

(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  
15. April 2021 (15.04.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2021/069450 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 23/367 (2006.01) H05K 1/02 (2006.01)  
H01L 23/373 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/078018

(22) Internationales Anmeldedatum:  
06. Oktober 2020 (06.10.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2019 215 523.5  
10. Oktober 2019 (10.10.2019) DE

(71) Anmelder: VITESCO TECHNOLOGIES GMBH  
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: QUEST-MATT, Christina; c/o Continental  
Automotive GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27, 81737 Mün-  
chen (DE). BAGUNG, Detlev; c/o Continental Automoti-  
ve GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27, 81737 München (DE).

**WOLF, Daniela**; c/o Continental Automotive GmbH, Tho-  
mas-Dehler-Str. 27, 81737 München (DE).

(74) Anwalt: WALDMANN, Alexander; c/o Vitesco Techno-  
logies GmbH, P.O. Box 12 02, 82019 Taufkirchen (DE).

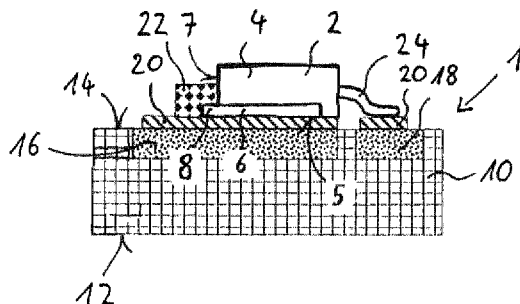
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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,

(54) Title: POWER SEMICONDUCTOR COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING A POWER SEMICONDUCTOR  
COMPONENT

(54) Bezeichnung: LEISTUNGSHALBLEITERBAUTEIL SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES  
LEISTUNGSHALBLEITERBAUTEILS

Fig. 1



(57) Abstract: A power semiconductor component (1), having: - at least one power semiconductor component part (2) provided inside a housing (4), a heat sink (6) being exposed by a surface a on a first surface (5) of the housing (4); - a wiring substrate (10) with a first main surface (12) and a second main surface (14), a heat extraction region (16) with increased thermal conductivity being provided on the second main surface (14) and said heat extraction region (16) having a face A on the second main surface (14); wherein  $a < A$  and the housing (4) comprising the power semiconductor component part (2) is provided on the second main surface (14) of the wiring substrate (10) such that all of the heat sink (6) lies in the heat extraction region (16) and is connected to the latter via a solder layer (20).

(57) Zusammenfassung: Leistungshalbleiterbauteil (1), aufweisend - mindestens ein innerhalb eines Gehäuses (4) angeordnetes Leistungs-  
halbleiterbauelement (2), wobei an einer ersten Oberfläche (5) des Ge-  
häuses (4) ein Kühlkörper (6) mit einer Fläche a freiliegt; - ein Ver-  
drahtungssubstrat (10) mit einer ersten Hauptoberfläche (12) und ei-  
ner zweiten Hauptoberfläche (14), wobei auf der zweiten Hauptober-  
fläche (14) eine Entwärmungsregion (16) mit erhöhter Wärmeleitfä-  
higkeit angeordnet ist, wobei die Entwärmungsregion (16) eine Fläche  
A auf der zweiten Hauptoberfläche (14) aufweist; wobei  $a < A$  gilt  
und das Gehäuse (4) mit dem Leistungshalbleiterbauelement (2) der-  
art auf der zweiten Hauptoberfläche (14) des Verdrahtungssubstrats  
(10) angeordnet ist, dass der Kühlkörper (6) vollständig auf der Ent-  
wärmungsregion (16) angeordnet und mit dieser über eine Lotschicht  
(20) verbunden ist.

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)

## Beschreibung

Leistungshalbleiterbauteil sowie Verfahren zur Herstellung eines Leistungshalbleiterbauteils

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Leistungshalbleiterbauteil mit einem innerhalb eines Gehäuses angeordneten Leistungshalbleiterbauelement sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Leistungshalbleiterbauteils.

- 10 Leistungshalbleiterbauelemente wie zum Beispiel MOSFETs werden in Gehäusen, typischerweise Kunststoffgehäusen, mit an der Gehäuseaußenseite freiliegenden Kühlflächen, beispielsweise aus Kupfer, angeordnet, wobei es eine Reihe unterschiedlicher Gehäusebauformen gibt, wie beispielsweise D2PAK, DPAK, TO220 etc. Die Bauelemente sind teilweise als oberflächenmontierbare
- 15 Bauelemente ausgebildet und teilweise als durchsteckmontierbare Bauelemente. Sie weisen typischerweise zumindest zwei Anschlusspins auf, die aus dem Kunststoffgehäuse herausgeführt sind und mit Anschlüssen eines Verdrahtungssubstrats verbindbar sind.
- 20 Da Leistungshalbleiterbauteile, die derartige Leistungshalbleiterbauelemente aufweisen, im Betrieb hohe Wärmemengen abgeben, stellt das effiziente Abführen dieser Wärme eine besondere Herausforderung dar. Typischerweise wird die Wärme über das Verdrahtungssubstrat abgeführt, auf dem das gehäuste Leistungshalbleiterbauelement angeordnet ist. Dieses kann dazu beispielsweise
- 25 thermische Bohrungen (Vias) aufweisen.

Bei manchen neueren Anwendungen, beispielsweise bei in Elektrofahrzeugen eingesetzten Ladegeräten, fallen sehr hohe Verlustleistungen an, sodass der Kühlung besondere Bedeutung zukommt. Teilweise ist bei derartigen

- 30 Anwendungen der Einsatz thermischer Bohrungen aufgrund elektrischer Isolationsverordnungen auch nicht möglich. Ein derartiges Bauteil ist beispielsweise aus der JP 2018-120 991 A bekannt.

Die JP 2014-229 804 A offenbart ein Leistungshalbleitermodul, bei dem ein Leistungshalbleiterbauelement mit seinem Kühlkörper auf einer Metallisierung des Verdrahtungssubstrats aufgelötet ist. Ein aus Metall ausgebildetes Gehäuseteil kontaktiert über eine Schicht aus wärmeleitendem Material die Metallisierung, so dass Wärme an das Gehäuse abgeführt werden kann.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Leistungshalbleiterbauteil anzugeben, das eine besonders wirksame Abfuhr von durch das Leistungshalbleiterbauelement abgegebener Wärme aufweist. Ferner soll ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Leistungshalbleiterbauteils angegeben werden.

Diese Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird ein Leistungshalbleiterbauteil angegeben, das mindestens ein innerhalb eines Gehäuses angeordnetes Leistungshalbleiterbauelement aufweist, wobei an einer ersten Oberfläche des Gehäuses ein Kühlkörper mit einer Fläche  $a$  freiliegt. Bei dem Gehäuse handelt es sich insbesondere um ein Kunststoffgehäuse. Der Kühlkörper ist insbesondere aus Metall ausgebildet. Das Gehäuse kann beispielsweise im Wesentlichen eine Quaderform aufweisen.

Das Leistungshalbleiterbauteil weist ferner ein Verdrahtungssubstrat mit einer ersten Hauptoberfläche und einer zweiten Hauptoberfläche auf, wobei auf der zweiten Hauptoberfläche eine Entwärmungsregion mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit angeordnet ist, wobei die Entwärmungsregion eine Fläche  $A$  auf der zweiten Hauptoberfläche aufweist. Bei dem Verdrahtungssubstrat kann es sich insbesondere um eine Leiterplatte, beispielsweise um ein PCB-Substrat, d.h. um eine gedruckte Leiterplatte, handeln. Die Entwärmungsregion kann insbesondere aus Kupfer oder einer Kupferlegierung ausgebildet sein. Beispielsweise ist die Entwärmungsregion von einem Teilstück einer Kupfer-Lage der Leiterplatte

gebildet, beispielsweise von einer an einer Hauptfläche der Leiterplatte angeordneten Kupferfläche der Kupfer-Lage.

Die Fläche  $a$  des Kühlkörpers ist kleiner als die Fläche  $A$  der Entwärmungsregion.

- 5 Insbesondere gilt  $a < 0,75 A$ , insbesondere  $a < 0,5$ , d.h.  $A$  kann mehr als doppelt so groß wie  $a$  sein.

Das Gehäuse mit dem Halbleiterbauelement ist derart auf der zweiten Hauptoberfläche des Verdrahtungssubstrats angeordnet, dass der Kühlkörper  
10 vollständig auf der Entwärmungsregion angeordnet und mit dieser über eine Lotschicht verbunden ist. Die Lotschicht ist bei einer vorteilhaften Ausgestaltung mit Vorteil in der Entwärmungsregion sowohl innerhalb einer in Form und Ausdehnung der ersten Oberfläche des aufzubringenden Gehäuses entsprechenden Montageregion als auch außerhalb angeordnet.

15

Demnach ragt die Entwärmungsregion auf dem Verdrahtungssubstrat seitlich über die Fläche des Kühlkörpers hinaus. Die Entwärmungsregion ist demnach größer als dies zum Aufbringen des Gehäuses mit dem Leistungshalbleiterbauelement und zur elektrischen und thermischen Anbindung notwendig wäre.

20

Das Leistungshalbleiterbauteil hat den Vorteil, dass durch die vergrößerte Entwärmungsregion die Masse an gut wärmeleitendem Material, insbesondere Kupfer, auf dem Verdrahtungssubstrat stark erhöht ist. Sie kann insbesondere mehr als verdoppelt werden. Auf diese Weise wird die Wärme nicht nur wirksam aus dem  
25 Leistungshalbleiterbauelement abgeführt, sondern es findet auch eine effektive Wärmespreizung statt, indem Wärme seitlich in alle Teile der Entwärmungsregion abgeführt und dort an die Umgebung abgegeben werden kann. Auf diese Weise erfolgt die Entwärmung des Leistungshalbleiterbauelements besonders wirksam.

30 Zusätzlich zur größeren Fläche kann auch die Dicke der Entwärmungsregion vergrößert werden. Typischerweise steht bei der Standardleiterplattentechnologie pro Lage maximal 70 Mikrometer Kupfer zur Verfügung, teilweise auch bis zu 105 Mikrometer oder bis zu 201 Mikrometer. Diese maximale Dicke kann für die

Entwärmungsregion voll ausgeschöpft werden, um die wärmeleitende Masse zu maximieren.

- 5 Darüber hinaus stellt die große Menge gut wärmeleitfähigen Materials der Entwärmungsregion einen Puffer dar, um kurzzeitige Leistungsspitzen des Leistungshalbleiterbauelements, die einen kurzzeitigen Temperaturanstieg bewirken, abzufangen.

- 10 Gemäß einer Ausführungsform ist das die Entwärmungsregion bildende Material, insbesondere Kupfer oder eine Kupferlegierung, in einer Matrix aus Kunststoffmaterial eingebettet und die Oberfläche der Entwärmungsregion dabei vorzugsweise koplanar zur übrigen Oberfläche des Verdrahtungssubstrats. Alternativ könnte die Entwärmungsregion auch auf einer Oberfläche des Verdrahtungssubstrats aufliegen.

- 15 Gemäß einer Ausführungsform liegt ein zusätzlicher Bereich des Kühlkörpers an einer Seitenfläche des Gehäuses frei und ist mit einer Entwärmungsmasse aus wärmeleitendem Material bedeckt.

- 20 Unter einer Seitenfläche des Gehäuses wird hier im Folgenden eine Außenfläche des Gehäuses verstanden, die senkrecht zu der ersten Oberfläche angeordnet ist. Eine derartige Seitenfläche ist im montierten Zustand nicht direkt mit dem Verdrahtungssubstrat in Kontakt. Durch das Aufbringen der zusätzlichen Entwärmungsmasse auf den zusätzlich freiliegenden Bereich des Kühlkörpers wird  
25 die Entwärmung noch weiter verbessert.

- Häufig liegt der Kühlkörper nicht nur an einer Seitenfläche frei, sondern er ragt sogar aus dem Gehäuse heraus und steht somit von der Seitenfläche vor. In diesem Fall kann der gesamte hervorragende Bereich mit der Entwärmungsmasse bedeckt  
30 sein.

Das die Entwärmungsmasse bildende Material kann insbesondere Lot oder Silberleitklebstoff sein. Bei diesen Materialien handelt es sich um in der

Halbleitertechnologie ohnehin verfügbare Materialien, die einfach zu handhaben sind, sich gut als Entwärmungsmasse aufbringen lassen und eine gute Wärmeleitfähigkeit aufweisen.

- 5    Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung des beschriebenen Leistungshalbleiterbauteils angegeben, wobei das Verfahren das Bereitstellen mindestens eines innerhalb eines Gehäuses angeordneten Leistungshalbleiterbauelements aufweist, wobei an einer ersten Oberfläche des Gehäuses ein Kühlkörper freiliegt, wobei der Kühlkörper eine Fläche  $a$  auf der  
10    ersten Oberfläche aufweist.

- Ferner umfasst das Verfahren das Bereitstellen eines Verdrahtungssubstrats mit einer ersten Hauptoberfläche und einer zweiten Hauptoberfläche, wobei auf der zweiten Hauptoberfläche eine Entwärmungsregion mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit  
15    angeordnet ist, wobei die Entwärmungsregion eine Fläche  $A$  auf der zweiten Hauptoberfläche aufweist, wobei  $a < A$  gilt.

- Das Verfahren umfasst ferner das Aufbringen von Lötstopplack in der Entwärmungsregion auf das Verdrahtungssubstrat, wobei der Lötstopplack eine  
20    Montageregion zur Aufnahme des Gehäuses mit dem Leistungshalbleiterbauelement begrenzt. Die Montageregion entspricht dabei in Form und Ausdehnung der ersten Oberfläche des aufzubringenden Gehäuses.

- Anschließend erfolgt das Aufbringen einer Lotschicht auf die Entwärmungsregion und das Auflöten des Gehäuses mit dem Leistungshalbleiterbauelement in der  
25    Montageregion. Die Lotschicht ist dabei zur Erhöhung der Menge gut wärmeleitfähigen Materials sowohl innerhalb als auch außerhalb der Montageregion und somit beiderseits der Begrenzung aus Lötstopplack aufgebracht, wobei Lot außerhalb der Montageregion lediglich der Wärmeabfuhr  
30    und Wärmespreizung dient, nicht der Fixierung des Gehäuses.

Weitere Bereiche aus Lötstopplack können in der Entwärmungsregion oder außerhalb dieser auf dem Verdrahtungssubstrat vorgesehen sein, wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist.

- 5 Die Lotschicht kann insbesondere auf die Entwärmungsregion aufgedruckt sein.

Die Lötstopplackschicht hat die Aufgabe, ein Verschwimmen des Gehäuses mit dem Leistungshalbleiterbauelement während des Auflötens zu verhindern. Die Lötstopplackschicht fixiert demnach das Gehäuse während des Auflötens.

10

Die Lotschicht weist im Wesentlichen dieselbe Ausdehnung auf wie die Entwärmungsregion. Sie kann etwas kleiner sein, um ein Verlaufen von Lot in Bereiche außerhalb der Entwärmungsregion zu verhindern. Die Lotschicht weist demnach aber eine Fläche B auf, die deutlich größer als a und annähernd so groß wie A ist.

15

Gemäß einem Aspekt der Erfindung weist ein Verfahren zur Herstellung des beschriebenen Leistungshalbleiterbauelements das Bereitstellen mindestens eines innerhalb eines Gehäuses angeordneten Leistungshalbleiterbauelements auf, wobei an einer ersten Oberfläche des Gehäuses ein Kühlkörper freiliegt, wobei der Kühlkörper eine Fläche a auf der ersten Oberfläche aufweist. Ferner umfasst das Verfahren das Bereitstellen eines Verdrahtungssubstrats mit einer ersten Hauptoberfläche und einer zweiten Hauptoberfläche, wobei auf der zweiten Hauptoberfläche eine Entwärmungsregion mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit angeordnet ist, wobei die Entwärmungsregion eine Fläche A auf der zweiten Hauptoberfläche aufweist, wobei  $a < A$  gilt.

20

25

Ferner umfasst das Verfahren das Aufbringen des Gehäuses mit dem Leistungshalbleiterbauelement mittels eines SMD-Klebstoffs in der Entwärmungsregion auf das Verdrahtungssubstrat und das Aufbringen einer Lotschicht in der Entwärmungsregion auf das Verdrahtungssubstrat.

30

Unter einem SMD-Klebstoff wird dabei ein Klebstoff verstanden, der zur Fixierung oberflächenmontierbarer Bauteile (surface mount devices) verwendet wird. Solche Klebstoffe, bei denen es sich beispielsweise um elektrisch leitfähige Klebstoffe auf Epoxidharzbasis handeln kann, sind dem Fachmann prinzipiell bekannt und werden daher an dieser Stelle nicht näher erläutert.

Dabei dient der SMD-Klebstoff zur Fixierung des Gehäuses mit dem Leistungshalbleiterbauelement während des anschließenden Auflötens des Gehäuses mit dem Leistungshalbleiterbauelement in der Montageregion.

Gemäß einer Ausführungsform wird nach dem Auflöten des Gehäuses mit dem Leistungshalbleiterbauelement ein zusätzlicher Bereich des Kühlkörpers, der an einer Seitenfläche des Gehäuses freiliegt, nach dem Aufbringen des Gehäuses auf das Verdrahtungssubstrat mit einer Entwärmungsmasse aus wärmeleitendem Material bedeckt.

Die Entwärmungsmasse kann dabei vor oder nach dem Auflöten des Gehäuses mit dem Leistungshalbleiterbauelement aufgebracht werden. Sie kann insbesondere aus Lotmaterial oder wärmeleitendem Klebstoff, beispielsweise Silberkleber, bestehen.

Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden anhand schematischer Zeichnungen beispielhaft beschrieben.

Figur 1 zeigt schematisch ein Leistungshalbleiterbauteil gemäß einer Ausführungsform der Erfindung im Querschnitt;

Figur 2 zeigt schematisch das Leistungshalbleiterbauteil gemäß Figur 1 in einer Draufsicht und

Figur 3 zeigt schematisch das Verdrahtungssubstrat für das Leistungshalbleiterbauteil gemäß den Figuren 1 und 2 vor dem

Aufbringen eines Gehäuses mit einem  
Leistungshalbleiterbauelement.

Das Leistungshalbleiterbauteil 1 gemäß Figur 1 weist ein  
5 Leistungshalbleiterbauelement 2 auf, von dem in Figur 1 lediglich ein  
Kunststoffgehäuse 4 gezeigt ist sowie aus dem Kunststoffgehäuse 4  
herausragende Anschlusspins 24 sowie ein an einer ersten Oberfläche 5 des  
Gehäuses 4 freiliegender Kühlkörper 6. Das Leistungshalbleiterbauelement 2 weist  
10 MOSFET, der mit dem Kühlkörper 6 thermisch und gegebenenfalls auch elektrisch  
verbunden ist. Über die Anschlusspins 24 und gegebenenfalls über den Kühlkörper  
6 wird das Leistungshalbleiterbauelement 2 kontaktiert.

Bei der gezeigten Ausführungsform handelt es sich um ein  
15 oberflächenmontierbares Leistungshalbleiterbauelement 2. Alternativ könnte es  
sich jedoch auch um ein durchsteckmontierbares Leistungshalbleiterbauelement  
handeln.

Das Leistungshalbleiterbauteil 1 weist ferner ein Verdrahtungssubstrat 10 auf, das  
20 in der gezeigten Ausführungsform als PCB-Substrat ausgebildet ist und eine erste  
Hauptoberfläche 12 und eine dieser gegenüber liegende zweite Hauptoberfläche 14  
aufweist. Das Verdrahtungssubstrat 10 weist im Wesentlichen eine Matrix aus  
Kunststoff auf, in die Kontaktanschlussflächen 18 für die Anschlusspins 24, nicht  
dargestellte Leiterbahnen sowie eine Entwärmungsregion 16 aus Kupfer  
25 eingebettet sind. Die Entwärmungsregion 16 liegt an einer zweiten Hauptoberfläche  
14 des Verdrahtungssubstrats 10 frei und ist zur Aufnahme des  
Leistungshalbleiterbauelements 2 vorgesehen.

Sowohl auf der Entwärmungsregion 16 als auch auf den Kontaktanschlussflächen 8  
30 ist eine Lotschicht 20 zur elektrischen und mechanischen Verbindung von  
Leistungshalbleiterbauelement 2 und Verdrahtungssubstrat 10 aufgebracht. Das  
Leistungshalbleiterbauelement 2, insbesondere der Kühlkörper 6, ist mit der  
Entwärmungsregion 16 über die Lotschicht 20 elektrisch und thermisch leitend

verbunden. Die Anschlusspins 24 sind mit den Kontaktanschlussflächen 18 über die Lotschicht 20 elektrisch und thermisch leitend verbunden.

An einer Seitenfläche 7 des Gehäuses 4 liegt ebenfalls ein Bereich 8 des Kühlkörpers 6 frei und ragt in der gezeigten Ausführungsform über das Gehäuse 4 hinaus. Dieser Bereich 8 ist von einer Entwärmungsmasse 22 aus Silberkleber bedeckt. Alternativ könnte auch Lotmaterial oder ein anderes gut wärmeleitendes Material als Entwärmungsmasse 22 eingesetzt werden.

Figur 2 zeigt das Leistungshalbleiterbauteil 1 in einer Draufsicht. In dieser Ansicht ist erkennbar, dass die Entwärmungsregion 16 und die Lotschicht 20 eine deutlich größere flächige Ausdehnung aufweisen als das Gehäuse 4 bzw. der in Figur 2 nicht sichtbare Kühlkörper 6. In der gezeigten Ausführungsform ist die Fläche A der Entwärmungsregion 16 mehr als doppelt so groß wie die an der ersten Oberfläche 5 des Gehäuses 4 freiliegende Fläche a des Kühlkörpers 6.

Wie in Figur 2 erkennbar ist, ragen somit die Entwärmungsregion 16 sowie die darauf angeordnete Lotschicht 20 seitlich erheblich über das Gehäuse 4 hinaus. In der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform ragen sie an allen Seiten über das Gehäuse 4 hinaus.

Das Kupfermaterial der Entwärmungsregion 16 sowie auch das Lotmaterial der Lotschicht 20 bilden zusammen mit der Entwärmungsmasse 22, die seitlich ebenfalls über den Bereich 8 des Kühlkörpers 6 hinausragt, eine erhöhte thermische Masse, die sowohl kurzzeitige Temperaturerhöhungen durch Leistungsspitzen abpuffern kann als auch wegen ihrer großen räumlichen Ausdehnung eine gute Wärmespreizung erzielen kann.

Figur 3 zeigt eine Draufsicht auf das Verdrahtungssubstrat 10 für das Leistungshalbleiterbauteil 2 vor dem Aufbringen des Gehäuses 4. Auf der Oberfläche der Entwärmungsregion 16 ist eine Montageregion 28 definiert, die in Form und Ausdehnung der ersten Oberfläche 5 des Gehäuses 4 entspricht und die zur Aufnahme des Gehäuses 4 vorgesehen ist.

Die Montageregion 28 wird in der in Figur 3 gezeigten Ausführungsform durch einen Lötstopplacksteg 26 begrenzt. Der Lötstopplacksteg 26 ist auf die Oberfläche der Entwärmungsregion 16 aufgetragen, bevor die Lotschicht 20 aufgebracht wurde.

- 5    Anschließend wird innerhalb und außerhalb des Lötstopplackstegs 26, also sowohl in der Montageregion 28 als auch außerhalb, die Lotschicht 20 aufgebracht, beispielsweise aufgedruckt. Der Lötstopplacksteg 26 verhindert das Verschwimmen des Gehäuses 4 auf dem flüssigen Lot während des Auflötens.
- 10    In der gezeigten Ausführungsform ist der Lötstopplacksteg 26 durchgehend ausgebildet. Er kann jedoch auch unterbrochen oder aus zahlreichen, voneinander beabstandeten Lötstopplackpunkten ausgebildet sein.

## Patentansprüche

1. Leistungshalbleiterbauteil (1), aufweisend
  - mindestens ein innerhalb eines Gehäuses (4) angeordnetes
- 5 Leistungshalbleiterbauelement (2), wobei an einer ersten Oberfläche (5) des Gehäuses (4) ein Kühlkörper (6) mit einer Fläche  $a$  freiliegt;
  - ein Verdrahtungssubstrat (10) mit einer ersten Hauptoberfläche (12) und einer zweiten Hauptoberfläche (14), wobei auf der zweiten Hauptoberfläche (14) eine Entwärmungsregion (16) mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit
- 10 angeordnet ist, wobei die Entwärmungsregion (16) eine Fläche  $A$  auf der zweiten Hauptoberfläche (14) aufweist;
  - wobei  $a < A$  gilt und das Gehäuse (4) mit dem Leistungshalbleiterbauelement (2) derart auf der zweiten Hauptoberfläche (14) des Verdrahtungssubstrats (10) angeordnet ist, dass der Kühlkörper (6) vollständig auf der
- 15 Entwärmungsregion (16) angeordnet und mit dieser über eine Lotschicht (20) verbunden ist.
2. Leistungshalbleiterbauteil (1) nach Anspruch 1,
  - wobei die Lotschicht (20) in der Entwärmungsregion (16) sowohl innerhalb
- 20 einer in Form und Ausdehnung der ersten Oberfläche des aufzubringenden Gehäuses (4) entsprechenden Montageregion (28) als auch außerhalb angeordnet ist
3. Leistungshalbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- 25 wobei die Entwärmungsregion (16) aus Kupfer oder einer Kupferlegierung ausgebildet ist.
4. Leistungshalbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- 30 wobei das die Entwärmungsregion (16) bildende Material in einer Matrix aus Kunststoffmaterial eingebettet ist.
5. Leistungshalbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das eine Leiterplattenanordnung ist, wobei es sich bei dem

Verdrahtungssubstrat (10) um eine gedruckte Leiterplatte handelt und die Entwärmungsregion (16) von einem Teilstück einer Kupfer-Lage der Leiterplatte gebildet ist.

- 5     6.     Leistungshableiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein zusätzlicher Bereich (8) des Kühlkörpers (6) an einer Seitenfläche (7) des Gehäuses (4) freiliegt und mit einer Entwärmungsmasse (16) aus wärmeleitendem Material bedeckt ist.
- 10    7.     Leistungshableiterbauteil (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das die Entwärmungsmasse (16) bildende Material Lot ist.
- 15    8.     Leistungshableiterbauteil (1) nach Anspruch 6, wobei das die Entwärmungsmasse (16) bildende Material Silberleitklebstoff ist.
- 20    9.     Verfahren zur Herstellung eines Leistungshalbleiterbauteils (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, das folgende Schritte aufweist:
- 25     - Bereitstellen mindestens eines innerhalb eines Gehäuses (4) angeordneten Leistungshalbleiterbauelements (2), wobei an einer ersten Oberfläche (5) des Gehäuses (4) ein Kühlkörper (6) freiliegt, wobei der Kühlkörper (6) eine Fläche  $a$  auf der ersten Oberfläche (5) aufweist;
- 30     - Bereitstellen eines Verdrahtungssubstrats (10) mit einer ersten Hauptoberfläche (12) und einer zweiten Hauptoberfläche (14), wobei auf der zweiten Hauptoberfläche (14) eine Entwärmungsregion (16) mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit angeordnet ist, wobei die Entwärmungsregion (16) eine Fläche  $A$  auf der zweiten Hauptoberfläche (14) aufweist, wobei  $a < A$  gilt, und wobei in der Entwärmungsregion (16) Lötstopplack aufgebracht ist, der eine Montageregion zur Aufnahme des Gehäuses (4) mit dem Leistungshalbleiterbauelement (2) begrenzt;
- Aufbringen einer Lotschicht (20) in der Entwärmungsregion (16) auf das Verdrahtungssubstrat (10),

- Auflöten des Gehäuses (4) mit dem Leistungshalbleiterbauelement (2) in der Montageregion.

10. Verfahren zur Herstellung eines Leistungshalbleiterbauteils (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, das folgende Schritte aufweist:

- Bereitstellen mindestens eines innerhalb eines Gehäuses (4) angeordnetes Leistungshalbleiterbauelements (2), wobei an einer ersten Oberfläche (5) des Gehäuses (4) ein Kühlkörper (6) freiliegt, wobei der Kühlkörper (6) eine Fläche  $a$  auf der ersten Oberfläche (5) aufweist;

- Bereitstellen eines Verdrahtungssubstrats (10) mit einer ersten Hauptoberfläche (12) und einer zweiten Hauptoberfläche (14), wobei auf der zweiten Hauptoberfläche (14) eine Entwärmungsregion (16) mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit angeordnet ist, wobei die Entwärmungsregion (16) eine Fläche  $A$  auf der zweiten Hauptoberfläche (14) aufweist, wobei  $a < A$  gilt;

- Aufbringen des Gehäuses (4) mit dem Leistungshalbleiterbauelement (2) mittels eines SMD-Klebstoffs in der Entwärmungsregion (16) auf das Verdrahtungssubstrat (10) und Aufbringen einer Lotschicht (20) in der Entwärmungsregion (16) auf das Verdrahtungssubstrat (10);

- Auflöten des Gehäuses (4) mit dem Leistungshalbleiterbauelement (2) in einer Montageregion.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,

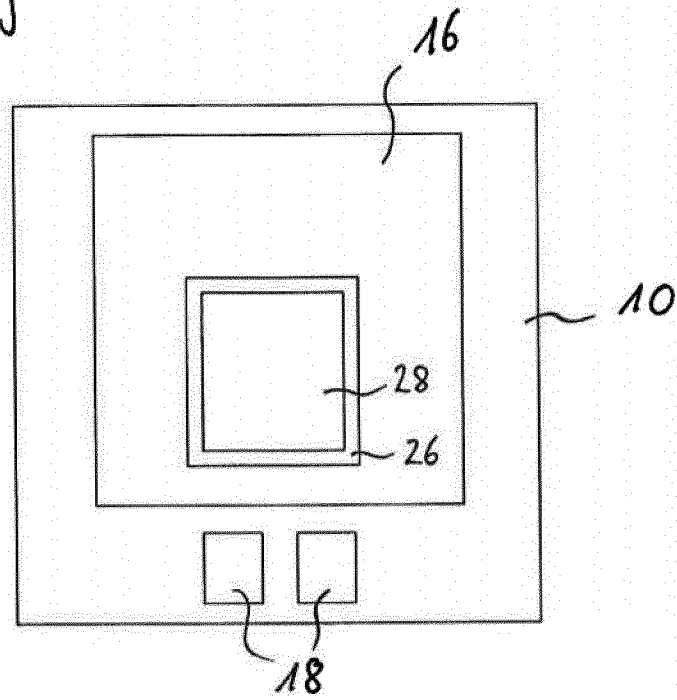
wobei nach dem Aufbringen des Gehäuses (4) mit dem

Leistungshalbleiterbauelement (2) ein zusätzlicher Bereich (8) des

Kühlkörpers (6), der an einer Seitenfläche (7) des Gehäuses (4) freiliegt, mit einer Entwärmungsmasse (22) aus wärmeleitendem Material bedeckt wird.



Fig. 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/078018

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01L 23/367**(2006.01)i; **H01L 23/373**(2006.01)i; **H05K 1/02**(2006.01)i

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; H05K

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                    | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 2014229804 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 08 December 2014 (2014-12-08)<br>paragraphs [0013] - [0021]; figure 1                | 1,2,4-11              |
| X         | DE 102016104813 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AMERICAS CORP [US]) 29 September 2016 (2016-09-29)<br>paragraphs [0035] - [0041]; figure 3B | 1,3,9,10              |
| A         | DE 102011085282 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE]) 03 May 2012 (2012-05-03)<br>paragraphs [0027] - [0040]; figure 1                   | 1-11                  |
| A         | US 9107290 B1 (CHEN DA-JUNG [SG]) 11 August 2015 (2015-08-11)<br>column 4, line 23 - column 8, line 19; figure 1A                     | 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 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

10 December 2020

Date of mailing of the international search report

21 December 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office  
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk  
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Franche, Vincent

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2020/078018**

| Patent document<br>cited in search report |              |    |                   | Publication date<br>(day/month/year) |              | Patent family member(s) | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|--------------|----|-------------------|--------------------------------------|--------------|-------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2014229804   | A  | 08 December 2014  | JP                                   | 6200693      | B2                      | 20 September 2017                    |
|                                           |              |    |                   | JP                                   | 2014229804   | A                       | 08 December 2014                     |
| DE                                        | 102016104813 | A1 | 29 September 2016 | CN                                   | 106024764    | A                       | 12 October 2016                      |
|                                           |              |    |                   | DE                                   | 102016104813 | A1                      | 29 September 2016                    |
|                                           |              |    |                   | US                                   | 2016286655   | A1                      | 29 September 2016                    |
|                                           |              |    |                   | US                                   | 2017148705   | A1                      | 25 May 2017                          |
| DE                                        | 102011085282 | A1 | 03 May 2012       | CN                                   | 102468295    | A                       | 23 May 2012                          |
|                                           |              |    |                   | DE                                   | 102011085282 | A1                      | 03 May 2012                          |
|                                           |              |    |                   | US                                   | 2012106086   | A1                      | 03 May 2012                          |
| US                                        | 9107290      | B1 | 11 August 2015    | CN                                   | 104900634    | A                       | 09 September 2015                    |
|                                           |              |    |                   | SG                                   | 10201400396W | A                       | 29 October 2015                      |
|                                           |              |    |                   | US                                   | 9107290      | B1                      | 11 August 2015                       |

| <b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b><br>INV. H01L23/367 H01L23/373 H05K1/02<br>ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                      |                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                      |                                                       |
| <b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b><br>Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)<br>H01L H05K                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                      |                                                       |
| 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)<br>EPO-Internal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                      |                                                       |
| <b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                      |                                                       |
| Kategorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                   | Betr. Anspruch Nr.                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | JP 2014 229804 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 8. Dezember 2014 (2014-12-08)<br>Absätze [0013] - [0021]; Abbildung 1<br>-----                     | 1,2,4-11                                              |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | DE 10 2016 104813 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AMERICAS CORP [US])<br>29. September 2016 (2016-09-29)<br>Absätze [0035] - [0041]; Abbildung 3B<br>----- | 1,3,9,10                                              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | DE 10 2011 085282 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE])<br>3. Mai 2012 (2012-05-03)<br>Absätze [0027] - [0040]; Abbildung 1<br>-----                    | 1-11                                                  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | US 9 107 290 B1 (CHEN DA-JUNG [SG])<br>11. August 2015 (2015-08-11)<br>Spalte 4, Zeile 23 - Spalte 8, Zeile 19;<br>Abbildung 1A<br>-----             | 1-11                                                  |
| <input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                      |                                                       |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>"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)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>"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<br>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>"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<br>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |                                                                                                                                                      |                                                       |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                      | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts   |
| 10. Dezember 2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                      | 21/12/2020                                            |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                      | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Franche, Vincent |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/078018

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| JP 2014229804 A                                    | 08-12-2014                    | JP 6200693 B2                     | 20-09-2017                    |
|                                                    |                               | JP 2014229804 A                   | 08-12-2014                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| DE 102016104813 A1                                 | 29-09-2016                    | CN 106024764 A                    | 12-10-2016                    |
|                                                    |                               | DE 102016104813 A1                | 29-09-2016                    |
|                                                    |                               | US 2016286655 A1                  | 29-09-2016                    |
|                                                    |                               | US 2017148705 A1                  | 25-05-2017                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| DE 102011085282 A1                                 | 03-05-2012                    | CN 102468295 A                    | 23-05-2012                    |
|                                                    |                               | DE 102011085282 A1                | 03-05-2012                    |
|                                                    |                               | US 2012106086 A1                  | 03-05-2012                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 9107290 B1                                      | 11-08-2015                    | CN 104900634 A                    | 09-09-2015                    |
|                                                    |                               | SG 10201400396W A                 | 29-10-2015                    |
|                                                    |                               | US 9107290 B1                     | 11-08-2015                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |