durch die gesamte Dicke des Aluminiumblechs oder nur durch einen Teil der gesamten Dicke des betreffenden Aluminiumblechs. Die Ausnehmung ist etwa in Form einer Nut. Die Ausnehmung führt bis zur Kante des Aluminiumblechs. Die Ausnehmung kann einen mäandernden Längsverlauf haben, wobei sich der Längsverlauf der Ausnehmung in eine und vorzugsweise zwei verschiedene Längserstreckungsrichtungen des Aluminiumblechs erstreckt. Die Ausnehmungen erstrecken sich daher vorzugsweise flächig. Die Ausnehmungen können in eine oder zwei Richtungen gemäß einem Raster ausgebildet sein. Die Ausnehmungen sind beispielsweise gestanzt oder gefräst oder auch gegossen. Die Aluminiumbleche sind insbesondere mittels Lotschichten miteinander verbunden. Die Lotschichten dichten die Aluminiumbleche gegeneinander ab.

Zwischen den Aluminiumblechen kann auch ein anderes Dichtelement vorgesehen sein (eine Lage abdichtenden, elastischen Materials wie etwa Silikon), wobei die Aluminiumbleche mittels Befestigungselemente miteinander verbunden sind, etwa eine Schraubverbindung, die sich durch die Aluminiumbleche erstreckt. Eines der Aluminiumbleche (insbesondere ein äußeres und/oder ein inneres) kann zudem flächige oder stabförmige

Kühlfinnen aufweisen, die vorzugsweise in den Kühlkanal hineinragen. Eine Ausgestaltung mit stabförmigen Kühlfinnen wird auch als "Pin Fin"-Struktur bezeichnet, wobei die Kühlfinnen flächig (und vorzugsweise gleichmäßig) verteilt sind. Die

5 Kühlfinnen erstrecken sich insbesondere im Inneren des Aluminiumkühlkörpers, d.h. in den zumindest einen Kühlkanal hinein, und können somit auch (in funktioneller Hinsicht) als Turbulatoren betrachtet werden.

10 Die Aluminiumbleche sind insbesondere gewalzte Aluminiumbleche. Diese sind die mittels Hartlot verlötbar. Der Kühlkörper und insbesondere die Aluminiumbleche haben vorzugsweise einen Schmelzpunkt von mindestens 590°C, wobei als Hartlot (zur Verbindung der Aluminiumbleche und/oder zur Befestigung des

15 Nickel-Blechstücks, d.h. als Lotschicht) vorzugsweise Aluminium mit 8 - 15 % Massenanteil Silizium verwendet wird. Das Hartlot hat vorzugsweise eine Gießtemperatur von 670 - 740 °C und ein Erstarrungsintervall von 570 - 590 °C. Es kann insbesondere AlSi12 als Hartlot verwendet werden. Als Hartlot

20 eignen sich alle Al-Legierungen mit einem Silizium-Masseanteil von 7-13%. Zudem kann das Schmelzintervall des Hartlots von 575°C-615°C betragen.

Insbesondere haben der Kühlkörper und insbesondere die Aluminiumbleche einen Magnesiumanteil von weniger als 2 % Massenanteil, wodurch eine gute Benetzbarkeit (mit Lotmaterial) erreicht wird. Der Kühlkörper und insbesondere die Aluminiumbleche weisen einen Massenanteil von mindestens 70% Aluminium auf, um die Korrosionsbeständigkeit zu gewährleisten. Es können gewalzte (oder auch gegossene) Aluminiumbleche verwendet werden, unter anderem auch AlMg5Si2Mn. Die Schmelzuntergrenze der Aluminiumbleche beträgt in diesem Fall beispielsweise 594 °C. Falls der Aluminiumkörper nicht als Aluminiumblechstapel ausgebildet ist, kann dieser aus dem Material sein,

30

35 aus dem die hier genannten Aluminiumbleche sind. Die vorgehenden Angaben betreffen daher gleichermaßen Aluminiumbleche und Aluminiumkühlkörper.

Die Begriffe "Aluminiumbleche" und "Aluminiumkühlkörper" weisen den Wortbestandteil "Aluminium" auf, wodurch angegeben wird, dass der Bestandteil vorwiegend Aluminium ist. Daher wird durch die Verwendung des Wortbestandteils "Aluminium" nicht auf einen Aluminiumanteil von 100% (Massenanteil) hingewiesen, sondern es kann sich um eine Legierung handeln, die vorwiegend aus Aluminium besteht, wobei wie erwähnt Zusätze nicht ausgeschlossen sind.

Die mindestens eine Lotvermittlungsschicht kann insbesondere eine Nickelschicht sein. Die mindestens eine Nickelschicht hat einen Massenanteil von Nickel von mindestens 70%, 85% oder auch von mindestens 95%, 98% oder 99% Nickel. Die Wärmeleitfähigkeit der Lotvermittlungsschicht beträgt vorzugsweise mindestens 70, 75 und besonders bevorzugt mindestens 85 oder 90 W/m * K. Die Lotvermittlungsschicht kann, falls diese als aufgelötete Folie vorliegt, einseitig (zum Aluminiumkühlkörper gerichtet) oder beidseitig eine Hartlotschicht aufweisen, bevor diese mit dem Aluminiumkühlkörper bzw. mit dem betreffenden Aluminiumblech verbunden wird. Die Lotvermittlungsschicht kann, sofern als Folie ausgebildet, zum Aluminiumkühlkörper gerichtet eine Hartlotschicht aufweisen und auf der entgegengesetzten Seite eine Weichlotschicht. Diese derartig mit mindestens einer Lotschicht (oder einer entsprechenden Lötmasse) versehene Lotvermittlungsschicht wird zusammen mit dem Aluminiumkühlkörper gestapelt und verlötet (etwa in einem Ofen).

Die Lotvermittlungsschicht kann eine Dicke von etwa 5 - 150 µm, insbesondere von 10 - 100 µm oder 20 - 50 µm aufweisen. Die Lotvermittlungsschicht ist nicht dicker als 150 µm und insbesondere nicht dicker als 100 µm, vorzugsweise nicht dicker als 50 oder 30 µm. Insbesondere wird die Lotvermittlungsschicht aufgebracht, bevor die Aluminiumbleche miteinander verbunden werden oder nachdem die Aluminiumbleche miteinander verbunden werden. Das Aufbringen der Lotvermittlungsschicht kann daher ein Schritt sein, der von dem Schritt des Verbindens der Aluminiumbleche untereinander getrennt ist.

In dem Kühlkörper können Kühlkanäle vorgesehen sein, die einen freien Innenquerschnitt aufweisen, oder in denen Turbulatoren eingebracht sind. Die Turbulatoren sind körperlich eigenständige Körper (etwa ein gefaltetes Blechstück), die mit
5 der Innenwand des Kühlkanals verbunden sind, oder werden durch seitliche Ausnehmungen gebildet, oder werden durch Körperabschnitte gebildet, die in den Kanal hineinragen.

Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung einer hier beschriebenen Kühlvorrichtung dargelegt. Im Rahmen des Verfahrens wird als beispielhafte Art und Weise der Verbindung der Aluminiumbleche Lötmasse auf eine Verbindungsfläche mindestens eines der Aluminiumbleche aufgebracht, etwa durch Drucken oder Aufwalzen, insbesondere durch Aufbringen oder Einlegen eines "Preforms" als Blech oder Folie, die die Lötmasse
15 (insbesondere die Hartlötmasse innerhalb der Kühlvorrichtung) bildet. Die Aluminiumbleche werden gestapelt. Insbesondere werden die bereits mit Lötmasse versehenen Aluminiumbleche gestapelt oder die Aluminiumbleche werden alternierend mit der als Blech oder Folie ausgebildeten Lötmasse gestapelt.
20 Die Lötmasse wird geschmolzen, um zumindest eine Lotschicht zwischen den Aluminiumblechen auszubilden. Dies wird beispielsweise ausgeführt, indem die Aluminiumbleche zusammen mit der Lötmasse erwärmt werden, etwa in einem Ofen. Der Ofen
25 kann evakuiert sein oder kann im Innenraum eine Stickstoffatmosphäre aufweisen. Dadurch wird der Aluminiumkühlkörper als gestapelte Aluminiumblechstruktur erzeugt. Es kann Flussmittel verwendet werden, insbesondere als Zusatz zu der Lötmasse.

30 Die mindestens eine Lotvermittlungsschicht wird vor oder nach dem Verbinden der Aluminiumbleche aufgebracht, insbesondere vor oder nach dem Schmelzen der Lötmasse und gegebenenfalls vor oder nach dem Aufbringen der Lötmasse und/oder vor oder
35 nach dem Stapeln der Aluminiumbleche. Falls die Lotvermittlungsschicht als Folie ausgebildet ist, kann dieses im Rahmen des Verfahrens ferner diese mindestens eine Folie, die die Lotvermittlungsschicht darstellt, auf eines der Aluminiumble-

che aufgelegt, insbesondere auf eines der Aluminiumbleche, das eine Außenseite des Aluminiumkühlkörpers bildet. Es befindet sich hierbei Lötmasse zwischen der Lotvermittlungsschicht und dem Aluminiumblech. Daher kann vorgesehen sein, dass auf einer Verbindungsfläche der Folie (d.h. der Lotvermittlungsschicht) oder des betreffenden Aluminiumblechs Lötmasse aufgebracht wird.

Die Lötmasse, die sich zwischen dem Lotvermittlungsschicht und dem Aluminiumblech befindet, wird durch den gleichen Schritt aufgeschmolzen wie die Lötmasse zwischen den Aluminiumblechen. Daher kann die Lötmasse, die sich zwischen der Lotvermittlungsschicht und dem Aluminiumblech befindet, und die Lötmasse zwischen den Aluminiumblechen in ein und demselben Schritt erwärmt bzw. aufgeschmolzen werden, etwa indem die gestapelten Aluminiumbleche und die Lotvermittlungsschicht (als Folie ausgebildet) in einen Ofen eingebracht werden, der die Lötmasse erwärmt und dadurch aufschmilzt. Es wird eine Lotschicht zwischen der Lotvermittlungsschicht (als Folie ausgebildet) und dem Aluminiumkühlkörper ausgebildet, insbesondere in ein und demselben Schritt des Erwärmens (etwa in einem Ofen).

Wie erwähnt ist das Verbinden der Aluminiumbleche mittels Lötmasse eine Möglichkeit von mehreren. Insbesondere kann auch geklebt werden oder es kann eine kraft- oder formschlüssige Verbindung mittels einer Klammer, einer Schraubverbindung oder ähnlichem hergestellt werden, um so die Aluminiumbleche untereinander zu verbinden.

Vor dem Stapeln kann zumindest eines der Aluminiumbleche gestanzt werden. Durch das Stanzen werden die Ausnehmungen gebildet, die den Kühlkanal bilden, der durch benachbarte Bleche oder Blechstücke abgeschlossen wird. Dieses Aluminiumblech kann im Rahmen des Stapelns zwischen zwei Aluminiumbleche oder gegebenenfalls zwischen einem Aluminiumbleche und dem Lotvermittlungsschicht (als Folie ausgebildet) eingefügt werden. Durch das Stapeln wird mittels der umgebenden Alumi-

Aluminiumbleche wird ein Kühlkanal ausgebildet. Durch das Stanzen werden die Ausnehmungen erzeugt, die zusammen mit den benachbarten Komponenten den mindestens einen Kühlkanal ausbilden. Im Rahmen des Stapelns kann ferner ein Turbulator (als eigenständiger Körper) in die Ausnehmung eingelegt und/oder dort befestigt werden. Hierbei kann zwischen dem Turbulator und dem angrenzenden Aluminiumblech Lötmasse eingebracht werden, so dass gegebenenfalls zusammen mit der Lötmasse zwischen den Aluminiumblechen und einem der Aluminiumbleche auch die Lötmasse zwischen dem Turbulator und dem angrenzenden Blech oder Blechstück aufgeschmolzen wird, um eine Lötmasse zu bilden. Dies kann kombiniert sein mit dem Aufschmelzen der Lötmasse zwischen der Lotvermittlungsschicht, sofern diese als Folie ausgebildet ist.

Im Rahmen des Verfahrens zur Herstellung einer Kühlvorrichtung werden die Aluminiumbleche zur Ausbildung eines Aluminiumkühlkörpers gestapelt. Von den gestapelten Aluminiumblechen weist mindestens eines Ausnehmungen zur Ausbildung eines Kühlkanals auf.

Es werden die gestapelten Aluminiumbleche (20, 22, 24) miteinander zur Ausbildung des Aluminiumkühlkörpers verbunden. Das Verbinden kann etwa mittels Herstellen einer kraftschlüssigen oder formschlüssigen Verbindung geschehen, etwa durch Herstellen einer Schraubverbindung oder einer durch das Einklemmen von Kanten der Aluminiumbleche mittels einer Klammer, oder durch Verlöten der Aluminiumbleche. Beim Herstellen einer kraftschlüssigen oder formschlüssigen Verbindung kann vorgesehen werden, dass Dichtmasse wie Silikon oder vorzugsweise elastische Dichtkörper zwischen die Aluminiumbleche zur fluiddichten Verbindung der Aluminiumbleche untereinander eingebracht wird bzw. werden. Die Dichtmasse bzw. die Dichtkörper begrenzen den Kühlkanal.

Das Herstellen einer Lötverbindung zwischen den Aluminiumblechen ist daher optional und kann allgemein als mechanisches

(und vorzugsweise fluiddichtes) Verbinden der gestapelten Aluminiumbleche angesehen werden.

5 Ferner wird die Lotvermittlungsschicht auf zumindest einem der Aluminiumbleche (24) angeordnet, das eine Außenseite des Aluminiumkühlkörpers (26) bildet. Dies kann ausgeführt werden durch unmittelbares stoffschlüssiges Aufbringen auf zumindest eines der Aluminiumbleche vor oder nach den Schritten des Stapelns und/oder des Verbindens. Alternativ kann das Anordnen (d.h. das Befestigen bzw. Aufbringen) der Lotvermittlungsschicht durch Auflöten ausgeführt werden. Hierbei kann sich Lötmasse zwischen der Lotvermittlungsschicht und dem Aluminiumblech befinden. Die Lötmasse, die sich zwischen der Lotvermittlungsschicht und dem Aluminiumblech befindet, wird 15 vorzugsweise durch das Erwärmen aufgeschmolzen. Dadurch wird eine Lotschicht zwischen der Lotvermittlungsschicht und dem Aluminiumkühlkörper ausgebildet.

20 Das Verbinden der gestapelten Aluminiumbleche kann umgesetzt werden durch Anbringen einer Schraubverbindung, die sich durch alle Aluminiumbleche erstreckt, oder durch Anbringen einer Klammer, die Kanten aller Aluminiumbleche umgreift. Alternativ kann gelötet werden, wobei die gestapelten Aluminiumbleche untereinander verbunden werden durch Aufbringen von 25 Lötmasse auf eine Verbindungsfläche von mindestens einem Aluminiumblech, vorzugsweise vor dem Schritt des Stapelns.

30 Dann kann die Lötmasse zum Ausbilden zumindest einer Lotschicht zwischen den Aluminiumblechen aufgeschmolzen werden, indem die Aluminiumbleche zusammen mit der Lötmasse erwärmt werden. Dadurch wird der Aluminiumkühlkörper als gestapelte Aluminiumblechstruktur erzeugt.

35 Die Lotvermittlungsschicht kann durch Auflöten angeordnet werden. Es kann sich Lötmasse zwischen der Lotvermittlungsschicht und dem Aluminiumblech befinden, etwa indem die Lötmasse auf das Aluminiumblech oder auf die Lotvermittlungsschicht (als Folie ausgebildet) aufgebracht wird (vor dem

Stapeln) und dann die Lotvermittlungsschicht auf das Aluminiumblech aufgelegt wird. Die Lötmasse befindet sich dann im Grünzustand und ist zwischen Lotvermittlungsschicht und Aluminiumblech positioniert. Die Lötmasse, die sich zwischen der Lotvermittlungsschicht und dem Aluminiumblech befindet, wird vorzugsweise in dem Schritt des Schmelzens derjenigen geschmolzen, die sich zwischen den Aluminiumblechen befindet. Durch Schmelzen der Lötmasse, die sich zwischen der Lotvermittlungsschicht und dem Aluminiumblech befindet, wird eine Lotschicht zwischen der Lotvermittlungsschicht und dem Aluminiumkühlkörper ausgebildet.

Es wird eine Lötmasse aus Hartlot verwendet, insbesondere ein Aluminiumlot mit Siliziumanteil. Die Lötmasse hat vorzugsweise einen Schmelzpunkt von mindestens 450 °C.

In einem nachfolgenden Schritt kann mittels Weichlöten eine Leiterplatte oder ein anderer Träger mit Kupferleitschicht (oder auch nur eine Kupferleitschicht selbst) auf die Lotvermittlungsschicht aufgelötet werden. Die Temperatur ist hierbei unter dem Schmelzpunkt der vorangehend genannten Lötmasse.

Es wird ferner eine Leistungsschaltung mit einer wie hier erwähnten Kühlvorrichtung mit Aluminiumkühlkörper (aus gestapelten Blechen) und Lotvermittlungsschicht beschrieben, die ferner eine Leiterplatte aufweist. Die Leiterplatte ist beidseitig mit einer Leiterschicht versehen, insbesondere mit einer Kupfer-Leiterschicht. Die Leiterschicht und somit auch die Leiterplatte sind über eine Lotschicht (vorzugsweise Weichlot) mit der Lotvermittlungsschicht verbunden, insbesondere mit der Befestigungsfläche, welche von der Lotvermittlungsschicht ausgebildet wird. Die Leistungsschaltung weist ferner mindestens einen Halbleiter oder ein anderes elektrisches oder elektronisches Bauteil auf, der bzw. das auf der Seite der Leiterplatte auf der Leiterplatte montiert ist, die der Lotvermittlungsschicht abgewandt ist (d.h. auf der entgegengesetzten Leiterschicht). Die Lotschicht zwischen Leiter-

platte und Befestigungsfläche bzw. zwischen Bauteil und Leiterplatte ist insbesondere aus Weichlot. Es kann Sn-basiertes Weichlot verwendet werden, vorzugsweise mit Ag-Zusatz, insbesondere Weichlot der Gruppe $\text{SnAg}_{3,5}$, alternativ mit den Abwandlungen $\text{SnAg}_{3\text{Cu}_{0,5}}$ und $\text{Sn}_{95,75}\text{Ag}_{3,5}\text{Cu}_{0,75}$.

Der Halbleiter kann ein Leistungshalbleiter in Form eines ungehäuten Halbleiters sein. Dieser ist mittels einer Weichlotschicht auf der Leiterplatte befestigt. Der Halbleiter (bzw. das Bauteil) kann im gleichen Schritt auf der Leiterplatte aufgelötet werden, in dem auch die Leiterplatte auf die Kühlvorrichtung (bzw. auf den Aluminiumkühlkörper bzw. auf die Befestigungsfläche / die Lotvermittlungsschicht) aufgelötet wird, indem die betreffende (Weich-)Lötmasse in einem Ofen (zusammen mit der Kühlvorrichtung, der Leiterplatte und dem Halbleiter/ dem Bauteil) erwärmt wird. In dem Ofen wird dabei eine Temperatur vorgesehen, die über dem Schmelzpunkt der Lötmasse zwischen Bauteil und Leiterplatte und der Lötmasse zwischen der Leiterplatte und dem Kühlkörper liegt, und die unter dem Schmelzpunkt der Lötmasse bzw. der Lotschichten liegt, die sich innerhalb der Kühlvorrichtung befinden.

Die Leistungsschaltung bildet insbesondere eine Elektromotor-Leistungsansteuerung eines Fahrzeugs, einen Spannungs- oder Strom-Leistungswandler in einem Fahrzeugbordnetz oder eine Wechselrichter- oder Gleichrichterschaltung. Die Leistungsschaltung ist vorzugsweise mehrphasig ausgelegt, insbesondere dreiphasig. Als Leistungsschaltung werden insbesondere Schaltungen bezeichnet, die eine Stromtragfähigkeit für Ströme von mindestens 50 A, 100 A, 200 A oder 500 A aufweisen.

Als Leiterplatte werden insbesondere "Direct Copper Bonded"-Leiterplatten verwendet, wobei auch gedruckte Leiterplatten mit Kupferkaschierung möglich sind. Zudem können als Leiterplatten Substrate verwendet werden, bei denen die Leerschicht zunächst als einzelnes Blech strukturiert wird, wobei sich etwa durch Stanzen einzelne Leiterbahnen bzw. die Verbindungsstruktur ergeben, und danach diese Verbindungsstruktur

tur mit dem Substrat verbunden wird, etwa durch Umspritzen der Verbindungsstruktur mit dem Material des (elektrisch isolierenden) Substrats.

5 Kurzbeschreibung der Zeichnung

Die Figur 1 zeigt eine Leistungsschaltung und einen der Leistungsschaltung zugehörigen Kühlkörper im Querschnitt

10 Detaillierte Beschreibung der Zeichnung

Figur 1 zeigt im Querschnitt eine Kühlvorrichtung 10, die mehrere, übereinander gestapelte Aluminiumbleche 20, 22, 24 umfasst. Die Aluminiumbleche (einschließlich zugehöriger Elemente wie Lotschichten, Zulauf, Ablauf, Turbulatoren, Befestigungselemente, ...) bilden einen Aluminiumkühlkörper. Die Aluminiumbleche sind bündig übereinander gestapelt. Das Aluminiumblech 22, welches zwischen den Aluminiumblechen 20 und 24 liegt, weist Ausnehmungen 50, 52 auf, die einen Kühlkanal ausbilden. Dieser Kühlkanal reicht bis zu einer Außenfläche des Kühlkörpers 10, insbesondere bis zu einer Kante, die etwa versetzt zur Zeichenebene liegt (und daher nicht dargestellt ist). Es können ein Zulauf bzw. ein Ablauf vorgesehen sein, die sich an den Enden des Kühlkanals befinden.

Die Aluminiumbleche 20 - 24 sind mittels Lotschichten 30 bzw. 32 miteinander verbunden, wobei zwischen zwei benachbarten Aluminiumblechen jeweils eine Lotschicht liegt. Die Lotschicht befindet sich insbesondere dort, wo die Aluminiumbleche auch aufeinander stoßen, wobei an den Ausnehmungen 50, 52 auch keine Lötmasse bzw. auch keine Lotschicht vorgesehen sein kann. Innerhalb der Ausnehmungen 50, 52 können sich Turbulatoren 40 befinden, die wie dargestellt aus gewelltem Blech ausgebildet sind. Diese sind über einzelne Lotschichtabschnitte 34 mit den angrenzenden Aluminiumblechen 20, 24 verbunden. Die Turbulatoren 50, 52 sind jedoch optional und können auch weggelassen werden. Die Ausnehmungen 50, 52 erstrecken sich durch die gesamte Dicke des zwischenliegenden

Aluminiumblechs 22 hindurch. Dadurch bilden die Ausnehmungen 50, 52 gleichermaßen jeweils einen Kühlkanal (oder Kühlkanalabschnitt eines gemeinsamen Kühlkanals), der von den Blechen 20, 24 abgeschlossen ist, zwischen denen das Blech 22 mit den
5 Ausnehmungen liegt.

An einer Außenseite der gestapelten Aluminiumbleche, insbesondere an einer Hauptoberfläche eines außenliegenden Aluminiumblechs 20, 24, welches von den Ausnehmungen 50, 52 abgewandt ist, befindet sich eine Lotvermittlungsschicht 90, welche über eine optionale Lotschicht 36 mit dem Aluminiumblech 24 verbunden ist. Die Lotschichten 30 - 34 und die optionale Lotschicht 36 sind Hartlotschichten und können in einem gemeinsamen Schmelzprozess innerhalb eines Ofens erzeugt werden. Wie erwähnt kann die Lotschicht 36 weggelassen werden, indem die Lotvermittlungsschicht 90 durch Abscheidungs- oder Beschichtungsverfahren hergestellt ist, etwa als galvanische Schicht oder als aufgedampfte Schicht. In diesem Fall grenzt die Lotvermittlungsschicht 90 direkt an das Aluminiumblech
10
15
20 (bzw. an den Aluminiumkühlkörper) an.

Die Lotvermittlungsschicht 90 bildet eine Befestigungsfläche 92, die den Aluminiumblechen 20 - 24 abgewandt ist. Diese Befestigungsfläche 92 wird gebildet von einer Oberseite der
25 Lotvermittlungsschicht 90 und insbesondere von einer mit einer Lotschicht 70 versehenen Oberfläche der Lotvermittlungsschicht 90. Die Lotschicht 70 ist insbesondere aus Weichlot und dient insbesondere der einfacheren weiteren Bestückung. Auf die Befestigungsfläche können zu kühlende elektronische oder elektrische Komponenten befestigt werden.
30

Die Figur 1 zeigt neben dem erfindungsgemäßen Kühlkörper 10 eine bestückte Leiterplatte 60, die sich auf der Befestigungsfläche 92 befindet. Somit zeigt die Figur 1 neben dem erfindungsgemäßen Kühlkörper 10 auch eine Leistungsschaltung, die den Kühlkörper 10 umfasst und die ferner die Leistungsschaltung ausbildet. Die Leiterplatte 60 ist eine beidseitig beschichtete Leiterplatte mit einer ersten Leiterschicht 62
35

und einer zweiten Leiterschicht 64. Die erste Leiterschicht 62 ist über die Weichlotschicht 70 mit der Lotvermittlungsschicht 70 verbunden, so dass die Leiterplatte 60 über die erste Leiterschicht 62 mit der Befestigungsfläche des Kühlkörpers 10 verbunden ist. Die entgegengesetzte, zweite Leiterschicht 62 dient zur Montage eines Halbleiters 80, der stellvertretend auch für andere elektrische oder elektronische Bauteile steht, insbesondere Leistungsbauteile.

10 Eine Lotschicht 72, die ebenso wie die Schicht 70 als Weichlotschicht ausgebildet ist, verbindet den Halbleiter 80 mit der zweiten Leiterschicht 64, die den Kühlkörper 10 abgewandt ist. Der Halbleiter 80 ist ein ungehäuster Halbleiter, etwa ein Transistor, insbesondere ein IGBT oder ein MOSFET. Der
15 Halbleiter 80 steht nur beispielhaft für eine Vielzahl von Bauteilen, die auf der Leiterplatte 60 montiert sein können.

Zur besseren Darstellung wurde in Figur 1 die Leiterplatte 60 schmaler als das Nickel-Blechstück dargestellt, wobei in weiteren Ausführungsformen die Leiterplatte seitlich über die
20 Lotschicht und auch über den Kühlkörper 10 hinausgehen kann. Hierbei sind insbesondere Leistungshalbleiter oder Leistungsbauteile, die abzuführende Wärme erzeugen, vorzugsweise über der Befestigungsfläche 92 angeordnet, so dass der Wärmeleitpfad für die abzuführende Wärme kurz bleibt.
25

Weiterhin kann der Kühlkörper 10 nicht nur einseitig eine Lotvermittlungsschicht 90 und somit eine Befestigungsfläche 92 aufweisen, sondern kann auch beidseitig mit Lotvermittlungsschichten versehen sein. Hierbei ist beispielhaft die
30 optionale Lotvermittlungsschicht 90' dargestellt, welche sich gegenüber der Lotvermittlungsschicht 90 auf entgegengesetzter Seite des Aluminiumkörpers (gebildet durch die Aluminiumschichten 20 - 24) befindet. Diese zweite Lotvermittlungsschicht 90' weist eine weitere Befestigungsfläche 92' auf, an
35 der Bauteile oder Leiterplatten befestigt werden können, um deren Wärme abzuführen. Die Lotvermittlungsschicht 90' ist wie die Lotvermittlungsschicht 90 mittels einer Hartlot-

schicht 36' mit dem Aluminiumkühlkörper (d.h. mit den Aluminiumblechen) verbunden. Dies ist allerdings nur eine Möglichkeit von vielen. Beispielsweise kann die Lotvermittlungsschicht 90' wie die Lotvermittlungsschicht 90 unmittelbar
5 stoffschlüssig mit dem Aluminiumkörper bzw. mit den Aluminiumblechen verbunden sein, etwa als aufgalvanisierte oder aufgedampfte Schicht.

Wie bereits bemerkt, wird der Aluminiumkühlkörper von den
10 Aluminiumblechen 20, 22 und 24 sowie den dazwischenliegenden Lotschichten 30 und 32 gebildet, ggf. inklusive der Turbulatoren 40.

Neben internen Kühlkanälen kann der Aluminiumkühlkörper auch
15 Kühlfinnen aufweisen, insbesondere an der Oberfläche des Aluminiumkühlkörpers, so dass alternativ oder zusätzlich Wärme über die Oberfläche des Kühlkörpers (und nicht nur über die Kühlkanäle) abgeführt werden kann.

Bezugszeichenliste

	10	Kühlvorrichtung
	20, 22, 24	Aluminiumbleche
5	26	Aluminiumkühlkörper
	30, 32, 36	Lotschichten, insbesondere Hartlotschichten
	34	Hartlotschichten zur Befestigung der Turbulatoren
	40	Turbulatoren
	50, 52	Ausnehmungen in Aluminiumblech bzw. in Aluminium-
10		kühlkörper 26
	60	Leiterplatte
	62, 64	Leiterschichten der Leiterplatte 60
	70, 72	Lotschichten, insbesondere Weichlotschichten
	80	Halbleiter, vorzugsweise ungehäust
15	90, 90`	Lotvermittlungsschicht
	92, 92`	Befestigungsfläche

Ansprüche

1. Kühlvorrichtung (10), die einen Aluminiumkühlkörper (26) und mindestens eine Lotvermittlungsschicht (90, 90') aufweist, welche mittels einer Lotschicht (36) mit dem Aluminiumkühlkörper (26) verbunden ist, wobei die Kühlvorrichtung (10) eine Befestigungsfläche (92, 92') zur Befestigung und zur Wärmeaufnahme aufweist, die von einer Seite der Lotvermittlungsschicht (90) ausgebildet wird, die dem Aluminiumkühlkörper (26) abgewandt ist und wobei der Aluminiumkühlkörper (26) aus mehreren übereinander gestapelten und miteinander verbundenen Aluminiumblechen (20, 22, 24) ausgebildet ist, wobei zumindest ein Aluminiumblech (22) Ausnehmungen (50) aufweist, die einen Kühlkanal bilden, der von zumindest einem der Aluminiumbleche (20, 24) abgedeckt ist.
2. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Aluminiumbleche mittels Lotschichten (30, 32) miteinander verbunden sind.
3. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Aluminiumbleche (20 - 24) gewalzte Aluminiumbleche sind, die mittels Hartlot verlötbar sind.
4. Kühlvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Lotvermittlungsschicht (90, 90') als Nickelschicht ausgebildet ist und einen Massenanteil von Nickel von mindestens 70%, 85% und vorzugsweise mindestens 95%, 98% oder 99% Nickel aufweist.
5. Kühlvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Lotvermittlungsschicht (90, 90') eine Dicke von nicht mehr als 150, 100 oder 50 µm aufweist.
6. Verfahren zur Herstellung einer Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend:

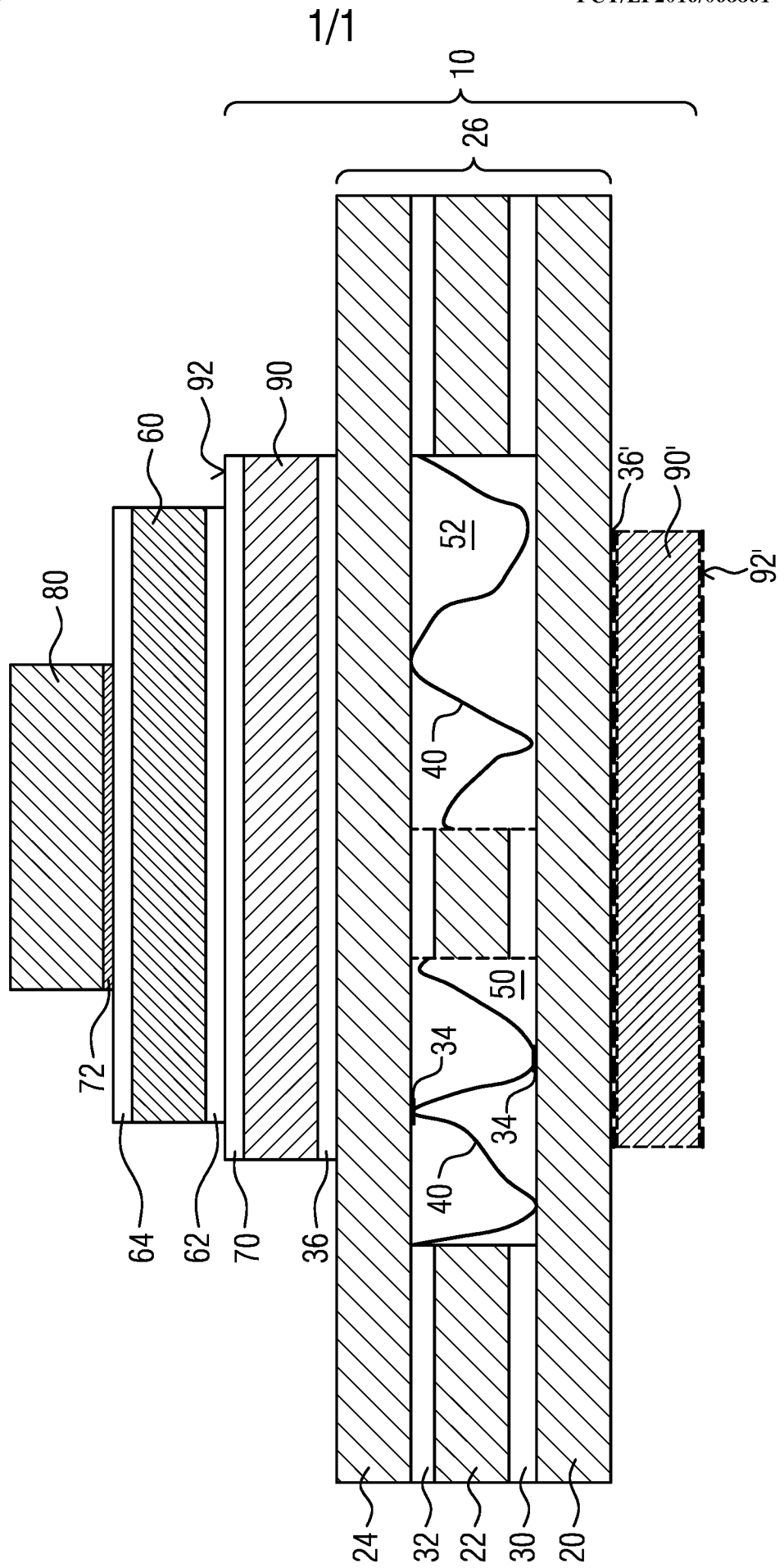
- Stapeln der Aluminiumbleche (20, 22, 24) zur Ausbildung eines Aluminiumkühlkörpers, von denen mindestens eines Ausnehmungen zu Ausbildung eines Kühlkanals aufweist;

5 - Verbinden der gestapelten Aluminiumbleche (20, 22, 24) miteinander zur Ausbildung des Aluminiumkühlkörpers und
- Anordnen der Lotvermittlungsschicht (90, 90') auf zumindest einem der Aluminiumbleche (24), das eine Außenseite des Aluminiumkühlkörpers (26) bildet, entweder
10 durch unmittelbares stoffschlüssiges Aufbringen auf zumindest eines der Aluminiumbleche vor oder nach den Schritten des Stapelns und des Verbindens, oder durch Auflöten, wobei sich Lötmasse zwischen der Lotvermittlungsschicht (90) und dem Aluminiumblech (24) befindet,
15 wobei die Lötmasse, die sich zwischen der Lotvermittlungsschicht (90) und dem Aluminiumblech (24) befindet, durch das Erwärmen geschmolzen wird, um eine Lotschicht (36) zwischen der Lotvermittlungsschicht (90, 90') und dem Aluminiumkühlkörper (26) auszubilden.

- 20
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Verbinden der gestapelten Aluminiumbleche (20, 22, 24) umfasst: Anbringen einer Schraubverbindung, die sich durch alle Aluminiumbleche erstreckt, oder einer Klammer, die Kanten aller Aluminiumbleche umgreift, oder wobei das Verbinden der gestapelten Aluminiumbleche (20, 22, 24) umfasst:
- 25 - Aufbringen von Lötmasse auf eine Verbindungsfläche von mindestens einem Aluminiumblech (20, 22, 24) vor dem Schritt des Stapelns; und
- 30 - Schmelzen der Lötmasse, um zumindest eine Lotschicht (30, 32) zwischen den Aluminiumblechen auszubilden, indem die Aluminiumbleche (20, 22, 24) zusammen mit der Lötmasse erwärmt werden, wodurch der Aluminiumkühlkörper (26) als gestapelte Aluminiumblechstruktur erzeugt wird,
35 wobei die Lotvermittlungsschicht (90, 90') durch Auflöten angeordnet wird, wobei sich Lötmasse zwischen der Lotvermittlungsschicht (90) und dem Aluminiumblech (24) befindet, und die Lötmasse, die sich zwischen der Lot-

- vermittlungsschicht (90) und dem Aluminiumblech (24) befindet, in dem Schritt des Schmelzens der Lötmasse zwischen den Aluminiumblechen geschmolzen wird, um eine Lotschicht (36) zwischen der Lotvermittlungsschicht (90, 90') und dem Aluminiumkühlkörper (26) auszubilden.
- 5
8. Verfahren nach Anspruch 6, wobei vor dem Stapeln zumindest eines der Aluminiumbleche (22) gestanzt wird, um durch das Stapeln mittels der umgebenden Aluminiumbleche (20, 24) einen Kühlkanal auszubilden.
- 10
9. Leistungsschaltung mit einem Kühlkörper (10) nach einem der Ansprüche 1-5, wobei die Leistungsschaltung ferner eine Leiterplatte (60) mit beidseitiger Leiterschicht (62, 64) aufweist, die über eine Lotschicht (70) mit der Lotvermittlungsschicht (90) verbunden ist, und wobei die Leistungsschaltung ferner mindestens einen Halbleiter (80) aufweist, der auf der Seite der Leiterplatte (60) auf der Leiterplatte (60) montiert ist, die der Lotvermittlungsschicht (90) abgewandt ist.
- 15
- 20
10. Leistungsschaltung nach Anspruch 9, wobei der Halbleiter (80) ein Leistungshalbleiter in Form eines ungehäuten Halbleiters ist, der mittels einer Weichlotschicht (62) auf der Leiterplatte befestigt ist.
- 25

FIG 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/068861

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L23/373 H01L23/473
ADD.

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)
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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P A,P	WO 2016/005065 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 14 January 2016 (2016-01-14) page 1, line 1 - line 26 page 10, line 9 - page 12, line 15 figure 1	1,2,4,6, 9,10 3,5,7,8
A	----- EP 1 696 526 A1 (HAMAMATSU PHOTONICS KK [JP]) 30 August 2006 (2006-08-30) paragraph [0007] - paragraph [0024] paragraph [0026] paragraph [0029] - paragraph [0050] figures 1,2	1-10
A	----- DE 10 2012 107570 A1 (CURAMIK ELECTRONICS GMBH [DE]) 20 February 2014 (2014-02-20) paragraph [0001] - paragraph [0007] paragraph [0032] - paragraph [0038] figures 1,2 -----	1-10



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 application or patent 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 October 2016

Date of mailing of the international search report

21/10/2016

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

Keller, Jan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/068861

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2016005065 A1	14-01-2016	DE 102014213490 A1 WO 2016005065 A1	14-01-2016 14-01-2016
EP 1696526 A1	30-08-2006	CN 1853321 A EP 1696526 A1 JP 4002234 B2 JP 2005183479 A US 2008279239 A1 WO 2005060057 A1	25-10-2006 30-08-2006 31-10-2007 07-07-2005 13-11-2008 30-06-2005
DE 102012107570 A1	20-02-2014	DE 102012107570 A1 TW 201424900 A WO 2014026675 A2	20-02-2014 01-07-2014 20-02-2014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L23/373 H01L23/473
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P A,P	WO 2016/005065 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 14. Januar 2016 (2016-01-14) Seite 1, Zeile 1 - Zeile 26 Seite 10, Zeile 9 - Seite 12, Zeile 15 Abbildung 1	1,2,4,6, 9,10 3,5,7,8
A	----- EP 1 696 526 A1 (HAMAMATSU PHOTONICS KK [JP]) 30. August 2006 (2006-08-30) Absatz [0007] - Absatz [0024] Absatz [0026] Absatz [0029] - Absatz [0050] Abbildungen 1,2	1-10
A	----- DE 10 2012 107570 A1 (CURAMIK ELECTRONICS GMBH [DE]) 20. Februar 2014 (2014-02-20) Absatz [0001] - Absatz [0007] Absatz [0032] - Absatz [0038] Abbildungen 1,2	1-10



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Oktober 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/10/2016

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

Keller, Jan

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/068861

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2016005065 A1	14-01-2016	DE 102014213490 A1	14-01-2016
		WO 2016005065 A1	14-01-2016

EP 1696526 A1	30-08-2006	CN 1853321 A	25-10-2006
		EP 1696526 A1	30-08-2006
		JP 4002234 B2	31-10-2007
		JP 2005183479 A	07-07-2005
		US 2008279239 A1	13-11-2008
		WO 2005060057 A1	30-06-2005

DE 102012107570 A1	20-02-2014	DE 102012107570 A1	20-02-2014
		TW 201424900 A	01-07-2014
		WO 2014026675 A2	20-02-2014
