

(19)



(11)

EP 3 485 540 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

31.08.2022 Patentblatt 2022/35

(21) Anmeldenummer: **17748393.0**

(22) Anmeldetag: **13.07.2017**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

H01R 13/6467 ^(2011.01) **H01R 31/06** ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

H01R 13/6467; H01R 31/06

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2017/000843

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2018/015005 (25.01.2018 Gazette 2018/04)

(54) **KABEL MIT ADAPTER**

CABLE WITH ADAPTER

CÂBLE MUNI D'UN ADAPTATEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **16.07.2016 DE 102016008679**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

22.05.2019 Patentblatt 2019/21

(73) Patentinhaber: **Rosenberger**

**Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG
83413 Fridolfing (DE)**

(72) Erfinder:

- **KUNZ, Stephan**
83339 Chieming (DE)
- **ARMBRECHT, Gunnar**
84453 Mühldorf (DE)
- **ZEBHAUSER, Martin**
83410 Laufen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 3 163 688 WO-A2-2012/087956
US-A1- 2010 183 141 US-A1- 2013 333 913

EP 3 485 540 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein konfektioniertes Kabel, das einen Adapter aufweist.

[0002] Datennetze im Automobil übertragen heutzutage Daten für unterschiedliche Anwendungen, beispielsweise Sensordaten, Daten der Unterhaltungselektronik, in einer vergleichsweise sehr hohen Datenrate über 1 GB/s. Hierfür haben sich sogenannte HSD-Kabel (high speed data; deutsch: Daten in einer hohen Übertragungsrate) etabliert. Derartige HSD-Kabel weisen für die parallele Übertragung von zwei differentiellen Signalen zwei Paare von Datenleitungen auf, die in einer sogenannten Stern-Vierer-Anordnung zueinander überkreuzt angeordnet sind und entlang der Datenleitung spiralförmig verseilt sind.

[0003] Während die Verseilung der Stern-Vierer-Anordnung eine niedrigere Packungsdichte bewirkt, ermöglicht die Stern-Vierer-Anordnung zumindest ein niedrigeres Übersprechen zwischen den beiden Paaren von Datenleitungen. Im höheren Frequenzbereich verschlechtert sich das Übersprechen zwischen den einzelnen Paaren von Datenleitungen deutlich.

[0004] Für den höheren Frequenzbereich werden deshalb verstärkt Kabel eingesetzt, in denen jeweils zwei geschirmte und parallel verlaufende, d.h. nicht-überkreuzte, Paare von Datenleitungen verlaufen. Durch die Schirmung jedes einzelnen Paares von Datenleitungen wird das Übersprechen zwischen den einzelnen Paaren verbessert.

[0005] Aufgrund der weitaus höheren Verbreitung von Kabeln mit Stern-Vierer-Anordnung gegenüber Kabeln mit parallelen und jeweils geschirmten Paaren von Datenleitungen existieren im Automobilbau viele Steckverbinder mit Anbindung beispielsweise an eine Leiterplatte einer HF-Elektronik, die auf eine Stern-Vierer-Anordnung der Datenleitungen ausgerichtet sind. Die Anbindung von konfektionierten Kabeln mit parallelen und jeweils geschirmten Paaren von Datenleitungen an bestehende Leiterplatten von HF-Elektroniken mit einem Steckverbinder in Stern-Vierer-Anordnung der Datenleitungen ist deshalb nicht möglich und verschlechtert somit nachteilig den universellen Einsatz von derartigen Kabeln.

[0006] Die WO 2012/087956 A2 und die US2010/0183141 A1 offenbaren jeweils zur Reduzierung des Übersprechens zwischen zwei differentiellen Signalleitungs-Paaren ein Signalleitungs-Paar mit überkreuzt zueinander angeordneten Signalleitungen und ein Signalleitungs-Paar mit parallel zueinander angeordneten Signalleitungen.

[0007] Die EP 3 163 688 A1 offenbart einen Adapter zur Verbindung zwischen zwei Signalleitungs-Paaren mit jeweils überkreuzt zueinander angeordneten Signalleitungen und zwei Signalleitungs-Paaren mit jeweils parallel zueinander angeordneten Signalleitungen.

[0008] Die US 2013/0333913 A1 beschreibt ein Kabel

mit mehreren parallel angeordneten differentiellen Signalleitungs-Paaren.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Vorrichtung zu schaffen, mit der Kabel mit parallelen und jeweils geschirmten Paaren von Datenleitungen an Steckverbinder in Stern-Vierer-Anordnung der Datenleitungen ankoppelbar sind.

[0010] Die Aufgabe wird durch ein erfindungsgemäßes Kabel mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte technische Erweiterungen können den jeweils abhängigen Patentansprüchen entnommen werden.

[0011] Die beiden geschirmten Paare von Innenleitern des Kabels werden nicht nur an die beiden parallelen ersten Paare von Kontaktbereichen im ersten Anschlussbereich geführt, werden bis zu den Kontaktbereichen des zweiten Anschlussbereiches des Adapters geführt. Somit sind die ersten und zweiten Kontaktbereiche des einen ersten Paares von Kontaktbereichen über jeweils einen unterschiedlichen Innenleiter des einen Paares von Innenleitern des Kabels mit dem dritten bzw. vierten Kontaktbereich des einen zweiten Paares von Kontaktbereichen elektrisch verbunden, während die ersten und zweiten Kontaktbereiche des anderen ersten Paares von Kontaktbereichen über jeweils einen unterschiedlichen Innenleiter des anderen Paares von Innenleitern mit dem dritten bzw. vierten Kontaktbereich des zweiten Paares von Kontaktbereichen elektrisch verbunden sind.

[0012] Bevorzugte technische Erweiterungen sind sowohl für den einzelnen Adapter als auch für das Kabel mit integriertem Adapter realisiert:

Um das induktive Überkoppeln zwischen den beiden zueinander überkreuzt angeordneten Innenleitern im Bereich der Überkreuzung zu minimieren, sind die überkreuzt angeordneten Innenleiter jeweils in einem Winkel zwischen 85° und 95° zueinander orientiert. Bevorzugt sind die überkreuzt angeordneten Innenleiter jeweils senkrecht zueinander orientiert. Hierzu werden die beiden überkreuzt zueinander angeordneten Innenleiter bevorzugt jeweils im Bereich des ersten Anschlussbereiches und des zweiten Anschlussbereiches parallel zueinander und parallel zu den beiden parallel geführten Innenleitern geführt, um auf diese Weise eine möglichst orthogonale Orientierung der beiden überkreuzt zueinander angeordneten Innenleiter im Bereich der Überkreuzung zu realisieren.

[0013] Das kapazitive Überkoppeln zwischen den beiden zueinander überkreuzt angeordneten Innenleitern im Bereich der Überkreuzung wird dadurch minimiert, dass der Abstand zwischen den beiden zueinander überkreuzt angeordneten Innenleitern im Überkreuzungsbereich maximiert wird:

In einer ersten Variante für eine Minimierung des kapazitiven Überkoppelns sind die beiden überkreuzt zueinander angeordneten Innenleiter bevorzugt zueinander konvex gekrümmt. Somit weisen sie in der Mitte zwischen dem ersten Anschlussbereich und dem zweiten Anschlussbereich, d.h. im Bereich der Überkreuzung, ih-

ren größten Abstand zueinander auf.

[0014] In der zweiten Variante wird die Minimierung des kapazitiven Überkoppels zwischen den beiden überkreuzt zueinander angeordneten Innenleitern dadurch realisiert, dass in jeweils gegenüberliegenden Bereichen der beiden überkreuzt zueinander angeordneten Innenleiter im Bereich der Überkreuzung bevorzugt jeweils Material abgetragen ist und somit der Abstand zwischen den beiden überkreuzt zueinander angeordneten Innenleitern vergrößert ist.

[0015] In einer dritten Variante für eine Minimierung des kapazitiven Überkoppels sind die beiden überkreuzt zueinander angeordneten Innenleiter bevorzugt jeweils asymmetrisch versetzt zur zugehörigen Verbindungsgerade zwischen den beiden Kontaktbereichen des ersten und zweiten Anschlussbereiches geführt. Die beiden überkreuzt zueinander angeordneten Innenleiter weisen dann ihren größtmöglichen Abstand im Hinblick auf ein minimiertes kapazitives Überkoppeln auf, wenn die beiden asymmetrischen Versetzungen jeweils um 180° zueinander phasenversetzt sind. Zusätzlich weist derjenige Innenleiter der beiden zueinander überkreuzt angeordneten Innenleiter in allen drei Varianten bevorzugt einen veränderten Durchmesser als der jeweils andere Innenleiter der beiden zueinander überkreuzt angeordneten Innenleiter auf, der räumlich näher an der Umfangsfläche des zylindrischen Adapters und damit an der den Adapter umschließenden Masseschirmung geführt ist.

[0016] Bevorzugt weist derjenige Innenleiter der beiden zueinander überkreuzt angeordneten Innenleiter in allen drei Varianten bevorzugt einen geringeren Durchmesser als der jeweils andere Innenleiter der beiden zueinander überkreuzt angeordneten Innenleiter auf, der räumlich näher an der Umfangsfläche des zylindrischen Adapters und damit an der den Adapter umschließenden Masseschirmung geführt ist.

[0017] Die Änderung, bevorzugt die Reduzierung des Durchmessers des näher an der Masseschirmung geführten Innenleiters der beiden zueinander überkreuzt angeordneten Innenleiter bewirkt vorteilhaft einen optimalen Wert für die kapazitive Komponente der Impedanz des Adapters zwischen ersten und zweiten Anschlussbereich.

[0018] Da die beiden zueinander überkreuzt angeordneten Innenleiter eine größere Länge gegenüber den beiden parallel zueinander angeordneten Innenleitern aufweisen, sind die Laufzeiten der HF-Signale in diesen Innenleitern jeweils unterschiedlich. Die Signalanteile eines differenziellen Signals sind nach Durchlaufen der Innenleiter nicht mehr 180° phasenversetzt, sondern können aufgrund der unterschiedlichen Laufzeiten in den beiden Innenleitern einen anderen Phasenversatz aufweisen und stellen somit auch kein exaktes differenzielles Signal mehr dar.

[0019] Ein Ausgleich der unterschiedlichen Laufzeiten in den unterschiedlich angeordneten Innenleitern erfolgt durch eine unterschiedliche Ausbreitungsgeschwindig-

keit der Signalanteile des differenziellen HF-Signals. Gemäß der Erfindung sind die zueinander überkreuzt angeordneten Innenleiter jeweils von einem Material mit einer niedrigeren Permittivität umgeben als die zueinander parallel angeordneten Innenleiter. Das Material mit der niedrigeren Permittivität bewirkt eine höhere Ausbreitungsgeschwindigkeit, mit der die größere Länge der zueinander überkreuzt angeordneten Innenleiter kompensiert wird. Auf diese Weise ist vorteilhaft gewährleistet, dass an beiden Anschlussbereichen des Adapters ein differenzielles HF-Signal mit zwei Signalanteilen auftreten, die jeweils einen Phasenversatz von 180° zueinander aufweisen.

[0020] Im Folgenden werden die einzelnen Ausprägungen des erfindungsgemäßen Kabels mit angeschlossenem Adapter anhand der Zeichnung im Detail erläutert. Die Figuren der Zeichnung zeigen:

Fig. 1A,1B,1C eine Querschnittsdarstellung in Längsrichtung und jeweils eine Querschnittsdarstellung in radialer Richtung im ersten und zweiten Anschlussbereich einer ersten Ausführungsform des Adapters,

Fig. 2 eine Querschnittsdarstellung in Längsrichtung einer zweiten Ausführungsform des Adapters,

Fig. 3A,3B,3C eine Querschnittsdarstellung in Längsrichtung und jeweils eine Querschnittsdarstellung in radialer Richtung im ersten und zweiten Anschlussbereich einer dritten Ausführungsform des Adapters,

Fig. 4A,4B,4C eine Querschnittsdarstellung in Längsrichtung und jeweils eine Querschnittsdarstellung in radialer Richtung im ersten und zweiten Anschlussbereich einer vierten Ausführungsform des Adapters,

Fig. 5A,5B,5C eine Querschnittsdarstellung in Längsrichtung und jeweils eine Querschnittsdarstellung in radialer Richtung im ersten und zweiten Anschlussbereich einer fünften Ausführungsform des Adapters und

Fig. 6 eine Querschnittsdarstellung in Längsrichtung eines erfindungsgemäßen Kabels mit integrierten Adapter.

[0021] Im Folgenden wird eine erste Ausführungsform eines Adapters 1 anhand der Figuren 1A, 1B und 1C im Detail erläutert:

Der Adapter 1 weist einen hinsichtlich einer Längsachse

2 rotationssymmetrischen Grundkörper auf, der bevorzugt hohlzylindrisch ausgeführt ist. Der bevorzugt hohlzylindrische Adapter 1 besitzt im Bereich seiner beiden Stirnseiten jeweils eine Stirnfläche. Der Adapter 1 ist bevorzugt als Kunststoff-Spritzgussteil beispielsweise aus Polyethylen oder Polypropylen gefertigt.

[0022] Die in Fig. 1A rechtsseitig dargestellte Stirnfläche stellt einen ersten Anschlussbereich 3 dar, während die linksseitig dargestellte Stirnfläche einen zweiten Anschlussbereich 4 bildet. Sowohl der erste Anschlussbereich 3 als auch der zweite Anschlussbereich 4 weist jeweils eine der Anzahl von differenziellen Signalen entsprechende Anzahl von Paaren von Kontaktbereichen auf. Bevorzugt sind an beiden Anschlussbereichen zwei Paare von Kontaktbereichen entsprechend der Anzahl von in einem HSD-Kabel übertragenen differenziellen Signalen vorgesehen. Die einzelnen Kontaktbereiche umfassen jeweils den gesamten Bereich der zugehörigen, in Fig. 1A jeweils dargestellten Bohrungen bzw. Ausnehmungen im ersten Anschlussbereich 3 bzw. im zweiten Anschlussbereich 4 des Adapters 1.

[0023] Gemäß Fig. 1C weist der erste Anschlussbereich 3 zwei erste Paare 5_1 und 5_2 von Kontaktbereichen mit jeweils einem ersten Kontaktbereich 6_{11} und 6_{12} und einem zweiten Kontaktbereich 6_{21} und 6_{22} auf. Die beiden ersten Paare 5_1 und 5_2 von Kontaktbereichen des ersten Anschlussbereiches 3 sind zueinander parallel angeordnet.

[0024] Im ersten Kontaktbereich 6_{11} des ersten Paares 5_1 von Kontaktbereichen im ersten Anschlussbereich 3 ist ein Innenleiter des Kabels mit einer ersten Verbindungsleitung 7 beispielsweise über eine Lötung elektrisch verbunden. Im zweiten Kontaktbereich 6_{21} des ersten Paares 5_1 von Kontaktbereichen im ersten Anschlussbereich 3 ist ein weiterer Innenleiter desselben Paares von miteinander geschirmten Innenleitern des Kabels mit einer zweiten Verbindungsleitung 8 elektrisch verbunden. Die mit demselben Paar von miteinander geschirmten Innenleitern des Kabels elektrisch verbundene erste Verbindungsleitung 7 und zweite Verbindungsleitung 8 ist durch eine gemeinsame Schraffur gekennzeichnet. Die erste Verbindungsleitung 7 ist zu einem dritten Kontaktbereich 9_{11} eines zweiten Paares 10_1 von Kontaktbereichen im zweiten Anschlussbereich 4 geführt, während die zweite Verbindungsleitung 8 zu einem vierten Kontaktbereich 9_{21} desselben zweiten Paares 10_1 von Kontaktbereichen im zweiten Anschlussbereich 4 geführt ist.

[0025] Im ersten Kontaktbereich 6_{12} eines weiteren ersten Paares 5_2 von Kontaktbereichen im ersten Anschlussbereich 3 ist ein Innenleiter eines weiteren geschirmten Paares von Innenleitern des Kabels mit einer dritten Verbindungsleitung 11 elektrisch verbunden. Im zweiten Kontaktbereich 6_{22} des weiteren Paares 5_2 von Kontaktbereichen im ersten Anschlussbereich 3 ist ein anderer Innenleiter dieses weiteren geschirmten Paares von Innenleitern des Kabels mit einer vierten Verbindungsleitung 12 elektrisch verbunden. Die dritte Verbin-

dungsleitung 11 und die vierte Verbindungsleitung 12, die mit demselben Paar von miteinander geschirmten Innenleitern des Kabels elektrisch verbunden sind, sind beide unschraffiert dargestellt. Die dritte Verbindungsleitung 11 ist zu einem dritten Kontaktbereich 9_{12} eines weiteren zweiten Paares 10_2 von Kontaktbereichen im zweiten Anschlussbereich 4 geführt, während die vierte Verbindungsleitung 12 zu einem vierten Kontaktbereich 9_{22} desselben zweiten Paares 10_2 von Kontaktbereichen im zweiten Anschlussbereich 4 geführt ist.

[0026] Wie in den Figuren 1B und 1C dargestellt ist, stellen die erste, zweite, dritte und vierte Verbindungsleitung 7, 8, 11 und 12 jeweils ein Bündel von leitenden Litzen bevorzugt aus Kupfer mit einer Ummantelung aus einem nicht-leitenden Kunststoff dar.

[0027] Die erste, zweite, dritte und vierte Verbindungsleitung 7, 8, 11 und 12 sind im Bereich der ersten und zweiten Paare 5_1 und 5_2 bzw. 10_1 und 10_2 von Kontaktbereichen entweder bis zur äußeren Begrenzung oder bis zur inneren Begrenzung der zum jeweiligen Kontaktbereich gehörigen Bohrung bzw. Ausnehmung geführt. Alternativ können die erste, zweite, dritte und vierte Verbindungsleitung 7, 8, 11 und 12 auch innerhalb der zum jeweiligen Kontaktbereich gehörigen Bohrung bzw. Ausnehmung enden.

[0028] Aus Fig. 1A ist zu erkennen, dass die zweite Verbindungsleitung 8 und die vierte Verbindungsleitung 12 innerhalb des Adapters 1 jeweils parallel zueinander entlang der Längsachse 2 angeordnet sind, während die erste Verbindungsleitung 7 und die dritte Verbindungsleitung 11 jeweils zueinander überkreuzt angeordnet sind.

[0029] Die zweite und die vierte Verbindungsleitung 8 und 12, die jeweils parallel zueinander angeordnet sind, weisen jeweils einen derartigen Abstand zueinander und zu einer in Fig. 1A nicht dargestellten, an der Umfangfläche des Adapters 1 anliegenden Masseschirmung auf, so dass das induktive und kapazitive Überkoppeln zwischen zweiter und vierter Verbindungsleitung 8 und 12 insgesamt minimiert ist. Zur Minimierung des induktiven und kapazitiven Überkoppelns zwischen der ersten und dritten Verbindungsleitung 7 und 11, die zueinander überkreuzt angeordnet sind, werden bevorzugt folgende technische Maßnahmen durchgeführt:

In einer zweiten Ausführungsform 1' eines Adapters gemäß Fig. 2 werden hierzu die erste und dritte Verbindungsleitung 7' und 11' so zueinander überkreuzt, dass sie im Überkreuzungsbereich in einem Winkel zwischen 85° und 95° zueinander orientiert sind bzw. bevorzugt orthogonal, d.h. in einem Winkel von 90° , zueinander orientiert sind. Auf diese Weise wird ein induktives Überkoppeln weitestgehend vermieden. Hierzu sind die erste und zweite Verbindungsleitung 7' und 11' im Bereich der zugehörigen Kontaktbereiche, d.h. im Bereich des ersten Kontaktbereiches 6_{11} bzw. des ersten Kontaktbereiches 6_{12} der beiden ersten Paare 5_1 und 5_2 von Kontaktbereichen im ersten Anschlussbereich 3 und im Bereich des ersten Kontaktbereiches 9_{11} und des ersten Kontakt-

bereichs 9₁₂ der beiden zweiten Paare 10₁ und 10₂ von Kontaktbereichen im zweiten Anschlussbereich 4, über eine größere Strecke parallel zueinander geführt.

[0030] Eine erste Variante zur Minimierung des kapazitiven Überkoppelns im Überkreuzungsbereich zwischen der ersten und zweiten Verbindungsleitung, die zueinander überkreuzt angeordnet sind, geht aus den Figuren 3A, 3B und 3C hervor:

Wie aus den Figuren 3B und 3C hervorgeht, ist die Darstellung in Fig. 3A entlang der Längsachse 2 des Adapters um 90° gegenüber der Darstellung in den vorherigen Figuren 1A und 2 gedreht.

[0031] Zu erkennen ist, dass die erste und dritte Verbindungsleitung 7" und 11", die zueinander überkreuzt angeordnet sind, in der dritten Ausführungsform 1" des Adapters konvex zueinander gekrümmt sind und somit im Bereich der Überkreuzung einen vergrößerten Abstand zueinander aufweisen. Durch den vergrößerten Abstand im Überkreuzungsbereich wird das kapazitive Überkoppeln zwischen erster und dritter Verbindungsleitung 7" und 11" minimiert.

[0032] Die erste Verbindungsleitung 7", die näher an der Umfangsfläche des im Wesentlichen zylindrischen Adapters 1" und damit näher an der in Fig. 3A nicht dargestellten Masseschirmung positioniert ist, weist, wie aus Fig. 3A zu erkennen ist, einen geänderten Durchmesser, bevorzugt einen geringeren Durchmesser, als die dritte Verbindungsleitung 11" auf, die weiter entfernt von der Umfangsfläche des Adapters 1" und damit von der Masseschirmung positioniert ist. Dieser bevorzugt geringere Durchmesser der ersten Verbindungsleitung 7" bewirkt einen optimalen Wert für die kapazitive Komponente der Impedanz zwischen ersten Anschlussbereich 3 und zweiten Anschlussbereich 4 des Adapters 1".

[0033] Eine zweite Variante, mit der das kapazitive Überkoppeln im Überkreuzungsbereich zwischen der ersten und zweiten Verbindungsleitung, die zueinander überkreuzt angeordnet sind, minimiert werden kann, ist in den Figuren 4A, 4B und 4C dargestellt:

In der vierten Ausführungsform 1" des Adapters wird ein vergrößerter Abstand zwischen erster und dritter Verbindungsleitung 7" und 11", die jeweils zueinander überkreuzt angeordnet sind, dadurch realisiert, dass sie jeweils asymmetrisch versetzt zu einer Verbindungsgerade zwischen den zugehörigen Kontaktbereichen und um einen Winkel von 180° versetzt zueinander geführt sind. Die erste Verbindungsleitung 7" wird somit im Bereich des ersten Kontaktbereichs 6₁₁ eines ersten Paares 5₁ von Kontaktbereichen im ersten Anschlussbereich 3 und im Bereich des dritten Kontaktbereichs 9₁₁ eines zweiten Paares 10₁ von Kontaktbereichen im zweiten Anschlussbereich 4 asymmetrisch verlegt. Die zweite Verbindungsleitung 11" wird im Bereich des zweiten Kontaktbereichs 6₁₂ eines ersten Paares 5₂ von Kontaktbereichen im ersten Anschlussbereich 3 und im Bereich des zweiten Kontaktbereichs 9₂₂ eines zweiten Paares 10₂ von Kontaktbereichen im zweiten Anschlussbereich 4 asymmetrisch verlegt.

[0034] Die erste Verbindungsleitung 7", die näher an der Umfangsfläche des Adapters 1" und damit näher an der Masseschirmung positioniert ist, weist einen geänderten Durchmesser, bevorzugt einen geringeren Durchmesser, als die dritte Verbindungsleitung 11" auf, die weiter entfernt von der Umfangsfläche des Adapters 1" und damit weiter entfernt von der Masseschirmung positioniert ist. Somit wird auch in diesem Fall die kapazitive Komponente der Impedanz zwischen ersten Anschlussbereich 3 und zweiten Anschlussbereich 4 des Adapters 1" auf den optimalen Wert reduziert.

[0035] Eine dritte Variante der Minimierung des kapazitiven Überkoppelns im Überkreuzungsbereich der ersten und dritten Verbindungsleitung, die jeweils zueinander überkreuzt angeordnet sind, ist in den Figuren 5A, 5B und 5C dargestellt:

Hierbei weisen die erste und dritte Verbindungsleitung 7" und 11" der fünften Ausführungsform 1" des Adapters jeweils im Überkreuzungsbereich einen Materialabtrag 14₁ und 14₃ auf. Auf diese Weise ist der Abstand zwischen der ersten und der dritten Verbindungsleitung 7" und 11" vergrößert und das kapazitive Überkoppeln zwischen der ersten und der dritten Verbindungsleitung 7" und 11" reduziert.

[0036] Die näher an der Umfangsfläche des Adapters 1" und damit an der Masseschirmung geführte erste Verbindungsleitung 7" weist einen geänderten Durchmesser, bevorzugt einen geringeren Durchmesser, als die weiter entfernt von der Umfangsfläche des Adapters 1" geführte dritte Verbindungsleitung 11" auf, um die kapazitive Komponente der Impedanz zwischen dem ersten Anschlussbereich 3 und dem zweiten Anschlussbereich 4 des Adapters 1" auf den optimalen Wert zu reduzieren.

[0037] Da die erste und dritte Verbindungsleitung, die jeweils überkreuzt zueinander angeordnet sind, eine größere Länge als die zweite und vierte Verbindungsleitung aufweisen, die jeweils parallel zueinander angeordnet sind, kommt es zwischen den Signalanteilen des differenziellen Signals in der ersten und zweiten Verbindungsleitung wie auch zwischen den Signalanteilen des differenziellen Signals in der dritten und vierten Verbindungsleitung zu einem Laufzeitunterschied und damit zu einer Phasenverschiebung. Diese Phasenverschiebung zwischen den Signalanteilen der einzelnen differenziellen Signale bewirkt, dass die Signalanteile der einzelnen differenziellen Signale nach Durchlaufen der Verbindungsleitungen nicht mehr die für ein differenzielles Signal erforderliche Phasendifferenz von 180° aufweisen.

[0038] Zur Kompensation dieser Phasenverschiebung wird die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Signalanteile des differenziellen HF-Signals in den jeweils sich überkreuzenden Verbindungsleitungen relativ zur Ausbreitungsgeschwindigkeit der Signalanteile der differenziellen HF-Signale in den jeweils parallel verlaufenden Verbindungsleitungen erhöht.

[0039] Hierzu sind die Verbindungsleitungen, die sich jeweils überkreuzen, von einem Material mit einer nied-

rigeren Permittivität umgeben als die Verbindungsleitungen, die jeweils parallel verlaufen. Hierbei kann einerseits bereits die Ummantelung des elektrischen Leiters der Verbindungsleitung oder ein die Ummantelung des elektrischen Leiters der Verbindungsleitung zusätzlich umgebendes Material hinsichtlich einer geeigneten Permittivität ausgewählt werden.

[0040] In Fig. 6 ist ein erfindungsgemäßes Kabel 13 dargestellt, an dessen Ende ein Adapter 1 befestigt ist. Das Kabel 13 beinhaltet zwei parallele, geschirmte Paare von Innenleitern. Diese beiden Paare von Innenleitern werden an die beiden ersten Paare 5₁ und 5₂ von Kontaktbereichen im ersten Anschlussbereich 3 des Adapters herangeführt, die jeweils als Bohrungen oder Ausnehmungen realisiert sind, und durch diese Bohrungen bzw. Ausnehmungen hindurchgeführt.

[0041] Äquivalent wie die erste, zweite, dritte und vierte Verbindungsleitung 7, 8, 11 und 12 bei der ersten Ausführungsform des Adapters 1 gemäß der Figuren 1A, 1B und 1C werden die Innenleiter 8^v und 12^v der beiden Paare von Innenleitern von den einzelnen zweiten Kontaktbereichen des ersten Anschlussbereiches 3 zum direkt gegenüberliegenden zweiten Kontaktbereich des zweiten Anschlussbereich 4 geführt, während die Innenleiter 7^v und 11^v der beiden Paare von Innenleitern von den einzelnen ersten Kontaktbereichen des ersten Anschlussbereiches 3 zu den an der Längsachse 2 gespiegelten ersten Kontaktbereichen des zweiten Anschlussbereiches 4 geführt werden.

[0042] Die in den Figuren 2, 3A, 4A und 5A jeweils dargestellte zweite, dritte, vierte und fünfte Ausführungsform des Adapters kann äquivalent in dem am Ende des erfindungsgemäßen Kabels 13 befestigten Adapter realisiert sein.

Patentansprüche

1. Konfektioniertes Kabel umfassend ein Kabel (13) und einen an einem Ende des Kabels (13) befestigten Adapter (1; 1'; 1"; 1'''; 1''''), wobei das Kabel (13) zwei geschirmte und jeweils ein differentielles Signal führende Paare von Innenleitern (7^v, 8^v, 11^v, 12^v) aufweist, wobei der Adapter (1; 1'; 1"; 1'''; 1''') einen ersten Anschluss-Bereich (3) mit zwei ersten Paaren (5₁, 5₂) von Kontaktbereichen mit jeweils einem ersten und zweiten Kontaktbereich (6₁₁, 6₁₂, 6₂₁, 6₂₂) und einen zweiten Anschluss-Bereich (4) mit zwei zweiten Paaren (10₁, 10₂) von Kontaktbereichen mit jeweils einem dritten und vierten Kontaktbereich (9₁₁, 9₁₂, 9₂₁, 9₂₂) aufweist, wobei die beiden ersten Paare (5₁, 5₂) von Kontaktbereiche parallel zueinander angeordnet sind, wobei die beiden zweiten Paare (10₁, 10₂) von Kontaktbereichen zueinander überkreuzt angeordnet sind, wobei die ersten und zweiten Kontaktbereiche (6₁₁, 6₂₁) des einen ersten Paares (5₁) von Kontaktbereichen über jeweils einen unterschiedlichen Innenleiter des einen Paares (7^v,

8^v) von Innenleitern des Kabels (13) mit dem dritten bzw. vierten Kontaktbereich (9₁₁, 9₂₁) des einen zweiten Paares (10₁) von Kontaktbereichen und der erste und zweite Kontaktbereich (6₁₂, 6₂₂) des anderen ersten Paares (5₂) von Kontaktbereichen über jeweils einen unterschiedlichen Innenleiter des anderen Paares (11^v, 12^v) von Innenleitern mit dem dritten bzw. vierten Kontaktbereich (9₁₂, 9₂₂) des anderen zweiten Paares (10₂) von Kontaktbereichen elektrisch verbunden sind, wobei zwei Innenleiter (8^v, 12^v) innerhalb des Adapters (1; 1'; 1"; 1'''; 1''') jeweils parallel zueinander angeordnet sind, wobei einzig zwei Innenleiter (7^v, 11^v) innerhalb des Adapters (1; 1'; 1"; 1'''; 1''') jeweils zueinander überkreuzt angeordnet sind, wobei innerhalb des Adapters (1; 1'; 1"; 1'''; 1''') die zueinander überkreuzt angeordneten Innenleiter (7^v, 11^v) von einem Material mit einer niedrigeren Permittivität umgeben sind als die beiden Innenleiter (8^v, 12^v), die zueinander parallel angeordnet sind.

2. Konfektioniertes Kabel nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** in den zweiten Paaren (10₁, 10₂) von Kontaktbereichen die Innenleiter (7^v, 8^v, 11^v, 12^v) in Stern-Vierer-Anordnung angeordnet sind.
3. Konfektioniertes Kabel nach Patentanspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** in den ersten Paaren (5₁, 5₂) von Kontaktbereichen jeweils parallel zueinander die Paare von Innenleiter (7^v, 8^v, 11^v, 12^v) des Kabels (13) durchgeführt sind.
4. Konfektioniertes Kabel nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** innerhalb des Adapters (1; 1'; 1"; 1'''; 1''') die zueinander überkreuzt angeordneten Innenleiter (7^v, 11^v) im Überkreuzungsbereich in einem Winkel zwischen 85° und 95° zueinander orientiert sind.
5. Konfektioniertes Kabel nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** innerhalb des Adapters (1; 1'; 1"; 1'''; 1''') der Abstand der zueinander überkreuzt angeordneten Innenleiter (7^v, 11^v) durch Materialabtrag (14₁, 14₃) der Innenleiter (7^v, 11^v) im Bereich der Überkreuzung vergrößert ist.
6. Konfektioniertes Kabel nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** innerhalb des Adapters (1; 1'; 1"; 1'''; 1''') die zueinander überkreuzt angeordneten Innenleiter (7^v, 11^v) zueinander konvex gekrümmt geführt sind.

7. Konfektioniertes Kabel nach einem der Patentansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass innerhalb des Adapters (1; 1'; 1"; 1'''; 1''''') die zueinander überkreuzt angeordneten Innenleiter (7^v, 11^v) jeweils asymmetrisch versetzt zu einer Verbindungsgerade zwischen den zugehörigen Kontaktbereichen (6₁₁, 6₁₂, 9₁₁, 9₁₂) des ersten und zweiten Anschluss-Bereiches (3, 4) geführt sind.
8. Konfektioniertes Kabel nach Patentanspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet,**
dass innerhalb des Adapters (1; 1'; 1"; 1'''; 1''''') derjenige Innenleiter (7^v) der beiden zueinander überkreuzt angeordneten Innenleiter (7^v, 11^v), der näher an der Umfangsfläche des Adapters (1; 1'; 1"; 1'''; 1''''') positioniert ist, einen geänderten Durchmesser, bevorzugt einen geringeren Durchmesser, aufweist als derjenige Innenleiter (11^v) der beiden zueinander überkreuzt angeordneten Innenleiter (7^v, 11^v), der weiter von der Umfangsfläche des Adapters (1; 1'; 1"; 1'''; 1''''') entfernt positioniert ist.

Claims

1. A prefabricated cable comprising a cable (13) and an adapter (1; 1'; 1"; 1'''; 1''''') fastened to an end of the cable (13), wherein the cable (13) has two pairs of internal conductors (7^v, 8^v, 11^v, 12^v), which are shielded and in each case carry a differential signal, wherein the adapter (1; 1'; 1"; 1'''; 1''''') has a first connection region (3) with two first pairs (5₁, 5₂) of contact regions each with a first and second contact region (6₁₁, 6₁₂, 6₂₁, 6₂₂), and a second connection region (4) with two second pairs (10₁, 10₂) of contact regions, each with a third and fourth contact region (9₁₁, 9₁₂, 9₂₁, 9₂₂), wherein the two first pairs (5₁, 5₂) of contact regions are arranged parallel to each other, wherein the two second pairs (10₁, 10₂) of contact regions are arranged crossing one another, wherein the first and second contact regions (6₁₁, 6₂₁) of one first pair (5₁) of contact regions are electrically connected via in each case a different internal conductor of a pair (7^v, 8^v) of internal conductors of the cable (13) to the third or fourth contact region (9₁₁, 9₂₁) of the one second pair (10₁) of contact regions and the first and second contact region (6₁₂, 6₂₂) of the other first pair (5₂) of contact regions is electrically connected via in each case a different internal conductor of the other pair (11^v, 12^v) of internal conductors to the third or fourth contact region (9₁₂, 9₂₂) of the other second pair (10₂) of contact regions, wherein two internal conductors (8^v, 12^v) are in each case arranged parallel to one another within the adapter (1; 1'; 1"; 1'''; 1'''''), wherein only two internal conductors (7^v, 11^v) are in each case arranged crossing one another within the adapter (1;

1'; 1"; 1'''; 1'''''), wherein within the adapter (1; 1'; 1"; 1'''; 1''''') the internal conductors (7^v, 11^v) arranged crossing one another are surrounded by a material with a lower permittivity than the two internal conductors (8^v, 12^v), which are arranged parallel to one another.

2. The prefabricated cable according to patent claim 1, **characterized in**
that in the second pairs (10₁, 10₂) of contact regions the internal conductors (7^v, 8^v, 11^v, 12^v) are arranged in a star quad arrangement.
3. The prefabricated cable according to patent claim 1 or 2, **characterized in**
that in the first pairs (5₁, 5₂) of contact regions the pairs of internal conductors (7^v, 8^v, 11^v, 12^v) of the cable (13) are in each case run parallel to one another.
4. The prefabricated cable according to any one of patent claims 1 to 3, **characterized in**
that within the adapter (1; 1'; 1"; 1'''; 1''''') the internal conductors (7^v, 11^v) arranged crossing one another are oriented at an angle between 85° and 95° with respect to each other in the crossover region.
5. The prefabricated cable according to any one of patent claims 1 to 4, **characterized in**
that within the adapter (1; 1'; 1"; 1'''; 1''''') the distance between the internal conductors (7^v, 11^v) arranged crossing one another is increased due to material removal (14₁, 14₃) from the internal conductors (7^v, 11^v) in the region of the crossing.
6. The prefabricated cable according to any one of patent claims 1 to 5, **characterized in**
that within the adapter (1; 1'; 1"; 1'''; 1''''') the internal conductors (7^v, 11^v) arranged crossing one another are run in a convexly curved manner relative to one another.
7. The prefabricated cable according to any one of patent claims 1 to 6, **characterized in**
that within the adapter (1; 1'; 1"; 1'''; 1''''') the internal conductors (7^v, 11^v) arranged crossing one another are in each case run asymmetrically offset to a connecting line between the associated contact regions (6₁₁, 6₁₂, 9₁₁, 9₁₂) of the first and second connection region (3, 4).
8. The prefabricated cable according to patent claims 6 to 7, **characterized in**
that within the adapter (1; 1'; 1"; 1'''; 1''''') that internal conductor (7^v) of the two internal conductors (7^v, 11^v) arranged crossing one another, which is positioned

closer to the circumferential surface of the adapter (1; 1'; 1"; 1'''; 1''''') has a changed diameter, preferably a smaller diameter than that internal conductor (11^v) of the two internal conductors (7^v, 11^v) arranged crossing one another, which is positioned further away from the circumferential surface of the adapter (1; 1'; 1"; 1'''; 1''''').

Revendications

1. Câble confectionné comprenant un câble (13) et un adaptateur (1 ; 1' ; 1" ; 1''' ; 1''''') fixé à une extrémité du câble (13), dans lequel le câble (13) comprend deux paires de conducteurs internes (7^v, 8^v, 11^v, 12^v) blindés et conduisant chacun un signal différentiel, dans lequel l'adaptateur (1 ; 1' ; 1" ; 1''' ; 1''''') comprend une première partie de raccordement (3) avec deux premières paires (5₁, 5₂) de parties de contact avec chacune une première et une deuxième parties de contact (6₁₁, 6₁₂, 6₂₁, 6₂₂) et une deuxième partie de raccordement (4) avec deux deuxième paires (10₁, 10₂) de parties de contact avec chacune une troisième et une quatrième parties de contact (9₁₁, 9₁₂, 9₂₁, 9₂₂), dans lequel les deux premières paires (5₁, 5₂) de parties de contact sont disposées parallèlement entre elles, dans lequel les deux deuxième paires (10₁, 10₂) de parties de contact sont disposées de manière croisée entre elles, dans lequel les première et deuxième parties de contact (6₁₁, 6₂₁) d'une première paire (5₁) de parties de contact sont reliées électriquement chacune, par l'intermédiaire d'un conducteur interne différent d'une paire (7^v, 8^v) de conducteurs internes du câble (13), avec la troisième respectivement la quatrième partie de contact (9₁₁, 9₂₁) d'une deuxième paire (10₁) de parties de contact et les première et deuxième parties de contact (6₁₂, 6₂₂) de l'autre première paire (5₂) de parties de contact sont reliées électriquement chacune, par l'intermédiaire d'un conducteur interne différent de l'autre paire (11^v, 12^v) de conducteurs internes, avec la troisième respectivement la quatrième partie de contact (9₁₂, 9₂₂) de l'autre deuxième paire (10₂) de parties de contact, dans lequel deux conducteurs internes (8^v, 12^v) sont disposés parallèlement entre eux à l'intérieur de l'adaptateur (1 ; 1' ; 1" ; 1''' ; 1'''''), dans lequel seuls deux conducteurs internes (7^v, 11^v) sont disposés de manière croisée entre eux à l'intérieur de l'adaptateur (1 ; 1' ; 1" ; 1''' ; 1'''''), dans lequel, à l'intérieur de l'adaptateur (1 ; 1' ; 1" ; 1''' ; 1'''''), les conducteurs internes (7^v, 11^v) disposés de manière croisée entre eux sont entourés d'un matériau avec une permittivité inférieure à celle des deux conducteurs internes (8^v, 12^v), qui sont disposés parallèlement entre eux.
2. Câble confectionné selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**

dans les deuxième paires (10₁, 10₂) de parties de contact, les conducteurs internes (7^v, 8^v, 11^v, 12^v) sont disposés dans une disposition en étoile à quatre branches.

3. Câble confectionné selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** dans les premières paires (5₁, 5₂) de parties de contact, sont passées, respectivement parallèlement entre elles, les paires de conducteurs internes (7^v, 8^v, 11^v, 12^v) du câble (13).
4. Câble confectionné selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** à l'intérieur de l'adaptateur (1 ; 1' ; 1" ; 1''' ; 1'''''), les conducteurs internes (7^v, 11^v) disposés de manière croisée entre eux sont orientés entre eux, dans la zone du croisement, avec un angle entre 85° et 95°.
5. Câble confectionné selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** à l'intérieur de l'adaptateur (1 ; 1' ; 1" ; 1''' ; 1'''''), la distance entre les conducteurs internes (7^v, 11^v) disposés de manière croisée entre eux est augmentée par un enlèvement de matériau (14₁, 14₃) des conducteurs internes (7^v, 11^v) au niveau du croisement.
6. Câble confectionné selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** à l'intérieur de l'adaptateur (1 ; 1' ; 1" ; 1''' ; 1'''''), les conducteurs internes (7^v, 11^v) disposés de manière croisée entre eux sont guidés de manière convexe l'un par rapport à l'autre.
7. Câble confectionné selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** à l'intérieur de l'adaptateur (1 ; 1' ; 1" ; 1''' ; 1'''''), les conducteurs internes (7^v, 11^v) disposés de manière croisée entre eux sont guidés respectivement de manière asymétrique par rapport à une droite de liaison entre les parties de contact (6₁₁, 6₁₂, 9₁₁, 9₁₂) correspondantes des première et deuxième parties de raccordement (3, 4).
8. Câble confectionné selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** à l'intérieur de l'adaptateur (1 ; 1' ; 1" ; 1''' ; 1'''''), le conducteur interne (7^v), parmi les deux conducteurs internes (7^v, 11^v) disposés de manière croisée entre eux, qui est positionné le plus près de la surface circonférentielle de l'adaptateur (1 ; 1' ; 1" ; 1''' ; 1'''''), présente un diamètre modifié, de préférence un diamètre plus faible que celui du conducteur interne (11^v), parmi les deux conducteurs internes (7^v, 11^v)

disposés de manière croisée entre eux, qui est positionné plus loin de la surface circonférentielle de l'adaptateur (1 ; 1' ; 1" ; 1''' ; 1''').

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

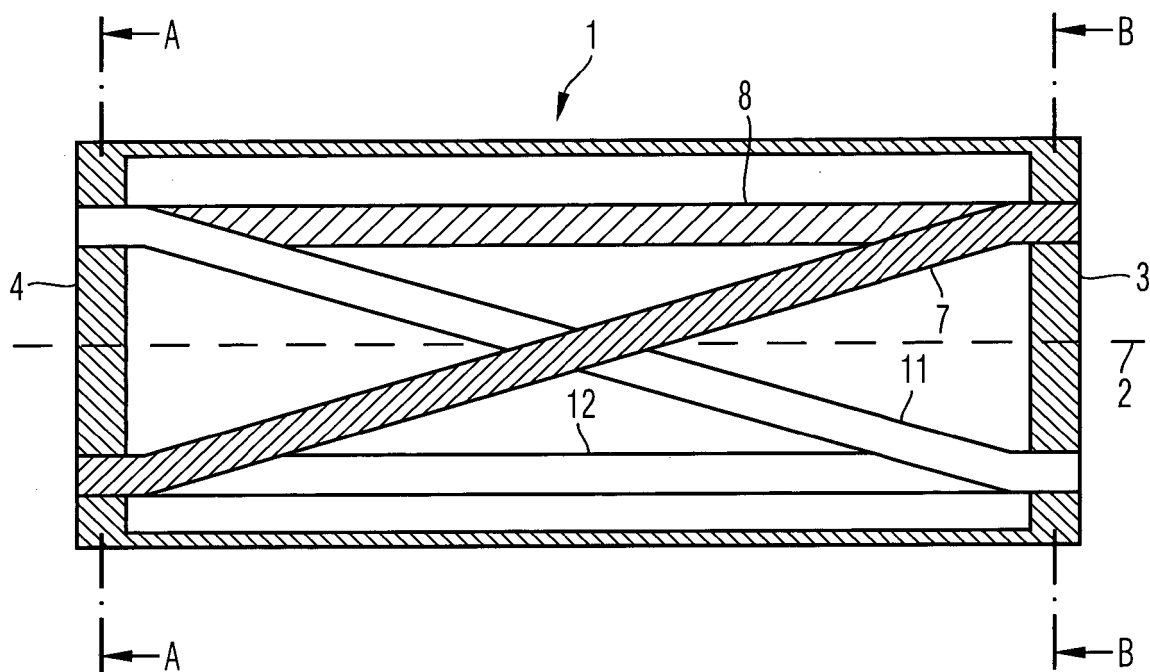


Fig. 1A

AA:

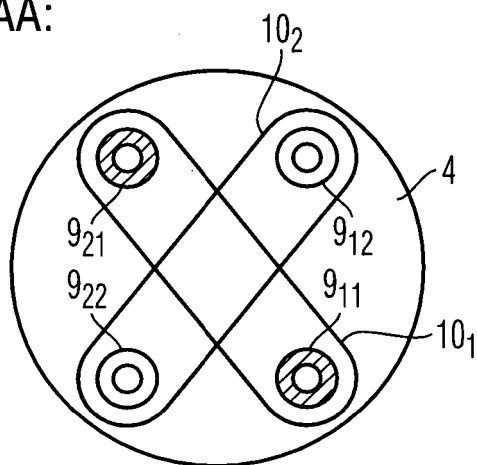


Fig. 1B

BB:

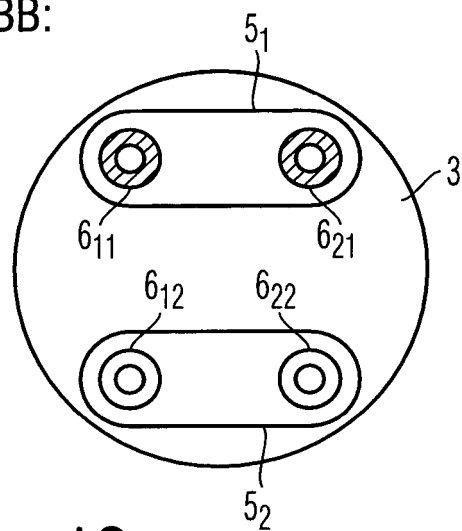


Fig. 1C

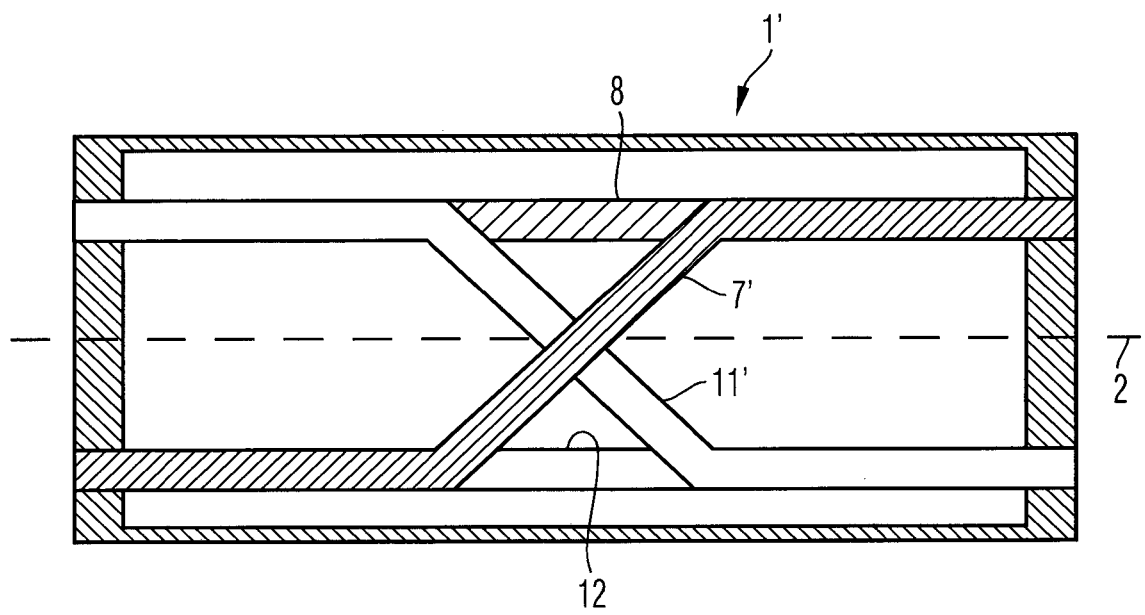


Fig. 2

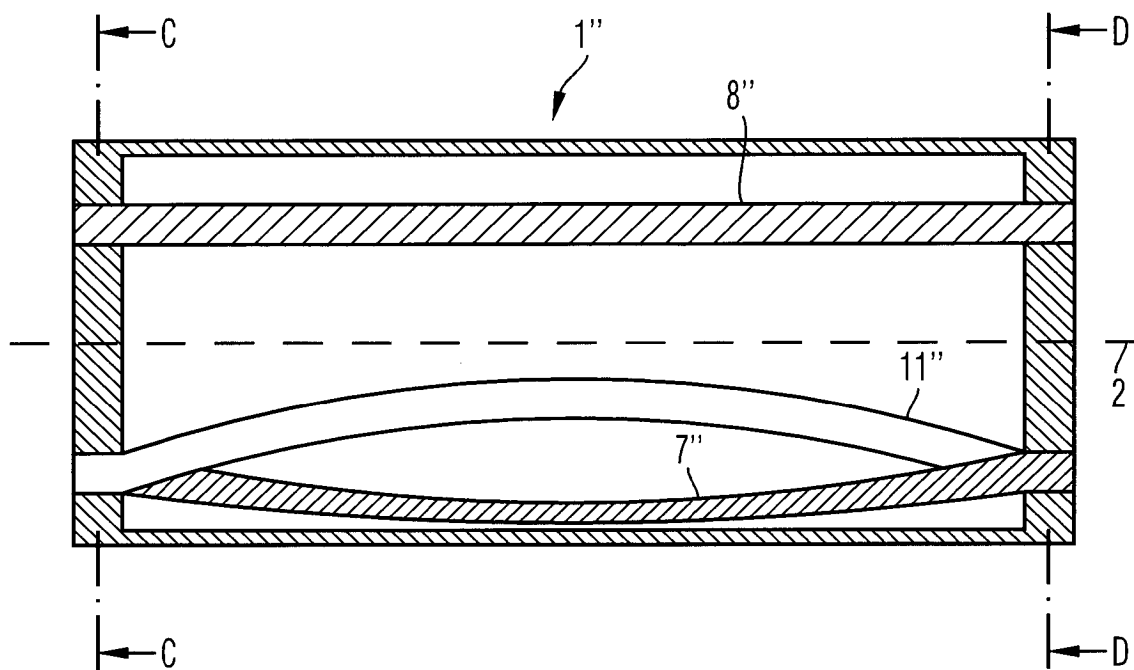


Fig. 3A

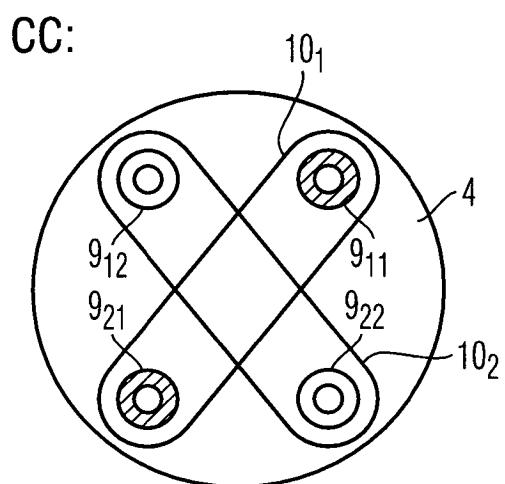


Fig. 3B

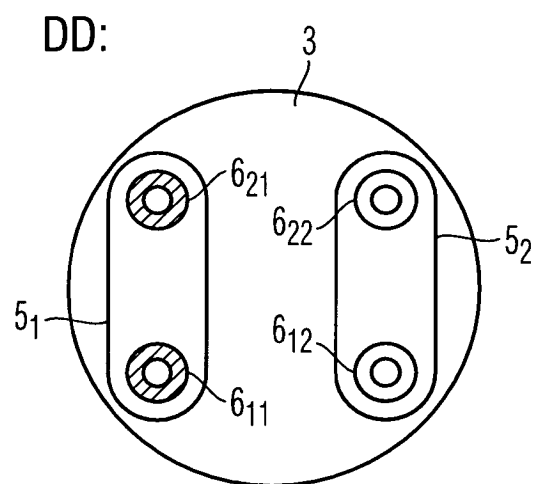


Fig. 3C

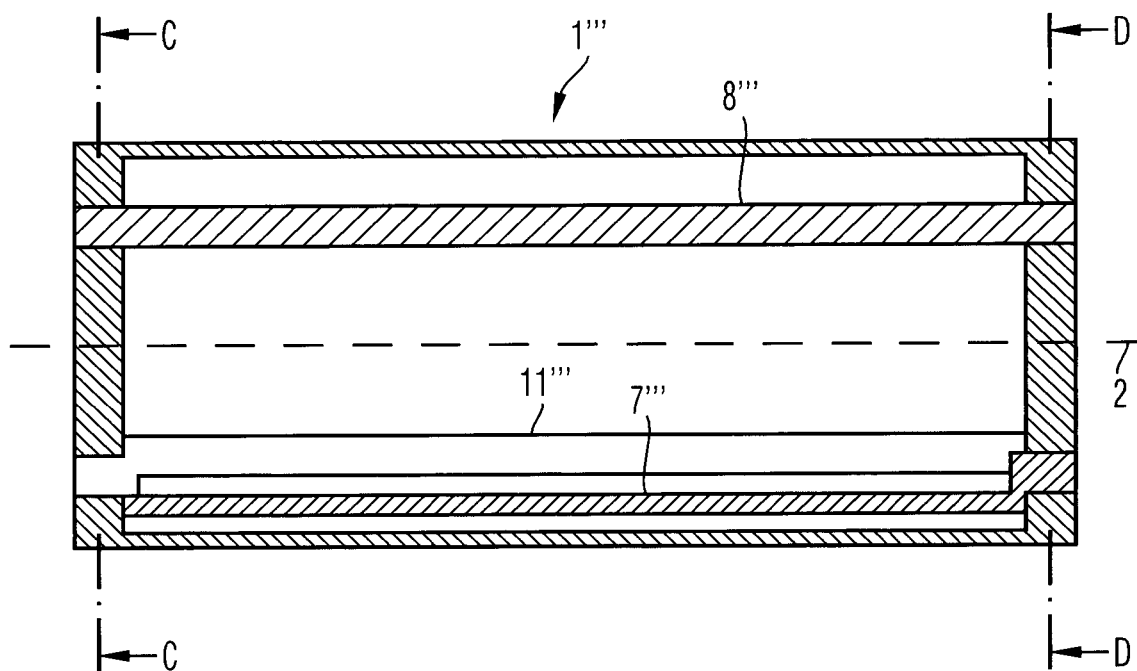


Fig. 4A

CC:

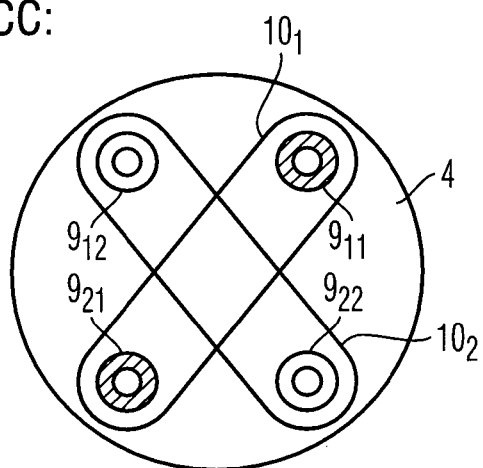


Fig. 4B

DD:

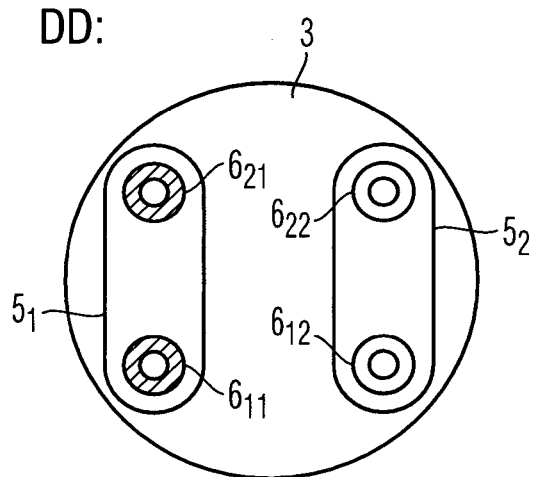


Fig. 4C

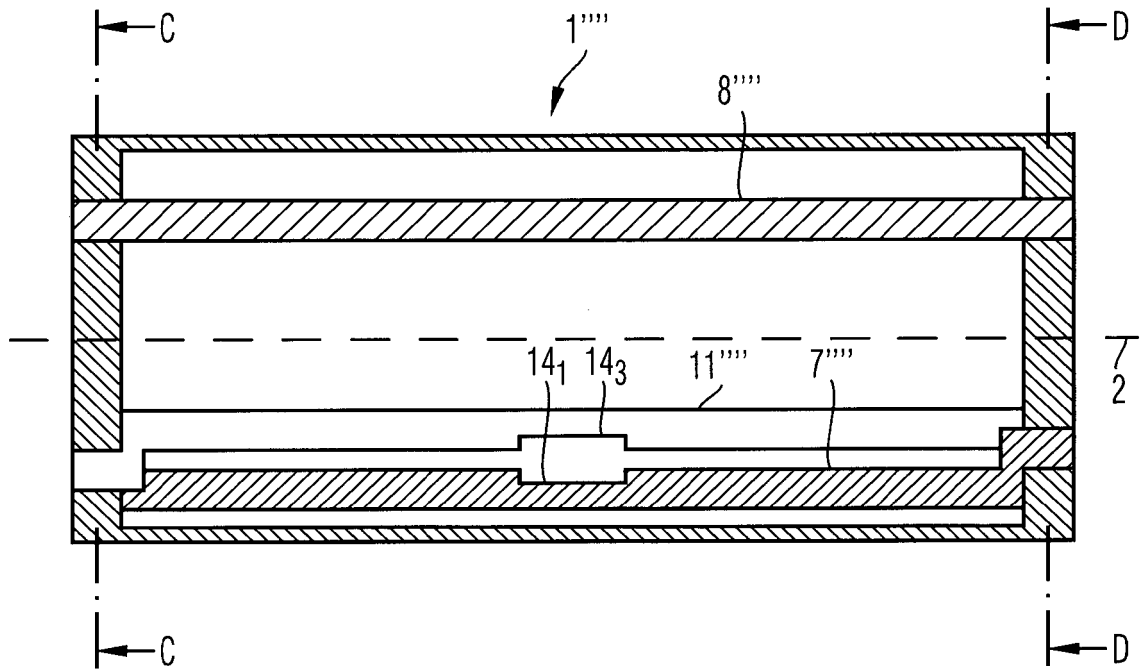


Fig. 5A

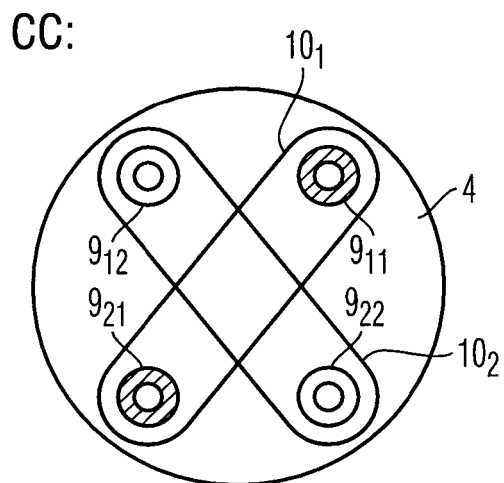


Fig. 5B

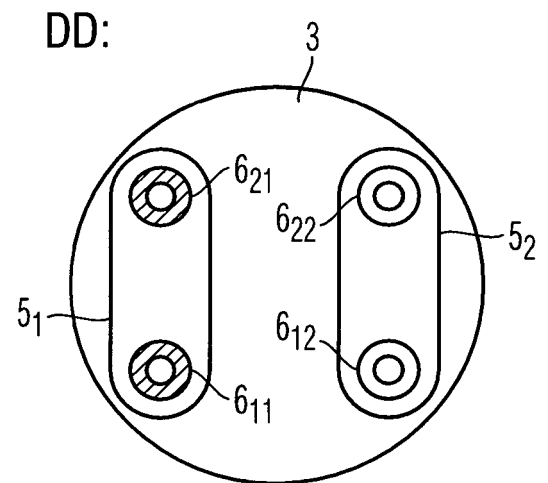


Fig. 5C

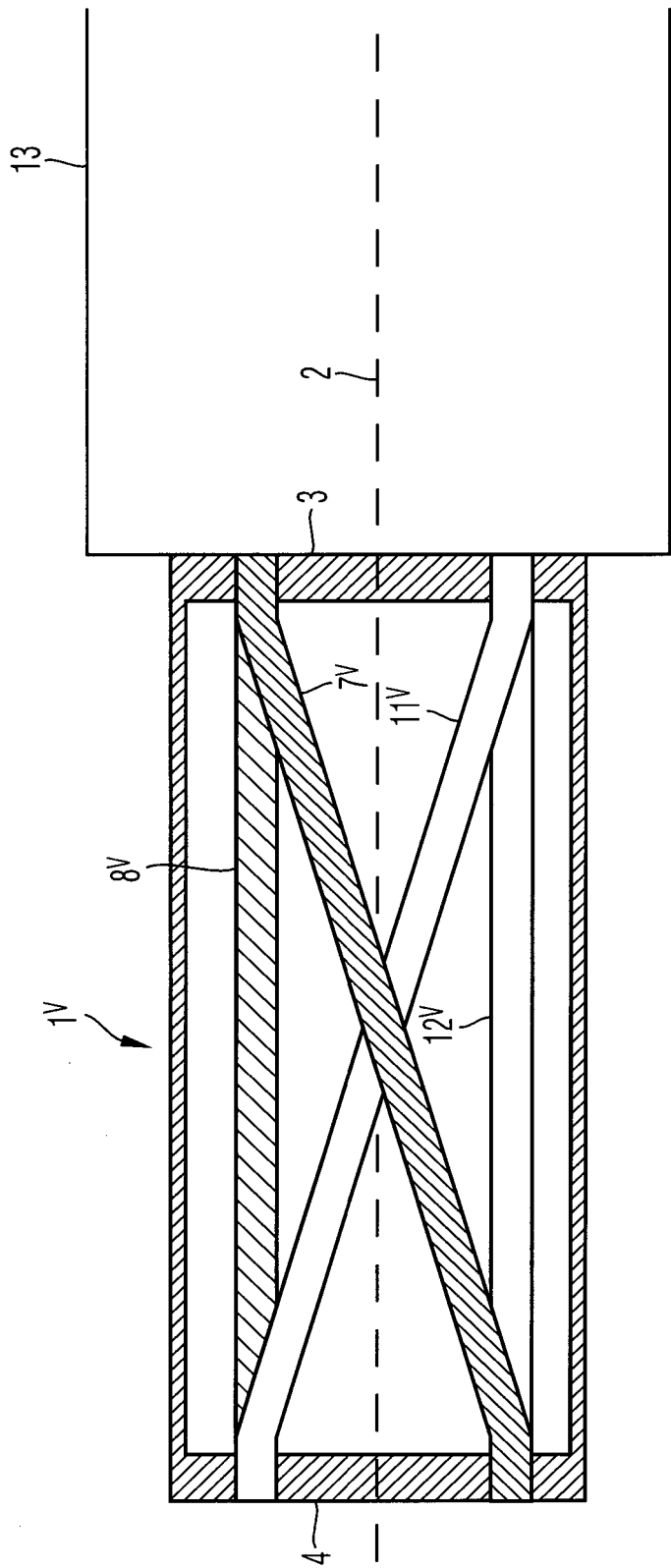


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2012087956 A2 [0006]
- US 20100183141 A1 [0006]
- EP 3163688 A1 [0007]
- US 20130333913 A1 [0008]