



**Wirtschaftspatent**

Erteilt gemäÙ § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes  
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

## 0151 677

Int.Cl.<sup>3</sup>

3(51) H 02 B 13/02

**Patentbibliothek  
des AfEP**

**AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

in der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

(21) WP H 02 B 222 037

(22) 20.06.80

(44) 28.10.81

- (71) VEB TRANSFORMATORENWERK "KARL LIEBKNECHT" 1160 BERLIN:DD;  
(72) HAUSCHILD, WOLFGANG,DR.; HAUSCHILD, WOLFGANG,DR.,SPECK, JOACHIM,DR.-ING.;  
SCHIERIG, STEFAN,DR.-ING.;DD;  
(73) SIEHE (72)  
(74) VEB TRANSFORMATORENWERK "KARL LIEBKNECHT" PATENTABTEILUNG 1160 BERLIN  
WILHELMINENHOFSTR. 83-85

**(54) DRUCKGASISOLIERUNG FUER METALLGEKAPSELTE HOCHSPANNUNGSGERAETE**

(57)Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der elektrischen Hochspannungsgeraete und zielt auf die Verminderung von Teilentladungen bzw. Ueberschlaegen ab. Die Erfindung loest die Aufgabe, eine Druckgasisolierung insbesondere fuer metallgekapselte Hochspannungsgeraete zu entwickeln dadurch, das die isolierende Grenzflaeche des Abstandshalters der Innenelektrode eine aufgerauhte Oberflaeche aufweist. Die Erfindung wird bei der Herstellung von gasisolierten elektrischen Hochspannungsgeraeten angewandt.

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung wird in der Hochspannungstechnik bei der Herstellung von mit einer Schwefelhexafluorid-Druckgasisolierung versehenen Hochspannungsanlagen, bestehend aus mindestens einer durch Abstandshalter geführten Innenelektrode und einer diese umschließenden, auf Gegenpotential liegenden Außenelektrode wirksam.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Es ist bekannt, daß in gasisolierten Hochspannungsgeräten das schwach inhomogene Feld durch Verunreinigungen gestört wird. Durch die Anwesenheit von festen Verunreinigungen wie Staub, Schmutz, durch die Fertigung entstandenen Metallspänen, Abrieb beispielsweise von Schaltkontakten oder sonstigen Partikeln, die in dem mit Isoliergas gefüllten Raum zwischen Innenelektrode und diese umhüllender Außenelektrode frei beweglich vorhanden sind, wird das schwach inhomogene Feld derart gestört, daß das Isoliervermögen vermindert wird. Die das Isoliervermögen vermindern den Verunreinigungen sind entweder fertigungsbedingt oder betriebsbedingt. Selbst bei aller Sorgfalt während der Montage von druckgasisolierten Hochspannungsgeräten ist es nicht möglich, das Eindringen von Staub oder, durch unsachgemäßes Vorgehen bei der Montage, das Eindringen von weniger feinen elektrisch leitenden Fremdsteilchen zu verhindern. Schließlich gibt es auch Geräteteile mit betriebsmäßig bewegten Teilen, wo dadurch Abrieb entstehen kann. Außerdem können bei Schaltheandlungen Funken- und Lichtbogenentladungen entstehen, die dann zu Gaszersetzung, Metallverdampfung und pulverförmiger Ablagerung von hydrolysisierbaren Metallfluoriden auf isolierenden und geerdeten Flächen führen. Dieser Minderung des Isoliervermögens muß

bei der Dimensionierung der Hochspannungsanordnung Rechnung getragen werden, indem die Abmessungen derselben oder der Druck des Isoliergases vergrößert werden. Da die vorgenannten Maßnahmen zu technischen und ökonomischen Nachteilen führen, wurde während der Fertigung und Montage versucht, Möglichkeiten zu finden, die mit dem Isoliergas gefüllten Räume in Hochspannungsanordnungen weitestgehend frei von allen Verunreinigungen zu halten. Durch Filterung des Gases, Reinigung aller Teile mit denen das Isoliergas in Berührung kommt, vor ihrer Montage, sowie durch eindeutige Montagevorschriften und Maßnahmen zur Verhinderung des Eindringens von Staubteilchen aus der Luft bei dem Zusammenbau der gereinigten Teile können die Anzahl der schädlichen, frei beweglichen Partikeln in dem gasisolierten Raum auf sehr niedrige Werte gebracht werden. Da aber auch schon die Anwesenheit von nur einem ausreichend großen Partikel in dem mit Isoliergas gefüllten Raum das Isoliervermögen derartiger Hochspannungsanordnungen stark beeinträchtigt, führen diese vorgenannten, die Technologie und Montage kostenmäßig belastenden Maßnahmen nicht zu einem, den hierfür zu betreibenden Aufwand rechtfertigenden Ergebnis. Durch bekannt gewordene Untersuchungen wurde festgestellt, daß die Auswirkungen der sich in dem Isolierraum befindlichen Partikeln auf das Isoliervermögen unterschiedlich sind, je nachdem, an welcher Stelle sie sich innerhalb desselben aufhalten, da sich in den verschiedenen Bereichen unterschiedlich große Feldstärken ausbilden, und die sich in Bereichen höchster Feldstärke befindenden Partikeln eher dazu neigen, den Durchschlag einzuleiten als die an Stellen mit niedrigerer Feldstärke vorhandenen Partikeln. Es wurde deshalb bei

der durch die DE-OS 2 222 581 bekannt gewordenen, gasisolierten Hochspannungsanordnung vorgesehen, die Partikeln mittels klebender Schichten dort festzuhalten, wo die Feldstärke relativ niedrig ist. Hierzu wurden klebende Schichten, z.B. aus Haftkleber, auf den inneren, den mit Isoliergas gefüllten Raum begrenzenden Oberflächen außerhalb der Bereiche mit überdurchschnittlicher Feldstärke angebracht, wobei diese Oberflächen ganz oder teilweise mit solcher klebenden Schicht überzogen wird. Auf diesen klebenden Schichten sollen sich die Partikeln, welche sich frei beweglich in dem Raum der Gasisolierung befinden, unter Einwirkung ihrer Schwerkraft absetzen und dann dort so festgehalten werden, daß sie auch durch die beim Anlegen einer Wechselfeldstärke auftretende Feldstärke, die eine Bewegung von frei beweglichen Partikeln hervorruft, nicht von der klebenden Schicht abgerissen werden können. Hierdurch werden die partikelgezündeten Durchschläge zwar verringert, aber nur solange, wie die Klebfähigkeit der klebenden Schicht voll erhalten ist bzw. keine neuen Partikeln, z.B. infolge von Abrieb, an Schaltstellen der Anordnung, in dem Raum der Gasisolierung auftreten. Da die hier in Betracht kommenden klebfähigen Stoffe aber einem Alterungsprozeß unterliegen, innerhalb dessen ihre Klebfähigkeit unvermeidlich nachläßt, ist die Wirksamkeit der hier vorgesehenen Beschichtungen zur Vermeidung partikelgezündeter Durchschläge zeitlich begrenzt, wodurch diese Lösungen für die Praxis nur bedingt einsetzbar sind.

Weiterhin sind durch die DD-PS 127 988 und 127 989 Isolieranordnungen für druckgasisolierte Hochspannungsgeräte zur Minderung von Störungen des schwach

inhomogenen Feldes zwischen einer Innenelektrode und einer am Gegenpotential anliegenden Außenelektrode, die durch die unbeabsichtigt vorhandenen und/oder entstehenden, insbesondere frei beweglichen elektrisch leitenden Partikeln verursacht werden, und auf das Verhalten dieser elektrisch leitenden Partikeln zurückzuführen sind und zu einer Senkung der Teilentladungseinsatz- und/oder Durchschlagsspannung der Isolierung führen, bekannt, mit der verhindert werden soll, daß sich die an der Basiselektrode für diese Partikeln dienenden inneren Mantelflächen der Außenelektrode elektrisch aufladen können und gleichzeitig so influenziert werden, daß eine elektrische Kraft und die auf die Partikeln wirkende Schwerkraft zur Außenelektrode hin wirken, wodurch die Partikeln auf der inneren Mantelfläche der Außenelektrode haften. Diese Maßnahme besteht darin, daß auf die innere Mantelfläche der Außenelektrode eine beliebig dünne Schicht eines Dielektrikums aufgebracht ist bzw. nur Teile der inneren Mantelfläche, auf die sich die Partikeln unter Wirkung der Schwerkraft ablagern, mit einer beliebig dünnen Schicht eines Dielektrikums versehen sind.

Diese vorgeschlagene Beschichtung der inneren Mantelfläche der Außenelektrode mit einem Dielektrikum ist nur wirksam, wenn eine horizontale Anordnung des Hochspannungsgerätes vorliegt. Bei einer senkrechten Anordnung der Innenelektrode und der diese umhüllenden Außenelektrode bleibt die Beschichtung der inneren Mantelfläche der Außenelektrode weitgehendst unwirksam, weil die in dem Elektrodenzwischenraum frei beweglichen Partikeln sich unter Einwirkung der auf diese wirkenden Schwerkraft nicht auf der Dielektrikumschicht

der Außenelektrode absetzen können. Lediglich wird eine ständige Aufladung der Teilchen auf Grund der galvanischen Trennung verhindert.

Nach der DD-PS 130 295 ist eine Druckgasisolierung für metallgekapselte Hochspannungsgeräte mit mindestens einer vorwiegend vertikal angeordneten Innenelektrode bekannt geworden, bei der Abstandshalter für mindestens eine Innenelektrode eine trichterartige Form aufweisen, außerdem die Grenzfläche zwischen Abstandshalter und Isoliergas an der Innenelektrode höher liegt als an der inneren Mantelfläche der Außenelektrode und gleichzeitig die Kantenlinie im Querschnitt des Abstandshalters von der Innenelektrode zur Außenelektrode hin einen definierten Abfall aufweist und die Außenelektrode im Bereich dieses trichterartig geformten Abstandshalters an der Außenfläche desselben eine mit einer geneigten Fläche versehene, als Ring ausgebildete Feststoffbarriere aus einem Dielektrikum trägt, wobei die Grenzfläche zwischen Feststoffbarriere und Isoliergas an der Außenelektrode höher liegt als die Ansatzlinie dieser Feststoffbarriere auf der Außenfläche des Abstandshalters.

Diese Anordnung ist bauaufwendig und dadurch stör anfällig, weil sich die Partikeln nicht in der Zone des feldschwächsten Bereiches der Isolieranordnung absetzen. Diese vorgenannten Maßnahmen gestatten es jedoch nur, Partikeln, die sich vor der Spannungsbeanspruchung bereits in einem relativ feldschwachen Gebiet befinden, an einer Bewegung in Gebiete hoher Feldstärke zu hindern. Besonders kritisch ist jedoch der Fall, daß Partikeln während Fertigung, Montage oder im Betrieb an dielektrische Grenzflächen gelangen und dort haften.

Solche Partikeln lassen sich bei Hochspannungsprüfungen nur mit hohem Aufwand feststellen und evtl. bei der Prüfung auftretende Überschläge führen zu irreversiblen Veränderungen der Isolierstoffoberfläche. Andererseits vermindern solche Partikeln das Isoliervermögen sehr stark, da bereits Teilentladungen zu einer irreversiblen Schädigung der Isolierstoffoberfläche führen können, die schließlich den Überschlag einleiten kann.

Außer den oben bereits erwähnten aufwendigen Sauberkeitsforderungen und der gründlichen Reinigung (insbesondere Entfettung) aller Bauteile sind gegen solche haftenden Partikeln keine geeigneten Maßnahmen bekannt. Es wird zwar versucht, durch geeignete konstruktive Gestaltung der Grenzfläche und der Elektroden die Feldstärke an der Grenzfläche so niedrig wie möglich zu halten und damit auch die Gefährlichkeit der Partikeln zu verringern, jedoch kann diese konstruktiv festgelegte Feldstärkeverteilung entlang der Grenzfläche durch die Anwesenheit von Partikeln unwirksam gemacht werden. Außerdem kann durch Anwendung der oben angeführten Maßnahmen gegen freibewegliche Partikeln erreicht werden, daß nicht noch weitere Partikeln infolge ihrer Bewegungen auf die Isolierstoffbauteile gelangen.

Ziel der Erfindung:

Die Erfindung zielt darauf ab, die Ablagerung von Partikeln an einer Oberfläche von Abstandshaltern, und die damit mögliche irreversible Veränderung derselben in-

folge von Teilentladungen und/oder Überschlägen, zu vermeiden und damit die Betriebs- und Funktionssicherheit von gasisolierten Hochspannungsgeräten zu erhöhen und gleichzeitig den Aufwand bei der Herstellung von gasisolierten Hochspannungsgeräten hinsichtlich der Gewährleistung ihrer inneren Sauberkeit durch eine weitestgehende Vermeidung der Ablagerung von Partikeln auf Abstandshaltern zu reduzieren.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hochspannungs-Druckgasisolierung, wobei der Raum zwischen einer axial definiert gehaltenen Innenelektrode und einer diese coaxial umhüllenden, auf Gegenpotential zur Innenelektrode liegenden Außenelektrode ein Isoliergas, insbesondere Schwefelhexafluorid ( $\text{SF}_6$ ) enthält, für eine Wechselspannung führende Hochspannungsgeräte, insbesondere metallgekapselte Hochspannungsgeräte zu entwickeln, bei der die im Raum vorhandenen und/oder entstehenden, insbesondere elektrisch leitenden Partikeln, sich an Oberflächen von aus einem Feststoffdielektrikum bestehenden Abstandshaltern für die Innenelektrode nicht ablagern und/oder haften bleiben, und beim Anlegen einer Wechselspannung das elektrische Feld nicht unzulässig stören.

Diese Aufgabe wurde dadurch gelöst, daß eine Druckgas-Isolierung mit einer in einem Abstandshalter geführten Innenelektrode und einer diese umhüllenden, coaxial zu dieser angeordneten Außenelektrode entwickelt wurde, bei der die Oberfläche des Abstandshalters aus einem Feststoffdielektrikum, die als Grenzfläche zum Gas

wirkt, eine definierte Rauhtiefe von 50 bis 500  $\mu\text{m}$  aufweist. Diese Rauigkeit wird durch eine aufgerauhte, geriffelte oder anderweitig uneben gestaltete Grenzfläche hervorgerufen.

#### Ausführungsbeispiel:

Die Erfindung soll nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung ist eine Druckgasisolierung dargestellt.

Durch einen Abstandshalter 1, der aus einem Feststoffdielektrikum besteht, wird innerhalb einer als Rohr ausgebildeten Außenelektrode 2 zentrisch eine Innenelektrode 3 gehalten. Der Abstandshalter 1 ist mit einer aufgerauhten, geriffelten oder anderweitig uneben gestalteten isolierenden Grenzfläche 4 versehen, wobei diese eine definierte Rauhtiefe aufweist. Letztere bewirkt, daß die Berührungsfläche zwischen einem abgelagerten Partikel (nicht dargestellt) und dem Feststoffdielektrikum des Abstandshalters so klein wie möglich ist. Hierdurch wird erreicht, daß die elektrostatischen Kräfte zwischen der auf einem Partikel befindlichen Ladung und einer auf der Grenzfläche 4 befindlichen Oberflächenladung stark reduziert sind und ein Haften der Partikeln nahezu infolge des Fehlens der erforderlichen elektrostatischen Kräfte, die die Hauptursache für das Haften darstellen, unterbleibt.

Erfindungsanspruch

1. Druckgasisolierung für metallgekapselte Hochspannungsgeräte, beispielsweise Hochspannungsschaltanlagen, -prüfanlagen oder -leitungen mit mindestens einer Innenelektrode und einer diese umhüllenden, koaxial zu dieser angeordneten, auf Gegenpotential zur Innenelektrode liegenden Außenelektrode, in der die Innenelektrode mittels Abstandshalter aus Feststoffdielektrikum definiert gehalten ist, wobei der Raum der Isolierung zwischen Innenelektrode und Außenelektrode ein Isoliergas, insbesondere Schwefelhexafluorid ( $\text{SF}_6$ ) enthält, g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h, daß die aus einem Feststoffdielektrikum bestehenden Abstandshalter (1) der Innenelektrode (3) mit einer aufgerauhten isolierenden Grenzfläche (4) versehen ist.
2. Druckgasisolierung nach Punkt 1, g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h, daß die isolierende Grenzfläche (4) eine Rauhtiefe von 50 bis 500  $\mu\text{m}$  aufweist.

Hierzu 1 Bl. Zeichnung

