



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.08.2012 Patentblatt 2012/32

(51) Int Cl.:
H01B 17/54 ^(2006.01) **H01B 17/28** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12153418.4**

(22) Anmeldetag: **01.02.2012**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **03.02.2011 DE 102011003592**

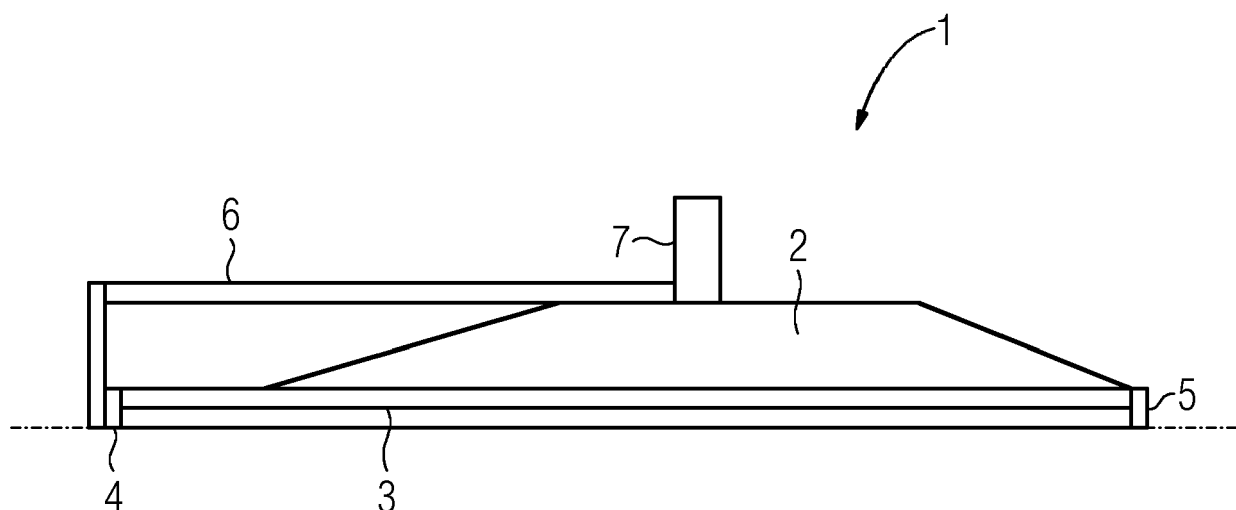
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Engels, Engelbert**
51143 Köln (DE)
• **Langens, Achim**
53797 Lohmar (DE)
• **Paul, Christian**
53347 Alfter (DE)
• **Titze, Joachim**
40882 Ratingen (DE)
• **Trojan, Guenter**
53842 Troisdorf (DE)

(54) **Hochspannungsdurchführung mit minimierten Temperaturgradienten**

(57) Um eine Hochspannungsdurchführung (1) mit einem elektrisch isolierenden Isolierkörper (2), der sich in einer Längsrichtung erstreckt, einem sich durch den Isolierkörper (2) hindurch erstreckenden Hochspannungsleiter (3) und einem an den Isolierkörper (2) angebrachten Befestigungsflansch (7) zur Montage der Hoch-

spannungsdurchführung (1), bereitzustellen, die im Normalbetrieb einen geringen Temperaturgradienten aufweist und gleichzeitig leicht und kostengünstig ist, wird vorgeschlagen, dass der Hochspannungsleiter (3) zumindest teilweise rohrförmig ausgebildet ist und einen gasdichten Leiterhohlraum begrenzt, der mit einer verdampfaren Kühlflüssigkeit befüllt ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hochspannungsdurchführung mit einem elektrisch isolierenden Isolierkörper, der sich in einer Längsrichtung erstreckt, einem sich durch den Isolierkörper hindurch erstreckenden Hochspannungsleiter und einem an den Isolierkörper angebrachten Befestigungsflansch zur Montage der Hochspannungsdurchführung.

[0002] Eine solche Hochspannungsdurchführung ist aus der DE 32 26 057 A1 bereits bekannt. Die dort gezeigte Hochspannungsdurchführung weist einen Hochspannungsleiter auf, der sich in Längsrichtung durch einen elektrisch isolierenden Wicklungskörper erstreckt. Zur Befestigung der gesamten Hochspannungsdurchführung an der Begrenzungswand einer Durchgangsöffnung dient ein Befestigungsflansch, der den Isolierkörper im Klemmsitz umschließt. Zur Absteuerung hoher elektrischer Feldstärken ist der Isolierkörper als Wicklungskörper ausgebildet und weist Potenzialsteuerungseinlagen auf, die elektrisch leitend sind, wobei die Potenzialsteuerungseinlagen durch in Harz getränkte Isolierlagen voneinander beabstandet sind.

[0003] Eine solche Hochspannungsdurchführung wird auch als so genannte harzimprägnierte Hochspannungsdurchführung (RIP) bezeichnet. Sie dient im Wesentlichen dazu, ein hohes elektrisches Potenzial durch eine Wandung hindurch zu führen, die auf einem Erdpotenzial liegt.

[0004] Den aus dem Stand der Technik bekannten Hochspannungsdurchführungen haftet der Nachteil an, dass diese nur so dimensioniert werden können, dass sie in Gleichspannungsebenen bis zu 550 kV einsetzbar sind. Dies liegt zum einen an der zu beherrschenden Masse des Isolierkörpers, die auf mehrere Tonnen anwachsen kann. Darüber hinaus ist der Hochspannungsleiter in der Durchführung durch den Isolierkörper nicht nur elektrisch, sondern auch thermisch isoliert. Die Wärmeverluste im gesamten System, die im Wesentlichen durch den Stromfluss erzeugt werden, müssen jedoch möglichst gut an die Außenatmosphäre abgeführt werden, um thermische induzierte Spannungen und somit Lebensdauerreduzierungen zu vermeiden oder wenigstens zu verringern.

[0005] Um die beim Einsatz der Hochspannungsdurchführung entstehenden Leitungsverluste herabzusetzen und die axiale Wärmeleitfähigkeit zu erhöhen, ist es zum einen möglich, den Querschnitt des Hochspannungsleiters zu vergrößern. Nachteilig bei dieser Vorgehensweise ist jedoch, dass sich das Gesamtgewicht der Hochspannungsdurchführung ebenfalls erhöht. Insbesondere bei hohen Spannungen sind dieser Vorgehensweise im Hinblick auf die Machbarkeit, Gewichtskräfte sowie die Erdbebensicherheit Grenzen gesetzt.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Hochspannungsdurchführung der eingangs genannten Art bereitzustellen, die bei Normalbetrieb in Längsrichtung einen herabgesetzten Temperaturgradient aufweist, so

dass thermische Belastungen möglichst vermieden sind.

[0007] Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, dass der Hochspannungsleiter zumindest teilweise rohrförmig ausgebildet ist und einen gasdichten Leiterhohlraum begrenzt, der mit einer verdampfbaren Kühlflüssigkeit befüllt ist.

[0008] Erfindungsgemäß wird die thermische Leitfähigkeit des Hochspannungsleiters erhöht, indem diesem ein innerer Wärmetransport gemäß einer so genannten "Heat Pipe" aufgeprägt wird. Der Einsatz externer Kühlvorrichtungen, beispielsweise durch eine externe "Heat Pipe", ist erfindungsgemäß überflüssig geworden. Im Rahmen der Erfindung erfolgt der Wärmetransport wie bei einer so genannten "Heat Pipe" durch Verdampfen und Kondensieren. Dazu bildet der Hochspannungsleiter selbst einen Hohlraum aus, der mit einer verdampfbaren Flüssigkeit befüllt ist. Durch das Verdampfen der Flüssigkeit, beispielsweise an einem heißeren Ende der Hochspannungsdurchführung, wird dem Hochspannungsleiter an dieser Stelle Wärme entzogen. Hierbei wird die Flüssigkeit in ihre Dampfphase überführt. Die gasförmige Substanz verteilt sich im gesamten Leiterhohlraum. An einer kälteren Stelle des Leiterhohlraumes kommt es zur Kondensation des Gases, wobei Wärme an den Hochspannungsleiter abgegeben wird. Anschließend kann die Flüssigkeit im Inneren des Leiterhohlraums wieder zurückfließen.

[0009] Dem Hochspannungsleiter wird auf diese Weise an seinen heißen Stellen Wärme entnommen, die an kälteren Stellen wieder abgegeben wird. Daher ist der Wärmegradient verringert. Im Vergleich zu anderen Lösungen, die mit einer Vergrößerung des Querschnitts des Hochspannungsleiters einhergehen, weist die erfindungsgemäße Durchführung ein geringeres Eigengewicht auf und ist in jedem Falle kostengünstig.

[0010] Vorteilhafterweise weist der Isolierkörper auf dem Hochspannungsleiter gewickelte elektrisch leitende Einlagen auf, die durch in Harz getränkte Isolierlagen voneinander beabstandet sind. Mit anderen Worten ist der Isolierkörper als Wicklungskörper ausgebildet, der innere Einlagen, beispielsweise Aluminiumfolien oder sonstige Leiter aufweist, die für eine kontrollierte Absteuerung der hohen elektrischen Felder im Isolierkörper sorgen. Mit Harz imprägniertes Papier wird im Englischen als "Resin Impregnated Paper" bezeichnet. Durchführungen mit solchen Wicklungskörpern werden in Fachkreisen daher als RIP-Durchführungen bezeichnet. Hochspannungsdurchführungen, deren Isolierkörper im Wesentlichen aus Harz besteht, sind jedoch nicht nur elektrisch, sondern auch thermisch gut isoliert, so dass die Erfindung insbesondere für solche Isolierkörper Vorteile mit sich bringt. Nach dem Tränken des Papiers mit Harz wird dieser natürlich ausgehärtet.

[0011] Im Rahmen der Erfindung ist die Wahl der Kühlflüssigkeit und des Kühlfluids im Wesentlichen beliebig. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist jedoch die Kühlflüssigkeit Wasser. Wasser ist besonders kostengünstig erhältlich. Versuche mit Wasser als Kühlflüssig-

keit sind erfolgreich verlaufen.

[0012] Gemäß einer diesbezüglich zweckmäßigen Weiterentwicklung wurde das Wasser vor dem Einfüllen in den Leiterhohlraum entionisiert.

[0013] Zweckmäßigerweise ist der Leiterhohlraum frei von Restgasen. Die Entfernung der Restgase, wie Sauerstoff, Stickstoff oder dergleichen, hat sich als vorteilhaft für den inneren Wärmetransport erwiesen. Auf diese Art und Weise ist somit ein noch geringerer Temperaturgradient in Längsrichtung des Hochspannungsleiters ermöglicht.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Hochspannungsleiter ein Kupferrohr. Das Kupferrohr ist durch gasdichtes Verschließen der beiden Rohrenden hermetisch abgeschlossen. Hierzu wurde auf den Rohrenden beispielsweise eine Kappe mittels Verschweißen, Aufkleben oder dergleichen angebracht. Eine solche Vorgehensweise ist besonders kostengünstig und führt zu einer besonders leichten Hochspannungsdurchführung. Der Leiterhohlraum erstreckt sich hier über den gesamten Hochspannungsleiter.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Partialdruck der Kühlflüssigkeit in dem Leiterhohlraum so eingestellt, dass bei Normalbetrieb ein möglichst geringer Temperaturgradient in Längsrichtung herrscht. Insbesondere haben Versuche ergeben, dass eine geringe Menge, beispielsweise an entionisiertem Wasser, in der Größenordnung von weniger als hundert Milliliter ausreichend war, um für eine ausreichende Verringerung des Temperaturgradienten zu sorgen.

[0016] Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung der Zeichnung der Figur, wobei die

Figur eine Querschnittsansicht eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Hochspannungsdurchführung schematisch verdeutlicht.

[0017] Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Hochspannungsdurchführung 1 in einer quer geschnittenen Halb-Ansicht in schematischer Darstellung. Hierbei ist die Hochspannungsdurchführung 1 lediglich zur Hälfte gezeigt. Die Hochspannungsdurchführung 1 ist jedoch symmetrisch ausgebildet, so dass die nicht gezeigte untere Hälfte nahezu identisch zu der gezeigten oberen Hälfte ausgestaltet ist.

[0018] Die Hochspannungsdurchführung 1 weist einen Isolierkörper 2 sowie einen Hochspannungsleiter 3 auf, der sich in einer Längsrichtung durch den Isolierkörper 2 erstreckt. Der Isolierkörper 2 ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ein Wicklungskörper, der über auf den Hochspannungsleiter 3 gewickelte leitende Einlagen verfügt, die durch Papierlagen voneinander getrennt sind. Dabei wurden die Papierlagen in Harz getränkt, so dass ein so genannter Harz imprägnierter Wicklungskörper als Isolierkörper 2 bereitgestellt ist. Nach dem Tränken der Papierlagen im flüssigen Harz wird dieser selbstverständlich ausgehärtet, so dass ein fester Isolierkörper

entsteht. Der Hochspannungsleiter 3 ist über seine gesamte Länge hinweg als Hochspannungsleitungsrohr ausgebildet, das in dem gezeigten Ausführungsbeispiel aus Kupfer besteht. Das Hochspannungsleitungsrohr 3 weist einander gegenüberliegende freie Enden auf, die durch Verschlusskappen 4 und 5 gasdicht verschlossen sind. Die Verschlusskappen 4 und 5 wurden durch geeignete Fügeverfahren gasdicht auf die Enden des Hochspannungsleiterrohrs 3 aufgesetzt. Zuvor wurden Restgase durch Anlegen eines Vakuums aus dem Inneren des Hochspannungsleiterrohrs 3 entfernt. Weiterhin wurde entionisiertes Wasser als Kühlflüssigkeit in das Innere des Hochspannungsleiterrohrs 3 gegeben, das figürlich jedoch nicht dargestellt ist.

[0019] Die Verschlusskappen 4 und 5 sind ebenfalls leitend ausgebildet und bestehen beispielsweise aus Kupfer. Sie sind mechanisch und elektrisch leitend mit in der Figur nicht gezeigten Anschlüssen der Hochspannungsdurchführung 1 verbunden.

[0020] Ferner ist erkennbar, dass sich das Isolierteil 2 zumindest teilweise in einem Überwurfgehäuse 6 erstreckt, das den Hochspannungsleiter 3 sowie die Isoliereinheit 2 ebenfalls nach außen abschirmt. Zur Befestigung der Hochspannungsdurchführung dient ein Befestigungsflansch 7, der im Klemmsitz an dem Isolierteil 2 befestigt ist.

Patentansprüche

1. Hochspannungsdurchführung (1) mit

- einem elektrisch isolierenden Isolierkörper (2), der sich in einer Längsrichtung erstreckt,
- einem sich durch den Isolierkörper (2) hindurch erstreckenden Hochspannungsleiter (3) und
- einem an den Isolierkörper (2) angebrachten Befestigungsflansch (7) zur Montage der Hochspannungsdurchführung (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hochspannungsleiter (3) zumindest teilweise rohrförmig ausgebildet ist und einen gasdichten Leiterhohlraum begrenzt, der mit einer verdampfenden Kühlflüssigkeit befüllt ist.

2. Hochspannungsdurchführung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Isolierkörper (2) auf den Hochspannungsleiter (3) gewickelte elektrisch leitende Einlagen aufweist, die durch in Harz getränkte Isolierlagen voneinander beabstandet sind.

3. Hochspannungsdurchführung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlflüssigkeit Wasser ist.

4. Hochspannungsdurchführung (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wasser entio-

nisiert ist.

5. Hochspannungsdurchführung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Leiterhohlraum frei von Restgasen ist. 5
6. Hochspannungsdurchführung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Hochspannungsleiter als Kupferrohr ausgestaltet ist. 10
7. Hochspannungsdurchführung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Partialdruck der Kühlflüssigkeit in dem Leiterhohlraum so eingestellt ist, dass während des Normalbetriebs ein möglichst geringer Temperaturgradient in Längsrichtung herrscht. 15

20

25

30

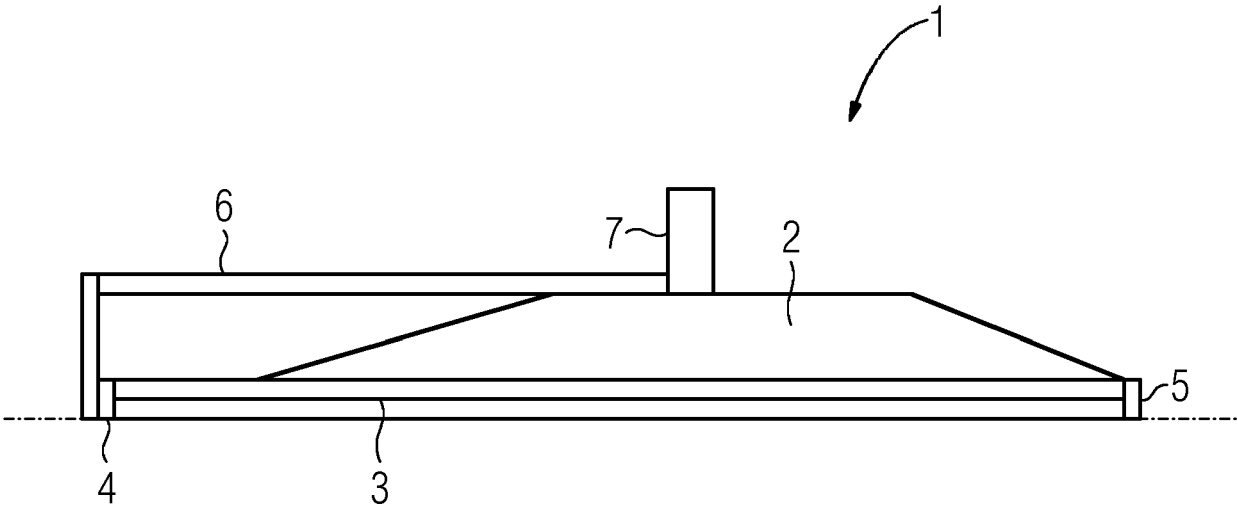
35

40

45

50

55



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

- DE 3226057 A1 [0002]