



(11)

EP 3 349 303 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.07.2018 Patentblatt 2018/29

(51) Int Cl.:
H01Q 9/04 (2006.01) **H01Q 9/30** (2006.01)
H01Q 21/29 (2006.01) **H01Q 15/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18150321.0**

(22) Anmeldetag: **04.01.2018**

(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:
MA MD TN

(71) Anmelder: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**
80686 München (DE)

(72) Erfinder: **Ndip, Ivan**
13469 Berlin (DE)

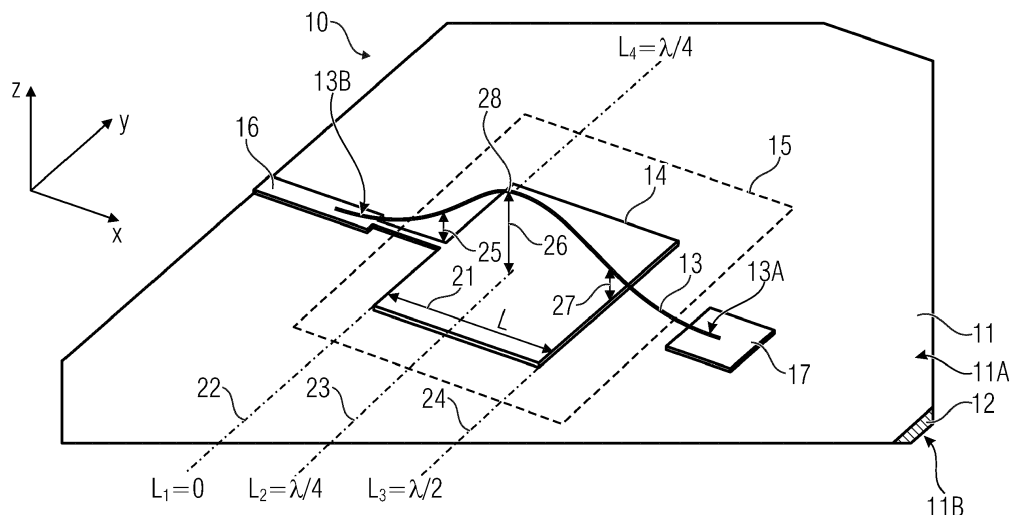
(74) Vertreter: **Hersina, Günter et al Schoppe, Zimmermann, Stöckeler Zinkler, Schenk & Partner mbB Patentanwälte Radtkoferstrasse 2 81373 München (DE)**

(30) Priorität: **05.01.2017 DE 102017200129**

(54) **COMBINED ANTENNA**

(57) Die Erfindung betrifft eine Antennenvorrichtung (10) mit einem Substrat (11) mit einer ersten Hauptseite (11A) und einer der ersten Hauptseite (11A) gegenüberliegenden zweiten Hauptseite (11B), wobei auf der zweiten Hauptseite (11B) des Substrats (11) zumindest abschnittsweise eine Metallisierung (12) angeordnet ist, wobei auf der ersten Hauptseite (11A) des Substrats (11) mindestens eine Flachantenne (14) und mindestens eine dreidimensionale Antenne (13) angeordnet sind, wobei sich die Flachantenne (14) in einer Ebene (15) parallel

zu einer der beiden Hauptseiten (11A, 11B) des Substrats (11) erstreckt, und wobei die dreidimensionale Antenne (13) zumindest abschnittsweise von der ersten Hauptseite (11A) des Substrats (11) beabstandet ist, und wobei die dreidimensionale Antenne (13) und die Flachantenne (14) galvanisch miteinander verbunden sind und a) einen gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt (16) aufweisen oder b) die dreidimensionale Antenne (13) und die Flachantenne (14) seriell gekoppelt sind.



Figur 2A

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Antennenvorrichtung und insbesondere eine Antennenvorrichtung mit mindestens einer Flachantenne und mindestens einer dreidimensionalen Antenne.

[0002] Die erfindungsgemäße Antennenvorrichtung wird in Anlehnung an den Erfinder, Herrn Dr. Ivan Ndip, im Folgenden auch als Ndip-Antenne bezeichnet.

[0003] Konventionelle Antennen, wie beispielsweise Monopolantennen, Dipolantennen, Patchantennen, Bonddrahtantennen, etc. strahlen den Hauptanteil ihrer Energie hauptsächlich in eine Vorzugsrichtung ab, d.h. entweder in vertikaler Richtung (elevation plane) oder in horizontaler Richtung (azimuthal plane).

[0004] So zählt beispielsweise eine Patchantenne zu den Richtantennen, die den Hauptanteil ihrer Energie in vertikaler Richtung abstrahlen. Eine bekannte Patchantenne ist beispielsweise in Figur 1A abgebildet. Figur 1B zeigt das zugehörige Richtcharakteristik, wobei zu erkennen ist, dass nur wenig bis gar keine Strahlung in der horizontalen Ebene (dargestellt durch die Punkte A und B) ausgesendet wird. Aus diesem Grund ist eine Kommunikation in dieser Ebene nur sehr schlecht bis gar nicht möglich.

[0005] Um dieses Problem zu umgehen, wurden im Stand der Technik bereits einige Lösungskonzepte vorgeschlagen. So ist beispielsweise in Figur 1C eine aus dem Stand der Technik bekannte Antennenanordnung 5 abgebildet. Diese Antennenanordnung 5 weist vier einzelne Flachantennen 1, 2, 3, 4 auf, die symmetrisch um eine Leistungsverteiler 6 herum angeordnet sind.

[0006] Wie in Figur 1D zu sehen ist, werden die vier einzelnen Antennen 1, 2, 3, 4 zu einem Würfel zusammengeklappt, wobei jede der vier Flachantennen jeweils eine Würfelwand bildet. Somit strahlt dieser Antennenwürfel in die entsprechenden vier Richtungen ab.

[0007] Nachteilig hierbei ist jedoch, dass die einzelnen Antennen untereinander mittels Elektronikkomponenten, wie z.B. Phasenschieber bzw. Phasengleichrichter, Schalter und dergleichen, angesteuert werden müssen, um ihre Leistung in Vorzugsrichtung ohne destruktive Interferenzen untereinander abstrahlen bzw. empfangen zu können.

[0008] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Antennenvorrichtungen dahingehend zu verbessern, dass diese möglichst vorteilhafte Abstrahlcharakteristiken bei gleichzeitig einfachem Aufbau aufweisen.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Antennenvorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst.

[0010] Die erfindungsgemäße Antennenvorrichtung (Ndip-Antenne) weist ein Substrat mit einer ersten Hauptseite und einer der ersten Hauptseite gegenüberliegenden zweiten Hauptseite auf, wobei auf der zweiten Hauptseite des Substrats zumindest abschnittsweise eine Metallisierung angeordnet ist. Auf der ersten Hauptseite des Substrats ist mindestens eine Flachantenne

angeordnet. Eine Flachantenne ist eine Antenne, deren Länge und Breite deutlich größer sind als deren Dicke. Flachantennen erstrecken sich somit primär in einer Ebene, d.h. in zumindest zwei unterschiedlichen Raumrichtungen, z.B. in eine x-Richtung und eine y-Richtung. Zu den Flachantennen können beispielsweise Patchantennen, Panelantennen und Microstrip-Antennen zählen. Flachantennen sind in der Regel flächig auf einem Substrat angeordnet. Sie können außerdem eine gerichtete Strahlungscharakteristik aufweisen, wobei die Vorzugsrichtung der Strahlung in der Regel in vertikaler Richtung von der Oberfläche der Flachantenne weg gerichtet ist. Bei der erfindungsgemäßen Antennenvorrichtung ist zusätzlich mindestens eine dreidimensionale Antenne auf der ersten Hauptseite des Substrats angeordnet. Eine dreidimensionale Antenne erstreckt sich primär dreidimensional im Raum, d.h. im Vergleich zur Flachantenne in zumindest eine weitere Raumrichtung, zum Beispiel in eine z-Richtung. Die dreidimensionale Antenne erstreckt sich also mindestens in eine der beiden Raumrichtungen (z.B. x-Richtung und/oder y-Richtung), die die Erstreckungsebene (z.B. x-y-Ebene) der Flachantenne aufspannen und zusätzlich in eine weitere davon unterschiedliche Raumrichtung (z.B. z-Richtung). Man kann also sagen, dass sich die Flachantenne in einer Ebene parallel zu einer der beiden Hauptseiten des Substrats erstreckt, während die dreidimensionale Antenne zumindest abschnittsweise von der ersten Hauptseite des Substrats beabstandet ist. Erfindungsgemäß sind die dreidimensionale Antenne und die Flachantenne galvanisch miteinander verbunden. Dabei weisen die beiden Antennen gemäß einem ersten Fall entweder einen gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt auf, oder die beiden Antennen sind gemäß einem zweiten Fall seriell gekoppelt. In beiden Fällen werden beide Antennen mit demselben Signal gespeist. Der Vorteil bei dieser Erfindung liegt darin, dass die Abstrahlcharakteristik der Flachantenne mit der Abstrahlcharakteristik der dreidimensionalen Antenne vorteilhaft kombiniert werden kann. Die Flachantenne strahlt vorzugsweise in (bezüglich der Substratebene) vertikaler Richtung ab, während die dreidimensionale Antenne vorzugsweise in (bezüglich der Substratebene) horizontaler Richtung abstrahlt. Erfindungsgemäß werden die beiden Antennen hierbei derart kombiniert, dass die Strahlungskopplung zwischen den beiden Antennen dort am geringsten ist, wo sie ihre Extremfeldstärkewerte aufweisen. Beispielsweise weist eine der beiden Antennen dort ein Stromstärkemaximum auf, wo die andere der beiden Antennen ein Stromstärkeminimum aufweist. Somit kommt es zu einer minimalen Strahlungskopplung der beiden Antennen untereinander. Es tritt demnach keine destruktive Interferenz sondern eine konstruktive Interferenz auf. Eine derartige geeignete Kombination kann beispielsweise durch geschickte Wahl der geometrischen Längen der beiden Antennen beeinflusst werden.

[0011] Denkbare weitere Ausgestaltungen der vorliegenden beschriebenen Erfindung sind in den abhängigen

Ansprüchen definiert.

[0012] Einige exemplarische Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachstehend erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1A eine Perspektivansicht einer bekannten Patchantenne aus dem Stand der Technik,
- Fig. 1B eine Richtcharakteristik der Patchantenne aus Figur 1A,
- Fig. 1C eine Draufsicht auf eine flach ausgebreitete dreidimensionale Antenne aus dem Stand der Technik,
- Fig. 1D eine Perspektivansicht auf die zusammengesetzte dreidimensionale Antenne aus Figur 1C,
- Fig. 2A eine Perspektivansicht einer erfindungsgemäßen Ndip-Antenne gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels,
- Fig. 2B eine Draufsicht auf die Ndip-Antenne aus Figur 2A,
- Fig. 2C eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Ndip-Antenne mit kapazitiver Kopplung zwischen der dreidimensionalen Antenne und der Rückseitenmetallisierung,
- Fig. 2D eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Ndip-Antenne mit galvanischer Kopplung zwischen der dreidimensionalen Antenne und der Rückseitenmetallisierung mittels einer Durchkontaktierung (Via),
- Fig. 3 ein Diagramm, das die Stromdichteverteilung einer dreidimensionalen Antenne und einer Flachantenne zeigt, die beide Bestandteil der erfindungsgemäßen Ndip-Antenne sind,
- Fig. 4A eine Flachantenne und das zugehörige Antennendiagramm,
- Fig. 4B eine dreidimensionale Antenne und das zugehörige Antennendiagramm,
- Fig. 4C eine erfindungsgemäße Ndip-Antenne und das zugehörige Antennendiagramm,
- Fig. 4D eine Übersicht der Antennendiagramme einer dreidimensionalen Antenne, einer Flachantenne und einer erfindungsgemäßen Ndip-Antenne,
- Fig. 5A eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Ndip-Antenne gemäß eines Ausführungsbei-

- spiels,
- Fig. 5B eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Ndip-Antenne gemäß eines weiteren Ausführungsbeispiels,
- Fig. 5C eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Ndip-Antenne gemäß eines weiteren Ausführungsbeispiels,
- Fig. 5D eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Ndip-Antenne gemäß eines weiteren Ausführungsbeispiels,
- Fig. 6 eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Ndip-Antenne gemäß eines weiteren Ausführungsbeispiels,
- Fig. 7 eine Draufsicht auf ein erfindungsgemäßes Antennenarray mit zwei erfindungsgemäßen Ndip-Antennen,
- Fig. 8A eine Draufsicht auf ein erfindungsgemäßes Antennenarray mit n erfindungsgemäßen Ndip-Antennen,
- Fig. 8B eine Perspektivansicht auf ein erfindungsgemäßes Antennenarray mit drei erfindungsgemäßen Ndip-Antennen auf einem gemeinsamen Substrat,
- Fig. 9A eine schematische Seitenschnittansicht einer Antennenvorrichtung gemäß eines Ausführungsbeispiels, die ein Gehäuse umfasst, und
- Fig. 9B eine schematische Seitenschnittansicht einer Antennenvorrichtung gemäß eines weiteren Ausführungsbeispiels, bei der das Gehäuse als eine ein Funksignal bündelnde oder streuende Struktur gebildet ist.

[0013] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung mit Bezug auf die Figuren näher beschrieben, wobei Elemente mit derselben oder ähnlichen Funktion mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Die erfindungsgemäße Antennenvorrichtung 10 wird in Anlehnung an den Erfinder, Herrn Dr. Ivan Ndip, nachfolgend auch als Ndip-Antenne bezeichnet.

[0014] Die Figuren 2A und 2B zeigen eine erfindungsgemäße Ndip-Antenne 10 gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels. Die Ndip-Antenne 10 weist ein Substrat 11 mit einer ersten Hauptseite 11A und einer der ersten Hauptseite 11A gegenüberliegenden zweiten Hauptseite 11B auf.

[0015] Auf der zweiten Hauptseite 11B des Substrats 11 ist zumindest abschnittsweise eine Metallisierung 12 angeordnet.

[0016] Auf der ersten Hauptseite 11A des Substrats

11 ist mindestens eine Flachantenne 14 und mindestens eine dreidimensionale Antenne 13 angeordnet. Die Flachantenne 14 kann beispielsweise eine Patchantenne sein. Die dreidimensionale Antenne 13 kann beispielsweise eine Bändchen-Bond-Antenne (engl. Ribbon-Bond-Antenna) sein. In dem in den Figuren 2A und 2B abgebildeten Ausführungsbeispiel ist die dreidimensionale Antenne 13 ein dünner Draht, z.B. ein Bonddraht.

[0017] Die Flachantenne 14 erstreckt sich in einer Ebene 15 parallel zu einer der beiden Hauptseiten 11A, 11B des Substrats 11. Das heißt, die Flachantenne 14 ist flach auf der Oberfläche der ersten Hauptseite 11A des Substrats 11 angeordnet. Anders ausgedrückt erstrecken sich das Substrat 11 sowie die darauf angeordnete Flachantenne 14 in einer X-Y-Ebene bezüglich des eingezeichneten Koordinatensystems, wobei die Flachantenne 14 vorzugsweise entlang der gesamten ersten Hauptseite 11A des Substrats 11 auf demselben angeordnet sein kann.

[0018] Die dreidimensionale Antenne 13 ist zumindest abschnittsweise von der ersten Hauptseite 11A des Substrats 11 beabstandet. Das heißt, die dreidimensionale Antenne 13 erstreckt sich von einem ersten Punkt 13A auf der Oberfläche der ersten Hauptseite 11A des Substrats 11 zu einem zweiten Punkt 13B auf der Oberfläche der ersten Hauptseite 11A des Substrats 11 und ist zwischen diesen beiden Punkten 13A, 13B von der Oberfläche der ersten Hauptseite 11A des Substrats 11 beabstandet. Die dreidimensionale Antenne 13 ist hierbei in vertikaler Richtung, bzw. in einer Z-Richtung bezüglich des eingezeichneten Koordinatensystems, von der Flachantenne 14 bzw. von der Oberfläche der ersten Hauptseite 11A des Substrats 11 beabstandet.

[0019] Die dreidimensionale Antenne 13 und die Flachantenne 14 sind symmetrisch entlang einer gemeinsamen Geraden 51 angeordnet. Die gemeinsame Gerade 51 verläuft parallel zu der dreidimensionalen Antenne 13 und insbesondere liegt die dreidimensionale Antenne 13 genau auf dieser gemeinsamen Geraden 51. Die gemeinsamen Gerade 51 verläuft außerdem mittig durch die Flachantenne 14

[0020] Die dreidimensionale Antenne 13 und die Flachantenne 14 sind galvanisch miteinander verbunden. In der in den Figuren 2A und 2B abgebildeten Ausführungsform weisen die dreidimensionale Antenne 13 und die Flachantenne 14 einen gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 auf. Die dreidimensionale Antenne 13 und die Flachantenne 14 sind an diesem Signaleinspeisungsabschnitt 16 galvanisch miteinander verbunden.

[0021] An dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 wird ein Signal eingespeist, sodass sowohl an der Flachantenne 14 als auch an der dreidimensionalen Antenne 13 dasselbe Signal anliegt. Die Flachantenne 14 und die dreidimensionale Antenne 13 sind in dieser Konfiguration parallel zueinander geschaltet.

[0022] Alternative Ausführungsformen der Erfindung sehen vor, dass die beiden Antennen 13, 14 seriell ge-

koppelt sind. Entsprechende Ausführungsbeispiele werden später mit Bezug auf die Figuren 5A, 5B und 5C näher erläutert werden.

[0023] Zunächst soll aber die Beschreibung der Erfindung weiterhin unter Bezugnahme auf die Figuren 2A und 2B erfolgen.

[0024] Wie zu erkennen ist, ist auf der ersten Hauptseite 11A des Substrats 11 ein erster Befestigungsbereich 17 angeordnet. Die dreidimensionale Antenne 13 weist einen ersten Anbringungsabschnitt 13A auf, mit dem die dreidimensionale Antenne 13 mit dem ersten Befestigungsbereich 17 galvanisch verbunden ist. Der Befestigungsbereich 17 kann beispielsweise ein Bondpad sein. Der erste Anbringungsabschnitt 13A der dreidimensionalen Antenne 13 ist an diesem Befestigungsbereich 17 mechanisch befestigt.

[0025] Die dreidimensionale Antenne 13 weist außerdem einen zweiten Anbringungsabschnitt 13B auf, der die dreidimensionale Antenne 13 mit dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 galvanisch und mechanisch verbindet. Alternativ kann der zweite Anbringungsabschnitt 13B auch dazu dienen, um die dreidimensionale Antenne 13 galvanisch und mechanisch mit der Flachantenne 14 zu verbinden, wie beispielsweise in Figur 5C gezeigt.

[0026] In dem in den Figuren 2A und 2B abgebildeten Ausführungsbeispiel sind der erste und der zweite Anbringungsabschnitt 13A, 13B der dreidimensionalen Antenne 13 die jeweiligen Enden bzw. Spitzen (engl.: tips) des Bonddrahts 13. Der Bonddraht 13 ist also mit seinen beiden Drahtenden bzw. Drahtspitzen 13A, 13B auf der Flachantenne 14 und auf dem Befestigungsbereich 17 angeordnet.

[0027] Der erste Befestigungsbereich 17 ist bezüglich der Flachantenne 14 gegenüberliegend von dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 angeordnet, wobei sich die dreidimensionale Antenne 13 zwischen dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 und dem ersten Befestigungsbereich 17 zumindest abschnittsweise über die Flachantenne 14 hinweg erstreckt und dabei in einer Z-Richtung, d.h. orthogonal zur Substratebene (= X-Y-Ebene), von der Flachantenne 14 beabstandet ist.

[0028] Man kann also sagen, die dreidimensionale Antenne 13 verläuft beabstandet von der Flachantenne 14 über die gesamte Flachantenne 14 hinweg. In dem abgebildeten Ausführungsbeispiel ist die dreidimensionale Antenne 13 bogenförmig über die Flachantenne 14 hinweg gespannt.

[0029] Die Flachantenne 14 weist eine geometrische Länge L auf, die in den Figuren 2A und 2B mit dem Bezugszeichen 21 gekennzeichnet ist. Orthogonal zur Stromflussrichtung bzw. zu einer Haupterstreckungsrichtung 21 der Flachantenne 14 sind verschiedene Positionen 22, 23, 24 eingezeichnet, an denen die geometrische Länge L der Flachantenne in Abhängigkeit von der Wellenlänge λ des eingespeisten Signals angegeben ist.

[0030] So markiert beispielsweise die Gerade 22 eine Position L_1 , an der die geometrische Länge der Flachantenne 14 gleich Null ($L_1=0$) ist. Die Gerade 23 markiert eine Position L_2 , an der die geometrische Länge der

Flachantenne 14 einer Wellenlänge von $L_2 = \frac{\lambda}{4}$ entspricht. Die Gerade 24 markiert eine Position L_3 , an der die geometrische Länge der Flachantenne 14 einer Wellenlänge von $L_3 = \frac{\lambda}{2}$ entspricht.

[0031] Wie insbesondere in Figur 2A zu erkennen ist, weist die dreidimensionale Antenne 13 etwa in der Mitte eine erste vertikale, d.h. orthogonal zur Substratebene 15 gerichtete, Beabstandung 26 von der ersten Hauptseite 11A des Substrats 11 auf. Da die dreidimensionale Antenne 13, wie eingangs erwähnt, bogenförmig über die Flachantenne 14 gespannt ist, weist die dreidimensionale Antenne 13 jeweils links und rechts von ihrer Mitte eine zweite vertikale Beabstandung 25 sowie eine dritte vertikale Beabstandung 27 auf.

[0032] Genauer gesagt weist die dreidimensionale Antenne 13 an einer Position, die einer geometrischen Länge $L_2 = \frac{\lambda}{4}$ der Flachantenne 14 entspricht, eine erste

orthogonal zur Substratebene gerichtete Beabstandung 26 von der Flachantenne 14 auf. Ferner weist die dreidimensionale Antenne 13 an einer Position, die einer geometrischen Länge $L_1 = 0$ oder $L_3 = \frac{\lambda}{2}$ der Flachan-

tenne 14 entspricht, eine zweite bzw. dritte orthogonal zur Substratebene gerichtete Beabstandung 25, 27 von der Flachantenne 14 auf, wobei der Betrag der ersten Beabstandung 26 größer ist als der Betrag der zweiten bzw. dritten Beabstandung 25, 27.

[0033] Die dreidimensionale Antenne 13 weist eine Gesamtlänge von $L_{3D} = \frac{\lambda}{2}$ auf, d.h. die dreidimensionale Antenne 13 ist in diesem Ausführungsbeispiel ein $\lambda/2$ -Strahler. Die dreidimensionale Antenne 13 weist so-

mit etwa in der Mitte 28 ihrer Gesamtlänge $L_{3D} = \frac{\lambda}{2}$

eine geometrische Länge $L_4 = \frac{\lambda}{4}$ auf.

[0034] Wie in den Figuren 2A und 2B zu sehen ist, liegt die Mitte 28 der dreidimensionalen Antenne 13, d.h. diejenige Stelle 28 an der die dreidimensionale Antenne 13

eine geometrische Länge $L_4 = \frac{\lambda}{4}$ aufweist, derjenigen Stelle an der die Flachantenne 14 eine geometrische

Länge von $L_2 = \frac{\lambda}{4}$ aufweist, gegenüber. Das heißt,

die dreidimensionale Antenne 13 und die Flachantenne 14 sind derart zueinander ausgerichtet, dass sie sich genau dort gegenüber liegen, wo beide Antennen 13, 14

jeweils eine geometrische Länge von $L_2 = L_4 = \frac{\lambda}{4}$

aufweisen. Darüber hinaus kann die dreidimensionale Antenne 13 an genau dieser Stelle die größte vertikale Beabstandung 26 von der Flachantenne 14 aufweisen.

[0035] Generell kann bei der erfindungsgemäßen Ndp-Antenne 10 zumindest die Flachantenne 14 oder zumindest die dreidimensionale Antenne 13 galvanisch oder kapazitiv mit der Metallisierung 12 auf der zweiten Hauptseite 11B des Substrats 11 gekoppelt sein.

[0036] In anderen Worten ausgedrückt, kann entweder die Flachantenne 14 oder die dreidimensionale Antenne 13 mit der Metallisierung 12 gekoppelt sein, oder es können sowohl die Flachantenne 14 als auch die dreidimensionale Antenne 13 mit der Metallisierung 12 gekoppelt sein.

[0037] Die Kopplung kann beispielsweise eine kapazitive Kopplung sein, wie in Figur 2C dargestellt. In diesem Fall könnte die jeweilige Antenne 13, 14 aufgrund der durch das dielektrische Substrat 11 hindurch verlaufenden Verschiebungsstromdichte 29 kapazitiv mit der Metallisierung 12 auf der zweiten Hauptseite 11B des Substrats 11 gekoppelt sein. Die kapazitive Kopplung bzw. die Güte der kapazitiven Kopplung ist dabei abhängig von der Frequenz des eingespeisten Signals.

[0038] Die Kopplung kann aber auch beispielsweise eine galvanische Kopplung sein, wie in Figur 2D dargestellt. In diesem Fall könnte die jeweilige Antenne 13, 14 beispielsweise mittels einer durch das Substrat 11 hindurch verlaufenden Durchkontaktierung 30, einem sogenannten Via 30, galvanisch mit der Metallisierung 12 gekoppelt sein.

[0039] In der in den Figuren 2A und 2B abgebildeten Ausführungsform ist der Befestigungsbereich 17 kapazitiv mit der Metallisierung 12 gekoppelt.

[0040] Sofern die dreidimensionale Antenne 13 galvanisch mit dem Befestigungsbereich 17 verbunden ist, ist die dreidimensionale Antenne 13 somit auch mit der Metallisierung 12 elektrisch gekoppelt.

[0041] Die Metallisierung 12 kann als ein Reflektor dienen. Die Metallisierung 12 kann aber auch als eine stromführende Rückleitung dienen. Figur 3 zeigt eine approximierte schematische Darstellung des Stromverlaufs bzw. der Stromdichteverteilung entlang einer Antenne 13, 14 über deren geometrische Länge L in Abhängigkeit der Wellenlänge λ eines gemeinsamen Funksignals. Das Diagramm bildet den Signalverlauf an den beiden in Figur 2A abgebildeten Antennen 13, 14 ab, wobei beide Antennen 13, 14 mit demselben Signal gespeist werden.

[0042] Die Kurve 31 bildet einen approximierten

Stromverlauf in der dreidimensionalen Antenne 13 ab. Die Kurve 32 stellt einen approximierten Stromverlauf in der Flachantenne 14 dar.

[0043] Da die dreidimensionale Antenne 13 kurzgeschlossen bzw. abgeschlossen ist, ist ihr Stromverlauf 31 proportional zum Betrag der Cosinus-Funktion

$$\left| \cos \frac{2\pi L_{3D}}{\lambda} \right|, \text{ wobei } L_{3D} \text{ die auf der x-Achse angetragene}$$

geometrische Länge der dreidimensionalen Antenne 13 in Abhängigkeit der Wellenlänge λ ist.

[0044] Da die Flachantenne 14 hingegen nicht abgeschlossen ist, ist ihr Stromverlauf 32 proportional zum

Betrag der Sinus-Funktion $\left| \sin \frac{2\pi L_{FLAT}}{\lambda} \right|$, wobei

L_{FLAT} die auf der x-Achse angetragene geometrische Länge der dreidimensionalen Antenne 13 in Abhängigkeit der Wellenlänge λ ist.

[0045] Wie in dem in Figur 3 abgebildeten Diagramm zu sehen ist, weist die Kurve 31 an der Stelle $L=0$ ein Stromstärkemaximum auf. Die Kurve 32 hingegen weist an dieser Stelle $L=0$ ein Stromstärkeminimum auf. An

der Stelle $L = \frac{\lambda}{4}$ dreht sich dieses Verhältnis um, d.h.

die Kurve 31 weist hier ein Stromstärkeminimum auf, während die Kurve 32 hier ein Stromstärkemaximum auf-

weist. An der Stelle $L = \frac{\lambda}{2}$ dreht sich dieses Verhält-

nis abermals um, d.h. die Kurve 31 weist hier ein Stromstärkemaximum auf, während die Kurve 32 hier ein Stromstärkeminimum aufweist. Somit kommt es zu konstruktiven Interferenzen.

[0046] Etwas allgemeiner formuliert kann man sagen, dass die Flachantenne 14 und die dreidimensionale Antenne 13 jeweils eine geometrische Länge L_{3D} , L_{FLAT} aufweisen, bei der sich, bei Speisung der Flachantenne 14 und der dreidimensionalen Antenne 13 mit demselben Signal, eine Stromdichteverteilung in Form einer stehenden Welle 32 entlang der geometrischen Länge L_{FLAT} der Flachantenne 14 einstellt, die einen Phasenversatz 33 gegenüber einer sich in der dreidimensionalen Antenne 13 einstellenden Stromdichteverteilung in Form einer stehenden Welle 31 entlang der geometrischen Länge L_{3D} der dreidimensionalen Antenne 13 aufweist, wobei der Betrag des Phasenversatzes $|\Delta\varphi = 90^\circ| \pm 20\%$, oder $|\Delta\varphi = 90^\circ| \pm 10\%$, und bevorzugt 90° beträgt.

[0047] Um sicherzustellen, dass die Abstrahlcharakteristik der erfindungsgemäßen Ndip-Antenne 10 einen wahren Hybriden der beiden einzelnen Antennen 13, 14 repräsentiert, werden die dreidimensionale Antenne 13 und die Flachantenne 14 derart kombiniert, dass eine Kopplung zwischen den beiden Antennen 13, 14 an denjenigen Punkten minimal ist, wo sie jeweils ihre maximalen Feldstärkewerte aufweisen. Dies resultiert dann in

konstruktiver Interferenz, wie in Figur 3 gezeigt ist.

[0048] So können beispielsweise die in Figur 2A abgebildete dreidimensionale Antenne 13 und die Flachantenne 14 zwei resonante Antennen sein. Das heißt, die Flachantenne 14 ist auf eine erste Resonanzfrequenz abgestimmt und die dreidimensionale Antenne 13 ist auf eine zweite Resonanzfrequenz abgestimmt. Die beiden Resonanzfrequenzen sind vorzugsweise gleich.

[0049] Die beiden Resonanzfrequenzen können aber auch einen gewissen Toleranzbereich aufweisen, d.h. die erste und die zweite Resonanzfrequenz können leicht voneinander abweichen. Gemäß einer Ausführungsform der Ndip-Antenne weichen die erste und die zweite Resonanzfrequenz hierbei um weniger als 5% voneinander ab. Je geringer die Abweichung ist, desto höher ist der mit der Ndip-Antenne erzielbare Antennengewinn.

[0050] Gemäß einer anderen Ausführungsform weichen die erste und die zweite Resonanzfrequenz um 5% oder mehr voneinander ab. Gemäß einer denkbaren Ausführungsform weichen die erste und die zweite Resonanzfrequenz hierbei gleichzeitig um weniger als 30% voneinander ab. Somit kann eine Breitbandigkeit der Ndip-Antenne erzielt werden, d.h. je größer die Abweichung der ersten und zweiten Resonanzfrequenzen ist, desto größer wird das erzielbare Breitbandspektrum. Es ist sozusagen eine Multiband-Ndip-Antenne realisierbar.

[0051] Die beiden Antennen 13, 14 sind gemäß der vorhergehenden Beschreibung derart miteinander kombiniert, dass deren gegenseitige Kopplung bei $L=0$, bei

$$L = \frac{\lambda}{4} \text{ und bei } L = \frac{\lambda}{2} \text{ minimal ist.}$$

[0052] Wenn die zuvor genannten Kriterien bei der Kombination der Flachantenne 14 mit der dreidimensionalen Antenne 13 erfüllt sind, dann können die jeweiligen Abstrahlcharakteristiken dieser beiden Antennen 13, 14 optimal kombiniert werden. Es werden außerdem keine aufwändigen Schaltungen bzw. Phasenschieber benötigt, um die Phasenlage der beiden Antennensignale 31, 32 weitergehend anzupassen.

[0053] Die beiden Antennen 13, 14 beeinflussen sich also gegenseitig möglichst wenig, sodass sich der in Figur 3 abgebildete Signalverlauf mit einem Phasenversatz von 90° ergibt, oder anders ausgedrückt, wenn die Strahlungskopplung der beiden Antennen 13, 14 dort minimal ist, wo eine der beiden Antennen 13, 14 ihr Leistungsmaximum aufweist.

[0054] Gemäß Ausführungsformen der Erfindung sind die dreidimensionale Antenne 13 und die Flachantenne 14 derart ausgelegt, dass sowohl die geometrische Länge L_{FLAT} der Flachantenne 14 als auch die geometrische Länge L_{3D} der dreidimensionalen Antenne 13 jeweils ei-

nem ganzzahligen Vielfachen von $\frac{\lambda}{4}$ entspricht.

[0055] In diesem Fall beeinflussen sich die beiden Antennen 13, 14 gegenseitig möglichst wenig, wenn die

Strahlungskopplung an den Stellen $L=0$, bei $L = \frac{\lambda}{4}$

und bei $L = \frac{\lambda}{2}$ minimal ist.

[0056] Bei Einhaltung dieses der Erfindung zugrunde liegenden Kriteriums ist also die Kombination der Abstrahlcharakteristiken beider Antennen 13, 14 zu einer Gesamtabstrahlcharakteristik der erfindungsgemäßen Ndip-Antenne 10 besonders vorteilhaft.

[0057] Um dies zu veranschaulichen soll im Folgenden auf die in den Figuren 4A, 4B, 4C und 4D dargestellten Abstrahlcharakteristiken verwiesen werden.

[0058] Figur 4A zeigt eine auf einem Substrat 11 angeordnete Patchantenne 14. In dem daneben angeordneten Diagramm ist die Abstrahlcharakteristik dieser Patchantenne 14 dargestellt. Hier ist zu erkennen, dass sich die Hauptkeule 41 im Wesentlichen vertikal nach oben, d.h. von dem Substrat 11 weg erstreckt.

[0059] Figur 4B zeigt eine auf einem Substrat 11 angeordnete dreidimensionale Bonddrahtantenne 13. In dem daneben angeordneten Diagramm ist die Abstrahlcharakteristik dieser Bonddrahtantenne 13 dargestellt. Hier ist zu erkennen, dass sich zwei etwa nierenförmige Hauptkeulen 42, 43 im Wesentlichen in der horizontalen Ebene, d.h. entlang der Substratebene, ausbreiten.

[0060] Figur 4C zeigt eine, wie zuvor mit Bezug auf Figur 2A beschriebene, erfindungsgemäße Ndip-Antenne 10 mit einer Flachantenne 14 und einer dreidimensionalen Antenne 13. In dem daneben abgebildeten Diagramm ist die Abstrahlcharakteristik der Ndip-Antenne 10 gezeigt.

[0061] Figur 4D zeigt zum bildlichen Vergleich die zuvor erwähnten Abstrahlcharakteristiken in einem gemeinsamen Diagramm. Hierbei repräsentiert die Kurve 44 die Abstrahlcharakteristik der Flachantenne 14, die Kurve 45 repräsentiert die Abstrahlcharakteristik der dreidimensionalen Antenne 13 und die Kurve 46 repräsentiert die Abstrahlcharakteristik der erfindungsgemäßen Ndip-Antenne 10.

[0062] Die Kurve 44 zeigt die Abstrahlcharakteristik einer Flachantenne 14. Es ist die zuvor erwähnte Hauptkeule zu erkennen, die sich vorzugsweise in vertikaler Richtung erstreckt.

[0063] Die Kurve 45 zeigt die Abstrahlcharakteristik einer dreidimensionalen Antenne 13. Es ist zuvor erwähnte nierenförmige Hauptkeule zu erkennen, die sich vorzugsweise horizontal entlang der Substratebene ausbreitet.

[0064] Die Kurve 46 zeigt die Abstrahlcharakteristik der erfindungsgemäßen Ndip-Antenne 10. Es ist zu erkennen, dass die Abstrahlung sowohl in vertikaler Richtung als auch in horizontaler Richtung entlang der Substratebene erfolgt. Die erfindungsgemäße Ndip-Antenne 10 erreicht also eine Abstrahlcharakteristik, die den Abstrahlcharakteristiken der einzelnen Antennen 13, 14

deutlich überlegen ist, und zwar so, dass sich die beiden Antennen 13, 14 möglichst wenig gegenseitig beeinflussen und sich die Signale der beiden Antennen 13, 14 dabei möglichst konstruktiv überlagern.

[0065] Neben den in Figur 4C und der mit Bezug auf Figur 2A zuvor beschriebenen Ausführungsformen sind weitere Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Ndip-Antenne 10 denkbar. Diese weiteren Ausführungsformen sollen nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 5A bis 5D beschrieben werden, wobei die Figuren 5A, 5B und 5C eine Reihen- bzw. Seriellschaltung der dreidimensionalen Antenne 13 mit der Flachantenne 14 zeigen.

[0066] Figur 5A zeigt eine Ndip-Antenne 10 mit einer auf einem Substrat 11 angeordneten Flachantenne 14 und einer auf dem Substrat 11 angeordneten dreidimensionalen Antenne 13. Die beiden Antennen 13, 14 sind an einem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 miteinander verbunden. Ein erstes Ende 13A bzw. ein erster Anbringungsabschnitt 13A der dreidimensionalen Antenne 13 ist auf einem auf dem Substrat 11 angeordneten ersten Befestigungsbereich 17 angeordnet, und ein gegenüberliegendes zweites Ende 13B bzw. ein zweiter Anbringungsabschnitt 13B der dreidimensionalen Antenne 13 ist auf dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 angeordnet.

[0067] Der erste Anbringungsabschnitt 13A der dreidimensionalen Antenne 13 kann mechanisch, und optional galvanisch, mit dem ersten Befestigungsbereich 17 gekoppelt sein. Der zweite Anbringungsabschnitt 13B der dreidimensionalen Antenne 13 kann mechanisch, und optional galvanisch, mit dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 gekoppelt sein.

[0068] Gemäß dieses Ausführungsbeispiels ist der erste Befestigungsbereich 17 bezüglich des Signaleinspeisungsabschnitts 16 gegenüberliegend von der Flachantenne 14 angeordnet, sodass der Signaleinspeisungsabschnitt 16 räumlich zwischen dem ersten Befestigungsbereich 17 und der Flachantenne 14 angeordnet ist, wobei der erste Befestigungsbereich 17, der Signaleinspeisungsabschnitt 16 und die Flachantenne 14 alle entlang einer gemeinsamen Geraden 51 angeordnet sind.

[0069] Figur 5B zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem zuvor mit Bezug auf Figur 5A beschriebenen Ausführungsbeispiel dadurch, dass der erste Befestigungsbereich 17 um 90° versetzt angeordnet ist.

[0070] Bei dem in Figur 5B abgebildeten Ausführungsbeispiel sind also die Flachantenne 14 und der gemeinsame Signaleinspeisungsabschnitt 16 entlang einer ersten gemeinsamen Geraden 52 angeordnet, und der erste Befestigungsbereich 17 und der gemeinsame Signaleinspeisungsabschnitt 16 sind entlang einer zweiten gemeinsamen Geraden 53 angeordnet, wobei die erste gemeinsame Gerade 52 und die zweite gemeinsame Gerade 53 orthogonal zueinander verlaufen.

[0071] Prinzipiell kann der zweite Befestigungsbereich

17 bzw. der nicht auf dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 angeordnete erste Anbringungsabschnitt 13A der dreidimensionalen Antenne 13 an einer beliebigen Stelle, d.h. 360° um die Flachantenne 14 herum, auf dem Substrat 11 angeordnet sein.

[0072] Figur 5C zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einer auf einem Substrat 11 angeordneten Flachantenne 14 und einer auf dem Substrat 11 angeordneten dreidimensionalen Antenne 13. Ein Unterschied zu den zuvor erwähnten Ausführungsbeispielen liegt darin, dass ein erstes Ende 13A bzw. ein erster Anbringungsabschnitt 13A der dreidimensionalen Antenne 13 zwar weiterhin auf dem Befestigungsbereich 17 angeordnet ist. Das zweite Ende 13B bzw. der zweite Anbringungsabschnitt 13B ist jedoch auf der Flachantenne 14 angeordnet und kann mit der Flachantenne 14 mechanisch, sowie optional galvanisch, gekoppelt sein.

[0073] Gemäß dieser Ausführungsform ist also ein erster Anbringungsabschnitt 13A der dreidimensionalen Antenne 13 auf dem Substrat 11, bzw. dem ersten Befestigungsbereich 17, angeordnet und ein zweiter Anbringungsabschnitt 13B der dreidimensionalen Antenne 13 ist auf der Flachantenne 14 angeordnet.

[0074] Der erste Anbringungsabschnitt 13A der dreidimensionalen Antenne 13 kann mechanisch, und optional galvanisch, mit dem ersten Befestigungsbereich 17 gekoppelt sein. Der zweite Anbringungsabschnitt 13B der dreidimensionalen Antenne 13 kann mechanisch, und optional galvanisch, mit der Flachantenne 14 gekoppelt sein.

[0075] Prinzipiell kann der zweite Befestigungsbereich 17 bzw. der nicht mit der Flachantenne 14 gekoppelte erste Anbringungsabschnitt 13A der dreidimensionalen Antenne 13 an einer beliebigen Stelle, d.h. 360° um die Flachantenne 14 herum, auf dem Substrat 11 angeordnet sein.

[0076] Figur 5D zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einer auf einem Substrat 11 angeordneten Flachantenne 14 und einer auf dem Substrat 11 angeordneten dreidimensionalen Antenne 13. Ein Unterschied zu den zuvor erwähnten Ausführungsbeispielen liegt darin, dass ein erstes Ende 13A bzw. ein erster Anbringungsabschnitt 13A der dreidimensionalen Antenne 13 auf der Flachantenne 14 angeordnet ist, während das zweite Ende 13B bzw. der zweite Anbringungsabschnitt 13B der dreidimensionalen Antenne 13 auf dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 angeordnet ist.

[0077] Der erste Anbringungsabschnitt 13A der dreidimensionalen Antenne 13 kann mechanisch, und optional galvanisch, mit der Flachantenne 14 gekoppelt sein. Der zweite Anbringungsabschnitt 13B der dreidimensionalen Antenne 13 kann mechanisch, und optional galvanisch, mit dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 gekoppelt sein.

[0078] Gemäß Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann die dreidimensionale Antenne 13 eine Bonddrahtantenne sein, die mindestens einen Bonddraht 13 aufweist. Alternativ kann die dreidimensionale

Antenne 13 eine Bändchenbondantenne (engl. Ribbon Bond Antenna) sein, die mindestens ein Leiterband bzw. ein Bändchen (engl. Ribbon) aufweist.

[0079] Alternative Ausführungsformen sehen vor, dass die dreidimensionale Antenne 13 eine Bonddrahtantenne ist, die mindestens zwei Bonddrähte 13 aufweist, oder dass die dreidimensionale Antenne 13 eine Bändchenbondantenne ist, die mindestens zwei Bändchen aufweist. Dadurch kann die Performanz der N dip-Antenne 10 verbessert werden.

[0080] Die mindestens zwei oder mehr Bonddrähte beziehungsweise Bändchen können entweder gleich lang sein, oder sie können voneinander unterschiedliche Längen aufweisen. Die mindestens zwei Bonddrähte beziehungsweise Bändchen können jeweils auf denselben Stellen angeordnet sein, zum Beispiel auf dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 und auf dem ersten Befestigungsbereich 17. In diesem Fall handelt es sich um eine dreidimensionale Antenne 13, die mehrere Bonddrähte beziehungsweise Bändchen aufweist.

[0081] Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen N dip-Antenne 10. Die N dip-Antenne 10 weist hier zusätzlich zu der zuvor erwähnten ersten dreidimensionalen Antenne 13 mindestens eine weitere dreidimensionale Antenne 13', 13'', 13''' auf. Jede dieser weiteren dreidimensionalen Antennen 13', 13'', 13''' kann, wie zuvor beschrieben, wiederum zwei oder mehr Bonddrähte beziehungsweise Bändchen aufweisen.

[0082] Gemäß eines Ausführungsbeispiels weist die N dip-Antenne 10 hier eine zweite dreidimensionale Antenne 13' und einen auf der ersten Hauptseite 11A des Substrats 11 angeordneten zweiten Befestigungsbereich 17' auf. Der erste Befestigungsbereich 17 und der zweite Befestigungsbereich 17' können galvanisch voneinander getrennt sein. Ein erster Anbringungsabschnitt 13A' der zweiten dreidimensionalen Antenne 13' ist auf dem zweiten Befestigungsbereich 17' angeordnet.

[0083] Ein zweiter Anbringungsabschnitt 13B' der zweiten dreidimensionalen Antenne 13' ist auf dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 angeordnet.

[0084] Alternativ oder zusätzlich kann die zweite bzw. eine dritte dreidimensionale Antenne auf dem ersten Befestigungsbereich 17 und dem zweiten Befestigungsbereich 17' angeordnet sein. Dies ist in Form der in Strichlinien dargestellten optionalen dreidimensionalen Antenne 13'' dargestellt. Hier ist ein erster Anbringungsabschnitt 13A'' auf dem zweiten Befestigungsbereich 17' angeordnet und ein zweiter Anbringungsabschnitt 13B'' ist auf dem ersten Befestigungsbereich 17 angeordnet.

[0085] Alternativ oder zusätzlich kann die zweite bzw. eine vierte dreidimensionale Antenne an dem ersten Befestigungsbereich 17 und auf der Flachantenne 14 angeordnet sein. Dies ist in Form der in Strichlinien dargestellten optionalen dreidimensionalen Antenne 13''' dargestellt. Hier ist ein erster Anbringungsabschnitt

13A''' auf dem zweiten Befestigungsbereich 17' angeordnet und ein zweiter Anbringungsabschnitt 13B''' ist auf der Flachantenne 14 angeordnet.

[0086] Eine solche weitere dreidimensionale Antenne 13', 13'', 13''' kann generell mit jeder der in den Figuren 5A, 5B, 5C und 5D abgebildeten Ausführungsformen kombinierbar sein.

[0087] Figur 7 zeigt eine weitere Ausführungsform mit einem erfindungsgemäßen Antennenarray 100. Das Antennenarray 100 weist eine Ndip-Antenne 10, wie sie zuvor mit Bezug auf die Figuren 2A bis 6 beschrieben wurde, auf. Das heißt, das Antennenarray 100 weist eine Ndip-Antenne 10 mit einer auf einem Substrat 11 angeordneten Flachantenne 14 und einer auf dem Substrat 11 angeordneten dreidimensionalen Antenne 13 auf.

[0088] Zusätzlich weist das Antennenarray 100 eine zweite Antennenvorrichtung 70 auf, die auf demselben Substrat 11 angeordnet ist. Die zweite Antennenvorrichtung 70 entspricht vom Aufbau her, sowie hinsichtlich ihrer möglichen Ausgestaltungen, der zuvor beschriebenen Ndip-Antenne 10.

[0089] Die zweite Antennenvorrichtung 70 weist also ebenfalls eine auf der ersten Hauptseite 11A des Substrats 11 angeordnete zweite Flachantenne 74 und eine zweite dreidimensionale Antenne 73 auf.

[0090] Die zweite Flachantenne 74 erstreckt sich in einer Ebene parallel zu einer der beiden Hauptseiten 11A, 11B des Substrats 11, und die zweite dreidimensionale Antenne 73 ist zumindest abschnittsweise von der ersten Hauptseite 11A des Substrats 11 beabstandet.

[0091] Ebenso analog zu der ersten Ndip-Antenne 10 sind bei der zweiten Antennenvorrichtung 70 die zweite dreidimensionale Antenne 73 und die zweite Flachantenne 74 galvanisch miteinander verbunden. Gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels weisen die zweite dreidimensionale Antenne 73 und die zweite Flachantenne 74 einen gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 76 auf. Gemäß eines alternativen Ausführungsbeispiels sind die zweite dreidimensionale Antenne 73 und die zweite Flachantenne 74 seriell gekoppelt. Wie zuvor erwähnt, kann auch die zweite Antennenvorrichtung 70 dieselben Ausführungsformen aufweisen, wie sie zuvor mit Bezug auf die Figuren 2 bis 6 beschrieben wurden.

[0092] Figur 8A zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Antennenarrays 100. Figur 8A soll veranschaulichen, dass auf dem gemeinsamen Substrat 11 eine beliebige Anzahl von n Ndip-Antennen 10 vorgesehen sein können, die zusammen ein erfindungsgemäßes Antennenarray 100 bilden.

[0093] So ist in Figur 8B exemplarisch ein erfindungsgemäßes Antennenarray 100 mit drei Ndip-Antennen 10, 70, 80 gezeigt, die alle gemeinsam auf einem Substrat 11 angeordnet sind. All die zuvor mit Bezug auf eine einzelne Ndip-Antenne 10 erwähnten Merkmale und Funktionen gelten im selben Maße auch für jede einzelne der in Figur 8B abgebildeten Ndip-Antennen 10, 70, 80.

[0094] Jede der zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen, auch als Ndip-Antenne bezeichnete, Antennen-

vorrichtungen 10 kann als eine rekonfigurierbare und/oder steuerbare Antennenvorrichtung ausgebildet sein. Eine solche Ndip-Antenne 10 weist ein Mittel zum Steuern der Phase und/oder der Amplitude der dreidimensionalen Antenne 13 und/oder der Flachantenne 14 auf. Ein solches Mittel kann beispielsweise ein Schalter sein, der ausgebildet ist, um das an der dreidimensionalen Antenne 13 und/oder der Flachantenne 14 anliegende Signal so zu schalten, dass die Amplitude und/oder die Phase dieses Signals steuerbar ist. Alternativ oder zusätzlich kann die dreidimensionale Antenne 13 und/oder die Flachantenne 14 rekonfigurierbar sein, so dass der Nullpunktdurchgang des anliegenden Signals neu bestimmt werden kann.

[0095] Figur 9A zeigt eine schematische Seitenschnittansicht einer Antennenvorrichtung 90 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Die Antennenvorrichtung 90 umfasst ein Gehäuse 34 in dessen Inneren eine Antennenvorrichtung angeordnet ist, etwa die Ndip-Antenne 10. Das Gehäuse 34 ist zumindest bereichsweise umfassend ein dielektrisches oder elektrisch isolierendes Material gebildet, um einen Austritt des Funksignals aus dem Gehäuse 34 zu ermöglichen. Beispielsweise kann das Gehäuse 34 ein Kunststoffmaterial oder ein Glasmaterial umfassen. Kunststoffmaterial kann während einer Vereinzelung und Verkapselung der Ndip-Antenne 10 aus einem Wafer heraus angeordnet werden. Alternativ oder zusätzlich kann ein oder mehrere Antennenarrays 100 gemäß hierin beschriebenen Ausführungsformen im Inneren des Gehäuses 34 angeordnet sein. Ein Innenvolumen 36 des Gehäuses 34 kann zumindest teilweise mit einem Gas, wie etwa Luft oder einem Material mit einer geringen Dielektrizitätskonstante oder zu einem geringen Leistungsverlust führendem Material gefüllt sein.

[0096] Das Gehäuse 34 umfasst einen Anschluss 38, der mit der Ndip-Antenne 10 verbunden ist. Der Anschluss 38 ist konfiguriert, um mit einem Signalausgang eines Hochfrequenz-Chips verbunden zu werden. Das bedeutet, dass über den Anschluss 38 beispielsweise ein Hochfrequenzsignal empfangen werden kann, das von der Ndip-Antenne 10 in ein Funksignal gewandelt werden kann. Das Gehäuse 34 kann einen weiteren Anschluss aufweisen, der mit der Metallisierung 12 verbunden ist. Alternativ kann die Metallisierung 12 auch eine Außenwand des Gehäuses 34 bilden, um eine Kontaktierung der Metallisierung 12 mit anderen Komponenten auf einfachem Wege zu ermöglichen. Der Anschluss 38 kann mit der elektrisch leitfähigen Struktur verbunden sein, die bspw. als Via ausgeführt ist. Der Anschluss 38 kann zum Bereitstellen einer vertikalen Verbindung zu der Ndip-Antenne 10 dienen, um die Ndip-Antenne 10 anzuregen, etwa mittels einer Sondenspeisung (engl.: Probe feed). Somit kann der Anschluss 38 einen Kontakt zur Umgebung der Antennenvorrichtung 90 bereitstellen.

[0097] Figur 9B zeigt eine schematische Seitenschnittansicht einer Antennenvorrichtung 90' gemäß einem Ausführungsbeispiel, bei der das Gehäuse 34 im Ver-

gleich zu Figur 9A als Struktur ausgeführt ist, die ausgebildet ist, um eine Abstrahlcharakteristik des Funksignals 26 zu beeinflussen. Eine solche Struktur kann bspw. als Linse bezeichnet werden. Bspw. kann die Struktur des Gehäuses 34 ausgebildet sein, um das Funksignal der Ndip-Antenne zu bündeln. Bspw. kann das Innere 36 des Gehäuses 34 zumindest teilweise mit einem dielektrischen Material gefüllt sein und eine äußere Form des Gehäuses 34 eine konkave oder konvexe Form aufweisen, um eine streuende oder bündelnde Funktion der Linse zu erhalten.

[0098] Nachfolgend soll die Erfindung noch einmal in anderen Worten kurz zusammengefasst werden.

[0099] Die vorliegende Erfindung betrifft eine neuartige Ndip-Antenne 10 mit den Merkmalen von Anspruch 1. Diese Ndip-Antenne 10 löst die eingangs erwähnten Nachteile und Probleme des Stands der Technik, die sich aus vielen technischen Limitierungen bei bekannten Antennen ergeben.

[0100] Die erfindungsgemäße Ndip-Antenne 10 kann als eine Hybridantenne bezeichnet werden, die aus einer Kombination von einer oder mehreren dreidimensionalen Antennen 13, 13', 13'', 13''' (z.B. Bonddrahtantennen, Bändchenbondantennen, etc.) mit einer oder mehreren Flachantennen 14, 74 (z.B. Patch, Monopol, Dipol, etc.) erreichbar ist, um eine gewünschte Performance zu erzielen, die mit einer einzelnen dreidimensionalen bzw. Flachantenne nicht erzielbar ist.

[0101] Um sicherzustellen, dass die Abstrahlcharakteristik der erfindungsgemäßen Ndip-Antenne 10 einen wahren Hybriden der beiden einzelnen Antennen 13, 14 repräsentiert, werden die dreidimensionale Antenne 13 und die Flachantenne 14 derart kombiniert, dass eine Strahlungskopplung zwischen den beiden Antennen 13, 14 an denjenigen Punkten minimal ist, wo sie jeweils ihre maximalen Feldstärkewerte aufweisen. Dies resultiert dann in konstruktiver Interferenz.

[0102] Beispielsweise weist die in Figur 2 abgebildete Ndip-Antenne 10 zwei resonante Antennen, z.B. ein Patch 14 und eine Bonddrahtantenne 13, auf. Diese beiden Antennen 13, 14 sind derart miteinander kombiniert, dass die Strahlungskopplung an den Stellen $L=0$, $L=\lambda/4$ und $L=\lambda/2$ minimal ist, wobei L die geometrische Länge der jeweiligen Antenne 13, 14 und λ die Wellenlänge des gemeinsam eingespeisten Signals ist.

[0103] Wenn also beispielsweise die in Figur 2 abgebildete Ndip-Antenne 10 an dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 angeregt wird, stellt sich jeweils eine stehende Welle an der Flachantenne 14 und an der dreidimensionalen Antenne 13 ein. Die Stromverteilung auf dem Patch 14 ist proportional zu

$$\left| \sin \frac{2\pi L}{\lambda} \right|, \text{ weil das Patch 14 ein offenes Ende hat,}$$

d.h. die Patchantenne 14 ist nicht abgeschlossen. An der dreidimensionalen Antenne 13 stellt sich eine Stromver-

teilung ein, die proportional zu $\left| \cos \frac{2\pi L}{\lambda} \right|$ ist, weil das

Ende der dreidimensionalen Antenne 13 abgeschlossen bzw. kurzgeschlossen ist.

[0104] Deshalb liegt der Maximalwert des Stroms auf der dreidimensionalen Antenne 13 etwa dort, wo der Minimalwert des Stroms der Patchantenne 14 liegt, wie in Figur 3 gezeigt. Aus diesem Grund strahlt die erfindungsgemäße Ndip-Antenne 10 sehr gut sowohl in die horizontale (azimuthal) Ebene als auch in die vertikale (elevation) Ebene ab, wie in Figur 4C gezeigt ist.

[0105] Die Anfangs- und Endpunkte der dreidimensionalen Antenne 13 (z.B. Drahtenden bzw. Drahtspitzen) können beispielsweise auf dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 und dem ersten Befestigungsbereich 17 liegen. Zumindest einer der beiden Endpunkte kann aber auch beliebig, 360° um die Flachantenne 14 herum, auf dem Substrat 11 angeordnet sein.

[0106] Es kann auch eine Vielzahl an Drähten, Bändchen, etc. genutzt werden. In diesem Fall (siehe Figur 6) könnte beispielsweise ein Draht 13 bzw. Bändchen 13, etc. an dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 und dem ersten Befestigungsbereich 17 angeordnet sein, während ein anderer Draht bzw. Bändchen 13', 13'', 13''' an anderen Stellen auf dem Substrat 11, der Flachantenne 14, dem ersten und/oder einem zweiten Befestigungsbereich 17, 17' und/oder dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 angeordnet ist.

[0107] Die Anzahl und die Position der dreidimensionalen Antenne 13 kann variiert werden, um die Abstrahlcharakteristik der Ndip-Antenne 10 zu verändern. Diese Abstrahlcharakteristik kann auch einstellbar sein, z.B. in Abhängigkeit davon, ob die Flachantenne 14 am Anfang oder am Ende der dreidimensionalen Antenne 13 angeordnet ist.

[0108] Zwei oder mehrere Ndip-Antenne 10, 70, die auf einem gemeinsamen Substrat 11 angeordnet sein können, können auch zu einem Antennenarray 100 kombiniert werden.

[0109] Die erfindungsgemäße Ndip-Antenne 10 kann auch so konstruiert werden, dass sie eine sehr hohe Bandbreite im Vergleich zu konventionellen Antennen aufweist. Um das zu erreichen, können die dreidimensionale Antenne 13 und die Flachantenne 14 derart optimiert werden, dass ihre Resonanzfrequenzen gegenseitig überlappen. Die resultierende Bandbreite wird somit wesentlich größer sein als die Bandbreite konventioneller Antennen.

[0110] Die erfindungsgemäße Ndip-Antenne 10 kann außerdem als eine Multiband-Antenne konstruiert werden. Um dies zu erreichen, können die dreidimensionale Antenne 13 und die Flachantenne 14 auf jeweils unterschiedliche Resonanzfrequenzen bzw. auf Vielfache der Grundresonanzfrequenz hin optimiert werden. Somit können mehrere Übertragungsbänder erzielt werden.

[0111] Da mindestens eine der beiden Antennen 13,

14 der erfindungsgemäßen Ndip-Antenne 10 immer von dem dielektrischen Substrat 11 vertikal beabstandet bzw. "aufgehängt" ist, werden die meisten mit Dielektrika verbundenen Verluste (z.B. Verluste aufgrund von Oberflächenwellen, Leitfähigkeit des Dielektrikums und Verlustfaktor) minimiert. Aus diesem Grund kann eine wesentlich höhere Strahlungseffizienz mit der erfindungsgemäßen Ndip-Antenne 10 erzielt werden.

[0112] Um z.B. Umgebungsluft als ein die dreidimensionale Antenne 13 umgebendes Dielektrikum beizubehalten, kann beispielsweise eine Abdeckung, z.B. ein Glasdeckel vorgesehen sein, um die erfindungsgemäße Ndip-Antenne 10 abzudecken. Diese Abdeckung kann beispielsweise auf der ersten Hauptseite 11A des Substrats 11 angeordnet sein, um zumindest die dreidimensionale Antenne 13 abzudecken.

[0113] Die Ndip-Antenne 10 kann auf unterschiedliche Weise gespeist werden. Hierfür kann zum Beispiel eine planare Speisung (z.B. Mikrostreifenleitung, komplanare Speisung) genutzt werden. Alternativ oder zusätzlich kann beispielsweise der gemeinsame Signaleinspeisungsabschnitt 16 mit einer Streifenleitung (engl.: Microstrip) verbunden werden, um ein elektrisches Signal zu erhalten. Alternativ oder zusätzlich kann das elektrische Signal mittels elektromagnetischer Kopplung, etwa durch eine sogenannte Aperturkopplung (engl.: Aperture Feed) oder durch eine Nahfeldspeisung (engl.: Proximity Feed), und/oder durch eine vertikale Kontaktierung gespeist werden, etwa unter Nutzung einer Durchkontaktierung (Via).

[0114] Eine rekonfigurierbare Ndip-Antenne 10 kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass ein Schalter zwischen der dreidimensionalen Antenne 13 und der Flachantenne 14 angeordnet wird. Wenn beispielsweise ein Schalter an dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt 16 (Figur 2) angeordnet wird, kann der Stromfluss zu der dreidimensionalen Antenne 13 und zu der Flachantenne 14 kontrolliert werden. Indem der Stromfluss der einzelnen Antennen 13, 14 kontrolliert wird, kann auch die Abstrahlcharakteristik der Ndip-Antenne 10 kontrolliert werden.

[0115] Die dreidimensionale Antenne 13 und die Flachantenne 14 können parallel oder in Reihe geschaltet werden.

[0116] Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele stellen lediglich eine Veranschaulichung der Prinzipien der vorliegenden Erfindung dar. Es versteht sich, dass Modifikationen und Variationen der hierin beschriebenen Anordnungen und Einzelheiten anderen Fachleuten einleuchten werden. Deshalb ist beabsichtigt, dass die Erfindung lediglich durch den Schutzzumfang der nachstehenden Patentansprüche und nicht durch die spezifischen Einzelheiten, die anhand der Beschreibung und der Erläuterung der Ausführungsbeispiele hierin präsentiert wurden, beschränkt sei.

Patentansprüche

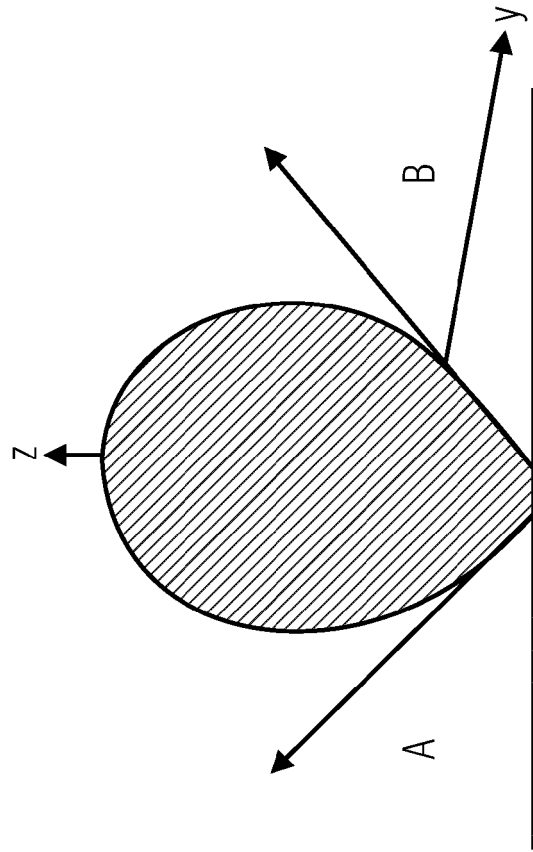
1. Antennenvorrichtung (10) mit einem Substrat (11) mit einer ersten Hauptseite (11A) und einer der ersten Hauptseite (11A) gegenüberliegenden zweiten Hauptseite (11B), wobei auf der zweiten Hauptseite (11B) des Substrats (11) zumindest abschnittsweise eine Metallisierung (12) angeordnet ist, wobei auf der ersten Hauptseite (11A) des Substrats (11) mindestens eine Flachantenne (14) und mindestens eine dreidimensionale Antenne (13) angeordnet sind, wobei sich die Flachantenne (14) in einer Ebene (15) parallel zu einer der beiden Hauptseiten (11A, 11B) des Substrats (11) erstreckt, und wobei die dreidimensionale Antenne (13) zumindest abschnittsweise von der ersten Hauptseite (11A) des Substrats (11) beabstandet ist, und wobei die dreidimensionale Antenne (13) und die Flachantenne (14) galvanisch miteinander verbunden sind und a) einen gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt (16) aufweisen oder b) die dreidimensionale Antenne (13) und die Flachantenne (14) seriell gekoppelt sind.

2. Antennenvorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei die Flachantenne (14) und die dreidimensionale Antenne (13) jeweils eine geometrische Länge (L_{FLAT} , L_{3D}) aufweisen, bei der sich, bei Speisung der Flachantenne (14) und der dreidimensionalen Antenne (13) mit demselben Signal, eine Stromdichteverteilung in Form einer stehenden Welle entlang der geometrischen Länge (L_{FLAT}) der Flachantenne (14) einstellt, die einen Phasenversatz ($\Delta\phi$) gegenüber einer sich in der dreidimensionalen Antenne (13) einstellenden Stromdichteverteilung in Form einer stehenden Welle entlang der geometrischen Länge (L_{3D}) der dreidimensionalen Antenne (13) aufweist, wobei der Betrag des Phasenversatzes $90^\circ \pm 20\%$, oder $90^\circ \pm 10\%$, und bevorzugt 90° beträgt.

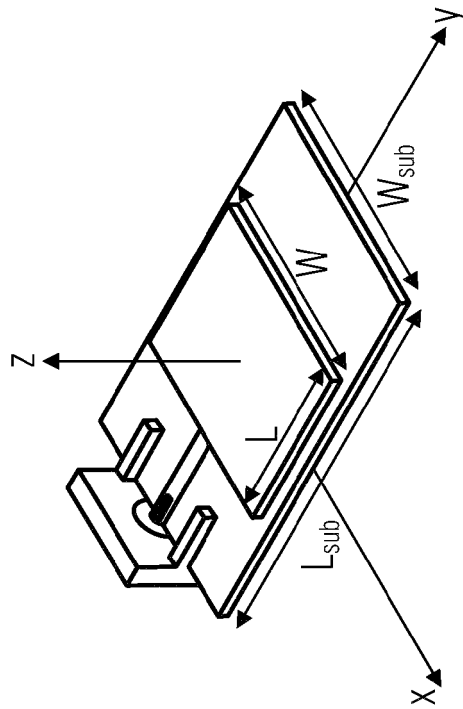
3. Antennenvorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Flachantenne (14) eine nicht abgeschlossene Antenne ist, und wobei die dreidimensionale Antenne (13) kurzgeschlossen ist, und/oder wobei sich bei der Flachantenne (14) eine Stromdichteverteilung einstellt, die proportional zu $\left| \sin \frac{2\pi \cdot L}{\lambda} \right|$ ist, und bei der sich bei der dreidimensionalen Antenne (13) eine Stromdichteverteilung einstellt, die proportional zu $\left| \cos \frac{2\pi \cdot L}{\lambda} \right|$ ist, wobei L die geometrische Länge der jeweiligen Antenne (13, 14) ist.

4. Antennenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der sowohl die geometrische Länge (L_{FLAT}) der Flachantenne (14) als auch die geometrische Länge (L_{3D}) der dreidimensionalen Antenne (13) jeweils einem ganzzahligen Vielfachen von $\frac{\lambda}{4}$ entspricht.
5. Antennenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Flachantenne (14) und die dreidimensionale Antenne (13) jeweils resonante Antennen sind, wobei die Flachantenne (14) auf eine erste Resonanzfrequenz abgestimmt ist, und die dreidimensionale Antenne (13) auf eine zweite Resonanzfrequenz abgestimmt ist, wobei die erste und die zweite Resonanzfrequenz um weniger als 5% voneinander abweichen.
6. Antennenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Flachantenne (14) und die dreidimensionale Antenne (13) jeweils resonante Antennen sind, wobei die Flachantenne (14) auf eine erste Resonanzfrequenz abgestimmt ist, und die dreidimensionale Antenne (13) auf eine zweite Resonanzfrequenz abgestimmt ist, wobei die erste und die zweite Resonanzfrequenz um 5% oder mehr voneinander abweichen.
7. Antennenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest die Flachantenne (14) oder zumindest die dreidimensionale Antenne (13) galvanisch oder kapazitiv mit der Metallisierung (12) auf der zweiten Hauptseite (11B) des Substrats (11) gekoppelt ist.
8. Antennenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein erster Anbringungsabschnitt (13A) der dreidimensionalen Antenne (13) auf einem auf der ersten Hauptseite (11A) des Substrats (11) angeordneten ersten Befestigungsbereich (17) angeordnet ist, und ein zweiter Anbringungsabschnitt (13B) der dreidimensionalen Antenne (13) auf der Flachantenne (14) oder auf dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt (16) angeordnet ist.
9. Antennenvorrichtung (10) nach Anspruch 8, wobei der erste Befestigungsbereich (17) galvanisch oder kapazitiv mit der Metallisierung (12) auf der zweiten Hauptseite (11B) des Substrats (11) verbunden ist.
10. Antennenvorrichtung (10) nach Anspruch 8 oder 9, wobei der erste Befestigungsbereich (17) bezüglich der Flachantenne (14) gegenüberliegend von dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt (16) angeordnet ist, und wobei sich die dreidimensionale Antenne (13) zwischen dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt (16) und dem ersten Befestigungsbereich (17) zumindest abschnittsweise über die Flachantenne (14) hinweg erstreckt und dabei in einer Richtung (26) orthogonal zur Substratebene (15) von der Flachantenne (14) beabstandet ist.
11. Antennenvorrichtung (10) nach Anspruch 10, wobei die Flachantenne (14) eine geometrische Länge (L_{FLAT}) aufweist, und die dreidimensionale Antenne (13) an einer Position, die einer geometrischen Länge $L = \frac{\lambda}{4}$ der Flachantenne (14) entspricht, eine erste orthogonal zur Substratebene (15) gerichtete Beabstandung (26) von der Flachantenne (14) aufweist, und wobei die dreidimensionale Antenne (13) an einer Position, die einer geometrischen Länge $L = 0$ oder $L = \frac{\lambda}{2}$ der Flachantenne (14) entspricht, eine zweite orthogonal zur Substratebene (15) gerichtete Beabstandung (25, 27) von der Flachantenne (14) aufweist, wobei der Betrag der ersten Beabstandung (26) größer ist als der Betrag der zweiten Beabstandung (25, 27).
12. Antennenvorrichtung (10) nach Anspruch 8 oder 9, wobei der erste Befestigungsbereich (17) bezüglich des gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitts (16) gegenüberliegend von der Flachantenne (14) angeordnet ist, sodass der gemeinsame Signaleinspeisungsabschnitt (16) räumlich zwischen dem ersten Befestigungsbereich (17) und der Flachantenne (14) angeordnet ist, wobei der erste Befestigungsbereich (17), der gemeinsame Signaleinspeisungsabschnitt (16) und die Flachantenne (14) alle entlang einer gemeinsamen Geraden (51) angeordnet sind.
13. Antennenvorrichtung (10) nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Flachantenne (14) und der gemeinsame Signaleinspeisungsabschnitt (16) entlang einer ersten gemeinsamen Geraden (52) angeordnet sind, und der erste Befestigungsbereich (17) und der gemeinsame Signaleinspeisungsabschnitt (16) entlang einer zweiten gemeinsamen Geraden (53) angeordnet sind, wobei die erste gemeinsame Gerade (52) und die zweite gemeinsame Gerade (53) orthogonal zueinander verlaufen.
14. Antennenvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei ein erster Anbringungsabschnitt (13A) der dreidimensionalen Antenne (13) auf der Flachantenne (14) und ein zweiter Anbringungsabschnitt (13B) der dreidimensionalen Antenne (13) auf dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt (16) angeordnet ist.

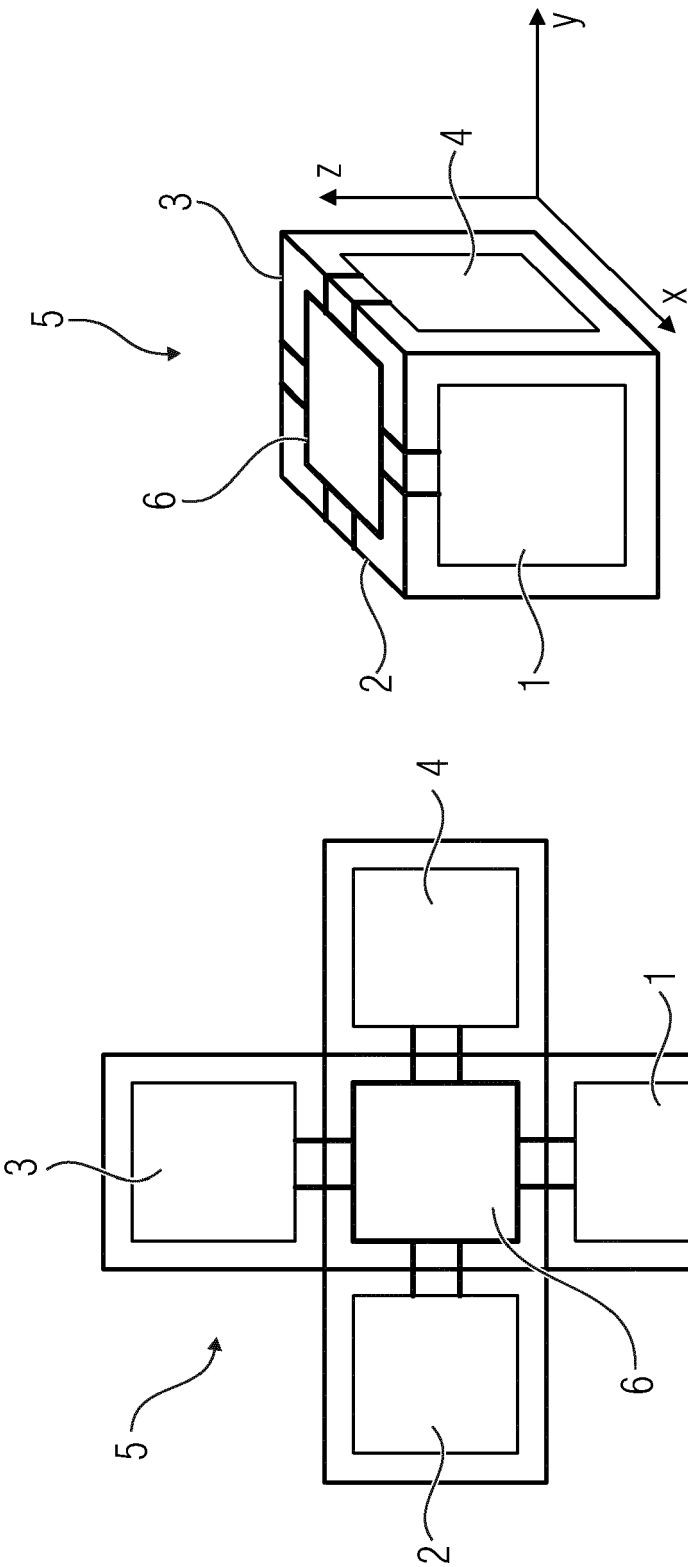
15. Antennenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die dreidimensionale Antenne (13) eine Bonddrahtantenne ist, die mindestens einen Bonddraht (13) aufweist, oder wobei die dreidimensionale Antenne eine Bändchenbondantenne ist, die mindestens ein Bändchen aufweist. 5
16. Antennenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die dreidimensionale Antenne (13) eine Bonddrahtantenne ist, die mindestens zwei Bonddrähte (13) aufweist, oder wobei die dreidimensionale Antenne eine Bändchenbondantenne ist, die mindestens zwei Bändchen aufweist. 10
17. Antennenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Antennenvorrichtung (10) eine zweite dreidimensionale Antenne (13', 13'', 13''') und einen auf der ersten Hauptseite (11A) des Substrats (11) angeordneten zweiten Befestigungsbereich (17') aufweist, wobei ein erster Anbringungsabschnitt (13A', 13A'', 13A''') der zweiten dreidimensionalen Antenne (13', 13'', 13''') auf dem zweiten Befestigungsbereich (17') angeordnet ist, und ein zweiter Anbringungsabschnitt (13B', 13B'', 13B''') der zweiten dreidimensionalen Antenne (13', 13'', 13''') auf dem ersten Befestigungsbereich (17), oder auf der Flachantenne (14), oder auf dem gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt (16) angeordnet ist. 15
20
25
30
18. Antennenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Antennenvorrichtung (10) als eine rekonfigurierbare und/oder steuerbare Antennenvorrichtung ausgebildet ist, die ferner ein Mittel zum Steuern der Phase und/oder der Amplitude der dreidimensionalen Antenne (13) und/oder der Flachantenne (14) aufweist. 35
19. Antennenvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner umfassend ein Gehäuse (34), in dem die Antennenvorrichtung (10) angeordnet ist, und die einen Anschluss (38) zum Verbinden der Antennenvorrichtung (10) mit einem Hochfrequenz-Chip aufweist. 40
45
20. Antennenvorrichtung (10) nach Anspruch 19, bei der das Gehäuse (34) eine Linse bildet, die ausgebildet ist, um ein von der Antennenvorrichtung erzeugtes Funksignal zu bündeln oder zu streuen. 50
21. Antennenarray (100) mit einer Antennenvorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche und zusätzlich einer auf der ersten Hauptseite (11A) des Substrats (11) angeordneten zweiten Flachantenne (74) und einer zweiten dreidimensionalen Antenne (73), 55
wobei sich die zweite Flachantenne (74) in einer Ebene parallel zu einer der beiden Hauptseiten (11A,
- 11B) des Substrats (11) erstreckt, und wobei die zweite dreidimensionale Antenne (73) zumindest abschnittsweise von der ersten Hauptseite (11A) des Substrats (11) beabstandet ist, und wobei die zweite dreidimensionale Antenne (73) und die zweite Flachantenne (74) galvanisch miteinander verbunden sind und a) einen gemeinsamen Signaleinspeisungsabschnitt (76) aufweisen oder b) die zweite dreidimensionale Antenne (73) und die zweite Flachantenne (74) seriell gekoppelt sind.



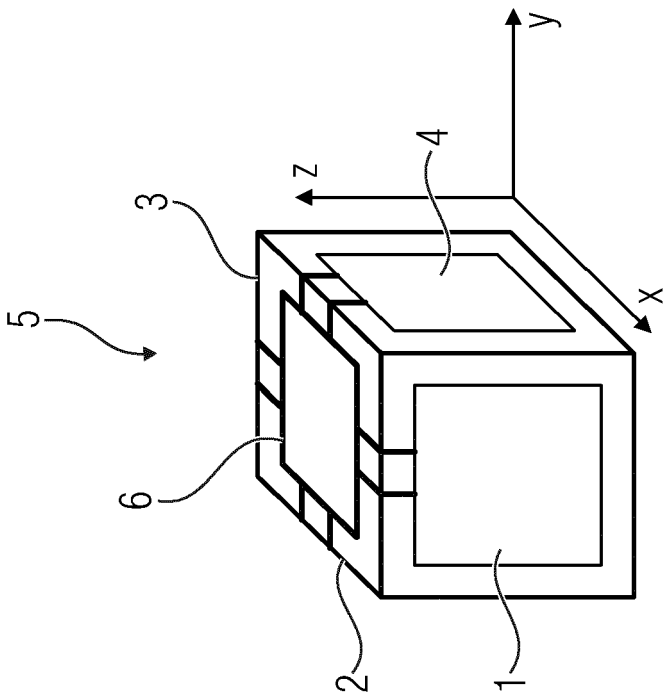
Figur 1B



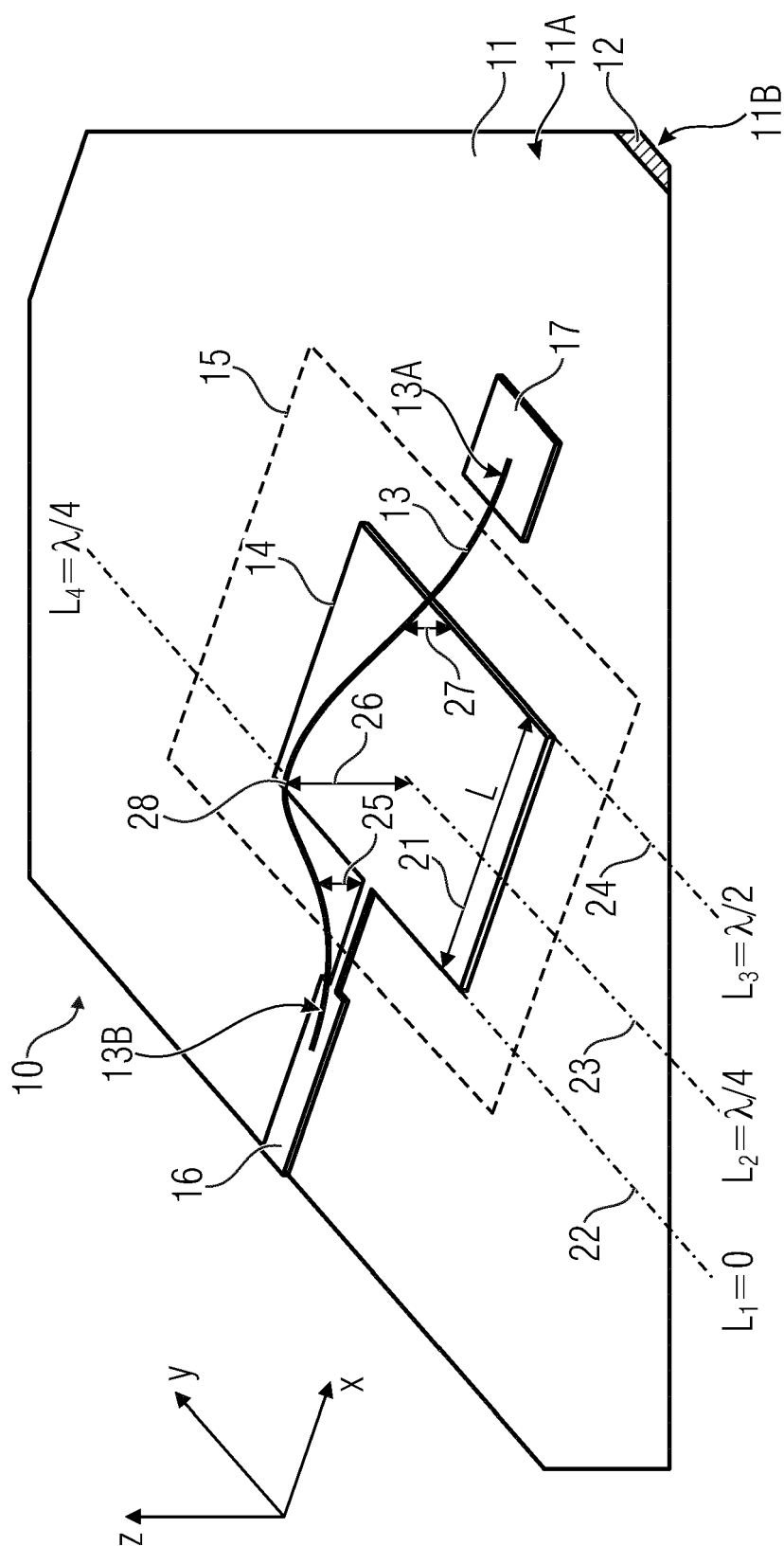
Figur 1A



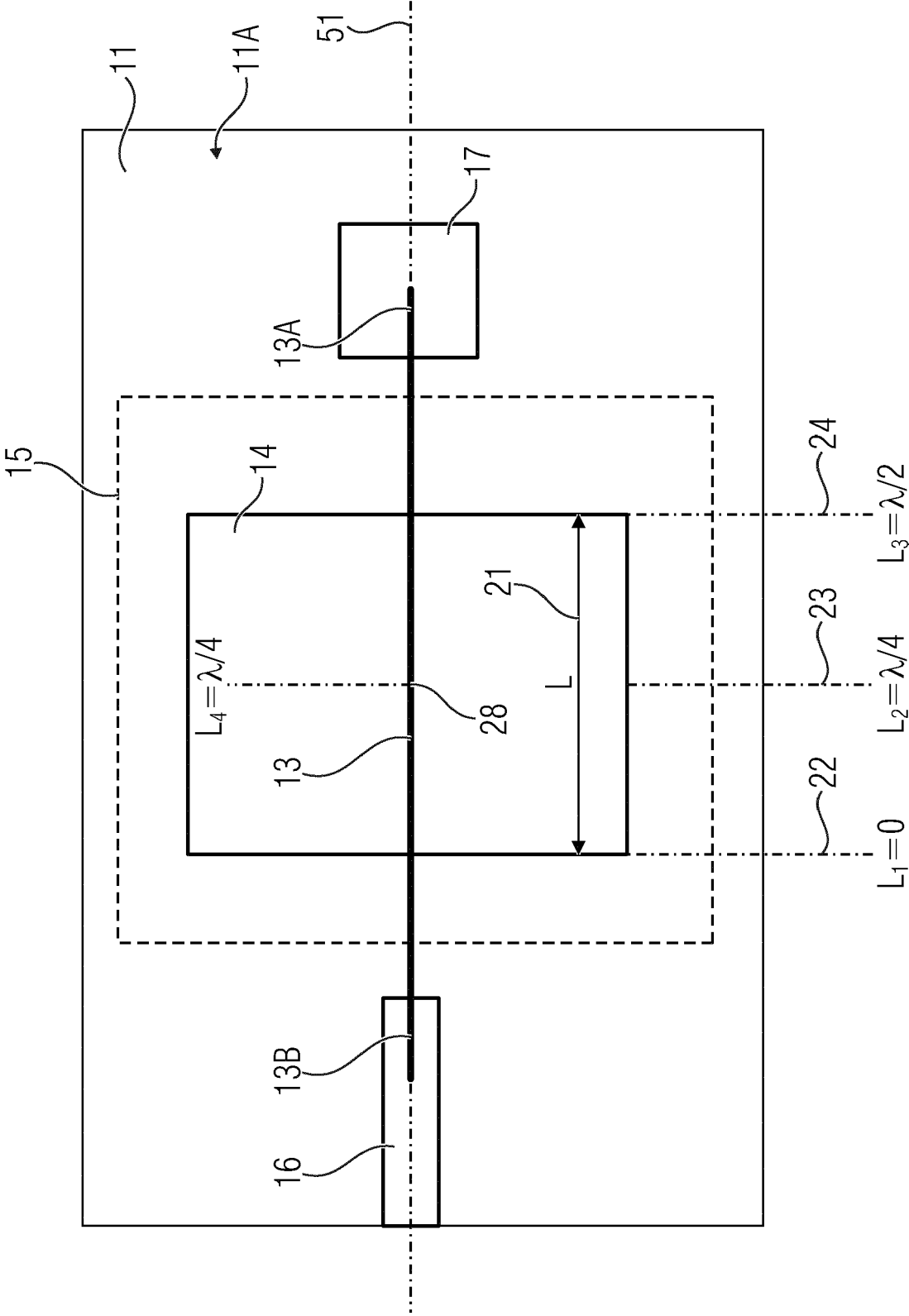
Figur 1C



Figur 1D



Figur 2A



Figur 2B

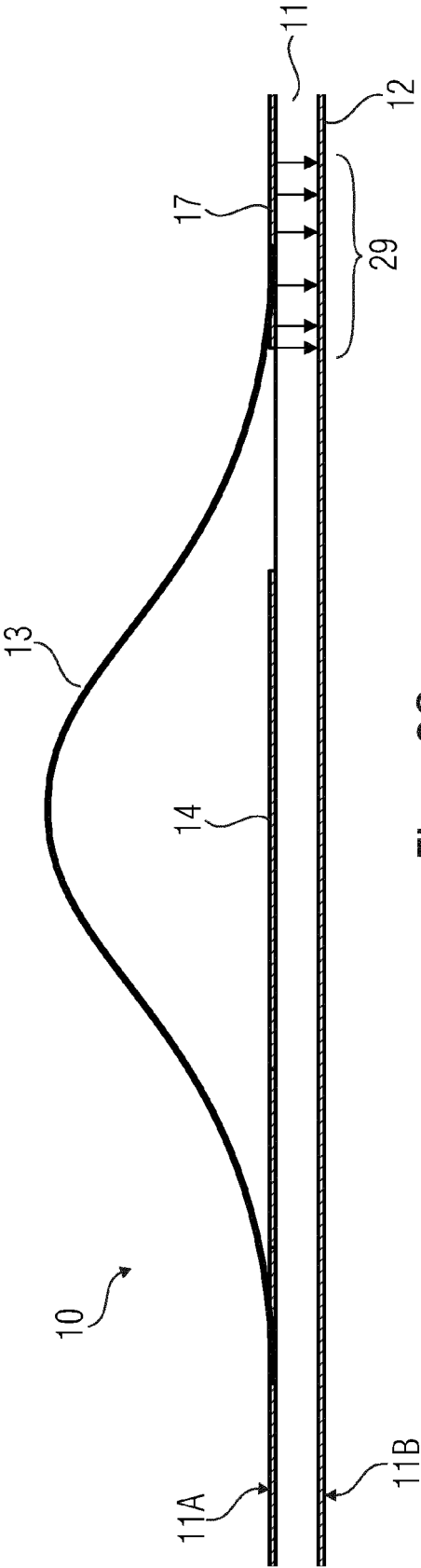


Figure 2C

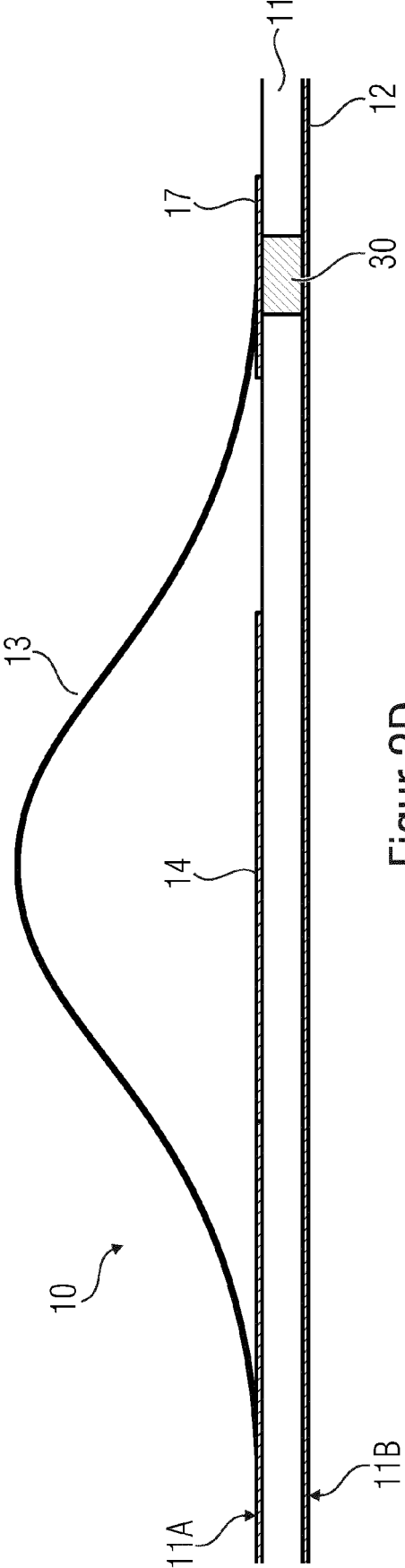
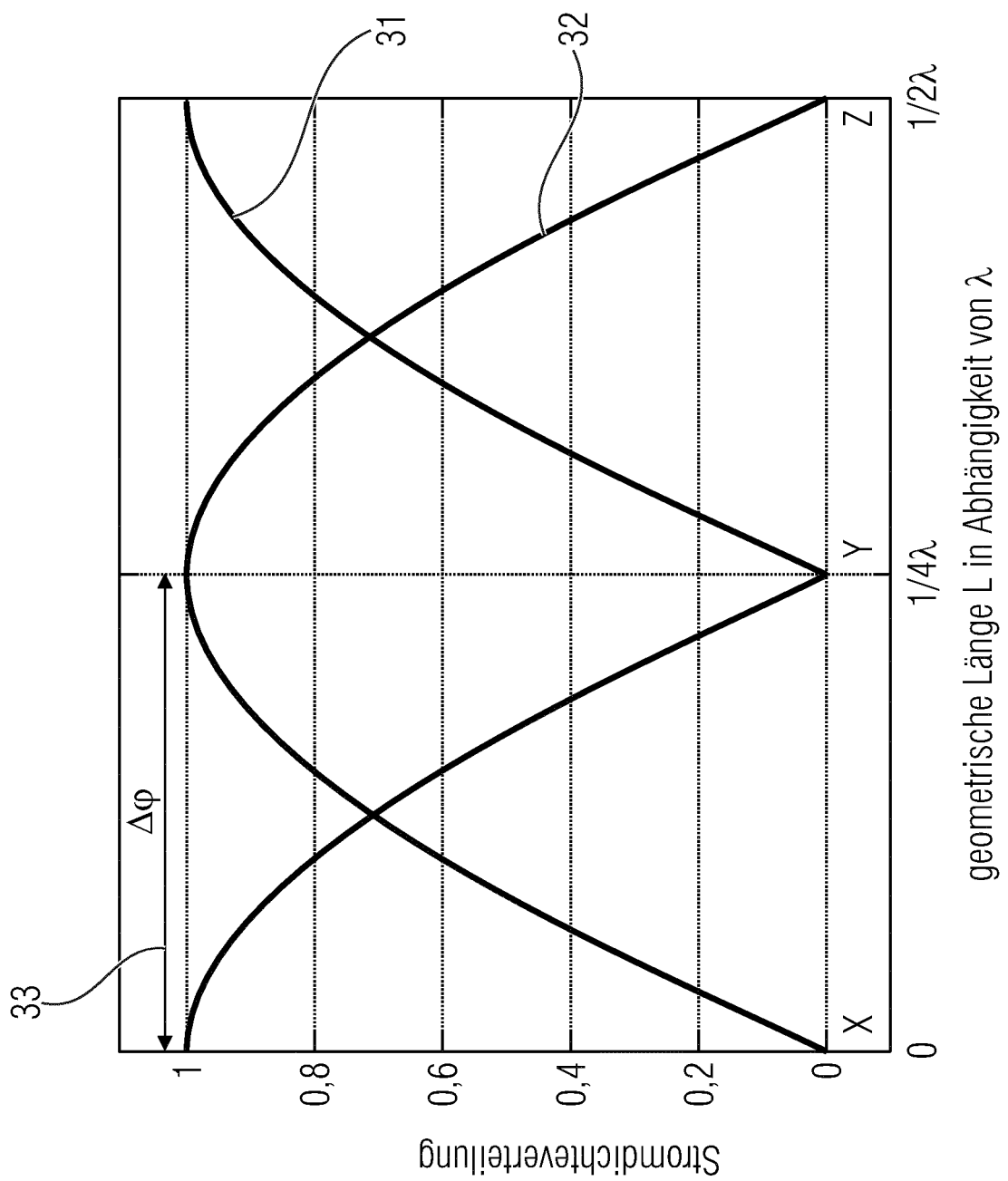
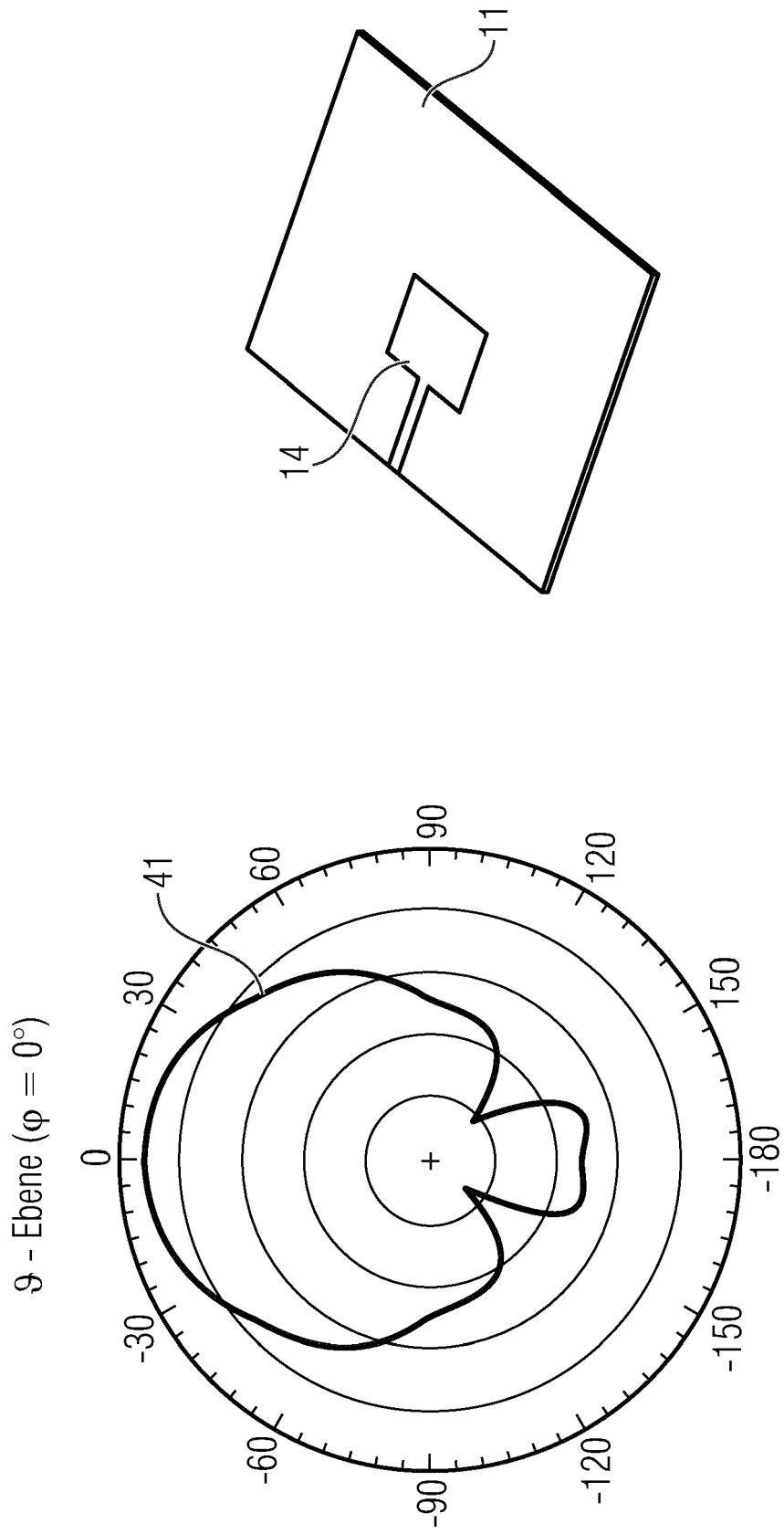


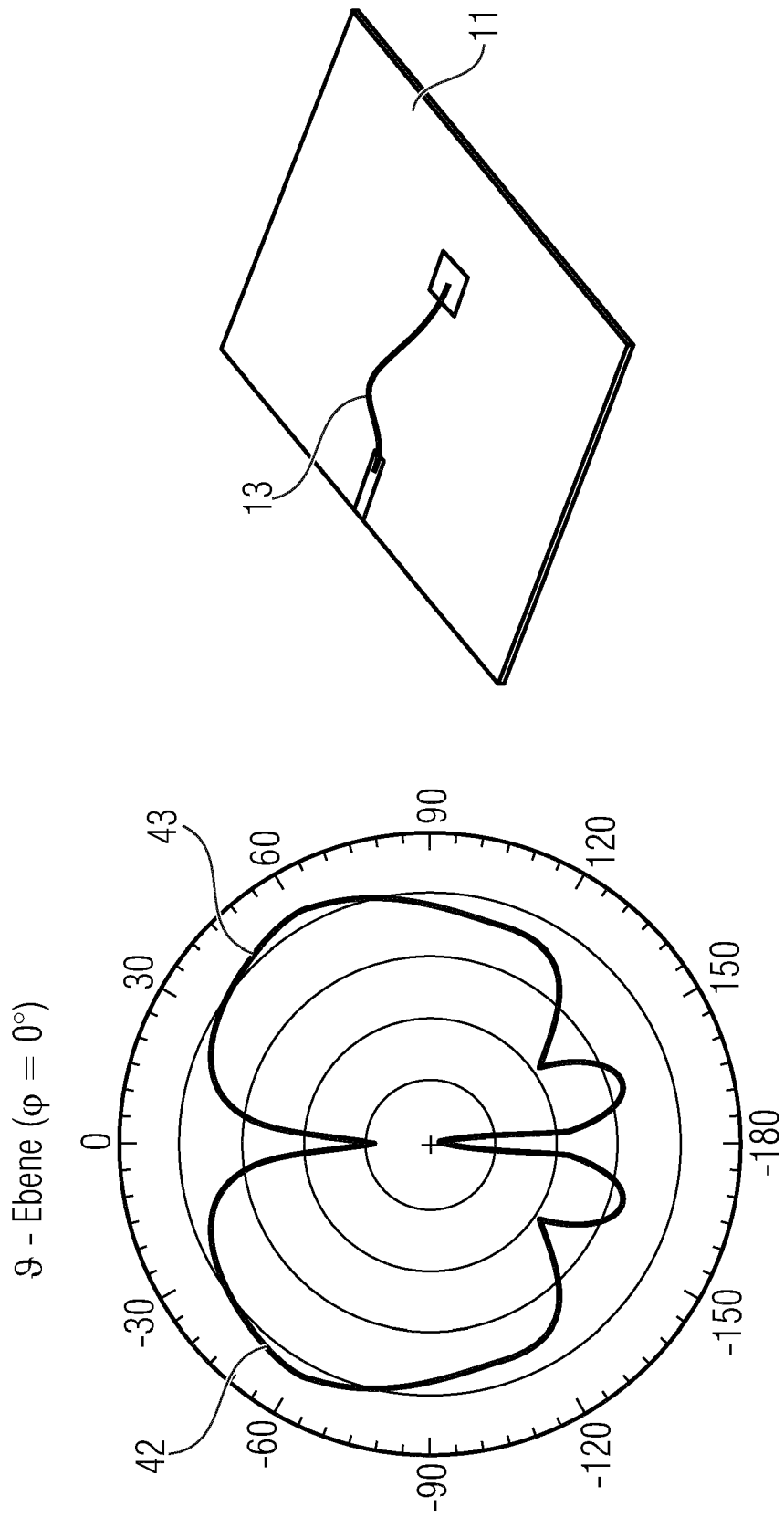
Figure 2D



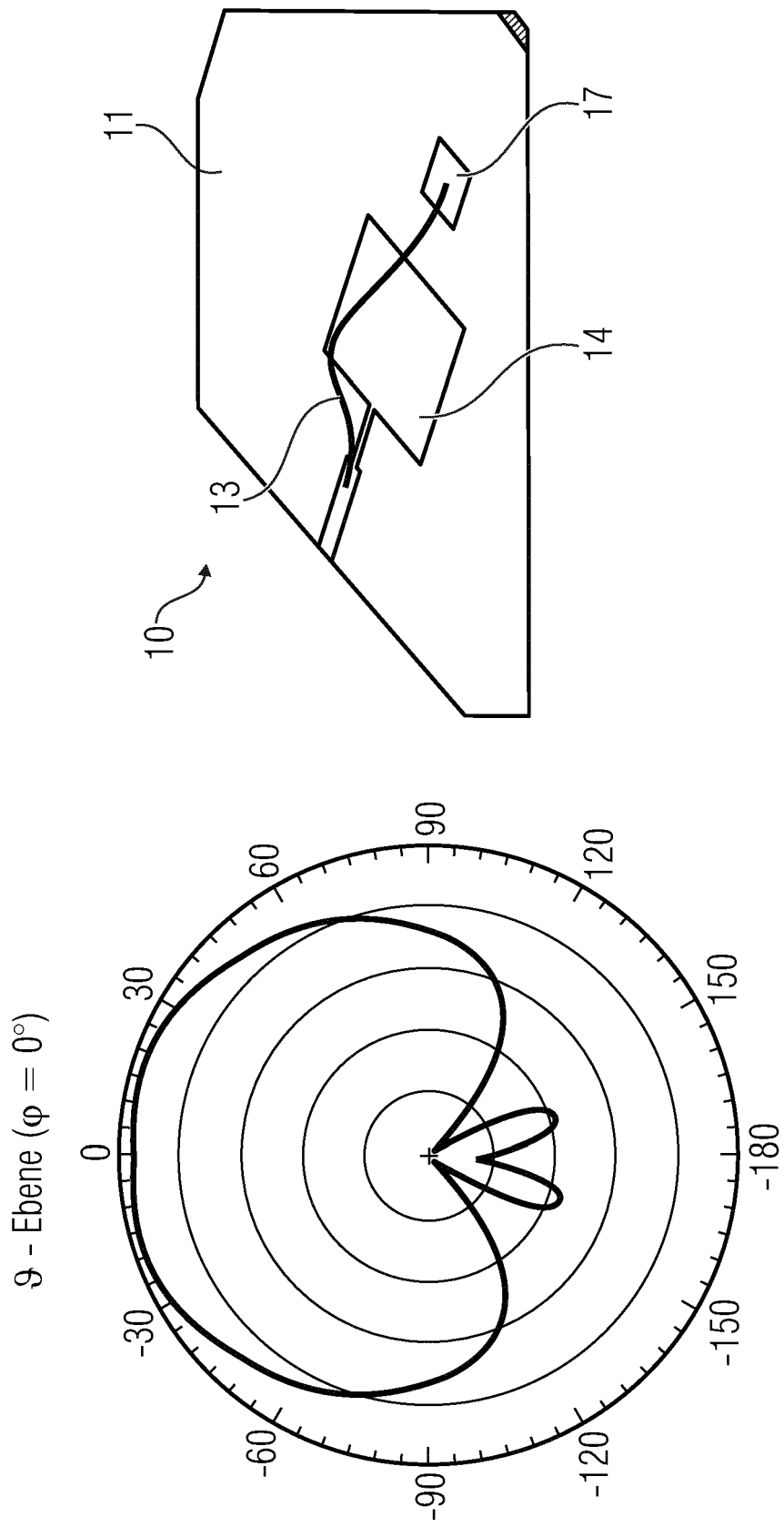
Figur 3



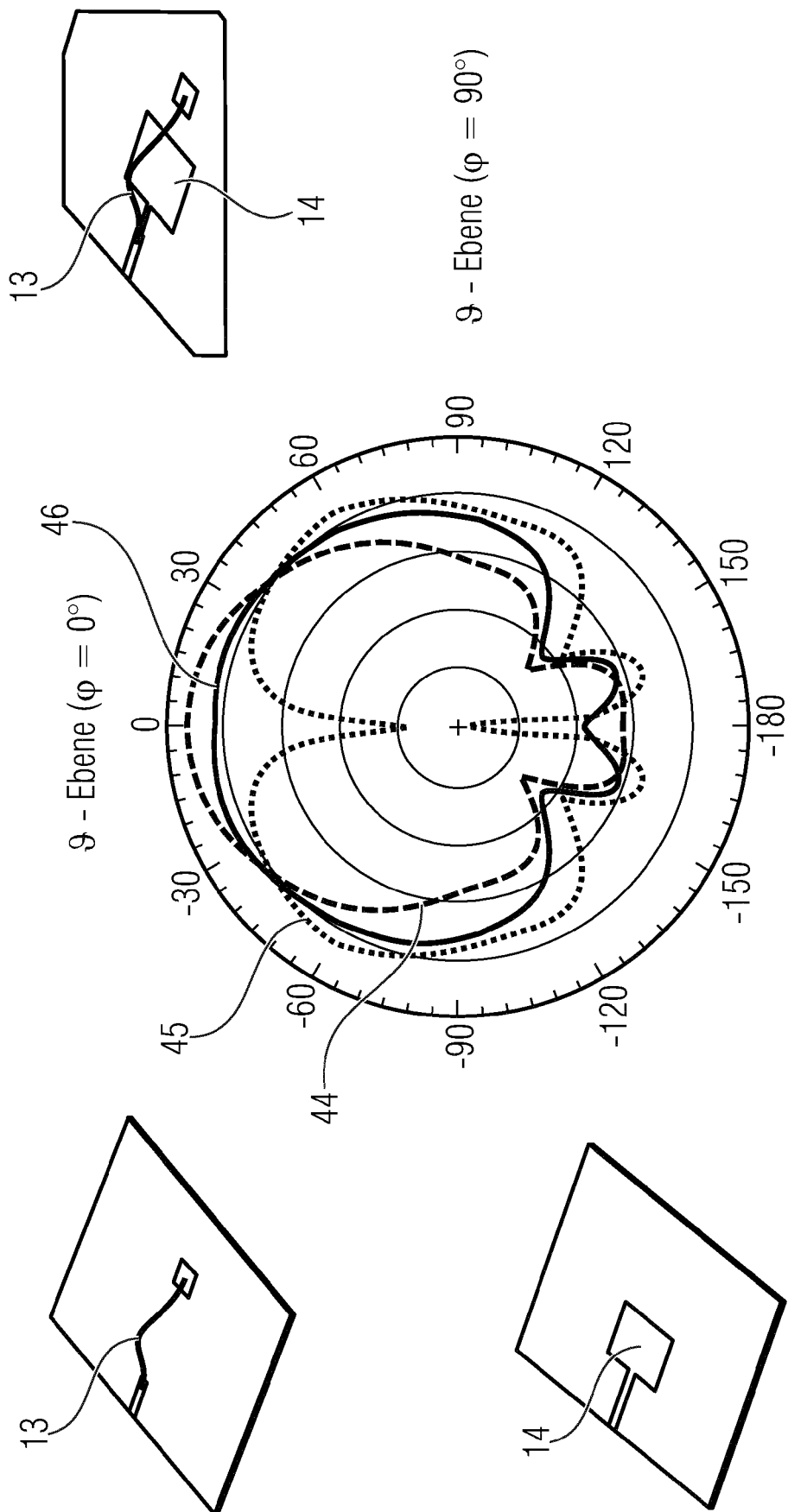
Figur 4A



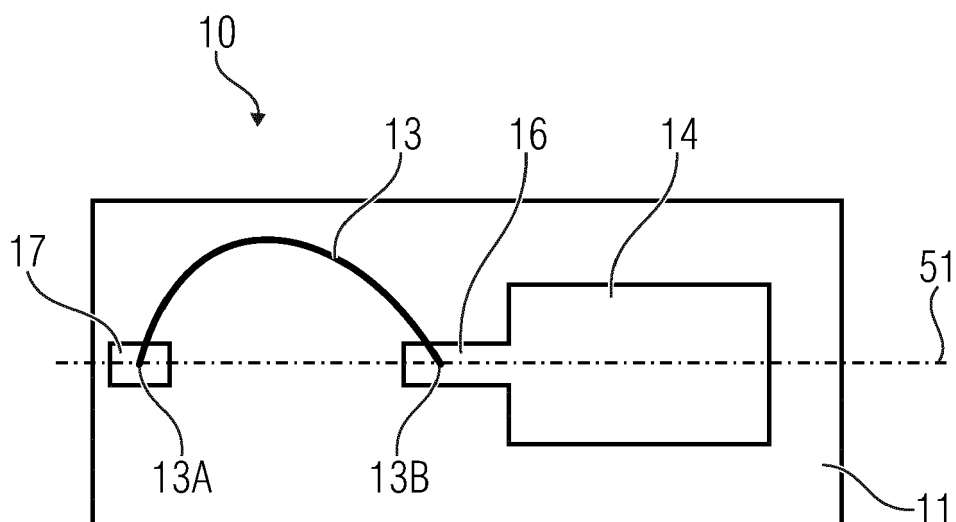
Figur 4B



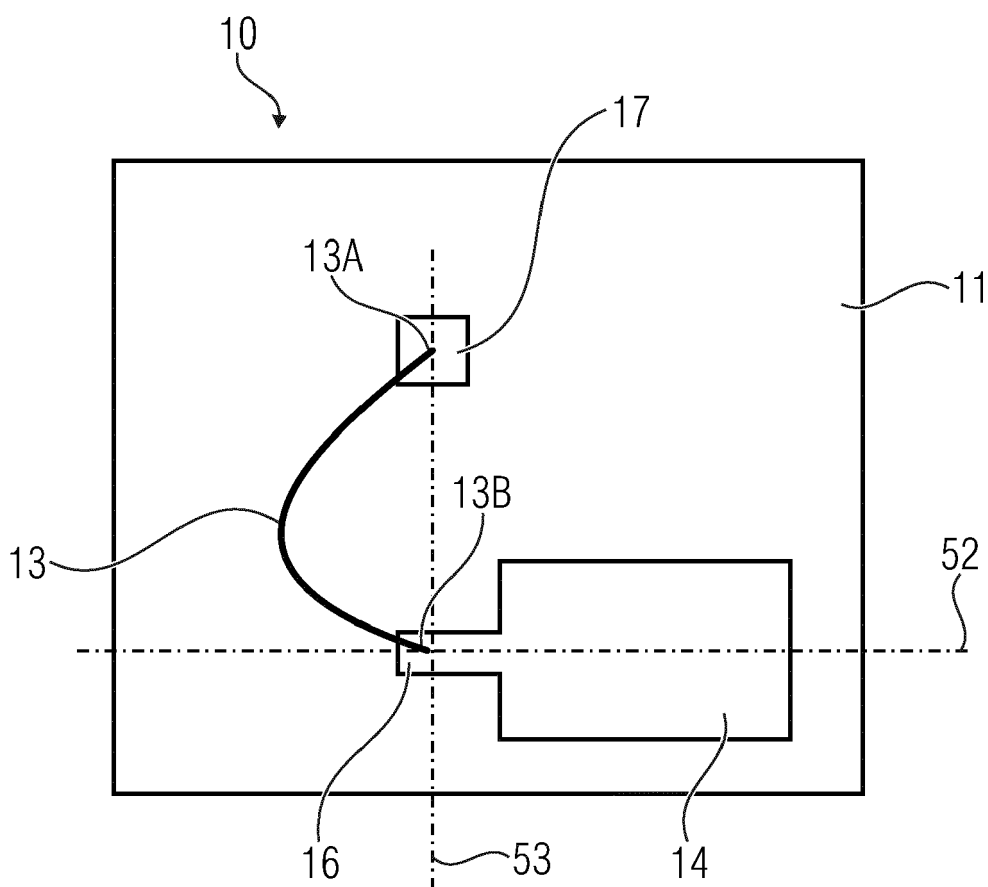
Figur 4C



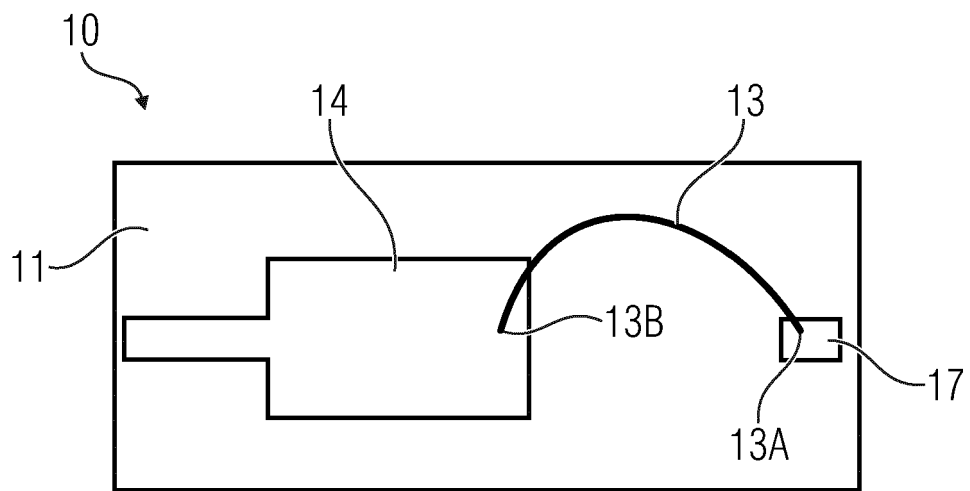
Figur 4D



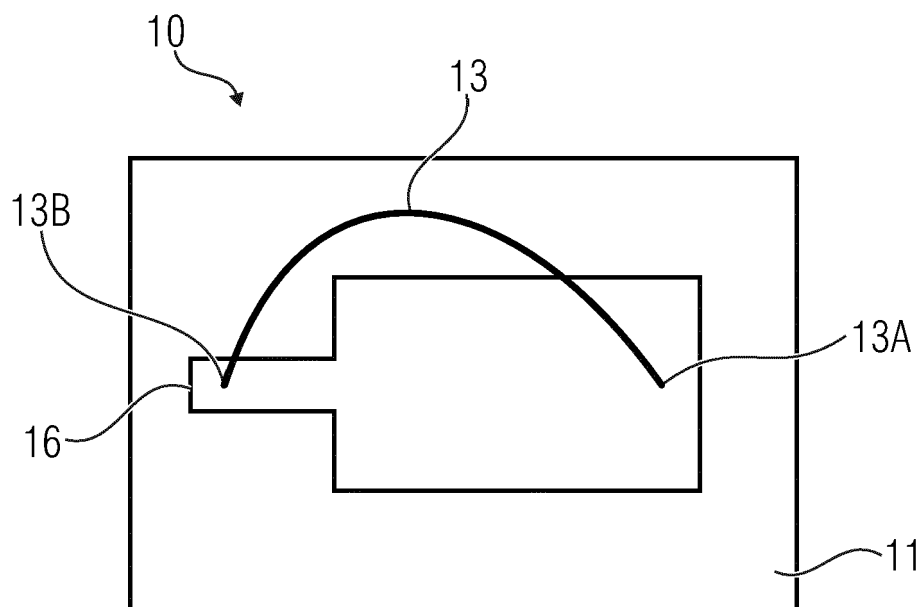
Figur 5A



Figur 5B



Figur 5C



Figur 5D

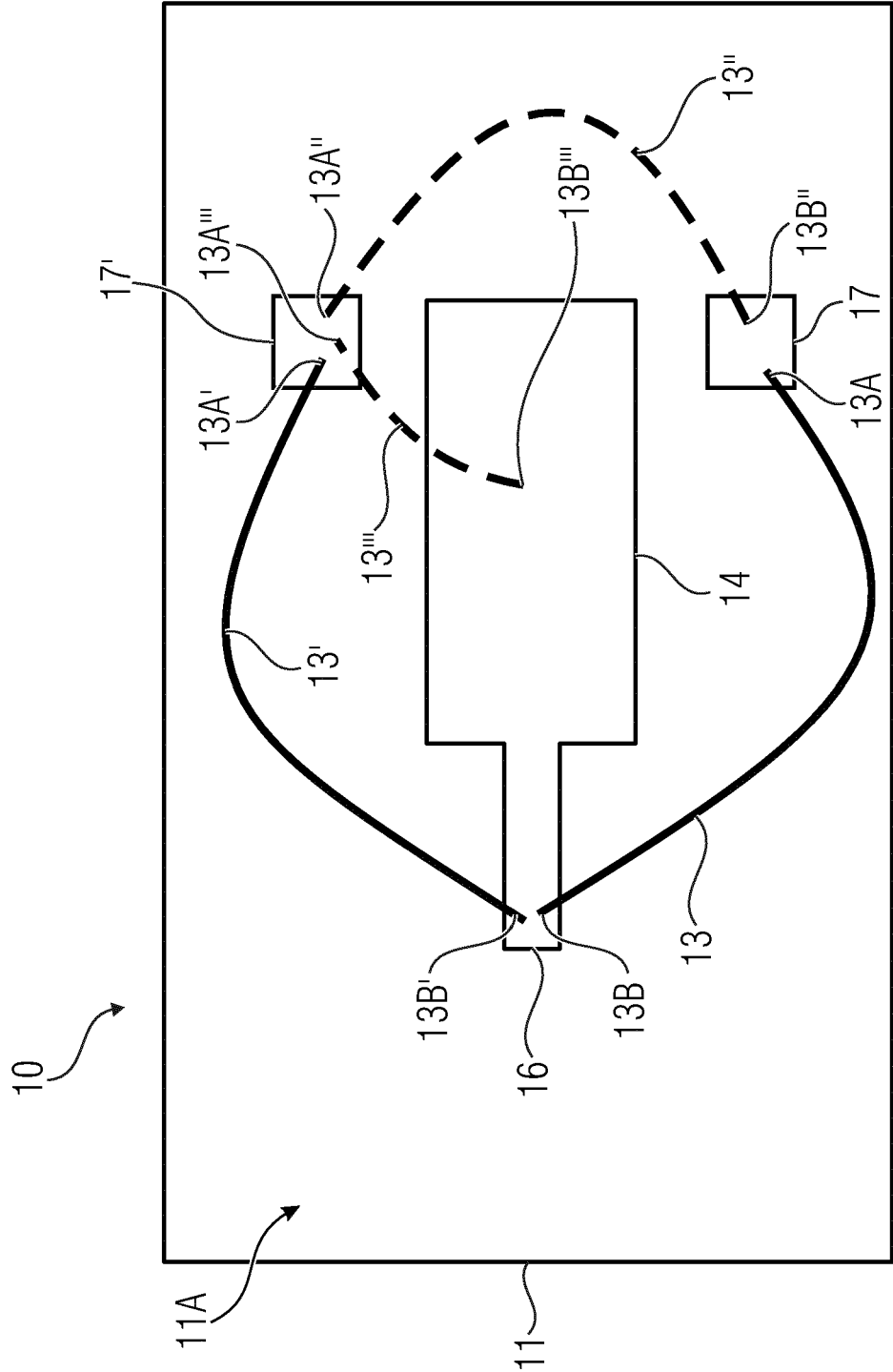


Figure 6

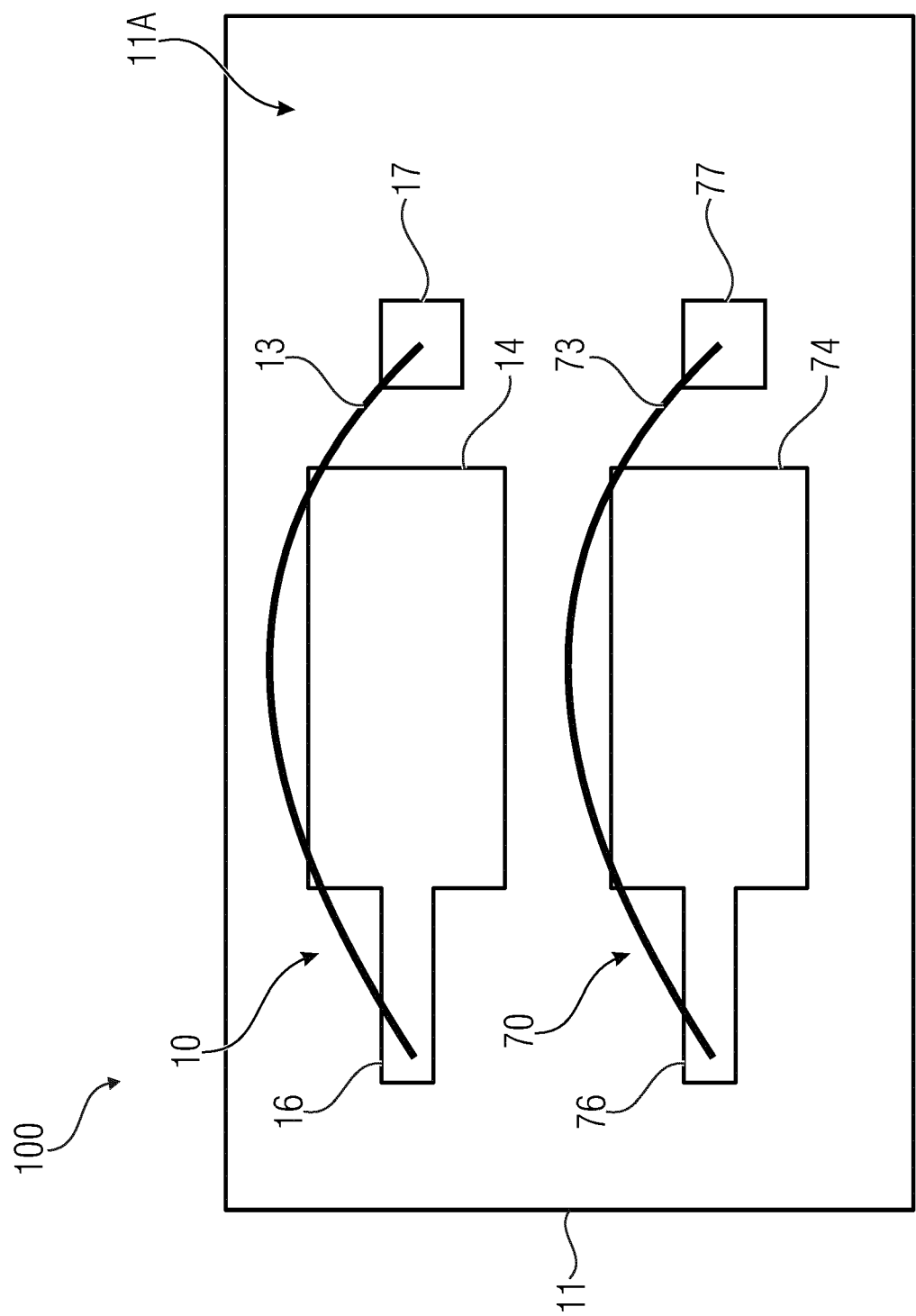
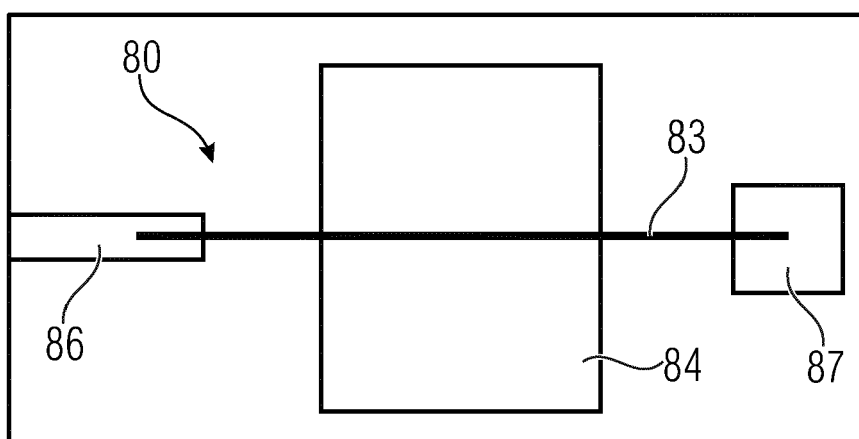
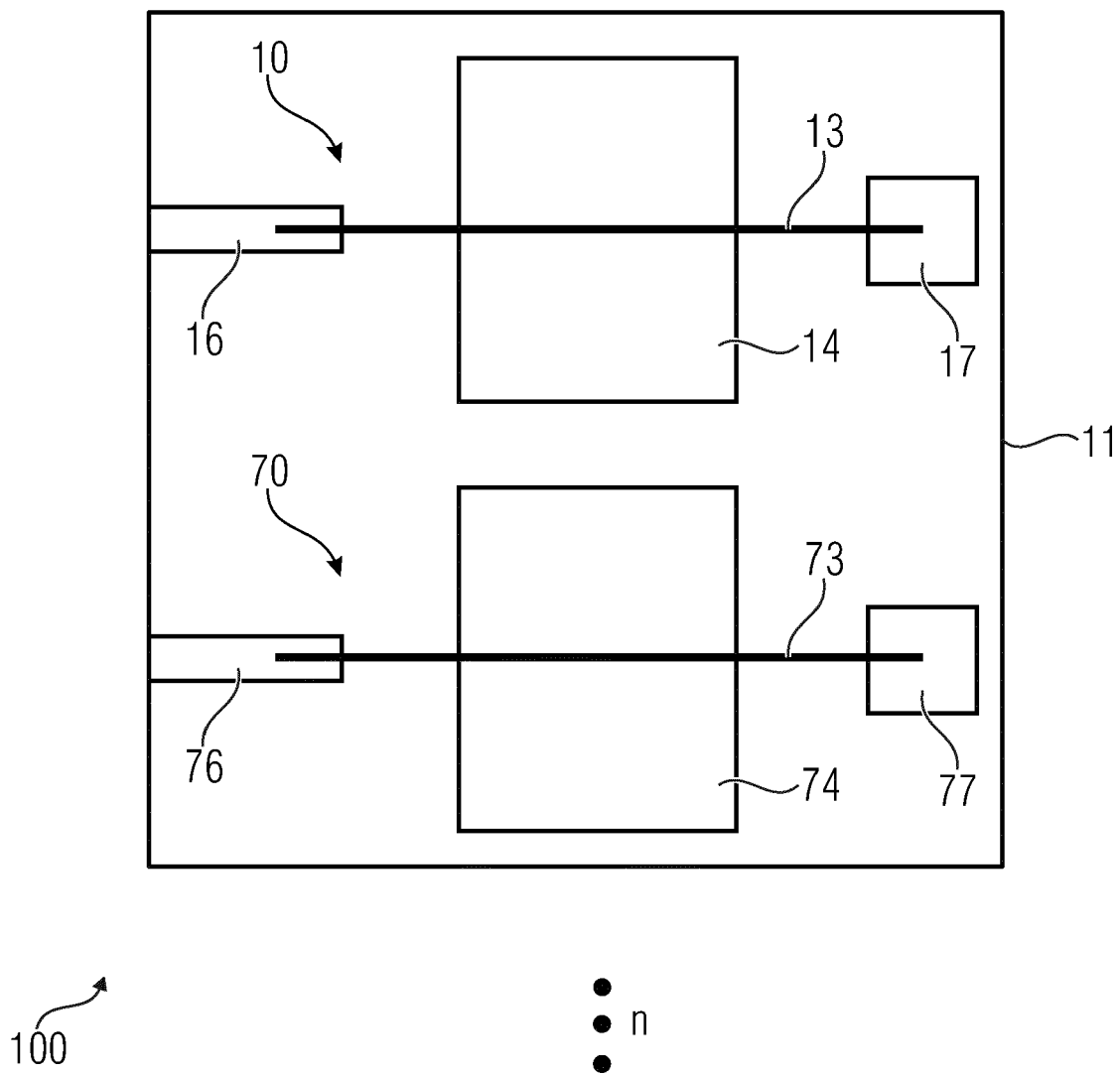
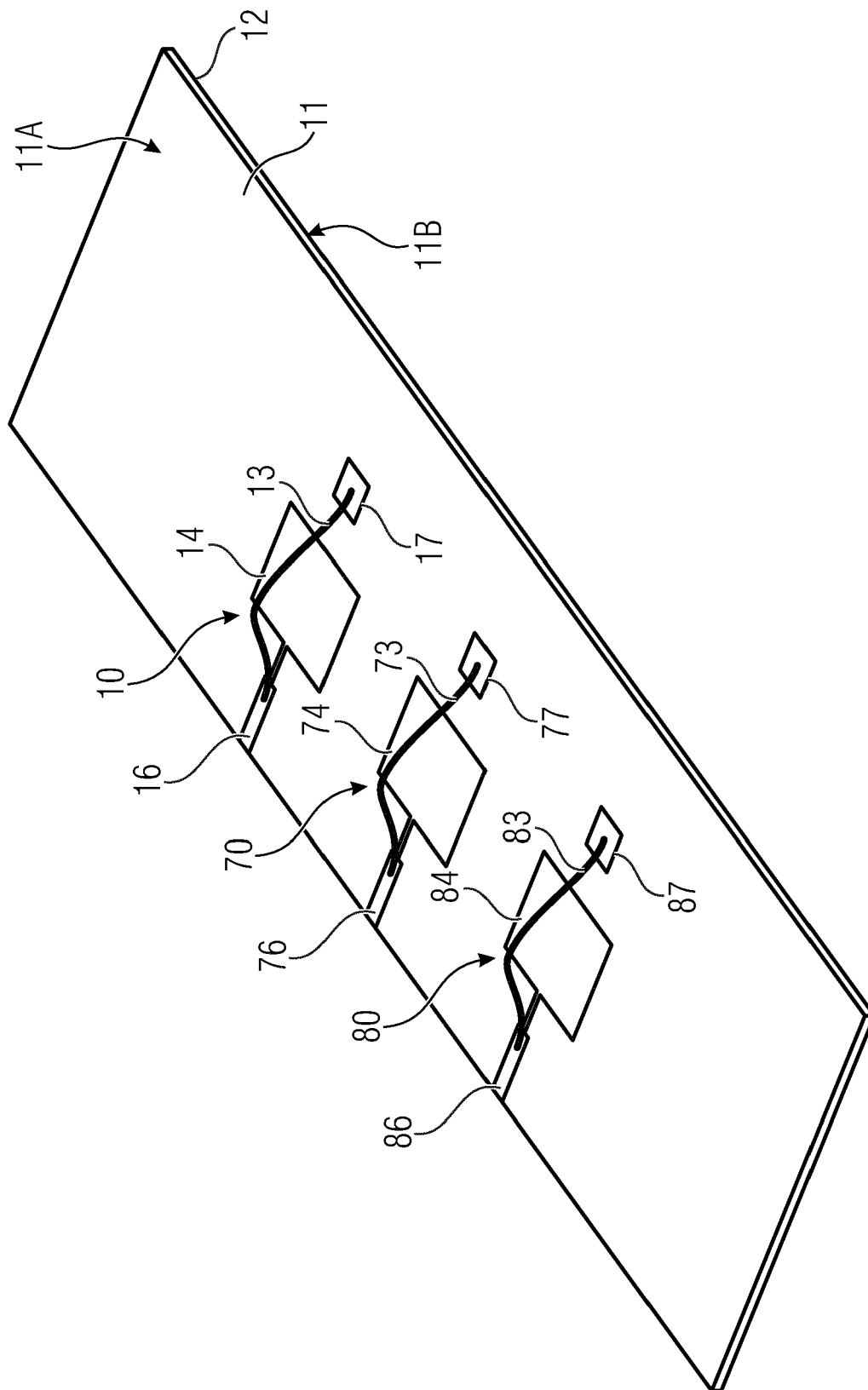


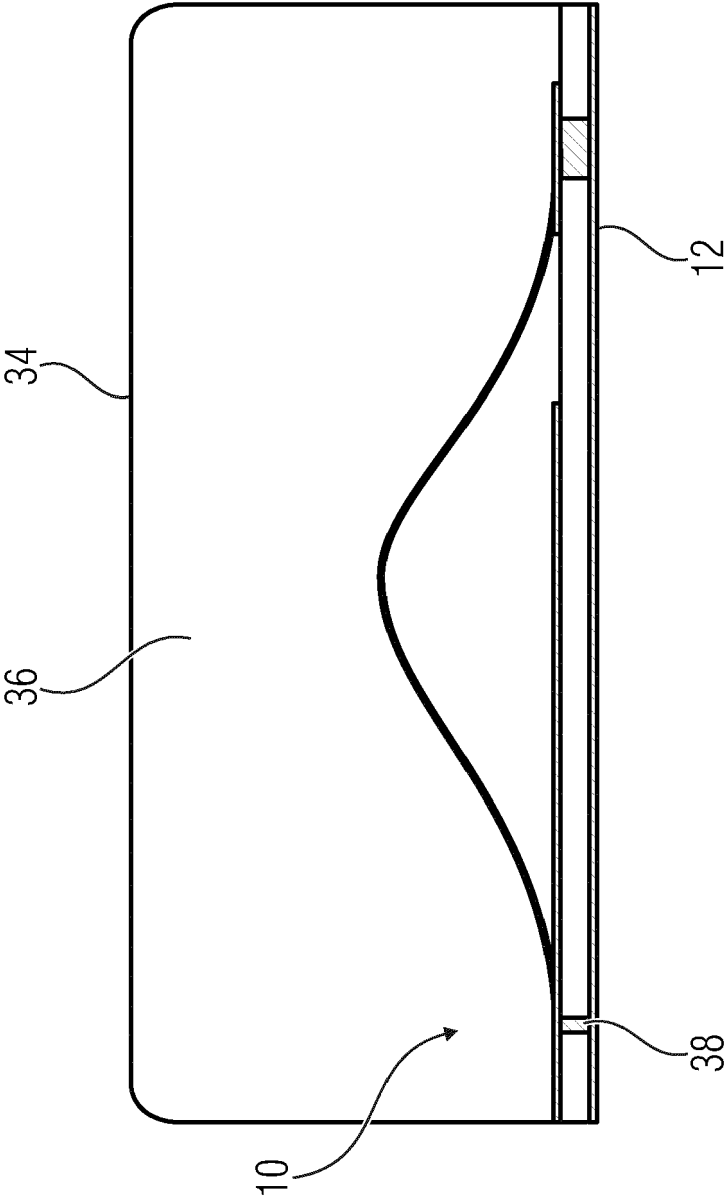
Figure 7



Figur 8A



Figur 8B



Figur 9A

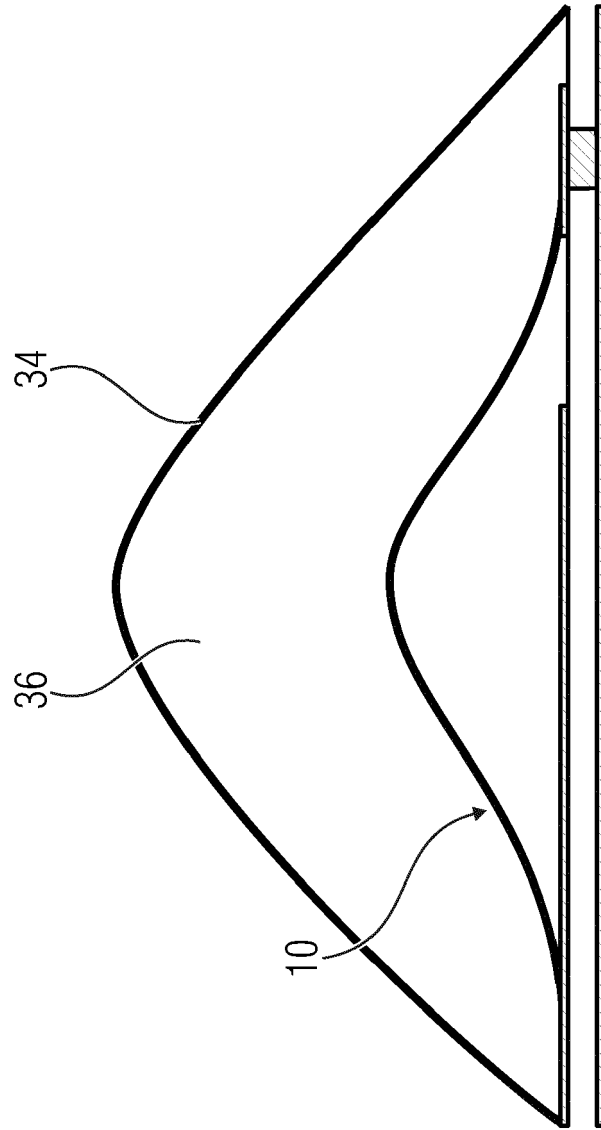


Figure 9B



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 15 0321

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	EP 0 163 454 A2 (NEC CORP [JP]) 4. Dezember 1985 (1985-12-04)	1,4-10, 16,17,21	INV. H01Q9/04
Y	* Zusammenfassung * * Abbildungen 2, 3A, 4-7 * * Seite 3, Zeile 21 - Zeile 25 * * Seite 4, Zeile 15 - Zeile 17 * * Seite 5, Zeile 19 - Seite 6, Zeile 12 * * Seite 7, Zeile 3 - Zeile 6 * * Seite 7, Zeile 12 - Zeile 13 *	2,3, 11-15, 18-20	H01Q9/30 H01Q21/29 H01Q15/02
Y	NDIP I ET AL: "Modelling the shape, length and radiation characteristics of bond wire antennas", IET MICROWAVES, ANTENNAS & PROPAGATION, THE INSTITUTION OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY, UNITED KINGDOM, Bd. 6, Nr. 10, 17. Juli 2012 (2012-07-17), Seiten 1187-1194, XP006042568, ISSN: 1751-8725, DOI: 10.1049/IET-MAP.2012.0147 * Kapitel 3 und 4 *	2,3, 11-15	
Y	EP 1 596 469 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]) 16. November 2005 (2005-11-16) * Absatz [0006] - Absatz [0007]; Abbildung 6 * * Absatz [0006] - Absatz [0007] *	18	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01Q
Y	US 2006/028378 A1 (GAUCHER BRIAN P [US] ET AL) 9. Februar 2006 (2006-02-09) * Abbildungen 1-4 * * Anspruch 20 *	19	
Y	DE 10 2006 023123 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE]) 11. Januar 2007 (2007-01-11) * Abbildungen 1-11 *	20	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 6. Juni 2018	Prüfer Gehrmann, Elke
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 18 15 0321

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.

06-06-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0163454 A2	04-12-1985	AU 572757 B2	12-05-1988
		CA 1240036 A	02-08-1988
		EP 0163454 A2	04-12-1985
		JP H0434841 B2	09-06-1992
		JP S60244103 A	04-12-1985
		US 4644361 A	17-02-1987

EP 1596469 A1	16-11-2005	CN 1751418 A	22-03-2006
		EP 1596469 A1	16-11-2005
		JP 2004266367 A	24-09-2004
		US 2006152413 A1	13-07-2006
		WO 2004075344 A1	02-09-2004

US 2006028378 A1	09-02-2006	CA 2575845 A1	02-03-2006
		CN 101023560 A	22-08-2007
		EP 1782503 A1	09-05-2007
		JP 4608547 B2	12-01-2011
		JP 2008509597 A	27-03-2008
		KR 20070042995 A	24-04-2007
		TW I356525 B	11-01-2012
		US 2006028378 A1	09-02-2006
		WO 2006022836 A1	02-03-2006

DE 102006023123 A1	11-01-2007	DE 102006023123 A1	11-01-2007
		US 2007026567 A1	01-02-2007
		US 2008105966 A1	08-05-2008

EPO FORM P0461

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