

(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
31. Mai 2018 (31.05.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/095552 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H05K 7/20 (2006.01) H02M 7/483 (2007.01)
H02J 3/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/079006

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. November 2016 (28.11.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: BÖHME, Daniel; Jochensteinstraße 42, 90480 Nürnberg (DE). EULER, Ingo; Spitzwegstraße 6, 91056 Erlangen (DE). KÜBEL, Thomas; Von-Lentersheim-Str. 11a, 91056 Erlangen (DE). PIERSTORF, Steffen; Karlsruher-Str. 20, 90443 Nürnberg (DE). SCHMITT, Daniel; Waldstraße 9, 92353 Postbauer-Heng (DE). SCHREMMER, Frank; Magnolienweg 19, 90768 Fürth (DE). STOLTZE, Torsten; Adam-Kraft-Str. 24, 91074 Herzogenaurach (DE). WAHLE, Marcus; Tulpenstr. 15c, 90587 Veitsbronn (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, 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).

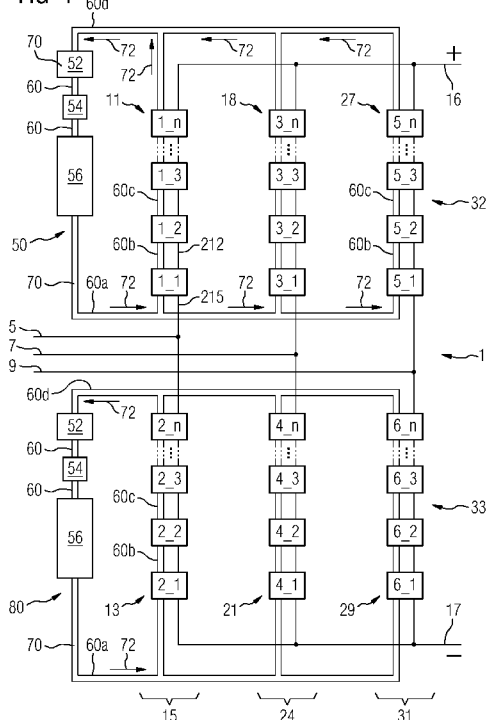
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: POWER CONVERTER

(54) Bezeichnung: STROMRICHTER

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a power converter (1) comprising a plurality of modules (1_1... 6_n), each of which includes at least two electronic switching elements (202, 206) and an electric energy store (210). The energy store is a liquid-cooled energy store (210).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Stromrichter (1) mit einer Mehrzahl von Modulen (1_1... 6_n), die jeweils mindestens zwei elektronische Schaltelemente (202, 206) und einen elektrischen Energiespeicher (210) aufweisen. Der Energiespeicher ist ein flüssigkeitsgekühlter Energiespeicher (210).

WO 2018/095552 A1

Beschreibung

Stromrichter

- 5 Die Erfindung betrifft einen Stromrichter mit einer Mehrzahl von Modulen, die jeweils mindestens zwei elektronische Schaltelemente und einen elektrischen Energiespeicher aufweisen. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum
10 Kühlen mindestens eines elektrischen Energiespeichers eines Stromrichters, wobei der Stromrichter eine Mehrzahl von Modulen aufweist, wobei die Module jeweils mindestens zwei elektronische Schaltelemente und einen elektrischen Energiespeicher aufweisen.
- 15 Stromrichter sind leistungselektronische Schaltungen zum Umwandeln von elektrischer Energie. Mit Stromrichtern kann Wechselstrom in Gleichstrom, Gleichstrom in Wechselstrom, Wechselstrom in Wechselstrom anderer Frequenz und/oder Amplitude oder Gleichstrom in Gleichstrom anderer Spannung
20 umgewandelt werden. Stromrichter können eine Vielzahl der oben genannten gleichartigen Module (die auch als Submodule bezeichnet werden) aufweisen, welche elektrisch in Reihe geschaltet sind. Solche Stromrichter werden als modulare Multilevelstromrichter bezeichnet und gehören zu den VSC-
25 Stromrichtern (VSC = voltage sourced converter). Durch die elektrische Reihenschaltung der Module lassen sich hohe Ausgangsspannungen erreichen. Die Stromrichter sind einfach an unterschiedliche Spannungen anpassbar (skalierbar) und eine gewünschte Ausgangsspannung kann relativ genau erzeugt
30 werden. Modulare Multilevelstromrichter werden oftmals im Hochspannungsbereich eingesetzt, beispielsweise als Stromrichter bei Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlagen.
- 35 Beim Betrieb solcher Stromrichter werden die elektrischen Energiespeicher mit elektrischer Energie aufgeladen und wieder entladen. Aufgrund der dabei fließenden hohen Ströme können sich die elektrischen Energiespeicher stark erwärmen;

es können große Verlustleistungen in den Energiespeichern auftreten und große Wärmemengen (Abwärme) entstehen. Daher müssen relativ große Abstände zwischen den elektrischen Energiespeichern bzw. zwischen einem elektrischen

5 Energiespeicher und einem angrenzenden Bauteil bestehen, damit die Abwärme von den elektrischen Energiespeichern an die Umgebungsluft abgegeben werden kann und die Abwärme mit der Umgebungsluft abtransportiert werden kann (passive
10 Kühlung der elektrischen Energiespeicher durch Luftkonvektion).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Stromrichter und ein Verfahren anzugeben, bei denen die Packungsdichte der elektrischen Energiespeicher vergrößert werden kann.

15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Stromrichter und durch ein Verfahren nach den unabhängigen Patentansprüchen. Vorteilhafte Ausführungsformen des Stromrichters und des Verfahrens sind in den abhängigen
20 Patentansprüchen angegeben.

Offenbart wird ein Stromrichter mit einer Mehrzahl von Modulen, die jeweils mindestens zwei elektronische Schaltelemente und einen elektrischen Energiespeicher
25 aufweisen, wobei der Energiespeicher ein flüssigkeitsgekühlter Energiespeicher ist. Der Energiespeicher ist also mittels einer Flüssigkeitskühlung gekühlt. Mit anderen Worten gesagt, ist der Energiespeicher mittels eines flüssigen Kühlmittels (Kühlflüssigkeit)
30 gekühlt. Der Energiespeicher kann zum Beispiel ein elektrischer Kondensator sein. Dabei ist besonders vorteilhaft, dass der Energiespeicher die in ihm entstehende Wärme (Abwärme) an die Kühlflüssigkeit abgibt und nicht an die Umgebungsluft. Dadurch sind keine großen Freiräume bzw.
35 Abstände um den Energiespeicher herum notwendig, da die Kühlung des Energiespeichers nicht auf Konvektion beruht. Die Packungsdichte der Energiespeicher im Stromrichter (d.h. die Anzahl der Energiespeicher pro Raumeinheit) kann

vorteilhafterweise erhöht werden, d. h. die Energiespeicher können beispielsweise eng beieinander installiert werden. Durch die verbesserte Kühlung sind auch Energiespeicher mit größerer Energiedichte bzw. Leistungsdichte einsetzbar. Durch
5 die bessere Kühlung und die sich daraus ergebende geringere Erwärmung der Energiespeicher erhöht sich auch die Lebensdauer der Energiespeicher. Außerdem heizt sich die Umgebungsluft der Energiespeicher nur wenig auf, so dass der Aufwand für die Klimatisierung des Raumes, in dem der
10 Stromrichter angeordnet ist, sehr viel geringer ausfallen kann als bei einer passiven Luftkühlung.

Der Stromrichter kann so ausgestaltet sein, dass der Stromrichter eine Kühleinrichtung mit einem flüssigen
15 Kühlmittel aufweist. Als flüssiges Kühlmittel kann beispielsweise entionisiertes Wasser (deionisiertes Wasser) oder Glykol verwendet werden.

Der Stromrichter kann so ausgestaltet sein, dass der
20 Energiespeicher thermisch mit dem Kühlmittel gekoppelt ist. Durch die thermische Kopplung kann die Abwärme schnell und umfassend von dem Energiespeicher an das flüssige Kühlmittel abgegeben werden.

Der Stromrichter kann auch so ausgestaltet sein, dass der Energiespeicher thermisch mit dem Kühlmittel gekoppelt ist, indem der Energiespeicher mit einem Kühlkörper
(Energiespeicher-Kühlkörper) versehen ist und dieser
Kühlkörper thermisch mit dem Kühlmittel gekoppelt ist. Bei
30 diesem Ausführungsbeispiel wird die Abwärme vom Kondensator zunächst an den Kühlkörper und dann von dem Kühlkörper an das Kühlmittel abgegeben.

Der Stromrichter kann so ausgestaltet sein, dass die
35 elektronischen Schaltelemente flüssigkeitsgekühlte elektronische Schaltelemente sind. Mit anderen Worten gesagt, sind die elektronischen Schaltelemente mittels des flüssigen Kühlmittels (Kühlflüssigkeit) gekühlt. Dadurch können

vorteilhafterweise auch die elektronischen Schaltelemente mittels des flüssigen Kühlmittels gekühlt werden.

Der Stromrichter kann auch so ausgestaltet sein, dass die
5 elektronischen Schaltelemente thermisch mit dem Kühlmittel gekoppelt sind.

Insbesondere kann der Stromrichter so ausgestaltet sein, dass
die elektronischen Schaltelemente thermisch mit dem
10 Kühlmittel gekoppelt sind, indem die elektronischen Schaltelemente mit einem Kühlkörper (Schaltelement-Kühlkörper) versehen sind und der Kühlkörper thermisch mit dem Kühlmittel gekoppelt ist.

15 Der Stromrichter kann auch so ausgestaltet sein, dass die Kühleinrichtung einen Kühlmittel-Kreislauf (Kreislauf des Kühlmittels) zur Kühlung des Energiespeichers aufweist. Ein Kühlmittelkreislauf ermöglicht einen effizienten Abtransport der Abwärme des Energiespeichers.

20 Der Stromrichter kann auch so ausgestaltet sein, dass die Kühleinrichtung eine Kühlmittelpumpe und einen Wärmetauscher (Wärmeübertrager) aufweist.

25 Der Stromrichter kann so ausgestaltet sein, dass der elektrische Energiespeicher ein elektrischer Kondensator ist. Insbesondere kann der elektrische Energiespeicher ein unipolarer Kondensator sein, d. h. ein Kondensator mit einer vorgegebenen Polarität der beiden Kondensatoranschlüsse.

30 Der Stromrichter kann so ausgestaltet sein, dass
- die zwei elektronischen Schaltelemente der Module in einer Halbbrückenschaltung angeordnet sind, oder
- die Module jeweils die zwei elektronischen Schaltelemente
35 und zwei weitere elektronische Schaltelemente aufweisen, wobei die zwei elektronischen Schaltelemente und die zwei weiteren elektronischen Schaltelemente in einer Vollbrückenschaltung angeordnet sind.

Dabei können die zwei weiteren elektronischen Schaltelemente genau so gekühlt sein die die zwei elektronischen Schaltelemente. Im Fall der ersten Alternative wird ein derartiges Modul auch als Halbbrücken-Modul oder als
5 Halbbrücken-Submodul bezeichnet. Im Fall der zweiten Alternative wird ein derartiges Modul auch als ein Vollbrücken-Modul oder als ein Vollbrücken-Submodul bezeichnet.

10 Offenbart werden weiterhin eine Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlage und eine Blindleistungs-Kompensationsanlage mit einem Stromrichter gemäß den vorstehend beschriebenen Varianten.

15 Offenbart wird weiterhin ein Verfahren zum Kühlen mindestens eines elektrischen Energiespeichers eines Stromrichters, wobei der Stromrichter eine Mehrzahl von Modulen aufweist, wobei die Module jeweils mindestens zwei elektronische Schaltelemente und den elektrischen Energiespeicher
20 aufweisen, wobei bei dem Verfahren
- der elektrische Energiespeicher mittels eines flüssigen Kühlmittels gekühlt wird.
Vorzugsweise können die Energiespeicher der Mehrzahl der Module mittels des flüssigen Kühlmittels gekühlt werden.

25 Dieses Verfahren kann so ablaufen, dass auch die elektronischen Schaltelemente des jeweiligen Moduls mittels des flüssigen Kühlmittels gekühlt werden.

30 Das Verfahren kann so ablaufen, dass das flüssige Kühlmittel mittels eines Kühlmittel-Kreislaufs zu dem Energiespeicher transportiert wird.

Das Verfahren kann auch so ablaufen, dass das flüssige Kühlmittel mittels des Kühlmittel-Kreislaufs zu den
35 elektronischen Schaltelementen transportiert wird.

Der beschriebene Stromrichter und das beschriebene Verfahren weisen gleiche beziehungsweise gleichartige Vorteile auf.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen verweisen dabei auf gleiche oder gleich wirkende Elemente. Dazu ist in

5

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines Stromrichters, der eine Vielzahl von Modulen aufweist, in
Figur 2 ein Ausführungsbeispiel eines Moduls, in
Figur 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Moduls,
10 in
Figur 4 ein Ausführungsbeispiel einer Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlage, in
Figur 5 ein Ausführungsbeispiel einer Blindleistungs-Kompensationsanlage und in
15 Figur 6 ein beispielhafter Ablauf des Verfahrens zum Kühlen des Energiespeichers der Module des Stromrichters

dargestellt.

20

In Figur 1 ist ein Stromrichter 1 in Form eines modularen Multilevelstromrichters 1 (modular multilevel converter, MMC) dargestellt. Dieser Multilevelstromrichter 1 weist einen ersten Wechselspannungsanschluss 5, einen zweiten Wechselspannungsanschluss 7 und einen dritten Wechselspannungsanschluss 9 auf. Der erste Wechselspannungsanschluss 5 ist elektrisch mit einem ersten Phasenmodulzweig 11 und einem zweiten Phasenmodulzweig 13 verbunden. Der erste Phasenmodulzweig 11 und der zweite Phasenmodulzweig 13 bilden ein
25 erstes Phasenmodul 15 des Stromrichters 1. Das dem ersten Wechselspannungsanschluss 5 abgewandte Ende des ersten Phasenmodulzweigs 11 ist mit einem ersten Gleichspannungsanschluss 16 elektrisch verbunden; das dem ersten Wechselspannungsanschluss 5 abgewandte Ende des zweiten
30 Phasenmodulzweigs 13 ist mit einem zweiten Gleichspannungsanschluss 17 elektrisch verbunden. Der erste Gleichspannungsanschluss 16 ist ein positiver

35

Gleichspannungsanschluss; der zweite Gleichspannungsanschluss 17 ist ein negativer Gleichspannungsanschluss.

Der zweite Wechselspannungsanschluss 7 ist mit einem Ende
5 eines dritten Phasenmodulzweigs 18 und mit einem Ende eines
vierten Phasenmodulzweigs 21 elektrisch verbunden. Der dritte
Phasenmodulzweig 18 und der vierte Phasenmodulzweig 21 bilden
ein zweites Phasenmodul 24. Der dritte Wechsel-
spannungsanschluss 9 ist mit einem Ende eines fünften
10 Phasenmodulzweigs 27 und mit einem Ende eines sechsten
Phasenmodulzweigs 29 elektrisch verbunden. Der fünfte
Phasenmodulzweig 27 und der sechste Phasenmodulzweig 29
bilden ein drittes Phasenmodul 31.

Das dem zweiten Wechselspannungsanschluss 7 abgewandte Ende
15 des dritten Phasenmodulzweigs 18 und das dem dritten
Wechselspannungsanschluss 9 abgewandte Ende des fünften
Phasenmodulzweigs 27 sind mit dem ersten Gleichspannungs-
anschluss 16 elektrisch verbunden. Das dem zweiten Wechsel-
spannungsanschluss 7 abgewandte Ende des vierten Phasen-
20 modulzweigs 21 und das dem dritten Wechselspannungsanschluss
9 abgewandte Ende des sechsten Phasenmodulzweigs 29 sind mit
dem zweiten Gleichspannungsanschluss 17 elektrisch verbunden.
Der erste Phasenmodulzweig 11, der dritte Phasenmodulzweig 18
25 und der fünfte Phasenmodulzweig 27 bilden ein positivseitiges
Stromrichterteil 32; der zweite Phasenmodulzweig 13, der
vierte Phasenmodulzweig 21 und der sechste Phasenmodulzweig
29 bilden ein negativseitiges Stromrichterteil 33.

Jeder Phasenmodulzweig weist eine Mehrzahl von Modulen (1_1,
1_2, 1_3, 1_4 ... 1_n; 2_1 ... 2_n; usw.) auf, welche (mittels
ihrer galvanischen Stromanschlüsse) elektrisch in Reihe
geschaltet sind. Solche Module werden auch als Submodule
bezeichnet. Im Ausführungsbeispiel der Figur 1 weist jeder
35 Phasenmodulzweig n Module auf. Die Anzahl der mittels ihrer
galvanischen Stromanschlüsse elektrisch in Reihe geschalteten
Module kann sehr verschieden sein, mindestens sind zwei
Module in Reihe geschaltet, es können aber auch beispiels-

weise 3, 50, 100 oder mehr Module elektrisch in Reihe geschaltet sein. Im Ausführungsbeispiel ist $n = 36$: der erste Phasenmodulzweig 11 weist also 36 Module 1_1, 1_2, 1_3, ... 1_36 auf. Die anderen Phasenmodulzweige 13, 18, 21, 27 und 29 sind gleichartig aufgebaut.

Von einer (nicht dargestellten) Steuereinrichtung des Stromrichters 1 werden optische Nachrichten bzw. optische Signale über eine optische Kommunikationsverbindung (zum Beispiel über einen Lichtwellenleiter) zu den einzelnen Modulen 1_1 bis 6_n übertragen. Beispielsweise sendet die Steuereinrichtung an die einzelnen Module jeweils einen Sollwert zur Höhe der Ausgangsspannung, die das jeweilige Modul bereitstellen soll.

Der Stromrichter 1 weist eine Kühleinrichtung 50 auf. Die Kühleinrichtung 50 weist einen Kühlmittelbehälter 52, eine Pumpe 54 (Kühlmittel-Pumpe 54) sowie einen Wärmetauscher 56 (Wärmeübertrager 56) auf. Der Kühlmittelbehälter 52, die Pumpe 54 und der Wärmetauscher 56 sind über Kühlmittelleitungen 60 mit den einzelnen Modulen 1_1 ... 6_n des Stromrichters 1 verbunden. (Die Kühlmittelleitungen 60 sind im Ausführungsbeispiel mittels zweier paralleler Linien in der Art eines Rohres dargestellt.) So ist beispielsweise der Wärmetauscher 56 über eine Hin-Kühlmittelleitung 60a mit dem Modul 1_1 verbunden; das Modul 1_1 ist über eine Kühlmittelleitung 60b mit dem Modul 1_2 verbunden; und das Modul 1_2 ist über eine Kühlmittelleitung 60c mit dem Modul 1_3 verbunden. In gleicher Art und Weise ist das Modul 1_3 mit dem nächstfolgenden Modul 1_4 (nicht dargestellt) über eine Kühlmittelleitung verbunden und so weiter. Das letzte Modul 1_n des Phasenmodulzweigs 11 ist über eine Rück-Kühlmittelleitung 60d mit dem Kühlmittelbehälter 52 verbunden. Der Kühlmittelbehälter 52 ist über eine Kühlmittelleitung 60 mit der Pumpe 54 verbunden; die Pumpe 54 ist über eine Kühlmittelleitung 60 mit dem Wärmetauscher 56 verbunden.

In dem Kühlmittelbehälter 52 befindet sich ein Vorrat an Kühlmittel 70. Das Kühlmittel 70 kann aus dem Kühlmittelbehälter 52 mittels der Pumpe 54 durch den Wärmetauscher 56, durch die Module 1_1 ... 1_n des ersten Phasenmodulzweigs 11 und danach wieder zurück zum Kühlmittelbehälter 52 gepumpt werden. Somit weist die Kühleinrichtung 50 einen Kühlmittelkreislauf 72 auf. An den Kühlmittelkreislauf 72 sind auch die Module 3_1 ... 3_n des dritten Phasenmodulzweigs 18 und die Module 5_1 ... 5_n des fünften Phasenmodulzweigs 27 angeschlossen. Mittels des Kühlmittelkreislaufs 72 können also der Energiespeicher einer Vielzahl von Modulen und/oder die elektronischen Schaltelemente einer Vielzahl von Modulen (hier der Module 1_1 ... 1_n des ersten Phasenmodulzweigs 11, der Module 3_1 ... 3_n des dritten Phasenmodulzweigs und der Module 5_1 ... 5_n des fünften Phasenmodulzweigs 27) gleichzeitig gekühlt werden.

Zur Kühlung des Energiespeichers und/oder der elektronischen Schaltelemente der Module des zweiten Phasenmodulzweigs 13, des vierten Phasenmodulzweigs 21 und des sechsten Phasenmodulzweigs 29 existiert eine weitere Kühleinrichtung 80. Diese weitere Kühleinrichtung 80 ist identisch aufgebaut zu der oben beschriebenen Kühleinrichtung 50. Selbstverständlich können in einem anderen Ausführungsbeispiel auch sämtliche Module des Stromrichters 1 mittels einer einzigen Kühleinrichtung (d. h. mittels eines einzigen Kühlmittelbehälters 52, einer einzigen Pumpe 54 und eines einzigen Wärmetauschers 56) gekühlt werden. Alternativ ist es auch möglich, mehr als zwei Kühleinrichtungen zur Kühlung der Module des Stromrichters 1 einzusetzen.

Der Kühlmittelbehälter 52 enthält einen Vorrat des Kühlmittels 70. Der Kühlmittelbehälter 52 ist optional: das Kühlmittel kann auch in ausreichender Menge in den Kühlmittelleitungen 60, in der Pumpe 54 und im Wärmetauscher 56 vorhanden sein.

In Figur 2 ist beispielhaft der Aufbau eines Moduls 201 dargestellt. Dabei kann es sich beispielsweise um das Modul 1_1 des ersten Phasenmodulzweigs 11 (oder auch um eines der anderen in Figur 1 dargestellten Module) handeln. Das Modul ist als ein Halbbrückenmodul 201 ausgestaltet. Das Modul 201 weist ein erstes ein- und abschaltbares elektronisches Schaltelement 202 (erstes elektronisches Schaltelement 202) mit einer ersten antiparallel geschalteten Diode 204 (erste Freilaufdiode 204) auf. Weiterhin weist das Modul 201 ein zweites ein- und abschaltbares elektronisches Schaltelement 206 (zweites elektronisches Schaltelement 206) mit einer zweiten antiparallel geschalteten Diode 208 (zweite Freilaufdiode 208) und einen elektrischen Energiespeicher 210 in Form eines elektrischen Kondensators 210 auf. Das erste elektronische Schaltelement 202 und das zweite elektronische Schaltelement 206 sind jeweils als ein IGBT (insulated-gate bipolar transistor) ausgestaltet. Das erste elektronische Schaltelement 202 ist elektrisch in Reihe geschaltet mit dem zweiten elektronischen Schaltelement 206. Am Verbindungspunkt zwischen den beiden elektronischen Schaltelementen 202 und 206 ist ein erster (galvanischer) Modulanschluss 212 angeordnet. An dem Anschluss des zweiten Schaltelements 206, welcher dem Verbindungspunkt gegenüberliegt, ist ein zweiter (galvanischer) Modulanschluss 215 angeordnet. Der zweite Modulanschluss 215 ist weiterhin mit einem ersten Anschluss des Energiespeichers 210 verbunden; ein zweiter Anschluss des Energiespeichers 210 ist elektrisch verbunden mit dem Anschluss des ersten Schaltelements 202, der dem Verbindungspunkt gegenüberliegt.

Der Energiespeicher 210 ist also elektrisch parallel geschaltet zu der Reihenschaltung aus dem ersten Schaltelement 202 und dem zweiten Schaltelement 206. Durch entsprechende Ansteuerung des ersten Schaltelements 202 und des zweiten Schaltelements 206 kann erreicht werden, dass zwischen dem ersten Modulanschluss 212 und dem zweiten Modulanschluss 215 entweder die Spannung des Energiespeichers 210 ausgegeben wird oder keine Spannung ausgegeben wird (d.h.

eine Nullspannung ausgegeben wird). Durch Zusammenwirken der Module der einzelnen Phasenmodulzweige kann so die jeweils gewünschte Ausgangsspannung des Stromrichters erzeugt werden. Die Ansteuerung des ersten Schaltelements 202 und des zweiten Schaltelements 206 erfolgt im Ausführungsbeispiel mittels der (oben erwähnten) von der Steuereinrichtung des Stromrichters zu dem Modul übertragenen Nachricht bzw. Signal.

Das erste elektronische Schaltelement 202 ist mit einem ersten Schaltelement-Kühlkörper 220 versehen; das zweite elektronische Schaltelement 206 ist mit einem zweiten Schaltelement-Kühlkörper 222 versehen. Die erste Freilaufdiode 204 ist mit einem ersten Dioden-Kühlkörper 226 versehen; die zweite Freilaufdiode 208 ist mit einem zweiten Dioden-Kühlkörper 228 versehen. Der Energiespeicher 210 ist mit einem Energiespeicher-Kühlkörper 230 versehen. Die Kühlkörper 220, 222, 226, 228 und 230 können jeweils aus massivem Metall bestehen, beispielsweise aus Kupfer oder Aluminium. Die Kühlkörper sind in der Figur 2 lediglich schematisch dargestellt. Die Kühlkörper 220, 222, 226, 228 und 230 stehen in einem engen thermischen Kontakt mit dem jeweiligen Bauelement und sind in der Lage, die in dem Bauelement entstehende Abwärme aufzunehmen und an das flüssige Kühlmittel 70 weiterzuleiten. Daher stehen die Kühlkörper 220, 222, 226, 228 und 230 jeweils in engem thermischen Kontakt (thermische Kopplung) mit dem Kühlmittel 70. So sind der Energiespeicher 210, das erste elektronische Schaltelement 202, das zweite elektronische Schaltelement 206, die erste Freilaufdiode 204 und die zweite Freilaufdiode 208 thermisch mit dem Kühlmittel 70 gekoppelt.

Im unteren Teil der Figur 2 ist mittels eines Pfeils 236 das in das Modul 201 hineinströmende Kühlmittel 70 dargestellt; im oberen Teil der Figur 2 ist mittels eines Pfeils 238 das aus dem Modul 201 herausströmende Kühlmittel 70 dargestellt. Mittels des durch das Modul 201 strömenden Kühlmittels 70 können also das erste elektronische Schaltelement 202, das zweite elektronische Schaltelement 206, die erste

Freilaufdiode 204, die zweite Freilaufdiode 208 und der Energiespeicher 210 gekühlt werden. Alternativ ist es natürlich auch möglich, dass mittels des Kühlmittels 70 nur einzelne Bauelemente des Moduls gekühlt werden,

5 beispielsweise nur der Energiespeicher 210. In diesem Fall können für die Kühlung der Schaltelemente und der Freilaufdioden andere Kühlmöglichkeiten vorhanden sein, beispielsweise ein eigener Kühlmittelkreislauf.

10 Das Kühlmittel 70 nimmt die Abwärme des Energiespeichers 210 auf. Weiterhin nimmt das Kühlmittel 70 die Abwärme des ersten elektronischen Schaltelements 202, des zweiten elektronischen Schaltelements 206, der ersten Freilaufdiode 204 und der zweiten Freilaufdiode 208 auf. Das Kühlmittel 70
15 transportiert die aufgenommene Abwärme zu dem Wärmetauscher 56. Der Wärmetauscher 56 gibt die Abwärme des Kühlmittels an die Umgebungsluft ab (vorzugsweise gibt der Wärmetauscher 56 die Abwärme an die Umgebungsluft außerhalb des Stromrichtergebäudes ab). Der Energiespeicher 210 ist also
20 ein flüssigkeitsgekühlter Energiespeicher 210; der Energiespeicher 210 wird mittels des flüssigen Kühlmittels 70 gekühlt. In gleicher Weise sind die elektronischen Schaltelemente 202, 206 flüssigkeitsgekühlte elektronische Schaltelemente 202, 206.

25

In Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Moduls 301 des modularen Multilevelstromrichters dargestellt. Bei diesem Modul 301 kann es sich beispielsweise um das Modul 1_2 (oder auch um eines der anderen in Figur 1 dargestellten
30 Module) handeln. Neben den bereits aus Figur 2 bekannten ersten elektronischen Schaltelement 202, zweiten elektronischen Schaltelement 206, erster Freilaufdiode 204, zweiter Freilaufdiode 208 und Energiespeicher 210 weist das in Figur 3 dargestellte Modul 301 ein drittes elektronisches
35 Schaltelement 302 mit einer antiparallel geschalteten dritten Freilaufdiode 304 sowie ein viertes elektronisches Schaltelement 306 mit einer vierten antiparallel geschalteten Freilaufdiode 308 auf. Das dritte elektronische Schaltelement

302 und das vierte elektronische Schaltelement 306 sind jeweils als ein IGBT ausgestaltet. Im Unterschied zur Schaltung der Figur 2 ist der zweite Modulanschluss 315 nicht mit dem zweiten elektronischen Schaltelement 206 elektrisch
5 verbunden, sondern mit einem Mittelpunkt einer elektrischen Reihenschaltung aus dem dritten elektronischen Schaltelement 302 und dem vierten elektronischen Schaltelement 306.

Das Modul 301 der Figur 3 ist ein sogenanntes Vollbrücken-
10 Modul 301. Dieses Vollbrücken-Modul 301 zeichnet sich dadurch aus, dass bei entsprechender Ansteuerung der vier elektronischen Schaltelemente zwischen dem ersten (galvanischen) Modulanschluss 212 und dem zweiten (galvanischen) Modulanschluss 315 wahlweise entweder die
15 positive Spannung des Energiespeichers 210, die negative Spannung des Energiespeichers 210 oder eine Spannung des Wertes Null (Nullspannung) ausgegeben werden kann. Somit kann also mittels des Vollbrückenmoduls 301 die Polarität der Ausgangsspannung umgekehrt werden. Der Stromrichter 1 kann
20 entweder nur Halbbrücken-Module 201, nur Vollbrücken-Module 301 oder auch Halbbrücken-Module 201 und Vollbrücken-Module 301 aufweisen. Über den ersten Modulanschluss 212 und den zweiten Modulanschluss 215, 315 fließen große elektrische Ströme des Stromrichters.

25 Bei diesem Ausführungsbeispiel des Moduls 301 werden neben dem Energiespeicher 210, dem ersten elektronischen Schaltelement 202, dem zweiten elektronischen Schaltelement 206, der ersten Freilaufdiode 204 und der zweiten
30 Freilaufdiode 208 zusätzlich auch das dritte elektronische Schaltelement 302, das vierte elektronische Schaltelement 306, die dritte Freilaufdiode 304 sowie die vierte Freilaufdiode 308 mittels des Kühlmittels 70 des Kühlmittelkreislaufs 72 gekühlt.

35 In Figur 4 ist schematisch ein Ausführungsbeispiel einer Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlage 401 dargestellt. Diese Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlage 401 weist

zwei Stromrichter 1 auf, wie sie in Figur 1 dargestellt sind. Diese beiden Stromrichter 1 sind gleichspannungsseitig über eine Hochspannungs-Gleichstrom-Verbindung 405 elektrisch miteinander verbunden. Dabei sind die beiden positiven
5 Gleichspannungsanschlüsse 16 der Stromrichter 1 mittels einer ersten Hochspannungs-Gleichstrom-Leitung 405a elektrisch miteinander verbunden; die beiden negativen Gleichspannungsanschlüsse 17 der beiden Stromrichter 1 sind mittels einer zweiten Hochspannungs-Gleichstrom-Leitung 405b elektrisch
10 miteinander verbunden. Mittels einer derartigen Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlage 401 kann elektrische Energie über weite Entfernungen übertragen werden; die Hochspannungs-Gleichstrom-Verbindung 405 weist dann eine entsprechende Länge auf.

15 In Figur 5 ist ein Ausführungsbeispiel eines Stromrichters 501 dargestellt, welcher ein Blindleistungskompensator 501 ist. Dieser Stromrichter 501 weist lediglich die drei Phasenmodulzweige 11, 18 und 27 auf, welche drei Phasenmodule
20 des Stromrichters bilden. Die Anzahl der Phasenmodule entspricht der Anzahl der Phasen eines Wechselspannungsnetzes 511, an das der Stromrichter 501 angeschlossen ist.

Die drei Phasenmodule 11, 18 und 27 sind dreieckförmig
25 miteinander verbunden, d.h. die drei Phasenmodule 11, 18 und 27 sind in einer Dreieckschaltung geschaltet. Jeder Eckpunkt der Dreieckschaltung ist mit jeweils einer Phasenleitung 515, 517 und 519 des dreiphasigen Wechselspannungsnetzes 511 elektrisch verbunden. (Die drei Phasenmodule können in einem
30 anderen Ausführungsbeispiel anstelle in Dreieckschaltung auch in einer Sternschaltung geschaltet sein.) Der Stromrichter 501 kann das Wechselspannungsnetz 511 mit Blindleistung versorgen oder Blindleistung aus dem Wechselspannungsnetz 511 entnehmen.

35 In Figur 6 ist das Verfahren zum Kühlen von mindestens einem elektrischen Energiespeicher des Stromrichters noch einmal mittels eines Ablaufdiagramms dargestellt.

Verfahrensschritt 602:

Pumpen des Kühlmittels 70 in einem Kühlmittelkreislauf 72 durch die Module 1_1 ... 6_n des Stromrichters 1

5

Verfahrensschritt 604:

Aufnehmen der Abwärme des Energiespeichers 210 der Module 1_1 ... 6_n durch das Kühlmittel 70

10 Verfahrensschritt 606 (optional):

Aufnehmen der Abwärme der Schaltelemente 202, 206, 302, 306 der Module 1_1 ... 6_n durch das Kühlmittel 70

Verfahrensschritt 608:

15 Abtransport der Abwärme mittels des Kühlmittels 70 zum Wärmetauscher 56

Es wurde ein Stromrichter mit einer Mehrzahl von Modulen sowie ein Verfahren zum Kühlen des Energiespeichers der

20 Module eines Stromrichters beschrieben. Dabei wird der Energiespeicher der Module (beispielsweise der elektrische Kondensator der Module) mittels eines flüssigen Kühlmittels gekühlt (Flüssigkeitskühlung). Es findet also mittels eines flüssigen Kühlmittels eine aktive Kühlung des

25 Energiespeichers statt. Vorzugsweise erfolgt die Kühlung des Energiespeichers mittels desselben flüssigen Kühlmittels, mittels dem auch die Schaltelemente der Module gekühlt werden. Die Flüssigkeitskühlung des Energiespeichers ergibt eine Reihe von Vorteilen:

- 30 - Energiespeicher (z. B. Kondensatoren) mit größerer Energiedichte/Leistungsdichte sind einsetzbar.
- Konvektionsabstände zwischen den Energiespeichern sind nicht oder nur noch minimal notwendig. Dadurch erhöht sich die Packungsdichte der Energiespeicher im Stromrichter.
- 35 - Die Klimatisierung des Gebäudes, in dem der Stromrichter steht, (z. B. Stromrichter-Halle) vereinfacht sich wesentlich (Kostenvorteil).
- Die Lebensdauer der Energiespeicher erhöht sich.

Patentansprüche

1. Stromrichter (1) mit einer Mehrzahl von Modulen (1₁ ... 1_n), die jeweils mindestens zwei elektronische
5 Schaltelemente (202, 206) und einen elektrischen
Energiespeicher (210) aufweisen, wobei der Energiespeicher
ein flüssigkeitsgekühlter Energiespeicher (210) ist.

2. Stromrichter nach Anspruch 1,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- der Stromrichter (1) eine Kühleinrichtung (50) mit einem
flüssigen Kühlmittel (70) aufweist.

3. Stromrichter nach Anspruch 2,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- der Energiespeicher (210) thermisch mit dem Kühlmittel (70)
gekoppelt ist.

4. Stromrichter nach Anspruch 2 oder 3,
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- der Energiespeicher (210) thermisch mit dem Kühlmittel (70)
gekoppelt ist, indem der Energiespeicher (210) mit einem
Kühlkörper (230) versehen ist und der Kühlkörper (230)
thermisch mit dem Kühlmittel (70) gekoppelt ist.

25 5. Stromrichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die elektronischen Schaltelemente flüssigkeitsgekühlte
elektronische Schaltelemente (202, 206) sind.

30 6. Stromrichter nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die elektronischen Schaltelemente (202, 206) thermisch mit
dem Kühlmittel (70) gekoppelt sind.

35 7. Stromrichter nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

- die elektronischen Schaltelemente (202, 206) thermisch mit dem Kühlmittel (70) gekoppelt sind, indem die elektronischen Schaltelemente (202, 206) mit einem Kühlkörper (220, 222) versehen sind und dieser Kühlkörper (220, 222) thermisch mit dem Kühlmittel (70) gekoppelt ist.

8. Stromrichter nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Kühleinrichtung (50) einen Kühlmittel-Kreislauf (72) zur Kühlung des Energiespeichers (210) aufweist.

9. Stromrichter nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Kühleinrichtung (50) eine Kühlmittelpumpe (54) und einen Wärmetauscher (56) aufweist.

10. Stromrichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- der Energiespeicher ein elektrischer Kondensator (210) ist.

11. Stromrichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- die zwei elektronischen Schaltelemente (202, 206) der Module (1_1 ... 6_n) in einer Halbbrückenschaltung angeordnet sind, oder

- die Module (301) jeweils die zwei elektronischen Schaltelemente (202, 206) und zwei weitere elektronische Schaltelemente (302, 306) aufweisen, wobei die zwei elektronischen Schaltelemente (202, 206) und die zwei weiteren elektronischen Schaltelemente (302, 306) in einer Vollbrückenschaltung angeordnet sind.

12. Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlage (401) mit einem Stromrichter (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

13. Blindleistungs-Kompensationsanlage (501) mit einem Stromrichter nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

14. Verfahren zum Kühlen mindestens eines elektrischen
Energiespeichers (210) eines Stromrichters, wobei der
Stromrichter eine Mehrzahl von Modulen (1_1 ... 6_n) aufweist,
wobei die Module jeweils mindestens zwei elektronische
5 Schaltelemente (202, 206) und einen elektrischen
Energiespeicher (210) aufweisen, wobei bei dem Verfahren
- der elektrische Energiespeicher (210) mittels eines
flüssigen Kühlmittels (70) gekühlt wird.
- 10 15. Verfahren nach Anspruch 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- die elektronischen Schaltelemente (202, 206) mittels des
flüssigen Kühlmittels (70) gekühlt werden.
- 15 16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- das flüssige Kühlmittel (70) mittels eines Kühlmittel-
Kreislaufs (72) zu dem Energiespeicher (210) transportiert
wird.
- 20 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
- das flüssige Kühlmittel (70) mittels des Kühlmittel-
Kreislaufs (72) zu den elektronischen Schaltelementen (202,
25 206) transportiert wird.

FIG 1

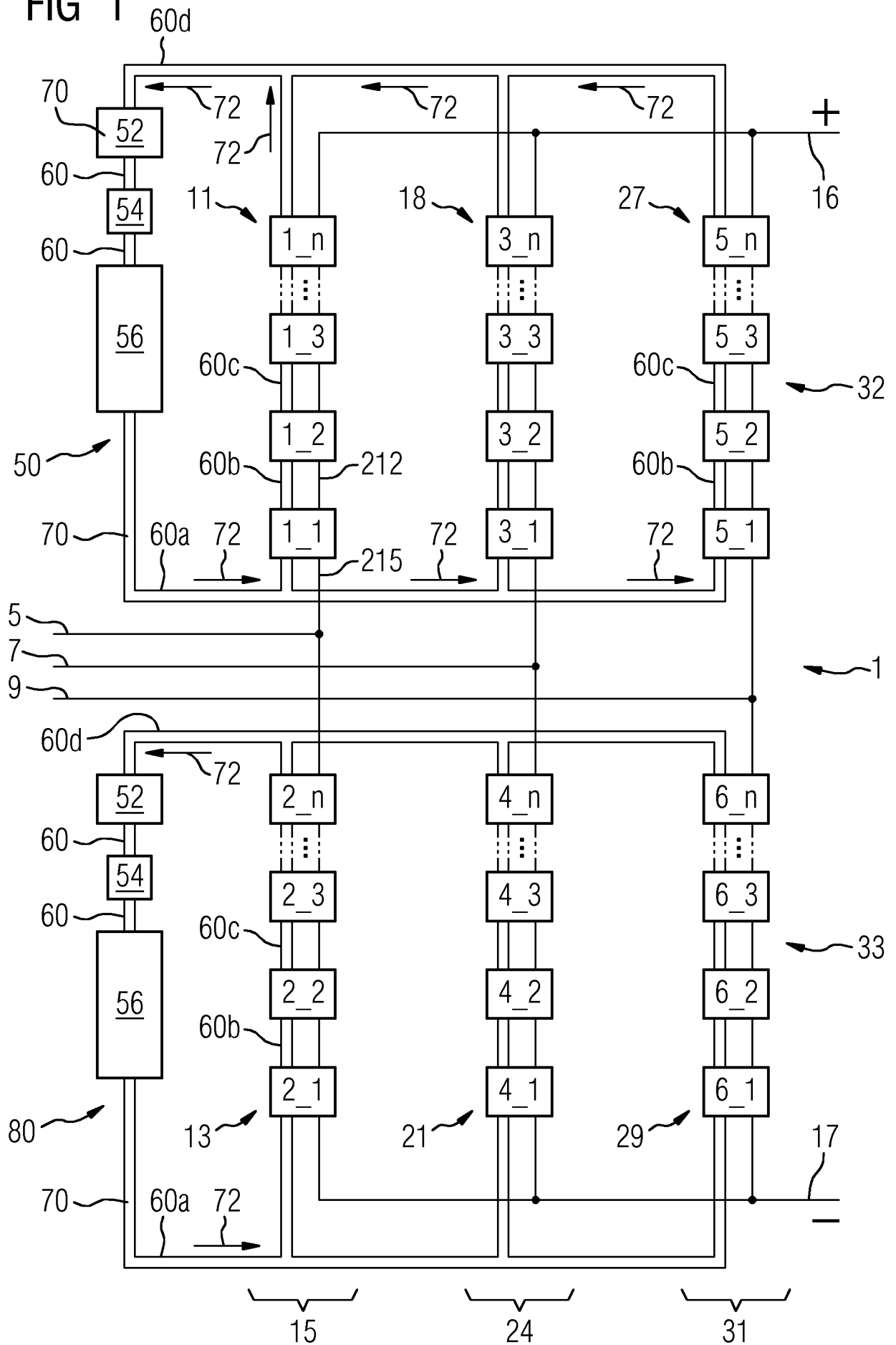


FIG 2

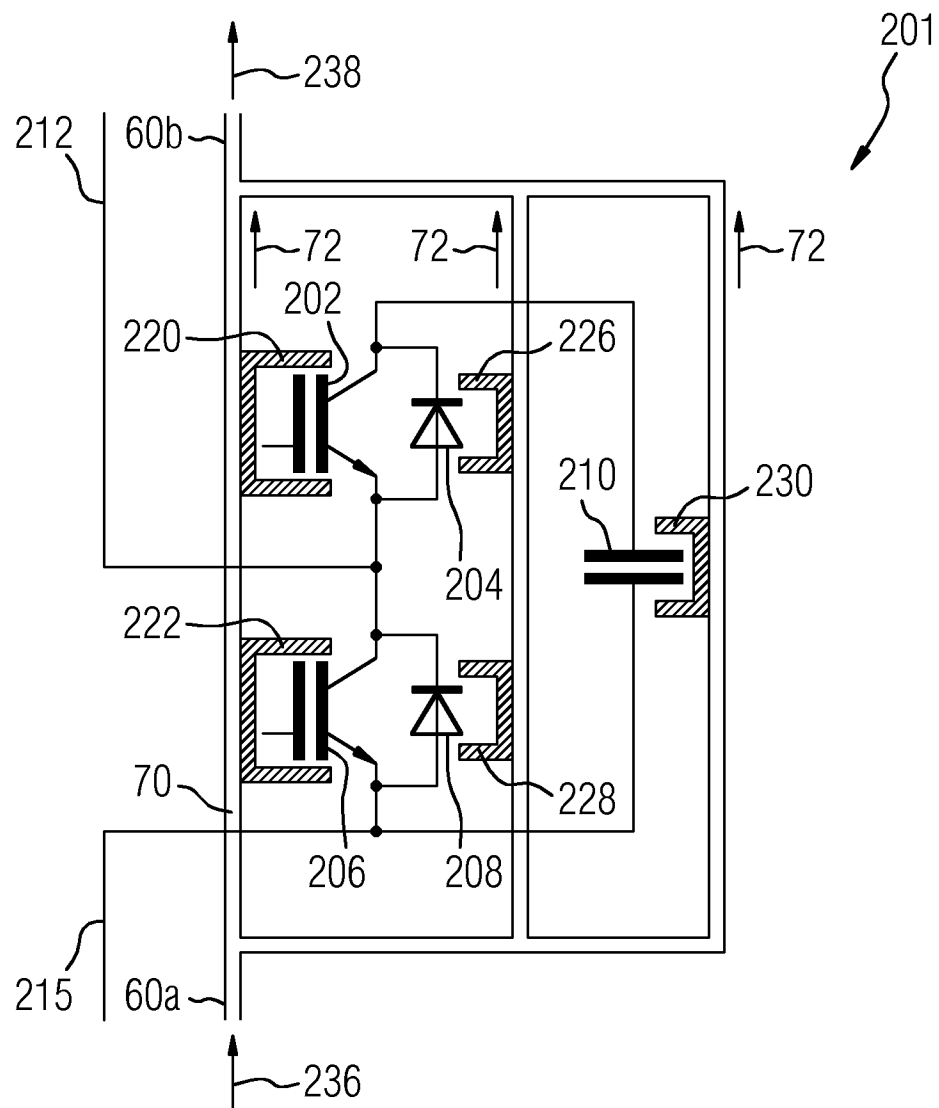


FIG 3

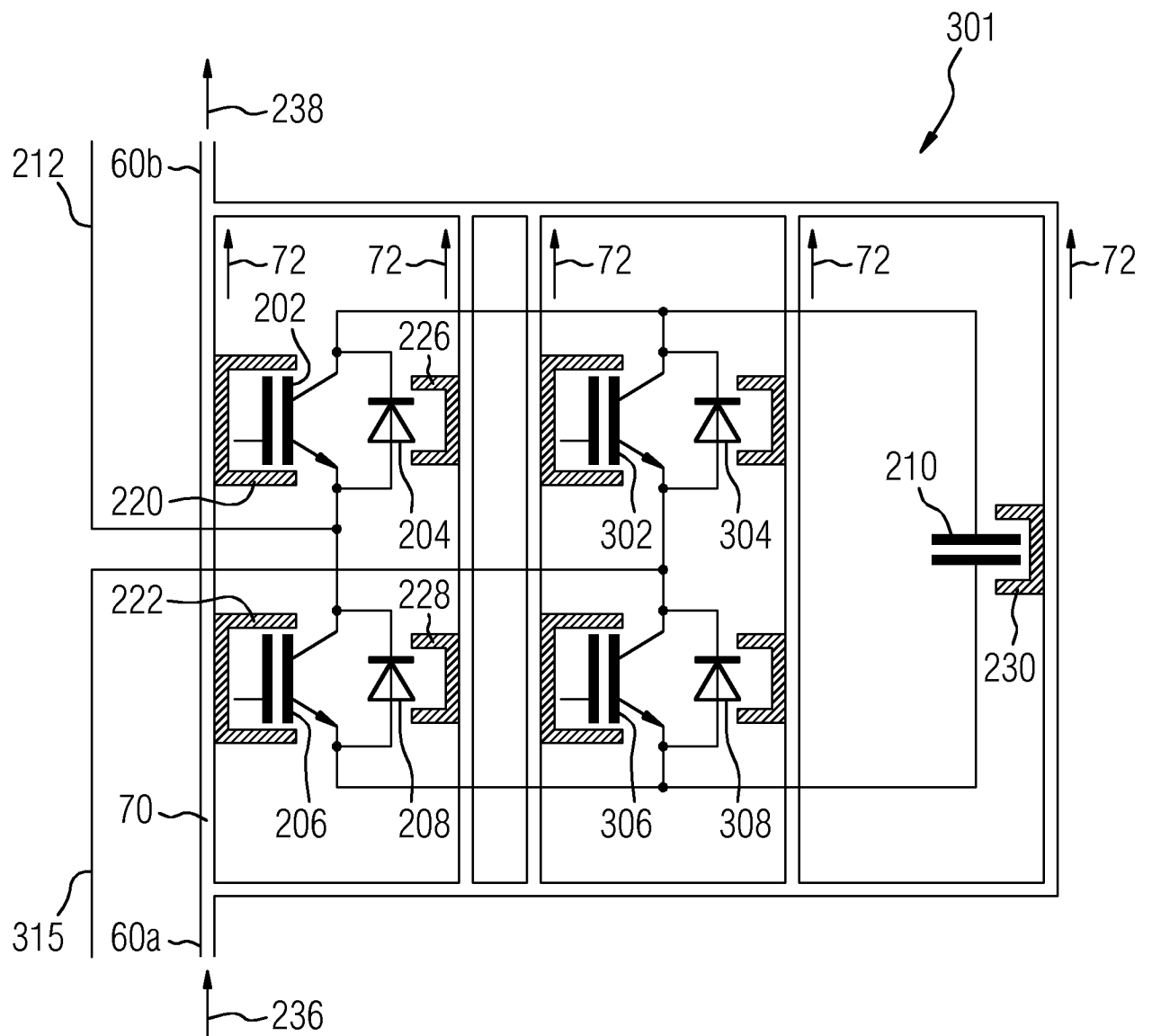


FIG 4

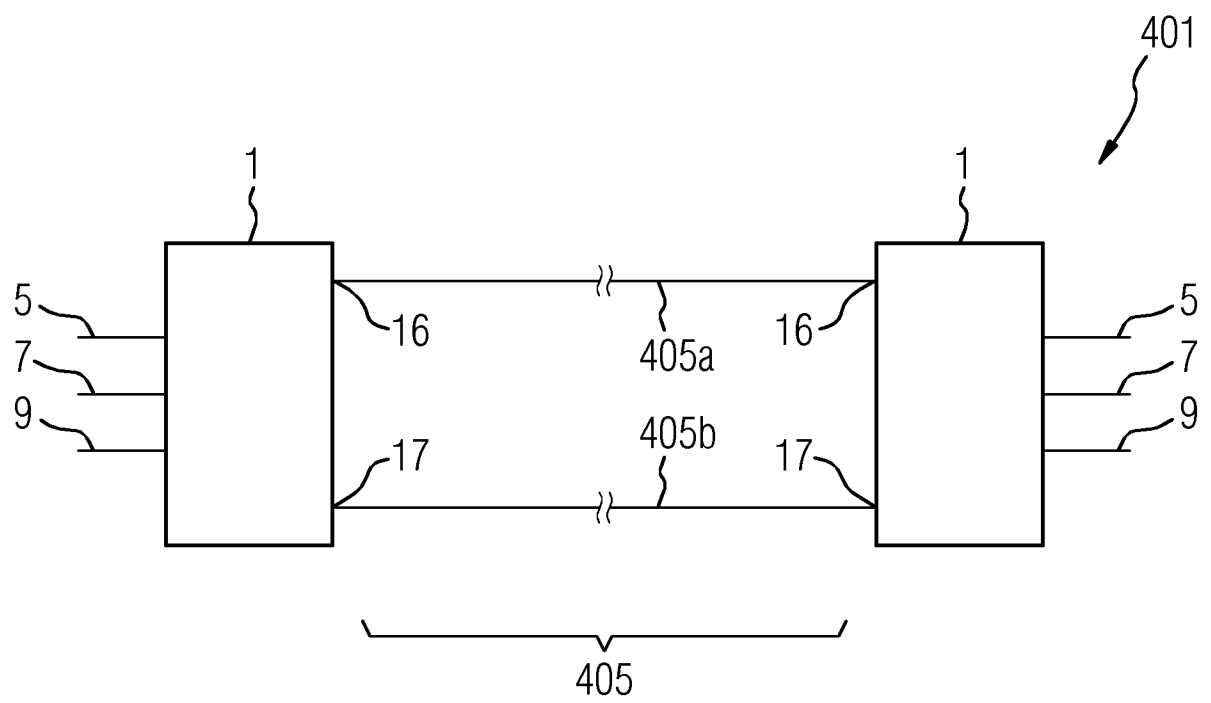


FIG 5

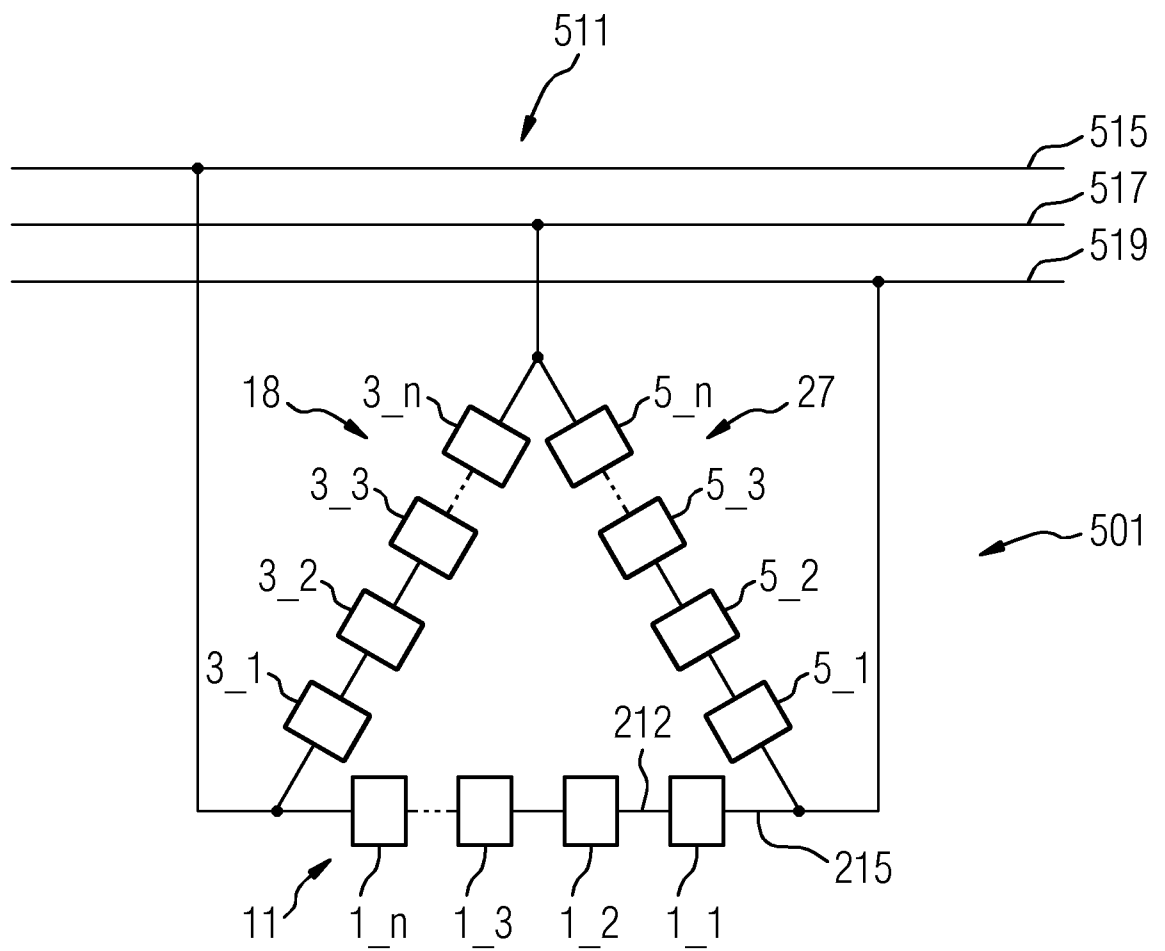
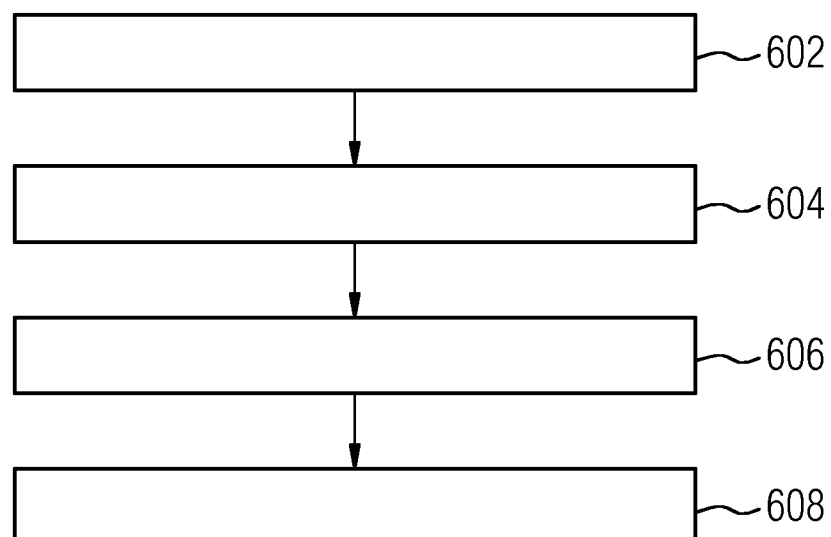


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/079006

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H05K7/20 H02J3/18 H02M7/483
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)

H05K H02J 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, 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 2 825 009 A1 (ABB TECHNOLOGY LTD [CH]) 14 January 2015 (2015-01-14) paragraphs [0027], [0028], [0044] - [0047], [0049] - [0055], [0057], [0058]; figures 1-6 -----	1-17
X	EP 2 302 782 A1 (SEMIKRON ELEKTRONIK GMBH [DE]) 30 March 2011 (2011-03-30) paragraphs [0003], [0005], [0006], [0015], [0016], [0023]; figures 1-4 -----	1-17
Y	DE 10 2011 006988 A1 (SIEMENS AG [DE]) 11 October 2012 (2012-10-11) paragraphs [0028] - [0031], [0037]; figures 1-6 ----- -/-	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 July 2017

Date of mailing of the international search report

19/07/2017

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

Schneider, Florian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/079006

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 2 337 436 A2 (VACON OYJ [FI]) 22 June 2011 (2011-06-22) paragraphs [0002] - [0004], [0018]; figures 1-3	1-17
A	----- US 6 031 751 A (JANKO STEVEN P [US]) 29 February 2000 (2000-02-29) column 1, lines 26-29; figures 11,13-16,19,22,25,28 -----	1-10, 14-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/079006

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2825009	A1	14-01-2015	EP 2825009 A1 14-01-2015
		US 2016192540 A1	30-06-2016
		WO 2015003967 A1	15-01-2015
EP 2302782	A1	30-03-2011	CN 102035356 A 27-04-2011
		DE 102009043181 A1	07-04-2011
		EP 2302782 A1	30-03-2011
		ES 2407643 T3	13-06-2013
DE 102011006988	A1	11-10-2012	CN 103477549 A 25-12-2013
		DE 102011006988 A1	11-10-2012
		EP 2681835 A2	08-01-2014
		WO 2012136467 A2	11-10-2012
EP 2337436	A2	22-06-2011	CN 102123577 A 13-07-2011
		DK 2337436 T3	11-03-2013
		EP 2337436 A2	22-06-2011
		FI 20096363 A	19-06-2011
		US 2011146962 A1	23-06-2011
US 6031751	A	29-02-2000	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H05K7/20 H02J3/18 H02M7/483 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H05K H02J 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, 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 2 825 009 A1 (ABB TECHNOLOGY LTD [CH]) 14. Januar 2015 (2015-01-14) Absätze [0027], [0028], [0044] - [0047], [0049] - [0055], [0057], [0058]; Abbildungen 1-6 -----	1-17
X	EP 2 302 782 A1 (SEMIKRON ELEKTRONIK GMBH [DE]) 30. März 2011 (2011-03-30) Absätze [0003], [0005], [0006], [0015], [0016], [0023]; Abbildungen 1-4 -----	1-17
Y	DE 10 2011 006988 A1 (SIEMENS AG [DE]) 11. Oktober 2012 (2012-10-11) Absätze [0028] - [0031], [0037]; Abbildungen 1-6 ----- -/-	1-17
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
12. Juli 2017		19/07/2017
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 Schneider, Florian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 2 337 436 A2 (VACON OYJ [FI]) 22. Juni 2011 (2011-06-22) Absätze [0002] - [0004], [0018]; Abbildungen 1-3 -----	1-17
A	US 6 031 751 A (JANKO STEVEN P [US]) 29. Februar 2000 (2000-02-29) Spalte 1, Zeilen 26-29; Abbildungen 11,13-16,19,22,25,28 -----	1-10, 14-17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/079006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2825009 A1	14-01-2015	EP 2825009 A1	14-01-2015
		US 2016192540 A1	30-06-2016
		WO 2015003967 A1	15-01-2015
EP 2302782 A1	30-03-2011	CN 102035356 A	27-04-2011
		DE 102009043181 A1	07-04-2011
		EP 2302782 A1	30-03-2011
		ES 2407643 T3	13-06-2013
DE 102011006988 A1	11-10-2012	CN 103477549 A	25-12-2013
		DE 102011006988 A1	11-10-2012
		EP 2681835 A2	08-01-2014
		WO 2012136467 A2	11-10-2012
EP 2337436 A2	22-06-2011	CN 102123577 A	13-07-2011
		DK 2337436 T3	11-03-2013
		EP 2337436 A2	22-06-2011
		FI 20096363 A	19-06-2011
		US 2011146962 A1	23-06-2011
US 6031751 A	29-02-2000	KEINE	