

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 632 957 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.03.2006 Patentblatt 2006/10

(51) Int Cl.:
H01B 11/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 05009884.7

(22) Anmeldetag: 06.05.2005

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

- Wassmuth, Andreas Dipl.-Ing.
91154 Roth (DE)
- Weissbrod, Jörg
91183 Abenberg (DE)
- Race, Brian George
Washington Tyne and Wear
NE37 1NJ (GB)

(30) Priorität: 03.09.2004 DE 102004042656

(71) Anmelder: Draka Comteq Germany GmbH & Co.
KG
51063 Köln (DE)

(74) Vertreter: Hübner, Gerd et al
Rau, Schneck & Hübner
Patentanwälte
Königstrasse 2
90402 Nürnberg (DE)

(72) Erfinder:
• Pfeiler, Christian Dr.
90475 Nürnberg (DE)

(54) **Mehrlagige, streifenförmige abschirmfolie für elektrische Leitungen und damit ausgerüstetes elektrisches Kabel, insbesondere Datenübertragungskabel**

(57) Eine mehrlagige, streifenförmige Abschirmfolie (1) für elektrische Leitungen umfasst mindestens eine Trägerlage (2, 8) aus einem Kunststoff und mindestens eine auf die Trägerlage (2, 8) kaschierte Abschirmlage (3) aus einem elektrisch leitfähigen Material, insbeson-

dere aus Metall, wobei quer zu einer Streifenlängsrichtung (Z) verlaufende, in Längsabständen (p) wiederkehrende Abstandsspalte (5) in der Abschirmlage (3) zu deren elektrischer Unterbrechung in Streifenlängsrichtung (Z) vorgesehen sind.

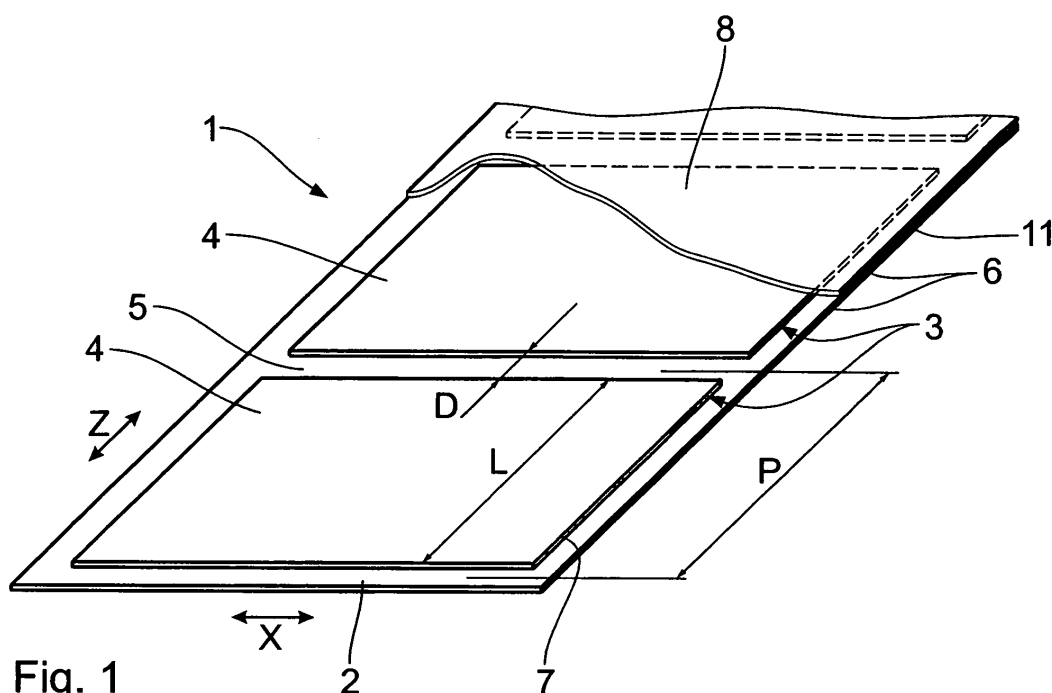


Fig. 1

EP 1 632 957 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine mehrlagige, streifenförmige Abschirmfolie für elektrische Leitungen, insbesondere für mehradrige Datenübertragungskabel, mit mindestens einer Trägerlage aus einem Kunststoff und mindestens einer mit der Trägerlage verbundenen Abschirmlage aus einem elektrisch leitfähigen Material, insbesondere aus Metall. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein elektrisches Kabel, insbesondere Datenübertragungskabel, mit mindestens einer Leitung, insbesondere jedoch mit mehreren verdrehten Paar-Leitungen, sogenannten "twisted pairs", in der die eingangs genannte Abschirmfolie eingesetzt ist.

[0002] Die der Erfindung zugrundeliegende Problematik lässt sich am augenscheinlichsten anhand von Hochgeschwindigkeits-Datenübertragungskabeln erläutern, was die Anwendung der Erfindung jedoch nicht auf diesen Zweck beschränkt.

[0003] Gängige Datenübertragungskabel verwenden mehrere, beispielsweise vier der oben erwähnten twisted pairs, die bei steigender Kategorie der Übertragungsbandbreite und Übertragungsgüte geschirmt sein müssen. Dabei spielt sowohl die äußere Schirmung der twisted pairs insgesamt, als auch die gegenseitige Abschirmung der twisted pairs in einem Kabel eine Rolle.

[0004] Zur Erzielung entsprechender Spezifikationen von Übertragungsbandbreite und Übertragungsgüte ist es beispielsweise aus der US 6 624 359 B2 bekannt, die twisted pairs mit einer Abschirmfolie zu versehen, die aus einem Laminat bestehend aus einer Trägerlage aus einem Kunststoff und einer darauf kaschierten Abschirmlage aus Metall besteht. In dieser Druckschrift sind ferner unterschiedlichste Konfigurationen gezeigt, wie diese Laminatfolie zu einer um mehrere twisted pairs gelegten äußeren Abschirmhülle und einer beispielsweise sternförmigen internen Separier- und Stützstruktur gefaltet werden kann. Grundsätzlich ist dabei die Abschirmfolie jedoch so ausgelegt, dass sie als streifenförmiges Material in Streifenlängsrichtung eine durchgehende Abschirmlage aus beispielsweise Aluminium oder Kupfer aufweist.

[0005] Die vorstehende Auslegung mit in Kabellängsrichtung durchgehender, elektrisch leitender Abschirmlage führt nun zu einer Erdungsproblematik, da bei unterschiedlichen Potentialen an den Enden einer Leitung hohe Potentialausgleichsströme durch die Schirmung laufen können. Diese verursachen ihrerseits Störungen und unter Umständen sogar Schäden an den mit einem solchen Datenübertragungskabel verbundenen Geräten.

[0006] Ausgehend von dieser Problematik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Abschirmfolie für elektrische Leitungen und insbesondere für mehradrige Datenübertragungskabel so auszugestalten, dass sie zwar ihre Abschirmungseigenschaften im wesentlichen unbeeinträchtigt behält, jedoch die vorstehende Erdungsproblematik vollständig vermeidet.

[0007] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die streifenförmige Abschirmfolie quer zur Streifenlängsrichtung verlaufende, in Längsabständen wiederkehrende Abstandsspalte in der Abschirmlage aufweist, die deren elektrische Unterbrechung in Streifenlängsrichtung dienen. Es existiert also in Längsrichtung der Abschirmfolie keine durchgehend elektrisch leitende Verbindung, was das Fließen von Potentialausgleichsströmen vollständig unterbindet. Da die Spalte jedoch im Vergleich zur verbleibenden Schirmfläche der zwischen den Abstandsspalten liegenden Folienstücke klein bleibt, wird keine signifikante Verschlechterung des Schirmverhaltens der Abschirmfolie festzustellen sein.

[0008] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kehren die Abstandsspalte in periodischen Abständen wieder. Das Maßverhältnis von Abstandsspaltbreite zur Länge der zwischen den Abstandsspalten verbleibenden Folienstücke liegt dabei vorzugsweise im Bereich zwischen 1:5 und 1:25, wobei typische Folienstüklängen im Bereich von 60 bis 120 mm und typische Abstandsspaltbreiten im Bereich von 5 bis 10 mm liegen können. In der Praxis sind die entsprechenden geometrischen Werte derart auszulegen, dass im Übertragungsfrequenzbereich des Datenübertragungskabels keine Wellenwiderstandsspitzen oder Rückflussdämpfungsspitzen aufgrund der Periodizität der Struktur auftreten.

[0009] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind aufeinanderfolgende Abstandsspalten in einem vorzugsweise kleinen spitzen Winkel zur Streifenquerrichtung angeordnet. Bei wechselweiser Winkellage sind die zwischen den Abstandsspalten verbleibenden Folienstücke dann trapezförmig. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass bei einem Wickeln derartiger Abschirmfolienstreifen um ihre Längsachse zur Bildung einer Schlauchhülle die Abstandsspalten helixförmig verlaufen, was bei Unterbrechung des Strompfades in Längsrichtung gegenüber den streng rechtwinklig zur Streifenlängsrichtung verlaufenden Spalten Vorteile im Abschirmverhalten mit sich bringt.

[0010] Bei zueinander parallelen Winkellagen der Abstandsspalten zur Streifenquerrichtung sind die dazwischen verbleibenden Folienstücke parallelogrammförmig. Diese Ausführungsform erlaubt bei Aufbringung der Abschirmfolie in Längsrichtung zur Kabelachse einen Spalt, der als Helix um die Kabelachse rotiert. Bei Aufbringung der Folie mit einer sogenannten Bandieranlage oder während der Verseilung des Kabels kann dabei der spitze Winkel der Abstandsspalte zur Streifenquerrichtung so ausgelegt werden, dass eine Kompensation mit dem Verseilwinkel zu einem zylindrischen metallfreien Spalt führt.

[0011] Eine besonders robuste Ausführungsform mit einem hohen Schutz für die empfindliche metallene Abschirmlage ergibt sich durch eine Einlaminierung der Abschirmlage zwischen zwei Trägerlagen. Der Schutzeffekt wird noch verbessert, wenn diese Trägerlagen über die Längsränder der Abschirmlage hinausstehen und dort

miteinander verbunden sind.

[0012] Die Erfindung bezieht sich auch auf ein elektrisches Kabel und insbesondere Datenübertragungskabel, wobei die äußere Umhüllung und/oder eine innere Stütz- und Separierstruktur aus der Abschirmfolie in einer der vorstehend erörterten Ausführungsformen besteht. Die äußere Umhüllung schützt als Gesamtschirm dabei die Umgebung gegen aus dem Kabel abgestrahlte Energien und die im Kabel vorhandenen Übertragungselemente, beispielsweise in Form mehrerer twisted pairs, gegen eingestrahlte Störenergie. Insbesondere letzterem Aspekt kommt bei der Anwendung des 10GB-Ethernet auf Kupfer-Datenübertragungskabeln eine besondere Bedeutung zu. Durch die äußere Umhüllung wird nämlich das sogenannte "Kabelübersprechen" — auch als Alien-NEXT bzw. Alien-EL-FEXT bezeichnet — drastisch reduziert.

[0013] Das kabelinterne Übersprechen zwischen den einzelnen twisted pairs wird durch die Integration der Abschirmfolie in eine innere Stütz- und Separierstruktur, wie sie beispielsweise durch Falten der Abschirmfolie in eine im Profil vierarmige Sternkonfiguration erfolgen kann, drastisch verringert. Aufgrund der Flexibilität der Abschirmfolie kann diese praktisch in beliebige Konfigurationen gelegt und an unterschiedlichste Leitungsbelegungen innerhalb des Kabels angepasst werden. Eine Vielzahl von Beispielen, bei denen jedoch nirgends eine Abschirmfolie mit in Längsrichtung unterbrochener Abschirmlage eingesetzt wird, ist unter anderem den Druckschriften US 6 624 359 B2, US 2003/0217863 A1 oder EP 0 915 486 A1 entnehmbar.

[0014] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile sind der nachfolgenden Beschreibung entnehmbar, in der Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

- Fig. 1 eine teilweise weggebrochene, perspektivische Schemaansicht einer mehrlagigen Abschirmfolie in einer ersten Ausführungsform,
- Fig. 2 und 3 analoge Ansichten einer Abschirmfolie in einer zweiten und dritten Ausführungsform,
- Fig. 4 und 5 einen Querschnitt und eine perspektivische Ansicht einer in einem Datenübertragungskabel verwendbaren inneren Stütz- und Separierstruktur in höchst schematischer Darstellung,
- Fig. 6 eine höchst schematische Perspektivansicht eines Datenübertragungskabels in einer ersten Ausführungsform,
- Fig. 7 eine Darstellung analog Fig. 6 eines Datenübertragungskabels in einer zweiten

Ausführungsform sowie

Fig. 8 und 9 höchst schematische perspektivische Darstellungen von Datenübertragungskabeln mit integrierten, teilweise auf sich gelegten Abschirmfolien.

[0015] Aus Fig. 1 wird der Grundaufbau einer mehrlagigen, streifenförmigen Abschirmfolie 1 deutlich. Diese weist eine erste Trägerlage 2 aus einem durchgehenden, streifenförmigen Kunststoffmaterial, wie vorzugsweise Polyester, einer Dicke von 9 bis 50 µm auf. Darauf ist eine Abschirmlage 3 kaschiert, die aus einzelnen Metallfolienstücken 4 besteht, die durch einen Abstandsspalt 5 voneinander getrennt sind. Diese rechteckigen Folienstücke weisen eine typische Länge L in Streifenlängsrichtung Z auf, die 60 bis 120 mm beträgt. Die Spaltbreite D in Streifenlängsrichtung Z beträgt typischer Weise etwa 5 bis 10 mm, so dass das Maßverhältnis von Spaltbreite D zu Länge L der Folienstücke 4 zwischen 1:5 und 1:25 liegt. Die Breite der Folienstücke 4 ist etwas geringer als die der Trägerlage 2, so dass die Längsränder 6 der Trägerlage 2 über die Längsränder 7 der Abschirmlage 3 um einige Millimeter hinausragen. Die Metallfolie der Abschirmlage 3 besteht vorzugsweise aus Aluminium mit einer Schichtdicke zwischen 5 und 50 µm.

[0016] Auf die Abschirmlage 3 ist eine weitere Trägerlage 8 kaschiert, so dass eine Art Foliensandwich entsteht. Die Trägerlage 8 ist aus dem gleichen Material wie die Trägerlage 2 und wird im Bereich der über die Abschirmlage 3 seitlich hinausstehenden Längsränder mit der unteren Trägerlage 2 fest verbunden. Damit ist die Abschirmlage 3 hermetisch nach außen abgeschlossen.

[0017] Die dauerhafte Verbindung der drei Lagen 2, 3, 8 erfolgt durch geeignete Klebermaterialien, die auf dem Gebiet von Kaschierfolien üblich sind. Die Trägerlage 2 kann aus Herstellungs- und Stabilitätsgründen mehrschichtig aus einem einheitlichen Material aufgebaut sein.

[0018] Wie in Fig. 1 nicht näher dargestellt ist, kann statt der seitlich hinausstehenden Längsränder der beiden Trägerlagen 2, 8 auch die obere Trägerlage 8 mit ihrem Längsrand 6 bündig mit dem Längsrand der Metallfolienstücke 4 enden, so dass bei einem Wickeln der Abschirmfolie 1 um entsprechende Leitungen, wie dies im Folgenden noch anhand der Fig. 6 bis 9 näher erörtert wird, die überlappenden Längsränder der Abschirmfolie 1 im Überdeckungsbereich nicht so stark aufragen.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform, wie sie als Abschirmfolie 1' in den Fig. 5 bis 9 dargestellt ist, können die Längsränder 6 der Trägerlagen 2, 8 und die Längsränder 7 der Abschirmlage 3 auch bündig miteinander enden, so dass der Längsrand 7 der Abschirmlage 3 von außen zugänglich und erkennbar bleibt.

[0020] Die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform der Abschirmfolie 1' unterscheidet sich von der Variante gemäß Fig. 1 lediglich im Verlauf der Abstandsspalte 5. Diese sind nicht streng rechtwinklig zur Streifenlängsrichtung

Z angeordnet, sondern verlaufen in einem kleinen spitzen Winkel W zur Streifenquerrichtung X. Die Richtungen dieses Schrägverlaufes sind von Abstandsspalt 5 zu Abstandsspalt 5 derart entgegengesetzt, dass die Folienstücke 4 zwischen zwei benachbarten Abstandsspalten 5 in Draufsicht trapezförmig ausgestaltet sind.

[0021] In einer weiteren Variante gemäß Fig. 3 sind diese Abstandsspalten zwar in einem kleinen spitzen Winkel W zur Streifenquerrichtung X angeordnet, bei dieser Abschirmfolie 1''' jedoch parallel zueinander. Damit sind die Folienstücke 4 zwischen zwei benachbarten Abstandsspalten 5 in Draufsicht parallelogrammförmig ausgestaltet.

[0022] Bezüglich aller weiteren Details der Ausführungsformen gemäß Fig. 2 und 3 kann auf die Beschreibung der Fig. 1 Bezug genommen werden, wo identische Bauteile mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen sind.

[0023] Die vorstehend beschriebenen Abschirmfolien 1, 1', 1'', 1''' können nun in unterschiedlichsten Konfigurationen in elektrischen Kabeln und insbesondere Hochgeschwindigkeits-Datenübertragungskabeln 15 eingesetzt werden. So zeigen die Figuren 4 und 5 eine innere Stütz- und Separierstruktur 9 — einen sogenannten "Spline" -, bei dem die Abschirmfolie 1' in Streifenlängsrichtung Z auf sich selbst so gefaltet ist, dass vier sternförmig ausgerichtete Separierstege 10 entstehen. Dazu kann beispielsweise die innenliegende Trägerlage 2 in den sich flankierenden Bereichen durch geeignete Klebstoffe fixiert werden. Am linken Separiersteg 10 ist der Stoß zwischen den beiden Längskanten 11 der Abschirmfolie 1' erkennbar. Wie bereits oben erwähnt, läuft hier die Abschirmlage 3 offen in die Längskante 11 aus.

[0024] In den zwischen den Separierstegen 10 gebildeten Quadrantenzonen 12 werden, wie in Fig. 6 dargestellt ist, jeweils Twisted-pair-Leitungen 13 untergebracht, die somit voneinander durch die in den Separierstegen 10 vorhandene Abschirmlage 3 voneinander abgeschirmt sind. Die gesamte Anordnung aus innerer Stütz- und Separierstruktur 9 und den vier Twisted-pair-Leitungen 13 wird durch eine äußere Umhüllung 14 abgeschlossen, die ebenfalls wieder aus einer Abschirmfolie 1'' besteht. Diese streifenförmige Abschirmfolie wird zu einem Schlauch umgefaltet und im Bereich ihrer überlappenden Längskanten 11 miteinander beispielsweise verschweißt. Damit ist die gesamte Leitungsanordnung 15 auch nach außen hin komplett abgeschirmt.

[0025] In den Fig. 5 und 6 ist im Übrigen der Schrägverlauf der Abstandsspalte 5 angedeutet. Es wird erkennbar, dass die Enden der Abstandsspalte 5 in Streifenlängsrichtung Z zueinander versetzt angeordnet sind. Durch den helixförmigen Verlauf der Abstandsspalte 5 wird eine über den Kabelquerschnitt durchgehende Einstrahlebene für elektromagnetische Strahlung vermieden.

[0026] Bei der in Fig. 7 gezeigten Ausführungsform ist

das Datenübertragungskabel 15' zwar wieder mit der äußeren geschirmten Umhüllung 14 analog dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 versehen, die innere Stütz- und Separierstruktur ist jedoch ein übliches Kreuzprofil 16, das aus einem isolierenden Kunststoff extrudiert ist. Ferner ist in Fig. 7 — auch stellvertretend für die Ausführungen gemäß Fig. 6, 8 und 9 - ausschnittsweise ein äußerer Schutzmantel 17 aus einem polymeren Isoliermaterial dargestellt, der das Datenübertragungskabel 15" nach außen mechanisch abschließt. Dazu umhüllt der Schutzmantel 17 die als - wie dargestellt - längslaufender Schlauch oder auch als helixartige Wicklung aufgebrachte Abschirmfolie 1" und ist mit dieser über eine optional vorgesehene Klebeschicht 18 gegebenenfalls fest verbunden. In diesem Falle werden bei der Installation des Kabels 15' dessen Abisolieren und das Freilegen der Leitungen 13 erleichtert, indem mit dem Entfernen des äußeren Schutzmantels 17 dann auch gleichzeitig die Abschirmfolie 1" mit abgezogen wird.

[0027] Als weitere Variante kann dann noch ein innerer Schutzmantel 19 eingesetzt werden, der auf das Kabelgrundelement mit dem Kreuzprofil 16 und den vier Paaren von Twisted-pair-Leitungen 13 aufgebracht ist. Darauf wird dann die Abschirmfolie 1" längslaufend oder gewickelt aufgebracht und mit dem Schutzmantel 17 mit Klebeschicht 18 ergänzt.

[0028] Bei der in Fig. 8 gezeigten Ausführungsform eines Datenübertragungskabels 15" wird eine sehr breite Abschirmfolie 1" so formgerecht teilweise auf sich selbst gefaltet, dass die vier Twisted-pair-Leitungen 13 jeweils nach außen und im Inneren von der Abschirmfolie 1" umgeben sind. Diese im Querschnitt "ornamentale", mäanderförmige Umhüllung der Twisted-Pair-Leitungen dient also einer Abschirmung sowohl nach außen als auch zwischen den Leitungen 13. In Fig. 8 ist im Übrigen — genauso wie in Fig. 9 — eine äußere mechanische Schutzhülle der Übersichtlichkeit halber weggelassen.

[0029] In der erwähnten Fig. 9 werden zwei Abschirmfolien 1" jeweils s-förmig um zwei benachbarte Twisted-pair-Leitungen 13 gelegt, so dass auch hier eine externe und interne Abschirmung der Leitungen 13 gewährleistet ist.

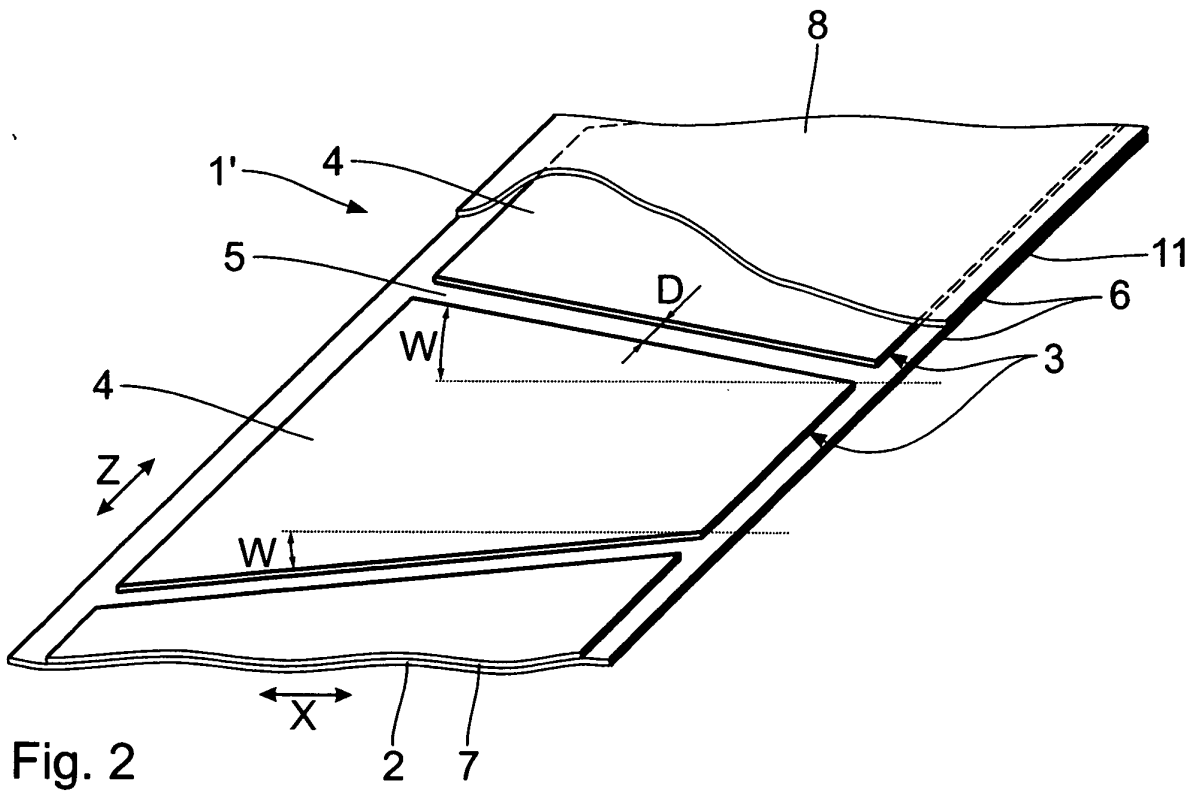
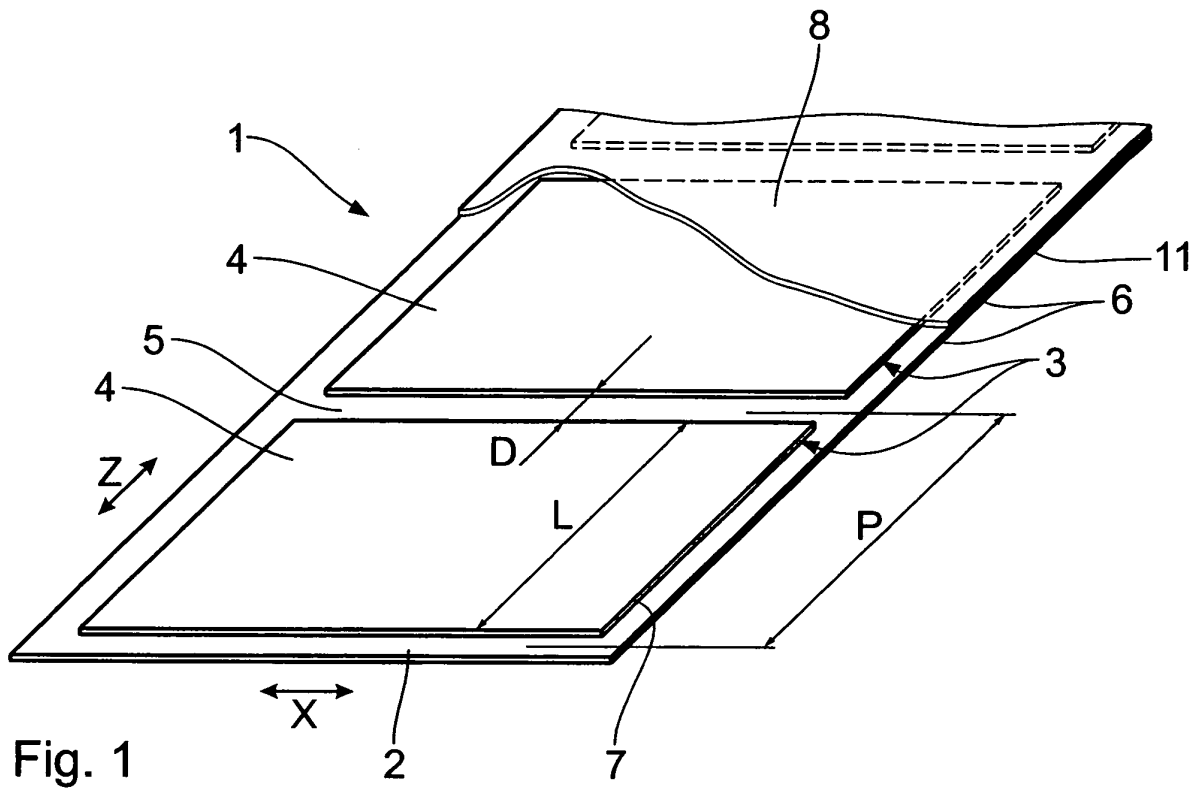
45 Patentansprüche

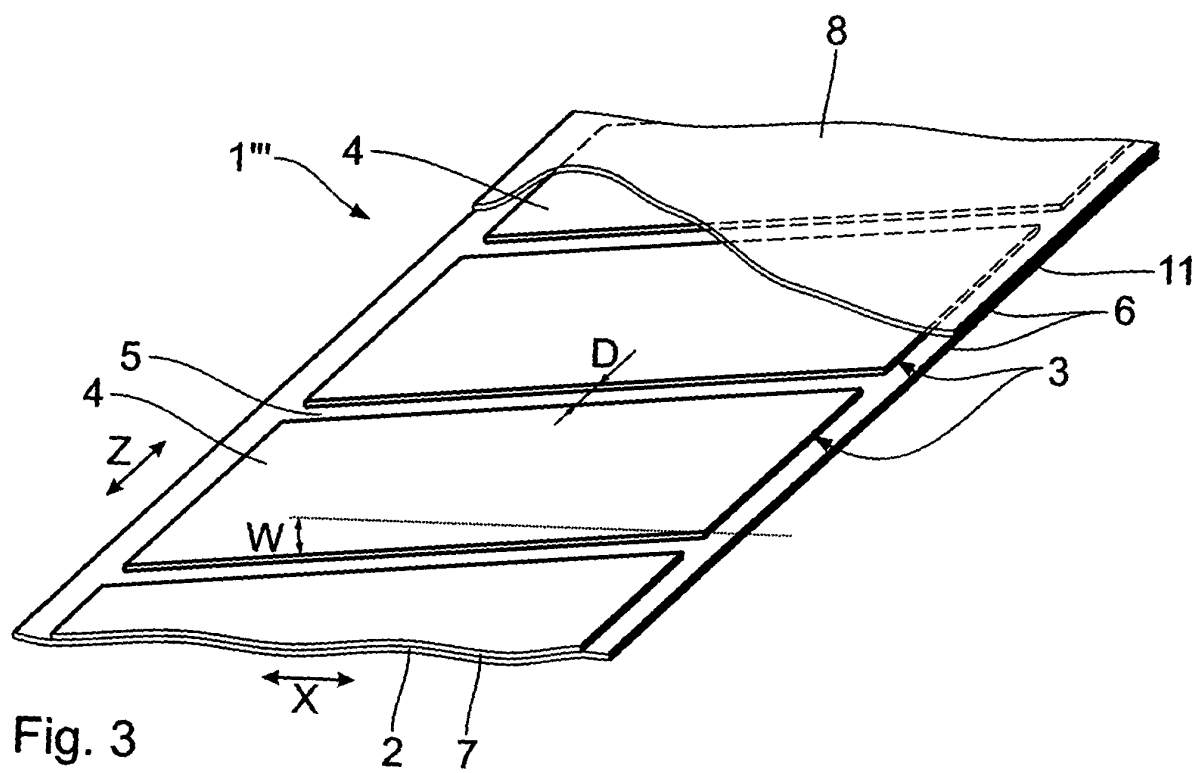
1. Mehrlagige, streifenförmige Abschirmfolie für elektrische Leitungen, insbesondere für mehradrige Datenübertragungskabel, umfassend

- mindestens eine Trägerlage (2, 8) aus einem Kunststoff und
- mindestens eine auf die Trägerlage (2, 8) kaschierte Abschirmlage (3) aus einem elektrisch leitfähigen Material, insbesondere aus Metall,

gekennzeichnet durch

- quer zu einer Streifenlängsrichtung (Z) verlaufende, in Längsabständen (p) wiederkehrende Abstandsspalte (5) in der Abschirmlage (3) zu deren elektrischer Unterbrechung in Streifenlängsrichtung (Z).
2. Abschirmfolie nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstandsspalte (5) in periodischen Abständen (p) wiederkehren.
3. Abschirmfolie nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Maßverhältnis von Abstandsspaltbreite (D) zur Länge (L) der zwischen den Abstandsspalten (5) verbleibenden Folienstücken (4) zwischen 1:5 und 1:25 beträgt.
4. Abschirmfolie nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstandsspalte (5) in einem spitzen Winkel (W) zur Streifenquerrichtung (X) verlaufen.
5. Abschirmfolie nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei aufeinanderfolgende Abstandsspalte (5) derart in entgegengesetzte oder zueinander parallele Winkelrichtungen zur Streifenquerrichtung (X) verlaufen, dass die dazwischen verbleibenden Folienstücke (4) trapez- oder parallelogrammförmig sind.
6. Abschirmfolie nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Abschirmlage (5) zwischen zwei Trägerlagen (2, 8) einlaminiert ist.
7. Abschirmfolie nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsränder (2) der Trägerlagen (2, 8) über die Längsränder (7) der Abschirmlage (3) hinausstehen.
8. Elektrisches Kabel, insbesondere Datenübertragungskabel (15, 15', 15''), mit mindestens einer Leitung, insbesondere mit mehreren verdrehten Paar-Leitungen (13), **gekennzeichnet durch**
- eine äußere Umhüllung (14) bestehend aus einer Abschirmfolie (1, 1', 1'', 1''') nach einem der vorgenannten Ansprüche 1 bis 7.
9. Elektrisches Kabel nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußere Umhüllung (14) von einem Schutzmantel (17) umgeben ist.
10. Elektrisches Kabel nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Umhüllung (14) und Schutzmantel (17) eine Klebeschicht (18) angeordnet ist.
11. Elektrisches Kabel nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der mindestens einen Leitung (13) und der äußeren Umhüllung (14) ein Schutzmantel (19) angeordnet ist.
12. Elektrisches Kabel, insbesondere Datenübertragungskabel (15, 15', 15''), mit mindestens einer Leitung, insbesondere mit mehreren verdrehten Paar-Leitungen (13), **gekennzeichnet durch** eine innere Stütz- und Separierstruktur (9) bestehend aus einer Abschirmfolie (1, 1', 1'', 1''') nach einem der vorgenannten Ansprüche 1 bis 7.
13. Elektrisches Kabel nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Stütz- und Separierstruktur (9) aus einer zumindest teilweise auf sich selbst in Längsrichtung gefalteten Abschirmfolie (1, 1', 1'', 1''') besteht.





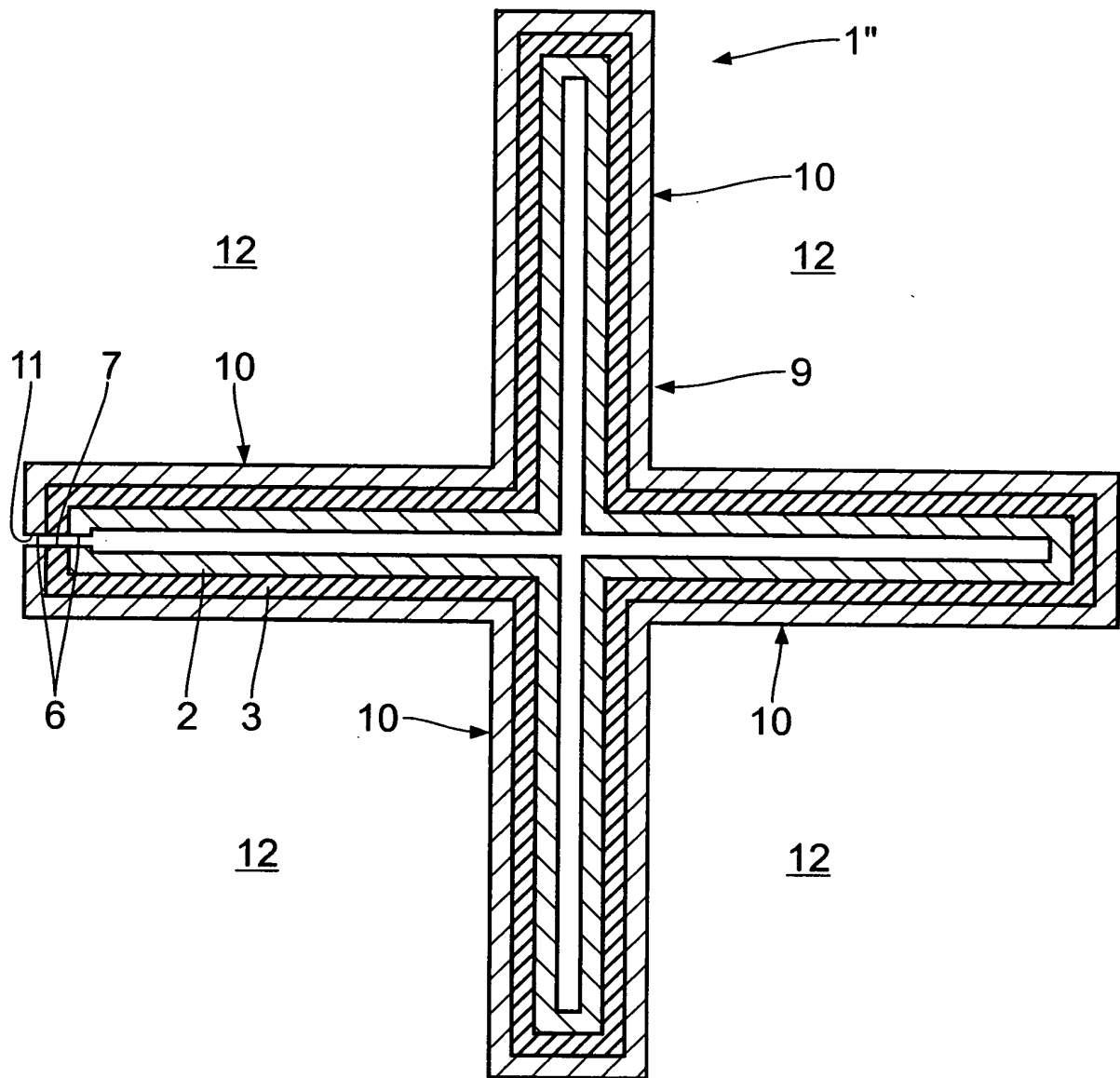


Fig. 4

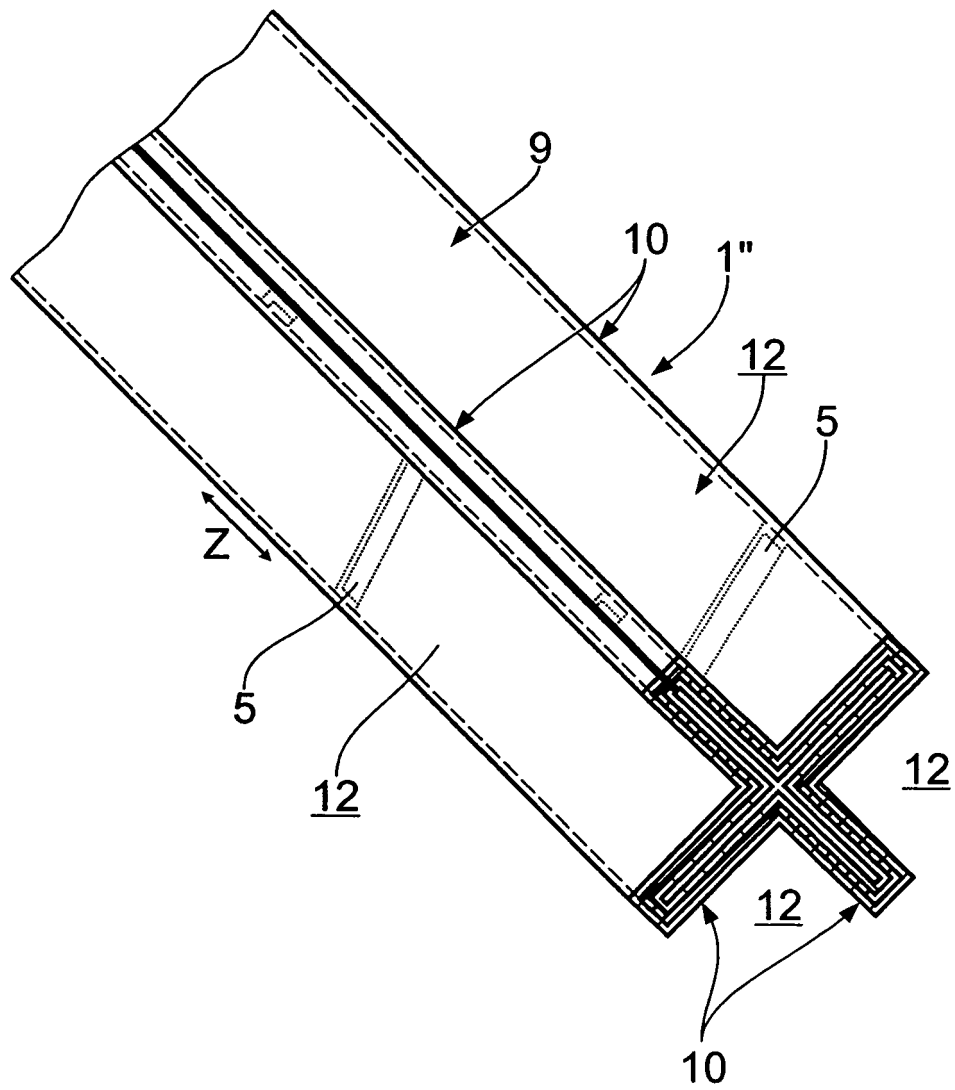


Fig. 5

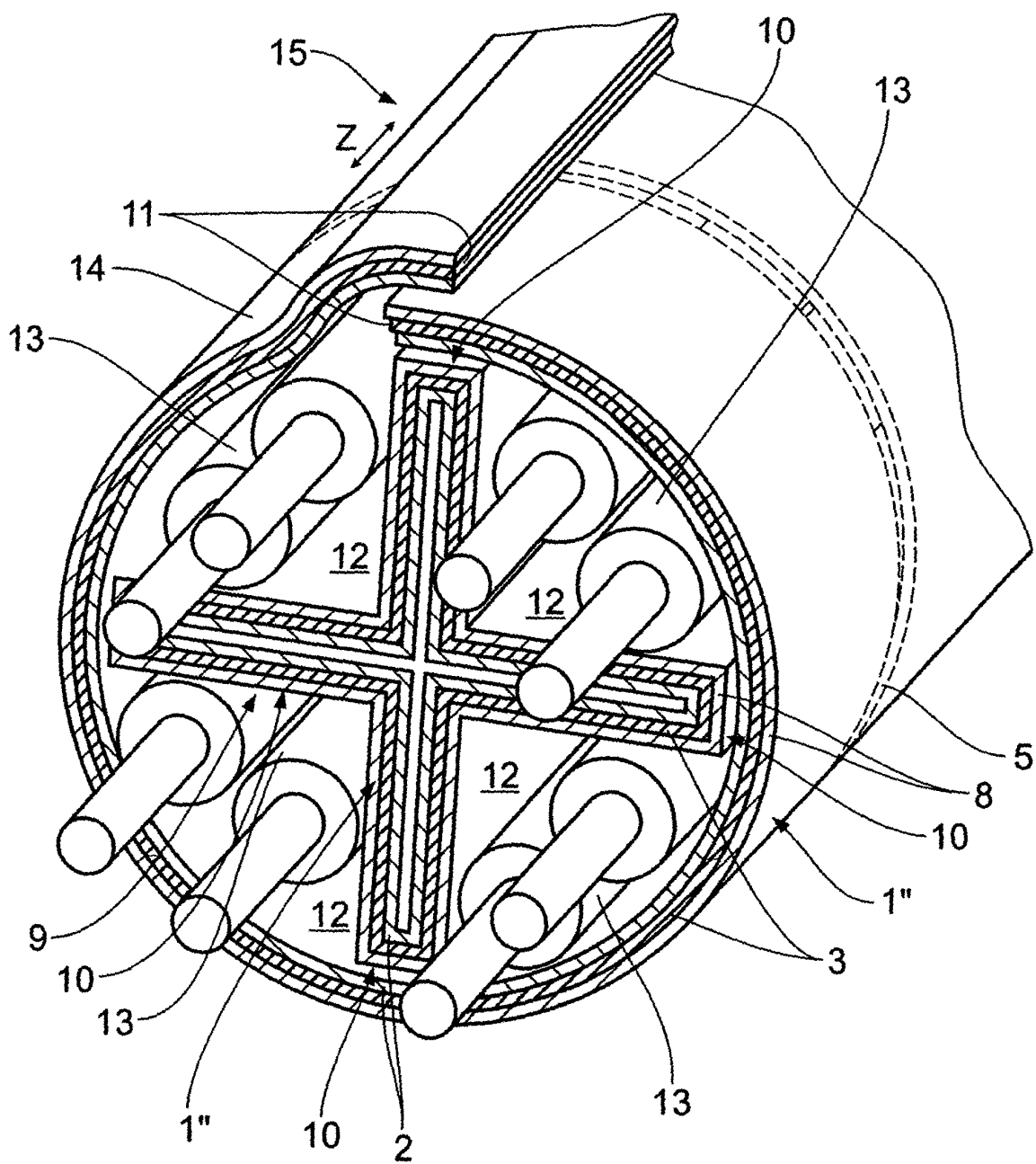


Fig. 6

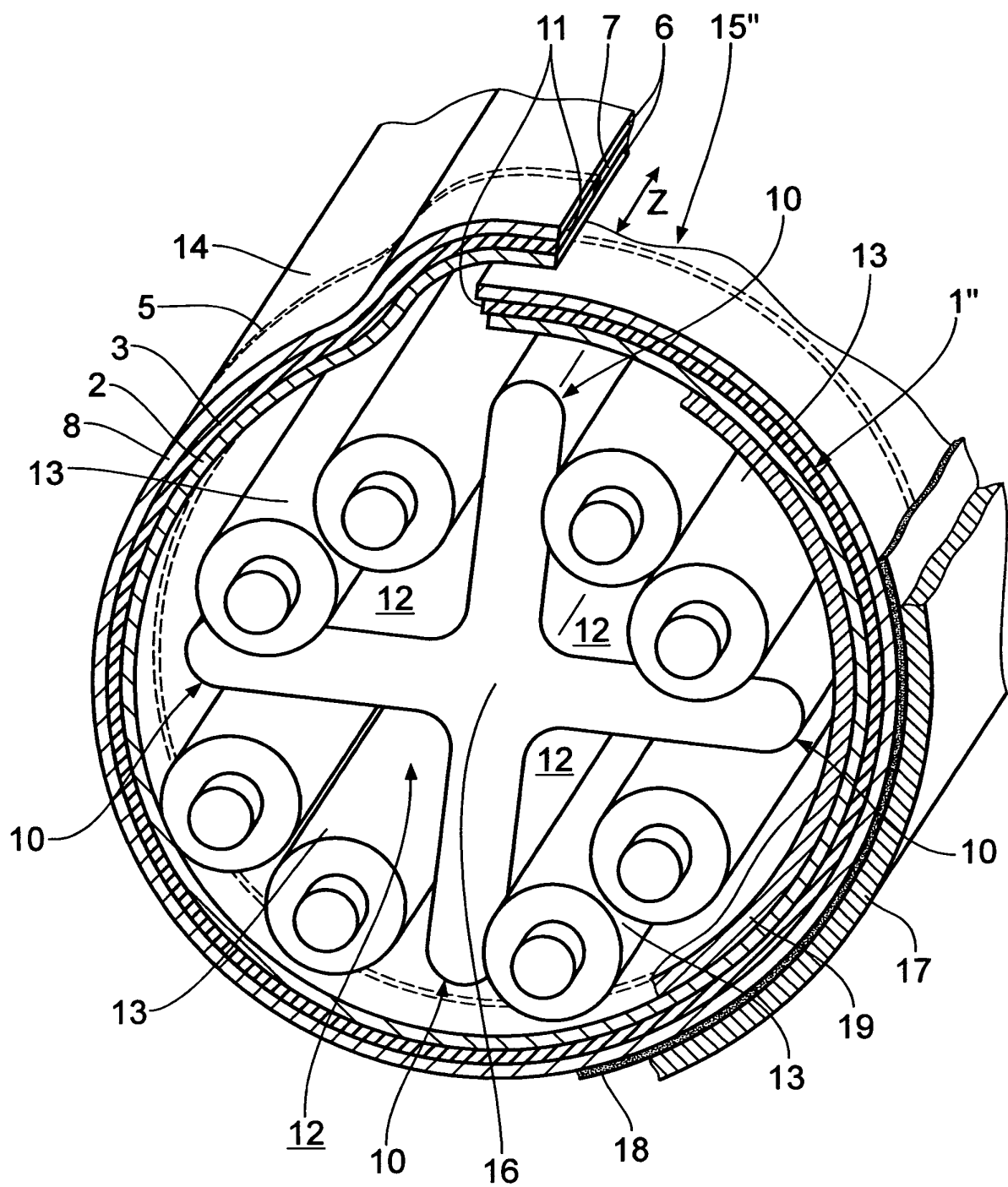


Fig. 7

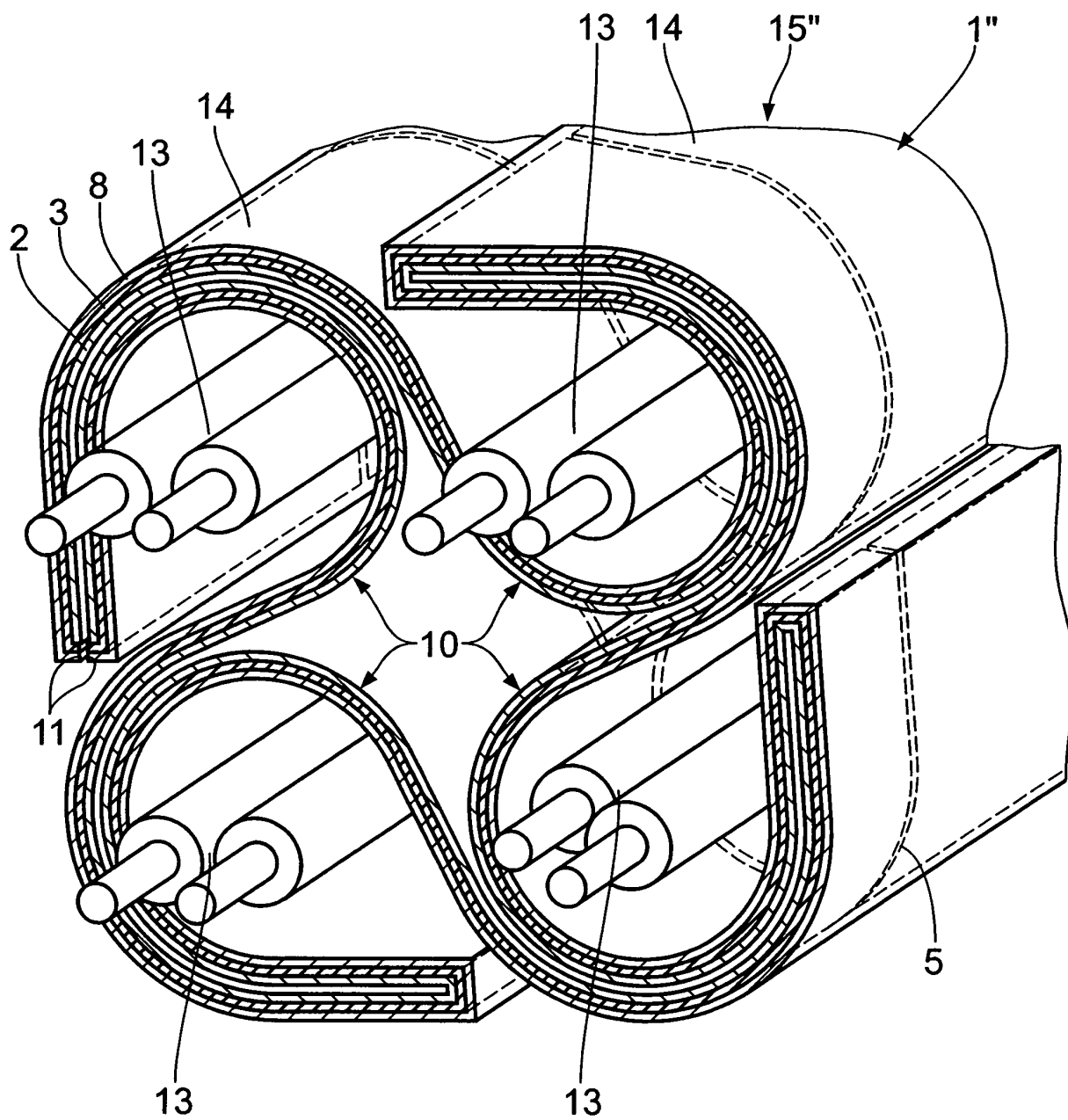


Fig. 8

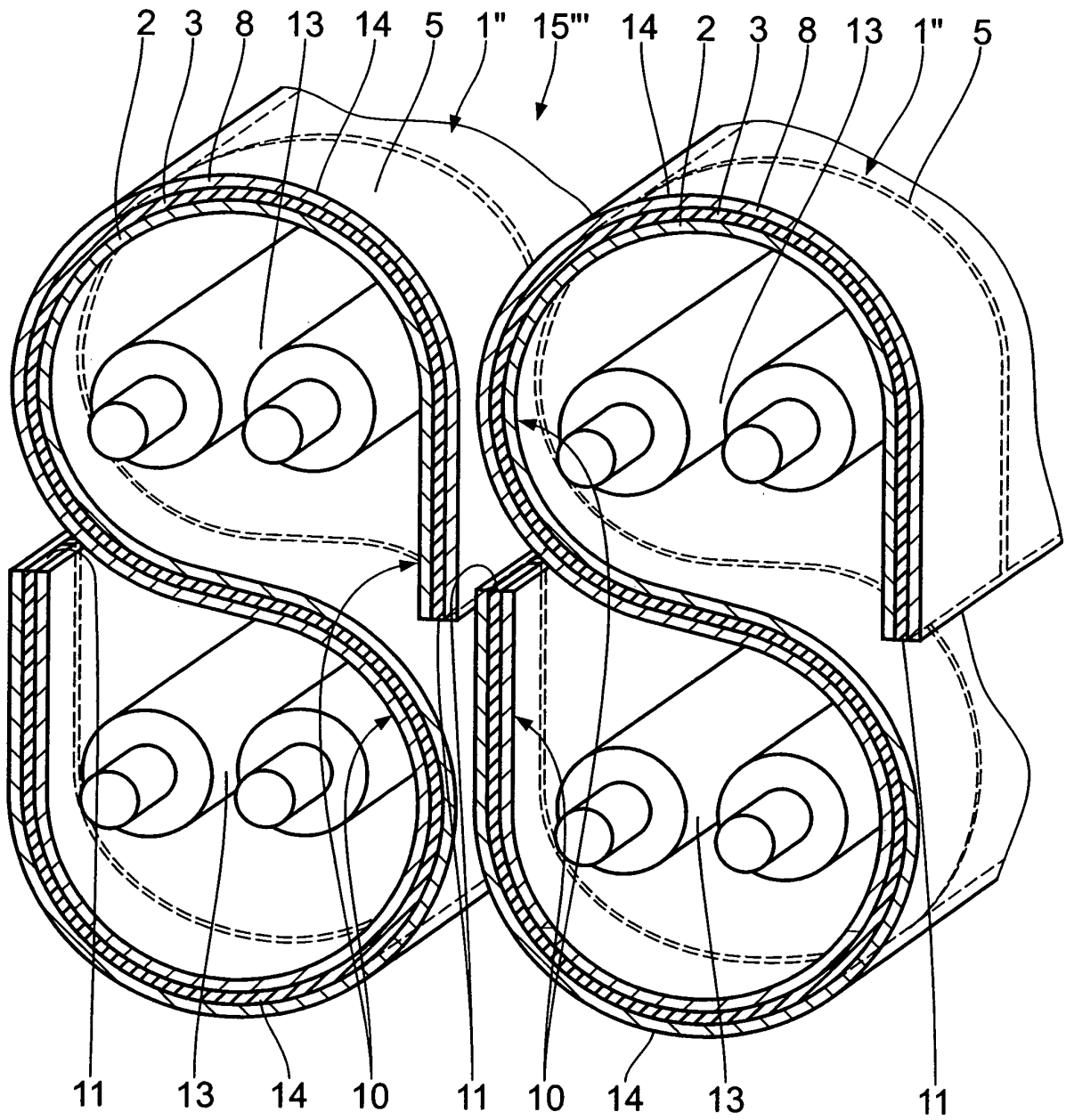


Fig. 9