

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑲ Anmeldenummer: 81100116.3

⑤① Int. Cl.³: **H 01 B 17/28**

⑳ Anmeldetag: 09.01.81

③① Priorität: 18.01.80 DE 3001779

⑦① Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** Berlin und München, Postfach 22 02 61, D-8000 München 22 (DE)

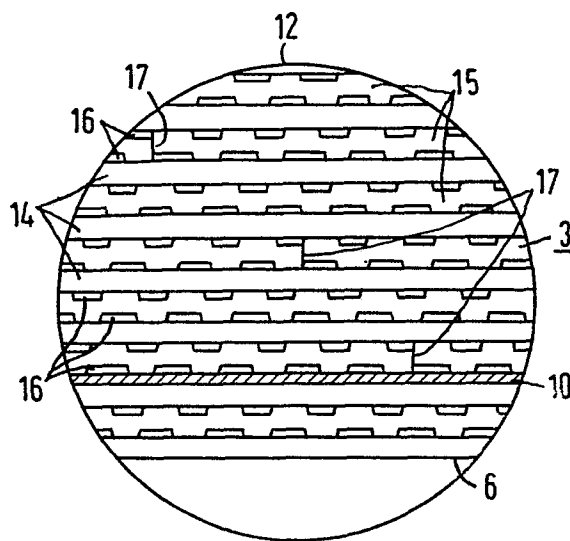
④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 29.07.81
Patentblatt 81/30

⑦② Erfinder: **Matthäus, Günther**, Hohe Warte 2, D-8521 Spardorf (DE)
Erfinder: **Ruffer, Joachim**, Dr., Ludwig-Thoma-Strasse 4, D-8520 Erlangen (DE)
Erfinder: **Diller, Andreas**, Landsknechtstrasse 40, D-8605 Hallstadt (DE)

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **AT CH GB IT LI SE**

⑤④ **Hochspannungsdurchführung mit Lagen aus geprägten Isolierfolien.**

⑤⑦ Eine Hochspannungsdurchführung kann mit auf unterschiedlichem elektrischen Potential liegenden Leiterteilen sowie mit einem zwischen diesen Leiterteilen angeordneten gewickelten Isolationskörper versehen sein, der Lagen aus geprägten Isolierfolien aus einem oberhalb einer vorbestimmten Temperatur schrumpfenden Kunststoffmaterial und elektrisch leitende Potentialsteuereinlagen enthält sowie von einem besonderen Isoliermedium getränkt ist. Bei dieser Hochspannungsdurchführung besteht auch im ungestörten Betriebsfall die Gefahr, dass sich ihr gewickelter Isolationskörper aufgrund von bei höheren Betriebstemperaturen auftretenden Schrumpfungen lockert. Die Erfindung sieht deshalb vor, dass geprägte Isolierfolien (15), die vor dem Wickelvorgang einer thermischen Schrumpfungsbehandlung unterzogen worden sind, verwendet werden. Insbesondere kann zwischen den Lagen aus geprägten Isolierfolien (15) jeweils mindestens eine Lage aus glatten Isolierfolien (14) vorgesehen sein, um so die mechanische Festigkeit des Wickels in Längsrichtung zu erhöhen.



5 Hochspannungsdurchführung mit Lagen aus geprägten
Isolierfolien

Die Erfindung bezieht sich auf eine Hochspannungs-
durchführung mit auf unterschiedlichem elektrischen
10 Potential liegenden Leiterteilen sowie mit einem
zwischen diesen Leiterteilen angeordneten gewickelten
Isolationskörper, der Lagen aus geprägten Isolier-
folien aus einem oberhalb einer vorbestimmten Tempe-
ratur schrumpfenden Kunststoffmaterial und elek-
15 trisch leitende Potentialsteuereinlagen enthält
sowie von einem besonderen Isoliermedium getränkt
ist. Eine derartige Hochspannungsdurchführung ist
aus der Veröffentlichung "Third International
Symposium on High Voltage Engineering", Mailand
20 (Italien), 28. - 31.8.1979, Bericht 32.09 bekannt.

An den Anschlußstellen von elektrischen Einrichtungen
mit hohen Betriebsspannungen von beispielsweise
100 kV und höher müssen hochspannungsführende
25 Teile dieser Einrichtungen durch auf Erdpotential
liegende Teile so isoliert hindurchgeführt werden,
daß mit Sicherheit Überschläge zwischen diesen
Teilen vermieden werden. Eine entsprechende An-
schlußstelle stellt beispielsweise der Endverschluß
30 eines Hochspannungskabels oder der Anschluß eines
Hochspannungstransformators dar. Auch bei Wandlern
und Schaltanlagen können entsprechende isolierte
Durchführungen erforderlich sein.

Slm 2 Hag / 15.1.1980

Zur Vermeidung solcher unerwünschter Überschlüge sind die auf Hochspannungspotential liegenden elektrisch leitenden Teile in den Hochspannungsdurchführungen von besonderen Durchführungsisolatoren
5 umgeben, deren geometrische Abmessungen unter anderem durch die geforderten elektrischen Festigkeitswerte festgelegt sind.

Der aus der genannten Veröffentlichung "Third
10 International Symposium on High Voltage Engineering" bekannte Durchführungsisolator eines Kabelendverschlusses ist aus flexiblen Polypropylen-Folien gewickelt. Außerdem sind in diesen Durchführungs-
isolator sogenannte elektrisch leitende Potential-
15 steueranlagen konzentrisch zueinander und gegeneinander isoliert mit eingewickelt. Mit diesen Einlagen läßt sich eine Steuerung der Spannungs-
verteilung über den Durchführungsisolator und somit eine Erhöhung der Teilentladungs- und Stoß-
20 spannungsfestigkeit erreichen (vgl. z.B. P.Böning: Kleines Lehrbuch der elektrischen Festigkeit, Karlsruhe, 1955, Seiten 140 bis 142).

In dem bekannten Wickel vorhandene Spalte und Hohlräume sollen mit Schwefelhexafluorid (SF_6) als
25 Isoliermedium gefüllt sein, da bekanntlich die Teilentladungs-Einsatzfeldstärke in SF_6 mindestens doppelt so hoch ist wie in Luft. Die in dem Wickel vorhandene Luft muß deshalb abgepumpt und durch SF_6
30 ersetzt werden. Um dies zu ermöglichen bzw. zumindest zu erleichtern, ist der bekannte Wickel nicht aus glatten, sondern aus genoppten Polypropylen-Folien aufgebaut. Aufgrund der Noppung
sind nämlich die in dem Wickel vorhandenen Spalte
35 und Hohlräume praktisch untereinander verbunden und können so leichter evakuiert und dann mit dem Isoliermedium gefüllt werden.

- Wird ein solcher fertig gewickelter Isolationskörper jedoch Temperaturen von oberhalb 80°C ausgesetzt, die auch im ungestörten Betriebsfall auftreten können, so besteht die Gefahr, daß sein Wickel locker wird und dann keine ausreichende mechanische Festigkeit mehr aufweist. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Noppen des Folienmaterials oberhalb dieser Temperatur schrumpfen. Da sich bei der Schrumpfung der Durchmesser des Wickels verringert, können außerdem in den in ihn eingelegten Potentialsteuereinlagen Knicke auftreten, an deren Kanten dann die elektrische Feldstärke in unerwünschter Weise erhöht ist.
- 15 Da ferner die für den bekannten Wickel verwendeten geprägten Folien nur mit einer verhältnismäßig geringen Breite von beispielsweise 1 m erhältlich sind, müssen bei Durchführungen, die länger als diese Breite sind wie z.B. bei 420 kV Durchführungen mit einer Länge von etwa 3 m, mehrere Bahnen dieser Folien vorgesehen werden, die gegeneinander versetzt gewickelt werden müssen. Die entsprechende Wickeltechnik ist dementsprechend aufwendig.
- 25 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, den gewickelten Isolationskörper der bekannten Hochspannungsdurchführung dahingehend zu verbessern, daß sein Wickelpaket eine ausreichende mechanische Festigkeit bis zu den allgemein auftretenden maximalen Betriebstemperaturen von etwa 120°C aufweist und sich insbesondere nicht lockern und gegebenenfalls sogar verrutschen kann, falls die Hochspannungsdurchführung vertikal angeordnet wird.
- 35 Diese Aufgabe wird für eine Hochspannungsdurchführung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß geprägte Isolierfolien vorgesehen sind, die

vor dem Wickelvorgang einer thermischen Schrumpfbehandlung unterzogen worden sind.

Durch die thermische Vorbehandlung der geprägten
5 Folien vor dem Wickeln des Isolationskörpers wird eine gewisse Schrumpfung dieser Folien vorweggenommen. Die damit erreichten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß der hergestellte Wickel unter Betriebsbedingungen bis zu der bei der thermischen
10 Vorbehandlung gewählten Temperatur kaum noch schrumpft und so eine ausreichend große mechanische Festigkeit erreicht wird. Da bei der thermischen Vorbehandlung die ursprüngliche Prägung der Folie nicht vollständig beseitigt wird, sondern größtenteils erhalten bleibt,
15 ist der mit diesen Folien gewickelte Isolationskörper verhältnismäßig leicht evakuierbar und für ein Isoliermedium wie z.B. SF_6 ausreichend durchlässig.

Besonders vorteilhaft ist es darüber hinaus, wenn
20 zwischen den Lagen aus geprägten Isolierfolien jeweils mindestens eine Lage aus glatten Isolierfolien vorgesehen ist. Mit den glatten Folien, die in wesentlich größerer Breite als die geprägten Folien hergestellt werden, läßt sich so eine weitere Er-
25 höhung der mechanischen Festigkeit des Wickels in Längsrichtung erreichen. Da außerdem beispielsweise nur jede zweite Lage mit geprägten Folien gewickelt wird, ist die prozentuale Schrumpfung des Wickelvolumens geringer als wenn ausschließlich nur ge-
30 prägte Folien wie bei der bekannten Hochspannungsdurchführung verwendet werden. Die Evakuierbarkeit bzw. Durchlässigkeit für ein Isoliermedium ist dennoch ausreichend.

35 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Hochspannungsdurchführung nach der Erfindung gehen aus den restlichen Unteransprüchen hervor.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung und deren in den Unteransprüchen gekennzeichneten Ausbildungen wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in deren Fig. 1 eine Hochspannungsdurchführung schematisch veranschaulicht ist. Fig. 2 zeigt schematisch einen gemäß der Erfindung ausgebildeten Teil dieser Hochspannungsdurchführung.

Bei der in Fig. 1 als Längsschnitt dargestellten Hochspannungsdurchführung kann z.B. von einem Teil des Endverschlusses eines Hochspannungskabels ausgegangen sein, wie er aus der Veröffentlichung "Third International Symposium on High Voltage Engineering", Mailand, Italien, 28. - 31.8.1979, Bericht 32.09 bekannt ist. Die Durchführung enthält einen zentralen Leiter 2, der z.B. ein Stahl- oder Aluminiumrohr ist und auf Hochspannungspotential, beispielsweise 200 kV bei 50 Hz, liegt. Um den Leiter ist konzentrisch ein Isolationskörper 3 angeordnet, der zwei abgeschrägte kegelmantelförmige Seitenflächen 4 und 5 und dazwischen eine zylinderförmige Mantelfläche 6 aufweist. Dieser Isolationskörper ist aus isolierenden Folien aus einem vorbestimmten Kunststoffmaterial gewickelt. In ihm sind konzentrisch zueinander und isoliert gegeneinander sogenannte Kondensatoreinlagen 7 bis 10 angeordnet, die in der Figur durch achsenparallele Linien angedeutet sind. Diese zur Potentialsteuerung dienenden Kondensatoreinlagen sind zweckmäßig so abgestuft zueinander angeordnet, daß sich längs der abgeschrägten Seitenflächen 4 und 5 des Isolationskörpers 3 von innen nach außen ein annähernd lineares Potentialgefälle ausbilden kann. Die annähernd lineare Potentialcharakteristik an den Seitenflächen 4 und 5 läßt sich dabei in bekannter Weise durch eine geeignete Wahl der radialen Abstände zwischen den einzelnen Kondensatoreinlagen sowie durch ihre axialen Längen erreichen (vgl. z.B. US-Patentschrift

3,452,545). Die innersten leiternahen und mit 8 und 9 bezeichneten Kondensatoreinlagen liegen z.B. auf Hochspannungspotential, während sich die äußerste Kondensatoreinlage 10 an der Mantelfläche 6 mit einem elektrischen Anschluß 11 auf Erdpotential befindet.

Zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit des Isolationskörpers 3 ist dieser von einem isolierenden Medium durchtränkt. Geeignete Medien sind z.B. spezielle Öle oder insbesondere Gase wie SF_6 oder N_2 . Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach der Figur sei eine SF_6 -Tränkung des Isolationskörpers angenommen (vgl. SIGRE 1972, Paper No. 15-02).

Falls die Hochspannungsdurchführung für eine auf Tieftemperatur befindliche Einrichtung, beispielsweise für den Endverschluß eines supraleitenden Kabels, vorgesehen sein soll, kann der Isolationskörper auch von einem kryogenen Medium wie z.B. von Helium durchtränkt sein (vgl. DE-OS 2 327 629).

Gemäß der Erfindung ist der Isolationskörper 3 zumindest teilweise aus geprägten Kunststoffolien gewickelt. Die entsprechende Gestaltung des Wickels 3 geht aus Fig. 2 näher hervor, in der ein entsprechendes, in Fig. 1 mit 12 bezeichnetes Teilstück des Isolationskörpers vergrößert dargestellt ist. Dabei sind mit Fig. 1 übereinstimmende Teile mit denselben Bezugszeichen versehen.

Der Isolationskörper 3 einer Hochspannungsdurchführung nach der Erfindung enthält gemäß dem in Fig. 2 als Längsschnitt dargestellten Teilstück 12 unter anderem mehrere gewickelte Lagen aus glatten Isolationsfolien, von denen einige in der Figur mit 14 bezeichnet sind. Als Folienmaterial ist beispiels-

weise Polypropylen oder Polyäthylen geeignet. Da solche Folien mit einer der Länge des Durchführungs-
isolators entsprechenden Breite herzustellen sind,
können diese Lagen zweckmäßig aus nur einer einzigen
5 Folie gewickelt werden, um so Stöße oder Überlappungen innerhalb einer Lage zu vermeiden.

Zwischen jeweils zwei Lagen aus den glatten Isolations-
folien 14 befindet sich eine Lage aus geprägten Isola-
10 tionsfolien, von denen in der Figur einige mit 15 be-
zeichnet sind. Diese Folien sind mit einer Noppung versehen, wobei sie zwischen 300 und 700, vorzugsweise etwa 500 Noppen/cm² enthalten. Gemäß der Darstellung nach der Figur sei angenommen, daß mit dem Längs-
15 schnitt gerade alle Noppen der Folien 15 in dem gezeigten Bereich 12 erfaßt werden.

Die Folien 15 bestehen aus einem Kunststoffmaterial wie z.B. Polypropylen, das oberhalb einer vorbestimmten
20 Temperatur, die im Betriebsfall des Isolationskörpers überschritten wird, Schrumpfungerscheinungen zeigt. Derartige geprägte Folien können z.B. dadurch hergestellt werden, daß man von einer 40 µm dicken Polypropylen-Folie ausgeht, die in einem Kalandar bei
25 Temperaturen zwischen etwa 120 und 150°C bis auf 60 bis 80 µm Gesamtdicke mit der Noppung versehen wird. Die bereits bei Temperaturen oberhalb von 80°C zu beobachtende Schrumpfung dieser Noppen wird gemäß der Erfindung durch eine thermische Vorbehandlung
30 bei Temperaturen zwischen 80 und 125°C, vorzugsweise zwischen 100 und 120°C, vor dem Wickeln zumindest größtenteils vorweggenommen. Die Vorbehandlungstemperatur ist dabei so gewählt, daß sie in der Nähe der
im Betriebsfall der Hochspannungsdurchführung sich in
35 dem Wickel 3 einstellenden maximalen Temperatur liegt. Vorzugsweise wird eine Vorbehandlungstemperatur vorgesehen, welche etwa der im Betriebsfall der Hoch-

spannungsdurchführung in ihrem Isolationskörper 3 auftretenden maximalen Temperatur entspricht. Die damit erreichte Schrumpfung der Noppen soll höchstens die Hälfte des Dickenunterschiedes zwischen der Gesamtdicke der geprägten, thermisch jedoch noch unbehandelten Folien und der Stärke einer entsprechenden Folie ohne Prägung betragen. Mit diesen Maßnahmen erreicht man, daß der Wickel bis zu dieser Temperatur kaum noch schrumpft und so seine mechanische Festigkeit ausreichend hoch ist. Da außerdem die Gesamtdicke der geprägten Folien nach der thermischen Schrumpfungsbehandlung jeweils mindestens 20 % größer als die Stärke einer entsprechenden Folie ohne Prägung sein soll, ist eine ausreichende Durchlässigkeit des Wickels 3 für das isolierende Medium wie z.B. für das SF₆-Gas gewährleistet. Die durch die Noppung der Folien 15 ausgebildeten und in der Figur mit 16 bezeichneten Hohlräume sind dann mit dem isolierenden Medium gefüllt.

Da diese geprägten Folien 15 nur mit einer verhältnismäßig geringen Breite von beispielsweise 1 m erhältlich sind, werden bei Isolationskörpern, die länger als 1 m sind, mehrere Bahnen erforderlich, die zweckmäßig gegeneinander versetzt gewickelt werden. Hierbei können vorteilhaft die geprägten Folien einer Lage auf Stoß gewickelt sein. Eine solche Wicklung ist ohne besondere technische Schwierigkeiten durchführbar. In der Figur sind einige entsprechende Stoßstellen angedeutet und mit 17 bezeichnet.

Aus Fig. 2 ist ferner eine mit 10 bezeichnete Kondensatorsteuereinlage ersichtlich. Diese Kondensatorsteuereinlage kann beispielsweise eine dünne Folie aus einem Metall wie z.B. Aluminium sein. Auch mit einem entsprechenden Metall kaschierte Folien aus einem Kunststoff wie Polyvinylchlorid (PVC), Polyäthylen (PE),

Polypropylen (PP) oder Polycarbonat (PC) sind als Potentialsteuereinlagen geeignet.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach den Figuren ist
5 davon ausgegangen, daß ein auf Hochspannungspotential
liegender elektrischer Leiter zentral angeordnet und
von ihm umgebenden, auf Erdpotential liegenden Lei-
terteilen durch den Isolationskörper nach der Erfin-
10 dung getrennt ist. Die Hochspannungsdurchführung nach
der Erfindung ist jedoch ebenso gut auch für elek-
trische Einrichtungen geeignet, bei denen an der
Außenseite Hochspannungspotential und innen Erd-
potential anliegen.

2 Figuren

8 Patentansprüche

Patentansprüche

1. Hochspannungsdurchführung mit auf unterschiedlichem elektrischen Potential liegenden Leiterteilen sowie
5 mit einem zwischen diesen Leiterteilen angeordneten gewickelten Isolationskörper, der Lagen aus geprägten Isolierfolien aus einem oberhalb einer vorbestimmten Temperatur schrumpfenden Kunststoffmaterial und elektrisch leitende Potentialsteuereinlagen enthält sowie
10 von einem besonderen Isoliermedium getränkt ist,
g e k e n n z e i c h n e t durch geprägte Isolierfolien (15), die vor dem Wickelvorgang einer thermischen Schrumpfungsbehandlung unterzogen worden sind.
- 15 2. Hochspannungsdurchführung 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 zwischen den Lagen aus geprägten Isolierfolien (15) jeweils mindestens eine Lage aus glatten Isolier-
20 folien (14) vorgesehen ist.
3. Hochspannungsdurchführung nach Anspruch 1 oder 2,
g e k e n n z e i c h n e t durch eine Schrumpfung jeder geprägten Folie (15) um höchstens die Hälfte
25 des Dickenunterschiedes zwischen der Gesamtdicke der geprägten, thermisch noch unbehandelten Folie und der Stärke einer entsprechenden Folie ohne Prägung.
- 30 4. Hochspannungsdurchführung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, g e k e n n z e i c h n e t durch geprägte Isolierfolien (15) aus Polypropylen mit 300 bis 700, vorzugsweise etwa 500 Noppen/cm².
- 35 5. Hochspannungsdurchführung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, g e k e n n z e i c h n e t durch eine thermische Schrumpfungsbehandlung bei einer Temperatur,

welche die im Betriebsfall der Hochspannungsdurchführung in ihrem Isolationskörper (3) auftretende maximale Temperatur zumindest annähernd ist.

- 5 6. Hochspannungsdurchführung nach Anspruch 5, g e -
k e n n z e i c h n e t durch eine thermische
Schrumpfungsbehandlung bei einer Temperatur über
80°C, vorzugsweise über 100°C.
- 10 7. Hochspannungsdurchführung nach Anspruch 5 oder 6,
g e k e n n z e i c h n e t durch eine thermische
Schrumpfungsbehandlung bei einer Temperatur unter
125°C, vorzugsweise unter 120°C.
- 15 8. Hochspannungsdurchführung nach einem der Ansprüche
1 bis 7, g e k e n n z e i c h n e t durch ge-
prägte Folien (15), deren jeweilige Gesamtdicke nach
der thermischen Schrumpfungsbehandlung mindestens
20 % größer ist als die Stärke einer entsprechenden
20 Folie ohne Prägung.

