

(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  
30. August 2012 (30.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/113584 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*H01L 23/40* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/050114
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
4. Januar 2012 (04.01.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2011 004 541.4  
22. Februar 2011 (22.02.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **INFINEON TECHNOLOGIES BIPOLAR GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Max-Planck-Str. 5, 59581 Warstein (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **NÜBEL, Harald** [DE/DE]; Quarzweg 2, 59581 Warstein (DE). **KOCH, Christoph** [DE/DE]; Vellenken Kamp 1, 33154 Salzkotten (DE). **KRAUSE, Elmar** [DE/DE]; Planweg 43, 59581 Warstein (DE). **BARTHELMEB, Reiner** [DE/DE]; Sachsenpiegelweg 7, 59494 Soest (DE). **PIKORZ, Dirk** [DE/DE]; Ahornweg 3, 59581 Warstein (DE).
- (74) Anwalt: **LOHMANN, Bernard**; Bauer - Vorberg - Kayser, Patentanwälte, Goltsteinstr. 87, 50968 Köln (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: POWER SEMICONDUCTOR MODULE

(54) Bezeichnung : LEISTUNGSHALBLEITERMODUL

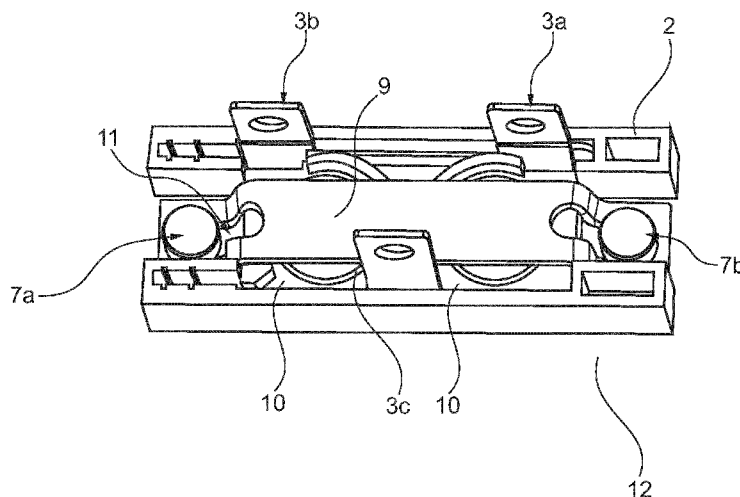


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a module (1) for at least one power semiconductor component (4) for mounting on a heat sink (12), having: at least one power semiconductor component (4); - contact means (3a, 3b, 3c, 3d) for making electrical contact with the at least one power semiconductor component (4); - prestressing means (9) which are designed to prestress the contact means (3a, 3b, 3c, 3d) against the power semiconductor component (4) for the purpose of making electrical contact and to prestress the power semiconductor component (4) against the heat sink (12) for the purpose of making thermal contact; - mounting means (7a, 7b) for mounting the prestressing means on the heat sink (12).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Modul (1) für wenigstens ein Leistungshalbleiterbauelement (4) zur Befestigung an einem Kühlkörper (12), aufweisend : - wenigstens ein Leistungshalbleiterbauelement (4); - Kontaktierungsmittel (3a, 3b, 3c, 3d), um das wenigstens eine Leistungshalbleiterbauelement

(4) elektrisch zu kontaktieren; - Vorspannmittel (9), die ausgelegt sind, die Kontaktierungsmittel (3a, 3b, 3c, 3d) gegen das Leistungshalbleiterbauelement (4) zur elektrischen Kontaktierung und das Leistungshalbleiterbauelement (4) gegen den Kühlkörper (12) zur thermischen Kontaktierung vorzuspannen; - Befestigungsmittel (7a, 7b) zur Befestigung der Vorspannmittel an dem Kühlkörper (12).



WO 2012/113584 A1

**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

## LEISTUNGSHALBLEITERMODUL

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Modul für ein Leistungshalbleiterbauelement zur Befestigung an einem Kühlkörper sowie eine Anordnung aus beidem. Das Gehäuse umfasst Mittel zur sogenannten Druckkontaktierung des Leistungshalbleiterbauelements. Im Hinblick auf die gerade in der Leistungshalbleiterelektronik auftretenden Probleme bei thermischen Wechsellasten wurden zur Kontaktierung hochspannungsfester und hochstromfester Bauelemente derartige Druckkontakte entwickelt. Beispiele für solche hochspannungsfesten Halbleiterbauelemente sind Hochvolt-Thyristoren, die die zentralen Bauelemente in Hochspannungsumrichtern zur Verteilung elektrischer Energie sind. Insbesondere für solche Anlagen gelten hohe Anforderungen an die Bauelemente-Zuverlässigkeit.

Die Leistungshalbleiterbauelemente oder dergleichen werden auf einem die elektronischen Bauelemente aufnehmenden Träger durch federvorgespannte Druckkontakte oder dergleichen kontaktiert. Dabei erfolgt auch die Herstellung und Aufrechterhaltung eines mechanischen und somit elektrischen Kontakts zwischen einem Kontaktbereich eines elektronischen Bauelements und einem den Strom führenden Kontakt im Wesentlichen durch die mechanisch aufgebrachtten Kräfte. Dies hat den Vorteil, dass durch eine entsprechende Einstellung der mechanischen Kräfte - zum Beispiel über Spannvorrichtungen oder über Federeinrichtungen - den thermischen Wechsellasten wegen der mit dieser mechanischen Fixierung verbundenen mechanischen Toleranzen ausreichend Rechnung getragen werden kann.

Das Halbleiterbauelement steht zur Vermeidung möglicher Schäden durch Überhitzen ferner in wärmeleitendem Kontakt mit einem Kühlkörper. Mittels des Kühlkörpers wird die Größe der wärmeabgebenden Fläche erhöht und damit der Wärmeübergang von dem Halbleiterbauelement auf das umgebende Medium, wie Luft, verbessert. Bei den bekannten Gehäusen ist eine metallische druckaufnehmende Platte vorhanden, die einerseits in thermischem Kontakt mit dem Halbleiterbauelement und andererseits mit dem Kühlkörper steht. Bei den vorhandenen Gehäusen dient die druckaufnehmende Platte, auch Druckplatte genannt, nicht nur dem Wärmeübergang zwischen dem Leistungshalbleiterbauelement und dem Kühlkörper sondern in erster Linie als Widerlager für die Druckkontaktierungsmit-

tel. Sie besteht beispielsweise aus Kupfer oder einer Kupferlegierung und wird zur Sicherstellung einer elektrischen Kontaktierung des Bauelements mit einem Anpressdruck von beispielsweise 10 bis 20 MPa beaufschlagt. Da die Wärme über und durch diese Platte abgeführt werden muss, beeinträchtigt deren Wärmeleitwiderstand prinzipiell die Wärmeabfuhr. Aber in der Praxis stellt sich zudem das Problem eines unzureichenden thermischen Kontakts zwischen dieser Platte und dem Kühlkörper. Zur Vermeidung von Verbiegungen aufgrund der Spannkkräfte und den somit anliegenden Biegemomenten ist die druckaufnehmende Platte beim Stand der Technik nämlich vergleichsweise starr ausgelegt, mit dem Nachteil, dass diese Platte nicht mal geringe Abweichungen von der vorgegebenen Form des Berührbereichs, wie Rauigkeiten oder durch die vorgenannten Verbiegungen entstehende Abweichungen, zwischen dem Kühlkörper und dieser Platte auszugleichen vermag. Somit besteht die Gefahr, dass der Wärmeübergang von dem Leistungshalbleiterbauelement auf den Kühlkörper beeinträchtigt ist. Aufgrund des thermischen Widerstands besteht die Gefahr der Zerstörung und Ausfalls des Leistungshalbleiterbauelements.

Vor diesem Hintergrund dieser Nachteile hat sich die vorliegende Erfindung die Aufgabe gestellt, ein Modul für einen Leistungshalbleiterbauelement zur Befestigung an einem Kühlkörper sowie eine betreffende Anordnung aus beidem bereitzustellen, mittels derer der Wärmeübergang zwischen Leistungshalbleiterbauelement und Kühlkörper verbessert oder sichergestellt wird und insbesondere beide preiswerter herzustellen sind. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Modul mit den Merkmalen nach Anspruch 1 gelöst. Weitere, besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung offenbaren die Unteransprüche. Eine gleichermaßen vorteilhafte Verwendung und ein Montageverfahren sind jeweils Gegenstand der nebengeordneten Ansprüche. Es ist darauf hinzuweisen, dass die in den Patentansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale in beliebiger, technisch sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden können und weitere Ausgestaltungen der Erfindung aufzeigen. Die Beschreibung charakterisiert und spezifiziert die Erfindung insbesondere im Zusammenhang mit den Figuren zusätzlich.

Der vorliegenden Erfindung betrifft ein Modul für wenigstens ein Leistungshalbleiterbauelement zur Befestigung an einem Kühlkörper, um so die Abwärme des Leistungshalbleiterbauelements über eine Koppelfläche in den Kühlkörper einzukoppeln. Hinsichtlich des Leistungshalbleiterbauelements und deren Anzahl

ist die Erfindung nicht beschränkt. Bevorzugt ist es ein siliziumgesteuerter Gleichrichter (SCR), Leistungsregler, Leistungstransistor, Bipolartransistor mit isoliertem Gate (IGBT), Metalloxidhalbleiter-Feldeffekttransistor (MOSFET), Leistungsgleichrichter, eine Diode, beispielsweise eine Schottky-Diode, ein J-FET, ein Thyristor, beispielsweise ein Gate-Turn-Off-Thyristor, ein Gate-Communicated-Thyristor, ein TRIAC, ein DIAC oder ein Fotothyristor ist. Bei mehreren Leistungshalbleiterbauelementen ist jede Kombination daraus erfindungsgemäß umfasst. Beispielsweise weist das wenigstens eine Leistungshalbleiterbauelement eine scheibenförmige Gestalt auf, wobei eine der flachen Hauptseiten dem Kühlkörper zugewandt sein soll. Die Leistungshalbleiterbauelemente sind beispielsweise als Halbbrücke, Vollbrücke oder Drehstrombrücke verschaltet.

Optional und bevorzugt ist ferner ein Gehäuse aus einem elektrisch isolierenden Material, beispielsweise einem nicht leitenden, hochspannungsfesten Kunststoff (z.B. Duroplast) vorgesehen, das eine Aufnahme, beispielsweise einen Durchbruch, für das wenigstens eine Leistungshalbleiterbauelement, aufweist. Der Durchbruch ist beispielsweise so ausgestaltet, dass er das Leistungshalbleiterbauelement im Querschnitt formschlüssig aufnimmt und sich senkrecht zur dem Kühlkörper zugewandten Berühr- bzw. Koppelfläche erstreckt. Das Gehäuse bzw. die Aufnahme dient beispielsweise zur Aufnahme eines nicht leitenden Füllstoffs, beispielsweise eines ursprünglich fließfähigen, aber aushärtbaren Füllstoffs, um das wenigstens eine Bauelement in dem Gehäuse „einzugießen“.

Erfindungsgemäß zwingend sind ferner Kontaktierungsmittel vorgesehen, um das wenigstens eine Leistungshalbleiterbauelement, das sich beispielsweise in der Aufnahme des optional vorhandenen Gehäuses befindet, elektrisch zu kontaktieren. Beispielsweise weisen die Kontaktierungsmittel wenigstens einen flächigen Kontaktbereich zur Berührkontaktierung des Bauelements auf und sind an ihrem anderen Ende entsprechend der gewünschten Verbindungstechnik, beispielsweise als männlicher Steckkontakt und/oder Schraubverbindung, ausgebildet.

Erfindungsgemäß sind ferner Vorspannmittel vorgesehen, die die Kontaktierungsmittel gegen das Leistungshalbleiterbauelement zur elektrischen Kontaktierung und das Leistungshalbleiterbauelement gegen den Kühlkörper zur thermischen Kontaktierung vorspannen. Beispielsweise sind die Kontaktierungsmittel

wenigstens teilweise zwischen dem Vorspannmittel und dem Leistungshalbleiterbauelement angeordnet.

Erfindungsgemäß sind ferner Befestigungsmittel zur Befestigung der Vorspannmittel an dem Kühlkörper vorgesehen. Diese können ganz oder teilweise separat ausgebildet sein und am Kühlkörper befestigt werden. Beispielsweise handelt es sich u.a. um eine Schraube, die in ein Schraubgewinde des Kühlkörpers einschraubbar ist. Gemäß einer weiteren Ausgestaltung sind die Befestigungsmittel am Kühlkörper ausgebildet; beispielsweise ist eine das Vorspannmittel aufnehmende Nut am Kühlkörper vorgesehen.

Erfindungsgemäß übernehmen die Vorspannmittel wenigstens sowohl die Funktion der elektrischen Druckkontaktierung als auch die der thermischen Kontaktierung zwischen dem Leistungshalbleiterbauelement und dem Kühlkörper, indem diese beispielsweise so angeordnet sind, dass nach der Montage das Leistungshalbleiterbauelement und die Kontaktierungsmittel zwischen dem Kühlkörper und dem Vorspannmittel eingespannt sind. Die Vorspannmittel dienen ferner der Lagerfixierung des Leistungshalbleiterbauelements und damit auch des Gehäuses, sofern dieses vorgesehen ist, an dem Kühlkörper. Dadurch, dass ein Widerlager für die Druckkontaktierung, beispielsweise die druckaufnehmende Platte, entfällt, können Komponenten eingespart werden, es wird eine kostengünstige Gesamtkonstruktion erreicht. Ferner kann die Strecke für den Wärmeübergang vom Leistungshalbleiterbauelement auf den Kühlkörper, beispielsweise durch Wegfall der druckaufnehmenden Platte, verkürzt werden. Der Aufbau wird vereinfacht und in der Herstellung preisgünstiger, und es wird Raum geschaffen, weitere elektrische Kontaktierungen des Leistungshalbleiterbauelements vorzusehen, beispielsweise ist eine Kontaktierung kühlkörperseitig, d.h. auf der dem Kühlkörper zugewandten Seite des Leistungshalbleiterbauelements, ermöglicht. Durch Wegfall des Widerlagers für die Vorspannmittel entfällt vorteilhaft die sich dadurch ergebende Begrenzung hinsichtlich der Größe und Form des Leistungshalbleiterbauelements. Ferner sind die Anforderungen an die mechanische Stabilität des Gehäuses geringer. Es bleiben die prinzipiellen Vorteile der erfindungsgemäß vorgesehenen Druckkontaktierung erhalten, nämlich dass auf eine Lotkontaktierung verzichtet werden kann, die den Nachteil hat, dass sie weniger thermisch stabil ist. Die Druckkontaktierung stellt ferner sicher, dass im Fehlerfall beim so-

genannten Durchlegieren des Leistungshalbleiterbauelements sich ein zu detektierender Kurzschluss ausbildet.

Bevorzugt umfasst das erfindungsgemäß vorzusehende Vorspannmittel einen das wenigstens eine Leistungshalbleiterbauelement übergreifenden Spannbügel. Der Spannbügel, beispielsweise aus Federstahl, sorgt für einen über die Berührfläche zwischen Leistungshalbleiterbauelement und Kühlkörper homogenen Anpressdruck. Dadurch wird der Wärmeübergang verbessert. Ferner kann der in der Regel metallische Spannbügel zur Wärmeabfuhr herangezogen werden.

Bei der erfindungsgemäßen Auslegung des Moduls kann vorteilhaft eine insbesondere starre druckaufnehmende Platte als Widerlager entfallen. Allenfalls ist erfindungsgemäß aber optional eine Zwischenplatte vorgesehen, deren Ausdehnung wenigstens den betreffenden Querschnitten des oder der Leistungshalbleiterbauelemente entspricht.

Bevorzugt umfasst das Gehäuse eine duktile, thermisch leitfähige Zwischenplatte zur Anordnung zwischen dem Leistungshalbleiterbauelement und dem Kühlkörper. Beispielsweise ist die Zwischenplatte aus Kupfer. Die duktile Zwischenplatte verbessert den Wärmeübergang zwischen Kühlkörper und Leistungshalbleiterbauelement, da sie aufgrund ihrer höheren Plastizität im Vergleich zum Kühlkörpermaterial bzw. Leistungshalbleiterbauelement Unebenheiten im Berührungsbereich auszugleichen vermag.

Bevorzugt umfassen die Befestigungsmittel wenigstens eine das Vorspannmittel durchgreifende Schraubverbindung. Bevorzugt ist mittels der Befestigungsmittel die Vorspannung einstellbar ist. Somit kann der Druck zur thermischen und elektrischen Kontaktierung bei der Montage des Gehäuses an den Kühlkörper durch die Befestigungsmittel, beispielsweise die Schraubverbindung, ein- und/oder nachgestellt werden.

Die Erfindung betrifft ferner eine Anordnung aus einem Modul in einer der zuvor beschriebenen vorteilhaften Ausgestaltungen und einem Kühlkörper, beispielsweise einem Rippenkühlkörper. Dieser besteht beispielsweise aus Aluminium.

Bevorzugt ist aufgrund der sich dadurch ergebenden besseren Wärmeübertragung zwischen dem Leistungshalbleiterbauelement und dem Kühlkörper eine

wärmeleitende, elektrische Isolierung vorgesehen. Alternativ ist das Leistungshalbleiterbauelement an den Kühlkörper unmittelbar angrenzend angeordnet.

Die Erfindung betrifft ferner die Verwendung des Moduls zum Schalten, Regeln und/oder Gleichrichten von elektrischem Strom, insbesondere von Strömen bis 800 A und Spannungen bis 3600 V.

Die Erfindung betrifft ferner ein Montageverfahren für ein Leistungshalbleitermodul mit Kühlkörper mit den Schritten: Optionales Bereitstellen eines Gehäuses für wenigstens ein Leistungshalbleiterbauelement; Bereitstellen eines Kühlkörpers; Bereitstellen wenigstens eines Leistungshalbleiterbauelements; Aufbringen des wenigstens eines Leistungshalbleiterbauelements auf den Kühlkörper; Bereitstellen von Kontaktierungsmitteln, um das wenigstens eine Leistungshalbleiterbauelement elektrisch zu kontaktieren; Anbringen und/oder Bereitstellen von Befestigungsmitteln an dem Kühlkörper; Befestigen der Vorspannmittel an dem Kühlkörper mittels der Befestigungsmittel, wobei die Vorspannmittel die Kontakte gegen das Leistungshalbleiterbauelement zur elektrischen Kontaktierung und das Leistungshalbleiterbauelement gegen den Kühlkörper zur thermischen Kontaktierung vorspannen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass mit der Montage des Vorspannmittels wenigstens sowohl die thermische als auch elektrische Kontaktierung vollzogen wird. Dadurch, dass ein Widerlager für die Vorspannmittel, beispielsweise am Gehäuse, entfällt, können Komponenten eingespart werden, es wird somit eine kostengünstige Gesamtkonstruktion erreicht, der Wärmeübergang auf den Kühlkörper kann durch Verkürzung der Strecke und/oder weniger Berührungskontakte vereinfacht werden und ist zuverlässiger. Der Aufbau wird vereinfacht, und es wird Raum geschaffen, weitere Kontaktierung des Leistungshalbleiterbauelements vorzusehen. Beispielsweise ist eine Kontaktierung kühlkörperseitig, d.h. auf der dem Kühlkörper zugewandten Seite des Leistungshalbleiterbauelements, ermöglicht. Durch Wegfall des Widerlagers für die Vorspannmittel entfällt die sich durch das Widerlager ergebende Begrenzung der Größe und Form des Leistungshalbleiterbauelements. Die erfindungsgemäß vorgesehene Druckkontaktierung hat den Vorteil, dass auf Lotkontaktierung verzichtet werden kann, die den Nachteil hat, dass sie weniger thermisch stabil ist. Die

Druckkontaktierung stellt ferner sicher, dass im Fehlerfall beim sogenannten Durchlegieren des Leistungshalbleiterbauelements sich ein zu detektierender Kurzschluss ausbildet.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den übrigen Ansprüchen sowie der folgenden Beschreibung von nicht einschränkend zu verstehenden Ausführungsbeispielen der Erfindung, die im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert werden. In diesen Zeichnungen zeigen schematisch:

Fig. 1 eine perspektivische Schnittansicht des erfindungsgemäßen Moduls 1 in einer bevorzugten Ausgestaltung;

Fig. 2 eine perspektivische Aufsicht auf eine Anordnung aus dem erfindungsgemäßen Modul aus Figur 1 und einem teildargestellten Kühlkörper 12.

Das erfindungsgemäße Modul 1 weist ein Gehäuse 2 aus einem elektrisch nichtleitenden Kunststoff auf. Das Gehäuse 2 weist zwei, in Figur 2 gut zu erkennende Durchbrüche 10 auf, in die jeweils ein, also insgesamt zwei Leistungshalbleiterbauelemente 4, deren im Betrieb entstehende Verlustwärme über einen Kühlkörper 12 abgeführt werden soll, eingesetzt sind. An die Kontaktierungsbereiche der Leistungshalbleiterbauelemente 4 angrenzend sind flache Kontakte 3d der Kontaktierungsmittel 3a, 3b, 3c angeordnet. Diese dienen der elektrischen Druckkontaktierung der am jeweiligen Leistungshalbleiterbauelement 4 vorgesehenen Kontaktierungsbereiche. Darüber ist jeweils eine elektrisch nicht leitende Isolierung 5a, 5b vorgesehen. Unterhalb, d.h. angrenzend an die dem Kühlkörper 12 zugewandte Oberfläche der Leistungshalbleiterbauelemente 4 ist jeweils eine elektrisch nicht leitende, aber thermisch leitende Isolierung 6a, 6b vorgesehen. Zwischen dieser Isolierung 6a, 6b und dem Kühlkörper 12, also als Abschluss des erfindungsgemäßen Moduls 1 zum Kühlkörper 12 hin, ist eine duktile Zwischenplatte 8 aus Kupfer vorgesehen, deren Ausdehnung wenigstens dementsprechenden Querschnitt der Leistungshalbleiterbauelemente 4 entspricht. Diese Zwischenplatte 8 dient dem Ausgleich von Oberflächenrauigkeiten und Unebenheiten im Kontaktbereich zum Kühlkörper 12 und kann optional entfallen. Die elektrische und thermische Druckkontaktierung wird über einen Spannbügel 9 aus Federstahl als Vorspannmittel erreicht, der die Kontaktierungsmittel 3a, 3b, 3c ge-

gen die Leistungshalbleiterbauelemente 4 und letztere gegen den Kühlkörper 12 vorspannt. Der Spannbügel 9 weist an seinen entgegengesetzten Enden jeweils einen Durchbruch 11 auf, durch die Schrauben 7a, 7b als Befestigungsmitteln eingesetzt sind, die mit nicht näher dargestellten Gewindebohrungen im Kühlkörper 12 zusammenwirken, um den Spannbügel 9 abzustützen.

## Patentansprüche

1. Modul (1) für wenigstens ein Leistungshalbleiterbauelement (4) zur Befestigung an einem Kühlkörper (12), aufweisend:
  - wenigstens ein Leistungshalbleiterbauelement (4);
  - Kontaktierungsmittel (3a, 3b, 3c, 3d), um das wenigstens eine Leistungshalbleiterbauelement (4) elektrisch zu kontaktieren;
  - Vorspannmittel (9), die ausgelegt sind, die Kontaktierungsmittel (3a, 3b, 3c, 3d) gegen das Leistungshalbleiterbauelement (4) zur elektrischen Kontaktierung und das Leistungshalbleiterbauelement (4) gegen den Kühlkörper (12) zur thermischen Kontaktierung vorzuspannen;
  - Befestigungsmittel (7a, 7b) zur Befestigung der Vorspannmittel an dem Kühlkörper (12).
2. Modul (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Befestigungsmittel an dem Kühlkörper (12) ausgebildet sind.
3. Modul (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend ein Gehäuse (2) mit einer Aufnahme (10) für das wenigstens eine Leistungshalbleiterbauelement (4).
4. Modul (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Vorspannmittel (9) einen das wenigstens eine Leistungshalbleiterbauelement (4) übergreifenden Spannbügel umfasst.
5. Modul (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend eine duktile, thermisch leitfähige Zwischenplatte (8) zur Anordnung zwischen dem Leistungshalbleiterbauelement (4) und dem Kühlkörper (12).
6. Modul (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Befestigungsmittel (7a, 7b) wenigstens eine das Vorspannmittel (9) durchgreifende Schraubverbindung umfassen.
7. Modul (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mittels der Befestigungsmittel (7a, 7b) die Vorspannung einstellbar ist.

8. Modul (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das wenigstens eine Leistungshalbleiterbauelement (4) ein siliziumgesteuerter Gleichrichter (SCR), Leistungsregler, Leistungstransistor, Bipolartransistor mit isoliertem Gate (IGBT), Metalloxidhalbleiter-Feldeffekttransistor (MOSFET), Leistungsgleichrichter, eine Diode, beispielsweise eine Schottky-Diode, ein J-FET, ein Thyristor, beispielsweise ein Gate-Turn-Off-Thyristor, ein Gate-Communicated-Thyristor, ein TRIAC, ein DIAC oder ein Fotothyristor ist oder die mehreren Leistungshalbleiterbauelemente Kombinationen daraus sind.
9. Anordnung aus einem Modul (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche und einem Kühlkörper (12).
10. Anordnung gemäß dem vorhergehenden Anspruch, wobei zwischen dem Leistungshalbleiterbauelement (4) und dem Kühlkörper (12) eine wärmeleitende, elektrische Isolierung (6a, 6b) vorgesehen ist oder das Leistungshalbleiterbauelement (4) an den Kühlkörper (12) unmittelbar angrenzend angeordnet ist.
11. Verwendung des Moduls nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zum Schalten, Regeln und/oder Gleichrichten von elektrischem Strom, insbesondere von Strömen bis 800 A und Spannungen bis 3600 V.
12. Montageverfahren für ein Leistungshalbleitermodul an einem Kühlkörper mit den Schritten: Optionales Bereitstellen eines Gehäuses für wenigstens ein Leistungshalbleiterbauelement; Bereitstellen eines Kühlkörpers; Bereitstellen wenigstens eines Leistungshalbleiterbauelements; Aufbringen des wenigstens eines Leistungshalbleiterbauelements auf den Kühlkörper; Bereitstellen von Kontaktierungsmitteln, um das wenigstens eine Leistungshalbleiterbauelement elektrisch zu kontaktieren; Anbringen und/oder Bereitstellen von Befestigungsmitteln an dem Kühlkörper; Befestigen der Vorspannmittel an dem Kühlkörper mittels der Befestigungsmittel, wobei die Vorspannmittel die Kontakte gegen das Leistungshalbleiterbauelement zur elektrischen Kontaktierung und das Leistungshalbleiterbauelement gegen den Kühlkörper zur thermischen Kontaktierung vorspannen.

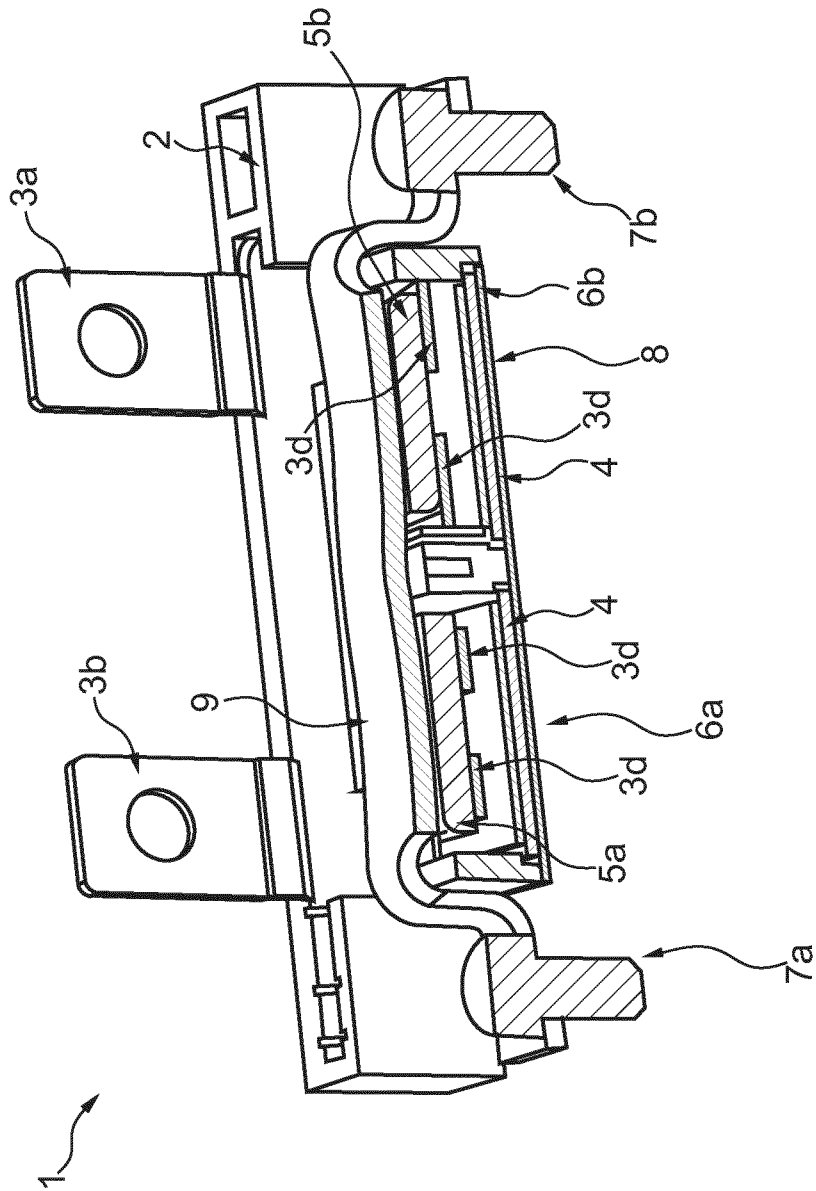


Fig. 1

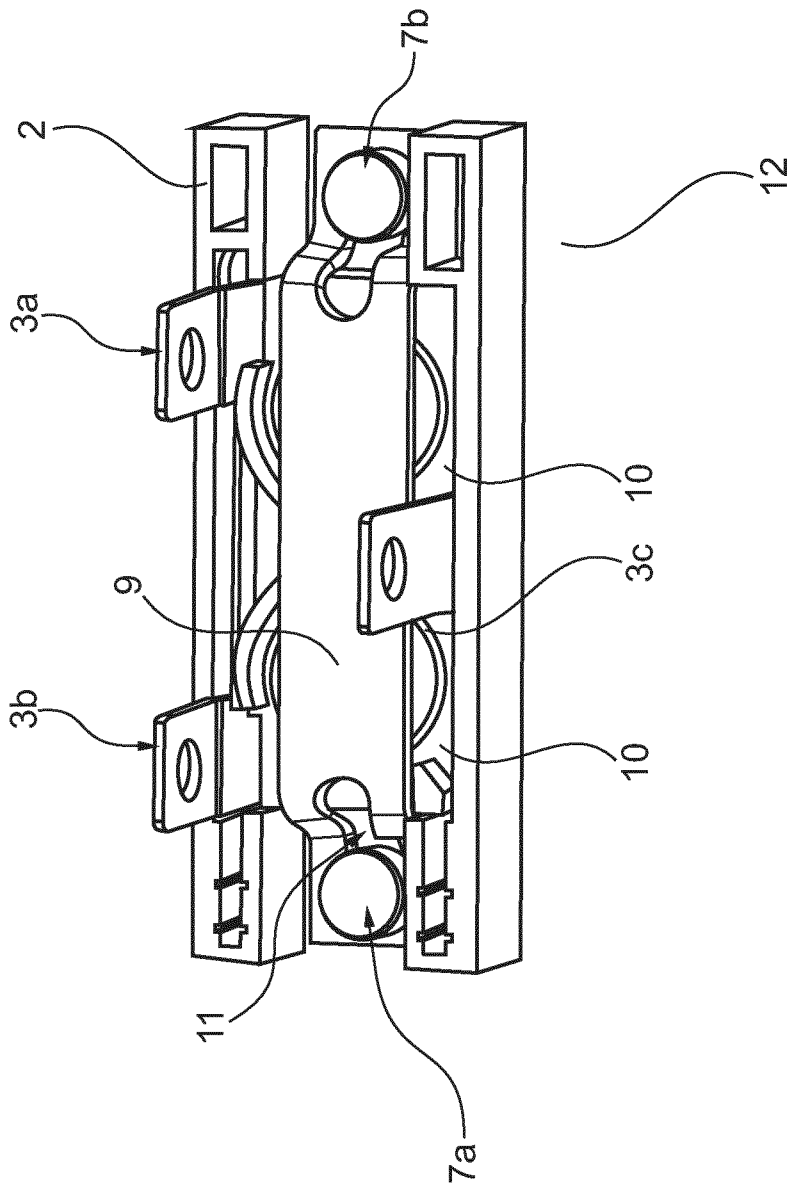


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/050114

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. H01L23/40  
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	EP 0 376 478 A2 (YORK INT CORP [US]) 4 July 1990 (1990-07-04)	1,3,5-12
Y	figures 6, 8 column 1, line 10 - line 14 column 7, line 1 - column 8, line 50 column 11, line 53 - column 12, line 8 -----	2,4
X	GB 1 260 657 A (WESTINGHOUSE BRAKE & SIGNAL [GB]) 19 January 1972 (1972-01-19)	1,2,6-9, 11,12
Y	figures 1-3 page 1, line 15 - line 22 page 2, line 10 - line 39 -----	3-5,10
X	GB 1 294 532 A (ASEA AB [SE]) 1 November 1972 (1972-11-01)	1,3-9,11
Y	figure 3 page 3, line 34 - line 74 -----	2,10,12
	-/--	

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  21 May 2012	Date of mailing of the international search report  29/05/2012
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  Hofer-Weissenfels, C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/050114

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	DD 123 250 A1 (CKD PRAHA, OBOROVY PODNIK, CS) 5 December 1976 (1976-12-05) figures page 2, column 1, line 3 - line 10 page 2, column 2, line 48 - page 3, column 2, line 10 -----	1,2,5-9, 11 3,4,10, 12
X Y	DE 32 38 326 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19 April 1984 (1984-04-19) figures page 3, line 30 - page 4, line 20 -----	1,3,6-9, 11 2,4,5, 10,12
X Y	DE 23 51 637 A1 (SIEMENS AG) 24 April 1975 (1975-04-24) figures page 3, paragraph 3 - page 5, paragraph 3 -----	1,3,6-9, 11,12 2,4,5,10
X Y	GB 1 052 862 A (SINCLAIR, W. D.) 30 December 1966 (1966-12-30) figures page 2, line 73 - line 106 -----	1,6-9, 11,12 2-5,10
A	WO 94/29901 A1 (MELCHER AG [CH]; BOSLI HANS LUDWIG [CH]) 22 December 1994 (1994-12-22) figures 1, 2 page 3, line 9 - line 15 -----	5,10
A	EP 1 536 467 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 1 June 2005 (2005-06-01) figures 3, 4 paragraph [0012] - paragraph [0013] -----	1,2,4-6
A	US 2009/168358 A1 (KOIKE TATSUO [JP] ET AL) 2 July 2009 (2009-07-02) paragraph [0034]; figure 4 -----	5,10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No  
PCT/EP2012/050114

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 0376478	A2	04-07-1990	AU 614888 B2	12-09-1991
			AU 4553389 A	05-07-1990
			DE 68923779 D1	14-09-1995
			DE 68923779 T2	22-02-1996
			EP 0376478 A2	04-07-1990
			JP 2828294 B2	25-11-1998
			JP 3001565 A	08-01-1991
			US 4965658 A	23-10-1990
GB 1260657	A	19-01-1972	GB 1260657 A	19-01-1972
			US 3624452 A	30-11-1971
GB 1294532	A	01-11-1972	CH 508983 A	15-06-1971
			DE 2013684 A1	04-02-1971
			FR 2039914 A5	15-01-1971
			GB 1294532 A	01-11-1972
			JP 49034026 B	11-09-1974
			SE 337263 B	02-08-1971
DD 123250	A1	05-12-1976	CS 183065 B1	31-05-1978
			DD 123250 A1	05-12-1976
DE 3238326	A1	19-04-1984	DE 3238326 A1	19-04-1984
			JP 59171478 A	27-09-1984
DE 2351637	A1	24-04-1975	DE 2351637 A1	24-04-1975
			JP 50068275 A	07-06-1975
GB 1052862	A	30-12-1966	DE 1275689 B	22-08-1968
			GB 1052862 A	21-05-2012
WO 9429901	A1	22-12-1994	DE 59406013 D1	25-06-1998
			EP 0654176 A1	24-05-1995
			US 5648889 A	15-07-1997
			WO 9429901 A1	22-12-1994
EP 1536467	A2	01-06-2005	EP 1536467 A2	01-06-2005
			JP 4387777 B2	24-12-2009
			JP 2005166715 A	23-06-2005
			US 2005117307 A1	02-06-2005
US 2009168358	A1	02-07-2009	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L23/40 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTER 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	EP 0 376 478 A2 (YORK INT CORP [US]) 4. Juli 1990 (1990-07-04)	1,3,5-12
Y	Abbildungen 6, 8 Spalte 1, Zeile 10 - Zeile 14 Spalte 7, Zeile 1 - Spalte 8, Zeile 50 Spalte 11, Zeile 53 - Spalte 12, Zeile 8 -----	2,4
X	GB 1 260 657 A (WESTINGHOUSE BRAKE & SIGNAL [GB]) 19. Januar 1972 (1972-01-19)	1,2,6-9, 11,12
Y	Abbildungen 1-3 Seite 1, Zeile 15 - Zeile 22 Seite 2, Zeile 10 - Zeile 39 -----	3-5,10
X	GB 1 294 532 A (ASEA AB [SE]) 1. November 1972 (1972-11-01)	1,3-9,11
Y	Abbildung 3 Seite 3, Zeile 34 - Zeile 74 -----	2,10,12
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
21. Mai 2012		29/05/2012
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  Hofer-Weissenfels, C

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DD 123 250 A1 (CKD PRAHA, OBOROVY PODNIK, CS) 5. Dezember 1976 (1976-12-05)	1,2,5-9, 11
Y	Abbildungen Seite 2, Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 10 Seite 2, Spalte 2, Zeile 48 - Seite 3, Spalte 2, Zeile 10	3,4,10, 12
X	DE 32 38 326 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19. April 1984 (1984-04-19)	1,3,6-9, 11
Y	Abbildungen Seite 3, Zeile 30 - Seite 4, Zeile 20	2,4,5, 10,12
X	DE 23 51 637 A1 (SIEMENS AG) 24. April 1975 (1975-04-24)	1,3,6-9, 11,12
Y	Abbildungen Seite 3, Absatz 3 - Seite 5, Absatz 3	2,4,5,10
X	GB 1 052 862 A (SINCLAIR, W. D.) 30. Dezember 1966 (1966-12-30)	1,6-9, 11,12
Y	Abbildungen Seite 2, Zeile 73 - Zeile 106	2-5,10
A	WO 94/29901 A1 (MELCHER AG [CH]; BOSLI HANS LUDWIG [CH]) 22. Dezember 1994 (1994-12-22) Abbildungen 1, 2 Seite 3, Zeile 9 - Zeile 15	5,10
A	EP 1 536 467 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 1. Juni 2005 (2005-06-01) Abbildungen 3, 4 Absatz [0012] - Absatz [0013]	1,2,4-6
A	US 2009/168358 A1 (KOIKE TATSUO [JP] ET AL) 2. Juli 2009 (2009-07-02) Absatz [0034]; Abbildung 4	5,10

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/050114

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0376478	A2	04-07-1990	AU 614888 B2 12-09-1991
			AU 4553389 A 05-07-1990
			DE 68923779 D1 14-09-1995
			DE 68923779 T2 22-02-1996
			EP 0376478 A2 04-07-1990
			JP 2828294 B2 25-11-1998
			JP 3001565 A 08-01-1991
			US 4965658 A 23-10-1990
-----			
GB 1260657	A	19-01-1972	GB 1260657 A 19-01-1972
			US 3624452 A 30-11-1971
-----			
GB 1294532	A	01-11-1972	CH 508983 A 15-06-1971
			DE 2013684 A1 04-02-1971
			FR 2039914 A5 15-01-1971
			GB 1294532 A 01-11-1972
			JP 49034026 B 11-09-1974
			SE 337263 B 02-08-1971
-----			
DD 123250	A1	05-12-1976	CS 183065 B1 31-05-1978
			DD 123250 A1 05-12-1976
-----			
DE 3238326	A1	19-04-1984	DE 3238326 A1 19-04-1984
			JP 59171478 A 27-09-1984
-----			
DE 2351637	A1	24-04-1975	DE 2351637 A1 24-04-1975
			JP 50068275 A 07-06-1975
-----			
GB 1052862	A	30-12-1966	DE 1275689 B 22-08-1968
			GB 1052862 A 21-05-2012
-----			
WO 9429901	A1	22-12-1994	DE 59406013 D1 25-06-1998
			EP 0654176 A1 24-05-1995
			US 5648889 A 15-07-1997
			WO 9429901 A1 22-12-1994
-----			
EP 1536467	A2	01-06-2005	EP 1536467 A2 01-06-2005
			JP 4387777 B2 24-12-2009
			JP 2005166715 A 23-06-2005
			US 2005117307 A1 02-06-2005
-----			
US 2009168358	A1	02-07-2009	KEINE
-----			