

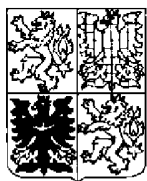
PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

1999 - 2736

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **02.02.1998**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **03.02.1997 28.11.1997**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1997/9700355 1997/9704426**

(33) Země priority: **SE SE**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **11.10.2000**
(Věstník č. 10/2000)

(86) PCT číslo: **PCT/SE98/00166**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO98/34326**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

H 02 K 3/50

(71) Přihlašovatel:

ABB AB, Västeras, SE;

(72) Původce:

Carstensen Peter, Huddinge, SE;

Leijon Mats, Västeras, SE;

(74) Zástupce:

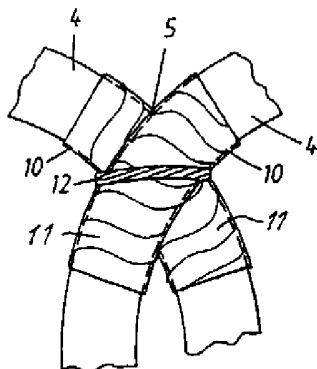
Korejzová Zdenka JUDr., Spálená 29, Praha 1, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Rotační elektrický stroj

(57) Anotace:

Zařízení pro zamezení tření mezi kabely v ukončení cívkových vinutí statoru (1) v rotačním elektrickém stroji zahrnuje pružnou vrstvu (10), uspořádanou v kontaktním bodě (5) mezi dvěma kabely (4). Vrstva (10) umožňuje určitou velikost vzájemného posunutí mezi kabely (4) stříhem v pružném materiálu. Vrstva je tvořena objímkou (10), ve které je každý kabel (4) uzavřen v kontaktním bodě (5). Jako kabel (4) je použit vysokonapěťový kabel. Objímka (10) je tvořena páskem (11) spirálového tvaru z elektricky izolujícího nebo elektricky vodivého materiálu.



V patentovém spisu US-A 2,885,581 je řešen problém se zabráněním pohybům v ukončení cívkových vinutí, když se zvyšují magnetické síly se zvětšující se velikostí stroje.

Pevný spoj je dosažen prostřednictvím impregnace. V patentovém spisu US-A 2,959,699 je dokola mezi překrývajícími se částmi ukončení vinutí vytvořena vrstva tuhého materiálu, takže válec z tuhého materiálu je vytvořen kolem jádra pro omezení pohybů.

Z patentového spisu US-A 5,036,165 je znám vodič, ve kterém je izolace opatřena vnitřní a vnější vrstvou polovodivého, teplem štěpeného skleněného vlákna. Je rovněž známé opatřit vodiče v elektrodynamickém stroji takovou izolací, jak je například popsáno v patentovém spisu US-A 5,066,881, ve které je vrstva polovodivého, teplem štěpeného skleněného vlákna v kontaktu s dvěma paralelními tyčemi tvořícími vodič a izolace ve satorových drážkách je obklopena vnější vrstvou polovodivého, teplem štěpeného skleněného vlákna. Materiál teplem štěpeného skleněného vlákna je popisován jako vhodný, protože si uchovává svůj měrný odpor dokonce i po impregnaci.

Prostřednictvím použití vysokonapětových, izolovaných elektrických vodičů, v následujícím popisu označovaných jako kabely, ve satorovém vinutí stroje s pevnou izolací podobnou té, která je používána v kabelech pro přenos elektrické energie (například XLPE kabely), může být napětí stroje zvýšeno na takové úrovni, že stroj může být připojen přímo na výkonovou síť bez vloženého transformátoru. Tak může být eliminován běžný transformátor.

S těmito vysokonapětovými elektrickými stroji jsou ale rovněž spojeny problémy tím, že kabely mají sklon vibrovat, což způsobuje, že velká ukončení cívkových vinutí vibrují vzájemně vůči sobě s frekvencemi, které jsou dvojnásobkem síťové frekvence, to jest 100 Hz ve výkonové

síti se sítovou frekvencí 50 Hz, a 120 Hz ve výkonové síti se
jmenovitou sítovou frekvencí 60 Hz, a s amplitudami o
velikosti přibližně 0,1 mm. Kabely opatřené vnější
polovodivou vrstvou, prostřednictvím které bude definován
5 jejich potenciál vzhledem k okolí, se tudíž snadno poškozují
v důsledku tření proti přiléhajícím kabelům v ukončení
cívkových vinutí.

Cílem předkládaného vynálezu je vyřešit shora
zmiňovaný problém.

Podstata vynálezu

Shora uvedeného cíle je podle předkládaného vynálezu
dosaženo prostřednictvím stroje definovaného v úvodu
patentového nároku 1, který má znaky specifikované ve
15 význakové části patentového nároku 1. Podle vynálezu je tedy
vytvořen rotační elektrický stroj zahrnující stator s
vinutím, jehož podstata spočívá v tom, že vinutí sestává z
vysokonapětového kabelu zahrnujícího izolační vrstvu pokrytou
polovodivou vrstvou, a že pro zamezení tření mezi
20 přiléhajícími kabely v ukončení cívkových vinutí je ve vinutí
uspořádáno zařízení, přičemž toto zařízení zahrnuje pružnou
vrstvu v kontaktu s kabely, takže tato vrstva umožňuje
vzájemný pohyb mezi kabely prostřednictvím stříhu v pružné
vrstvě. Toto řešení znamená, že kabely jsou zajištěny
25 vzájemně vůči sobě, přičemž je jim umožněn vzájemný pohyb, ve
kterém se kabely vzájemně proti sobě netřou.

Předkládaný vynález je na prvním místě určen pro
použití s vysokonapětovým kabelem typu, který je sestaven z
jádra sestaveného z množství pramenových částí, polovodivé
30 vrstvy obklopující jádro, izolační vrstvy obklopující vnitřní

polovodivou vrstvu, a vnější polovodivé vrstvy obklopující
izolační vrstvy, a jeho výhody jsou obzvláště výhodné ve
spojení s předkládaným vynálezem. Předkládaný vynález se týká
zejména takových kabelů, které mají průměr v intervalu 20 až
200 mm a vodivou plochu v intervalu 80 až 3000 mm². Takové
aplikace podle vynálezu tudíž představují jeho výhodná
provedení.

Ve stroji podle předkládaného vynálezu jsou vinutí
výhodně typu, který odpovídá kabelům s pevnou vytlačovanou
izolací, jako jsou kabely nyní používané pro distribuci
elektrické energie, například XLPE kabely nebo kabely s EPR
izolací. Takový kabel zahrnuje vnitřní vodič sestavený z
jedné nebo více pramenových částí, vnitřní polovodivou vrstvu
obklopující vodič, tuhou izolační vrstvu obklopující vnitřní
polovodivou vrstvu, a vnější polovodivou vrstvu obklopující
izolační vrstvu. Takové kabely jsou pružné, což je důležitá
vlastnost v této souvislosti, protože technologie pro stroje
podle předkládaného vynálezu je založena primárně na
systémech vinutí, ve kterých je vinutí tvořeno z kabelu,
který je v průběhu sestavování ohýbán. Pružnost XLPE kabelu
obvykle odpovídá poloměru zakřivení přibližně 20 cm pro kabel
s průměrem 30 mm, a s poloměrem zakřivení přibližně 65 cm pro
kabel s průměrem 80 mm. V předkládané aplikaci termín
"pružný" je použit pro označení toho faktu, že vinutí je
pružné až do poloměru zakřivení o velikosti řádově čtyř
násobku průměru kabelu, výhodně osmi až dvanácti násobku
průměru kabelu.

Vinutí by mělo být zkonstruováno pro uchování svých
vlastností, dokonce i když je ohnuto a když je podrobeno
tepelnému napětí v průběhu provozu. V této souvislosti je

naprosto nezbytné, aby si vrstvy uchovaly jejich přilnavost vzájemně vůči sobě. Materiálové vlastnosti vrstev jsou zde rozhodující, zejména jejich pružnost a relativní součinitele teplotní roztažnosti. Například v XPLE kabelu sestává

5 izolační vrstva z polyetylenu s křížovou vazbou a nízkou hustotou a polovodivé vrstvy sestávají z polyetylenu s s přimíchanými částicemi sazí a kovu. Změny v objemu v důsledku kolísání teploty jsou plně absorbovány jako změny v poloměru v kabelu a, díky relativně malému rozdílu mezi součiniteli

10 teplotní roztažnosti ve vrstvách vzhledem k pružnosti těchto materiálů, může roztažení v radiálním směru proběhnout bez toho, aby se ztratila přilnavost mezi vrstvami.

Kombinace materiálů, které byly uvedeny výše, by měly být považovány pouze za příkladné. Jiné kombinace splňují

15 specifikované podmínky, přičemž rovněž podmínka polovodivosti, to znamená, že materiál má měrný odpor v rozsahu 10^{-1} až 10^6 ohm.cm, například 1 až 500 ohm.cm, nebo 10 až 200 ohm.cm, přirozeně rovněž spadá do rozsahu předkládaného vynálezu.

20 Izolační vrstva může sestávat, například, z tuhého termoplastického materiálu, jako je polyetylen s nízkou hustotou (LDPE), polyetylen s vysokou hustotou (HDPE), polypropylen (PP), polybutylen (PB), polymetylpenten (PMP), materiály s křížovou vazbou, jako je polyetylen s křížovou

25 vazbou (XPLE), nebo pryž, jako etylenpropylenová pryž (EPR) nebo silikonová pryž.

Vnitřní a vnější polovodivé vrstvy mohou být ze stejného základního materiálu, ale s přimíchanými částicemi

30 vodivého materiálu, jako jsou saze nebo kovový prášek.

Mechanické vlastnosti těchto materiálů, zejména jejich součinitele teplotní roztažnosti, jsou ovlivněny relativně málo ať již jsou saze nebo kovový prášek přimíchány nebo ne - alespoň v poměrech požadovaných pro dosažení vodivosti potřebné podle předkládaného vynálezu. Izolační vrstva a polovodivé vrstvy tudíž mají v podstatě stejné součinitele teplotní roztažnosti.

Kopolymery etylenvinylacetrátu/nitrilová pryž, roubované kopolymery butylu a polyetyleny, kopolymery etylenbutylakrylátu a kopolymery etylenetylakrylátu mohou rovněž tvořit vhodné polymery pro polovodivé vrstvy.

Dokonce i když jsou různé typy materiálů použity jaké základ v různých vrstvách, je žádoucí, aby jejich součinitele teplotní roztažnosti byly v podstatě stejné. To je případ kombinací materiálů vyjmenovaných výše.

Materiály uvedené výše mají relativně dobrou pružnost s modulem pružnosti $E < 500$ MPa, výhodně $E < 200$ MPa.

Pružnost je dostatečná pro jakékoliv malé rozdíly mezi součiniteli teplotní roztažnosti pro materiály ve vrstvách, které mají být absorbovány v radiálním směru pružnosti, takže se neobjeví žádné trhlinky nebo jakékoliv jiné poškození, a takže vrstvy se neuvolňují vzájemně od sebe. Materiál ve vrstvách je pružný a přilnavost mezi vrstvami má alespoň stejnou velikost jako nejslabší z materiálů.

Vodivost dvou polovodivých vrstev je dostatečná pro v podstatě vyrovnaní potenciálu podél každé vrstvy. Vodivost vnější polovodivé vrstvy je dostatečně velká pro uzavření elektrického pole v kabelu, ale dostatečně malá, aby

nevznikaly podstatné ztráty v důsledku proudů indukovaných v podélném směru vrstvy.

Každá ze dvou polovodiivých vrstev tak v podstatě tvoří jeden ekvipotenciální povrch a vinutí s těmito vrstvami budou v podstatě uzavírat elektrické pole uvnitř.

Neexistuje samozřejmě žádný důvod proti tomu, aby v izolační vrstvě nebyla uspořádána jedna nebo více přídavných polovodiivých vrstev.

Předkládaný vynález bude v následujícím popisu podrobněji popsán na příkladných provedeníh ve spojení s odkazy na připojené výkresy.

Přehled obrázků na výkresech

Obr.1 znázorňuje perspektivní pohled na část ukončení cívkových vinutí na jednom konci statoru v elektrickém generátoru na střídavý proud;

Obr.2 znázorňuje průřez kabelem typu, který je použit ve statorovém vinutí;

Obr.3 znázorňuje průřez kabelem v ukončení cívkového vinutí, který obsahuje zařízení podle vynálezu;

Obr.4 znázorňuje kontaktní plochu mezi dvěma kabely v ukončení cívkového vinutí; a

Obr.5 znázorňuje výrobu zařízení podle předkládaného vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Obr. 1 ilustruje úsek ukončení cívkového vedení v generátoru střídavého proudu. Svým vnitřním vertikálním povrchem 2 stator 1 obklopuje rotor generátoru se vzduchovou mezerou. Kabely 4 tvořící vinutí vyčnívají z oblouku z jedné drážky v horním povrchu 3 statoru 1 a vstupují do další drážky ve statoru 1. Tyto oblouky kabelů nebo cívek tvoří ukončení cívkových vinutí, která přicházejí vzájemně spolu do kontaktu. Jeden takový kontaktní bod je označen vztahovou značkou jako kontaktní bod 5 na obr. 1.

Obloukovitá ukončení cívkových vinutí se stávají relativně volnými a kluznými a úroveň vibrace, dosažená kabely v průběhu provozu při frekvenci přibližně 100 Hz, způsobuje relativní posunutí mezi kabely v kontaktní ploše, přičemž toto relativní posunutí má velikost přibližně 0,1 mm. Takový pohyb by mohl způsobit škodlivé tření a opotřebení mezi kabely, které v tomto případě nemají plášť.

Obr. 2 znázorňuje průřez kabelem 4, který je použit ve spojení s předkládaným vynálezem. Tento kabel 4 sestává z jádra 6 sestaveného z množství pramenových částí vyrobených, například, z mědi a majících kruhový průřez. Tento vodič 6 je uspořádán uprostřed kabelu 4. Kolem vodiče 6 je první polovodivá vrstva 7. Kolem této první polovodivé vrstvy 7 je izolační vrstva 8, například XLPE izolace, a kolem této izolační vrstvy 8 je druhá polovodivá vrstva 9. V této souvislosti je dobré upozornit, že tedy kabel neobsahuje vnější ochranný plášť, který obvykle obklopuje kabel pro distribuci elektrické energie. Kabel 4 může mít velikost, která byla specifikována v popisu výše.

Obr. 3 znázorňuje průřez skrz takový kabel, který obsahuje zařízení podle předkládaného vynálezu. Pro zamezení tření v kontaktních oblastech mezi kabely, musí být kabely zajištěny vzájemně vůči sobě při současném umožnění vzájemného pohybu, který neumožňuje kabelů, se proti sobě vzájemně třít a tím se opotřebit. Kabely 4 jsou tudíž na kontaktních místech opatřeny objímkou 10.

Objímka 10 sestává z navinutého pásku 11 spirálového tvaru (viz obr. 4). Materiál v objímce 10 není omezen na jakýkoliv specifický materiál, ale může být jakéhokoliv typu materiálu s určitou pružností. Materiál ani nemusí být elektricky izolující. Tento materiál může být elektricky vodivý, ačkoliv elektricky nevodivý materiál může být výhodný v určitých konstrukcích stroje.

Obr. 4 znázorňuje, jak jsou kabely zajišťovány vzájemně k sobě v kontaktním bodě 5 prostřednictvím svazkové spojky 12. Je rovněž výhodné, aby kabely 4 byly podobně zajištěny a uloženy v pružném materiálu rovněž na vnějších pevných bodech ve statoru.

Obr. 5 znázorňuje vhodný způsob výroby pásku 11, který má vytvořit objímku 10 na kabelech. Obrobek 13 ve formě trubky nebo hadice z materiálu vhodného pro tento účel je naříznut podél šroubovice 14. Pásek 11 ve tvaru spirály je tímto vytvořen, aby se vyrobila objímka 10 pro pokrytí kabelu 4 v kontaktním bodě 5. Oproti obvyklému rovnému pásu, navinutému kolem kabelu je pásek ve tvaru spirály držen na místě sám. Není tudíž požadováno žádné pojivo, což by vytvořilo ukončení cívkového vinutí silnějším.

S použitím tohoto postupu může být snadno vyroben pásek, kterému, přestože je relativně silný, může být udělen potřebný spirálový tvar. Vrstva v objímce 10 musí být relativně silná pro umožnění vzájemného pohybu mezi kabely prostřednictvím stříhu v materiálu bez klouzání mezi povrchy. Tloušťka vrstvy se může měnit mezi 0,5 a 5 mm v závislosti na průměru kabelu, který se může měnit mezi 10 a 150 mm. Zařízení podle předkládaného vynálezu brání tření na kabelech, které by rychle poškodilo vnější polovodič na XPLE izolaci.

Zastupuje :

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Rotační elektrický stroj zahrnující stator (1) s
vinutím, v y z n a č u j í c í s e t í m , že vinutí
sestává z vysokonapětového kabelu (4) zahrnujícího izolační
5 vrstvu (8) pokrytou polovodivou vrstvou (9), a že pro
zamezení tření mezi přiléhajícími kabely (4) v ukončení
cívkových vinutí je ve vinutí uspořádáno zařízení (10),
příčemž toto zařízení (10) zahrnuje pružnou vrstvu (10) v
10 kontaktu s kabely (4), takže tato vrstva (10) umožňuje
vzájemný pohyb mezi kabely (4) prostřednictvím stříhu v
pružné vrstvě (10).

2. Rotační elektrický stroj podle nároku
1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedené zařízení
15 (10) je tvořeno objímkou (10), ve které je každý kabel (4)
uzavřen v kontaktním bodě (5) mezi dvěma kabely (4).

3. Rotační elektrický stroj podle nároku
2, v y z n a č u j í c í s e t í m , že objímka sestává z
20 pásku (11) spirálového tvaru z pružného materiálu.

4. Rotační elektrický stroj podle nároku
3, v y z n a č u j í c í s e t í m , že pásek (11)
spirálového tvaru je vytvořen nařiznutím hadice nebo trubky
(13) podél šroubovice (14).

5. Rotační elektrický stroj podle nároku 3 nebo
25 4, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedený pružný
materiál je elektricky izolující.

6. Rotační elektrický stroj podle nároku 3 nebo
30 4, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedený pružný
materiál je elektricky vodivý.

7. Rotační elektrický stroj podle kteréhokoliv z nároků 1 až 6, v y z n a č u j í c í s e t í m , že vysokonapětový kabel (4) je sestaven z jádra (6) majícího množství pramenových částí, polovodivé vrstvy (7) obklopující jádro (6), izolační vrstvy (8) obklopující vnitřní polovodivou vrstvu (7), a vnější polovodivou vrstvu (9) obklopující izolační vrstvu (8).

8. Rotační elektrický stroj podle nároku 7, v y z n a č u j í c í s e t í m , že vysokonapětový kabel (4) má průměr v intervalu 20 až 200 mm a vodivou plochu v intervalu 80 až 3000 mm².

9. Rotační elektrický stroj podle nároku 8, v y z n a č u j í c í s e t í m , že vinutí je pružné a uvedené vrstvy lnou vzájemně k sobě.

10. Rotační elektrický stroj podle nároku 9, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedené vrstvy materiálu sestávají z materiálů s takovou pružností a takovým vztahem mezi součiniteli teplotní roztažnosti, že změny v objemu ve vrstvách, způsobené teplotním kolísáním, jsou absorbovány pružností materiálů, takže si vrstvy uchovávají přilnavost vzájemně vůči sobě při teplotním kolísání nastávajícím během provozu.

11. Rotační elektrický stroj podle nároku 9 nebo 10, v y z n a č u j í c í s e t í m , že materiály v uvedených vrstvách mají vysokou pružnost, výhodně s modulem pružnosti E menším než 500 MPa, zvláště výhodně menším než 200 MPa.

12. Rotační elektrický stroj podle kteréhokoliv z nároků 9 až 11, v y z n a č u j í c í s e t í m , že součinitele teplotní roztažnosti pro materiály v uvedených vrstvách mají výhodně stejnou velikost.

5

13. Rotační elektrický stroj podle kteréhokoliv z nároků 9 až 12, v y z n a č u j í c í s e t í m , že přilnavost mezi vrstvami má alespoň stejnou velikost jako v nejslabším z materiálů.

10

14. Rotační elektrický stroj podle kteréhokoliv z nároků 9 až 13, v y z n a č u j í c í s e t í m , že každá z polovodiivých vrstev v podstatě tvoří jeden ekvipotenciální povrch.

Zastupuje :

15

20

25

30

Fig. 1

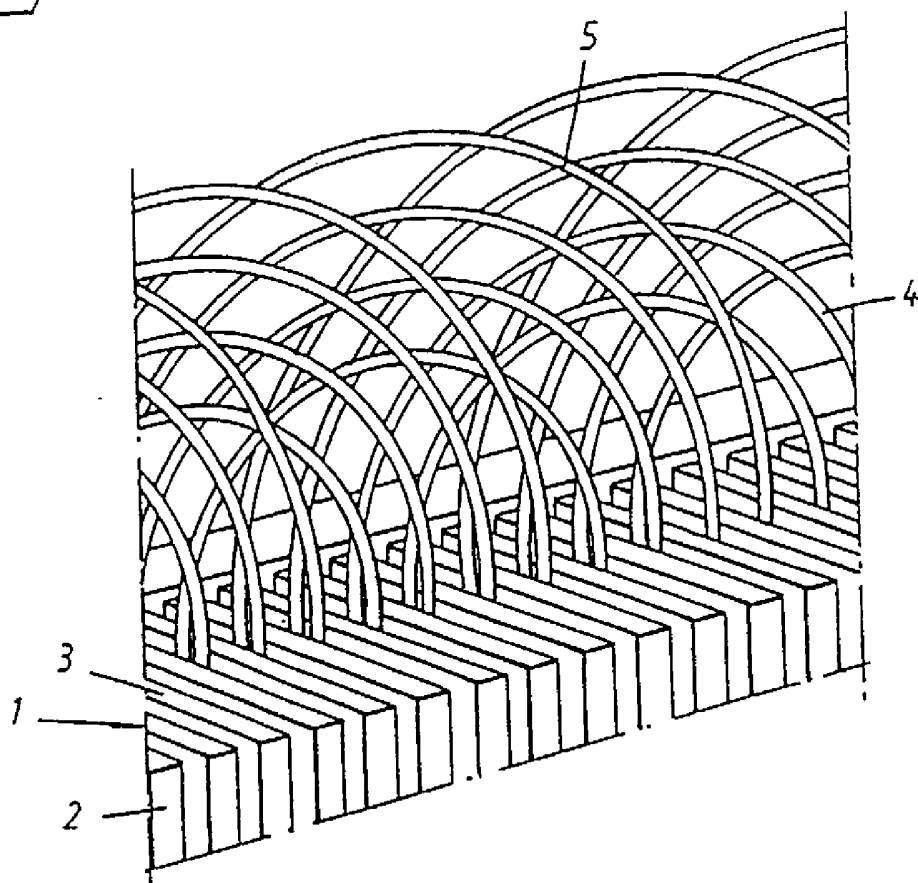


Fig. 2

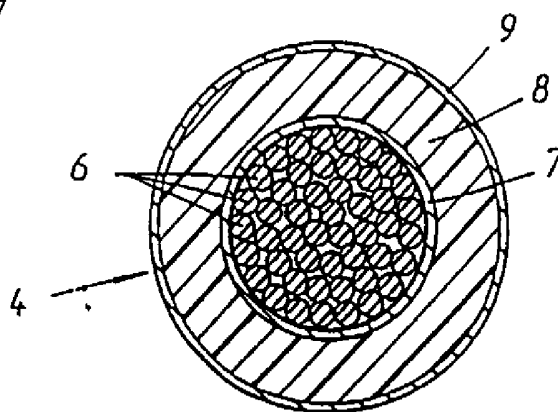


Fig. 3

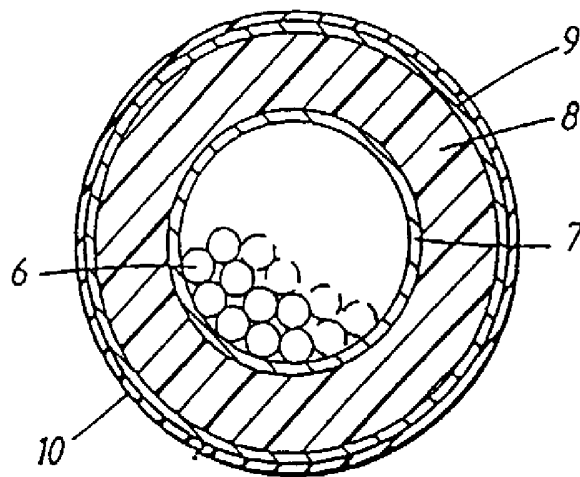
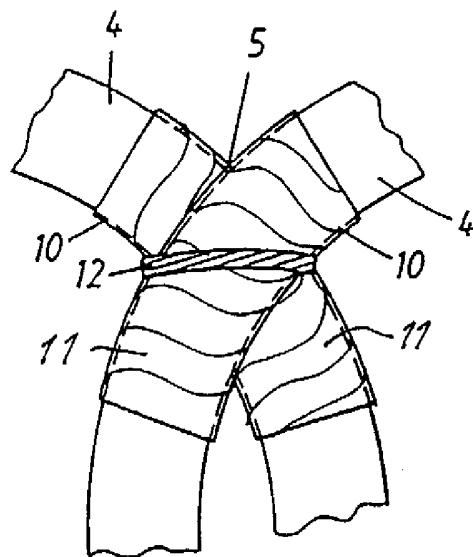


Fig. 4



3/3

Fig. 5

