

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 151 900
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 84730151.2

(51) Int. Cl.⁴: **H 01 B 7/28**
H 01 B 13/30

(22) Anmeldetag: 21.12.84

(30) Priorität: 06.02.84 DE 3404488

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.08.85 Patentblatt 85/34

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB IT NL SE

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
Berlin und München Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

(72) Erfinder: **Knoch, Roland, Dipl. -Ing.**
Gehrenstrasse 78
D-8632 Neustadt(DE)

(72) Erfinder: **Obermeyer, Horst, Dr. rer. nat.**
Thanner Strasse 88
D-8632 Neustadt(DE)

(72) Erfinder: **Schneider, Reiner, Ing. grad.**
Flurstrasse 32
D-8624 Ebersdorf(DE)

(54) **Verfahren zum Herstellen eines längswasserdichten Kabels.**

(57) Für das Füllen von elektrischen und/oder optischen Kabeln zum Längsdichten mit einer Füllmasse, die auf Petrolatbasis fußt und mit mikrokleinen Hohlkörpern gemischt ist, die durch Wärme expandiert werden können. Das Verfahren zum Füllen wird dabei so geführt, daß der Temperaturverlauf beim Füllen so beeinflußt wird, daß erst nach beendetem Füllvorgang der Expansionsprozeß der Hohlkörper einsetzen kann.

EP 0 151 900 A2

5 Verfahren zum Herstellen eines längswasserdichten
Kabels

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.

15

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.

20 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 25 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 % 30 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 35 (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
5 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
10 Kunststoffen auf der Basis von Polyvinylidenchlorid-Copolymer 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
15 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
20 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
25 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
30 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.

35 Daher hat man bisher nur niederpaarige Kabel mit der neuen Füllmasse gefüllt. Hochpaarige Kabel werden dagegen weiter-

hin 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.

5

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

10 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

15 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

20 Masse erlaubt. Zur Lösung dieser Aufgabe wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, daß eine mit aufschäumbaren Kunststoffhohlkörpern vermischtes, auf eine unterhalb der die Aufschäumung der Hohlkörper auslösenden Temperatur erwärmte wasserabweisende Substanz in die Kabelseele gefüllt

25 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

30 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
5 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,
10 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
15 zu beachten ist, daß beim Erwärmen dieser Masse die Verschäumtemperatur der Hohlkörper nicht erreicht werden darf.

Die nicht expandierten Hohlkörper sind außerdem mechanisch
20 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
25 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
30 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.

- 5 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
- 10 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
- 15 der gefüllten Kabelseele nach Verlassen der Fülleinrichtung eine zusätzliche Wärmemenge über eine Hochfrequenzanlage zugeführt wird.

- Selbstverständlich sind auch andere Formen der Wärmeenergie
- 20 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
- 25 dem Zuführen der zusätzlichen Wärmemenge den Durchmesser der Kabelseele durch Besspinnen mit einer Haltewendel fixieren.

- Man kann das Füllen mit der neuen Füllmasse aber auch so durchführen, daß der aus der wasserabweisenden Substanz
- 30 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
5 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
10 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.

15 Die Erfindung wird anhand eines Beispieles im einzelnen erläutert.

Zunächst werden reinem Petrolat, wie es üblicherweise zum Längsdichten von Kabeln Verwendung findet, expandierbare
20 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,
25 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
30 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 hinaus-
35 geschoben 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
5 der hier erwähnten Möglichkeiten denkbar sind.

Unmittelbar vor oder beim Einsetzen des Expansionsprozesses wird man den Durchmesser der Kabelseele durch Aufbringen einer Haltewendel stabilisieren. Mit Hilfe geeigneter
10 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 Nachrichten-
5 Kabels, 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, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß eine mit aufschäumbaren
10 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
15 Wärmemengen bewirkt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß die wasserabweisende, wachsartige Substanz so gewählt ist, daß sie aus den
20 Hohlkörpern beim Expansionsprozeß austretendes Treibgas löst.
3. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Zufuhr einer
25 zusätzlichen Wärmemenge durch Vorwärmung der Leiter der Kabelseele erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß der gefüllten Kabelseele
30 nach Verlassen der Fülleinrichtung eine zusätzliche Wärmemenge über eine Hochfrequenzanlage zugeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß vor dem Zuführen der
35 zusätzlichen Wärmemenge der Durchmesser der Kabelseele durch Bessinnen mit einer Haltewendel fixiert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß der aus Petrolat und
verschäumbaren Hohlkörpern gebildeten Füllmasse unter Druck
kurz vor dem Füllvorgang Wärmeenergie in der Menge zugeführt
5 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.