

(19)



(11)

EP 3 664 216 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.06.2020 Patentblatt 2020/24

(51) Int Cl.:
H01P 3/123^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18210487.7**

(22) Anmeldetag: **05.12.2018**

(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

(71) Anmelder: **Airbus Defence and Space GmbH**
82024 Taufkirchen (DE)

(72) Erfinder:
• **Kilian, Michael**
82024 Taufkirchen (DE)
• **Kohl, Philipp**
82024 Taufkirchen (DE)

(74) Vertreter: **Frenkel, Matthias Alexander**
Wuesthoff & Wuesthoff
Patentanwälte PartG mbB
Schweigerstrasse 2
81541 München (DE)

(54) **ASYMMETRISCHER HOHLLEITER**

(57) Es wird ein Hohlleiter bereitgestellt. Der Hohlleiter ist geeignet, elektromagnetische Wellen zu führen. Ein Querschnitt des Hohlleiters ist nicht punktsymmet-

risch. Ein Innenwinkel des Hohlleiters weist einen Wert zwischen 100° und 170° auf.

100

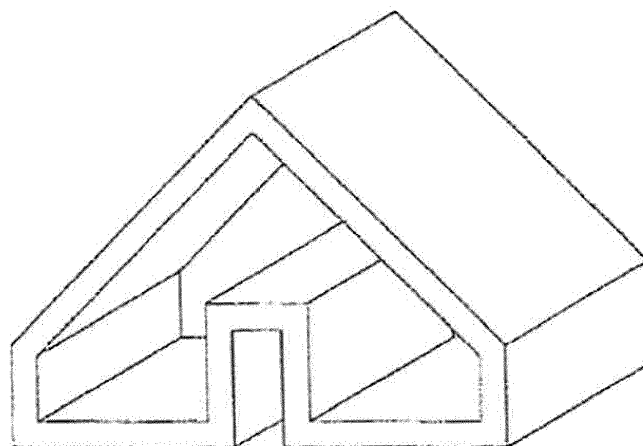


Fig. 1

EP 3 664 216 A1

Beschreibung

[0001] Beispiele beziehen sich auf optimierte Hohlleiterformen für die additive Fertigung, und insbesondere auf Hohlleiter.

[0002] Hohlleiter haben für gewöhnlich runde, rechteckige oder quasi-rechteckige Form. Diese Formen lassen sich mit herkömmlichen Fertigungsverfahren gut realisieren. Für additive Fertigungsverfahren, wie z. B. das selektive Laserschmelzen (englisch: Selective Laser Melting, Abkürzung: SLM), lassen sich diese Formen nur schwer realisieren. Bei der Herstellung der gewöhnlichen Formen über additive Fertigungsverfahren können grobe Fertigungsabweichungen, z.B. durch überhängende oder flach anlaufende Strukturen, entstehen. Diese verringern die Qualität des gefertigten Hohlleiters sehr.

[0003] Hohlleiter müssen möglicherweise im Hinblick auf Vermeidung von Fertigungsabweichungen bei Verwendung additiver Fertigungsverfahren optimiert werden. Nichtsdestotrotz ist es erwünscht, einen Hohlleiter mit guter Qualität zu bilden.

[0004] Es kann ein Bedarf bestehen zum Bereitstellen von Konzepten für Hohlleiterstrukturen mit verbesserter Qualität bei Herstellung über additive Fertigungsverfahren.

[0005] Ein solcher Bedarf kann durch den Gegenstand der Ansprüche erfüllt sein.

[0006] Gemäß einem Aspekt wird ein Hohlleiter bereitgestellt. Der Hohlleiter ist geeignet, elektromagnetische Wellen zu führen. Ein Querschnitt des Hohlleiters ist nicht punktsymmetrisch. (Mindestens) Ein Innenwinkel des Hohlleiters weist einen Wert zwischen 100° und 170° auf.

[0007] Durch den asymmetrischen Querschnitt können Überhänge bei der Fertigung vermieden werden. Folglich wird die Qualität der Fertigung verbessert.

[0008] Zum Beispiel kann der Hohlleiter nur einen einzelnen/einzigen Querschnitt aufweisen.

[0009] Der Innenwinkel des Hohlleiters kann ferner größer als 110° (oder 120° oder 130°) sein. Der Innenwinkel des Hohlleiters kann ferner kleiner als 160° (oder 150° oder 140°) sein. Der Innenwinkel des Hohlleiters kann im Wesentlichen 135° betragen. Der Innenwinkel des Hohlleiters kann einen Wert zwischen $132,5^\circ$ und $137,5^\circ$ aufweisen. Ferner kann ein weiterer (zweiter) Innenwinkel des Hohlleiters einen Wert zwischen 100° und 170° aufweisen. Der zweite Innenwinkel des Hohlleiters kann größer als 110° (oder 120° oder 130°) sein. Der zweite Innenwinkel des Hohlleiters kann kleiner als 160° (oder 150° oder 140°) sein. Der zweite Innenwinkel des Hohlleiters kann im Wesentlichen 135° betragen. Der zweite Innenwinkel des Hohlleiters kann einen Wert zwischen $132,5^\circ$ und $137,5^\circ$ aufweisen.

[0010] Die Auswahl eines Innenwinkels mit einem Wert größer als 90° ermöglicht eine stabile und überstandslose Herstellung des Hohlleiters. Hierbei kann der Nachteil einer Bandbreitenverschlechterung in Kauf genommen werden.

[0011] Der Querschnitt des Hohlleiters kann eine ach-

sensymmetrische Querachse aufweisen. Ferner kann sowohl der Querschnitt des Umfangs als auch der Querschnitt des Hohlleiters selbst nicht punktsymmetrisch sein. Die Achsensymmetrie kann sich auf eine einzelne Querachse des Querschnitts beschränken. Außerdem kann der Hohlleiter an sich zum Beispiel keine Punktsymmetrie aufweisen. Ferner kann der Hohlleiter auch in Bezug zu einer longitudinalen Achse zum Beispiel nicht achsensymmetrisch sein.

[0012] Ferner kann ein Umfang des Querschnitts des Hohlleiters in Umfangsrichtung bestimmt sein durch die folgenden Teile bzw. Teilstücke: ein erstes gerades Teilstück, einen ersten Teilbereich, ein zweites gerades Teilstück und einen zweiten Teilbereich. Hierbei kann der Umfang aus diesen vier Abschnitten bestehen. Das erste gerade Teilstück, der erste Teilbereich, das zweite gerade Teilstück und der zweite Teilbereich können zusammen ein (asymmetrisches) Hexagon bilden.

[0013] Hierbei kann das erste gerade Teilstück über den ersten Teilbereich mit dem zweiten geraden Teilstück verbunden sein. Ferner kann das erste gerade Teilstück über den zweiten Teilbereich mit dem zweiten geraden Teilstück verbunden sein. Der erste Teilbereich kann von dem zweiten Teilbereich beabstandet sein. Ein kleinster Abstand zwischen dem ersten und zweiten Teilbereich kann kleiner als (0.75 mal, 1.0 mal, 1.25 mal oder 1.5 mal) einer Länge des ersten und/oder zweiten geraden Teilstücks sein. Ein größter Abstand zwischen dem ersten und zweiten Teilbereich kann größer als (0.5 mal, 0.75 mal, 1.0 mal oder 1.25 mal) der Länge des ersten und/oder zweiten geraden Teilstücks sein.

[0014] Der erste Teilbereich kann zumindest teilweise nach Außen gewölbt sein. Der Ausdruck "nach Außen" kann so verstanden werden, dass der erste Teilbereich in eine Richtung weg von einem Zentrum des Querschnitts gewölbt ist. Bei der Fertigung mit einem additiven Fertigungsverfahren kann sich demnach der erste Teilbereich als oben befindlicher Teilbereich als vorteilhaft erweisen, weil hierdurch ein Absinken durch die konstruktive Maßnahme des "Nach außen Wölbens" vermieden werden kann.

[0015] Der erste Teilbereich kann die Form eines Sägezahns mit zwei geraden Teilstücken aufweisen. Der Sägezahn kann die Form eines Dachs sein. Hierbei können die zwei geraden Teilstücke das Dach bilden, welches vom Zentrum des Querschnitts nach Außen gewölbt ist.

[0016] Der erste Teilbereich kann die Form eines Polynomzugs aufweisen. Der erste Teilbereich kann auch die Form eines Polygonzugs mit Grad $n > 2$ aufweisen. n kann eine natürliche Zahl sein. Zum Beispiel kann der Grad $n=3$ (oder $n=4$, oder $n=5$, oder $n=6$, oder $n=7$, oder $n=8$, oder $n=9$, oder $n=10$ sein).

[0017] Der zweite Teilbereich kann zumindest teilweise nach Innen gewölbt sein. Hierbei können der erste und zweite Teilbereich zueinander komplementär sein. Der Begriff "nach Innen" kann hierbei so verstanden werden, dass der zweite Teilbereich in Richtung des Zen-

trums des Querschnitts gewölbt ist. Die Maßnahme des "nach Innen Wölbens" kann die elektromagnetischen Nachteile des konstruktiven Vorteils eines Daches bzw. eines "nach Außen Wölbens" verringern.

[0018] Zum Beispiel kann der erste Teilbereich eine radiale Dimension aufweisen. Die radiale Dimension kann die Auswölbung sein. Ferner kann die radiale Dimension als eine Ausdehnung in eine Richtung weg von dem Zentrum des Querschnitts verstanden werden.

[0019] Der zweite Teilbereich kann ein Ridge sein. Der Ridge kann eine Erhöhung in einer Mitte des zweiten Teilbereichs sein. Der Ridge kann eine vorbestimmte Breite aufweisen. Zum Beispiel kann der Ridge kleiner als 1/4 (oder 1/5 oder 1/6 oder 1/7 oder 1/8) einer Länge des zweiten Teilbereichs sein. Zum Beispiel kann der Ridge größer als 1/12 (oder 1/10 oder 1/10 oder 1/9 oder 1/8) einer Länge des zweiten Teilbereichs sein.

[0020] Eine Höhe des Ridges kann ebenfalls an eine Dimension des ersten Teilbereichs angepasst sein. Zum Beispiel kann der Ridge an die radiale Dimension des ersten Teilbereichs angepasst sein. Zum Beispiel kann die Höhe des Ridges im Wesentlichen der radialen Dimension des ersten Teilbereichs entsprechen.

[0021] Der zweite Teilbereich kann ebenfalls die Form eines Sägezahns mit zwei geraden Teilstücken aufweisen. Der zweite Teilbereich kann auch die Form eines Polynomzugs aufweisen. Der zweite Teilbereich kann auch die Form eines Polygonzugs mit Grad $n > 2$ aufweisen. n kann eine natürliche Zahl sein. Der Grad n für den ersten Teilbereich kann dem Grad n für den zweiten Teilbereich entsprechen. Ferner kann der zweite Teilbereich im Wesentlichen dem ersten Teilbereich entsprechen. Das kann bedeuten, dass die Abmessungen des ersten Teilbereichs im Wesentlichen den Abmessungen des zweiten Teilbereichs entsprechen.

[0022] Das erste und zweite gerade Teilstück können zueinander parallel sein.

[0023] Die ersten und zweiten geraden Teilstücke können jeweils kleiner sein als der erste oder zweite Teilbereich. Der Abstand zwischen dem ersten und zweiten geraden Teilstück kann größer sein als 2.0 mal (oder 2.25mal oder 2.5mal oder 2.75mal oder 3.0mal oder 3.25mal oder 3.5mal oder 3.75mal oder 4.0mal) der Dimension eines der ersten und zweiten geraden Teilstücke.

[0024] Der zweite Teilbereich kann auch ein gerader Abschnitt sein.

[0025] Das erste und zweite gerade Teilstück können jeweils größer sein als der erste oder zweite Teilbereich. Die ersten und zweiten geraden Teilstücke können jeweils größer als 0.5mal (0.75mal oder 1.0mal oder 1.25mal oder 1.5mal oder 1.75mal oder 2.0mal oder 2.25mal oder 2.5mal) einem kleinsten Abstand zwischen dem ersten und zweiten geraden Teilstück sein. Der Abstand zwischen dem ersten und zweiten geraden Teilstück kann kleiner als 0.5mal (oder 0.4mal oder 0.3mal oder 0.2mal) einer Länge einer der beiden ersten und zweiten geraden Teilstücke sein.

[0026] Das zweite gerade Teilstück kann zum Beispiel auch nicht parallel zu dem ersten geraden Teilstück sein. Der erste Teilbereich kann größer sein als der zweite Teilbereich.

[0027] Der erste Teilbereich kann aus zwei geraden Teilstücken bestehen. Ein Innenwinkel der zwei geraden Teilstücke kann ein spitzer Winkel sein. Der zweite Teilbereich kann aus zwei geraden Teilstücken bestehen. Ein Innenwinkel der zwei geraden Teilstücke des zweiten Teilbereichs kann ein stumpfer Winkel sein. So kann sich eine Auswölbung in einem Bereich des Hohlleiters durch eine Einwölbung an einem gegenüberliegenden Teil des Hohlleiters zu einer Anpassung der Bandbreite führen.

[0028] Bei der Herstellung des Hohlleiters mit einem additiven Fertigungsverfahren kann der zweite Teilbereich des Hohlleiters auf einem Pulverbett aufliegen. Der erste Teilbereich des Hohlleiters kann so geformt sein, dass er bei der Fertigung nicht absinkt/absackt und somit keine metallischen Überreste/Überhänge nach unten hängen. Damit diese Überhänge nicht auftreten kann der erste Teilbereich des Hohlleiters die Form eines Daches oder Dachgiebels aufweisen. Demnach kann der erste Teilbereich des Hohlleiters aus zwei metallischen Flächen bestehen, die sich gegenseitig stützen, wodurch sich ein Herabsinken bei der Fertigung vermeiden lässt.

[0029] Ein zweiter Aspekt kann ein 3D-CAD-Körper sein. Der 3D-CAD-Körper kann verwendet werden, um über ein additives Fertigungsverfahren, zum Beispiel SLM, einen Hohlkörper nach dem ersten Aspekt herzustellen. Der Hohlkörper nach dem ersten Aspekt kann durch das additive Fertigungsverfahren hergestellt worden sein.

[0030] Ebenfalls versteht sich, dass die vorliegend verwendeten Begriffe lediglich der Beschreibung einzelner Ausführungsformen dienen und nicht als Einschränkung gelten sollen. Sofern nicht anders definiert, haben alle vorliegend verwendeten technischen und wissenschaftlichen Begriffe die Bedeutung, die dem allgemeinen Verständnis des Fachmannes auf dem für die vorliegende Offenbarung relevanten Fachgebiet entspricht; sie sind weder zu weit noch zu eng zu fassen. Werden vorliegend Fachbegriffe unzutreffend verwendet und bringen so den technischen Gedanken der vorliegenden Offenbarung nicht zum Ausdruck, sind diese durch Fachbegriffe zu ersetzen, die dem Fachmann ein richtiges Verständnis vermitteln. Die vorliegend verwendeten allgemeinen Begriffe sind auf der Grundlage der im Lexikon befindlichen Definition oder dem Zusammenhang entsprechend auszulegen; hierbei ist eine zu enge Auslegung zu vermeiden.

[0031] Vorliegend ist zu verstehen, dass Begriffe wie z.B. "umfassen" oder "aufweisen" usw., das Vorhandensein der beschriebenen Merkmale, Zahlen, Komponenten, Teile oder deren Kombinationen bedeuten und das Vorhandensein bzw. die mögliche Hinzufügung eines oder mehrerer weiterer Merkmale, Zahlen, Komponenten, Teile oder deren Kombinationen nicht ausschließen.

[0032] Obwohl Begriffe wie "erster" oder "zweiter" usw. evtl. zur Beschreibung verschiedener Komponenten verwendet werden, sind diese Komponenten nicht auf diese Begriffe zu beschränken. Mit den obigen Begriffen soll lediglich eine Komponente von der anderen unterschieden werden. Beispielsweise kann eine erste Komponente als zweite Komponente bezeichnet werden, ohne den Schutzzumfang der vorliegenden Offenbarung zu verlassen; ebenso kann eine zweite Komponente als erste Komponente bezeichnet werden. Der Begriff "und/oder" umfasst beide Kombinationen der mehreren miteinander in Verbindung stehenden Gegenstände sowie jeden Gegenstand dieser Mehrzahl der beschriebenen Mehrzahl Gegenstände.

[0033] Nachfolgend werden die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben; hierbei werden gleichartige Komponenten stets mit gleichen Bezugszeichen versehen. Bei der Beschreibung der vorliegenden Offenbarung wird auf ausführliche Erläuterungen bekannter verbundener Funktionen oder Konstruktionen verzichtet, sofern diese unnötig vom Sinn der vorliegenden Offenbarung ablenken; derartige Funktionen und Konstruktionen sind dem Fachmann jedoch verständlich. Die beigefügten Zeichnungen der vorliegenden Offenbarung dienen der Veranschaulichung der vorliegenden Offenbarung und sind nicht als Einschränkung aufzufassen. Der technische Gedanke der vorliegenden Offenbarung ist derart auszulegen, dass er neben den beigefügten Zeichnungen auch alle derartigen Abwandlungen, Veränderungen und Varianten umfasst.

[0034] Weitere Ziele, Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von nicht einschränkend zu verstehenden Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen. Dabei zeigen alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den hier offenbarten Gegenstand, auch unabhängig von ihrer Gruppierung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehungen. Die Abmessungen und Proportionen der in den Figuren gezeigten Komponenten sind hierbei nicht unbedingt maßstäblich; sie können bei zu implementierenden Ausführungsformen vom hier Veranschaulichten abweichen.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines Hohlleiters;

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform eines Hohlleiters;

Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform eines Hohlleiters;

Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform eines Hohlleiters;

Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung einer

fünften Ausführungsform eines Hohlleiters; und

Figur 6 zeigt eine schematische Darstellung einer sechsten Ausführungsform eines Hohlleiters.

[0035] Die hier beschriebenen Verfahrensvarianten der, sowie deren, Funktions- und Betriebsaspekte dienen lediglich dem besseren Verständnis ihrer Struktur, Funktionsweise und Eigenschaften; sie schränken die Offenbarung nicht etwa auf die Ausführungsbeispiele ein. Die Figuren sind teilweise schematisch, wobei wesentliche Eigenschaften und Effekte zum Teil deutlich vergrößert oder verkleinert dargestellt sind, um die Funktionen, Wirkprinzipien, technischen Ausgestaltungen und Merkmale zu verdeutlichen. Dabei kann jede Funktionsweise, jedes Prinzip, jede technische Ausgestaltung und jedes Merkmal, welches/welche in den Figuren oder im Text offenbart ist/sind, mit allen Ansprüchen, jedem Merkmal im Text und in den anderen Figuren, anderen Funktionsweisen, Prinzipien, technischen Ausgestaltungen und Merkmalen, die in dieser Offenbarung enthalten sind oder sich daraus ergeben, frei und beliebig kombiniert werden, so dass alle denkbaren Kombinationen den beschriebenen Vorrichtungen zuzuordnen sind. Dabei sind auch Kombinationen zwischen allen einzelnen Ausführungen im Text, das heißt in jedem Abschnitt der Beschreibung, in den Ansprüchen und auch Kombinationen zwischen verschiedenen Varianten im Text, in den Ansprüchen und in den Figuren umfasst und können zum Gegenstand weiterer Ansprüche gemacht werden. Auch die Ansprüche limitieren nicht die Offenbarung und damit die Kombinationsmöglichkeiten aller aufgezeigten Merkmale untereinander. Alle offenbarten Merkmale sind explizit auch einzeln und in Kombination mit allen anderen Merkmalen hier offenbart.

[0036] Der Hohlleiter wird nun anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben.

[0037] Im Folgenden werden ohne hierauf beschränkt zu sein, spezifische Details dargelegt, um ein vollständiges Verständnis der vorliegenden Offenbarung zu liefern. Es ist einem Fachmann jedoch klar, dass die vorliegende Offenbarung in anderen Ausführungsbeispielen verwendet werden kann, die von den nachfolgend dargelegten Details abweichen können.

[0038] Während sich dementsprechend weitere Beispiele für verschiedene Modifikationen und alternative Formen eignen, werden einige Beispiele derselben in den Figuren beispielhaft gezeigt und hier ausführlich beschrieben. Es versteht sich jedoch, dass es nicht beabsichtigt ist, Beispiele auf die offenbarten bestimmten Formen zu begrenzen. Weitere Beispiele können alle in den Rahmen der Offenbarung fallenden Modifikationen, Entsprichungen und Alternativen abdecken. In der gesamten Beschreibung der Figuren beziehen sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche Elemente, die identisch oder in modifizierter Form im Vergleich zueinander implementiert sein können, während sie dieselbe

oder eine ähnliche Funktionalität bereitstellen.

[0039] Es versteht sich, dass, wenn ein Element als mit einem anderen Element "verbunden" oder "gekoppelt" bezeichnet wird, die Elemente direkt verbunden oder gekoppelt sein können oder über ein oder mehrere Zwischenelemente. Wenn zwei Elemente A und B mit einem "oder" verbunden werden, soll dies derart verstanden werden, dass es alle möglichen Kombinationen, d.h. nur A, nur B sowie A und B offenbart. Ein alternativer Wortlaut für dieselben Kombinationen ist "zumindest eines aus A und B". Dasselbe gilt für Kombinationen aus mehr als 2 Elementen.

[0040] Die hierin verwendete Terminologie bezweckt das Beschreiben bestimmter Beispiele und soll nicht begrenzend für weitere Beispiele sein. Immer, wenn eine Singularform wie "ein, eine" und "das, der, die" verwendet wird, und die Verwendung von nur einem Element weder explizit noch implizit als verpflichtend definiert ist, können weitere Beispiele auch die Pluralformen umfassen, um dieselbe Funktionalität zu implementieren. Auf ähnliche Weise, wenn eine Funktionalität nachfolgend derart beschreiben wird, dass sie unter Verwendung mehrerer Elemente implementiert wird, können weitere Beispiele dieselbe Funktionalität unter Verwendung eines einzelnen Elements oder einer einzelnen Verarbeitungsentität implementieren. Es versteht sich weiterhin, dass die Begriffe "umfasst", "umfassend", "aufweisen", "enthält", "enthaltend" und/oder "aufweisend" bei hiesigem Gebrauch das Vorhandensein angegebener Merkmale, Ganzzahlen, Elemente und/oder Bestandteile angeben, aber nicht das Vorhandensein oder die Zufügung eines oder mehrerer anderer Merkmale, Ganzzahlen, Elemente, Bestandteile und/oder Gruppen derselben ausschließen.

[0041] Sofern nicht anderweitig definiert, werden alle hier benutzten Begriffe (einschließlich technischer und wissenschaftlicher Begriffe) in ihrer üblichen Bedeutung des Gebiets verwendet, zu dem die Beispiele gehören.

[0042] Einzelheiten und Aspekte sind in Verbindung mit den vor- oder nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen erwähnt.

[0043] Der hierin offenbarte Hohlleiter kann ein definiertes Frequenzband ungehindert übertragen und gleichzeitig eine für die additive Fertigung optimierte Struktur/Form sein. Eine für den Hohlleiter vorgesehene Bandbreite, in der nur der Grundmode ausbreitungsfähig ist, kann durch Optimierung der Form angepasst werden. Beispiele hierfür finden sich in jeder der Figuren 1 bis 6.

[0044] Übliche Rechteckhohlleiter haben ein Breiten zu Höhen Verhältnis von 2:1. Dieses Verhältnis definiert eine maximale Bandbreite für eine monomodale Anwendung. Durch Verändern der Breite (Breitseite) kann eine Grenzfrequenz des Hohlleiters verändert werden.

[0045] Bei komplexeren Hohlleitersystemen kann nicht immer gewährleistet werden, dass in dem Rechteckhohlleiter keine überhängenden oder flachen Flächen (in Bezug auf die Fertigungsrichtung) vorkommen. Somit können einzelne Bereiche im Rechteckhohlleiter

nicht oder nur mit großen Qualitätseinbußen gefertigt werden.

[0046] Anstatt einer (eventuell später überhängenden oder flachen) geraden Breitseite des Hohlleiters kann eine dachförmige Struktur (oder ein Polynomzug bzw. Spline) auf einer der Breitseiten zu einer besseren Fertigungsqualität führen. Gleichzeitig kann sich die monomodale Bandbreite verringern (das Verhältnis von Höhe zu Breite ist dann nicht mehr ideal, auch nicht mehr 1:2). Um hierbei wieder ein besseres Verhältnis herstellen zu können, kann die dem Dach gegenüberliegende Breitseite angepasst werden. Ein Verhältnis Breite zu Höhe von 2:1 kann zum Beispiel in diesem Fall nicht optimal sein. Für die dem Dach gegenüberliegende Breitseite kann ebenfalls eine Dachstruktur verwendet werden. Die beiden Dächer können wie in Figur 2 gezeigt komplementär sein. Die Abmessungen der beiden Dächer in Figur 2 müssen nicht zwingend gleich sein. Für die dem Dach gegenüberliegende Breite kann außerdem ein rechteckiger Ridge, wie in Figur 1 gezeigt, verwendet werden. Ferner kann für die dem Dach gegenüberliegende Breitseite auch ein Halbkreis oder Kreisausschnitt verwendet werden. Für die dem Dach gegenüberliegende Breitseite kann ferner ein Polynom/Polygon/Spline, wie in Figur 3 gezeigt, verwendet werden. Außerdem können weitere mit additiven Fertigungsverfahren fertigmache Strukturen für die dem Dach gegenüberliegende Breitseite Verwendung finden, um die Bandbreite zu erhöhen.

[0047] Je nach Lage während der Fertigung kann es vorteilhaft sein, anstatt der Höhe (Schmalseite) des Hohlleiters, eine dachförmige Struktur (oder ein Polynomzug bzw. Spline), wie zum Beispiel in Figur 4 gezeigt, zu verwenden. Die gegenüberliegende Schmalseite kann entsprechend den Figuren 1 bis 3 angepasst sein.

[0048] Ferner kann statt einer der geraden Schmalseiten und einer der geraden Breitseiten jeweils eine dachförmige Struktur (oder ein Polynomzug bzw. Spline) verwendet werden (siehe Figur 6). Hierbei ist die Form nicht mehr achsensymmetrisch zu einer Querachse des Querschnitts des Hohlleiters sein. In den Ausführungsbeispielen der Figuren 1 bis 5 gibt es genau eine Querachse, zu der der Hohlleiterquerschnitt achsensymmetrisch ist. Der Einfluss auf die Grenzfrequenz beim Ersetzen der geraden Schmalseite des Hohlleiters mit einer dachförmigen Struktur (oder einem Polynomzug bzw. Spline) kann deutlich geringer sein als beim Ersetzen der geraden Breitseite des Hohlleiters. Dem kann zum Beispiel mit einer Vergrößerung der Breitseite des Hohlleiters entgegengewirkt werden. Eine weitere Möglichkeit, die Grenzfrequenzverschiebung zu kompensieren, kann ein Einbringen von bandbreitenvergrößernden Strukturen (wie zum Beispiel ein Ridge auf der Breitseite des Hohlleiters) sein. Weiter Möglichkeiten hierfür sind ein Halbkreis, ein Kreisausschnitt, ein Polynom oder jede weitere für additive Fertigungsverfahren fertigmache und für die Erhöhung der Bandbreite vorgesehene Strukturen. Eine dachförmige Struktur anstatt der geraden Schmalseite des Hohlleiters kann die effektive Bandbreite des Hohl-

leiters und somit auch die nutzbare Bandbreite ändern. Diesem Effekt kann durch eine Kompensation auf der gegenüberliegenden Schmalseite abgeholfen werden. Mögliche Strukturen sind wiederum Dächer, rechteckige Ridges, Halbkreise, Kreisausschnitte, Polynome oder jede über additive Fertigungsverfahren herstellbare und für die Änderung der Nutzbandbreite vorgesehene Strukturen.

[0049] Figur 1 zeigt einen Hohlleiter 100 mit 9 Innenwinkeln. Der Hohlleiter 100 (bzw. dessen Abmessungen) kann auf einem Rechteckhohlleiter basieren. In Figur 1 wurde eine (oben in Figur 1) der beiden Breitseiten des Hohlleiters 100 durch ein Dach ersetzt wurde. Die andere (unten in Figur 1) der beiden Breitseiten des Hohlleiters 100 wurde durch ein Ridge ersetzt. Die Innenwinkel sind der Reihe nach wie folgt definiert: 90°, 90°, 270°, 270°, 90°, 90°, 135°, 90° und 135°. Abweichungen von bis zu 2° oder 3° können vorgesehen sein.

[0050] Figur 2 zeigt einen Hohlleiter 200 mit 6 Innenwinkeln. Der Hohlleiter 200 kann wie in Figur 1 auf einem Rechteckhohlleiter basieren. In Figur 2 wurden beide (oben und unten in Figur 2) Breitseiten des Hohlleiters 200 durch jeweils ein Dach ersetzt. Die Dächer weisen jeweils in dieselbe Richtung, sind also komplementär zueinander. Die Innenwinkel sind der Reihe nach wie folgt definiert: 45°, 270°, 45°, 135°, 90° und 135°. Abweichungen von bis zu 2° oder 3° können vorgesehen sein.

[0051] Figur 3 zeigt einen Hohlleiter 300 mit 10 Innenwinkeln. Der Hohlleiter 300 kann wie in Figur 1 oder 2 auf einem Rechteckhohlleiter basieren. In Figur 3 wurden beide Breitseiten (oben und unten in Figur 3) des Hohlleiters 300 durch jeweils eine polynomförmige Struktur ersetzt. Die polynomförmigen Strukturen weisen jeweils in dieselbe Richtung, sind also komplementär zueinander. Durch die Komplementarität kann eine Bandbreite entsprechend einem gewünschten Frequenzverhalten angepasst werden. Die Innenwinkel sind der Reihe nach wie folgt definiert: 35°, 205°, 240°, 205°, 35°, 145°, 155°, 120°, 155° und 145°. Abweichungen von bis zu 2° oder 3° können vorgesehen sein.

[0052] Figur 4 zeigt einen Hohlleiter 400 mit 5 Innenwinkeln. Der Hohlleiter 400 kann zum Beispiel wie in Figur 1, 2 oder 3 auf einem Rechteckhohlleiter basieren. In Figur 4 wurde eine (oben in Figur 4) der beiden Schmalseiten des Hohlleiters 400 durch ein Dach ersetzt. Die andere (unten in Figur 4) der beiden Schmalseiten des Hohlleiters 400 wurde nicht ersetzt. Die Innenwinkel sind der Reihe nach wie folgt definiert: 90°, 90°, 135°, 90° und 135°. Abweichungen von bis zu 2° oder 3° können vorgesehen sein.

[0053] Figur 5 zeigt einen Hohlleiter 500 mit 6 Innenwinkeln. Der Hohlleiter 500 kann zum Beispiel wie in Figur 1, 2, 3 oder 4 auf einem Rechteckhohlleiter basieren. In Figur 5 wurden beide Schmalseiten (oben und unten in Figur 5) des Hohlleiters 500 durch ein Dach ersetzt. Die Innenwinkel sind der Reihe nach wie folgt definiert: 45°, 270°, 45°, 135°, 90° und 135°. Abweichungen von bis zu 2° oder 3° können vorgesehen sein.

[0054] Figur 6 zeigt einen Hohlleiter 600 mit 6 Innenwinkeln. Der Hohlleiter 600 kann zum Beispiel wie in Figur 1, 2, 3, 4 oder 5 auf einem Rechteckhohlleiter basieren. In Figur 6 wurde eine (oben in Figur 6) der beiden Schmalseiten des Hohlleiters 600 durch ein Dach ersetzt. Ferner wurde ein Ende (rechts in Figur 6) der beiden Breitseiten des Hohlleiters 600 nach außen verschoben bzw. in Figur 6 nach rechts. Das Dach der Schmalseite ist demnach breiter als in den Figuren 4 und 5. Ferner verlaufen die geraden Breitseiten des Hohlleiters nicht mehr parallel zueinander, sondern sind verdreht/windschief. Folglich wird die verlängerte Schmalseite durch eine Verlängerung/Verbreiterung der Breitseite angepasst. Die Innenwinkel sind der Reihe nach wie folgt definiert: 90°, 90°-100° (z.B. 95°), 125°-135° (z.B. 130°), 90° und 135°-145° (z.B. 140°). Abweichungen von bis zu 2° oder 3° können vorgesehen sein.

[0055] Den Ausführungsbeispielen ist gemeinsam, dass kein Hohlleiter eine Punktsymmetrie aufweist. Ferner können die Ausführungsbeispiele eine Gemeinsamkeit aufweisen, bei der kein Umfang der Hohlleiter bzw. kein Querschnitt des Umfangs eine Punktsymmetrie aufweist. Zum Beispiel kann der Querschnitt bzw. der Umfang des Querschnitts keine Punktsymmetrie aufweisen.

[0056] Gemäß einem Aspekt kann durch Vermeiden von Überhängen und Quasi-Überhängen geringere Fertigungsabweichungen erreicht werden.

[0057] Gemäß einem Aspekt kann ein maximal möglicher Fertigungswinkel angepasst werden.

[0058] Gemäß einem Aspekt kann eine Bandbreite an ein Szenario angepasst werden, zum Beispiel ein Unterdrücken höherer Frequenzen.

[0059] Die Aspekte und Merkmale, die zusammen mit einem oder mehreren der vorangehend detailliert beschriebenen Beispiele und Figuren erwähnt und beschrieben wurden, können ferner mit einem oder mehreren der anderen Beispiele kombiniert werden, um ein ähnliches Merkmal des anderen Beispiels zu ersetzen oder um das Merkmal zusätzlich in das andere Beispiel einzubringen.

[0060] Die Beschreibung und Zeichnungen stellen nur die Grundsätze der Offenbarung dar. Weiterhin sollen alle hier aufgeführten Beispiele ausdrücklich nur Lehrzwecken dienen, um den Leser beim Verständnis der Grundsätze der Offenbarung und der durch den (die) Erfinder beigetragenen Konzepte zur Weiterentwicklung der Technik zu unterstützen. Alle hiesigen Aussagen über Grundsätze, Aspekte und Beispiele der Offenbarung wie auch besondere Ausführungsbeispiele derselben sollen deren Entsprechungen umfassen.

[0061] Weiterhin sind die nachfolgenden Ansprüche hiermit in die detaillierte Beschreibung aufgenommen, wo jeder Anspruch als getrenntes Beispiel für sich stehen kann.

[0062] Wenn jeder Anspruch als getrenntes Beispiel für sich stehen kann, ist zu beachten, dass - obwohl sich ein abhängiger Anspruch in den Ansprüchen auf eine besondere Kombination mit einem oder mehreren ande-

ren Ansprüchen beziehen kann - andere Ausführungsbeispiele auch eine Kombination des abhängigen Anspruchs mit dem Gegenstand jedes anderen abhängigen oder unabhängigen Anspruchs einschließen können. Diese Kombinationen werden hier vorgeschlagen, sofern nicht angegeben ist, dass eine bestimmte Kombination nicht beabsichtigt ist. Weiterhin sollen auch Merkmale eines Anspruchs für jeden anderen unabhängigen Anspruch eingeschlossen sein, selbst wenn dieser Anspruch nicht direkt abhängig von dem unabhängigen Anspruch gemacht ist.

[0063] Die vorliegende Offenbarung ist natürlich nicht in irgendeiner Weise auf die zuvor beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Es werden im Gegenteil viele Möglichkeiten für Modifikationen daran einem Durchschnittsfachmann ersichtlich, ohne von der zugrundeliegenden Idee der vorliegenden Offenbarung abzuweichen, wie sie in den beigefügten Ansprüchen definiert ist.

Patentansprüche

1. Hohlleiter für elektromagnetische Wellen, wobei ein Querschnitt des Hohlleiters nicht punktsymmetrisch ist, und wobei ein Innenwinkel des Hohlleiters einen Wert zwischen 100° und 170° aufweist. 25
2. Hohlleiter nach Anspruch 1, wobei der Querschnitt des Hohlleiters eine achsensymmetrische Querachse aufweist. 30
3. Hohlleiter nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein Umfang des Querschnitts des Hohlleiters in Umfangsrichtung bestimmt ist durch folgende Teile:
ein erstes gerades Teilstück, einen ersten Teilbereich, ein zweites gerades Teilstück und einen zweiten Teilbereich. 35
4. Hohlleiter nach Anspruch 3, wobei der erste Teilbereich zumindest teilweise nach Außen gewölbt ist. 40
5. Hohlleiter nach Anspruch 3 oder 4, wobei der erste Teilbereich die Form eines Sägezahns mit zwei geraden Teilstücken aufweist. 45
6. Hohlleiter nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei der erste Teilbereich die Form eines Polynomzugs aufweist.
7. Hohlleiter nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei der erste Teilbereich die Form eines Polygonzugs mit Grad $n > 2$ aufweist, wobei n eine natürliche Zahl ist. 50
8. Hohlleiter nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei der zweite Teilbereich zumindest teilweise nach Innen gewölbt ist. 55

9. Hohlleiter nach einem der Ansprüche 3 bis 8, wobei der zweite Teilbereich ein Ridge ist.
10. Hohlleiter nach einem der Ansprüche 3 bis 8, wobei der zweite Teilbereich die Form eines Sägezahns mit zwei geraden Teilstücken aufweist. 5
11. Hohlleiter nach einem der Ansprüche 3 bis 8, wobei der zweite Teilbereich die Form eines Polynomzugs aufweist. 10
12. Hohlleiter nach einem der Ansprüche 3 bis 8, wobei der zweite Teilbereich die Form eines Polygonzugs mit Grad $n > 2$ aufweist, wobei n eine natürliche Zahl ist. 15
13. Hohlleiter nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei der zweite Teilbereich ein gerader Abschnitt ist.
14. Hohlleiter nach einem der Ansprüche 3 bis 13, wobei das zweite gerade Teilstück nicht parallel zu dem ersten geraden Teilstück ist. 20
15. Hohlleiter nach einem der Ansprüche 3 bis 14, wobei der erste Teilbereich ein größeres Maß als der zweite Teilbereich aufweist. 25

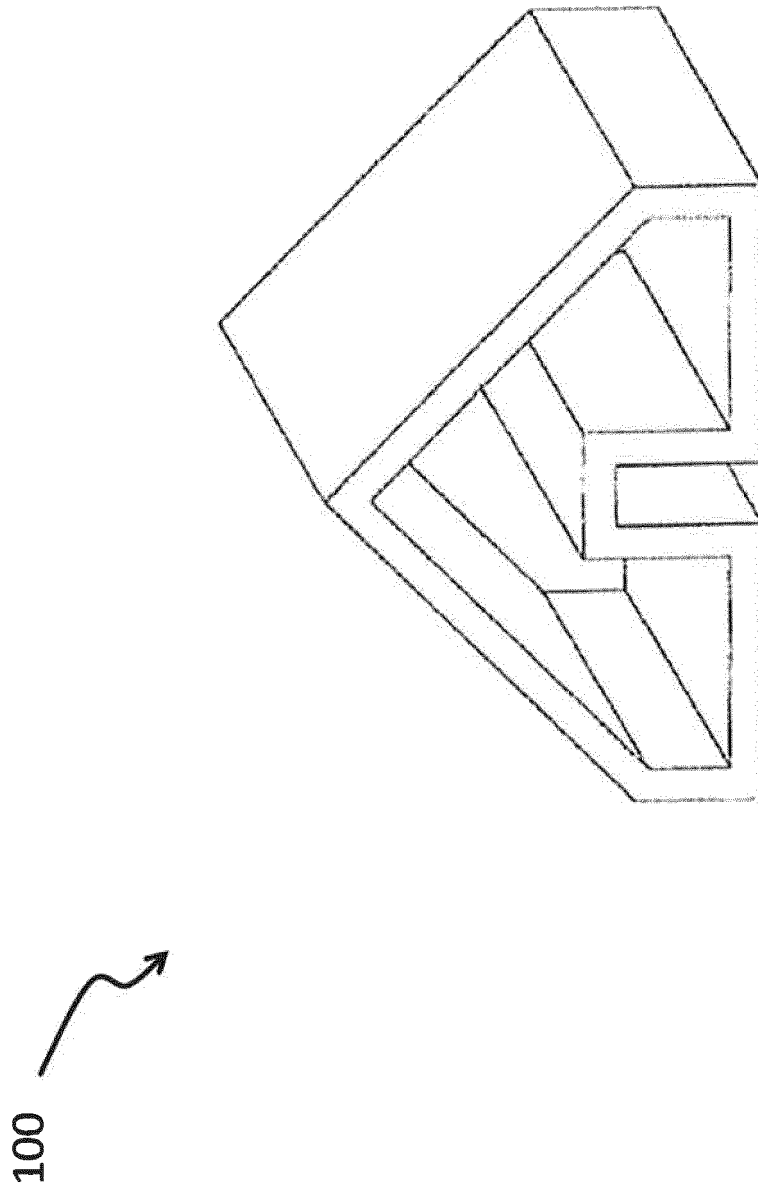


Fig. 1

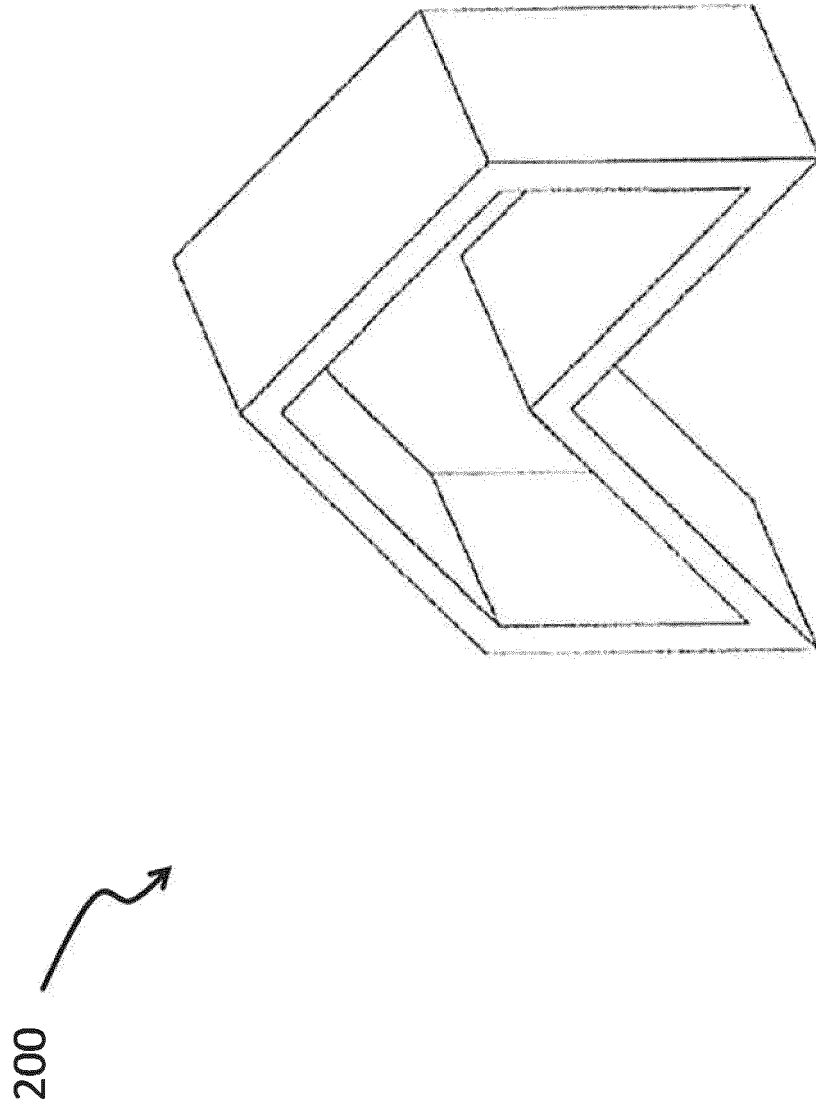


Fig. 2

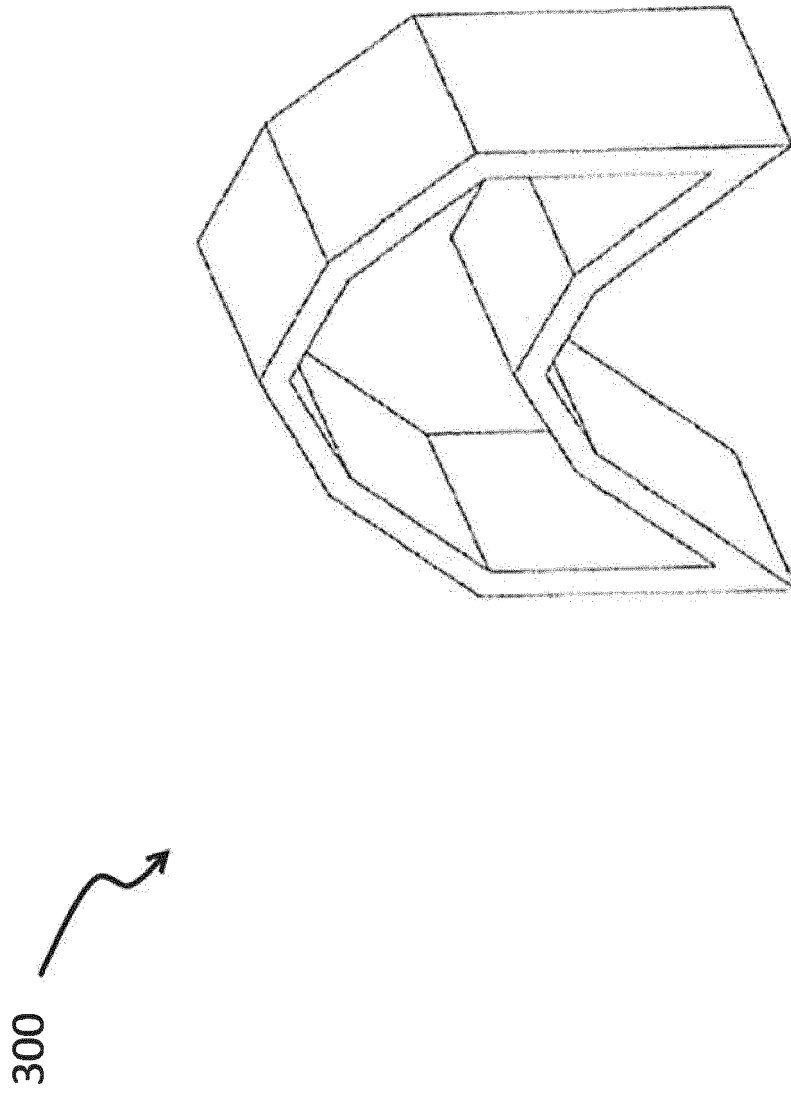


Fig. 3

400

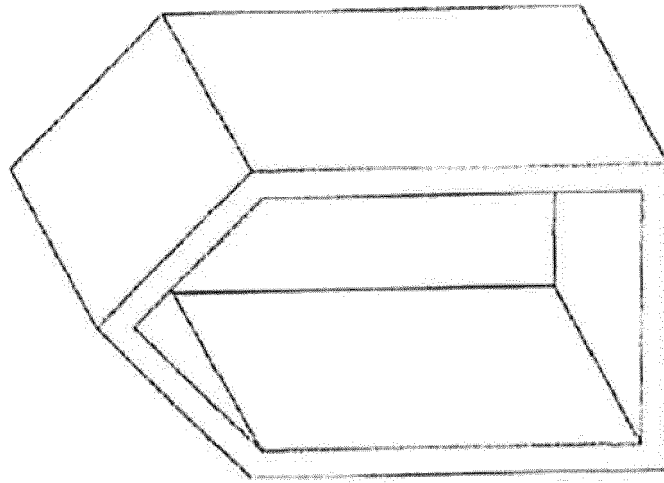


Fig. 4

500

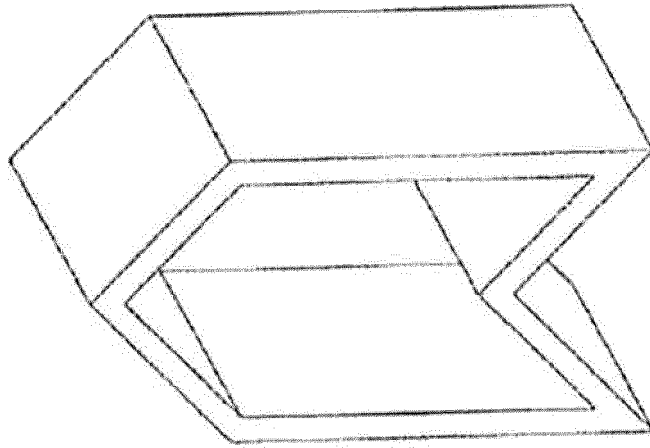


Fig. 5

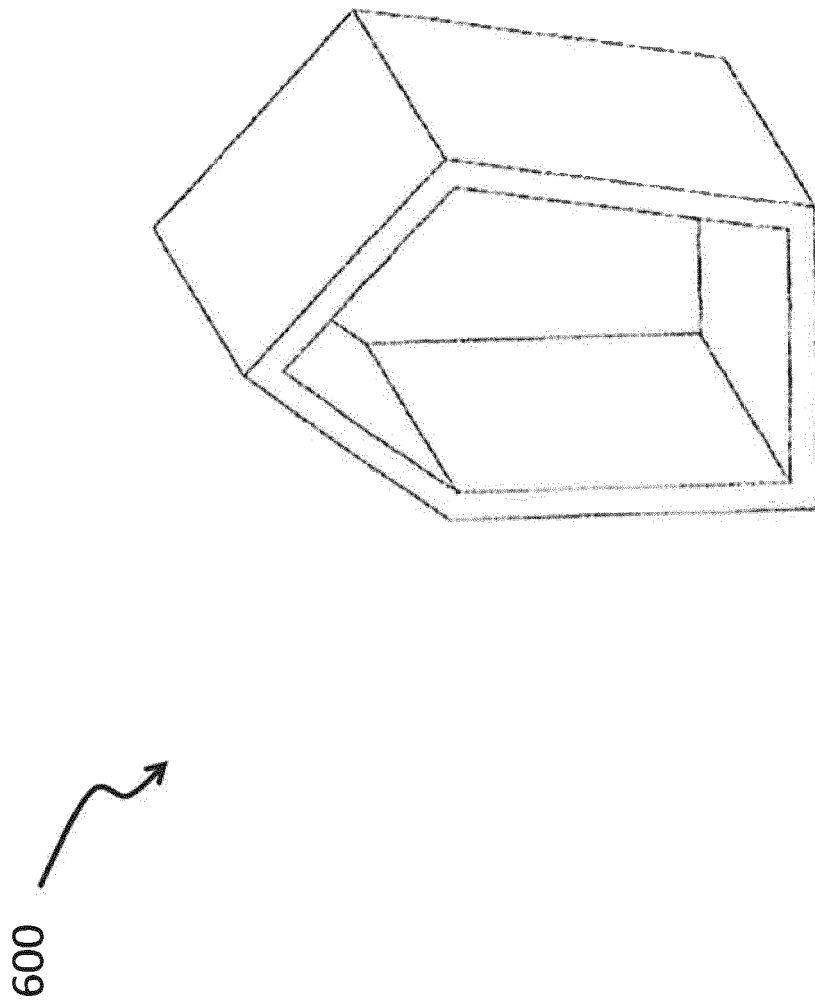


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 21 0487

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	B Ravelo ET AL: "Characterization of the regular polygonal waveguide for the RF EM shielding application", Progress In Electromagnetics Research M, 1. Januar 2010 (2010-01-01), Seiten 95-105, XP055594428, Gefunden im Internet: URL:http://www.jpier.org/PIERM/pierm12/08.10030306.pdf [gefunden am 2019-06-06] * Kapitel 1 und 3; Abbildung 3 (n=7) *	1-7, 10-12,14	INV. H01P3/123
X	JP 2004 048486 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 12. Februar 2004 (2004-02-12) * Absatz [0014] - Absatz [0022]; Abbildungen 4, 5 *	1-6,10, 11,13-15	
X	US 3 224 004 A (JEAN BARTHEZ) 14. Dezember 1965 (1965-12-14) * Spalten 1, 3; Abbildung 4a *	1-3, 8-10,15	
X	DE 10 2015 103983 A1 (VAHLE PAUL KG [DE]) 22. September 2016 (2016-09-22) * Absatz [0039] - Absatz [0041]; Abbildungen 1c, 1d *	1-5, 8-11,14, 15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01P
X	WO 2017/149423 A1 (SWISSTO12 SA [CH]) 8. September 2017 (2017-09-08) * Absätze [0008], [0028] - Absatz [0034]; Abbildung 5J *	1-6,10, 11	
A	US 2010/001809 A1 (YANAGISAWA WASUKE [JP] ET AL) 7. Januar 2010 (2010-01-07) * Absatz [0024] - Absatz [0035]; Abbildung 1 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 6. Juni 2019	
		Prüfer Hueso González, J	
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 : mündliche 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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 18 21 0487

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

06-06-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2004048486 A	12-02-2004	JP 3750856 B2 JP 2004048486 A	01-03-2006 12-02-2004
US 3224004 A	14-12-1965	DE 1268225 B FR 1294207 A GB 994312 A NL 277059 A US 3224004 A	16-05-1968 26-05-1962 02-06-1965 06-06-2019 14-12-1965
DE 102015103983 A1	22-09-2016	KEINE	
WO 2017149423 A1	08-09-2017	CN 109075418 A EP 3424103 A1 FR 3048556 A1 WO 2017149423 A1	21-12-2018 09-01-2019 08-09-2017 08-09-2017
US 2010001809 A1	07-01-2010	JP 5129046 B2 JP 2010016714 A US 2010001809 A1	23-01-2013 21-01-2010 07-01-2010

EPO FORM P0461

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