

①⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

②① Anmeldenummer: **85200023.1**

⑤① Int. Cl.<sup>4</sup>: **H 01 B 11/18**

②② Anmeldetag: **14.01.85**

③⑩ Priorität: **14.01.84 DE 3401137**

⑦① Anmelder: **Philips Patentverwaltung GmbH,  
Billstrasse 80, D-2000 Hamburg 28 (DE)**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **DE**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: **07.08.85**  
**Patentblatt 85/32**

⑦① Anmelder: **N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken,  
Groenewoudseweg 1, NL-5621 BA Eindhoven (NL)**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **FR GB IT NL**

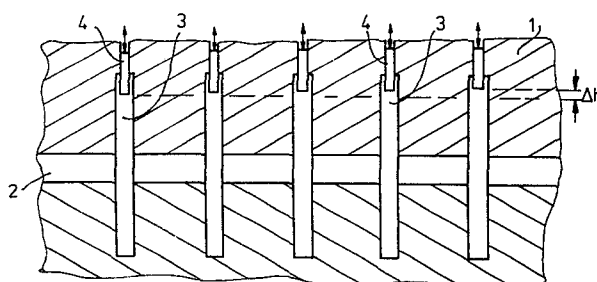
⑦② Erfinder: **Ditscheid, Hans Leo, Am Birkenbusch 1,  
D-5060 Bergisch Gladbach 2 (DE)**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB IT NL**

⑦④ Vertreter: **Meier, Friedrich, Dipl.-Ing. et al, c/o PHILIPS  
PATENTVERWALTUNG GMBH  
Billstrasse 80 Postfach 10 51 49,  
D-2000 Hamburg 28 (DE)**

⑤④ **Hochfrequenzkabel.**

⑤⑦ Bei einem Hochfrequenzkabel, bei dem fertigungsbedingt systematische Inhomogenitäten auftreten, wird zur Vermeidung eines frequenzselektiven Energierückflusses die relative Dielektrizitätskonstante zwischen Innen- und Aussenleiter des Kabels über die Kabellänge mit einer gegenüber der Betriebs-Wellenlänge sehr grossen Periodenlänge verändert. Die Veränderungen sind so bemessen, dass die Periodenlänge der Dielektrizitätsänderung multipliziert mit der Kabeldämpfung bei der niedrigsten Störfrequenz etwa 5 dB beträgt.



## Hochfrequenzkabel

Die Erfindung bezieht sich auf ein Hochfrequenzkabel mit auf dem Innenleiter äquidistant angeordneten Abstandhaltern und darüber befindlichem Kunststoffschlauch, bei dem der durch systematische Inhomogenitäten verursachte

5 frequenzselektive Energierückfluß und die damit verbundene Störung der Übertragungseigenschaften dadurch vermindert ist, daß die relative Dielektrizitätskonstante des zwischen Innen- und Außenleiter des Kabels befindlichen Isolierstoffes über die Kabellänge mit einer gegenüber der

10 Betriebs-Wellenlänge sehr großen Periodenlänge in den zulässigen Grenzen des Wellenwiderstandes und der Abmessungen verändert ist.

Hochfrequenzkoaxialkabel sind aus fertigungstechnischen

15 Gründen nie völlig längshomogen aufgebaut. Der Wellenwiderstand dieser Kabel schwankt stets geringfügig infolge kleinster Abmessungsschwankungen der Leiter und der Isolierung sowie infolge Dichteschwankungen des verwendeten Isolierstoffes. Solange diese Schwankungen klein

20 genug und statistisch verteilt sind, bleiben die Auswirkungen auf die Übertragungseigenschaften des Kabels gering. Da diese Schwankungen aber häufig fertigungsbedingt sind, treten sie nicht statistisch verteilt, sondern gleichartig und äquidistant auf. Die dadurch

25 verursachten systematischen Störstellen bewirken bei den Frequenzen, bei denen der Abstand der Störstellen gleich einem ganzzahligen Vielfachen einer halben Wellenlänge ist, unter Umständen extreme Abweichungen des Eingangswiderstandes vom mittleren Wellenwiderstand sowie eine

selektive Zunahme der Betriebsdämpfung. Ferner treten Phasen- und Gruppenlaufzeitverzerrungen auf.

- Je nach Größe und Lage der Inhomogenitäten auf dem
- 5 Koaxialkabel, wiederholen sich die resonanzartigen Störungen der Übertragungseigenschaften über den gesamten Frequenzbereich im Abstand der ersten Resonanzfrequenz mit unter Umständen stark schwankender absoluter Größe.
- 10 Die Ursachen für die systematischen Störungen, die während des Fertigungsprozesses entstehen können, sind zahlreich und unterschiedlicher Natur. In den meisten Fällen rühren sie von drehenden Maschinenteilen her oder beruhen auf Schwingungen, die auf das Kabel während der Fertigung
- 15 einwirken. Solche systematischen Störungen im Fertigungsprozeß führen zu kleinsten Durchmesserschwankungen im Isolierstoff oder zu Drahtstärkenänderungen, oder zu Änderungen im Abstand zwischen Innen- und Außenleiter. Kleine Volumen- oder Durchmesserschwankungen werden z.B.
- 20 periodisch wirksam, wenn einzeln auf dem Kabelinnenleiter in gleichem Abstand angeordnete Abstandshalter rotations-spritztechnisch aufgebracht werden, denn alle durch die Werkzeugtoleranzen bedingten Schwankungen wiederholen sich entsprechend dem Fertigungszyklus des Werkzeuges, z.B. dem
- 25 Werkzeugumfang.

- Zur Vermeidung derartiger systematischer Inhomogenitäten wurde gemäß der DE-PS 16 40 095 bereits vorgeschlagen, beim Aufspritzen von Abstandhaltern auf einen Innenleiter
- 30 unter Verwendung eines Mehrfachwerkzeuges die Anzahl der je Arbeitstakt aufgespritzte Abstandhalter je Fertigungsablauf diskontinuierlich zu ändern. Damit kann in Grenzen bei einem Hochfrequenzkabel dieser Bauart der frequenzselektive Energierückfluß eingeschränkt werden.
- 35 Das Verfahren hat den Nachteil, daß wegen der diskontinuierlichen Arbeitsweise die ohnehin schon

eingeschränkte Wirtschaftlichkeit durch die dann im Mittel reduzierte Taktweite zusätzlich gemindert wird.

Durch die DE-AS 14 65 634 ist bekannt, zur Vermeidung  
5 systematischer Fehler die resultierende Dielektrizitäts-  
konstante entlang des Kabels stetig oder in Abschnitten zu  
ändern. Dies kann durch Änderung der Steigung einer Stütz-  
wendel sowie durch Veränderung des Schäumgrades eines  
Dielektrikums aus Schaumstoff erfolgen.

10

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diese bekannte  
Lehre derart weiter zu entwickeln, daß die HF-Kabel der  
angegebenen Art auch bei höheren Übertragungsfrequenzen,  
z.B. im Meter- und Dezimeter-Wellenlängenbereich, wirksam  
15 arbeiten. Die Mittel und das Verfahren zur Herstellung  
eines derartigen Kabels sollen ferner die Störanfälligkeit  
der Fertigungslinien, z.B. Verschleiß von Werkzeugteilen,  
im Hinblick auf Inhomogenitäten vermindern, möglichst eine  
höhere Fertigungsgeschwindigkeit zulassen und vor allem  
20 den Einsatz von Rotationsspritztechniken bei der Her-  
stellung der Abstandshalter auch bei solchen Koaxialkabeln  
ermöglichen, in deren Frequenzbereich mehrere Oberwellen  
der Fehlerfrequenz fallen.

25 Gemäß der Erfindung wird dies dadurch erreicht, daß die  
Periodenlänge der Dielektrizitätsänderung multipliziert  
mit der Kabeldämpfung bei der niedrigsten Störfrequenz  
etwa 5 dB beträgt. Hierbei ist die niedrigste Störfrequenz  
diejenige Frequenz, deren Wellenlänge auf dem Kabel  
30 doppelt so groß ist, wie der geometrische Abstand der  
äquidistant, also periodisch auftretenden Fehler.

Bei spritztechnisch aufgetragenen Abstandhaltern läßt sich  
die Dielektrizitätszahl durch Einformungen in die  
35 Abstandhalter verändern. Diese Einformungen erfolgen  
zweckmäßig radial, weil das Spritzwerkzeug diese

Veränderungen am einfachsten zuläßt. Anstelle von Änderungen an den Abstandhaltern können auch Änderungen des Dielektrikums dadurch erfolgen, daß ein die Abstandhalter konzentrisch umgebender Kunststoffschlauch in  
5 seinem Querschnitt über die Kabellänge verändert wird. Verfahrensmäßig wird der Kunststoffschlauch vorteilhaft dadurch mit unterschiedlichen Querschnitten versehen, daß der Schlauch im noch plastischen Zustand durch ein Kalibrierwerkzeug derart geführt wird, daß der Schlauch  
10 bei zunehmender Wanddicke um die Abstandhalter ausgeformt wird.

Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele und Gestaltungsformen der Erfindung beschrieben und die Wirkungsweise erläutert.  
15

Die Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch Teile eines Spritzwerkzeuges für das Aufbringen von Abstandhaltern auf einen Innenleiter.  
20

Die Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch ein Hochfrequenzkabel, dessen Abstandhalter mit einem Werkzeug nach Fig. 1 gefertigt wurden.

25 Die Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch ein Hochfrequenzkabel, dessen Dielektrizitätszahl durch eine Dickenänderung eines die Abstandhalter umschließenden Schlauches aus Isolierstoff erfolgt.

30 Die nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele für Hochfrequenzkabel sind in schematischer Aufbauform dargestellt, wobei alle für die Beschreibung der Erfindung nicht funktionswesentlichen Teile - ebenso wie bei dem Werkzeug nach Fig. 1 - weggelassen sind.

35

- Ein Werkzeug nach Fig. 1 besteht aus einem Körper 1, der zentrisch einen Kanal 2 zur Aufnahme eines Innenleiters ausgeformt hat. Quer zum Kanal 2 liegen Ausformungen 3, die die Form für die im Spritzverfahren herzustellenden Abstandhalter bilden. In die Ausformungen 3 können über eine geeignete Antriebsvorrichtung stiftartige Teile 4 mehr oder weniger tief in die Ausformung 3 eingefahren werden, so daß sich Abstandhalter unterschiedlicher Werte in bezug auf die Dielektrizitätskonstante zwischen Innen- und Außenleiter ergeben. Anstelle der gezeigten stiftförmigen Teile 4 können auch andere Formen mit dem Hub  $\Delta h$  eingefahren werden, so daß sich Schlitz- oder Kerben am Umfang mehr oder weniger verteilt ergeben.
- Die Fig. 2 zeigt den Schnitt durch ein Hochfrequenzkabel, das aus einem Werkzeug nach Fig. 1 hergestellt ist. Auf einem Innenleiter 5 sind die Abstandhalter 6 aufgespritzt, die mit Ausnehmungen 7 entsprechend den Stiften 4 ausgeformt sind. Es ist ersichtlich, daß diese Ausformungen unterschiedliche Tiefen aufweisen, woraus sich entlang des Kabels bezüglich der Abstandhalter unterschiedliche Dielektrizitätszahlen ergeben. Die Steuerung der Stifte 4 und damit die Ausformung der Ausnehmungen 7 erfolgt so, daß die Stifte bei einem umlaufenden Werkzeug nicht in der Periodenlänge des Werkzeugumfanges, sondern in einer von der Steuerung vorgegebenen wesentlich größeren Periodenlänge unterschiedliche Eintauchtiefen ergeben. Der Außenleiter des Kabels ist mit 8 und der Schutzmantel mit 9 bezeichnet.
- Die Fig. 3 zeigt den Querschnitt durch ein Kabel, bei dem zwischen dem Innenleiter 10 und dem Außenleiter 11 auf die Abstandhalter 12 ein schlauchförmiger Kunststoffmantel 13 aufgelegt ist, der aus der Fertigung mit unterschiedlicher Stärke oder unterschiedlichem Durchhang

kommt. Durch ein Kalibrierwerkzeug wird der äußere Durchmesser des Kunststoffmantels 13 konstant gehalten. Dies hat zur Folge, daß sich der Mantel abhängig vom zugeführten Material mehr oder weniger weit um die 5 Abstandhalter herumlegt.

Patentansprüche:

10

15

20

25

30

35

PATENTANSPRÜCHE

1. Hochfrequenzkabel mit auf dem Innenleiter äquidistant angeordneten Abstandhaltern und darüber befindlichem Kunststoffschlauch, bei dem der durch systematische Inhomogenitäten verursachte frequenzselektive Energie-  
5 rückfluß und die damit verbundene Störung der Übertragungseigenschaften dadurch vermindert ist, daß die relative Dielektrizitätskonstante des zwischen Innen- und Außenleiter des Kabels befindlichen Isolierstoffes über die Kabellänge mit einer gegenüber der Betriebs-Wellen-  
10 länge sehr großen Periodenlänge in den zulässigen Grenzen des Wellenwiderstandes und der Abmessungen verändert ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Periodenlänge der Dielektrizitätsänderung multipliziert mit der Kabeldämpfung bei der niedrigsten Störfrequenz etwa 5 dB  
15 beträgt.
2. Hochfrequenzkabel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die wirksame Dielektrizitätszahl durch Einformungen in den Abstandhaltern verändert ist.  
20
3. Hochfrequenzkabel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsfläche des Kunststoffschlauches über die Kabellänge verändert ist.
- 25 4. Verfahren zur Herstellung eines Hochfrequenzkabels nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoffschlauch in plastischem Zustand durch ein Kalibriergerät derart geführt wird, daß der von den Abstandhaltern abgestützte Schlauch bei zunehmender Wanddicke um die  
30 Abstandhalter herum ausgeformt wird.

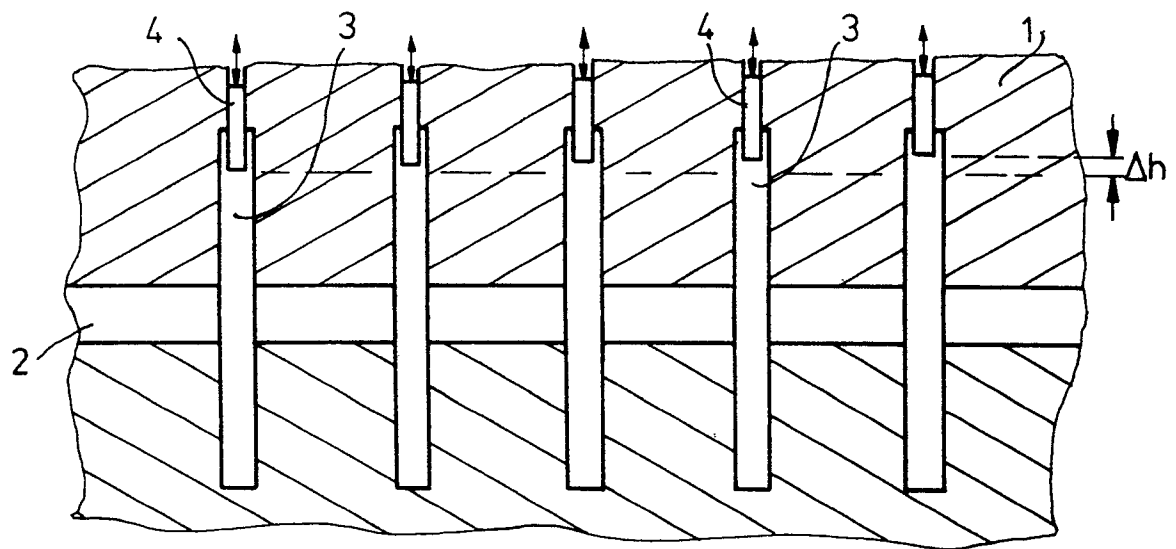


Fig. 1

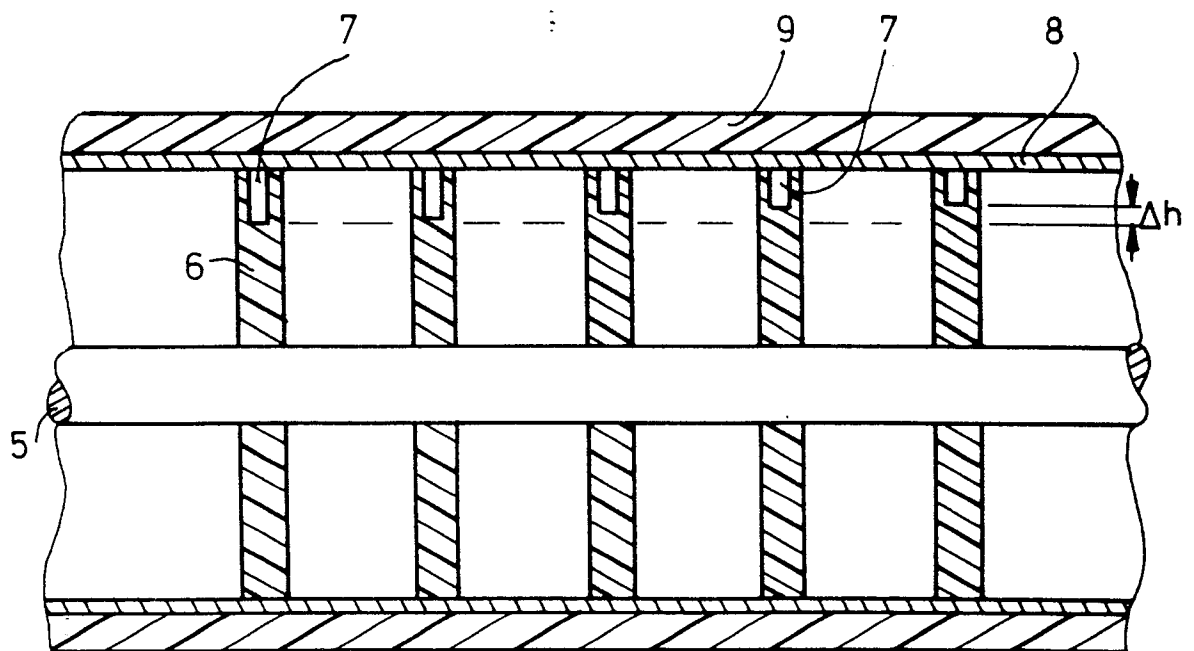


Fig. 2

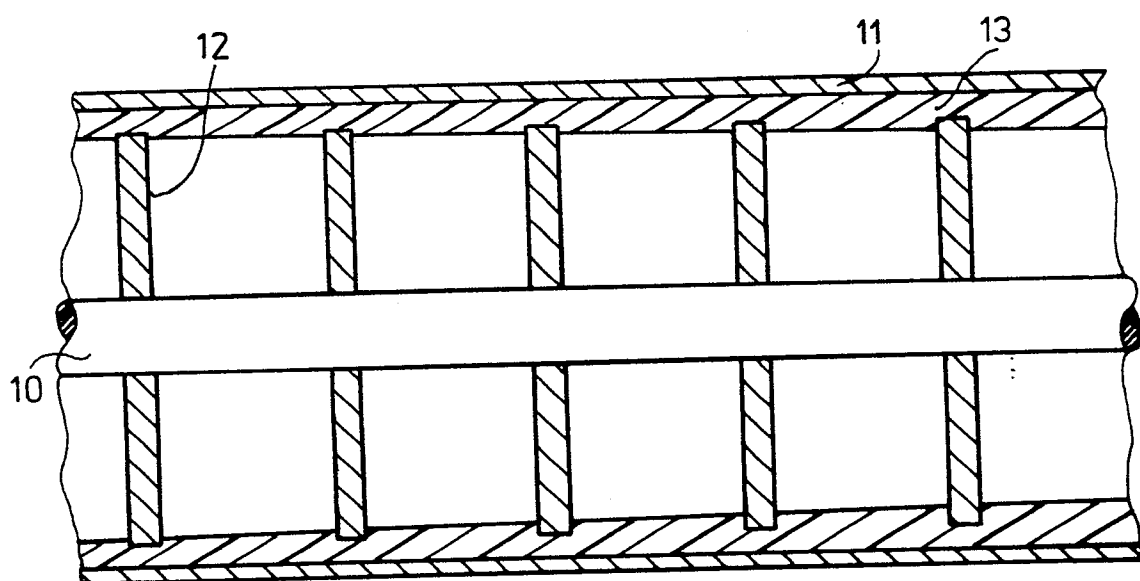


Fig. 3