

(19)



(11)

EP 4 150 720 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

21.01.2026 Patentblatt 2026/04

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

H01R 13/6476^(2011.01) H01R 13/506^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21722504.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

H01R 13/6476; H01R 13/506; H01R 2103/00

(22) Anmeldetag: **05.05.2021**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2021/061856

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2021/228655 (18.11.2021 Gazette 2021/46)

(54) **STECKVERBINDER ZUR SYMMETRISCHEN SIGNALÜBERTRAGUNG**

PLUG-IN CONNECTOR FOR SYMMETRICAL SIGNAL TRANSMISSION

CONNECTEUR ENFICHABLE POUR TRANSMISSION DE SIGNAL SYMÉTRIQUE

(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**

• **KAPS, Thomas**

32602 Vlotho (DE)

• **KROME, Karsten**

32756 Detmold (DE)

(30) Priorität: **12.05.2020 BE 202005324**

(74) Vertreter: **Meyer-Graefe, Karsten**

Phoenix Contact GmbH & Co. KG

Intellectual Property, Licenses & Standards

Flachmarktstraße 8

32825 Blomberg (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

22.03.2023 Patentblatt 2023/12

(73) Patentinhaber: **Phoenix Contact GmbH & Co. KG**

32825 Blomberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

DE-T5- 112018 003 543

US-A1- 2004 121 633

US-A1- 2017 040 747

US-B1- 10 522 938

US-B2- 10 404 014

(72) Erfinder:

• **STAMM, Sebastian**

33034 Brakel (DE)

EP 4 150 720 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 einen Steckverbinder zur symmetrischen Signalübertragung. Insbesondere ist, ohne darauf beschränkt zu sein, ein Steckverbinder zur differentiellen Datenübertragung bereitgestellt.

[0002] Bei der leitungsgebundenen symmetrischen, beispielsweise differentiellen, Datenübertragung ist der Wellenwiderstand zur Erhaltung der Signalintegrität ein entscheidender Parameter der Übertragungsstrecke und soll möglichst für die gesamte Übertragungsstrecke an jeder Stelle einheitlich sein. Der Wellenwiderstand, genauer der differentielle Wellenwiderstand, bezeichnet hierbei den entlang der Übertragungsstrecke ortsbezogenen Wellenwiderstand. Dieser kann beispielsweise der Eingangsimpedanz einer hypothetischen unendlich langen Leitung entsprechen, deren einheitlicher Querschnitt so aufgebaut ist, wie der Querschnitt der jeweils betrachteten Stelle. Der Wellenwiderstand kann auch als Wellenimpedanz oder kurz als Impedanz bezeichnet werden.

[0003] Abweichungen vom einheitlichen Wert des Wellenwiderstands führen zu einer Reflektionsdämpfung (fachsprachlich auch als "return loss attenuation" oder RL bezeichnet), welche die Signalintegrität negativ beeinflusst. Der Wellenwiderstand ist hauptsächlich von der geometrischen Anordnung der Leiter und den elektromagnetischen Eigenschaften des umgebenden Materials der Leiter beeinflusst. Beispielsweise kann im Hochfrequenzbereich der Wellenwiderstand Z durch den lokalen Induktivitätsbelag L' und den lokalen Kapazitätsbelag C' an der jeweils betrachteten Stelle durch

$$Z = \sqrt{\frac{L'}{C'}}$$

bestimmt sein.

[0004] Das Dokument US 10404014 B2 zeigt Freimachungen zwischen Kontakten eines Steckverbinders mit dem Ziel ein Nebensprechen zwischen den Kontakten zu beeinflussen. Nachteilig ist daran jedoch, dass die Kontakte nicht frei stehen können, sondern zumindest teilweise an eine dielektrische Umgebung mit den Freimachungen angrenzen. Dadurch sind die möglichen Geometrien der Kontakte und die realisierbaren mechanischen Verbindungssysteme sehr eingeschränkt.

[0005] Zudem reduzieren gemäß dem angeführten Dokument US 10404014 B2 die Freimachungen ein Übersprechen. Jedoch kann ohne eine Impedanzanpassung des Steckverbinders eine Reflektionsdämpfung die Signalintegrität negativ beeinflussen. US2004/121633A1 offenbart einen weiteren Steckverbinder aus dem Stand der Technik.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, einen Steckverbinder anzugeben, dessen Wellenwiderstand konstruktiv anpassbar ist, vorzugsweise vergrößerbar ist, ohne den Bauraum des Steckverbinders zu vergrößern. Eine alternative oder spezifischere Aufgabe ist, eine federelastische Verrastung des Steckverbinders zu ermöglichen, ohne eine Wellenwiderstandsanpassung oder einen Bauraumbedarf des Steckverbinders zu verschlechtern.

[0007] Die Aufgabe wird mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0008] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden unter teilweiser Bezugnahme auf die Figuren beschrieben.

[0009] Gemäß einem Aspekt umfasst ein Steckverbinder zur symmetrischen, vorzugsweise differentiellen, Signalübertragung mindestens zwei Anschlusskontakte an einer Anschlussseite des Steckverbinders. Ferner umfasst der Steckverbinder mindestens zwei Steckkontakte an einer der Anschlussseite gegenüberliegenden Steckseite des Steckverbinders und mindestens zwei Leiter, die jeweils einen Anschlusskontakt mit einem der Steckkontakte elektrisch leitend verbinden. Der Steckverbinder umfasst ferner eine dielektrische Einfassung der mindestens zwei Leiter. Die dielektrische Einfassung weist zwischen den Leitern zumindest einen Freiraum auf.

[0010] Ausführungsbeispiele des Steckverbinders können mittels des mindestens einen Freiraums in der dielektrischen Einfassung der mindestens zwei Leiter zwischen der Anschlussseite und der Steckseite die dielektrische Umgebung der Leiter anpassen, beispielsweise zur Abstimmung eines Wellenwiderstands (vorzugsweise eines Leitungswellenwiderstands) des Steckverbinders, ohne dass die Einfassung oder die Geometrie der Anschlusskontakte und/oder der Steckkontakte des Steckverbinders angepasst werden muss.

[0011] Beispielsweise können die Anschlusskontakte und/oder die Steckkontakte frei stehen, vorzugsweise an der Anschlussseite bzw. der Steckseite auskragen. Eine Veränderung der Umgebung der Steckkontakte, wie beispielsweise im Dokument US 10404014 B2 gezeigt, ist nicht notwendig.

[0012] Mittels des Freiraums können Ausführungsbeispiele des Steckverbinders einen konstruktiv angepassten Wellenwiderstand aufweisen. Beispielsweise kann durch Vergrößerung des Freiraums (vorzugsweise Verlängerung des Freiraums längs der mindestens zwei Leiter) der Wellenwiderstand des Steckverbinders vergrößert sein, ohne eine Vergrößerung der Bauform des Steckverbinders. Alternative oder ergänzend kann die dielektrische Einfassung des Steckverbinders eine effektive Permittivität aufweisen, die kleiner als die Permittivität des für die Einfassung verwendeten

Materials oder kleiner als die Permittivität eines üblichen Kunststoffisolationsmaterialien ist.

[0013] Ein den Freiraum begrenzender Abschnitt der dielektrischen Einfassung, beispielsweise ein Rand des Freiraums, kann federelastisch sein. Der Abschnitt kann aufgrund einer Verformbarkeit des Freiraums federelastisch sein. Der Abschnitt kann als Federelement bezeichnet werden.

[0014] Ein Ausführungsbeispiel des Steckverbinders kann mehrteilig aufgebaut sein. Die einzelnen Bauteile können miteinander (beispielsweise bei der Montage) mittels des Federelements verrastbar sein.

[0015] Jeder Steckverbinder in einer Übertragungsstrecke stellt prinzipiell eine lokale Störung des Wellenwiderstandes dar. Ausführungsbeispiele des Steckverbinders können mittels des Freiraums eine Abweichung des Wellenwiderstandes des Steckverbinders im Vergleich zum Wellenwiderstand eines an der Anschlussseite angeschlossenen (d.h. mit den Anschlusskontakten elektrisch leitend verbundenen) Kabels oder Anschlusses an einer Leiterplatte möglichst gering halten. Beispielsweise kann der Steckverbinder eine auf der Leiterplatte montierte oder montierbare Buchse sein. Die Leiterplatte kann an den Anschlusskontakten angeschlossen oder anschließbar sein.

[0016] Konstruktiv ist man in Steckverbindern häufig im Bauraum und/oder durch eine einzuhaltende Hochspannungsfestigkeit beschränkt. Der mindestens eine Freiraum ermöglicht eine den Bauraum erhaltende oder einhaltende Maßnahme zur Beeinflussung des Wellenwiderstandes des Steckverbinders sein.

[0017] Durch den mindestens einen Freiraum in der dielektrischen Einfassung zwischen den Leitern kann ein Material der dielektrischen Einfassung verwendet werden, dessen relative Permittivität ϵ_r herkömmlicherweise zu groß ist bzw. das zu einem zu kleinen Wellenwiderstand führen würde. Beispielsweise können üblicherweise eingesetzte Kunststoffmaterialien mit einer relativen Permittivität ϵ_r zwischen 2 und 8 für die dielektrische Einfassung verwendet werden. Materialien mit Werten von ϵ_r unter 2 sind häufig geschäumte Materialien, die meistens nicht genügend Festigkeit, Langzeitstabilität und/oder Isolationswiderstand aufweisen, um als dielektrische Einfassung der Leiter (d.h. als Träger der Steck- und/oder Anschlusskontakte, kurz: Kontakträger) zu fungieren.

[0018] Durch den mindestens einen Freiraum (beispielsweise eine Öffnungen und/oder einen Hohlraum) im Material der dielektrischen Einfassung können Ausführungsbeispiele eine durch einen herkömmlichen Steckverbinder entstehende Störung des Wellenwiderstands ausgeglichen, ohne die Umgebung oder Geometrie der Steck- und/oder Anschlusskontakte einzuschränken. Alternativ oder ergänzend kann der mindestens eine Freiraum zwischen den Leitern und zwischen der Steckseite und der Anschlussseite den Bauraum für eine mechanische Funktion nutzen, beispielsweise zur federelastischen Verformung bei der Montage des Steckverbinders.

[0019] Eine Ausnehmung oder Durchgangsöffnung in der dielektrischen Einfassung kann den Freiraum umfassen. Die Ausnehmung oder die Durchgangsöffnung kann sich (beispielsweise abschnittsweise) zwischen die mindestens zwei Leiter erstrecken. Alternativ oder ergänzend kann der Freiraum eine Ausnehmung oder Durchgangsöffnung in der dielektrischen Einfassung sein. Alternativ oder ergänzend kann der Freiraum mit einer Umgebung des Steckverbinders in Fluidverbindung stehen.

[0020] Der Freiraum kann ein gasdichter Hohlraum sein. Der Hohlraum kann mit Luft oder einem Edelgas gefüllt sein oder evakuiert sein, beispielsweise mit einem Restdruck von weniger als 30.000 Pa. Durch die Gasfüllung und/oder den Restdruck kann die effektive relative Permittivität der dielektrischen Einfassung und damit der Wellenwiderstand des Steckverbinders konstruktiv bestimmbar sein.

[0021] Die dielektrische Einfassung kann integral-einstückig sein. Alternativ oder ergänzend kann die dielektrische Einfassung ein Spritzgussteil sein.

[0022] Die dielektrische Einfassung kann sich von der Anschlussseite zur Steckseite erstrecken. Die Anschlussseite und die Steckseite können jeweils Endflächen der dielektrischen Einfassung sein, vorzugsweise aus denen die Anschlusskontakte bzw. die Steckkontakte ausragen.

[0023] Die dielektrische Einfassung kann jeden der mindestens zwei Leiter umschließen. Beispielsweise kann die dielektrische Einfassung jeweils an mindestens einer Stelle zwischen der Anschlussseite und der Steckseite oder durchgehend zwischen der Anschlussseite und der Steckseite jeden der mindestens zwei Leiter umschließen. Das Umschließen eines jeden Leiters kann ein umlaufend geschlossenes Einfassen des jeweiligen Leiters sein.

[0024] Die dielektrische Einfassung kann durch Umspritzen der mindestens zwei Leiter hergestellt sein. Alternativ oder ergänzend kann die dielektrische Einfassung zwischen der Anschlussseite und der Steckseite die mindestens zwei Leiter (vorzugsweise durchgehend) isolieren.

[0025] Die dielektrische Einfassung kann jeden der mindestens zwei Leiter an jeweils der Steckseite und der Anschlussseite umschließen. Die dielektrische Einfassung kann aus einem Material gefertigt sein, das eine relative Permittivität von mindestens 1,5 oder 2 und/oder höchstens 8 aufweist.

[0026] Die dielektrische Einfassung zwischen den Leitern in einem Querschnitt quer zu einer Längsrichtung der Leiter durch den Freiraum kann eine effektive relative Permittivität aufweisen, die kleiner als 1,5 oder 2 ist. Die effektive relative

Permittivität, $\epsilon_r^{(eff)}$, kann entsprechen oder bestimmt sein durch

$$\varepsilon_r^{(\text{eff})} = \frac{d}{\sum_j \frac{d_j}{\varepsilon_r^{(j)}}},$$

5 worin $d = \sum_j d_j$ der Abstand zwischen den Leitern im Querschnitt ist und $\varepsilon_r^{(j)}$ die relative Permittivität im zugehörigen

Abschnitt der Breite d_j des Querschnitts ist. Die relative Permittivität des Freiraums kann $\varepsilon_r^{(j')} = \varepsilon_r^{(\text{Luft})}$ oder

10 $\varepsilon_r^{(j')} = 1$ sein, d.h. im Abschnitt des Quermaßes, d_j , des Freiraums.

[0027] Die dielektrische Einfassung ist in einer ersten Querrichtung quer zu einer Längsrichtung der mindestens zwei Leiter federelastisch unter Deformation des Freiraums (beispielsweise unter Verkleinerung des Quermaßes des Freiraums) und/oder unter Durchbiegung der oder eines der mindestens zwei Leiter.

15 **[0028]** Der Steckverbinder kann ferner ein Gehäuseteil umfassen. Das Gehäuseteil kann eine Innenfläche und mindestens eine Rastausnehmung in der Innenfläche aufweisen. Ferner kann das Gehäuseteil eine zur Innenfläche mündende Aufnahmeöffnung aufweisen. Die Aufnahmeöffnung kann dazu ausgebildet sein, die dielektrische Einfassung in der Längsrichtung aufzunehmen. Die dielektrische Einfassung kann ein Rastelement (beispielsweise als das Feder-
element) aufweisen. Das Rastelement kann dazu angeordnet sein, bei der Aufnahme der dielektrischen Einfassung im Gehäuseteil (beispielsweise unter Kontraktion des Freiraums in der ersten Querrichtung) über die Innenfläche zu gleiten
20 und im aufgenommenen Zustand der Einfassung im Gehäuseteil (beispielsweise unter Weitung des Freiraums in der ersten Querrichtung) in die Rastausnehmung zu greifen, vorzugsweise zur reversiblen Verriegelung des aufgenommenen Zustands.

[0029] Der Freiraum kann sich entlang einer zweiten Querrichtung, die quer zur ersten Querrichtung und quer zur Längsrichtung ist, zum Äußeren der dielektrischen Einfassung hin weiten. Beispielsweise kann sich der Freiraum
25 bezüglich der ersten Querrichtung weiten und/oder entlang von Schrägen. Die Schrägen können sich in der Längsrichtung erstrecken.

[0030] Der Steckverbinder kann ferner ein an der Anschlussseite mit den mindestens zwei Anschlusskontakten elektrisch leitend verbundenes Kabel oder eine an der Anschlussseite mit den mindestens zwei Anschlusskontakten elektrisch leitend verbundene Leiterplatte umfassen oder mit dem Kabel oder der Leiterplatte elektrisch leitend verbindbar
30 sein. Die Anschlussseite kann mit einem Anschluss der Leiterplatte elektrisch und/oder mechanisch verbunden oder verbindbar sein.

[0031] Ein Quermaß des Freiraums in der dielektrischen Einfassung quer zu einer Längsrichtung der mindestens zwei Leiter kann einen Wellenwiderstand des Steckverbinders beeinflussen. Der (beispielsweise konstruktiv) mittels des Freiraums beeinflusste oder beeinflussbare Wellenwiderstand des Steckverbinders kann an einen Wellenwiderstand des
35 Kabels oder des Anschlusses der Leiterplatte angepasst sein.

[0032] Der Wellenwiderstand des Steckverbinders kann umgekehrt proportional zur Quadratwurzel der effektiven relativen Permittivität, $\varepsilon_r^{(\text{eff})}$, sein.

[0033] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert.

40 **[0034]** Es zeigen schematisch:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Steckverbinders gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel in einem geöffneten Zustand;

45 Fig. 2 eine Seitenansicht des Steckverbinders gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel im geöffneten Zustand;

50 Fig. 3 eine perspektivische Darstellung des Steckverbinders gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel in einem montierten Zustand;

Fig. 4A eine Schnittdarstellung des Steckverbinders gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel im montierten Zustand;

55 Fig. 4B eine Seitenansicht des Steckverbinders gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel im montierten Zustand;

Fig. 5A eine Längsschnittdarstellung einer dielektrischen Einfassung, die im ersten Ausführungsbeispiel

des Steckverbinders einsetzbar ist;

Fig. 5B eine Seitenansicht der dielektrischen Einfassung, die im ersten Ausführungsbeispiel des Steckverbinders einsetzbar ist;

Fig. 5C eine Schnittdarstellung der dielektrischen Einfassung in einer ersten Querschnittsebene, die im ersten Ausführungsbeispiel des Steckverbinders einsetzbar ist;

Fig. 5D eine Schnittdarstellung der dielektrischen Einfassung in einer zweiten Querschnittsebene, die im ersten Ausführungsbeispiel des Steckverbinders einsetzbar ist;

Fig. 6A bis 6I jeweils schematische Querschnitte senkrecht zur Längsrichtung weiterer Ausführungsbeispiele der dielektrischen Einfassung; und

Fig. 7A bis 7P jeweils schematische Querschnitte parallel zur Längsrichtung weiterer Ausführungsbeispiele der dielektrischen Einfassung.

[0035] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines allgemein mit Bezugszeichen 100 bezeichneten Steckverbinders zur symmetrischen, vorzugsweise differentiellen, Signalübertragung. Der Steckverbinder 100 umfasst mindestens zwei Anschlusskontakte 112 an einer Anschlussseite 102 des Steckverbinders 100, und mindestens zwei Steckkontakte 111 an einer der Anschlussseite 102 gegenüberliegenden Steckseite 101 des Steckverbinders 100.

[0036] Mindestens zwei Leiter verbinden (vorzugsweise in einer eindeutigen Zuordnung) jeweils elektrisch leitend einen Anschlusskontakt 112 mit einem der Steckkontakte 111. Der Steckverbinder 100 umfasst ferner eine dielektrische Einfassung 110 der mindestens zwei Leiter. Die dielektrische Einfassung 110 kann stoffschlüssig oder formschlüssig mit den mindestens zwei Leitern verbunden sein und/oder die mindestens zwei Leiter voneinander elektrisch isolieren. Die dielektrische Einfassung 110 weist in einem Raum zwischen den mindestens zwei Leitern zumindest einen Freiraum 114 auf. Der Freiraum 114 kann ein Hohlraum oder eine Durchgangsausnehmung in der dielektrischen Einfassung sein.

[0037] Die dielektrische Einfassung 110 kann auch als Kontaktträger bezeichnet werden. Die dielektrische Einfassung 110 ist vorzugsweise integral-einstückig aus einem dielektrischen Material, beispielsweise einem Kunststoff gespritzt.

[0038] Die jeweils miteinander elektrisch leitend verbundenen Steckkontakte 111, Leiter und Anschlusskontakte 112 können jeweils ein durchgehender metallischer Stift sein.

[0039] Das erste Ausführungsbeispiel des Steckverbinders 100 umfasst mehrere Bauteile, nämlich die Einfassung 110 und ein Gehäuseteil 120. Im in Fig. 1 gezeigten Zustand sind die Bauteile 110 und 120 des Steckverbinders 100 in einem geöffneten oder demontierten Zustand.

[0040] Das Gehäuseteil 120 weist eine Aufnahmeöffnung 122 zur Aufnahme der dielektrischen Einfassung 110 auf. Zur Sicherstellung der Polung (d.h. zur Vermeidung einer Verpolung) weist die Einfassung 110 Polungskodierungen 119A und 119B auf, welche bezüglich einer Drehung der Einfassung um 180° um die Längsrichtung nicht symmetrisch sind. Die Aufnahmeöffnung 122 mündet in eine Innenfläche des Gehäuseteils 120, die Polungskodierungen 129A und 129B aufweist, die komplementär zu den Polungskodierungen 119A und 119B der Einfassung 110 geformt sind.

[0041] Seitlich am Freiraum 114 umfasst die Einfassung 110 Rastelemente 118, beispielsweise Rastnocken. Bei der Aufnahme der Einfassung 110 in das Gehäuseteil 120 (beispielsweise bei der Montage des Steckverbinders 110) werden die Rastelemente 118 in der ersten Querrichtung (beispielsweise in der vertikalen Richtung in Fig. 1) zusammengedrückt und gleiten entlang der Innenfläche des Gehäuseteils 120 bis die Rastelemente 118 in Rastausnehmungen 128 der Innenfläche des Gehäuseteils 120 eingreifen. Der Freiraum 114 ermöglicht durch Kontraktion des Quermaßes 115 des Freiraums 114 in der ersten Querrichtung die Federelastizität der Rastelemente 118.

[0042] Ergänzend zum Freiraum 114 können mittels optionaler Schrägen 116 am Freiraum 114 mechanische und/oder elektromagnetische (insbesondere dielektrische) Eigenschaften des Steckkontakts 100 konstruktiv angepasst sein. Beispielsweise kann eine Federkonstante der zusammendrückbaren Rastelemente 118 und/oder der Wellenwiderstand des Steckkontakts 110 unabhängig voneinander bestimmbar sein.

[0043] Die Anpassung des Wellenwiderstands des Steckverbinders an den Wellenwiderstand eines an der Anschlussseite 102 angeschlossenen Kabels oder einer an der Anschlussseite 102 angeschlossenen Leiterplatte kann einen Reflexionsfaktor minimieren. Bei der Ausbreitung einer beliebig geformten elektromagnetischen Welle entlang des Kabels (bzw. durch den Anschluss der Leiterplatte und/oder entlang Leiterbahnen der Leiterplatte) und der Leiter des Steckverbinders 100 erfolgt eine Reflexion, falls sich der Wellenwiderstand (der auch als Wellenimpedanz bezeichnet werden kann) an der Anschlussstelle 102 ändert. Bei linearem Verhalten (beispielsweise bei einer linearen dielektrischen Funktion der Einfassung 110) beschreibt ein dimensionsloser Reflexionsfaktor, wie die reflektierte Spannungs- und Stromwelle aus der ankommenden Welle erzeugt wird. Selbst bei einer verzerrungsfreien oder verlustlosen Signalüber-

tragung kann aufgrund eines reellwertigen Reflexionsfaktors die dem Quadrat des Reflexionsfaktors entsprechende Reflexionsdämpfung auftreten. Der reellwertige Reflexionsfaktor ist Null, wenn die Wellenwiderstände des Kabels und des Steckverbinders 100 übereinstimmen.

[0044] Optional weist das Gehäuseteil 120 eine mechanische Kabelbefestigung, beispielsweise eine Zugentlastung des Kabels, und/oder eine Verkleidung 124 der freistehenden Steckkontakte 111 auf. Die Verkleidung 124 kann der mechanischen Verbindung des Steckverbinders 100 mit einem komplementären Steckverbinder dienen, welcher ein weiteres Ausführungsbeispiel des Steckverbinders 100 sein kann. Beispielsweise können die komplementären Steckverbinder 100 mittels eines Bajonett-Verschlusses an der Verkleidung 124 mechanisch verbindbar sein.

[0045] Alternativ oder ergänzend weist das Gehäuseteil 120 in der Verkleidung 124 ein Rastfenster 126 auf. In einem Ausführungsbeispiel ist der gesamte Steckverbinder 100 (d.h. der Steckverbinder 100 mit der darin aufgenommenen dielektrischen Einfassung 110, beispielsweise als Stecker) mit den Anschlusskontakten 112 in einer Leiterplatte verlötet. Auf der Steckseite 101 wird ein komplementärer Steckverbinder (vorzugsweise ein an einem Kabelende angeschlossener freier Steckverbinder, beispielsweise eine Kupplung) in die Verkleidung 124 des Steckverbinders 100 eingeführt. Eine Verrastung des komplementären Steckverbinders greift in das Rastfenster 126.

[0046] Während der Steckverbinder 100 im ersten Ausführungsbeispiel als Stecker ausgeführt ist, kann eine Variante jedes Ausführungsbeispiels auch als Buchse ausgeführt sein.

[0047] Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht des Steckverbinders 100 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel im geöffneten (d.h. demontierten) Zustand. Bezugszeichen, die mit jenen der Fig. 1 übereinstimmen, bezeichnen übereinstimmende oder austauschbare Merkmale.

[0048] Fig. 3 zeigt eine perspektivische Darstellung des Steckverbinders 100 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel in einem montierten Zustand. Bezugszeichen, die mit jenen der Fig. 1 oder 2 übereinstimmen, bezeichnen übereinstimmende oder austauschbare Merkmale.

[0049] Fig. 4A zeigt eine Schnittdarstellung des Steckverbinders 100 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel im montierten Zustand. Die mindestens zwei Leiter sind allgemein mit Bezugszeichen 113 bezeichnet.

[0050] Der Freiraum 114 kann zylindrisch sein. Der Freiraum 114 kann sich parallel der Längsrichtung der Leiter 113 erstrecken. Der Freiraum 114 kann sich entlang eines Teilabschnitts der Leiter 113 erstrecken. Dadurch sind die freistehenden Steckkontakte 111 und die Anschlusskontakte 112 von der mittels des Freiraums 114 realisierten Anpassung des Wellenwiderstands unbeeinflusst, insbesondere hinsichtlich ihrer Form und/oder Umgebung.

[0051] Fig. 4B zeigt die der Schnittdarstellung der Fig. 4A entsprechende Seitenansicht des Steckverbinders 100.

[0052] Fig. 5A zeigt eine Schnittdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der dielektrischen Einfassung 110, die im ersten Ausführungsbeispiel des Steckverbinders 100 einsetzbar ist. Die gezeigte Schnittebene ist parallel zur Längsrichtung (beispielsweise die horizontale Richtung der Fig. 5A) und in der Ebene der Leiter 113. Mit anderen Worten, die in Fig. 5A gezeigte Schnittebene umfasst die Längsrichtung und die erste Querrichtung. Fig. 5B zeigt eine entsprechende Seitenansicht der dielektrischen Einfassung 110 mit Blickrichtung entlang der zweiten Querrichtung.

[0053] Fig. 5C zeigt eine Schnittdarstellung des ersten Ausführungsbeispiels der dielektrischen Einfassung 110 in einer ersten Querschnittsebene, welche die erste Querrichtung und die zweite Querrichtung umfasst. Fig. 5D zeigt eine Schnittdarstellung in einer zweiten Querschnittsebene, die parallel zur ersten Querschnittsebene ist und die näher an der Anschlussseite 102 ist.

[0054] Die Fig. 6A bis 6I zeigen jeweils schematisch Querschnitte weiterer Ausführungsbeispiele der dielektrischen Einfassung 110, die jeweils als Variante oder Weiterbildung des ersten Ausführungsbeispiels realisierbar sind. Die erste Querrichtung ist vertikal und die zweite Querrichtung ist horizontal in den Fig. 6A bis 6I.

[0055] Der Freiraum 114 kann quaderförmig sein, beispielsweise wie in den Fig. 6A bis 6F gezeigt. Alternativ oder ergänzend kann der Freiraum 114 an der zugewandten Seite der Leiter 113 enden, beispielsweise wie in den Fig. 6A, 6C, 6D und 6E gezeigt, vorzugsweise mit unterschiedlichen Ausdehnungen des Freiraums 114 in der zweiten Querrichtung.

[0056] Alternativ oder ergänzend kann der Freiraum 114 zylindrisch sein, beispielsweise wie in den Fig. 6G bis 6I gezeigt.

[0057] Die Fig. 7A bis 7P zeigen jeweils schematisch Querschnitte weiterer Ausführungsbeispiele der dielektrischen Einfassung 110, die jeweils als Variante oder Weiterbildung des ersten Ausführungsbeispiels und/oder in Kombination mit Merkmalen einer der Fig. 6A bis 6I realisierbar sind. Die erste Querrichtung ist vertikal und die Längsrichtung ist horizontal in den Fig. 6A bis 6I.

[0058] Gleich schraffierte Flächen bezeichnen gleiche Merkmale innerhalb jeder Figur und/oder entsprechende Merkmale im Vergleich verschiedener Figuren. Zur besseren Übersichtlichkeit sind nur in den Fig. 7D, 7H, 7L und 7P Bezugszeichen eingezeichnet.

[0059] Der Freiraum 114 kann kugelförmig oder zylinderförmig sein, wie beispielsweise in den Fig. 7M bis 7P gezeigt. Die Fig. 7J kann dem ersten Ausführungsbeispiel entsprechen.

[0060] Der mindestens eine Freiraum 114 kann ein zusammenhängender Raum sein. Alternativ kann der mindestens eine Freiraum 114 mehrere Freiräume 114 oder Kompartimente umfassen, wie beispielsweise in den Fig. 7C, 7D, 7G, 7H, 7K, 7L und 7P gezeigt.

[0061] Alternativ oder ergänzend kann der Freiraum 114 zur Anschlussseite 102 oder zur Steckseite 101 hin offen sein, wie beispielsweise in den Fign. 7A, 7D, 7E, 7H, 7I und 7L gezeigt.

[0062] Obwohl die Erfindung in Bezug auf exemplarische Ausführungsbeispiele beschrieben worden ist, ist für Fachkundige ersichtlich, dass verschiedene Änderungen vorgenommen werden können und Äquivalente als Ersatz verwendet werden können. Ferner können viele Modifikationen vorgenommen werden, um eine bestimmte Situation oder ein bestimmtes Material an die Lehre der Erfindung anzupassen. Folglich ist die Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern umfasst alle Ausführungsbeispiele, die in den Bereich der beigefügten Patentansprüche fallen.

Bezugszeichenliste

[0063]

15	Steckverbinder	100
	Steckseite	101
	Anschlussseite	102
	Dielektrische Einfassung, auch: Kontaktträger	110
	Steckkontakte	111
20	Anschlusskontakte	112
	Leiter	113
	Freiraum	114
	Quermaß des Freiraums	115
25	Schräge zum Freiraum	116
	Rastelement, vorzugsweise Ausbauchung quer zur Längsrichtung	118
	Polungskodierung der Einfassung	119A, 119B
	Gehäuseteil	120
	Aufnahmeöffnung	122
30	Verkleidung der Steckkontakte	124
	Rastfenster	126
	Rastausnehmung	128
	Polungskodierung des Gehäuseteils	129A, 129B

Patentansprüche

1. Steckverbinder (100) zur symmetrischen, vorzugsweise differentiellen, Signalübertragung, umfassend:

- mindestens zwei Anschlusskontakte (112) an einer Anschlussseite (102) des Steckverbinders (100);
- mindestens zwei Steckkontakte (111) an einer der Anschlussseite (102) gegenüberliegenden Steckseite (101) des Steckverbinders (100);
- mindestens zwei Leiter (113), die jeweils einen Anschlusskontakt (112) mit einem der Steckkontakte (111) elektrisch leitend verbinden; und
- eine dielektrische Einfassung (110) der mindestens zwei Leiter (113), wobei die dielektrische Einfassung (110) zwischen den Leitern (113) zumindest einen Freiraum (114) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass die dielektrische Einfassung (110) in einer ersten Querrichtung quer zu einer Längsrichtung der mindestens zwei Leiter (113) federelastisch ist unter Deformation des Freiraums (114), vorzugsweise unter Verkleinerung des Quermaßes (115), und/oder unter Durchbiegung der mindestens zwei Leiter (113).

2. Steckverbinder (100) nach Anspruch 1, wobei eine Ausnehmung oder Durchgangsöffnung in der dielektrischen Einfassung (110) den Freiraum (114) umfasst.

3. Steckverbinder (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Freiraum (114) ein gasdichter Hohlraum ist, vorzugsweise gefüllt mit Luft oder einem Edelgas oder evakuiert.

4. Steckverbinder (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die dielektrische Einfassung integral einstückig ist und/oder ein Spritzgussteil ist.
5. Steckverbinder (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei sich die dielektrische Einfassung (110) von der Anschlussseite (102) zur Steckseite (101) erstreckt.
6. Steckverbinder (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die dielektrische Einfassung (110) jeden der mindestens zwei Leiter (113) umschließt, vorzugsweise jeweils an mindestens einer Stelle zwischen der Anschlussseite (102) und der Steckseite (101) oder durchgehend zwischen der Anschlussseite (102) und der Steckseite (101).
7. Steckverbinder (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die dielektrische Einfassung jeden der mindestens zwei Leiter an jeweils der Steckseite und der Anschlussseite umschließt.
8. Steckverbinder (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei ein Material der dielektrischen Einfassung eine relative Permittivität von mindestens 1,5 oder 2 und/oder höchstens 8 aufweist.
9. Steckverbinder (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die dielektrische Einfassung (110) zwischen den Leitern (113) in einem Querschnitt quer zu einer Längsrichtung der Leiter (113) durch den Freiraum (114) eine effektive relative Permittivität kleiner als 2 aufweist.
10. Steckverbinder (100) nach Anspruch 9, wobei die effektive relative Permittivität, $\epsilon_r^{(\text{eff})}$, bestimmt ist durch

$$\epsilon_r^{(\text{eff})} = \frac{d}{\sum_j \frac{d_j}{\epsilon_r^{(j)}}},$$

worin $d = \sum_j d_j$ der Abstand zwischen den Leitern (113) im Querschnitt ist und $\epsilon_r^{(j)}$ die relative Permittivität im zugehörigen Abschnitt der Breite d_j des Querschnitts ist, vorzugsweise wobei $\epsilon_r^{(j')} = \epsilon_r^{(\text{Luft})}$ oder $\epsilon_r^{(j')} = 1$ im Abschnitt des Quermaßes (115), d_j , des Freiraums (114) ist.

11. Steckverbinder (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, ferner ein Gehäuseteil (120) umfassend, wobei das Gehäuseteil (120) aufweist:

- eine Innenfläche und mindestens eine Rastausnehmung (128) in der Innenfläche; und
- eine zur Innenfläche mündende Aufnahmeöffnung (122), die dazu ausgebildet ist, die dielektrische Einfassung (110) in der Längsrichtung (113) aufzunehmen,

wobei die dielektrische Einfassung (110) ein Rastelement (118) aufweist, das dazu angeordnet, bei der Aufnahme der dielektrischen Einfassung (110) im Gehäuseteil (120) unter Kontraktion in der ersten Querrichtung über die Innenfläche zu gleiten und im aufgenommenen Zustand der Einfassung (110) im Gehäuseteil (120) unter Weitung in der ersten Querrichtung in die Rastausnehmung (128) zu greifen, vorzugsweise zur reversiblen Verriegelung des aufgenommenen Zustands.

12. Steckverbinder (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei sich der Freiraum (114) entlang einer zweiten Querrichtung, die quer zur ersten Querrichtung und quer zur Längsrichtung ist, zum Äußeren der dielektrischen Einfassung hin weitet, vorzugsweise mit einer Weitung in der ersten Querrichtung und/oder entlang von sich in der Längsrichtung erstreckenden Schrägen (116).
13. Steckverbinder (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, ferner umfassend:
ein an der Anschlussseite mit den mindestens zwei Anschlusskontakten elektrisch leitend verbundenes Kabel oder Anschluss einer Leiterplatte, wobei ein Quermaß (115) des Freiraums (114) in der dielektrischen Einfassung (110) quer zu einer Längsrichtung der mindestens zwei Leiter (113) einen Wellenwiderstand des Steckverbinders (100) beeinflusst, der an einen Wellenwiderstand des Kabels beziehungsweise des Anschlusses der Leiterplatte angepasst ist.

14. Steckverbinder (100) nach Anspruch 13 in Verbindung mit Anspruch 9 oder 10, wobei der Wellenwiderstand des Steckverbinders (100) umgekehrt proportional zur Quadratwurzel der effektiven relativen Permittivität, $\epsilon_r^{(eff)}$, ist.

Claims

1. Plug-in connectors (100) for symmetrical, preferably differential, signal transmission, comprising:

- at least two connection contacts (112) on a connection side (102) of the plug-in connector (100);
- at least two plug-in contacts (111) on a plug-in side (101) of the plug-in connector (100), the plug-in side being situated opposite the connection side (102);
- at least two conductors (113), each of which electrically conductively connects a connection contact (112) to one of the plug-in contacts (111); and
- a dielectric enclosure (110) of the at least two conductors (113), wherein the dielectric enclosure (110) has at least one clearance (114) between the conductors (113),

characterized in that the dielectric enclosure (110) is spring-elastic in a first transverse direction transversely to a longitudinal direction of the at least two conductors (113) with deformation of the clearance (114), preferably with a reduction in the transverse dimension (115), and/or with deflection of the at least two conductors (113).

2. Plug-in connector (100) according to Claim 1, wherein a recess or passage opening in the dielectric enclosure (110) surrounds the clearance (114).
3. Plug-in connector (100) according to Claim 1 or 2, wherein the clearance (114) is a gas-tight cavity, preferably filled with air or an inert gas or evacuated.
4. Plug-in connector (100) according to any of Claims 1 to 3, wherein the dielectric enclosure is integrally in one piece and/or is an injection-moulded part.
5. Plug-in connector (100) according to any of Claims 1 to 4, wherein the dielectric enclosure (110) extends from the connection side (102) to the plug-in side (101).
6. Plug-in connector (100) according to any of Claims 1 to 5, wherein the dielectric enclosure (110) encloses each of the at least two conductors (113), preferably each at at least one point between the connection side (102) and the plug-in side (101) or continuously between the connection side (102) and the plug-in side (101).
7. Plug-in connector (100) according to any of Claims 1 to 6, wherein the dielectric enclosure encloses each of the at least two conductors on the plug-in side and the connection side respectively.
8. Plug-in connector (100) according to any of Claims 1 to 7, wherein a material of the dielectric enclosure has a relative permittivity of at least 1.5 or 2 and/or at most 8.
9. Plug-in connector (100) according to any of Claims 1 to 8, wherein the dielectric enclosure (110) between the conductors (113) has an effective relative permittivity of less than 2 in a cross section transverse to a longitudinal direction of the conductors (113) through the clearance (114).
10. Plug-in connector (100) according to Claim 9, wherein the effective relative permittivity, $\epsilon_r^{(eff)}$, is determined by

$$\epsilon_r^{(eff)} = \frac{d}{\sum_j \frac{d_j}{\epsilon_r^{(j)}}},$$

where $d = \sum_j d_j$ is the distance between the conductors (113) in cross section and $\epsilon_r^{(j)}$ is the relative permittivity in the

associated portion of the width d_j of the cross section, preferably where $\epsilon_r^{(j')} = \epsilon_r^{(Air)}$ or $\epsilon_r^{(j')} = 1$ is the relative permittivity in the portion of the transverse dimension (115), d_j , of the clearance (114).

11. Plug-in connector (100) according to any of Claims 1 to 10, further comprising a housing part (120), wherein the housing part (120) has:

- an inner surface and at least one detent recess (128) in the inner surface; and
- a receiving opening (122) which opens into the inner surface and is designed to receive the dielectric enclosure (110) in the longitudinal direction (113),

wherein the dielectric enclosure (110) has a detent element (118) which is arranged to slide over the inner surface with contraction in the first transverse direction when the dielectric enclosure (110) is received in the housing part (120) and to engage into the detent recess (128) with widening in the first transverse direction in the state in which the enclosure (110) is received in the housing part (120), preferably for reversibly locking of received state.

12. Plug-in connector (100) according to any of Claims 1 to 11, wherein the clearance (114) widens along a second transverse direction, which is transverse to the first transverse direction and transverse to the longitudinal direction, to the outside of the dielectric enclosure, preferably with widening in the first transverse direction and/or along slopes (116) extending in the longitudinal direction.

13. Plug-in connector (100) according to any of Claims 1 to 12, further comprising:
a cable or connection of a printed circuit board, which cable or connection is electrically conductively connected to the at least two connection contacts on the connection side, wherein a transverse dimension (115) of the clearance (114) in the dielectric enclosure (110) transverse to a longitudinal direction of the at least two conductors (113) influences a wave impedance of the plug-in connector (100), which wave impedance is adapted to a wave impedance of the cable or the connection of the printed circuit board.

14. Plug-in connector (100) according to Claim 13 in conjunction with Claim 9 or 10, wherein the wave impedance of the plug-in connector (100) is inversely proportional to the square root of the effective relative permittivity, $\epsilon_r^{(eff)}$.

Revendications

1. Connecteur enfichable (100) pour la transmission de signal symétrique, de préférence différentielle, comprenant :

- au moins deux contacts de raccordement (112) sur un côté de raccordement (102) du connecteur enfichable (100) ;
- au moins deux contacts enfichables (111) sur un côté d'enfichage (101) du connecteur enfichable (100) faisant face au côté de raccordement (102) ;
- au moins deux conducteurs (113), qui connectent de manière électriquement conductrice respectivement un contact de raccordement (112) à un des contacts enfichables (111) ; et
- une enceinte (110) diélectrique des au moins deux conducteurs (113), l'enceinte (110) diélectrique comportant entre les conducteurs (113) au moins un espace libre (114),

caractérisé en ce que l'enceinte (110) diélectrique est élastique dans une première direction transversale transversalement à une direction longitudinale des au moins deux conducteurs (113) tout en déformant l'espace libre (114), de préférence en réduisant la dimension transversale (115) et/ou en fléchissant les au moins deux conducteurs (113).

2. Connecteur enfichable (100) selon la revendication 1, un évidement ou une ouverture de passage dans l'enceinte (110) diélectrique comprenant l'espace libre (114).

3. Connecteur enfichable (100) selon la revendication 1 ou 2, l'espace libre (114) étant une cavité étanche aux gaz, de préférence remplie d'air ou d'un gaz noble ou mise sous vide.

4. Connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 3, l'enceinte diélectrique étant d'un seul tenant et/ou étant une pièce moulée par injection.

5. Connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 4, l'enceinte diélectrique (110) s'étendant depuis le côté de raccordement (102) au côté d'enfichage (101).
6. Connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 5, l'enceinte (110) diélectrique renfermant chacun des au moins deux conducteurs (113), de préférence respectivement sur au moins un emplacement entre le côté de raccordement (102) et le côté d'enfichage (101) ou en continu entre le côté de raccordement (102) et le côté d'enfichage (101).
7. Connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 6, l'enceinte diélectrique renfermant chacun des au moins deux conducteurs sur respectivement le côté d'enfichage et le côté de raccordement.
8. Connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 7, un matériau de l'enceinte diélectrique présentant une permittivité relative d'au moins 1,5 ou 2 et/ou de 8 au maximum.
9. Connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 8, l'enceinte (110) diélectrique entre les conducteurs (113) présentant, dans une section transversale transversalement à une direction longitudinale des conducteurs (113) à travers l'espace libre (114), une permittivité relative effective inférieure à 2.

10. Connecteur enfichable (100) selon la revendication 9, la permittivité relative effective, $\epsilon_r^{(eff)}$, étant déterminée par

$$\epsilon_r^{(eff)} = \frac{d}{\sum_j \frac{d_j}{\epsilon_r^{(j)}}},$$

dans laquelle $d = \sum_j d_j$ désigne la distance entre les conducteurs (113) dans la section transversale et $\epsilon_r^{(j)}$ désigne la permittivité relative dans la section associée de la largeur d_j de la section transversale, de préférence $\epsilon_r^{(j')} = \epsilon_r^{(air)}$ ou $\epsilon_r^{(j')} = 1$ dans la section de la dimension transversale (115), d_j , de l'espace libre (114).

11. Connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 10, comprenant en outre une partie de boîtier (120), la partie de boîtier (120) comportant :

- une face intérieure et au moins un évidement d'enclenchement (128) dans la face intérieure ; et
- une ouverture de réception (122) débouchant vers la face intérieure, qui est formée pour recevoir l'enceinte (110) diélectrique dans la direction longitudinale (113), l'enceinte (110) diélectrique comportant un élément d'enclenchement (118) qui est disposé pour glisser sur la face intérieure lors de la réception de l'enceinte (110) diélectrique dans la partie de boîtier (120) en se contractant dans la première direction transversale et pour s'engager dans l'évidement d'enclenchement (128) en s'élargissant dans la première direction transversale lorsque l'enceinte (110) est reçue dans la partie de boîtier (120), de préférence pour le verrouillage réversible de l'état reçu.

12. Connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 11, l'espace libre (114) s'élargissant vers l'extérieur de l'enceinte diélectrique le long d'une deuxième direction transversale, qui est transversale à la première direction transversale et transversale à la direction longitudinale, de préférence avec un élargissement dans la première direction transversale et/ou le long de biseaux (116) s'étendant dans la direction longitudinale.

13. Connecteur enfichable (100) selon l'une des revendications 1 à 12, comprenant en outre : un câble ou un raccord d'une carte de circuits imprimés connecté de manière électriquement conductrice aux au moins deux contacts de raccordement sur le côté de raccordement, une dimension transversale (115) de l'espace libre (114) dans l'enceinte (110) diélectrique exerçant une incidence sur une impédance caractéristique du connecteur enfichable (100) transversalement à une direction longitudinale des au moins deux conducteurs (113), laquelle est adaptée à une impédance caractéristique du câble ou du raccord de la carte de circuits imprimés.

14. Connecteur enfichable (100) selon la revendication 13 en lien avec la revendication 9 ou 10, l'impédance caractéristique du connecteur enfichable (100) étant inversement proportionnelle à la racine carrée de la permittivité relative effective $\epsilon_r^{(eff)}$.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

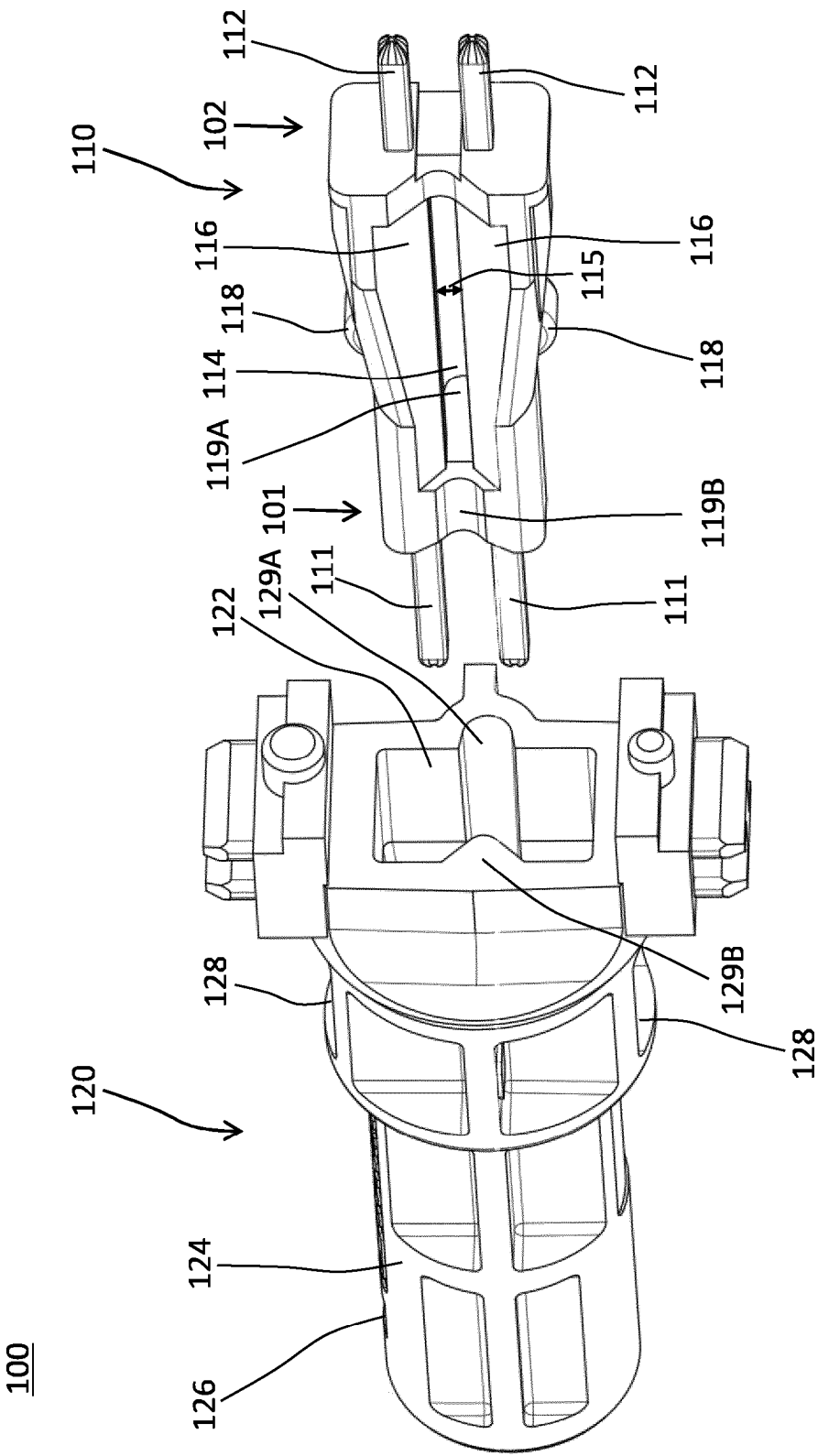


Fig. 1

100

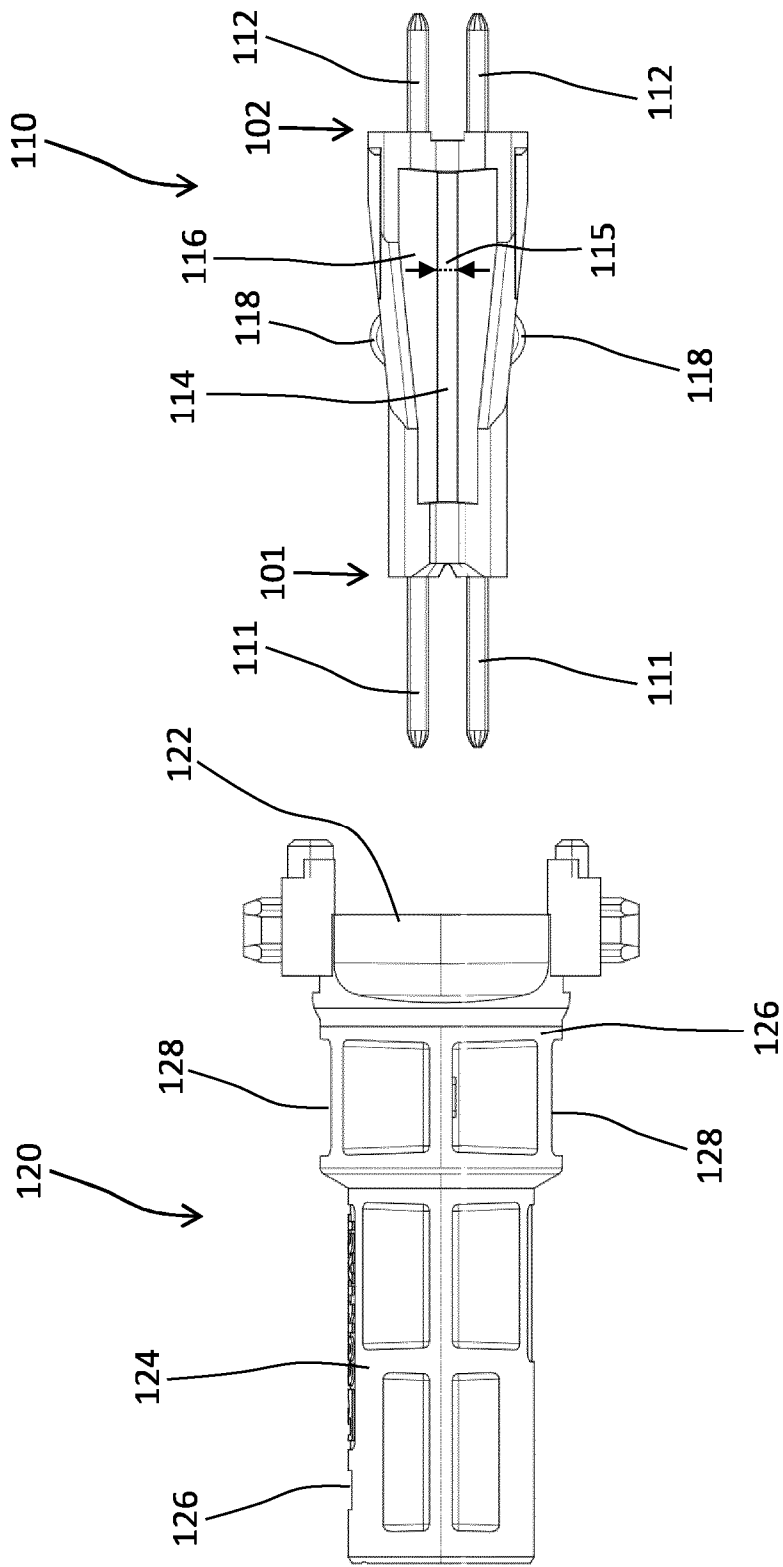


Fig. 2

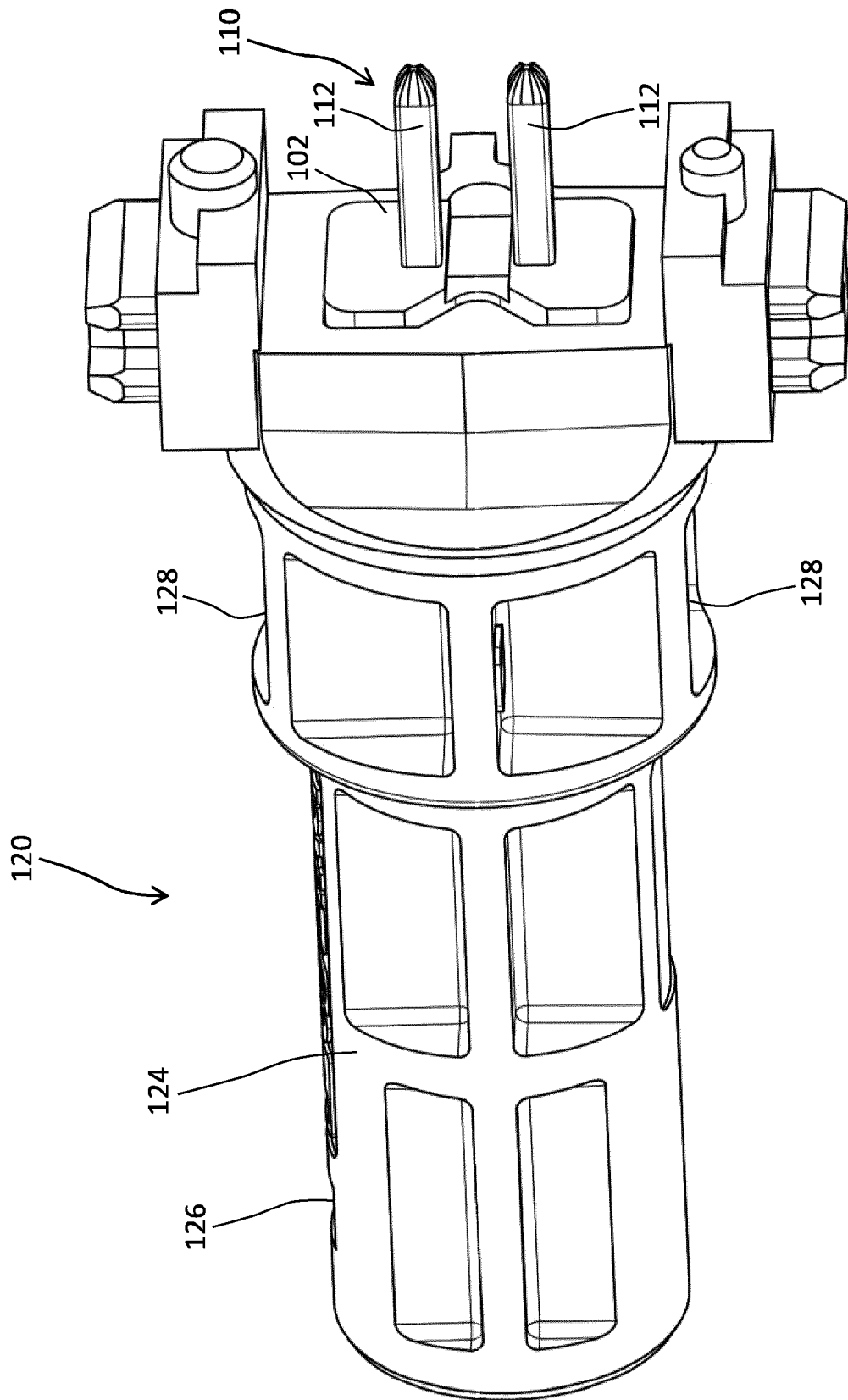


Fig. 3

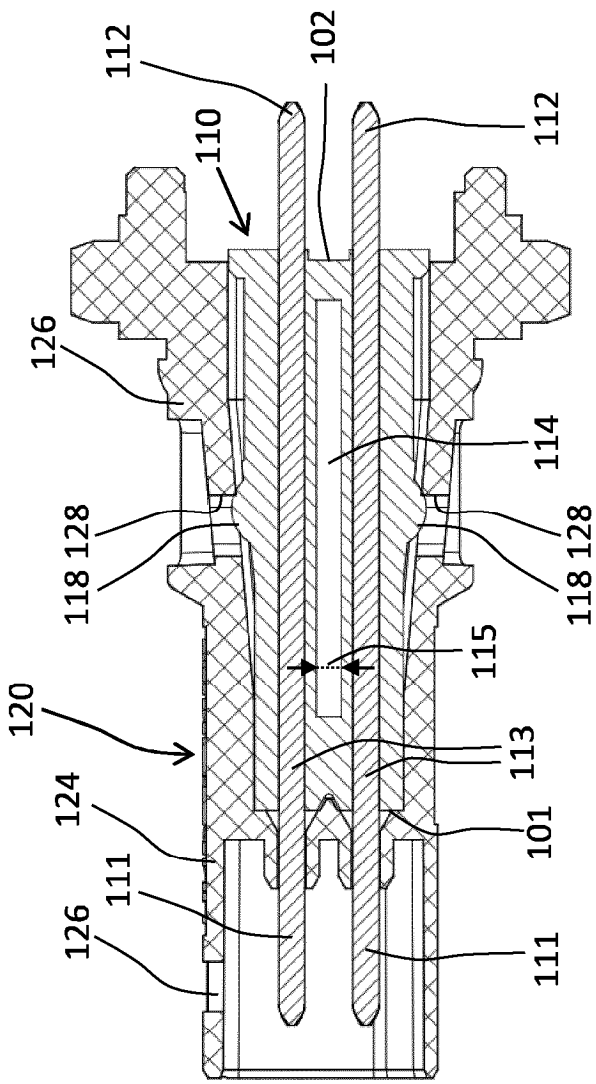


Fig. 4A

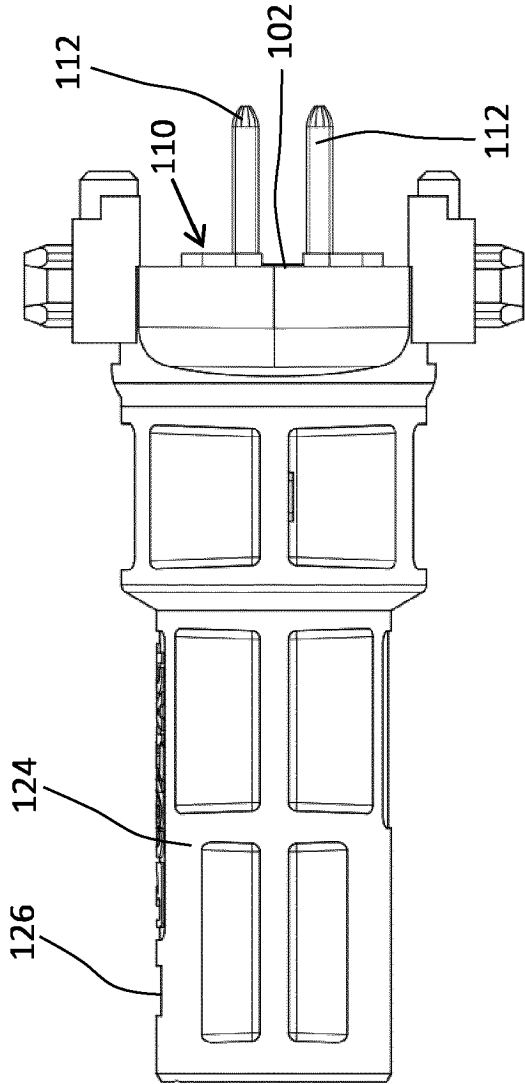


Fig. 4B

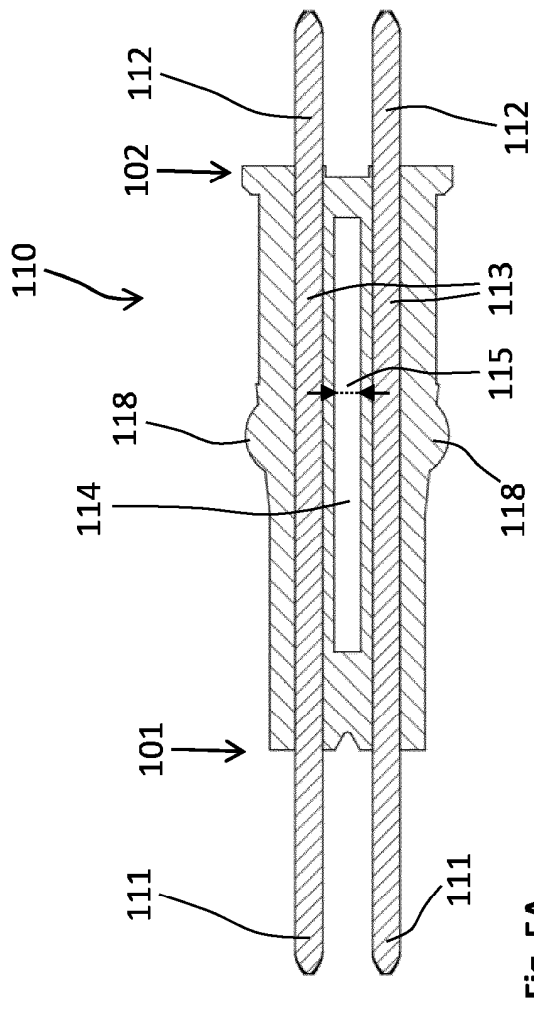


Fig. 5A

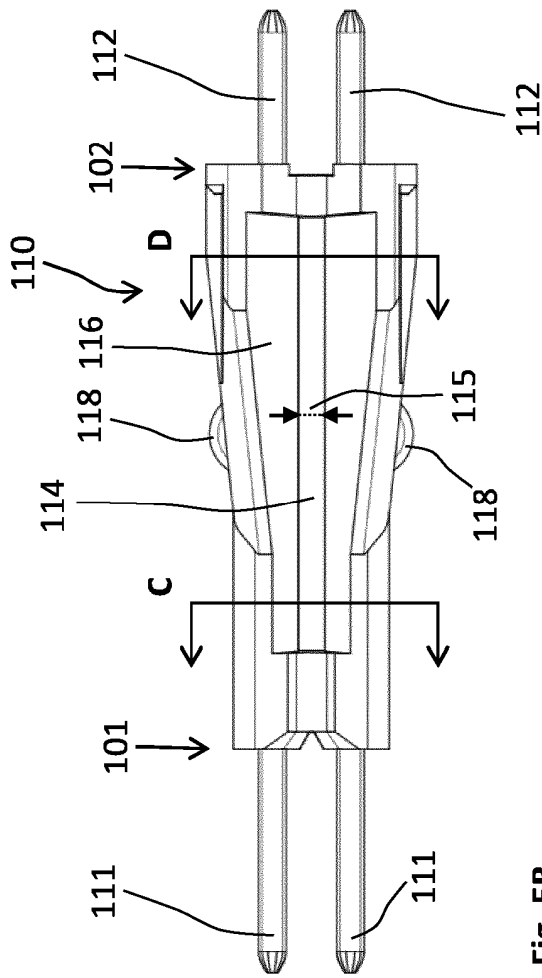


Fig. 5B

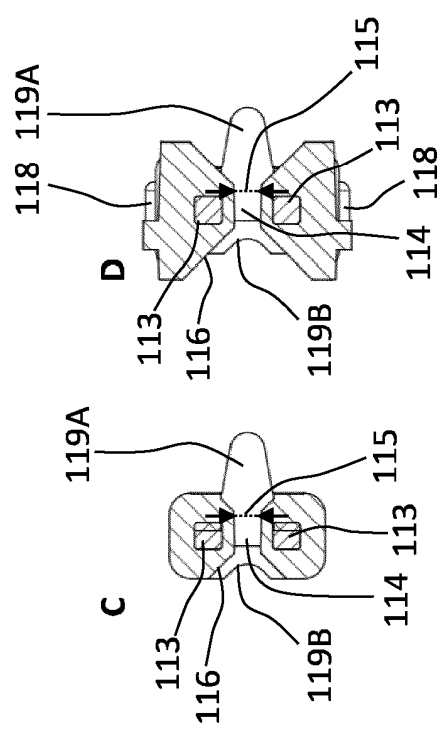


Fig. 5C

Fig. 5D

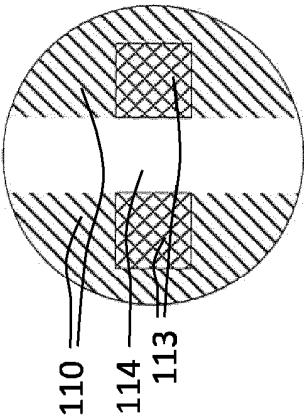


Fig. 6A

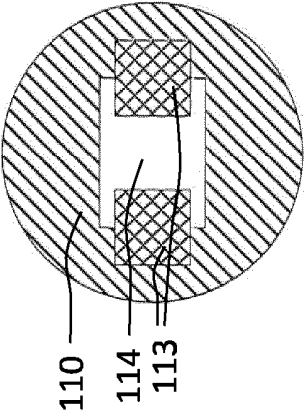


Fig. 6B

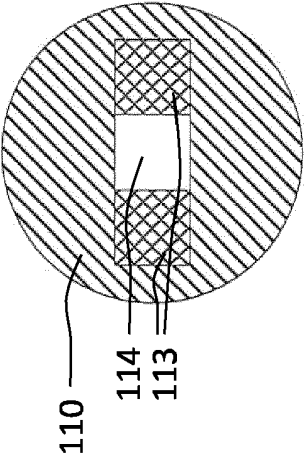


Fig. 6C

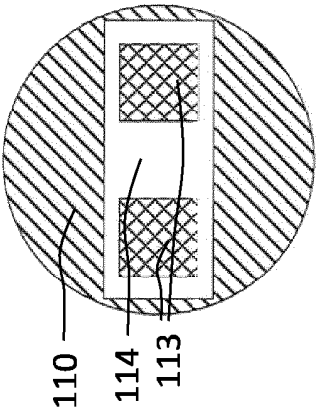


Fig. 6D

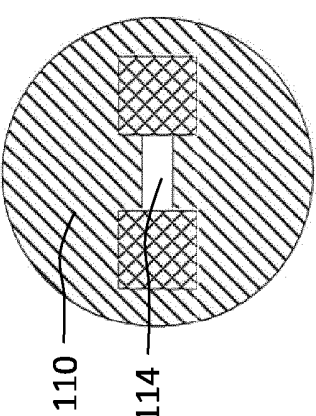


Fig. 6E

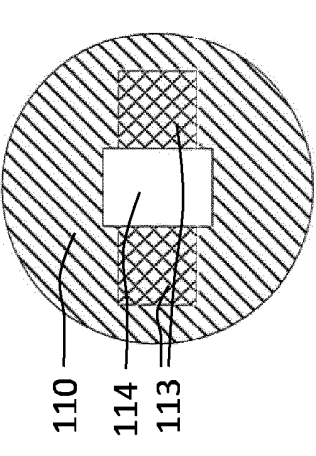


Fig. 6F

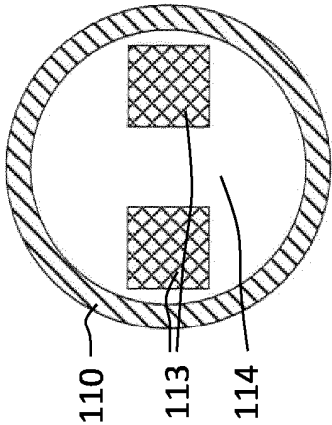


Fig. 6G

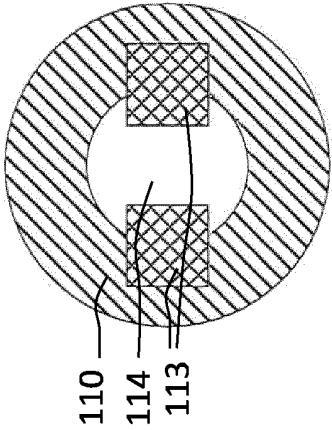


Fig. 6H

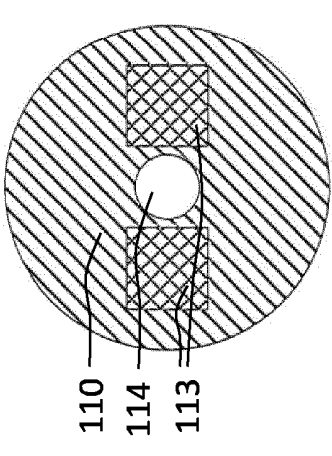


Fig. 6I

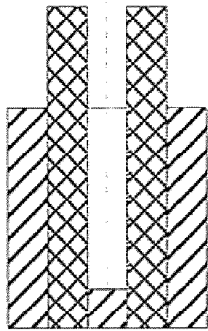


Fig. 7A

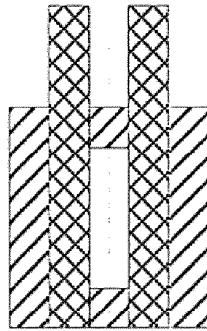


Fig. 7B

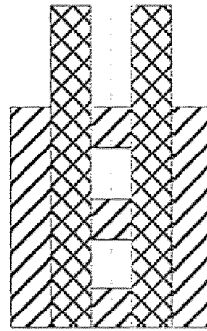


Fig. 7C

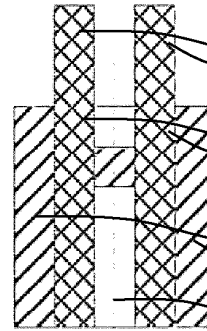


Fig. 7D

111 oder 112

113

110

114

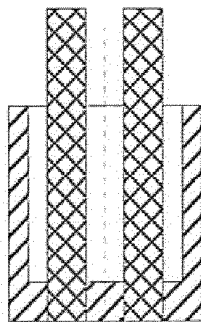


Fig. 7E

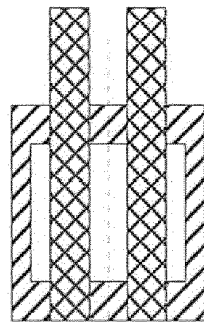


Fig. 7F

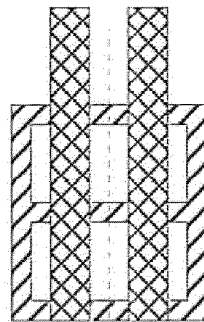


Fig. 7G

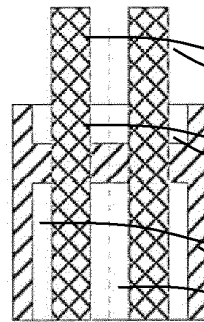


Fig. 7H

111 oder 112

113

110

114

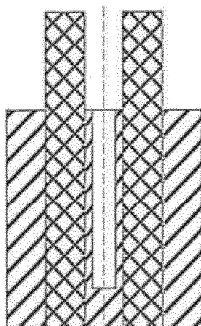


Fig. 7I

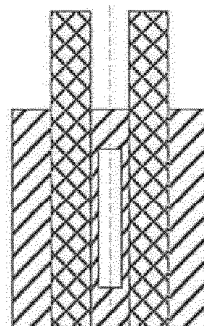


Fig. 7J

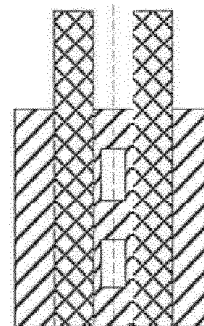


Fig. 7K

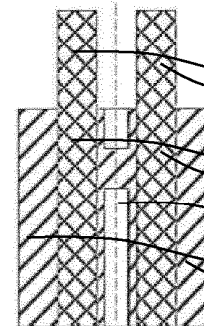


Fig. 7L

111 oder 112

113

114

110

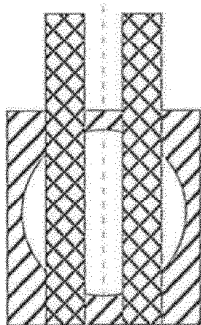


Fig. 7M

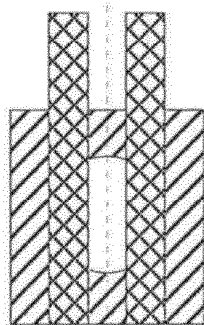


Fig. 7N

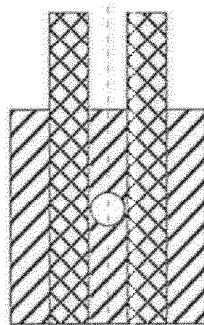


Fig. 7O

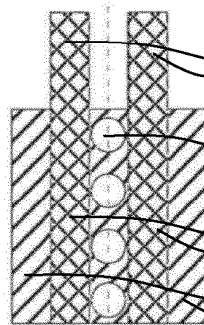


Fig. 7P

111 oder 112

114

113

110

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

- US 10404014 B2 [0004] [0005] [0011]
- US 2004121633 A1 [0005]