



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤ Int. Cl.³: H 02 H 3/087
H 02 H 7/22
// H 02 J 3/36

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTCHRIFT A5

⑪

645 760

⑳ Gesuchsnummer: 8121/79

㉔ Anmeldungsdatum: 07.09.1979

㉓ Priorität(en): 09.09.1978 JP 53-110982

㉒ Patent erteilt: 15.10.1984

㉑ Patentschrift
veröffentlicht: 15.10.1984

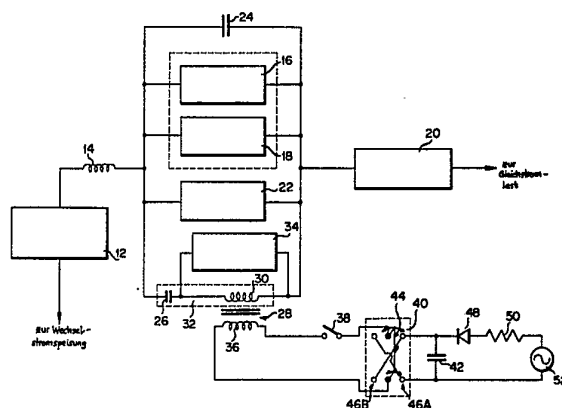
㉑ Inhaber:
Tokyo Shibaura Denki Kabushiki Kaisha,
Kawasaki-shi/Kanagawa-ken (JP)

㉒ Erfinder:
Yanabu, Satoru, Machida-shi/Tokyo (JP)
Tamagawa, Toru, Chigasaki-shi/Kanagawa-ken
(JP)
Nishiwaki, Susumu, Midori-ku/Yokohama-shi
(JP)

㉓ Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

㉓ Hochspannungs-Schaltevorrichtung für Gleichströme.

㉓ Die Schaltevorrichtung wird in Serie mit einem externen Schaltkreis betrieben, der einen Wechselstrom-Gleichstromwandler (12), der an eine Wechselstromspeisung angeschlossen ist, sowie eine Gleichstromdrossel (14) aufweist. Die Schaltevorrichtung weist einen in Serie mit dem externen Schaltkreis angeordneten Leistungsschalter auf, der von zwei Vakuumschaltern (16, 18) gebildet wird, sowie einen Trennschalter (20). Parallel zum Leistungsschalter (16, 18) ist eine Serieschaltung aus einem Sperrkondensator (26) und der Primärwicklung (30) eines Transformators (28) angeordnet. An die Sekundärwicklung (36) des Transformators ist über einen Startschalter (38) und einen Umpolschalter (40) ein Speicherkondensator (42) angeschlossen, der von einer Wechselstromquelle (52) über eine Diode (48) aufgeladen wird. Bei Stromunterbrechung im Hauptkreis wird zur Strombegrenzung der Startschalter (38) geschlossen, wodurch sich der Ladungsspeicherkondensator (42) über die Sekundärwicklung (36) entlädt und in der Primärwicklung (30) eine der Stoss Spannung entgegengesetzte Spannung induziert. Dadurch wird der Strom durch die Vakuumschalter (16, 18) begrenzt. Die Vorrichtung erlaubt eine Stromunterbrechung ohne Beschädigungsgefahr für die Vakuumschalter (16, 18).



PATENTANSPRÜCHE

1. Hochspannungs-Schaltvorrichtung für Gleichströme zur Serieschaltung mit einem externen Schaltkreis, der einen an eine Wechselstromspeisung angeschlossenen Wechselstrom-Gleichstromwandler und eine mit diesem verbundene Gleichstromdrossel enthält, wobei die Schaltvorrichtung einen in Serie mit dem externen Schaltkreis schaltbaren Leistungsschalter aufweist, gekennzeichnet durch einen Transformator (28), eine parallel zum Leistungsschalter (16, 18) geschaltete Serieschaltung (32) aus einem Sperrkondensator (26) und der Primärwicklung (30) des Transformators (28), sowie durch einen Sekundärschaltkreis, der die Sekundärwicklung (36) des Transformators (28), einen an eine Spannungsquelle (52) angeschlossenen Ladungsspeicherkondensator (42) und einen zwischen die Sekundärwicklung (36) und den Ladungsspeicherkondensator (42) geschalteten Startschalter (38) aufweist.

2. Schaltvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Trennschalter (20), der in Serie mit dem Leistungsschalter (16, 18) geschaltet ist.

3. Schaltvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Polumschalter (40) zur Umkehrung der Entladungsrichtung des Ladungsspeicherkondensators (42) über die Sekundärwicklung (36) des Transformators (28), wodurch während der Öffnung des Leistungsschalters die Polarität über der Sekundärwicklung (36) umkehrbar ist.

4. Schaltvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Kondensator (24), der parallel zum Leistungsschalter (16, 18) angeordnet ist, um die Spitze einer bei der Öffnung des Leistungsschalters (16, 18) induzierten Stossspannung zu dämpfen.

5. Schaltvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Widerstand (22), der parallel zum Leistungsschalter (16, 18) angeordnet ist und eine nicht lineare Kennlinie aufweist, um den Hochspannungsanteil einer beim Öffnen des Leistungsschalters (16, 18) induzierten Stossspannung zu absorbieren.

6. Schaltvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Widerstand (34), der parallel zur Primärwicklung (30) des Transformators (28) angeordnet ist und eine nicht lineare Kennlinie aufweist, um den Hochspannungsanteil einer beim Öffnen des Leistungsschalters über der Primärwicklung (30) auftretenden Stossspannung zu absorbieren.

7. Schaltvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Widerstand (22) als Hauptbestandteil Metalloxid aufweist.

8. Schaltvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Widerstand (34) als Hauptbestandteil Metalloxid aufweist.

9. Schaltvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Leistungsschalter (16, 18) vorgesehen sind.

10. Schaltvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Trennschalter (20) ein SF₆-Gas-trennschalter ist.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Hochspannungs-Schaltvorrichtung für Gleichströme, gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Elektrische Leistung wird in der Regel in der Form von Wechselstrom übertragen. Unlängst ist jedoch ein Gleichstromübertragungssystem anstelle eines Wechselstromsystems vorgeschlagen worden. Bei einem Gleichstromübertragungssystem wird die elektrische Leistung in Form grosser Ströme hoher Spannung übertragen, weshalb beim Unterbrechen sol-

cher grossen Ströme grösste Vorsicht am Platze ist. Die jüngste Entwicklung geht gegen eine Erhöhung der Leistungsübertragungskapazität.

Zum Zeitpunkt der Stromunterbrechung wird in einem Leistungsschalter eine grosse Stossspannung induziert. Die Stossspannung nimmt mit zunehmender Übertragungsleistung ebenfalls zu. Wird die Übertragungsleistung erhöht, erfährt der Leistungsschalter zum Zeitpunkt der Stromunterbrechung einen grösseren mechanischen Stoss oder aber es findet darin eine grosse Wärmeentwicklung statt, was zur Beschädigung des Leistungsschalters führen kann. Aus diesem Grund besteht ein grosses Bedürfnis nach einer Hochspannungs-Schaltvorrichtung für Gleichströme, die eine grosse Sicherheit aufweist und zur wirksamen Stromunterbrechung geeignet ist.

Eine Hochspannungs-Schaltvorrichtung gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ist bereits aus der DE-AS 19 43 646 bekannt. Diese bekannte Vorrichtung ist als Regelanordnung zur Vermeidung der bei einem Lastabwurf einer Hochspannungs-Gleichstromübertragungsanlage auftretenden netzfrequenten Spannungsüberhöhung für eine Übertragungsanlage mit wenigstens zwei an Drehstromnetze angeschlossenen Stromrichterstationen ausgebildet. Die Stromrichterstationen sind mit Strom- und Spannungsreglern sowie mit Zündwinkelsteuersätzen ausgerüstet und es ist zwischen zwei Stromrichterstationen eine Gleichstromübertragungsleitung angeordnet, wobei nach Kurzschluss oder Lastabwurf eines Teiles der Hochspannungs-Gleichstromübertragungsanlage oder eines verbraucherseitigen Drehstromnetzes die Zündwinkelsteuersätze der im Gleichrichterbetrieb gesteuerten Stromrichterstationen mit Signalen zur Umsteuerung in den Wechselrichterbetrieb beaufschlagt werden können. Das Wesentliche dieser Regelanordnung besteht darin, dass die Stromregler und die Zündwinkelsteuersätze für eine langsame Umsteuerung der Stromrichterstationen in den Wechselrichterbetrieb ausgelegt sind, und dass der Stromregler an einen Sollwertgeber angeschlossen ist, der einen Gleichstrom-Sollwert vorgibt, der zunächst grösser als Null ist.

Aus der DE-PS 8 85 882 ist ein Verfahren zum Ausserbetriebsetzen von Wechselrichtern bekannt, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass bei gleichzeitiger Beaufschlagung der Entladungsstrecken mit einem sperrenden Steuerpotential den Wechselspannungen sämtlicher Phasen negative Spannungsimpulse von solcher Grösse überlagert werden, dass die Wechselspannung im Stromkreis der gerade brennenden Entladungsstrecke vorübergehend den Wert der aufgedruckten Gleichspannung überschreitet.

Die Schaltung zur Durchführung dieses Verfahrens umfasst kleine Hilfstransformatoren, deren Sekundärwicklungen in die Hauptstromübertragungswege eingeschaltet sind. An die Primärwicklungen dieser Hilfstransformatoren ist über eine Hilfsschalteinrichtung und einen Dämpfungswiderstand ein Kondensator angeschlossen, der über eine Hilfs-gleichstromquelle aufgeladen wird. Da die Sekundärwicklungen der Hilfstransformatoren in Reihe zu den Wicklungen des Haupttransformators des Wechselrichters liegen, wird die gesamte Stromübertragungsstrecke impedanzmässig belastet, so dass die übertragbare Energie eingeschränkt wird.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, eine wirtschaftliche Leistungsschaltvorrichtung der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Art zu schaffen, die ohne impedanzmässige Belastung des Hauptstromübertragungsweges einen Hochspannungs-Gleichstrom ohne Beschädigung des Stromunterbrechers sicher und zuverlässig zu unterbrechen vermag.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt mittels den in Patentanspruch 1 definierten Merkmalen.

Bei der Schaltungsanordnung nach der beanspruchten

Erfindung werden Stossspannungen bei der Stromunterbrechung wirksam kompensiert, so dass dadurch sowohl die Wärmeentwicklung als auch die mechanische Stossbelastung stark reduziert werden und ein hoher Sicherheitsgrad bei der Stromunterbrechung gewährleistet wird.

Anhand der einzigen Zeichnung wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

Mit der Bezugsziffer 12 ist ein Wandler bezeichnet, der an eine nicht dargestellte Wechselstromspeisung angeschlossen ist und den Wechselstrom zu Gleichstrom wandelt. An den Ausgang des Wandlers ist eine Gleichstromdrossel 14 angeschlossen. Der Wandler 12 und die Gleichstromdrossel 14 stellen einen externen Schaltkreis dar. Die erfindungsgemässe Schaltervorrichtung ist mit dem externen Schaltkreis in Serie geschaltet und weist zwei Vakuumschalter 16, 18 auf sowie einen Trennschalter 20, der mit den Vakuumschaltern 16, 18 in Serie geschaltet ist. An den Trennschalter 20 ist eine Gleichstromlast angeschlossen, die nicht im einzelnen dargestellt ist. Ein Widerstand 22 und ein Kondensator 24 sind parallel zum Parallelschaltkreis der Vakuumschalter angeschlossen. Der Widerstand 22 hat eine nicht lineare Kennlinie zum Absorbieren des Hochspannungsteiles eines Stossstromes, der zum Zeitpunkt der Stromunterbrechung induziert wird, und der Kondensator 24 ist dazu geeignet, die Spitze der Stossspannung abzuschwächen. Eine Serieschaltung 32 mit einem Sperrkondensator 26 und der Primärwicklung 30 eines Transformators 28 ist parallel zu den Vakuumschaltern 16, 18 angeschlossen. Ein Widerstand 34 ist parallel zur Primärwicklung 30 des Transformators 28 angeordnet und hat eine nicht lineare Kennlinie, um den Hochspannungsteil einer über der Primärwicklung 30 des Transformators 28 induzierten Stossspannung zu absorbieren.

Die Widerstände 22 und 34 mit nicht linearer Kennlinie können beispielsweise durch solche gebildet sein, die Metalloxid als Hauptbestandteil aufweisen.

Die Sekundärwicklung 36 des Transformators 28 ist über einen Startschalter 38 und einen Umpolschalter 40 mit einem Ladungsspeicherkondensator 42 verbunden, wobei der Startschalter 38 geschlossen ist, wenn eine Stromunterbrechung stattfindet. Der Umpolschalter 40 erlaubt die Entladung des Ladungsspeicherkondensators 42 gegen die Sekundärwicklung 36 des Transformators 28, derart, dass die Polarität über die Sekundärwicklung 36 umkehrbar ist. Das heisst, dass bei der Lage des Umpolschalters 40, wo ein beweglicher Kontakt 44 an den festen Kontakt 46A angelegt ist, der Kondensator in der einen Richtung gegen die Sekundärwicklung 36 des Transformators 28 entladen wird und dass er bei der Lage, wo der bewegliche Kontakt 44 an den festen Kontakt 46B angelegt ist, die Entladung in entgegengesetzter Richtung gegen die Sekundärwicklung erfolgt. Eine Wechselstromspeisung 52 ist über eine Serieschaltung mit einer Diode 48 und einem Widerstand 50 an den Kondensator 42 angeschlossen, um diesem die Ladungsspeicherung zu erlauben. Die Diode 48 wird als Gleichrichterelement verwendet.

Die Arbeitsweise der erfindungsgemässen Hochspannungsschaltervorrichtung wird im folgenden näher erläutert.

Bei Belieferung mit elektrischer Leistung, d.h. wenn der Wandler 12 am Eingang als Gleichrichter dient, fliesst ein Hauptstrom durch die Vakuumschalter 16, 18 und den Trennschalter 20 an die Gleichstromlast, welche nicht dargestellt ist.

Unter diesen Bedingungen wird nun ein Stromunterbrechungsvorgang des Leistungsschalters erklärt. Es sei angenommen, die Zahl der Wicklungen N_1 der Primärwicklung 30 des Transformators 28 sei grösser als die Zahl der Wicklungen N_2 der Sekundärwicklung 36 und das Verhältnis a dieser Zahlen ($a = N_1/N_2$) erfülle die Bedingung $C_{42}/a^2 > C_{26}$, wobei C_{26} bzw. C_{42} die Kapazitätswerte der Kondensatoren

26 bzw. 42 bezeichnen. Wenn der Stromunterbrechungsvorgang ausgeführt wird, werden die Elektroden der Vakuumschalter 16, 18 mechanisch geöffnet, wodurch die Elektroden dieser Vakuumschalter 16, 18 durch Lichtbogenbildung elektrisch verbunden werden. Daraufhin wird der bewegliche Kontakt 44 des Umpolschalters 30 wahlweise an den festen Kontakt 46A oder 46B angelegt, je nachdem, ob der Hauptstrom vom Wandler 12 gegen die Gleichstromlast fliesst (d.h. bei Stromlieferung), oder ob der Hauptstrom von der Gleichstromlast gegen den Wandler 12 fliesst (d.h. bei Stromaufnahme). Die Wahl, auf welche Seite der festen Kontakte 46A, 46B der bewegliche Kontakt 44 des Umpolschalters 40 gelegt werden soll, ist notwendigerweise dadurch bestimmt, dass die Richtung des Sekundärstromes durch die Sekundärwicklung im Transformator derart festgelegt werden muss, dass beim Schliessen des Startschalters 38, wie später genauer beschrieben wird, ein in der Primärwicklung des Transformators induzierter Strom so fliesst, dass der Hauptstromfluss durch die Vakuumschalter 16, 18 aufgehoben oder reduziert wird. Im beschriebenen Fall nun wird die Polarität über der Sekundärwicklung so festgelegt, dass der bewegliche Kontakt 44 auf die feste Kontaktseite gelegt wird, welche durch einen Stromunterbrechungsvorgang bei Stromaufnahme bestimmt ist. Dies heisst, dass die Leitungsrichtung des Sekundärstromes durch die Sekundärwicklung festgelegt ist. Wenn dann der Startschalter 38 geschlossen wird, fliesst die im Kondensator 42 gespeicherte Ladung durch die Sekundärwicklung 36. Aus diesem Grund fliesst ein Induktionsstrom durch die Primärwicklung 30 via den Sperrkondensator 26 in eine Richtung, in welcher der Hauptstrom durch die Vakuumschalter 16, 18 aufgehoben oder herabgesetzt wird. Dadurch nimmt der Hauptstrom durch die Vakuumschalter 16, 18 ab und wird null, wenn er auf einen bestimmten Pegel gesunken ist. In dieser Weise werden die Vakuumschalter 16, 18 durch das Strombegrenzungssystem unterbrochen, und elektromagnetische Energie speichert sich in der Gleichspannungsdrossel 14. Die gespeicherte elektromagnetische Energie wird über den Sperrkondensator 26, die Primärwicklung 30 des Transformators und den Trennschalter 20 an die Gleichstromlast abgegeben. In diesem Zeitpunkt wird jedoch eine plötzliche Energieabgabe durch den Sperrkondensator 26 verhindert. Der Hochspannungsanteil einer bei der Stromunterbrechung induzierten Stossspannung wird durch die Widerstände 22 und 34 absorbiert. Die Spitze der Stossspannung wird durch den Kondensator 24 abgeschwächt, wodurch die Leistungsschalter gegen Beschädigungen geschützt werden. Der Trennschalter 20 ist zur Unterbrechung eines kleinen Stromes vorgesehen.

Wenn der Strom bei Stromaufnahme unterbrochen wird, d.h. der Hauptstromfluss von der Gleichstromlast gegen den Wandler 12 unterbrochen wird, muss nur der Induktionsstrom durch die Primärwicklung 30 im Vergleich zum Fall der Stromlieferung umgekehrt werden. Etwas exakter ausgedrückt bedeutet dies, dass die Schliessrichtung des beweglichen Kontakts 44 im Vergleich zur Situation der Stromlieferung umgekehrt werden kann, so dass die Richtung des Sekundärstromes durch die Sekundärwicklung 36 ebenfalls umgekehrt wird.

Da, wie oben erwähnt, gemäss der Erfindung der Sperrkondensator 26 in Serie mit der Primärwicklung 30 des Transformators 32 geschaltet ist, hindert dieser Sperrkondensator 26 den Hauptstrom bei Hauptstromleitungsbetrieb daran, durch die Primärwicklung 30 zu fliessen. Bei Stromunterbrechung fliesst durch den Kondensator 26 ein zur Herabsetzung des Hauptstroms erzeugter Induktionsstrom, was zur Stromunterbrechung durch ein Strombegrenzungssystem führt. Bei Stromunterbrechung wird die in der Gleichstromdrossel 14 induzierte elektromagnetische Energie über den Sperrkon-

densator 26, die Primärwicklung 30 und den Trennschalter 20 an die Gleichstromlast geliefert. In diesem Zeitpunkt dient der Sperrkondensator 26 dazu, eine plötzliche Abgabe der elektrischen Energie zu dämpfen. In dieser Weise dient der Sperrkondensator 26 zur Verhinderung einer plötzlichen Abgabe der elektromagnetischen Energie, die in der Drossel 14 induziert wird und dient demzufolge dazu, den Leistungsschalter bei Stromunterbrechung vor Beschädigung zu schützen.

Um einer Steigerung der Stromunterbrechungskapazität gewachsen zu sein, ist die Hauptstromunterbrechungseinrich-

tung aus zwei parallel zueinander geschalteten Vakuumschaltern 16, 18 aufgebaut, und als Trennschalter wird ein SF₆-Gas-trennschalter verwendet, wodurch eine wirksame Stromunterbrechung, Sicherheit während der Unterbrechung und ein sparsamer Betrieb gewährleistet wird.

⁵ Eine im Kondensator 42 gespeicherte Ladung wird als elektrische Energie für die Stromunterbrechung verwendet. Da die Ladung des Kondensators 42 durch die Schliessung des Startschalters 38 sofort verfügbar ist, wird eine rasche

¹⁰ Stromunterbrechung sichergestellt.

