



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer: **0 151 900 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
22.07.87

Int. Cl. 4: **H 01 B 7/28, H 01 B 13/30**

Anmeldenummer: **84730151.2**

Anmeldetag: **21.12.84**

Verfahren zum Herstellen eines längswasserdichten Kabels.

Priorität: **06.02.84 DE 3404488**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.08.85 Patentblatt 85/34

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.07.87 Patentblatt 87/30

Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB IT NL SE

Entgegenhaltungen:
DE-A-1 936 872
DE-A-2 019 074
DE-A-2 021 726
DE-A-3 048 912
DE-A-3 150 909
DE-A-3 150 911
FR-A-1 564 336
FR-A-2 120 870

Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München, Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE)**

Erfinder: **Knoch, Roland, Dipl. -Ing., Gehrenstrasse 78, D-8632 Neustadt (DE)**
Erfinder: **Obermeyer, Horst, Dr. rer. nat., Thanner Strasse 88, D-8632 Neustadt (DE)**
Erfinder: **Schneider, Reiner, Ing. grad., Flurstrasse 32, D-8624 Ebersdorf (DE)**

EP 0 151 900 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines längsdichten elektrischen und/oder optischen Kabels, insbesondere eines Nachrichtenkabels, durch Füllen der Kabelseele mit einer Füllmasse, die aus einer Mischung einer wasserabstoßenden, wachsartigen Substanz (z. B. Petrolat) mit mikrokleinen Hohlkörpern aus elastischem Kunststoff besteht.

Bei Kabeln besteht die Gefahr, daß sich die bei einer Beschädigung des Kabelmantels eindringende Feuchtigkeit längs des Kabels ausbreiten kann und so die elektrischen Eigenschaften des Kabels nachhaltig verschlechtert werden. Dieses Problem ist seit längerer Zeit bekannt. Es gibt daher zahlreiche Vorschläge, wie man dem Vordringen des Wassers in der Kabelseele Einhalt gebieten kann. Aus diesen Vorschlägen hat sich in letzter Zeit mit recht gutem Erfolg das Füllen von Kabeln mit kunststoffisolierten Adern, insbesondere von Nachrichtenkabeln, mit einer als Petrolat bezeichneten wachsartigen Masse durchgesetzt (GB-PS 987 508).

Die als Petrolat bezeichnete Füllmasse, die eine Dielektrizitätszahl von etwa 2,3 hat, setzt aber die Betriebskapazität von damit gefüllten Kabeln um ungefähr 20 % herauf. Im Grunde ist bereits vor einiger Zeit vorgeschlagen worden, dieser Füllmasse mikrokleine Hohlkörper beizumischen, um so gasgefüllte, abgekapselte Bereiche im Kabel zu schaffen und damit die Dielektrizitätszahl zu verbessern (DE-PS 19 36 872). Besonders gute Erfolge werden mit einer Füllmasse aus Petrolat und mikrokleinen Hohlkörpern erzielt, bei der die Wandung der Hohlkörper aus einem elastischen Stoff solcher Art besteht, daß sich die Hohlkörper unter dem Einfluß größerer Kräfte auf ein Volumen zusammendrücken lassen, das geringer als die Hälfte des Ursprungsvolumens ist und die bei nicht mehr Vorhandensein dieser Kräfte ihr ursprüngliches Volumen und ihre Gestalt wieder annehmen (DE-PS 31 50 909). Dabei liegt die räumliche Ausdehnung einzelner nicht verformter Hohlkörper unter 100 µm.

Derartige Hohlkörper werden nach speziellen Verfahren aus Kunststoffen auf der Basis von Polyvinylidenchloridcopolymer hergestellt, wobei das Verfahren so geführt wird, daß in die Hohlkörper Isobutan als Treibgas gelangt ist und die Hohlkörper eine durchschnittliche räumliche Ausdehnung (Durchmesser) von 10 µm aufweisen. Unter Zufuhr von Wärmeenergie wird dann der Aufschäumprozeß durchgeführt, bei dem sich das Volumen der Hohlkörper etwa auf das 10-100fache vergrößert.

Eine Füllmasse mit den zuvor erwähnten Eigenschaften, die eine Dielektrizitätszahl von etwa 1,6 bis 1,3 aufweist, hat man bisher in der Weise hergestellt, daß Hohlkörper auf Kunststoffbasis zunächst aufgeschäumt und dann mit Petrolat vermischt werden. Es ist aber auch bekannt (DE-OS 20 21 726), das Petrolat mit

unverschäumten Mikrohohlkörpern zu mischen und erst nach dem Mischprozeß die Hohlkörper aufzuschäumen.

Das bisher noch nicht befriedigend gelöste Problem bei einer solchen Füllmasse, die man auch als syntaktischen Schaum bezeichnet, besteht darin, sie in alle Hohlräume der Kabelseele bzw. des Kabels einzubringen. Diese Forderung ist besonders bei Kabeln mit sehr vielen Adern, deren Durchmesser sehr klein ist, d. h. bei sogenannten hochpaarigen Kabeln, schwer zu erfüllen.

Daher hat man bisher nur niederpaarige Kabel mit der neuen Füllmasse gefüllt. Hochpaarige Kabel werden dagegen weiterhin mit reinem Petrolat gefüllt, dessen Viskosität durch Temperaturänderungen in weiten Grenzen variiert werden kann und das im abgekühlten Zustand - also etwa bei Raumtemperatur - zäh wie Wachs ist.

Das durch Erwärmen verflüssigte, reine Petrolat kann aufgrund seiner dann niedrigen Viskosität gut in alle Hohlräume der Kabelseele eindringen. Bei Füllmassen, die aus syntaktischen Schäumen bestehen, steigt mit wachsender Konzentration des Füllstoffes (Hohlkörper) die Viskosität stark an, wobei insbesondere bei hohem Hohlkörperanteil allein durch Verflüssigung der Petrolatkomponente die Viskosität nicht mehr auf solche Werte gebracht werden kann, die für das Eindringen der Füllmasse in die Hohlräume hochpaariger Seelen erforderlich wäre.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Einfüllen der Masse der eingangs genannten Art anzugeben, die auch ein Füllen hochpaariger Kabel mit dieser Masse erlaubt. Zur Lösung dieser Aufgabe wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, daß eine mit aufschäumbaren Kunststoffhohlkörpern vermischte, auf eine unterhalb der die Aufschäumung der Hohlkörper auslösenden Temperatur erwärmte wasserabweisende Substanz in die Kabelseele gefüllt und die Aufschäumung der Kunststoffhohlkörper dort durch Zufuhr zusätzlicher Wärmemengen bewirkt wird.

Dabei wird man die wasserabweisende, wachsartige Substanz so auswählen, daß sie aus dem Hohlkörper beim Expansionsprozeß austretendes Treibgas löst. Dadurch werden unerwünschte Gasnester in der Füllmasse verhindert. Außerdem kann man problemlos brennbares Treibgas verwenden, weil wegen der Sorption des Gases von der wasserabweisenden Substanz kein zündbares Gasgemisch entstehen kann.

Die Erfindung vermittelt so der Fachwelt die Lehre, die wasserabweisende, wachsartige Substanz nicht mit bereits aufgeschäumten Hohlkörpern zu mischen, sondern anstelle dessen Hohlkörper zu verwenden, die noch aufschäumbar sind und daher ein wesentlich geringeres Volumen aufweisen als bereits aufgeschäumte Hohlkörper und sich daher auch

viel leichter mit der wasserabweisenden Substanz mischen lassen. Eine solche Füllmasse behält zunächst weitgehend die physikalischen Eigenschaften, insbesondere der Viskosität, der reinen Substanz, weil der Volumenanteil der expandierbaren Hohlkörper an der Füllmasse insgesamt sehr gering bleiben kann. Diese Füllmasse kann also ähnlich wie die reine Substanz durch Temperaturerhöhung in einen praktisch flüssigen Zustand gebracht werden, wobei lediglich zu beachten ist, daß beim Erwärmen dieser Masse die Verschäumtemperatur der Hohlkörper nicht erreicht werden darf.

Die nicht expandierten Hohlkörper sind außerdem mechanisch erheblich widerstandsfähiger als aufgeschäumte Hohlkörper, was für die Beanspruchungen beim Bearbeiten, Mischen und Einfüllen der Masse von großer Bedeutung ist; denn gerade beim Fördern der Masse werden die Hohlkörper insbesondere in der Pumpe mechanisch hoch belastet. Eine solche hohe mechanische Belastung tritt auch in Wärmetauschern und beim eigentlichen Füllprozeß auf, insbesondere beim Durchdringen der engen Spalte in der Kabelseele.

Erst nach dem Zuführen zusätzlicher Wärmemenge expandieren die mit der wassereabweisenden Substanz gemischten Hohlkörper. Dabei wird der zelluläre Gasanteil der Füllmasse so erhöht, daß mindesten so niedrige Werte der Dielektrizitätszahl erreicht werden wie bei den zuvor erwähnten bekannten Füllmassen niedriger Dielektrizitätszahl.

Den Zeitpunkt des Expandierens der Hohlkörper, nämlich nach Beendigung des Füllvorganges, kann man dabei auch dadurch günstig beeinflussen, daß man mit dem beim Füllen aufzubringenden Druck der vorzeitigen Expansionstendenz entgegenwirkt. Durch die Expansion der Hohlkörper innerhalb der Kabelseele werden alle ihre Hohlräume zuverlässig ausgefüllt. Die Expansion führt außerdem zu einem Restdruck in der Seele, der geeignet ist, einen eventuellen Volumenschumpf der Füllmasse bei ihrem Erkalten zu kompensieren.

Bei der Ausgestaltung der Erfindung kann man so verfahren, daß die Zufuhr einer zusätzlichen Wärmemenge durch Vorwärmung der Leiter der Kabelseele erfolgt oder daß der gefüllten Kabelseele nach Verlassen der Fülleinrichtung eine zusätzliche Wärmemenge über eine Hochfrequenzanlage zugeführt wird.

Selbstverständlich sind auch andere Formen der Wärmeenergie oder verschiedene Kombinationen beim Erzeugen der zusätzlichen Wärmeenergie denkbar.

Um beim Expandieren der Hohlkörper den Durchmesser der Kabelseele nicht nachteilig zu beeinflussen, kann man vor dem Zuführen der zusätzlichen Wärmemenge den Durchmesser der Kabelseele durch Besspinsen mit einer Haltewindel fixieren.

Man kann das Füllen mit der neuen Füllmasse

aber auch so durchführen, daß der aus der wasserabweisenden Substanz und verschäumbaren Hohlkörpern gebildeten Füllmasse unter Druck kurz vor dem Füllen Wärmeenergie in der Menge zugeführt wird, die bei Atmosphärendruck zum Aufschäumen aller Hohlkörper erforderlich ist und daß die so erwärmte Mischung unter Beibehaltung des Druckes in die Kabelseele gefüllt wird. Auf diese Weise ist die Zufuhr der erforderlichen Wärmemenge leichter möglich, und es braucht vor dem Füllen auch nicht streng auf die Unterschreitung der Aufschäumtemperatur der Füllmasse geachtet zu werden. Das Verfahren setzt lediglich voraus, daß die Vorratsbehälter vor der eigentlichen Füllanlage so konstruiert sind, daß sie ebenfalls unter einen erhöhten Druck gesetzt werden können. Die Expansion der Hohlkörper wird in diesem Falle wie im zuvor erwähnten Verfahren beim Verlassen der Füllkammer durch die dadurch bedingte Druckabnahme erfolgen. Auch in diesem Falle wird man vorsorglich die Kabelseele einer Vorerwärmung unterwerfen, um ein Abkühlen der Füllmasse beim Einfüllen in die Kabelseele zu verhindern.

Die Erfindung wird anhand eines Beispiels im einzelnen erläutert.

Zunächst werden reinem Petrolat, wie es üblicherweise zum Längsdichten von Kabeln Verwendung findet, expandierbare Hohlkörper, deren Wandung vorzugsweise aus einem Polyvinylidenchlorid-Acrylnitril-Copolymer besteht, in einer Menge von 2 - 5 Volumenprozent beigemischt. Die so hergestellte Füllmasse wird auf eine Temperatur unterhalb der Expansionstemperatur, z. B. kleiner als 85° C, erwärmt, dabei in einen praktisch flüssigen Zustand versetzt und in diesem Zustand mit Hilfe bekannter Füllvorrichtungen meist unter Druck in die die Füllvorrichtung durchlaufende Kabelseele eingefüllt. Dabei kann die Kabelseele unmittelbar vor dem Einlaufen in die Füllvorrichtung in geeigneter Weise derart vorgewärmt werden, daß die zugeführte Wärmeenergie die Temperatur der Füllmasse über die Expansionstemperatur (z. B. etwa 100° C) steigen lassen kann. Der Zeitpunkt der einsetzenden Expansion der Hohlkörper kann durch den gewählten Fülldruck von z. B. 5 bis 15 bar solange hinausgeschoben werden, bis die dünnflüssige Füllmasse mit den noch nicht expandierten Hohlkörpern in alle Hohlräume der Kabelseele gelangt ist.

Die für die Temperatursteigerung erforderlich Wärmeenergie kann aber auch erst nach beendetem Füllvorgang z. B. durch Beaufschlagung der gefüllten Kabelseele mit HF-Energie zugeführt werden. Es versteht sich, daß auch Kombinationen der hier erwähnten Möglichkeiten denkbar sind.

Unmittelbar vor oder beim Einsetzen des Expansionsprozesses wird man den Durchmesser der Kabelseele durch Aufbringen einer Haltewindel stabilisieren. Mit Hilfe geeigneter

Abstreifer wird man die überschüssige Masse vor der Weiterbehandlung der Seele entfernen und gegebenenfalls zum Füllen z. B. niederpaariger Kabel verwenden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines längsdichten elektrischen und/oder optischen Kabels, insbesondere eines Nachrichtenkabels, durch Füllen der Kabelseele mit einer Füllmasse, die aus einer Mischung einer wasserabstoßenden, wachsartigen Substanz, z. B. Petrolat, mit mikrokleinen Hohlkörpern aus elastischem Kunststoff besteht, dadurch gekennzeichnet, daß eine mit aufschäumbaren Kunststoffhohlkörpern vermischte, auf eine unterhalb der die Aufschäumung der Hohlkörper auslösenden Temperatur erwärmte wasserabstoßende, wachsartige Substanz in die Kabelseele gefüllt und die Aufschäumung der Kunststoffhohlkörper dort durch Zufuhr zusätzlicher Wärmemengen bewirkt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die wasserabweisende, wachsartige Substanz so gewählt ist, daß sie aus den Hohlkörpern beim Expansionsprozeß austretendes Treibgas löst.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zufuhr einer zusätzlichen Wärmemenge durch Vorwärmung der Leiter der Kabelseele erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der gefüllten Kabelseele nach Verlassen der Füllereinrichtung eine zusätzliche Wärmemenge über eine Hochfrequenzanlage zugeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Zuführen der zusätzlichen Wärmemenge der Durchmesser der Kabelseele durch Bessinnen mit einer Haltewendel fixiert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der aus Petrolat und verschäumbaren Hohlkörpern gebildeten Füllmasse unter Druck kurz vor dem Füllvorgang Wärmeenergie in der Menge zugeführt wird, die bei Atmosphärendruck zum Aufschäumen aller Hohlkörper erforderlich ist und daß die so erwärmte Petrolatmischung unter Beibehaltung des erhöhten Druckes in die Kabelseele gefüllt wird.

Claims

1. A method of manufacturing an electrical and/or optical cable which is impervious in the longitudinal direction, in particular but not exclusively a communications cable, by filling the cable core with a filler composition which consists of a mixture of a water-repellent, wax-

like substance, e.g. petrolatum, with minute hollow bodies consisting of elastic synthetic resin material, characterised in that a water-repellent, wax-like substance which is mixed with foamable synthetic resin hollow bodies and is heated to a temperature below the temperature which triggers the foaming of the hollow bodies, is poured into the cable core, where the foaming of the synthetic resin hollow bodies is initiated by the supply of additional amounts of heat.

2. A method as claimed in Claim 1, characterised in that the water-repellent, wax-like substance is so selected that it dissolves fuel gas which issues from the hollow bodies during the expansion process.

3. A method as claimed in Claim 1, characterised in that the supply of an additional amount of heat is provided by pre-heating the conductors of the cable core.

4. A method as claimed in Claim 1, characterised in that after removal of the filling device, the filled cable core is supplied with an additional amount of heat by a high frequency unit.

5. A method as claimed in Claim 4, characterised in that before the additional quantity of heat is supplied, the diameter of the cable core is fixed by covering it with a reinforcing helix.

6. A method as claimed in Claim 1, characterised in that shortly before the filling process, the filler compound consisting of petrolatum and foamable hollow bodies is supplied under pressure with heat energy in the amount necessary to cause all the hollow bodies to foam at atmospheric pressure; and that the petrolatum mixture so heated is poured into the cable core whilst maintaining the increased pressure.

Revendications

1. Procédé pour fabriquer un câble électrique et/ou optique étanche dans la direction longitudinale, notamment d'un câble de communication, au moyen du remplissage de l'âme du câble avec une masse de remplissage qui est constituée par un mélange formé d'une substance hydrophobe cireuse, par exemple un pétrolate, comportant des corps creux microscopiques réalisés en une matière plastique élastique, caractérisé par le fait qu'on introduit dans l'âme du câble une substance hydrophobe cireuse mélangée à des corps creux en matière plastique pouvant être amenés à l'état de mousse, et chauffée à une température inférieure à la température déclenchant le moussage des corps creux, et qu'on déclenche le moussage des corps creux en matière plastique dans la substance, au moyen de l'apport de quantités de chaleur supplémentaires.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on choisit la substance

hydrophobe cireuse de manière qu'elle dissolve le gaz de gonflement sortant des corps creux lors du processus d'expansion.

3. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que l'apport d'une quantité de chaleur supplémentaire est réalisé au moyen d'un réchauffage des conducteurs de l'âme du câble. 5

4. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'une quantité de chaleur supplémentaire est envoyée, par l'intermédiaire d'une installation à haute fréquence, à l'âme remplie du câble, une fois qu'elle a quitté le dispositif de remplissage. 10

5. Procédé suivant la revendication 4, caractérisé par le fait, qu'avant l'envoi de la quantité de chaleur supplémentaire, le diamètre de l'âme du câble est fixé par guipage avec un filament de retenue enroulé hélicoïdalement. 15

6. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que, peu avant l'opération de remplissage, on envoie à la masse de remplissage sous pression, formée par le pétrolate et les corps creux aptes à être amenés à l'état de mousse, une quantité d'énergie thermique qui, à la pression atmosphérique, est nécessaire pour amener à l'état de mousse tous les corps creux, et qu'on introduit le mélange de pétrolate ainsi chauffé dans l'âme du câble tout en maintenant la pression accrue. 20 25 30

35

40

45

50

55

60

65

5