



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 003 601 T2 2007.09.27**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 453 142 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H01R 4/68** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 003 601.3**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 290 457.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **20.02.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.09.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.12.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.09.2007**

(30) Unionspriorität:
2003054375 28.02.2003 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, IT

(73) Patentinhaber:
Sumitomo Electric Industries, Ltd., Osaka, JP

(72) Erfinder:
**Hirose, c/o Osaka Works of Sumitomo, Masayuki,
Konohana-ku Osaka-shi Osaka, JP**

(74) Vertreter:
**Kreutzer, U., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 47051
Duisburg**

(54) Bezeichnung: **Anschlussanordnung eines elektrischen supraleitenden Kabels für Gleichstrom und supraleitende Kabelleitung für Gleichstrom**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Anschlußkonstruktion eines supraleitenden elektrischen Gleichstromkabels (DC-Kabels) und einer supraleitenden DC-Kabelleitung.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Der Supraleiter eines Supraleitkabels besteht im wesentlichen aus einer supraleitenden Schicht, welche durch spiralförmiges Wickeln von supraleitenden Drähten um ein Kernmaterial herum (im Folgenden "Wickelkörper" genannt) ausgebildet wird. Wenn das Supraleitkabel als elektrisches Gleichstromkabel verwendet wird, erfolgt das Lötten im Wesentlichen zum Verbinden von Supraleitern miteinander und zum Verbinden des Endes eines Supraleiters mit einem aus einem normalen Leiter bestehenden Draht (verwiesen wird beispielsweise auf die Japanische Patentanmeldung Veröffentlichungsnr. 10-228933). Manche von den Supraleitkabeln weisen einen aus einer Mehrzahl von supraleitenden Schichten bestehenden Superleiter mit Mehrschichtkonstruktion auf (siehe beispielsweise [Fig. 3](#) der Japanischen Patentanmeldung Veröffentlichungsnr. 10-228933). In diesem Fall erfolgt das Lötten in der in [Fig. 3](#) des Amtsblatts 10-228933 gezeigten Weise derart, daß die Enden aller supraleitenden Schichten zueinander führen.

[0003] In einem DC-Energieübertragungs- und -verteilungssystem, das aus einer Mehrzahl von Energiequellen und Lasten besteht, sind mehrere Kabel derart mit den jeweiligen Energiequellen verbunden, daß mehrere Stromkreise gebildet werden, was zu einer Erhöhung der Anzahl der zu verwendeten Kabeln führt. In diesem Fall kann der Betrag des elektrischen Stroms erhöht und der Verlust durch Verwendung von Supraleitkabeln gesenkt werden. Jedoch muß eine Anzahl von Kabeln gemäß der Anzahl der Energiequellen verwendet werden, und es ist Platz zum Anordnen der Kabelverteilungsleitung notwendig.

[0004] In JP 10 233 246 A wird eine Anschlußkonstruktion für ein supraleitendes elektrisches Gleichstromkabel angegeben, das ein Kernmaterial und eine Mehrzahl von über dem Kernmaterial vorgesehenen supraleitenden Schichten umfaßt, wobei Verbindungswerkzeuge einen inneren und einen äußeren Erfassungsabschnitt an Kabelklemmen erfassen, um die Impedanz der jeweiligen Schichten auszugleichen.

[0005] In JP 2001 006453 und JP 10 126917 A ist eine Anschlußkonstruktion für ein supraleitendes

elektrisches Gleichstromkabel gezeigt, das ein Kernmaterial, eine Mehrzahl von über dem Kernmaterial vorgesehenen supraleitenden Schichten und aus einem normalen leitenden Material bestehende, abgehende Leiter umfaßt, wobei der Endabschnitt von jeder der supraleitenden Schichten stufenweise von einer äußeren Schicht zu einer inneren Schicht hin freigelegt ist und die abgehenden Leiter einzeln mit den freigelegten Endabschnitten der jeweiligen supraleitenden Schichten verbunden sind.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine supraleitende elektrische Gleichstromkabelleitung zu schaffen, in der ein einziges Supraleitkabel ermöglicht wird, um den elektrischen Strom einer Mehrzahl von Schaltkreisen derart zu übertragen, daß die Übertragung eines erhöhten elektrischen Stroms, die Minimierung des benötigten Platzes und die Senkung von Übertragungsverlusten erreicht werden können.

[0007] Um die obige Aufgabe zu erfüllen, weist das supraleitende elektrische Gleichstromkabel ein Kernmaterial (d.h. einen Wickelkörper), eine Mehrzahl von supraleitenden Schichten und aus einem normalen leitenden Material bestehende, abgehende Leiter auf, wobei die supraleitenden Schichten in einer solchen Weise derart um den Wickelkörper herum vorgesehen sind, daß die Endabschnitte der supraleitenden Schichten stufenweise von einer äußeren Schicht zu einer inneren Schicht hin freigelegt sind und die abgehenden Leiter einzeln mit den jeweiligen stufenweise freigelegten Abschnitten der supraleitenden Schichten verbunden sind, und in einer Kabelleitung gemäß Anspruch 1 vorgesehen sind.

[0008] Die abgehenden Leiter können einzeln mit dem freigelegten Ende jeder Schicht der supraleitenden Schichten derart in einer solchen Weise verbunden werden, daß sich die abgehenden Leiter in einer zu der Axialrichtung des Supraleitkabels senkrechten Richtung erstrecken. Ein Ende der abgehenden Leiter kann mit dem freigelegten Ende der supraleitenden Schicht derart verbunden werden, daß sich die abgehenden Leiter von diesem aus entlang der Axialrichtung des Supraleitkabels erstrecken.

[0009] Weiterhin kann ein isolierendes Befestigungselement vorgesehen sein, so daß das Kernmaterial und die abgehenden Leiter einstückig gehalten werden. Außerhalb der elektrischen Isolierschicht ist ein aus supraleitendem Material bestehender Rückstromleiter vorgesehen, und an diesem ist eine isolierende Schutzschicht vorgesehen.

[0010] Mithin wird mit Hilfe der Anschlußkonstruktion für ein supraleitendes elektrisches Gleichstromkabel eine supraleitende elektrische Gleichstromkabel-

leitung gebildet, die Energiequellen, Lasten und ein Supraleitkabel zum Liefern von Elektroenergie von den Energiequellen zu den Lasten aufweist.

[0011] In diesem Fall ist vorgesehen, daß mindestens ein Ende des Supraleitkabels eine der oben beschriebenen Anschlußkonstruktionen derart aufweist, daß jeder abgehende Leiter mit jeder Energiequelle oder Last verbunden ist. Außerdem kann das supraleitende elektrische Gleichstromkabel gemäß der vorliegenden Erfindung mit einem Abschaltmechanismus zum Trennen der geerdeten supraleitenden Schicht von der entsprechenden Energiequelle und Last ausgestattet sein, wenn eine supraleitende Schicht des Supraleitkabels geerdet wird.

[0012] Ebenso können Schichtisolierungen, die in dem Supraleitkabel vorgesehen sind, mit der dielektrischen Festigkeit versehen sein, durch welche die Spannung anderer supraleitenden Schichten aufrechterhalten werden kann, wenn eine Schicht der mehreren supraleitenden Schichten geerdet wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0013] [Fig. 1](#) ist eine Schnittansicht eines Supraleitkabels gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0014] [Fig. 2](#) ist eine Schnittansicht, welche die Konstruktion eines Wickelkörpers und eine supraleitende Schicht in dem Endabschnitt des Kabelkerns eines Supraleitkabels gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0015] [Fig. 3](#) ist eine schematische Darstellung, welche eine Anschlußkonstruktion eines Supraleitkabels gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0016] [Fig. 4](#) ist eine schematische Darstellung, welche eine Anschlußkonstruktion eines Supraleitkabels gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0017] [Fig. 5](#) ist eine schematische Darstellung, welche eine Kabelleitung zeigt, bei welcher die Anschlußkonstruktion eines Supraleitkabels gemäß der vorliegenden Erfindung angewandt ist.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0018] Im Folgenden wird eine ausführliche Erläuterung der vorliegenden Erfindung gegeben.

[0019] In den Zeichnungen sind identische Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen, und ihre Erläuterung wird nicht wiederholt. Das Größenverhältnis in den Zeichnungen braucht nicht immer mit der Beschreibung überein zu stimmen. [Fig. 1](#) ist

eine Schnittansicht eines Supraleitkabels gemäß der vorliegenden Erfindung, und [Fig. 2](#) zeigt die Anschlußkonstruktion eines Leiterteils in einem Kabelkern des Supraleitkabels. [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) stellen schematisch die Anschlußkonstruktion des Leiterteils des Supraleitkabels dar, mit welchem die abgehenden Leiter verbunden sind. [Fig. 5](#) ist eine schematische Darstellung, welche die Konstruktion einer Kabelleitung zeigt, bei welcher ein Supraleitkabel angewandt ist, wobei in der Figur die Darstellung in Bezug auf die Konstruktion eines Kabelkerns gegeben ist.

< Gesamtkonstruktion eines Supraleitkabels >

[0020] Ein Supraleitkabel kann einen einzigen Kern oder drei verdrehte Kerne aufweisen. Das Supraleitkabel ist in einem thermischen Isolierungsrohr untergebracht, in das ein Kältemittel einzufüllen ist, um somit eine Tieftemperatur zu erhalten. Das thermische Isolierungsrohr weist vorzugsweise eine Doppelrohrkonstruktion auf, die aus einem inneren Wellrohr und einem äußeren Rohr besteht, die jeweils beispielsweise aus rostfreiem Stahl bestehen, und der Zwischenraum zwischen dem inneren und dem äußeren Rohr wird im Vakuumzustand gehalten.

[0021] [Fig. 1](#) ist ein Supraleitkabel gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, in dem drei verdrehte Kerne **2** in einem Wärmeisolierungsrohr **1** untergebracht sind.

< Thermisches Isolierungsrohr >

[0022] Das thermische Isolierungsrohr **1** weist eine Doppelrohrkonstruktion auf, die aus einem inneren Rohr **1** und einem äußeren Rohr **12** besteht, und zwischen dem inneren Rohr **11** und dem äußeren Rohr **12** ist eine thermische Isolierungsschicht **13** ausgebildet. In der thermischen Isolierungsschicht **13** ist eine so genannte Superisolierung angeordnet, die aus einem Stapel aus einem netzartigen Körper aus laminiertem Kunststoff und einer Metallfolie besteht. In das innere Rohr **11** ist ein Kältemittel wie flüssiger Stickstoff eingefüllt. Um den Außenumfang des thermischen Isolierungsrohres **1** herum kann je nach Bedarf eine aus Polyvinylchlorid oder dergleichen bestehende Korrosionsschutzschicht **14** vorgesehen sein.

< Kabelkern >

[0023] Jeder der Kabelkerne **2**, die in dem thermischen Isolierungsrohr **1** untergebracht werden sollen, ist in der aufgezählten Reihenfolge von der Mitte aus gemäß der Darstellung in [Fig. 1](#) und [Fig. 5](#) mit einem Wickelkörper **21**, der als Kernmaterial fungieren soll, einer supraleitenden Schicht **22**, die als Supraleiter fungieren soll, einer (in [Fig. 5](#) gezeigten) Schichtisolierung **23**, einer elektrischen Isolierung **24**, einer Rückstromleiterschicht **25** und einer schützenden

Isolierschicht **26** mit Funktionen der Isolierung wie auch des mechanischen Schutzes versehen.

< Wickelkörper >

[0024] Der Wickelkörper **21** kann ein Festkörper, der aus verdrehten Metalldrähten besteht, oder ein Hohlkörper sein, der aus einem Metallrohr besteht. Bei einem hohlen Wickelkörper kann die Innenseite desselben auch als Weg für ein Kältemittel verwendet werden. Ein fester Wickelkörper besteht beispielsweise aus verdrehten Kupferdrähten. Die Kupferdrähte brauchen nicht mit einer isolierenden Decke versehen zu sein, da das Supraleitkabel gemäß der vorliegenden Erfindung für Gleichstrom verwendet wird.

< Supraleitende Schicht >

[0025] Die supraleitende Schicht **22** ist vorzugsweise aus Bändern gefertigt, die aus einem auf Oxid beruhenden Supraleiter mit hohem Temperaturkoeffizienten bestehen, beispielsweise einem Supraleiter auf Wismut-Basis, der mit einem Mantel aus Silber bedeckt ist. Wenn diese Bänder in mehreren Schichten um den Wickelkörper **21** gewickelt werden, bilden sie einen Leiter.

< Schichtisolierung >

[0026] Eine Schichtisolierung **23** in dem Supraleitkabel wird bereitgestellt, indem um jede supraleitende Schicht **22** herum ein Kraft-Papier gewickelt wird, so daß jede Schicht der mehreren supraleitenden Schichten **22** von anderen supraleitenden Schichten **22** unabhängig sein kann. Die Dicke der Schichtisolierung **23** soll ausreichend groß sein, um die dielektrische Festigkeit aufzuweisen, durch welche die Spannung der anderen supraleitenden Schichten aufrechterhalten werden kann, wenn eine supraleitende Schicht geerdet wird. Mithin kann ein großer elektrischer Strom, der durch diese geerdeten supraleitenden Schichten fließt, abgeschaltet werden, so daß er keinen Einfluß auf die Energieübertragung anderer supraleitender Schichten nehmen kann.

< Elektrische Isolierschicht >

[0027] Vorzugsweise wird ein Supraleitkabel derart mit einer elektrischen Isolierschicht versehen, daß die Außenseite der äußersten supraleitenden Schicht mit der elektrischen Isolierschicht bedeckt ist. Die elektrische Isolierschicht **24** wird ausgebildet, indem ein Verbundband, das beispielsweise aus einer aufkaschierten Kunststoffolie (beispielsweise aus Polypropylen) und aus Kraft-Papier besteht, um den Außenumfang der äußersten supraleitenden Schicht **22** herum gewickelt wird.

< Rückstromleiterschicht >

[0028] Die Rückstromleiterschicht **25** wird ausgebildet, indem um die Außenseite der elektrischen Isolierschicht **24** herum supraleitende Bänder gewickelt werden. Auf Grund dieser Rückstromleiterschicht **25** kann ein elektrischer Strom in Gegenrichtung zu der Richtung des elektrischen Stroms fließen, der in einer später beschriebenen Kabellleitung durch die supraleitende Schicht **22** fließt, so daß ein Magnetfeld nicht zu der Außenseite des Kabels heraus austreten kann. Außerdem ist um die Außenseite der Rückstromleiterschicht **25** herum die isolierende Schutzschicht **26** vorgesehen, die auch als Schutz fungiert.

< Kabelklemmenkonstruktion >

[0029] Im Folgenden wird eine Erläuterung zu einer Kabelklemmenkonstruktion im Fall von **4** supraleitenden Schichten **22** gegeben. [Fig. 2](#) zeigt nur einen Wickelkörper **21** und supraleitende Schichten **22** an dem Endabschnitt des Kabelkerns **2**. Das Ende jeder supraleitenden Schicht **22** ist an dem Endabschnitt des Kabels einzeln mit einem entsprechenden abgehenden Leiter **3** verbunden, der aus einem normalen, leitenden Material besteht.

< Anschlußkonstruktion des Kabelkerns >

[0030] Der Wickelkörper **21** steht von dem Ende der supraleitenden Schichten **22** vor. Die supraleitenden Schichten **22** sind derart strukturiert, daß der Endabschnitt derselben stufenweise von einer inneren Schicht zu einer äußeren Schicht freigelegt ist. Insbesondere sind an dem Endabschnitt des Kabels die an der äußersten supraleitenden Schicht **22** ausgebildete elektrische Isolierschicht **24**, die Rückstromleiterschicht **25** und die isolierende Schutzschicht **26** jeweils auf einer vorgegebenen Länge beseitigt.

[0031] Mithin werden an dem freigelegten Abschnitt der äußersten supraleitenden Schicht **22**, über welcher die elektrische Isolierschicht **24** beseitigt ist, die äußerste supraleitende Schicht **22** und die direkt unter dieser liegende Schichtisolierung **23** derart beseitigt, daß die unmittelbar darunter liegende supraleitende Schicht **22** freiliegt und ein vorgegebenes Stück von den Endflächen der elektrischen Isolierschicht **24** und der anderen Elemente vorsteht, die zum Teil beseitigt sind. Anschließend werden an dem freigelegten Abschnitt der nächsten supraleitenden Schicht (d.h. der zweiten supraleitenden Schicht angrenzend an die zum Teil beseitigte äußerste Schicht) die oben genannte nächste supraleitende Schicht und die unmittelbar darunter liegende Schichtisolierung zum Teil derart entfernt, daß die angrenzend darunter liegende supraleitende Schicht ein vorgegebenes Stück von der Endfläche dieser zum Teil beseitigten äußersten supraleitenden Schicht an freigelegt wird. Auf diese Weise wird der

Endabschnitt jeder supraleitenden Schicht stufenweise ein vorgegebenes Stück freigelegt, indem der Vorgang zum Beseitigen der Endabschnitte einer supraleitenden Schicht und der direkt darunter liegenden Schichtisolierung in der Reihenfolge von einer äußeren Schicht zu einer inneren Schicht zu der innersten supraleitenden Schicht (d.h. der vierten supraleitenden Schicht) hin wiederholt wird.

< Konstruktion der abgehenden Leiter >

[0032] Im Folgenden wird die Konstruktion der abgehenden Leiter **3** hinsichtlich der ersten und der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben, wie diese in [Fig. 3](#) bzw. [Fig. 4](#) beschrieben ist. Bei jeder Ausführungsform sind die abgehenden Leiter **3**, die aus einem normalen leitenden Material wie Kupfer und Aluminium bestehen, durch einzelnes Verlöten mit dem freiliegenden Ende der jeweiligen, entsprechenden supraleitenden Schichten **22** verbunden.

[0033] Bei der in [Fig. 3](#) gezeigten ersten Ausführungsform sind mehrere abgehende Leiter **31(3)** ausgebildet, und ein Ende jedes abgehenden Leiters **31** ist einzeln mit dem freiliegenden Ende einer entsprechenden supraleitenden Schicht **22** verbunden. Dann verläuft der andere Endabschnitt jedes abgehenden Leiters von dem freigelegten Abschnitt der jeweiligen supraleitenden Schichten **22** rechtwinkelig relativ zu einer Axialrichtung des Supraleitkabels. In diesem Fall verlaufen die jeweiligen abgehenden Leiter **31** in der in [Fig. 3](#) gezeigten Weise parallel.

[0034] Die abgehenden Leiter **32(3)** der in [Fig. 4](#) gezeigten zweiten Ausführungsform bestehen aus mehreren abgehenden Leitern **32** mit je einer rohrförmigen Gestalt (oder einer im Halbkreis geteilten rohrförmigen Gestalt) von unterschiedlicher Abmessung. Ein Ende der abgehenden Leiter **32** ist mit dem freiliegenden Endabschnitt der entsprechenden supraleitenden Schichten **22** in einer solchen Weise verbunden, daß die rohrförmigen Körper konzentrisch übereinander angeordnet sind. Dann erstreckt sich das andere Ende der abgehenden Leiter **32** entlang der Axialrichtung des Kabels. Die abgehenden Leiter **32** sind mit dem freiliegenden Abschnitt der supraleitenden Schichten **22** derart verbunden, daß eine innere supraleitende Schicht mit einem abgehenden Leiter mit einem kleineren Durchmesser stufenweise in der Reihenfolge von einem kleineren zu einem größeren verbunden ist.

[0035] Damit sich die abgehenden Leiter entlang der Axialrichtung des Supraleitkabels erstrecken, kann ein Ende des abgehenden Leiters, der aus Drähten und nicht aus einem rohrförmigen Körper besteht, einzeln mit dem freiliegenden Ende jeder supraleitenden Schicht verbunden werden.

[0036] Außerdem ist das Ende jedes abgehenden Leiters **32** stufenweise freigelegt, so daß die Außenfläche desselben stufenweise von einem inneren zu einem äußeren freigelegt ist. Durch eine derartige Konstruktion können andere Leiter mit den Enden der abgehenden Leiter **32** leicht verbunden werden.

< Konstruktion zum Abstützen des Wickelkörpers und der abgehenden Leiter >

[0037] Der Wickelkörper **21** und die abgehenden Leiter **3** sind einstückig durch ein isolierendes Befestigungselement **4** abgestützt. Das isolierende Befestigungselement **4** besteht aus einem isolierfähigen Harzmaterial und ist derart strukturiert, daß es zwischen den abgehenden Leitern **3**, zwischen einem abgehenden Leiter **3** und anderen supraleitenden Schichten **22** mit Ausnahme der supraleitenden Schicht **22**, mit welcher der abgehende Leiter **3** verbunden ist, und zwischen dem Wickelkörper **21** und den abgehenden Leitern **3** elektrisch isoliert. Das Anschlußende des Supraleitkabels kann durch Abstützen des Wickelkörpers **21** und der abgehenden Leiter **3** mit dem isolierenden Befestigungselement **4** befestigt werden. Des Weiteren wird die Festigkeit der supraleitenden Kabelklemmenkonstruktion durch Abstützen des Kernmaterials und der abgehenden Leiter mit dem isolierenden Befestigungselement verbessert. Vorzugsweise weist das isolierende Befestigungselement eine Konstruktion zur Isolierung zwischen den abgehenden Leitern und zwischen den abgehenden Leitern und den supraleitenden Schichten auf, mit denen keine abgehenden Leiter verbunden sind.

< Konstruktion einer Kabelleitung >

[0038] Wenn auf der Seite des einen Endes des Supraleitkabels mehrere Energiequellen angeordnet sind, ist jede Energiequelle mit einem von den abgehenden Leitern verbunden, die einzeln mit den Enden der jeweiligen supraleitenden Schichten auf dieser Seite verbunden sind. Ebenso ist jede Last dann, wenn mehrere Lasten auf der Seite des anderen Endes des Superleitkabels angeordnet sind, mit einem der abgehenden Leiter verbunden, die einzeln mit den Enden der supraleitenden Schichten auf dieser Seite verbunden sind.

[0039] In dem Fall, in dem auf der Seite des einen Endes des Supraleitkabels mehrere Energiequellen angeordnet sind und Lasten, die zu den jeweiligen Energiequellen korrespondieren, auf der Seite des anderen Endes des Supraleitkabels angeordnet sind, sind beide Enden jeder supraleitenden Schicht einzeln mit den jeweiligen abgehenden Leitern verbunden, und mit einer supraleitenden Schicht sind durch die abgehenden Leiter hindurch eine Energiequelle und eine entsprechende Last verbunden.

[0040] Beispielsweise verlaufen in einem Fall, in welchem das Supraleitkabel ein Kernmaterial, mehrere supraleitende Schichten, eine außerhalb der äußersten supraleitenden Schicht vorgesehene elektrische Isolierschicht, eine außerhalb der elektrischen Isolierschicht vorgesehene Rückstromleiterschicht und eine isolierende Schutzschicht aufweist, die abgehenden Leiter, die einzeln mit den Enden der jeweiligen supraleitenden Schichten verbunden sind, zu der Außenseite eines Supraleitkabels hin. Dann sind die Energiequellen einzeln mit den jeweiligen abgehenden Leitern verbunden, die mit dem Endabschnitt des Supraleitkabels verbunden sind. Ebenso sind Lasten einzeln mit den jeweiligen abgehenden Leitern verbunden, die mit dem anderen Endabschnitt des Supraleitkabels verbunden sind. Dann werden jede Energiequelle und jede Last über die Rückstromleiterschicht des Supraleitkabels verbunden.

[0041] In diesem Fall kann verhindert werden, daß ein Magnetfeld zu der Außenseite des Kabels hin austritt, da in der Rückstromleiterschicht ein elektrischer Strom in Gegenrichtung relativ zu dem elektrischen Strom fließt, der durch eine supraleitende Schicht fließt. Jede Energiequelle und jede Last teilen sich eine Rückstromleiterschicht als Erdpotential (gemeinsames Potential). In einer Kabelleitung können sämtliche Spannungen gleich sein oder verschieden sein.

[0042] Im Folgenden wird an Hand von [Fig. 5](#) eine Erläuterung zu einem Supraleitkabel gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gegeben. Die in [Fig. 5](#) gezeigte supraleitende Kabelleitung ist ein Beispiel dafür, in welchem ein Kabelkern **2** verwendet wird.

[0043] In der in [Fig. 5](#) gezeigten Kabelleitung ist auf der Seite des einen Endes eines Kabelkerns **2** eine Mehrzahl von Energiequellen **5** angeordnet, und auf der Seite des anderen Endes des Kabelkerns sind Lasten **6** derart angeordnet, daß jede Last zu einer der Energiequellen **5** korrespondiert. Beide Enden jeder supraleitenden Schicht **22** des Kabelkerns **2** sind einzeln mit abgehenden Leitern **3** verbunden, und jeder abgehende Leiter **3** ist mit einer Energiequelle **5** oder Last **6** verbunden. Mithin ist eine Energiequelle **5** über eine supraleitende Schicht **22** und über mit dieser verbundene abgehende Leiter **3** mit einer entsprechenden Last verbunden. Die Rückstromleiterschicht ist über einen anderen Leiter mit allen Energiequellen **5** und allen Lasten **6** verbunden.

[0044] Mit Hilfe einer supraleitenden Schicht **22** des Kabelkerns **2** und der Rückstromleiterschicht **25** wird ein geschlossener Regelkreis gebildet. Die gesamte in den geschlossenen Regelkreisen der vorliegenden Ausführungsform zu verwendende Spannung kann gleich oder unterschiedlich sein. In der Kabelleitung

sind Abschaltmechanismen **7** vorgesehen, so daß eine supraleitende Schicht **22** des Kabelkerns **2** von der Energiequelle **5** und der Last **6** getrennt werden kann, wenn sie geerdet wird. Die Worte "eine supraleitende Schicht des Supraleitkabels wird geerdet" bedeuten hier, daß eine Energiequelle oder eine Last wegen einer Inspektion, eines Ausfalls oder dergleichen geerdet wird.

[0045] Vorzugsweise sind die Abschaltmechanismen an beiden Enden des Kabels vorgesehen. In diesem Fall kann die supraleitende Schicht, die geerdet wird, mit Hilfe des Abschaltmechanismus von der Energiequelle und der Last getrennt werden. Der Abschaltmechanismus kann beispielsweise derart gebildet sein, daß an beiden Enden der supraleitenden Schichten Voltmeter oder Amperemeter vorgesehen sind und Relais vorgesehen sind, die nach Maßgabe der Ergebnisse der Messung durch die Voltmeter oder die Amperemeter funktionieren. An Stelle des Relais kann eine elektrische Sicherung vorgesehen werden.

[0046] Die in [Fig. 5](#) gezeigten Abschaltmechanismen **7** werden beispielsweise dadurch gebildet, daß (nicht dargestellte) Voltmeter oder (nicht dargestellte) Amperemeter in den abgehenden Leitern **3** vorgesehen werden, die mit beiden Enden der supraleitenden Schichten **22** verbunden sind, und Relais **71** vorgesehen sind, die gemäß den Ergebnissen der Messung durch die Voltmeter oder die Amperemeter funktionieren. Die Voltmeter messen an beiden Seiten der Relais **71** eine Spannung. Die Amperemeter messen an beiden Seiten der Relais **71** einen elektrischen Strom. Falls eine supraleitende Schicht geerdet wird, wird die supraleitende Schicht durch den Abschaltmechanismus **7** von der Energiequelle und der Last **7** getrennt, so daß die anderen supraleitenden Schichten geschützt werden.

[0047] In der oben beschriebenen Weise kann eine Mehrzahl von Schaltkreisen mit einem Kabelkern gebildet werden, indem die Anschlußkonstruktion des supraleitenden elektrischen Gleichstromkabels und die Konstruktion der supraleitenden elektrischen Gleichstromkabelleitung gemäß der vorliegenden Erfindung genutzt werden. Ebenso läßt sich der Verlust bei der Energieübertragung senken, da ein Supraleitkabel verwendet wird. Deshalb ist die Kosteneffektivität sehr hoch, und der erforderliche Platz kann verkleinert werden. Außerdem kann verhindert werden, daß ein Magnetfeld zu der Außenseite des Kabels hin austritt, da eine Rückstromleiterschicht vorgesehen ist, in der ein elektrischer Strom in Gegenrichtung relativ zu dem durch die supraleitende Schicht fließenden elektrischen Strom zum Fließen gebracht wird.

< ÜBERSETZUNG DER ZEICHNUNGEN >

Fig. 5

Load: Last

Power Supply: Energiequelle

Patentansprüche

1. Supraleitende elektrische Gleichstromkabelleitung mit Energiequellen (5), Lasten (6) und einem Supraleitkabel zum Zuführen von Elektroenergie von den Energiequellen (5) zu den Lasten (6), wobei zumindest ein Ende des Supraleitkabels eine Anschlußkonstruktion aufweist, die ein Kernmaterial, eine Mehrzahl von über dem Kernmaterial vorgesehenen supraleitenden Schichten (22) und aus einem normalen leitenden Material bestehende, abgehende Leiter (3) umfaßt, wobei der Endabschnitt von jeder der supraleitenden Schichten (22) stufenweise von einer äußeren Schicht zu einer inneren Schicht hin freigelegt ist und die abgehenden Leiter (3) einzeln mit den freigelegten Endabschnitten der jeweiligen supraleitenden Schichten (22) verbunden sind, wobei über der äußersten supraleitenden Schicht eine elektrische Isolierschicht (24), eine Leiterschicht (25) für den Rückstrom und eine isolierende Schutzschicht (26) in der aufgezählten Reihenfolge vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Energiequelle (5) und eine entsprechende Last (6) über die abgehenden Leiter (3) mit einer Supraleitschicht (22) verbunden sind und jede Energiequelle (5) und jede Last (6) durch die Leiterschicht (25) für den Rückstrom des Supraleitkabels verbunden sind.

2. Supraleitende elektrische Gleichstromkabelleitung nach Anspruch 1, außerdem mit einem Abschaltmechanismus zum Trennen einer Supraleitschicht (22) des Supraleitkabels von der Energiequelle (5) und der Last (6), wenn die Supraleitschicht (22) geerdet wird.

3. Supraleitende elektrische Gleichstromkabelleitung nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Supraleitkabel Schichtisolierungen zur Isolation zwischen den Supraleitschichten (22) besitzt und die Schichtisolierungen eine dielektrische Festigkeit aufweisen, die zur Aufrechterhaltung der Spannung der anderen Schichten ausreicht, wenn eine der Supraleitschichten (22) geerdet wird.

4. Supraleitende elektrische Gleichstromkabelleitung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei sich die Anschlußkonstruktion der abgehenden Leiter (3) von den freigelegten Abschnitten der Supraleitschichten (22) in einer zu der Axialrichtung des Supraleitkabels senkrechten Richtung erstreckt.

5. Supraleitende elektrische Gleichstromkabellei-

tung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei sich die Anschlußkonstruktion der abgehenden Leiter (3) von den freigelegten Abschnitten der Supraleitschichten (22) in einer Richtung entlang der Axialrichtung des Supraleitkabels erstreckt.

6. Supraleitende elektrische Gleichstromkabelleitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in der Anschlußkonstruktion außerdem ein isolierendes Befestigungselement (4) zum einstückigen Abstützen des Kernmaterials und der abgehenden Leiter (3) vorgesehen ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

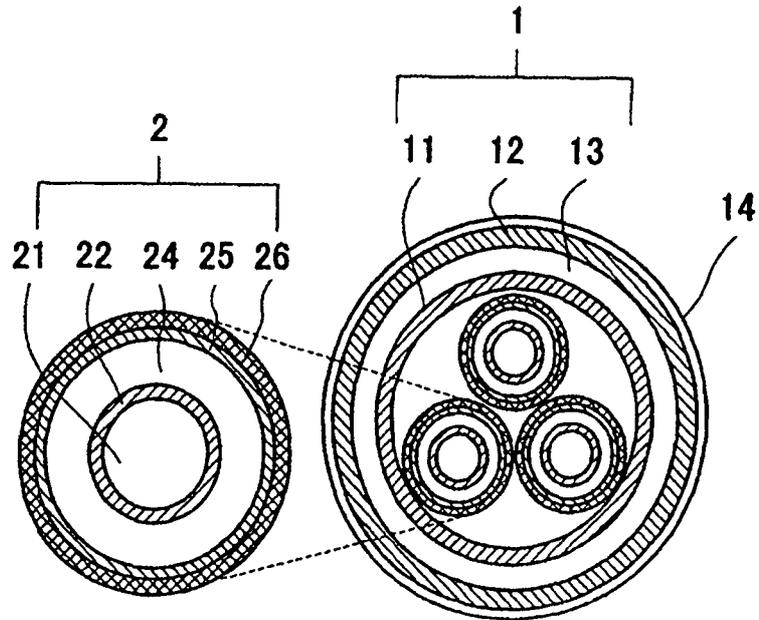


FIG. 2

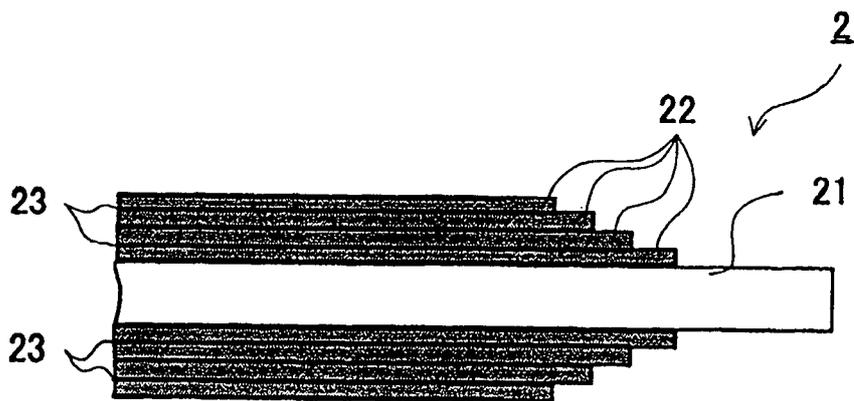


FIG. 3

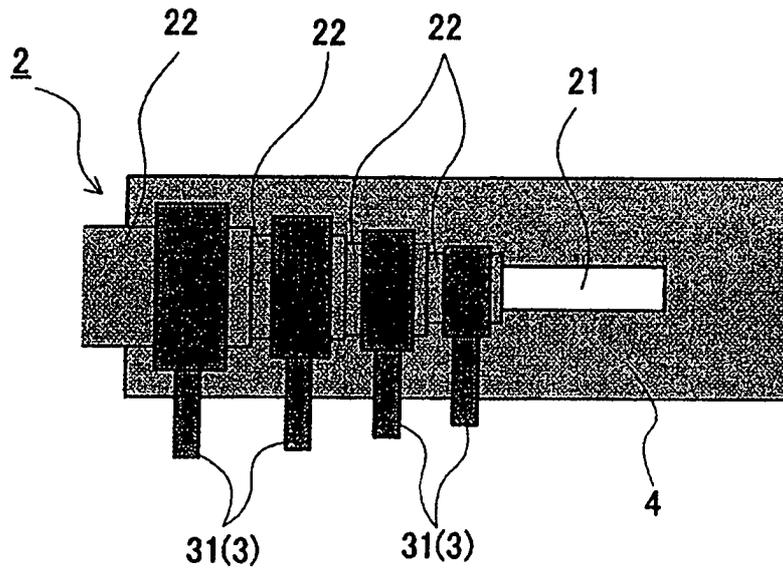
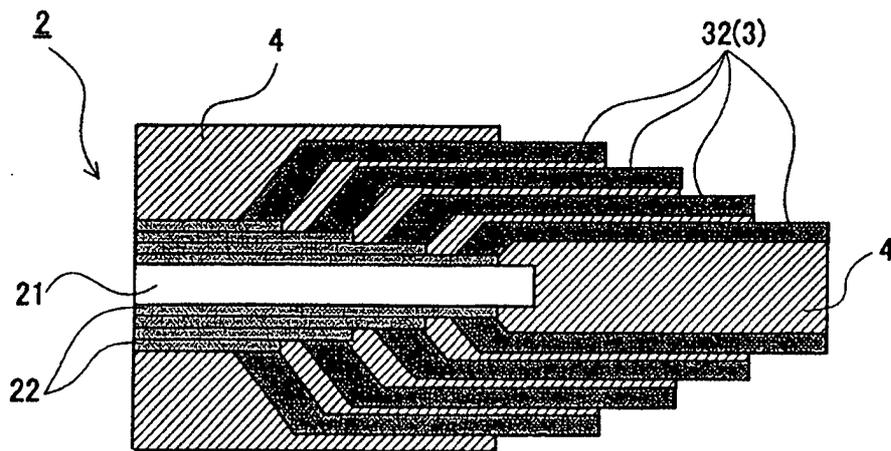


FIG. 4



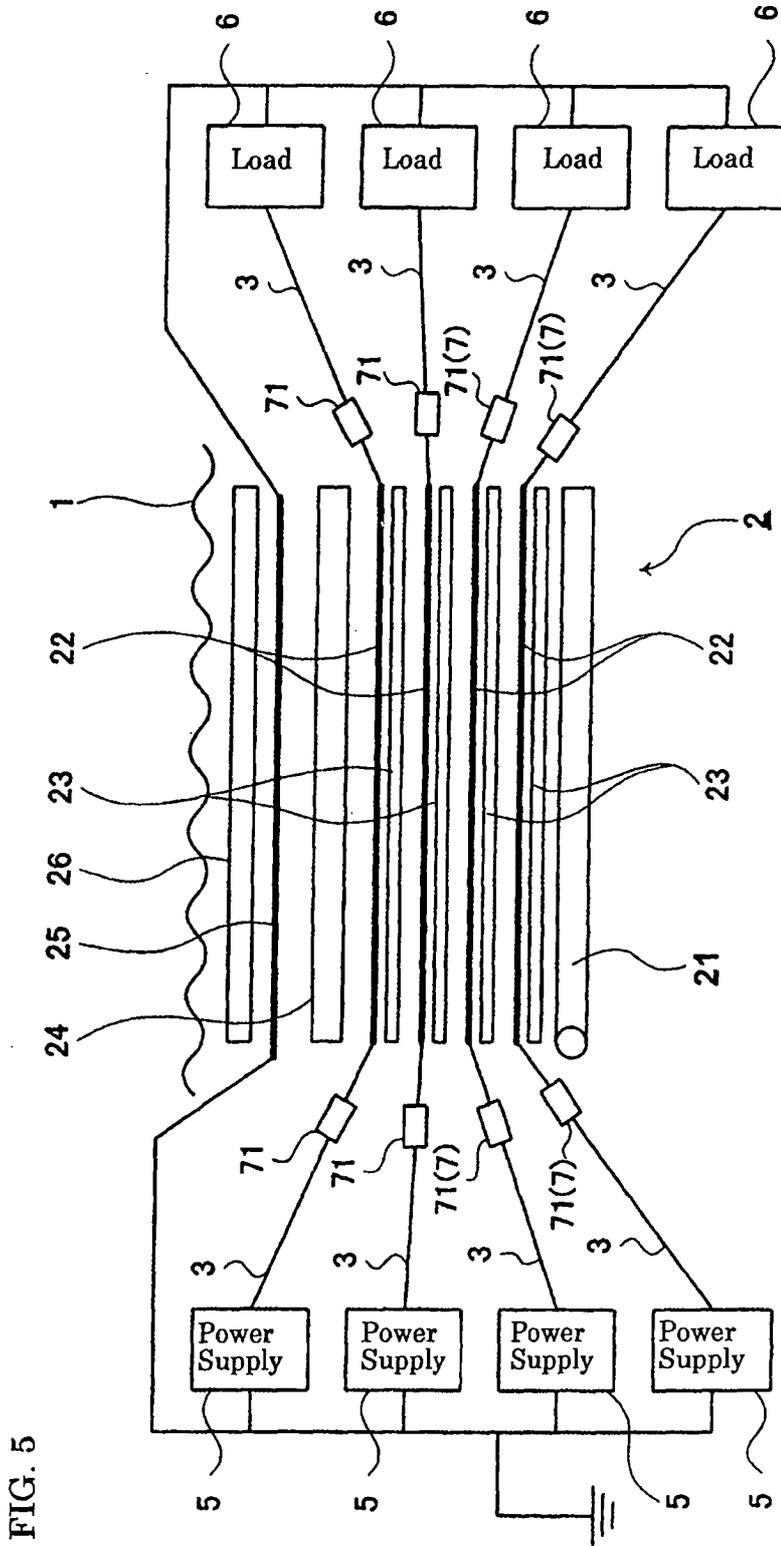


FIG. 5