

(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
24. August 2017 (24.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/140579 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02M 7/00 (2006.01) *H05K 1/05* (2006.01)
H01L 25/07 (2006.01) *H05K 1/14* (2006.01)
H01L 25/11 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/052947

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Februar 2017 (10.02.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 202 509.0
18. Februar 2016 (18.02.2016) DE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: BLUM, Manuel; Putzbrunner-Str. 92, 85521
Ottobrunn (DE). GALEK, Marek; Obermühlstraße 82b,
82398 Polling (DE). POEBL, Monika; Weißenburger Str.
23, 81667 München (DE). SCHULZ, Martin; Joergstraße
14, 80689 München (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, 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, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

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

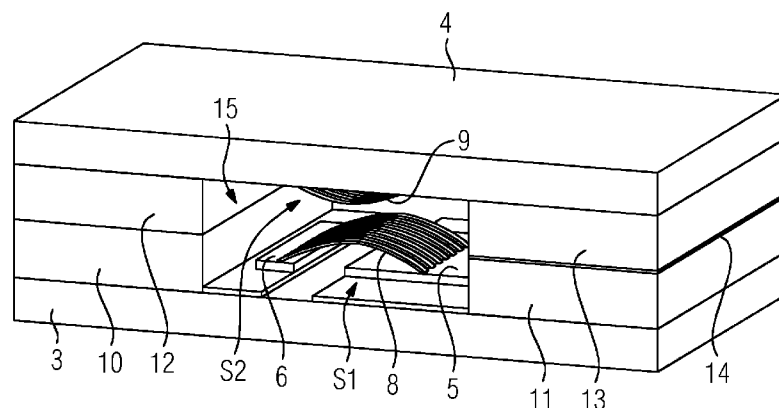
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: VERTICAL STRUCTURE OF A HALF-BRIDGE

(54) Bezeichnung : VERTIKALER AUFBAU EINER HALBBRÜCKE

FIG 4



(57) Abstract: A converter with high switching speed and improved heat dissipation is to be provided. To this end, the invention relates to a converter with a half-bridge comprising a first and a second switching element (S1, S2) and a first heat-conducting plate (3) as a carrier for the first switching element (S1). The converter also comprises a second heat-conducting plate (4) as a carrier for the second switching element (S2). The first heat-conducting plate (3) with first contacts (10, 11) for the first switching element (S1) is symmetrically arranged, relative to a plane of symmetry, in relation to the second heat-conducting plate (4) with second contacts (12, 13) for the second switching element (S2). The first heat-conducting plate (3) and the second heat-conducting plate (4) are both arranged parallel to the plane of symmetry.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/140579 A1



Es soll ein Stromrichter mit hoher Schaltgeschwindigkeit und verbesserter Entwärmung bereitgestellt werden. Dazu wird ein Stromrichter mit einer Halbbrücke, die ein erstes und ein zweites Schaltelement (S1, S2) aufweist, und einer ersten Wärmeleitungsplatte (3) als Träger des ersten Schaltelements (S1) vorgeschlagen. Der Stromrichter weist außerdem eine zweite Wärmeleitungsplatte (4) als Träger des zweiten Schaltelements (S2) auf. Die erste Wärmeleitungsplatte (3) mit ersten Kontakten (10, 11) für das erste Schaltelement (S1) ist symmetrisch bezüglich einer Symmetrieebene zu der zweiten Wärmeleitungsplatte (4) mit zweiten Kontakten (12, 13) für das zweite Schaltelement (S2) angeordnet. Die erste Wärmeleitungsplatte (3) und die zweite Wärmeleitungsplatte (4) sind jeweils parallel zu der Symmetrieebene angeordnet.

Beschreibung

Vertikaler Aufbau einer Halbbrücke

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Stromrichter mit einer Halbbrücke, die ein erstes und ein zweites Schaltelement aufweist, sowie mit einer Wärmeleitungsplatte als Träger des ersten Schaltelements.
- 10 Stromrichter dienen zum Wandeln eines eingespeisten Stroms in einen Ausgangsstroms, bei dem ein Parameter, wie die Spannung oder die Frequenz, geändert ist. Dementsprechend unterscheidet man verschiedene Arten von Stromrichtern, z.B. Gleichrichter, mit denen Wechselstrom in Gleichstrom gerichtet
- 15 wird, Wechselrichter, mit denen Gleichstrom in Wechselstrom gerichtet wird und Umrichter, mit denen ein Wechselstrom in einen anderen Wechselstrom mit geänderter Frequenz gerichtet wird. All diese Arten von Stromrichtern sind von der vorliegenden Erfindung betroffen. Auch hinsichtlich des Anwendungsbereichs ist die vorliegende Erfindung nicht auf einen Spannungsbereich beschränkt. So sind sowohl Niederspannungsanwendungen als auch Mittel- und Hochspannungsanwendungen denkbar. Auch hinsichtlich der Technologie der Leistungshalbleiter sind hier keine Einschränkungen gegeben.
- 25 Stromrichter sind in der Regel mit einer oder mehreren Halbbrücken aufgebaut. Eine solche Halbbrücke ist beispielsweise an einen Gleichspannungszwischenkreis gekoppelt. Dadurch lässt sich ein High-Side-Schalter als erstes Schaltelement
- 30 und ein Low-Side-Schalter als zweites Schaltelement definieren. Im Betrieb des Stromrichters werden der High-Side-Schalter und der Low-Side-Schalter typischerweise abwechselnd ein- und ausgeschaltet. Da die Zuleitungen zu den Schaltern beziehungsweise Leistungsschaltern Induktivitäten bilden, ergeben sich beim Umschalten der Schalter Spannungsspitzen, die
- 35 zu Verlusten, zu Störungen beziehungsweise zu Beschädigungen führen können. Bei den beim Umschalten beziehungsweise Kommutieren relevanten Induktivitäten spricht man von

Kommutierungsinduktivitäten beziehungsweise Kreisinduktivitäten.

Beim Aufbau von Schaltzellen beziehungsweise Schaltbrücken
5 ist es also wesentlich, eine niedrige Kommutierungsinduktivität zu erhalten. Gleichzeitig sollte eine effiziente Entwärmung der verlustbehafteten Bauelemente (Leistungsschalter) garantiert werden. Diese beiden Punkte sind bei herkömmlicher Aufbautechnik schwer zu vereinbaren. Für eine gute
10 Entwärmung werden große Flächen zur Wärmespreizung benötigt. Diese sorgen allerdings für erhöhte Kreisinduktivität.

Durch konventionelle, planare Aufbautechnik der Halbbrücken mussten bislang, um den Einfluss von Kreisinduktivitäten gering zu halten, in der Regel die Schaltgeschwindigkeiten gering gehalten werden, um die Spannungsspitzen gering zu halten. Geringe Schaltgeschwindigkeiten führen aber zu weiteren Verlusten. Ein hinsichtlich der Kreisinduktivität optimierter Aufbau führte meist zu einer ineffektiven Entwärmung, was
20 dann häufig in Kauf genommen wurde.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, einen Stromrichter bereitzustellen, bei dem sowohl hohe Schaltgeschwindigkeiten möglich sind als auch eine verbesserte Entwärmung.
25

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch einen Stromrichter mit

- einer Halbbrücke, die ein erstes und ein zweites Schaltelement aufweist, und
- einer ersten Wärmeleitungsplatte als Träger des ersten Schaltelements, sowie mit
- einer zweiten Wärmeleitungsplatte als Träger des zweiten Schaltelements, wobei
- 35 – die erste Wärmeleitungsplatte mit ersten Kontakten für das erste Schaltelement symmetrisch bezüglich einer Symmetrieebene zu der zweiten Wärmeleitungsplatte mit zweiten Kontakten für das zweite Schaltelement angeordnet ist und

- die erste Wärmeleitungsplatte und die zweite Wärmeleitungsplatte jeweils parallel zu der Symmetrieebene sind.

In vorteilhafter Weise ist also neben der ersten Wärmeleitungsplatte eine zweite Wärmeleitungsplatte für das zweite Schaltelement der Halbbrücke vorgesehen. Damit ist die Wärmeabfuhr praktisch verdoppelt. Dies liegt insbesondere auch daran, dass die Wärmeleitungsplatten als separate Bauteile gebildet sind. Im Hinblick auf eine reduzierte Kreisinduktivität beziehungsweise Kommutierungsinduktivität ist abweichend von einem reinen planaren Aufbau ein dreidimensionaler Aufbau vorgesehen. Dies bedeutet, dass die einzelnen Bauelemente nicht nur nebeneinander angeordnet sind, sondern auch übereinander. Konkret sind die beiden Wärmeleitungsplatten parallel zueinander und symmetrisch zu einer Symmetrieebene angeordnet, zu der sie ebenfalls parallel angeordnet sind. Nicht nur die beiden Wärmeleitungsplatten selbst, sondern auch die prinzipiellen Orte der darauf jeweils befindlichen Schaltelemente können somit in Bezug auf die Symmetrieebene symmetrisch zueinander angeordnet sein. Durch diese Symmetrie in vertikaler Richtung, d.h. senkrecht zu der Symmetrieebene, ergeben sich für die Zuleitungen vereinfachte Verhältnisse insbesondere im Hinblick auf deren Geometrie für eine möglichst geringe Induktivität. Durch den vertikalen Aufbau der Kommutierungszelle beziehungsweise der Halbbrücke lassen sich somit beide Ziele gemeinsam erreichen, nämlich eine verbesserte Entwärmung bei möglichst geringer Induktivität für hohe Schaltgeschwindigkeiten.

Vorzugsweise ist ein erster Lastabgangskontakt des ersten Schaltelements mit einem zweiten Lastabgangskontakt des zweiten Schaltelements unmittelbar elektrisch verbunden. Damit ergibt sich nicht nur ein einfacher elektrischer beziehungsweise mechanischer Aufbau, sondern auch eine äußerst kurze Verbindungsstrecke der beiden Lastabgangskontakte, was wiederum vorteilhaft ist in Bezug auf minimale Induktivität.

In einer Ausgestaltung ist ein Pluspol des ersten Schaltelements nur durch eine Isolierfolie von einem Minuspol des zweiten Schaltelements getrennt. Der Pluspol und der Minuspol stellen also elektrisch getrennte Kontakte dar, die mit der High-Side beziehungsweise der Low-Side des Zwischenkreises kontaktierbar sind. Der in Richtung senkrecht zu der Symmetrieebene übereinanderliegende Aufbau der beiden Kontakte (Minuspol und Pluspol) führt ebenfalls zu einer reduzierten Kreisinduktivität.

10

In einer konkreten Ausgestaltung kann ein Vierschichtaufbau der Halbbrücke gewählt sein. In einer ersten Schicht befindet sich die erste Wärmeleitungsplatte und in einer zweiten Schicht der erste Lastabgangskontakt, das erste Schaltelement und der Pluspol jeweils nebeneinander in einer zweiten Ebene parallel zur Symmetrieebene. In einer dritten Schicht befindet sich der zweite Lastabgangskontakt, das zweite Schaltelement und deren Minuspol, jeweils nebeneinander in einer dritten Ebene parallel zur Symmetrieebene. Die zweite Wärmeleitungsplatte befindet sich schließlich in einer vierten Schicht. Die vier Schichten befinden sich vorzugsweise in einer Richtung senkrecht zu der Symmetrieebene bündig unmittelbar übereinander. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Bauhöhe der zweiten und dritten Schicht durch die jeweiligen Kontakte (erster Lastabgangskontakt und Pluspol in der zweiten Schicht beziehungsweise zweiter Lastabgangskontakt und Minuspol in der dritten Schicht) bestimmt ist. Die beiden Schaltelemente sollte baulich weniger hoch gestaltet sein als die einzelnen Kontakte, sodass sich die Schaltelemente nicht berühren, und die Kontakte praktisch als Abstandshalter für die Wärmeleitungsplatten aber auch für die Schaltelemente genutzt werden. Da sich die Schaltelemente vorzugsweise in der Mitte zwischen den jeweiligen Kontakten befinden und die Kontakte höher als die Schaltelemente sind, ergibt sich zwischen den Schaltelementen ein Abstand beziehungsweise ein Raum.

35

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung besitzen das erste Schaltelement und das zweite Schaltelement in einer Richtung

senkrecht zu der Symmetrieebene einen vorgegebenen Abstand. Dieser Abstand kann im Hinblick auf die geforderte Isolation beziehungsweise den möglicherweise entstehenden Potentialunterschied vorgegeben sein. Dieser vorgegebene Abstand lässt
5 sich leicht durch die Bauhöhe der Kontakte der Schaltelemente einstellen.

Der Raum zwischen dem ersten und zweiten Schaltelement kann mit einer Moldmasse gefüllt sein. Bei dieser Moldmasse handelt
10 es sich vorzugsweise um einen isolierenden Kunststoff. Er erhöht nicht nur die Isolationsfestigkeit der Halbbrücke, sondern sorgt auch für einen Schutz der Schaltelemente gegen Einflüsse aus der Umgebung.

15 In einer weiteren Ausgestaltung des Stromrichters handelt es sich bei den beiden Wärmeleitungsplatten um IMS-Platten (Insulated Metallic Substrate). Derartige Standardplatten sorgen nicht nur für die notwendige elektrische Isolierung
20 darauf montierter Bauelemente, sondern auch für deren effiziente Entwärmung.

Entsprechend einer weiteren Ausgestaltung sind die beiden Lastabgangskontakte sowie der Pluspol und der Minuspol jeweils als Kupferschienen ausgebildet, die jeweils direkt auf
25 die jeweilige Wärmeleitungsplatte montiert sind. Die Kontakte als Kupferschienen besitzen damit die mehrfache Funktionalität als Abstandshalter, als gute elektrische Leiter und als gute thermische Leiter.

30 Bei den beiden Schaltelementen der Halbbrücke kann es sich um IGBTs handeln. Alternativ können aber auch beliebige andere Halbleiterschaltelemente verwendet werden. Von Vorteil ist allerdings, wenn sich der Leistungspfad des jeweiligen
35 Schaltelements linear erstreckt, sodass sich mit dem symmetrischen zweiten Schaltelement eine Optimierung hinsichtlich der Induktivität leicht realisieren lässt.

Die Halbbrücke kann über eine Sammelschiene an eine Kondensatorbank angeschlossen sein. Aufgrund der Symmetrie der Halbbrücke kann die Geometrie der Schaltschiene ebenfalls einfach gehalten werden.

5

Die folgende Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

10 FIG 1 einen prinzipiellen Schaltplan eines Stromrichters mit einer Halbbrücke;

FIG 2 einen Spannungsverlauf am Ausgang des Stromrichters von FIG 1;

15 FIG 3 den Verlauf eines Schaltsignals für eines der Schaltelemente des Stromrichters; und

FIG 4 den dreidimensionalen Aufbau einer Halbbrücke gemäß der vorliegenden Erfindung.

20

Die nachfolgend näher geschilderten Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar. Dabei ist zu beachten, dass die einzelnen Merkmale nicht nur in den geschilderten Merkmalskombinationen, sondern auch in Alleinstellung oder in anderen technisch sinnvollen Kombinationen realisiert werden können.

25

Ein Stromrichter besitzt exemplarisch den schematischen Aufbau von FIG 1. Kernstück ist eine Halbbrücke mit einem ersten Schaltelement S1 und einem zweiten Schaltelement S2. Die beiden Schaltelemente S1 und S2 sind jeweils durch eine Freilaufdiode D1 beziehungsweise D2 überbrückt. Der Schalter S1 ist über eine Leitung mit einer Leitungsinduktivität L1 an einen Mittenabgriff M angeschlossen. In gleicher Weise ist das zweite Schaltelement S2 mittels einer Leitung, die die Leitungsinduktivität L2 besitzt, an den Mittenabgriff M angeschlossen.

30

35

An die Halbbrücke ist beispielsweise ein Zwischenkreis angeschlossen, der hier durch einen Kondensator C symbolisiert ist. Speziell ist dieser Kondensator C an die beiden Kontakte der jeweiligen Schaltelemente S1 und S2 angeschlossen, die
5 von dem Mittenabgriff M abgewandt sind.

Von dem Mittenabgriff M führt eine Leitung mit einer Leitungsinduktivität L3 zum Ausgang des Stromrichters. Über diese Leitungsinduktivität L3 fließt ein Strom I. Als Spannung
10 an einer etwaigen Last am Ausgang ergibt sich der Spannungswert U_L .

Der Spannungsverlauf am Ausgang des Stromrichters ist in FIG 2 in einem Beispiel dargestellt. In der darunterliegenden
15 FIG 3 ist ein entsprechendes Schaltsignal U_S dargestellt. Zu einem Zeitpunkt t_0 wird eines der Schaltelemente S1 beziehungsweise S2 eingeschaltet und das andere ausgeschaltet. Durch die Leitungsinduktivitäten L1 bis L3 ergibt sich bei diesem Kommutieren eine Spannungsspitze 1. Diese liegt bei-
20 spielsweise über einem Grenzwert U_g und ist daher nicht tolerabel.

Zur Lösung dieser Problematik und außerdem zur verbesserten Entwärmung der Schaltelemente S1 und S2 wird abweichend von
25 der konventionellen, planaren Aufbautechnik eine dreidimensionale Aufbautechnik für eine Halbbrücke des Stromrichters vorgeschlagen. Ein Beispiel dafür ist in FIG 4 in perspektivischer Ansicht wiedergegeben.

30 Die in FIG 4 dargestellte beispielhafte Halbbrücke besitzt eine Symmetrieebene (die in der FIG nicht eingezeichnet ist), zu der sich eine erste Wärmeleitungsplatte 3 und eine zweite Wärmeleitungsplatte 4 parallel erstrecken. Die beiden Wärmeleitungsplatten 3 und 4 sind Träger der Schaltelemente S1 und
35 S2. Die beiden Schaltelemente S1 und S2 sind in dem Beispiel von FIG 4 an den zueinander gewandten Seiten der Wärmeleitungsplatten 3 und 4 angeordnet. Insofern ist der prinzipielle Ort der Schaltelemente auch symmetrisch zu der Symmetrie-

ebene, aber die tatsächliche Anordnung und Ausrichtung der Schaltelemente S1 und S2 muss nicht auf eine Ebene bezogen symmetrisch zueinander sein. Gegebenenfalls ist sie punktsymmetrisch.

5

Die Schaltungselemente S1 und S2 können als IGBTs ausgebildet sein, wie dies skizzenhaft in FIG 4 angedeutet ist. Demnach besitzt das Schaltelement S1 Drain 5 und Source 6. Darüber hinaus sind in der FIG 4 Bonddrähte 8 zwischen Drain 5 und
10 Source 6 angedeutet. Von dem zweiten Schaltelement S2 sind in der FIG Bonddrähte 9 zu erkennen.

Schaltelement S1 stellt beispielsweise einen High-Side-Schalter dar. Source 6 ist demnach ein Lastausgangskontakt 10
15 zugeordnet und Drain 5 ein Pluspolkontakt 11. Analog hierzu ist dem Drain des zweiten Schaltelements S2 ein Lastabgangskontakt 12 und der Source des zweiten Schaltelements S2 ein Minuspolkontakt 13 zugeordnet.

20 Die Kontakte 10, 11, 12 und 13 können als Kupferplättchen ausgebildet sein. Darüber hinaus kann ihre Größe jeweils untereinander gleich sein. Ihre Dicke in Richtung senkrecht zu der Symmetrieebene bestimmt den Abstand der beiden Wärmeleitungsplatten 3 und 4. Die beiden Lastabgangskontakte 10 und
25 12 sind unmittelbar aneinander montiert, z.B. aneinander geschraubt und außen sind unmittelbar angrenzend die Wärmeleitungsplatten 3 und 4 angefügt. Gegebenenfalls sind die beiden Lastabgangskontakte 10 und 12 als ein einteiliges Kontaktelement ausgebildet.

30 Der Pluspolkontakt 11 und der Minuspolkontakt 13 sind durch eine Isolationsschicht beziehungsweise Isolationsfolie, die in der Symmetrieebene liegt, voneinander elektrisch getrennt. Der Pluspolkontakt 11 ist unmittelbar auf die Wärmeleitungsplatte 3 aufgebracht und der Minuspolkontakt 13 unmittelbar
35 auf die Wärmeleitungsplatte 4.

Ein erster Kontaktblock, bestehend aus den beiden Lastabgangskontakten 10 und 12 und ein zweiter Kontaktblock, beste-

hend aus dem Pluspolkontakt 11, dem Minuspolkontakt 13 und der Isolierung 14 dazwischen, besitzen zu dem ersten Kontaktblock einen lateralen Abstand, durch den ein Raum 15 definiert wird, der außerdem durch die Wärmeleitungsplatten 3 und 4 begrenzt ist. In diesem beispielsweise quaderförmigen Raum befinden sich die Schaltelemente S1 und S2. Die Höhe dieses Raums 15 kann beispielsweise durch einen Mindestabstand der Bonddrähte 8 und 9 bei vorgegebener Geometrie der Bonddrähte bestimmt sein. Ein solcher Mindestabstand kann durch eine vordefinierte Durchschlagfestigkeit bedingt sein. Der Abstand zwischen den Schaltelementen S1 und S2 beziehungsweise deren Bonddrähten 8 und 9 lässt sich beispielsweise einfach durch die Höhe der Kupferplättchen, die für die Kontakte 10 bis 13 verwendet werden, einstellen. Die Dicke der Isolationsfolie 14 spielt dabei praktisch keine Rolle.

Der Raum 15 kann durch eine sogenannte „Moldmasse“ ausgegossen sein. Dabei handelt es sich vorzugsweise um einen Kunststoff, der eine verglichen mit Luft erhöhte Durchschlagfestigkeit besitzt. Die Moldmasse schützt damit die Schaltelemente S1 und S2 nicht nur vor Umwelteinflüssen, sondern auch in erhöhtem Masse vor Durchschlägen. Der Übersicht halber ist die Moldmasse in FIG 4 jedoch nicht eingezeichnet.

In einem konkreten Beispiel ergibt sich also für die Halbbrücke des Stromrichters beispielhaft der in FIG 4 dargestellte 4-Schicht-Aufbau, der beispielsweise eine Länge von wenigen Zentimetern besitzt. Die Schichten verlaufen jeweils parallel zu der Symmetrieebene und sind in der folgenden Reihenfolge unmittelbar übereinander angeordnet. Die erste Schicht bildet die erste Wärmeleitungsplatte 3. Sie bildet den Träger für die zweite Schicht, die aus dem ersten Lastabgangskontakt 10 und dem Pluspolkontakt 11 mit dazwischen angeordnetem ersten Schaltelement S1 gebildet ist. Die Höhe dieser zweiten Schicht wird durch die beiden Kontakte 10 und 11 bestimmt. Das erste Schaltelement S1 sollte etwas niedriger sein. Unmittelbar auf der zweiten Schicht befindet sich die dritte Schicht, bestehend aus dem zweiten Lastabgangskontakt 12 und

dem Minuspolkontakt 13 (die Isolationsschicht 14 wird hier wegen ihrer geringen Schichtdicke außer Acht gelassen) mit dazwischen eingefügtem zweitem Schaltelement S2. Über der dritten Schicht befindet sich unmittelbar die vierte Schicht, die durch die zweite Wärmeleitungsplatte 4 als Träger der dritten Schicht gebildet ist. Dabei sind die dritte und die vierte Schicht symmetrisch zu der ersten und zweiten Schicht gegebenfalls nur mit der Ausnahme der Orientierung der Schaltelemente S1 und S2.

10

Durch die Nutzung der dritten Dimension, d.h. der vertikal übereinander angeordneten Schaltelemente beziehungsweise Kommutationspartner der Halbbrücke, können sowohl die Entwärmung als auch die Größe der Kreisinduktivität optimiert werden, denn es kann eine zusätzliche Wärmeleitungsplatte eingesetzt werden und die Geometrie der Leitungen zu den Schaltelementen kann im Hinblick auf die resultierende Induktivität besser gestaltet werden. Somit ergeben sich beim Kommutieren reduzierte Spannungsspitzen 2 gemäß FIG. 2.

20

Für Hochstromanwendungen werden große Leiterquerschnitte für die Kontakte 10 bis 13 benötigt. In diesem Fall können geeignete Kupferschienen eingesetzt werden, die vorzugsweise auf IMS-Leiterplatten, die die Wärmeleitungsplatten bilden, aufgebracht beziehungsweise aufgelötet werden.

25

Der Pluspolkontakt 11 und der Minuspolkontakt 13 mit dazwischenliegender Isolierung 14 können als Sammelschiene realisiert sein, an die niederinduktiv eine Kondensatorbank angeschlossen werden kann. So kann beispielsweise eine 4x5-Matrix von Kondensatoren als Zwischenkreiskapazität an die Halbbrücke angeschlossen werden.

30

Die zur Entwärmung eingesetzte Wärmeleitungsplatte für jedes Schaltelement kann individuell für das Schaltelement optimiert werden. In diesem Fall bezieht sich die Symmetrie nur noch auf die prinzipielle Anordnung der Schaltelemente und

35

Wärmeleitungsplatten, nicht aber auf die exakte Geometrie der Wärmeleitungsplatten untereinander.

Patentansprüche

1. Stromrichter mit
- einer Halbbrücke, die ein erstes und ein zweites Schaltelement (S1, S2) aufweist, und
- 5
- einer ersten Wärmeleitungsplatte (3) als Träger des ersten Schaltelements (S2),
- gekennzeichnet durch
- eine zweite Wärmeleitungsplatte (4) als Träger des zweiten
- 10
- die erste Wärmeleitungsplatte (3) mit ersten Kontakten (10, 11) für das erste Schaltelement (S1) symmetrisch bezüglich einer Symmetrieebene zu der zweiten Wärmeleitungsplatte (4) mit zweiten Kontakten (12, 13) für das zweite
- 15
- die erste Wärmeleitungsplatte (3) und die zweite Wärmeleitungsplatte (4) jeweils parallel zu der Symmetrieebene sind.
- 20
2. Stromrichter nach Anspruch 1, wobei ein erster Lastabgangskontakt (10) für das erste Schaltelement (S1) mit einem zweiten Lastabgangskontakt (12) für das zweite Schaltelement (S2) unmittelbar elektrisch verbunden ist.
- 25
3. Stromrichter nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein Pluspolkontakt (11) für das erste Schaltelement (S1) nur durch eine Isolierfolie (14) von einem Minuspolekontakt (13) für das zweite Schaltelement (S2) getrennt ist.
- 30
4. Stromrichter nach sämtlichen der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Halbbrücke folgenden Schichtaufbau besitzt:
- erste Schicht: erste Wärmeleitungsplatte (3),
 - zweite Schicht: erster Lastabgangskontakt (10), erstes Schaltelement (S1) und Pluspolkontakt (11), jeweils nebeneinander im Wesentlichen in einer zweiten Ebene parallel
- 35
- dritte Schicht: zweiter Lastabgangskontakt (12), zweites Schaltelement (S2) und Minuspolekontakt (13), jeweils ne-

beneinander im Wesentlichen in einer dritten Ebene parallel zur Symmetrieebene und

- vierte Schicht: zweite Wärmeleitungsplatte (4).

- 5 5. Stromrichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste Schaltelement (S1) und das zweite Schaltelement (S2) in einer Richtung senkrecht zu der Symmetrieebene einen vorgegebenen Abstand besitzen.
- 10 6. Stromrichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Raum zwischen dem ersten und dem zweiten Schaltelement (S1, S2) mit einer Moldmasse gefüllt ist.
7. Stromrichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei es sich bei den beiden Wärmeleitungsplatten (3,4) um IMS-Platten handelt.
- 15 8. Stromrichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit Rückbezug auf Anspruch 2 und 3, wobei die beiden Lastabgangskontakte (10,12), der Pluspolkontakt (11) und der Minuspolkontakt (13) jeweils als Kupferschienen ausgebildet sind, die jeweils direkt auf die jeweilige Wärmeleitungsplatte (3,4) montiert sind.
- 20 9. Stromrichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei es sich bei den beiden Schaltelementen (S1, S2) um IGBTs handelt.
10. Stromrichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Halbbrücke über eine Sammelschiene an eine Kondensatorbank angeschlossen ist.
- 30

FIG 1

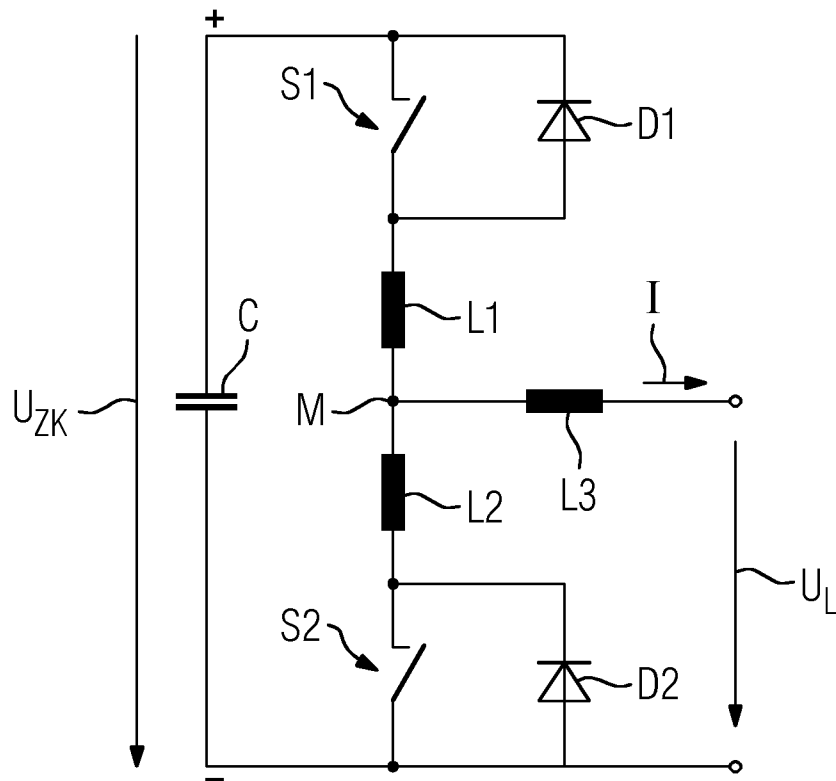


FIG 2

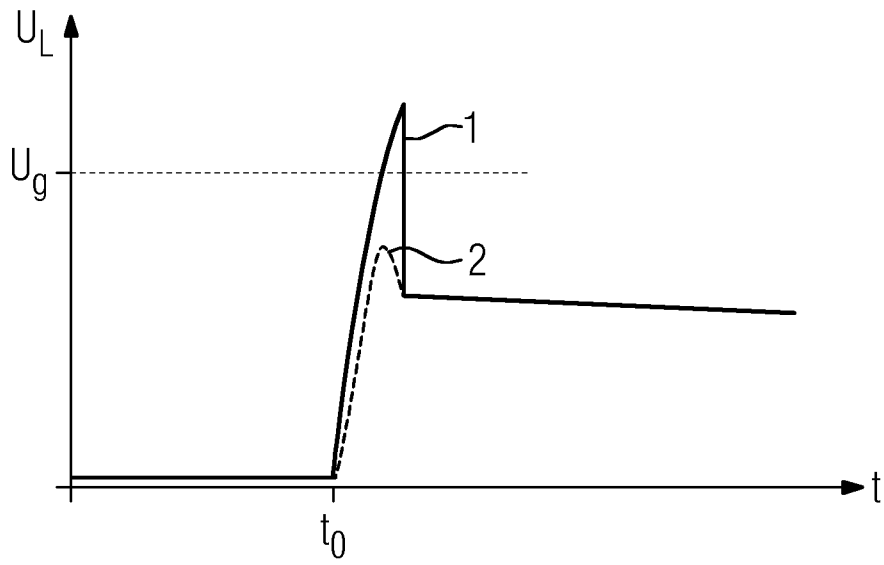


FIG 3

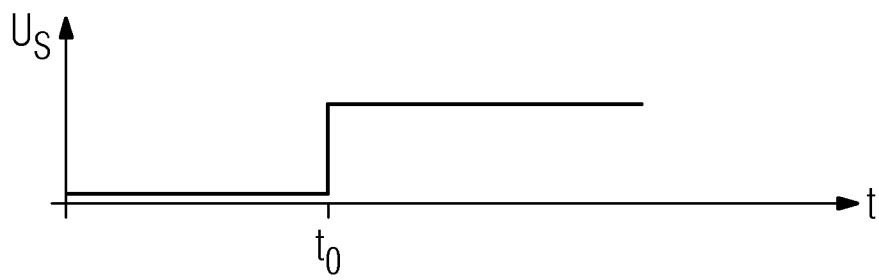
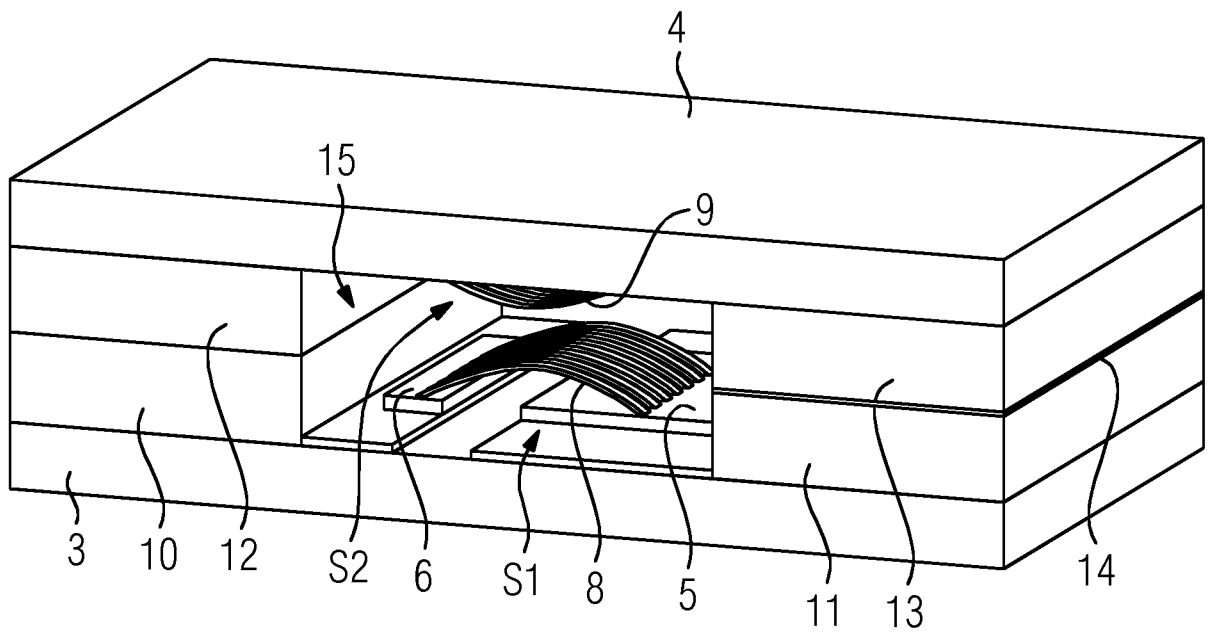


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/052947

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02M7/00 H01L25/07 H01L25/11 H05K1/05 H05K1/14
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)
H02M 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	WO 2015/008333 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 22 January 2015 (2015-01-22)	1
Y	figures 11,28,29	2-10
X	US 2012/112366 A1 (CREBIER JEAN-CHRISTOPHE CHARLES NICOLAS [FR]) 10 May 2012 (2012-05-10)	1
Y	paragraphs [0086], [0092], [0108]; figures 4A, 5, 7C, 7D, 11A, 11B, 14A, 14B	2-10
X	EP 1 662 568 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 31 May 2006 (2006-05-31)	1
Y	paragraphs [0002], [0016], [0018], [0020], [0033]; figures 5, 7, 13, 14	2-10
Y	EP 2 546 874 A1 (INT RECTIFIER CORP [US]) 16 January 2013 (2013-01-16)	2-10
A	paragraphs [0020], [0032]; figure 3	1
	-/--	

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 2 May 2017	Date of mailing of the international search report 10/05/2017
---	--

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 Kanelis, Konstantin
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/052947

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP S63 157677 A (R F ENAJII KK) 30 June 1988 (1988-06-30) abstract; figures 1-3 -----	2-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/052947

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2015008333	A1	22-01-2015	CN 105393354 A 09-03-2016
			DE 112013007243 T5 07-04-2016
			JP 5975177 B2 23-08-2016
			JP WO2015008333 A1 02-03-2017
			US 2016126168 A1 05-05-2016
			WO 2015008333 A1 22-01-2015

US 2012112366	A1	10-05-2012	EP 2452360 A1 16-05-2012
			FR 2947949 A1 14-01-2011
			FR 2947950 A1 14-01-2011
			FR 2947951 A1 14-01-2011
			JP 5981843 B2 31-08-2016
			JP 2012533268 A 20-12-2012
			US 2012112366 A1 10-05-2012
			WO 2011004081 A1 13-01-2011

EP 1662568	A2	31-05-2006	BR PI0505156 A 11-07-2006
			CN 1797765 A 05-07-2006
			EP 1662568 A2 31-05-2006
			JP 5121133 B2 16-01-2013
			JP 2006148098 A 08-06-2006
			US 2006108684 A1 25-05-2006
			US 2008054298 A1 06-03-2008

EP 2546874	A1	16-01-2013	EP 2546874 A1 16-01-2013
			JP 5841500 B2 13-01-2016
			JP 2013021318 A 31-01-2013
			US 2013015495 A1 17-01-2013

JP S63157677	A	30-06-1988	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/052947

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H02M7/00 H01L25/07 H01L25/11 H05K1/05 H05K1/14
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H02M 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)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2015/008333 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 22. Januar 2015 (2015-01-22)	1
Y	Abbildungen 11,28,29	2-10
X	US 2012/112366 A1 (CREBIER JEAN-CHRISTOPHE CHARLES NICOLAS [FR]) 10. Mai 2012 (2012-05-10)	1
Y	Absätze [0086], [0092], [0108]; Abbildungen 4A, 5, 7C, 7D, 11A, 11B, 14A, 14B	2-10
X	EP 1 662 568 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 31. Mai 2006 (2006-05-31)	1
Y	Absätze [0002], [0016], [0018], [0020], [0033]; Abbildungen 5, 7, 13, 14	2-10
	-/-	

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

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
2. Mai 2017	10/05/2017

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 Kanelis, Konstantin
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 2 546 874 A1 (INT RECTIFIER CORP [US]) 16. Januar 2013 (2013-01-16)	2-10
A	Absätze [0020], [0032]; Abbildung 3 -----	1
Y	JP S63 157677 A (R F ENAJII KK) 30. Juni 1988 (1988-06-30) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 -----	2-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/052947

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2015008333	A1	22-01-2015	CN 105393354 A 09-03-2016
			DE 112013007243 T5 07-04-2016
			JP 5975177 B2 23-08-2016
			JP WO2015008333 A1 02-03-2017
			US 2016126168 A1 05-05-2016
			WO 2015008333 A1 22-01-2015

US 2012112366	A1	10-05-2012	EP 2452360 A1 16-05-2012
			FR 2947949 A1 14-01-2011
			FR 2947950 A1 14-01-2011
			FR 2947951 A1 14-01-2011
			JP 5981843 B2 31-08-2016
			JP 2012533268 A 20-12-2012
			US 2012112366 A1 10-05-2012
			WO 2011004081 A1 13-01-2011

EP 1662568	A2	31-05-2006	BR PI0505156 A 11-07-2006
			CN 1797765 A 05-07-2006
			EP 1662568 A2 31-05-2006
			JP 5121133 B2 16-01-2013
			JP 2006148098 A 08-06-2006
			US 2006108684 A1 25-05-2006
			US 2008054298 A1 06-03-2008

EP 2546874	A1	16-01-2013	EP 2546874 A1 16-01-2013
			JP 5841500 B2 13-01-2016
			JP 2013021318 A 31-01-2013
			US 2013015495 A1 17-01-2013

JP S63157677	A	30-06-1988	KEINE
