

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **714 353 B1**

(51) Int. Cl.: **H01B 17/26** (2006.01)
H01B 17/58 (2006.01)
H02G 3/22 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 00700/19

(22) Anmeldedatum: 17.01.2017

(43) Anmeldung veröffentlicht: 26.07.2018

(24) Patent erteilt: 15.07.2021

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.07.2021

(73) Inhaber:
Tsinghua University, Qinghuayuan, Haidian District
Beijing (CN)

(72) Erfinder:
Jinliang He, Beijing (CN)
Jun Hu, Beijing (CN)
Xiaolei Zhao, Beijing (CN)
Xiao Yang, Beijing (CN)
Pengfei Meng, Beijing (CN)
Zhanqing Yu, Beijing (CN)
Rong Zeng, Beijing (CN)
Bo Zhang, Beijing (CN)
Qi Li, Beijing (CN)

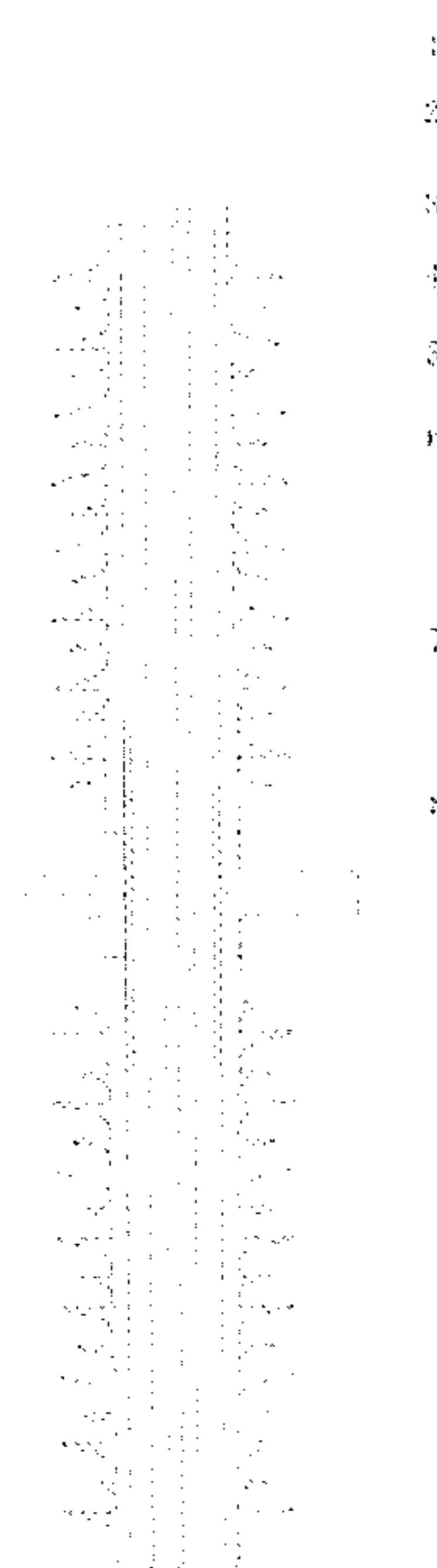
(74) Vertreter:
euromaier AG, Berglihöh 3
8725 Ernetschwil (CH)

(86) Internationale Anmeldung:
PCT/CN 2017/071447

(87) Internationale Veröffentlichung:
WO 2018/132951

(54) **Futterrohr zur Führung einer Hochspannungsleitung durch eine Wand mit einer Druckausgleichsschicht aus Verbundstoff mit nichtlinearer elektrischer Leitfähigkeit.**

(57) Ein Futterrohr zur Führung einer Hochspannungsleitung durch eine Wand mit einer Druckausgleichsschicht aus Verbundstoff mit nichtlinearer elektrischer Leitfähigkeit, umfassend eine stabförmige Führungsstange, wobei die Aussenseite der Führungsstange mit einer Druckausgleichsschicht bedeckt ist, wobei das Äussere der Druckausgleichsschicht mit einer Strombegrenzungsschicht bedeckt ist, wobei das Äussere der Strombegrenzungsschicht mit einer Ummantelung mit mehreren reghenschirmförmigen Vorsprüngen aus Silikongummi bedeckt ist, und wobei in der Strombegrenzungsschicht eine Elektrodenverlängerungsschicht eingebettet ist. Vorteile: Unter Verwendung der Druckausgleichsschicht und der Elektrodenverlängerungsschicht aus nichtlinear-leitfähigem Verbundstoff wird die Feldstärke im Inneren der Hauptisolation und in der Nähe des Flansches gleichmässig gemacht, dadurch wird nicht nur das Problem des Durchschlags der Hauptisolation und des Überschlags am Flansch gelöst, sondern die Grösse des Wanddurchführungsfutterrohrs wird auch verringert, dadurch wird die Wärmeableitungsleistung des Futterrohrs offensichtlich verbessert, der Herstellungsprozess wird stark vereinfacht und die Effizienz und der wirtschaftliche Nutzen werden verbessert.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Futterrohr zur Führung einer Hochspannungsleitung durch eine Wand mit einer Druckausgleichsschicht aus Verbundstoff mit nichtlinearer elektrischer Leitfähigkeit, für das Gebiet der Hochspannungsübertragungs- und -verbindungs-ausrüstung.

Stand der Technik

[0002] Das Futterrohr wird als wichtiges Gerät im Stromsystem dazu verwendet, eine Hochspannungsleitung durch eine Wand zu führen, und seine Zuverlässigkeit hat einen wichtigen Einfluss auf den sicheren und zuverlässigen Betrieb des Stromsystems. Das Futterrohr wird durch Einsetzen einer Hochspannungselektroden-Führungsstange in der Mitte des Zwischenflansches der Masseelektrode gebildet und ist eine typische Isolierstruktur, dessen elektrische Feld eine Komponente der vertikalen Mediumsoberfläche aufweist, die Hauptisolation ist anfällig für einen Durchschlag und ein Überschlag kann leicht am Rand des Flansches auftreten. Zu diesem Zweck ist es erforderlich, das elektrische Feld in der Nähe des Flansches und der Führungsstange zu verbessern, die Isolationsfestigkeit des Mediums zu verbessern und geeignete Isolationsstrukturen und -materialien zu entwickeln und auszuwählen. Die Futterrohre haben verschiedene Formen und werden derzeit von der Struktur des kapazitiven Spannungsausgleichs beherrscht. Für die innere Isolierung des kapazitiven Futterrohrs wird eine Kondensatorkernstruktur verwendet, um das elektrische Feld innerhalb des Futterrohrs zum Ausgleich zu bringen. Die Herstellung des Kondensatorkerns stellt jedoch hohe Anforderungen ans technologische Niveau, und im Produktionsprozess treten häufig verschiedene Qualitätsprobleme auf, was die Zuverlässigkeit des kapazitiven Futterrohrs erheblich beeinflusst; und das geforderte höhere technische Niveau begrenzt auch stark die Reduzierung der Produktionskosten und die Verbesserung der Produktionseffizienz. Aufgrund seiner grossen Grösse und ernsthaften inneren Wärmezeugung stellt das Hochspannungs-Gleichstromfutterrohr, das einen Kondensatorkern verwendet, ein grosses verstecktes Risiko für einen sicheren und zuverlässigen Betrieb des Futterrohrs dar.

Inhalt der Erfindung

[0003] Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, die obigen Probleme zu lösen und ein Futterrohr zur Führung einer Hochspannungsleitung durch eine Wand mit einer Druckausgleichsschicht aus Verbundstoff mit nichtlinearer elektrischer Leitfähigkeit zu entwickeln. Die spezifische Lösung ist: ein Futterrohr zur Führung einer Hochspannungsleitung durch eine Wand mit einer Druckausgleichsschicht aus Verbundstoff mit nichtlinearer elektrischer Leitfähigkeit, umfassend eine stabförmige Führungsstange, wobei die Aussenseite der Führungsstange mit einer Druckausgleichsschicht bedeckt ist, und wobei das Äussere der Druckausgleichsschicht mit einer Strombegrenzungsschicht bedeckt ist, und wobei das Äussere der Strombegrenzungsschicht mit einer mit mehreren regenschirmförmigen Vorsprüngen Ummantelung aus Silikongummi mit mehreren regenschirmförmigen Vorsprüngen, bedeckt ist, und wobei in der Strombegrenzungsschicht eine Elektrodenverlängerungsschicht eingebettet ist.

[0004] Die Druckausgleichsschicht und die Elektrodenverlängerungsschicht bestehen jeweils aus nichtlinear-leitfähigem Verbundstoff aus anorganischen Füllstoffpulverteilchen und organischen Materialien mit hoher Isolationsfestigkeit, wobei die Durchschlagfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs der Druckausgleichsschicht 5 höher als die Durchschlagfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs der Elektrodenverlängerungsschicht ist.

[0005] An beiden Enden der Führungsstange ist ein unterer Flansch angeordnet, wobei der untere Flansch und der Silikongummi-Regenschirmmantel einen geschlossenen Raum bilden, und wobei die Führungsstange, die Druckausgleichsschicht, die Strombegrenzungsschicht und die Elektrodenverlängerungsschicht sich jeweils im geschlossenen Raum befinden, und wobei beide Enden der Führungsstange durch den unteren Flansch hindurchgehen und jeweils mit einer Anschlussklemme 1 verbunden sind.

[0006] Im Zwischenabschnitt des Silikongummi-Regenschirmmantels ist ein oberer Flansch angeordnet, wobei beide Enden des oberen Flansches mit dem Silikongummi-Regenschirmmantel verbunden sind, und wobei die Innenfläche des Flansches in Berührung mit der Elektrodenverlängerungsschicht kommt, und wobei der Silikongummi-Regenschirmmantel als röhrenförmige Struktur ausgebildet ist, und wobei die Aussenfläche des Silikongummi-Regenschirmmantels mit einem regenschirmförmigen Vorsprung versehen ist, und wobei der regenschirmförmige Vorsprung und der Silikongummi-Regenschirmmantel eine einmal, d.h. einstückige, spritzgegossene Gesamtstruktur darstellen, und wobei die regenschirmförmigen Vorsprünge in einer Anzahl von mehr als 1 bereitgestellt sind, und wobei die mehreren regenschirmförmigen Vorsprünge entlang der axialen Richtung des Silikongummi-Regenschirmmantels in linearer Matrix, d.h. in regelmässigem Abstand, angeordnet sind.

[0007] Die anorganischen Füllstoffpulverteilchen enthalten zumindest eines von Zinkoxid-Varistor-Keramikpulver, SiC-Pulver, TiO₂-Pulver, SrTiO₃-Pulver, CCTO-Pulver und SnO₂-Pulver, während die organischen Materialien mit hoher Isolationsfestigkeit Epoxidharz, Polyethylen-Harz, Polypropylen-Harz und EPDM-Harz enthalten.

[0008] Die Durchschlagfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs wird durch die Spannung im Futterrohr ausgewählt, wobei die Durchschlagfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs durch die geometrische Grösse des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs ausgewählt wird, und wobei die Durchschlagfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen

Verbundstoffs durch die Teilchengrösse der anorganischen Füllstoffpulverteilchen eingestellt wird, und wobei die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs durch den Volumenteil der anorganischen Füllstoffpulverteilchen eingestellt wird, und wobei für die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs durch Einführen von leitfähigen Pulverteilchen in Spurenmengen eine Einstellung durch Mischen mit mehreren Komponenten durchgeführt wird.

[0009] Die anorganischen Füllstoffpulverteilchen haben eine Teilchengrösse im Bereich von 30 µm bis 300 µm, wobei die jeweiligen Komponenten in den anorganischen Füllstoffpulverteilchen einen Volumenanteil wie folgt haben: 5-80 Teile von Zinkoxid-Varistor-Keramikkpulvern oder 10-95 Teile von SiC-, TiO₂-, SrTiO₃-, CCTO- und SnO₂-Pulvern.

[0010] Das mit der obigen technischen Lösung der vorliegenden Erfindung erhaltene Futterrohr zur Führung einer Hochspannungsleitung durch eine Wand mit einer Druckausgleichsschicht aus Verbundstoff mit nichtlinearer elektrischer Leitfähigkeit hat folgende Vorteile: unter Verwendung der Druckausgleichsschicht und der Elektrodenverlängerungsschicht aus nichtlinear-leitfähigem Verbundstoff wird die Feldstärke im Inneren der Hauptisolation und in der Nähe des Flansches gleichmässig gemacht, dadurch wird nicht nur das Problem des Durchschlags der Hauptisolation und des Überschlags am Flansch gelöst, sondern die Grösse des Futterrohrs wird auch verringert, dadurch wird die Wärmeableitungsleistung des Futterrohrs offensichtlich verbessert, der Herstellungsprozess wird stark vereinfacht und die Effizienz und der wirtschaftliche Nutzen werden verbessert.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0011] Figur 1 zeigt eine schematische Strukturansicht des Futterrohrs zur Führung einer Hochspannungsleitung durch eine Wand mit einer Druckausgleichsschicht aus Verbundstoff mit nichtlinearer elektrischer Leitfähigkeit gemäss der vorliegenden Erfindung.

Bezugszeichenliste

[0012]

- 1 Anschlussklemme
- 2 Unterer Flansch
- 3 Silikongummi-Regenschirmmantel
- 4 Führungsstange
- 5 Druckausgleichsschicht
- 6 Strombegrenzungsschicht
- 7 Elektrodenverlängerungsschicht
- 8 Oberer Flansch

Ausführliche Ausführungsformen

[0013] Im Zusammenhang mit Figuren wird die vorliegende Erfindung im Folgenden näher erläutert.

[0014] Figur 1 zeigt eine schematische Strukturansicht des Futterrohrs zur Führung einer Hochspannungsleitung durch eine Wand mit einer Druckausgleichsschicht aus Verbundstoff mit nichtlinearer elektrischer Leitfähigkeit gemäss der vorliegenden Erfindung. Wie in Figur 1 dargestellt, umfasst ein Futterrohr zur Führung einer Hochspannungsleitung durch eine Wand mit einer Druckausgleichsschicht aus Verbundstoff mit nichtlinearer elektrischer Leitfähigkeit eine stabförmige Führungsstange 4, wobei die Aussenseite der Führungsstange 4 mit einer Druckausgleichsschicht 5 bedeckt ist, und wobei das Äussere der Druckausgleichsschicht 5 mit einer Strombegrenzungsschicht 6 bedeckt ist, und wobei das Äussere der Strombegrenzungsschicht 6 mit einem Silikongummi-Regenschirmmantel 3 bedeckt ist, und wobei in der Strombegrenzungsschicht 6 eine Elektrodenverlängerungsschicht 7 eingebettet ist.

[0015] Die Druckausgleichsschicht 5 und die Elektrodenverlängerungsschicht 7 bestehen jeweils aus nichtlinear-leitfähigem Verbundstoff aus anorganischen Füllstoffpulverteilchen und organischen Materialien mit hoher Isolationsfestigkeit, wobei die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs der Druckausgleichsschicht 5 höher als die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs der Elektrodenverlängerungsschicht 7 ist.

[0016] An beiden Enden der Führungsstange 4 ist ein unterer Flansch 2 angeordnet, wobei der untere Flansch 2 und der Silikongummi-Regenschirmmantel 3 einen geschlossenen Raum bilden, und wobei die Führungsstange 4, die Druckausgleichsschicht 5, die Strombegrenzungsschicht 6 und die Elektrodenverlängerungsschicht 7 sich jeweils im geschlossenen Raum befinden, und wobei beide Enden der Führungsstange 4 durch den unteren Flansch 2 hindurchgehen und jeweils mit einer Anschlussklemme verbunden sind.

[0017] Im Zwischenabschnitt des Silikongummi-Regenschirmmantels 3 ist ein oberer Flansch 8 angeordnet, wobei beide Enden des oberen Flansches 8 mit dem Silikongummi-Regenschirmmantel 3 verbunden sind, und wobei die Innenfläche des Flansches 8 in Berührung mit der Elektrodenverlängerungsschicht 7 kommt, und wobei der Silikongummi-Regenschirmmantel 3 als eine röhrenförmige Struktur ausgebildet ist, und wobei die Aussenfläche des Silikongummi-Regenschirmmantels 3 mit einem regenschirmförmigen Vorsprung versehen ist, und wobei der regenschirmförmige Vorsprung und der Silikongummi-Regenschirmmantel 3 eine einmal spritzgegossene Gesamtstruktur darstellen, und wobei die re-

genschildförmigen Vorsprünge in einer Anzahl von mehr als 1 bereitgestellt sind, und wobei die mehreren regenschirmförmigen Vorsprünge entlang der axialen Richtung des Silikongummi-Regenschirmmantels 3 in linearer Matrix, d.h. in regelmässigem Abstand, angeordnet sind.

[0018] Die anorganischen Füllstoffpulverteilchen enthalten einzelne Pulver oder eine Kombination von zwei oder mehr als zwei Pulvern von Zinkoxid-Varistor-Keramikpulver, SiC-Pulver, TiO₂-Pulver, SrTiO₃-Pulver, CCTO-Pulver und SnO₂-Pulver, während die organischen Materialien mit hoher Isolationsfestigkeit Epoxidharz, Polyethylen-Harz, Polypropylen-Harz und EPDM-Harz enthalten.

[0019] Die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs wird durch die Spannung im Futterrohr ausgewählt, wobei die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs durch die geometrische Grösse des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs ausgewählt wird, und wobei die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs durch die Teilchengrösse der anorganischen Füllstoffpulverteilchen eingestellt wird, und wobei die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs durch den Volumenteil der anorganischen Füllstoffpulverteilchen eingestellt wird, und wobei für die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs durch Einführen von leitfähigen Pulverteilchen in Spurenmengen eine Einstellung durch Mischen mit mehreren Komponenten durchgeführt wird.

[0020] Die Zinkoxid-Varistor-Keramikpulver in den anorganischen Füllstoffpulverteilchen haben eine Teilchengrösse im Bereich von 30 µm bis 300 µm, wobei die jeweiligen Komponenten in den anorganischen Füllstoffpulverteilchen einen Volumenanteil wie folgt haben: 5-80 Teile von Zinkoxid-Varistor-Keramikpulvern oder 10-95 Teile von irgendeinem Pulver von SiC, TiO₂, SrTiO₃, CCTO und SnO₂.

Ausführungsform 1

[0021] Die anorganischen Füllstoffpulverteilchen enthalten Zinkoxid-Varistor-Keramikpulver, während die organischen Materialien mit hoher Isolationsfestigkeit Epoxidharz, Polyethylen-Harz, Polypropylen-Harz und EPDM-Harz enthalten.

[0022] Die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs wird durch die Spannung im Futterrohr ausgewählt, wobei die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs durch den Volumenteil der anorganischen Füllstoffpulverteilchen eingestellt wird, und wobei für die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs durch Einführen von Russ in Spurenmengen eine Einstellung durch Mischen mit mehreren Komponenten durchgeführt wird.

[0023] Die Zinkoxid-Varistor-Keramikpulver in den anorganischen Füllstoffpulverteilchen haben eine Teilchengrösse im Bereich von 30 µm bis 50 µm, wobei die jeweiligen Komponenten in den anorganischen Füllstoffpulverteilchen einen Volumenanteil von 40 Teilen von Zinkoxid-Varistor-Keramikpulvern haben.

Ausführungsform 2

[0024] Die anorganischen Füllstoffpulverteilchen enthalten Zinkoxid-Varistor-Keramikpulver und SiC-Pulver, während die organischen Materialien mit hoher Isolationsfestigkeit Epoxidharz, Polyethylen-Harz, Polypropylen-Harz und EPDM-Harz enthalten.

[0025] Die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs wird durch die geometrische Grösse des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs ausgewählt, wobei die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs durch die Teilchengrösse der anorganischen Füllstoffpulverteilchen eingestellt wird, wobei die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs durch den Volumenteil der anorganischen Füllstoffpulverteilchen eingestellt wird, und wobei für die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs durch Einführen von Graphit in Spurenmengen eine Einstellung durch Mischen mit mehreren Komponenten durchgeführt wird.

[0026] Die Zinkoxid-Varistor-Keramikpulver in den anorganischen Füllstoffpulverteilchen haben eine Teilchengrösse im Bereich von 150 µm bis 200 µm, wobei die SiC-Pulver eine Teilchengrösse von 300-500 µm haben, und wobei die jeweiligen Komponenten in den anorganischen Füllstoffpulverteilchen einen Volumenanteil von 20 Teilen von SiC-Pulvern und 40 Teilen von Zinkoxid-Varistor-Keramikpulvern haben.

Ausführungsform 3

[0027] Die anorganischen Füllstoffpulverteilchen enthalten Zinkoxid-Varistor-Keramikpulver und SiC-Pulver, während die organischen Materialien mit hoher Isolationsfestigkeit Epoxidharz, Polyethylen-Harz, Polypropylen-Harz und EPDM-Harz enthalten.

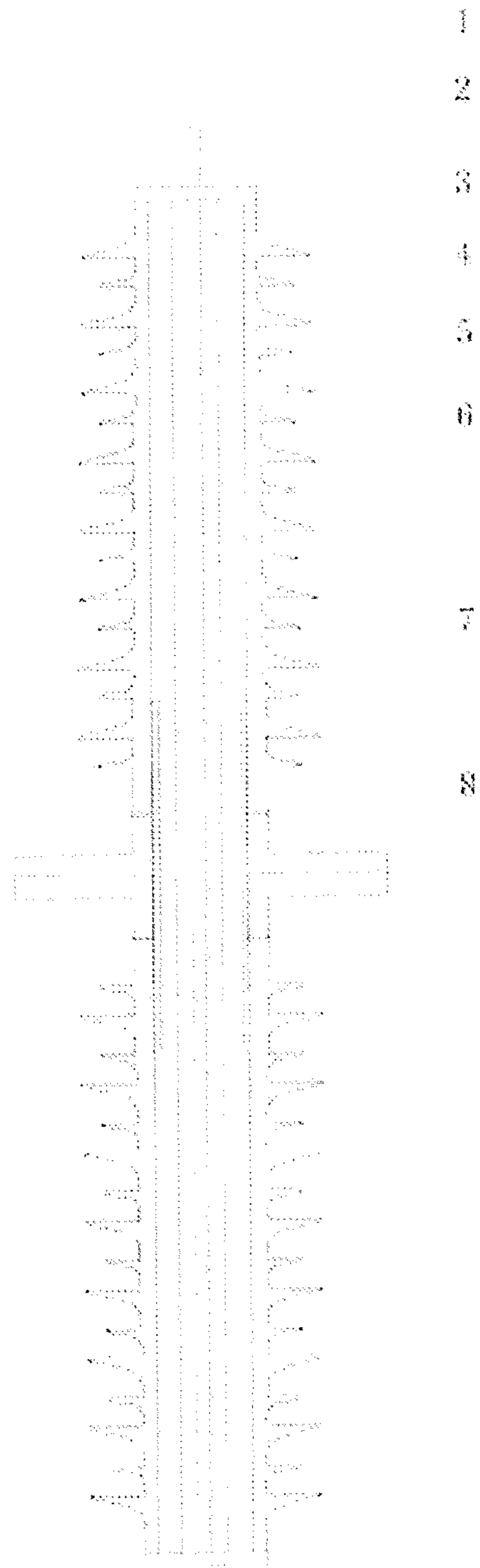
[0028] Die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs wird durch die Spannung im Futterrohr ausgewählt, wobei die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs durch die geometrische Grösse des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs ausgewählt wird, wobei die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs durch den Volumenteil der anorganischen Füllstoffpulverteilchen eingestellt wird, und wobei für die Durchschlagsfeldstärke des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs durch Einführen von Kohlefasern in Spurenmengen eine Einstellung durch Mischen mit mehreren Komponenten durchgeführt wird.

[0029] Die Zinkoxid-Varistor-Keramikpulver in den anorganischen Füllstoffpulverteilchen haben eine Teilchengrösse im Bereich von 250 µm bis 300 µm, wobei die SiC-Pulver eine Teilchengrösse von 600-800 µm haben, und wobei die jeweiligen Komponenten in den anorganischen Füllstoffpulverteilchen einen Volumenanteil von 10 Teilen von Zinkoxid-Varistor-Keramikpulvern und 60 Teilen von SiC-Pulvern haben.

[0030] Für das Futterrohr wird eine dreischichtige Hauptisolation, die hauptsächlich aus einem nichtlinear-leitfähigen Verbundstoff besteht, verwendet, die Druckausgleichsschicht 5 besteht aus einem nichtlinear-leitfähigen Verbundstoff mit grosser Durchschlagsfeldstärke, um die Verteilung der Feldstärke in der Hauptisolation zu begrenzen und gleichmässig zu machen; die Elektrodenverlängerungsschicht 7 am oberen Flansch 8 wird dazu verwendet, die Masseelektrodenverlängerung zu realisieren und die Feldstärkekonzentration am Flansch 2 zu reduzieren; die Leistungsparameter des nichtlinear-leitfähigen Verbundstoffs und die räumliche Feldstärke können adaptiv angepasst werden, um eine intelligente Verbesserung der räumlichen Feldstärke zu realisieren; wenn die lokale Feldstärke des Futterrohrs zu gross ist, steigt die elektrische Leitfähigkeit des Verbundstoffs, wodurch die Partialspannung sich erhöht und die lokale Feldstärke verringert wird, dadurch wird die Wahrscheinlichkeit des Durchschlags der Hauptisolation und des Überschlags entlang der Oberfläche verringert.

Patentansprüche

1. Futterrohr zur Führung einer Hochspannungsleitung durch eine Wand, umfassend eine stabförmige Führungsstange (4), wobei die Aussenseite der Führungsstange (4) mit einer Druckausgleichsschicht (5) bedeckt ist, das Äussere der Druckausgleichsschicht (5) mit einer Strombegrenzungsschicht (6) bedeckt ist, das Äussere der Strombegrenzungsschicht (6) mit einer Ummantelung (3) mit mehreren regenschirmförmigen Vorsprüngen aus Silikongummi bedeckt ist, und in der Strombegrenzungsschicht (6) eine Elektrodenverlängerungsschicht (7) eingebettet ist, wobei die Druckausgleichsschicht (5) und die Elektrodenverlängerungsschicht (7) jeweils aus einem Verbundstoff mit nichtlinearer elektrischer Leitfähigkeit aus anorganischen Füllstoffpulverteilchen und organischen Materialien mit Hochspannungs-Isolationsfestigkeit bestehen, wobei die Durchschlagsfeldstärke des Verbundstoffs der Druckausgleichsschicht (5) höher als die Durchschlagsfeldstärke des Verbundstoffs der Elektrodenverlängerungsschicht (7) ist.
2. Futterrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an beiden Enden der Führungsstange (4) ein unterer Flansch (2) angeordnet ist, wobei der untere Flansch (2) und die Ummantelung (3) einen geschlossenen Raum bilden, wobei die Führungsstange (4), die Druckausgleichsschicht (5), die Strombegrenzungsschicht (6) und die Elektrodenverlängerungsschicht (7) sich jeweils im geschlossenen Raum befinden, und wobei beide Enden der Führungsstange (4) durch den unteren Flansch (2) hindurchgehen und jeweils mit einer Anschlussklemme (1) verbunden sind.
3. Futterrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Zwischenabschnitt der Ummantelung (3) ein oberer Flansch (8) angeordnet ist, wobei beide Enden des oberen Flansches (8) mit der Ummantelung (3) verbunden sind, die Innenfläche des oberen Flansches (8) in Berührung mit der Elektrodenverlängerungsschicht (7) kommt, die Ummantelung (3) als röhrenförmige Struktur ausgebildet ist, die Aussenfläche der Ummantelung (3) mit mehreren regenschirmförmigen Vorsprüngen versehen ist, die regenschirmförmigen Vorsprünge und die Ummantelung (3) eine einstückige spritzgegossene Gesamtstruktur darstellen, und die mehreren regenschirmförmigen Vorsprünge entlang der axialen Richtung der Ummantelung (3) in regelmässigem Abstand angeordnet sind.
4. Futterrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die anorganischen Füllstoffpulverteilchen zumindest eines von Zinkoxid-Varistor-Keramikpulver, SiC-Pulver, TiO₂-Pulver, SrTiO₃-Pulver, CCTO-Pulver, d.h. Kalzium-Kupfer-Titanoxid-Pulver, und SnO₂-Pulver enthalten, während die organischen Materialien mit Hochspannungs-Isolationsfestigkeit Epoxidharz, Polyethylen-Harz, Polypropylen-Harz und EPDM-Harz enthalten.
5. Futterrohr nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die anorganischen Füllstoffpulverteilchen eine Teilchengrösse im Bereich von 30 µm bis 300 µm haben, wobei die jeweiligen Komponenten in den anorganischen Füllstoffpulverteilchen einen Volumenanteil wie folgt haben: 5-80 Teile von Zinkoxid-Varistor-Keramikpulvern oder 10-95 Teile von SiC-, TiO₂-, SrTiO₃-, CCTO-, d.h. Kalzium-Kupfer-Titanoxid-, und SnO₂-Pulvern.



Figur 1