

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Juni 2020 (25.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/128096 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01Q 1/32 (2006.01) H01Q 5/50 (2015.01)
H01Q 9/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/086942

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Dezember 2019 (23.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
18215599.4 21. Dezember 2018 (21.12.2018) EP

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG
E.V.** [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE).

(72) **Erfinder: POPUGAEV, Alexander**; c/o Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Am Wolfsmantel 33, 91058 Erlangen (DE). **TESSEMA, Mengistu**; c/o Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Am Wolfsmantel 33, 91058 Erlangen (DE).

(74) **Anwalt: PFITZNER, Hannes et al.**; Schoppe, Zimmermann, Stöckeler, Zinkler, Schenk & Partner mbB, Radlkoferstr. 2, 81373 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,

(54) Title: ANTENNA DEVICE

(54) Bezeichnung: ANTENNENVORRICHTUNG

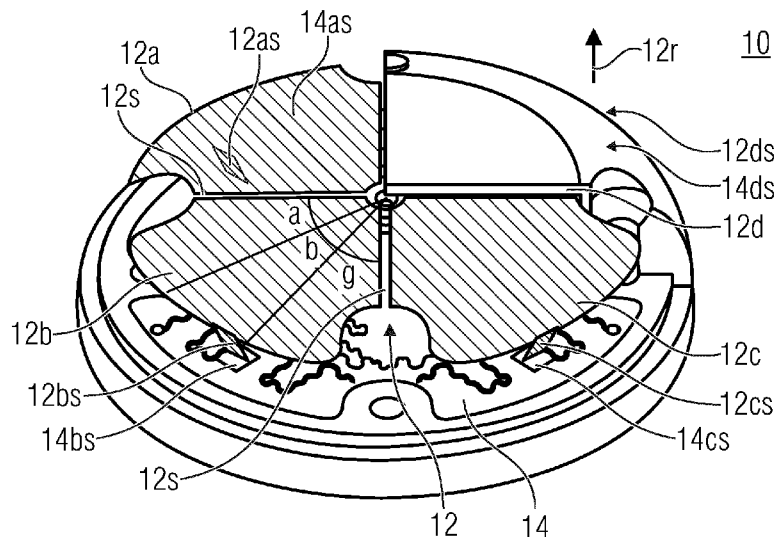


Fig. 7a

(57) **Abstract:** The invention relates to an antenna device having a radiator assembly in a plane situated higher in an emitting/receiving direction; and in a plane situated lower in the emitting/receiving direction; wherein: the radiator assembly comprises at least four elements, which are arranged, so as to be mutually spaced by gaps, in the plane situated higher to form a quadrant structure; each of the four elements has a feed point in a central angular region, by means of which feed point each element is connected to a corresponding feed point of the feed network.

(57) **Zusammenfassung:** Antennenvorrichtung mit einer Strahleranordnung in einer in Abstrahl-/Empfangsrichtung oberen Ebene; und in einer in der Abstrahl-/Empfangsrichtung unteren Ebene; wobei die Strahleranordnung zumindest vier Elemente umfasst, die

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2020/128096 A1



NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

durch Spalte voneinander beabstandet in der oberen Ebene zu einer Quadrantenstruktur angeordnet sind, wobei jedes der vier Elemente in einem zentralen Winkelbereich einen Speisepunkt aufweist, über den jedes Element mit einem entsprechenden Speisepunkt des Speisenetzwerks verbunden ist.

Antennenvorrichtung

Beschreibung

5

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung beziehen sich auf eine Antennenvorrichtung sowie auf eine GNSS-Antenne. Bevorzugte Ausführungsbeispiele beziehen sich auf eine breitbandige Antennenvorrichtung mit limitierten Abmessungen.

10 Globale Satellitennavigationssysteme (GNSS), wie das amerikanische GPS, das russische GLONASS, das chinesische BeiDou oder das europäische Galileo, sind zu einem elementaren Bestandteil von Navigationsanwendungen geworden, welche stetig steigende Anforderungen an eine genaue, verlässliche und möglichst immer verfügbare Positions-, Geschwindigkeits- und

15

Zeitinformation haben. Je größer jedoch die Abhängigkeit von GNSS ist, desto größer wird auch die Gefahr von Störungen und Täuschungen. Um einen möglichst manipulationssicheren Betrieb von GNSS zu ermöglichen, wurden und werden für autorisierte Nutzer verschiedene Sicherheitsmechanismen entwickelt.

20 Im Falle von GPS wird neben dem zivilen C/A-Code (Coarse/Acquisition) im L1-Band (siehe Fig. 1) der nicht öffentlich bekannte (militärische) P/Y-Code (Precision/encrypted) in den Bändern L1 und L2 eingesetzt. Militärische GPS-Empfänger und Antennen sind daher meistens für diese zwei Frequenzbänder ausgelegt.

25 Das Galileo-System bietet für hoheitliche Zwecke den öffentlich regulierten Dienst (Public Regulated Service – PRS). Die Bandbreite der kryptierten PRS-Signale E1 und E6 wird jeweils mit mindestens 40 MHz spezifiziert (etwas größer als in Fig. 1 dargestellt). Es ist geplant, in naher Zukunft militärische und BOS-Fahrzeuge (Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben) der beteiligten EU-Mitgliedsstaaten mit PRS-Empfängermodulen auszustatten.

30

Bereits im Stand der Technik gibt es schon einige Ansätze, wie ausgehend von limitierten Platzverhältnissen ein oder mehrere Bänder des oben erläuterten L-Bandes empfangen werden können.

Die Grundlage für robuste Positionsbestimmungen ist ein möglichst hohes Signal-zu-Rauschleistungsichte-Verhältnis (C/N_0), welches dem passiven Antennengewinn proportional ist.

- 5 Eine der am häufigsten verwendeten militärischen GPS-Antennen ist die in Fig. 2 dargestellte S67-1575-86 von Sensor Systems. Fig. 3 zeigt eine kompatible Antenne von AntCom. Um statische Aufladungen zu verhindern und möglichst hohe Interferenzunterdrückung im HF- und VHF-Bereich zu gewährleisten, sind die Antennenelemente galvanisch mit der Masse verbunden (DC grounded). Wie die meisten kompakten L1/L2-Antennen, sind diese sehr resonant, sodass nur innerhalb der L1-
10 und L2-Bänder verhältnismäßig hohe Gewinnwerte ermöglicht werden.

Durch ein solches Verhalten zeichnen sich beispielsweise Keramikantennen mit zwei übereinander angeordneten planaren Antennenelementen (Resonatoren) aus (vgl. Fig. 4).

- 15 Eine aus der Literatur bekannte Möglichkeit, eine hohe Effizienz bei einer elektrisch kleinen Antennengröße zu erreichen, ist die Verwendung von planaren Antennenstrukturen mit einem Kreuzschlitz (vgl. Fig. 5).

- Jeder der vier metallischen Strahlerteile wird an einer der äußeren Ecke gespeist und am äußeren
20 Rand mittig mit der Massefläche galvanisch verbunden. Die relative Impedanzbandbreite (Maß: Stehwellenverhältnis $VSWR \leq 2:1$) der hier gezeigten Antennen beträgt ca. 20%. Die Achsenverhältnisbandbreite (Axial Ratio $AR \leq 3$ dB bzw. Kreuzpolarisationsunterdrückung $XPD \geq 15,5$ dB) wird durch das verwendete schmalbandige Konzept des seriellen Speisenetzwerks auf ca. 10% begrenzt.

25

- Eine größere Bandbreite (ca. 30%) hinsichtlich aller Antennenparameter kann mithilfe eines parallelen Vier-Punkt-Speisenetzwerks erzielt werden. In Fig. 6 ist die Struktur und Miniaturisierung des parallelen Vier-Punkt-Speisenetzwerks einer zirkular polarisierten Antenne veranschaulicht. Jeder Speisepunkt der miniaturisierten Variante wird mithilfe eines Leitungstransformators und einer
30 leerlaufenden Stichleitung breitbandig angepasst.

Keine der oben erläuterten Stand der Technik-Varianten bietet einen ausreichenden Antennengewinn breitbandig bei gleichsam geringen Abmessungen. Insofern besteht der Bedarf

nach einem verbesserten Ansatz für eine breitbandige Antennenlösung, insbesondere bei ähnlichen Formfaktoren wie handelsübliche L1/L2-Lösungen (Durchmesser < 90 mm, Bauhöhe < 30 mm), die einen robusten Empfang von allen GNSS-Signalen im L-Band ermöglicht. Deshalb ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Antennenkonzept zu schaffen, das einen verbesserten Kompromiss aus benötigtem Bauraum, Antennengewinn und Breitbandigkeit schafft.

Die Aufgabe wird durch die unabhängigen Patentansprüche gelöst.

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung schaffen eine Antennenvorrichtung mit einer Strahleranordnung und einem Speisenetzwerk. Die Strahleranordnung ist in einer in Abstrahlrichtung oberen Ebene angeordnet, während das Speisenetzwerk in einer entsprechenden unteren Ebene angeordnet ist. Beispielsweise kann das Speisenetzwerk auf einem ein- oder mehrlagigen Träger vorgesehen sein. Die Strahleranordnung umfasst zumindest vier Elemente (vier strahlende Elemente), die durch Spalte voneinander beabstandet (isoliert) in der oberen Ebene angeordnet sind. Die Anordnung ist derart, dass vier Quadranten ausgebildet werden. Jedes der vier Elemente ist in einem zentralen Winkelbereich über einen jeweiligen Speisepunkt mit einem entsprechenden Speisepunkt des Speisenetzwerks verbunden. Hierzu ist je Element ein sich aus der oberen Ebene in Richtung der unteren Ebene erstreckendes Fußelement (z.B. umgefalzter Vorsatz oder angesetztes Via) vorgesehen.

Entsprechend Ausführungsbeispielen ist jedes der vier Elemente durch ein Kreisbogensegment, z. B. ein 90°-Kreisbogensegment geformt. Die vier Kreisbogensegmente in der Quadraturanordnung bilden also eine Art Vollkreis, wobei die Elemente jeweils durch einen Spalt von dem nächsten Element beabstandet sind. Infolge dieser Quadraturanordnung bilden die Spalten eine Art Kreuzschlitz aus. Durch diese Form ist es vorteilhafterweise möglich, dass eine maximale Fläche, insbesondere bei der Randbedingung eines begrenzten Durchmessers (von z.B. 100 oder 90 mm) eingenommen werden kann. Vorteilhafterweise ist durch das obige Design auch eine flache Form realisierbar (z.B. <30mm), was einen Fahrzeugbündigen Einbau ermöglicht.

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung basieren auf der Erkenntnis, dass durch die schichtweise Anordnung von Speisenetzwerk und Antennenstrahler eine optimale Platzausnutzung eines Gehäuses erreicht werden kann, wobei durch die quadraturförmige Anordnung bzw. Kreuzschlitzanordnung gute Abstrahlcharakteristik erreicht wird. Indem jedes der vier Elemente eine einzelne Speisung hat, die mit dem direkt darunterliegenden Teilspeisenetzwerk verbunden ist, kann die Strahleranordnung sehr effizient betrieben werden. Dies fördert den resultierenden

Antennengewinn. Dadurch, dass jedes Strahlerelement mittig (d.h. im mittleren Sektor oder mittleren Winkelsektor) bzw. zentral über das Fußelement, das mit dem Speisepunkt verbunden ist, angeregt wird, erfolgt eine symmetrische Anregung, was für den breitbandigen Betrieb und insbesondere den dualzirkularen Betrieb (RHCP + LHCP) besonders wichtig ist.

5

Im Resultat wird also durch die oben skizzierte Anordnung eine Antennenvorrichtung mit hoher Bandbreite und gutem Antennengewinn in der gesamten Bandbreite erreicht, wobei Randbedingungen, wie der geringe Bauraum erreicht werden.

10 Entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen ist zwischen dem Speisenetzwerk und den einzelnen Antennenelementen ein dielektrisches Element, wie z. B. ein Teflonkörper vorgesehen. Dies ermöglicht einerseits einen ausreichenden Abstand zwischen Speisenetzwerk und den strahlenden Elementen auszubilden, wobei dieser Abstand ausgefüllt ist, um hier eine erhöhte mechanische Stabilität (Trittschutz) zu realisieren.

15

Entsprechend Ausführungsbeispielen sind die vier Elemente identisch bzw. im Wesentlichen identisch und können beispielsweise Kreiselemente, 90°-Kreissegmente, Dreiecke oder Polygone umfassen. Insbesondere bei dem Aufbau mit 90°-Kreissegmenten wird es klar, dass die Anordnung zumindest zwei spiegelsymmetrisch und auch bereichsweise punktsymmetrisch ist.

20

Bezüglich der zentralen Ankopplung sei angemerkt, dass dies entsprechend Ausführungsbeispielen dadurch realisiert wird, dass die Ankopplung in einem mittleren Teilkreissegment (allgemein Teilsegment) erfolgt. Dieses mittlere Teilkreissegment (Teilsegment) wird erreicht, wenn man das einzelne Kreisbogensegment (Segment) in drei gleich große Teilkreissegmente (z. B. 30°-
25 Teilkreissegmente) bzw. allgemein Winkelsegmente untergliedert und hier die Ankopplung in dem mittleren Segment (Element) vornimmt (wenn möglich weit außen bzw. im äußeren Drittel). Der Winkel für die Winkelsegmente des einen oder aller Elemente der Strahleranordnung erstreckt sich beispielsweise aus der Mitte bzw. dem mittleren Bereich der Strahleranordnung heraus. Eine entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen optimale Ankopplung wird erreicht, wenn der
30 Ankopplungspunkt genau entlang der Mittellinie in Bezug auf den Winkel des Kreissegments vorliegt. Bei einem 90°-Kreissegment wäre das dann ein 45°-Winkel, wobei auch hier wiederum eine Ankopplung möglichst weit außen, d. h. im Bereich des äußeren Drittels anzustreben wäre.

Gemäß Ausführungsbeispielen weist die Antennenvorrichtung ein Array von Strahleranordnungen

auf. Jede dieser Strahleranordnungen umfasst vier Elemente. Vorzugsweise (aber nicht notwendigerweise) sind die mehreren Strahleranordnungen in dem Array symmetrisch. Entsprechend einem Ausführungsbeispiel können vier Strahleranordnungen vorgesehen sein, die zum Beispiel um den Mittelpunkt der gesamten Strahleranordnung bzw. der Antennenvorrichtung punktsymmetrisch angeordnet sind. Insofern befinden sich diese vier Strahleranordnungen in vier Quadranten der Antennenvorrichtung. Entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel kann in der Mitte der Antennenvorrichtung eine zusätzliche Strahleranordnung angeordnet sein, die auch vier Elemente umfasst, wobei sich diese nicht gezwungenermaßen ähnlich oder identisch zu den vier Elementen der anderen Strahleranordnung verhalten muss.

Bezüglich der Herstellung sei angemerkt, dass jedes der Elemente der Strahlungselemente durch Bleche oder Folien gebildet sein kann, weil die Folie beispielsweise auf den dielektrischen Körper als Träger aufgebracht ist. Auch wenn sich jegliche leitende Elemente eignen, kann bei der Herstellung von Blechen und Folien gleichzeitig das Fußelement mit dem Speisepunkt durch eine ungefaltete Nase (allgemein Fusspunktelement) realisiert sein. Diese Nase erstreckt sich beispielsweise am äußeren Rand von der Hauptebene in Richtung des Speisenetzwerks (beispielsweise in einem Winkel von 35° bis 80° aus der Ebene heraus und/oder entlang eines Winkel im Bereich von 35 bis 55° oder 10° bis 80°). Die Nase kann auch spitz zulaufen, so dass sie in der oberen Ebenen eine Verbindung von 10° (oder 20° oder x°) bis 80° (70° oder $-x^\circ$) aufweist, während der Ankopplungspunkt zu der unteren Ebene bei 45° (oder im Bereich zwischen 40° und 50°) liegt.

Bezüglich des Speisenetzwerks sei, wie bereits oben angemerkt, darauf hingewiesen, dass dieses auf einem ein- oder mehrlagigen Träger angeordnet ist. Wenn man von einem mehrlagigen Träger ausgeht, kann entsprechend Ausführungsbeispielen dieser wie folgt realisiert sein:

- Speisenetzwerkslage
- dazwischenliegende Masselage oder dazwischenliegende Doppelmasselage
- RF-Frontend-Lage.

Jedes Speisenetzwerk weist entsprechend Ausführungsbeispielen eine Sektion für die einzelnen der mindestens vier Elemente der Strahleranordnung auf. Zur breitbandigen Anpassung kann entsprechend Ausführungsbeispielen je Speisepunkt (je strahlendes Element) eine Stichleitung oder gegenüber Masse kurzgeschlossene Stichleitung vorgesehen sein. Entsprechend

Ausführungsbeispielen kann das Speisenetzwerk auch zumindest eines der folgenden Elemente umfassen: Leitungstransformator, Wilkinson-Koppler und/oder Verzögerungsleitung.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel schafft eine GNSS-Antenne mit einem Gehäuse und einer entsprechenden Antennenvorrichtung. Entsprechend Ausführungsbeispielen ist diese GNSS-Antenne rund und hat einen maximalen Durchmesser von 90 mm.

Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen definiert. Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung der GNSS-Signale im L-Band;
- Fig. 2 und 3 schematische Darstellungen von Stand der Technik-Sensoren;
- Fig. 4 schematische Darstellung eines typischen Antennenelements für dualbandige GPS-Antennen in Form einer zirkularpolarisierten Stacked Patch-Antenne (vgl. [4]);
- Fig. 5a und 5b eine quadratische und eine runde zirkularpolarisierte Patch-Antenne (vgl. [5], [6] und [7]) mit Kreuzschlitz und serielltem Speisenetzwerk;
- Fig. 6a bis 6c schematische Darstellungen einer typischen Topologie eines Speisenetzwerks einer breitbandigen zirkularpolarisierten Antenne (vgl. [8]) zur Illustration der Miniaturisierbarkeit gemäß Ausführungsbeispielen;
- Fig. 7a eine schematische Darstellung einer Antennenvorrichtung gemäß einem Basisausführungsbeispiel;
- Fig. 7b eine schematische Darstellung einer Antennenvorrichtung gemäß erweiterten Ausführungsbeispielen;

- Fig. 7c und 7d eine schematische Darstellung einer Antennenvorrichtung in einem Gehäuse (GNSS-Antenne) in der Seitenansicht und in einer Schnittdarstellung gemäß erweiterten Ausführungsbeispielen;
- 5
- Fig. 7e und 7f schematische Darstellungen zur Illustration des Speisernetzwerks zur Illustration von optionalen Aspekten gemäß Ausführungsbeispielen;
- 10
- Fig. 7g eine schematische Darstellung einer weiteren Antennenvorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel;
- 15
- Fig. 8A und 8b schematische Diagramme zur Illustration des passiven Antennengewinns in dBic für einen ersten Frequenzbereich in Fig. 8a und einen zweiten Frequenzbereich in Fig. 8b zur Illustration der Effizienz der GNSS-Antenne aus Fig. 7c,d; und
- Fig. 9a und 9b zeigen eine weitere Implementierung der Antennenvorrichtung mit einem Array an Strahleranordnungen gemäß weiteren Ausführungsbeispielen.
- 20
- Bevor nachfolgend Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung erläutert werden, sei darauf hingewiesen, dass gleichwirkende Elemente und Strukturen mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, so dass die Beschreibung derer aufeinander anwendbar bzw. austauschbar ist.
- 25
- Bei nachfolgender Diskussion wird das Basisausführungsbeispiel anhand von Fig. 7a erläutert, während optionale Aspekte im Zusammenhang mit den Fig. 7b, 7c und 7d diskutiert werden. Fig. 7e und Fig. 7f zeigen optionale Aspekte des Speisernetzwerks gemäß erweiterten Ausführungsbeispielen.
- 30
- Bezug nehmend auf Fig. 7a sei angemerkt, dass hier alle Basiselemente dargestellt sind, wobei auch noch zusätzliche Elemente in der Figurendarstellung enthalten sein können, die aber für die

Antennenvorrichtung nicht zwingend erforderlich sind. Bezug nehmend auf Fig. 8a und 8b wird dann die Effizienz anhand von Diagrammen zur Illustration der Abstrahlcharakteristik erläutert. Nach der Diskussion dieser Diagramme werden dann Variationsmöglichkeiten für die einzelnen Merkmale, insbesondere die Merkmale des Basisausführungsbeispiels diskutiert.

5

Fig. 7a zeigt eine Antennenvorrichtung 10 mit den zwei Basismerkmalen Strahleranordnung 12 und Speisenetzwerk 14. Das Speisenetzwerk ist beispielsweise auf eine einlagige oder mehrlagige Platine aufgebracht und befindet sich in einer unteren Ebene, z. B. am Boden der Antennenvorrichtung, während sich die Strahleranordnung in einer oberen Ebene befindet. Beide Ebenen können im Wesentlichen parallel zueinander sein, wobei optional das Speisenetzwerk 14 und die Strahleranordnung einander fluchtend sind. Entsprechend einem optionalen Aspekt sind diese, wie hier dargestellt, in Abstrahlrichtung 12r voneinander beabstandet. Die Abstrahlrichtung 12r der Antennenvorrichtung 10 ist mit einem Pfeil gekennzeichnet.

10

15

Die Strahleranordnung 12 umfasst in diesem Ausführungsbeispiel vier einzelne Elemente 12a bis 12d (wobei 12d durch eine optionale Komponente verdeckt ist). Die vier Elemente 12a bis 12c, sind jeweils beispielsweise halbkreisförmige Elemente, die zu einem Quadranten angeordnet sind. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die einzelnen Elemente 12a bis 12d durch 90°Kreissegmente geformt, so dass sich ein zweifach spiegelsymmetrischer und eindimensional punktsymmetrischer Aufbau einstellt. Alle Elemente 12a bis 12d sind in einer gemeinsamen Ebene, nämlich der oberen Ebene angeordnet. Alle in den vier Quadranten angeordneten Strahlerelemente 12a bis 12d sind durch Spalte 12s getrennt. Diese können ausgehend von den 90°-Kreissegmenten eine konstante Dicke von 1 bis 3 mm aufweisen, wobei selbstverständlich aber auch jede beliebige andere Form mit variablem Querschnitt denkbar wäre.

20

25

Jedes Strahlerelement 12a bis 12c ist über einen eigenen Speisepunkt mit dem zugehörigen Speisepunkt des Speisenetzwerks 14 verbunden. Die Speisepunkte zugehörig zu den Strahlern 12a bis 12d sind mit dem Bezugszeichen 12as, 12bs, 12cs und 12ds kenntlich gemacht. In diesem Ausführungsbeispiel sind diese Speisepunkte 12as bis 12ds durch Fußelemente bzw. Nasen bzw. gefaltete Nasen geformt, die an der Kreislinie angeordnet sind. Diese Nasen sind nach unten gefalzt (d.h. erstrecken sich aus der oberen Ebene heraus in Richtung der unteren Ebene und ermöglichen so eine Verbindung zu den zugehörigen Speisepunkten 14as bis 14ds. Bezüglich der Speisepunkte ist es wichtig zu erwähnen, dass es sich hier um eine so genannte zentrale Einspeisung handelt, die also, wenn man sich das jeweilige Kreissegment anschaut, mittig in Bezug auf den Winkel angreift. Im Allgemeinen ist die jeweilige Nase 12as bis 14ds in einem mittleren Winkelbereich angeordnet.

30

35

Dieser mittlere Winkelbereich ist hier mit dem Bezugszeichen β kenntlich gemacht und entspricht im Wesentlichen den mittleren Teilkreissegment, wenn man das einzelne Kreissegment in drei gleich große Kreissegmente untergliedert. Innerhalb dieses Bereiches kann der Speisepunkt beliebig angeordnet sein. An dieser Stelle sei aber auch darauf hingewiesen, dass eine bevorzugte Anbringung möglichst zentral, d. h. auf der Winkelhalbierenden des 90° -Kreissegments (oder eines anderswinkligen Kreissegments) vorzusehen ist, während auch eine Anordnung möglichst im Bereich der Randlinie (vgl. Kreislinie) zu bevorzugen wäre. Im Allgemeinen heißt das entsprechend Ausführungsbeispielen, dass der Speisepunkt auf einer Symmetrieachse, Winkelhalbierenden oder Diagonalen (je nach Segmentform) angeordnet ist. Dies hat den vorteilhaften technischen Effekt, dass eine symmetrische Einspeisung erfolgt.

Fig. 7b zeigt eine weitere Antennenvorrichtung 10'. Die Vorrichtung 10' entspricht im Wesentlichen der Antennenvorrichtung 10, wobei hier zwischen der Strahleranordnung 12 umfassend die vier strahlenden Quadranten 12a, 12b und 12c und dem Speisenetzwerk 14 der Raum mit einem Material, hier einem dielektrischen Körper 16 gefüllt ist. Der dielektrische Träger kann beispielsweise aus einem Kunststoffvolumen oder einer Polyimidfolie geformt sein. Diese Folie kann mit einer zusätzlichen Metallisierung beschichtet sein (flexible Leiterplatte), die dann die strahlenden Elemente 12 formt. Wenn man von einem runden Körper 16 ausgeht, werden die vier Kreissegmente mit einer Art Kreuzschlitzform auf die Oberfläche aufgebracht, um die vier Strahlerelemente 12a bis 12d zu formen. Entsprechend Ausführungsbeispielen kann sowohl zentral beim Kreuzschlitz als auch am Ende der Schlitzes eine Aussparung vorgesehen sein, um z. b. für Schrauben oder andere Befestigungsmittel den notwendigen Bauraum zu schaffen. Des Weiteren kann der Körper 16 auch im Bereich der Nasen 12as bis 12ds eine Aussparung aufweisen, so dass diese entsprechend zu der Leiterplatte zugehörig zu dem Speisenetzwerk 14 hin gebogen sein können.

25

Bei der hier dargestellten Variante aus Fig. 7b ist die Antennenvorrichtung 10 auch in einem Gehäuse eingebettet, das aus der Grundplatte 18g und dem Deckel 18d besteht. Der Boden weist eine Aufnahme für die ein- oder mehrlagige Leiterplatte, die das Speisenetzwerk beherbergt auf. Auf das Speisenetzwerk wird dann der dielektrische Körper 16 mit den strahlenden Elementen 12a bis 12d aufgebracht, bevor dann das Gehäuse mit dem Deckel 18d von oben verschlossen wird. Optionalerweise kann zwischen dem Gehäuseboden 18g und dem Gehäusedeckel 18d eine Dichtung vorgesehen sein. Durch die Schrauben können die einzelnen Komponenten miteinander verbunden werden. So ist es beispielsweise möglich, dass durch die zentrale Mittelschraube der dielektrische Block mit den strahlenden Elementen zusammen mit der Leiterplatte 14 auf der Grundplatte 18g befestigt wird, während der Deckel 18d und damit das Gehäuse durch die vier dezentralen Schrauben verschließbar sind. Über diese Schrauben ist auch die gesamte Antenne auf

35

einem weiteren Bauelement, wie z. B. einem Fahrzeug aufbringbar. Die verschlossene Position ist in Fig. 7c gezeigt, während Fig. 7d in der Schnittdarstellung die dezentralen Bohrungen (vgl. Bezugszeichen 18s) darstellt.

5 In diesen Figuren ist auch ein weiteres optionales Merkmal, nämlich elektrischer Anschluss für die gesamte Antennenvorrichtung vorgesehen. Diese ist mit dem Bezugszeichen 20 versehen und ragt auf der Unterseite des Bodens 18g hinaus. Der Stecker 20 ragt durch den Boden 18g hindurch und kontaktiert von unten die Leiterplatte, die das Speisenetzwerk 14 beherbergt. Dadurch, dass der Stecker 20 an der Unterseite hinausragt, kann von unten die Antennenvorrichtung kontaktiert werden
10 und gleichzeitig das Kabel bei der Befestigung der Antennenvorrichtung versenkt werden. Bei dem hier dargestellten Stecker kann es sich beispielsweise um einen F-Stecker oder einen ähnlichen Stecker handeln.

An dieser Stelle sei auch angemerkt, dass die Dicke der Grundplatte 18g es ermöglicht, dass
15 Bauteile, wie z. B. Filter oder ähnliches auf der Leiterplatte vorgesehen sein können.

Die Einbettung der Leiterplatte, die das Speisenetzwerk 14 beherbergt, ist in Fig. 7e und 7f dargestellt. Beide Figuren zeigen die Einbettung der Leiterplatte 14l in den Gehäuseboden 18g, wobei hier wiederum die Bohrungen 18s zu erkennen sind. Optionalerweise kann die Leiterplatte 14l
20 im Bereich dieser Bohrungen ausgespart sein.

Die Leiterplatte 14l mit dem Schaltnetzwerk 14 ist rund und kann grob in vier Sektoren/Kreissegmente untergliedert werden, wie anhand der gestrichelten Linien dargestellt ist. Jeder Sektor umfasst einen Teil des Speisenetzwerks, der einem der vier Elemente zugeordnet ist.
25 Folglich ist in jedem Sektor ein Speisepunkt 14as bis 14ad vorgesehen. Wie anhand von Fig. 7f gezeigt ist, ist jede Nase 12as bis 12ds mit dem jeweiligen Speisepunkt 14as bis 14ds verbunden, z. B. durch eine reine Klemmkraft oder auch durch eine mechanisch-elektrische Verbindung, wie z. B. auf Basis eines Lotes. Um jeden Speisepunkt herum ist eine entsprechende Speisenetzwerkssektion angeordnet, die zur Speisung des einzelnen Elements dient. Jede Sektion
30 kann entsprechend Ausführungsbeispielen eine kurzgeschlossene Stichleitung 15sd umfassen, wobei der Kurzschlusspunkt mit dem Bezugszeichen 15sdk gekennzeichnet ist. Dieser Kurzschlusspunkt ist z.B. durch ein Via realisiert, das die Stichleitung mit einer in einer unteren Ebene angeordneten Masselage verbindet. Selbstverständlich kann auch eine andere Möglichkeit des Kurzschlussbildens gegeben sein. Entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen kann ein

Leitungstransformator je Speisepunkt vorgesehen sein. Dieser Leitungstransformator ist mit dem Bezugszeichen 15lt versehen. Die einzelnen Speisepunkte 14as bis 14ds sind durch so genannte Verzögerungsleitungen 15vl (z. B. zwei Paare mit jeweils 90° (Viertelwellenlänge) Längenunterschied bei der Mittenfrequenz) miteinander verbunden, die dann in Summe es ermöglichen, die Antenne als RHCP-Antenne zu betreiben.

Entsprechend Ausführungsbeispielen umfasst das Speisenetzwerk 14, insbesondere in der zentralen Sektion 14z auch noch weitere Komponenten, die hier in der Speisenetzwerklage implementiert sind, wie zum Beispiel einen 180° -Hybriden, einen oder mehrere Wilkinson-Koppler und/oder Leitungstransformator.

Das hier dargestellte Speisenetzwerk 14 kann als herkömmliches Speisenetzwerk (vgl. Fig. 6a) oder auch als miniaturisiertes Speisenetzwerk, z.B. auf Basis von Mäanderformen (vgl. Fig. 6b und 6c) implementiert sein, dessen Grundidee darauf basiert, dass Ringleitungen es ermöglichen eine Topologie gut zu miniaturisieren (vgl. [8]).

Zusätzlich ist in einem weiteren zentralen Bereich 14n ein Freibereich vorgesehen, in welchem die Lage des Speisenetzwerks mit dem Antennenanschluss verbunden werden kann. Dieser Antennenanschluss ist, wie in Fig. 7c und 7d ersichtlich, von der Rückseite zu Ankontaktierung vorgesehen.

Entsprechend Ausführungsbeispielen ist das hier dargestellte Speisenetzwerk 14 auf einer mehrlagigen Platine ausgeführt, die z. B. in einer obersten Lage (Lage zugewandt den strahlenden Elementen 12) das Speisenetzwerk beherbergt, während in einer unteren Lage das RF-Frontend mit Filtern, LNAs oder anderen Elektronikkomponenten implementiert ist. Wie bereits oben erläutert, ist das Verwenden dieser untersten Lage deshalb vorteilhaft, da so diese Komponenten im Gehäuseboden 18g untergebracht und dadurch abgeschirmt werden können. Entsprechend zusätzlichen Ausführungsbeispielen ist zwischen dieser RF-Frontend-Lage und der Speisenetzwerklage eine zusätzliche Masselage vorgesehen, gegenüber der beispielsweise der Kurzschluss der Stichleitung 15sd (vgl. 15sdk) gebunden sein kann. Entsprechend zusätzlichem Ausführungsbeispiel können auch zwei Masselagen vorgesehen sein, die herstellungstechnisch einfach zu realisieren sind, wenn man von zwei gestapelten Leiterplatten ausgeht. Darüber hinaus bietet diese doppelte Masselage zwischen der RF-Frontend-Lage und der Speisenetzwerklage auch schirmungstechnische Vorteile.

Bei den Ausführungsbeispielen wurde davon ausgegangen, dass der Speisepunkt je Strahlerelement zentral angeordnet ist, z. B. am äußeren Ende des Kreissegments. Es wäre selbstverständlich auch eine mittige Anordnung, z. B. im Teilkreissegment β möglich, die herstellungstechnisch durch ein aufgesetztes Via oder ein andersartig gelötetes Bein realisiert sein kann.

Fig. 8a und 8b illustrieren den Antennengewinn für zwei unterschiedliche Bänder. Hierbei zeigt Fig. 8a den Antennengewinn in dBic für 1,16 bis 1,30 GHz, während 8b den Antennengewinn in dBic im Bereich von 1,52 bis 1,61 GHz zeigt. Die RHCP-Komponente ist durchgezogen illustriert, während die LHCP-Komponente gestrichelt illustriert ist. Eine gute Antenneneffizienz wird dann erreicht, wenn unter anderem ein ausreichender Abstand der RHCP und LHCP-Komponente vorhanden ist.

In beiden relevanten Bändern bzw. Bereichen des L-Bandes bildet sich ein symmetrischer Empfangsgewinn aus, der je nach Winkel im Regelfall bei 0 bis +5 dBic liegt, zumindest bei -60 bis +60°. Im Detail, beträgt der Antennengewinn im freien Raum (ohne Groundplane) im unteren Frequenzbereich -3,5 dBic bei 10° Elevation und +2,5 dBic im Zenit; im oberen Frequenzbereich liegen die Werte zwischen -3,5 und +5 dBic. Die Kreuzpolarisationsunterdrückung ist im gesamten Frequenzbereich besser als 15,5 dB ($AR \leq 3$ dB).

Der Zusammenhang ist auch noch einmal durch nachfolgende Tabelle dargestellt:

		Ausführungs- beispiel	StdT: Sensor Systems S67- 575-86	StdT: AntCom G5Ant-3A4T1- SS
Abmessungen (ohne TNC- Buchse), mm		Ø89, H25	Ø89, H18	Ø89, H22
Passiver Antennengewinn in dBic @ Elevation 10 ... 90°	L5 & E5	$\geq -3,5$	k. A.	$\geq -9,0$
	L2	$\geq -3,5$	$\geq -2,5$	$\geq -3,5$
	E6	$\geq -3,5$ (50 MHz BB)	k. A.	$\geq -6,5$ (20 MHz BB)
	L1 & E1	$\geq -3,5$ (50 MHz	$\geq -2,5$ (20 MHz	$\geq -2,7$ (20 MHz

		BB)	BB)	BB)
--	--	-----	-----	-----

Wie bei obiger Tabelle ersichtlich wird, sind derartige Antennen insbesondere in Bezug auf ihren Durchmesser (<100 oder < 90 mm) begrenzt.

- 5 Fig. 7g zeigt eine Implementierung der bezugnehmend auf Fig. 7a erläuterten Antennenvorrichtung 10". Hier sind die strahlenden Elemente 12a"-12d" durch Leiterplatten geformt. Jedes strahlende Elemente 12a"-12d" hat im Wesentlichen eine dreieckige Form bzw. eine dreieckige Form mit abgeflachten Ecken, so dass durch die Strahleranordnung 12" ein Viereck bzw. Achteck geformt wird. Entlang der Hypotenusen sind die Fußelemente 12af"-12df" senkrecht (allgemein: gewinkelt)
- 10 angesetzt. Diese Fußelemente 12af"-12df" erstrecken sich über die gesamte Seite und sind dreieckig, sodass im zentralen Winkelbereich (hier bei 45° zwischen den zwei Katheten) der Speisepunkt durch die Spitze des Drecks / dreieckigen Fußelements 12af"-12df" geformt wird, der dann mit dem Speisepunkt des Speisernetzwerks 14" verbunden ist.
- 15 Auch wenn bei obigen Ausführungsbeispielen davon ausgegangen wurde, dass die Antennenanordnung im Wesentlichen ein kreisförmiges Segment mit vier 90° -Segmenten ausbildet, so sei an dieser Stelle angemerkt, dass die Segmente auch $<$ (z.B. 75°) oder allgemein im Bereich von 30 bis 90° betragen können, wobei dann entweder zusätzliche Elemente vorgesehen sind oder die Spalten 12s größer dimensioniert sind. Weiter sei angemerkt, dass entsprechend
- 20 Ausführungsbeispielen es auch nicht notwendig ist, dass jedes Element einen Halbkreis beschreibt, so dass die Kreislinie auch durch eine einfache geradlinige Begrenzungslinie gebildet sein kann, so dass jedes der vier Elemente also durch ein Dreieck geformt ist. Auch wäre eine eckige Begrenzungslinie im Sinne eines Polygons denkbar. Im Allgemeinen sei darauf hingewiesen, dass jede Freiform möglich wäre.
- 25
- Bezüglich der dreidimensionalen Ausbildung sei angemerkt, dass, wie insbesondere anhand von Fig. 7d ersichtlich wird, jedes einzelne Element am Randbereich gebogen sein kann, so dass die Antennenanordnung insgesamt beispielsweise eine pilzförmige Struktur ausbildet. Dies hat einerseits den Zweck, dass auch zu den Seiten hin gute Empfangseigenschaften ermöglicht werden können und ist andererseits auch dem geschuldet, dass die gewünschte Gehäuseform eine
- 30 derartige Biegung der strahlenden Elemente bedingt. An dieser Stelle sei deswegen angemerkt, dass entsprechend Ausführungsbeispielen die Elemente der Strahleranordnung beliebig geformt/gebogen sein können.

Fig. 9a zeigt eine weitere Antennenvorrichtung 10^{'''}. Beide Antennenvorrichtungen 10^{'''} und 10^{''''} umfassen zumindest vier Strahleranordnungen 12^{'''}, die so wie oben erläutert aufgebaut sind. Beispielsweise sind die Strahleranordnungen mit vier identischen Elementen implementiert, hier 90-Grad-Kreissegmente (vgl. 12a-12d). Die Speisepunkte sind mit den Bezugszeichen 12as-12ds markiert. Wie zu erkennen ist, sind die Speisepunkte 12as-12ds je Element wiederum in einem mittleren Winkelsegment, mittleren Teilkreissegment, hier entlang der Symmetrieachse durch das jeweilige Element 12a-12d angeordnet, und zwar beispielsweise möglichst am äußeren Rand, so dass die Speisepunkte, z. B. 12as und 12cs möglichst weit voneinander entfernt sind.

Entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen kann die Antennenvorrichtung 10^{'''} und 10^{''''} auch noch eine weitere Strahleranordnung 13^{'''} aufweisen, die zentral in Bezug auf die Antennenvorrichtung 10^{'''} und 10^{''''} angeordnet ist. Diese Strahleranordnung 13^{'''} umfasst wiederum vier Elemente, die mit 13a^{'''} bis 13d^{'''} durchnummeriert sind. Die Elemente 13a^{'''} bis 13b^{'''} sind einander ähnlich bzw. identisch und haben eine polygonale Form. Im Detail erstreckt sich von dem Mittelpunkt der Strahleranordnung 13^{'''} jedes Element nach außen und ist in sich symmetrisch. Der Speisepunkt 13as^{'''} bis 13ds^{'''} befindet sich entlang der Symmetrieachse und liegt wiederum vom Mittelpunkt aus gesehen möglichst weit außen, das heißt also im äußeren Drittel, so dass die Abstände zwischen den Speisepunkten, z. B. 13as^{'''} und 13cs^{'''} möglichst weit auseinander sind. Die vier Elemente 13a^{'''} bis 13d^{'''} sind durch Spalten voneinander getrennt. Die Außenkontur der Elemente 13a^{'''} bis 13b^{'''} kann sich entsprechend Ausführungsbeispielen an die Außenkontur der Strahlerelemente 12^{'''} anpassen.

Nachdem nun die zwei Ausführungsbeispiele aus Fig. 9a und 9b in ihrer Gemeinsamkeit erläutert wurden, sei darauf hingewiesen, dass die Unterschiede der zwei Antennenvorrichtungen 10^{'''} und 10^{''''} liegt insbesondere in der Dimensionierung der Spalten zwischen den einzelnen Strahleranordnungen 12^{'''} und 13^{'''} sowie zwischen den einzelnen Elementen der Strahleranordnungen 12^{'''} und 13^{'''}. Durch die breitere oder schmalere Dimensionierung verändert sich die Geometrie der Einzelelemente.

Nachdem nun die Struktur der weiteren Ausführungsbeispiele 10^{'''} und 10^{''''} erläutert wurde, wird nachfolgend auf die Funktionsweise eingegangen. Die Antennenanordnungen 10^{'''} und 10^{''''} bilden nullsteuernde GNSS-Antennen (Controlled Radiation Pattern Antenna, CRPA) in zwei verschiedenen Größen 90 und 150 mm. Der Betrieb ist für das L1- und E1-Band sowie L2- und E6-Band vorgesehen. Im Gegensatz zu dem Stand der Technik sind die dargestellten Antennenelemente Mikrostreifenleitungsantennen (Patch-Antennen) und keine dielektrischen Resonatorantennen. Durch die Vier-Punkt-Speisung und sternförmige Form des mittleren Elements 13^{'''} ermöglicht die dargestellte CRPA-Anordnung höhere C/N0-Werte (ca. 3 dB für 150-mm-

Variante). Die Konstruktion ist einfacher und reduzierbar und im Vergleich zum Stand der Technik kostengünstiger und mechanisch stabiler.

5 An dieser Stelle sei angemerkt, dass bei einer Antennenvorrichtung mit einem Array von Strahleranordnungen die Anzahl auch variieren kann. Das sternförmige Strahlerelement 13''' ist optional. Entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen wäre es auch möglich, eine Antennenvorrichtung nur mit einem sternförmigen Strahlerelement 13''' zu realisieren. Dieses wäre eine alternative Variante zu der in Fig. 7a gezeigten Antennenvorrichtung.

10 Wie bereits oben erläutert, kann das Speisernetzwerk 14 auf einer einlagigen oder mehrlagigen Leiterplatte implementiert sein oder einen diskreten Aufbau (vgl. Fig. 6a) aufweisen.

15 Auch wenn bei obigen Beispielen davon ausgegangen wurde, dass der dielektrische Körper 16k als Element vorliegt, auf den beispielsweise die strahlenden Elemente 12a bis 12d als Folien aufgebracht sind, sei an dieser Stelle angemerkt, dass diese selbstverständlich auch durch einen Kunststoffkäfing oder ähnliches geformt sein kann, um die gewünschten dielektrischen Eigenschaften zu erreichen. Auch wäre eine Perforierung des Körpers denkbar. Alternativ könnte das gesamte Gehäuse beim Verschließen vergossen werden, so dass der Körper später ausgebildet wird. Mögliche Materialien für diesen Träger sind Keramik, PTFE oder anderen nicht leitende Polymere bzw. allgemein nicht leitende Elemente.

20 Bezüglich der Materialien für die Strahlenelemente sei angemerkt, dass hier sich jegliche Bleche, wie z. B. Weißbleche (vorzugsweise lötlbar) oder auch Metallfolien eignen.

25 Oben erläuterte Antennenvorrichtungen eignen sich für einen möglichen Einsatz in militärischen und BOS-Fahrzeugen (ggf. leicht modifiziert), welche in naher Zukunft mit PRS-Modulen ausgestattet werden sollen.

30 Darüber hinaus umfasst das technische Anwendungsgebiet der Erfindung Positionierung und Vermessung in Land- und Forstwirtschaft, Katastervermessung, Fahrzeug- und Maschinensteuerungen in Bau- und Landwirtschaft, GNSS-Überwachungssysteme, Luft- und Raumfahrtanwendungen.

Nachfolgend werden weitere Aspekte erläutert. Ein Aspekt betrifft eine Antennenvorrichtung mit

5 einem mittig platzierten Strahler, der entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel auf einem dielektrischen Träger, wie z. B. einer Polyimidfolie aufgebracht sein kann. Entsprechend Ausführungsbeispielen ist dessen Metallisierung in vier gleiche Elemente geteilt, z. B. durch ein kreuzförmiges Prisma. Entsprechend einem zusätzlichen Ausführungsbeispiel weist jede
10 Metallisierung einen eigenen Speisepunkt auf, der mithilfe eines Leitungstransformators und mindestens einer kurzgeschlossenen Stichleitung breitbandig angepasst ist. Insbesondere durch die kurzgeschlossene Stichleitung wird ein integrierter Schutz vor statischer Aufladung gebildet. Entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen kann allerdings anstatt dieser kurzgeschlossenen Stichleitung bzw. additiv zu dieser kurzgeschlossenen Stichleitung jeweils ein Leitungstransformer
15 und mindestens der laufenden Stichleitung mit mindestens einer Parallelinduktivität vorgesehen sein, der auch einen integrierten Schutz ermöglicht. Ferner ermöglicht diese kurzgeschlossenen Stichleitungen eine hohe Interferenzunterdrückung im HF- und VHF-Bereich (auch in einem deutlich niedrigeren Frequenzbereich). Durch die Kurzschlüsse über die Stichleitungen wird auch das resultierende nicht negativ

15 Wie oben bereits erläutert ist der dielektrische Träger optional, wobei eben diese dielektrische Füllung zwischen Strahler und einer unter dem Strahler angeordneten Leiterplatte für erhöhte mechanische Stabilität (Trittschutz) dient. Entsprechend einem Aspekt ist die Leiterplatte mehrlagig ausgeführt, wobei beispielsweise auf der Oberseite ein Speisenetzwerk und auf der Unterseite ein
20 RF-Frontend (z.B. umfassend Filter, LNAs, usw.) vorgesehen sein kann. Zwischen diesen zwei Lagen können ein oder mehrere Innenlagen vorgesehen sein, die Masse bilden.

Diese Merkmale ermöglichen vorteilhafterweise, dass ausgehend vom begrenzten Bauraum, beispielsweise 89 x 25 mm oder allgemein < 90 mm Durchmesser und < 30 mm Höhe, eine
25 breitbandige GNSS-Antenne realisiert werden kann.

Entsprechend Ausführungsbeispielen wird also eine GNSS-Antenne mit obiger Antennenvorrichtung und einem entsprechenden Gehäuse geschaffen.

Referenzierte Dokumente

- 5 [1]K. Fletcher (ed.), "GNSS Data Processing, Vol. I: Fundamentals and Algorithms", ESA Communications, ESA TM-23/1, May 2013
- [2]Sensor Systems: Datenblatt S67-1575-86
- [3]AntCom: Datenblatt G5Ant-3A4T1-SS
- 10 [4]B. Rama Rao et al "Compact Co-Planar Dual-Band Microstrip Patch Antennas for Modernized GPS", <https://www.mitre.org/publications/technical-papers/compact-coplanar-dualband-microstrip-patch-antennas-for-modernized-gps>
- [5]Xi Chen et al "High-Efficiency Compact Circularly Polarized Microstrip Antenna With Wide Beamwidth for Airborne Communication", IEEE Antennas and Wireless Propag. Letters, vol. 15, 2016
- 15 [6]Xi Chen et al "Low-cost 3D Printed Compact Circularly Polarized Antenna with High Efficiency and Wide Beamwidth", In Proceedings of the International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA) 2016
- [7]CN 105811099 A (EN: Small satellite navigation antenna and anti-multipath interference cavity thereof)
- 20 [8]A. Popugaev „Miniaturisierte Mikrostreifenleitungs-Schaltungen bestehend aus zusammengesetzten Viertelkreisringen" Promotionsschrift, N&H Verlag, Erlangen, 2014

Ansprüche

1. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') mit folgenden Merkmalen

5

einer Strahleranordnung (12, 12'') in einer in Abstrahl-/Empfangsrichtung (12r) oberen Ebene; und

10

einem in einer in der Abstrahl-/Empfangsrichtung (12r) unteren Ebene angeordneten Speisenetzwerk (14, 14'');

15

wobei die Strahleranordnung (12, 12'') zumindest vier Elemente (12a, 12b, 12c, 12d) umfasst, die durch Spalten (12s) voneinander beabstandet in der oberen Ebene zu einer Quadrantenstruktur angeordnet sind, wobei jedes der vier Elemente (12a, 12b, 12c, 12d) zumindest in einem zentralen Winkelbereich (β) ein sich aus der oberen Ebene in Richtung der unteren Ebene erstreckendes Fußelement umfasst, das einen Speisepunkt (12as, 12bs, 12cs, 12ds) formt, über den jedes Element mit einem entsprechenden Speisepunkt des Speisenetzwerks (14as, 14bs, 14cs, 14ds) verbunden ist.

20

2. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Speisenetzwerk (14, 14'') je Speisepunkt (12as, 12bs, 12cs, 12ds) eine gegenüber Masse kurzgeschlossene Stichleitung (15sd) umfasst; oder

25

wobei jedes der vier Elemente (12a, 12b, 12c, 12d) durch eine kurzgeschlossene Stichleitung (15sd) gegenüber Masse kurzgeschlossen oder galvanisch verbunden ist.

30

3. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Strahleranordnung (12, 12'') und das Speisenetzwerk (14, 14'') zueinander fluchtend angeordnet sind und/oder wobei die Strahleranordnung (12, 12'') und das Speisenetzwerk (14, 14'') eine runde Form aufweisen.

4. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die zumindest vier Elemente (12a, 12b, 12c, 12d) identische Elemente sind.
5. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei
5 zumindest vier Elemente (12a, 12b, 12c, 12d) Kreissegmente, 90°-Kreissegmente, Dreiecke und/oder Polygone umfassen.
6. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die
10 Strahleranordnung (12, 12'') symmetrisch, rotationssymmetrisch, punktsymmetrisch einfach oder zweifach spiegelsymmetrisch ist; oder
- wobei die zumindest vier Elemente (12a, 12b, 12c, 12d) der Strahleranordnung (12, 12'') symmetrisch, rotationssymmetrisch, punktsymmetrisch oder spiegelsymmetrisch sind.
- 15 7. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß einem der vorherigen Ansprüche,
- wobei die zumindest vier Elemente (12a, 12b, 12c, 12d) durch Winkelsegmente geformt sind, die jeweils in drei gleich große Teilwinkelsegmente unterteilbar sind, wobei das mittlere der drei Teilwinkelsegmente den zentralen Winkelbereich (β) umfasst; oder
- 20 wobei die zumindest vier Elemente (12a, 12b, 12c, 12d) durch Kreissegmente geformt sind, die jeweils in drei gleich große Teilkreissegmente unterteilbar sind, wobei das mittlere der drei Teilkreissegmente den zentralen Winkelbereich (β) umfasst; oder
- 25 wobei jedes der zumindest vier Elemente (12a, 12b, 12c, 12d) durch Kreissegmente geformt ist und das Fußelement und/oder der der Speisepunkt (12as, 12bs, 12cs, 12ds) entlang des halben Winkels des Kreissegments angeordnet ist.
8. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß Anspruch 7, wobei sich die Winkelsegmente und
30 Teilwinkelsegmente ausgehend von einem gemeinsamen Punkt oder Mittelpunkt der Strahleranordnung (12, 12'') erstrecken; oder

wobei sich die Kreissegmente und Teilkreissegmente ausgehend von einem gemeinsamen Punkt oder Mittelpunkt der Strahleranordnung (12, 12'') erstrecken.

- 5 9. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei
zwischen der Ebene der Strahleranordnung (12, 12'') und der Ebene des Speisenetzwerks
(14, 14'') ein dielektrischer Träger (16) angeordnet ist.
- 10 10. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die
zumindest vier Elemente (12a, 12b, 12c, 12d) jeweils durch Bleche, Leiterplatten,
gebogene Bleche, eine Folie, eine metallisierte dielektrische Folie oder deren Kombination
dieser geformt sind.
- 15 11. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß Anspruch 9, wobei jedes der zumindest vier
Fußelemente durch eine Nase (12as, 12bs, 12cs, 12ds) oder ungefalzte Nase an einer
Außenseite des jeweiligen Elements oder Kreisbogenlinie des jeweiligen Elements
geformt ist, wobei die Nase oder ungefalzte Nase den jeweiligen Speisepunkt (12as, 12bs,
12cs, 12ds) formt, der mit dem entsprechenden Speisepunkt des Speisenetzwerks (14as,
14bs, 14cs, 14ds) verbunden ist.
- 20 12. Antennenvorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Speisenetzwerk
(14, 14'') auf einer einlagigen oder mehrlagigen Leiterplattenanordnung geformt ist.
- 25 13. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß Anspruch 12, wobei die mehrlagige
Leiterplattenanordnung eine Speisenetzwerklage sowie eine RF-Frontendlage mit einer
dazwischenliegenden Masselage umfasst, oder

wobei die mehrlagige Anordnung eine Speisenetzwerklage und eine RF-Frontendlage mit
einer dazwischenliegenden Doppelmasselage umfasst.

14. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Speisenetzwerk (14, 14'') zumindest eines der Elemente aus der Gruppe umfassend einen Leitungstransformator (15lt), einen Wilkinson-Koppler und eine Verzögerungsleitung umfasst, oder

5

wobei das Speisenetzwerk (14, 14'') je Speisepunkt (12as, 12bs, 12cs, 12ds) zumindest eines der Elemente aus der Gruppe umfassend einen Leitungstransformator (15lt), einen Wilkinson-Koppler und eine Verzögerungsleitung umfasst.

- 10 15. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß einem der vorherigen Ansprüche, die zumindest zwei Strahleranordnungen (12, 12'') aufweist.

- 15 16. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß Anspruch 15, wobei die Strahleranordnungen (12, 12'') symmetrisch, punktsymmetrisch oder achsensymmetrisch in Bezug auf die Antennenvorrichtung angeordnet sind.

17. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß Anspruch 16, die eine weitere Strahleranordnung zwischen den Strahleranordnungen (12, 12') angeordnet ist.

- 20 18. GNSS-Antenne mit:
einem Gehäuse (18g, 18d); und
einer in dem Gehäuse eingebetteten Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') nach einem der vorherigen Ansprüche.

- 25 19. GNSS-Antenne gemäß Anspruch 18, wobei die GNSS-Antenne rund ist und/oder wobei die GNSS-Antenne einen maximalen Durchmesser von 100 mm aufweist.

20. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') mit folgenden Merkmalen

- 30 einer Strahleranordnung (12, 12'') in einer in Abstrahl-/Empfangsrichtung (12r) oberen

Ebene; und

einem in einer in der Abstrahl-/Empfangsrichtung (12r) unteren Ebene angeordneten Speisenetzwerk (14, 14'');
5

wobei die Strahleranordnung (12, 12'') zumindest vier Elemente (12a, 12b, 12c, 12d) umfasst, die durch Spalten (12s) voneinander beabstandet in der oberen Ebene zu einer Quadrantenstruktur angeordnet sind, wobei jedes der vier Elemente (12a, 12b, 12c, 12d) entlang einer Symmetrieachse ein sich aus der oberen Ebene in Richtung der unteren Ebene erstreckendes Fußelement umfasst, das einen Speisepunkt (12as, 12bs, 12cs, 12ds) formt, über den jedes Element mit einem entsprechenden Speisepunkt des Speisenetzwerks (14as, 14bs, 14cs, 14ds) verbunden ist.
10

21. Antennenvorrichtung (10, 10', 10'') gemäß einem der Ansprüche 20, wobei die Symmetrieachse entlang einer Diagonalen oder Winkelhalbierenden verläuft.
15

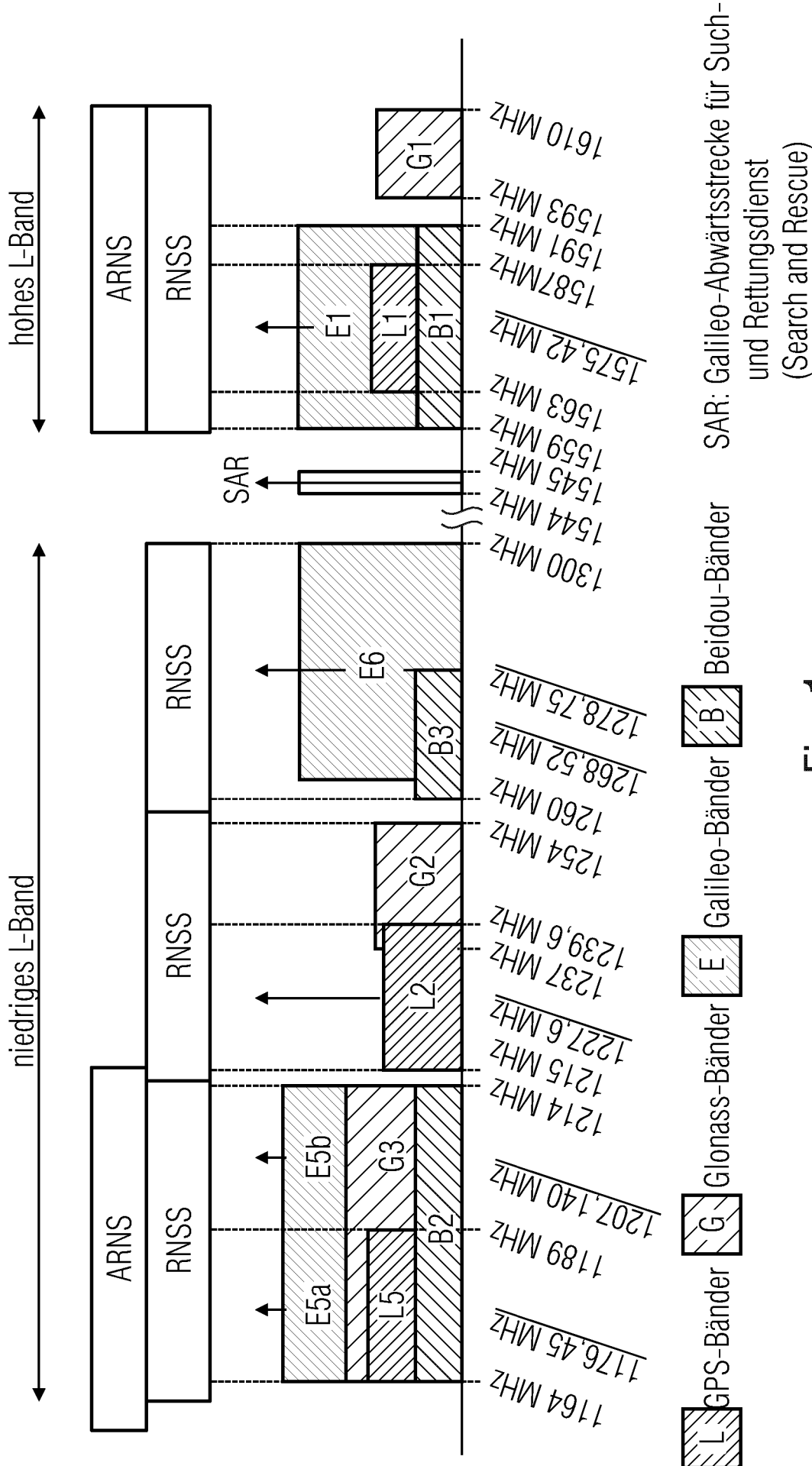


Fig. 1

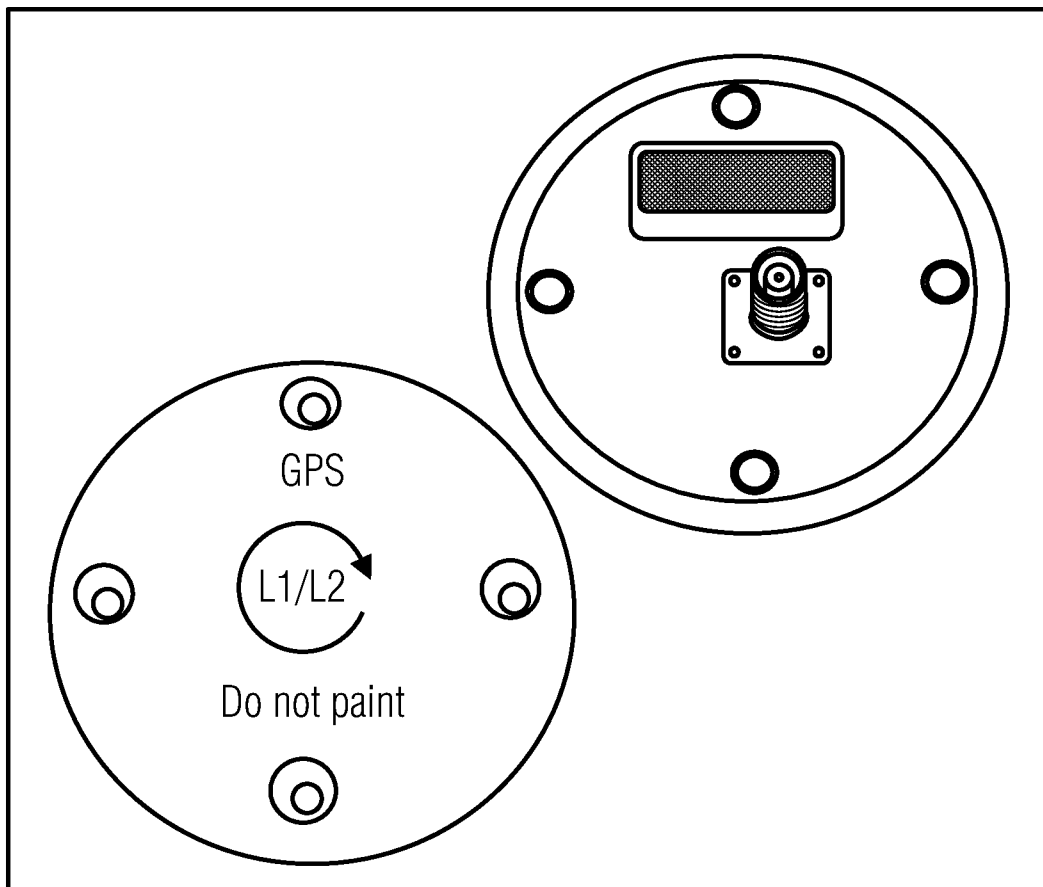


Fig. 2

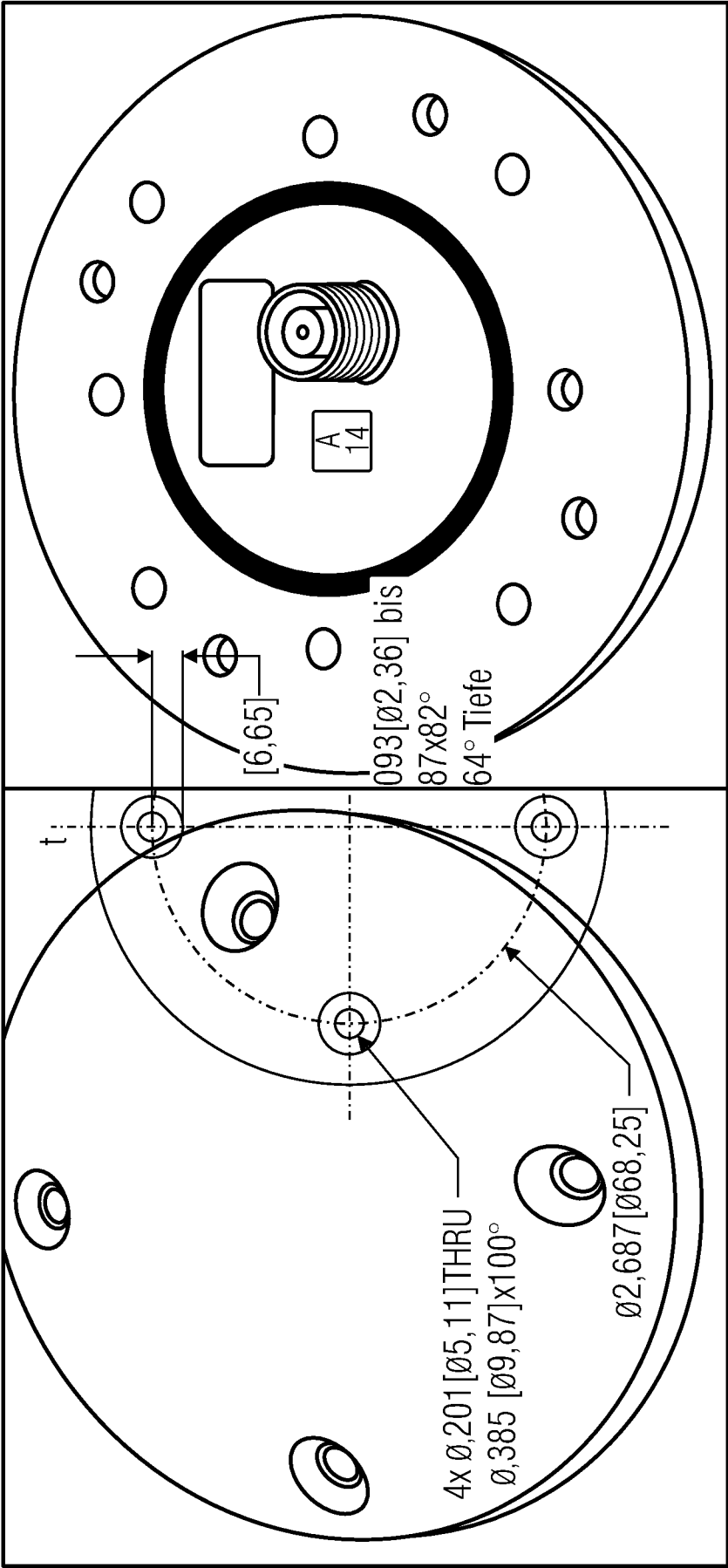


Fig. 3

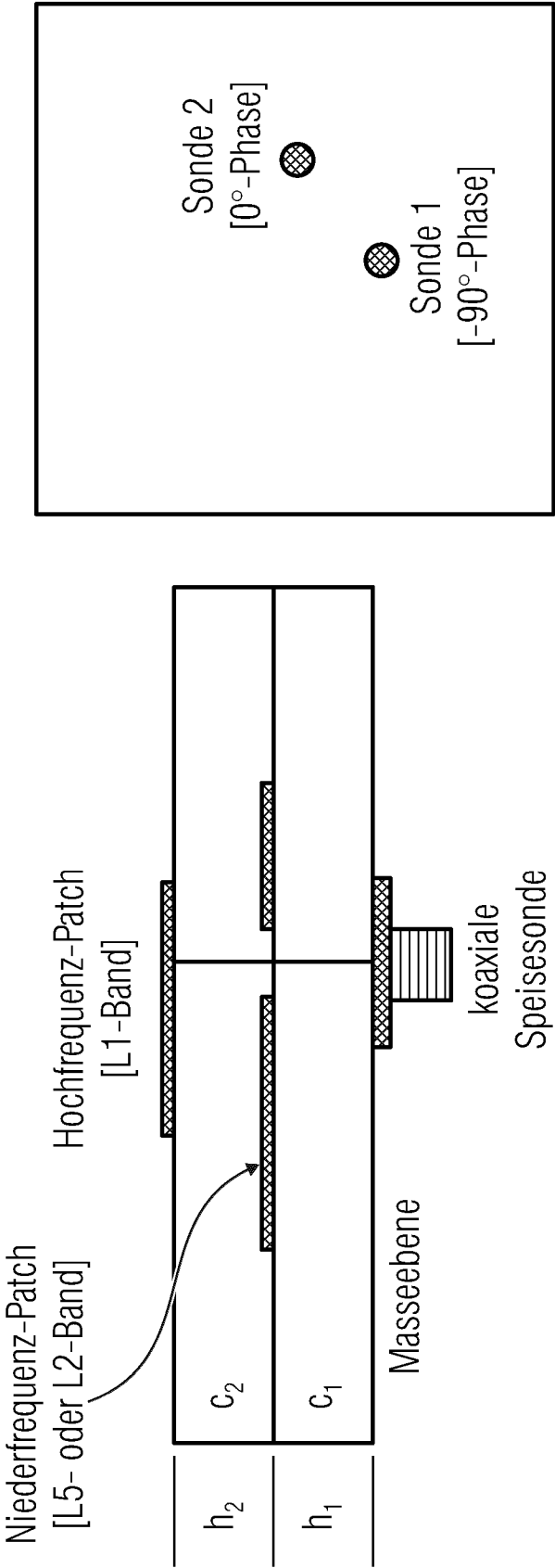


Fig. 4

5/13

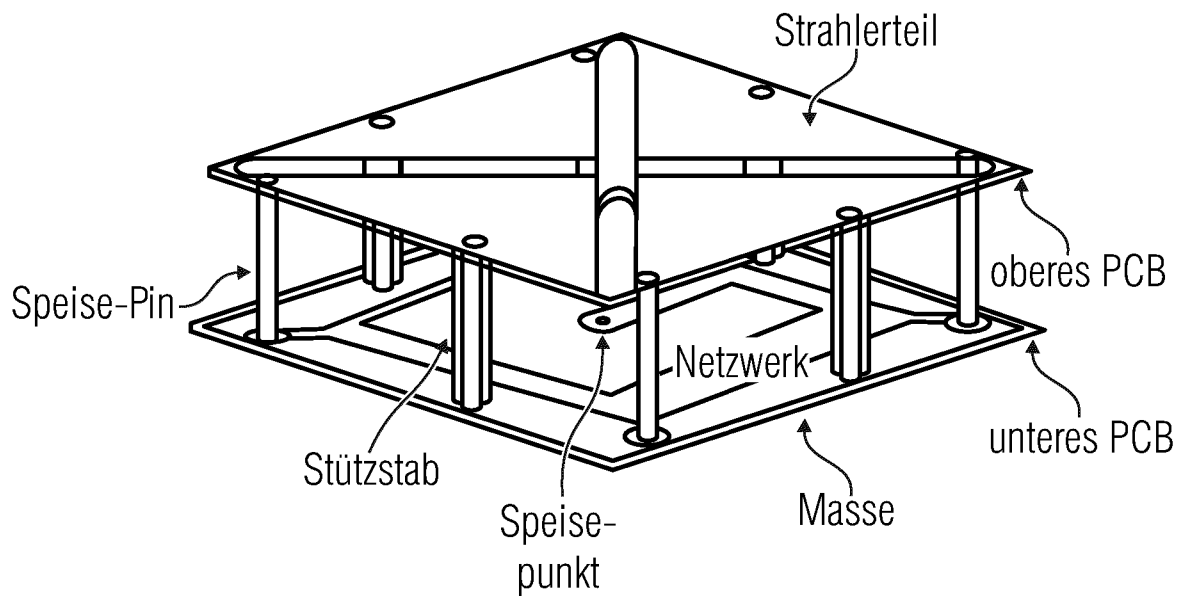


Fig. 5a

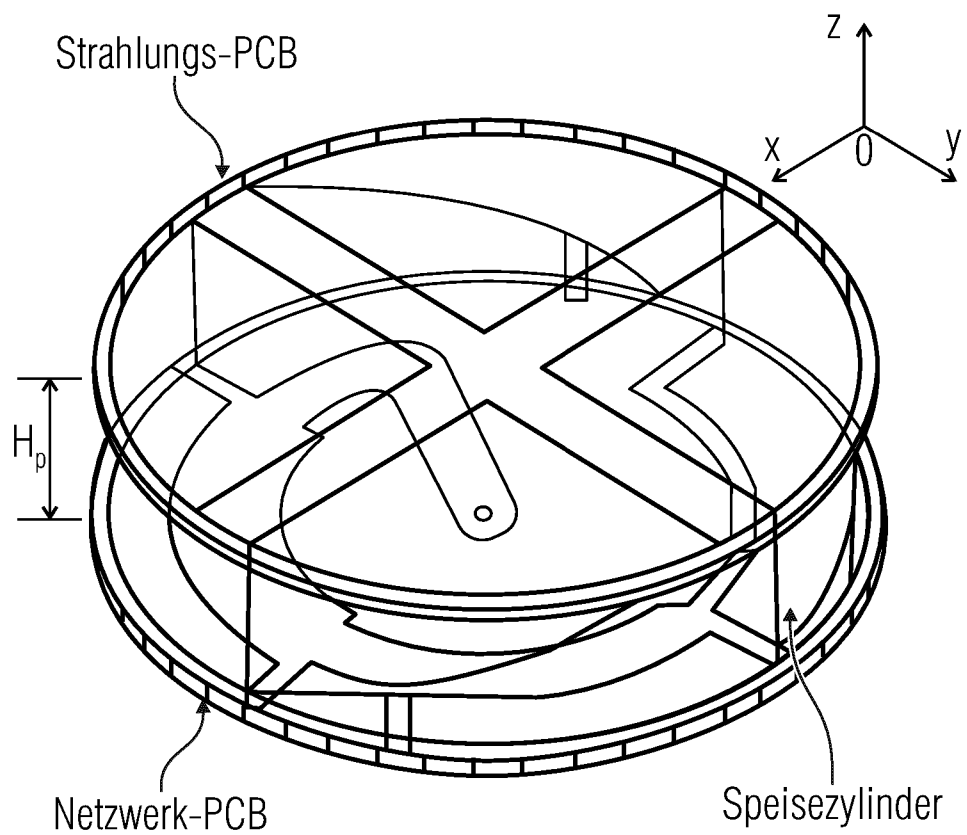


Fig. 5b

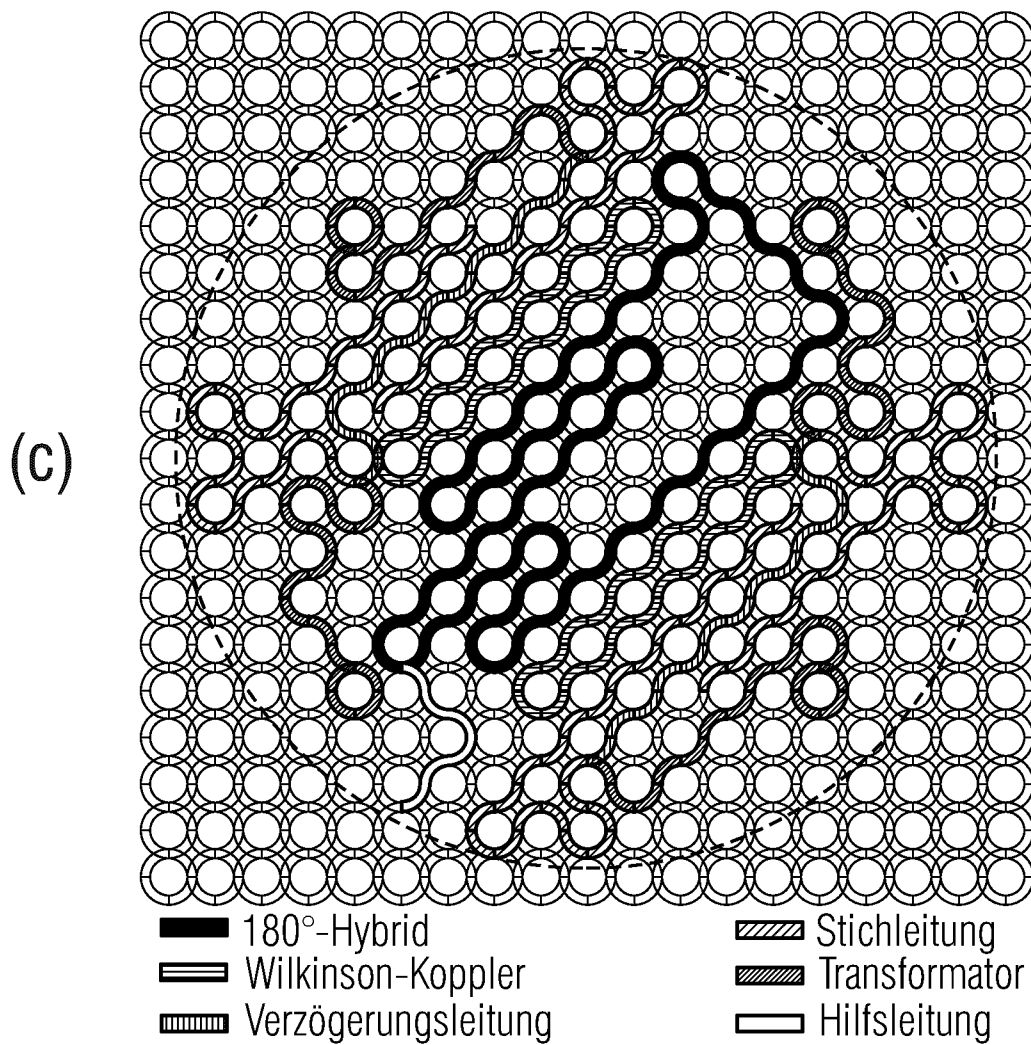
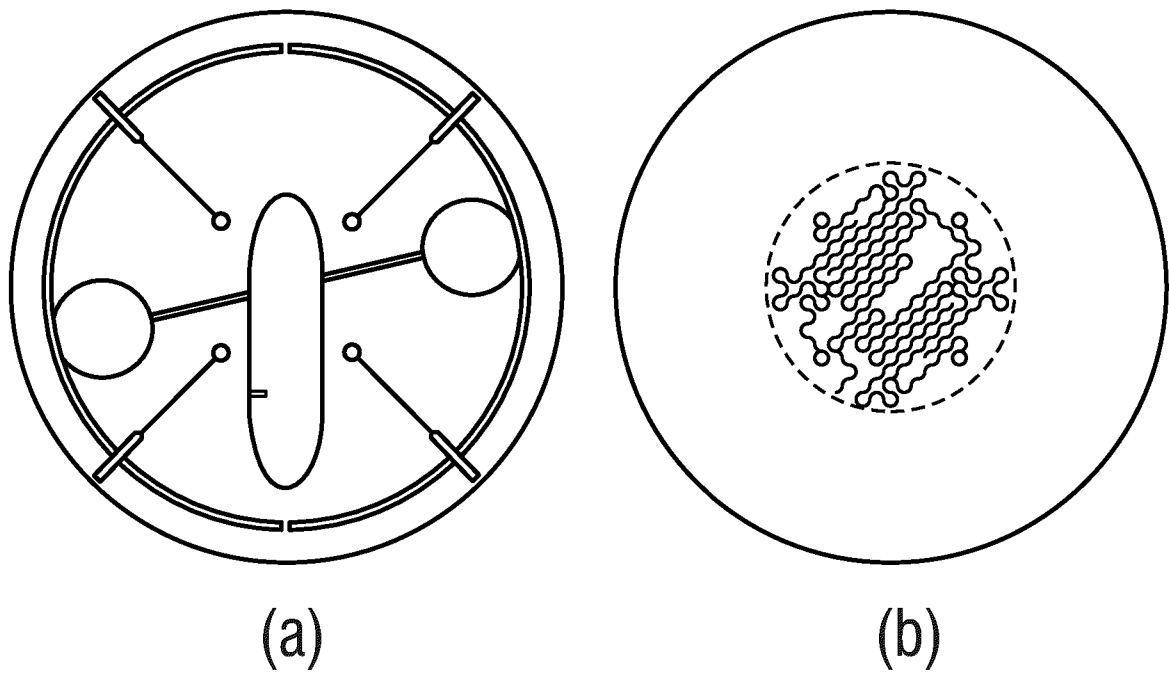


Fig. 6

ERSATZBLATT (REGEL 26)

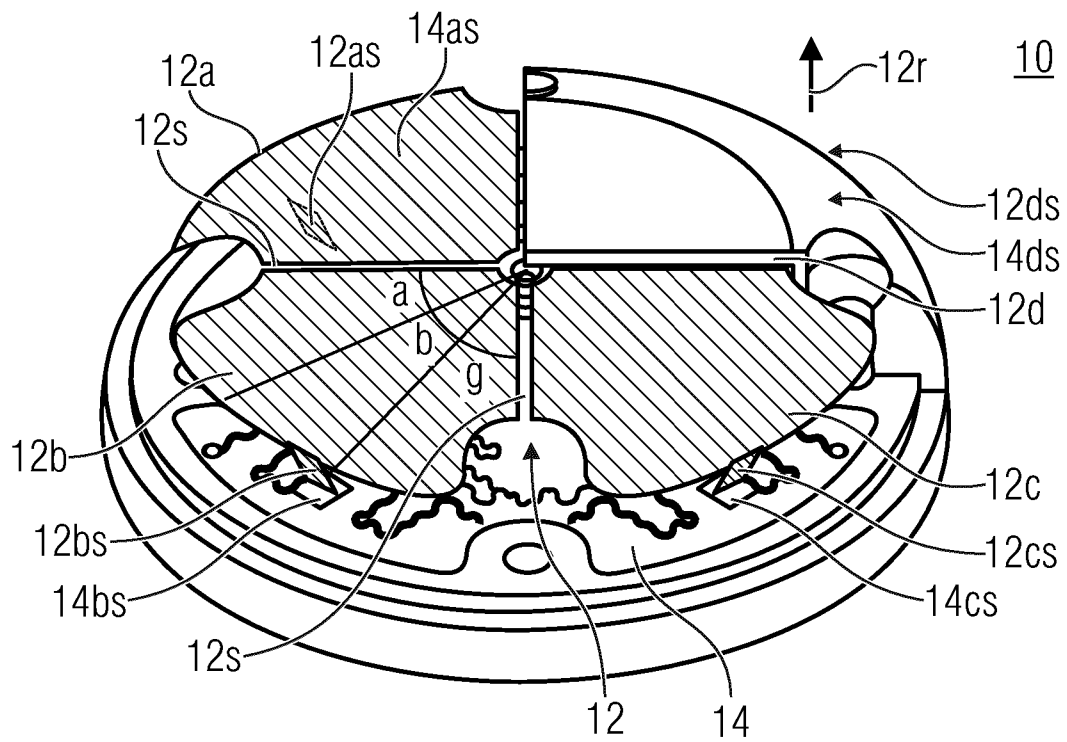


Fig. 7a

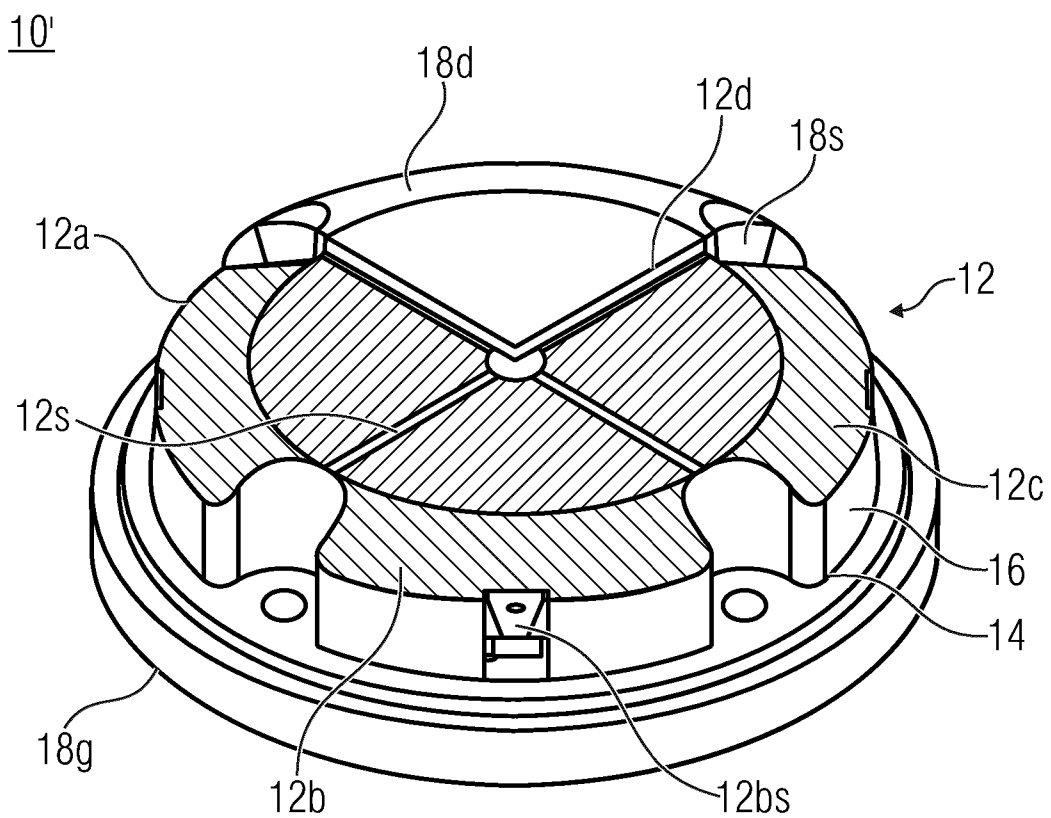


Fig. 7b

ERSATZBLATT (REGEL 26)

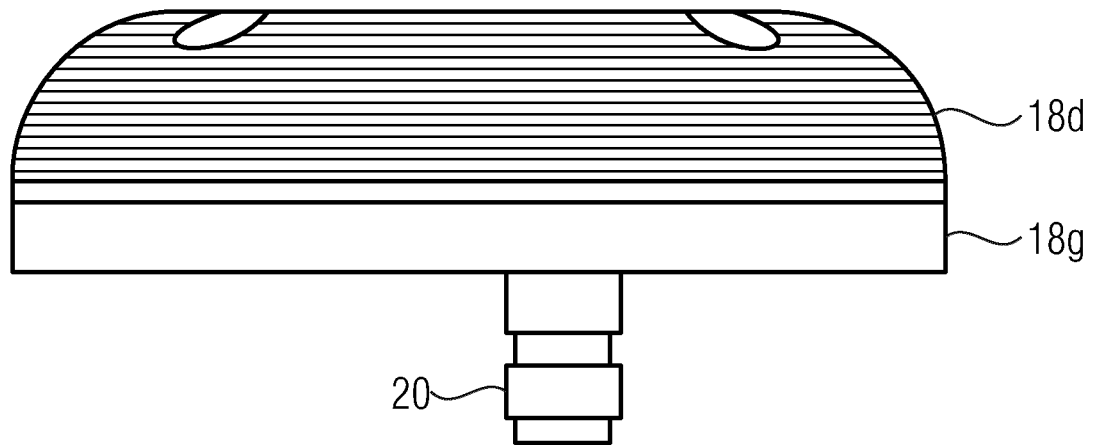


Fig. 7c

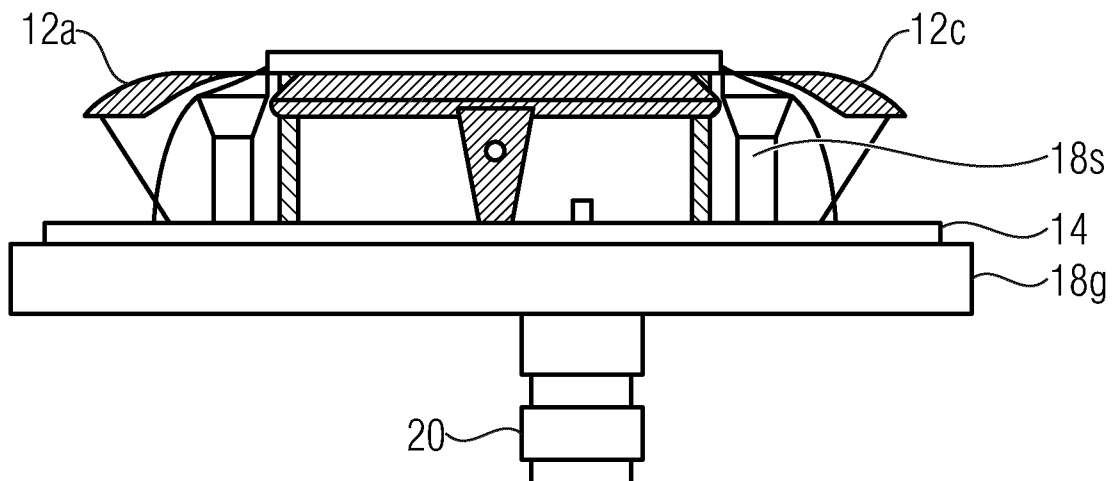


Fig. 7d

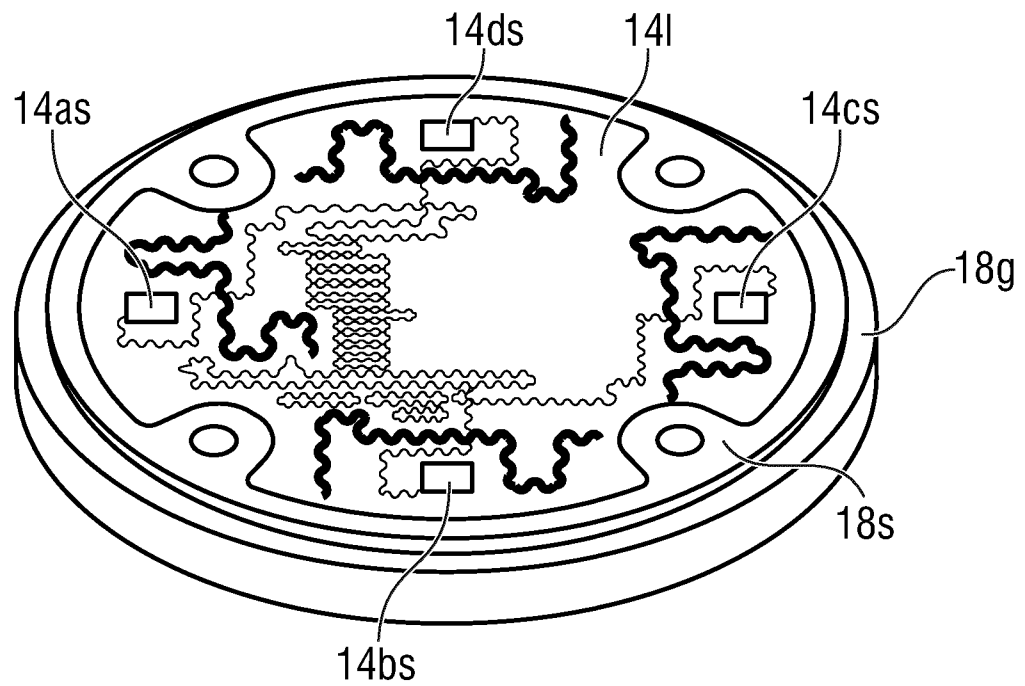
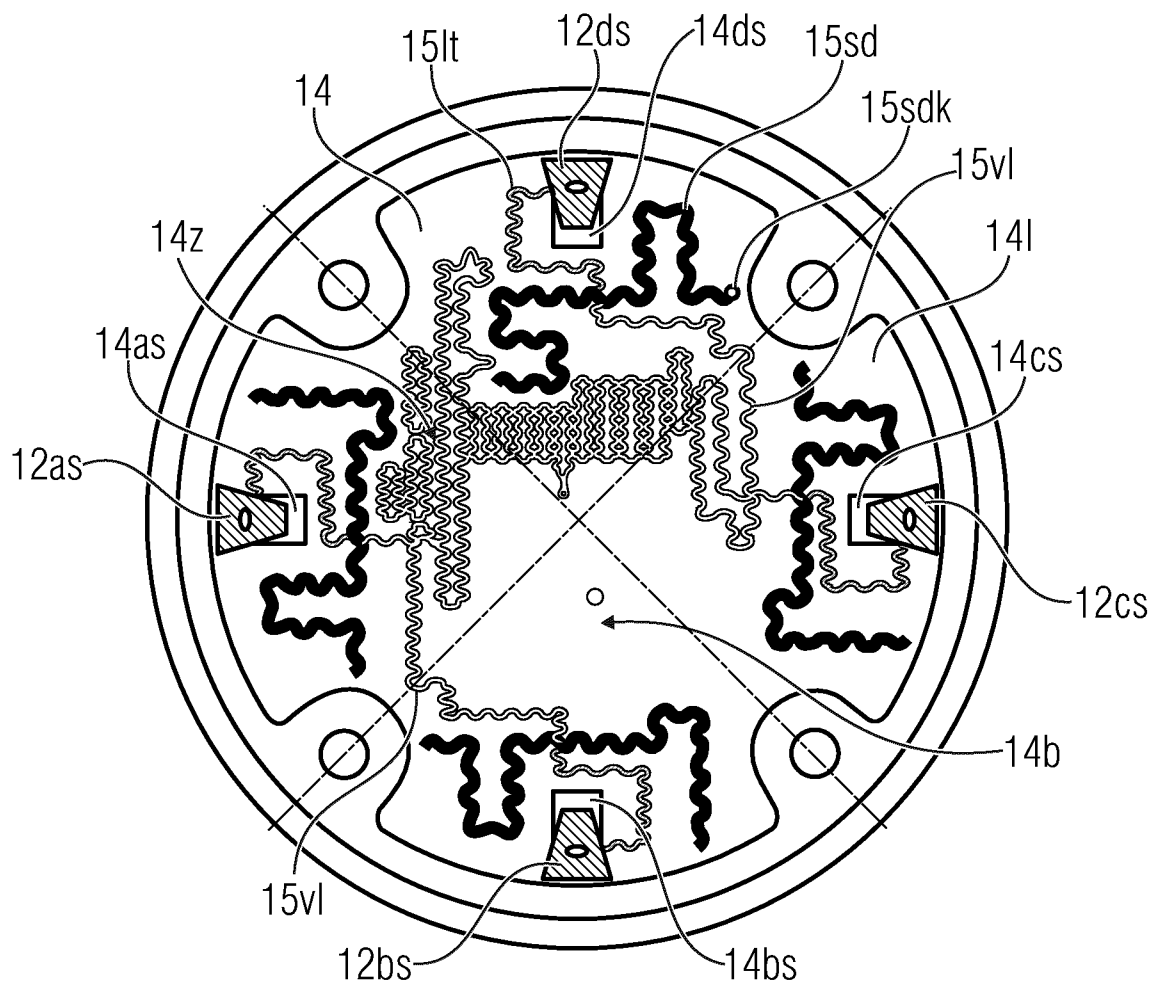


Fig. 7e



Fin 7f

ERSATZBLATT (REGEL 26)

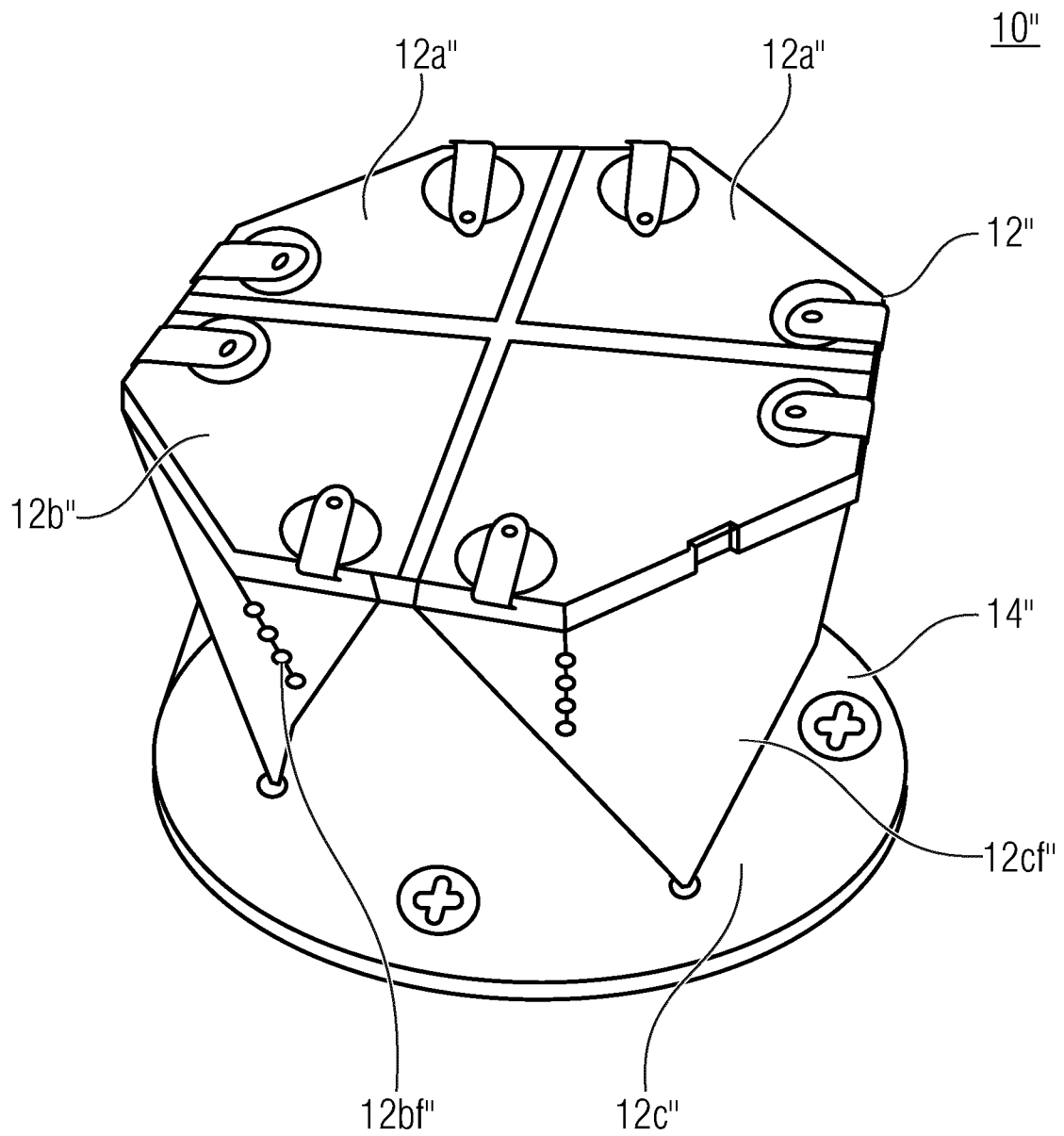
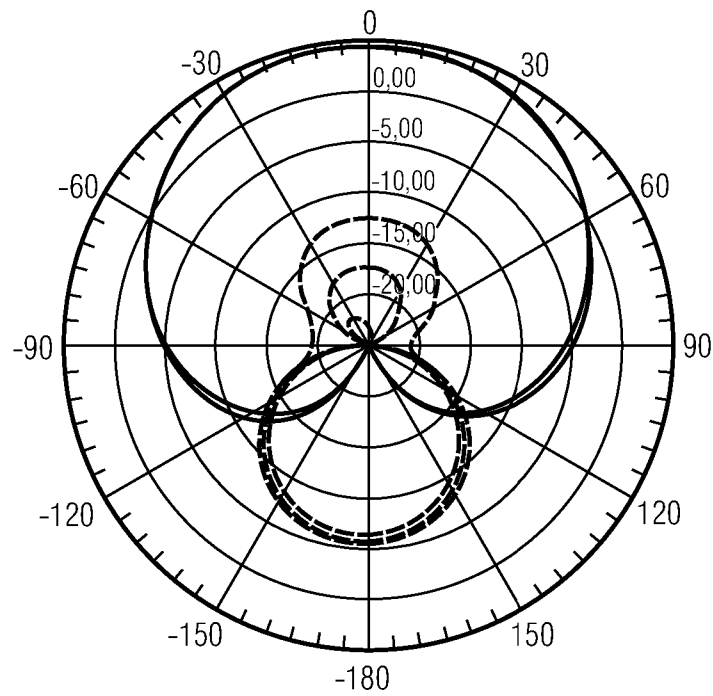
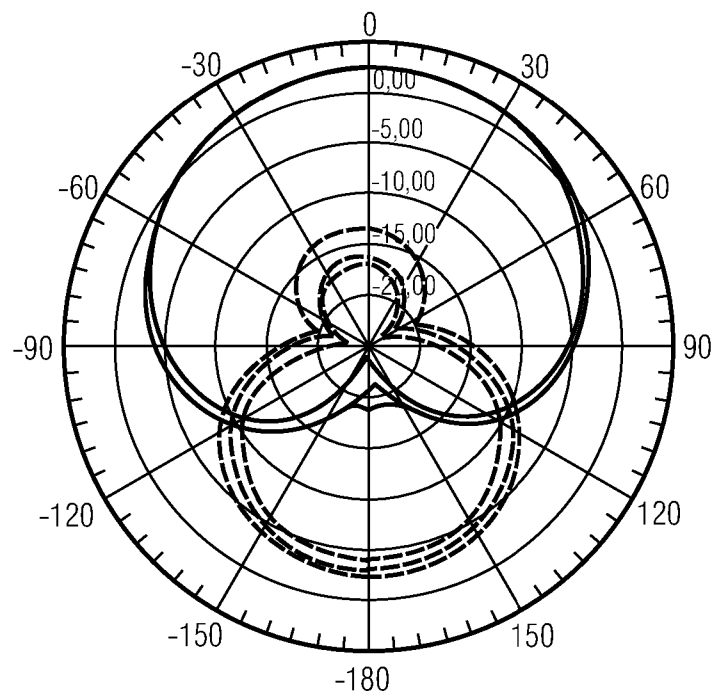


Fig. 7g

11/13



(a)



(b)

Fig. 8

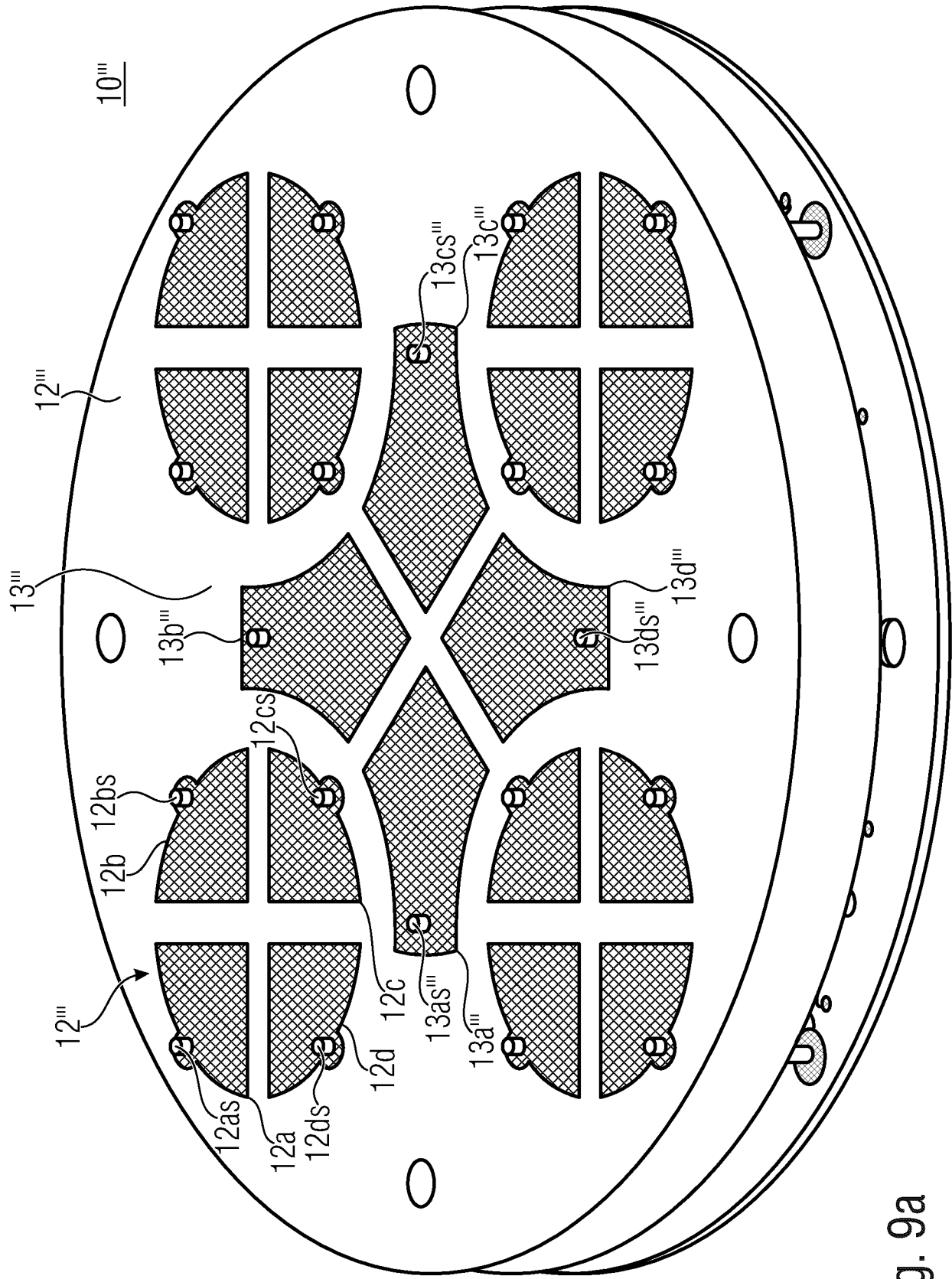


Fig. 9a

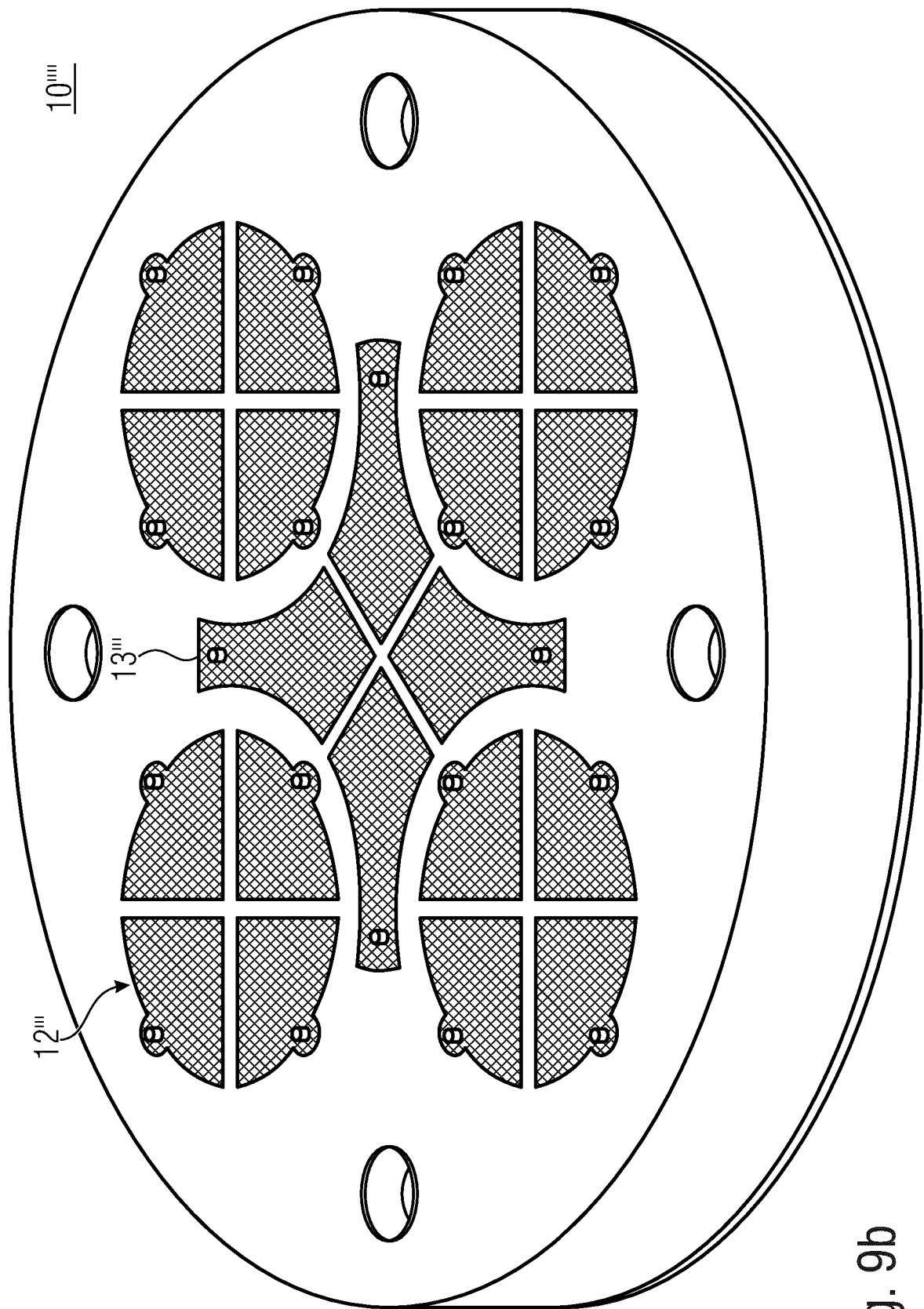


Fig. 9b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/086942

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H01Q 1/32</i> (2006.01)i; <i>H01Q 9/04</i> (2006.01)i; <i>H01Q 5/50</i> (2015.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01Q Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 105811099 A (UNIV XIDIAN) 27 July 2016 (2016-07-27) cited in the application abstract figures 1, 2, 4, 5 paragraph [0001] paragraph [0010] - paragraph [0011] paragraph [0014] - paragraph [0021] paragraphs [0037], [0039], [0040], [0042] claim 8	1-13,18-21
X	CHEN X ET AL. "Low-cost 3D printed compact circularly polarized antenna with high efficiency and wide beamwidth" 2016 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTROMAGNETICS IN ADVANCED APPLICATIONS (ICEAA), IEEE, 19 September 2016 (2016-09-19), pages 497-500 DOI: 10.1109/ICEAA.2016.7731438 XP032993015 abstract figures 1, 2, 5 chapters 1-3	1-13,18-21
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 26 March 2020		Date of mailing of the international search report 03 April 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Gehrmann, Elke Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ZHU FUGUO ET AL. "Ultra-Wideband Dual-Polarized Patch Antenna With Four Capacitively Coupled Feeds" <i>IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US</i> , Vol. 62, No. 5, 01 May 2014 (2014-05-01), pages 2440-2449, [retrieved on 2014-05-01] DOI: 10.1109/TAP.2014.2308524 ISSN: 0018-926X, XP011547190 abstract figures 1(a)-1(e), 5(a), 5(b) chapter II	1,4-7,9,11,12,20,21
X	JP 2001196846 A (DENKI KOGYO CO LTD) 19 July 2001 (2001-07-19) figures 1(a) - 4 paragraph [0019] - paragraph [0023]	1,4-6,9,12,15-17,20,21
X	US 4973972 A (HUANG JOHN [US]) 27 November 1990 (1990-11-27) figures 1(a)-2, 4(a), 5, 6 column 4, line 46 - column 6, line 61	1,4-6,9,12,14-17,20,21
A	US 2003174098 A1 (NORO JUNICHI [JP] ET AL) 18 September 2003 (2003-09-18) paragraph [0002] - paragraph [0005]; figures 6, 9, 11A, 11B paragraph [0010] - paragraph [0011] paragraphs [0020], [0039], [0041], [0055], [0063] paragraph [0066] - paragraph [0068]	1-21
A	EP 2509156 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 10 October 2012 (2012-10-10) figure 14B paragraph [0001] - paragraph [0003] paragraph [0034] - paragraph [0041] paragraph [0049]	13
A	DE 102016207434 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E V [D]) 12 October 2017 (2017-10-12) figures 1-4, 9-14 paragraph [0004] paragraph [0006] - paragraph [0011] paragraph [0025] paragraph [0032] - paragraph [0035] paragraph [0062] - paragraph [0070] paragraph [0079] - paragraph [0088]	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/086942

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
CN	105811099	A	27 July 2016	NONE		
JP	2001196846	A	19 July 2001	JP	3302669 B2	15 July 2002
				JP	2001196846 A	19 July 2001
US	4973972	A	27 November 1990	NONE		
US	2003174098	A1	18 September 2003	CN	1435950 A	13 August 2003
				US	2003174098 A1	18 September 2003
EP	2509156	A1	10 October 2012	DE	102011007058 A1	11 October 2012
				EP	2509156 A1	10 October 2012
				JP	5698176 B2	08 April 2015
				JP	2012222826 A	12 November 2012
				US	2012306701 A1	06 December 2012
DE	102016207434	A1	12 October 2017	CN	109219906 A	15 January 2019
				DE	102016207434 A1	12 October 2017
				EP	3440738 A1	13 February 2019
				JP	2019514285 A	30 May 2019
				US	2019044238 A1	07 February 2019
				WO	2017174736 A1	12 October 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01Q1/32 H01Q9/04 H01Q5/50 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01Q		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CN 105 811 099 A (UNIV XIDIAN) 27. Juli 2016 (2016-07-27) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Abbildungen 1, 2, 4, 5 Absatz [0001] Absatz [0010] - Absatz [0011] Absatz [0014] - Absatz [0021] Absätze [0037], [0039], [0040], [0042] Anspruch 8 ----- -/--	1-13, 18-21
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
26. März 2020		03/04/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Gehrmann, Elke

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CHEN X ET AL: "Low-cost 3D printed compact circularly polarized antenna with high efficiency and wide beamwidth", 2016 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTROMAGNETICS IN ADVANCED APPLICATIONS (ICEAA), IEEE, 19. September 2016 (2016-09-19), Seiten 497-500, XP032993015, DOI: 10.1109/ICEAA.2016.7731438 Zusammenfassung Abbildungen 1, 2, 5 Kapitel 1-3 -----	1-13, 18-21
X	ZHU FUGUO ET AL: "Ultra-Wideband Dual-Polarized Patch Antenna With Four Capacitively Coupled Feeds", IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 62, Nr. 5, 1. Mai 2014 (2014-05-01), Seiten 2440-2449, XP011547190, ISSN: 0018-926X, DOI: 10.1109/TAP.2014.2308524 [gefunden am 2014-05-01] Zusammenfassung Abbildungen 1(a)-1(e), 5(a), 5(b) Kapitel II -----	1,4-7,9, 11,12, 20,21
X	JP 2001 196846 A (DENKI KOGYO CO LTD) 19. Juli 2001 (2001-07-19) Abbildungen 1(a) - 4 Absatz [0019] - Absatz [0023] -----	1,4-6,9, 12, 15-17, 20,21
X	US 4 973 972 A (HUANG JOHN [US]) 27. November 1990 (1990-11-27) Abbildungen 1(a)-2, 4(a), 5, 6 Spalte 4, Zeile 46 - Spalte 6, Zeile 61 -----	1,4-6,9, 12, 14-17, 20,21
A	US 2003/174098 A1 (NORO JUNICHI [JP] ET AL) 18. September 2003 (2003-09-18) Absatz [0002] - Absatz [0005]; Abbildungen 6, 9, 11A, 11B Absatz [0010] - Absatz [0011] Absätze [0020], [0039], [0041], [0055], [0063] Absatz [0066] - Absatz [0068] ----- -/--	1-21

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 509 156 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 10. Oktober 2012 (2012-10-10) Abbildung 14B Absatz [0001] - Absatz [0003] Absatz [0034] - Absatz [0041] Absatz [0049] -----	13
A	DE 10 2016 207434 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E V [D]) 12. Oktober 2017 (2017-10-12) Abbildungen 1-4, 9-14 Absatz [0004] Absatz [0006] - Absatz [0011] Absatz [0025] Absatz [0032] - Absatz [0035] Absatz [0062] - Absatz [0070] Absatz [0079] - Absatz [0088] -----	1-21

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/086942

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 105811099 A	27-07-2016	KEINE	
JP 2001196846 A	19-07-2001	JP 3302669 B2 JP 2001196846 A	15-07-2002 19-07-2001
US 4973972 A	27-11-1990	KEINE	
US 2003174098 A1	18-09-2003	CN 1435950 A US 2003174098 A1	13-08-2003 18-09-2003
EP 2509156 A1	10-10-2012	DE 102011007058 A1 EP 2509156 A1 JP 5698176 B2 JP 2012222826 A US 2012306701 A1	11-10-2012 10-10-2012 08-04-2015 12-11-2012 06-12-2012
DE 102016207434 A1	12-10-2017	CN 109219906 A DE 102016207434 A1 EP 3440738 A1 JP 2019514285 A US 2019044238 A1 WO 2017174736 A1	15-01-2019 12-10-2017 13-02-2019 30-05-2019 07-02-2019 12-10-2017