

(19)



(11)

EP 2 904 625 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.03.2018 Patentblatt 2018/12

(51) Int Cl.:
H01H 9/54 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12808730.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/074833

(22) Anmeldetag: **07.12.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/086432 (12.06.2014 Gazette 2014/24)

(54) GLEICHSPANNUNGSLEISTUNGSSCHALTER

DC VOLTAGE CIRCUIT BREAKER

DISJONCTEUR DE COURANT CONTINU

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.08.2015 Patentblatt 2015/33

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft 80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **ERGIN, Dominik 91083 Baiersdorf (DE)**
• **KNAAK, Hans-Joachim 91054 Erlangen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A2-2011/095212 DE-A1-102010 007 452
DE-U1-202012 100 024

EP 2 904 625 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Schalten von Gleichströmen in einem Pol eines Gleichspannungsnetzes umfassend zwei seriell mit dem Pol verbindbaren Anschlussklemmen, zwischen denen sich ein Betriebsstrompfad mit einem mechanischen Schalter erstreckt, der durch einen Abschaltzweig überbrückbar ist, in dem eine Leistungsschalteinheit angeordnet ist, die eine Reihenschaltung von zweipoligen Submodulen mit wenigstens einem ein- und abschaltbaren Leistungshalbleiterschalter aufweist, und Kommutierungsmitteln zum Kommutieren des Stroms von dem Betriebsstrompfad in den Abschaltzweig, wobei die Submodule der Leistungsschalteinheit eine erste und eine zweite Schaltrichtungsgruppe ausbilden, die jeweils zum Abschalten von Strömen in einer unidirektionalen Schaltrichtung eingerichtet sind, wobei die Schaltrichtung der ersten Schaltrichtungsgruppe entgegengesetzt zur Schaltrichtung der zweiten Schaltrichtungsgruppe orientiert ist.

[0002] Eine solche Vorrichtung ist beispielsweise aus der WO 2011/057675 bekannt. Der dort verdeutlichte Gleichspannungsschalter weist einen Betriebsstrompfad mit einem mechanischen Schalter sowie einem Abschaltzweig auf, der dem Betriebsstrompfad parallel geschaltet ist. In dem Abschaltzweig ist eine Reihenschaltung von Leistungshalbleiterschaltern angeordnet, denen jeweils eine Freilaufdiode gegensinnig parallel geschaltet ist. Die aus Leistungshalbleiterschalter und Freilaufdiode bestehenden Schalteinheiten sind antiseriell angeordnet, so dass Schaltrichtungsgruppen vorliegen. Jede Schaltrichtungsgruppe ist in der Lage, Ströme in beiden Richtungen zu führen, jedoch nur in einer Richtung abzuschalten. In dem Abschaltzweig sind daher zwei antiseriell zueinander angeordnete Schaltrichtungsgruppen vorgesehen, so dass in dem Abschaltzweig Ströme in beiden Richtungen abgeschaltet werden können. Im Betriebsstrompfad sind Kommutierungsmittel in Gestalt eines elektronischen Hilfsschalters angeordnet. Im Normalbetrieb fließt ein Betriebsstrom über den Betriebsstrompfad und somit über den geschlossenen mechanischen Schalter, da die Leistungshalbleiterschalter des Abschaltzweiges einen erhöhten Widerstand für den Gleichstrom darstellen. Zum Unterbrechen beispielsweise eines Kurzschlussstromes, wird der elektronische Hilfsschalter in seine Trennstellung überführt. Hierdurch steigt der Widerstand im Betriebsstrompfad an, so dass der Gleichstrom in den Abschaltzweig kommutiert. Der schnelle mechanische Trennschalter kann dann stromlos geöffnet werden. Zur Aufnahme der im Gleichspannungsnetz gespeicherten und beim Schalten abzubauenen Energie sind Ableiter vorgesehen, die dem Leistungshalbleiterschalter des Abschaltzweiges parallel geschaltet sind.

[0003] Der vorbekannten Vorrichtung haftet der Nachteil an, dass sich bei einer Schaltfähigkeit von Strömen in beiden Richtungen der Leistungshalbleiternaufwand verdoppelt. Für jede Stromrichtung ist eine Schaltrich-

tungsgruppe vorgesehen. Dabei muss jede Schaltrichtungsgruppe in der Lage sein, sowohl die hohen Kurzschlussströme zu schalten, als auch den entstehenden hohen Spannungen Stand zu halten. Der Mehraufwand zum Erreichen der Schaltfähigkeit in beiden Richtungen ist somit enorm.

[0004] Eine weitere Vorrichtung zum bidirektionalen Schalten von Gleichströmen ist in der WO 2011/095212 A2 offenbart. Dort sind im Abschaltzweig in Reihe angeordnete Basiseinheiten vorgesehen, die jeweils zwei Halbleiterschalter mit entgegengesetzten Durchlassrichtungen umfassen.

[0005] Aus der DE 10 2010 007 452 A1 ist eine Schaltentlastung für einen Trennschalter bekannt.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art bereitzustellen, die kostengünstig ist.

[0007] Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, dass die erste Schaltrichtungsgruppe zum Abschalten von Last- und Kurzschlussströmen und die zweite Schaltrichtungsgruppe ausschließlich zum Abschalten von Lastströmen eingerichtet ist und Schutzmittel zum Schutz der zweiten Schaltrichtungsgruppe im Kurzschlussfall vorgesehen sind.

[0008] Die Erfindung basiert auf der Idee, dass Kurzschlussströme oftmals nur in einer Richtung abgeschaltet werden müssen, wohingegen Lastströme in beiden Richtungen geführt und geschaltet werden müssen. Im Rahmen der Erfindung wird daher das bisherige Schaltkonzept dahin erweitert, dass die notwendige bidirektionale Laststromschaltfähigkeit durch eine erste und zweite Schaltrichtungsgruppe bereitgestellt wird. Die zweite Schaltrichtungsgruppe ist jedoch im Rahmen der Erfindung nur auf die Anforderung der Stromträgfähigkeit des Laststromes ausgelegt. Dieser für geringere Ströme ausgelegte Halbleiterpfad muss daher vor möglichen Fehlerströmen geschützt werden. Hierfür sind Schutzmittel vorgesehen, die beispielsweise beim Auftreten eines Kurzschlusses einen Schutz der zweiten Schaltrichtungsgruppe bereitstellen. Die erste Schaltrichtungsgruppe ist zum Führen und Schalten auch hoher Kurzschlussströme eingerichtet. Im Rahmen der Erfindung können Kurzschlussströme daher in nur einer Richtung abgeschaltet werden. Die Lastströme sind hingegen in beiden Richtungen abschaltbar. Der Halbleiternaufwand zur Ausgestaltung der zweiten Schaltrichtungsgruppe hat sich gegenüber der eingangs genannten vorbekannten Vorrichtung somit beträchtlich verringert. Der erfindungsgemäße Schalter ist daher kostengünstiger. Dabei wird die erfindungsgemäße Vorrichtung den meisten in der Praxis gestellten Anforderungen gerecht. Somit ist im Rahmen der Erfindung ein praxistauglicher kostengünstiger Leistungshalbleiterschalter bereitgestellt.

[0009] Zweckmäßigerweise umfassen die Schutzmittel einen Parallelpfad zum Überbrücken der zweiten Schaltrichtungsgruppe. Im Fehlerfall, also beim Auftreten hoher Ströme, wird gemäß dieser vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung der Kurzschlussstrom über den

Parallelpfad geführt, so dass die zweite zum Führen geringerer Ströme ausgelegte Schaltrichtungsgruppe geschützt ist.

[0010] Gemäß einer diesbezüglich zweckmäßigen Weiterentwicklung ist in dem Parallelpfad ein mechanischer Schalter angeordnet. Im Kurzschlussfall ist der besagte Schalter geschlossen, so dass ein niederinduktiver Überbrückungspfad zum Schutz der zweiten Schaltrichtungsgruppe bereitgestellt ist. Um den Laststrom mit der zweiten Schaltrichtungsgruppe zu schalten, wird der mechanische Schalter im Parallelpfad geöffnet.

[0011] Gemäß einer diesbezüglich abweichenden Variante der Erfindung sind in dem Parallelpfad eine Diode und/oder ein Thyristor angeordnet. Jede in dem Parallelpfad angeordnete Diode und jeder dort angeordnete Thyristor weist eine Durchlassrichtung auf, die der Schaltrichtung der ersten Schaltrichtungsgruppe entspricht. Dabei ist jede Diode und jeder Thyristor zum Führen hoher Kurzschlussströme ausgelegt. Die Kurzschlussströme, die von der ersten Schaltrichtungsgruppe abgeschaltet werden können, werden somit über die Diode und den Thyristor geführt, die für diese hohen Ströme ausgelegt sind und somit nicht zerstört werden.

[0012] Zweckmäßigerweise weist der Parallelpfad eine größere Leitfähigkeit in Durchlassrichtung der Diode und/oder des Thyristors auf, als der von ihm überbrückte Pfad einschließlich der zweiten Schaltrichtungsgruppe. Gemäß dieser Weiterentwicklung ist sichergestellt, dass der Kurzschlussstrom aufgrund eines möglicherweise geringeren ohmschen Widerstands nicht über die Freilaufdioden der zweiten Schaltrichtungsgruppe geführt werden. Mit anderen Worten weisen die Leistungshalbleiter des Parallelpfades eine höhere Leitfähigkeit auf, als die Freilaufdioden der zweiten Schaltrichtungsgruppe.

[0013] Zweckmäßigerweise sind die Kommutierungsmittel im Abschaltzweig angeordnet und zum Erzeugen eines über den überbrückten Abschnitts des Betriebsstrompfades und den Abschaltzweig fließenden Kreisstromes eingerichtet, der dem Strom im mechanischen Schalter entgegengesetzt ist. Durch die Anordnung der Kommutierungsmittel im Abschaltzweig kann der konstante Betriebsstrom im Normalbetrieb verlustfrei über den Betriebspfad geführt werden, in dem lediglich ein niederohmiger mechanischer Schalter angeordnet ist. Leistungselektronische Hilfsschalter im Betriebsstrompfad mit hohen Verlusten im Gefolge sind demnach überflüssig geworden. Die im Abschaltzweig angeordneten Kommutierungsmittel sind, beispielsweise Teil der Leistungsschaltseinheit der zweiten Schaltrichtungsgruppe und daher durch die Schutzmittel vor zu hohen Strömen geschützt. Die Kommutierungsmittel sind auf den maximalen Fehlerstrom ausgelegt und zweckmäßigerweise in der ersten Schaltrichtungsgruppe angeordnet. Nach der Kommutierung des Stromes wird der mechanische Schalter geöffnet. Sobald dieser eine ausreichende Spannungsfestigkeit bereitstellt, können die Kommutierungsmittel zum Abschalten der über den Abschaltzweig

fließenden Ströme eingesetzt werden.

[0014] Bevorzugt handelt es sich bei den Kommutierungsmitteln um zweipolige Submodule, die in Reihenschaltung miteinander in den Abschaltzweig beispielsweise als Teil der ersten Schaltrichtungsgruppe geschaltet sind. Dabei weist jedes Submodul einen Energiespeicher, wie beispielsweise einen Kondensator, auf, dem eine Leistungshalbleiterschaltung parallel geschaltet ist. Diese Submodule können beispielsweise eine Halb- oder Vollbrückenschaltung ausbilden. An den beiden Submodulklemmen eines jeden Submoduls kann dann entweder die an dem Energiespeicher abfallende Spannung, eine Nullspannung und bei einer Vollbrückenschaltung auch die inverse Energiespeicherspannung erzeugt werden. Auf diese Art und Weise können Kreisströme erzeugt werden, die in beiden Richtungen in der besagten Masche fließen.

[0015] Selbstverständlich ist es im Rahmen der Erfindung auch möglich, Kommutierungsmittel in Gestalt eines leistungselektronischen Hilfsschalters im Betriebsstrompfad anzuordnen. Der leistungselektronische Hilfsschalter ist beispielsweise ein IGBT mit gegensinnig paralleler Freilaufdiode. Wird der besagte IGBT in seine Sperrstellung überführt, erhöht sich der Widerstand im Betriebsstrompfad, so dass der Strom in den Abschaltzweig kommutiert.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weisen die Submodule der Leistungsschaltseinheit zumindest teilweise jeweils einen ein- und abschaltbaren Leistungshalbleiterschalter und eine gegensinnig parallel dazu geschaltete Freilaufdiode auf. Solche Submodule dienen nicht als Kommutierungsmittel. Statt einer gegensinnig parallelen Freilaufdiode können auch rückwärts leitfähige Leistungshalbleiterschalter eingesetzt werden. Die zweipoligen Submodule sind in Reihe angeordnet, wobei die Freilaufdioden den über den Abschaltzweig fließenden Strom nur in einer Richtung führen können. Abschaltbar sind die Ströme nur in der Durchlassrichtung des jeweiligen Leistungshalbleiterschalters. Zur bidirektionalen Abschaltfähigkeit sind die Submodule antiseriell angeordnet, so dass zwei Schaltrichtungsgruppen ausgebildet sind.

[0017] Gemäß einer diesbezüglich zweckmäßigen Weiterentwicklung weisen die Submodule der Leistungsschaltseinheit zumindest teilweise jeweils einen Energiespeicher und eine parallel zum Energiespeicher geschaltete Reihenschaltung aus zwei ein- und abschaltbaren Leistungshalbleiterschaltern mit gegensinnig parallel hierzu angeordneten Freilaufdioden auf, wobei eine Submodulanschlussklemme mit einem Potenzialpunkt zwischen den ein- und abschaltbaren Leistungshalbleiterschaltern und die andere Anschlussklemme mit einem Pol des Energiespeichers verbunden sind. Solche Submodule bilden eine so genannte Halbbrückenschaltung aus. Submodule mit einer Halbbrückenschaltung können bei zweckmäßiger Orientierung auch als Kommutierungsmittel eingesetzt werden, wie oben bereits ausgeführt ist.

[0018] Gemäß einer weiteren zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung weisen die Submodule der Leistungsschalteinheit zumindest teilweise einen Energiespeicher und zwei parallel zum Energiespeicher geschaltete Reihenschaltungen mit jeweils zwei ein- und abschaltbaren Leistungshalbleiterschaltern mit gegenseitig paralleler Freilaufdiode auf, wobei eine erste Anschlussklemme mit dem Potenzialpunkt zwischen den beiden Leistungshalbleiterschaltern der ersten Reihenschaltung und eine zweite Submodulanschlussklemme mit dem Potenzialpunkt zwischen den beiden Leistungshalbleiterschaltern der zweiten Reihenschaltung verbunden ist. Gemäß dieser vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung umfasst die Leistungsschalteinheit zumindest teilweise Submodule mit Vollbrückenschaltung. Solche Submodule können Ströme in beiden Richtungen führen und schalten. Sie sind darüber hinaus in der Lage, Spannungen in die aus Abschaltzweig und Betriebsstrompfad gebildeten Masche zu erzeugen, die in der besagten Masche einen Kreisstrom zum Kommutieren der Ströme vom Betriebsstrompfad in den Abschaltzweig sorgen.

[0019] Zweckmäßigerweise sind die Anschlussklemmen eines jeden Submoduls über eine Diode oder einen Thyristor miteinander verbindbar. Die Diode oder der Thyristor ermöglicht daher ein Überbrücken des Submoduls und stellen somit in die Submodule integrierte Schutzmittel dar.

[0020] Zum Abbau einer netzgespeicherten und beim Schalten abzubauenen Energie weist die Leistungsschalteinheit Varistoren und/oder Ableiter in Parallelschaltung zu wenigstens einem Submodul auf.

[0021] Zweckmäßigerweise sind die Varistoren und/oder Ableiter zumindest teilweise einem Energiespeicher parallel geschaltet.

[0022] Um die erfindungsgemäße Vorrichtung einfach in Betrieb nehmen zu können, ist zweckmäßigerweise ein Ladezweig vorgesehen, der entweder mit einem Erdpotenzial oder einem entgegengesetzt zum Pol polarisierten Gegenpol verbunden ist. Der Ladezweig ist an seinem vom Gegenpol oder Erdpotenzial abgewandten Ende mit dem Abschaltzweig verbunden. Zweckmäßigerweise ist im Ladezweig ein ohmscher Widerstand angeordnet.

[0023] Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung unter Bezug auf die Figuren der Zeichnung, wobei gleiche Bezugszeichen auf gleich wirkende Bauteile verweisen und wobei

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines bidirektionalen Gleichspannungsleistungsschalters schematisch,

Figur 2 ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Figur 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeigen.

[0024] Figur 1 zeigt einen bereits beschriebenen Gleichspannungsleistungsschalter 1, der eine erste Anschlussklemme 2 sowie eine zweite Anschlussklemme 3 aufweist, mit denen der Gleichspannungsleistungsschalter 1 seriell in einen nicht dargestellten Pol eines Gleichspannungsnetzes geschaltet werden kann. Zwischen den Anschlussklemmen 2 und 3 erstreckt sich ein Betriebsstrompfad 4, dem ein Abschaltzweig 5 parallel geschaltet ist. Dabei sind ein erster Verzweigungspunkt 6 sowie ein zweiter Verzweigungspunkt 7 ausgebildet. In dem Betriebsstrompfad 4 ist ein mechanischer Schalter 8 angeordnet.

[0025] Der Abschaltzweig 5 verfügt über eine Leistungsschalteinheit 9 mit einer ersten Schaltrichtungsgruppe 10 und einer zweiten Schaltrichtungsgruppe 11. Jede Schaltrichtungsgruppe 10, 11 weist eine Reihenschaltung aus zweipoligen Submodulen 12 auf, von denen für jede Schaltrichtungsgruppe 10 und 11 jeweils nur eines dargestellt ist. Jedes Submodul 12 verfügt beispielsweise über einen ein- und abschaltbaren Leistungshalbleiterschalter 13, dem eine Freilaufdiode 14 gegenseitig parallel geschaltet ist. Parallel zu den Submodulen 12 sind figürlich nicht dargestellte Ableiter angeordnet, mit denen eine im Netz gespeicherte und beim Schalten freiwerdende Energie abgebaut werden kann. Fließt nun ein Kurzschlussstrom vom Verzweigungspunkt 6 zum Verzweigungspunkt 7 über den Abschaltzweig 5, wird dieser über die in Reihe geschalteten Leistungshalbleiterschalter 13 der ersten Schaltrichtungsgruppe 10 sowie über die in Reihe geschalteten Freilaufdioden 14 der zweiten Schaltrichtungsgruppe 11 geführt. Ein Stromfluss in dieser Richtung kann lediglich von der Schaltrichtungsgruppe 10 abgeschaltet werden. Hierzu werden die Leistungshalbleiterschalter 13 dieser Gruppe durch ein Steuersignal in ihre Sperrstellung überführt. Fließt ein Strom vom Verzweigungspunkt 7 über den Abschaltzweig 5 zum Verzweigungspunkt 6 wird dieser über die in Reihe geschalteten Leistungshalbleiterschalter 13 der zweiten Schaltrichtungsgruppe 11 sowie die in Reihe geschalteten Freilaufdioden 14 der ersten Schaltrichtungsgruppe 10 geführt. Ein Strom in dieser Richtung kann lediglich von der zweiten Schaltrichtungsgruppe abgeschaltet werden. Hierzu werden die Leistungshalbleiterschalter 13 der zweiten Schaltrichtungsgruppe 11 in ihre Trennstellung überführt. Um den Strom vom Betriebsstrompfad 4 in den Abschaltzweig 5 und somit über die Leistungsschalteinheit 9 zu kommutieren, sind figürlich nicht dargestellte Kommutierungsmittel vorgesehen. Diese umfassen beispielsweise einen im Betriebsstrompfad angeordneten Hilfsschalter, der ebenfalls zwei Schaltrichtungsgruppen ausbildet, so dass dessen Leistungshalbleiterschalter 13 einen Stromfluss in beiden Richtungen sperren und somit für eine Kommutierung in dem Abschaltzweig sorgen. Der schnelle mechanische Schalter 8 kann dann geöffnet und anschließend der

Strom durch die Leistungsschalteneinheit 9 abgeschaltet werden. Darüber hinaus ist es auch möglich, dass die Kommutierungsmittel im Abschaltzweig 5 angeordnet und zum Erzeugen dieser Spannung, in der aus dem Betriebsstrompfad 4 und dem Abschaltzweig 5 gebildeten Masche eingerichtet sind. Zum Erzeugen einer Spannung dienen beispielsweise zweipolige Submodule mit jeweils einem Energiespeicher und einer Leistungshalbleiterschaltung, die bevorzugt eine Vollbrückenschaltung miteinander ausbilden. An den beiden Anschlussklemmen eines jeden Submoduls kann nun entweder die an dem Energiespeicher abfallende Spannung, eine Nullspannung oder aber die inverse Energiespeicherspannung erzeugt werden. Somit ist ein Kreisstrom in der besagten Masche erzeugbar, der dem über den Betriebsstrompfad 4 fließenden Strom entgegengesetzt ist. Es kommt zur Kommutierung des Gesamtstromes in den Abschaltzweig 5. Im Rahmen der Erfindung sind jedoch auch weitere hier nicht genannte Kommutierungsmittel einsetzbar.

[0026] Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 15, die sämtliche Merkmale des Gleichspannungsleistungsschalters 1 gemäß Figur 1 aufweist, so dass die dazu gemachten Ausführungen hier ebenfalls gelten, mit dem Unterschied, dass die zweite Schaltrichtungsgruppe 11 nur zum Schalten und Führen von Lastströmen eingerichtet ist. So weist die erste Schaltrichtungsgruppe 10 beispielsweise eine maximale Spannungsfestigkeit auf, die dem Doppelten der Nennspannung entspricht. Der maximale Abschaltstrom der ersten Schaltrichtungsgruppe 10 beträgt beispielsweise dem Achtfachen des Nennstromes. Die zweite Schaltrichtungsgruppe 11 weist beispielsweise eine maximale Spannungsfestigkeit auf, die dem 1,2-fachen der Nennspannung entspricht, wobei der maximale Abschaltstrom gleich dem Nennstrom ist. Somit kann die Anzahl der in Reihe zu schaltenden Submodule und die Anzahl der parallel zu schaltenden Leistungshalbleiterschaltern pro Submodule gegenüber der ersten Schaltrichtungsgruppe 10 bei der zweiten Schaltrichtungsgruppe 11 erheblich verringert werden. Dies hat eine beträchtliche Kostenersparnis im Gefolge. Um die zweite Schaltrichtungsgruppe 11 vor einer Zerstörung durch hohe Kurzschlussströme zu schützen, sind Schutzmittel vorgesehen, die hier einen Parallelpfad 16 umfassen, in dem ein mechanischer Schalt 17 angeordnet ist.

[0027] Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 2 können nun Lastströme in beiden Richtungen abgeschaltet und geführt werden. Zunächst wird der Laststrom mit Hilfe der oben beschriebenen Kommutierungsmittel in den Abschaltzweig 5 kommutiert. Fließt der Laststrom von der Anschlussklemme 3 zur Anschlussklemme 2, wird dieser von der zweiten Schaltrichtungsgruppe 11 abgeschaltet. Die erste Schaltrichtungsgruppe 10 übernimmt das Abschalten von Lastströmen, die von der Anschlussklemme 2 zur Anschlussklemme 3 fließen.

[0028] Es wird im Rahmen der Erfindung davon ausgegangen, dass Kurzschlussströme nur von der An-

schlussklemme 2 zur Anschlussklemme 3 fließen. Tritt nun ein Kurzschluss in dieser Richtung hinter der Vorrichtung 15 auf, so schließt der mechanische Schalter 17 und schützt damit die leistungselektronischen Bauteile der zweiten Schaltrichtungsgruppe 11. Der Fehlerstrom wird von der ersten Schaltungsgruppe 10 abgeschaltet.

[0029] Soll nun ein Laststrom, der von Anschlussklemme 3 zur Anschlussklemme 2 fließt, abgeschaltet werden, so ist der Schalter 17 offen. Der Strom kommutiert in die zweite Schaltrichtungsgruppe 11 und kann von dieser abgeschaltet werden.

[0030] Figur 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen entspricht, wobei jedoch im Parallelpfad 16 anstelle eines mechanischen Schalters eine Diode D_1 angeordnet ist. Die Diode D_1 weist eine Durchlassrichtung auf, die der Schaltrichtung der zweiten Schaltrichtungsgruppe 11 entgegengesetzt ist. Mit anderen Worten weist die Diode D_1 die gleiche Durchlassrichtung auf wie die in Reihe geschalteten Freilaufdioden 14 der zweiten Schaltrichtungsgruppe 11. Voraussetzung ist jedoch, dass der Pfad über die Diode D_1 niederohmiger ist, als der Pfad durch die Freilaufdioden 14. Mit anderen Worten weist die Diode D_1 eine größere Leitfähigkeit auf, als die Reihenschaltung der Freilaufdioden der zweiten Schaltrichtungsgruppe 11.

[0031] In der Regel wird jedoch eine einzige Diode D_1 im Parallelpfad 16 oder ein einziger mechanischer Schalter oder ein einziger Thyristor nicht ausreichend sein, so dass eine Reihenschaltung solcher Bauteile im Parallelpfad 16 angeordnet ist. Diese Reihenschaltung von beispielsweise Thyristoren kann in die Submodule der zweiten Schaltrichtungsgruppe 11 integriert werden, so dass kompakte Bauteile bereitgestellt sind. Dies reduziert darüber hinaus den Isolations- und Konstruktionsaufwand.

[0032] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung sind die Submodule 12 der Leistungsschalteneinheit 9 mit einem Energiespeicher und einer Leistungshalbleiterschaltung ausgerüstet, die zusammen eine Halb- oder bevorzugt eine Vollbrückenschaltung ausbilden. Dabei kann jedes Submodul zwischen seinen Submodulanschlussklemmen jeweils eine wie in Figur 3 orientierte Diode aufweisen oder aber einen ebenso orientierten Thyristor. Gemäß dieser Ausgestaltung der Erfindung sind die Schutzmittel in die in Reihe geschalteten zweipoligen Submodule der zweiten Schaltrichtungsgruppe 11 integriert.

[0033] Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, einen erheblichen Teil der Leistungselektronik einzusparen, wenn die erfindungsgemäße Vorrichtung 15 Fehlerströme in nur einer Richtung abschalten muss.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (15) zum Schalten von Gleichströmen in einem Pol eines Gleichspannungsnetzes umfas-

send

- zwei Anschlussklemmen (2,3), zwischen denen sich ein Betriebsstrompfad (4) mit einem mechanischen Schalter (8) erstreckt,
- der durch einen Abschaltzweig (5) überbrückbar ist,
- in dem eine Leistungsschalteinheit (9) angeordnet ist, die eine Reihenschaltung von zweipoligen Submodulen (12) mit wenigstens einem ein- und abschaltbaren Leistungshalbleiterschalter (13) aufweist, und
- Kommutierungsmitteln zum Kommutieren des Stroms von dem Betriebsstrompfad (4) in den Abschaltzweig (5),
- wobei die Submodule (12) der Leistungsschalteinheit (9) eine erste und eine zweite Schaltrichtungsgruppe (10,11) ausbilden, die jeweils zum Abschalten von Strömen in einer unidirektionalen Schaltrichtung eingerichtet sind, wobei die Schaltrichtung der ersten Schaltrichtungsgruppe (10) entgegengesetzt zur Schaltrichtung der zweiten Schaltrichtungsgruppe (11) orientiert ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste Schaltrichtungsgruppe (10) zum Abschalten von Last- und Kurzschlussströmen und die zweite Schaltrichtungsgruppe (11) ausschließlich zum Abschalten von Lastströmen eingerichtet ist und Schutzmittel (16,17,D₁) zum Schutz der zweiten Schaltrichtungsgruppe (11) im Kurzschlussfall vorgesehen sind.

2. Vorrichtung (15) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzmittel einen Parallelpfad (16) zum Überbrücken der zweiten Schaltrichtungsgruppe (11) aufweisen.
3. Vorrichtung (15) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Parallelpfad (16) ein mechanischer Schalter (17) angeordnet ist.
4. Vorrichtung (15) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Parallelpfad (16) eine Diode (D₁) und/oder ein Thyristor angeordnet sind.
5. Vorrichtung (15) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Parallelpfad (16) eine größere Leitfähigkeit in Durchlassrichtung der Diode (D₁) und/oder des Thyristors aufweist als der von ihm überbrückte Pfad einschließlich der zweiten Schaltrichtungsgruppe (11).

6. Vorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Kommutierungsmittel im Abschaltzweig (5) angeordnet und zum Erzeugen eines über den überbrückten Abschnitt des Betriebsstrompfades (4) und den Abschaltzweig (5) fließenden Kreisstromes eingerichtet sind, der dem Strom im mechanischen Schalter (8) entgegengesetzt ist.

7. Vorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Submodule (12) der Leistungsschalteinheit (9) zumindest teilweise jeweils einen ein- und abschaltbaren Leistungshalbleiterschalter (13) und eine gegenseitig parallel hierzu geschaltete Freilaufdiode (14) aufweisen.

8. Vorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Submodule (12) der Leistungsschalteinheit (9) zumindest teilweise jeweils einen Energiespeicher und eine parallel zum Energiespeicher geschaltete Reihenschaltung aus zwei ein- und abschaltbaren Leistungshalbleiterschaltern (13) mit gegenseitig parallel hierzu angeordneten Freilaufdioden (14) aufweisen, wobei eine Submodulanschlussklemme mit einem Potenzialpunkt zwischen den ein- und abschaltbaren Leistungshalbleiterschaltern (13) und die andere Submodulanschlussklemme mit einem Pol des Energiespeichers verbunden sind.

9. Vorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Submodule (12) der Leistungsschalteinheit (9) zumindest teilweise einen Energiespeicher und zwei parallel zum Energiespeicher geschaltete Reihenschaltungen mit jeweils zwei ein- und abschaltbaren Leistungshalbleiterschaltern (13) mit gegenseitig paralleler Freilaufdiode (14) aufweisen, wobei eine erste Submodulanschlussklemme mit dem Potenzialpunkt zwischen den beiden Leistungshalbleiterschaltern (13) der ersten Reihenschaltung und eine zweite Submodulanschlussklemme mit dem Potenzialpunkt zwischen den beiden Leistungshalbleiterschaltern (13) der zweiten Reihenschaltung verbunden ist.

10. Vorrichtung (15) nach Anspruch 8 oder 9,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Submodulanschlussklemmen eines jeden Submoduls (12) durch einen Thyristor und/oder einer Diode miteinander verbindbar sind.

11. Vorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden

Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Leistungsschalteinheit (9) Varistoren und/oder Ableiter in Parallelschaltung zu wenigstens einem Submodul (12) umfasst.

12. Vorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

gekennzeichnet durch

einen mit einem Erdpotenzial oder einem entgegengesetzt zum Pol polarisierten Gegenpol verbundenen Ladezweig.

13. Vorrichtung (15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

in dem Ladezweig ein ohmscher Widerstand angeordnet ist.

Claims

1. Apparatus (15) for switching direct currents in a pole of a DC voltage network comprising

- two connection terminals (2, 3) between which an operating current path (4) with a mechanical switch (8) extends,
- said mechanical switch (8) being able to be bypassed by a disconnection branch (5),
- in which a power switching unit (9) is arranged, which has a series circuit comprising two-pole submodules (12) having at least one power semiconductor switch (13) that can be turned on and off, and
- commutation means for commutating the current from the operating current path (4) to the disconnection branch (5),
- wherein the submodules (12) of the power switching unit (9) form a first and a second switching direction group (10, 11), which are each configured to disconnect currents in a unidirectional switching direction, wherein the switching direction of the first switching direction group (10) is oriented opposite to the switching direction of the second switching direction group (11),

characterized in that

the first switching direction group (10) is configured to disconnect load currents and short-circuit currents and the second switching direction group (11) is configured exclusively to disconnect load currents and protection means (16, 17, D₁) are provided to protect the second switching direction group (11) in the event of a short circuit.

2. Apparatus (15) according to Claim 1, **characterized**

in that the protection means have a parallel path (16) for bypassing the second switching direction group (11).

3. Apparatus (15) according to Claim 2, **characterized in that** a mechanical switch (17) is arranged in the parallel path (16).

4. Apparatus (15) according to Claim 2, **characterized in that** a diode (D₁) and/or a thyristor are arranged in the parallel path (16).

5. Apparatus (15) according to Claim 4, **characterized in that** the parallel path (16) has a greater conductivity in the forward direction of the diode (D₁) and/or the thyristor than the path that is bypassed by said parallel path, including the second switching direction group (11).

6. Apparatus (15) according to one of the preceding claims,

characterized in that the commutation means are arranged in the disconnection branch (5) and are configured to generate a circulating current that flows over the bypassed section of the operating current path (4) and the disconnection branch (5), said circulating current being opposed to the current in the mechanical switch (8).

7. Apparatus (15) according to one of the preceding claims,

characterized in that at least some of the submodules (12) of the power switching unit (9) each have a power semiconductor switch (13) that can be turned on and off and a freewheeling diode (14) connected back-to-back in parallel therewith.

8. Apparatus (15) according to one of the preceding claims,

characterized in that at least some of the submodules (12) of the power switching unit (9) each have an energy store and, connected in parallel with the energy store, a series circuit comprising two power semiconductor switches (13) that can be turned on and off having freewheeling diodes (14) connected back-to-back in parallel therewith, wherein a submodule connection terminal is connected to a potential point between the power semiconductor switches (13) that can be turned on and off and the other submodule connection terminal is connected to a pole of the energy store.

9. Apparatus (15) according to one of the preceding claims,

characterized in that at least some of the submodules (12) of the power switching unit (9) have an energy store and, connected in parallel with the energy store, two series circuits each having two power

semiconductor switches (13) that can be turned on and off having a freewheeling diode (14) connected back-to-back in parallel, wherein a first submodule connection terminal is connected to the potential point between the two power semiconductor switches (13) of the first series circuit and a second submodule connection terminal is connected to the potential point between the two power semiconductor switches (13) of the second series circuit.

10. Apparatus (15) according to Claim 8 or 9, **characterized in that** the submodule connection terminals of each submodule (12) can be connected to one another by a thyristor and/or a diode.
11. Apparatus (15) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the power switching unit (9) comprises varistors and/or arresters connected in parallel with at least one submodule (12).
12. Apparatus (15) according to one of the preceding claims, **characterized by** a charging branch connected to an earth potential or an opposite pole polarized in an opposite way to the pole.
13. Apparatus (15) according to one of the preceding claims, **characterized in that** an ohmic resistor is arranged in the charging branch.

Revendications

1. Dispositif (15) pour faire passer des courants continus à un pôle d'un réseau de tension continue, comprenant
 - deux bornes (2, 3) entre lesquelles s'étend un trajet (4) de courant de fonctionnement ayant un interrupteur (8) mécanique,
 - qui peut être shunté par une branche (5) d'interruption,
 - dans lequel est montée une unité (9) de disjonction, qui a un circuit série de sous-modules (12) bipolaires, ayant au moins un interrupteur (13) à semi-conducteur de puissance pouvant être fermé et ouvert et
 - des moyens de commutation pour commuter le courant du trajet (4) de courant de fonctionnement à la branche (5) d'interruption,
 - dans lequel les sous-modules (12) de l'unité (9) de disjonction forment un premier et un deuxième groupes (10, 11) de sens de passage, qui sont conçus chacun pour interrompre des courants dans un sens de passage unidirectionnel, le sens de passage du premier groupe (10)

de sens de passage étant contraire au sens de passage du deuxième groupe (11) de sens de passage,

caractérisé en ce que

le premier groupe (10) de sens de passage est conçu pour interrompre des courants de charge et de court-circuit et le deuxième groupe (11) de sens de passage est conçu exclusivement pour interrompre des courants de charge et il est prévu des moyens (16, 17, D₁) de protection pour protéger le deuxième groupe (11) de sens de passage en cas de court-circuit.

2. Dispositif (15) suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens de protection ont un trajet (16) en parallèle de shuntage du deuxième groupe (11) de sens de passage.
3. Dispositif (15) suivant la revendication 2, **caractérisé en ce qu'** un interrupteur (17) mécanique est monté dans le trajet (16) en parallèle.
4. Dispositif (15) suivant la revendication 2, **caractérisé en ce qu'** une diode (D₁) et/ou un thyristor sont montés dans le trajet (16) en parallèle.
5. Dispositif (15) suivant la revendication 4, **caractérisé en ce que** le trajet (16) en parallèle a une conductivité plus grande, dans le sens de passage de la diode (D₁) et/ou du thyristor, que celle du trajet qu'il shunte, y compris le deuxième groupe (11) de sens de passage.
6. Dispositif (15) suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens de commutation sont montés dans la branche (5) d'interruption et sont conçus pour produire un courant circulaire, passant par le tronçon shunté du trajet (4) de courant de fonctionnement et la branche (5) d'interruption, et de sens contraire au courant dans l'interrupteur (8) mécanique.
7. Dispositif (15) suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les sous-modules (12) de l'unité (9) de disjonction ont, au moins en partie, chacun un interrupteur (13) à semi-conducteur de puissance, pouvant être fermé et ouvert, et une diode (14) de roue libre, y étant monté tête-bêche en parallèle.
8. Dispositif (15) suivant l'une des revendications pré-

cédentes,

caractérisé en ce que

les sous-modules (12) de l'unité (9) de disjonction ont, au moins en partie, chacun un accumulateur d'énergie et un circuit série, monté en parallèle à l'accumulateur d'énergie et composé de deux interrupteurs (13) à semi-conducteur de puissance, pouvant être fermés et ouverts, et ayant des diodes (14) de roue libre, qui y sont montées tête-bêche en parallèle, une borne de sous-module étant reliée à un point de potentiel entre les interrupteurs (13) à semi-conducteur de puissance pouvant être fermés et ouverts et l'autre borne de sous-module étant reliée à un pôle de l'accumulateur d'énergie.

5

10

15

9. Dispositif (15) suivant l'une des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

les sous-modules (12) de l'unité (9) de disjonction ont, au moins en partie, un accumulateur d'énergie et deux circuits série montés en parallèle à l'accumulateur d'énergie et ayant chacun deux interrupteurs (13) à semi-conducteur de puissance pouvant être fermés et ouverts et ayant des diodes (14) de roue libre tête-bêche en parallèle, une première borne de sous-module étant reliée au point de potentiel entre les deux interrupteurs (13) à semi-conducteur de puissance du premier circuit série et une deuxième borne de sous-module étant reliée au point de potentiel entre les deux interrupteurs (13) à semi-conducteur de puissance du deuxième circuit série.

20

25

30

10. Dispositif (15) suivant la revendication 8 ou 9,

caractérisé en ce que

les bornes de chaque sous-module (12) peuvent être reliées entre elles par un thyristor et/ou par une diode.

35

11. Dispositif (15) suivant l'une des revendications précédentes,

40

caractérisé en ce que

l'unité (9) de disjonction comprend des varistances et/ou des parafoudres suivant un circuit en parallèle à au moins un sous-module (12).

45

12. Dispositif (15) suivant l'une des revendications précédentes,

caractérisé par

une branche de charge reliée à un potentiel de terre ou à un pôle antagoniste de polarisation opposée au pôle.

50

13. Dispositif (15) suivant l'une des revendications précédentes,

caractérisé en ce qu'

55

un résistance ohmique est montée dans la branche de charge.

FIG 1

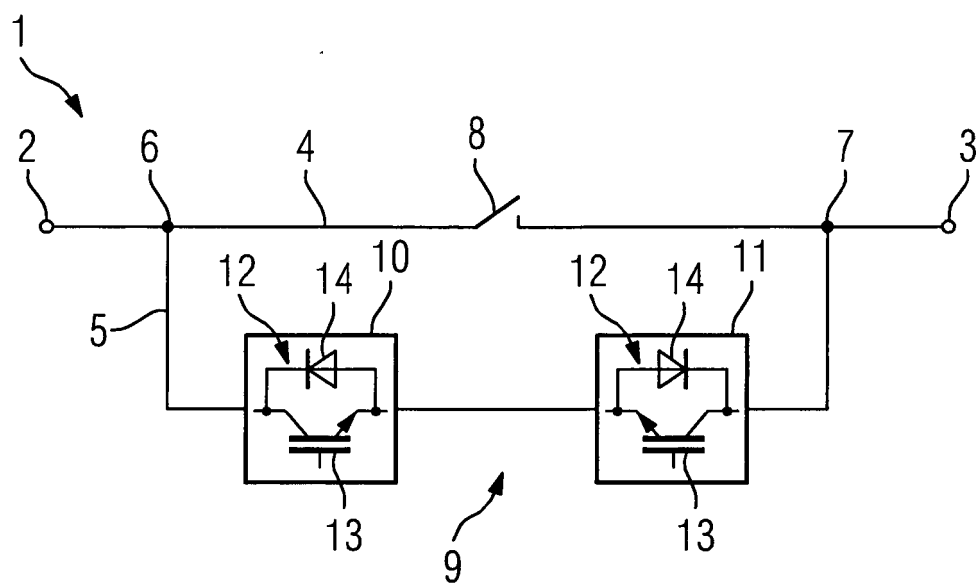


FIG 2

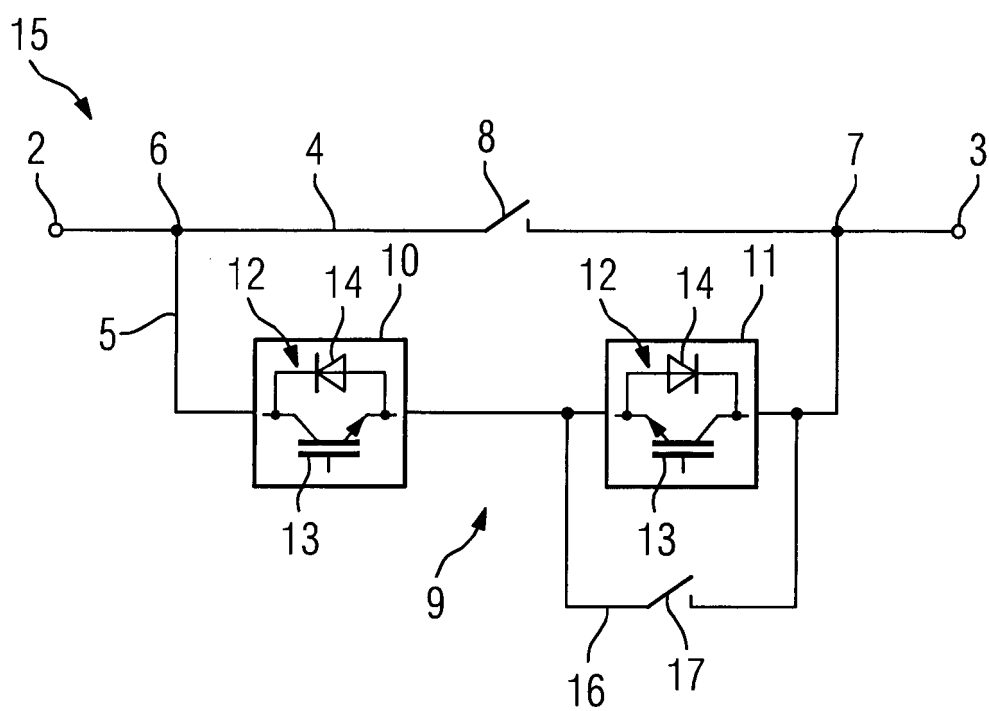
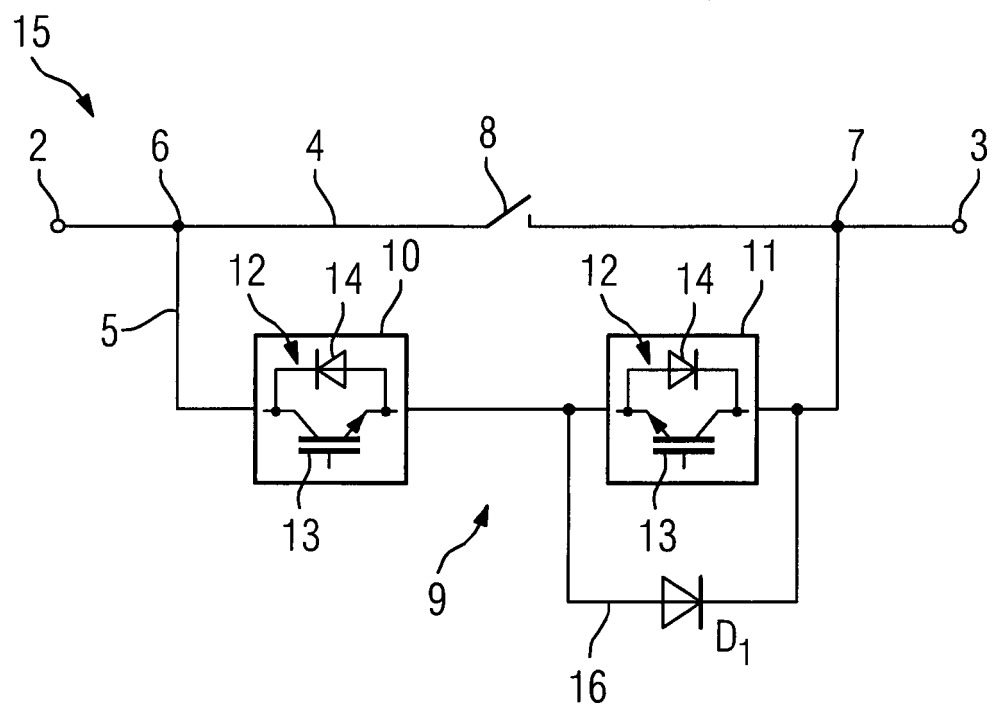


FIG 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2011057675 A [0002]
- WO 2011095212 A2 [0004]
- DE 102010007452 A1 [0005]