



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.11.2004 Patentblatt 2004/48

(51) Int Cl.7: H01B 9/02

(21) Anmeldenummer: 04291120.6

(22) Anmeldetag: 30.04.2004

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

- Büthe, Harald, Dipl.-Ing.
41334 Nettetal (DE)
- Talian, Georg, Dipl.-Ing.
47441 Moers (DE)
- Mikus, Stefan Dipl.-Ing.
22339 Hamburg (DE)
- Steinbrink, Dirk, Dr.-Ing.
30398 Burgwedel (DE)

(30) Priorität: 17.05.2003 DE 10322379

(71) Anmelder: Nexans
75008 Paris (FR)

(74) Vertreter: Döring, Roger, Dipl.-Ing.
Patentanwalt,
Weidenkamp 2
30855 Langenhagen (DE)

(72) Erfinder:
• Zamzow, Peter, Dipl.-Ing.
44795 Bochum (DE)

(54) Elektrisches Kabel für einen Linearmotor und daraus hergestellte Wicklung

(57) Es werden ein elektrisches Kabel und eine damit hergestellte Wicklung für einen Linearmotor angegeben, welches aus einem elektrisch gut leitenden metallischen Leiter (6), einer denselben umgebenden inneren Leitschicht (7), einer über der inneren Leitschicht (7) angeordneten Isolierung (8), einer die Isolierung (8) umgebenden äußeren Leitschicht (9), einem über der

äußeren Leitschicht (9) angeordneten Mantel (10) aus elektrisch leitfähig gemachtem Isoliermaterial sowie einer zwischen der äußeren Leitschicht (9) und dem Mantel (10) angeordneten, elektrisch leitfähigen Zwischenschicht (11) besteht. Die Zwischenschicht (11) ist aus einem Band (H) aufgebaut, dessen elektrischer Widerstand pro Längeneinheit auf Werte zwischen 1 Ω/m und 30 Ω/m variabel einstellbar ist.

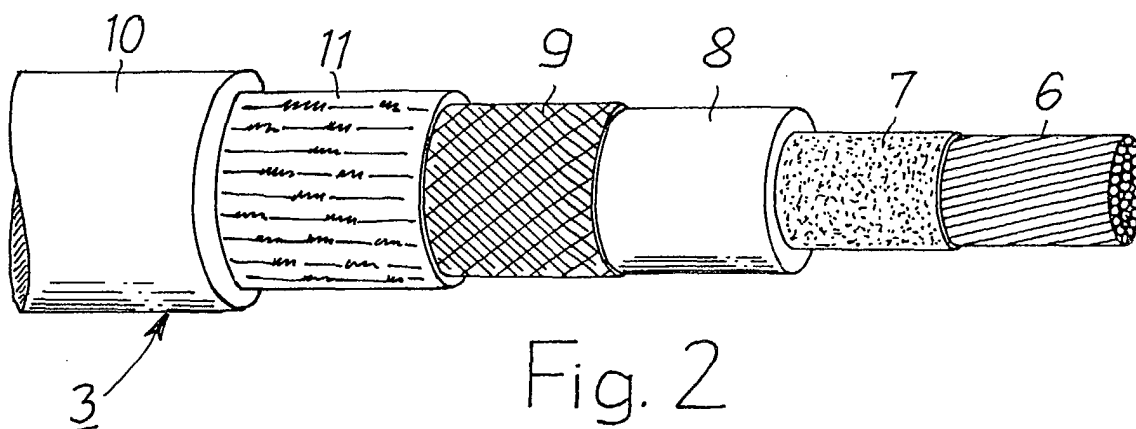


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein elektrisches Kabel für einen Linearmotor, welches aus einem elektrisch gut leitenden metallischen Leiter, einer denselben umgebenden inneren Leitschicht, einer über der inneren Leitschicht angeordneten Isolierung, einer die Isolierung umgebenden äußeren Leitschicht, einem über der äußeren Leitschicht angeordneten Mantel aus elektrisch leitfähig gemachtem Isoliermaterial sowie einer zwischen der äußeren Leitschicht und dem Mantel angeordneten, elektrisch leitfähigen Zwischenschicht besteht sowie auf eine mit einem derartigen Kabel hergestellte dreiphasige Wicklung (DE 196 38 603 A1).

[0002] Linearmotoren sind für elektrische Antriebe unterschiedlicher Art seit langem bekannt. Es gibt dabei sowohl Gleichstrom- als auch Wechselstrom-Synchron- und Asynchronmotoren. Beim Linearmotor sind sowohl ein feststehender Stator als auch ein bewegbarer Läufer im Gegensatz zum konventionellen Motor nicht kreisförmig, sondern geradlinig angeordnet. Die elektrische Energie wird bei einem Linearmotor so in mechanische Energie umgesetzt, daß sie unmittelbar für eine Translationsbewegung nutzbar wird. Einsatzgebiete für einen Linearmotor sind beispielsweise der Personenverkehr, das Förder- und Transportwesen, Fließbänder, Gepäcktransport, Bergbau, Kräne, Schleppanlagen, Schlitten von Werkzeugmaschinen und die Betätigung von Schiebern. Der Linearmotor kann prinzipiell eine in Nuten eines Induktors angeordnete Erregerwicklung haben, die bei Wechselstrom dreiphasig ausgebildet ist. Der Läufer besteht dann entweder aus einer Schiene aus elektrisch gut leitendem Material, wie Kupfer oder Aluminium (Asynchronmotor), oder aus permanentmagnetischem Material (Synchronmotor).

[0003] Wenn ein derartiger Linearmotor beispielsweise zum Antrieb einer Magnetschwebbahn für den Fernschnellverkehr eingesetzt wird, dann ergibt sich für den Induktor und damit auch für die in seinen Nuten angebrachten Kabel eine sehr große Länge. Da ein solcher Linearmotor aus diesem Grund mit einer relativ hohen elektrischen Spannung betrieben wird, müssen die Kabel mit einer inneren und einer äußeren Leitschicht sowie einem Schirm ausgerüstet sein. Der Schirm derartiger, als Mittelspannungskabel ausgeführter Kabel ist für eine sichere Führung kapazitiver Ladeströme, eine Erdschlußerkennung, eine Möglichkeit zur Fehlerortung und als Schutz gegen mechanische Beschädigungen der den Leiter umgebenden Schichten erforderlich. Ferner soll er Lebewesen vor Gefährdung durch hohe elektrische Spannungen schützen.

[0004] Beim Einsatz von Mittelspannungskabeln mit dem beschriebenen Aufbau im sehr langen, aus Induktor und Kabeln bestehenden Stator eines Linearmotors wird auf den Schirmen der Kabel eine hohe Längespannung induziert, die beispielsweise bei einer Länge des Stators von 100 m weit mehr als 1 kV betragen kann. Damit derart hohe Spannungen nicht entstehen kön-

nen, könnten die Schirme in sehr kurze Abschnitte aufgeteilt und jeder Abschnitt einseitig geerdet werden. Das ist umständlich und teuer und erhöht das Risiko von Kabelfehlern. Mit bekannten geschirmten Mittelspannungskabeln könnten kleine Schirmspannungen auch durch die Erdung der Schirme an beiden Enden eines Abschnitts fast beliebiger Länge oder durch Verbindung der Schirme der drei für die Wicklung verwendeten Kabel in fast beliebigen Abständen erzielt werden. Dann würden aber große Schirmströme fließen, die große Energieverluste verursachen und als Wirbelstrombremse wirken würden.

[0005] Aus der DE 30 06 382 A1 ist eine dreiphasige Wechselstrom-Wicklung für einen Linearmotor bekannt, die aus elektrischen Mittelspannungskabeln entsprechend dem geschilderten Aufbau besteht. Die hier eingesetzten Kabel weisen einen äußeren, aus elektrisch leitfähig gemachtem Isolierstoff bestehenden Mantel auf. Mindestens auf einer Seite des Stators ist im Bereich der aus den Nuten herausragenden Wickelköpfe der Kabel ein sich über die gesamte Länge des Stators erstreckender, mit den leitfähigen Mänteln der Kabel in gutem Kontakt stehender und an Erdpotential anschließbarer Strang aus elektrisch gut leitendem Material angeordnet. Die elektrisch leitfähig gemachten Mäntel der Kabel stellen gleichzeitig deren Schirm dar, der eine relativ geringe elektrische Leitfähigkeit aufweist. Durch die Kombination der Mäntel mit dem an Erdpotential angeschlossenen Strang ergibt sich insgesamt ein Schirm, der eine gute Ableitung kapazitiver Ströme gewährleistet und außerdem sicherstellt, daß durch induzierte Spannungen entstehende Ströme klein bleiben. Die Wicklung weist somit insgesamt eine niedrige Verlustleistung auf und die Feldbeeinflussung wird vernachlässigbar. Da außerdem keine hohen elektrischen Spannungen entstehen können, ist eine Gefährdung von Lebewesen vermieden.

[0006] Bei dem bekannten Kabel nach der eingangs erwähnten DE 196 38 603 A1 ist zwischen der äußeren Leitschicht und dem äußeren elektrisch leitfähig gemachten Mantel eine sich über die ganze Länge des Kabels erstreckende, rundum geschlossene Metalleinlage als Zwischenschicht vorhanden, durch welche die elektrische Leitfähigkeit des Schirms des Kabels erhöht wird. Es soll dadurch erreicht werden, daß im Schirm induzierte elektrische Spannungen und Ströme, durch welche die Antriebsleistung des Linearmotors vermindert werden könnte, möglichst niedrig gehalten werden. Außerdem sollen durch die Metalleinlage der Längswiderstand längs der Kabelachse homogen sein und die Erfassung eines Erdschlusses sowie die Ableitung von Fehlerströmen mit reduziertem Aufwand in ausreichendem Maße sichergestellt werden. Das wird mit diesem bekannten Kabel in vielen Einsatzfällen auch erreicht. Trotzdem kann es geschehen, daß das Kabel insbesondere bei erhöhter Betriebsspannung beschädigt wird.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das eingangs geschilderte Kabel bzw. die daraus hergestell-

te Wicklung so zu gestalten, daß es bzw. sie auf einfache Weise an unterschiedliche Betriebsspannungen anpaßbar ist, so daß eine Beschädigung durch zu hohe Betriebsspannungen ausgeschlossen werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung für das Kabel dadurch gelöst, daß die Zwischenschicht aus einem Band aufgebaut ist, dessen elektrischer Widerstand pro Längeneinheit auf Werte zwischen 1 Ω/m und 30 Ω/m variabel einstellbar ist.

[0009] Für die dreiphasige Wicklung ist gemäß der Erfindung sichergestellt, daß der Widerstandswert der Zwischenschicht pro Längeneinheit größer als der entsprechende Widerstandswert eines an den Mänteln der Kabel anliegenden Erdleiters ist.

[0010] Bei diesem Kabel ist der elektrische Widerstand des Schirms an die jeweiligen Anforderungen auf einfache Weise anpaßbar. Der Aufbau des Kabels, sein Herstellungsverfahren und die dafür verwendeten Einrichtungen können dazu unverändert bleiben. Durch das Band wird die Leitfähigkeit des Schirms des Kabels so weit erhöht, daß derselbe ausreichend hohe Ströme tragen kann, um eine einfache und schnelle Erkennung eines Erdschlusses sicherzustellen. Das Band kann beispielsweise als Hybridband mit Kunststoffäden und metallischen Drähten ausgeführt sein oder aus zu einer Einheit zusammengefaßten Karbonfasern bestehen. Der Widerstandswert des Schirms bleibt aber so hoch, daß keine zu hohen Verlusten führenden, niederohmigen Sekundärkreise entstehen. Verluste durch Spannungen und Ströme, die im Kabelschirm induziert werden, sind gegenüber anderen Leitungsverlusten vernachlässigbar. Der Widerstandswert des Bandes wird jeweils so eingestellt, daß er für den jeweiligen Einsatzfall des Kabels ausreichend hoch ist. Wenn im Stator des Linearmotors, in dem das Kabel für die drei Wicklungsstränge verwendet ist, ein separater, mit den leitfähigen Mänteln aller drei Kabel in gutem Kontakt stehender Erdleiter vorhanden ist, dann wird der Widerstandswert des Bandes höher als der Widerstandswert eines als Erdleiter eingesetzten metallischen Stranges eingestellt. Unabhängig von der für den Linearmotor verwendeten Betriebsspannung werden dann Fehler- und Ausgleichsströme sicher über den Erdleiter abgeleitet. Das Kabel und insbesondere sein äußerer Mantel sind so wirksam gegen Beschädigungen durch zu hohe Ströme geschützt. Das gilt auch bei großen Temperaturunterschieden, denen die Kabel im Betrieb bei Tag und Nacht und in unterschiedlichen Jahreszeiten ausgesetzt sind. Das Band behält seinen bei der Fertigung eingestellten Widerstandswert auch dann mit großer Genauigkeit bei.

[0011] Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes sind in den Zeichnungen dargestellt.

[0012] Es zeigen:

Fig. 1 ein zu einem mäanderförmigen Wicklungsstrang gebogenes Kabel nach der Erfindung.

Fig. 2 das Kabel selbst mit abschnittsweise sicht-

baren Schichten seines Aufbaues.

Fig. 3 bis 8 unterschiedliche Anordnungen eines im Kabelaufbau vorhandenen Hybridbandes.

[0013] Mit 1 ist der Induktor eines Linearmotors bezeichnet, der zusammen mit einer dreiphasigen Wicklung den Stator desselben bildet. Der Induktor 1 besteht aus Blechpaketen, in denen Nuten 2 zur Aufnahme von Wicklungssträngen der Wicklung angebracht sind. Der Stator ist langgestreckt. Er kann viele Kilometer lang sein. Die Wicklungsstränge bestehen im vorliegenden Fall aus elektrischen Kabeln, deren genauerer Aufbau beispielsweise aus Fig. 2 hervorgeht.

[0014] In Fig. 1 ist ein Kabel 3 eingezeichnet, das mit mäanderförmigem Verlauf in den Nuten 2 des Induktors 1 befestigt ist. Die nicht belegten Nuten 2 des Induktors 1 sind zur Aufnahme von zwei weiteren Kabeln mit dem gleichen Aufbau wie das Kabel 3 vorgesehen. Sie sind der Einfachheit halber nicht mit eingezeichnet. Die drei Kabel bilden zusammen die dreiphasige Wicklung des Linearmotors. Das Kabel 3 ist so aufgebaut, daß es einfach zu dem mäanderförmigen Verlauf zu verformen ist und ohne zusätzlichen Aufwand seine Form auch in den außerhalb des Induktors 1 liegenden Bereichen - den Wickelköpfen 4 - beibehält. Auf mindestens einer Seite des Induktors 1 kann über dessen ganze Länge ein als Erdleiter dienender metallischer Strang 5 aus elektrisch gut leitendem Material verlaufen, der in gutem elektrischem Kontakt mit den Kabeln steht und an Erdpotential angeschlossen werden kann.

[0015] Das Kabel 3 hat ebenso wie die beiden anderen Kabel beispielsweise folgenden Aufbau:

[0016] Der Leiter des Kabels 3 ist als Leiterseil 6 ausgebildet, das aus einer Vielzahl von Einzeldrähten gebildet ist. Es sind mindestens zwei Lagen von Einzeldrähten vorhanden. Die Schlagrichtung der Verseilung in diesen beiden Lagen soll entgegengesetzt sein. Für den Fall, daß mehr als zwei Lagen vorhanden sind, sollen sie abwechselnd entgegengesetzte Schlagrichtung aufweisen. Das Leiterseil 6 kann aus Aluminiumdrähten bestehen. Es könnten aber auch Kupferdrähte oder Drähte aus einem Aluminium-Kupfer-Verbund verwendet werden.

[0017] Das Leiterseil 6 ist von einer inneren Leitschicht 7 umgeben, die auf dasselbe aufextrudiert sein kann. Der Extrusionsvorgang ist dabei so abgestimmt, daß das Material der Leitschicht 7 auch in die Zwickel eindringt, welche zwischen den Einzeldrähten der äußeren Lage des Leiterseils 6 vorhanden sind. Die Leitschicht 7 wird dadurch fest mit dem Leiterseil 6 verbunden, da sie sich an demselben verankert. Der Festsitz ist so gut, daß die Leitschicht 7 weder durch Biegung noch durch axiale Beanspruchung vom Leiterseil 6 gelöst wird. Für die innere Leitschicht 7 kann vorzugsweise ein auf der Basis von EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Monomer) aufgebautes Material verwendet werden. Das ist ein Material auf der Basis eines Copolymers von Ethylen und Propylen. Dem Basismaterial werden hoch-

aktive Leitruße hinzugegeben. Das kann ein Leitruß allein sein. Es können auch mehrere Leitruße im Verschnitt eingesetzt werden.

[0018] Über der inneren Leitschicht 7 ist eine Isolierung 8 angeordnet, die im gleichen Arbeitsgang ebenfalls durch Extrusion aufgebracht werden kann. Die Isolierung 8 besteht beispielsweise aus einer Mischung auf der Basis von EPR (Ethylen-Propylen-Rubber). Ebenfalls im gleichen Arbeitsgang kann eine äußere Leitschicht 9 auf die Isolierung 8 aufextrudiert werden, für die das gleiche Material wie für die innere Leitschicht 7 verwendet werden kann. Durch die Verankerung der inneren Leitschicht 7 am Leiterseil 6 ergibt sich für die drei fest miteinander verbundenen Schichten 7, 8 und 9 insgesamt ein so guter Festsitz auf dem Leiterseil 6, daß diese Schichten auch bei der Montage von Garnituren an den Kabeln unverrückbar sind.

[0019] Das Kabel 3 hat einen äußeren Mantel 10, der aus einem leitfähig gemachten Kunststoff besteht. Er wird ebenfalls durch Extrusion aufgebracht. Als Materialien für den Mantel 10 eignen sich beispielsweise Polymere auf der Basis von Acetatcopolymeren des Ethylens, die beispielsweise einen Acetatgehalt von 30 % bis 70 % haben. Diesen Polymeren werden hochleitfähige Ruße zugegeben, vorzugsweise in Kombination

[0020] Zwischen der äußeren Leitschicht 9 und dem leitfähigen Mantel 10 ist eine elektrisch leitfähige Zwischenschicht 11 angeordnet, deren elektrischer Widerstand zwischen $1 \Omega/\text{m}$ und $30 \Omega/\text{m}$ liegt. Die Zwischenschicht 11 besteht aus einem Band H (Fig. 3 bis 8). Es kann beispielsweise ein Hybridband sein, in dem Kunststoffäden und metallische Drähte in variabler Zusammensetzung zu einer Einheit verbunden sind. Der elektrische Widerstand pro Längeneinheit eines solchen Hybridbandes ist dadurch veränderbar. Er kann innerhalb der angegebenen Grenzen bei der Herstellung des Hybridbandes, beispielsweise unter Einsatz der sogenannten Rascheltechnik, eingestellt und so den jeweiligen Forderungen auf einfache Weise angepaßt werden. Als Materialien für die Kunststoffäden sind beispielsweise Polyamid, Polyaramid oder auch Glas geeignet. Die metallischen Drähte bestehen vorzugsweise aus Kupfer. Das Hybridband kann in beliebiger Breite und Länge hergestellt werden. Die Breite kann für den Einsatz in Kabeln beispielsweise zwischen 10 mm und 150 mm liegen. Die gleichen Vorteile gelten für ein Band, das aus zu einer Einheit zusammengefaßten Karbonfasern besteht.

[0021] Der gewünschte Wert für den elektrischen Widerstand des Bandes H wird dem Hersteller desselben vom Hersteller des Kabels vorgegeben. Das vom Hersteller gelieferte Band H hat dann den für seinen Einsatzzweck erforderlichen Wert zwischen $1 \Omega/\text{m}$ und $30 \Omega/\text{m}$. Um das zu erreichen, hat der Hersteller des Bandes H unterschiedliche Möglichkeiten. So kann zur Anpassung des elektrischen Widerstandes bei einem Hybridband an die vorgegebenen Werte die Anzahl der metallischen Drähte gegenüber der Anzahl der Kunst-

stoffäden variabel sein. Variiert werden kann auch und zusätzlich der Durchmesser der metallischen Drähte. Die metallischen Drähte können auf einer vorgegebenen Länge des Hybridbandes außerdem elektrisch entweder in Reihe oder parallel zueinander liegen. Sie können auch wechselweise sowohl in Reihe als auch parallel zueinander angeordnet sein.

[0022] Das Band H kann zur Bildung der Zwischenschicht 11 entweder um die äußere Leitschicht 9 herumgewickelt oder in Längsrichtung herumgeformt werden, so wie es in den Fig. 3 bis 8 wiedergegeben ist:

[0023] Gemäß Fig. 6 ist das Band H so um die äußere Leitschicht 9 des Kabels 3 herumgewickelt, daß seine Kanten einander überlappen. Die Überlappung Ü kann beispielsweise zwischen 2 mm und 8 mm betragen. Das Band H selbst kann als Wickelband 10 mm bis 80 mm breit sein.

[0024] Das Band H kann gemäß Fig. 4 auch so um die äußere Leitschicht 9 herumgewickelt sein, daß seine Kanten aneinander stoßen. Es ergibt sich dann eine absatzfreie, rundum und in Längsrichtung des Kabels geschlossene Zwischenschicht 11.

[0025] Eine ununterbrochene Zwischenschicht 11 ist auch dann gegeben, wenn das Band H gemäß Fig. 5 mit Lücke L zwischen seinen Kanten um die äußere Leitschicht 9 herumgewickelt ist.

[0026] Der gleiche Sachverhalt ergibt sich dann, wenn das Band H längseinlaufend um die äußere Leitschicht 9 des Kabels 3 herumgeformt ist, und zwar gemäß Fig. 6 mit überlappenden, in Längsrichtung verlaufenden Kanten (Überlappung Ü) oder gemäß Fig. 7 mit aneinander stoßenden Kanten oder gemäß Fig. 8 mit Lücke L zwischen den Kanten. Für diese Längsformung kann ein breiteres Band H mit einer Breite von 80 mm bis 150 mm eingesetzt werden. Maßgebend ist hier der Durchmesser des jeweiligen Kabels über der äußeren Leitschicht 9.

[0027] Das Kabel wird mit besonderem Vorteil im Stator eines Linearmotors eingesetzt, in dem mindestens ein als Erdleiter dienender, metallischer Strang 5 aus elektrisch gut leitendem Material vorhanden ist. Der Strang 5 hat elektrisch gut leitenden Kontakt mit den leitenden Mänteln 10 der drei im Stator vorhandenen Kabel. Hohe, beispielsweise durch Induktion entstehende Ströme werden in der Regel über den an Erde angeschlossenen Strang 5 abgeführt. Das ist mit dem vorliegenden Kabel in jedem Fall sichergestellt, da der Wert des elektrischen Widerstandes des als Zwischenschicht 11 eingesetzten Bandes H pro Längeneinheit zumindest geringfügig höher als der entsprechende Widerstandswert des Stranges 5 ist.

Patentansprüche

1. Elektrisches Kabel für einen Linearmotor, welches aus einem elektrisch gut leitenden metallischen Leiter, einer denselben umgebenden inneren Leit-

- schicht, einer über der inneren Leitschicht angeordneten Isolierung, einer die Isolierung umgebenden äußeren Leitschicht, einem über der äußeren Leitschicht angeordneten Mantel aus elektrisch leitfähig gemachtem Isoliermaterial sowie einer zwischen der äußeren Leitschicht und dem Mantel angeordneten, elektrisch leitfähigen Zwischenschicht besteht, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zwischenschicht (11) aus einem Band (H) aufgebaut ist, dessen elektrischer Widerstand pro Längeneinheit auf Werte zwischen $1 \Omega/\text{m}$ und $30 \Omega/\text{m}$ variabel einstellbar ist.
2. Kabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Band (H) um die äußere Leitschicht (9) herumgewickelt ist.
 3. Kabel nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Band (H) mit überlappenden Kanten gewickelt ist.
 4. Kabel nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Band (H) mit aneinander stoßenden Kanten gewickelt ist.
 5. Kabel nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Band (H) mit Lücke (L) gewickelt ist.
 6. Kabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Band (H) längseinflaufend um die äußere Leitschicht (9) herumgeformt ist.
 7. Kabel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Band (H) mit Überlappung geformt ist.
 8. Kabel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Band (H) mit aneinander stoßenden Kanten geformt ist.
 9. Kabel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Band (H) mit Lücke (L) zwischen den Längskanten geformt ist.
 10. Kabel nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Band (H) als Hybridband ausgebildet ist, das aus zu einer Einheit verbundenen Kunststoffäden und metallischen Drähten besteht.
 11. Kabel nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die metallischen Drähte im Hybridband (H) elektrisch parallel und/oder in Reihe liegend angeordnet sind.
 12. Kabel nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Band (H) aus zu einer Einheit zusammengefaßten Karbonfasern besteht.
 13. Wicklung für einen Linearmotor, bestehend aus drei in Nuten eines langgestreckten Induktors angeordneten, elektrischen Kabeln, die einen elektrisch leitfähigen Mantel und eine zwischen dem Mantel und einer äußeren Leitschicht angeordnete, Metall enthaltende Zwischenschicht aufweisen, bei welcher über die ganze Länge des aus dem Induktor und den drei zu einer dreiphasigen Wicklung geschalteten Kabeln bestehenden Stators mindestens ein als Erdleiter dienender metallischer Strang aus elektrisch gut leitendem Material vorhanden ist, der elektrisch gut leitenden Kontakt zu den leitfähigen Mänteln der Kabel hat, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Wert des elektrischen Widerstandes der Zwischenschicht ($1 \Omega/\text{m}$) pro Längeneinheit größer als der entsprechende Widerstandswert des für den Erdleiter verwendeten Stranges ($5 \Omega/\text{m}$) ist.
 14. Wicklung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zwischenschicht (11) aus einem Band (H) aufgebaut ist, dessen elektrischer Widerstand pro Längeneinheit auf Werte zwischen $1 \Omega/\text{m}$ und $30 \Omega/\text{m}$ variabel einstellbar ist.
 15. Wicklung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Band (H) als Hybridband ausgeführt ist, das aus zu einer Einheit verbundenen Kunststoffäden und metallischen Drähten besteht.
 16. Wicklung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Band (H) aus zu einer Einheit zusammengefaßten Karbonfasern besteht.

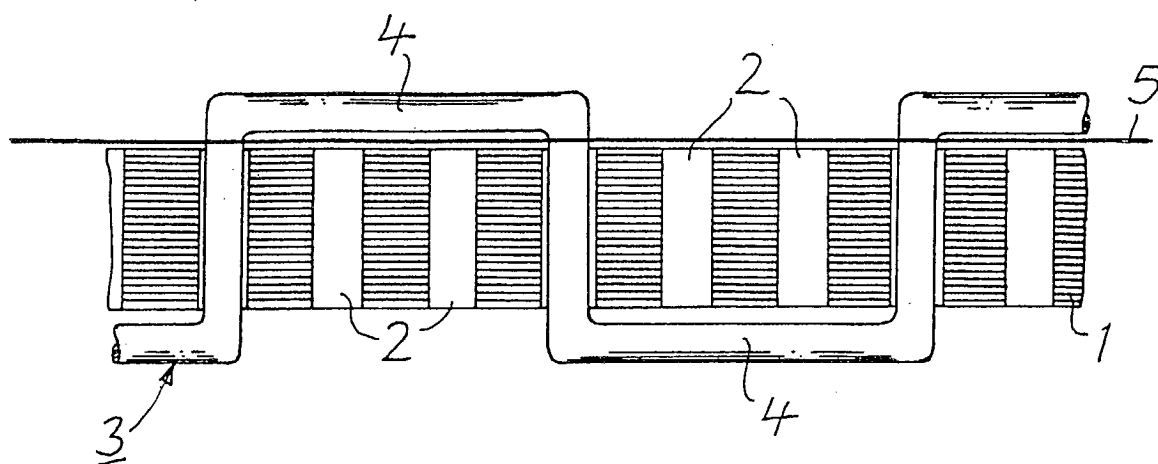


Fig. 1

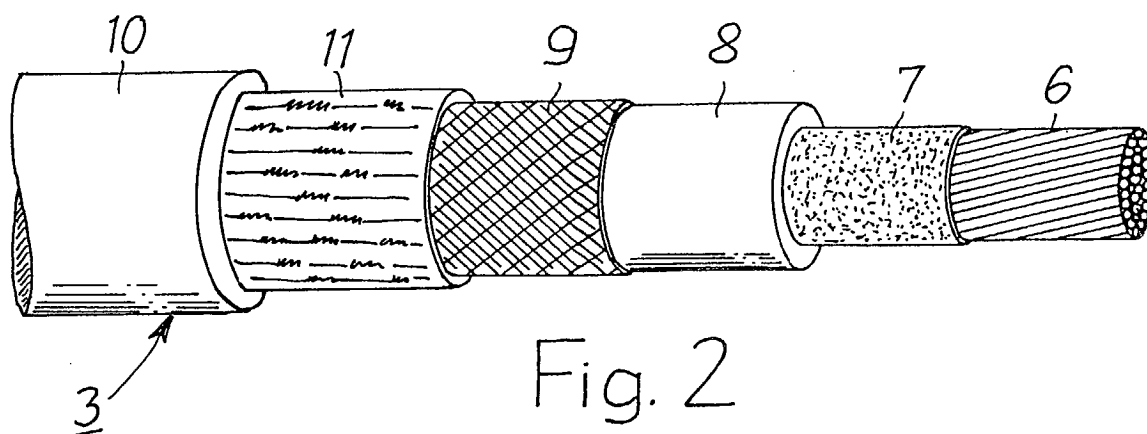


Fig. 2

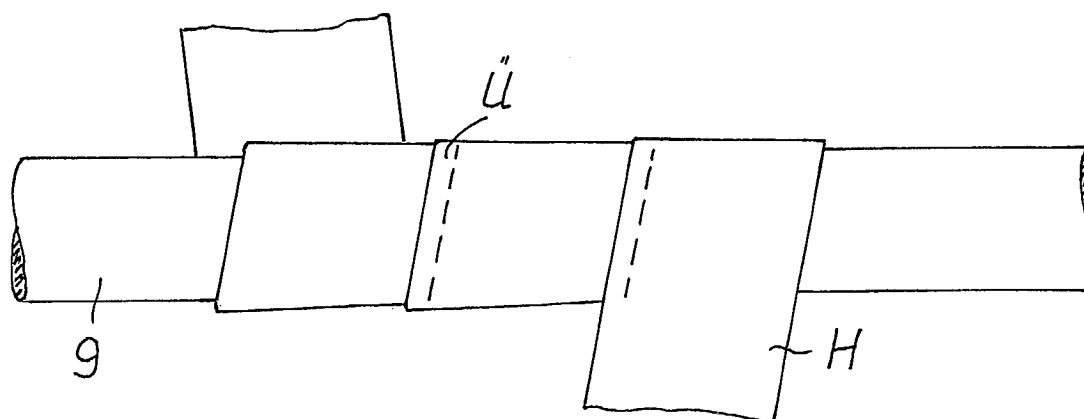


Fig. 3

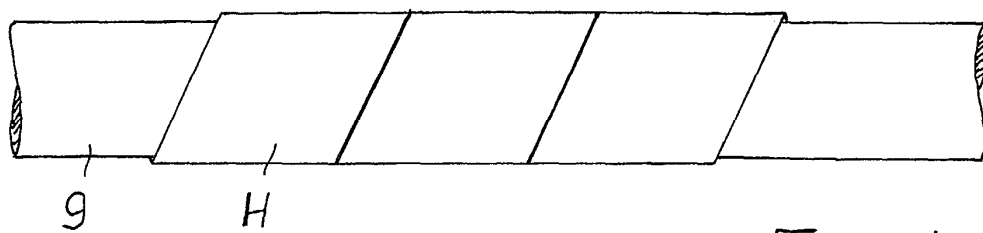


Fig. 4

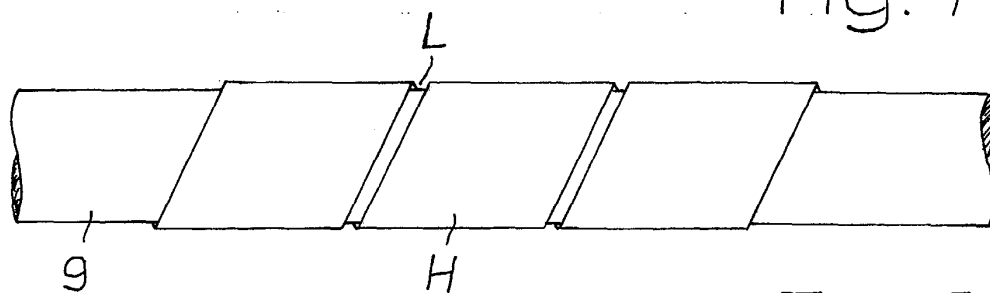


Fig. 5

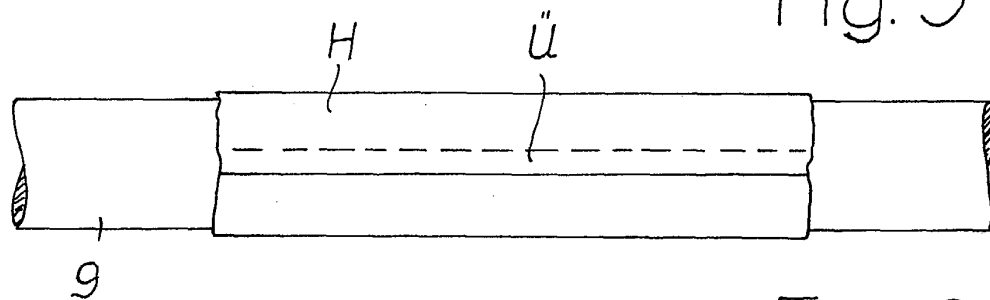


Fig. 6

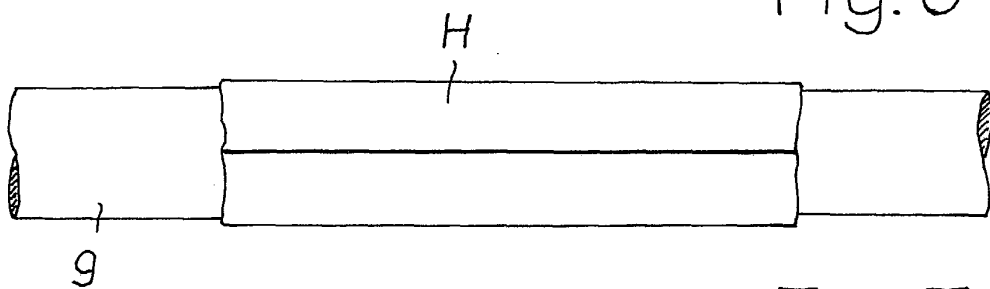


Fig. 7

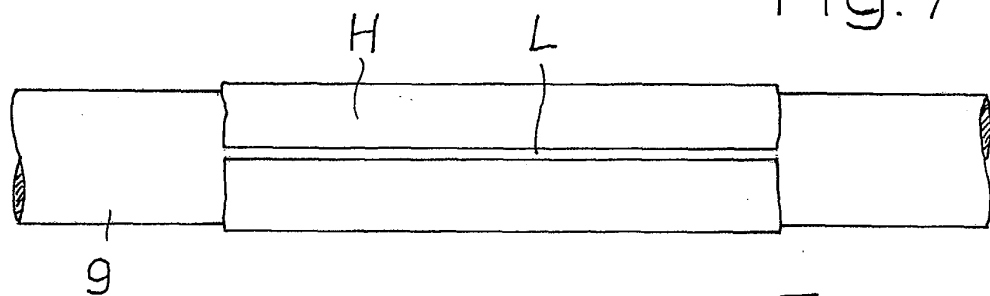


Fig. 8