

(19)



(11)

EP 4 250 498 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.09.2023 Patentblatt 2023/39

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01R 13/6474^(2011.01) H01R 24/44^(2011.01)
H01R 24/86^(2011.01)

(21) Anmeldenummer: **23163322.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01R 13/6474; H01R 24/44; H01R 24/86;
H01R 4/023; H01R 13/04

(22) Anmeldetag: **22.03.2023**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA

Benannte Validierungsstaaten:

KH MA MD TN

(30) Priorität: **23.03.2022 DE 102022202848**

(71) Anmelder: **Yamaichi Electronics Deutschland**
GmbH
85609 Aschheim-Dornach (DE)

(72) Erfinder:

- **MICHEL, Dirk**
85778 Haimhausen (DE)
- **WIMMER GAIR, Ulrich**
85658 Eggenstein (DE)

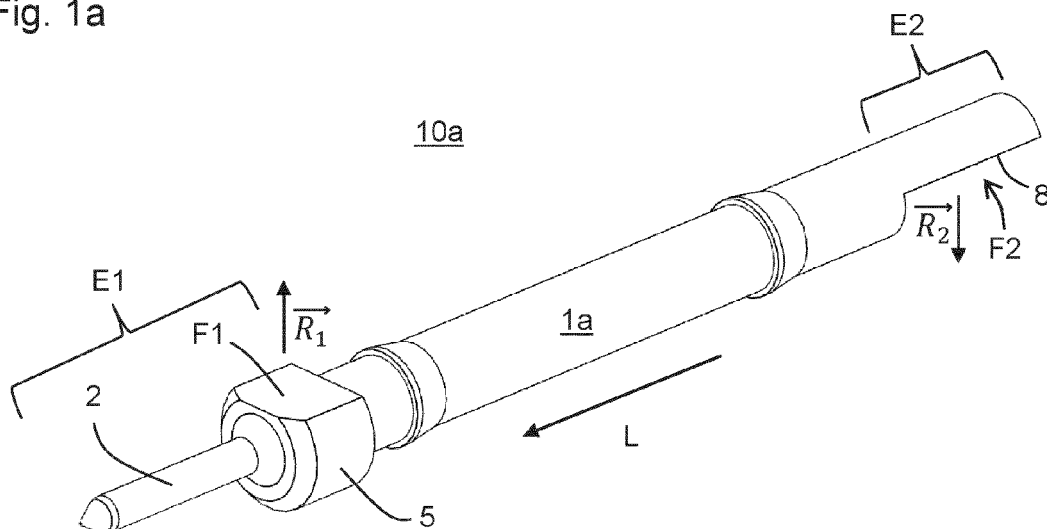
(74) Vertreter: **Müller-Boré & Partner**
Patentanwälte PartG mbB
Friedenheimer Brücke 21
80639 München (DE)

(54) KONTAKTELEMENT, KONTAKTELEMENTSYSTEM UND STECKVERBINDER

(57) Die Erfindung betrifft ein Kontaktelement (10a; 10b) für einen Steckverbinder (100), ein Kontaktelementsystem (50) und einen Steckverbinder (100). Dabei umfasst das Kontaktelement (10a; 10b) für einen Steckverbinder (100) einen leitfähigen Kontaktelementkörper (1a; 1b), welcher zumindest eine Anpassungsstruktur (5) auf-

weist, welche ausgelegt und vorgesehen ist, elektrische Eigenschaften des Kontaktelements (10a; 10b) und/oder des Steckverbinders (100) durch eine Modifikation der Anpassungsstruktur (5) anzupassen und/oder einzustellen.

Fig. 1a



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kontaktelement für einen Steckverbinder, ein Kontaktelementsystem und einen Steckverbinder.

[0002] Für eine schnelle und möglichst störungsfreie Signalübertragung durch einen Steckverbinder spielen die Kontaktelemente des Steckverbinders eine entscheidende Rolle. So ist es beispielsweise bei einer symmetrischen Signalübertragung (auch bekannt als differenzielle Signalübertragung), wie sie z.B. bei USB zum Einsatz kommt, wichtig, dass die Kontaktelemente und insbesondere die Kontaktelementpaare (im Falle einer differenziellen Signalübertragung die sogenannten Differenzial-Paare) eines Steckverbinders bestimmte elektrische Eigenschaften (wie z.B. eine bestimmte Impedanz und/oder bestimmte kapazitive Eigenschaften bzw. eine bestimmte Kapazität) aufweisen.

[0003] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein hinsichtlich der Signalübertragung verbessertes Kontaktelement für einen Steckverbinder, ein hinsichtlich der Signalübertragung verbessertes Kontaktelementsystem sowie einen hinsichtlich der Signalübertragung verbesserten Steckverbinder bereitzustellen. Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der nebengeordneten Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0004] Ein erster unabhängiger Aspekt zur Lösung der Aufgabe betrifft ein Kontaktelement für einen Steckverbinder, aufweisend einen leitfähigen Kontaktelementkörper, wobei der Kontaktelementkörper zumindest eine Anpassungsstruktur aufweist, welche ausgelegt und vorgesehen ist, elektrische Eigenschaften des Kontaktelements und/oder des Steckverbinders durch eine Modifikation der Anpassungsstruktur anzupassen und/oder einzustellen.

[0005] Als Kontaktelement wird im Rahmen dieser Erfindung insbesondere ein elektrischer Leiter verstanden, welcher Bestandteil eines Steckverbinders, insbesondere eines Steckverbinder-Sockels oder eines Steckverbinder-Steckers, ist. Das Kontaktelement ist ausgelegt, um elektrische Signale zu übertragen, z.B. von einem Kabel zu einer Leiterplatte und/oder umgekehrt. Das Kontaktelement weist einen leitfähigen, insbesondere zylindrisch geformten bzw. zylindrischen, Kontaktelementkörper auf. Vorzugsweise ist der Kontaktelementkörper massiv, insbesondere als massiver Zylinder, ausgebildet. Der Kontaktelementkörper kann aus einem Metall oder einer Metalllegierung gebildet sein. Vorzugsweise weist der Kontaktelementkörper Kupfer und/oder eine oder mehrere Kupferlegierungen, insbesondere Kupfer-Beryllium (CuBe), Bronze (CuSn) und/oder Messing (CuZn), auf bzw. ist aus einem oder mehreren dieser Materialien gefertigt. Es versteht sich, dass grundsätzlich auch beliebig andere Materialien, die sich für eine Signalübertragung eignen, wie z.B. Silber und/oder Gold, zur Ausbildung des Kontaktelementkörpers verwendet werden können.

[0006] Das erfindungsgemäße Kontaktelement bzw. der Kontaktelementkörper weist zumindest eine (z.B. genau eine) modifizierbare Anpassungsstruktur bzw. ein modifizierbares Anpassungselement auf, mit der bzw. dem elektrische Eigenschaften des Kontaktelements, insbesondere bezüglich eines oder mehreren weiteren Kontaktelementen (welches/welche insbesondere in einem definierten und/oder vorgegebenen Abstand, vorzugsweise parallel, zum besagten Kontaktelement angeordnet ist/sind), durch eine Modifikation (insbesondere eine physische und/oder geometrische Modifikation bzw. Änderung) der Anpassungsstruktur anzupassen und/oder einzustellen.

[0007] Elektrische Eigenschaften des Kontaktelements (bzw. eines Kontaktelementpaares) können z.B. kapazitive und/oder impedantische Eigenschaften, insbesondere eine Kapazität und/oder eine Impedanz, und/oder eine Luftstrecke und/oder eine Kriechstrecke umfassen. Vorzugsweise ist die Anpassungsstruktur eine Kapazitätsanpassungsstruktur, welche ausgelegt und vorgesehen ist, kapazitive Eigenschaften bzw. eine Kapazität des Kontaktelements und/oder des Steckverbinders anzupassen und/oder einzustellen. Alternativ oder zusätzlich kann die Anpassungsstruktur eine Impedanz-Anpassungsstruktur sein, welche ausgelegt und vorgesehen ist, eine Impedanz des Kontaktelements und/oder des Steckverbinders anzupassen und/oder einzustellen.

[0008] Mit Hilfe der Anpassungsstruktur können die elektrischen Eigenschaften des Kontaktelements und/oder des Steckverbinders, je nach Anordnung und/oder der Umgebung des Kontaktelements im Steckverbinder, vorteilhafterweise an die jeweiligen Gegebenheiten bzw. Anforderungen angepasst und/oder optimiert werden.

[0009] Vorzugsweise stellt die Anpassungsstruktur eine lokale Vergrößerung bzw. lokale Verdickung des (insbesondere zylindrischen) Kontaktelementkörpers dar. Insbesondere ist die Anpassungsstruktur als eine im Wesentlichen ringförmige Struktur bzw. als ringförmiges Element ausgebildet, welche bzw. welches einen Abschnitt, insbesondere einen Endabschnitt, des Kontaktelementkörpers umgibt.

[0010] Vorzugsweise umfasst die Modifikation der Anpassungsstruktur einen (gezielten) Materialabtrag der Anpassungsstruktur, insbesondere derart, dass durch den Materialabtrag die Anpassungsstruktur eine ebene Fläche mit einem vorgegebenen Flächeninhalt aufweist. Insbesondere ist die Anpassungsstruktur derart beschaffen, dass die Modifikation der Anpassungsstruktur (gezielt) durch einen Materialabtrag der Anpassungsstruktur erfolgen kann. Der Materialabtrag kann insbesondere durch eine spanende Bearbeitung erfolgen. Der Materialabtrag kann insbesondere durch ein Fräßen und/oder Schleifen (insbesondere Tiefschleifen) und/oder Schneiden (z.B. mit einem Sägeblatt) und/oder Stoßen und/oder durch eine Laserablation der Anpassungsstruktur erfolgen.

[0011] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Anpassungsstruktur derart ausgebildet (und/oder geformt), dass die Größe einer durch einen Materialabtrag der Anpassungsstruktur resultierenden ebenen Fläche von einer Abtragungstiefe abhängt. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Anpassungsstruktur an einem axialen Endabschnitt bzw. einem axialen Ende des Kontaktelementkörpers ausgebildet.

[0012] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Anpassungsstruktur an einem Kontakt-Pin des Kontaktelementkörpers ausgebildet. Insbesondere kann die Anpassungsstruktur als Kontakt-Pin (auch als Kontaktstift bezeichnet) ausgebildet oder zu einem Kontakt-Pin geformt sein. Der Kontakt-Pin ist insbesondere ausgelegt, um einen Kontakt auf einer Leiterplatte bzw. Platine elektrisch zu kontaktieren und/oder um daran festgelötet zu werden. Alternativ kann der Kontakt-Pin ausgelegt sein, um in eine komplementäre Kontakt-Buchse (insbesondere eines weiblichen Kontaktelements) eingeführt zu werden. Mit anderen Worten kann die Anpassungsstruktur einen Kontakt-Pin zum Kontaktieren eines Kontakts auf einer Leiterplatte oder zum Einführen in eine Kontakt-Buchse darstellen. Die Anpassungsstruktur weist somit vorzugsweise nicht nur eine modifizierbare Fläche bzw. Oberfläche zum Einstellen von elektrischen Eigenschaften auf, sondern stellt gleichzeitig einen Kontakt-Pin dar. Der Kontakt-Pin ist insbesondere als ein verjüngter Abschnitt, insbesondere als ein verjüngter Endabschnitt, des Kontaktelements bzw. Kontaktelementkörpers ausgebildet.

[0013] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Anpassungsstruktur, insbesondere in Folge einer Modifikation (bzw. eines Materialabtrags), eine im Wesentlichen ebene Fläche (bzw. Oberfläche) auf. Die ebene Fläche erstreckt sich vorzugsweise parallel zu einer Längsachse des Kontaktelements bzw. Kontaktelementkörpers. Mit anderen Worten ist ein Normalenvektor der ebenen Fläche vorzugsweise orthogonal zur Längsachse des Kontaktelements bzw. Kontaktelementkörpers ausgerichtet. Dabei wird unter einer "ebenen Fläche bzw. Oberfläche" insbesondere eine Fläche bzw. Oberfläche verstanden, für die gilt, dass zu je zwei Punkten der Fläche bzw. Oberfläche auch eine durch diese zwei Punkte verlaufende Strecke vollständig in der Fläche bzw. Oberfläche liegt.

[0014] Der Kontaktelementkörper kann z.B. ferner eine Buchse zum Einführen eines Kontakt-Pins aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann der Kontaktelementkörper einen Lötanschluss zum Anlöten eines elektrischen Leiters (insbesondere einer Litze) aufweisen.

[0015] Ein Lötanschluss (hierin auch als Lötkontur oder Lötfläche bezeichnet) ist vorzugsweise als eine ebene Fläche (bzw. Oberfläche) des Kontaktelementkörpers ausgebildet. Insbesondere kann ein axialer Endabschnitt des Kontaktelementkörpers abgeflacht sein und eine im Wesentlichen ebene Fläche (bzw. Oberfläche) zum Anlöten eines elektrischen Leiters (bzw. einer Litze) aufwei-

sen. Dabei wird auch hier unter einer "ebenen Fläche bzw. Oberfläche" insbesondere eine Fläche bzw. Oberfläche verstanden, für die gilt, dass zu je zwei Punkten der Fläche bzw. Oberfläche auch eine durch diese zwei Punkte verlaufende Strecke vollständig in der Fläche bzw. Oberfläche liegt. Die ebene Fläche kann z.B. durch ein Abfräsen eines Endabschnitts des Kontaktelementkörpers erzeugt werden, weshalb die ebene Fläche in diesem Fall auch als "abgefräste Fläche" bzw. "abgefräste Oberfläche" bezeichnet werden kann. Es versteht sich, dass die ebene Fläche jedoch alternativ auch durch andere Methoden, wie z.B. durch ein Schneiden (insbesondere mit einem Sägeblatt), einem Stoßen und/oder mittels Laserablation, erzeugt werden kann.

[0016] Der elektrische Leiter ist insbesondere mit Hilfe von Lötzinn auf der ebenen Oberfläche des Löt-Endabschnitts bzw. Lötanschlusses anlötfar. Im Gegensatz zu einem konventionellen Lötkehl (welcher einen Hohlzylinder umfasst, in den der elektrische Leiter von oben eingeführt werden muss) ist der axiale Löt-Endabschnitt des Kontaktelements bzw. Kontaktelementkörpers vorzugsweise als ein massiver Halbzylinder (d.h. als ein abgeflachter massiver Zylinder) ausgebildet. Insbesondere ist der axiale Löt-Endabschnitt des Kontaktelementkörpers derart abgeflacht, dass ein elektrischer Leiter aus einer Vielzahl von Richtungen kommend (bzw. von mehreren Seiten kommend, also z.B. von vorne, von rechts und/oder von links) auf den axialen Endabschnitt zum Anlöten gelegt werden kann. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wurde erkannt, dass ein derart ausgebildeter Lötanschluss im Vergleich zu einem konventionellen Lötkehl vor allem den Vorteil bietet, dass bei einer Vielzahl von parallel zueinander angeordneten Kontaktelementen ein Kabel, dessen Litzen jeweils an die Kontaktelemente angelötet werden sollen, möglichst lange oder möglichst weit, d.h. bis auf einen kleinen Endabschnitt des Kabels, verdreht bleiben kann. Zudem ist es für das Anlöten des Kabels ausreichend, nur ein kleines Stück der Litze des Kabels freizulegen bzw. den Kabelschirm nur an einen kleinen Endabschnitt des Kabels zu entfernen. Insbesondere müssen die Leiter bzw. Litzen des Kabels nicht wie bei einem konventionellen Lötkehl aus einer ganz bestimmten Richtung in einen Hohlzylinder eingeführt werden, sondern können (beispielsweise von oben oder auch seitlich, insbesondere paarweise) an den Lötanschluss bzw. die Lötfläche herangeführt werden. Dies erleichtert wesentlich das Verlöten der Leiter bzw. Litzen eines Kabels.

[0017] Das Kontaktelement bzw. der Kontaktelementkörper weist somit in einer bevorzugten Ausführungsform eine Anpassungsstruktur mit einer ersten ebenen Fläche (bzw. Oberfläche) und einen Lötanschluss (bzw. eine Lötkontur) mit einer zweiten ebenen Fläche (bzw. Oberfläche) auf. Vorzugsweise ist die erste ebene Fläche (d.h. die ebene Fläche der Anpassungsstruktur) an einem ersten axialen Endabschnitt des Kontaktelements bzw. Kontaktelementkörpers ausgebildet, während die zweite ebene Fläche (d.h. die ebene Fläche des Lötans-

schluss) an dem zweiten axialen Endabschnitt ausgebildet ist. Vorzugsweise ist die erste ebene Fläche an einem ersten radialen Endabschnitt des Kontaktelements bzw. Kontaktelementkörpers ausgebildet, während die zweite ebene Fläche an einem zweiten radialen Endabschnitt des Kontaktelements bzw. Kontaktelementkörpers, der dem ersten radialen Endabschnitt gegenüberliegt, ausgebildet. Mit anderen Worten sind die erste ebene Fläche und die zweite ebene Fläche auf jeweils unterschiedlichen (insbesondere gegenüberliegenden) radialen Seiten des (zylindrischen) Kontaktelements bzw. Kontaktelementkörpers ausgebildet. Mit anderen Worten sind die erste ebene Fläche bzw. Oberfläche und die zweite ebene Fläche bzw. Oberfläche voneinander abgewandt. Insbesondere sind die erste ebene Fläche (der Anpassungsstruktur) und die zweite ebene Fläche (des Lötanschlusses) derart ausgebildet und/oder angeordnet, dass ein Normalenvektor der ersten ebenen Fläche bzw. Oberfläche entgegengesetzt zu einem Normalenvektor der zweiten ebenen Fläche bzw. Oberfläche ausgerichtet ist. Dies hat den Vorteil, dass bei einem parallelen Anordnen zweier solcher Kontaktelemente, z.B. zu einem "Differential-Kontaktelementpaar" (engl. "differential pair"), mittels der Anpassungsstrukturen an den ersten axialen Endabschnitten der Kontaktelemente elektrische Eigenschaften der Kontaktelemente bzw. des Kontaktelementpaares eingestellt werden können, während an den zweiten Endabschnitten der Kontaktelemente unabhängig vom bzw. trotz dem Anlöten von Litzen eines oder mehrerer Kabel ein ganz bestimmter vordefinierter Abstand zwischen den zweiten Endabschnitten der Kontaktelemente gewährleistet werden kann. Vorzugsweise sind daher, insbesondere in einem montierten bzw. zusammengesteckten Zustand des Steckverbinders, zwei Kontaktelemente (z.B. eines Differential-Kontaktelementpaares) derart parallel zueinander angeordnet, dass die ersten ebenen Flächen (d.h. die ebenen Flächen der Anpassungsstrukturen) der beiden Kontaktelemente einander zugewandt und die zweiten ebenen Flächen (d.h. die ebenen Flächen der Lötanschlüsse) der beiden Kontaktelemente voneinander abgewandt sind.

[0018] Ein weiterer unabhängiger Aspekt zur Lösung der Aufgabe betrifft ein Kontaktelementsystem (insbesondere ein Kontaktelementpaar) für einen Steckverbinder, wobei das Kontaktelementsystem zumindest umfasst:

- ein erstes erfindungsgemäßes Kontaktelement, und
- ein zweites erfindungsgemäßes Kontaktelement, wobei

die Anpassungsstruktur des ersten Kontaktelements und die Anpassungsstruktur des zweiten Kontaktelements ausgelegt und vorgesehen sind, elektrische Eigenschaften des Kontaktelementsystems und/oder des Steckverbinders durch eine Modifikation der Anpassungsstruktur des ersten Kontaktelements und/oder der Anpassungs-

struktur des zweiten Kontaktelements anzupassen und/oder einzustellen.

[0019] Insbesondere können elektrischen Eigenschaften (z.B. kapazitive und/oder impedantische Eigenschaften, insbesondere eine Kapazität und/oder eine Impedanz), welche bei einer parallelen Anordnung des ersten und zweiten Kontaktelements zueinander vorliegen, angepasst und/oder eingestellt werden. Insbesondere können die elektrischen Eigenschaften, welche bei einem bestimmten bzw. vorgegebenen Abstand der parallel zueinander bzw. übereinander angeordneten ersten und zweiten Kontaktelemente vorliegen, angepasst und/oder eingestellt werden.

[0020] Insbesondere kann die Anpassungsstruktur zumindest eines der Kontaktelemente des Kontaktelementsystems (vorzugsweise die Anpassungsstrukturen von zumindest zwei Kontaktelementen des Kontaktelementsystems) zur Anpassung der elektrischen Eigenschaften des Kontaktelementsystems und/oder des Steckverbinders modifiziert (insbesondere geometrisch verändert, wie z.B. gefräst oder geschnitten) worden sein.

[0021] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Anpassungsstruktur des ersten Kontaktelements und die Anpassungsstruktur des zweiten Kontaktelements jeweils eine im Wesentlichen ebene Fläche (bzw. Oberfläche) auf. Insbesondere wurde die Anpassungsstruktur des ersten Kontaktelements und die Anpassungsstruktur des zweiten Kontaktelements derart modifiziert, dass sie jeweils eine im Wesentlichen ebene Fläche (bzw. Oberfläche) aufweisen. Das erste Kontaktelement und das zweite Kontaktelement (bzw. die jeweiligen Kontaktelementkörper) sind vorzugsweise derart parallel zueinander (und/oder übereinander) angeordnet, dass die ebene Fläche der Anpassungsstruktur des ersten Kontaktelements und die ebene Fläche der Anpassungsstruktur des zweiten Kontaktelements einander zugewandt sind.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst das Kontaktelementsystem zumindest ein unmodifiziertes Kontaktelement (z.B. ohne Anpassungsstruktur oder mit einer unmodifizierten Anpassungsstruktur) und zumindest ein modifiziertes Kontaktelement (mit einer modifizierten Anpassungsstruktur). Alternativ oder zusätzlich umfasst das Kontaktelementsystem zumindest zwei unterschiedlich modifizierte Kontaktelemente. Beispielsweise kann das Kontaktelementsystem zumindest ein unmodifiziertes Kontaktelement ohne Anpassungsstruktur und zumindest ein Kontaktelement mit einer modifizierten Anpassungsstruktur umfassen. Es ist aber auch möglich, dass das Kontaktelementsystem zumindest zwei Kontaktelemente mit unterschiedlich modifizierten Anpassungsstrukturen umfasst. Insbesondere wird im Rahmen der Erfindung unter einem "unmodifizierten Kontaktelement" ein Kontaktelement ohne Anpassungsstruktur oder ein Kontaktelement mit einer unmodifizierten Anpassungsstruktur verstanden. Unter einem "modifizierten Kontaktelement" wird insbesondere ein Kontaktelement mit einer modifizierten Anpassungsstruktur verstanden.

[0023] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst das Kontaktelementensystem vier unmodifizierte Kontaktelemente (z.B. jeweils ohne eine Anpassungsstruktur, oder mit jeweils einer unmodifizierten Anpassungsstruktur, oder eine Kombination aus einem oder mehreren Kontaktelementen ohne Anpassungsstruktur und einem oder mehreren Kontaktelementen mit einer unmodifizierten Anpassungsstruktur) und sechs modifizierte Kontaktelemente (mit jeweils einer modifizierten Anpassungsstruktur).

[0024] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weisen die modifizierten Anpassungsstrukturen der sechs modifizierten Kontaktelemente jeweils eine im Wesentlichen ebene Fläche (bzw. Oberfläche) auf. Insbesondere wurden die Anpassungsstrukturen der sechs modifizierten Kontaktelemente derart modifiziert, dass sie jeweils eine im Wesentlichen ebene Fläche (bzw. Oberfläche) aufweisen. Die sechs modifizierten Kontaktelemente umfassen drei Kontaktelementpaare mit jeweils zwei modifizierten Kontaktelementen, wobei die zwei modifizierten Kontaktelemente eines jeden Kontaktelementpaares derart parallel zueinander angeordnet sind, dass die ebenen Flächen der Anpassungsstrukturen der zwei modifizierten Kontaktelemente eines jeden Kontaktelementpaares einander zugewandt sind. Vorzugsweise sind zwei modifizierte Kontaktelemente eines ersten Kontaktelementpaares der drei Kontaktelementpaare relativ zu jedem der übrigen modifizierten Kontaktelemente der anderen beiden Kontaktelementpaare bezüglich der ebenen Flächen um 90° gedreht angeordnet. Mit anderen Worten sind die Kontaktelemente der drei Kontaktelementpaare vorzugsweise derart angeordnet, dass ein Normalenvektor der zwei modifizierten Kontaktelemente eines ersten Kontaktelementpaares der drei Kontaktelementpaare senkrecht zu den Normalenvektoren sämtlicher der übrigen modifizierten Kontaktelemente der anderen beiden Kontaktelementpaare ausgerichtet ist.

[0025] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die vier unmodifizierten Kontaktelemente, betrachtet in einem Schnitt senkrecht zu den Längsachsen der Kontaktelemente (bzw. bezüglich einer Schnittebene senkrecht zu den Längsachsen der Kontaktelemente), an den Ecken eines Rechtecks angeordnet. Insbesondere sind die vier unmodifizierten Kontaktelemente derart angeordnet, dass deren axialen Endabschnitte bzw. Endpunkte (und/oder, sofern vorhanden, deren Anpassungsstrukturen) die Ecken eines Rechtecks bilden. Mit anderen Worten sind die vier unmodifizierten Kontaktelemente derart angeordnet, dass eine virtuelle Verbindungslinie, welche jeweils ein erstes axiales Ende und/oder einen ersten axialen Endabschnitt und/oder einen ersten axialen Endpunkt (und/oder insbesondere, sofern vorhanden, die Anpassungsstrukturen) der unmodifizierten Kontaktelemente miteinander verbindet, im Wesentlichen ein Rechteck bildet. Mit anderen Worten sind die vier unmodifizierten Kontaktelemente (bzw. deren axialen Enden und insbesondere deren Anpassungs-

strukturen) in einem Rechteck bzw. an den Ecken eines Rechtecks angeordnet.

[0026] Ein weiterer unabhängiger Aspekt zur Lösung der Aufgabe betrifft einen Steckverbinder, insbesondere einen Rundsteckverbinder bzw. einen USB 3.1 Rundsteckverbinder, umfassend:

- zumindest ein erfindungsgemäßes Kontaktelement; und/oder
- zumindest ein erfindungsgemäßes Kontaktelementensystem.

[0027] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Steckverbinder:

- einen Steckverbinder-Stecker mit einem ersten erfindungsgemäßen Kontaktelementensystem (Stecker-Kontaktelementensystem); und
- einen Steckverbinder-Sockel mit einem zweiten erfindungsgemäßen Kontaktelementensystem (Sockel-Kontaktelementensystem);

wobei die Kontaktelemente (Stecker-Kontaktelemente) des ersten Kontaktelementensystems jeweils einen Kontakt-Pin aufweisen, und wobei die Kontaktelemente (Sockel- bzw. Buchsen-Kontaktelemente) des zweiten Kontaktelementensystems jeweils eine zu dem Kontakt-Pin komplementäre Kontaktbuchse aufweisen, mit welcher der Kontakt-Pin (insbesondere elektrisch und mechanisch) verbindbar ist. Mit anderen Worten sind die Kontaktbuchsen jeweils zur Aufnahme eines Kontakt-Pins der Kontaktelemente des Steckverbinder-Steckers ausgelegt. Entsprechend sind die Kontakt-Pins jeweils ausgelegt, um in eine Kontaktbuchse der Kontaktelemente des Steckverbinder-Sockels eingeführt bzw. eingesteckt zu werden. Insbesondere ist in einem montierten bzw. zusammengesteckten Zustand des Steckverbinders jeweils ein Kontakt-Pin der Kontaktelemente des ersten Kontaktelementensystems in eine (insbesondere zugehörige) Kontaktbuchse der Kontaktelemente des zweiten Kontaktelementensystems (lösbar) eingeführt bzw. eingesteckt. Insbesondere ist im montierten Zustand das erste Kontaktelementensystem mit dem zweiten Kontaktelementensystem derart (lösbar) zusammengesteckt, dass die Kontaktelemente des ersten Kontaktelementensystems jeweils mit zugehörigen Kontaktelementen des zweiten Kontaktelementensystems elektrisch und mechanisch miteinander verbunden sind. Diese elektrische und mechanische Verbindung ist vorzugsweise eine lösbare Verbindung, d.h. das erste und zweite Kontaktelementensystem können nach dem Zusammenstecken, insbesondere durch das Anwenden einer bestimmten Kraft entgegen einer Einsteckrichtung, auch wieder zerstörungsfrei voneinander getrennt bzw. auseinandergesteckt werden.

[0028] Vorzugsweise weist der Steckverbinder-Sockel ein Sockel-Isolierelement zum elektrischen Isolieren der Sockel- bzw. Buchsen-Kontaktelemente auf. Ferner weist der Steckverbinder-Sockel vorzugsweise ein Sockelgehäuse auf, welches insbesondere das Sockel-Isolierelement und damit auch die Sockel-Kontaktelemente umgibt. Entsprechend weist der Steckverbinder-Stecker vorzugsweise ein Stecker-Isolierelement zum elektrischen Isolieren der Stecker-Kontaktelemente auf. Ferner weist der Steckverbinder-Stecker insbesondere ein Steckergehäuse auf, welches vorzugsweise das Stecker-Isolierelement und damit auch die Stecker-Kontaktelemente umgibt. Insbesondere sind das Sockel-Isolierelement und das Stecker-Isolierelement aus Kunststoff ausgebildet.

[0029] Vorzugsweise weist der Steckverbinder-Sockel Bohr- oder Schraublöcher auf, um den Steckverbinder-Sockel mittels Schrauben an einer Leiterplatte zu befestigen, und zwar vorzugsweise derart, dass die Sockel-Kontaktelemente mit zugehörigen Kontakten auf der Leiterplatte elektrisch verbunden sind.

[0030] Vorzugsweise weisen die Sockel-Kontaktelemente jeweils eine Buchse zum Einführen eines Kontaktpins auf. Alternativ oder zusätzlich weisen die Stecker-Kontaktelemente vorzugsweise jeweils einen (bereits oben beschriebenen) Lötanschluss bzw. eine ebene Fläche zum Anlöten eines elektrischen Leiters (bzw. einer Litze) auf.

[0031] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachfolgend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in Alleinstellung oder in anderen Kombinationen verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0032] Für die oben genannten weiteren unabhängigen Aspekte und insbesondere für diesbezügliche bevorzugte Ausführungsformen gelten auch die vor- oder nachstehend gemachten Ausführungen zu den Ausführungsformen des ersten Aspekts. Insbesondere gelten für einen unabhängigen Aspekt der vorliegenden Erfindung und für diesbezügliche bevorzugte Ausführungsformen auch die vor- und nachstehend gemachten Ausführungen zu den Ausführungsformen der jeweils anderen unabhängigen Aspekte.

[0033] Im Folgenden werden einzelne Ausführungsformen zur Lösung der Aufgabe anhand der Figuren beispielhaft beschrieben. Dabei weisen die einzelnen beschriebenen Ausführungsformen zum Teil Merkmale auf, die nicht zwingend erforderlich sind, um den beanspruchten Gegenstand auszuführen, die aber in bestimmten Anwendungsfällen gewünschte Eigenschaften bereitstellen. So sollen auch Ausführungsformen als unter die beschriebene technische Lehre fallend offenbart angesehen werden, die nicht alle Merkmale der im Folgenden beschriebenen Ausführungsformen aufweisen. Ferner werden, um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, bestimmte Merkmale nur in Bezug auf einzelne der im Folgenden beschriebenen Ausführungsformen erwähnt. Es

wird darauf hingewiesen, dass die einzelnen Ausführungsformen daher nicht nur für sich genommen, sondern auch in einer Zusammenschau betrachtet werden sollen. Anhand dieser Zusammenschau wird der Fachmann erkennen, dass einzelne Ausführungsformen auch durch Einbeziehung von einzelnen oder mehreren Merkmalen anderer Ausführungsformen modifiziert werden können. Es wird darauf hingewiesen, dass eine systematische Kombination der einzelnen Ausführungsformen mit einzelnen oder mehreren Merkmalen, die in Bezug auf andere Ausführungsformen beschrieben werden, wünschenswert und sinnvoll sein kann und daher in Erwägung gezogen und auch als von der Beschreibung umfasst angesehen werden soll.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0034]

- | | | |
|----|----------|--|
| 20 | Figur 1a | zeigt eine schematische Zeichnung eines Kontaktelements gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einer perspektivischen Ansicht; |
| 25 | Figur 1b | zeigt eine schematische Zeichnung des Kontaktelements von Figur 1 in einer weiteren perspektivischen Ansicht; |
| 30 | Figur 1c | zeigt eine schematische Zeichnung eines Kontaktelements gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einer perspektivischen Ansicht; |
| 35 | Figur 2a | zeigt eine schematische Zeichnung eines Kontaktelementsystems gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; |
| 40 | Figur 2b | zeigt einen vergrößerten Ausschnitt von Anpassungsstrukturen eines ersten Kontaktelementpaares des Kontaktelementsystems von Figur 2a; |
| 45 | Figur 2c | zeigt einen vergrößerten Ausschnitt von Anpassungsstrukturen eines zweiten Kontaktelementpaares des Kontaktelementsystems von Figur 2a; |
| 50 | Figur 2d | zeigt ein Ersatzschaltbild für ein parallel angeordnetes Kontaktelementpaar; |
| 55 | Figur 3a | zeigt ein Messergebnis der Impedanz in Abhängigkeit der Zeit für differentielle Kontaktelementpaare ohne Anpassungsstrukturen; |
| | Figur 3b | zeigt ein Messergebnis für die Impedanz in Abhängigkeit der Zeit für differentielle Kon- |

- taktelementpaare mit Anpassungsstrukturen;
- Figur 4a zeigt eine schematische Zeichnung eines Kontaktelementsystems gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Figur 4b zeigt eine schematische Zeichnung des Kontaktelementsystems von Figur 4a mit einem steckerseitigen Isolierelement;
- Figur 5 zeigt eine schematische Zeichnung eines Steckverbinders gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einer perspektivischen Seitenansicht;
- Figur 6a zeigt eine schematische Zeichnung des Steckverbinders von Figur 5 in einer Vorderansicht;
- Figur 6b zeigt eine schematische Zeichnung eines Ausschnitts des Steckverbinders von Figur 5 in einer perspektivischen Rückansicht.

Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen

[0035] Die in der vorliegenden Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z. B. oben, unten, seitlich usw. sind jeweils auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0036] Die **Figur 1** zeigt eine schematische Zeichnung eines Kontaktelements 10a gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einer perspektivischen Ansicht. Das Kontaktelement 10a ist für den Einsatz in einem Steckverbinder ausgelegt und weist einen zylinderförmigen leitfähigen Kontaktelementkörper 1 auf. An einem ersten Endabschnitt E1 des Kontaktelements 10a ist am Kontaktelementkörper 1 zumindest ein Anpassungselement bzw. eine Anpassungsstruktur 5 ausgebildet. Wie in der Figur 1 ersichtlich, stellt diese Anpassungsstruktur 5 eine lokale Verdickung und/oder Ummantelung des Kontaktelementkörpers 1 dar. Die Anpassungsstruktur 5 ist ausgelegt und vorgesehen, elektrische Eigenschaften des Kontaktelements 10a und/oder eines Steckverbinders, in dem das Kontaktelement angeordnet werden kann, durch eine Modifikation der Anpassungsstruktur 5 anzupassen und/oder einzustellen.

[0037] Im gezeigten Beispiel der Figur 1a wurde die Anpassungsstruktur 5 des Kontaktelements 10a bereits modifiziert. Dazu wurde an einer radialen Seite der zylindrischen bzw. ringförmigen Anpassungsstruktur 5 Material abgetragen, und zwar derart, dass sich eine im Wesentlichen ebene Fläche F1 ausgebildet hat.

[0038] Am axialen Endabschnitt E1 weist das Kontak-

telement 10a ferner einen Kontaktstift bzw. Kontakt-Pin 2 auf, welcher in eine komplementäre Buchse 6 (siehe Figur 1c) eingeführt werden kann, um eine elektrische Verbindung mit einem weiteren Kontaktelement 10b (siehe Figur 1c) herzustellen. Wie in Figur 1a zu sehen, ist die Anpassungsstruktur 5 unmittelbar am Kontakt-Pin 2 des Kontaktelements 10a ausgebildet. Der Kontakt-Pin 2 ist als ein verjüngter Endabschnitt des Kontaktelementkörpers 1a ausgebildet und weist an seinem axialen Ende eine Kontaktspitze auf.

[0039] An einem zweiten axialen Endabschnitt E2 (im Rahmen dieser Beschreibung auch als Löt-Endabschnitt bezeichnet) des Kontaktelements 10a ist ein Lötanschluss bzw. eine Lötkontur 8 zum Anlöten eines elektrischen Leiters an den leitfähigen Kontaktelementkörper 1a. Der Lötanschluss 8 ist als eine ebene Fläche (bzw. Oberfläche) F2 des Kontaktelementkörpers 1a ausgebildet. Wie insbesondere in der perspektivischen Ansicht der **Figur 1b** erkennbar, ist hierzu der axiale Endabschnitt E2 des Kontaktelementkörpers 1a abgeflacht, so dass dieser eine im Wesentlichen ebene Fläche (bzw. Oberfläche) zum Auflegen und Anlöten eines elektrischen Leiters aufweist. Wie die ebene Fläche F1 der Anpassungsstruktur 5 kann auch die ebene Fläche F2 des Lötanschlusses 8 durch einen Materialabtrag, insbesondere durch ein Abfräsen, Abschleifen, Abschneiden, Stoßen und/oder mittels Laserablation des Endabschnitts E2 des Kontaktelementkörpers 1a erzeugt werden.

[0040] Ein elektrischer Leiter wie z.B. eine Litze eines Kabels kann mit Hilfe von Lötzinn auf der ebenen Oberfläche F2 des zweiten Endabschnitts E2 angelötet werden, um somit eine mechanische und elektrische Verbindung zwischen dem elektrischen Leiter und dem Kontaktelement 10a zu erzeugen. Der axiale Löt-Endabschnitt E2 des Kontaktelements 10a weist die Form und/oder Geometrie eines massiven Halbzylinders (bzw. abgeflachten massiven Zylinders) auf. Somit kann ein elektrischer Leiter aus einer Vielzahl von Richtungen kommend (bzw. von mehreren Seiten kommend, also z.B. von vorne, von rechts und/oder von links) auf den axialen Endabschnitt E2 gelegt und angelötet werden. Wie bereits weiter oben erläutert, erleichtert eine solche ebene Lötfläche insbesondere bei einem Steckverbinder, der eine Vielzahl von Kontaktelementen 10a aufweist, wesentlich das Verlöten einer entsprechenden Vielzahl von elektrischen Leitern bzw. Litzen.

[0041] Wie aus den Figuren 1a und 1b ersichtlich, weist also das Kontaktelement 10a bzw. der Kontaktelementkörper 1a eine Anpassungsstruktur 5 mit einer ersten ebenen Fläche F1 und eine Lötkontur bzw. einen Lötanschluss 8 mit einer zweiten ebenen Fläche F2 auf. Dabei ist die erste ebene Fläche F1 am ersten axialen Endabschnitt E1 des Kontaktelements 10a bzw. Kontaktelementkörpers 1a ausgebildet, während die zweite ebene Fläche F2 an dem zweiten axialen Endabschnitt E2 ausgebildet ist. Beide ebene Flächen F1 und F2 erstrecken sich parallel zu einer Längsachse L des Kontaktelementkörpers 1a. Die erste ebene Fläche F1 und die

zweite ebene Fläche F2 sind auf jeweils gegenüberliegenden radialen Seiten des zylindrischen Kontaktelementkörpers 1a ausgebildet, d.h. die erste ebene Fläche F1 ist von der zweiten ebenen Fläche F2 abgewandt. Wie in den Figuren 1a und 1b angedeutet, sind die ebenen Flächen F1 und F2 derart angeordnet und/oder ausgebildet, dass ein Normalenvektor bzw. eine Richtung $\vec{R}_1$ der ersten ebenen Fläche F1 entgegengesetzt zu einem Normalenvektor bzw. einer Richtung $\vec{R}_2$ der zweiten ebenen Fläche F2 ausgerichtet ist. Wie bereits weiter oben beschrieben, hat eine solche Konfiguration den Vorteil, dass bei einem parallelen Anordnen zweier Kontaktelemente 10a (wie z.B. in der Figur 2a dargestellt) mittels der Anpassungsstrukturen 5 an den ersten axialen Endabschnitten E1 der Kontaktelemente 10a elektrische Eigenschaften der Kontaktelemente 10a bzw. des Kontaktelementpaares eingestellt werden können, während an den zweiten Endabschnitten E2 der Kontaktelemente 10a unabhängig vom bzw. trotz dem Anlöten von Litzen eines oder mehrerer Kabel ein ganz bestimmter vordefinierter Abstand D (siehe auch Figur 6b) zwischen den zweiten Endabschnitten E2 der Kontaktelemente 10a eingehalten werden kann. Denn vorteilhafterweise wird dieser Abstand D bei einer solchen Konfiguration nicht durch das Anbringen von Lötmedium beeinflusst.

[0042] Die Figur 1c zeigt eine schematische Zeichnung eines Kontaktelements 10b gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einer perspektivischen Ansicht. Im Vergleich zu dem in den Figuren 1a und 1b gezeigten Kontaktelementkörper 1b des Kontaktelements 10b als Buchse 6 ausgebildet. Mit anderen Worten weist der Kontaktelementkörper 1b eine Öffnung bzw. einen Schlitz auf. Durch Einführen und/oder Einstecken des Kontakt-Pins 2 des in den Figuren 1a und 1b gezeigten Kontaktelements 10a in die Buchse 6 des Kontaktelements 10b kann eine elektrische und/oder mechanische Verbindung zwischen den Kontaktelementen 10a und 10b hergestellt werden. Das Kontaktelement 10 weist zudem einen Kontakt-Pin 3 auf, welcher durch die Anpassungsstruktur 5 ausgebildet ist bzw. in diese integriert ist. Der Kontakt-Pin 3 dient zum elektrischen Kontaktieren von Kontakten einer Leiterplatte. Insbesondere können die Kontaktelemente 10b mit Hilfe der Kontakt-Pins 3 auf die Leiterplatte, insbesondere durch ein SMD-Löten, gelötet werden.

[0043] Wie ferner aus den Figuren 1a bis 1c ersichtlich, ist die Anpassungsstruktur 5 derart ausgebildet, dass die Größe A einer durch einen Materialabtrag (z.B. Fräsen oder Schneiden) der Anpassungsstruktur 5 resultierenden ebenen Fläche F1 von einer Abtragungstiefe abhängt. Durch die Menge des Materials, welches von der Anpassungsstruktur abgetragen wird, kann somit die Größe der Fläche F1 bestimmt werden. Auf diese Weise kann die Fläche F1 und damit auch elektrische Eigenschaften des Kontaktelements (wie z.B. eine Kapazität

oder eine Impedanz), insbesondere in Verbindung mit zumindest einem zu dem Kontaktelement parallel angeordneten weiteren Kontaktelement, angepasst und/oder eingestellt werden.

[0044] Die Figur 2a zeigt eine schematische Zeichnung eines Kontaktelementsystems 50 (hier z.B. ein "SuperSpeed transmitter differential pair" für einen "USB 3.1 - Socket and Plug" Rundsteckverbinder) gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Kontaktelementsystem 50 der Figur 2a umfasst zwei parallel zueinander angeordnete Kontaktelemente 10b, welche insbesondere in einem Sockelelement (hier dem weiblichen Teil) eines Steckverbinders anordenbar sind, und zwei parallel zueinander angeordnete Kontaktelemente 10a, welche insbesondere in einem Steckerelement (d.h. dem männlichen Teil) des Steckverbinders anordenbar sind. Wie in der Figur 2a dargestellt, sind jeweils die Kontakt-Pins 2 der Stecker-Kontaktelemente 10a in die Buchsen 6 der Buchsen-Kontaktelemente 10b eingesteckt. An den ebenen Flächen der Löt-Endabschnitte E2 der Stecker-Kontaktelemente 10a ist jeweils ein elektrischer Leiter bzw. eine Litze 13 eines Kabels 18 angelötet. In diesem montierten bzw. zusammengesteckten Zustand sind jeweils die zwei Kontaktelemente 10a derart parallel zueinander angeordnet, dass die ersten ebenen Flächen F1 der Anpassungsstrukturen 5 einander zugewandt sind, während die zweiten ebenen Flächen F2 (d.h. die ebenen Flächen der durch die Endabschnitte E2 ausgebildeten Lötanschlüsse) der beiden Kontaktelemente 10a voneinander abgewandt sind.

[0045] Die Figur 2b zeigt einen vergrößerten Ausschnitt der Anpassungsstrukturen 5 des Buchsen-Kontaktelementpaares (umfassend zwei parallel zueinander angeordnete Buchsen-Kontaktelemente 10b) des Kontaktelementsystems 50 von Figur 2a.

[0046] Die Figur 2c zeigt einen vergrößerten Ausschnitt der Anpassungsstrukturen 5 des Stecker-Kontaktelementpaares (umfassend zwei parallel zueinander angeordnete Stecker-Kontaktelemente 10a) des Kontaktelementsystems 50 von Figur 2a. Wie in Figur 2b angedeutet, sind jeweils die ebenen Flächen F1 der modifizierten Anpassungsstrukturen 5 mit einem Abstand d beabstandet.

[0047] Die Figur 2d zeigt ein Wellenleiter-Ersatzschaltbild für ein parallel bzw. übereinander angeordnetes Kontaktelementpaar, wie jeweils in den Figuren 2a bis 2c beispielhaft dargestellt. Das Kontaktelementpaar kann z.B. ein differenzielles Kontaktelementpaar sein. Die Impedanz Z ergibt sich wie folgt:

$$Z = \sqrt{\frac{R' + i\omega L'}{G' + i\omega C'}} \quad .$$

[0048] Dabei bezeichnet L' einen Induktivitätsbelag, C'

einen Kapazitätsbelag, R' einen Widerstandsbelag, G' einen Querleitbelag, und $\omega = 2\pi f$ die Kreisfrequenz des Wechselstromes. Bei einer Frequenz ab einigen Megahertz, und somit $\omega L' \gg R'$ und $\omega C' \gg G'$, gilt vereinfacht:

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

[0049] Die Impedanz Z ist somit bei konstantem L' von der Kapazität bzw. dem Kapazitätsbelag C' abhängig.

[0050] Mit Hilfe der in den Figuren 2b und 2c vergrößert dargestellten modifizierten Anpassungsstrukturen 5 der Kontaktelemente 10a bzw. 10b kann insbesondere über die Größe A der Fläche $F1$ die Kapazität eines Kontaktelementpaares eingestellt werden. Für die Kapazität C gilt dabei:

$$C = \frac{\epsilon \cdot A}{d}$$

[0051] Dabei bezeichnet ϵ die Dielektrizitätskonstante. Somit ist die Kapazität von der Größe A der Fläche $F1$ und dem Abstand d abhängig. Die Größe A kann durch eine Modifikation der Anpassungsstruktur 5 der Kontaktelemente 10a bzw. 10b eingestellt werden. Bei einem vorgegebenen Abstand d kann somit die durch eine Modifikation der Anpassungsstruktur 5 der Kontaktelemente 10a bzw. 10b die Kapazität C eingestellt werden. Insbesondere kann die Kapazität C durch ein Abflachen der Anpassungsstruktur 5, und somit einem Vergrößern der Fläche $F1$ bzw. A , erhöht werden.

[0052] Eine Herausforderung bei Steckverbindern ist es insbesondere, eine möglichst konstante Impedanz, welche zumindest innerhalb von bestimmten Toleranzgrenzen liegt, zu erzielen. Beispielsweise kann ein gewünschter bzw. zulässiger Impedanzbereich zwischen 80Ω und 100Ω liegen. In der **Figur 3a** ist ein Messergebnis der Impedanz in Abhängigkeit der Zeit für differentielle Standard-Kontaktelementpaare ohne Anpassungsstrukturen gezeigt, während in der **Figur 3b** das entsprechende Messergebnis für differentielle Kontaktelementpaare mit erfindungsgemäßen Anpassungsstrukturen dargestellt ist. Wie den Diagrammen entnommen werden kann, liegen die gemessenen Impedanzen bei den Standard-Kontaktelementpaaren teilweise außerhalb der oben angegebenen Toleranzgrenzen (siehe das Diagramm der **Figur 3a**), während die gemessenen Impedanzen bei den Kontaktelementpaaren mit modifizierten Anpassungsstrukturen und damit angepassten bzw. optimal eingestellten Kapazitäten innerhalb der oben angegebenen Toleranzgrenzen liegen (siehe das Diagramm der **Figur 3b**). Durch eine Anpassung bzw. Modifikation der erfindungsgemäßen Anpassungsstrukturen 5 kann somit eine signifikante Verbesserung der

elektrischen Eigenschaften der Kontaktelemente bzw. Kontaktelementpaare erreicht werden.

[0053] Die **Figur 4a** zeigt eine schematische Zeichnung eines Kontaktelementsystems 50 gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Kontaktelementsystem 50 umfasst ein erstes Kontaktelementsystem 50a und ein zweites Kontaktelementsystem 50b. Das Kontaktelementsystem 50a umfasst eine Vielzahl von Kontaktelementen 10a (siehe auch die Figuren 1a und 1b), während das Kontaktelementsystem 50b eine Vielzahl von Kontaktelementen 10b (siehe auch die **Figur 1c**) umfasst. Eine entsprechende Vielzahl von Kabeln 18 sind durch ein Kabelführungselement 16 geführt, und die Litzen dieser Kabel sind an die Lötanschlüsse 8 der Kontaktelemente 10a angelötet. Ferner sind jeweils die Kontakt-Pins 2 der Kontaktelemente 10a in die Buchsen 6 der Kontaktelemente 10b eingeführt bzw. eingesteckt.

[0054] Die **Figur 4b** zeigt eine schematische Zeichnung des Kontaktelementsystems 50 von **Figur 4a**, wobei die Stecker-Kontaktelemente 10b zumindest teilweise von einem Stecker-Isolierelement 20 umgeben sind. Ein entsprechendes Buchsen-Isolierelement (in der **Figur 4b** nicht gezeigt) umgibt insbesondere auch die Buchsen-Kontaktelemente 10a. Zur besseren Darstellbarkeit ist ein solches Buchsen-Isolierelement in der **Figur 4b** jedoch weggelassen.

[0055] Die **Figur 5** zeigt eine schematische Zeichnung eines Steckverbinders 100 gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einer perspektivischen Seitenansicht. Der Steckverbinder 100, welcher in der gezeigten Ausführungsform einen Rundsteckverbinder (insbesondere einen USB 3.1 Rundsteckverbinder) darstellt, umfasst, wie in den Figuren 4a und 4b gezeigt, ein Kontaktelementsystem 50 mit einer Vielzahl von Kontaktelementen 10a (in **Figur 5** nicht erkennbar) und 10b. Dabei weist der Steckverbinder 100 einen Steckverbinder-Stecker 30 mit einem ersten Kontaktelementsystem 50a, deren Kontaktelemente 10a (in **Figur 5** nicht erkennbar) jeweils einen Kontakt-Pin 2, welcher in eine der Kontaktbuchsen 6 eingeführt werden kann, auf (siehe hierzu insbesondere auch die Figuren 1a bis 1c). Ferner weist der Steckverbinder 100 einen Steckverbinder-Sockel 40 mit einem zweiten Kontaktelementsystem 50b auf, deren Kontaktelemente 10b jeweils eine Kontaktbuchse 6 zur Aufnahme eines der Kontakt-Pins 2 der Kontaktelemente 10a aufweisen. Das in **Figur 5** dargestellte Element 30 stellt einen Steckverbinder-Stecker bzw. ein Stecker-Gehäuse dar, während das Element 40 einen Steckverbinder-Sockel bzw. ein Sockel-Gehäuse darstellt. Im montierten bzw. zusammengesteckten Zustand des Steckverbinders 100 ist jeweils ein Kontakt-Pin 2 der Kontaktelemente 10a des ersten Kontaktelementsystems in eine Kontaktbuchse 6 der Kontaktelemente 10b des zweiten Kontaktelementsystems eingeführt.

[0056] Insbesondere weist der Steckverbinder-Stecker ein Stecker-Kontaktelementsystem 50a mit einer

Vielzahl von Kontaktelementen 10a, ein Stecker-Isolierelement 20 zum Isolieren der Stecker-Kontaktelemente 10a, und ein Steckergehäuse 30 auf, welches das Stecker-Isolierelement 20 und damit auch die Stecker-Kontaktelemente 10a umgibt. Entsprechend weist insbesondere der Steckverbinder-Sockel ein Sockel-Kontaktelementensystem 50b mit einer Vielzahl von Sockel-Kontaktelementen 10b, ein Sockel-Isolierelement zum Isolieren der Sockel-Kontaktelemente 10b, und ein Sockelgehäuse 40 auf, welches das Sockel-Isolierelement und damit auch die Sockel-Kontaktelemente 10b umgibt.

[0057] Der Steckverbinder-Sockel 40 weist zudem vier Bohr- bzw. Schraublöcher auf, um den Steckverbinder-Sockel mit Schrauben an eine Leiterplatte (in den Figuren nicht gezeigt) zu befestigen, und zwar vorzugsweise derart, dass die Sockel-Kontaktelemente 10b mit zugehörigen Kontakten auf der Leiterplatte elektrisch verbunden sind.

[0058] Die **Figur 6a** zeigt eine schematische Zeichnung des Steckverbinders 100 von **Figur 5** in einer Vorderansicht. In dieser Ansicht wird deutlich, dass der Steckverbinder 100 bzw. das im Steckverbinder 100 angeordnete Kontaktelementensystem 50 sowohl unmodifizierte Kontaktelemente (d.h. Kontaktelemente ohne Anpassungsstruktur und/oder Kontaktelemente mit einer unmodifizierten Anpassungsstruktur) und modifizierte Kontaktelemente (d.h. Kontaktelemente mit einer modifizierten Anpassungsstruktur) umfasst. Insbesondere umfasst das Kontaktelementensystem 50 zumindest zwei unterschiedlich modifizierte Kontaktelemente. So kann z.B. das Kontaktelementensystem 50, wie in der **Figur 6a** dargestellt, vier unmodifizierte Kontaktelemente (jeweils ohne Anpassungsstruktur) und sechs Kontaktelemente mit jeweils einer modifizierten Anpassungsstruktur umfassen. Möglich wäre aber auch, dass das Kontaktelementensystem 50 zumindest zwei Kontaktelemente mit unterschiedlich modifizierten Anpassungsstrukturen umfasst. Jeweils zwei übereinander oder nebeneinander angeordnete Kontaktelemente 10b, welche jeweils eine modifizierte Anpassungsstruktur aufweise, bilden ein differenzielles Kontaktelementpaar 15 ("Differential Pair").

[0059] Wie in der **Figur 6a** erkennbar, umfasst der Steckverbinder bzw. das Kontaktelementensystem 50 vier unmodifizierte Kontaktelemente (welche jeweils keine Anpassungsstruktur aufweisen), und sechs modifizierte Kontaktelemente mit jeweils einer modifizierten Anpassungsstruktur. Die modifizierten Anpassungsstrukturen der sechs modifizierten Kontaktelemente weisen jeweils eine ebene Fläche auf. Die sechs modifizierten Kontaktelemente umfassen drei Kontaktelementpaare 15 (insbesondere "Differential Pairs") mit jeweils zwei modifizierten Kontaktelementen, wobei die zwei modifizierten Kontaktelemente eines jeden Kontaktelementpaares 15 derart parallel zueinander angeordnet sind, dass die ebenen Flächen der Anpassungsstrukturen der zwei modifizierten Kontaktelemente eines jeden Kontaktelementpaares 15 einander zugewandt sind. Zwei modifizierte Kontaktelemente eines ersten Kontaktelementpaares

der drei Kontaktelementpaare sind zudem relativ zu jedem der übrigen modifizierten Kontaktelemente der anderen beiden Kontaktelementpaare bezüglich der ebenen Flächen um 90° gedreht angeordnet. Die vier unmodifizierten Kontaktelemente sind, betrachtet in einem Schnitt senkrecht zu den Längsachsen der unmodifizierten Kontaktelemente, an den Ecken eines Rechtecks angeordnet. Mit anderen Worten sind die vier unmodifizierten Kontaktelemente derart angeordnet, dass deren axialen Endabschnitte E1 (siehe z.B. die **Figur 1c**) die Ecken eines Rechtecks bilden.

[0060] Die **Figur 6b** zeigt eine schematische Zeichnung eines Ausschnitts des Steckverbinders von **Figur 5** in einer perspektivischen Rückansicht. In dieser Rückansicht sind die Endabschnitte E2 bzw. die Lötanschlüsse 8 der Stecker-Kontaktelemente 10a (siehe auch die **Figuren 1a** und **1b**) zu sehen. Aus Darstellungsgründen sind in der **Figur 6b** nur zwei der insgesamt zehn angeschlossenen Kabel 18 gezeigt, während die restlichen acht Kabel ausgeblendet sind. Somit sind vor allem die in dem Steckverbinder 100 bzw. dessen Steckelementensystem 50 der **Figuren 5**, **6a** und **6b** vorhandenen drei Kontaktelementpaare 15, welche insbesondere differenzielle Kontaktelementpaare sind, besser erkennbar. Die zwei modifizierten Kontaktelemente 10a eines jeden Kontaktelementpaares 15 weisen an den Endabschnitten E2 bzw. den Lötanschlüssen 8 jeweils einen vorbestimmten Abstand D auf. Durch die Anordnung der Kontaktelemente 10a derart, dass bei den Kontaktelementpaaren 15 jeweils die ebenen Lötflächen 8 der zwei jeweils beteiligten Kontaktelemente voneinander abgewandt sind, kann vorteilhafterweise gewährleistet werden, dass der Abstand D unabhängig vom eingebrachten Lötzinn beim Anlöten der Litzen stets gleich bleibt. Dies gewährleistet vorteilhafterweise möglichst konstante elektrische Eigenschaften, wie z.B. eine möglichst konstante Kapazität und/oder Impedanz des Steckverbinders 100 bzw. des im Steckverbinder 100 angeordneten Kontaktelementensystems 50.

Bezugszeichenliste

[0061]

1a, 1b	Kontaktelementkörper
2	Kontaktstift (Kontakt-Pin)
3	Kontakt-Pin
5	Anpassungselement (Anpassungsstruktur)
6	Buchse
8	Lötkontur (Lötanschluss)
10a, 10b	Kontaktelement
13	Litze (elektrischer Leiter)
15	(differenzielles) Kontaktelementpaar
16	Kabelführelement
18	Kabel
20	Isolierelement
30	Stecker (Gehäuse)
40	Sockel (Gehäuse)

42	Bohrloch (Schraubloch)
50	Kontaktelementsyst
100	Steckverbinder
A	Fläche / Flächeninhalt
d	Abstand
D	Abstand
E1	(erster) axialer Endabschnitt
E2	(zweiter) axialer Endabschnitt
F1	erste ebene Fläche
F2	zweite ebene Fläche
L	Längsachse
R1	erste Richtung
R2	zweite Richtung

Patentansprüche

1. Kontaktelement (10a; 10b) für einen Steckverbinder (100), umfassend einen leitfähigen Kontaktelementkörper (1a; 1b),
dadurch gekennzeichnet, dass
der Kontaktelementkörper (1a; 1b) zumindest eine Anpassungsstruktur (5) aufweist, welche ausgelegt und vorgesehen ist, elektrische Eigenschaften des Kontaktelements (10a; 10b) und/oder des Steckverbinders (100) durch eine Modifikation der Anpassungsstruktur (5) anzupassen und/oder einzustellen.
2. Kontaktelement (10a; 10b) nach Anspruch 1,
wobei die Modifikation der Anpassungsstruktur (5) einen Materialabtrag der Anpassungsstruktur (5) umfasst, und/oder
wobei die Anpassungsstruktur (5) derart ausgebildet ist, dass die Größe einer durch einen Materialabtrag der Anpassungsstruktur (5) resultierenden ebenen Fläche (F1) von einer Abtragungstiefe abhängt.
3. Kontaktelement (10a; 10b) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Anpassungsstruktur (5) an einem axialen Endabschnitt (E1) des Kontaktelementkörpers (1a; 1b) ausgebildet ist.
4. Kontaktelement (10a; 10b) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Anpassungsstruktur (5) an einem Kontakt-Pin (2; 3) des Kontaktelementkörpers (1a; 1b) ausgebildet ist.
5. Kontaktelement (10a; 10b) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Anpassungsstruktur (5) eine im Wesentlichen ebene Fläche (F1) aufweist, die sich vorzugsweise parallel zu einer Längsachse (L) des Kontaktelementkörpers (1a; 1b) erstreckt.
6. Kontaktelement (10a) nach einem der vorangehen-

den Ansprüche,

wobei die Anpassungsstruktur (5) an einem ersten axialen Endabschnitt (E1) des Kontaktelementkörpers (1a) ausgebildet ist, und
wobei der Kontaktelementkörper (1a) ferner einen Lötanschluss (8) aufweist, welcher an einem zweiten axialen Endabschnitt (E2) des Kontaktelementkörpers (1a) ausgebildet ist.

7. Kontaktelement (10b) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

wobei die Anpassungsstruktur (5) an einem ersten axialen Endabschnitt (E1) des Kontaktelementkörpers (1a) ausgebildet ist, und
wobei der Kontaktelementkörper (1b) ferner eine Buchse (6) zum Einführen eines Kontaktpins (2) aufweist, wobei die Buchse (6) an einem zweiten axialen Endabschnitt (E2) des Kontaktelementkörpers (1b) ausgebildet ist.

8. Kontaktelementsyst (50) für einen Steckverbinder (100), umfassend zumindest:

- ein erstes Kontaktelement (10a; 10b) nach einem der vorangehenden Ansprüche, und
- ein zweites Kontaktelement (10a; 10b) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei

die Anpassungsstruktur (5) des ersten Kontaktelements (10a; 10b) und die Anpassungsstruktur (5) des zweiten Kontaktelements (10a; 10b) ausgelegt und vorgesehen sind, elektrische Eigenschaften des Kontaktelementsyst (50) und/oder des Steckverbinders (100) durch eine Modifikation der Anpassungsstruktur (5) des ersten Kontaktelements (10a; 10b) und/oder der Anpassungsstruktur (5) des zweiten Kontaktelements (10a; 10b) anzupassen und/oder einzustellen.

9. Kontaktelementsyst (50) nach Anspruch 8, wobei die Anpassungsstruktur (5) des ersten Kontaktelements (10a; 10b) und die Anpassungsstruktur (5) des zweiten Kontaktelements (10a; 10b) jeweils eine im Wesentlichen ebene Fläche (F1) aufweisen, und
wobei das erste Kontaktelement (10a; 10b) und das zweite Kontaktelement (10a; 10b) derart parallel zueinander angeordnet sind, dass die ebene Fläche (F1) der Anpassungsstruktur (5) des ersten Kontaktelements (10a; 10b) und die ebene Fläche (F1) der Anpassungsstruktur (5) des zweiten Kontaktelements (10a; 10b) einander zugewandt sind.

10. Kontaktelementsyst (50) nach Anspruch 8 oder 9,
wobei das Kontaktelementsyst (50) zumindest ein unmodifiziertes Kontaktelement um-

fasst, und wobei das Kontaktelementensystem (50) ferner zumindest ein modifiziertes Kontaktelement mit einer modifizierten Anpassungsstruktur umfasst; und/oder

wobei das Kontaktelementensystem (50) zumindest zwei unterschiedlich modifizierte Kontaktelemente umfasst.

11. Kontaktelementensystem (50) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei
das Kontaktelementensystem (50) vier unmodifizierte Kontaktelemente umfasst, und ferner sechs modifizierte Kontaktelemente mit jeweils einer modifizierten Anpassungsstruktur umfasst.

12. Kontaktelementensystem (50) nach Anspruch 11, wobei:

die modifizierten Anpassungsstrukturen der sechs modifizierten Kontaktelemente jeweils eine im Wesentlichen ebene Fläche (F1) aufweisen; und

die sechs modifizierten Kontaktelemente drei Kontaktelementpaare (15) mit jeweils zwei modifizierten Kontaktelementen umfassen, wobei die zwei modifizierten Kontaktelemente eines jeden Kontaktelementpaares (15) derart parallel zueinander angeordnet sind, dass die ebenen Flächen (F1) der Anpassungsstrukturen (5) der zwei modifizierten Kontaktelemente eines jeden Kontaktelementpaares (15) einander zugewandt sind, und

wobei vorzugsweise zwei modifizierte Kontaktelemente eines ersten Kontaktelementpaares der drei Kontaktelementpaare (15) relativ zu jedem der übrigen modifizierten Kontaktelemente der anderen beiden Kontaktelementpaare bezüglich der ebenen Flächen (F1) um 90° gedreht angeordnet sind.

13. Kontaktelementensystem (50) nach Anspruch 11 oder 12, wobei die vier unmodifizierten Kontaktelemente, betrachtet in einem Schnitt senkrecht zu den Längsachsen der Kontaktelemente, an den Ecken eines Rechtecks angeordnet sind.

14. Steckverbinder (100) umfassend:

- zumindest ein Kontaktelement (10a; 10b) nach einem der Ansprüche 1 bis 7; und/oder
- zumindest ein Kontaktelementensystem (50) nach einem der Ansprüche 8 bis 13.

15. Steckverbinder (100) nach Anspruch 14 umfassend:

- einen Steckverbinder-Stecker mit einem ersten Kontaktelementensystem (50a) nach einem der Ansprüche 8 bis 13; und

- einen Steckverbinder-Sockel mit einem zweiten Kontaktelementensystem (50b) nach einem der Ansprüche 8 bis 13;

wobei die Kontaktelemente (10a) des ersten Kontaktelementensystems (50a) jeweils einen Kontakt-Pin (2) aufweisen, und
wobei die Kontaktelemente (10b) des zweiten Kontaktelementensystems jeweils eine zu dem Kontakt-Pin (2) komplementäre Kontaktbuchse (6) aufweisen, mit welcher der Kontakt-Pin (2) verbindbar ist.

Fig. 1a

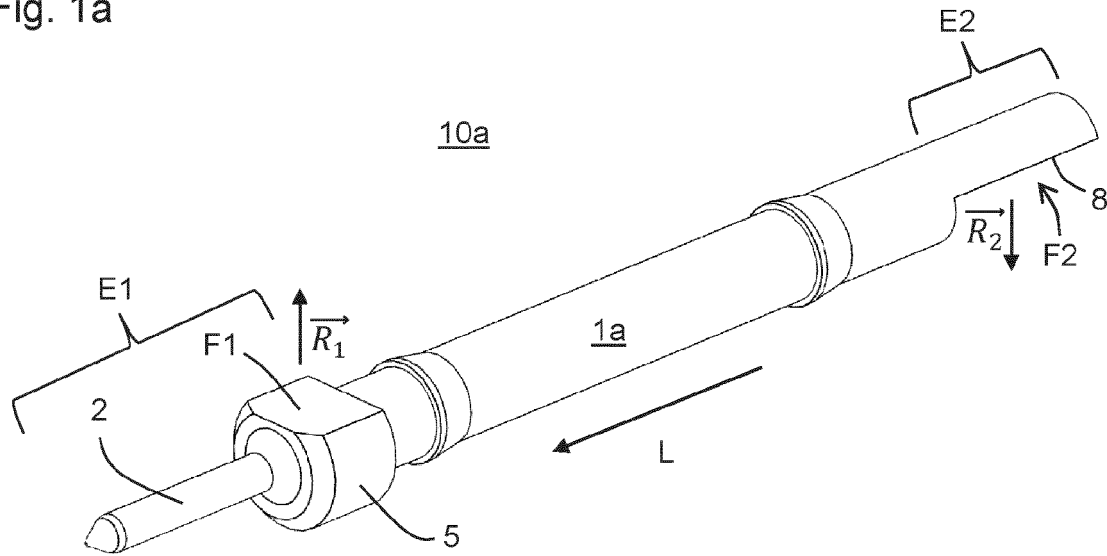


Fig. 1b

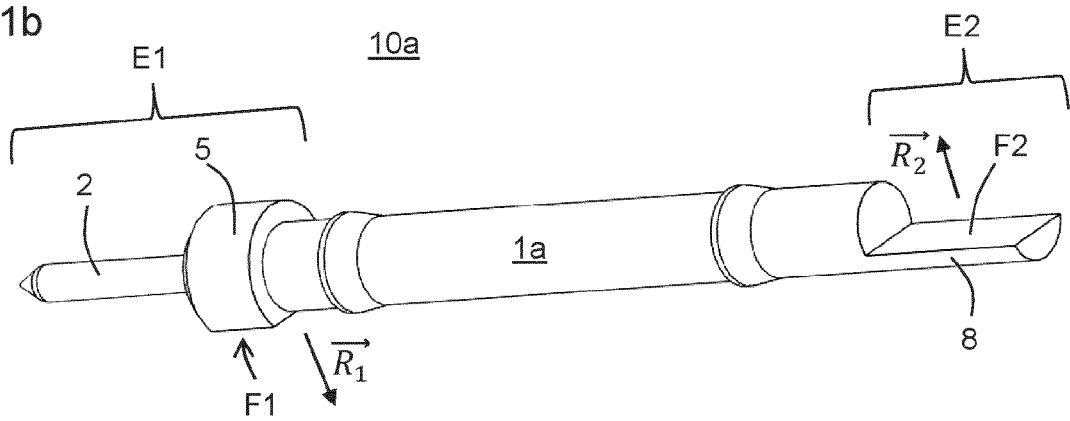


Fig. 1c

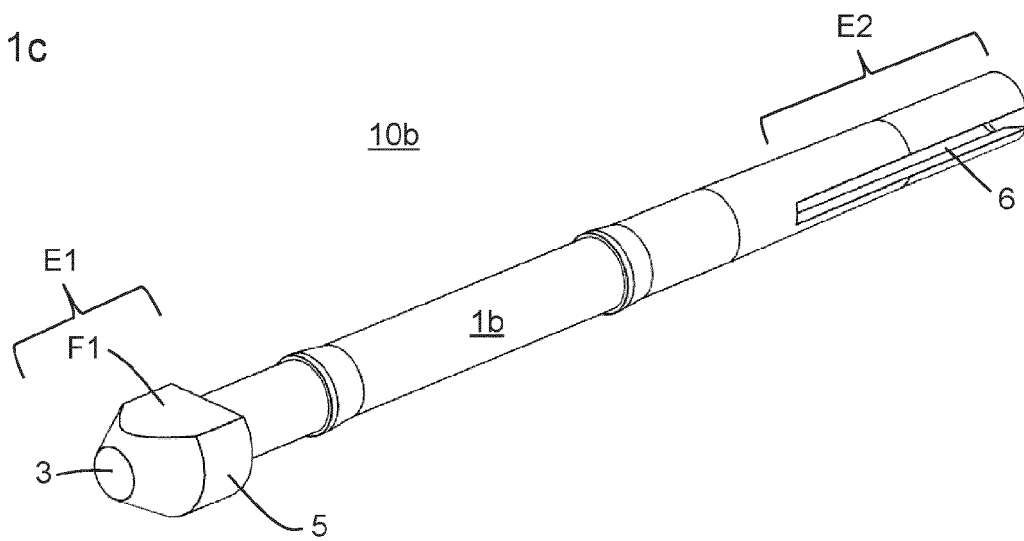


Fig. 2a

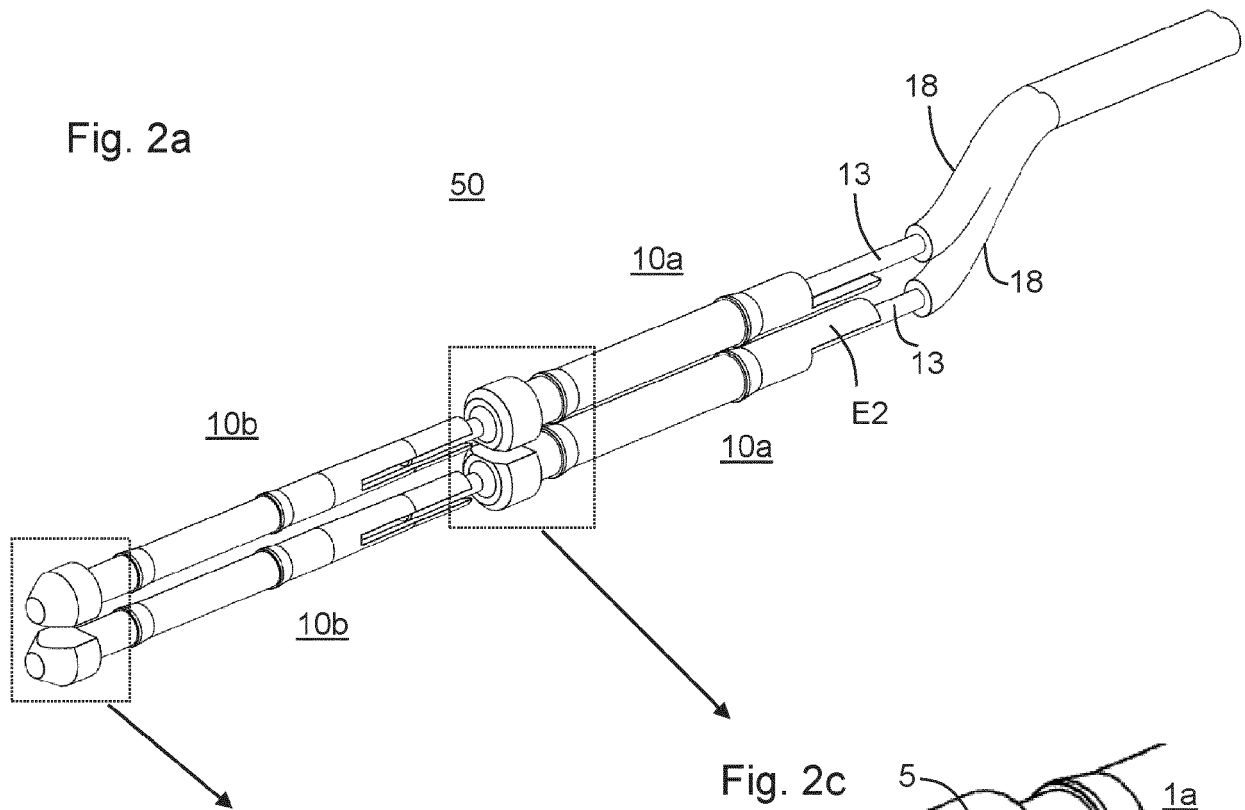


Fig. 2b

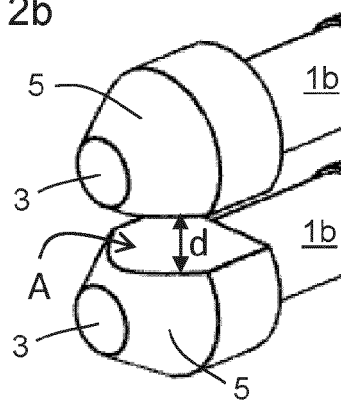


Fig. 2c

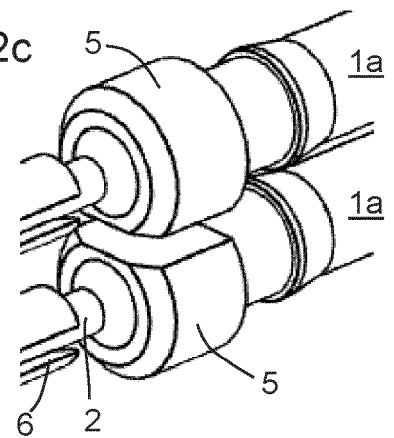


Fig. 2d

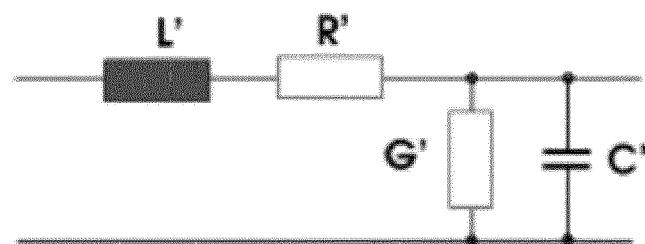


Fig. 3a

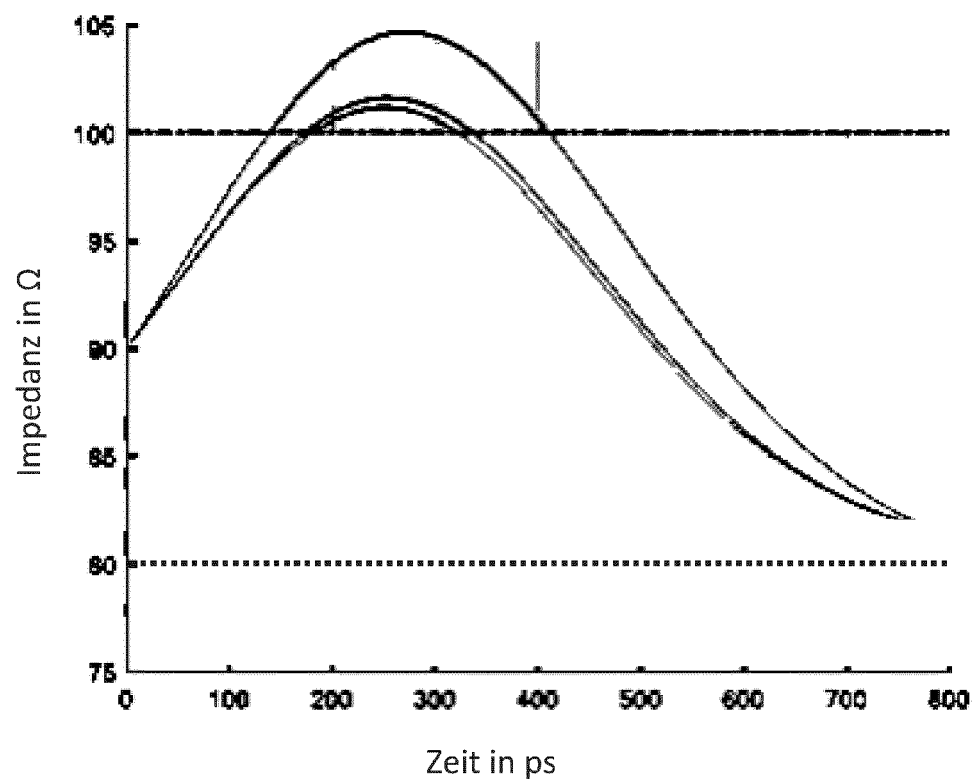


Fig. 3b

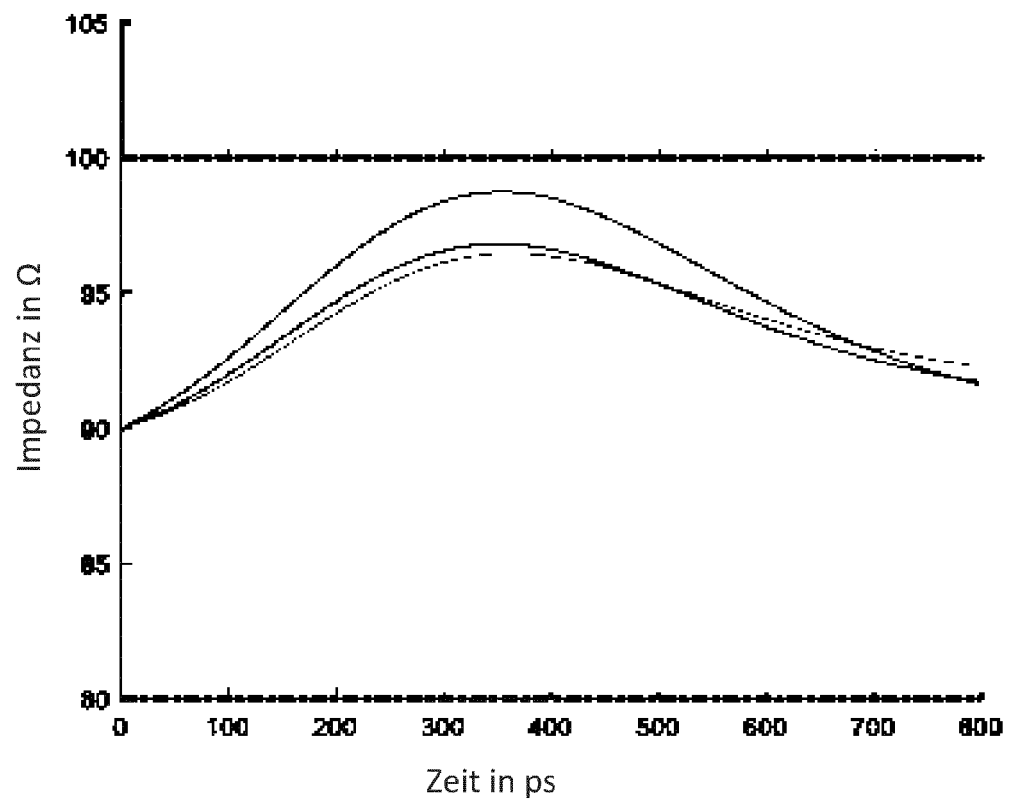


Fig. 4a

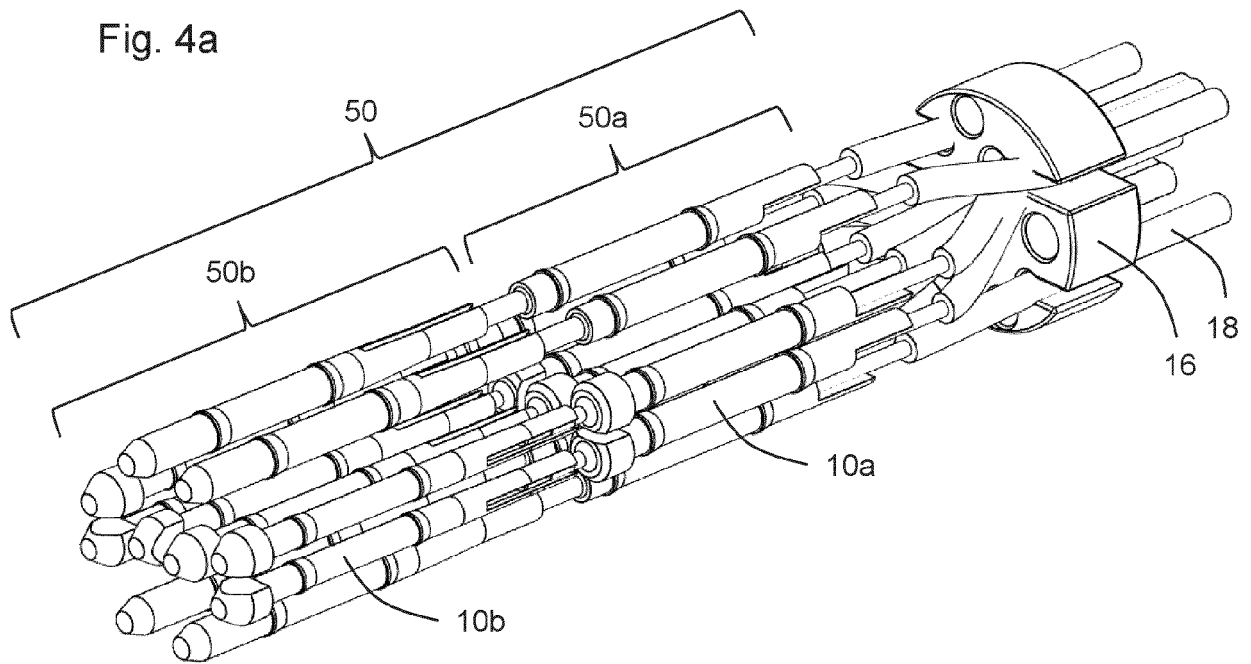


Fig. 4b

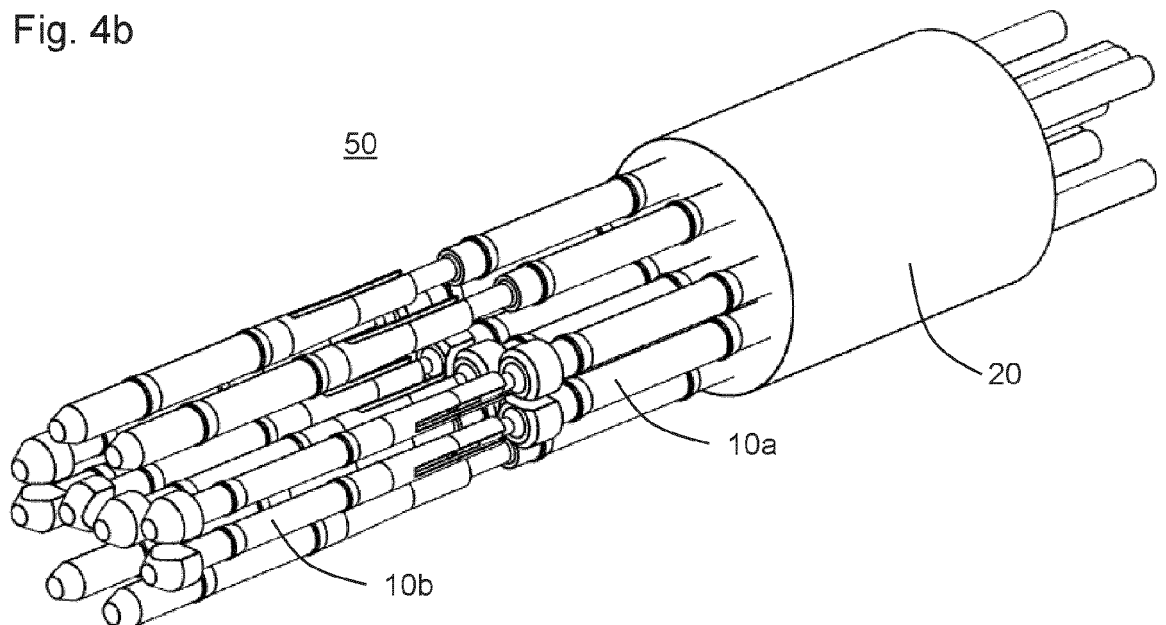


Fig. 5

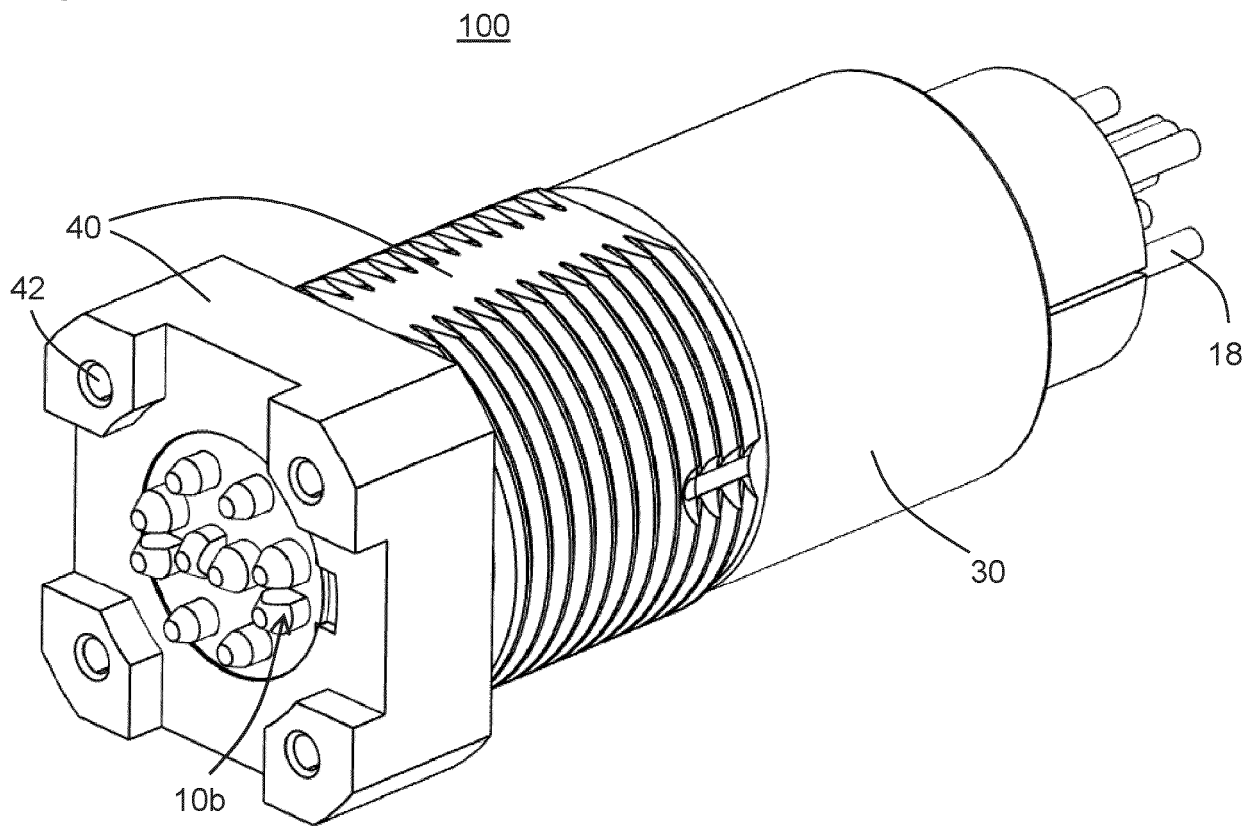


Fig. 6a

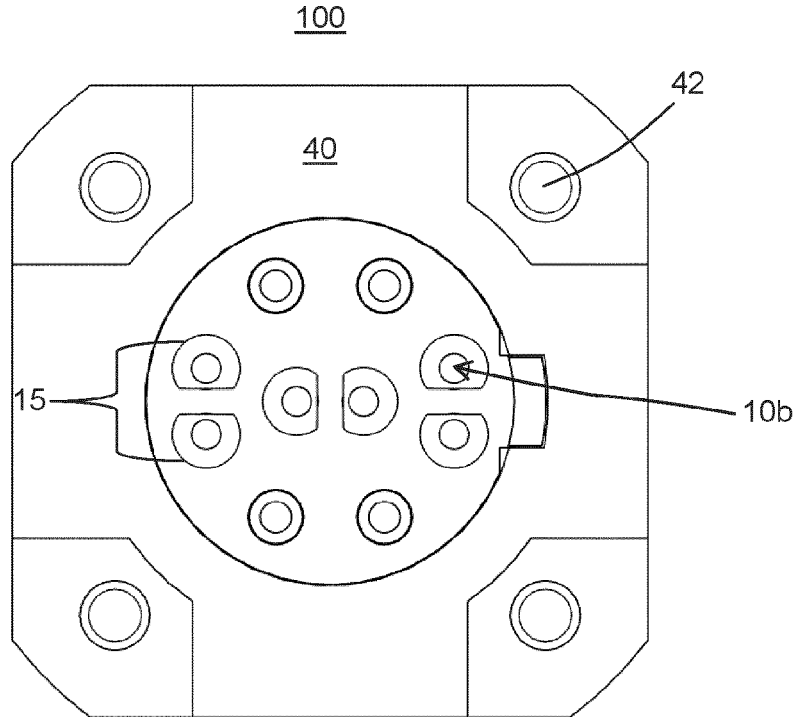
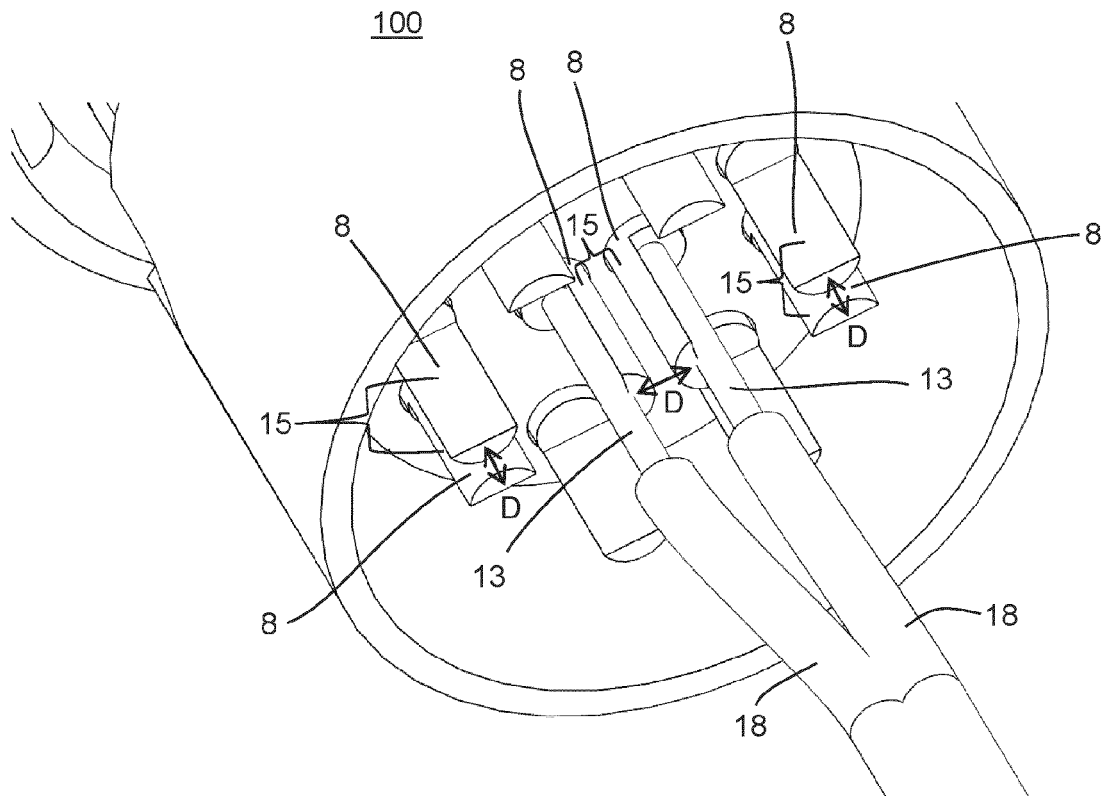


Fig. 6b





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 16 3322

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 3 823 109 A1 (TE CONNECTIVITY GERMANY GMBH [DE]) 19. Mai 2021 (2021-05-19) * Absatz [0042]; Abbildungen 11,12 * -----	1, 2, 5	INV. H01R13/6474 H01R24/44 H01R24/86
X	EP 3 872 937 A1 (ROSENBERGER HOCHFREQUENZTECHNIK GMBH & CO KG [DE]) 1. September 2021 (2021-09-01) * Zusammenfassung; Abbildungen 4-6 * -----	1, 2, 8	
A	US 8 777 640 B2 (BUCK CARSTEN [DE]; SIELER TORSTEN [DE] ET AL.) 15. Juli 2014 (2014-07-15) * Zusammenfassung; Abbildung 2 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01R
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		11. Juli 2023	Corrales, Daniel
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 16 3322

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-07-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3823109 A1	19-05-2021	CN 112803184 A	14-05-2021
		DE 102019130743 A1	20-05-2021
		EP 3823109 A1	19-05-2021
		JP 2021082582 A	27-05-2021
		KR 20210058716 A	24-05-2021
		US 2021151937 A1	20-05-2021
EP 3872937 A1	01-09-2021	CN 113328278 A	31-08-2021
		EP 3872937 A1	01-09-2021
		US 2021273380 A1	02-09-2021
US 8777640 B2	15-07-2014	CA 2760255 A1	04-11-2010
		CN 102414934 A	11-04-2012
		DE 102009019626 B3	03-03-2011
		EP 2425499 A1	07-03-2012
		JP 5565887 B2	06-08-2014
		JP 2012525670 A	22-10-2012
		TW 201108525 A	01-03-2011
		US 2012045938 A1	23-02-2012
		WO 2010124965 A1	04-11-2010

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82