



(10) **AT 515697 B1 2015-11-15**

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50486/2014  
(22) Anmeldetag: 14.07.2014  
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2015

(51) Int. Cl.: **H01B 3/08** (2006.01)  
**H01B 9/06** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
GB 1307427 A  
GB 2336252 A  
WO 9741570 A1  
DE 10345955 A1  
DE 10110062 A1

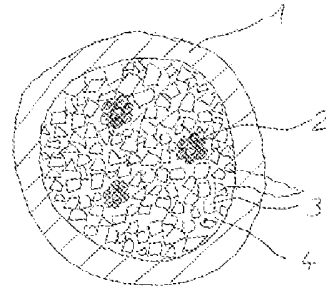
(73) Patentinhaber:  
MIKL Josef  
5020 SALZBURG (AT)

(72) Erfinder:  
MIKL Josef  
5020 SALZBURG (AT)

(74) Vertreter:  
BABELUK Michael  
1080 WIEN (AT)

(54) **ERDKABEL**

(57) Die Erfindung betrifft ein Erdkabel zur Übertragung von Strom unter Hochspannung, mit zumindest einem, vorzugsweise mehreren Stromleitern (2), die in einem Isolationsmaterial (3) eingebettet sind, das von einem Mantelrohr (1) umhüllt ist, wobei das Isolationsmaterial (3) als poröse Masse aus Glasbruch ausgebildet ist.



AT 515697 B1 2015-11-15

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Erdkabel zur Übertragung von Strom unter Hochspannung, mit zumindest einem, vorzugsweise mehreren Stromleitern, die in einem Isolationsmaterial eingebettet sind, das von einem Mantelrohr umhüllt ist.

**[0002]** Hochspannungsleitungen in der weit verbreiteten Form von Freileitungen sind zunehmend schwerer umzusetzen, weil sie das Landschaftsbild beeinträchtigen, Vögel gefährden und elektromagnetische Felder erzeugen, die in Verdacht stehen, Gesundheitsbeeinträchtigungen hervorzurufen.

**[0003]** Daher besteht ein immer größer werdender Bedarf an Hochspannungsleitungen, die als Erdkabel verlegt sind, die die obigen Nachteile nicht aufweisen.

**[0004]** Erdkabel haben allerdings andere Nachteile, das sind insbesondere hohe Kosten, die Schwierigkeit einer zuverlässigen Isolierung, die Kapazität zwischen den einzelnen Stromleitern und die Abfuhr der Verlustwärme.

**[0005]** Aus der WO 2014/032657 A ist ein Stromkabel bekannt, bei dem die einzelnen Stromleiter in einer Masse eingebettet sind, die als silikatisches Füllmaterial ausgeführt ist. Dabei handelt es sich um ein im Wesentlichen kompaktes Material, das gegebenenfalls Feuchtigkeit einlagert, was zu Spannungsüberschlägen führen kann und auch wenig geeignet ist, die Verlustwärme abzuführen.

**[0006]** Die GB 2 336 252 A zeigt einen spannungsführenden Bauteil, bei dem Glaskügelchen als Isoliermaterial eingesetzt werden. Auf diese Weise ist der Feststoffanteil der Isolierschicht relativ groß und es gibt eine Vielzahl von Berührungsstellen, so dass die Isolationseigenschaften beschränkt sind.

**[0007]** Aus der WO 97/41570 A ist die Verwendung von Glasfasern als Isoliermaterial bekannt, wobei hier die oben erwähnten Nachteile in noch größerem Ausmaß vorliegen.

**[0008]** Die GB 1 307 427 A beschreibt unter anderem die Verwendung von Glaswolle als Füllmaterial im Zusammenhang mit Hochspannungskabeln.

**[0009]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und eine Lösung anzugeben, die es ermöglicht, ein leistungsfähiges und zuverlässiges Stromkabel zu verwirklichen. Insbesondere soll eine leistungsfähige Kühlung ermöglichen, sodass hohe Leistungen übertragen werden können.

**[0010]** Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben dadurch gelöst, dass das Isolationsmaterial als poröse Masse aus Glasbruch ausgebildet ist. Ein wesentlicher Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass durch die besondere geometrische Form von Glasbruch eine hohe Porosität erzielt wird, und dass Glas einen hohen elektrischen Widerstand und eine vergleichsweise geringe Dielektrizitätskonstante aufweist, und zwar insbesondere dann, wenn man die poröse Struktur als Ganzes betrachtet.

**[0011]** Besonders bevorzugt ist hierbei vorgesehen, dass der Glasbruch unter Rütteln oder Vibration in das Mantelrohr eingebracht wird, um eine dichtere Packung und damit eine verbesserte Wärmeübertragung und Festigkeit zu erzielen.

**[0012]** Eine hohe mechanische Stabilität und eine sichere Einbettung der einzelnen Stromleiter kann dadurch erreicht werden, dass das Isolationsmaterial durch einen Klebstoff stabilisiert ist. Insbesondere ist es günstig, wenn als Klebstoff ein Zweikomponenten-Klebstoff vorzugsweise auf der Basis von Polyurethan oder Epoxidharz vorgesehen ist.

**[0013]** Es hat sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn die Korngröße der porösen Masse zwischen 4 mm und 8 mm beträgt. Bei dieser Korngröße kann einerseits ein hoher elektrischer Widerstand, andererseits aber auch ein relativ geringer Strömungswiderstand in den Poren erreicht werden. Dabei besteht die Matrix im Wesentlichen aus Glas mit einer Vielzahl von untereinander verbundener Poren.

**[0014]** Besonders vorteilhafte Eigenschaften des Erdkabels können dadurch erreicht werden, dass die poröse Masse einen Porenanteil von mindestens 10%, vorzugsweise zwischen 25% und 35% aufweist. Wesentlich dabei ist, dass der Klebstoff die einzelnen Glaspartikeln nur punktuell miteinander verbindet, insgesamt aber nur einen geringen Volumenanteil ausmacht, so dass eine gasdurchlässige, offenporige Struktur erhalten wird. Der hohe Porenanteil ermöglicht nicht nur eine leichtere Durchströmung mit einem gasförmigen Medium, sondern senkt auch die Dielektrizitätskonstante der porösen Masse.

**[0015]** Besonders günstig ist es, wenn die Poren des Isolationsmaterials mit einem Inertgas, vorzugsweise mit Stickstoff geflutet sind. Dies erhöht insbesondere die Langlebigkeit und verringert die Gefahr von Überschlägen. Besonders vorzugsweise ist dabei vorgesehen, dass das Inertgas unter Druck steht. Dadurch kann durch eine entsprechende Überwachung des Drucks eine laufende Überprüfung des Erdkabels durchgeführt werden und es kann das Eindringen von Feuchtigkeit verhindert werden.

**[0016]** Eine Verringerung der elektromagnetischen Felder kann dadurch erreicht werden, dass die Stromleiter verdreht ausgeführt sind.

**[0017]** Eine besonders begünstigte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass die Stromleiter als Bündel von einzelnen Adern ausgeführt sind, die in dem Isolationsmaterial eingebettet sind. Auf diese Weise kann der gesamte Querschnitt der Stromleiter für die Übertragung des Stroms genutzt werden.

**[0018]** Eine mechanisch besonders stabile Ausführung kann dadurch erreicht werden, dass das Mantelrohr aus Stahl hergestellt ist. Alternativ ist ein Mantelrohr aus Aluminium vorteilhaft, da es als nicht-magnetisches, rostfreies Material eine langlebige unproblematische Lösung ermöglicht. Besonders bevorzugt ist hierbei vorgesehen, dass das Mantelrohr von einer Isolierschicht, insbesondere einem Feuchtigkeitsschutz umgeben ist, der das Eindringen von Feuchtigkeit aus dem das Mantelrohr umgebenden Erdreich verhindert.

**[0019]** Zusätzlich zur Übertragung von Strom können durch das erfindungsgemäße Erdkabel auch große Datenmengen dadurch übertragen werden, dass innerhalb des Mantelrohrs zusätzlich Datenkabel vorgesehen sind.

**[0020]** Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben eines Erdkabels der oben beschriebenen Art.

**[0021]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist dabei dadurch gekennzeichnet, dass im Betrieb das Isolationsmaterial in Längsrichtung mit einem Inertgas, vorzugsweise mit Stickstoff durchströmt wird. Durch das durchströmende Gas kann eine effiziente Kühlung realisiert werden. Nach einer gewissen Leitungslänge wird das Gas aus dem Mantelrohr herausgeführt und in einem externen Kühler abgekühlt und erneut komprimiert. Es kann so für einen weiteren Leitungsabschnitt neuerlich eingesetzt werden.

**[0022]** In der Folge wird die Erfindung durch ein in Fig. 1 dargestelltes Ausführungsbeispiel näher erläutert.

**[0023]** Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Erdkabel mit einem Mantelrohr 1, in dessen Lumen mehrere Stromleiter 2 geführt sind, die beispielsweise aus verdrehten Adern aufgebaut sind. Die Stromleiter 2 sind in einer porösen Masse als Isoliermaterial 3 eingebettet, die eine Vielzahl von Poren 4 aufweist. Das Isoliermaterial 3 besteht aus Glasbruch mit einer typischen Korngröße von etwa 5 mm, mehrheitlich zwischen 4 mm und 8 mm. Es sind aber je nach Anwendung auch andere Korngrößen vorstellbar.

**[0024]** Wesentlich ist eine kantige Form der einzelnen Partikel, die zu einem hohen Porenanteil führt, der vorteilhafterweise mindestens 25% betragen sollte. Auf diese Weise wird die Durchströmung mit einem Inertgas begünstigt.

## Patentansprüche

1. Erdkabel zur Übertragung von Strom unter Hochspannung, mit zumindest einem, vorzugsweise mehreren Stromleitern (2), die in einem Isolationsmaterial (3) eingebettet sind, das von einem Mantelrohr (1) umhüllt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Isolationsmaterial (3) als poröse Masse aus Glasbruch ausgebildet ist.
2. Erdkabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Isolationsmaterial (3) durch einen Klebstoff stabilisiert ist.
3. Erdkabel nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Klebstoff ein Zweikomponenten-Klebstoff vorzugsweise auf der Basis von Polyurethan oder Epoxidharz vorgesehen ist.
4. Erdkabel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Korngröße der porösen Masse zwischen 4 mm und 8 mm beträgt.
5. Erdkabel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die porösen Masse einen Porenanteil von mindestens 10%, vorzugsweise zwischen 25% und 35% aufweist.
6. Erdkabel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Poren des Isolationsmaterials (3) mit einem Inertgas, vorzugsweise mit Stickstoff geflutet sind.
7. Erdkabel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Inertgas unter Druck steht.
8. Erdkabel nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stromleiter (2) verdrillt ausgeführt sind.
9. Erdkabel nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stromleiter (2) als Bündel von einzelnen Adern ausgeführt ist, die in dem Isolationsmaterial (3) eingebettet sind.
10. Erdkabel nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Mantelrohr (1) aus Stahl hergestellt ist.
11. Erdkabel nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Mantelrohr (1) aus Aluminium hergestellt ist.
12. Erdkabel nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Mantelrohr (1) von einer Isolierschicht, insbesondere einem Feuchtigkeitsschutz umgeben ist.
13. Erdkabel nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass innerhalb des Mantelrohrs (1) zusätzlich Datenkabel vorgesehen sind.
14. Verfahren zum Betreiben eines Erdkabels nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Betrieb das Isolationsmaterial (3) in Längsrichtung mit einem Inertgas, vorzugsweise mit Stickstoff durchströmt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Inertgas gekühlt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Inertgas unter Druck gehalten wird und dass der Druck vorzugsweise laufend überwacht wird.

**Hierzu 1 Blatt Zeichnungen**

Fig. 1

