(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. Januar 2015 (15.01.2015)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/003734 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02M 7/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/064379

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. Juli 2013 (08.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

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

(72) Erfinder: **BUSCHENDORF, Martin**; Bünaustrasse 26, 01159 Dresden (DE). **EULER, Ingo**; Spitzwegstraße 6, 91056 Erlangen (DE). **PIESCHEL, Martin**; Salzbrunner Str. 12, 90473 Nürnberg (DE). **ZENKNER, Andreas**; Erzgebirgstr. 10, 90587 Obermichelbach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, 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, PA, 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, MZ, NA, RW, SD, SL, 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).

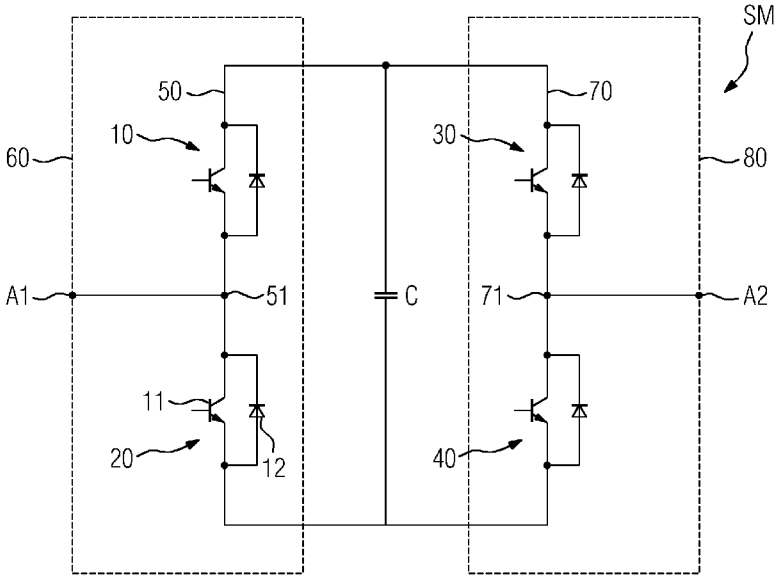
Veröffentlicht:

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

(54) **Title**: MULTILEVEL CONVERTER

(54) **Bezeichnung** : MULTILEVELUMRICHTER

FIG 2



(57) **Abstract**: The invention concerns a multilevel converter (5) comprising at least two submodules (SM) which are connected in a row, each submodule (SM) comprising at least two switches (10, 20, 30, 40, 210, 220, 410, 420) and a capacitor (C) and two current-carrying outer module terminals (A1, A2). According to the invention, at least one submodule (SM) has at least one outer cooling member (60, 80, 300, 400) which acts as current-carrying outer module terminal (A1, A2).

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung bezieht sich auf einen Multilevelumrichter (5) mit mindestens zwei in Reihe geschalteten Submodulen (SM), wobei jedes Submodul (SM) jeweils mindestens zwei Schalter (10, 20, 30, 40, 210, 220, 410, 420) und einen Kondensator (C) sowie zwei stromtragende äußere Modulanschlüsse (A1, A2) aufweist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass mindestens ein Submodul (SM) mindestens einen außenliegenden Kühlkörper (60, 80, 300, 400) aufweist, der als stromtragender äußerer Modulanschluss (A1, A2) dient.

WO 2015/003734 A1

Beschreibung

Multilevelumrichter

Die Erfindung bezieht sich auf einen Multilevelumrichter mit mindestens zwei in Reihe geschalteten Submodulen, wobei jedes Submodul jeweils mindestens zwei Schalter und einen Kondensator sowie zwei stromtragende äußere Modulanschlüsse aufweist.

Ein derartiger Multilevelumrichter ist beispielsweise aus der Druckschrift "An Innovative Modular Multilevel Converter Topology Suitable for Wide Power Range" (A. Lesnicar und R. Marquardt, 2003 IEEE Bologna Power Tech Conference, 23.-26. Juni 2003, Bologna, Italien) bekannt. Bei diesem vorbekannten Multilevelumrichter handelt es sich um eine sogenannte Marquardt-Umrichteranordnung, die zumindest zwei parallel geschaltete Reihenschaltungen umfasst. Jede der parallel geschalteten Reihenschaltungen umfasst jeweils mindestens zwei in Reihe geschaltete Submodule, die jeweils mindestens zwei Schalter und einen Kondensator umfassen. Durch eine geeignete Ansteuerung der Schalter lässt sich das Spannungsniveau am Ausgang des Multilevelumrichters gezielt einstellen.

Bei modularen Multilevelumrichtern werden die einzelnen Submodule derzeit elektrisch isoliert zueinander angeordnet. Aufgrund der elektrischen Isolation können die beim Betrieb der Submodule auftretenden Stromkräfte erhebliche mechanische Schwingungen hervorrufen, welche die Submodule als solche sowie die mit ihnen verbundenen Bauteile mechanisch erheblich belasten und zu vorzeitiger Alterung führen können. Um das Problem der auftretenden Schwingungen in den Griff zu bekommen, werden bei Multilevelumrichtern heutzutage zusätzliche mechanische Dämpfungseinrichtungen eingesetzt; diese führen jedoch zu einem erheblichen Zusatzgewicht und können unter Umständen die Isolationsfestigkeit beeinträchtigen.

Der Erfindung liegt demgemäß die Aufgabe zugrunde, einen Multilevelumrichter anzugeben, bei dem die beschriebene Schwingungsproblematik besser als bisher gelöst wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Multilevelumrichter mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Multilevelumrichters sind in Unteransprüchen angegeben.

Danach ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass mindestens ein Submodul mindestens einen außenliegenden Kühlkörper aufweist, der als stromtragender äußerer Modulanschluss dient.

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Submoduls ist darin zu sehen, dass zumindest ein Kühlkörper, der zur Kühlung von Komponenten des Submoduls dient, gleichzeitig auch die Funktion eines stromtragenden äußeren Modulanschlusses wahrnimmt. Dies ermöglicht es beispielsweise, Submodule miteinander dadurch zu kontaktieren, dass die Kühlkörper benachbarter Submodule aneinandergesetzt und miteinander in Verbindung gebracht werden. Ein Aneinandersetzen von Submodulen über die Kühlkörper und die gleichzeitige Nutzung der Kühlkörper als äußere stromtragende Modulanschlüsse ermöglicht es wiederum, die Submodule schwingungsfrei oder zumindest schwingungsarm zu fixieren, so dass während des Betriebs der Submodule bzw. während des Betriebs des Multilevelumrichters die Gefahr allzu großer mechanischer Schwingungen reduziert wird.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des Multilevelumrichters ist vorgesehen, dass der außenliegende Kühlkörper eine Außenwand des Submoduls bildet und an der Innenseite des Kühlkörpers zumindest einer der Schalter des jeweiligen Submoduls zur Kühlung montiert und mit einem Schalteranschluss an den Kühlkörper elektrisch angeschlossen ist.

Als besonders vorteilhaft wird es angesehen, wenn mindestens zwei benachbarte Submodule jeweils mindestens einen Kühlkör-

per aufweisen, der einen der stromtragenden äußeren Modulanschlüsse des jeweiligen Submoduls bildet und an dem zumindest einer der Schalter des jeweiligen Submoduls zur Kühlung innenwandseitig montiert ist, und die Kühlkörper der mindestens zwei benachbarten Submodule außenwandseitig derart aneinander anliegen, dass deren Kühlkörper und damit die durch diese Kühlkörper gebildeten stromtragenden äußeren Modulanschlüsse elektrisch miteinander verbunden sind.

Die Submodule können beispielsweise jeweils zwei Kühlkörper aufweisen. In einem solchen Fall wird es als vorteilhaft angesehen, wenn zumindest zwei Submodule jeweils einen ersten und einen zweiten außenliegende Kühlkörper aufweisen, von denen der erste Kühlkörper als erster stromtragender äußerer Modulanschluss und der zweite Kühlkörper als zweiter stromtragender äußerer Modulanschluss des jeweiligen Submoduls dient, und der erste stromtragende äußere Modulanschluss eines der zumindest zwei Submodule mit dem zweiten stromtragenden äußeren Modulanschluss eines anderen der zumindest zwei Submodule elektrisch verbunden ist, und zwar durch mechanischen Kontakt zwischen dem ersten Kühlkörper des einen der zumindest zwei Submodule und dem zweiten Kühlkörper des anderen der zumindest zwei Submodule.

Die Schalter der Submodule können elektrisch beispielsweise sogenannte H-Brücken bilden. Demgemäß wird es als vorteilhaft angesehen, wenn zumindest eines der Submodule eine erste Reihenschaltung, eine zweite Reihenschaltung und einen parallel zu den beiden Reihenschaltungen liegenden Kondensator aufweist, wobei die erste Reihenschaltung und die zweite Reihenschaltung jeweils zwei elektrisch in Reihe liegende Schalter umfassen, die erste Reihenschaltung an einem ersten Kühlkörper des Submoduls und die zweite Reihenschaltung an einem zweiten Kühlkörper des Submoduls angebracht ist, ein Mittenanschluss der ersten Reihenschaltung elektrisch mit dem ersten Kühlkörper verbunden ist und den ersten stromtragenden Modulanschluss des Submoduls bildet und ein Mittenanschluss der zweiten Reihenschaltung elektrisch mit dem zweiten Kühl-

körper verbunden ist und den zweiten stromtragenden Modulanschluss des Submoduls bildet.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn zwei oder mehr Submodule jeweils eine erste Reihenschaltung und eine zweite Reihenschaltung mit jeweils zwei in Reihe liegenden Schaltern und jeweils einen parallel zu den beiden Reihenschaltungen liegenden Kondensator aufweisen, die erste Reihenschaltung an einem ersten Kühlkörper des jeweiligen Submoduls und die zweite Reihenschaltung an einem zweiten Kühlkörper des jeweiligen Submoduls angebracht ist, ein Mittenanschluss der ersten Reihenschaltung jeweils elektrisch mit dem ersten Kühlkörper des jeweiligen Submoduls verbunden ist und den ersten stromtragenden Modulanschluss des jeweiligen Submoduls bildet, ein Mittenanschluss der zweiten Reihenschaltung jeweils elektrisch mit dem zweiten Kühlkörper des jeweiligen Submoduls verbunden ist und den zweiten stromtragenden Modulanschluss des jeweiligen Submoduls bildet, und die Submodule derart paarweise aneinander anliegen, dass der erste Kühlkörper eines der Submodule an dem zweiten Kühlkörper eines benachbarten Submoduls anliegt und mit diesem thermisch und elektrisch leitend verbunden ist.

Anstelle von elektrischen H-Brücken können die Transistoren der Submodule elektrisch auch sogenannte Halbbrücken bilden. Demgemäß wird es gemäß einer anderen Ausgestaltung als vorteilhaft angesehen, wenn zumindest eines der Submodule ein Halbbrückenmodul ist, das einen ersten Schalter und einen zweiten Schalter aufweist, wobei der zweite Schalter mit dem Kondensator des Halbbrückenmoduls elektrisch in Reihe liegt und der erste Schalter zu dieser Reihenschaltung parallel liegt, und einer der beiden Schalteranschlüsse des ersten Schalters mit dem Kühlkörper oder einem der Kühlkörper des Halbbrückenmoduls verbunden ist und einen der beiden stromtragenden äußeren Modulanschlüsse des Halbbrückenmoduls bildet.

Im Falle von H-Brücken-Submodulen ist es besonders vorteilhaft, wenn der Multilevelumrichter zumindest zwei Halbbrückenmodule aufweist, der erste Schalter der zumindest zwei Halbbrückenmodule mit einem ersten Kühlkörper des jeweiligen Halbbrückenmoduls und der zweite Schalter der zumindest zwei Halbbrückenmoduls mit einem zweiten Kühlkörper des jeweiligen Halbbrückenmodule verbunden ist, einer der beiden Schalteranschlüsse des ersten Schalters der zumindest zwei Halbbrückenmodule elektrisch mit dem ersten Kühlkörper des jeweiligen Halbbrückenmoduls verbunden ist und den ersten stromtragenden Modulanschluss des jeweiligen Halbbrückenmoduls bildet, der andere der beiden Schalteranschlüsse des ersten Schalters der zumindest zwei Halbbrückenmodule elektrisch mit dem zweiten Kühlkörper des jeweiligen Halbbrückenmoduls verbunden ist und den zweiten stromtragenden Modulanschluss des jeweiligen Halbbrückenmoduls bildet und die zumindest zwei Halbbrückenmodule paarweise derart aneinander anliegen, dass der erste Kühlkörper eines der zumindest zwei Halbbrückenmodule an dem zweiten Kühlkörper eines anderen der zumindest zwei Halbbrückenmodule anliegt und mit diesem elektrisch verbunden ist.

Mit Blick auf ein einfaches Aneinandersetzen von Submodulen wird es als vorteilhaft angesehen, wenn der erste und der zweite Kühlkörper zumindest zweier Submodule parallel zueinander angeordnet sind und stromtragende äußere Modulanschlussplatten bilden und die mindestens zwei Schalter des jeweiligen Submoduls räumlich in dem Bereich zwischen den zwei Modulanschlussplatten des jeweiligen Submoduls liegen.

Mit Blick auf eine feste Verbindung benachbarter Submodule ist es vorteilhaft, wenn eine Spanneinrichtung vorhanden ist, die den ersten Kühlkörper mindestens eines der Submodule auf einen zweiten Kühlkörper eines benachbarten Submoduls presst.

Weist ein Submodul lediglich einen Kühlkörper auf, so kann ein anderer stromtragender äußerer Modulanschluss des Submoduls durch eine Elektrodenplatte gebildet werden. Demgemäß wird es als vorteilhaft angesehen, wenn zumindest eines der

Submodule einen Kühlkörper aufweist, an dem die Schalter des jeweiligen Schaltmoduls montiert sind, und der Kühlkörper einen ersten stromtragenden äußeren Modulanschluss des Submoduls bildet, und das Submodul eine Elektrodenplatte aufweist, die beabstandet zu dem Kühlkörper des Submoduls angeordnet ist und einen zweiten stromtragenden äußeren Modulanschluss des Submoduls bildet.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass zumindest zwei Submodule jeweils einen Kühlkörper aufweisen, an dem die Schalter des jeweiligen Schaltmoduls montiert sind, und der Kühlkörper einen ersten stromtragenden äußeren Modulanschluss des jeweiligen Submoduls bildet, die zumindest zwei Submodule jeweils eine Elektrodenplatte aufweisen, die beabstandet zu dem Kühlkörper des jeweiligen Submoduls angeordnet ist und einen zweiten stromtragenden äußeren Modulanschluss des jeweiligen Submoduls bildet, und der erste stromtragende äußere Modulanschluss eines der zumindest zwei Submodule mit dem zweiten stromtragenden äußeren Modulanschluss eines anderen der zumindest zwei Submodule elektrisch verbunden ist, und zwar durch mechanischen Kontakt zwischen dem Kühlkörper des einen der zumindest zwei Submodule mit der Elektrodenplatte des anderen der zumindest zwei Submodule.

Vorteilhaft ist es, wenn der Kühlkörper und die Elektrodenplatte bei den zumindest zwei Submodulen jeweils parallel zueinander angeordnet sind und stromtragende äußere Modulanschlussplatten des jeweiligen Submoduls bilden und die mindestens zwei Schalter eines jeden der zumindest zwei Submodule jeweils räumlich in dem Bereich zwischen den beiden stromtragenden äußeren Modulanschlussplatten liegen.

Vorzugsweise ist eine Spanneinrichtung vorhanden, die den Kühlkörper mindestens eines der Submodule auf eine Elektrodenplatte eines benachbarten Submoduls presst.

Die Erfindung bezieht sich darüber hinaus auf ein Submodul für einen Multilevelumrichter, wie er oben beschrieben worden

ist. Erfindungsgemäß ist bezüglich eines solchen Submoduls vorgesehen, dass mindestens ein außenliegender Kühlkörper des Submoduls als stromtragender äußerer Modulanschluss dient.

Bezüglich der Vorteile des erfindungsgemäßen Submoduls sei auf die obigen Ausführungen im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Multilevelumrichter verwiesen, da die Vorteile des Multilevelumrichters denen des Submoduls im Wesentlichen entsprechen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert; dabei zeigen beispielhaft:

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel für einen dreiphasigen Multilevelumrichter, der mit einer Vielzahl an Submodulen ausgestattet ist,

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel für ein Submodul, das bei dem Multilevelumrichter gemäß Figur 1 oder einem anderen Multilevelumrichter eingesetzt werden kann und mit zwei stromtragenden Kühlkörpern ausgestattet ist,

Figur 3 den mechanischen Aufbau des Submoduls gemäß Figur 2 in einer dreidimensionalen Sicht schräg von der Seite,

Figur 4 beispielhaft die Bildung einer Submodulgruppe mit den Submodulen gemäß den Figuren 2 und 3 in einer Sicht von oben,

Figur 5 die Submodulgruppe gemäß Figur 4 in einer Sicht von der Seite,

Figur 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein Submodul, das bei dem Multilevelumrichter gemäß Figur 1 oder einem anderen Multilevelumrichter

eingesetzt werden kann und zwei stromtragende Kühlkörper aufweist,

Figur 7 ein Ausführungsbeispiel für ein Submodul, das bei dem Multilevelumrichter gemäß Figur 1 oder einem anderen Multilevelumrichter eingesetzt werden kann und bei dem ein stromtragender äußerer Modulanschluss durch einen Kühlkörper des Submoduls und der andere stromtragende äußere Modulanschluss durch eine Elektrodenplatte gebildet ist,

Figur 8 den mechanischen Aufbau des Submoduls gemäß Figur 7 in einer dreidimensionalen Sicht schräg von der Seite,

Figur 9 die Bildung einer Submodulgruppe mit den Submodulen gemäß den Figuren 7 und 8 in einer Sicht von oben,

Figur 10 die Submodulgruppe gemäß Figur 9 in einer seitlichen Ansicht und

Figur 11 ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein Submodul, das bei dem Multilevelumrichter gemäß Figur 1 oder einem anderen Multilevelumrichter eingesetzt werden kann und bei dem ein stromtragender äußerer Modulanschluss durch einen Kühlkörper des Submoduls und ein weiterer stromtragender äußerer Modulanschluss durch eine Elektrodenplatte gebildet ist.

In den Figuren werden der Übersicht halber für identische oder vergleichbare Komponenten stets dieselben Bezugszeichen verwendet.

In der Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel für einen dreiphasigen Multilevelumrichter 5 gezeigt. Dieser umfasst Wechselspannungsanschlüsse W5 zum Ein- oder Ausspeisen von Wechsel-

strom sowie zwei Gleichspannungsanschlüsse G5a und G5b, an denen ein Gleichstrom oder ein zeitlich variabler Gleichstrom eingespeist oder entnommen werden. Die Richtung des Energieflusses und der zeitliche Verlauf der Ausgangsspannung, sei es an den Wechselspannungsanschlüssen W5 oder den Gleichspannungsanschlüssen G5a und G5b, hängt von der Ansteuerung von Submodulen SM ab, die in Reihenschaltungen R1, R2 und R3 in Reihe geschaltet sind. Eine solche Ansteuerung kann von einer zentralen Steuereinrichtung übernommen werden, die der Übersicht halber in der Figur 1 nicht gezeigt ist.

Jede der drei Reihenschaltungen R1, R2 und R3 ist bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 jeweils mit acht in Reihe geschalteten Submodulen SM sowie zwei Induktivitäten L ausgestattet. Jeweils zwischen den zwei Induktivitäten L befindet sich ein Zwischenanschluss Z, der potentialmäßig zwischen den in der Figur 1 oberen vier Teilmodulen und den in Figur 1 unteren vier Teilmodulen liegt und einen der drei Wechselspannungsanschlüsse W5 des Multilevelumrichters 10 bildet.

Jeweils vier Submodule bilden bei dem Multilevelumrichter 5 gemäß Figur 1 jeweils eine Submodulgruppe SG, bei der die Submodule SM mechanisch aneinander liegen und vorzugsweise mittels einer Spanneinrichtung aufeinander gepresst sind.

Die Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel für ein Submodul SM, das bei dem Multilevelumrichter 5 gemäß Figur 1 oder einem anderen Multilevelumrichter eingesetzt werden kann. Das Submodul SM weist vier Schalter 10, 20, 30 und 40 auf, die jeweils durch eine schaltende Halbleiterkomponente 11, beispielsweise einen Transistor oder dergleichen, sowie eine parallel geschaltete Diode 12 gebildet sein können.

Die beiden in der Figur 2 links angeordneten Schalter 10 und 20 sind elektrisch in Reihe geschaltet und bilden eine Reihenschaltung 50, die auf einem ersten Kühlkörper 60 des Submoduls SM angeordnet ist. Die Schalter 10 und 20 der Reihen-

schaltung 50 werden also durch den ersten Kühlkörper 60 gekühlt.

Der erste Kühlkörper 60 hat bei dem Submodul SM eine weitere Funktion, nämlich die Funktion eines stromtragenden Modulanschlusses A1 des Submoduls SM. Hierzu ist ein Mittenanschluss 51 der Reihenschaltung 50, der mit jeweils einem der Schalteranschlüsse der beiden Schalter 10 und 20 verbunden ist, elektrisch mit dem ersten Kühlkörper 60 verbunden. Eine Kontaktierung des Mittenanschlusses 51 der Reihenschaltung 50 bzw. eine elektrische Kontaktierung der Schalter 10 und 20 kann somit durch ein elektrisches Kontaktieren des ersten Kühlkörpers 60 erfolgen.

Die beiden Schalter 30 und 40 bilden ebenfalls eine Reihenschaltung, die in der Figur 2 mit dem Bezugszeichen 70 gekennzeichnet ist. Die Reihenschaltung 70 bzw. die beiden Schalter 30 und 40 sind auf einem zweiten Kühlkörper 80 angeordnet, der die beiden Schalter 30 und 40 während des Betriebs des Submoduls SM kühlt. Eine weitere Funktion des zweiten Kühlkörpers 80 besteht darin, einen stromtragenden Modulanschluss A2 des Submoduls SM zu bilden. Zu diesem Zweck ist ein Mittenanschluss 71 der Reihenschaltung 70 elektrisch mit dem Kühlkörper 80 verbunden.

Ein Kondensator C, der elektrisch parallel zu den beiden Reihenschaltungen 50 und 70 geschaltet ist, ist elektrisch von den beiden Kühlkörpern 60 und 80 getrennt.

Die Figur 3 zeigt den mechanischen Aufbau des Submoduls SM gemäß Figur 2 in einer dreidimensionalen Sicht schräg von der Seite. Man erkennt die beiden außen liegenden Kühlkörper 60 und 80, die die stromtragenden äußeren Modulanschlüsse A1 und A2 in Form von Modulanschlussplatten bilden. Um ein Aneinandersetzen mehrerer Submodule SM zu ermöglichen, sind die Kühlkörper 60 und 80 außenwandseitig vorzugsweise plan sowie parallel, so dass eine Mehrzahl an Submodulen SM unter Bildung einer Submodulgruppe aneinandergesetzt werden kann. Die

beiden vorzugsweise außen planen und vorzugsweise parallel zueinander angeordneten Außenwände der beiden Kühlkörper 60 und 80 sind in der Figur 3 mit den Bezugszeichen 61 und 81 gekennzeichnet.

Die Reihenschaltungen 50 und 70 mit den Schaltern 10, 20, 30 und 40 des Submoduls SM (vgl. Figur 2) sind vorzugsweise auf den Innenseiten 62 und 82 der beiden Kühlkörper 60 und 80 angeordnet. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 2 und 3 ist die Reihenschaltung 50 mit den Schaltern 10 und 20 auf der Innenseite 62 des Kühlkörpers 60 und die Reihenschaltung 70 mit den beiden Schaltern 30 und 40 auf der Innenseite 82 des Kühlkörpers 80 montiert. Der Kondensator C befindet sich beispielsweise außerhalb des Kühlkörperbereichs.

Mit den Submodulen SM gemäß den Figuren 2 und 3 lassen sich in sehr einfacher Weise Submodulgruppen SG bilden, indem die Submodule SM mit ihren außen liegenden Kühlkörpern 60 bzw. 80 aneinandergesetzt werden. Dies zeigt beispielhaft die Figur 4.

Um eine niederohmige Kontaktierung der Submodule SM zu gewährleisten sowie mechanische Schwingungen aufgrund der während des Betriebs der Submodule SM auftretenden Stromkräfte zu vermeiden oder zumindest soweit wie möglich zu reduzieren, wird es als vorteilhaft angesehen, wenn die Submodule SM der Submodulgruppe SG mittels einer Spanneinrichtung 100 aufeinander gepresst werden. Die Spanneinrichtung 100 besteht vorzugsweise aus einem elektrisch nicht leitenden Material, um einen Kurzschluss der Submodule SM zu vermeiden. Die Spanneinrichtung 100 kann beispielsweise durch einen Rahmen 110 und einen Stempel 120, beispielsweise in Form einer Schraube 121 und einer Pressplatte 122, gebildet sein.

Die Figur 5 zeigt die Submodulgruppe SG mit der elektrisch isolierenden Spanneinrichtung 100 noch einmal in einer Sicht von der Seite. Es lässt sich erkennen, dass die Submodule SM

der Submodulgruppe SG durch die Spanneinrichtung 100 fest aufeinander gedrückt werden.

Die Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein Submodul SM, das bei dem Multilevelumrichter 5 gemäß Figur 1 oder einem anderen Multilevelumrichter eingesetzt werden kann. Das Submodul SM weist zwei Schalter 210 und 220 auf, die jeweils an einem Kühlkörper 60 bzw. 80 des Submoduls SM befestigt sind. Die beiden Kühlkörper 60 und 80 üben darüber hinaus die Funktion stromtragender Modulanschlüsse A1 und A2 des Submoduls SM auf. Hierzu ist jeweils einer der Schalteranschlüsse der beiden Schalter 210 bzw. 220 mit dem jeweiligen Kühlkörper 60 und 80, auf dem der jeweilige Schalter befestigt ist, verbunden.

Mit dem Submodul SM gemäß Figur 6 lässt sich durch Aneinandersetzen der Kühlkörper 60 und 80 eine Submodulgruppe SG bilden, wie dies beispielhaft im Zusammenhang mit den Figuren 4 und 5 erläutert worden ist. Die obigen Ausführungen im Zusammenhang mit den Figuren 4 und 5 gelten für das Submodul SM also entsprechend.

Die Figur 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel für ein Submodul SM, das mit vier Schaltern 10, 20, 30 und 40 sowie einem Kondensator C ausgestattet ist. Die beiden Schalter 10 und 20 liegen elektrisch in Reihe und bilden eine Reihenschaltung 50. Die beiden Schalter 30 und 40 liegen elektrisch ebenfalls in Reihe und bilden eine Reihenschaltung 70.

Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 2 und 3 ist bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 7 lediglich ein einziger Kühlkörper 300 vorgesehen, der zur Kühlung aller vier Schalter 10, 20, 30 und 40 dient. Ein Mittenanschluss 71 der Reihenschaltung 70 ist elektrisch mit dem Kühlkörper 300 verbunden, der aufgrund dieses Anschlusses einen stromtragenden Modulanschluss A1 des Submoduls SM bildet. Der andere stromtragende Modulanschluss A2 des Submoduls SM wird durch

eine Elektrodenplatte 310 gebildet, die mit dem Mittenanschluss 51 der Reihenschaltung 50 in Verbindung steht.

Die Figur 8 zeigt den mechanischen Aufbau des Submoduls SM gemäß Figur 7 in einer dreidimensionalen Sicht schräg von der Seite. Man erkennt den Kühlkörper 300, auf dessen Innenseite 301 die Schalter 10, 20, 30 und 40 montiert sind. Die Außenwand 302 des Kühlkörpers 300 bildet den stromtragenden Modulanschluss A1 des Submoduls SM.

Darüber hinaus lässt sich in der Figur 8 die Elektrodenplatte 310 erkennen, die elektrisch mit dem Mittenanschluss 51 der Reihenschaltung 50 verbunden ist. Es lässt sich erkennen, dass die Elektrodenplatte 310 plan ausgestaltet ist und parallel zur Außenwand 302 des Kühlkörpers 300 angeordnet ist. Aufgrund der planen Ausgestaltung der Außenwand 302 des Kühlkörpers 300 und der planen Ausgestaltung der Elektrodenplatte 310 ist es möglich, das Submodul SM mit gleichartigen Submodulen in Reihe zu schalten, indem diese kaskadiert nebeneinander angeordnet und aufeinander gedrückt werden.

Die Figur 9 zeigt beispielhaft die Bildung einer Submodulgruppe SG durch ein Aneinandersetzten von Submodulen SM gemäß den Figuren 7 und 8. Es lässt sich erkennen, dass die Submodule SM derart aneinandergesetzt sind, dass die Elektrodenplatte 310 eines jeden innen liegenden Submoduls SM jeweils an dem Kühlkörper 300 eines benachbarten Submoduls SM und der Kühlkörper 300 eines jeden innen liegenden Submoduls SM an der Elektrodenplatte 310 eines anderen benachbarten Submoduls SM anliegt.

Um mechanische Schwingungen aufgrund der beim Betrieb des Submoduls SM auftretenden Stromkräfte zu vermeiden oder weitestgehend zu reduzieren, werden die Submodule SM vorzugsweise mittels einer Spanneinrichtung 100, die aus einem elektrisch isolierenden Material besteht, zusammengepresst, wie dies im Zusammenhang mit den Figuren 4 und 5 bereits oben erläutert worden ist. Die Spanneinrichtung 100 kann beispiels-

weise durch einen Rahmen 110 und einen Stempel 120 gebildet sein.

Die Figur 10 zeigt die Bildung der Submodulgruppe SG gemäß Figur 9 nochmals in einer Sicht von der Seite. Es lässt sich erkennen, dass die Submodule SM derart aneinandergesetzt sind, dass die Elektrodenplatte eines jeden innen liegenden Submoduls an einem Kühlkörper eines benachbarten Submoduls und der Kühlkörper eines jeden innen liegenden Submoduls an einer Elektrodenplatte eines anderen benachbarten Submoduls anliegt.

Die Figur 11 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein Submodul SM, das bei dem Multilevelumrichter 5 gemäß Figur 1 oder einem anderen Multilevelumrichter eingesetzt werden kann.

Das Submodul SM weist einen Kühlkörper 400 auf, der zum Kühlen der beiden Schalter 410 und 420 des Submoduls SM geeignet ist. Darüber hinaus dient der Kühlkörper 400 als stromtragender Modulanschluss A1 des Submoduls SM. Hierzu ist der Kühlkörper 400 elektrisch mit einem Mittenanschluss 430 der durch die beiden Schalter 410 und 420 gebildeten Reihenschaltung 440 verbunden.

Ein weiterer stromtragender äußerer Modulanschluss A2 des Submoduls SM wird durch eine Elektrodenplatte 450 gebildet, die elektrisch mit einem Kondensator C und dem Schalter 420 des Submoduls SM in Verbindung steht.

Der mechanische Aufbau des Submoduls SM gemäß Figur 11 entspricht vorzugsweise dem mechanischen Aufbau des Submoduls SM gemäß Figur 8, so dass auf die obigen Ausführungen verwiesen sei, die hier entsprechend gelten können. So ist es beispielsweise möglich, das Submodul SM gemäß Figur 11 zur Bildung einer Submodulgruppe SG zu nutzen, wie dies im Zusammenhang mit den Figuren 9 und 10 erläutert worden ist.

Obwohl die Erfindung im Detail durch bevorzugte Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

5	Multilevelumrichter
10	Schalter
11	schaltende Halbleiterkomponente
12	Diode
20	Schalter
30	Schalter
40	Schalter
50	Reihenschaltung
51	Mittenanschluss
60	Kühlkörper
61	Außenwand
62	Innenseite
70	Reihenschaltung
71	Mittenanschluss
80	Kühlkörper
81	Außenwand
82	Innenseite
100	Spanneinrichtung
110	Rahmen
120	Stempel
121	Schraube
122	Pressplatte
210	Schalter
220	Schalter
300	Kühlkörper
301	Innenseite
302	Außenwand
310	Elektrodenplatte
400	Kühlkörper
410	Schalter
420	Schalter
430	Mittenanschluss
440	Reihenschaltung
450	Elektrodenplatte

A1	Modulanschluss

A2	Modulanschluss
C	Kondensator
G5a	Gleichspannungsanschluss
G5b	Gleichspannungsanschluss
L	Induktivität
SG	Submodulgruppe
SM	Submodul
W5	Wechselspannungsanschluss
Z	Zwischenanschluss

Patentansprüche

1. Multilevelumrichter (5) mit mindestens zwei in Reihe geschalteten Submodulen (SM), wobei jedes Submodul (SM) jeweils mindestens zwei Schalter (10, 20, 30, 40, 210, 220, 410, 420) und einen Kondensator (C) sowie zwei stromtragende äußere Modulanschlüsse (A1, A2) aufweist,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
mindestens ein Submodul mindestens einen außenliegenden Kühlkörper aufweist, der als stromtragender äußerer Modulanschluss dient.

2. Multilevelumrichter (5) nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
- der außenliegende Kühlkörper (60, 80, 300, 400) eine Außenwand (61, 81, 302) des Submoduls (SM) bildet und
- an der Innenseite (62, 82, 301) des Kühlkörpers (60, 80, 300, 400) zumindest einer der Schalter (10, 20, 30, 40, 210, 220, 410, 420) des jeweiligen Submoduls (SM) zur Kühlung montiert und mit einem Schalteranschluss an den Kühlkörper (60, 80, 300, 400) elektrisch angeschlossen ist.

3. Multilevelumrichter (5) nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
- mindestens zwei benachbarte Submodule (SM) jeweils mindestens einen Kühlkörper (60, 80) aufweisen, der einen der stromtragenden äußeren Modulanschlüsse (A1, A2) des jeweiligen Submoduls bildet und an dem zumindest einer der Schalter (10, 20, 30, 40) des jeweiligen Submoduls (SM) zur Kühlung innenwandseitig montiert ist, und
- die Kühlkörper (60, 80) der mindestens zwei benachbarten Submodule (SM) außenwandseitig derart aneinander anliegen, dass deren Kühlkörper (60, 80) und damit die durch diese Kühlkörper (60, 80) gebildeten stromtragenden äußeren Modulanschlüsse (A1, A2) elektrisch miteinander verbunden sind.

4. Multilevelumrichter (5) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
- zumindest zwei Submodule (SM) jeweils einen ersten und einen zweiten außenliegende Kühlkörper (60, 80) aufweisen, von denen der erste Kühlkörper (60) als erster stromtragender äußerer Modulanschluss (A1) und der zweite Kühlkörper (80) als zweiter stromtragender äußerer Modulanschluss (A2) des jeweiligen Submoduls (SM) dient, und
- der erste stromtragende äußere Modulanschluss (A1) eines der zumindest zwei Submodule (SM) mit dem zweiten stromtragenden äußeren Modulanschluss (A2) eines anderen der zumindest zwei Submodule (SM) elektrisch verbunden ist, und zwar durch mechanischen Kontakt zwischen dem ersten Kühlkörper (60) des einen der zumindest zwei Submodule (SM) und dem zweiten Kühlkörper (80) des anderen der zumindest zwei Submodule (SM).

5. Multilevelumrichter (5) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
- zumindest eines der Submodule (SM) eine erste Reihenschaltung (50), eine zweite Reihenschaltung (70) und einen parallel zu den beiden Reihenschaltungen (50, 70) liegenden Kondensator (C) aufweist, wobei die erste Reihenschaltung (50) und die zweite Reihenschaltung (70) jeweils zwei elektrisch in Reihe liegende Schalter (10, 20, 30, 40) umfasst,
- die erste Reihenschaltung (50) an einem ersten Kühlkörper (60) des Submoduls (SM) und die zweite Reihenschaltung (70) an einem zweiten Kühlkörper (80) des Submoduls (SM) angebracht ist,
- ein Mittenanschluss (51) der ersten Reihenschaltung (50) elektrisch mit dem ersten Kühlkörper (60) verbunden ist und den ersten stromtragenden Modulanschluss (A1) des Submoduls (SM) bildet und
- ein Mittenanschluss (71) der zweiten Reihenschaltung (70) elektrisch mit dem zweiten Kühlkörper (80) verbunden ist

und den zweiten stromtragenden Modulanschluss (A2) des Submoduls (SM) bildet.

6. Multilevelumrichter (5) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
- zwei oder mehr Submodule (SM) jeweils eine erste Reihenschaltung (50) und eine zweite Reihenschaltung (70) mit jeweils zwei in Reihe liegenden Schaltern (10, 20, 30, 40) und jeweils einen parallel zu den beiden Reihenschaltungen (50, 70) liegenden Kondensator (C) aufweisen,
- die erste Reihenschaltung (50) an einem ersten Kühlkörper (60) des jeweiligen Submoduls (SM) und die zweite Reihenschaltung (70) an einem zweiten Kühlkörper (80) des jeweiligen Submoduls (SM) angebracht ist,
- ein Mittenanschluss (51) der ersten Reihenschaltung (50) jeweils elektrisch mit dem ersten Kühlkörper (60) des jeweiligen Submoduls (SM) verbunden ist und den ersten stromtragenden Modulanschluss (A1) des jeweiligen Submoduls (SM) bildet,
- ein Mittenanschluss (71) der zweiten Reihenschaltung (70) jeweils elektrisch mit dem zweiten Kühlkörper (80) des jeweiligen Submoduls (SM) verbunden ist und den zweiten stromtragenden Modulanschluss (A2) des jeweiligen Submoduls (SM) bildet, und
- die Submodule (SM) derart paarweise aneinander anliegen, dass der erste Kühlkörper (60) eines der Submodule (SM) an dem zweiten Kühlkörper (80) eines benachbarten Submoduls (SM) anliegt und mit diesem thermisch und elektrisch leitend verbunden ist.

7. Multilevelumrichter (5) nach einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
- zumindest eines der Submodule (SM) ein Halbbrückenmodul ist, das einen ersten Schalter (220, 420) und einen zweiten Schalter (210, 410) aufweist, wobei der zweite Schalter (210, 410) mit dem Kondensator (C) des Halbbrückenmoduls

elektrisch in Reihe liegt und der erste Schalter (220, 420) zu dieser Reihenschaltung parallel liegt, und

- einer der beiden Schalteranschlüsse des ersten Schalters (220, 420) mit dem Kühlkörper oder einem der Kühlkörper (60, 80, 400) des Halbbrückenmoduls verbunden ist und einen der beiden stromtragenden äußeren Modulanschlüsse (A1, A2) des Halbbrückenmoduls bildet.

8. Multilevelumrichter (5) nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

- der Multilevelumrichter (5) zumindest zwei Halbbrückenmodule aufweist,
- der erste Schalter (220) der zumindest zwei Halbbrückenmodule mit einem ersten Kühlkörper (60) des jeweiligen Halbbrückenmoduls und der zweite Schalter (210) der zumindest zwei Halbbrückenmoduls mit einem zweiten Kühlkörper (80) des jeweiligen Halbbrückenmoduls verbunden ist,
- einer der beiden Schalteranschlüsse des ersten Schalters (220) der zumindest zwei Halbbrückenmodule elektrisch mit dem ersten Kühlkörper (60) des jeweiligen Halbbrückenmoduls verbunden ist und den ersten stromtragenden Modulanschluss (A1) des jeweiligen Halbbrückenmoduls bildet,
- der andere der beiden Schalteranschlüsse des ersten Schalters (220) der zumindest zwei Halbbrückenmodule elektrisch mit dem zweiten Kühlkörper (80) des jeweiligen Halbbrückenmoduls verbunden ist und den zweiten stromtragenden Modulanschluss (A2) des jeweiligen Halbbrückenmoduls bildet und
- die zumindest zwei Halbbrückenmodule paarweise derart aneinander anliegen, dass der erste Kühlkörper (60) eines der zumindest zwei Halbbrückenmodule an dem zweiten Kühlkörper (80) eines anderen der zumindest zwei Halbbrückenmodule anliegt und mit diesem elektrisch verbunden ist.

9. Multilevelumrichter (5) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

- der erste und der zweite Kühlkörper (60, 80) zumindest zweier Submodule (SM) parallel zueinander angeordnet sind und stromtragende äußere Modulanschlussplatten bilden und
- die mindestens zwei Schalter (10, 20, 30, 40, 210, 220) des jeweiligen Submoduls (SM) räumlich in dem Bereich zwischen den zwei Modulanschlussplatten des jeweiligen Submoduls (SM) liegen.

10. Multilevelumrichter (5) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
eine Spanneinrichtung (100) vorhanden ist, die den ersten Kühlkörper (60) mindestens eines der Submodule (SM) auf einen zweiten Kühlkörper (80) eines benachbarten Submoduls (SM) presst.

11. Multilevelumrichter (5) nach einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
- zumindest eines der Submodule (SM) einen Kühlkörper aufweist, an dem die Schalter des jeweiligen Schaltmoduls montiert sind, und der Kühlkörper einen ersten stromtragenden äußeren Modulanschluss des Submoduls bildet, und
- das Submodul eine Elektrodenplatte aufweist, die beabstandet zu dem Kühlkörper des Submoduls angeordnet ist und einen zweiten stromtragenden äußeren Modulanschluss des Submoduls bildet.

12. Multilevelumrichter nach Anspruch 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
- zumindest zwei Submodule jeweils einen Kühlkörper (300, 400) aufweisen, an dem die Schalter (10, 20, 30, 40, 410, 420) des jeweiligen Schaltmoduls montiert sind, und der Kühlkörper (300, 400) einen ersten stromtragenden äußeren Modulanschluss (A1) des jeweiligen Submoduls (SM) bildet,
- die zumindest zwei Submodule (SM) jeweils eine Elektrodenplatte (310, 450) aufweisen, die beabstandet zu dem Kühlkörper (300, 400) des jeweiligen Submoduls (SM) ange-

ordnet ist und einen zweiten stromtragenden äußeren Modulanschluss (A2) des jeweiligen Submoduls (SM) bildet, und

- der erste stromtragende äußere Modulanschluss (A1) eines der zumindest zwei Submodule (SM) mit dem zweiten stromtragenden äußeren Modulanschluss (A2) eines anderen der zumindest zwei Submodule (SM) elektrisch verbunden ist, und zwar durch mechanischen Kontakt zwischen dem Kühlkörper (300, 400) des einen der zumindest zwei Submodule (SM) mit der Elektrodenplatte (310, 450) des anderen der zumindest zwei Submodule (SM) .

13. Multilevelumrichter (5) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass

- der Kühlkörper (300, 400) und die Elektrodenplatte (310, 450) bei den zumindest zwei Submodulen (SM) jeweils parallel zueinander angeordnet sind und stromtragende äußere Modulanschlussplatten des jeweiligen Submoduls (SM) bilden und
- die mindestens zwei Schalter (10, 20, 30, 40, 410, 420) eines jeden der zumindest zwei Submodule (SM) jeweils räumlich in dem Bereich zwischen den beiden stromtragenden äußeren Modulanschlussplatten liegen.

14. Multilevelumrichter (5) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Spanneinrichtung (100) vorhanden ist, die den Kühlkörper (300, 400) mindestens eines der Submodule (SM) auf eine Elektrodenplatte (310, 450) eines benachbarten Submoduls (SM) presst.

15. Submodul (SM) für einen Multilevelumrichter (5) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei das Submodul (SM) mindestens zwei Schalter (10, 20, 30, 40, 210, 220, 410, 420), einen Kondensator (C) sowie zwei stromtragende äußere Modulanschlüsse(A1, A2) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass

mindestens ein außenliegender Kühlkörper (60, 80, 300, 400) des Submoduls (SM) als stromtragender äußerer Modulanschluss (A1, A2) dient.

FIG 1

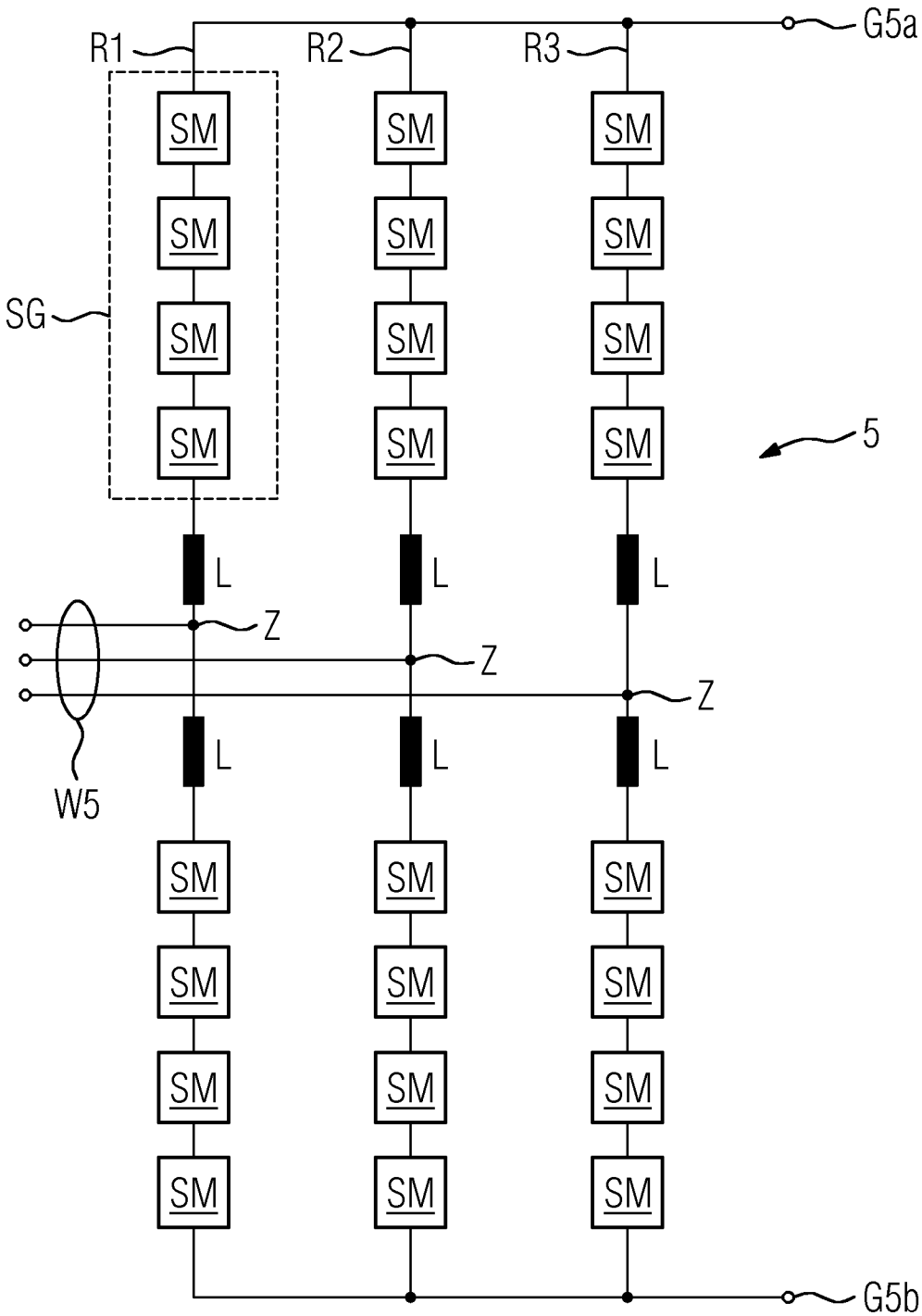


FIG 2

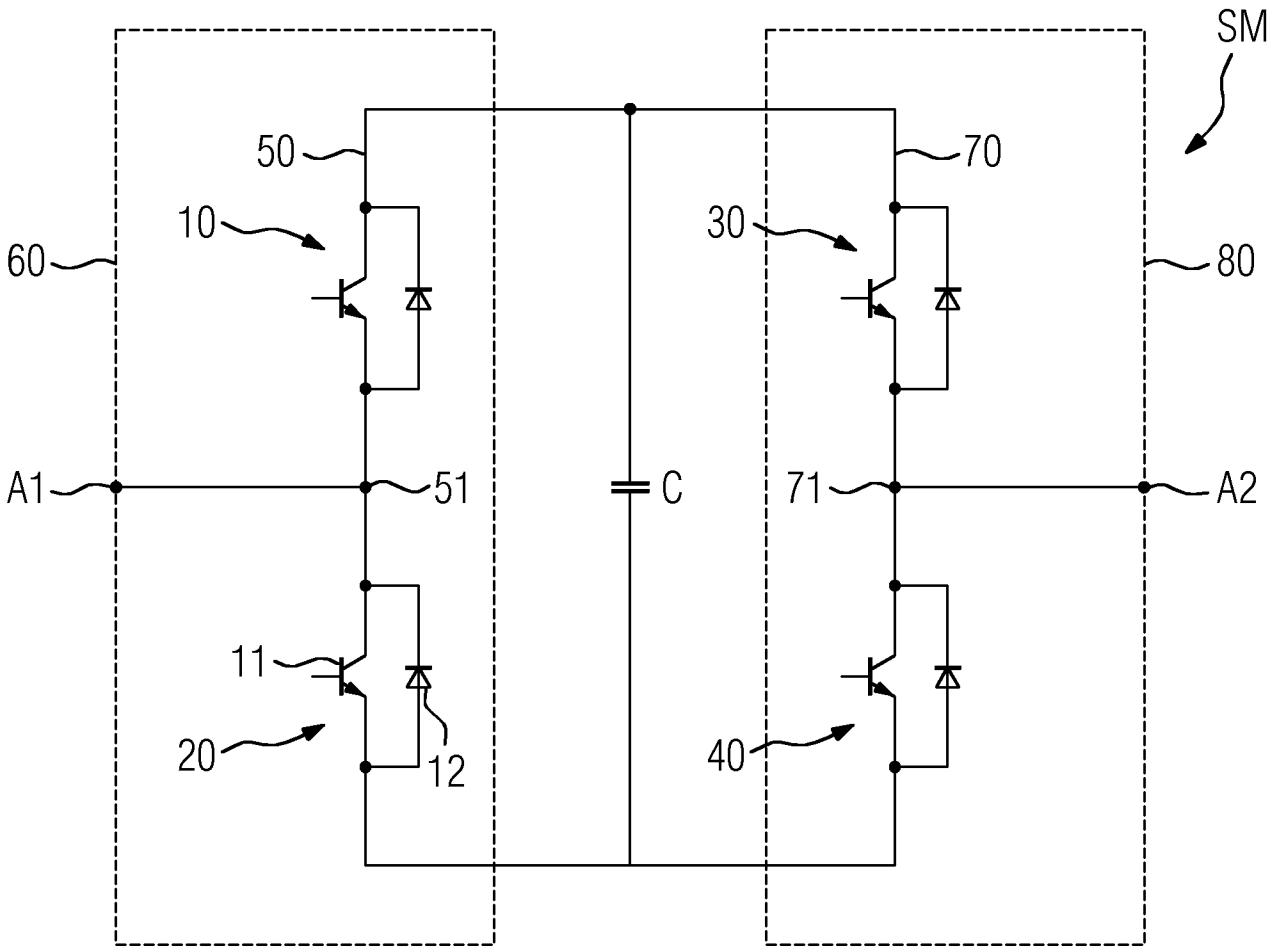


FIG 3

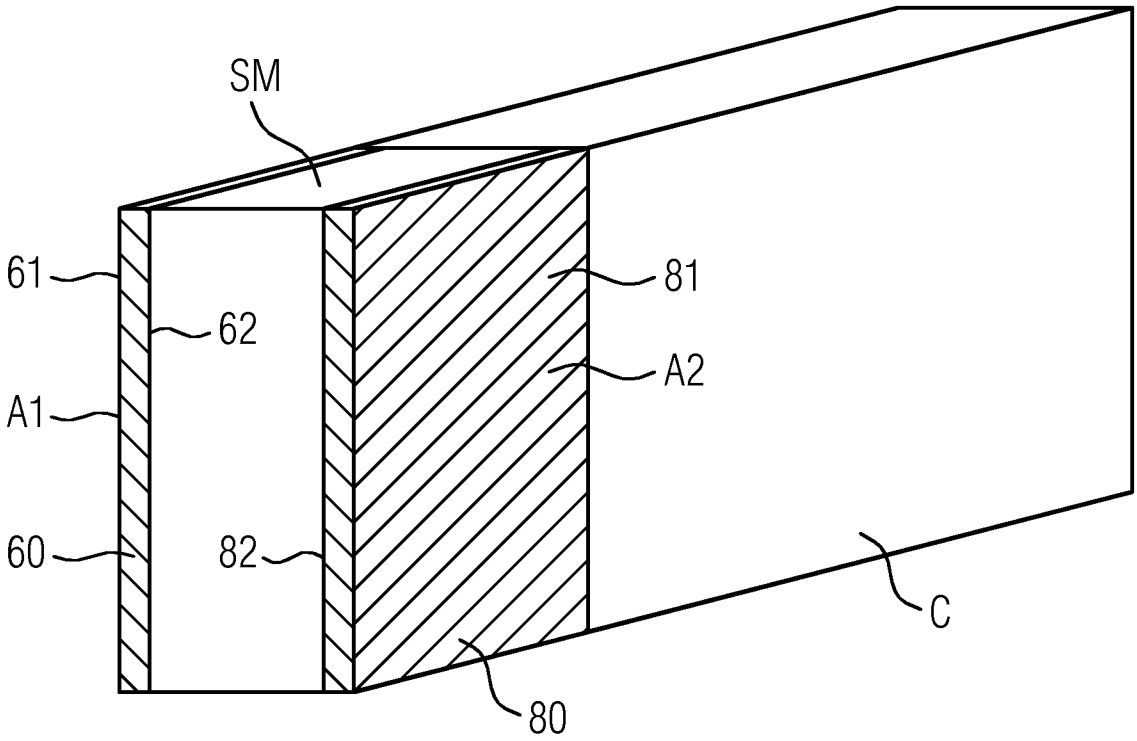


FIG 4

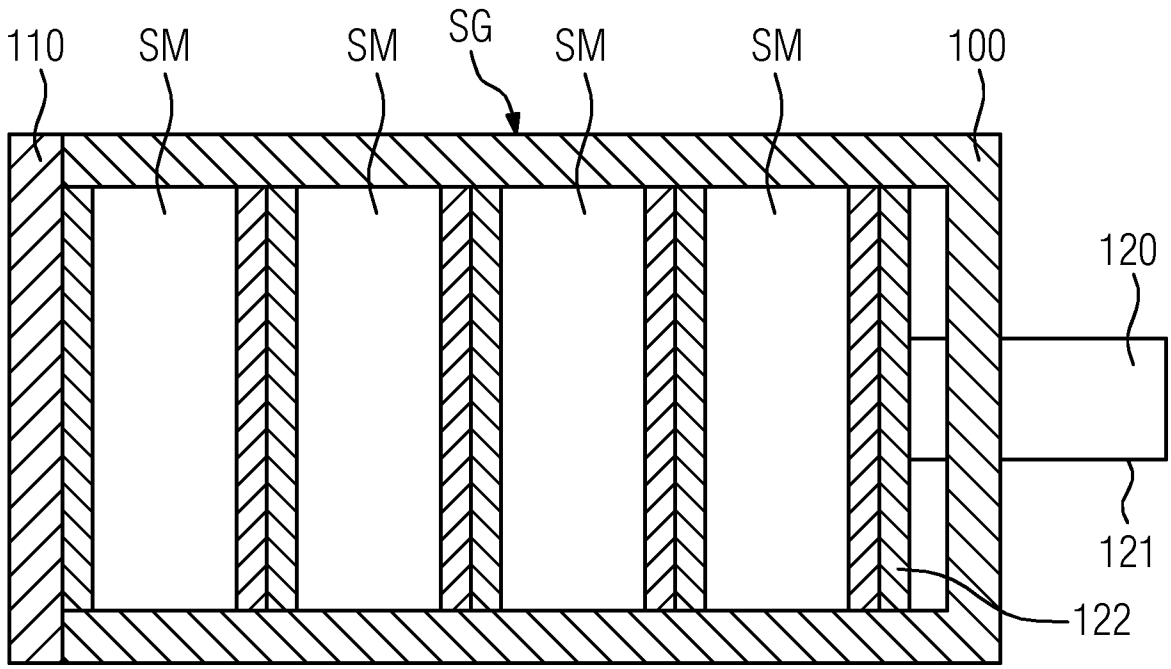


FIG 5

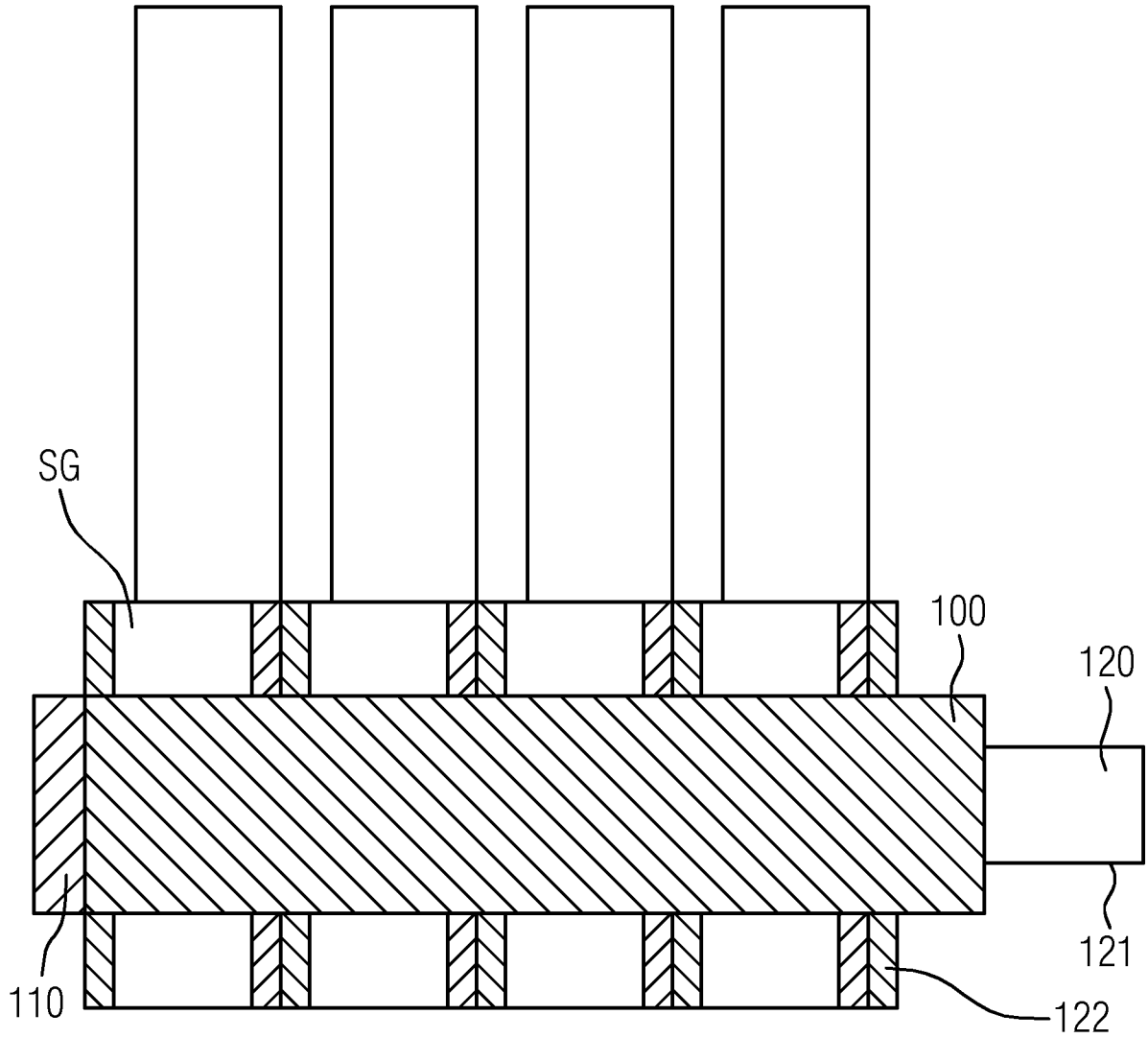


FIG 6

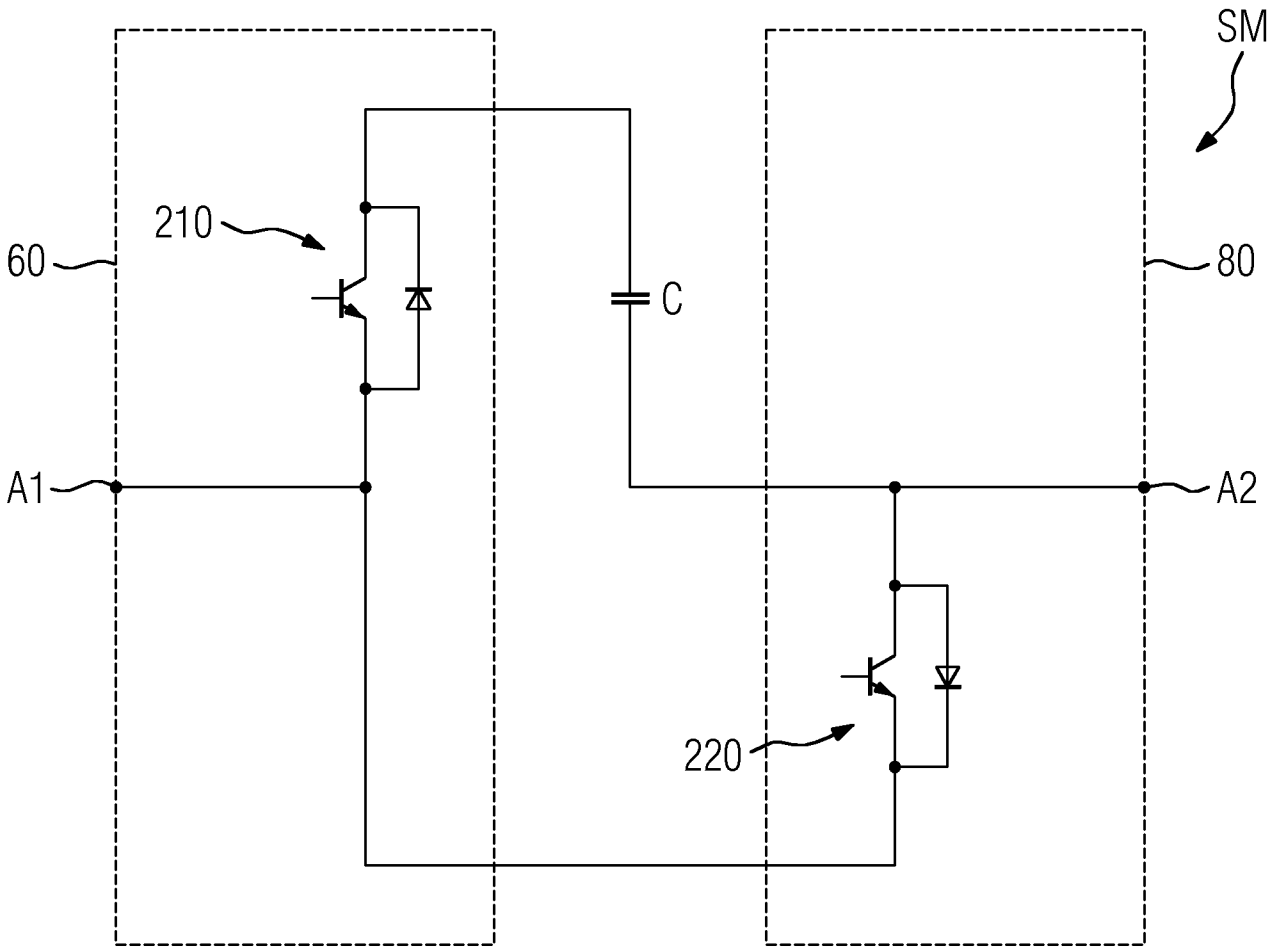


FIG 7

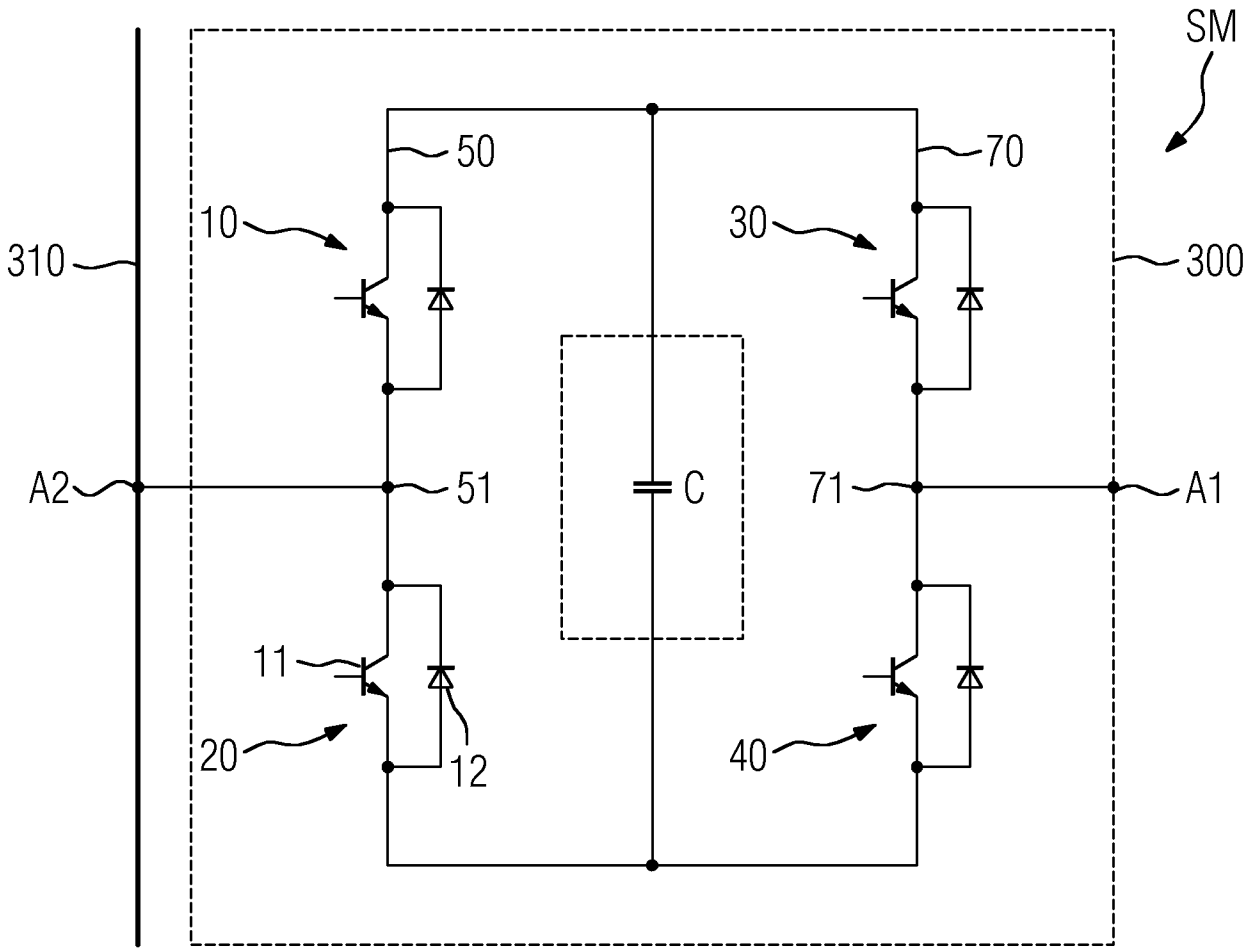


FIG 8

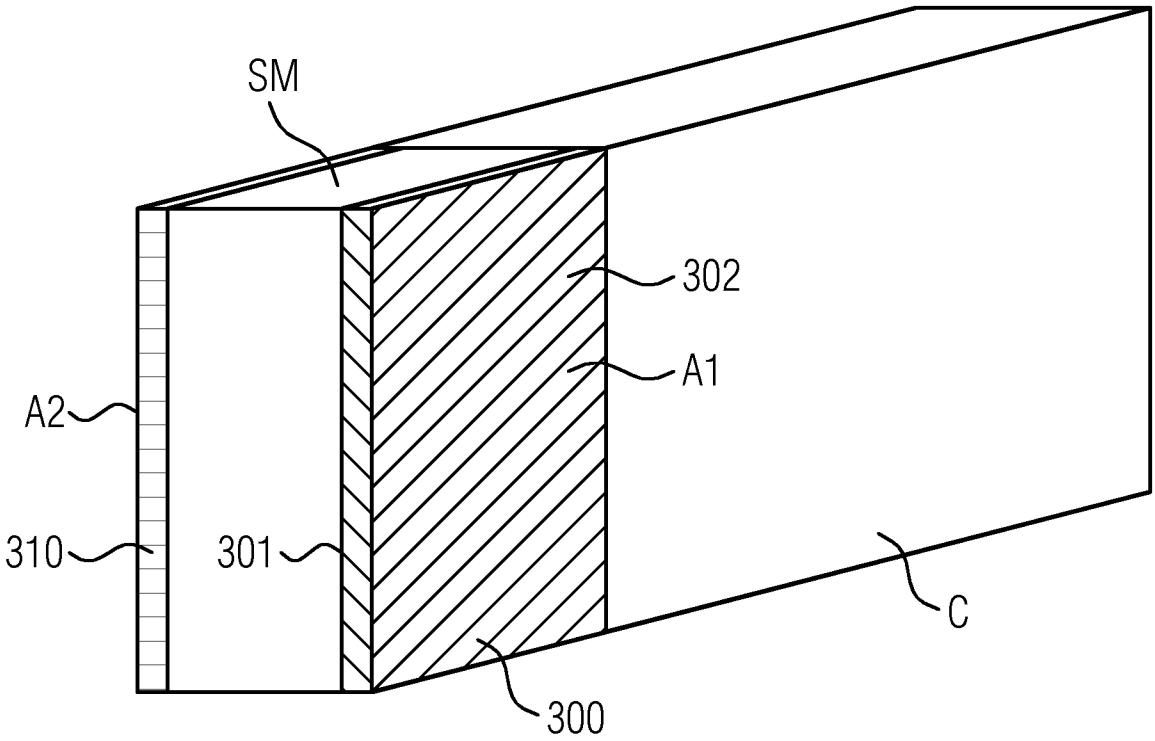


FIG 9

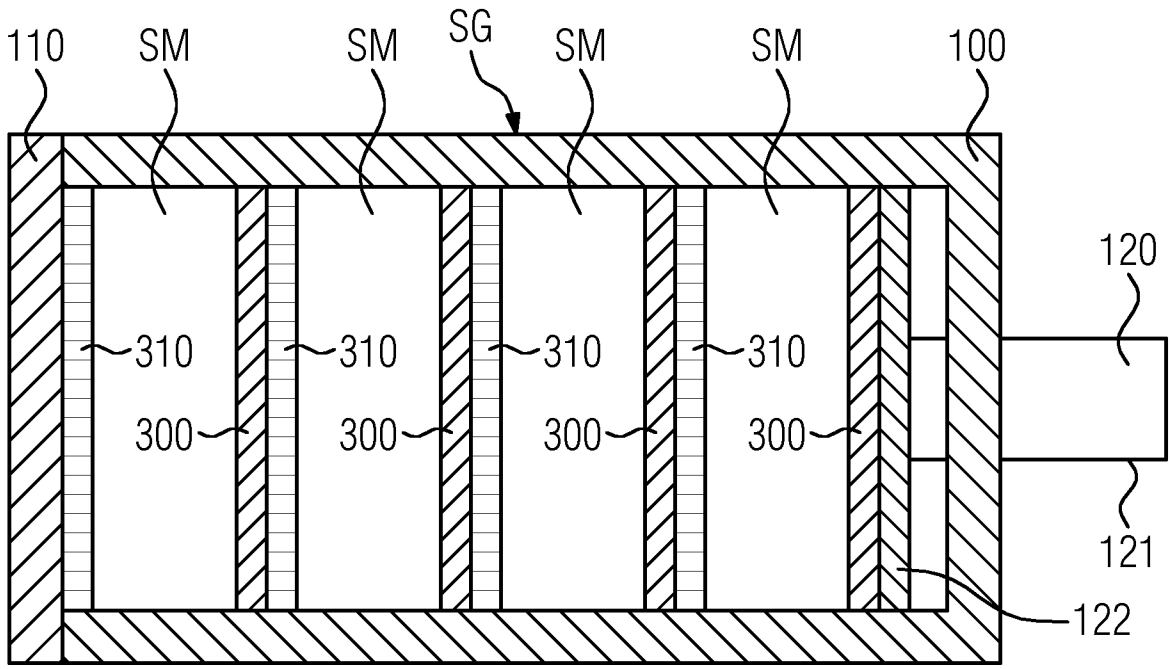


FIG 10

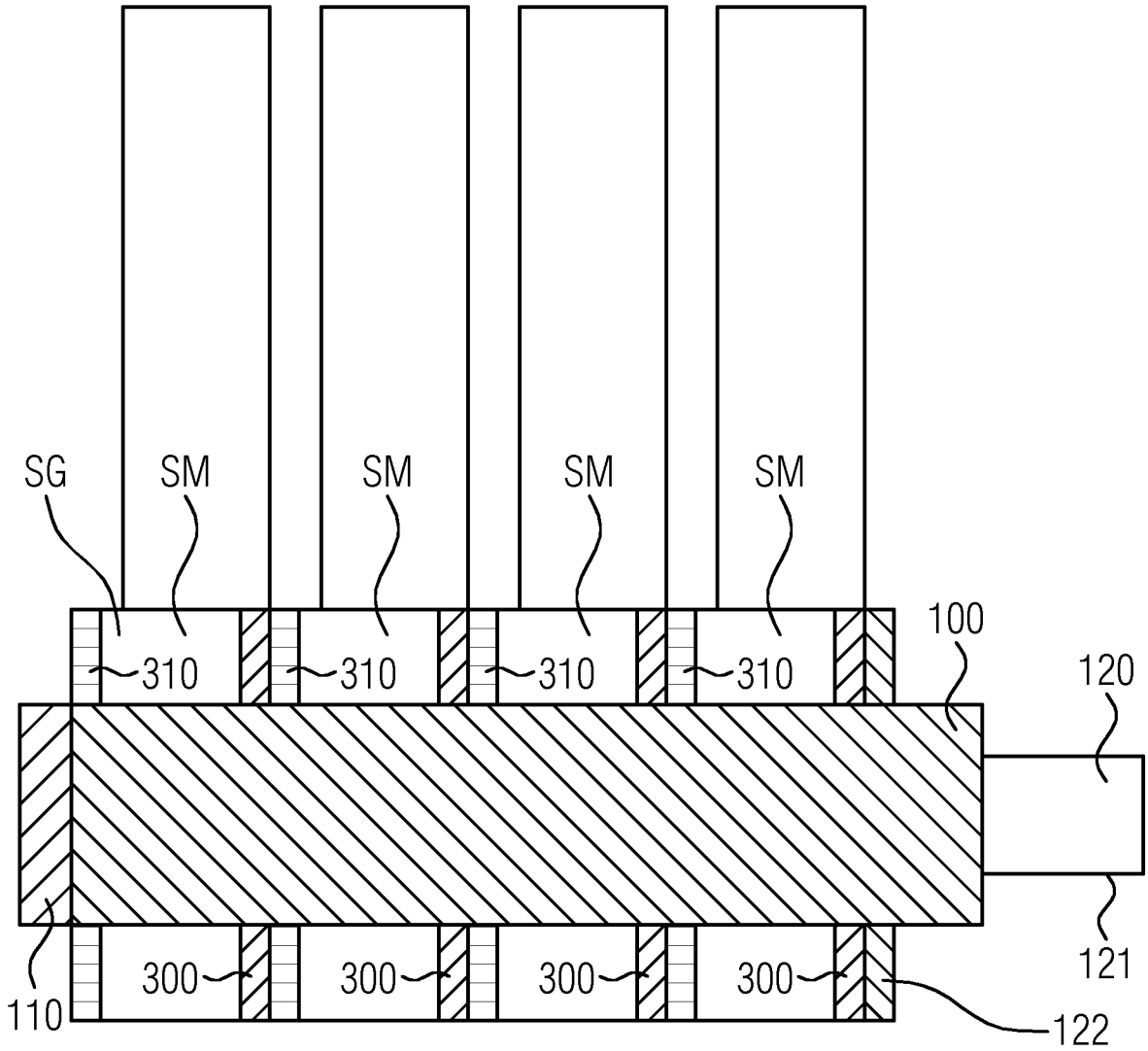
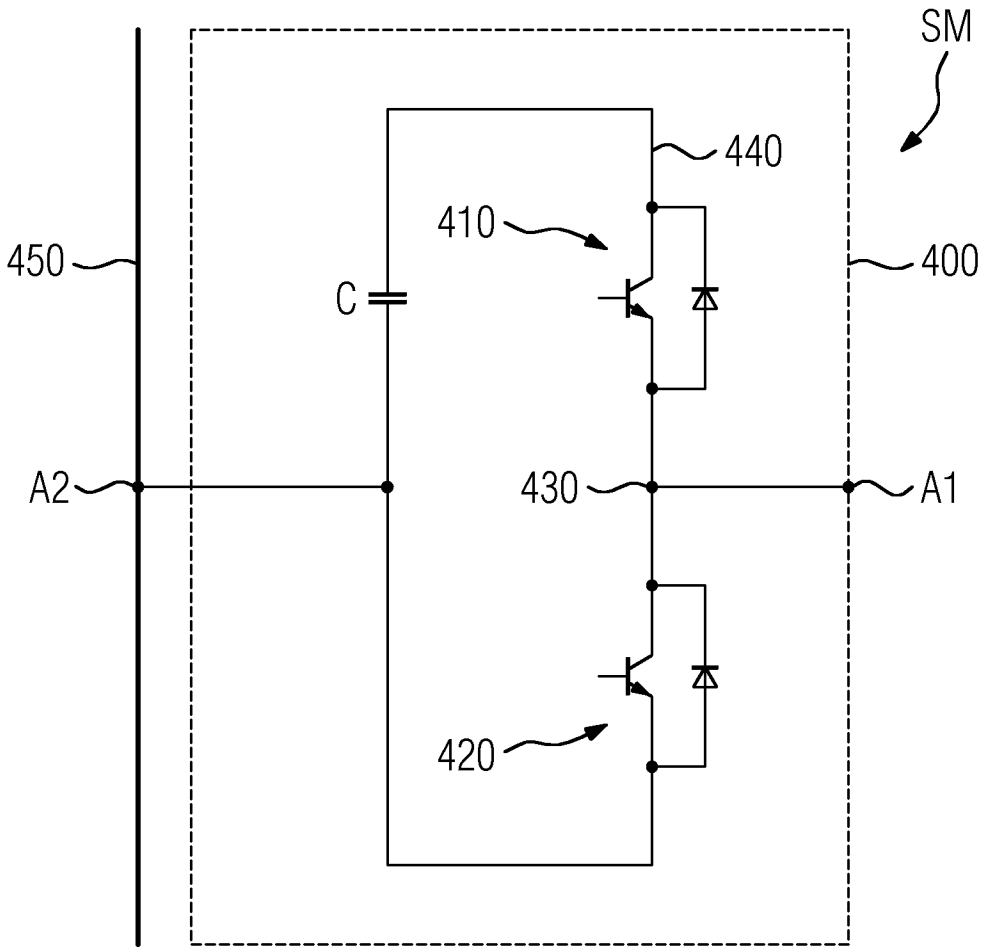


FIG 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/064379

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02M7/00
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

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.
Y	A. LESNICAR; R. MARQUARDT: "An Innovative Modular Multilevel Converter Topology Suitable for Wide Power Range", 2003 IEEE BOLOGNA POWER TECH CONFERENCE, 23 June 2003 (2003-06-23), XP002723329, cited in the application the whole document -----	1,2,7,9, 11,15
Y	US 2013/003305 A1 (STELLA CRISTIANO GIANLUCA [IT]) 3 January 2013 (2013-01-03) paragraphs [0003] - [0006], [0009], [0011] - [0014], [0035], [0040], [0053]; figures 1-7 -----	1,2,7,9, 11,15
A	EP 2 369 624 A1 (CONVERTEAM TECHNOLOGY LTD [GB]) 28 September 2011 (2011-09-28) paragraphs [0002] - [0006], [0020]; figures 1,2 -----	1-15
	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
14 April 2014	30/04/2014

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Hanisch, Thomas

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/064379

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013/000512 A1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]; MONGE MAURO [SE]) 3 January 2013 (2013-01-03) page 1, lines 16-17 page 4, lines 24-31	1-15
A	DE 196 35 582 C1 (SIEMENS AG [DE]) 19 February 1998 (1998-02-19) column 1, line 57 - column 2, line 19 column 2, lines 59-62 column 3, lines 2-8; figures 1,2	1-15
A	US 2007/181908 A1 (OTREMBA RALF [DE]) 9 August 2007 (2007-08-09) paragraphs [0001], [0007], [0008], [0011]; figures 1-4	1-15

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/064379

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013003305 A1	03-01-2013	NONE	
EP 2369624 A1	28-09-2011	DE 102010013165 A1	29-09-2011
		EP 2369624 A1	28-09-2011
WO 2013000512 A1	03-01-2013	DE 212011100212 U1	05-02-2014
		WO 2013000512 A1	03-01-2013
DE 19635582 C1	19-02-1998	DE 19635582 C1	19-02-1998
		EP 0827201 A2	04-03-1998
		US 6031279 A	29-02-2000
US 2007181908 A1	09-08-2007	DE 102007006447 A1	30-08-2007
		US 2007181908 A1	09-08-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/064379

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02M7/00
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H02M

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.
Y	A. LESNICAR; R. MARQUARDT: "An Innovative Modular Multilevel Converter Topology Suitable for Wide Power Range", 2003 IEEE BOLOGNA POWER TECH CONFERENCE, 23. Juni 2003 (2003-06-23), XP002723329, in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1,2,7,9, 11,15
Y	US 2013/003305 A1 (STELLA CRISTIANO GIANLUCA [IT]) 3. Januar 2013 (2013-01-03) Absätze [0003] - [0006], [0009], [0011] - [0014], [0035], [0040], [0053]; Abbildungen 1-7	1,2,7,9, 11,15
A	EP 2 369 624 A1 (CONVERTEAM TECHNOLOGY LTD [GB]) 28. September 2011 (2011-09-28) Absätze [0002] - [0006], [0020]; Abbildungen 1,2	1-15

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
14. April 2014	30/04/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Hanisch, Thomas

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/064379

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2013/000512 A1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]; MONGE MAURO [SE]) 3. Januar 2013 (2013-01-03) Seite 1, Zeilen 16-17 Seite 4, Zeilen 24-31 -----	1-15
A	DE 196 35 582 C1 (SIEMENS AG [DE]) 19. Februar 1998 (1998-02-19) Spalte 1, Zeile 57 - Spalte 2, Zeile 19 Spalte 2, Zeilen 59-62 Spalte 3, Zeilen 2-8; Abbildungen 1,2 -----	1-15
A	US 2007/181908 A1 (OTREMBA RALF [DE]) 9. August 2007 (2007-08-09) Absätze [0001], [0007], [0008], [0011]; Abbildungen 1-4 -----	1-15

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/064379

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2013003305 A1	03-01-2013	KEINE	
EP 2369624 A1	28-09-2011	DE 102010013165 A1	29-09-2011
		EP 2369624 A1	28-09-2011
WO 2013000512 A1	03-01-2013	DE 212011100212 U1	05-02-2014
		WO 2013000512 A1	03-01-2013
DE 19635582 C1	19-02-1998	DE 19635582 C1	19-02-1998
		EP 0827201 A2	04-03-1998
		US 6031279 A	29-02-2000
US 2007181908 A1	09-08-2007	DE 102007006447 A1	30-08-2007
		US 2007181908 A1	09-08-2007