

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 518664 B1 2017-12-15

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50358/2016
(22) Anmeldetag: 22.04.2016
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2017

(51) Int. Cl.: H01F 27/34 (2006.01)
H01F 27/36 (2006.01)
H05K 9/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 2866235 A1
WO 2012093052 A1
WO 2012093053 A1

(73) Patentinhaber:
Trench Austria GmbH
4060 Leonding (AT)

(72) Erfinder:
Griebler Peter
4483 Hargelsberg (AT)
Lang Steffen Dr.
91352 Hallerndorf (DE)
Rauchenzauner Stephan
4020 Linz (AT)

(74) Vertreter:
Peham Alois Dipl.Ing. (FH)
1210 Wien (AT)

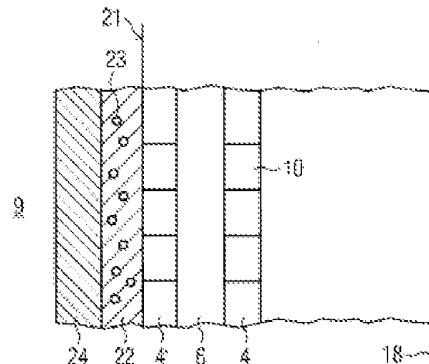
(54) HGÜ-Luftdrosselpule und Verfahren zur Herstellung

(57) HGÜ-Luftdrosselpule (1), umfassend:

- zumindest eine konzentrische Wicklungslage (2-4, 4'), wobei an deren enden elektrische Anschlüsse (11,12) ausgebildet sind,
- einen elektrostatischen Abschirmung (17), enthaltend
 - o eine Schicht (22) aus elektrostatisch dissipativem Material, welches einen Oberflächenwiderstand im Bereich von 10^9 bis 10^{14} Ohm/Quadrat aufweist,
 - o wobei die Schicht (22) an zumindest einem Ende mit einer im wesentlichen über seinen Umfang verlaufenden Kollektorelektrode (19,20) zum Anschluss an einem der Anschlüsse (11, 12) versehen ist,

wobei,
dass die Schicht (22) als Sprühbeschichtung an einer Mantelfläche (21) einer außenliegenden Wicklungslage (4') ausgebildet ist.

FIG 4



Beschreibung

HGÜ-LUFTDROSSELSPULE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein das technische Gebiet der Übertragung elektrischer Energie mit hoher Gleichspannung, insbesondere eine HGÜ-Luftdrosselpule sowie ein Verfahren zur Herstellung einer HGÜ-Luftdrosselpule.

STAND DER TECHNIK

[0002] Bei der Übertragung elektrischer Energie großer Leistung, ab etwa 1000 MW aufwärts, wirkt die Leitungskapazität ab einer bestimmten Leitungslänge limitierend, da die Blindleistung einen wirtschaftlichen Betrieb kaum mehr zulässt. In diesem Leistungsbereich sind so genannte Hochspannung-Gleichstrom-Energieübertragungssysteme (kurz HGÜ) seit langem in verschiedenen Anwendungsbereichen im Einsatz. Bauteile einer solchen HGÜ-Anlage können zum Beispiel HGÜ-Glättungsdrosseln bzw. HGÜ-Filterdrosseln sein. Diese Bauteile befinden sich in der Regel auf einem sehr hohen elektrischen Potenzial gegenüber Erde, zum Beispiel 500-800 KV. Da diese Bauteile im Außenbereich angeordnet sind, sind sie den dort herrschenden Umgebungsbedingungen, wie Regenwasser und Verschmutzung ausgesetzt. An der Außenfläche eines solchen HGÜ-Bauteils können sich umgebungsbedingt Schmutzpartikel ablagnern, die in einer unregelmäßigen Ansammlung zu einer Verzerrung des elektrischen Feldes entlang eines Bauteils führen können. Es kann zu einer Teilentladung am HGÜ-Bauteil kommen. Dabei können Ionen entstehen, die wiederum auf ionisierte und polarisierte Partikel in direkter Nachbarschaft anziehend wirken. Auf der Außenanlage der Spule einer solchen HGÜ- Glättungsdrosseln bzw.- Filterdrossel wird mit diesen Teilchen elektrische Ladung mit gegensinniger Polarität aufgebaut, welche entweder zu den Anschlägen abfließt oder sich durch Entladung an der Oberfläche der Spule abbaut und dort angelagert. Die dadurch entstehende elektrisch zumindest teilweise leitfähige Struktur an der Oberfläche einer solchen HGÜ-Bauteils kann das Betriebsverhalten beeinträchtigen. In der Literatur wird dies auch mit dem Begriff "Black Spot Phenomenon" beschrieben. Die sich an der Oberfläche des HGÜ- Bauteils ausbildende leitfähige Struktur kann zu einem elektrischen Überschlag führen. Im schlimmsten Fall kann es z.B. zu einem Totalausfall einer HGÜ-Glättungsdrossel bzw. HGÜ-Filterdrossel kommen.

[0003] Um dieser unerwünschten elektrostatischen Verschmutzung entgegenzuwirken, wird in der EP 2 266 122 B1 eine elektrostatische Abschirmung für einen HGÜ-Bauteil vorgeschlagen, welche aus einem Mantel mit einer Folie aus elektrisch dissipativem Material gefertigt ist, das einen Oberflächenwiderstand im Bereich von 10^9 bis 10^{14} Ohm/Quadrat aufweist. Der Mantel ist mit einem Anschluss des HGÜ-Bauteils elektrisch verbunden. Mittels einer solchen halbleitenden Folie auf der Außenfläche der Spule gelingt es, Ladungsträger von der Oberfläche des Bauteils abzuführen und damit einer elektrostatischen Aufladung des Bauteils mit den oben geschilderten negativen Folgen zu verhindern. Um die halbleitende Folie auf die Spule aufbringen zu können, muss zuvor der Untergrund für einen Klebevorgang der Folie vorbereitet werden. Dies kann beispielsweise durch ein sogenanntes „Dummypackage“ erfolgen, indem die äußerste Lage der Spule des HGÜ-Bauteils zunächst mit einem textilen Mischgewebeband umwickelt wird. Anschließend wird das Mischgewebeband mit Epoxidharz getränkt bzw. imprägniert. Nach der Verfestigung des Epoxidharzes wird ein Polyurethanlack aufgespritzt. Dieser Polyurethanlack wird zur Vorbereitung der Kleboberfläche angeschliffen. Auf die angeschliffene Polyurethan-Lackoberfläche wird im Anschluss daran die mit einer halbleitenden Schicht beschichtete Folie aufgeklebt. In einem letzten Prozessschritt wird zum Schutze eine Deckschicht aufgetragen. Das Material für diese Deckschicht kann ein Silikon sein, das bei Raumtemperatur vernetzt (RTV). Der Aufbau eines solchen „Dummypackage“ besteht also aus mehreren Lagen. Die Herstellung ist aufwändig. Zum einen ist das Aufbringen des Mischgewebes sowohl ein arbeitsintensiver als auch ein materialintensiver Prozessschritt. Die selbstklebende Folie ist teuer, denn die Folie muss der ultravioletten Strahlung über einen

langen Betriebszeitraum standhalten. Das für den Klebevorgang erforderliche anschleifen der Lackoberfläche ist ebenfalls arbeitsintensiv und verursacht zudem gesundheitsschädlichen Staub.

[0004] Es besteht daher ein Bedarf nach einer HGÜ-Luftdrosselpule, die resistent bezüglich dem "Black Spot Phenomenon" ist und gleichzeitig einfach und kostengünstig herstellbar ist.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0005] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine HGÜ- Luftdrosselpule und ein Verfahren zu deren Herstellung anzugeben, die möglichst einfach aufgebaut in der Herstellung kostengünstig ist.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe für eine HGÜ-Luftdrosselpule mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und für ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 8.

[0007] Gemäß einem Grundgedanken der Erfindung erfolgt bei einem HGÜ-Bauteil die Ausbildung einer elektrostatischen Abschirmung nicht durch Kleben einer Folie, sondern indem auf die Mantelfläche einer äußeren Wicklungslage ein halbleitender Lack aufgetragen wird. Dieser Auftrag erfolgt mittels eines Sprühverfahrens. Durch das Sprühverfahren wird auf der Spulenoberfläche ein Oberflächenfilm aufgespritzt, dessen elektrische Leitfähigkeitseigenschaft im Wesentlichen der bislang verwendeten Folie entspricht. Mit anderen Worten, die „dissipativen“ Materialeigenschaften der in EP 2 266 122 B1 durch Kleben einer Folie hergestellte halbleitende Schicht, wird nun durch eine durch Sprühen hergestellte halbleitende Schicht erreicht. Diese Sprühbeschichtung sorgt nun dafür, dass sich Ladungsträger, die sich während des Betriebs an der Oberfläche des HGÜ-Bauteils ausbilden, abgeführt werden. Im Ergebnis wird dadurch ebenfalls eine elektrostatische Aufladung des Bauteils wirkungsvoll entgegen gewirkt. Der große Vorteil liegt in der kostengünstigeren Herstellung und in der Gleichmäßigkeit der Abschirmwirkung.

[0008] Erfindungsgemäß weist also eine HGÜ-Luftdrosselpule zum Zweck der elektrostatischen Abschirmung eine Beschichtung auf, die durch Zerstäubung eines Materials d.h. eines halbleitenden Lackes gebildet wurde. Indem dies halbleitende Schicht direkt auf die Oberfläche der Spulenleiter „gespritzt“ wird, kann dem "Black Spot Phenomenon" sehr einfach und wirkungsvoll entgegengetreten werden. Bei der Herstellung können viele kostenintensive Prozessschritte eingespart werden: Eine teure UV stabilisierte, selbstklebende Folie entfällt. Damit entfällt auch eine aufwändige Oberflächenbehandlung, die für die Klebeverbindung der Folie notwendig ist. Die arbeitsintensive Anbringung eines textilen Mischgewebebandes als Untergrund für das Kleben ist ebenfalls nicht mehr erforderlich. Da die Beschichtungsfläche nicht mehr angeschliffen wird, fällt auch kein Schleifstaub an, der gesundheitsschädlich sein könnte.

[0009] Von besonderem Vorteil ist, dass die Schicht für die elektrostatische Abschirmung auf einfache Weise sehr gleichmäßig und dabei kostengünstig hergestellt werden kann. Im Gegensatz zu der bislang erforderlichen Folie gibt es bei der Sprühbeschichtung keine Stoßstelle oder Überlappung einer halbleitenden Schicht. Die Ableitwirkung ist auf der gesamten Oberfläche gleich. Bei der Herstellung sind weniger Verfahrensschritte erforderlich. Der Herstellungsprozess ist insgesamt kostengünstiger.

[0010] Es hat sich gezeigt, dass mit einer gleichmäßig aufgetragene Abschirmschicht, die eine Dicke von etwa 80 µm bis 120 µm aufweist, dem "Black Spot Phenomenon" effizient entgegen gewirkt werden kann. Eine solche Abschirmschicht lässt sich durch Sprühbeschichtung leicht und mit geringem Aufwand herstellen.

[0011] Die elektrische Eigenschaft dieser halbleitenden Schicht kann durch geeignete Füllstoffe, d.h. leitfähige Partikel in weiten Grenzen vorgegeben werden. Leitfähige Partikel können durch dielektrische, plättchenförmige Substrate gebildet sein, die jeweils von einer elektrisch leitfähigen Schicht umhüllt sind. Geeignete Werkstoffe für ein Substrat sind beispielsweise natürlicher oder synthetischer Glimmer, Aluminiumoxid, Siliziumdioxid oder Glas, oder Gemische davon. Die elektrisch leitfähige Schicht eines Partikels kann aus einem dotierten Me-

talloxid bestehen.

[0012] Hinsichtlich geringer Herstellungskosten kann es günstig sein, wenn das im Sprühvorgang zerstäubte Material ein Polymer mit eingebetteten halbleitenden Füllstoffen ist. Geeignet als Polymer ist ein Epoxidharz oder ein Polyurethan oder ein Silikon oder ein Polyester.

[0013] Bevorzugt wird ein Füllstoff, der durch ein Metalloxid oder ein Siliciumcarbid gebildet ist.

[0014] Mit Vorteil ist der Füllstoff ein dotiertes Metalloxid oder ein dotiertes Siliciumcarbid.

[0015] Ganz besonders bevorzugt hat sich ein Füllstoff herausgestellt, der anteilmäßig aus Partikeln aus undotiertem Siliciumcarbid und Partikeln aus einem mit Antimon dotierten Zinnoxid zusammengesetzt ist.

[0016] Das eingangs gestellte Problem wird auch durch ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils für eine HGÜ-Außenanlage gelöst, bei dem auf die außen liegende Mantelfläche einer äußeren Wicklungslage direkt eine halbleitende Schicht mittels eines Spritz- bzw. Sprühverfahrens aufgebracht wird. Dadurch können bislang erforderliche Prozessschritte eingespart werden, so dass die Herstellungskosten vergleichsweise geringer sind.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer HGÜ- Luftdrosselspule ist dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Verfahrensschritt eine konzentrische Wicklungsanordnung bereitgestellt wird und anschließend daran die äußere Mantelfläche der Wicklungsanordnung mit einem Sprühbeschichtungs-Verfahren, bei dem eine Schicht aus einem halbleitenden Lack, gebildet aus einem elektrostatisch dissipativem Material, welches einen Oberflächenwiderstand im Bereich von 10^9 bis 10^{14} Ohm/Quadrat aufweist, aufgetragen wird.

[0018] Mit besonderem Vorteil wird für diese Sprühbeschichtungs- Verfahren die so genannte „High Volume Low Pressure“-Technik (HVLP) angewandt. Mit diesem Niederdrucksprühverfahren ist eine schnelle und effiziente Lackierung großer Flächen möglich. Die Zerstäubung erfolgt durch Druckluft mit einem Luftdruck von 3-4 bar. Von Vorteil ist hierbei, dass vergleichsweise wenig Spritznebel erzeugt wird. Das Herstellungsverfahren ist dadurch umwelttechnisch günstig.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0019] Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird im nachfolgenden Teil der Beschreibung auf Zeichnungen Bezug genommen, aus denen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen, Einzelheiten und Weiterbildungen der Erfindung anhand eines nicht einschränkenden Ausführungsbeispiels zu entnehmen sind. Es zeigen:

[0020] Figur 1 eine HGÜ-Luftdrosselspule gemäß der Erfindung in einer Seitenansicht;

[0021] Figur 2 eine aus Figur 1 ausgerissene Detaildarstellung, mit Blick auf die obere Stirnseite der HGÜ- Luftdrosselspule, wodurch ein Teil der Wicklungsanordnung in einer räumlichen Darstellung zu sehen ist;

[0022] Figur 3 die elektrostatische Abschirmung der HGÜ-Luftdrosselspule gemäß Figur 1 in einer räumlichen Darstellung;

[0023] Figur 4 eine Schnittdarstellung durch die in Figur 2 dargestellte Wicklungsanordnung, wobei der Schichtaufbau auf der äußeren Wicklungslage vergrößert dargestellt ist.

AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0024] Figur 1 zeigt eine HGÜ-Luftdrosselspule 1 wie sie üblicherweise bei Hochspannung-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) als Glättungsdrosseln eingesetzt wird. Der Betrieb einer solchen HGÜ-Luftdrosselspule 1 erfolgt üblicherweise in einem Außenbereich und ist damit auch den dort herrschenden Witterungsbedingungen ausgesetzt. Die Zeichnung der Figur 1 zeigt die Luftdrosselspule 1 in einer vertikal stehenden Lage, die mittels Isolatoren 13 und einer Stahlkonstruktion 15 auf einem Fundament bzw. auf Erde 15 abgestützt ist.

[0025] Im Betriebsfall liegt die Luftprosselspule 1 auf einem hohen elektrischen Potenzial gegenüber Erde, beispielsweise auf 500-800 KV und führt einen Strom von bis zu 4000 A. Der Spannungsabfall über die Luftprosselspule 1 d.h. zwischen den elektrischen Anschlüssen 11 und 12 ist im Vergleich hierzu geringer und entspricht etwa der Restwelligkeit der zu glättenden Spannung, in der Regel etwa 100 V bis einige KV. Nur bei transienten Vorgängen, wie Schaltvorgängen oder bei einem Blitzeinschlag kann an der Luftprosselspule 1 selbst eine signifikante Spannung abfallen, welcher die Isolation ihrer Wicklungen standhalten muss.

[0026] Wie in Figur 2 zu sehen, weist die Luftprosselspule 1 eine elektrische Wicklungsanordnung auf, mit einem spiralförmig um die Achse 18 gewickelten Spulenleiter 10. Die einzelnen Lage 2, 3, 4, und 4' des Leiters 10 sind durch einen Haltestern 7, 8 in radialem Abstand gehalten. Endseitig am Haltestern 7, 8 ist jeweils eine Schirmkappe 16 vorgesehen, so dass der Effekt der Spitzenwirkung gemindert ist.

[0027] Aufgrund des hohen elektrischen Potenzials der Luftprosselspule 1 baut sich ein starkes elektrostatisches Feld zwischen der Außenseite der Luftprosselspule 1 und der Erde 15 auf. Dieses Potenzial kann dazu führen, dass sich Ladungsträger aus der Umgebung 9 auf der Mantelfläche der Drossel 1 mit den eingangs genannten Folgen einer elektrostatischen Verschmutzung bzw. der Ausbildung von so genannten "black spots" ausbilden. Um diesem "Black Spot Phenomenon" entgegenzutreten, ist die Luftprosselspule 1 mit einer elektrostatischen Abschirmung versehen. Diese elektrostatische Abschirmung wurde bislang durch eine selbstklebende, elektrisch halbleitende Folie realisiert, die nun aber gemäß der Erfindung durch eine Schicht 22 ersetzt wird, die direkt auf die äußere Wicklungslage auf gesprührt wird, und im Folgenden näher erläutert ist.

[0028] Figur 2 zeigt eine aus Figur 1 ausgerissene Detaildarstellung, mit Blick auf die obere Stirnseite der HGÜ-Luftprosselspule, wodurch ein Teil der Wicklungsanordnung in einer räumlichen Darstellung zu sehen ist. Auf der äußeren Mantelfläche 21 ist die halbleitende Schicht 22 in Form einer Lackierung aufgesprührt (siehe auch Figur 4). In Figur 2 ist auch zu sehen, dass die einzelnen Wicklungslagen 2, 3, 4, 4' der Luftprosselspule 1 durch Luftspalte 6 voneinander getrennt sind. Haltestern 7 hält diese Wicklungslagen 2, 3, 4, 4' in einem Abstand. Abstandshalter 5 definieren den Abstand der einzelnen Wicklungslagen 2, 3, 4, 4' zueinander. Endseitig sind die Haltesterne 7 mit einer Schirmkappe 16 versehen.

[0029] In der Figur 3 ist die elektrostatische Abschirmung 17 der HGÜ-Luftprosselspule getrennt heraus gezeichnet. Sie besteht im Wesentlichen aus der holzylindrischen Schicht 22 und stirnseitig den Umfang umschließende Kollektorelektroden 19, 20. Die Schicht 22 wurde durch Spritzen hergestellt. Mit einer Spritzpistole wurde mit einem Luftdruck von 3-4 bar ein halbleitender Polyurethanlack in einer Spritzpistole zerstäubt und außenseitig auf der Mantelfläche der Wicklungslage 4' aufgesprührt. Während des Spritzvorgangs wurde der Abstand zwischen Spritzpistole Achse 18 der Spule 1 konstant gehalten. Auf diese Weise lässt sich mittels einer automatisierten Spritzvorrichtung auf der Außenumfangsfläche der Wicklungslage 4' eine elektrisch halbleitende Beschichtung 22 herstellen, die eine gleichmäßige Schichtdicke zwischen 80-120 µm aufweist.

[0030] Die Beschichtung 22 weist stirnseitig jeweils um den Umfang herumlaufende Kollektorelektroden 19, 20 auf. Diese Kollektorelektroden 19, 20 sind mit den elektrischen Anschlüssen 11, 12 der Luftprosselspule 1 leitend verbunden.

[0031] Die halbleitende Schicht 22 umfasst einen polymeren Stoff der einen Füllstoff enthält, in Form elektrisch halbleitender Feststoff-Partikel bzw. -Pigmente, die in dem polymeren Werkstoff eingebettet sind. Die elektrische Leitfähigkeit der Partikel kann dabei jeweils durch Dotierung ihres Werkstoffs in weiten Grenzen variiert werden. Durch Dotierung bzw. Zusammensetzung von Partikel und Matrixmaterial kann eine resistive Beschichtung 22 mit einem Oberflächenwiderstand in einem Bereich zwischen 10^9 bis 10^{14} Ohm/Quadrat hergestellt werden. Die Schicht 22 wirkt wie gesagt als elektrostatische Abschirmung. Mit der elektrisch halbleitenden Schicht 22 wird erreicht, dass die vom Außenraum 9 auf die Luftprosselspule 1 auftreffenden Ladungsträger „dissipativ“ jeweils auf kürzestem Wege zur nächstliegenden Kollektorelektrode 19 bzw.

20 gelangen und von dort zu einem der Anschlüsse 11 bzw. 12 abgeleitet werden. Durch die Ableitung dieser Ladungsträger verringert sich das Risiko, der Ausbildung einer leitfähigen Struktur auf der Außenseite der Luftspaltdrossel 2 und damit eines Oberflächenkriechstroms. Die eingangs geschilderten Nachteile können damit weitgehend verhindert werden.

[0032] Figur 4 zeigt eine Schnittdarstellung durch die in Figur 2 dargestellte Wicklungsanordnung, wobei der Schichtaufbau auf der äußeren Wicklungslage 4' vergrößert dargestellt ist. Die Mantelfläche 21 der außen liegenden Wicklungslage 4' ist mit der halbleitenden Sprühbeschichtung 22 beschichtet. Die Sprühbeschichtung 22 enthält einen Füllstoff. In Figur 4 sind Partikel des Füllstoffs mit dem Bezugszeichen 23 gekennzeichnet. Der Füllstoff ist aus Partikel 23 verschiedener Werkstoffe zusammensetzt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel besteht die Zusammensetzung des Füllstoffs aus einer Mischung von Partikel 23 unterschiedlicher Werkstoffe, gebildet aus undotiertem Siliciumcarbid und mit Antimon dotiertem Zinnoxid. Zum Außenraum 9 hin ist die Sprühbeschichtung 22 mit einer Schutz- oder Deckschicht 24 abgedeckt, die aus einem RTV Silikon besteht.

[0033] Obwohl die Erfindung anhand der oben dargestellten beiden Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert wurde, so ist die Erfindung auf diese Beispiele nicht eingeschränkt. Andere Ausgestaltungen und Variationen sind denkbar, ohne dass der Grundgedanke der Erfindung verlassen wird.

ZUSAMMENSTELLUNG DER VERWENDETEN BEZUGSZEICHEN

- | | |
|----------|--|
| 1 | Luftdrosselpule |
| 2,3,4,4' | Wicklungslagen |
| 5 | Abstandshalter |
| 6 | Luftspalt |
| 7, 8 | Haltestern |
| 9 | Außenraum |
| 10 | Spulenleiter |
| 11,12 | elektrischer Anschluss der Luftdrosselpule 1 |
| 13 | Isolator |
| 14 | Stützkonstruktion |
| 15 | Erde, Fundament |
| 16 | Schirmkappe |
| 17 | elektrostatische Abschirmung |
| 18 | Achse |
| 19,20 | Kollektorelektroden |
| 21 | Mantelfläche der äußeren Wicklungslage 4' |
| 22 | Schicht |
| 23 | Partikel, Füllstoff |
| 24 | Deckschicht |

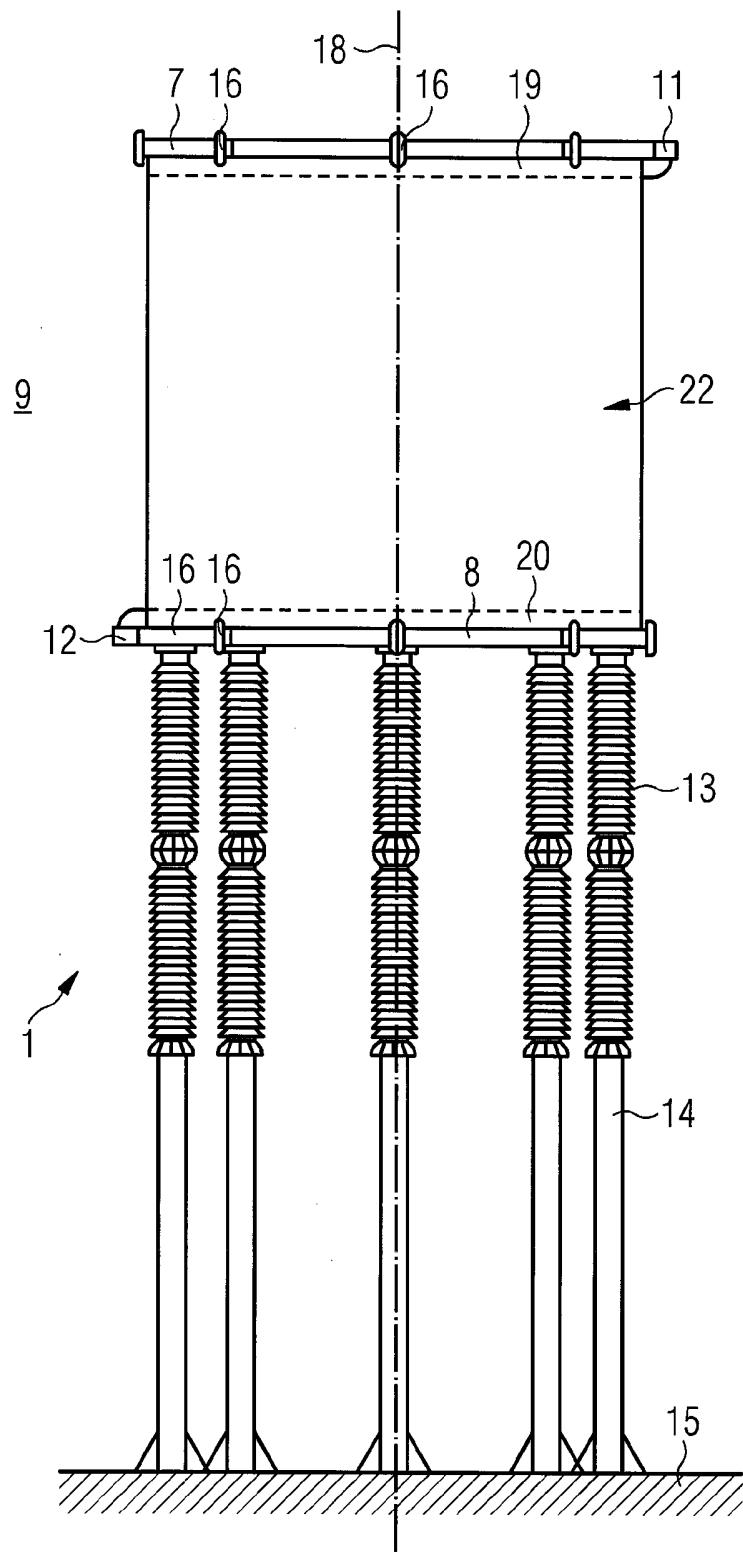
Patentansprüche

1. HGÜ-Luftdrosselspule (1), umfassend:
 - zumindest eine konzentrische Wicklungslage (2-4, 4'), wobei an deren enden elektrische Anschlüsse (11,12) ausgebildet sind,
 - einen elektrostatische Abschirmung (17), enthaltend
 - o eine Schicht (22) aus elektrostatisch dissipativem Material, welches einen Oberflächenwiderstand im Bereich von 10^9 bis 10^{14} Ohm/Quadrat aufweist,
 - o wobei die Schicht (22) an zumindest einem Ende mit einer im Wesentlichen über seinen Umfang verlaufenden Kollektorelektrode (19,20) zum Anschluss an einem der Anschlüsse (11, 12) versehen ist,
dadurch gekennzeichnet,
2. Luftdrosselspule nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (22) eine Schichtdicke zwischen 80 µm bis 120 µm aufweist.
3. Luftdrosselspule nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (22) eine polymere Matrix mit eingebetteten Füllstoffen umfasst, wobei das Material für die polymere Matrix ein Epoxidharz oder ein Polyurethan oder ein Silikon oder ein Polyester ist.
4. Luftdrosselspule nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet** dass der Füllstoff durch Partikeln (23), gebildet aus Metallocid oder Siliciumcarbid, gebildet ist.
5. Luftdrosselspule nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Füllstoff durch Partikel (23), gebildet aus dotiertem Metallocid oder dotiertem Siliciumcarbid, gebildet ist.
6. Luftdrosselspule nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Füllstoff durch Partikel (23), gebildet aus undotiertem Siliciumcarbid und mit Antimon dotiertem Zinnoxid, gebildet ist.
7. Luftdrosselspule nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (22) mit einer Deckschicht (24) abgedeckt ist.
8. Verfahren zur Herstellung einer HGÜ-Luftdrosselspule, umfassend die folgenden Verfahrensschritte:
 - Bereitstellen von zumindest einer konzentrischen Wicklungslage (2-4);
 - Beschichteten der zumindest einen konzentrischen Wicklungslage an einer äußeren Mantelfläche (21) mit einem Sprühbeschichtungs-Verfahren, bei dem eine Schicht (22) aus einem halbleitenden Lack gebildet wird, der aus einem elektrostatisch dissipativem Material besteht, welches einen Oberflächenwiderstand im Bereich von 10^9 bis 10^{14} Ohm/Quadrat aufweist.
9. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (22) mit einem Niederdruck-Sprühverfahren (HVPL) gebildet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (22) eine Schichtdicke zwischen 80 µm und 120 µm aufweist.
11. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Niederdrucksprühverfahren zum Zerstäubung des Materials eine Druckluft mit einem Luftdruck von 3-4 bar verwendet wird.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

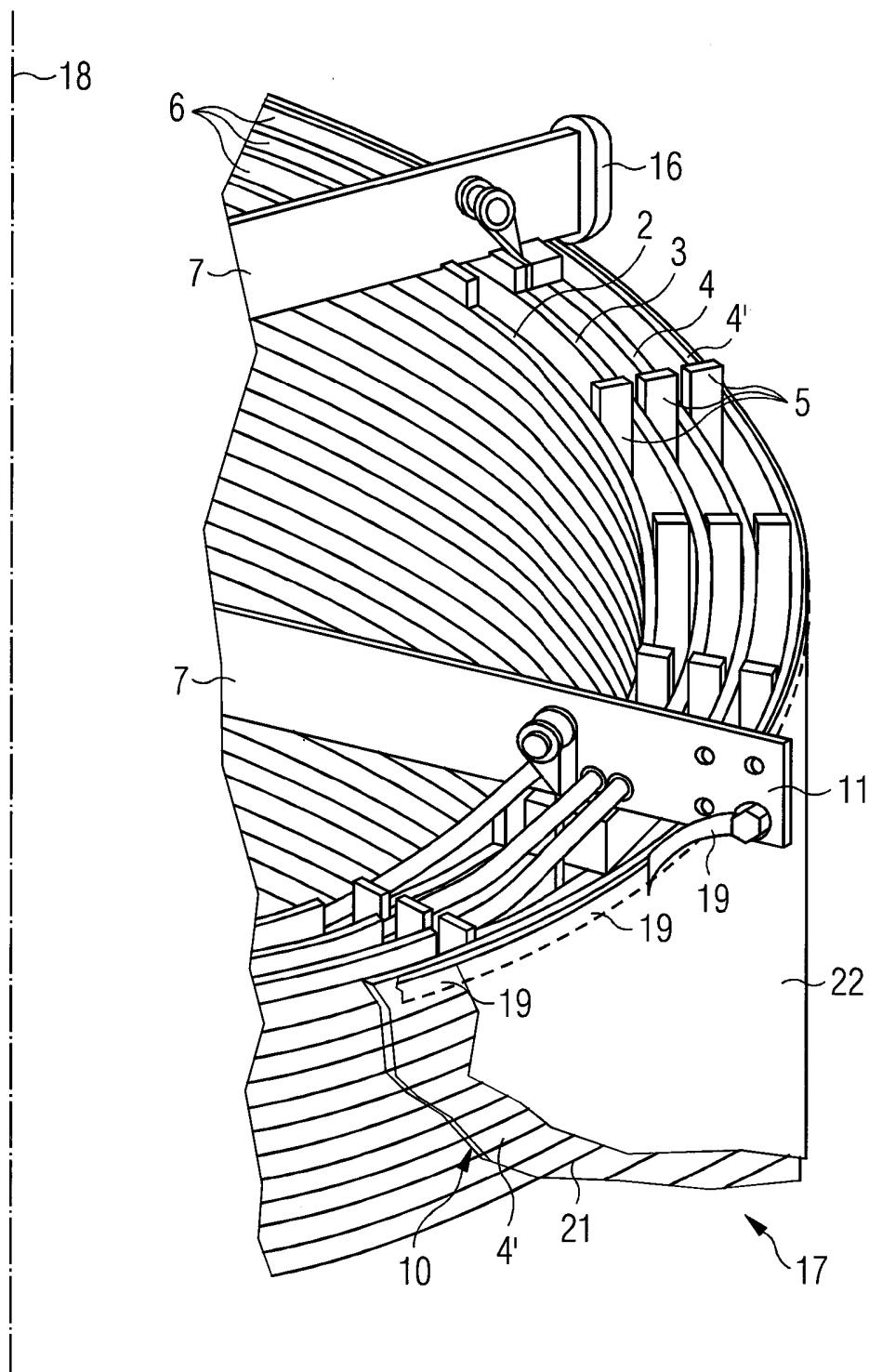
1/3

FIG 1



2/3

FIG 2



3/3

FIG 3

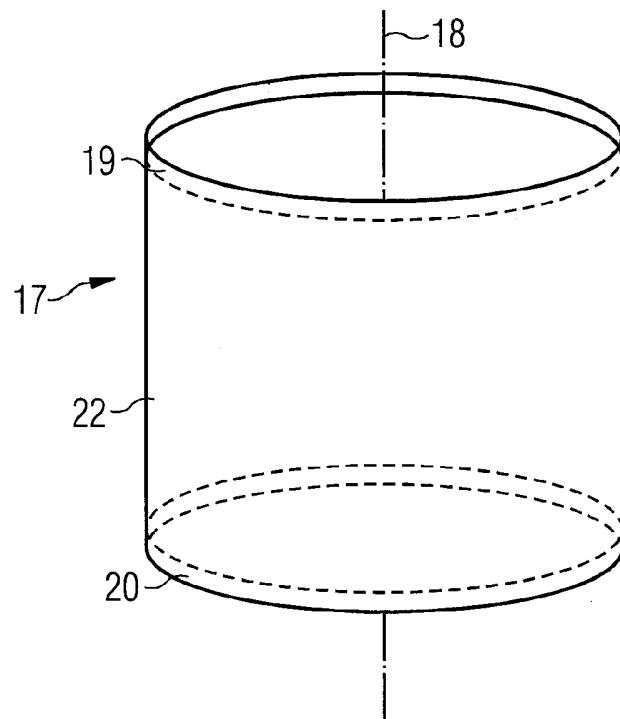


FIG 4

