



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 4 117 108 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.01.2023 Patentblatt 2023/02

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01P 1/04 (2006.01) **H01P 3/123 (2006.01)**
H01P 5/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 22181787.7

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01P 1/042; H01P 3/123; H01P 5/082

(22) Anmeldetag: 29.06.2022

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: 08.07.2021 DE 102021117640

(71) Anmelder: **Tesat Spacecom GmbH & Co. KG**
71522 Backnang (DE)

(72) Erfinder:
• **ARNOLD, Christian**
71522 Backnang (DE)
• **BARTZ, Sebastian**
71522 Backnang (DE)

(74) Vertreter: **LKGLOBAL**
Lorenz & Kopf PartG mbB Patentanwälte
Briener Straße 11
80333 München (DE)

(54) HOHLLEITERANORDNUNG MIT EINEM STEGHOHLLEITER UND EINEM HOHLLEITER UND VERBINDUNGSSCHNITTSTELLE

(57) Eine Hohlleiteranordnung (10) enthält einen ersten Steghohlleiter (100A) und einen zweiten Hohlleiter (100B). Der erste Steghohlleiter (100A) enthält ein erstes Gehäuse (110) mit einem ersten Hohlraum (120) und einen sich in dem ersten Hohlraum (120) in Längsrichtung erstreckenden ersten Steg (130A). Der erste Steg (130A) ist galvanisch mit einer Wand (112) des ersten Gehäuses (110) verbunden. Der zweite Hohlleiter (100B)

enthält ein zweites Gehäuse (110) mit einem zweiten Hohlraum. Der erste Steghohlleiter (100A) überlappt den zweiten Hohlleiter (100B) in einem Verbindungsabschnitt (140) in Längsrichtung (102) der Hohlleiteranordnung (10), um eine kapazitive Kopplung zwischen dem ersten Steg (130A) und dem zweiten Hohlleiter (100B) herzustellen.

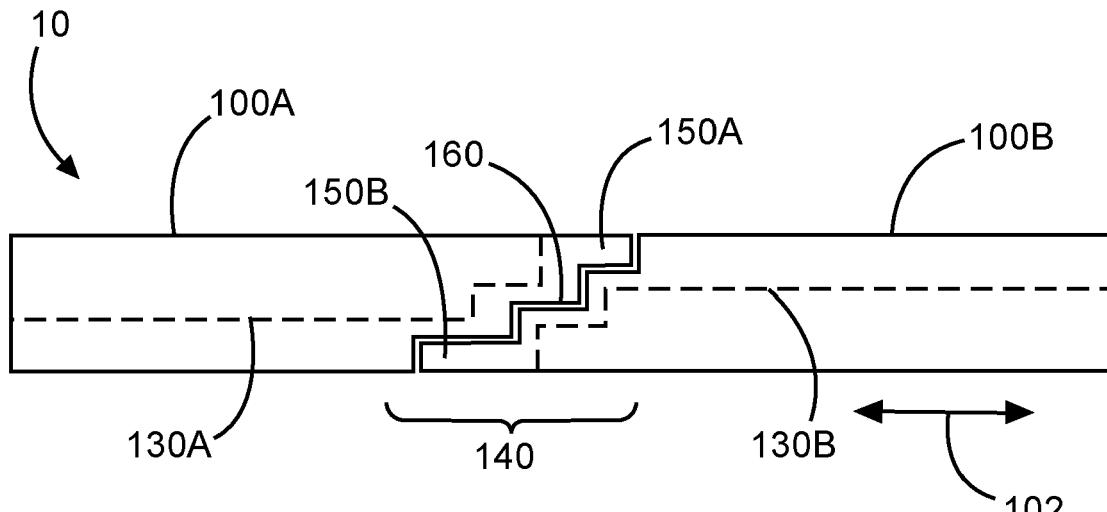


Fig. 2

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein das technische Gebiet der Hochfrequenztechnik und betrifft insbesondere eine Hohlleiteranordnung mit einem ersten Steghohlleiter und einem zweiten Hohlleiter, die in einem Verbindungsabschnitt miteinander verbunden sind, um Signale zwischen dem ersten Steghohlleiter und dem zweiten Hohlleiter übertragen zu können. Der zweite Hohlleiter kann ebenfalls als Steghohlleiter ausgestaltet sein.

Hintergrund der Erfindung

[0002] In der Hochfrequenztechnik, also für die Übertragung und Verarbeitung von Signalen mit sehr hohen Frequenzen, beispielsweise Signale deutlich über 1 GHz bis hin zu 35 bis 40 GHz, werden üblicherweise Hohlleiter verwendet, um hochfrequente Signale zwischen Komponenten zu übertragen. Komponenten, welche mit Signalen bei hohen Frequenzen arbeiten, sind insbesondere in Kommunikationssatelliten verbreitet.

[0003] Hochfrequenzverbindungen können beispielsweise als Bestandteil von Satellitenübertragungsstrecken genutzt werden. Bei der Satellitenübertragungsstrecke kann es sich beispielsweise um eine Ka-Band Übertragungsstrecke handeln in einem Frequenzbereich von 17,7 - 21,2 GHz für die Abwärtsstrecke (downlink) und 27,5 - 31 GHz für die Aufwärtsstrecke (uplink), um eine Ku- oder X-Band-Implementierung im Bereich um 11 bzw. 7 GHz, oder um eine L-Band- (um 1,5 GHz), S-Band- (um 2,5 GHz) oder C-Band-Implementierung (um 4 GHz).

[0004] Mit der zunehmenden Verbreitung von Satellitenkonstellationen im niedrigen und mittleren Erdorbit wandeln sich die Anforderungen an die Geräte auf der Nutzlast zunehmend hin zu niedrigeren Kosten und höheren Stückzahlen. Für Konstellationen werden in der Regel kleine, effiziente Elektronikbaugruppen gefordert, um beispielsweise aktive Antennen anzusteuern und Signale über mehrere Kanäle parallel zu übertragen. Diese Elektronikbaugruppen sind in der Regel mit Hochfrequenzverstärkern und deren Ansteuerung, sowie passiven Hochfrequenzbauteilen (Filtern, Übergängen, Isolatoren, Kopplern etc.) bestückt. Insbesondere bei aktiven Antennenstrukturen bestehen diese Baugruppen in der Regel aus mehreren parallelen Verarbeitungspfaden.

[0005] DE 10 2017 124 974 B3 beschreibt eine Möglichkeit einer modularen Verbindung zwischen zwei Hochfrequenzkomponenten, wobei die modulare Verbindung zwei Schnittstellen aufweist, an welche jeweils eine aktive oder passive Hochfrequenzkomponente oder eine Hochfrequenzleitung angeschlossen werden kann.

[0006] Zwei Hohlleiter können an ihrer Verbindungsstelle beispielsweise unter Verwendung eines Flanschs verbunden werden. Alternativ können für die

Übertragung hochfrequenter Signale Koaxialleitungen verwendet werden, für welche wiederum entsprechende Verbindungstechniken verfügbar sind.

[0007] US 3 629 734 A beschreibt ein Hohlleiterverbindungsstück, welches mehrere Hohlleiteranschlüsse aufweist, die als Steghohlleiter ausgestaltet sind. Das Hohlleiterverbindungsstück weist vier Hohlleiteranschlüsse auf, die sich in verschiedene Richtungen erstrecken und an einem gemeinsamen Kreuzungspunkt der Umwandlungen der Hohlleiteranschlüsse kapazitiv miteinander gekoppelt sind.

[0008] US 4 720 693 A beschreibt einen Steghohlleiter mit einem Fenster in einem metallischen Gehäuse.

[0009] CN 1 05 633 524 A beschreibt eine Verbindungstechnik für Steghohlleiter, bei der eine Kopplungsstruktur an der Verbindungsstelle zum Einsatz kommt.

[0010] CN 1 01 485 038 A beschreibt eine Hohlleiterschnittstelle mit Flanschen zum Verbinden von Hohlleiterabschnitten.

[0011] Auch wenn die bisherigen Verbindungstechniken die an sie gestellten Anforderungen erfüllen, kann ein Bedarf an einer verbesserten Verbindungstechnik zwischen zwei Hohlleitern bestehen. Insbesondere die Verwendung von Hohlleitern und Hohlleitertechnik in einer großen Stückzahl hat einen Bedarf nach Miniaturisierung auf diesem Gebiet entstehen lassen.

Beschreibung der Erfindung

[0012] Es kann daher als Aufgabe der Erfindung betrachtet werden, das Herstellen einer Verbindung zwischen zwei Hohlleitern, insbesondere Steghohlleitern, dahingehend zu verbessern, dass der Platzbedarf für die Verbindung reduziert wird, ohne dadurch die Güte der Signalverbindung negativ zu beeinflussen.

[0013] Diese Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs. Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen sowie aus der folgenden Beschreibung.

[0014] Gemäß der Erfindung ist eine Hohlleiteranordnung mit einem ersten Steghohlleiter und einem zweiten Hohlleiter angegeben. Der erste Steghohlleiter enthält ein erstes Gehäuse mit einem ersten Hohlraum und einen sich in dem ersten Hohlraum in Längsrichtung erstreckenden ersten Steg, wobei der erste Steg galvanisch mit einer Wand des ersten Gehäuses verbunden ist. Der zweite Hohlleiter enthält ein zweites Gehäuse mit einem zweiten Hohlraum. Der erste Steghohlleiter überlappt den zweiten Hohlleiter in einem Verbindungsabschnitt in Längsrichtung der Hohlleiteranordnung, um eine kapazitive Kopplung zwischen dem ersten Steg und dem zweiten Hohlleiter herzustellen. Das erste Gehäuse weist ein erstes Fenster auf und das zweite Gehäuse weist ein zweites Fenster auf, wobei das erste Fenster

das zweite Fenster in dem Verbindungsabschnitt überlappt. Sowohl der erste Steghohlleiter als auch der zweite Hohlleiter enthalten in dem Verbindungsabschnitt eine Stufung in Längsrichtung und die beiden Stufungen sind

komplementär. Das Überlappen des ersten Steghohlleiters und des zweiten Hohlleiters wird erreicht, indem die beiden komplementären Stufungen aneinander anliegen, wenn der erste Steghohlleiter an dem zweiten Hohlleiter anliegt und einen zusammengesetzten Zustand definiert. Das erste Fenster und das zweite Fenster sind jeweils in einer Stufenfläche in der Stufung angeordnet, wobei diese zwei Stufenflächen sich in Längsrichtung der Hohlleiteranordnung erstrecken (sozusagen horizontal verlaufen), wodurch sich das erste Fenster und das zweite Fenster in dem zusammengesetzten Zustand gegenüberliegen und sich dadurch überlappen.

[0015] Auf diese Weise wird auf ein gesondertes Verbindungselement zwischen dem ersten Steghohlleiter und dem zweiten Steghohlleiter verzichtet. Die beiden Steghohlleiter sind vielmehr so ausgestaltet, dass sie in dem Verbindungsabschnitt einander entsprechende Abschnitte aufweisen. Diese Abschnitte werden direkt miteinander verbunden, wodurch eine kapazitive Kopplung zwischen dem ersten Steghohlleiter und dem zweiten Steghohlleiter hergestellt und das Übertragen von hochfrequenten Signalen ermöglicht wird.

[0016] Durch diesen Aufbau wird der Platzbedarf der Hohlleiteranordnung reduziert, weil auf das gesonderte Verbindungselement verzichtet wird.

[0017] Mit der hier beschriebenen Hohlleiteranordnung kann ein Steghohlleiter mit einem herkömmlichen Hohlleiter (ohne Steg in dem Hohlraum) verbunden werden. Bei dieser Variante wird eine sich entlang des Stegs ausbreitende elektromagnetische Welle in den zweiten Hohlleiter eingekoppelt (oder umgekehrt). Es ist aber genauso möglich, dass zwei Steghohlleiter miteinander verbunden werden.

[0018] Soweit nicht anders angegeben, ist im Zusammenhang mit dieser Beschreibung der Begriff "verbunden" oder "Verbindung" dahingehend zu verstehen, dass es sich dabei um eine kommunikative Verbindung zum Übertragen von Signalen, insbesondere Hochfrequenzsignale, handelt. Dies schließt nicht aus, dass eine "Verbindung" auch eine mechanische Verbindung sein kann, allerdings ist stets, soweit nicht explizit anders angegeben oder bezeichnet, eine Signalübertragungsverbindung vorhanden, wenn der allgemeine Begriff "Verbindung" verwendet wird.

[0019] Ebenso ist der Begriff "Signal" dahingehend zu verstehen, dass es sich dabei um Hochfrequenzsignale handelt, wie sie oben im einleitenden Teil erwähnt sind, es sei denn, dass an einer Stelle ein Signal explizit abweichend definiert wird.

[0020] Gemäß einer Ausführungsform ist der zweite Hohlleiter ein Steghohlleiter und weist einen sich in dem zweiten Hohlraum in Längsrichtung erstreckenden zweiten Steg auf, wobei der zweite Steg galvanisch mit einer Wand des zweiten Gehäuses verbunden ist, und wobei der erste Steghohlleiter den zweiten Hohlleiter in einem Verbindungsabschnitt in Längsrichtung der Hohlleiteranordnung überlappt, um eine kapazitive Kopplung zwischen dem ersten Steg und dem zweiten Steg herzustel-

len.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausführungsform überlappt der zweite Steg das erste Gehäuse in dem Verbindungsabschnitt wenigstens abschnittsweise in Längsrichtung.

[0022] Hierdurch wird ermöglicht, dass ein hochfrequentes Signal (HF-Signal) von dem zweiten Steg in das erste Gehäuse und dessen Steg (oder umgekehrt) kapazitiv übertragen oder eingekoppelt wird.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsform überlappt der erste Steg das zweite Gehäuse in dem Verbindungsabschnitt wenigstens abschnittsweise in Längsrichtung.

[0024] So wie der zweite Steg das erste Gehäuse in Längsrichtung überlappt, überlappt auch der erste Steg das zweite Gehäuse, gemäß dieser Ausführungsform.

[0025] Ganz allgemein ausgedrückt, und nicht nur auf diese Ausführungsform bezogen, wird der Querschnitt des ersten Steghohlleiters und der Querschnitt des zweiten Steghohlleiters im Verbindungsabschnitt der Hohlleiteranordnung entlang der Längsrichtung der Hohlleiteranordnung verändert, damit die beiden Steghohlleiter in dem Verbindungsabschnitt platzsparend miteinander verbunden werden können.

[0026] Während eine elektromagnetische Welle sich in jedem Steghohlleiter entlang der Längsrichtung des Steghohlleiters und des Stegs ausbreitet, wird die Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Welle in dem Verbindungsabschnitt geändert. In dem Verbindungsabschnitt ändert sich die Ausbreitungsrichtung und verläuft quer zu der Längsrichtung der Hohlleiteranordnung, damit die zu übertragende elektromagnetische Welle von einem Steghohlleiter auf den anderen Steghohlleiter übertragen wird. Sodann breitet sich die elektromagnetische Welle nach dem Übergang im Verbindungsabschnitt in dem anderen Steghohlleiter erneut in Längsrichtung des Steghohlleiters aus.

[0027] Gemäß einer weiteren Ausführungsform überlappt der erste Steg den zweiten Steg in dem Verbindungsabschnitt wenigstens abschnittsweise in Längsrichtung.

[0028] In einer Variante ist es möglich, dass die Stege sich soweit in Längsrichtung und in den Verbindungsabschnitt hinein erstrecken, dass es in Längsrichtung einen Überlapp zwischen den beiden Stegen gibt. Hierdurch wird die Güte der kapazitiven Kopplung zwischen den beiden Stegen verbessert.

[0029] Bevorzugt sind die Stege der beiden Steghohlleiter in einer Richtung quer zu der Längsrichtung versatzfrei zueinander ausgerichtet. Die Stege können bezüglich ihrer Form und ihrer Maße gleich ausgestaltet sein, z.B. die gleiche Höhe und die gleiche Breite haben und gleich weit in den Verbindungsabschnitt hineinragen. In einer Querrichtung sind die Stege bevorzugt versatzfrei zueinander angeordnet, d.h. sie überlappen sich in Querrichtung vollständig und kein Steg ragt seitlich über den anderen Steg hinaus.

[0030] Gemäß der Erfindung weist das erste Gehäuse

ein erstes Fenster auf, das zweite Gehäuse weist ein zweites Fenster auf, und das erste Fenster überlappt das zweite Fenster in dem Verbindungsabschnitt.

[0031] Das Fenster stellt eine Öffnung in der Außenwand eines Gehäuses des Steghohlleiters dar. Durch diese Öffnung erfolgt die kapazitive Kopplung zwischen den beiden Stegen der Steghohlleiter.

[0032] Gemäß einer weiteren Ausführungsform haben das erste Fenster und das zweite Fenster identische Ausmaße und Form und überlappen sich gegenseitig versatzfrei.

[0033] Damit ist eine freie Verbindung (im Sinne einer freien Sichtlinie) zwischen dem Hohlraum des ersten Steghohlleiters und dem Hohlraum des zweiten Steghohlleiters geschaffen. Die elektromagnetische Welle breitet sich in der Hohlleiteranordnung entlang eines Stegs aus, wird dann in dem Verbindungsabschnitt durch die Fenster mittels kapazitiver Kopplung auf den anderen Steg übertragen, und breitet sich entlang des anderen Stegs weiter aus.

[0034] Gemäß einer weiteren Ausführungsform überlappt der erste Steg das erste Fenster in Längsrichtung wenigstens teilweise und/oder der zweite Steg überlappt das zweite Fenster in Längsrichtung wenigstens teilweise.

[0035] Eine vordere Stirnseite des ersten und/oder zweiten Stegs befindet sich damit zwischen den beiden in Längsrichtung des Steghohlleiters gegenüberliegenden Kanten des Fensters.

[0036] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das erste Fenster in Umfangsrichtung vollständig von einem elektrisch leitfähigen Klebstoff umgeben, welcher eine Klebefläche definiert, die das erste Fenster vollständig umgibt, wobei der Klebstoff den ersten Steghohlleiter mit dem zweiten Steghohlleiter verklebt.

[0037] Bei dem Klebstoff kann es sich beispielsweise um einen metallisierten Klebstoff handeln. Dieser Klebstoff wird auf die Klebefläche aufgetragen und die beiden Steghohlleiter werden in dem Verbindungsabschnitt miteinander in Kontakt gebracht und dadurch auch mechanisch verbunden.

[0038] Der Klebstoff umgibt das erste Fenster und auch das zweite Fenster, so dass die HF-Verbindung in diesem Bereich gegen elektromagnetische Einflüsse von außen isoliert ist und auch selbst keinen Störfaktor für benachbarte Signalverbindungen darstellt.

[0039] Beispielsweise kann die Hohlleiteranordnung mehrere räumlich nebeneinanderliegende Übertragungskanäle aufweisen, welche jeweils einen Steg in dem Hohlraum des Hohlleiters aufweisen. Jeder Übertragungskanal ist durch zwei Stege gekennzeichnet, die kapazitiv über die weiter oben beschriebenen Fenster miteinander verbunden sind. Damit sich diese Übertragungskanäle nicht gegenseitig beeinflussen, ist der Kleber um die jeweiligen Fenster verlaufend angeordnet, so dass die Klebefläche ein geschlossenes Polygon um das Fenster darstellt. Bevorzugt ist eine solche Klebefläche in Form eines geschlossenen Linienzugs um jedes ein-

zelne Fenster aller Übertragungskanäle angeordnet, um störende Einflüsse auf und von den kapazitiven Kopplungsstellen zu eliminieren.

[0040] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind der erste Steghohlleiter und der zweite Steghohlleiter in dem Verbindungsabschnitt mit Bezug zueinander punktsymmetrisch ausgestaltet.

[0041] Somit können beliebige zwei Steghohlleiter miteinander verbunden werden, weil ihre Verbindungsabschnitte identisch zueinander sind und bei entsprechender Orientierung der zwei Steghohlleiter zueinander eine mechanische und elektrische Verbindung ermöglichen.

[0042] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der erste Steg in dem Verbindungsabschnitt mindestens abschnittsweise eine Höhe auf, welche niedriger ist als die Höhe des ersten Stegs außerhalb des Verbindungsabschnitts.

[0043] In dem Verbindungsabschnitt wird die Höhe bzw. der Querschnitt des Stegs und auch des Gehäuses der Steghohlleiter verändert, damit die beiden Steghohlleiter passend zueinander ausgestaltet sind. Insbesondere sind die Steghohlleiter so miteinander verbunden oder zusammengefügt, dass diese entlang der Längsrichtung des Verbindungsabschnitts einen gleichbleibenden äußeren Umfang und Form haben. Insbesondere hierdurch wird der Platzbedarf für die Hohlleiteranordnung mit den beiden verbundenen Steghohlleitern geringegeben.

[0044] Die Hohlleiteranordnung wie hierin beschrieben kann beispielsweise genutzt werden, um HF-Signalverbindungen in einem Kommunikationssatelliten herzustellen, da in dieser Umgebung insbesondere der Parameter eines geringen Platzbedarfs für die Elektronik einen hohen Stellenwert hat. Die Hohlleiteranordnung und die hier beschriebene Verbindungstechnik kann verwendet werden, um eine räumlich kompakte Verbindung zwischen HF-Komponenten herzustellen, beispielsweise im Bereich aktiver Antennen, welche auch als phased array bezeichnet werden können. In diesem Bereich ist der

Abstand zwischen benachbarten Modulen üblicherweise sehr gering, weil der Abstand zwischen den Antennen einen Einfluss auf deren Leistung hat. Eine aktive Antenne besteht in der Regel aus einer zweidimensionalen Anordnung von Antennen (z.B. Horn-, Patch-, oder Dipolantennen).

Jeder Antenne ist üblicherweise ein Leistungsverstärker (im Sendefall) bzw. ein Low-Noise Verstärker (im Empfangsfall) zugeordnet, dessen maximale Abmessungen durch die Antenne bestimmt werden. Es können auch mehrere Antennen mit einem solchen Verstärkermodul kombiniert werden, welches eine Anzahl unabhängiger Verstärkerpfade enthält, die der Anzahl der Antennen entspricht. Die typische Anzahl von Antennenelementen ist variabel und hängt vom Nutzungsszenario ab, für typische Satellitenkonstellations-Anwendungen werden einige 100 Antennen verwendet.

[0045] An ein hier genanntes Verstärkermodul (Sendefall und/oder Empfangsfall) können verschiedene Funktionsanforderungen gestellt sein, die es erforderlich

machen können, das Verstärkermodul physisch in mehrere räumlich beabstandete Sub-Module zu unterteilen. Solche Funktionsanforderungen können sein: HF-Verstärkung, Einstellung von Phase und Dämpfung/Verstärkungsfaktor (z.B. zur Strahlsteuerung oder Temperaturkompensation), HF-Filterung, Isolation, Polarisierung (in der Regel Erzeugung zirkularer Polarisation, ggf. auch als Polarisationsmultiplex durch Kombination von zwei Funktionssträngen auf eine Antenne), und zuletzt das Antennenelement selbst.

[0046] Die hier beschriebene Hohlleiteranordnung kann vorteilhaft genutzt werden, um eine HF-Verbindung zwischen diesen genannten Sub-Modulen herzustellen.

[0047] Gemäß einem Aspekt kann ein Kommunikationssatellit mit einer Antennenanlage vorgesehen sein, wobei die hier beschriebene Hohlleiteranordnung angeordnet ist, eine HF-Verbindung zwischen Modulen und/oder Sub-Modulen eines Funktionsstrangs der Antennenanlage herzustellen.

[0048] Weitere Ausgestaltungen der Hohlleiteranordnung werden mit Bezug zu den folgenden Zeichnungen beschrieben.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0049] Nachfolgend wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher auf Ausführungsbeispiele der Erfindung eingegangen. Die Darstellungen sind schematisch und nicht maßstabsgetreu. Gleiche Bezugszeichen beziehen sich auf gleiche oder ähnliche Elemente. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Steghohlleiters.

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Hohlleiteranordnung.

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Steghohlleiters.

Fig. 4 eine schematische Darstellung zweier miteinander kapazitiv gekoppelter Stege von zwei Steghohlleitern.

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Steghohlleiters.

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Schnittansicht eines Steghohlleiters.

Detaillierte Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0050] Fig. 1 zeigt den allgemeinen Aufbau eines Steghohlleiters 100. Der Steghohlleiter 100 weist ein Gehäuse 110 auf. Das Gehäuse 110 umgibt einen Hohlraum 120. In dem Hohlraum 120 erstreckt sich ein Steg 130. Das Gehäuse 110, der Hohlraum 120 und der steht 130

erstrecken sich in einer Längsrichtung 102. Das Gehäuse 110 hat in dem Beispiel der Fig. 1 einen rechteckigen Querschnitt. Andere Querschnittsformen sind jedoch möglich, beispielsweise quadratisch, mit oder ohne abgerundete Ecken, elliptisch, kreisförmig, etc. Das Gehäuse 110 ist aus mehreren Wänden 112 gebildet, wobei die Wände 112 den Hohlraum 120 umgeben. Die Stirnflächen des Gehäuses 110 sind offen, so dass der Hohlraum 120 zugänglich ist. Eine elektromagnetische Welle

5 wird in den Steghohlleiter 100 an einer Stirnfläche eingespeist und bereitet sich dann in Längsrichtung 102 durch den Hohlraum 120 in Richtung der gegenüberliegenden Stirnfläche aus. Somit dient ein Steghohlleiter 100 wie hierin beschriebenen dazu, elektromagnetische 10 Wellen bzw. Signale in einem hochfrequenten Bereich 15 zu übertragen.

[0051] Das Gehäuse 110 und der Steg 130 weisen ein elektrisch leitfähiges Material auf. Beispielsweise ist das Gehäuse 110 und der Steg 130 aus einem metallischen

20 Material gefertigt oder mit einem solchen Material beschichtet. Der Steg 130 ragt als Kamm von einer Wand 112 in den Hohlraum 120 hinein. Der Steg 130 ist galvanisch mit dem Gehäuse 110 verbunden. Beispielsweise ist der Steg 130 gemeinsam mit dem Gehäuse 110 oder 25 einem Teil des Gehäuses 110 aus einem Materialblock gefertigt. Dies bedeutet, dass der Steg 130 und mindestens ein Teil des Gehäuses 110 einstückig ausgestaltet sind. Das Gehäuse 110 kann aber auch aus zwei oder mehreren Halbschalen oder Teilschalen zusammenge- 30 setzt sein. Allgemein kann der Steghohlleiter 100 unter Verwendung verschiedener Herstellungs- und Fertigungstechniken hergestellt werden. Ein Abschnitt oder 35 Teil des Steghohlleiters 100 kann beispielsweise mittels 3D-Druck hergestellt werden, wohingegen andere Abschnitte oder Teile aus einem Materialkörper mittels Fräsen hergestellt werden. Grundsätzlich kommen aber sämtliche geeigneten Herstellungsverfahren für jeden Abschnitt bzw. Teil des Steghohlleiters in Frage.

[0052] Der geometrische Aufbau des Steghohlleiters 40 100 und insbesondere die Positionierung des Stegs 130 in dem Hohlraum 120 kann sich positiv auf die Übertragungseigenschaften von hochfrequenten Signalen über den Steghohlleiter 100 auswirken.

[0053] Um zwei Steghohlleiter 100 an ihren Stirnflächen miteinander zu verbinden, werden diese typischerweise im Sinne eines Stumpfstoßes miteinander verbunden, indem die zwei zu verbindenden Stirnflächen stumpf aneinander gelegt und verbunden werden, beispielsweise mit einem Flansch oder einer Schraub- oder 45 Klemmverbindung. Solche zusätzlichen Verbindungselemente haben jedoch den Nachteil, dass sie zusätzlichen Bauraum oder Montageraum benötigen, was für die Verwendung in großer Stückzahl nachteilig ist.

[0054] Fig. 2 zeigt eine Hohlleiteranordnung 10 mit einem ersten Steghohlleiter 100A und einem zweiten Steghohlleiter 100B. Der erste Steghohlleiter 100A und der zweite Steghohlleiter 100B sind in einem Verbindungsabschnitt 140 miteinander verbunden, so dass eine elek-

tromagnetische Welle, die sich in dem ersten Steghohlleiter 100A ausbreitet, in den zweiten Steghohlleiter 100B ein gekoppelt wird (oder umgekehrt).

[0055] Die in Fig. 2 gezeigte Hohlleiteranordnung 10 zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass auf ein gesondertes Verbindungselement in dem Verbindungsabschnitt 140 verzichtet wird. Vielmehr ist der erste Steghohlleiter und der zweite Steghohlleiter in dem Verbindungsabschnitt in Form und Aufbau so verändert, dass die beiden Steghohlleiter aneinander gefügt werden, um eine kapazitive Kopplung zwischen dem ersten Steg 130A und dem zweiten Steg 130B herzustellen.

[0056] Der erste Steghohlleiter und der zweite Steghohlleiter sind insbesondere so miteinander verbunden, dass ihre äußeren Oberflächen bündig ineinander übergehen. Bevorzugt gilt dasselbe für die inneren Oberflächen, welche den Hohlraum definieren. Das bedeutet, dass in der bevorzugten Ausgestaltung sowohl die äußeren Oberflächen der Steghohlleiter und die inneren Oberflächen der Steghohlleiter im Wesentlichen versatzfrei übergehen.

[0057] Der erste Steghohlleiter 100A und der zweite Steghohlleiter 100B sind in dieser Ausgestaltung in dem Verbindungsabschnitt 140 identisch hinsichtlich ihrer Form aufgebaut. Der zweite Steghohlleiter 100B ist lediglich um 180° gedreht, und ist in dem Verbindungsabschnitt 140 mit dem ersten Steghohlleiter 100A verbunden.

[0058] In dem ersten Steghohlleiter 100A verläuft der erste Steg 130A an der oberen Wand, wobei sich diese Richtungsangabe "oben" und auch andere Richtungsangaben in dieser Beschreibung auf die Darstellungen den Fig. beziehen. In dem zweiten Steghohlleiter 100B verläuft der zweite Steg 130B an der unteren Wand. Die Stege 130A, 130B sind gestrichelt gezeichnet und erstrecken sich in Längsrichtung 102 der Hohlleiteranordnung 10.

[0059] In dem Verbindungsabschnitt 140 weist der erste Steg 130A eine erste Haltenase 150A und der zweite Steg 130B eine zweite Haltenase 150B auf. Die beiden Haltenasen fügen sich in entsprechende Vertiefungen des jeweils anderen Steghohlleiters. In der Querschnittsdarstellung der Fig. 2 ist ein gestufter Übergang von einem Steghohlleiter zu dem anderen Steghohlleiter zu erkennen.

[0060] In dem Verbindungsabschnitt 140 verändert sich auch die Form und die Größe des Stegs 130A, 130B. Dies begründet sich dadurch, dass in dem Verbindungsabschnitt 140 der Querschnitt der Steghohlleiter verändert wird, damit die Steghohlleiter ohne Versatz nach oben, nach unten, nach vorne oder nach hinten (bezogen auf die Zeichenebene) miteinander verbunden werden.

[0061] In dem Verbindungsabschnitt 140 und in Längsrichtung 102 zwischen den beiden Haltenasen 150A, 150B ist ein Signalübergang 160 für hochfrequente Signale angeordnet. An diesem Signalübergang 160 werden die beiden Stege 130A, 130B kapazitiv miteinander gekoppelt. Die Ausbreitung einer elektromagnetischen

Welle in der Hohlleiteranordnung 10 erfolgt beispielsweise von links nach rechts in Längsrichtung 102 entlang des ersten Stegs 130A, an dem Signalübergang 160 wird die elektromagnetische Welle kapazitiv in den zweiten Steg 130B eingekoppelt, und bereitet sich dann entlang des zweiten Stegs 130B erneut in Längsrichtung 102 aus.

[0062] Auch wenn in Fig. 2 zwei Steghohlleiter miteinander verbunden sind, ist die hierin beschriebene Hohlleiteranordnung 10 nicht darauf beschränkt und kann vielmehr einen Steghohlleiter und einen herkömmlichen Hohlleiter aufweisen, wobei in dieser zweiten Variante der herkömmliche Hohlleiter dem zweiten Steghohlleiter entspricht, jedoch ohne dass ein Steg in diesem zweiten Hohlleiter vorhanden ist. Die übrigen das Gehäuse betreffenden Merkmale gelten auch für den herkömmlichen Hohlleiter.

[0063] Fig. 3 zeigt beispielhaft eine isometrische Darstellung des ersten Steghohlleiters 100A. In dieser Darstellung ist die erste Haltenase 150A, der Signalübergang 160A mit einem Fenster 165A, und eine weitere Stufe als Gegenstück zu der zweiten Haltenase 150B (siehe Fig. 2) zu erkennen. In dem ersten Steghohlleiter 100A ist der erste Steg 130A mit gestrichelten Linien eingezeichnet. Die Höhe des ersten Stegs 130A verändert sich entlang der Längsrichtung des Steghohlleiters 100A. Insbesondere nimmt die Höhe und ganz allgemein die Querschnittsfläche des ersten Stegs 130A ab, mit zunehmender Annäherung an den Verbindungsabschnitt 140 oder an den zweiten Steghohlleiter 100B.

[0064] Fig. 4 zeigt beispielhaft die relative Anordnung der zwei Stege 130A, 130B in einem Zustand, in welchem die beiden Steghohlleiter 100A, 100B miteinander verbunden sind. Zum Zwecke der einfacheren Darstellung sind in Fig. 4 nur die Stege dargestellt und nicht die übrigen Elemente der Steghohlleiter.

[0065] Wie deutlich zu erkennen ist, verändert sich die Höhe und die Form der Stege im Verbindungsabschnitt 140. Die genaue Anpassung der Form der Stege ist eine Frage der Eigenschaften des Übergangs einer hochfrequenten elektromagnetischen Welle bzw. der Hochfrequenztransformation in dem Verbindungsabschnitt 140.

[0066] Die beiden Stege 130A und 130B überlappen sich zumindest teilweise in Längsrichtung 102 in dem Verbindungsabschnitt 140. An dieser Stelle findet die Kopplung bzw. der kapazitive Übergang zwischen den beiden Stegen statt.

[0067] Fig. 5 zeigt eine detaillierte Darstellung des Aufbaus eines Hohlleiters 100A in dem Verbindungsabschnitt 140. Das Gehäuse 110A weist einen gestuften Verlauf auf, wobei die äußerst rechte Stufe der Haltenase entspricht und die äußerst linke Stufe das Gegenstück zu der Haltenase des anderen Hohlleiters ist. Der hochfrequente Übergang zwischen den beiden Hohlleitern erfolgt über die mittlere Stufe. Hier sind in dem Gehäuse 110A eines oder mehrere Fenster 165 in der Form von Durchbrüchen angeordnet. In beiden Hohlleitern ist die gleiche Anzahl an Fenstern angeordnet. Wenn zwei

Hohlleiter miteinander verbunden werden, liegen die Fenster übereinander und ermöglichen einen Signalübergang quer zu der Längsrichtung 102 der Hohlleiteranordnung. Eine elektromagnetische Welle wird aus einem Hohlleiter in den anderen Hohlleiter durch die Fenster 165 übertragen.

[0068] Die Anzahl der Fenster entspricht auch der Anzahl der Übertragungskanäle, welche über eine Hohlleiteranordnung übertragen werden können. Werden beispielsweise zwei Steghohlleiter miteinander verbunden, ist bevorzugt für jeden Übertragungskanal ein einzelner Steg vorgesehen, welcher räumlich einem Fenster 165 zugeordnet ist. Ein Steg endet jeweils in der Nähe oder unterhalb eines Fensters 165.

[0069] Um zwei Hohlleiter miteinander zu verbinden, ist vorgesehen, dass die beiden Haltenasen über eine Klebefläche 170 mit dem Gehäuse des jeweils anderen Hohlleiters verbunden werden. Die Klebeflächen sind in Fig. 5 durch eine schraffierte Fläche dargestellt. Als Kleber wird hier bevorzugt ein elektrisch leitfähiger Kleber bzw. ein metallischer Kleber verwendet.

[0070] Um zwei räumlich benachbarte Übertragungskanäle in dem Verbindungsabschnitt 140 gegeneinander zu isolieren, sind die jeweiligen Fenster 165 ebenfalls durch eine Klebefläche 170 umschlossen. Beispielsweise kann hier Kleber um ein Fenster 165 in einem geschlossenen Linienzug auf die mittlere Stufe aufgetragen werden, was für jedes Fenster 165 wiederholt wird. Wenn der zweite Hohlleiter in dem Verbindungsabschnitt 140 auf den ersten Hohlleiter gepresst wird, sind zwei räumlich benachbarte Übertragungskanäle bezogen auf hochfrequente elektromagnetische Wellen gegeneinander isoliert, weil der Kleber, der die Fenster 165 umgibt, eine Lücke zwischen den beiden Hohlleitern in dem Verbindungsabschnitt ausfüllt.

[0071] Fig. 6 zeigt eine Schnittansicht eines Steghohlleiters 100 und hebt insbesondere die relative Position einer Stirnseite 132 des Stegs 130 mit Bezug auf das Fenster 165 in dem Gehäuse des Steghohlleiter 100 hervor. Der Steg 130 erstreckt sich in Längsrichtung 102 in dem Hohlraum des Steghohlleiters 100. In Richtung des Verbindungsabschnitts ändert sich der Querschnitt und die Höhe des Stegs 130 und erstreckt sich in den gestuften Bereich des Verbindungsabschnitts. In einer Variante, welche in Fig. 6 gezeigt ist, erstreckt sich die Stirnseite 132 so weit in Längsrichtung 102, dass die Stirnseite 132 die hintere Kante 167 des Fensters 165 überragt (also in Längsrichtung 102 und in Richtung des anderen Hohlleiters), der Steg 130 mit seiner Stirnseite 132 allerdings vor der vorderen Kante 166 (welche die Kante ist, welche dem anderen Hohlleiter am nächsten ist) endet. Der Steg 130 überlappt in diesem Beispiel also das Fenster 165 in Längsrichtung (nur) teilweise. Es ist denkbar, dass die Stirnseite 132 des Stegs 130 links von der hinteren Kante 167 endet.

Bezugszeichenliste

[0072]

5	10	Hohlleiteranordnung
	100	Steghohlleiter
	100A	erster Steghohlleiter
	100B	zweiter Steghohlleiter
	102	Längsrichtung
10	110	Gehäuse
	112	Wand
	120	Hohlraum
	130	Steg
	132	Stirnseite
15	140	Verbindungsabschnitt
	150	Haltenase
	160	Signalübergang
	165	Fenster
20	166	vordere Kante
	167	hintere Kante
	170	Klebefläche

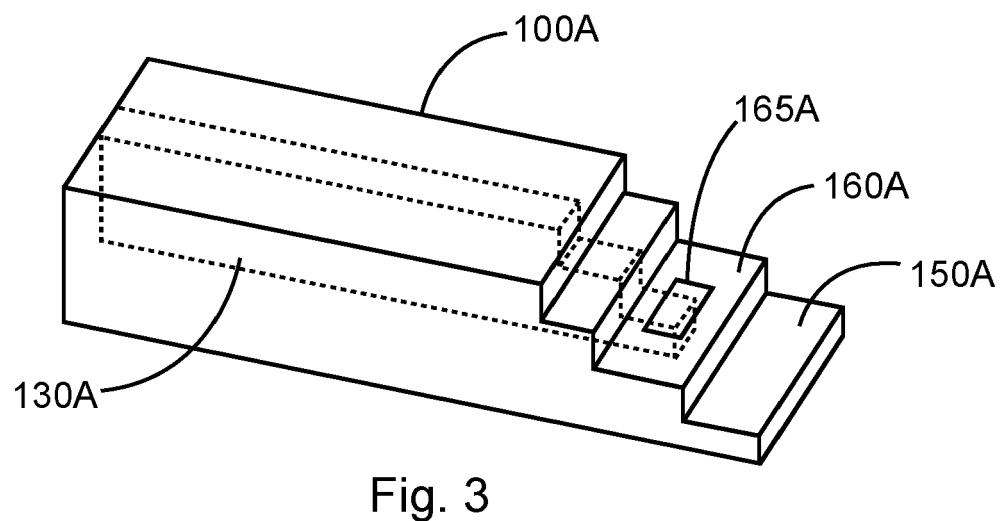
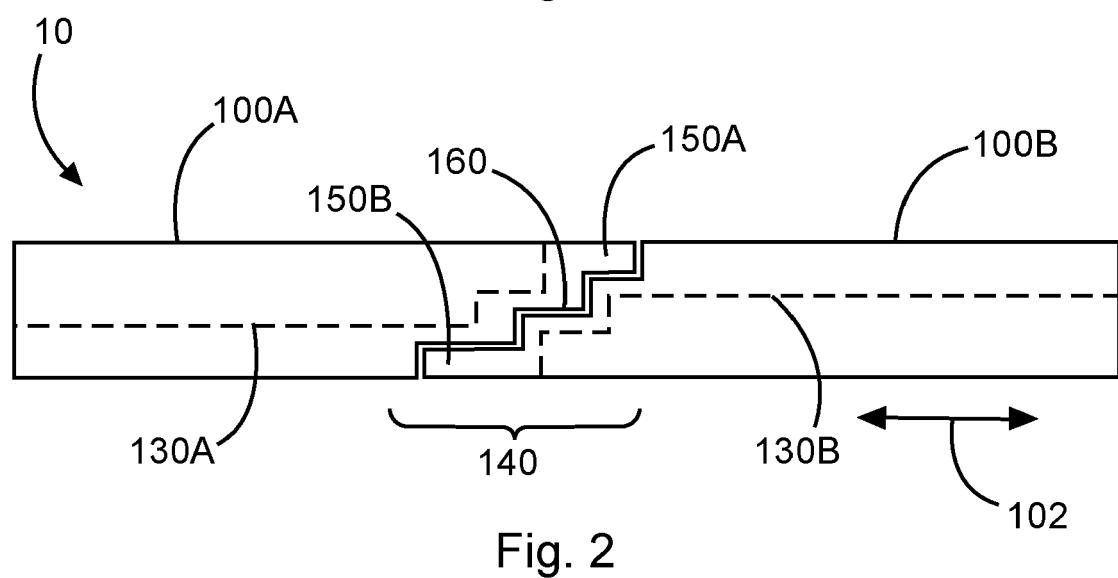
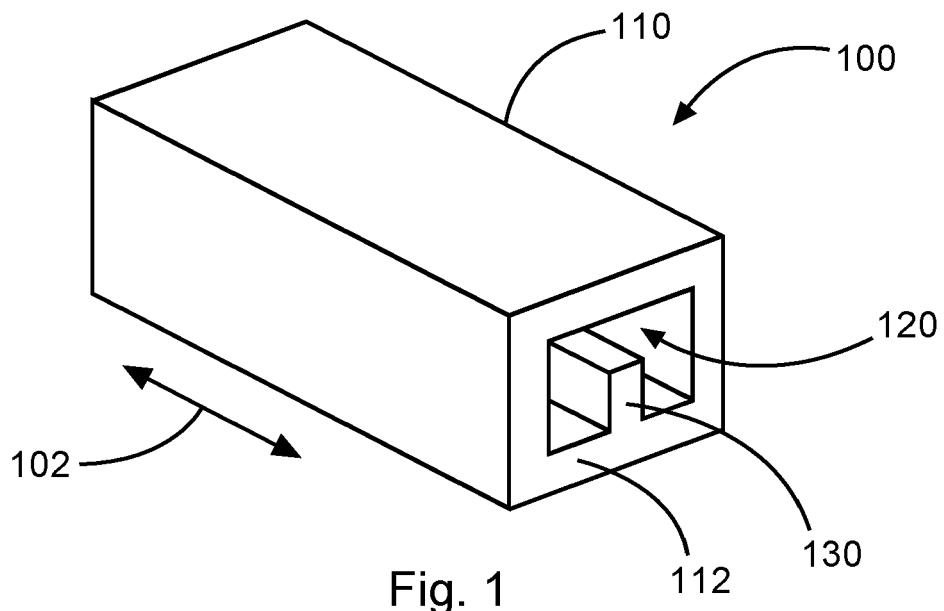
Patentansprüche

25

1. Hohlleiteranordnung (10), aufweisend:

einen ersten Steghohlleiter (100A); und einen zweiten Hohlleiter (100B); wobei der erste Steghohlleiter (100A) ein erstes Gehäuse (110) mit einem ersten Hohlraum (120) und einen sich in dem ersten Hohlraum (120) in Längsrichtung erstreckenden ersten Steg (130A) aufweist, wobei der erste Steg (130A) galvanisch mit einer Wand (112) des ersten Gehäuses (110) verbunden ist; wobei der zweite Hohlleiter (100B) ein zweites Gehäuse (110) mit einem zweiten Hohlraum (120) aufweist; wobei der erste Steghohlleiter (100A) den zweiten Hohlleiter (100B) in einem Verbindungsabschnitt (140) in Längsrichtung (102) der Hohlleiteranordnung (10) überlappt, um eine kapazitive Kopplung zwischen dem ersten Steg (130A) und dem zweiten Hohlleiter (100B) herzustellen; wobei das erste Gehäuse (110) ein erstes Fenster (165) aufweist; wobei das zweite Gehäuse (110) ein zweites Fenster (165) aufweist; wobei das erste Fenster (165) das zweite Fenster (165) in dem Verbindungsabschnitt (140) überlappt; wobei sowohl der erste Steghohlleiter (100A) als auch der zweite Hohlleiter (100B) in dem Verbindungsabschnitt (140) eine Stufung in Längsrichtung enthalten und die beiden Stufungen komplementär sind; wobei das Überlappen des ersten Steghohlleiters (100A) mit dem zweiten Hohlleiter (100B) in dem Verbindungsabschnitt (140) so erfolgt, dass die Stirnseite (132) des ersten Stegs (130A) in dem Verbindungsabschnitt (140) in Längsrichtung (102) so weit in die Längsrichtung (102) des zweiten Hohlleiters (100B) erstreckt ist, dass die Stirnseite (132) des ersten Stegs (130A) die hintere Kante (167) des zweiten Fensters (165) überragt.

- ters (100A) und des zweiten Hohlleiters (100B) erreicht wird, indem die beiden komplementären Stufungen aneinander anliegen, wenn der erste Steghohlleiter (100A) an dem zweiten Hohlleiter (100B) anliegt und einen zusammengesetzten Zustand definiert; wobei das erste Fenster (165) und das zweite Fenster (165) jeweils in einer Stufenfläche in der Stufung angeordnet sind, wobei diese zwei Stufenflächen sich in Längsrichtung (102) der Hohlleiteranordnung (10) erstrecken, wodurch sich das erste Fenster (165) und das zweite Fenster (165) in dem zusammengesetzten Zustand gegenüberliegen und sich dadurch überlappen. 5
2. Hohlleiteranordnung (10) nach Anspruch 1, wobei der zweite Hohlleiter (100B) ein Steghohlleiter ist und einen sich in dem zweiten Hohlraum (120) in Längsrichtung erstreckenden zweiten Steg (130B) aufweist; wobei der zweite Steg (130B) galvanisch mit einer Wand (112) des zweiten Gehäuses (110) verbunden ist; wobei der erste Steghohlleiter (100A) den zweiten Hohlleiter (100B) in einem Verbindungsabschnitt (140) in Längsrichtung (102) der Hohlleiteranordnung (10) überlappt, um eine kapazitive Kopplung zwischen dem ersten Steg (130A) und dem zweiten Steg (130B) herzustellen. 15
3. Hohlleiteranordnung (10) nach Anspruch 2, wobei der zweite Steg (130B) das erste Gehäuse (110) in dem Verbindungsabschnitt (140) wenigstens abschnittsweise in Längsrichtung (102) überlappt. 20
4. Hohlleiteranordnung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei der erste Steg (130A) das zweite Gehäuse (110) in dem Verbindungsabschnitt (140) wenigstens abschnittsweise in Längsrichtung (102) überlappt. 25
5. Hohlleiteranordnung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei der erste Steg (130A) den zweiten Steg (130B) in dem Verbindungsabschnitt (140) wenigstens abschnittsweise in Längsrichtung (102) überlappt. 30
6. Hohlleiteranordnung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei das erste Fenster (165) und das zweite Fenster (165) identische Ausmaße und Form haben und sich gegenseitig versatzfrei überlappen. 35
7. Hohlleiteranordnung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, 40
- wobei der erste Steg (130A) das erste Fenster (165) in Längsrichtung wenigstens teilweise überlappt; wobei der zweite Steg (130B) das zweite Fenster (165) in Längsrichtung wenigstens teilweise überlappt. 45
8. Hohlleiteranordnung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, 50
- wobei das erste Fenster (165) in Umfangsrichtung vollständig von einem elektrisch leitfähigen Klebstoff umgeben ist, welcher eine Klebefläche (170) definiert, die das erste Fenster (165) vollständig umgibt; wobei der Klebstoff den ersten Steghohlleiter (100A) mit dem zweiten Steghohlleiter (100B) verklebt. 55
9. Hohlleiteranordnung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 8, wobei der erste Steghohlleiter (100A) und der zweite Steghohlleiter (100B) in dem Verbindungsabschnitt (140) mit Bezug zueinander punktsymmetrisch ausgestaltet sind. 60
10. Hohlleiteranordnung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei der erste Steg (130A) in dem Verbindungsabschnitt (140) mindestens abschnittsweise eine Höhe aufweist, welche niedriger ist als die Höhe des ersten Stegs (130A) außerhalb des Verbindungsabschnitts (140). 65



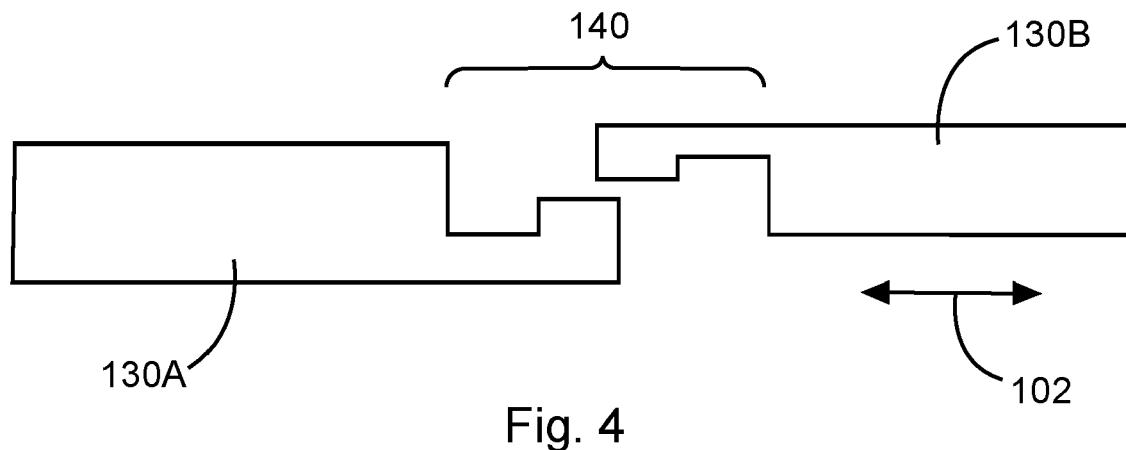


Fig. 4

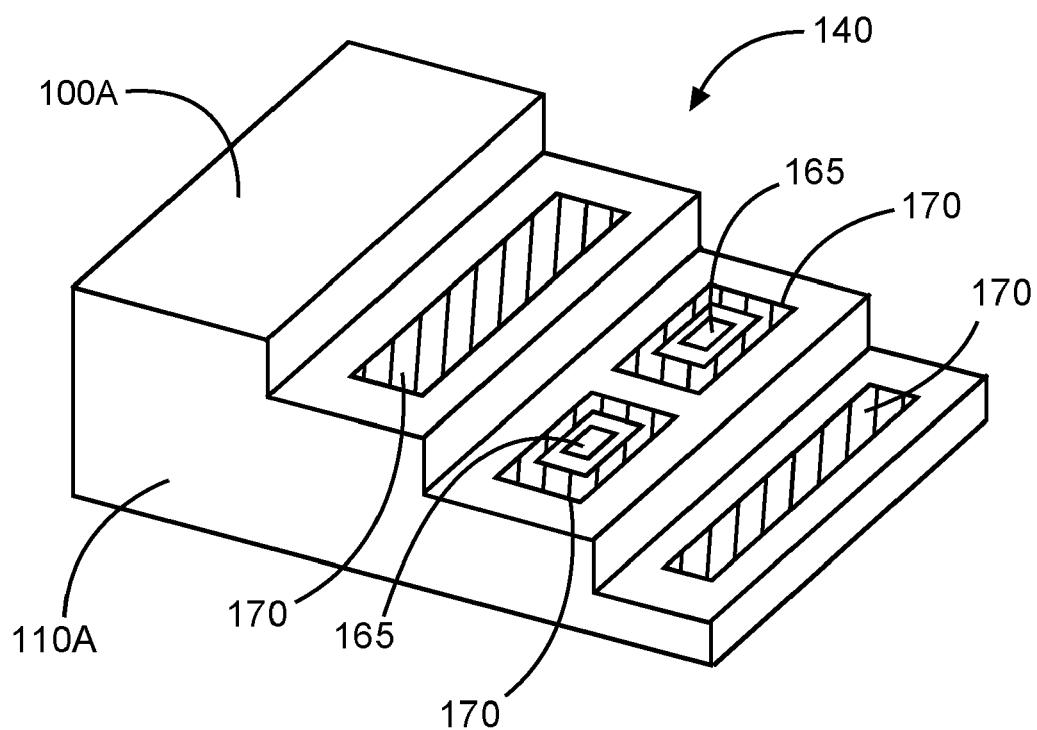


Fig. 5

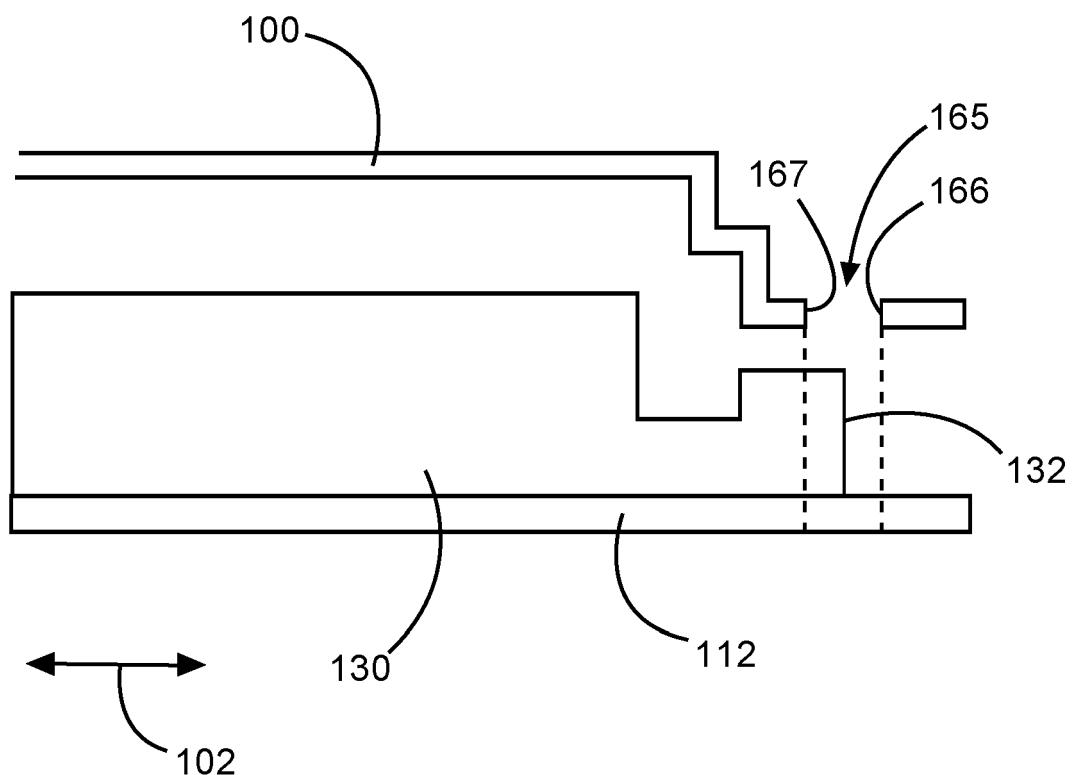


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 18 1787

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
	Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	A, D	US 3 629 734 A (SIEKANOWICZ WIESLAW WOJCIECH ET AL) 21. Dezember 1971 (1971-12-21) * Spalte 2, Zeile 41 - Spalte 3, Zeile 30 * * Abbildungen 1-3 *	1-10	INV. H01P1/04 H01P3/123 H01P5/08
15	A, D	US 4 720 693 A (TIKES JACQUES [FR]) 19. Januar 1988 (1988-01-19) * Abbildungen 1, 2 * * Spalte 2, Zeilen 25-45 *	1-10	
20	A, D	CN 105 633 524 A (CHENGDU SPACEON ELECTRONICS CO LTD) 1. Juni 2016 (2016-06-01) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-4 *	1-10	
25	A, D	WO 2008/005146 A2 (HARRIS STRATEX NETWORKS OPERAT [US]) 10. Januar 2008 (2008-01-10) * Absatz [0025] - Absatz [0029] * * Abbildungen 5a, 5b *	1-10	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
30				H01P
35				
40				
45				
50	1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 25. Oktober 2022	Prüfer Culhaoglu, Ali
		KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		
		X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
		Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
		A : technologischer Hintergrund		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
		O : nichtschriftliche Offenbarung		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument
		P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

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

EP 22 18 1787

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

25-10-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 3629734 A	21-12-1971	KEINE		
15	US 4720693 A	19-01-1988	EP	0189712 A1	06-08-1986
			FR	2575604 A1	04-07-1986
			JP	S61158202 A	17-07-1986
			US	4720693 A	19-01-1988
20	CN 105633524 A	01-06-2016	KEINE		
	WO 2008005146 A2	10-01-2008	CN	101485038 A	15-07-2009
			EP	2036158 A2	18-03-2009
			US	2008001686 A1	03-01-2008
			WO	2008005146 A2	10-01-2008
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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

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

- DE 102017124974 B3 **[0005]**
- US 3629734 A **[0007]**
- US 4720693 A **[0008]**
- CN 105633524 A **[0009]**
- CN 101485038 A **[0010]**