

(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
3. November 2011 (03.11.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/134865 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/056334

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. April 2011 (20.04.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 018 970.7
27. April 2010 (27.04.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DOMMASCHK, Mike** [DE/DE]; Erlanger Str. 5, 91096 Möhrenndorf (DE). **EULER, Ingo** [DE/DE]; Spitzwegstraße 6, 91056 Erlangen (DE). **GAMBACH, Herbert** [DE/DE]; Am Vogelherd 26, 91080 Uttenreuth (DE). **LANG, Jörg** [DE/DE]; Kronacher Str. 14, 95346 Stadtsteinach (DE). **TU, Quoc-**

Buu [DE/DE]; Sickersdorfer Str. 28, 90574 Rosstal (DE). **WÜRFINGER, Klaus** [DE/DE]; Poppenreuther Str. 49a, 90419 Nürnberg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

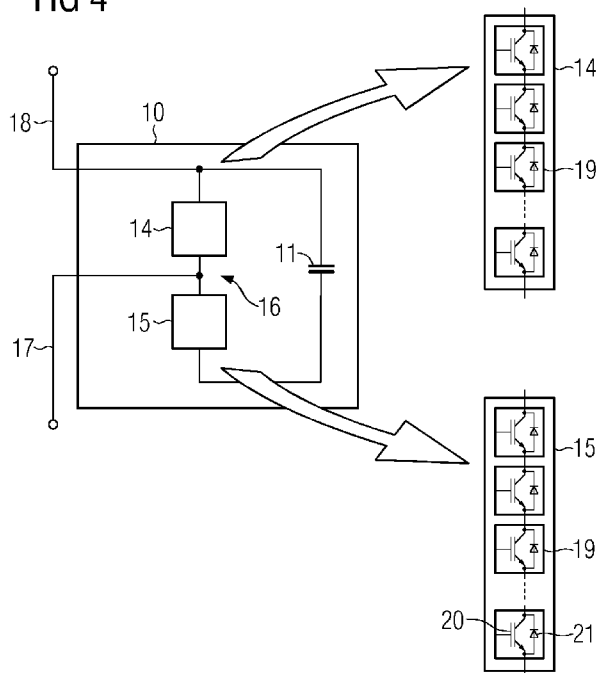
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SUB-MODULE FOR A MODULAR MULTI-LEVEL CONVERTER

(54) Bezeichnung : SUBMODUL FÜR EINEN MODULAREN MEHRSTUFENUMRICHTER

FIG 4



(57) Abstract: The invention relates to a sub-module (10) for forming a multi-level converter (1) having a power accumulator (11), a power semiconductor circuit (12) which is arranged in parallel to the power accumulator (11) and has controllable power semiconductor valves (14, 15), a first connecting terminal (17) and a second connecting terminal (18), a power accumulator voltage drop at the level of the power accumulator (11) or a zero voltage at the level of the connecting terminals (17, 18) being producible depending on how the power semiconductor valves (14, 15) are controlled. The aim of the invention is to improve said sub-module such that as high a voltage as possible can be generated at its connecting terminals while at the same time increasing its reliability. Every power semiconductor valve (14, 15) comprises a series connection of power semiconductor units (19) that can be switched off and have the same direction of passage, every power semiconductor unit (19) being electrically conducting counter to the direction of passage.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



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).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Um ein Submodul (10) zum Ausbilden eines Mehrstufenumrichters (1) mit einem Energiespeicher (11), einer Leistungshalbleiterschaltung (12), die parallel zum Energiespeicher (11) angeordnet ist und ansteuerbare Leistungshalbleiterventile (14, 15) aufweist, einer ersten Anschlussklemme (17) und einer zweiten Anschlussklemme (18), wobei in Abhängigkeit der Ansteuerung der Leistungshalbleiterventile (14, 15) eine an dem Energiespeicher (11) abfallende Energiespeicherspannung oder eine Nullspannung an den Anschlussklemmen (17, 18) erzeugbar ist, bereitzustellen, an dessen Anschlussklemmen eine möglichst hohe Spannung erzeugt werden kann, wobei gleichzeitig die Ausfallsicherheit erhöht wird, wird vorgeschlagen, dass jedes Leistungshalbleiterventil (14, 15) eine Reihenschaltung aus abschaltbaren Leistungshalbleiterschalteinheiten (19) mit gleicher Durchlassrichtung aufweist, wobei jede Leistungshalbleitereinheit (19) entgegen gesetzt der Durchlassrichtung elektrisch leitfähig ist.

Beschreibung

Submodul für einen modularen Mehrstufenumrichter

- 5 Die Erfindung betrifft ein Submodul zum Ausbilden eines Mehrstufenumrichters mit einem Energiespeicher, einer Leistungshalbleiterschaltung, die parallel zum Energiespeicher angeordnet ist und steuerungsseitig ein- und ausschaltbare Leistungshalbleiterventile aufweist, einer ersten Anschluss-
- 10 klemme und einer zweiten Anschlussklemme, wobei in Abhängigkeit der Ansteuerung der Leistungshalbleiterventile eine an dem Energiespeicher abfallende Energiespeicherspannung oder eine Nullspannung an den Anschlussklemmen erzeugbar ist.
- 15 Die Erfindung betrifft ferner einen Umrichter für den Hochspannungsbereich zum Umrichten eines elektrischen Stromes oder einer elektrischen Spannung mit Phasenmodulen, die sich zwischen zwei Gleichspannungsanschlüssen des Umrichters erstrecken und einen Wechselspannungsanschluss aufweisen, wo-
- 20 bei jedes Phasenmodul über eine Reihenschaltung aus Submodulen verfügt.

Ein solches Submodul und ein solcher Umrichter sind aus der DE 101 03 031 A1 bereits bekannt. Das dort beschriebene Sub-

25 modul dient zum Aufbau eines so genannten modularen Mehrstufenumrichters. Der Mehrstufenumrichter ist aus Phasenmodulen zusammengesetzt, die sich zwischen zwei entgegen gesetzt polarisierten Gleichspannungsanschlüssen erstrecken und jeweils einen Wechselspannungsanschluss aufweisen. Zwischen dem Wechselspannungsanschluss und jedem Gleichspannungsanschluss ist

30 ein Phasenzweig ausgebildet, der eine Reihenschaltung aus zweipoligen Submodulen aufweist. Jedes Submodul verfügt über einen Kondensator sowie über eine so ausgestaltete Leistungshalbleiterschaltung, dass an den beiden Ausgangsklemmen eines

jeden Submoduls entweder die Kondensatorspannung oder aber eine Nullspannung erzeugt werden kann. Auf diese Art und Weise ist es bei anliegender Gleichspannung beispielsweise möglich, an dem Wechselspannungsanschluss einen stufenförmigen Spannungsverlauf zu erzeugen, wobei die Stufenhöhe durch die Kondensatorspannung bestimmt ist.

In der US 5,642,275 ist ein weiterer modularer Mehrstufenumrichter beschrieben, wobei der Umrichter Phasenbausteine aufweist, die aus einer Reihenschaltung von zweipoligen Submodulen ausgebildet ist. Die Komponenten der Submodule sind zu einer so genannten Vollbrücke verschaltet, so dass jedes Submodul vier Leistungshalbleiterventile aufweist.

Aufgrund der derzeit zwischen 1,7 kV und 6,5 kV begrenzten Spannungsfestigkeit von handelsüblichen Leistungshalbleiterschaltern ist es insbesondere bei Hochspannungsanwendungen solcher Umrichter notwendig, eine Vielzahl von Submodulen, beispielsweise über 100 Submodule, zu einem Phasenbaustein in Reihe zu schalten. Dies bringt hohe Anforderungen an ein alle Submodule separat ansprechendes Steuer- und Regelsystem mit sich.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Submodul der eingangs genannten Art bereitzustellen, an dessen Anschlussklemmen eine möglichst hohe Spannung erzeugt werden kann, wobei gleichzeitig die Ausfallsicherheit eines Submoduls erhöht ist.

Die Erfindung löst diese Aufgabe ausgehend von dem eingangs genannten Submodul dadurch, dass jedes Leistungshalbleiterventil eine Reihenschaltung aus abschaltbaren Leistungshalbleiterschalteinheiten mit gleicher Durchlassrichtung aufweist, wobei jede Leistungshalbleitereinheit entgegen der Durchlassrichtung elektrisch leitfähig ist.

Ausgehend von dem eingangs genannten Umrichter löst die Erfindung diese Aufgabe dadurch, dass dieser aus solchen Submodul aufgebaut ist.

5 Erfindungsgemäß verfügt jedes Submodul anstelle einzelner Halbleiterschalter über Leistungshalbleiterventile, die mehrere in Reihe geschaltete Halbleiterschalter aufweisen. Aufgrund dieser Reihenschaltung kann an den Leistungshalbleiterventilen eine erhöhte Betriebsspannung abfallen, so dass der
10 Einsatz eines größeren Energiespeichers ermöglicht ist, an dem eine höhere Spannung abfällt. Auf diese Art und Weise ist die Anzahl der Submodule zur Ausbildung eines Phasenmoduls herabgesetzt. Der erfindungsgemäße Umrichter weist daher eine kleinere Anzahl von Submodulen auf, wobei die Anforderung an
15 die Steuerung und Regelung des Umrichters herabgesetzt sind. Darüber hinaus können kostengünstigere Leistungshalbleiterschalteinheiten im Rahmen der Erfindung eingesetzt werden, da ein gleichzeitiger Ausfall aller Leistungshalbleiterschalt-
einheiten eines Leistungshalbleiterventils so gut wie ausgeschlossen werden kann. Auf diese Weise müssen die Leistungs-
20 halbleiterschalteinheiten nicht mehr auf hohe Kurzschlussströme ausgelegt werden. Dies setzt jedoch voraus, dass die Leistungshalbleiterventile so ausgelegt sind, dass die verbleibenden $(n-1)$ Leistungshalbleiterschalteinheiten in der
25 Lage sind, die anliegende Gleichspannung weiterhin aufzunehmen. Die Kondensatorspannung der Submodule kann bei einem Ausfall einer Leistungshalbleiterschaltereinheit reduziert und damit auf die verbleibenden funktionstüchtigen Leistungshalbleiterschalteinheiten angepasst werden.

30

Zweckmäßigerweise weist jede Leistungshalbleiterschalteinheit einen an- und abschaltbaren Leistungshalbleiterschalter sowie eine dazu gegensinnig parallel geschaltete Freilaufdiode auf. An- und abschaltbare Leistungshalbleiterschalter sind bei-

spielsweise markterhältliche IGBTs, IGCTs, GTOs oder dergleichen. Insbesondere IGBTs sind im Rahmen der Erfindung zweckmäßig. IGBTs sind zusammen mit einer gegensinnig parallel geschalteten Freilaufdiode markterhältlich. So sind beispielsweise Leistungshalbleiterschalter mit Freilaufdiode in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet, wobei die Leistungshalbleiterchips innerhalb des Gehäuses über einen Druckkontakt flächig miteinander kontaktiert (Pressback) oder über Bonddrähte miteinander verbunden sind. An- und abschaltbare Leistungshalbleiter können von einer Sperrstellung, in der ein Stromfluss über den ansteuerbaren Leistungshalbleiter vermieden ist, in eine Durchlassstellung, in der ein Stromfluss in Durchlassrichtung über den Leistungshalbleiter ermöglicht ist, hin und her geschaltet werden. Zum Abbau hoher Gegenspannungen, die beim Abschalten hoher Ströme entstehen können, und zum Führen von Strömen, die der Durchlassrichtung des ansteuerbaren Leistungshalbleiters entgegengerichtet sind dient die gegensinnig parallel geschaltete Freilaufdiode.

In einer weiteren Ausführung können die Leistungshalbleiterschalteinheiten auch als rückwärtsleitfähige an- und abschaltbare Leistungshalbleiter realisiert werden. Rückwärts leitfähige Leistungshalbleiterschalter sind dem Fachmann bekannt, so dass an dieser Stelle auf deren genauen Aufbau nicht näher eingegangen zu werden braucht.

In bestimmten Anwendungsfällen bilden die Leistungshalbleiterventile zweckmäßigerweise eine Vollbrückenschaltung aus. Die beispielsweise aus der US 5,642,275 bekannte Vollbrückenschaltung, die auch als H-Schaltung bezeichnet wird, verfügt über insgesamt vier Leistungshalbleiterventile, wobei jeweils zwei Leistungshalbleiterventile in Reihe zueinander angeordnet sind. Zwei solcher Reihenschaltungen sind zueinander und zum Energiespeicher parallel geschaltet. Die Anschlussklemmen

des Submoduls sind in diesem Fall mit dem Potenzialpunkt zwischen den Leistungshalbleiterventilen jeweils einer Reihenschaltung verbunden, so dass entweder die an dem Energiespeicher abfallende Energiespeicherspannung, eine Nullspannung
5 oder die inverse Energiespeicherspannung an den Ausgangsklemmen eines jeden Submoduls erzeugbar ist.

Abweichend hiervon bilden die Leistungshalbleiterventile die aus der DE 101 03 031 bekannte Halbbrückenschaltung aus, wobei
10 bei jedes Submodul zwei Leistungshalbleiterventile aufweist, die in einer Reihenschaltung angeordnet und die besagte Reihenschaltung parallel zum Energiespeicher geschaltet ist. Einer der Anschlussklemmen ist mit dem Energiespeicher und die andere Anschlussklemme mit dem Potenzialpunkt zwischen den
15 Leistungshalbleiterventilen der Reihenschaltung verbunden. Auf diese Art und Weise kann die an dem Energiespeicher abfallende Energiespeicherspannung oder aber eine Nullspannung an den Anschlussklemmen erzeugt werden.

20 Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, wobei gleiche Bezugszeichen auf gleich wirkende Bauteile verweisen und wobei

25 Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Umrichters in einer schematischen Darstellung,

 Figur 2 ein Phasenmodul des Umrichters gemäß Figur 1,

30 Figur 3 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Submoduls für einen Umrichter gemäß Figur 1 und

Figur 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Submoduls für einen Umrichter gemäß Figur 1 verdeutlichen

5 Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Umrichters 1, der drei zu einer Brückenschaltung miteinander verbundene Phasenmodule 2, 3 und 4 aufweist, die sich jeweils zwischen zwei Gleichspannungsanschlüssen 5 und 6 erstrecken, wobei die Gleichspannungsanschlüsse 5 und 6 unterschiedlich
10 zueinander polarisiert sind. Jedes Phasenmodul 2, 3 und 4 verfügt ferner über einen Wechselspannungsanschluss 7. Der Umrichter 1 kann daher über einen dreiphasigen Wechselspannungsanschluss 7 mit einem Wechselspannungsnetz verbunden werden. Der in Figur 1 gezeigte Umrichter ist Teil einer
15 Hochspannungsgleichstromübertragungsanlage, die zur verlustarmen Übertragung elektrischer Leistung eingerichtet ist.

Figur 2 zeigt den Aufbau eines Phasenmoduls 2 des Umrichters 1 gemäß Figur 1 genauer. Es ist erkennbar, dass zwischen jedem Gleichspannungsanschluss 5 beziehungsweise 6 und dem jeweiligen Wechselspannungsanschluss 7 sich jeweils ein Phasenmodulzweig 8 beziehungsweise 9 erstreckt. Jeder Phasenmodulzweig 8, 9 weist eine Reihenschaltung aus Submodulen 10 auf, die identisch zueinander ausgebildet sind. Der obere und der
25 untere Phasenmodulzweig 8, 9 weisen die gleiche Anzahl an Submodulen 10 auf, so dass für eine symmetrische Ausgestaltung des Umrichters 1 gesorgt ist. Jedes Submodul 10 verfügt über einen Energiespeicher 11, eine Leistungshalbleiterschaltung 12 sowie eine Elektronikeinheit 13, die zum Ansteuern
30 der Leistungshalbleiterschaltung 12 eingerichtet ist. Dabei ist die Elektronikeinheit 13 über nicht gezeigte Kommunikationsleitungen mit einer übergeordneten zentralen Steuerung des Umrichters 1 verbunden, die ebenfalls figürlich nicht dargestellt ist.

Figur 3 zeigt den Aufbau eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Submoduls 10 genauer. Es ist erkennbar, dass das Submodul 10 einen Kondensator 11 als Energiespeicher aufweist, wobei die Leistungshalbleiterschaltung 12 zusammen mit dem Kondensator 11 eine so genannte Halbbrückenschaltung ausbildet, bei der zwei Leistungshalbleiterventile 14 und 15 in Reihe zueinander unter Ausbildung einer Reihenschaltung 16 geschaltet sind. Dabei ist die Reihenschaltung 16 parallel zum Kondensator 11 angeordnet. Darüber hinaus verfügt jedes Submodul 10 über eine erste Anschlussklemme 17, die mit einer Seite des Kondensators 11 verbunden ist und über eine zweite Anschlussklemme 18, die mit dem zwischen dem Leistungshalbleiterventil 14 und 15 liegenden Potenzialpunkt verbunden ist.

Der Aufbau der Leistungshalbleiterventile 14 und 15 ist, wie durch die beiden Pfeile angedeutet ist, in Figur 3 vergrößert dargestellt. Es ist erkennbar, dass jedes Leistungshalbleiterventil 14, 15 eine Reihenschaltung aus Leistungshalbleiterschalteinheiten 19 aufweist, deren Anzahl den jeweiligen Anforderungen entsprechend variiert werden kann. Jede Leistungshalbleiterschalteinheit 19 verfügt über einen an- und abschaltbaren IGBT 20, dem eine Freilaufdiode 21 gegensinnig parallel geschaltet ist. Jeder IGBT 20 weist eine durch einen kleinen Pfeil angedeutete Durchlassrichtung auf, in der ein Stromfluss über den IGBT 20 ermöglicht ist, wenn dieser sich in seiner Durchlassstellung befindet. In seiner Sperrstellung blockiert jeder IGBT 20 einen Stromfluss, so dass ein Stromfluss über die Leistungshalbleiterschalteinheit 19 lediglich über die Freilaufdiode 21 ermöglicht ist.

Es sei angemerkt, dass mit dem Begriff „IGBT“ hier nicht einzelne Halbleiterchips gemeint sind. Vielmehr ist als IGBT ein Leistungshalbleiterschalter gemeint, der selbst wieder aus

einer ganzen Anzahl von Halbleiterchips zusammengesetzt ist, die in einem Gehäuse des Leistungshalbleiterschalters angeordnet und miteinander kontaktiert sind. Die Kontaktierung der Leistungshalbleiterchips des Leistungshalbleiterschalters erfolgt beispielsweise über Bonddrähte. Abweichend hiervon ist jedoch auch im Rahmen der Erfindung ein flächiger Druckkontakt der Leistungshalbleiterchips möglich. Eine solche flächige Druckkontaktierung wird auch als Pressback bezeichnet. Anstelle eines IGBTs kann im Rahmen der Erfindung auch ein IGCT, ein GTO, ein MOSFET, ein bipolarer Transistor und dergleichen als an- und abschaltbarer Leistungshalbleiterschalter eingesetzt werden. Auch rückwärts leitende Halbleiterschalter sind im Rahmen der Erfindung möglich, wobei sich dann eine gegensinnige parallele Freilaufdiode erübrigen würde.

Durch die Reihenschaltung der Leistungshalbleiterschaltereinheiten 19 erhöht sich die Spannungsfestigkeit des Leistungshalbleiterventils 14, 15, so dass auch größere Kondensatoren oder Energiespeicher für ein Submodul 10 ausgewählt werden können. Dies reduziert die Anzahl der Submodule 10 und somit den Aufwand für die Steuerung und Regelung des Umrichters 1. Da praktisch nie mit einem gleichzeitigen Ausfall aller Leistungshalbleiterschaltereinheiten 19 zu rechnen ist, kommt es bei Ausfall einer einzelnen Leistungshalbleiterschaltereinheit 19 des Leistungshalbleiterventils 14 nicht zu einem Kurzschluss des Energiespeichers 11, in sofern die Reihenschaltung des Leistungshalbleiterventils 14 so ausgelegt ist, dass die verbleibenden $n-1$ Leistungshalbleiterschaltereinheiten in der Lage sind, die Kondensatorspannung weiterhin aufzunehmen. Nach Rückmeldung des Ausfalls eines einzelnen Leistungshalbleiterschalters kann die figürlich nicht dargestellte zentrale Steuerung den Betrieb des Umrichters 1 so einstellen, dass es zu keinen Unterbrechungen kommt. Darüber

hinaus müssen die Leistungshalbleiterschalteinheiten 19 nicht mehr auf einen solchen Kurzschluss ausgelegt werden. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn als Leistungshalbleiterschalter 20 flächenkontaktierte Leistungshalbleiter eingesetzt werden, die im Fehlerfall durchlegieren und somit auch im defekten Zustand einen Strom im jeweiligen Leistungshalbleiterventil führen.

Figur 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Submoduls 10, das sich von dem in Figur 3 gezeigten Ausführungsbeispiel nur hinsichtlich der Anschlussklemmen 17 und 18 unterscheidet. So ist bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 die erste Anschlussklemme 17 mit dem Potenzialpunkt zwischen den Leistungshalbleiterventilen 14, 15 galvanisch verbunden. Die zweite Anschlussklemme ist jedoch mit dem oberen Zwischenkreisanschluss, also der oberen Seite des Kondensators, verbunden. Beim Submodul gemäß Figur 3 ist die erste Anschlussklemme hingegen mit dem unteren Zwischenkreisanschluss und somit der unteren Seite des Kondensators 11 verbunden.

Patentansprüche

1. Submodul (10) zum Ausbilden eines Mehrstufenumrichters (1) mit

- 5 - einem Energiespeicher (11),
 - einer Leistungshalbleiterschaltung (12), die parallel zum Energiespeicher (11) angeordnet ist und steuerungsseitig ein- und ausschaltbare Leistungshalbleiterventile (14,15) aufweist,
- 10 - einer ersten Anschlussklemme (17) und
 - einer zweiten Anschlussklemme (18), wobei in Abhängigkeit der Ansteuerung der Leistungshalbleiterventile (14,15) eine an dem Energiespeicher (11) abfallende Energiespeicherspannung oder eine Nullspannung an den Anschlussklemmen (17,18)
- 15 erzeugbar ist,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
 jedes Leistungshalbleiterventil (14,15) eine Reihenschaltung aus abschaltbaren Leistungshalbleiterschalteinheiten (19) mit gleicher Durchlassrichtung aufweist, wobei jede Leistungs-
- 20 halbleitereinheit (19) entgegen gesetzt der Durchlassrichtung elektrisch leitfähig ist.

2. Submodul (10) 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
- 25 jede Leistungshalbleiterschalteinheit (19) einen an- und abschaltbaren Leistungshalbleiterschalter (20) und eine zu diesem gegensinnig parallel geschaltete Freilaufdiode (21) ausbildet.

30 3. Submodul (10) 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

jede Leistungshalbleiterschalteinheit (19) ein rückwärts leitfähiger an- und abschaltbare Leistungshalbleiterschalter ist.

- 5 4. Submodul (10) 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 , d a s s
die Leistungshalbleiterventile (14,15) eine Vollbrückenschaltung ausbilden.
- 10 5. Submodul (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die Leistungshalbleiterventile (14,15) eine Halbbrückenschaltung ausbilden.
- 15 6. Umrichter (1) für den Hochspannungsbereich zum Umrichten
eines elektrischen Stromes oder einer elektrischen Spannung
mit Phasenmodulen (2,3,4), die sich zwischen zwei Gleichspannungsanschlüssen (5,6) des Umrichters (1) erstrecken und einen Wechselspannungsanschluss (7) aufweisen, wobei jedes Pha-
20 senmodul (2,3,4) über eine Reihenschaltung aus Submodulen
(10) verfügt,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
ein Submodul (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

FIG 1

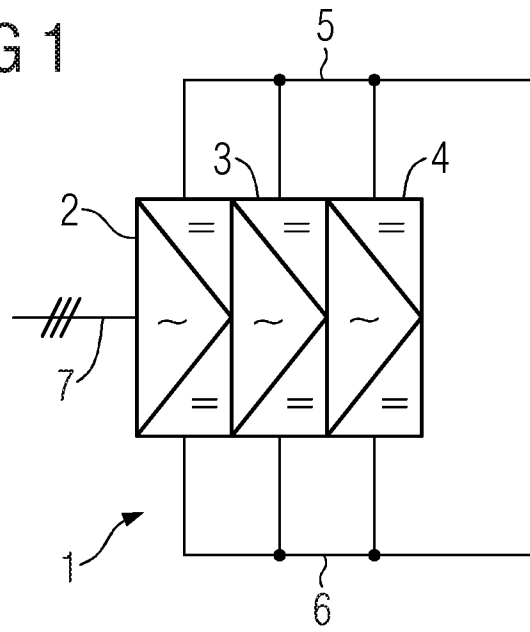


FIG 2

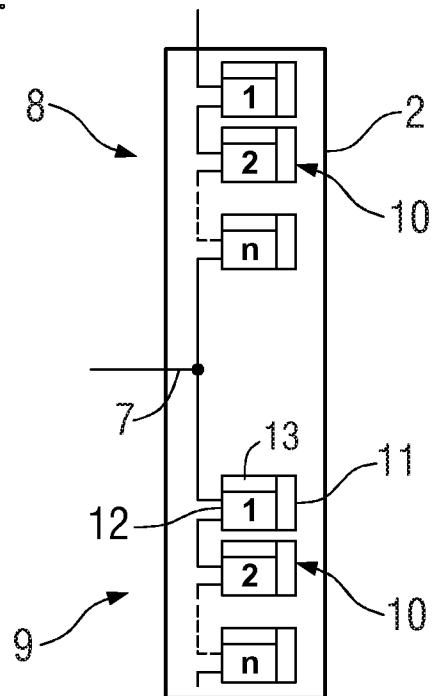


FIG 3

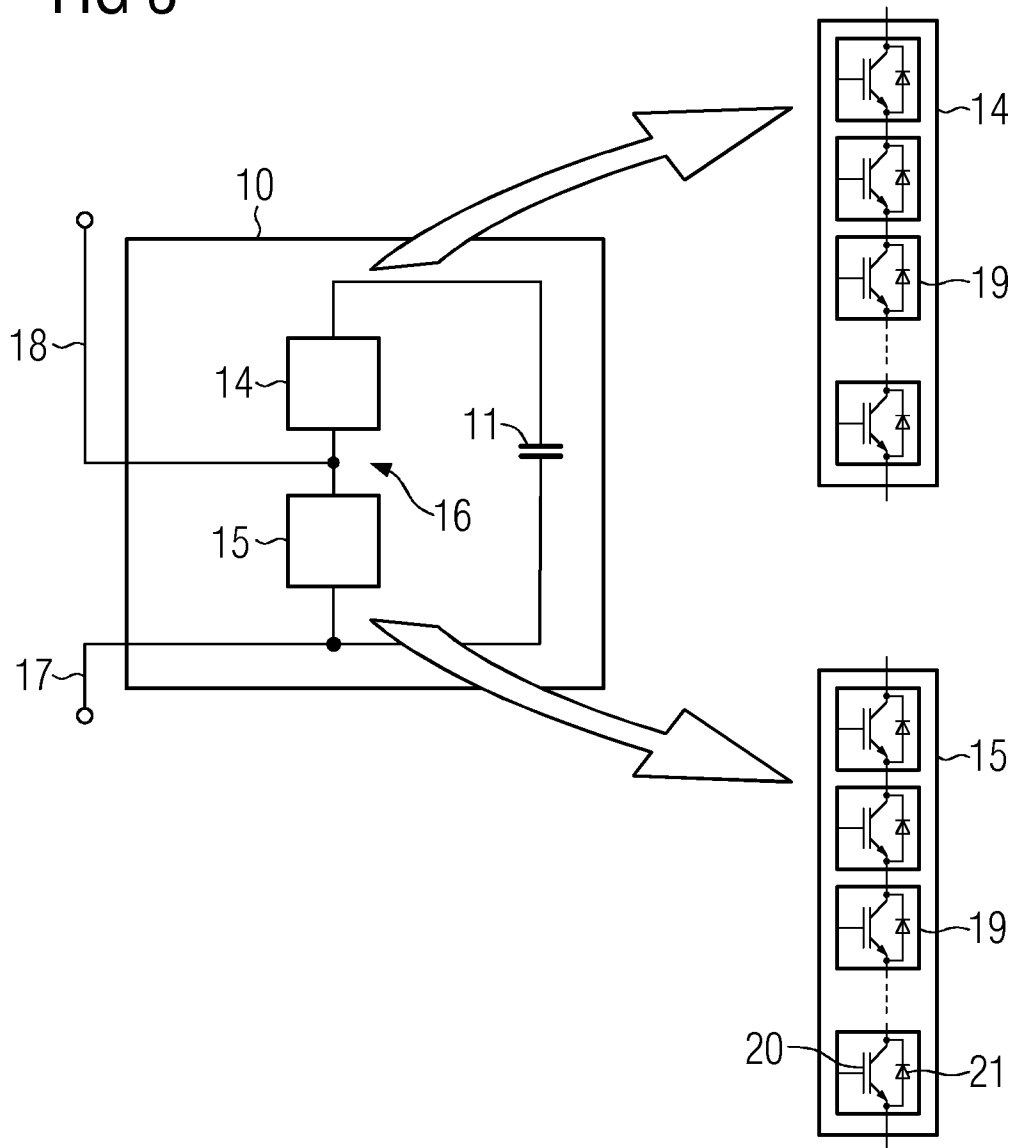


FIG 4

