

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 87110235.6

51 Int. Cl.4: **H01B 11/10**

22 Anmeldetag: 15.07.87

30 Priorität: 29.07.86 DE 3625631

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.02.88 Patentblatt 88/05

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

71 Anmelder: **W.L. Gore & Co. GmbH**
Wernher-von-Braun-Strasse 18
D-8011 Putzbrunn(DE)

72 Erfinder: **Guiol, Eric, Dipl.-Phys.**
Am Wasen 1
D-8835 Pleinfeld(DE)

74 Vertreter: **Klunker . Schmitt-Nilson . Hirsch**
Winzererstrasse 106
D-8000 München 40(DE)

54 **Magnetische oder elektromagnetische Abschirmung und damit ausgerüstetes elektrisches Kabel.**

57 Elektromagnetische Abschirmung mit einer mindestens zweilagigen elektromagnetischen Abschirmung, deren eine Lage durch einen elektrischen Leiter wie einen Metallgeflechschirm (C;D) gebildet ist und deren zweite Lage durch eine flexible, elektrisch nicht-leitende, mit nicht-magnetischen Metallteilchen dotierte Kunststoffschicht (D) gebildet ist.

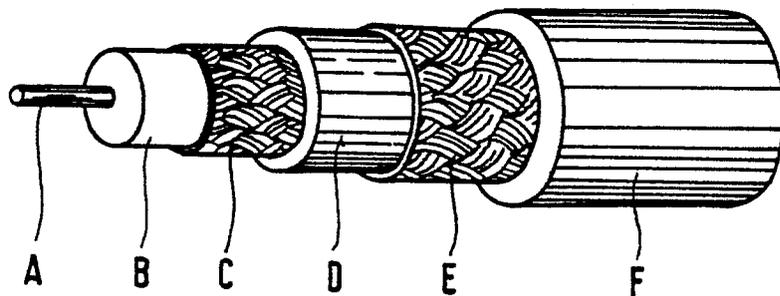


FIG. 1

EP 0 254 964 A2

Magnetische oder elektromagnetische Abschirmung und damit ausgerüstetes elektrisches Kabel

Die Erfindung betrifft eine elektromagnetische oder magnetische Abschirmung und damit aufgebaute elektrische Kabel.

Insbesondere bei Anwendungen im Hochfrequenzbereich ist es häufig erforderlich, einen oder mehrere Signalleiter eines elektrischen Kabels mit einer elektromagnetischen Abschirmung zu umgeben. Damit soll einerseits eine störende elektromagnetische Einstrahlung von außen auf das zu übertragende Signal und andererseits ein Abstrahlen des Signals nach außen verhindert werden.

Für Hochfrequenzanwendungen sind Kabel, deren Abschirmung aus einem einfach geflochtenen Schirm besteht, häufig nicht ausreichend. Eine bessere Abschirmwirkung erreicht man mit zwei aufeinander geflochtenen Schirmen. Bei sehr hohen Anforderungen an die Abschirmwirkung, wie sie beispielsweise im Bereich der Raumfahrt, Luftfahrt, Telekommunikation und Datenverarbeitung gefordert wird, reicht auch eine derartige Abschirmung nicht aus. Für solche Anwendungsgebiete hat man Kabel mit dreilagiger Abschirmung geschaffen, wobei die Innenlage und die Außenlage je durch einen Metallgeflechschirm und die Zwischenlage durch einen polykristallinen Werkstoff wie beispielsweise μ -Metall, metallisches Glas und dergleichen gebildet sind.

Ein derartiger Abschirmungsaufbau führt jedoch zu Kabeln mit nur geringer Flexibilität und mit schwieriger Verarbeitung beim Anschließen an die Kontaktelemente von Steckverbindern. Außerdem erreicht man hiermit im wesentlichen nur eine Abschirmung elektrischer Felder, nicht aber magnetischer Felder. Desweiteren wirkt sich nachteilig aus, daß die elektrisch leitende Zwischenlage den Innenschirm und den Außenschirm elektrisch verbindet und daher die dreilagige Abschirmung im Grunde nur wie eine dickschichtige Abschirmung wirkt.

Aus der DE-OS 30 25 504 ist ein Koaxialkabel bekannt, das zwischen zwei Metallschirmen eine magnetische Schicht aufweist, bei der es sich um einen nicht-leitenden oder nur wenig leitenden magnetischen Mischstoff handelt, der durch Einmischen von Ferritstaub oder anderem magnetischen metallischen Staub in ein flexibles Kunststoffträgermaterial hergestellt werden kann.

Aus der US-PS 4 376920 ist es bekannt, bei einem Koaxialkabel zwischen zwei Flechtschirmen eine Zwischenschicht mit hohem Verlustfaktor unterzubringen, um eine hohe Ausbreitungsfunktion für den Weg zwischen den beiden Schirmschichten und damit eine möglichst längenunabhängige Abschirmwirkung zu erreichen. Als Zwischenschicht

kann ein elektrisch gut isolierender Kunststoff verwendet werden, in den verlustbewirkende Pigmente oder andere Verbindungen nicht näher angegebener Art eingelagert sind.

Aus den US-Patentschriften 3191132 und 3309633 sind elektrische Kabel bekannt, deren elektrische Leiter umgebendes flexibles, isolierendes Kunststoffmaterial eine Zumischung von Ferritteilchen aufweist, um eine Absorption elektromagnetischer Wellen hoher Frequenz zu erreichen, ohne eine Absorption solcher Wellen im niederfrequenten Bereich zu haben.

Die Verwendung von dotierten Isolierschichten führt gegenüber Kabeln mit starren Abschirmschichten zu einer verbesserten Kabelflexibilität.

Für Anwendungsgebiete der zuvor beispielsweise genannten Art sollte die Abschirmdämpfung für einen möglichst großen Frequenzbereich größer als 100 dB sein, um Abstrahlung und Einstrahlung von störenden Signalen in einem möglichst großen Frequenzbereich zu verhindern.

Elektromagnetische Strahlungen auf das zu übertragende Signal wirken sich vor allem bei Digitalsignalen dadurch negativ aus, daß die Impulsschmalen abgeflacht werden, was zu Signalverfälschungen und zu einer Verringerung der möglichen Impulsfolgefrequenz führt.

In vielen Bereichen der Technik ist auch ein Abstrahlen der zu übertragenden Impulse von dem Kabel auf andere elektronische Komponenten oder Signalleiter anderer Kabel unerwünscht. Auf den Gebieten der Telekommunikation und der Datenverarbeitung kann es zu unerwünschtem Nebensprechen kommen und wird durch die Abstrahlung unbefugte Datenanzapfung möglich.

Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine elektromagnetische Abschirmung verfügbar zu machen, die bei hochflexiblem Kabelaufbau zu einer hohen Abschirmdämpfung sowohl elektrischer als auch magnetischer Felder in einem möglichst weiten Frequenzbereich führt.

Eine Lösung dieser Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben und kann den weiteren Ansprüchen gemäß vorteilhaft weitergebildet werden.

Da die eine Lage der Abschirmung aus metall-dotiertem Kunststoff besteht und hochflexible Kunststoffe zur Verfügung stehen, braucht ein mit der erfindungsgemäßen Abschirmung versehenes Kabel keinerlei Einbuße an Flexibilität zu erleiden. Die außerordentlich guten elektromagnetischen Schirmdämpfungseigenschaften werden dadurch erreicht, daß das ein- bzw. abstrahlende magnetische Feld in der Abschirmungslage aus nicht-magnetischen Metallteilchen dotiertem Kunststoff gebündelt wird.

Abschirmungen gegen elektrische Felder, die aus elektrischen Leitern bestehen, wirken dadurch, daß diese elektrischen Leiter eine Äquipotentialfläche bilden, die durch Außenanschluß beispielsweise auf das Potential 0 gelegt wird. Ladungsträger, die durch lokale elektrische Felder verursacht werden, fließen sofort ab, was die elektrische Abschirmwirkung hervorbringt. Je höher die elektrische Leitfähigkeit umso besser die elektrische Abschirmwirkung.

Derartige elektrische Leiter bewirken jedoch keine oder nur eine sehr schwache Abschirmung gegenüber Magnetfeldern, wenn man einmal von sehr hohen Frequenzen im GHz-Bereich absieht. Insbesondere in relativ niedrigen Frequenzbereichen, beispielsweise im unteren MHz- oder gar KHz-Bereich, tritt jedoch praktisch keine magnetische Abschirmung auf.

Dadurch, daß man für die magnetisch abschirmende Abschirmung Kunststoff verwendet, in dem metallische Teilchen so eingebettet sind, daß der Kunststoff nicht zum elektrischen Leiter wird, nach Art bekannter "elektrisch leitender Kunststoffe", sondern ein elektrischer Isolator bleibt, erreicht man eine verbesserte Abschirmung gegenüber magnetischen Feldern. Bettet man aber wie bei den bekannten Kabeln Ferritpulver in den Kunststoff ein, erreicht man eine Abschirmdämpfung, die nur relativ wenig über den als Mindestwert gewünschten 100 dB liegt, nur in einem relativ kleinen unteren Frequenzbereich.

Verwendet man nicht-magnetische Metallteilchen, wie beispielsweise Kupferpulver, entstehen in diesen Metallteilchen vom hochfrequenten Magnetfeld hervorgerufene, induzierte Wirbelströme, die wiederum ein Magnetfeld verursachen, das dem äußeren Magnetfeld entgegengesetzt ist. Auch hier kommt es zu einer gebündelten Bindung des abzuschirmenden Magnetfeldes wie bei Ferrit-Dotierung. Allerdings nimmt die Wirbelstromstärke und damit die magnetische Abschirmwirkung mit zunehmender Magnetfeldstärke und steigender Frequenz zu, was nicht nur zu höherer Abschirmdämpfung als bei Ferrit-Dotierung an sich führt sondern zu einer Ausdehnung des Bereichs guter Abschirmdämpfung in viel höhere Frequenzregionen. Die erfindungsgemäße Maßnahme führt daher zu überraschend guten magnetischen Abschirmergebnissen.

Besonders gute elektromagnetische Abschirmwirkungen erzielt man mit einer dreilagigen Abschirmung, deren innere und deren äußere Schirmung je durch einen elektrischen Leiter wie insbesondere ein Metallgeflecht oder eine Metallfolie gebildet sind und deren Mittellage durch die metalldotierte Kunststoffschicht gebildet ist. Letztere führt zu einer elektrischen Isolierung zwischen innerer und äußerer elektrisch leitender Schirm-

lage. Dies bewirkt eine Reflexion des abzuschirmenden elektrischen Feldes an zwei elektrisch gesehen unterschiedlichen Schirmschichten. Dies führt zu einer besseren elektrischen Abschirmung als drei elektrisch leitende Schirmungen, die miteinander in elektrischer Verbindung stehen und für die abzuschirmenden elektrischen Felder daher im wesentlichen nur wie eine einzige Schirmschicht wirken.

Gegenüber der bekannten dreilagigen Abschirmung mit einem inneren Metallgeflechschirm, einem äußeren Metallgeflechschirm und einer dazwischen befindlichen mittleren Abschirmung aus Ferrit-dotiertem Kunststoff führt die erfindungsgemäße Abschirmung mit einer Kunststoffzwischen-schicht, in die nicht-magnetische Metallteilchen eingelagert sind, daher zu einer erheblich besseren magnetischen Abschirmung über einen sehr weiten Frequenzbereich, wobei eine gute Kabelflexibilität erhalten bleibt.

Ein mit der erfindungsgemäßen elektromagnetischen Abschirmung versehenes Kabel kann daher sowohl hohe Flexibilität aufweisen als auch eine überragende elektromagnetische Abschirmung.

Die flexible, mit nicht-magnetischen Metallteilchen dotierte, elektrisch nicht-leitende Kunststoffschicht hat auch selbständig Erfindungsbedeutung. Sie kann dort, wo es auf eine Abschirmung nur magnetischer Felder ankommt, ohne elektrisch abschirmende Schirmungen vorteilhaft eingesetzt werden, z. B. für magnetisch abzuschirmende Kabel, die hohe Flexibilität behalten sollen.

Die Erfindung wird nun anhand einer Ausführungsform näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine Ausführungsform der Erfindung; und

Fig. 2 Abschirmdämpfungsverläufe in Abhängigkeit von der Frequenz für ein Kabel gemäß Fig. 1 mit einer bekannten und mit einer erfindungsgemäßen Abschirmschicht.

Fig. 1 zeigt als Beispiel ein Koaxialkabel mit einem einzigen Signalleiter A, der von einem Dielektrikum B umgeben ist. Das Dielektrikum B wird von einem ersten Schirm C aus einem Metallgeflecht umspannt. Den ersten Schirm C umgibt eine metalldotierte, elektrisch nicht-leitende Kunststoffzwischen-schicht D, die ihrerseits von einem zweiten Schirm E aus einem Metallgeflecht umgeben wird. Die äußerste Schicht des Kabels wird durch einen Kunststoffmantel gebildet.

Als Materialien für die metalldotierte Kunststoffzwischen-schicht D eignen sich insbesondere PTFE (polytetrafluoräthylen), in das vorzugsweise Kupferpulver eingebettet ist.

Messungen an verschiedenen Abschirmungen haben im Frequenzbereich zwischen 0,25 MHz und 110 MHz folgende Schirmdämpfungen ergeben:

-einfach geflochtener Schirm: ca. 60 dB

-zwei aufeinander geflochtene Schirme: ca. 85 dB

-zwei aufeinander geflochtene Schirme mit einer Zwischenschicht aus mit metallischem Pulver dotiertem Kunststoff: > 100 dB

a) bei Verwendung von Ferrit-dotiertem Kunststoff bis 8 MHz und einem Maximum von ca. 107 dB bei etwa 2 MHz (Kurve F in Fig. 2);

b) bei Verwendung von mit nicht-magnetischen Metallteilchen dotiertem Kunststoff bis etwa 90 MHz und einem Maximum von etwa 118 dB bei ca. 8 MHz (Kurve Cu in Fig. 2).

Fig. 2 zeigt also, daß Kabel, deren mittlere Abschirm- oder Zwischenschicht D mit Kupferteilchen dotiert ist, einerseits eine erheblich höhere Schirmdämpfung und andererseits hohe Schirmdämpfung bis in wesentlich höhere Frequenzbereiche als bei Ferrit-Dotierung aufweisen.

Ansprüche

1. Elektromagnetische Abschirmung mit mindestens zwei Abschirmungen, von denen eine durch einen elektrischen Leiter in Form eines Metallgeflechts oder einer Metallfolie gebildet ist, dadurch **gekennzeichnet**, daß die zweite Abschirmung durch eine flexible, mit nicht-magnetischen Metallteilchen dotierte, elektrisch nicht-leitende Kunststoffschicht (D) gebildet ist.

2. Abschirmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in die Kunststoffschicht (D) metallisches Pulver eingebettet ist.

3. Abschirmung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Kunststoff Polytetrafluoräthylen (PTFE) verwendet wird.

4. Abschirmung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff mit Kupfer dotiert ist.

5. Abschirmung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff mit Pulver eines metallischen Glases dotiert ist.

6. Abschirmung nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschirmung dreilagig ist und als Innenlage (C) und als Außenlage (E) je ein Metallgeflecht vorgesehen ist und die metalldotierte Kunststoffschicht die Zwischenlage (D) bildet.

7. Elektrisches Kabel mit mindestens einem Signalleiter, gekennzeichnet durch eine elektromagnetische Abschirmung nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

8. Magnetische Abschirmung gekennzeichnet durch eine flexible, mit nicht-magnetischen Metallteilchen dotierte, elektrisch nicht-leitende Kunststoffschicht.

9. Elektrisches Kabel mit mindestens einem Signalleiter, gekennzeichnet durch eine magnetische Abschirmung nach Anspruch 8.

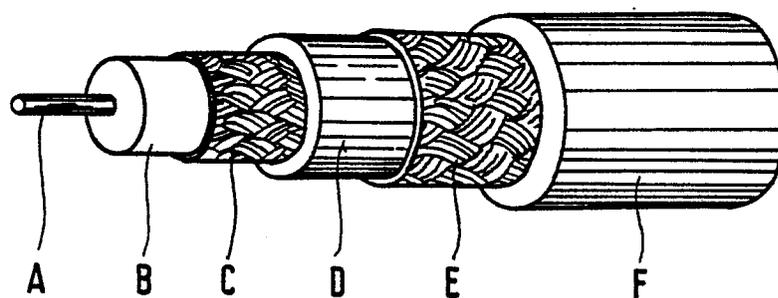


FIG. 1

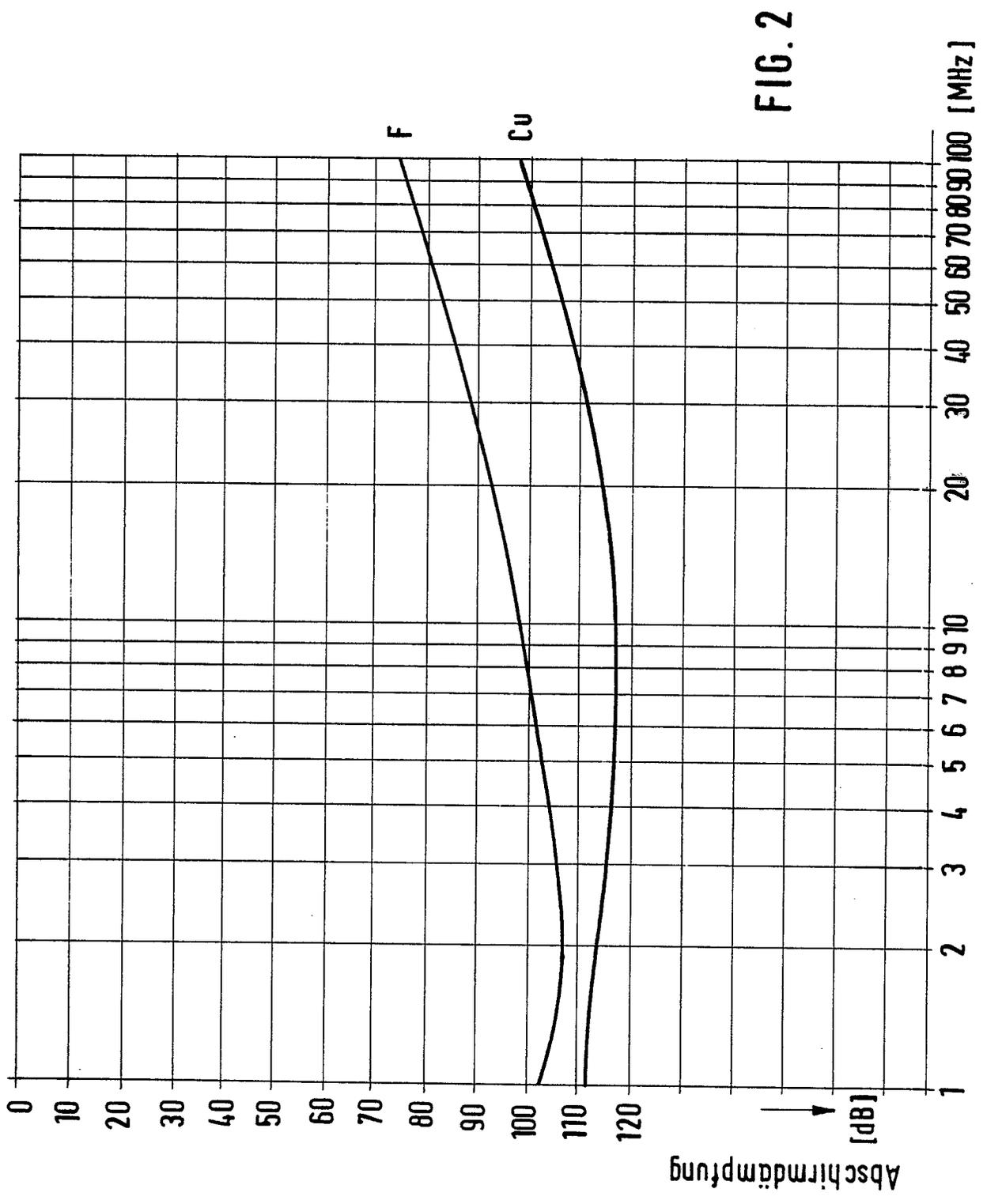
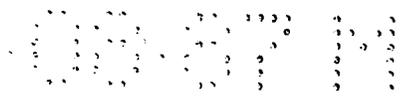


FIG. 2