

(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
10. Mai 2013 (10.05.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/064310 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H02M 1/32 (2007.01) **H02M 7/483** (2007.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/068756
- (22) Internationales Anmeldedatum:
24. September 2012 (24.09.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
11187655.3 3. November 2011 (03.11.2011) EP
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ABB Technology AG** [CH/CH]; Affolternstrasse 44, CH-8050 Zürich (CH).
- (72) Erfinder; und
(71) Anmelder (nur für US): **STEIMER, Peter** [—/CH]; Schlierenbach 16, CH-5420 Ehrendingen (CH).
APELDOORN, Oscar [—/CH]; Bodenstrasse 24, CH-5426 Lengnau (CH).
- (74) Anwalt: **BERNER, Thomas**; ABB Patent Attorneys, c/o ABB Schweiz AG, Intellectual Property CH-IP, Brown Boveri Strasse 6, CH-5400 Baden (CH).

- (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, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INVERTER CIRCUIT AND METHOD FOR OPERATING SUCH AN INVERTER CIRCUIT

(54) Bezeichnung : UMRICHTERSCHALTUNG UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER SOLCHEN UMRICHTERSCHALTUNG

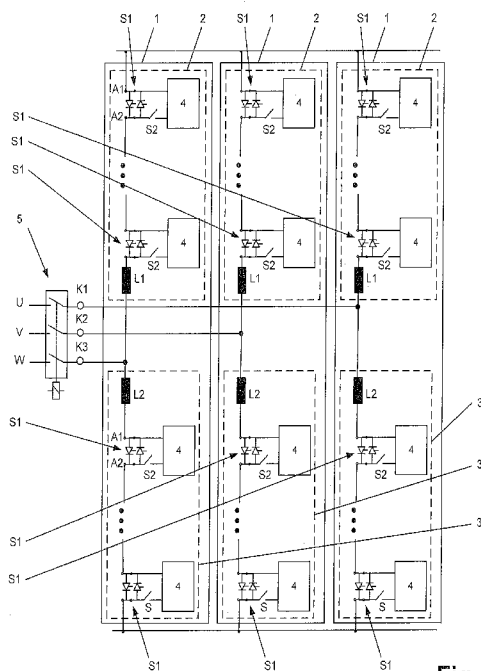


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an inverter circuit having at least two phase modules (1), wherein each phase module (1) has a first and a second partial inverter system (2, 3), each partial inverter system (2, 3) comprises an inductance (L1, L2) and n two-pole switch cells (4) connected in series thereto, $n \geq 2$ and each switch cell (4) has bidirectional power semiconductor switches, which can be actuated, having a controlled, unidirectional current conducting direction and a capacitive energy store. For each phase module (1), the inductance (L1) of the first partial inverter system (2) is serially connected to the inductance (L2) of the second partial inverter system (3). Furthermore, the connection point of the inductance (L1) of the first partial inverter system (2) forms a phase connection (K1, K2, K3) with the inductance (L2) of the second partial inverter system (3) for each phase module (1). A short-circuit element (S1) is connected, in parallel to each switch cell (4), to the connection poles (A1, A2) of the switch cell (4) in order to contain a fault current in a partial inverter system (2, 3), wherein an interrupting element (S2) is furthermore serially connected in a connection between the associated short-circuit element (S1) and the switch cell (4) in every switch cell (4).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/064310 A1



Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Es wird eine Umrichterschaltung mit mindestens zwei Phasenbausteinen (1) angegeben, wobei jeder Phasenbaustein (1) ein erstes und ein zweites Teilumrichtersystem (2, 3) aufweist, jedes Teilumrichtersystem (2, 3) eine Induktivität (L1, L2) und dazu in Serie geschaltete n in Serie geschaltete zweipolige Schaltzelle (4) umfasst, $n \geq 2$ ist und jede Schaltzelle (4) ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter mit gesteuerter unidirektionaler Stromführungsrichtung und einen kapazitiven Energiespeicher aufweist. Für jeden Phasenbaustein (1) ist die Induktivität (L1) des ersten Teilumrichtersystems (2) seriell mit der Induktivität (L2) des zweiten Teilumrichtersystems (3) verbunden. Ferner bildet für jeden Phasenbaustein (1) der Verbindungspunkt der Induktivität (L1) des ersten Teilumrichtersystems (2) mit der Induktivität (L2) des zweiten Teilumrichtersystems (3) einen Phasenanschluss (K1, K2, K3). Zur Beherrschung eines Fehlerstromes in einem Teilumrichtersystem (2, 3) ist parallel zu jeder Schaltzelle (4) an den Anschlusspolen (A1, A2) der Schaltzelle (4) ein Kurzschlusselement (S1) geschaltet, wobei zudem bei jeder Schaltzelle (4) in eine Verbindung zwischen dem zugehörigen Kurzschlusselement (S1) und der Schaltzelle (4) ein Unterbrechungselement (S2) seriell geschaltet ist.

tät des zweiten Teilumrichtersystems einen Phasenanschluss. An den Phasenanschlüssen ist typischerweise ein elektrisches Wechselspannungsnetz oder eine elektrische Last angeschlossen.

Im Falle eines Fehlers in einem Teilumrichtersystem eines Phasenbausteins fließt der resultierende Fehlerstrom typischerweise über den betroffenen Phasenanschluss vom oder in das elektrische Wechselspannungsnetz oder von der oder zu der elektrischen Last, bevor die Umrichterschaltung an den Phasenanschlüssen getrennt wird. Bis diese Trennung erfolgt, kann die Umrichterschaltung, insbesondere die Bauelemente der Umrichterschaltung, Schaden nehmen, so dass die Umrichterschaltung repariert bzw. gewartet werden muss und die Verfügbarkeit der Umrichterschaltung sinkt.

In der WO 2009/115125 A1 und in der EP 2 369 725 A1 sind gattungsgemässe Umrichterschaltungen angegeben. Darüber hinaus offenbart die US 2007/268482 A1 in Fig. 6 und Fig. 9 und in den Abschnitten [0037] und [0045] eine Leistungszelle 64 einer Energieversorgung 60, wobei jede Leistungszelle einen Bypassschalter 86 umfasst, der einen ersten Schalter 94 und einen zweiten Schalter 96 aufweist. Gemäss Abschnitt [0045] wird im Falle einer gewünschten Unterbrechung des Leistungsflusses von einer Leistungszelle 64 der Schalter 94 geöffnet und der Schalter 96 geschlossen. Ein Konzept zur Behandlung eines Fehlers in der Energieversorgung 60 wird in der US 2007/268482 A1 nicht angegeben.

Darstellung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Umrichterschaltung und ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Umrichterschaltung anzugeben, so dass eine verbesserte Beherrschung eines im Fehlerfall in einem Teilumrichtersystem eines Phasenbausteins der Umrichterschaltung auftretenden Fehlerstromes möglich ist.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 und Anspruch 12 gelöst. In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

Die erfindungsgemässe Umrichterschaltung umfasst mindestens zwei Phasenbausteine, wobei jeder Phasenbaustein ein erstes und ein zweites Teilumrichtersystem aufweist. Jedes Teilumrichtersystem umfasst eine Induktivität und dazu in Serie geschaltete n in Serie geschaltete zweipolige Schaltzellen, wobei $n \geq 2$ ist und jede Schaltzelle ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter mit gesteuerter unidirektionaler Stromführungsrichtung und einen kapazitiven Energiespeicher aufweist. Für

jeden Phasenbaustein ist die Induktivität des ersten Teilumrichtersystems seriell mit der Induktivität des zweiten Teilumrichtersystems verbunden. Ferner bildet für jeden Phasenbaustein der Verbindungspunkt der Induktivität des ersten Teilumrichtersystems mit der Induktivität des zweiten Teilumrichtersystems einen Phasenanschluss.

5

Erfindungsgemäss ist nun parallel zu jeder Schaltzelle an den Anschlusspolen der Schaltzelle ein Kurzschlusselement geschaltet, und zudem ist bei jeder Schaltzelle in eine Verbindung zwischen dem zugehörigen Kurzschlusselement und der Schaltzelle ein Unterbrechungselement seriell geschaltet. Das jeweilige Kurzschlusselement dient der galvanischen Verbindung, d.h. des Kurzschlusses der zugehörigen Schaltzelle im Falle eines auftretenden Fehlerstromes aufgrund eines Fehlers in einem Teilumrichtersystem eines Phasenbausteines. Damit beim Kurzschluss der Schaltzelle kein Fehlerstrom durch die Schaltzelle fließen kann, ist vorteilhaft das Unterbrechungselement in eine Verbindung zwischen dem zugehörigen Kurzschlusselement und der Schaltzelle geschaltet, welches dann geöffnet wird. Bei einem Fehler in einem Teilumrichtersystem wird somit allgemein bei mindestens einer Schaltzelle dieses Teilumrichtersystems das zugehörige Kurzschlusselement geschlossen und das Unterbrechungselement geöffnet. Das Unterbrechungselement erlaubt es damit, einen Fehlerstrom, welcher insbesondere in Richtung der Schaltzelle fliesst, schnell und sicher zu unterbrechen. Vorzugsweise wird zuerst das Kurzschlusselement geschlossen und danach das Unterbrechungselement geöffnet.

20

Wie bereits vorstehend erwähnt, wird bei einem Fehler in einem Teilumrichtersystem verfahrensmässig allgemein bei mindestens einer Schaltzelle dieses Teilumrichtersystems das zugehörige Kurzschlusselement geschlossen und das Unterbrechungselement geöffnet. Vorzugsweise wird zuerst das Kurzschlusselement geschlossen und danach das Unterbrechungselement geöffnet. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird bei einem Fehler in einem Teilumrichtersystem verfahrensmässig zudem bei mindestens einer Schaltzelle des weiteren Teilumrichtersystems das zugehörige Kurzschlusselement geschlossen und das Unterbrechungselement geöffnet. Bei Auftreten des besagten Fehlers wird ferner vorzugsweise nach Schliessen des Kurzschlusselementes und nach Öffnen des Unterbrechungselements ein mit den Phasenanschlüssen verbundener Leistungsschalter geöffnet, so dass die Umrichterschaltung an den Phasenanschlüssen vorteilhaft einfach und schnell abgetrennt werden kann.

30

Das Kurzschlusselement zusammen mit dem Unterbrechungselement erlauben es also, einen auftretenden Fehlerstrom von einer Schaltzelle, mehreren oder allen Schaltzellen eines Teilumrichtersystems oder mehreren oder allen Teilumrichtersystemen fernzuhalten, bevor die Umrichterschaltung an

35

den Phasenanschlüssen abgetrennt wird. Somit lässt sich ein im Fehlerfall in einem Teilumrichtersystem eines Phasenbausteins auftretender Fehlerstrom sehr einfach beherrschen, bevor die Umrichterschaltung an den Phasenanschlüssen abgetrennt wird.

- 5 Diese und weitere Aufgaben, Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung in Verbindung mit der Zeichnung offensichtlich.

10 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

- Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemässen Umrichterschaltung,
- 15 Fig. 2 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemässen Umrichterschaltung,
- Fig. 3 eine erste Ausführungsform einer Schaltzelle der erfindungsgemässen Umrichterschaltung,
- 20 Fig. 4 eine zweite Ausführungsform einer Schaltzelle der erfindungsgemässen Umrichterschaltung,
- Fig. 5 eine erste Ausführungsform eines Unterbrechungselementes der erfindungsgemässen Umrichterschaltung und
- 25 Fig. 6 eine zweite Ausführungsform eines Unterbrechungselementes der erfindungsgemässen Umrichterschaltung

- Die in der Zeichnung verwendeten Bezugszeichen und deren Bedeutung sind in der Bezugszeichen-
- 30 liste zusammengefasst aufgelistet. Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die beschriebenen Ausführungsformen stehen beispielhaft für den Erfindungsgegenstand und haben keine beschränkende Wirkung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

In Fig.1 ist eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemässen Umrichterschaltung, insbesondere ausgeführt mit drei Phasen U, V, W, dargestellt. Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung, ebenfalls beispielhaft ausgeführt mit drei Phasen U, V, W. Allgemein umfasst die Umrichterschaltung mindestens zwei Phasenbausteine 1, wobei jeder Phasenbaustein 1 ein erstes und ein zweites Teilumrichtersystem 2, 3 aufweist. Jedes Teilumrichtersystem 2, 3 umfasst ferner eine Induktivität L1, L2 und dazu in Serie geschaltete n in Serie geschaltete zweipolige Schaltzellen 4, wobei $n \geq 2$ ist und jede Schaltzelle 4 ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter mit gesteuerter unidirektionaler Stromführungsrichtung und einen kapazitiven Energiespeicher aufweist. Der jeweilige ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter mit gesteuerter unidirektionaler Stromführungsrichtung der Schaltzellen 4 der Teilumrichtersysteme 2, 3 ist insbesondere als Abschaltthyristor (GTO - Gate Turn-Off Thyristor) oder als integrierter Thyristor mit kommutierter Ansteuerelektrode (IGCT - Integrated Gate Commutated Thyristor) mit jeweils einer antiparallel geschalteten Diode ausgebildet. Es ist aber auch denkbar, einen ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter mit gesteuerter unidirektionaler Stromführungsrichtung beispielsweise als Leistungs-MOSFET mit zusätzlich antiparallel geschalteter Diode oder als Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Gateelektrode (IGBT) mit zusätzlich antiparallel geschalteter Diode auszubilden. In Fig. 3 ist beispielhaft eine erste Ausführungsform einer Schaltzelle der erfindungsgemässen Umrichterschaltung dargestellt, wobei die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter mit gesteuerter unidirektionaler Stromführungsrichtung in Halbbrückenschaltung verschaltet sind und der kapazitive Energiespeicher parallel zu der Halbbrückenschaltung geschaltet ist. Desweiteren ist in Fig. 4 beispielhaft eine zweite Ausführungsform einer Schaltzelle der erfindungsgemässen Umrichterschaltung dargestellt, wobei die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschaltern mit gesteuerter unidirektionaler Stromführungsrichtung in Vollbrückenschaltung verschaltet sind und der kapazitive Energiespeicher parallel zu der Vollbrückenschaltung geschaltet ist. Die Phasenbausteine 1 sind zueinander parallel geschaltet, wie beispielhaft in Fig. 2 und Fig. 3 gezeigt.

Für jeden Phasenbaustein 1 ist die Induktivität L1 des ersten Teilumrichtersystems 2 seriell mit der Induktivität L2 des zweiten Teilumrichtersystems 3 verbunden. Ferner bildet für jeden Phasenbaustein 1 der Verbindungspunkt der Induktivität L1 des ersten Teilumrichtersystems 2 mit der Induktivität L2 des zweiten Teilumrichtersystems 3 einen Phasenanschluss K1, K2, K3.

Erfindungsgemäss ist nun parallel zu jeder Schaltzelle 4 an den Anschlusspolen A1, A2 der Schaltzelle 4 ein Kurzschlusselement S1 geschaltet, und zudem ist bei jeder Schaltzelle 4 in eine Verbindung

zwischen dem zugehörigen Kurzschlusselement S1 und der Schaltzelle 4 ein Unterbrechungselement S2 seriell geschaltet. Das jeweilige Kurzschlusselement S1 dient der galvanischen Verbindung, d.h. des Kurzschlusses der zugehörigen Schaltzelle 4 im Falle eines auftretenden Fehlerstromes aufgrund eines Fehlers in einem Teilumrichtersystem 2, 3 eines Phasenbausteins 1. Damit beim Kurzschluss der Schaltzelle 4 kein Fehlerstrom durch die Schaltzelle 4 fließen kann, ist vorteilhaft das Unterbre-

5 chungselement S2 in eine Verbindung zwischen dem zugehörigen Kurzschlusselement S1 und der Schaltzelle 4 geschaltet, welches dann geöffnet wird. Bei einem Fehler in einem Teilumrichtersystem 2, 3 wird somit allgemein bei mindestens einer Schaltzelle 4 dieses Teilumrichtersystems 2, 3 das zugehörige Kurzschlusselement S1 geschlossen, welches damit den Fehlerstrom übernimmt, und das

10 Unterbrechungselement S2 geöffnet, wobei die mit dem jeweiligen Unterbrechungselement S2 verbundene Schaltzelle 4 helfen kann, dass der restliche Strom, der noch über das jeweilige Unterbrechungselement S2 fließt, abgebaut werden kann. Vorzugsweise wird zuerst das Kurzschlusselement S1 geschlossen und danach das Unterbrechungselement S2 geöffnet. Nach Abtrennung der Um-

15 richterschaltung an den Phasenanschlüssen K1, K2, K3 wird dann das jeweilige Kurzschlusselement S1 wieder geöffnet. In Fig. 1 und Fig. 2 sind die Möglichkeiten der seriellen Einschaltung des jeweiligen Unterbrechungselementes S2 in die Verbindung zwischen jeweils dem zugehörigen Kurzschlusselement S1 und der Schaltzelle 4 beispielhaft dargestellt, wobei selbstverständlich auch eine Kombi-

20 nation denkbar wäre. Demzufolge ermöglicht das Unterbrechungselement S2, einen Fehlerstrom schnell und sicher zu unterbrechen. In bevorzugter Weise wird bei einem Fehler in einem Teilumrichtersystem 2, 3 verfahrensmässig zudem bei mindestens einer Schaltzelle 4 des weiteren Teilumrichtersystems 2, 3 das zugehörige Kurzschlusselement S1 geschlossen und das Unterbrechungselement S2 geöffnet. Das Kurzschlusselement S1 zusammen mit dem Unterbrechungselement S2 erlaubt es somit, einen auftretenden Fehlerstrom von einer Schaltzelle 4, mehreren oder allen Schalt-

25 zellen 4 eines Teilumrichtersystems 2, 3 oder mehreren oder allen Teilumrichtersystemen 2, 3 fernzuhalten, bevor die Umrichterschaltung an den Phasenanschlüssen K1, K2, K3 abgetrennt wird. Ein im Fehlerfall in einem Teilumrichtersystem 2, 3 eines Phasenbausteins 1 auftretender Fehlerstrom lässt sich demnach sehr einfach beherrschen, bevor die Umrichterschaltung an den Phasenanschlüssen K1, K2, K3 abgetrennt wird.

30 Tritt kein Fehlerstrom in einem Teilumrichtersystem 2, 3 eines Phasenbausteins 1 auf, ist das jeweilige Kurzschlusselement S1 geöffnet und das jeweilige Unterbrechungselement S2 geschlossen.

Desweiteren ist das jeweilige Unterbrechungselement S2 durch einen ansteuerbaren Schalter mit bidirektionaler Stromführungsrichtung gebildet, so dass vorteilhaft Fehlerströme unterschiedlicher Po-

35 larität unterbrochen werden können.

Der ansteuerbare Schalter mit bidirektionaler Stromführungsrichtung des Unterbrechungselementes S2 kann als mechanischer Schalter ausgeführt sein. Wie in Fig. 5 beispielhaft gezeigt, kann der ansteuerbare Schalter mit bidirektionaler Stromführungsrichtung des Unterbrechungselementes S2 aber

5 auch durch zwei antiparallel geschaltete ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter mit gesteuerter unidirektionaler Stromführungsrichtung gebildet sein. Der jeweilige ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter mit gesteuerter unidirektionaler Stromführungsrichtung wiederum kann einen Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Gateelektrode und zu dem Bipolartransistor eine antiparallel geschaltete Diode aufweisen. Alternativ ist es auch denkbar, dass der jeweilige an-

10 steuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter einen Leistungs-MOSFET mit dazu antiparallel geschalteter Diode aufweist. Wie in Fig. 6 beispielhaft gezeigt, ist es als weitere Alternative auch möglich, dass der jeweilige ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter mit gesteuerter unidirektionaler Stromführungsrichtung einen rückwärtssperrenden Thyristor aufweist. Dabei sind jeg-

15 liche dem Fachmann bekannte Arten von Thyristoren denkbar, insbesondere auch integrierte Thyristoren mit kommutierter Ansteuerelektrode (IGCT - Integrated Gate Commutated Thyristor). Vorzugsweise sind die einzusetzenden Thyristoren als symmetrische Thyristoren ausgeführt. Da lediglich Thyristoren verwendet werden, ist diese Ausführungsform des Unterbrechungselementes S2 denkbar einfach aufgebaut, somit sehr robust und äusserst kostengünstig zu realisieren.

20 Vorzugsweise ist das Kurzschlusselement S1 durch einen ansteuerbaren Schalter mit bidirektionaler Stromführungsrichtung, gebildet. Der ansteuerbare Schalter mit bidirektionaler Stromführungsrichtung des Kurzschlusselementes S1 ist vorzugsweise als mechanischer Schalter ausgeführt. Ein solcher mechanischer Schalter löst hinreichend schnell aus und stellt eine sichere galvanische Verbindung zwischen den Anschlusspolen A1, A2 der zugehörigen Schaltzelle 4 dar. Alternativ zu dem mechani-

25 schen Schalter ist es auch denkbar, dass der jeweilige ansteuerbare Schalter mit bidirektionaler Stromführungsrichtung des Kurzschlusselementes S1 durch zwei antiparallel geschaltete ansteuerbare Leistungshalbleiterschalter gebildet ist, wie in Fig. 1 und Fig. 2 beispielhaft gezeigt. Als jeweiligen ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter ist beispielsweise ein Abschaltthyristor (GTO - Gate Turn-Off Thyristor) oder ein integrierter Thyristor mit kommutierter Ansteuerelektrode (IGCT - Integrated

30 Gate Commutated Thyristor) denkbar. Vorzugsweise sind die einzusetzenden Thyristoren als symmetrische Thyristoren ausgeführt. Es ist aber auch denkbar, den jeweiligen ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter beispielsweise als Leistungs-MOSFET oder als Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Gateelektrode (IGBT) auszubilden.

5 Zur Abtrennung der Umrichterschaltung an den Phasenanschlüssen K1, K2, K3 von einem typischerweise an den Phasenanschlüssen angeschlossenen elektrischen Wechselspannungsnetz oder von einer angeschlossenen elektrischen Last ist ein Leistungsschalter 6 mit den Phasenanschlüssen K1, K2, K3 verbunden ist. Der Leistungsschalter 6 ist vorzugsweise als mechanischer Schalter ausgeführt.

10 Verfahrensmässig wird der Leistungsschalter 6 im Falle eines vorstehend bereits mehrfach erwähnten auftretenden Fehlerstromes aufgrund eines Fehlers in einem Teilumrichtersystem 2, 3 eines Phasenbausteines 1 nach Schliessen des Kurzschlusselementes S1 und nach Öffnen des Unterbrechungselements S2 geöffnet, so dass die Umrichterschaltung an den Phasenanschlüssen K1, K2, K3 mit Vorteil einfach und schnell abgetrennt wird.

Bezugszeichenliste

	1	Phasenbaustein
	2	erstes Teilumrichtersystem
5	3	zweites Teilumrichtersystem
	4	Schaltzelle
	5	Leistungsschalter
	S1	Kurzschlusselement
	S2	Unterbrechungselement
10	A1, A2	Anschlusspole
	K1, K2, K3	Phasenanschlüsse

PATENTANSPRÜCHE

1. Umrichterschaltung mit mindestens zwei Phasenbausteinen (1), wobei jeder Phasenbaustein (1) ein erstes und ein zweites Teilumrichtersystem (2, 3) aufweist, jedes Teilumrichtersystem (2, 3) eine Induktivität (L1, L2) und dazu in Serie geschaltete n in Serie geschaltete zweipolige Schaltzelle (4) umfasst, $n \geq 2$ ist und jede Schaltzelle (4) ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter mit gesteuerter unidirektionaler Stromführungsrichtung und einen kapazitiven Energiespeicher aufweist, wobei für jeden Phasenbaustein (1) die Induktivität (L1) des ersten Teilumrichtersystems (2) seriell mit der Induktivität (L2) des zweiten Teilumrichtersystems (3) verbunden ist, und wobei für jeden Phasenbaustein (1) der Verbindungspunkt der Induktivität (L1) des ersten Teilumrichtersystems (2) mit der Induktivität (L2) des zweiten Teilumrichtersystems (3) einen Phasenanschluss (K1, K2, K3) bildet, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zu jeder Schaltzelle (4) an den Anschlusspolen (A1, A2) der Schaltzelle (4) ein Kurzschlusselement (S1) geschaltet ist, und dass bei jeder Schaltzelle (4) in eine Verbindung zwischen dem zugehörigen Kurzschlusselement (S1) und der Schaltzelle (4) ein Unterbrechungselement (S2) seriell geschaltet ist, wobei bei einem Fehler in einem Teilumrichtersystem (2, 3) bei mindestens einer Schaltzelle (4) dieses Teilumrichtersystems (2, 3) das zugehörige Kurzschlusselement (S1) geschlossen wird und das Unterbrechungselement (S2) geöffnet wird.
2. Umrichterschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das jeweilige Unterbrechungselement (S2) durch einen ansteuerbaren Schalter mit bidirektionaler Stromführungsrichtung gebildet ist.
3. Umrichterschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der ansteuerbare Schalter mit bidirektionaler Stromführungsrichtung des Unterbrechungselementes (S2) durch zwei antiparallel geschaltete ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter mit gesteuerter unidirektionaler Stromführungsrichtung gebildet ist.
4. Umrichterschaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der jeweilige ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter mit gesteuerter unidirektionaler Stromführungsrichtung einen Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Gateelektrode und zu dem Bipolartransistor eine antiparallel geschaltete Diode aufweist, oder

dass der jeweilige ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter einen Leistungs-MOSFET mit dazu antiparallel geschalteter Diode aufweist.

5. Umrichterschaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der jeweilige ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter mit gesteuerter unidirektionaler Stromführungsrichtung einen rückwärtssperrenden Thyristor aufweist.
6. Umrichterschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der ansteuerbare Schalter mit bidirektionaler Stromführungsrichtung des Unterbrechungselementes (S2) als mechanischer Schalter ausgeführt ist.
7. Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurzschlusselement (S1) durch einen ansteuerbaren Schalter mit bidirektionaler Stromführungsrichtung gebildet ist.
8. Umrichterschaltung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der ansteuerbare Schalter mit bidirektionaler Stromführungsrichtung des Kurzschlusselementes (S1) als mechanischer Schalter ausgeführt ist.
9. Umrichterschaltung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der ansteuerbare Schalter mit bidirektionaler Stromführungsrichtung des Kurzschlusselementes (S1) durch zwei antiparallel geschaltete ansteuerbare Leistungshalbleiterschalter gebildet ist.
10. Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Leistungsschalter (6) mit den Phasenanschlüssen (K1, K2, K3) verbunden ist.
11. Umrichterschaltung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Leistungsschalter (6) als mechanischer Schalter ausgeführt ist.
12. Verfahren zum Betrieb einer Umrichterschaltung mit mindestens zwei Phasenbausteinen (1), wobei jeder Phasenbaustein (1) ein erstes und ein zweites Teilumrichtersystem (2, 3) aufweist, jedes Teilumrichtersystem (2, 3) eine Induktivität (L1, L2) und dazu in Serie geschaltete n in Serie geschaltete zweipolige Schaltzelle (4) umfasst, $n \geq 2$ ist und jede Schaltzelle (4) ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter mit gesteuerter unidirektionaler Stromführungsrichtung und einen kapazitiven Energiespeicher aufweist, wobei für jeden Phasenbaustein (1) die Indukti-

vität (L1) des ersten Teilumrichtersystems (2) seriell mit der Induktivität (L2) des zweiten Teilumrichtersystems (3) verbunden ist, und wobei für jeden Phasenbaustein (1) der Verbindungspunkt der Induktivität (L1) des ersten Teilumrichtersystems (2) mit der Induktivität (L2) des zweiten Teilumrichtersystems (3) einen Phasenanschluss (K1, K2, K3) bildet,

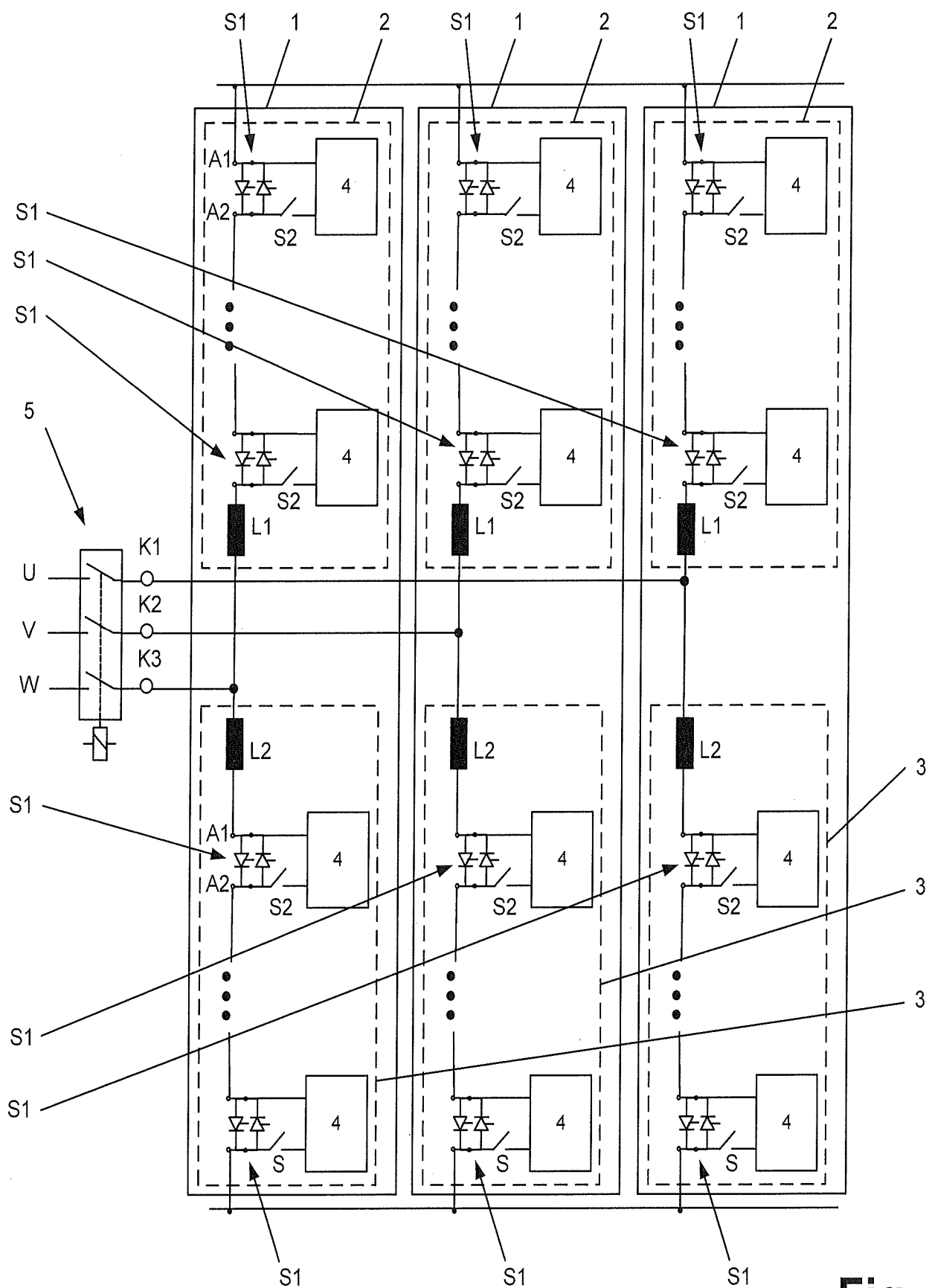
dadurch gekennzeichnet,

dass parallel zu jeder Schaltzelle (4) an den Anschlusspolen (A1, A2) der Schaltzelle (4) ein Kurzschlusselement (S1) geschaltet ist, bei jeder Schaltzelle (4) in eine Verbindung zwischen dem zugehörigen Kurzschlusselement (S1) und der Schaltzelle (4) ein Unterbrechungselement (S2) seriell geschaltet ist und bei einem Fehler in einem Teilumrichtersystem (2, 3) bei mindestens einer Schaltzelle (4) dieses Teilumrichtersystems (2, 3) das zugehörige Kurzschlusselement (S1) geschlossen wird und das Unterbrechungselement (S2) geöffnet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Fehler in einem Teilumrichtersystem (2, 3) zudem bei mindestens einer Schaltzelle (4) des weiteren Teilumrichtersystems (2, 3) das zugehörige Kurzschlusselement (S1) geschlossen wird und das Unterbrechungselement (S2) geöffnet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass zuerst das Kurzschlusselement (S1) geschlossen wird und danach das Unterbrechungselement (S2) geöffnet wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Leistungsschalter (6) mit den Phasenanschlüssen (K1, K2, K3) verbunden ist und der Leistungsschalter (6) nach Schliessen des Kurzschlusselementes (S1) und nach Öffnen des Unterbrechungselements (S2) geöffnet wird.

**Fig. 1**

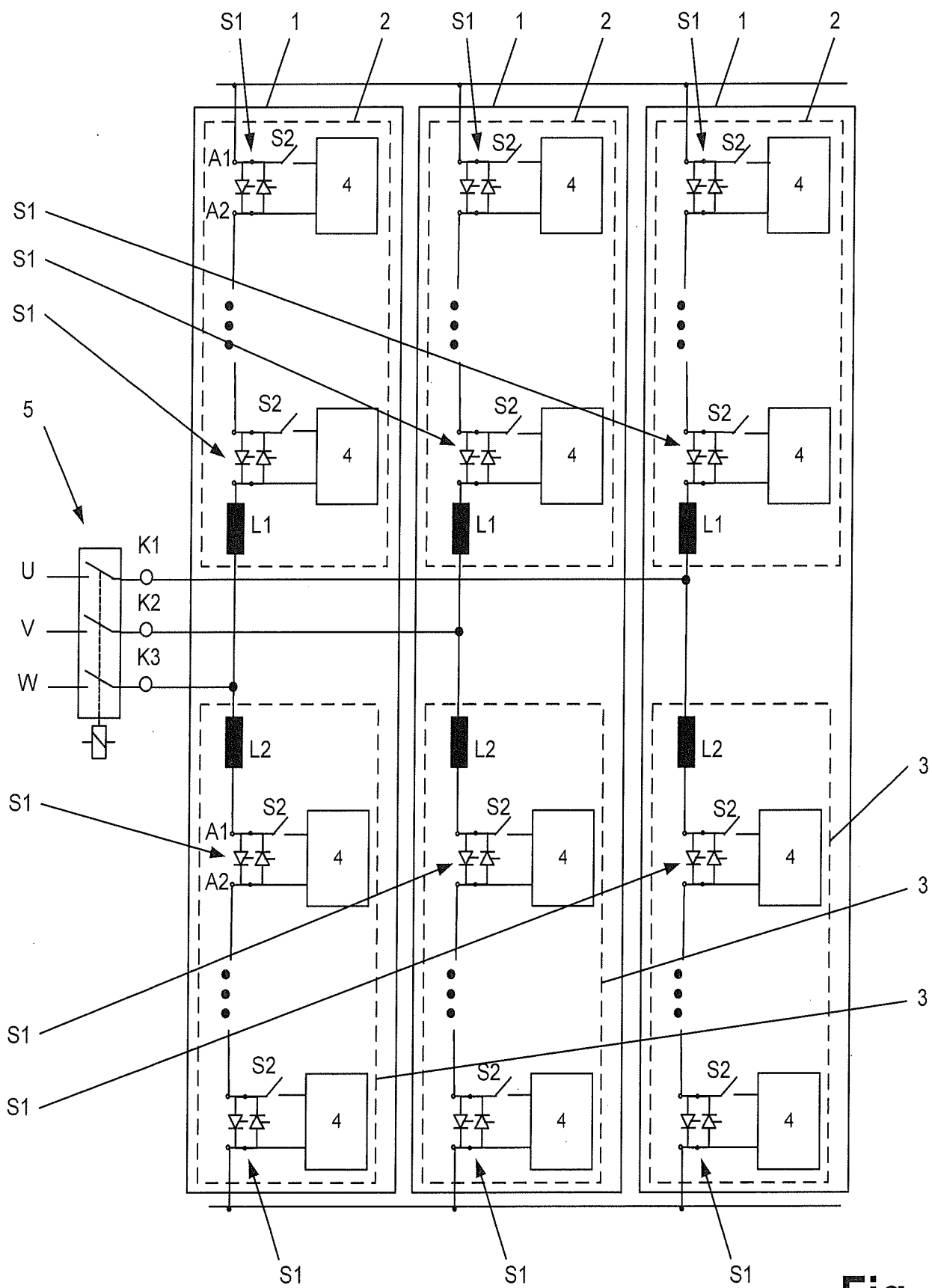


Fig. 2

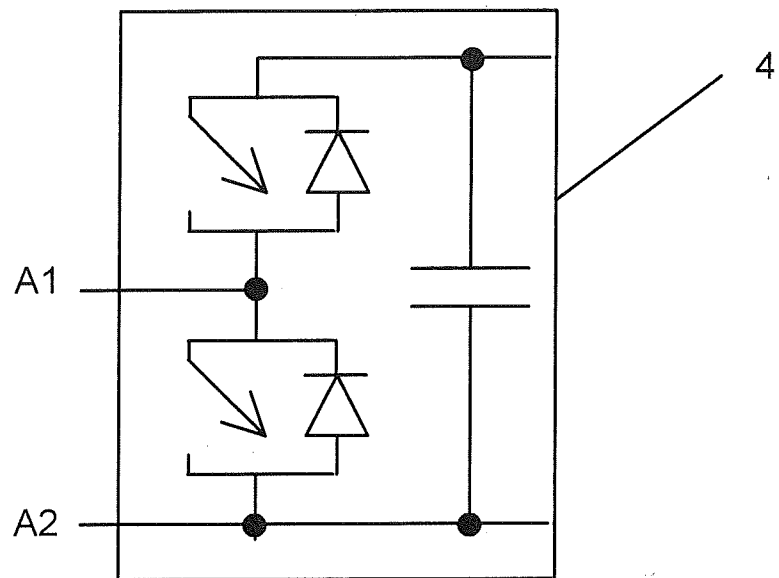


Fig. 3

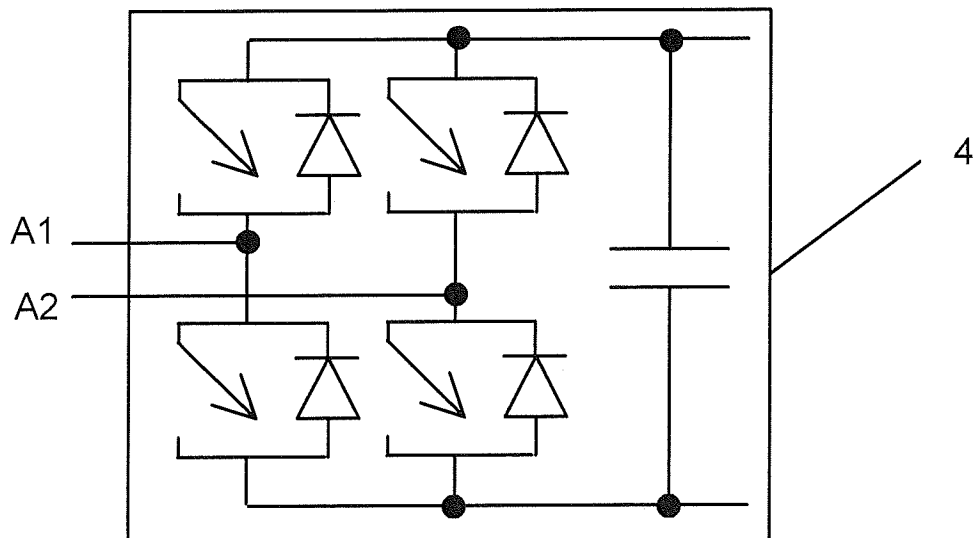


Fig. 4

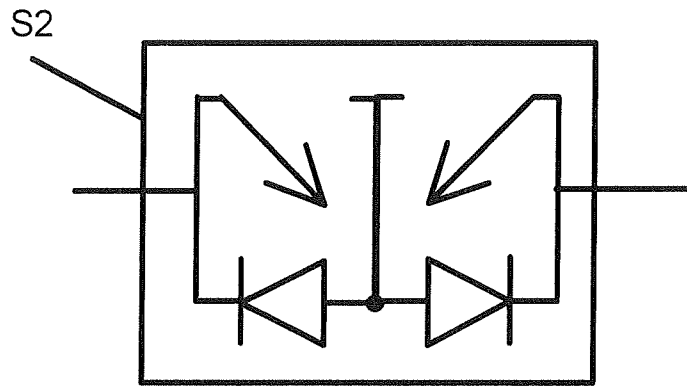


Fig. 5

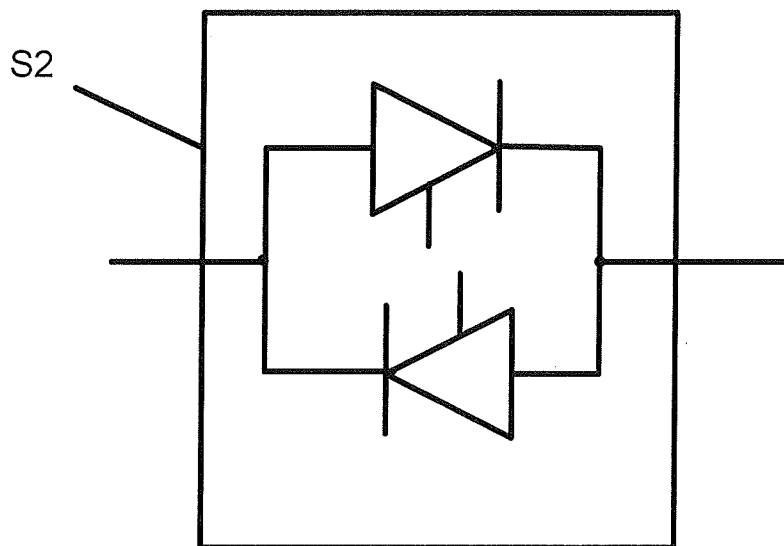


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/068756

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02M1/32 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)
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, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009/115125 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]; NORRGA STAFFAN [SE]; JONSSON TOMAS U [SE]) 24 September 2009 (2009-09-24) figures 4,6,7 page 4, line 9 - page 6, line 14 page 10, lines 24-31 page 12 - page 13	1-15
Y	EP 2 369 725 A1 (ABB SCHWEIZ AG [CH]) 28 September 2011 (2011-09-28) figures 1,3,4,7 paragraphs [0005] - [0020]	1-15
A	US 2007/268482 A1 (AIELLO MARC F [US] ET AL AIELLO MARC [US] ET AL) 22 November 2007 (2007-11-22) figures 6,9 paragraphs [0037], [0045]	1-15
	-/ --	



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

13 December 2012

Date of mailing of the international search report

21/12/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kail, Maximilian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/068756

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010/085785 A1 (DOMMASCHK MIKE [DE] ET AL) 8 April 2010 (2010-04-08) figures 4, 6, 8, 9 paragraph [0043] -----	10,11
Y	US 2008/088186 A1 (HAMMOND PETER W [US] HAMMOND PETER WILLARD [US]) 17 April 2008 (2008-04-17) figures 1,2,4,5 paragraphs [0011] - [0014] -----	1-15
Y	US 2010/314937 A1 (JACOBSON BORIS S [US] ET AL) 16 December 2010 (2010-12-16) figures 1,2,4 paragraphs [0012], [0014], [0015], [0033], [0037], [0047], [0048], [0054] -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/068756

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2009115125 A1	24-09-2009	CA 2718937 A1 CN 102017384 A EP 2266198 A1 JP 2011514799 A US 2011044082 A1 WO 2009115125 A1	24-09-2009 13-04-2011 29-12-2010 06-05-2011 24-02-2011 24-09-2009
EP 2369725 A1	28-09-2011	CA 2734911 A1 CN 102201728 A EP 2369725 A1 JP 2011205887 A KR 20110107767 A US 2011235221 A1	25-09-2011 28-09-2011 28-09-2011 13-10-2011 04-10-2011 29-09-2011
US 2007268482 A1	22-11-2007	NONE	
US 2010085785 A1	08-04-2010	CN 101611535 A DE 112007003495 A5 EP 2118993 A1 JP 5047312 B2 JP 2010521130 A RU 2009137789 A US 2010085785 A1 WO 2008110129 A1	23-12-2009 11-02-2010 18-11-2009 10-10-2012 17-06-2010 20-04-2011 08-04-2010 18-09-2008
US 2008088186 A1	17-04-2008	NONE	
US 2010314937 A1	16-12-2010	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H02M1/32 H02M7/483
 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, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2009/115125 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]; NORRGA STAFFAN [SE]; JONSSON TOMAS U [SE]) 24. September 2009 (2009-09-24) Abbildungen 4,6,7 Seite 4, Zeile 9 - Seite 6, Zeile 14 Seite 10, Zeilen 24-31 Seite 12 - Seite 13 -----	1-15
Y	EP 2 369 725 A1 (ABB SCHWEIZ AG [CH]) 28. September 2011 (2011-09-28) Abbildungen 1,3,4,7 Absätze [0005] - [0020] -----	1-15
A	US 2007/268482 A1 (AIELLO MARC F [US] ET AL AIELLO MARC [US] ET AL) 22. November 2007 (2007-11-22) Abbildungen 6,9 Absätze [0037], [0045] ----- -/-	1-15



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

13. Dezember 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/12/2012

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Kail, Maximilian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2010/085785 A1 (DOMMASCHK MIKE [DE] ET AL) 8. April 2010 (2010-04-08) Abbildungen 4, 6, 8, 9 Absatz [0043] -----	10,11
Y	US 2008/088186 A1 (HAMMOND PETER W [US] HAMMOND PETER WILLARD [US]) 17. April 2008 (2008-04-17) Abbildungen 1,2,4,5 Absätze [0011] - [0014] -----	1-15
Y	US 2010/314937 A1 (JACOBSON BORIS S [US] ET AL) 16. Dezember 2010 (2010-12-16) Abbildungen 1,2,4 Absätze [0012], [0014], [0015], [0033], [0037], [0047], [0048], [0054] -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/068756

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2009115125	A1	24-09-2009	CA	2718937 A1	24-09-2009
			CN	102017384 A	13-04-2011
			EP	2266198 A1	29-12-2010
			JP	2011514799 A	06-05-2011
			US	2011044082 A1	24-02-2011
			WO	2009115125 A1	24-09-2009

EP 2369725	A1	28-09-2011	CA	2734911 A1	25-09-2011
			CN	102201728 A	28-09-2011
			EP	2369725 A1	28-09-2011
			JP	2011205887 A	13-10-2011
			KR	20110107767 A	04-10-2011
			US	2011235221 A1	29-09-2011

US 2007268482	A1	22-11-2007	KEINE		

US 2010085785	A1	08-04-2010	CN	101611535 A	23-12-2009
			DE	112007003495 A5	11-02-2010
			EP	2118993 A1	18-11-2009
			JP	5047312 B2	10-10-2012
			JP	2010521130 A	17-06-2010
			RU	2009137789 A	20-04-2011
			US	2010085785 A1	08-04-2010
			WO	2008110129 A1	18-09-2008

US 2008088186	A1	17-04-2008	KEINE		

US 2010314937	A1	16-12-2010	KEINE		
