(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 306 742 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.04.2018 Patentblatt 2018/15

(21) Anmeldenummer: **17193665.1**

(22) Anmeldetag: **28.09.2017**

(51) Int Cl.:
H01Q 1/24 *(2006.01)* ***H01Q 19/10*** *(2006.01)*
H01Q 21/06 *(2006.01)* ***H01Q 21/26*** *(2006.01)*
H01Q 25/00 *(2006.01)* ***H01Q 5/42*** *(2015.01)*
H01Q 5/49 *(2015.01)*

(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

(30) Priorität: **05.10.2016 DE 102016011890**

(71) Anmelder: **KATHREIN-Werke KG**
83022 Rosenheim (DE)

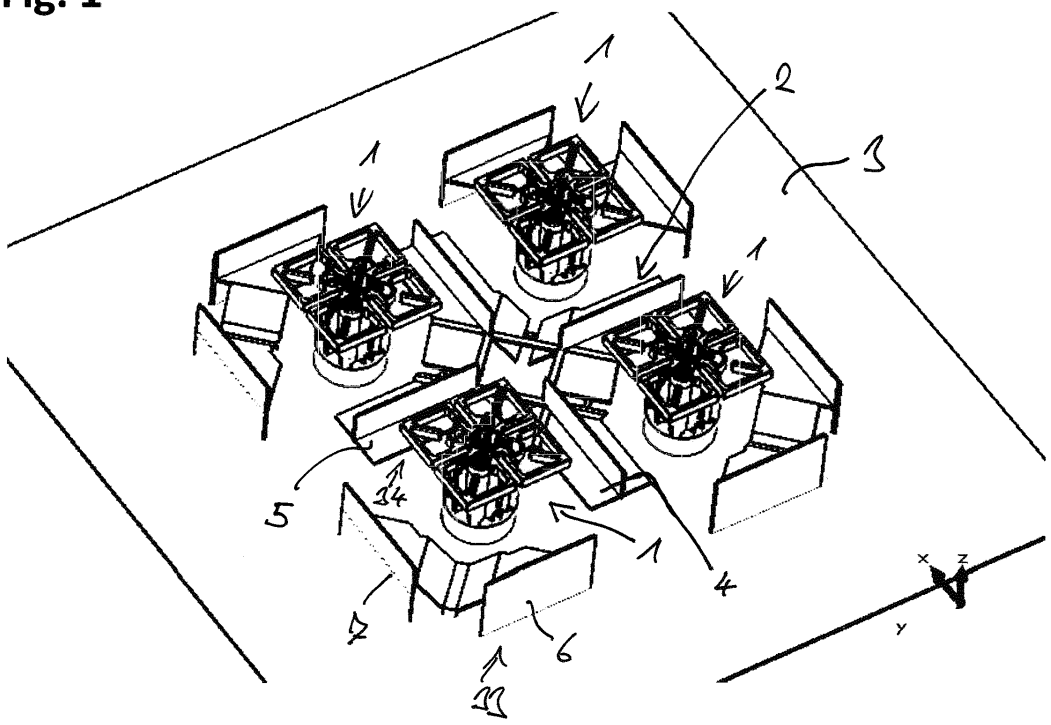
(72) Erfinder:
- **Piegsa, Günther**
  83112 Frasdorf (DE)
- **Vollmer, Andreas**
  83022 Rosenheim (DE)
- **Göttl, Maximilian**
  83112 Frasdorf (DE)

(74) Vertreter: **Behr, Wolfgang**
Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte
Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 23
80538 München (DE)

(54) **MOBILFUNK-ANTENNE**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Mobilfunk-Antenne mit einer Mehrzahl von ersten Strahlern und mindestens einem zweiten Strahler, welche auf einer gemeinsamen Reflektorebene angeordnet sind, wobei die ersten Strahler jeweils eine gegenüber der Reflektorebene erhabene Reflektorumgebung aufweisen, wobei der zweite Strahler zwischen mehreren ersten Strahlern angeordnet ist und durch Teile der jeweiligen Reflektorumgebung der ihn umgebenden ersten Strahler gebildet wird.

Fig. 1



EP 3 306 742 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Mobilfunk-Antenne mit einer Mehrzahl von ersten Strahlern und mindestens einen zweiten Strahler, welche auf einer gemeinsamen Reflektorebene angeordnet sind. Dabei weist der erste Strahler eine gegenüber der Reflektorebene erhabene Reflektorumgebung auf. Insbesondere kann es sich bei den ersten Strahlern um Highband-Strahler, bei dem zweiten Strahler um einen Lowband-Strahler handeln.

[0002] Es ist bereits bekannt, Multibandantennen mit mehreren Lowband- und mehreren Highband-Strahlern zu versehen, welche miteinander verschachtelt werden. Als Highband-Strahler werden dabei meist Dipolstrahler eingesetzt. Als Lowband-Strahler können beispielsweise Dipolquadrate, Kreuzdipole oder Dipol-Ts verwendet werden. Dies ist beispielsweise aus der US 8199063 B2 und der US 8760356 B2 bekannt. Der Einsatz von Kreuzdipolen als Lowband-Strahler ist aus der EP 2672568 A2, der CN 104600439 A und der US 20140139387 A1 bekannt. Weiterhin ist der Einsatz von breitbandigen Lowband-Strahlern in Form einer trichterförmigen Struktur, welche jeweils einen ersten Strahler umgibt, bekannt.

[0003] Der Einsatz von Patch-Strukturen als Lowband-Strahler ist aus dem Artikel "Differentially driven dual-polarized dual-wideband complementary antenna for 2G/3G/LTE applications", Hindawi Publishing Corporation International Journal of antennas and propagation, Volume 2014, Article ID480268 bekannt.

[0004] Eine besondere Herausforderung stellen jedoch Mehrspalten-Multibandantennen dar, welche im Highband einen niedrigen räumlichen Einzelstrahlerabstand für Beamforming- und/oder MIMO-Anwendungen benötigen. Der niedrige Highband-Strahlerabstand führt dazu, dass entweder nicht ausreichend Volumen für den Lowband-Strahler vorhanden ist und/oder dass der Lowband-Strahler die Highband-Strahler teilweise verdeckt und/oder deren Abstrahlcharakteristik ändert.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung gemäß einem ersten Aspekt ist es daher, eine kompakte Multiband-Antenne zur Verfügung zu stellen, welche sich insbesondere für Mehrspaltenantennen eignet. Gemäß einem zweiten Aspekt ist es Aufgabe der Erfindung, eine neue Strahlerkonstruktion zur Verfügung zu stellen.

[0006] Diese Aufgabe wird im ersten Aspekt durch eine Antenne gemäß dem Anspruch 1, im zweiten Aspekt durch eine Antenne gemäß Anspruch 11 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Die vorliegende Erfindung umfasst in einem ersten Aspekt eine Mobilfunk-Antenne mit einer Mehrzahl von ersten Strahlern und mindestens einem zweiten Strahler, welche auf einer gemeinsamen Reflektorebene angeordnet sind, wobei die ersten Strahler jeweils eine gegenüber der Reflektorebene erhabene Reflektorumgebung aufweisen. Dabei ist vorgesehen, dass der zweite Strahler zwischen mehreren ersten Strahlern angeordnet ist und durch Teile der jeweiligen Reflektorumgebung der ihn umgebenden ersten Strahler gebildet wird. Dadurch, dass zumindest ein Teil der Reflektorumgebung der ersten Strahler angeregt wird und gleichzeitig als zweiter Strahler verwendet wird, ergibt sich eine sehr kompakte Anordnung.

[0008] Eine solche erste Antenne kann sowohl einzeln, als auch als ein Grundelement für eine Mehrspalten-Antenne genutzt werden.

[0009] Bevorzugt handelt es sich bei den ersten Strahlern um Highband-Strahler und bei dem zweiten Strahler um einen Lowband-Strahler. Insbesondere ist daher die Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereichs der ersten Strahler höher als die Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereichs der zweiten Strahler. In einer möglichen Ausführungsform kann der unterste Resonanzfrequenzbereich der ersten Strahler komplett über dem untersten Resonanzfrequenzbereich der zweiten Strahler liegen.

[0010] In einer möglichen Ausführungsform erstreckt sich die gegenüber der Reflektorebene erhabene Reflektorumgebung der ersten Strahler zumindest teilweise in einer Ebene, welche quer zu einer Normalen auf die Reflektorebene und bevorzugt im wesentlichen parallel zur Reflektorebene verläuft. Insbesondere können sich die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung zumindest teilweise in einer Ebene erstrecken, welche quer zu einer Normalen auf die Reflektorebene und bevorzugt im wesentlichen parallel zur Reflektorebene verläuft. Dies ermöglicht eine neue Art von zweitem Strahler. Insbesondere ermöglicht dies einen zweiten Strahler, welches in der Art einer Patch-Antenne gespeist werden kann.

[0011] Bevorzugt bilden die quer zu einer Normalen auf die Reflektorebene und bevorzugt im wesentlichen parallel zur Reflektorebene verlaufenden Bereiche im Hinblick auf ihren Flächenanteil in einer Draufsicht den Hauptteil des zweiten Strahlers und haben bevorzugt einen Flächenanteil von mehr als 80%.

[0012] Die gegenüber der Reflektorebene erhabene Reflektorumgebung der ersten Strahler und/oder die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung können jedoch auch senkrecht zu der Reflektorebene verlaufende Bereiche aufweisen.

[0013] Bevorzugt sind in Seitenansicht die ersten Strahler höher über der Reflektorebene angeordnet als Teile der den zweiten Strahler bildenden Reflektorumgebung, insbesondere als der Hauptteil der den zweiten Strahler bildenden Reflektorumgebung.

[0014] Bevorzugt sind in Seitenansicht die ersten Strahler höher über der Reflektorebene angeordnet als die quer zu einer Normalen auf die Reflektorebene und bevorzugt im wesentlichen parallel zu der Reflektorebene verlaufenden Teile der den zweiten Strahler bildenden Reflektorumgebung. In einer möglichen Ausführungsform stehen die senkrecht zu der Reflektorebene verlaufenden Bereiche der zweiten Strahler dagegen in der Höhe über die ersten Strahler über. In einer alternativen

Ausführungsform sind dagegen auch die senkrecht zu der Reflektorebene verlaufenden Bereiche der zweiten Strahler niedriger als die ersten Strahler.

[0015] In einer möglichen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung insgesamt niedriger als die ersten Strahler.

[0016] In Draufsicht ist in keiner der soeben beschriebenen Ausgestaltungen eine Überlappung zwischen den ersten Strahlern und der Reflektorumgebung und/oder den den zweiten Strahler bildenden Teilen der Reflektorumgebung gefordert. Bevorzugt ist dabei in Draufsicht keine Überlappung zwischen den ersten Strahlern und der Reflektorumgebung und/oder den den zweiten Strahler bildenden Teilen der Reflektorumgebung vorgesehen. Es sind jedoch auch Ausführungsbeispiele möglich, bei welchen eine solche Überlappung vorgesehen ist.

[0017] Durch niedriger angeordneten zweiten Strahler wird die Abstrahlung der ersten Strahler nur geringfügig gestört.

[0018] In einer möglichen Ausführungsform bildet die Reflektorumgebung der ersten Strahler, welche zumindest zum Teil als zweiter Strahler verwendet wird, einen Reflektorrahmen für den ersten Strahler.

[0019] In einer möglichen Ausführungsform ist der zweite Strahler zwischen vier in einem Rechteck, insbesondere einem Quadrat, angeordneten ersten Strahlern angeordnet. Bevorzugt ist der zweite Strahler dabei mittig innerhalb des durch die ersten Strahler gebildeten Rechtecks angeordnet. Hierdurch ergibt sich eine gute Symmetrie des Fernfelds.

[0020] Bevorzugt erstrecken sich die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung der ersten Strahler aus dem durch die Mittelpunkte der vier ersten Strahler gebildeten Rechteck heraus. Hierdurch kann die Verschachtelung der ersten und zweiten Strahler erhöht werden.

[0021] In einer möglichen Ausführungsform weist der zweite Strahler eine und weiter bevorzugt zwei Symmetrieachsen auf, welche sich bevorzugt parallel zu den Seiten des Rechtecks erstrecken.

[0022] Insbesondere kann der durch Teile der jeweiligen Reflektorumgebung der ihn umgebenden ersten Strahler gebildete zweite Strahler eine kreuzförmige Metallstruktur umfassen, welche zwischen vier in einem Rechteck, insbesondere einem Quadrat, angeordneten ersten Strahlern angeordnet ist. Bevorzugt erstreckt sich die kreuzförmige Metallstruktur sich zumindest teilweise in einer Ebene, welche quer zu einer Normalen auf die Reflektorebene und bevorzugt im wesentlichen parallel zur Reflektorebene verläuft.

[0023] Bevorzugt ist der Mittelpunkt der kreuzförmigen Metallstruktur im Mittelpunkt des Rechtecks, insbesondere des Quadrats, angeordnet. Weiterhin können sich die Arme der kreuzförmigen Metallstruktur jeweils zwischen zwei erste Strahler erstrecken.

[0024] Bevorzugt ist zwischen den jeweiligen Teilen der Reflektorumgebung der ersten Strahler, welche einen zweiten Strahler bilden, und dem jeweiligen ersten Strahler keine weitere über die Reflektorebene erhabene Reflektorumgebung und/oder Metallstruktur vorgesehen.

[0025] In einer möglichen Ausführungsform umfasst die Reflektorumgebung eines jeden ersten Strahlers eine erste und eine zweite Metallstruktur, welche sich bezüglich des ersten Strahlers gegenüberliegen und durch einen Zwischenraum voneinander getrennt sind, wobei die erste und die zweite Metallstruktur bevorzugt einen Reflektorrahmen für den ersten Strahler bilden.

[0026] Bevorzugt erstrecken sich die erste und die zweite Metallstruktur zumindest teilweise in einer Ebene, welche quer zu einer Normalen auf die Reflektorebene und bevorzugt im wesentlichen parallel zur Reflektorebene verläuft.

[0027] Bevorzugt bilden die zwischen vier in einem Rechteck, insbesondere einem Quadrat, angeordneten ersten Strahlern vorgesehenen ersten oder zweiten Metallstrukturen gemeinsam eine Metallstruktur eines zweiten Strahlers.

[0028] In einer möglichen Ausführungsform weisen die erste und die zweite Metallstruktur jeweils eine L-Form auf. Dabei können die erste und die zweite Metallstruktur bevorzugt in Form eines Rechtecks, insbesondere eines Quadrats um den ersten Strahler angeordnet sind.

[0029] Bevorzugt bilden die Schenkel von vier L-förmigen ersten oder zweiten Metallstrukturen zusammen eine kreuzförmige Metallstruktur eines zweiten Strahlers.

[0030] In einer möglichen Ausführungsform verläuft eine erste Polarisationsebene des ersten Strahlers entlang des Zwischenraums zwischen der ersten und der zweiten Metallstruktur. Hierdurch sieht diese Polarisation des ersten Strahlers die Reflektorplatte als Reflektorumgebung.

[0031] Weiterhin kann der erste Strahler eine zweite, orthogonale Polarisationsebene aufweisen, welche bevorzugt mittig durch die erste und die zweite Metallstruktur verläuft. Insbesondere kann die zweite Polarisation eine Symmetrieachse der ersten und der zweiten Metallstruktur bilden.

[0032] In einer möglichen Ausführungsform weisen die erste und die zweite Metallstruktur jeweils eine L-Form auf und sind in Form eines Rechtecks, insbesondere eines Quadrats, um den ersten Strahler angeordnet, wobei die erste Polarisationsebene des ersten Strahlers diagonal zwischen den beiden L-förmigen Metallstrukturen verläuft und die zweite, orthogonale Polarisationsebene bevorzugt durch den Scheitel der beiden L-förmigen Metallstrukturen verläuft.

[0033] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Reflektorumgebung der ersten Strahler im Bereich einer Polarisationsebene des jeweiligen ersten Strahlers eine Absenkung auf. Alternativ oder zusätzlich kann die Absenkung im Bereich der Diagonalen eines durch die Mittelpunkte der ersten Strahler gebildeten Rechtecks angeordnet sein. Hierdurch sieht diese Polarisation des ersten Strahlers einen größeren Abstand zu der Reflek-

torumgebung. Bevorzugt handelt es sich bei dieser Polarisation dabei um eine zweite Polarisation des ersten Strahlers, wie dies oben beschrieben wurde. Bevorzugt verläuft die Absenkung entlang der Polarisationsebene und/oder Diagonale.

[0034] Weiterhin kann die kreuzförmige Metallstruktur, welche oben beschrieben wurde, im Bereich ihrer Diagonalen jeweils eine Absenkung aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann die erste und die zweite L-förmige Metallstruktur, welche oben beschrieben wurde, im Bereich ihrer Diagonalen jeweils eine Absenkung aufweisen. Bevorzugt ist die Absenkung dabei in einer Polarisationsebene eines ersten Strahlers angeordnet und verläuft bevorzugt entlang der Polarisationsebene.

[0035] Bevorzugt bildet die Absenkung einen Bereich der Reflektorumgebung, welcher sich quer zur Normalen auf der Reflektorebene erstreckt. Insbesondere verläuft die Reflektorumgebung im Bereich der Absenkung daher schräg zur Normalen auf die Reflektorebene und schräg zur Reflektorumgebung.

[0036] Bevorzugt schließen an die Absenkung Bereiche der Reflektorumgebung an, welche sich im wesentlichen parallel zur Reflektorumgebung erstrecken. Insbesondere erstrecken sich dabei die Arme der kreuzförmigen Metallstruktur und/oder die Schenkel der L-förmigen Metallstruktur im wesentlichen parallel zur Reflektorumgebung.

[0037] In einer weiteren möglichen Ausführungsform werden die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung der ersten Strahler im Bereich der Diagonalen eines durch die Mittelpunkte der ersten Strahler gebildeten Rechtecks und/oder im Bereich der Diagonale der den zweiten Strahler bildenden kreuzförmigen Metallstruktur gespeist.

[0038] Weiterhin können die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung im Bereich der Diagonalen Schlitze aufweisen, welche bevorzugt entlang der Diagonalen verlaufen und/oder durch Stege überbrückt werden.

[0039] Insbesondere wird die kreuzförmige Metallstruktur des zweiten Strahlers im Bereich ihrer Diagonalen gespeist und/oder weist im Bereich ihrer Diagonalen Schlitze auf, welche bevorzugt entlang der Diagonalen verlaufen und/oder durch Stege überbrückt werden.

[0040] In einer weiteren möglichen Ausführungsform weisen die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung der ersten Strahler und insbesondere die kreuzförmige Metallstruktur in ihrem Zentrum eine Öffnung auf, wobei im Bereich der Öffnung ggf. eine Anpassungsstruktur vorgesehen ist.

[0041] In einer möglichen Ausführungsform bestehen die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung der ersten Strahler und insbesondere die kreuzförmige Metallstruktur und/oder die erste und die zweite L-förmige Metallstruktur aus einem oder mehreren Blechteilen. Dabei kann die kreuzförmige Metallstruktur ein einstückiges oder mehrstückiges aus Blech gestanztes und gefaltetes Grundelement aufweisen, welches vier L-förmige Metallstrukturen vereint.

[0042] In einer weiteren möglichen Ausführungsform umfassen die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung der ersten Strahler und insbesondere die kreuzförmige Metallstruktur und/oder die erste und die zweite L-förmige Metallstruktur Bereiche, welche parallel zur Reflektorebene verlaufen, wobei diese Bereiche bevorzugt parallel zu den Seiten eines durch die Mittelpunkte der ersten Strahler gebildeten Rechtecks und/oder im Bereich der Schenkel der kreuzförmigen Metallstruktur und/oder der ersten und der zweiten L-förmige Metallstruktur verlaufen.

[0043] Zwischen den Schenkeln der L-förmigen Metallstrukturen ist bevorzugt jeweils ein Brückenbereich vorgesehen, welcher die Schenkel miteinander verbindet. Bevorzugt weist dieser Brückenbereich eine Absenkung auf, bevorzugt eine Absenkung, wie sie oben beschrieben wurde. Insbesondere kann die Absenkung dabei gegenüber den parallel zur Reflektorebene verlaufenden Bereichen abgesenkt sein.

[0044] In einer weiteren möglichen Ausführungsform weisen die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung der ersten Strahler und insbesondere die kreuzförmige Metallstruktur und/oder die erste und die zweite L-förmige Metallstruktur senkrecht zur Reflektorebene verlaufende Rahmenelemente auf, welche einen vertikalen Reflektorrahmen für die ersten Strahler bilden.

[0045] In einer möglichen Ausführungsform handelt es sich bei den ersten Strahlern um Dipolstrahler, insbesondere um dual-polarisierte Dipolstrahler, insbesondere dual-polarisierte Kreuz-Dipole. Bevorzugt sind die Dipolelemente der Dipolstrahler über einen Sockel auf einem gemeinsamen Reflektor angeordnet.

[0046] Bevorzugt weisen die Dipolelemente der Dipolstrahler einen größeren Abstand zum Reflektor auf als die den ersten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung.

[0047] In einer weiteren möglichen Ausführungsform wird der zweite Strahler als Patch-Antenne gespeist.

[0048] In einer weiteren möglichen Ausführungsform handelt es sich bei dem zweiten Strahler um einen dual-polarisierter Strahler, wobei die Polarisationsebenen des zweiten Strahlers bevorzugt entlang der Diagonalen der kreuzförmigen Metallstruktur und/oder des durch die ersten Strahler gebildeten Rechtecks verlaufen.

[0049] In einer möglichen Ausführungsform weisen die ersten Strahler einen Einzelstrahlerabstand von 0,5 λ bis 0,7 λ auf, wobei es sich bei λ um die Wellenlänge der Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereichs der ersten Strahler handelt. Es handelt sich daher um eine äußerst kompakte Anordnung von ersten Strahlern.

[0050] In einer weiteren möglichen Ausführungsform weisen die ersten Strahler einen Abstand zur Reflektorebene zwischen 0,15 λ und 0,6 λ auf, wobei es sich bei λ um die Wellenlänge der Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereichs der ersten Strahler handelt.

[0051] In einer möglichen Ausführungsform weist die Mehrzahl von ersten Strahlern jeweils die gleiche Reflektorumgebung und/oder die gleichen Resonanzfrequenzbereiche und/oder die gleiche Ausrichtung der Polarisationsebenen und/oder den gleichen Aufbau aufweisen.

[0052] Weiterhin kann eine Antenne gemäß der vorliegenden Erfindung eine Mehrzahl von zweiten Strahlern aufweisen, welche jeweils die gleichen Resonanzfrequenzbereiche und/oder die gleiche Ausrichtung der Polarisationsebenen und/oder den gleichen Aufbau aufweisen.

[0053] In einer möglichen Ausführungsform weist die Antenne mindestens zwei zweite Strahler auf, welche unterschiedliche Resonanzfrequenzbereiche und/oder einen unterschiedlichen Aufbau aufweisen, wobei bevorzugt ein erster Strahler zwischen den zwei zweiten Strahlern angeordnet ist und eine Reflektorumgebung aufweist, welche aus mindestens zwei unterschiedlichen Teilen besteht, und insbesondere zwei L-förmige Metallstrukuren mit einer unterschiedlichen Schenkellänge umfasst.

[0054] Die erfindungsgemäße Antenne eignet sich insbesondere als Grundelement zum Aufbau von Antennenarrays. Dabei sind bevorzugt mehrere erste Antennen, wie sie oben beschrieben wurden, in einer oder mehreren Spalten und/oder Reihen nebeneinander angeordnet.

[0055] In einer möglichen Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Antenne einen durch eine Mehrzahl von ersten Strahlern gebildetem ersten Antennen-Array mit einer Mehrzahl von Spalten und Reihen und einen durch eine Mehrzahl von zweiten Strahlern gebildetem zweiten Antennenarray mit mindestens einer Spalte und/oder Reihe auf, wobei die zweiten Strahler jeweils durch Teile der Reflektorumgebung der sie umgebenden ersten Strahler gebildet werden.

[0056] In einer möglichen Ausführungsform sind die zweiten Antennen dabei in mindestens zwei Reihen und/oder Spalten angeordnet, deren Strahler zueinander versetzt sind, und/oder deren Strahler unterschiedliche Resonanzfrequenzbereiche und/oder einen unterschiedlichen Aufbau aufweisen.

[0057] In einem zweiten Aspekt umfasst die vorliegende Erfindung eine Mobilfunk-Antenne mit einer Reflektorebene und einem über der Reflektorebene angeordneten, als Patch-Antenne gespeistem Element. Dabei ist vorgesehen, dass das als Patch-Antenne gespeiste Element durch eine kreuzförmige Metallstruktur gebildet wird. Hierdurch wird eine neue, sich von der üblichen Geometrie von Patch-Antennen unterscheidende Antenne zur Verfügung gestellt.

[0058] In einer möglichen Ausführungsform weist die kreuzförmige Metallstruktur einen sich über ihre Erstreckung verändernden Abstand zur Reflektorebene auf.

[0059] Insbesondere kann die kreuzförmige Metallstruktur im Bereich ihrer Diagonalen jeweils eine Absenkung aufweisen, wobei die Absenkung bevorzugt entlang der Polarisationsebene verläuft.

[0060] Weiterhin kann die kreuzförmige Metallstruktur Bereiche umfassen, welche parallel zur Reflektorebene verlaufen, wobei diese Bereiche bevorzugt im Bereich der Arme der kreuzförmigen Metallstruktur verlaufen.

[0061] Weiterhin kann die die kreuzförmige Metallstruktur senkrecht zur Reflektorebene verlaufende Bereiche aufweisen, welche weiter bevorzugt jeweils entlang der Mittelebene der vier Arme der der kreuzförmigen Metallstruktur verlaufen.

[0062] In einer möglichen Ausführungsform wird die kreuzförmige Metallstruktur im Bereich ihrer Diagonalen gespeist. Die Speisung kann bspw. asymmetrisch an jeweils einem Speisepunkt auf der Diagonalen oder symmetrisch an zwei Speisepunkten auf der Diagonalen, welche sich bezüglich des Mittelpunktes der kreuzförmigen Metallstruktur gegenüber liegen, erfolgt, wobei die symmetrische Speisung seriell oder parallel erfolgen kann.

[0063] In einer weiteren möglichen Ausführungsform weist die kreuzförmige Metallstruktur im Bereich ihrer Diagonalen Schlitze auf, welche bevorzugt entlang der Diagonalen verlaufen und/oder durch Stege überbrückt werden.

[0064] In einer weiteren möglichen Ausführungsform kann die kreuzförmige Metallstruktur in ihrem Zentrum eine Öffnung aufweisen, wobei im Bereich der Öffnung ggf. eine Anpassungsstruktur vorgesehen ist.

[0065] Bevorzugt bildet die kreuzförmige Metallstruktur einen dual-polarisierter Strahler, wobei die Polarisationsebenen des dual-polarisierten Strahlers bevorzugt entlang der Diagonalen der kreuzförmigen Metallstruktur verlaufen.

[0066] Die kreuzförmige Metallstruktur kann aus einem oder mehreren Blechteilen bestehen, wobei bevorzugt die kreuzförmige Metallstruktur ein einstückiges oder mehrstückiges aus Blech gestanztes und gefaltetes Grundelement aufweist, welches die vier Arme der kreuzförmigen Metallstruktur umfasst und bevorzugt in seinem Zentrum eine Aussparung aufweist.

[0067] Die Antenne gemäß dem zweiten Aspekt kann auch unabhängig von dem ersten Aspekt eingesetzt werden. Bevorzugt bildet die kreuzförmige Metallstruktur der Antenne gemäß dem zweiten Aspekt jedoch einen zweiten Strahler gemäß dem ersten Aspekt.

[0068] Bevorzugt ist die kreuzförmige Metallstruktur der Antenne gemäß dem zweiten Aspekt dabei so aufgebaut und/oder angeordnet, wie dies oben in Hinblick auf den ersten Aspekt näher beschrieben wurde. Alternativ oder zusätzlich kann der zweite Strahler einer Antenne gemäß dem ersten Aspekt so ausgeführt sein, wie dies für die Antenne gemäß dem zweiten Aspekt beschrieben wurde.

[0069] Bei den erfindungsgemäßen Antennen handelt es sich bevorzugt um Mobilfunkantennen, wie sie für Mobilfunk-Basisstationen zum Einsatz kommen.

[0070] Die vorliegende Erfindung umfasst dabei weiterhin eine Mobilfunk-Basisstation mit mindestens einer Mobilfunk-Antenne, wie sie oben beschrieben wurde.

[0071] Dabei zeigen:

Fig. 1: ein erstes Ausführungsbeispiel einer Mobilfunk-Antenne, welche den ersten und den zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung in Kombination zeigt,

Fig. 2: ein Ausführungsbeispiel einer Mobilfunk-Antenne gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung mit einem als Patch-Antenne gespeisten Element inForm einer kreuzförmigen Metallstruktur,

Fig. 3: eine Variante der in Fig. 2 gezeigten Mobilfunk-Antenne mit einer Prinzipdarstellung der Speisung der zwei Polarisationen,

Fig. 4: Diagramme, welche das E-Feld der in Fig. 3 gezeigten Antenne bei unterschiedlichen Phasen für die beiden Ports und bei einer Frequenz von 920 MHz zeigen,

Fig. 5a: simulierte Fernfeldwerte der in Fig. 3 gezeigten Antenne in einem Horizontaldiagramm für die beiden Polarisationen,

Fig. 5b: simulierte Fernfeldwerte der in Fig. 3 gezeigten Antenne in einem Vertikaldiagramm für die beiden Polarisationen,

Fig. 6: eine Variante ohne und zwei Varianten mit einem Mittelelement für das kreuzförmige, als Patchantenne gespeiste Element,

Fig. 7a: ein Smith-Chart der in Fig. 6 gezeigten drei Varianten für den Frequenzbereich zwischen 880 MHz und 960 MHz,

Fig. 7b: ein Diagramm der Absolutwerte des Fernfeldes in horizontaler und vertikaler Richtung bei einer Frequenz von 920 MHz für die in Fig. 6 gezeigten drei Varianten,

Fig. 8: eine Variante ohne und zwei Varianten mit einem im Bereich der Speisung angeordneten Mittelelement,

Fig. 9a: ein Smith-Chart der in Fig. 8 gezeigten drei Varianten für den Frequenzbereich zwischen 880 MHz und 965 MHz,

Fig. 9b: ein Diagramm der Absolutwerte des Fernfeldes in horizontaler und vertikaler Richtung bei einer Frequenz von 920 MHz für die in Fig. 8 gezeigten drei Varianten,

Fig. 10: vier mögliche Speisepunkte sowie eine mögliche Ausgestaltung der Speisung des als Patch-Antenne gespeisten Elements in Form einer kreuzförmigen Metallstruktur,

Fig. 11: drei Prinzipdarstellungen, welche eine asymmetrische Speisung, eine symmetrische Speisung mit Serienschaltung, und eine symmetrische Speisung mit Parallelschaltung zeigen,

Fig. 12: drei Varianten für die Speisung,

Fig. 13: einen ersten Strahler und seine Reflektorumgebung für eine Antenne gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung,

Fig. 14: eine Prinzipdarstellung der Lage der Polarisationsebenen bei dem in Fig. 13 dargestellten Ausführungsbeispiel,

Fig. 15: zwei Darstellungen einer Antenne gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung, welche vier erste Strahler und deren Reflektorumgebung, welche einen zweiten Strahler bildet, umfasst, wobei jeweils nur die Dipole der ersten Antennen für eine der beiden Polarisationsrichtungen eingezeichnet sind,

Fig. 16: eine Variante des in Fig. 13 gezeigten ersten Strahlers bzw. der in Fig. 15 gezeigten Antenne,

Fig. 17: eine weitere Variante einer erfindungsgemäßen Antenne gemäß dem ersten Aspekt, als Grundelement für den Aufbau eines größeren Antennenarrays,

Fig. 18: zwei Varianten eines ersten Strahlers und seiner Reflektorumgebung gemäß dem ersten Aspekt und einer aus vier solchen Strahlern mit ihrer Refektorumgebung aufgebauten Antenne, wobei die beiden Varianten sich im Hinblick auf die Höhe des Sockels der ersten Antenne bzw. den Abstand der Dipolelemente der ersten Antenne von der Reflektorebene unterscheiden,

Fig. 19: drei Varianten einer erfindungsgemäßen Antenne gemäß dem ersten und dem zweiten Aspekt, welche sich durch die spezifische Ausgestaltung der Reflektorumgebung unterscheiden,

Fig. 20: die Reflektorumgebung eines ersten Strahlers einer Antenne gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung, bei welchem die Refektorumgebung aus zwei unterschiedlichen Metallstrukturen aufgebaut ist, welche

jeweils einen Teil eines zweiten Strahlers mit einem unterschiedlichen Resonanzfrequenzbereich bilden,

Fig. 21: ein Ausführungsbeispiel eines Antennenarrays aus einer Mehrzahl von erfindungsgemäßen Antennen gemäß dem ersten Aspekt mit drei unterschiedlichen, jeweils aus der Reflektorumgebung der sie umgebenden ersten Strahler aufgebauten zweiten Strahlern für drei unterschiedliche Frequenzbereiche,

Fig. 22: das in Fig. 21 gezeigte Ausführungsbeispiel, wobei hier auch die ersten Strahler eingezeichnet sind, und

Fig. 23: das in Fig. 22 dargestellte Ausführungsbeispiel in einer Draufsicht.

[0072] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Mobilfunk-Antenne, bei welcher sowohl der erste Aspekt als auch der zweite Aspekt der vorliegenden Erfindung verwirklicht sind.

[0073] Gemäß dem ersten Aspekt umfasst die Antenne vier erste Strahler 1, deren Reflektorumgebung zumindest zum Teil dazu genutzt wird, einen zweiten Strahler 2 zu bilden, welcher zwischen den vier ersten Antennen 1 angeordnet ist. Die ersten Strahler 1 sind auf einer gemeinsamen Reflektorplatte 3 angeordnet. Die Reflektorumgebung der ersten Strahler, welche den zweiten Strahler 2 bildet, ist gegenüber dieser Reflektorplatte 3 erhaben angeordnet. Insbesondere bildet die Reflektorumgebung, von welcher zumindest Teile als zweiter Strahler eingesetzt werden, einen Reflektorrahmen für die ersten Strahler.

[0074] Bei den ersten Strahlern 1 handelt es sich bevorzugt um Highband-Strahler, bei dem zweiten Strahler 2 um einen Lowband-Strahler. Insbesondere liegt die Mittenfrequenz des niedrigsten Resonanzfrequenzbereiches der ersten Strahler über der Mittenfrequenz des niedrigsten Resonanzfrequenzbereiches des zweiten Strahlers.

[0075] Durch diese Lösung wird eine äußerst kompakte Anordnung erreicht, welche sich insbesondere als Grundelement für Multiband-Antennen mit mehreren Spalten und/oder Reihen eignet.

[0076] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass die ersten Strahler 1 höher über der Reflektorplatte 3 angeordnet sind als die den zweiten Strahler 2 zwei bildende Reflektorumgebung, so dass die Abstrahlung der ersten Strahler durch die Reflektorumgebung bzw. den zweiten Strahler 2 nicht oder nur geringfügig gestört wird.

[0077] Im Ausführungsbeispiel werden als erste Strahler 1 Dipolstrahler eingesetzt. Insbesondere handelt es sich dabei um dual-polarisierte Dipolstrahler.

[0078] Im Ausführungsbeispiel weisen die Dipolstrahler einen Sockel auf, mit welchem die Dipole auf der Reflektorplatte 3 angeordnet sind. Der Sockel trägt für jeden Dipol zwei Dipolelemente. Die Dipolelemente der Dipolstrahler erstrecken sich dabei in einer Ebene parallel zur Reflektorplatte 3, und werden über den Sockel in einem bestimmten Abstand über der Reflektorplatte 3 gehalten. Der Sockel weist im Ausführungsbeispiel weiterhin eine Symmetrierung auf, welche die die Dipole bildenden Dipolelemente trägt. Insbesondere umfasst die Symmetrierung Trägerelemente für die Dipolelemente, welche sich senkrecht zur Reflektorplatte 3 erstrecken, und welche durch Schlitze voneinander getrennt sind. Jedes Trägerelement trägt dabei ein Dipolelement.

[0079] Im Ausführungsbeispiel handelt es sich bei den Dipolen um Kreuz-Dipole mit zwei kreuzförmig zueinander angeordneten Dipolen für die zwei orthogonalen Polarisationen. Die Symmetrierung umfasst vier Trägerelemente, welche jeweils ein Dipolelement tragen, wobei sich über die Mittelachse gegenüberliegende Dipolelemente einen Dipol bilden.

[0080] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung sind jedoch auch andere Bauformen für die ersten Strahler denkbar, insbesondere auch andere Bauformen von Dual-polarisierten Dipolen.

[0081] Die gegenüber der Reflektorplatte 3 erhabene Reflektorumgebung der ersten Strahler 1 besteht jeweils aus zwei L-förmigen Strukturen 33 bzw. 34, deren Schenkel 6 und 7 bzw. 4 und 5 jeweils eine Seite eines den ersten Strahler 1 umgebenden Reflektorrahmens bilden.

[0082] Die jeweils zwischen den ersten Strahlern angeordneten L-förmigen Strukturen der Reflektorumgebung bilden gemeinsam den zweiten Strahler 2. Insbesondere bilden die zwischen den vier ersten Strahlern 1 angeordneten vier L-förmigen Strukturen eine kreuzförmige Struktur des zweiten Strahlers. Dabei verlaufen die Schenkel 4 und 5 der L-förmigen Strukturen zweier benachbarter erster Strahler jeweils parallel zueinander. Ein Arm der kreuzförmigen Metallstruktur des zweiten Strahlers wird daher durch zwei parallele Schenkel zweier benachbarter L-förmiger Metallstrukturen der Reflektorumgebung der ersten Strahler gebildet.

[0083] Die in Fig. 1 jeweils außen angeordneten L-förmigen Strukturen haben in diesem Ausführungsführungsbeispiel lediglich die Funktion einer Reflektorumgebung für die ersten Strahler 1, und bilden keine zweiten Strahler. In anderen Ausführungsbeispielen können diese Teile der Reflektorumgebung jedoch ebenfalls als Teile von zweiten Strahlern eingesetzt werden.

[0084] Im Ausführungsbeispiel sind die vier ersten Strahler in einem Rechteck, insbesondere in einem Quadrat angeordnet. Insbesondere bilden dabei die Mittelpunkte der vier ersten Strahler ein Rechteck. Die den zweiten Strahler bildende kreuzförmige Struktur weist vier Arme auf, welche sich jeweils mittig und senkrecht zu den vier Seiten dieses Rechtecks bzw. Quadrats erstrecken. Im Ausführungsbeispiel erstrecken sich die Arme dabei aus dem durch die vier Mittelpunkte der ersten Strahler gebildeten Rechteck heraus. Dies bedeutet,

dass die Erstreckung des zweiten Strahlers parallel zu den Seiten des durch die ersten Strahler gebildeten Rechtecks größer ist als der Abstand zwischen zwei ersten Strahlern.

[0085] Die jeweiligen L-förmigen Strukturen, welche gemeinsam die kreuzförmige Struktur des zweiten Strahlers bilden, stehen bevorzugt leitend miteinander in Verbindung. Die Verbindung kann dabei galvanisch und/oder kapazitiv erfolgen. In möglichen Ausführungsbeispielen können die gemeinsam die kreuzförmige Struktur des zweiten Strahlers bildenden L-förmigen Strukturen einstückig gebildet sein. Alternativ kann die kreuzförmige Struktur des zweiten Strahlers aus mehreren separaten Abschnitten bestehen. Diese Abschnitte können den L-förmigen Strukturen entsprechen. Es ist jedoch auch eine Aufteilung der kreuzförmige Struktur des zweiten Strahlers in mehrere separate Abschnitte denkbar, welche nicht mit den L-förmigen Strukturen übereinstimmt.

[0086] Die Reflektorumgebung der ersten Strahler und/oder der zweite Strahler werden bevorzugt durch eine oder mehrere Metallstrukturen gebildet. Insbesondere kann eine solche Metallstruktur aus einem oder mehreren Blechteilen bestehen. Eine Herstellung aus einem leitend beschichteten Kunststoff oder aus einem oder mehreren Leiterplattenelementen ist ebenfalls denkbar.

[0087] Die Reflektorumgebung der ersten Strahler bzw. der zweite Strahler sind bevorzugt aus einem oder mehreren Blechteilen hergestellt. Insbesondere können die Blechteile aus Bleich ausgestanzt und gebogen werden.

[0088] Dabei können in einem möglichen Ausführungsbeispiel alle Elemente der kreuzförmigen Metallstruktur eines zweiten Strahlers durch ein zusammenhängendes, gestanztes und gebogenes Blechteil gebildet sein. Alternativ können die zweiten Strahler aus mehreren Blechteilen bestehen und kapazitiv und/oder galvanisch miteinander gekoppelt werden. Eine kapazitive Kopplung kann beispielsweise durch Überlappung zweier Blechteile erfolgen.

[0089] Die Polarisationsebenen der dual-polarisierten ersten Strahler stehen im Ausführungsbeispiel diagonal zu dem durch die ersten Strahler gebildeten Rechteck bzw. Quadrat.

[0090] Dabei ist der durch die jeweilige Reflektorumgebung gebildete Reflektorrahmen eines ersten Strahlers entlang einer ersten Polarisation, d. h. entlang einer ersten Diagonale, offen. Dies bedeutet, dass die jeweiligen Schenkel der zwei eine Reflektorumgebung bildenden L-förmigen Metallstrukturen sich über einen Zwischenraum gegenüber liegen. Weiterhin weisen die L-förmigen Metallstrukturen im Bereich ihres Scheitels eine Absenkung auf, d.h. die Reflektorumgebung der ersten Strahler ist im Bereich der zweiten Polarisation, d. h. entlang der zweiten Diagonale, abgesenkt. Die spezifische Ausgestaltung der Reflektorumgebung im Hinblick auf diesen Aspekt wird später noch näher erläutert.

[0091] Im Folgenden soll zunächst die Ausgestaltung des zweiten Strahlers 2 näher beschrieben werden. Dieser zweite Strahler 2 kann gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung auch unabhängig von den ersten Strahlern 1 und unabhängig von seiner Ausbildung durch Teile der Reflektorumgebung von ersten Strahlern eingesetzt werden.

[0092] Gemäß dem zweiten Aspekt wird der zweite Strahler durch eine kreuzförmige Metallstruktur 2 gebildet, welche sich über einer Reflektorplatte 3 erstreckt, und als Patch-Antenne gespeist. Wie im Folgenden noch näher beschrieben wird, kann hierfür die kreuzförmige Metallstruktur elektrisch mit einem ersten Leiter und die Reflektorplatte 3 elektrisch mit einem zweiten Leiter einer Signalleitung gekoppelt sein. Insbesondere handelt es sich bei der Signalleitung dabei um eine Koaxialleitung, wobei der Innenleiter elektrisch mit der kreuzförmigen Metallstruktur gekoppelt ist, und der Außenleiter mit der Reflektorplatte 3. Alternativ ist auch eine aperturgekoppelte Speisung bspw. über Schlitze denkbar.

[0093] In Fig. 2 ist nun eine kreuzförmige Metallstruktur 2 dargestellt, welche auf einer Reflektorplatte 3 angeordnet ist und sowohl gemäß dem ersten Aspekt als zweiter, durch die Reflektorumgebung von ersten Strahlern gebildeter Strahler eingesetzt werden kann, als auch gemäß dem zweiten Aspekt unabhängig von solchen ersten Strahlern und ihrer Reflektorumgebung.

[0094] Die kreuzförmige Metallstruktur weist vier Arme 6 und 7 auf, welche sich kreuzförmig erstrecken.

[0095] In einem möglichen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung stehen alle vier Arme der kreuzförmigen Metallstruktur galvanisch miteinander in Verbindung und bilden eine zusammenhängende Metallstruktur. In alternativen Ausführungsformen könnten die Arme jedoch auch durch separate Metallstrukturen gebildet werden, welche nicht galvanisch miteinander in Verbindung stehen.

[0096] Im Ausführungsbeispiel weist die kreuzförmige Metallstruktur eine innere Öffnung 14 auf. Benachbarte Arme der kreuzförmigen Metallstruktur werden jeweils durch Brücken verbunden, welche die innere Öffnung 14 umgeben.

[0097] Die kreuzförmige Struktur weist im Bereich ihrer Diagonalen bzw. der Brücken weiterhin Schlitze 9 auf. Die Schlitze erstrecken sich im Ausführungsbeispiel entlang der Diagonalen, und erstrecken sich im Ausführungsbeispiel sowohl von der Innenausnehmung 14, als auch von außen in die zwischen den Armen angeordneten Brücken hinein.

[0098] Im Ausführungsbeispiel werden die Schlitze 9 durch Stege 10 überbrückt. In einer alternativen Ausgestaltung könnte auf die Stege 10 jedoch auch verzichtet werden. Bevorzugt erfolgt die Speisung im Bereich der Schlitze 9 und/oder Stege 10. Dies wird im Folgenden noch näher dargestellt.

[0099] Die Arme 6 bzw. 7 der kreuzförmigen Metallstruktur weisen im Ausführungsbeispiel jeweils einen Bereich auf, welcher sich parallel zur Reflektorplatte 3 in einem gewissen Abstand über dieser Platte erstreckt.

[0100] Die kreuzförmige Metallstruktur weist im Ausführungsbeispiel im Bereich ihrer Diagonalen Absenkungen 8 auf, welche sich entlang der Diagonalen erstrecken. Insbesondere verlaufen die Arme der kreuzförmige Metallstruktur dabei parallel zu der Reflektorplatte 3, während die die Arme verbindenden Brücken eine V-Form aufweisen. Die Funktion dieser Absenkung kommt dabei insbesondere im Rahmen des ersten Aspektes der vorliegenden Erfindung zum Tragen, und wird im Folgenden noch näher dargestellt.

[0101] Im Ausführungsbeispiel sind die sich gegenüberliegenden Arme jeweils spiegelsymmetrisch bezüglich einer mittig verlaufenden Symmetrieebene ausgestaltet. Im Ausführungsbeispiel weist die kreuzförmige Metallstruktur dabei vier Symmetrieebenen auf, jeweils eine, welche mittig durch und parallel zu den Armen verläuft, und jeweils eine, welche entlang der Diagonalen des Kreuzes verläuft.

[0102] In Fig. 2 sind die Symmetrieebenen, welche mittig und parallel zu den Armen 6 und 7 verlaufen, gestrichelt eingezeichnet. Bei einem Einsatz gemäß dem ersten Aspekt markieren diese auch die Aufteilung in die L-förmigen Strukturen der jeweiligen Reflektorumgebungen der den zweiten Strahler umgebenden ersten Strahler. Diese Aufteilung der kreuzförmigen Metallstruktur des zweiten Strahlers in L-förmige Strukturen muss jedoch nicht strukturell erfolgen. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind vielmehr die beiden einen Arm der kreuzförmigen Metallstruktur bildenden Schenkel der L-förmigen Metallstrukturen einstückig gebildet.

[0103] Im folgenden wird eine mögliche, in Fig. 2 dargestellte Bemessung der kreuzförmigen Metallstruktur wiedergegeben. Es sind jedoch auch andere Bemessungen denkbar:

> Die Arme 6 bzw. 7 der kreuzförmigen Metallstruktur weisen jeweils Bereich auf, welcher sich parallel zur Reflektorplatte 3 in einem gewissen Abstand über dieser Platte erstreckt. Im Ausführungsbeispiel beträgt diese Höhe H1 bevorzugt zwischen 0,05 und 0,3 λ, weiter bevorzugt zwischen 0,05 λ und 0,2 λ. Bevorzugt liegt die Höhe H1 bei 0,1 λ.

[0104] Die Breite B_1 der Arme 6 bzw. 7 beträgt bevorzugt zwischen 0,05 λ und 0,3 λ, weiter bevorzugt zwischen 0,05 λ und 0,2 λ, und insbesondere 0,1 λ.

[0105] Die Arme weisen ausgehend vom Mittelpunkt der Struktur bevorzugt eine Länge L_1 zwischen 0,15 λ und 0,35 λ, bevorzugt zwischen 0,2 λ und 0,3 λ, insbesondere 0,25 λ auf.

[0106] Im Ausführungsbeispiel weist die kreuzförmige Metallstruktur eine innere Öffnung 14 auf. Diese weist bevorzugt einen minimalen Durchmesser zwischen 0,05 λ und 0,2 λ, und insbesondere einen minimalen Durchmesser von 0,1 λ auf. Die Länge L_3 der Arme ausgehend von dieser inneren Aussparung 14 beträgt bevorzugt zwischen 0,1 λ und 0,4 λ, insbesondere 0,2 λ.

[0107] Die Gesamtlänge L_2 der kreuzförmigen Metallstruktur entlang der Arme beträgt bevorzugt zwischen 0,3 λ und 0,7 λ, insbesondere zwischen 0,4 λ und 0,6 λ, bevorzugt 0,5 λ.

[0108] Benachbarte Arme der kreuzförmigen Metallstruktur werden jeweils durch Brücken verbunden, deren Breite B_2 im Ausführungsbeispiel zwischen 0,05λ und 0,2 λ, und insbesondere bei 0,1 λ liegt.

[0109] Bei λ handelt es sich jeweils um die Wellenlänge der Mittenfrequenz des niedrigsten Resonanzfrequenzbereiches des zweiten Strahlers.

[0110] Durch die kreuzförmige Metallstruktur des zweiten Strahlers wird ebenfalls ein dual-polarisierter Strahler zur Verfügung gestellt. Dies wird im Folgenden anhand der Fig. 3 und 4 näher dargestellt:

> Fig. 3 zeigt links oben einen durch die kreuzförmige Metallstruktur 2 gebildeten zweiten Strahler. In Fig. 3 ist neben der Reflektorplatte 3, auf welcher die kreuzförmige Metallstruktur 2 angeordnet ist, weiterhin ein Reflektorrahmen 11 für den zweiten Strahler eingezeichnet, welcher jedoch nicht notwendigerweise verwirklicht sein muss.

[0111] Die Darstellung in Fig. 3 links unten zeigt die Speisung der kreuzförmigen Metallstruktur im Bereich der Diagonalen. Dabei weist die kreuzförmige Metallstruktur zwei Ports P1 und P2 auf, durch welche die zwei orthogonalen Polarisationen des Strahlers gespeist werden.

[0112] Die Darstellung rechts oben zeigt die durch die Speisung von Port 1 erzeugte erste Polarisation, wobei der resultierende Vektor des E-Feldes E_{res} dieser ersten Polarisation dargestellt ist. Fig. 3 rechts unten zeigt die hierzu orthogonale, durch Port 2 gespeiste Polarisation und den zugehörigen E-Feld Vektor E_{res}. Die beiden Polarisationen des zweiten Strahlers erstrecken sich diagonal zu den Armen der kreuzförmigen Metallstruktur.

[0113] Bei den beiden Darstellungen in Fig. 3 rechts oben und unten handelt es sich um reine Prinzipdarstellungen. Die Diagramme in Fig. 4 zeigen dagegen entsprechende Simulationsergebnisse für das resultierende E-Feld für unterschiedliche Phasen. In der oberen Reihe sind die Diagramme bei Speisung des ersten Ports 1, in der unteren Reihe die Diagramme bei Speisung des zweiten Ports 2 gezeigt.

[0114] Fig. 5a zeigt das entsprechende Horizontaldiagramm für die beiden Polarisationen. Dabei ist das Fernfeld für die Polarisation 1 und 2 einmal bei einer Frequenz von 880 MHz, und einmal bei einer Frequenz von 960 MHz eingezeichnet. Dargestellt ist jeweils die Co-Polarisation sowie die Kreuz-Polarisation. Fig. 5b zeigt das entsprechende Vertikaldiagramm für die beiden Polarisationen, wobei wiederum die Co-Polarisation und die Kreuz-Polarisation für Frequenzen von 880 MHz und 960 MHz eingezeichnet ist. Die beiden Diagramme zeigen die gute Symmetrie der beiden Polarisationen.

[0115] Fig. 6 zeigt drei Varianten einer kreuzförmigen

Metallstruktur. Diese unterscheiden sich im Hinblick auf die Ausgestaltung der Metallstruktur im Bereich der inneren Öffnung 14.

[0116] Die Varianten 002 und 003 zeigen jeweils ein Mittelelement 12, welches im Bereich der inneren Öffnung 14 angeordnet ist. Beide Mittelelemente sind auf Höhe der Arme der Metallstruktur angeordnet und verbinden die inneren Enden der Arme miteinander. Das Mittelelement 12 in der Version 002 bildet einen Rahmen für die innere Öffnung 14. Das Mittelelement 13 bei Version 003 ist dagegen kreuzförmig ausgeführt, und verbindet die inneren Enden der Arme über die innere Öffnung 14 hinweg. Bei der Version 001 ist dagegen kein Mittelelement vorgesehen.

[0117] In allen drei Versionen wird als kreuzförmige Metallstruktur eine Blechstruktur eingesetzt, welche aus einem oder mehreren gestanzten und gebogenen Blechteilen besteht. Die innere Öffnung 14 wird daher durch eine entsprechende Aussparung in der Blechstruktur gebildet. Bei den Mittelelementen 12 und 13 handelt es sich um auf diese Blechstruktur aufgesetzte leitende Elemente, insbesondere ebenfalls Blechstrukturen. Das Mittelelement kann kapazitiv und/oder galvanisch an die Blechstruktur angefügt werden. In einer alternativen Ausgestaltung wäre es denkbar, das Mittelelement in die Struktur zu integrieren.

[0118] Fig. 7a zeigt den S-Parameter der drei Varianten aus Fig. 6 in einen Smith-Chart, Fig. 7b die Absolutwerte des Fernfeldes in horizontaler und vertikaler Richtung. Wie Fig. 7a und 7b deutlich zeigen, haben alle drei Versionen ähnliche S-Parameter und Fernfeldeigenschaften. Dabei kann je nach der eingesetzten Umgebung und insbesondere bei einem Einsatz gemäß dem ersten Aspekt je nach der Umgebung durch erste Strahler die eine oder andere Version von Vorteil sein. Beispielsweise kann das Mittelelement zum Entkoppeln der ersten Strahler und/oder zum Formen des Fernfelddiagramms der ersten Strahler verwendet werden.

[0119] Fig. 8 zeigt drei weitere Varianten einer kreuzförmigen Metallstruktur. Bei der Version 001 wird die Mitte des Strahlers wieder freigelassen. Bei den Varianten 004 und 005 wird dagegen im Bereich der inneren Öffnung 14 ein Bodensegment 15 eingesetzt, welches die zwischen den Armen angeordneten Brücken miteinander verbindet. Dabei ist das Bodensegment 15 auf der untersten Ebene der Vertiefung angeordnet, und verläuft insbesondere kreuzförmig entlang der Diagonalen.

[0120] Bei der Variante 004 ist die kreuzförmige Metallstruktur des zweiten Strahlers gegenüber der Reflektorplatte 3 elektrisch isoliert angeordnet und steht mit dieser daher nicht leitend in Verbindung. Bei der Variante 005 erfolgt dagegen über das Bodensegment 15 ein Kurzschluss mit dem Reflektor im Bereich der Mitte des Strahlers. Der Kurzschluss mit dem Reflektor kann dabei beispielsweise über einen Sockel 16 erfolgen, welcher die Reflektorplatte 3 mit dem Bodensegment 15 verbindet.

[0121] Fig. 9a zeigt den S-Parameter in einem Smith-Diagramm und Fig. 9b zeigt die Absolutwerte des Fernfeldes in horizontaler und vertikaler Richtung, jeweils für die drei in Fig. 8 gezeigten Versionen. Alle Versionen haben dabei ähnliche S-Parameter und Fernfeldeigenschaften.

[0122] Je nach Umgebung und insbesondere bei Einsatz gemäß dem ersten Aspekt je nach Umgebung mit ersten Strahlern kann die eine oder andere Version daher von Vorteil sein. Dabei kann auch das Bodensegment beispielsweise zum Entkoppeln der ersten Strahler und/oder zum Formen des Fernfelddiagramms der ersten Strahler verwendet werden.

[0123] Die Speisung der kreuzförmigen Metallstruktur erfolgt wie bereits oben kurz beschrieben wie bei einer Patch-Antenne. Der erfindungsgemäße zweite Strahler unterscheidet sich von einer üblichen Patch-Antenne jedoch im Hinblick auf die Form des Strahlers, und insbesondere im Hinblick auf die kreuzförmige Metallstruktur mit Einkerbung und/oder Vertiefung im Speisebereich. Weiterhin unterscheidet sich die Version 005 auch durch den Kurzschluss zum Reflektor deutlich von einer üblichen Patch-Antenne.

[0124] Wie bereits oben dargestellt erfolgt die Speisung der kreuzförmigen Struktur 2 im Bereich ihrer Diagonalen, d.h. im Bereich der die Arme verbindenden Brücken 8. Insbesondere erfolgt die Speisung dabei im Bereich der entlang der Diagonalen verlaufenden Schlitze 9 bzw. der diese Schlitze überbrückenden Stege 10.

[0125] Fig. 10 zeigt mögliche Ausführungsbeispiele einer solchen Speisung. Wie in Fig. 10 dargestellt, existieren vier mögliche Speisepunkte 1 bis 4. Die einander diagonal gegenüberliegenden Speisepunkte 1 und 3 bzw. 2 und 4 entsprechen dabei jeweils der gleichen Polarisation des Strahlers und können daher alternativ oder gemeinsam zur Speisung dieser Polarisation eingesetzt werden.

[0126] Die Speisung im Ausführungsbeispiel erfolgt über Koaxialkabel 17. Der Außenleiter 18 der Koaxialkabel 17 steht dabei mit der Reflektorplatte 3 elektrisch in Verbindung, der Innenleiter 19 dagegen mit dem Speisepunkt der kreuzförmigen Metallstruktur. Bei dem in Fig. 10 gezeigten Ausführungsbeispiel steht der Innenleiter 19 des Koaxialkabels dabei galvanisch mit einem Steg 10 in Verbindung. Die Speisung kann jedoch auch anders erfolgen, beispielsweise durch eine kapazitive Kopplung und/oder durch einen Übergang von Koaxkabel auf Leiterplatte, wobei die Leiterplatte kapazitiv oder galvanisch mit den Strahlern verbunden ist. Insbesondere für die zweiten Strahler sind auch aperturgekoppelte Patches denkbar, wobei die Speisung asymmetrisch oder symmetrisch erfolgen kann, beispielsweise durch zwei orthogonale Schlitze.

[0127] Fig. 11 zeigt drei mögliche Varianten der Speisung der beiden Polarisationen über die vier zur Auswahl stehenden Speisepunkte.

[0128] Links in Fig. 11 ist eine asymmetrische Speisung dargestellt, bei welcher lediglich die beiden Speisepunkte 1 und 2 als Ports dienen, während die Speise-

punkte 3 und 4 ungenutzt bleiben. Der Vorteil dieser Ausgestaltung liegt in einer geringen Komplexität und in einem geringen Materialaufwand. Allerdings ergibt sich so nur eine moderate Feldsymmetrie und geringere Portentkopplung.

[0129] Die mittlere Darstellung in Fig. 11 zeigt eine symmetrische Speisung, bei welcher die beiden Speisepunkte 2 und 4 bzw. 1 und 3 seriell miteinander verbunden sind und daher gemeinsam als Port P2 bzw. P1 genutzt werden. Der Vorteil einer solchen Ausgestaltung liegt in der hohen Feldsymmetrie und guten Portentkopplung. Die Ausgestaltung ist jedoch relativ schmalbandig, da die serielle Verbindung dazu führt, dass die Speisepunkte 1 und 3 bzw. 2 und 4 nur bei einer Frequenz exakt die gleiche Phase haben.

[0130] Rechts in Fig. 11 ist eine symmetrische Parallelspeisung dargestellt. Dabei werden die Ports 1 und 3 bzw. 2 und 4 jeweils parallel geschaltet und als Port P1 bzw. P2 genutzt. Hierdurch werden die bei einer Seriellspeisung vorhandenen Probleme mit der Schmalbandigkeit vermieden, und dennoch eine gute Feldsymmetrie und Portentkopplung erreicht. Allerdings ist diese Ausgestaltung auch mit erhöhter Komplexität und/oder einem erhöhten Materialaufwand verbunden.

[0131] Die serielle bzw. parallele Anbindung der Speisepunkte erfolgt bevorzugt über ein Verteilnetzwerk. Dieses kann beispielsweise durch Koaxialkabel mit entsprechenden Verbindern zwischen den einzelnen Abschnitten der Koaxialleitungen realisiert werden. Es sind jedoch auch andere Ausgestaltungen eines Speisenetzwerkes denkbar.

[0132] Fig. 12 zeigt nun eine mögliche konstruktive Ausgestaltung der Speisung in drei Varianten. Version 001 zeigt noch einmal die Speisung, wie sie in Fig. 10 zum Einsatz kommt. Dabei ist der Außenleiter 18 mit der Reflektorplatte 3 gekoppelt, der Innenleiter 19 mit dem Steg 10. Die Kopplung erfolgt dabei jeweils galvanisch.

[0133] In der Version 002 ist die Kopplung zwischen dem Innenleiter 19 und der Metallstruktur dagegen kapazitiv. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind keine Stege 10 vorgesehen, sondern nur die Schlitze 9. Die kapazitive Kopplung erfolgt nun im Bereich der Schlitze 9 über Kopplungselemente 26, welche elektrisch mit den Enden der Innenleiter 19 in Verbindung stehen und mit einem nur geringen Abstand zu den beiden den Schlitz 9 begrenzenden Elementen der kreuzförmigen Metallstruktur angeordnet sind. Die Kopplung erfolgt daher im Bereich der Absenkung. Weiterhin sind zusätzliche seitliche Schlitze 27 im Bereich der Absenkung vorgesehen. Durch eine solche Ausgestaltung kann beispielsweise die Entkopplung zwischen den Ports beeinflusst werden.

[0134] Bei der Version 003 wird eine Leiterplatte 28 eingesetzt, welche zwischen dem Strahler und dem Reflektor angebracht ist. Figur 12 zeigt dabei lediglich einen Teilbereich der kreuzförmigen Metallstruktur 2, während die übrigen Teile der kreuzförmigen Metallstruktur und der Reflektor ausgeblendet sind. Die Leiterplatte kann beispielsweise über Spreiznieten mit dem Reflektor verbunden werden. Dabei steht der Außenleiter 18 des Koaxialkabels mit einem metallisierten Bereich 29 der Leiterplatte elektrisch in Verbindung, welcher wiederum die elektrische Verbindung mit dem Reflektor herstellt. Der Innenleiter 19 koppelt an die kreuzförmige Struktur, beispielsweise im Bereich der Stege 10. Die Leiterplatte 28 weist dabei einen weiteren metallisierten Bereich 30 auf, welcher kapazitiv oder galvanisch mit der kreuzförmigen Metallstruktur in Verbindung steht. Die Kopplung des Innenleiters 19 kann dabei unmittelbar mit der Metallstruktur, oder über die Metallisierung 30 erfolgen. Die Verbindung des Außenleiters 18 mit dem Reflektor über die Leiterplatte erfolgt bevorzugt kapazitiv.

[0135] Die Leiterplatte hat den Vorteil, dass ein Teil der Anpassung auf der Leiterplatte erfolgen kann.

[0136] Eine kreuzförmige Metallstruktur, wie sie anhand der Fig. 2 bis 12 näher beschrieben wurde, kann zum einen für sich genommen gemäß dem zweiten Aspekt als Strahler eingesetzt werden, insbesondere als Low-Band Strahler.

[0137] Gemäß dem ersten Aspekt wird die kreuzförmige Metallstruktur jedoch bevorzugt durch Teile der Reflektorumgebung von ersten Strahlern, welche den durch die kreuzförmige Metallstruktur gebildeten zweiten Strahler umgeben, gebildet. Alle Merkmale der kreuzförmigen Metallstruktur, welche für eine Antenne gemäß dem zweiten Aspekt beschrieben wurden, können daher auch für die zweiten Strahler einer Antenne gemäß dem ersten Aspekt eingesetzt werden.

[0138] Im Folgenden werden bevorzugte Merkmale des ersten Aspektes der vorliegenden Erfindung, welche in Kombination, aber auch unabhängig von dem zweiten Aspekt zum Einsatz kommen können, nun detaillierter erläutert.

[0139] Kernpunkt des ersten Aspektes der vorliegenden Erfindung ist es, dass die Reflektorumgebung eines ersten Strahlers zumindest zum Teil angeregt und als Teil eines zweiten Strahlers verwendet wird. Insbesondere kann es sich bei dem ersten Strahler dabei um einen Highband-Strahler handeln, bei dem zweiten Strahler um einen Lowband-Strahler.

[0140] Ein charakteristisches Merkmal ist die Absenkung der Reflektorumgebung der ersten Strahler in einer der beiden Polarisationsebenen der ersten Strahler, und/oder die Speisung des zweiten Strahlers im Bereich dieser Polarisationsebenen.

[0141] Die Absenkung vergrößert den Metallabstand zwischen den Teilen der ersten Strahler, welche die erste Polarisation bilden, und der Reflektorumgebung, und führt so zu einer ähnlichen Abstrahlung zwischen der ersten Polarisation und der zweiten Polarisation des ersten Strahlers.

[0142] Bevorzugt wird die Reflektorumgebung der ersten Strahler und/oder der zweite Strahler aus Blechteilen hergestellt. Alle Elemente können dabei aus einem Teil gestanzt und gebogen werden, oder aus mehreren Teilen bestehen und kapazitiv und/oder galvanisch gekoppelt werden. Insbesondere ist eine kapazitive Kopplung

durch Überlappung denkbar.

[0143] Fig. 13 zeigt nun ein Ausführungsbeispiel eines ersten Strahlers 1 mit seiner Reflektorumgebung, welche gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung zumindest zum Teil als Bestandteil des zweiten Strahlers zum Einsatz kommt.

[0144] Bei den ersten Strahlern handelt es sich im Ausführungsbeispiel um dual-polarisierte Dipolstrahler aus einem ersten Dipol 31 und einem zweiten Dipol 32. Der erste Dipol 31 wird durch die beiden Dipolelemente 67 und 68 gebildet, der hierzu orthogonal angeordnete zweite Dipol 32 durch die beiden Dipolelemente 65 und 66. Die Dipolelemente erstrecken sich jeweils in einer Ebene parallel zur Reflektorplatte 3 und werden über den Sockel in einem gewissen Abstand zu dieser Reflektorplatte gehalten. Der Sockel umfasst dabei eine Symmetrierung mit Tragelementen 69, welche durch Schlitze 70 voneinander getrennt sind und von welchen jedes eines der Dipolelemente 67 und 68 trägt.

[0145] Im Ausführungsbeispiel weist der dual-polarisierte Dipol eine quadratische Grundfläche auf, wobei die beiden Dipole bzw. deren Polarisationen entlang der diagonalen des Quadrats verlaufen. Die vorliegende Erfindung ist jedoch auch mit anders ausgestalteten ersten Strahlern und insbesondere mit anders gestalteten dual-polarisierten Dipolstrahlern als ersten Strahlern denkbar. Bspw. kann der Dipolkopf der ersten Strahler anstatt quadratisch auch rund sein oder eine Kreuzform haben oder anstatt geschlossener Enden offene Enden aufweisen.

[0146] Die Reflektorumgebung des ersten Strahlers 1 besteht aus zwei L-förmigen Strukturen 33 und 34. Diese sind gegenüber der in Fig. 13 nicht dargestellten Reflektorplatte erhaben ausgeführt, und bilden einen Reflektorrahmen für den ersten Dipol.

[0147] Jede der beiden L-förmigen Strukturen umfasst zwei Schenkel 4 und 5, welche jeweils eine Seite des Reflektorrahmens bilden. Die beiden Polarisationen des ersten Strahlers erstrecken sich dabei entlang der Diagonalen des durch die L-förmigen Strukturen 33 und 34 gebildeten Reflektorrahmens. Im Ausführungsbeispiel erstrecken sich hierfür die Schenkel 4 und 5 der beiden L-förmigen Strukturen 33 und 34 jeweils parallel zu einer Seitenkante der quadratischen Grundform des ersten Strahlers 1.

[0148] Die beiden L-förmigen Strukturen 33 und 34 bilden keinen geschlossenen Reflektorrahmen. Vielmehr verbleibt zwischen den Enden der sich jeweils gegenüberliegenden Schenkel der L-förmigen Strukturen ein Zwischenraum 60. Der Reflektorrahmen ist daher entlang der ersten Diagonale offen. Entlang dieser Diagonale erstreckt sich die erste Polarisationsebene des ersten Strahlers, welche im Ausführungsbeispiel durch den ersten Dipol 31 erzeugt wird.

[0149] Im Bereich ihrer Scheitel weisen die L-förmigen Strukturen 33 und 34 jeweils eine Absenkung 8 auf. Die Absenkung befindet sich damit im Bereich der zweiten Diagonalen, entlang welcher die zweite Polarisation des ersten Strahlers verläuft, welche im Ausführungsbeispiel durch den zweiten Dipol 32 erzeugt wird.

[0150] Diese Ausgestaltung hat zur Folge, dass beide Polarisationen des ersten Strahlers 1 in etwa die gleiche Metallumgebung bzw. den gleichen Metallabstand zwischen dem Dipolkopf und der Umgebung sehen. Die erste Polarisation, welche durch den ersten Dipol 31 gebildet wird, sieht dabei den Reflektorboden. Die zweite Polarisation 32 sieht durch die Absenkung 8 eine ähnliche Umgebung.

[0151] Die L-förmigen Strukturen 33 und 34 reichen im Ausführungsbeispiel im Bereich ihrer Scheitel nicht bis an den Scheitelpunkt heran. Vielmehr enden die Schenkel der L-förmigen Strukturen 33 und 34 vor dem Scheitelpunkt und werden durch Brücken 8, welche die Absenkung bilden, verbunden, die in einem gewissen Abstand zum Scheitelpunkt verlaufen.

[0152] Die Absenkung muss keine bestimmte Form haben. Die Absenkung kann beispielsweise durch eine Einkerbung gebildet werden. Diese kann statt eines trichter- oder V-förmigen Querschnitts auch einen runden Querschnitt haben.

[0153] Die Relation zwischen den Polarisationsebenen und der Metallumgebung ist noch einmal in Fig. 14 schematisch dargestellt. Die erste Polarisationsebene 36, welche der durch den ersten Dipol 31 erzeugten+45 Grad Polarisation entspricht, sieht auf Grund des Zwischenraums 60 zwischen den L-förmigen Strukturen 33 und 34 die Reflektorplatte 30. Die zweite Polarisationsebene 35, welche der durch den zweiten Dipol 32 erzeugten -45 Grad Polarisation entspricht, sieht die Absenkung 8 im Bereich der L-förmigen Strukturen.

[0154] Wie das Ausführungsbeispiel zeigt, ist für die Ausgestaltung der L-förmigen Strukturen im Wesentlichen die Anordnung der beiden Schenkel 4 und 5, der Zwischenraum zwischen den L-förmigen Strukturen sowie die Absenkung im Bereich des Scheitels relevant.

[0155] Im Bereich des Scheitels werden die beiden Schenkel 4 und 5 dabei über eine Brücke 8 miteinander verbunden. Die Brücke 8 weist die Absenkung auf. Bevorzugt beträgt das Verhältnis zwischen der Breite der Brücke bzw. der Absenkung 8 senkrecht zur Diagonalen und der Breite des Zwischenraums 60 senkrecht zu der diesbezüglichen Diagonalen zwischen 1 zu 3 und 3 zu 1, weiter bevorzugt zwischen 1 zu 2 und 2 zu 1, weiter bevorzugt zwischen 1 zu 1,5 und 1,5 zu 1.

[0156] Fig. 15 zeigt nun eine Antenne gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung, welche aus vier ersten Strahlern und deren Reflektorumgebung, wie sie dem Grundsatz nach in Fig. 14 gezeigt sind, gebildet wird. Die jeweils innenliegenden L-förmigen Strukturen 34 der vier ersten Strahler bilden dabei gemeinsam eine kreuzförmige Metallstruktur des zweiten Strahlers.

[0157] In Fig. 15 kommt für die L-förmigen Metallstrukturen, welche den zweiten Strahler bilden, eine etwas andere geometrische Ausgestaltung als in Fig. 14 zum Einsatz.

[0158] Insbesondere ist das Ende der Schenkel der L-förmigen Metallstruktur hier rechteckig, während es in

Fig. 14 spitz ausgestaltet ist. Beide Varianten sind gleichwertig.

[0159] In Fig. 15 sind links nur die ersten Dipole 31 für die +45 Grad Polarisation eingezeichnet, rechts nur die zweiten Dipole 32 für die -45 Grad Polarisation. Wie in Fig. 15 deutlich erkennbar, sehen jeweils zwei der vier Dipole gleicher Polarisation die Zwischenräume 60, und zwei der vier Dipole die Absenkung 8 der sie umgebenden Reflektorumgebung.

[0160] Bei den in Fig. 13 und 15 dargestellten Ausführungsbeispielen sind die Schenkel 4 und 5 der L-förmigen Strukturen jeweils als parallel zur Reflektorebene verlaufende Platten ausgestaltet, und die diese verbindenden Brücken 8 als Absenkungen.

[0161] Bei den in Fig. 16 dargestellten Ausführungsbeispielen weisen die Arme zusätzlich in vertikaler Richtung verlaufende Rahmenelemente 37 auf.

[0162] Bei dem links in Fig. 16 dargestellten Ausführungsbeispiel verlaufen die Rahmenelemente 37 lediglich im Bereich der Schenkel, nicht dagegen im Bereich der Scheitel der L-förmigen Strukturen.

[0163] Die Rahmenelemente können jedoch, wie rechts dargestellt, auch im Bereich des Scheitels verlaufen. Im Hinblick auf den zweiten Strahler, welcher durch die zwischen den vier ersten Strahlern angeordneten L-förmigen Strukturen gebildet wird, können die Rahmenelemente dabei über die Ausnehmung 14 hinaus verbunden werden, und beispielsweise ein durchgehendes Kreuz bilden. Der innere Teil der Rahmenelemente entspricht damit einem bereits oben beschriebenen Mittelelement.

[0164] Werden die ersten Strahler nicht in einen größeren Array eingesetzt, bei welchem auch die äußeren L-förmigen Strukturen als zweite Strahler dienen, können die jeweiligen Rahmenelemente 37 zu einem größeren Rahmen 38 verbunden sein.

[0165] Fig. 17 zeigt eine weitere Variante einer erfindungsgemäßen Antenne gemäß dem ersten Aspekt, bei welcher die L-förmigen Strukturen, welche den zweiten Strahler bilden, der Ausgestaltung in Fig. 16 entsprechen. Insbesondere verlaufen die Rahmenelemente 37 dabei nicht durch die Mitte des zweiten Strahlers, sondern lediglich im Bereich der Schenkel der L-förmigen Strukturen bzw. der Arme der kreuzförmigen Struktur.

[0166] Besonders interessant ist die vorliegende Erfindung für den Aufbau von Mehrspaltenantennen, bei welchen eine Antenne gemäß dem ersten Aspekt als Grundelement dient. Bevorzugt weisen die ersten Strahler dabei innerhalb der Gruppenantenne ein Einzelstrahlerabstand zwischen 0,5 λ und 0,7 λ auf, welcher für die Beamforming- und/oder MIMO-Anwendungen besonders gut geeignet ist.

[0167] Fig. 17 zeigt ein mögliches Grundelement einer solchen Gruppenantenne. Das Grundelement weist dabei vier erste Strahler 1 auf, welche als Highband-Strahler dienen, sowie einen zweiten Strahler 2, welcher als Lowband-Strahler dient.

[0168] Die Highband-Strahler werden dabei im Ausführungsbeispiel in einem Frequenzband zwischen 1710 MHz und 2690 MHz betrieben werden, die Lowband-Strahler in einem Frequenzband zwischen 880 MHz und 960 MHz. Bevorzugt weisen die jeweiligen Strahler hierfür Resonanzfrequenzbereiche auf, welche diese Frequenzbänder umfassen. Sämtliche Strahler sind dabei jeweils dual-polarisierte X-Polstrahler.

[0169] Die erfindungsgemäße Lösung hat den Vorteil, dass die ersten Strahler sehr nah nebeneinander angeordnet werden können. Insbesondere weisen die ersten Strahler einen Abstand L_4 zwischen 0,3 und 1,0 λ, bevorzugt zwischen 0,4 und 0,8 λ, weiter bevorzugt zwischen 0,5 und 0,7 λ auf, wobei es sich bei λ um die Wellenlänge der Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereiches der ersten Strahler handelt.

[0170] Im Ausführungsbeispiel würde es sich bei λ beispielsweise um die Wellenlänge bei 920 MHz handeln. Die Länge L_4 von 115 mm entspricht dabei ca. 0,5 λ.

[0171] Weiterhin bevorzugt gelten die gleichen Verhältnisse nicht nur für den Abstand der ersten Strahler innerhalb des Grundelementes, sondern auch für den Abstand zwischen benachbarten ersten Strahlern benachbarter erster Grundelemente. Im Ausführungsbeispiel beträgt die Seitenlänge L_5 des Grundelementes daher das Doppelte des Abstandes L_4 zwischen zwei ersten Strahlern.

[0172] Das in Fig. 17 dargestellte Grundelement dient als Grundelement für eine Gruppenantenne mit einer geplanten Wiederholung in y-Richtung, d.h. für eine Einspaltenantenne bzgl. der Grundelemente.

[0173] Das in Fig. 17 dargestellte Ausführungsbeispiel eines Grundelementes weist zwei Rahmenelemente 38 und 40 auf, welche sich in y-Richtung erstrecken. Das innere Rahmenelement 38 dient dabei als Reflektorrahmen für die ersten Strahler, und sorgt für eine Halbwärtsbreite von 65 Grad für die ersten Strahler. Das äußere Rahmenelement 40 dient dagegen als Reflektor für den zweiten Strahler, und sorgt hier für eine Halbwärtsbreite von 65 Grad.

[0174] Mögliche Variationen einer Antenne gemäß dem ersten Aspekt werden im Folgenden noch näher beschrieben.

[0175] Die Bandbreite des zweiten, als Lowband-Strahler dienenden Strahlers erhöht sich mit dem Abstand der Arme der kreuzförmigen Metallstruktur über der Reflektorplatte. Hierdurch nimmt jedoch auch die Symmetrie zwischen der ersten Polarisation und der zweiten Polarisation der ersten Strahler ab, da hierdurch der Abstand zwischen der kreuzförmigen Metallstruktur und dem entsprechenden Dipol verringert wird. Falls daher für die ersten Strahler für beide Polarisationen eine ähnliche Strahlungscharakeristik angestrebt wird, muss ein Kompromiss zwischen der Bandbreite der zweiten Strahler und der Feldsymmetrie der ersten Strahler eingegangen werden.

[0176] Wie in Fig. 18 dargestellt, kann hierfür die Höhe des Sockels der ersten Strahler verändert werden. Links in Fig. 18 ist ein niedriger Sockel 41 gezeigt, und dem-

entsprechend eine erste Reflektorumgebung 37 mit einem relativ niedrigen Abstand zur Reflektorebene und damit geringer Bandbreite. Rechts in Fig. 18 ist dagegen ein erster Strahler mit einem höheren Sockel 42 gezeigt, so dass auch die Höhe der Reflektorumgebung 37' und ihr Abstand von der Reflektorplatte vergrößert werden kann, um die Bandbreite des zweiten Strahlers zu erhöhen.

[0177] Die Halbwertsbreite und der Gewinn der ersten Strahler hängt insbesondere von der Form der Reflektorumgebung der ersten Strahler und damit der Form der zweiten Strahler ab, welche durch diese gebildet werden.

[0178] Fig. 19 zeigt mehrere Varianten mit unterschiedlichen Formen der L-förmigen Strukturen der Reflektorumgebung der ersten Strahler und damit der Form der zweiten Strahler. Links in Fig. 19 sind vertikal verlaufende Rahmenelemente 37" vorgesehen, welche sich entlang der Schenkel der L-förmigen Strukturen bzw. der Arme der kreuzförmigen Struktur des zweiten Strahlers erstrecken, den Bereich der Diagonalen jedoch aussparen. Bei der Ausgestaltung rechts oben in Fig. 19 sind die Rahmenelemente über die innere Aussparung 14 des zweiten Strahlers hinweg miteinander verbunden. Bei der Ausgestaltung rechts unten in Fig. 19 ist ein zusätzlicher Rahmen 38 vorgesehen, welcher als Reflektorrahmen für den zweiten Strahler dient.

[0179] Die vorliegende Erfindung gemäß dem ersten Aspekt eignet sich besonders gut für Gruppenantennen mit mehreren Spalten und Reihen an ersten Strahlern. Insbesondere wenn mindestens vier Spalten oder Reihen von ersten Strahlern eingesetzt werden, kann die gesamte Reflektorumgebung der innen angeordneten ersten Strahler als zweite Strahler genutzt werden. Hierbei ist es zudem möglich, innerhalb der Gruppenantenne unterschiedliche zweite Strahler einzusetzen, und insbesondere zweite Strahler mit unterschiedlichen Resonanzfrequenzbereichen.

[0180] Fig. 20 zeigt rechts einen ersten Strahler 1 mit seiner Reflektorumgebung, und links diese Reflektorumgebung noch einmal separat. Die Reflektorumgebung besteht wieder aus zwei L-förmigen Strukturen 43 und 44. Die beiden L-förmigen Strukturen weisen eine unterschiedliche Schenkellänge auf, und dienen als Bestandteile von zweiten Strahlern mit einem unterschiedlichen Resonanzfrequenzbereichen.

[0181] Im Ausführungsführungsbeispiel dient der erste Strahler 1 als Highband-Strahler für ein Frequenzband zwischen 1695 und 2690 MHz, die erste L-förmige Metallstruktur 43 als Teil eines zweiten Strahlers, welcher als Lowband-Strahler für ein Frequenzband zwischen 1427 und 1518 MHz dient, und die zweite L-förmige Metallstruktur 44 als Bestandteil eines zweiten Strahlers, welcher als Lowband-Strahler für ein Frequenzband zwischen 824 und 880 MHz oder zwischen 880 und 960 MHz dient. Die jeweiligen niedrigsten Resonanzfrequenzbereiche der ersten und zweiten Strahler umfassen dabei bevorzugt die jeweils angegebenen Frequenzbänder.

[0182] Fig. 21 zeigt nun ein Ausführungsbeispiel für eine Gruppenantenne, bei welcher die in Fig. 20 dargestellten Reflektorumgebungen der ersten Strahler zum Einsatz kommen. In Fig. 21 sind die ersten Strahler zur besseren Übersicht nicht dargestellt, in Fig. 22 und 23 ist dagegen die gesamte Gruppenantenne inklusive erster Strahler gezeigt.

[0183] Die ersten Strahler 1 sind im Ausführungsbeispiel in vier Spalten 49 angeordnet. Die im Inneren der Gruppenantenne liegenden Teile der Reflektorumgebung der ersten Strahler bilden zweite Strahler. Dabei bilden jeweils die L-förmigen Strukturen von vier in einem Rechteck angeordneten ersten Strahlern einen zweiten Strahler. Daher weist die Gruppenantenne drei Spalten von zweiten Strahlern auf, welche jeweils zwischen den Spalten an ersten Strahlern angeordnet sind.

[0184] Dies ist in Fig. 22 und 23 verdeutlicht. Dabei sind vier Spalten 49 von ersten Strahlern 1, welche jeweils in Reihen 48 zu vier Strahlern angeordnet sind, vorgesehen. Zwischen den Spalten 49 von ersten Strahlern sind Spalten 50, 51 und 52 mit zweiten Strahlern vorgesehen. Die beiden äußeren Spalten 50 und 52 weisen jeweils zweite Strahler auf, welche in einer Reihe 53 nebeneinander angeordnet sind. Die zweiten Strahlern der mittleren Spalte 51 sind dagegen versetzt gegenüber den zweiten Strahlern der äußeren Spalten 50 und 52 angeordnet. Hier liegt daher jeweils eine Reihe 54 mit nur einem zweiten Strahler vor.

[0185] Die zweiten Strahler 45 der Spalte 52 werden jeweils durch vier L-förmige Strukturen 44 gebildet, die zweiten Strahler 46 der mittleren Spalte 51 durch vier L-förmige Strukturen 43, und die zweiten Strahler 47 der Spalte 50 durch vier L-förmige Strukturen 44, jedoch mit anderer Schenkellänge.

[0186] Insgesamt weist die Gruppenantenne damit in dem Ausführungsbeispiel drei unterschiedliche zweite Strahlertypen auf, welche für drei unterschiedliche Frequenzbereiche eingesetzt werden, und zwar im Ausführungsbeispiel die Strahler 45 für den Frequenzbereich zwischen 824 und 880 MHz, die Strahler 46 für den Frequenzbereich zwischen 1427 und 1518 MHz, und die Strahler 47 für den Frequenzbereich zwischen 880 und 960 MHz.

[0187] Selbstverständlich könnte die in Fig. 21 bis 23 gezeigte Gruppenantenne auch um weitere Spalten und/oder Reihen erweitert werden. Weiterhin könnte die Gruppenantenne auch mit lauter identischen zweiten Strahlern oder mit nur zwei unterschiedlichen Typen an zweiten Strahlern ausgestaltet werden.

[0188] Im Ausführungsbeispiel wurde eine Gruppenanordnung mit 100mm Abstand zwischen den ersten Strahlern und 200mm zwischen den zweiten Strahlern gewählt.

Patentansprüche

1. Mobilfunk-Antenne mit einer Mehrzahl von ersten

Strahlern und mindestens einem zweiten Strahler, welche auf einer gemeinsamen Reflektorebene angeordnet sind, wobei die ersten Strahler jeweils eine gegenüber der Reflektorebene erhabene Reflektorumgebung aufweisen,
dadurch gekennzeichnet,
dass der zweite Strahler zwischen mehreren ersten Strahlern angeordnet ist und durch Teile der jeweiligen Reflektorumgebung der ihn umgebenden ersten Strahler gebildet wird.

2. Mobilfunk-Antenne nach Anspruch 1, wobei es sich bei den ersten Strahlern um Highband-Strahler und bei dem zweiten Strahler um einen Lowband-Strahler handelt, und/oder wobei die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung sich zumindest teilweise in einer Ebene erstrecken, welche quer zu einer Normalen auf die Reflektorebene und bevorzugt im wesentlichen parallel zur Reflektorebene verläuft, und/oder wobei in Seitenansicht die ersten Strahler höher über der Reflektorebene angeordnet sind als Teile der den zweiten Strahler bildenden Reflektorumgebung, insbesondere höher als die sich parallel zur Reflektorebene erstreckenden Teile der den zweiten Strahler bildenden Reflektorumgebung, und/oder wobei die Reflektorumgebung der ersten Strahler einen Reflektorrahmen für den ersten Strahler bildet.

3. Mobilfunk-Antenne nach Anspruch 1 oder 2, wobei der zweite Strahler zwischen vier in einem Rechteck, insbesondere einem Quadrat, angeordneten ersten Strahlern angeordnet ist, wobei bevorzugt die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung der ersten Strahler sich aus dem durch die Mittelpunkte der vier ersten Strahler gebildeten Rechteck heraus erstrecken, und/oder wobei bevorzugt der zweite Strahler eine und weiter bevorzugt zwei Symmetrieachsen aufweist, welche sich parallel zu den Seiten des Rechtecks erstrecken,
und/oder wobei der durch Teile der jeweiligen Reflektorumgebung der ihn umgebenden ersten Strahler gebildete zweite Strahler eine kreuzförmige Metallstruktur umfasst, welche zwischen vier in einem Rechteck, insbesondere einem Quadrat, angeordneten ersten Strahlern angeordnet ist, wobei bevorzugt der Mittelpunkt der kreuzförmigen Metallstruktur im Mittelpunkt des Rechtecks, insbesondere des Quadrats, angeordnet ist und/oder wobei sich bevorzugt die Arme der kreuzförmigen Metallstruktur jeweils zwischen zwei erste Strahler erstrecken,
und/oder wobei zwischen den jeweiligen Teilen der Reflektorumgebung der ersten Strahler, welche einen zweiten Strahler bilden, und dem jeweiligen ersten Strahler keine weitere über die Reflektorebene erhabene Reflektorumgebung und/oder Metallstruktur vorgesehen ist.

4. Mobilfunk-Antenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Reflektorumgebung eines jeden ersten Strahlers eine erste und eine zweite Metallstruktur umfasst, welche sich bezüglich des ersten Strahlers gegenüberliegen und durch einen Zwischenraum voneinander getrennt sind, wobei die erste und die zweite Metallstruktur bevorzugt einen Reflektorrahmen für den ersten Strahler bilden,
wobei bevorzugt die zwischen vier in einem Rechteck, insbesondere einem Quadrat, angeordneten ersten Strahlern vorgesehenen ersten oder zweiten Metallstrukturen gemeinsam eine Metallstruktur eines zweiten Strahlers bilden,
und/oder wobei bevorzugt die erste und die zweite Metallstruktur jeweils eine L-Form aufweisen, und bevorzugt in Form eines Rechtecks, insbesondere eines Quadrats um den ersten Strahler angeordnet sind, und/oder weiter bevorzugt die Schenkel von vier L-förmigen ersten oder zweiten Metallstrukturen zusammen eine kreuzförmige Metallstruktur eines zweiten Strahlers bilden.

5. Mobilfunk-Antenne nach Anspruch 4, wobei eine erste Polarisationsebene des ersten Strahlers entlang des Zwischenraums zwischen der ersten und der zweiten Metallstruktur verläuft, wobei der erste Strahler bevorzugt eine zweite, orthogonale Polarisationsebene aufweist, welche bevorzugt mittig durch die erste und die zweite Metallstruktur verläuft und bevorzugt eine Symmetrieachse der ersten und der zweiten Metallstruktur bildet,
wobei bevorzugt die erste und die zweite Metallstruktur jeweils eine L-Form aufweisen und in Form eines Rechtecks, insbesondere eines Quadrats, um den ersten Strahler angeordnet sind, wobei die erste Polarisationsebene diagonal zwischen den beiden L-förmigen Metallstrukturen verläuft und die zweite, orthogonale Polarisationsebene bevorzugt durch den Scheitel der beiden L-förmigen Metallstrukturen verläuft.

6. Mobilfunk-Antenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche und insbesondere nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Reflektorumgebung der ersten Strahler im Bereich einer Polarisationsebene des jeweiligen ersten Strahlers und/oder im Bereich der Diagonalen eines durch die Mittelpunkte der ersten Strahler gebildeten Rechtecks eine Absenkung aufweist, wobei die Absenkung bevorzugt entlang der Polarisationsebene und/oder Diagonale verläuft, und/oder wobei die kreuzförmige Metallstruktur im Bereich ihrer Diagonalen jeweils eine Absenkung aufweist und/oder wobei die erste und die zweite L-förmige Metallstruktur im Bereich ihrer Diagonalen jeweils eine Absenkung aufweisen, wobei die Absenkung bevorzugt in einer Polarisationsebene eines ersten Strahlers angeordnet ist und bevorzugt entlang der Polarisationsebene verläuft,

und/oder wobei die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung der ersten Strahler im Bereich der Diagonalen eines durch die Mittelpunkte der ersten Strahler gebildeten Rechtecks und/oder im Bereich der Diagonale der den zweiten Strahler bildenden kreuzförmigen Metallstruktur gespeist wird und/oder im Bereich ihrer Diagonalen Schlitze aufweist, welche bevorzugt entlang der Diagonalen verlaufen und/oder durch Stege überbrückt werden, und/oder wobei die kreuzförmige Metallstruktur des zweiten Strahlers im Bereich ihrer Diagonalen gespeist wird und/oder im Bereich ihrer Diagonalen Schlitze aufweist, welche bevorzugt entlang der Diagonalen verlaufen und/oder durch Stege überbrückt werden,
und/oder wobei die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung der ersten Strahler und insbesondere die kreuzförmige Metallstruktur in ihrem Zentrum eine Öffnung aufweist, wobei im Bereich der Öffnung ggf. eine Anpassungsstruktur vorgesehen ist.

7. Mobilfunk-Antenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche und insbesondere nach Anspruch 3 oder 4, wobei die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung der ersten Strahler und insbesondere die kreuzförmige Metallstruktur und/oder die erste und die zweite L-förmige Metallstruktur aus einem oder mehreren Blechteilen bestehen, wobei bevorzugt die kreuzförmige Metallstruktur ein einstückiges oder mehrstückiges aus Blech gestanztes und gefaltetes Grundelement aufweist, welches vier L-förmige Metallstrukturen vereint,
und/oder wobei die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung der ersten Strahler und insbesondere die kreuzförmige Metallstruktur und/oder die erste und die zweite L-förmige Metallstruktur Bereiche umfassen, welche parallel zur Reflektorebene verlaufen, wobei diese Bereiche bevorzugt parallel zu den Seiten eines durch die Mittelpunkte der ersten Strahler gebildeten Rechtecks und/oder im Bereich der Schenkel der kreuzförmigen Metallstruktur und/oder der ersten und der zweiten L-förmige Metallstruktur verlaufen,
und/oder wobei die den zweiten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung der ersten Strahler und insbesondere die kreuzförmige Metallstruktur und/oder die erste und die zweite L-förmige Metallstruktur senkrecht zur Reflektorebene verlaufende Rahmenelemente aufweisen, welche einen vertikalen Reflektorrahmen für die ersten Strahler bilden.

8. Mobilfunk-Antenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die ersten Strahler Dipolstrahler sind, insbesondere dual-polarisierte Dipolstrahler, insbesondere dual-polarisierte Kreuz-Dipole, wobei die Dipolelemente der Dipolstrahler bevorzugt über einen Sockel auf einem gemeinsamen Reflektor angeordnet sind und weiter bevorzugt einen größeren Abstand zum Reflektor aufweisen als die den ersten Strahler bildenden Teile der Reflektorumgebung, und/oder wobei der zweite Strahler als Patch-Antenne gespeist wird und/oder ein dual-polarisierter Strahler ist, wobei die Polarisationsebenen des zweiten Strahlers bevorzugt entlang der Diagonalen der kreuzförmigen Metallstruktur und/oder des durch die ersten Strahler gebildeten Rechtecks verlaufen.

9. Mobilfunk-Antenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die ersten Strahler einen Einzelstrahlerabstand von 0,5 λ bis 0,7 λ aufweisen, wobei es sich bei λ um die Wellenlänge der Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereichs der ersten Strahler handelt, und/oder wobei die ersten Strahler einen Abstand zur Reflektorebene zwischen 0,15 λ und 0,6 λ aufweisen, wobei es sich bei λ um die Wellenlänge der Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereichs der ersten Strahler handelt.

10. Mobilfunk-Antenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Mehrzahl von ersten Strahlern jeweils die gleiche Reflektorumgebung und/oder die gleichen Resonanzfrequenzbereiche und/oder die gleiche Ausrichtung der Polarisationsebenen und/oder den gleichen Aufbau aufweisen, und/oder mit einer Mehrzahl von zweiten Strahlern, welche jeweils die gleichen Resonanzfrequenzbereiche und/oder die gleiche Ausrichtung der Polarisationsebenen und/oder den gleichen Aufbau aufweisen,
und/oder mit mindestens zwei zweiten Strahlern, welche unterschiedliche Resonanzfrequenzbereiche und/oder einen unterschiedlichen Aufbau aufweisen, wobei bevorzugt ein erster Strahler zwischen den zwei zweiten Strahlern angeordnet ist und eine Reflektorumgebung aufweist, welche aus mindestens zwei unterschiedlichen Teilen besteht, und insbesondere zwei L-förmige Metallstrukuren mit einer unterschiedlichen Schenkellänge umfasst,
und/oder mit einem durch eine Mehrzahl von ersten Strahlern gebildetem ersten Antennen-Array mit einer Mehrzahl von Spalten und Reihen und einem durch eine Mehrzahl von zweiten Strahlern gebildetem zweiten Antennenarray mit mindestens einer Spalte und/oder Reihe, wobei die zweiten Strahler jeweils durch Teile der Reflektorumgebung der sie umgebenden ersten Strahler gebildet werden,
wobei die zweiten Antennen bevorzugt in mindestens zwei Reihen und/oder Spalten angeordnet sind, deren Strahler zueinander versetzt sind, und/oder deren Strahler unterschiedliche Resonanzfrequenzbereiche und/oder einen unterschiedlichen Aufbau aufweisen.

11. Mobilfunk-Antenne mit einer Reflektorebene und einem über der Reflektorebene angeordneten, als Patch-Antenne gespeistem Element,
dadurch gekennzeichnet,
dass das als Patch-Antenne gespeiste Element durch eine kreuzförmige Metallstruktur gebildet wird.

12. Mobilfunk-Antenne nach Anspruch 11, wobei die kreuzförmige Metallstruktur einen sich über ihre Erstreckung verändernden Abstand zur Reflektorebene aufweist,
wobei die kreuzförmige Metallstruktur bevorzugt im Bereich ihrer Diagonalen jeweils eine Absenkung aufweist, wobei die Absenkung bevorzugt entlang der Polarisationsebene verläuft,
und/oder wobei die kreuzförmige Metallstruktur bevorzugt Bereiche umfasst, welche parallel zur Reflektorebene verlaufen, wobei diese Bereiche bevorzugt im Bereich der Arme der kreuzförmigen Metallstruktur verlaufen,
und/oder wobei die die kreuzförmige Metallstruktur bevorzugt senkrecht zur Reflektorebene verlaufende Bereiche aufweist, welche weiter bevorzugt jeweils entlang der Mittelebene der vier Arme der der kreuzförmigen Metallstruktur verlaufen.

13. Mobilfunk-Antenne nach Anspruch 11 oder 12, wobei die kreuzförmige Metallstruktur im Bereich ihrer Diagonalen gespeist wird, wobei die Speisung bevorzugt asymmetrisch an jeweils einem Speisepunkt auf der Diagonalen oder symmetrisch an zwei Speisepunkten auf der Diagonalen, welche sich bezüglich des Mittelpunktes der kreuzförmigen Metallstruktur gegenüber liegen, erfolgt, wobei die symmetrische Speisung seriell oder parallel erfolgen kann, und/oder wobei die kreuzförmige Metallstruktur im Bereich ihrer Diagonalen Schlitze aufweist, welche bevorzugt entlang der Diagonalen verlaufen und/oder durch Stege überbrückt werden,
und/oder wobei die kreuzförmige Metallstruktur in ihrem Zentrum eine Öffnung aufweist, wobei im Bereich der Öffnung ggf. eine Anpassungsstruktur vorgesehen ist,
und/oder
wobei die kreuzförmige Metallstruktur einen dual-polarisierter Strahler bildet, wobei die Polarisationsebenen des dual-polarisierten Strahlers bevorzugt entlang der Diagonalen der kreuzförmigen Metallstruktur verlaufen.

14. Mobilfunk-Antenne nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei die kreuzförmige Metallstruktur aus einem oder mehreren Blechteilen besteht, wobei bevorzugt die kreuzförmige Metallstruktur ein einstückiges oder mehrstückiges aus Blech gestanztes und gefaltetes Grundelement aufweist, welches die vier Arme der kreuzförmigen Metallstruktur umfasst und bevorzugt in seinem Zentrum eine Aussparung aufweist.

15. Mobilfunk-Basisstation mit einer Mobilfunk-Antenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche.

Fig. 1

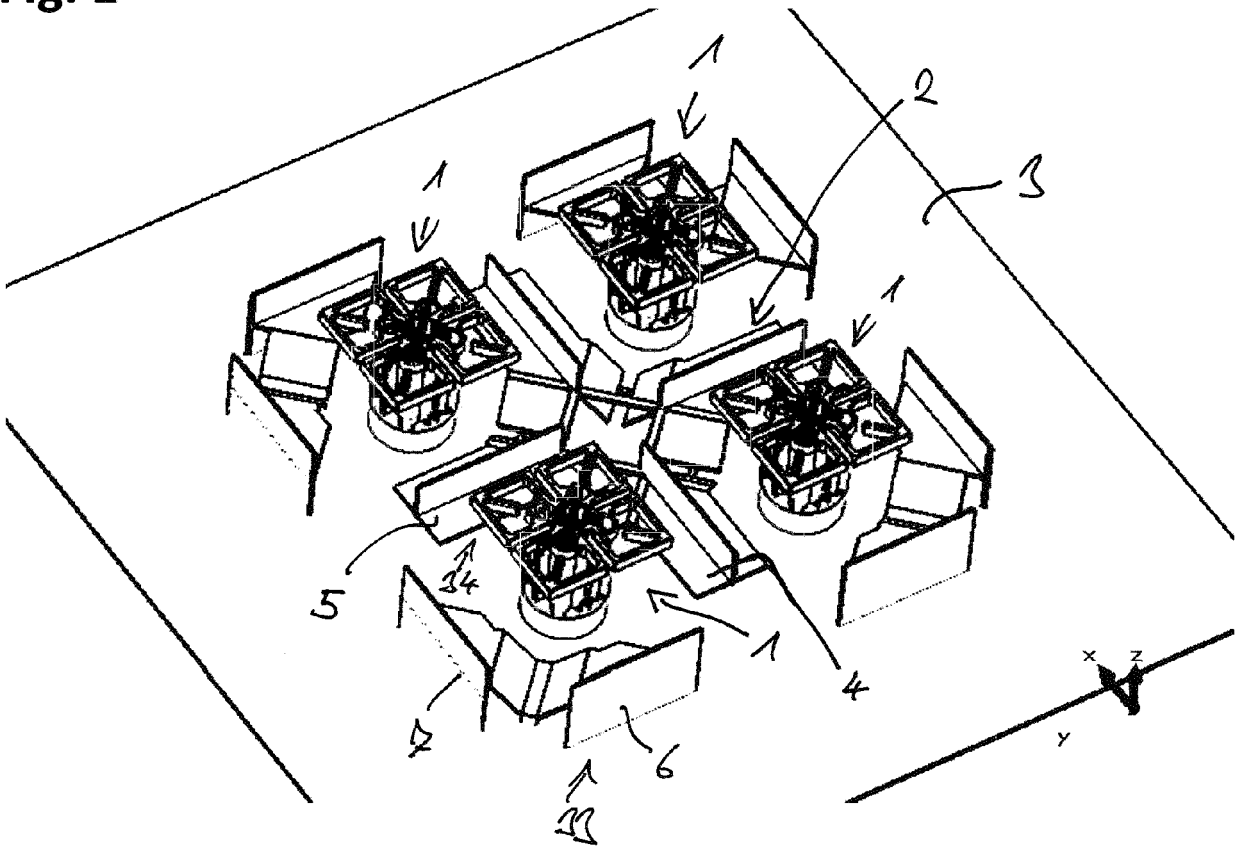


Fig. 2

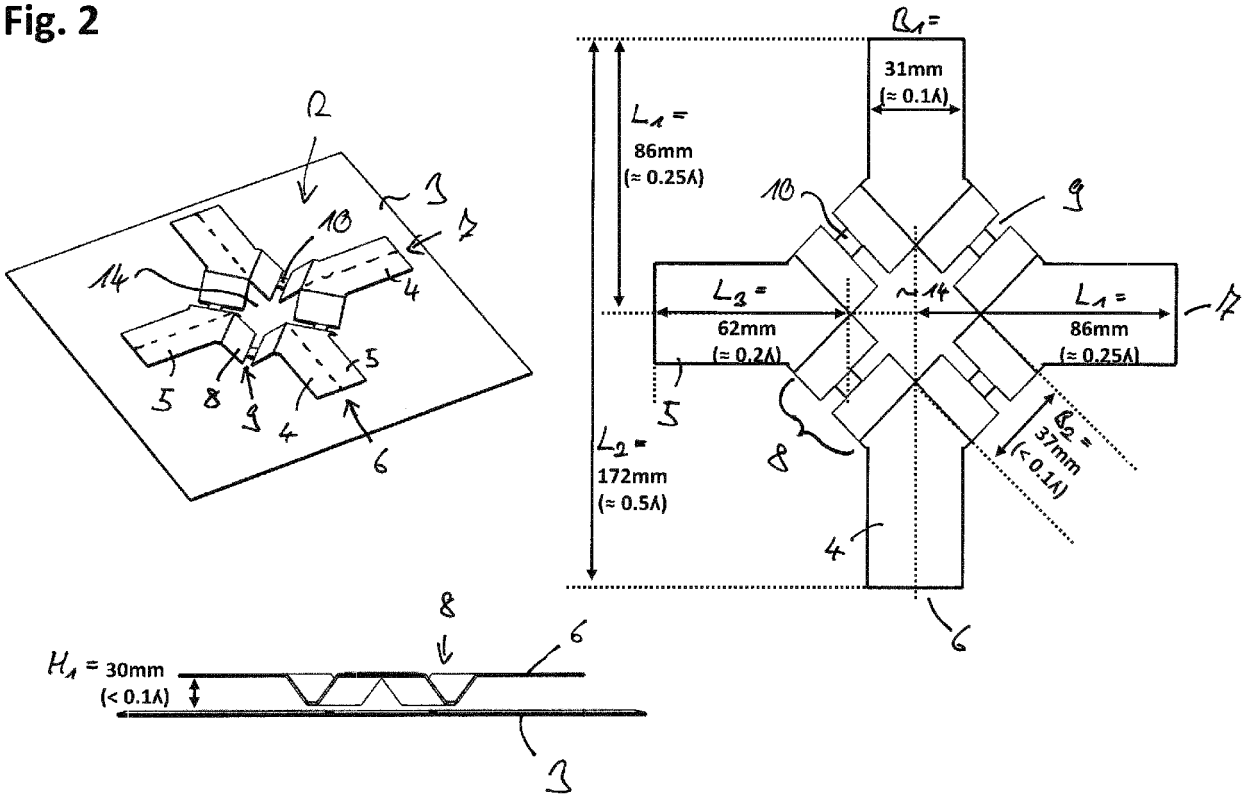

2
10
3
7
14
4
5
8
9
4
6
R_1 =
31mm
(≈ 0.1λ)
L_1 =
86mm
(≈ 0.25λ)
10
9
L_3 =
62mm
(≈ 0.2λ)
14
L_1 =
86mm
(≈ 0.25λ)
7
5
8
L_2 =
172mm
(≈ 0.5λ)
R_2 =
37mm
(< 0.1λ)
4
6
8
6
H_1 = 30mm
(< 0.1λ)
3

Fig. 3

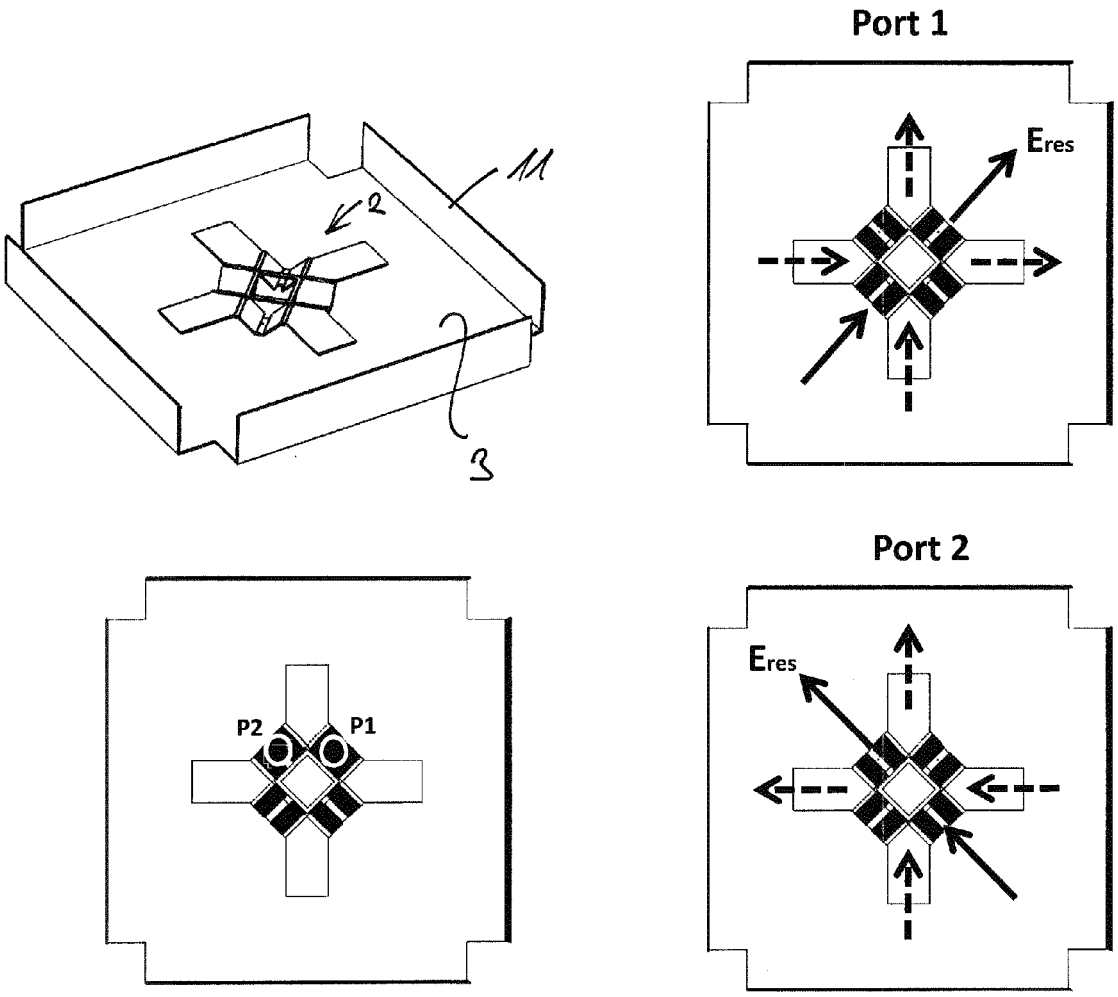


Fig. 4

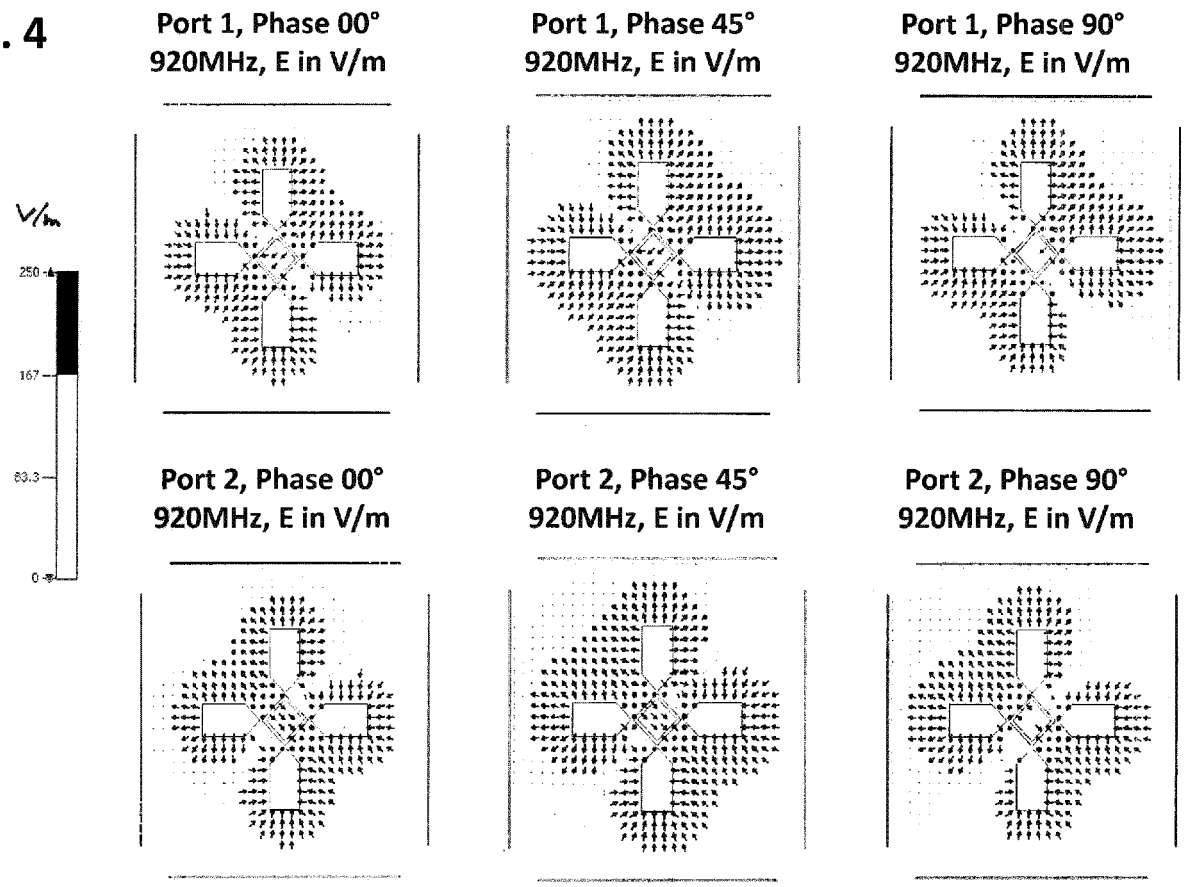

Port 1, Phase 00°
920MHz, E in V/m
Port 1, Phase 45°
920MHz, E in V/m
Port 1, Phase 90°
920MHz, E in V/m
V/m
250
167
83.3
0
Port 2, Phase 00°
920MHz, E in V/m
Port 2, Phase 45°
920MHz, E in V/m
Port 2, Phase 90°
920MHz, E in V/m

Fig. 5a

Horizontal-Diagramm +/-45°-POL (TH=90°)

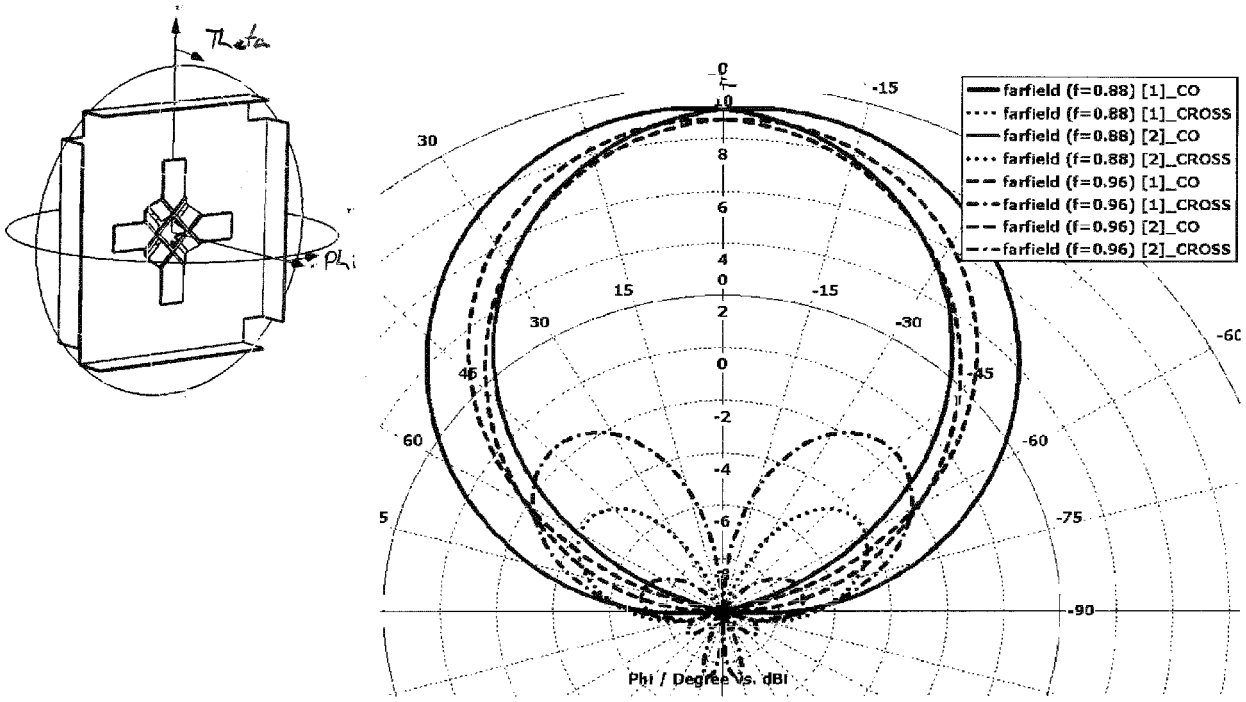


Fig. 5b

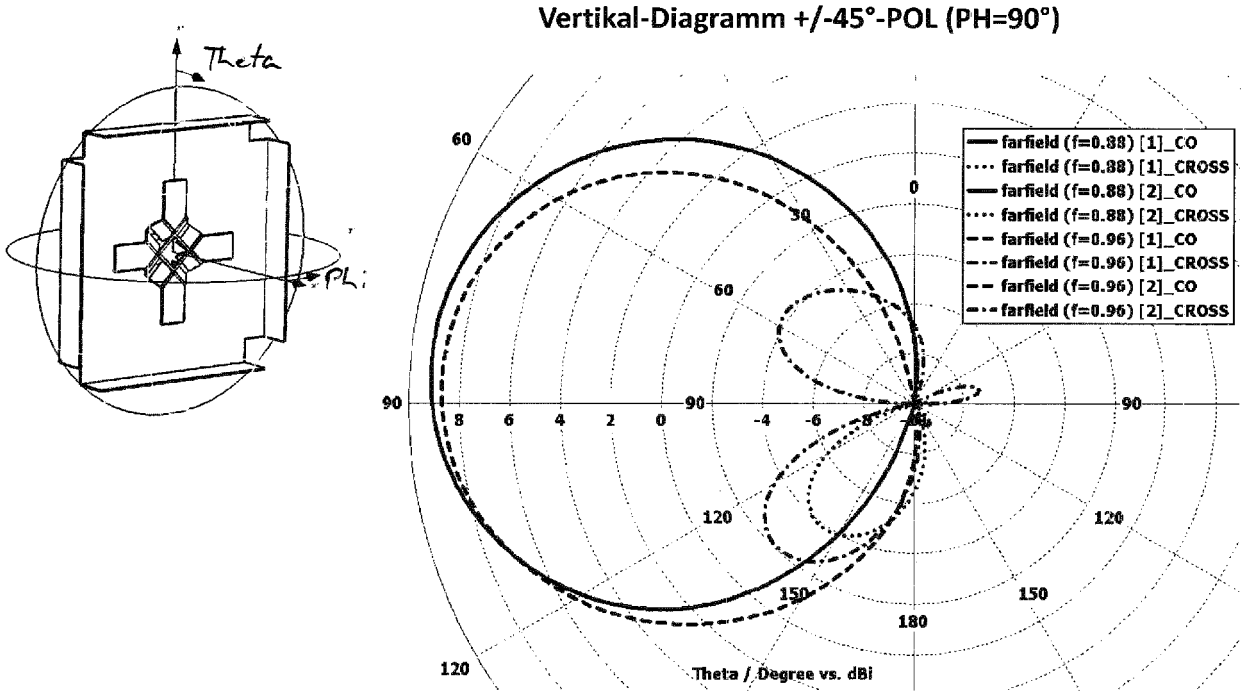

Theta
PL
Vertikal-Diagramm +/-45°-POL (PH=90°)
farfield (f=0.88) [1]_CO
farfield (f=0.88) [1]_CROSS
farfield (f=0.88) [2]_CO
farfield (f=0.88) [2]_CROSS
farfield (f=0.96) [1]_CO
farfield (f=0.96) [1]_CROSS
farfield (f=0.96) [2]_CO
farfield (f=0.96) [2]_CROSS
Theta / Degree vs. dBi

Fig. 6

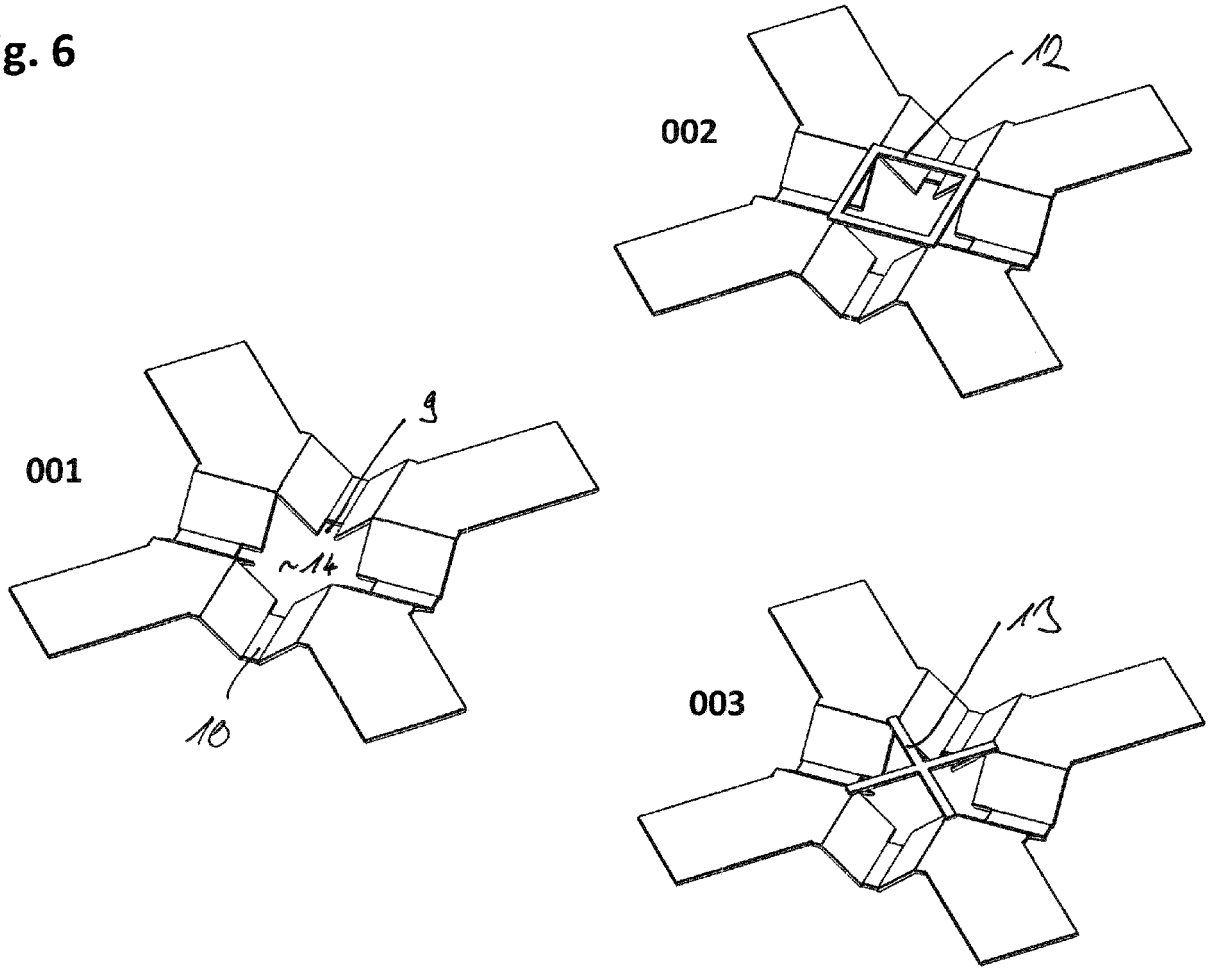


Fig. 7a

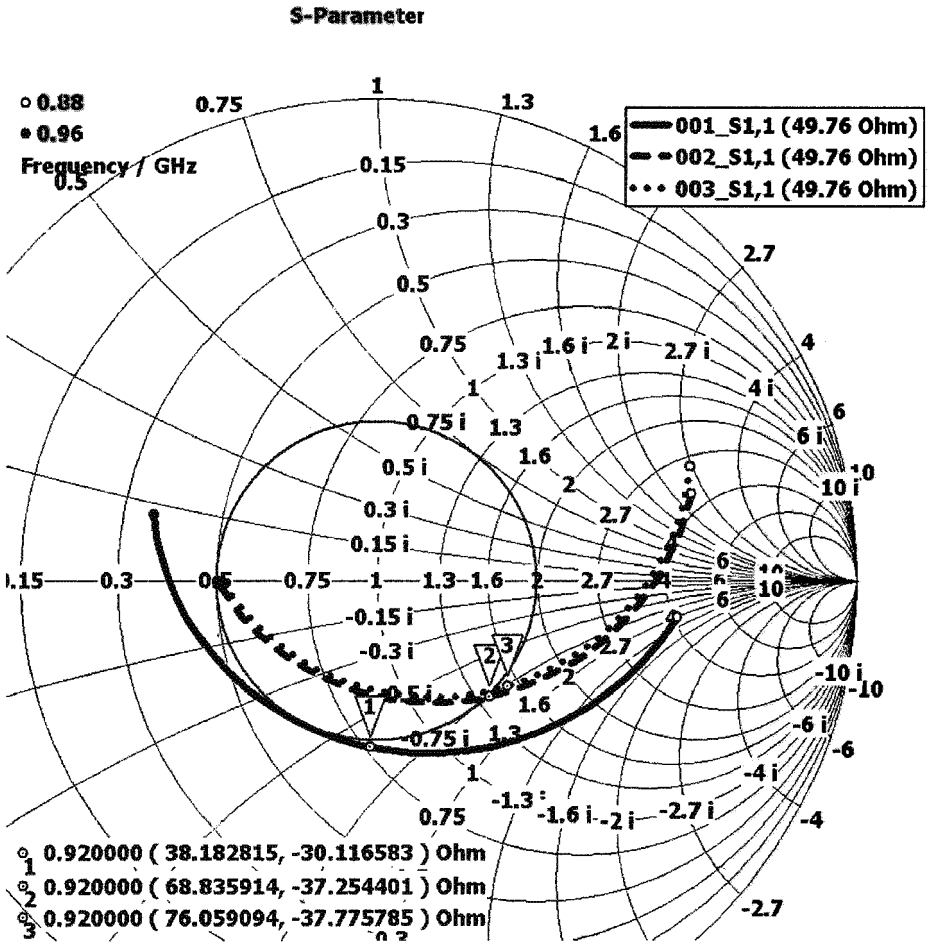

S-Parameter
0.88
0.96
Frequency / GHz
001_S1,1 (49.76 Ohm)
002_S1,1 (49.76 Ohm)
003_S1,1 (49.76 Ohm)
0.920000 (38.182815, -30.116583) Ohm
0.920000 (68.835914, -37.254401) Ohm
0.920000 (76.059094, -37.775785) Ohm

Fig. 7b

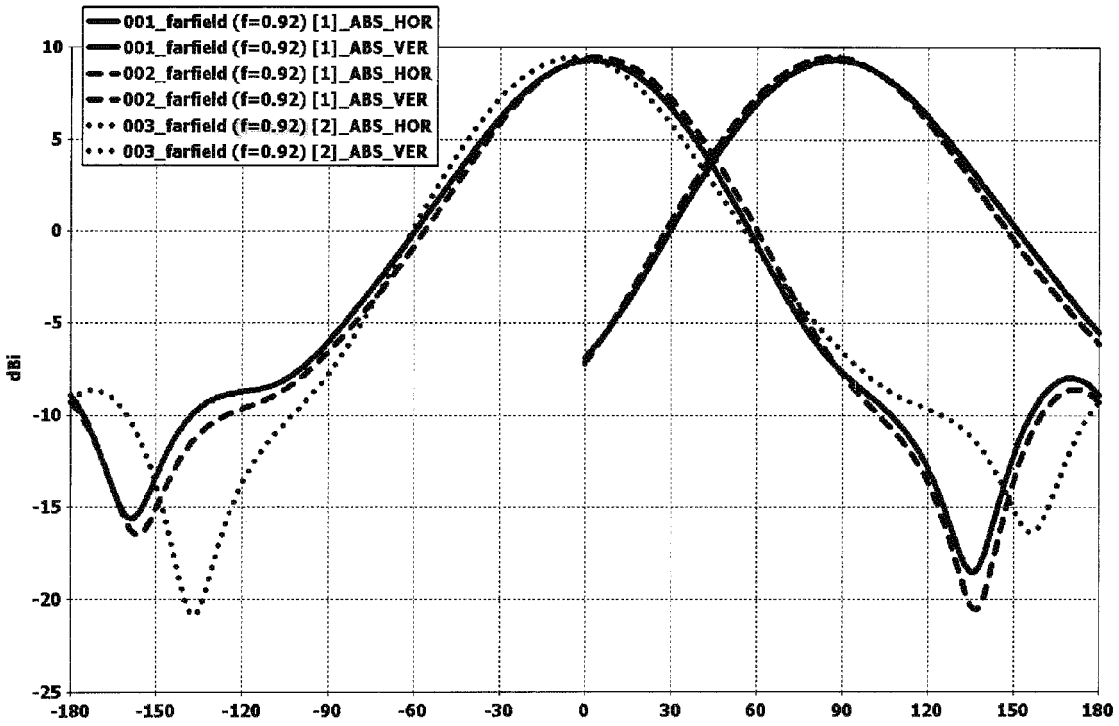

001_farfield (f=0.92) [1]_ABS_HOR
001_farfield (f=0.92) [1]_ABS_VER
002_farfield (f=0.92) [1]_ABS_HOR
002_farfield (f=0.92) [1]_ABS_VER
003_farfield (f=0.92) [2]_ABS_HOR
003_farfield (f=0.92) [2]_ABS_VER
dBi
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-180
-150
-120
-90
-60
-30
0
30
60
90
120
150
180

Fig. 8

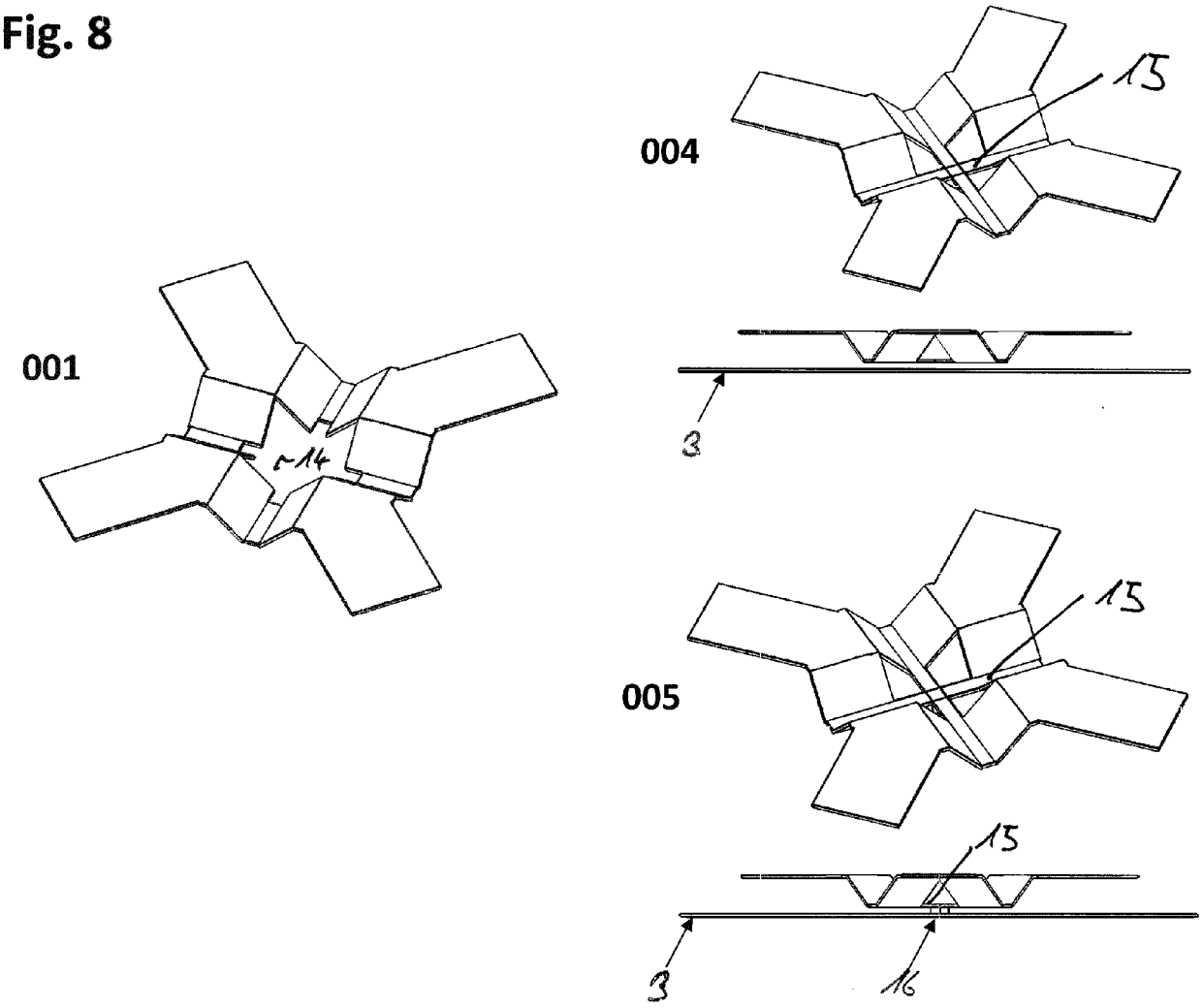


Fig. 9a

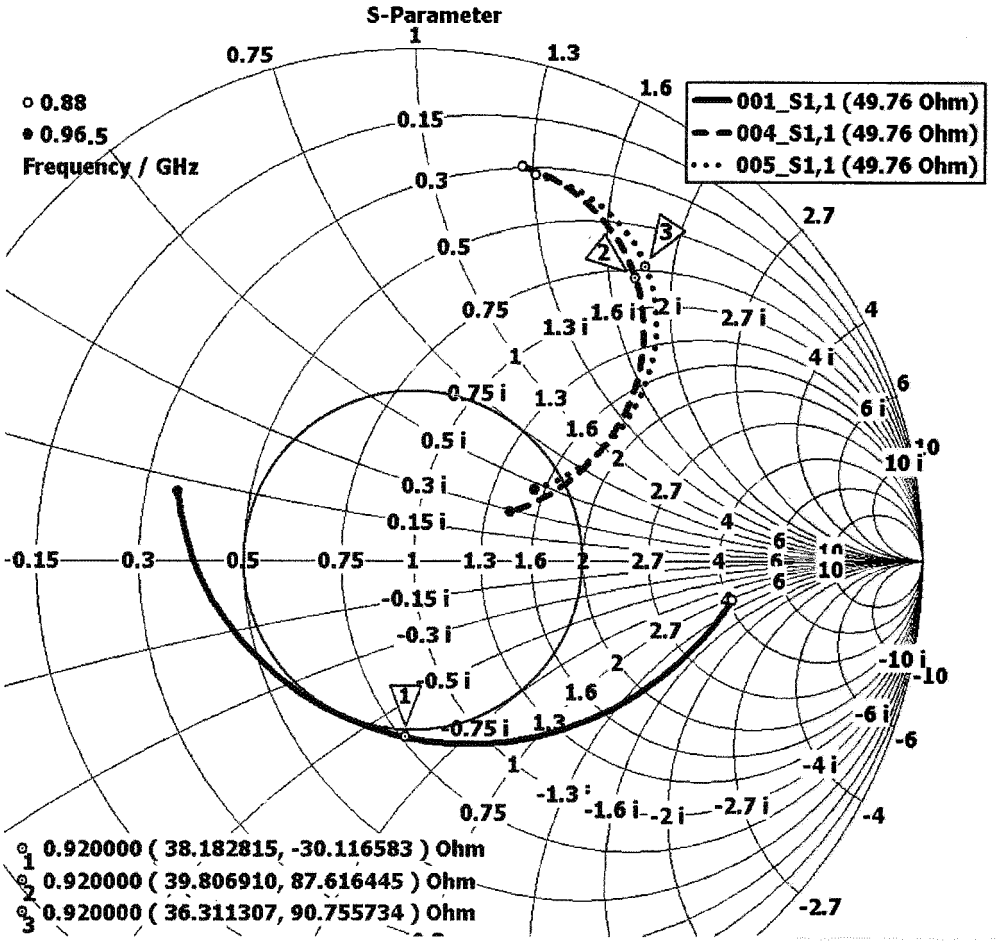

S-Parameter
001_S1,1 (49.76 Ohm)
004_S1,1 (49.76 Ohm)
005_S1,1 (49.76 Ohm)
0.88
0.96.5
Frequency / GHz
0.920000 (38.182815, -30.116583) Ohm
0.920000 (39.806910, 87.616445) Ohm
0.920000 (36.311307, 90.755734) Ohm

Fig. 9b

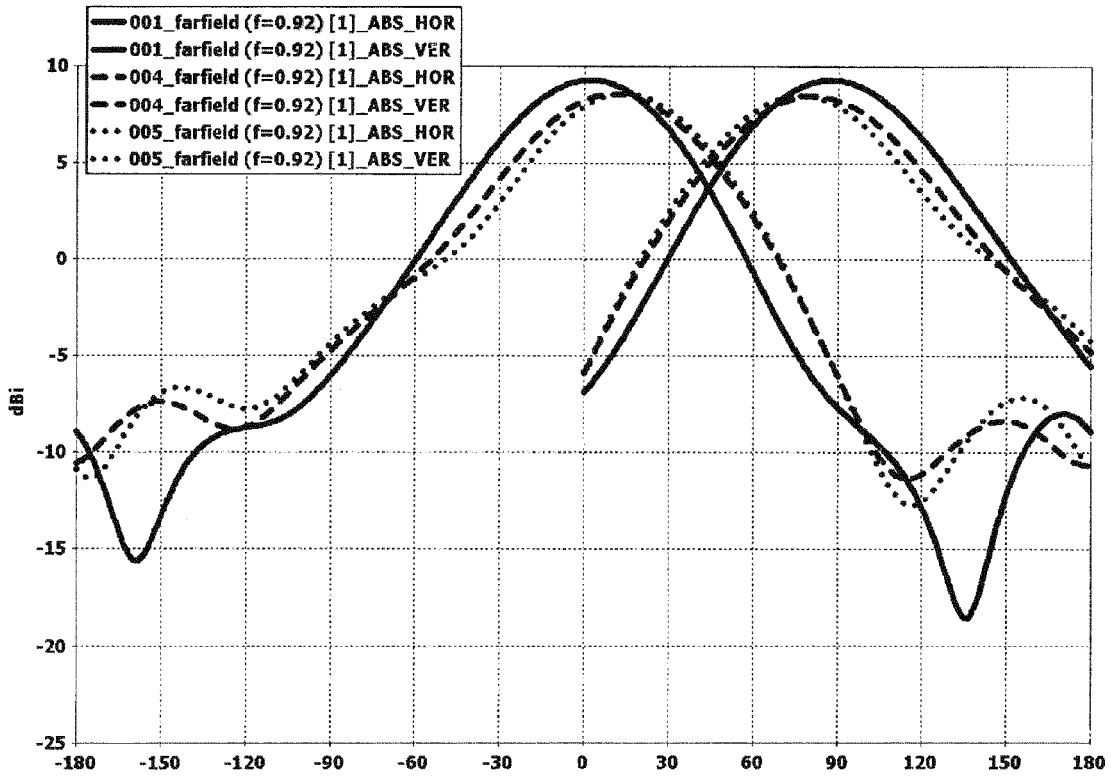
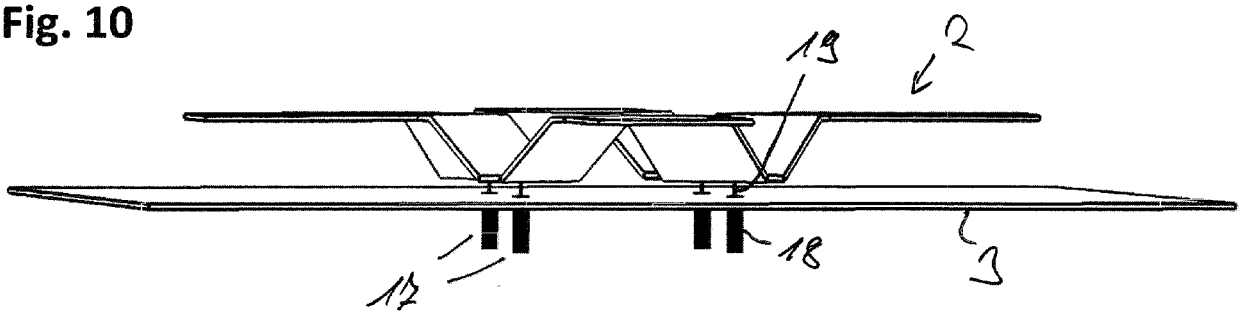
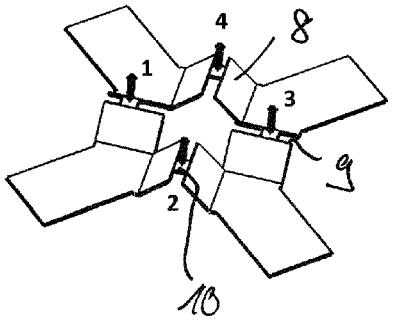

001_farfield (f=0.92) [1]_ABS_HOR
001_farfield (f=0.92) [1]_ABS_VER
004_farfield (f=0.92) [1]_ABS_HOR
004_farfield (f=0.92) [1]_ABS_VER
005_farfield (f=0.92) [1]_ABS_HOR
005_farfield (f=0.92) [1]_ABS_VER
dBi
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-180
-150
-120
-90
-60
-30
0
30
60
90
120
150
180

Fig. 10





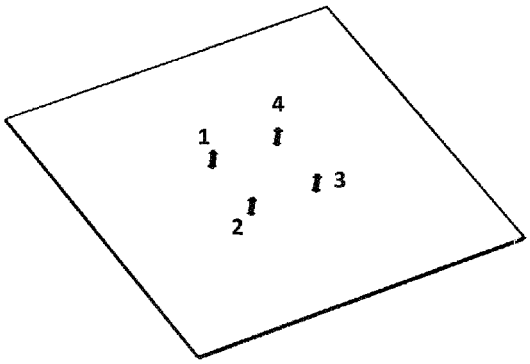


Fig. 11

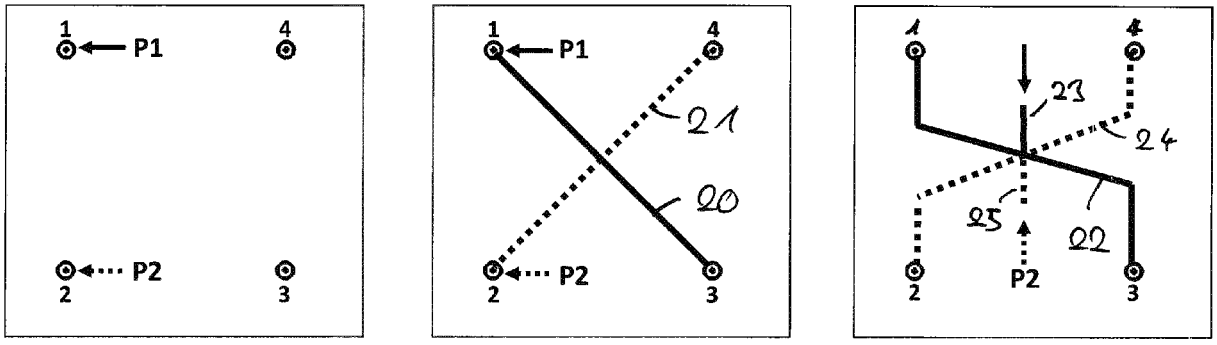


Fig. 12

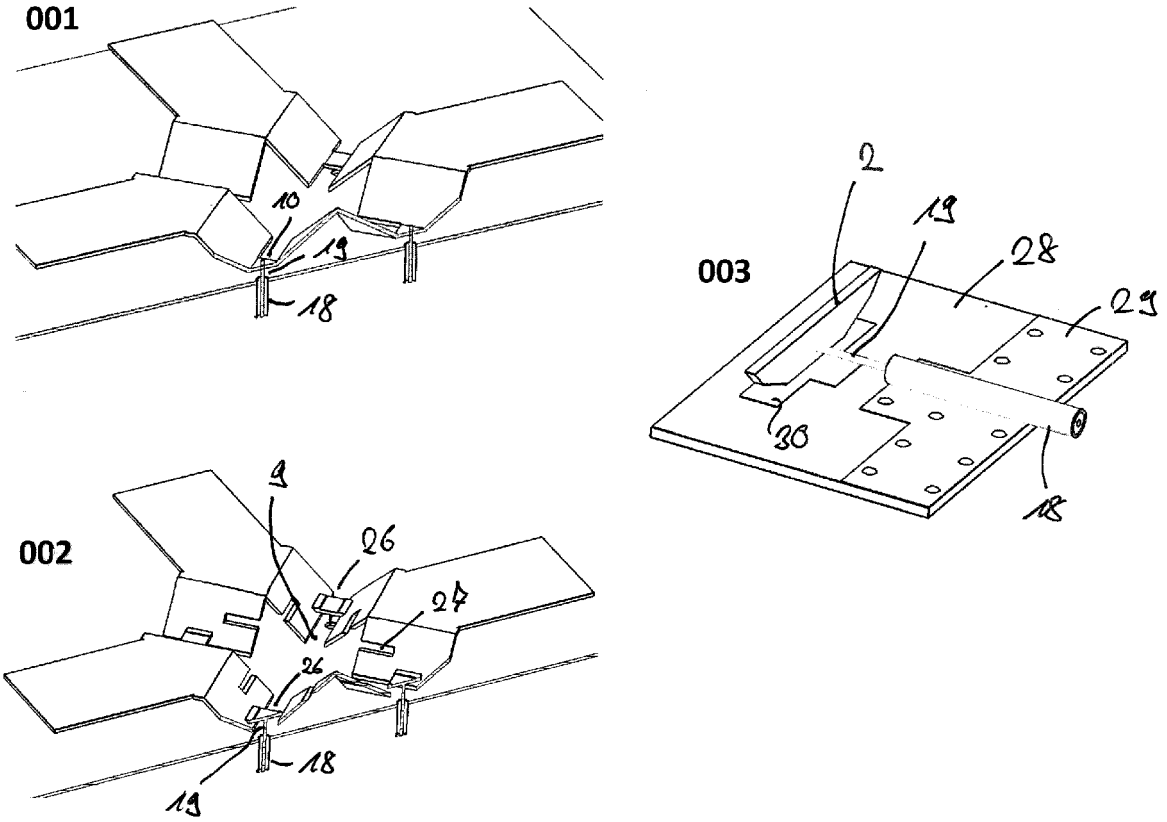


Fig. 13

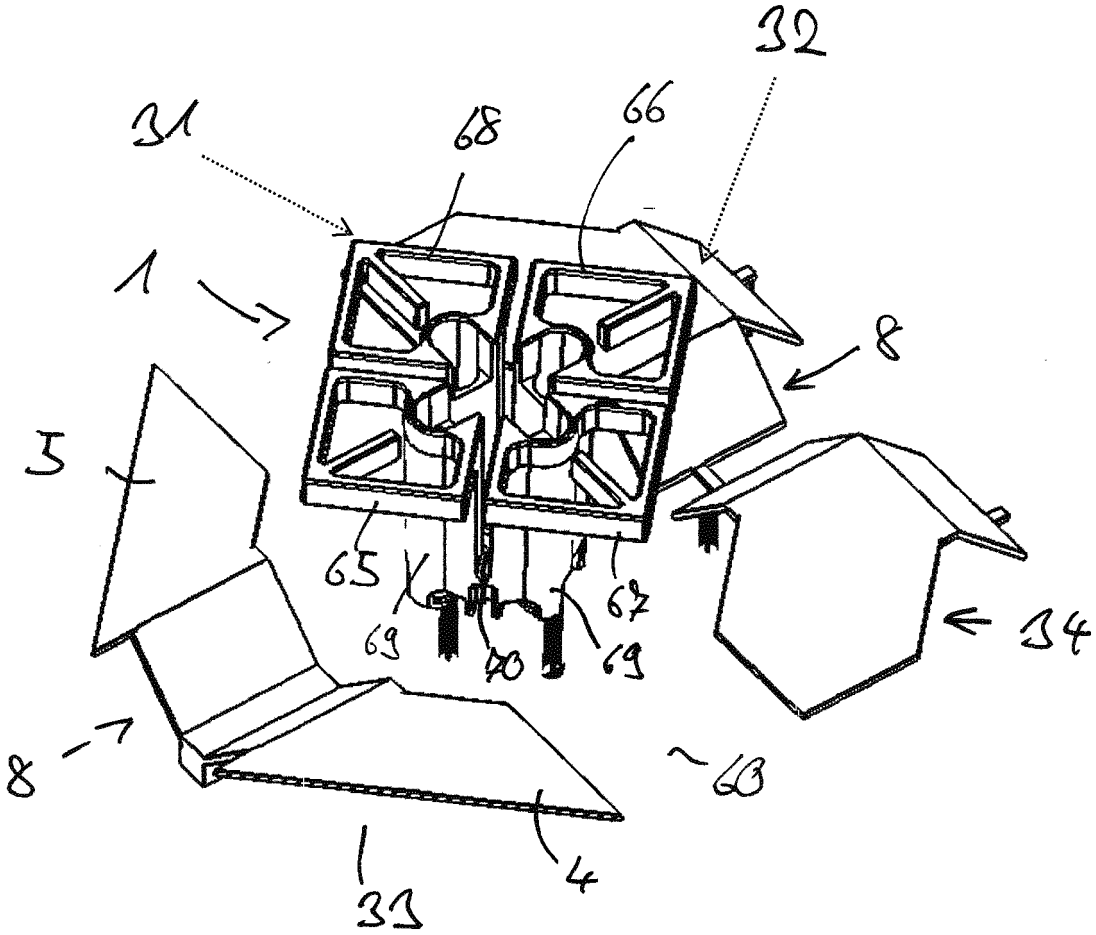


Fig. 14

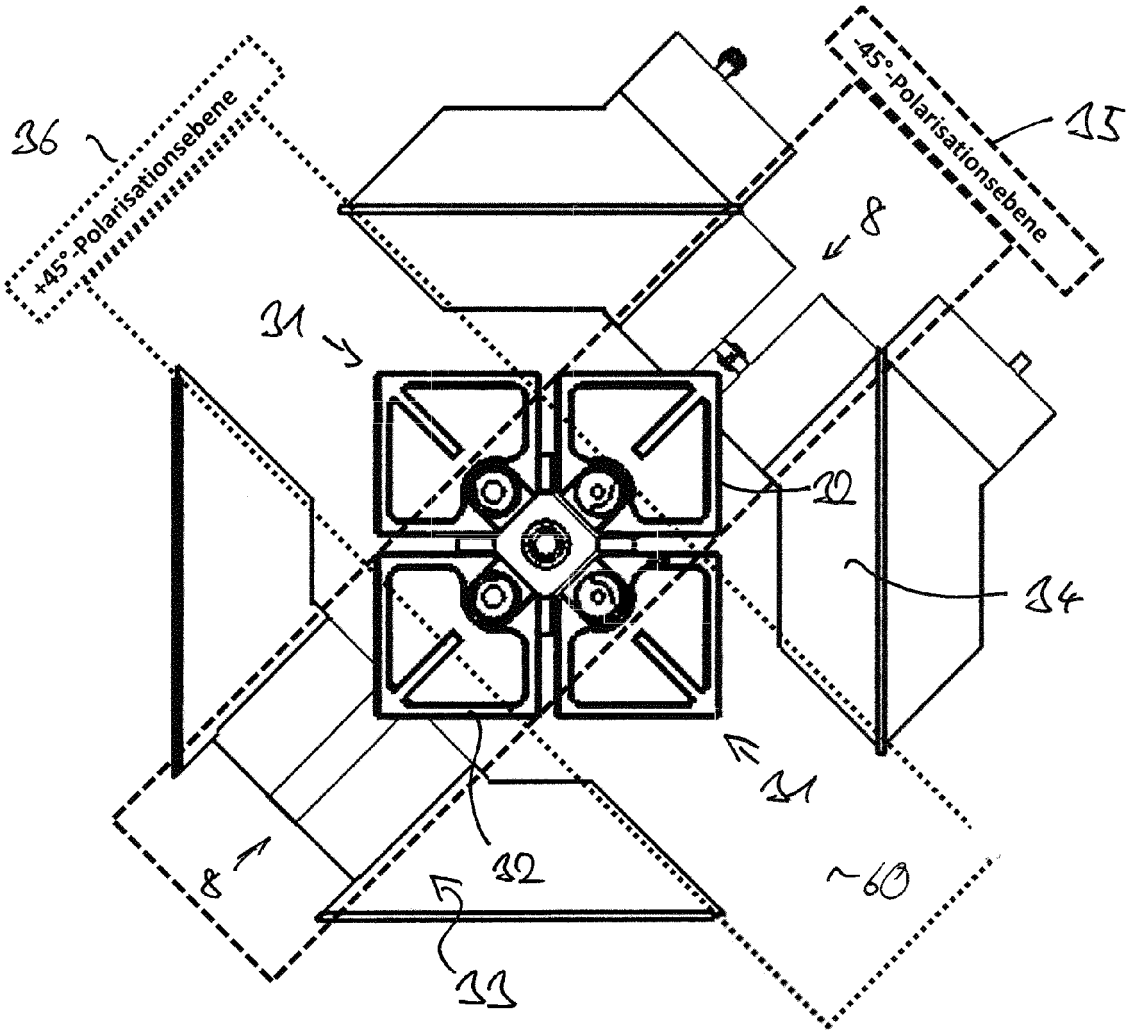

+45°-Polarisationsebene
-45°-Polarisationsebene
36
35
8
31
32
34
31
8
32
60
33

Fig. 15

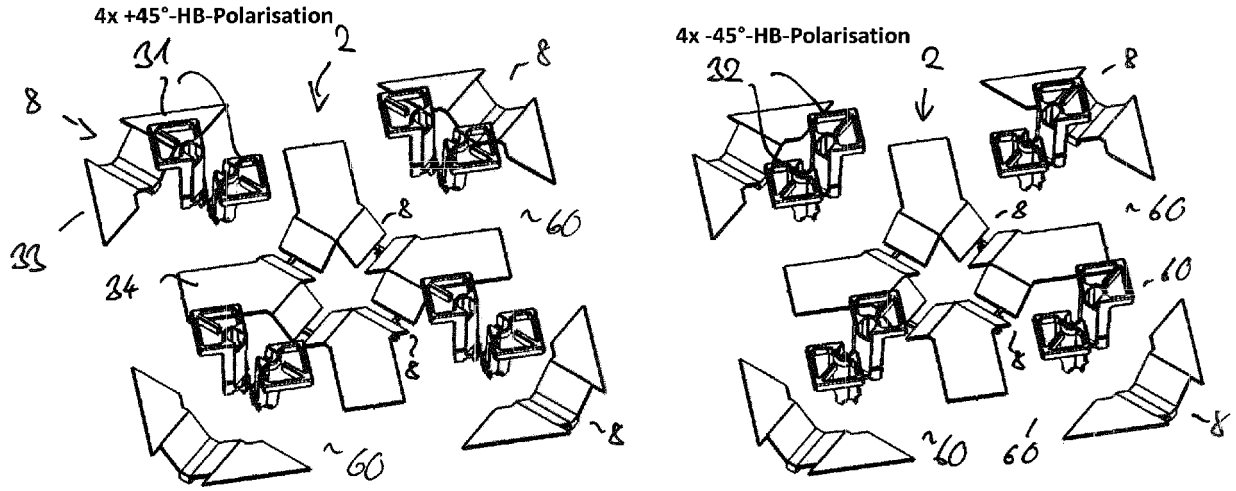
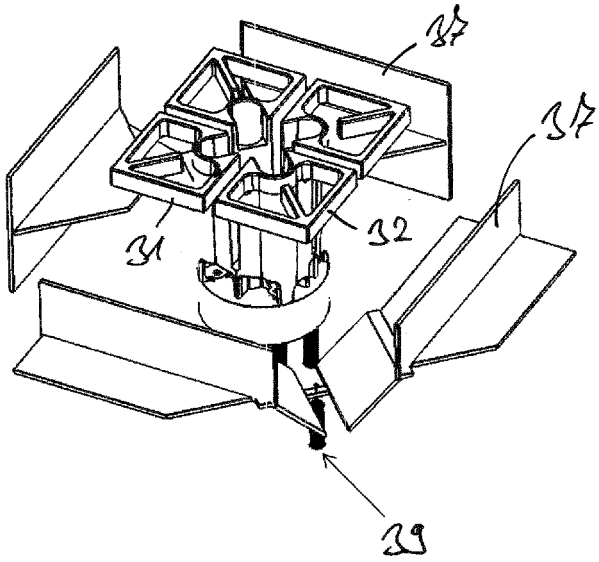

4x +45°-HB-Polarisation
31
2
8
8
33
34
60
4x -45°-HB-Polarisation
32
2
8
60
10

Fig. 16


37
37
31
32
39

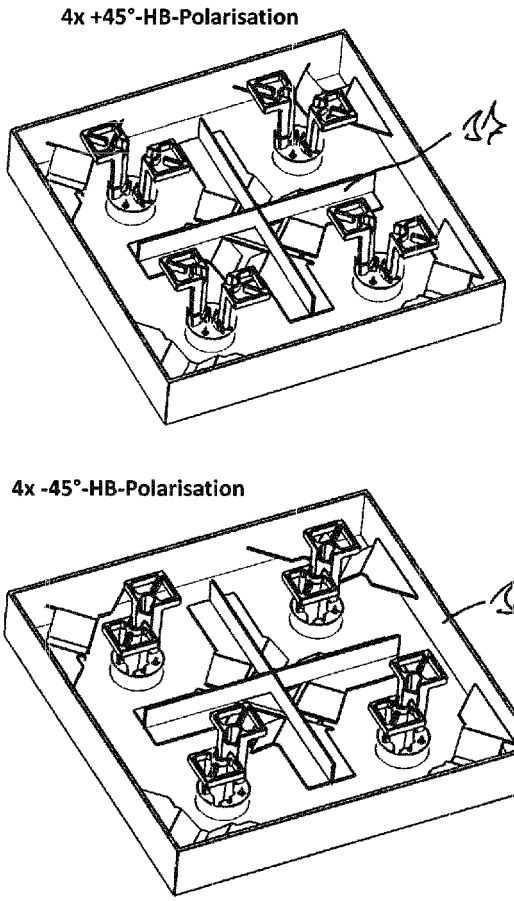

4x +45°-HB-Polarisation
37
4x -45°-HB-Polarisation
38

Fig. 17

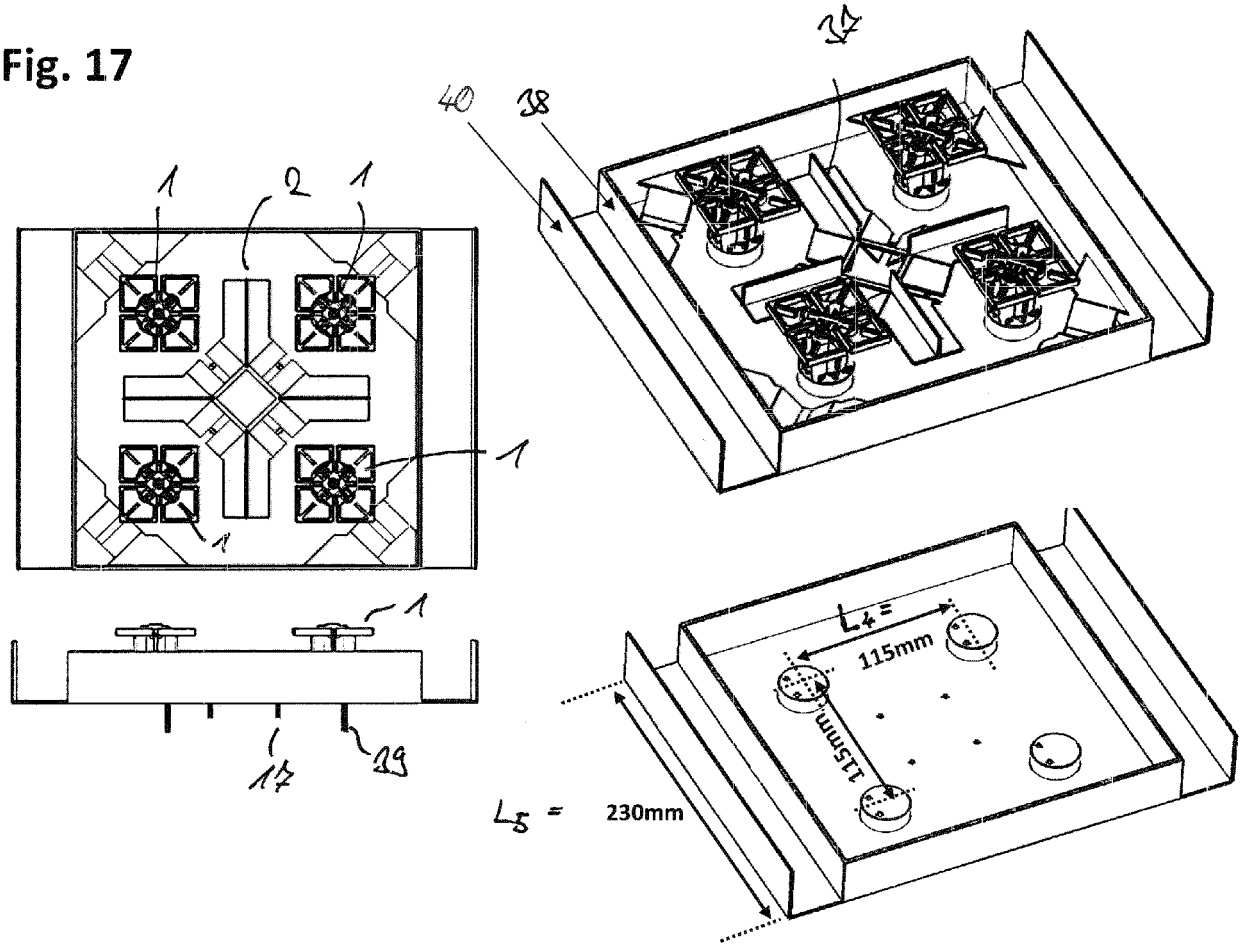


Fig. 18

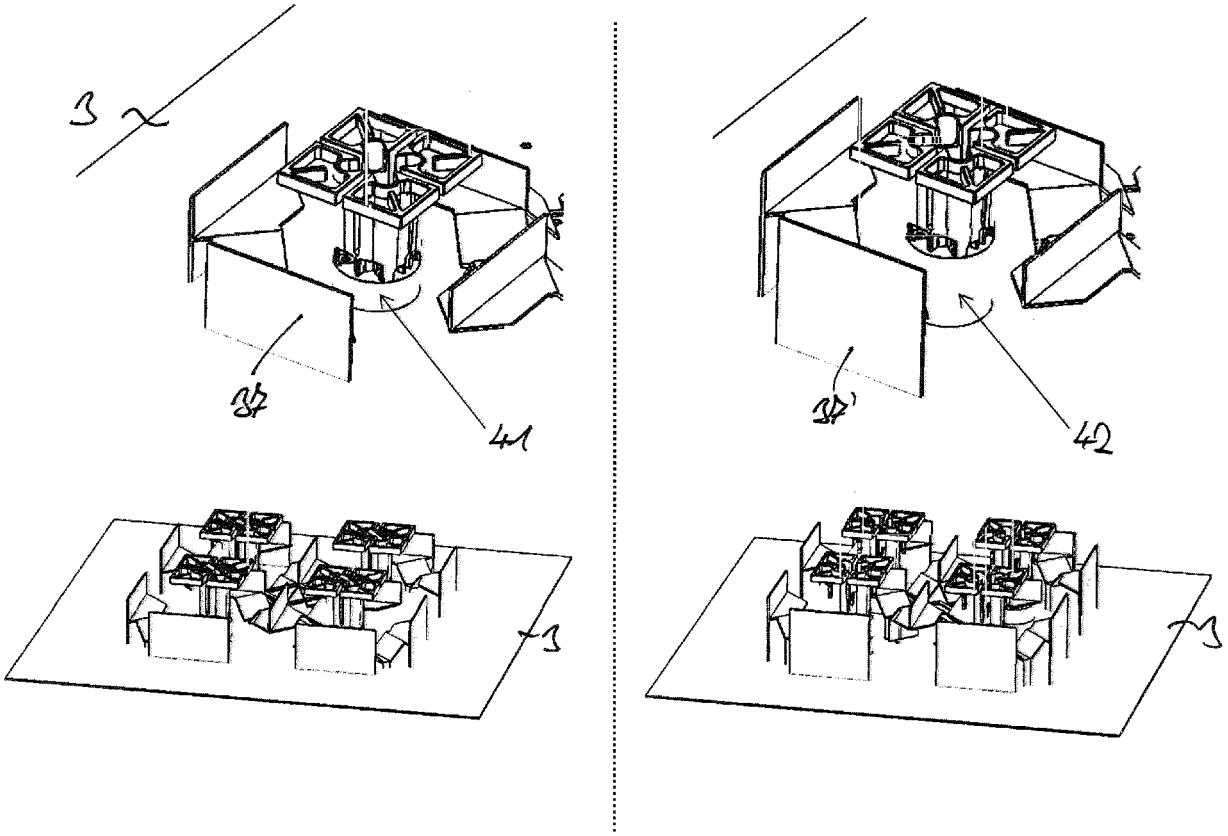


Fig. 19

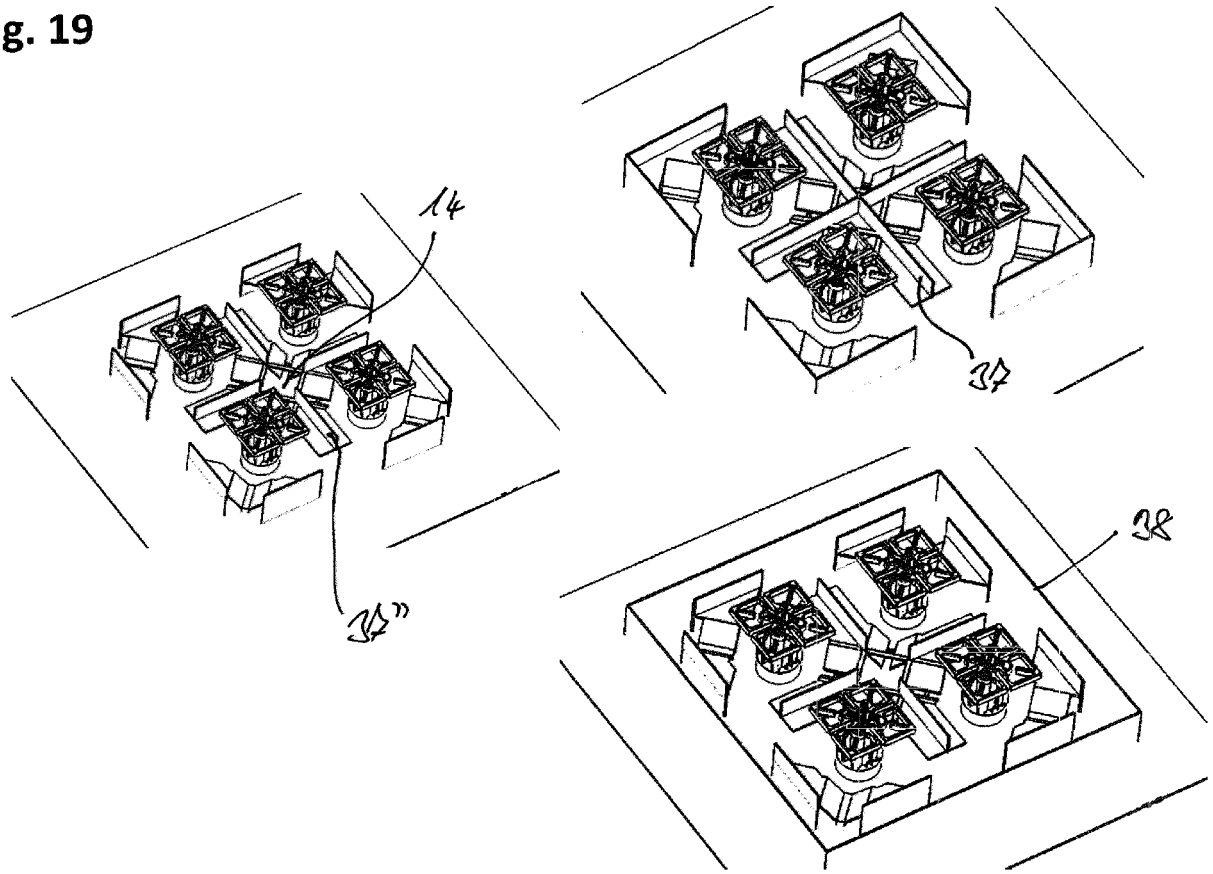


Fig. 20

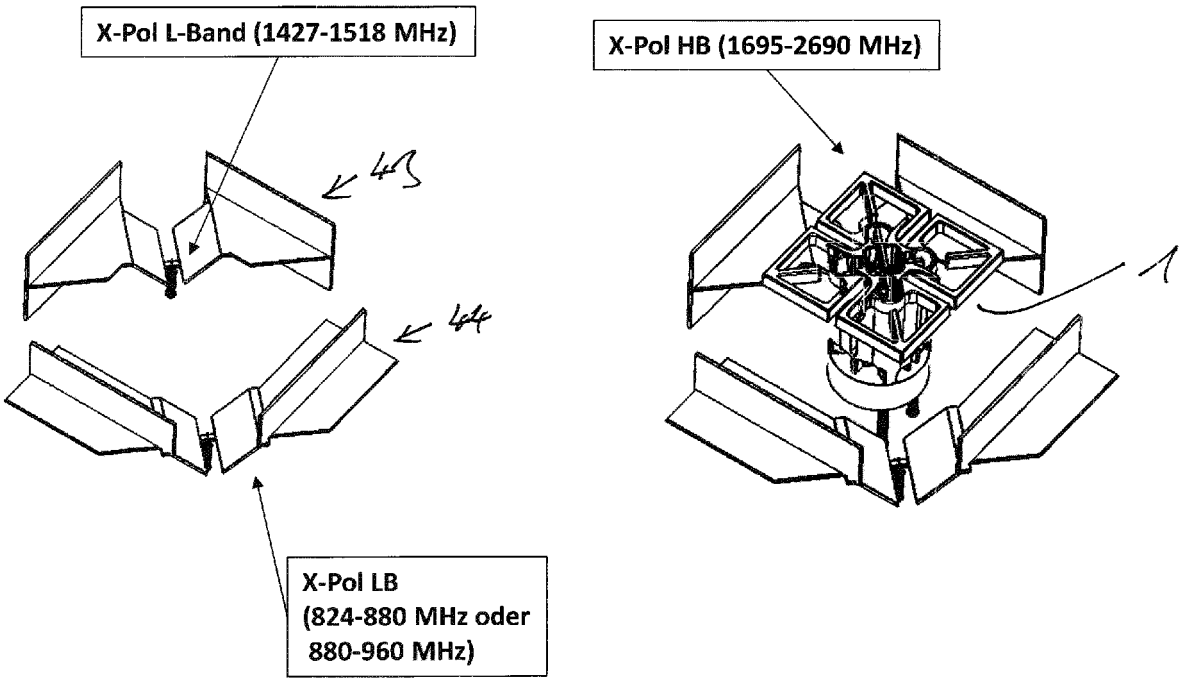

X-Pol L-Band (1427-1518 MHz)
X-Pol HB (1695-2690 MHz)
X-Pol LB
(824-880 MHz oder
880-960 MHz)

Fig. 21

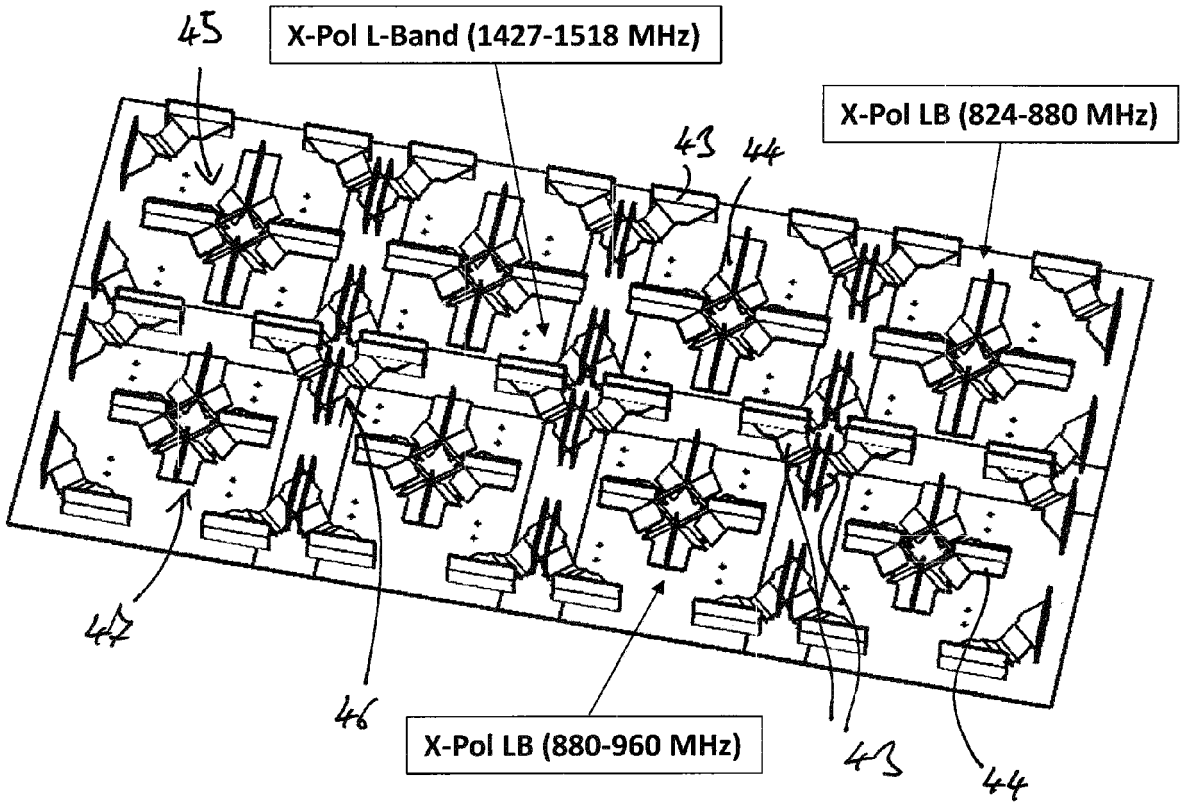

45
X-Pol L-Band (1427-1518 MHz)
X-Pol LB (824-880 MHz)
43
44
47
46
X-Pol LB (880-960 MHz)
43
44

Fig. 22

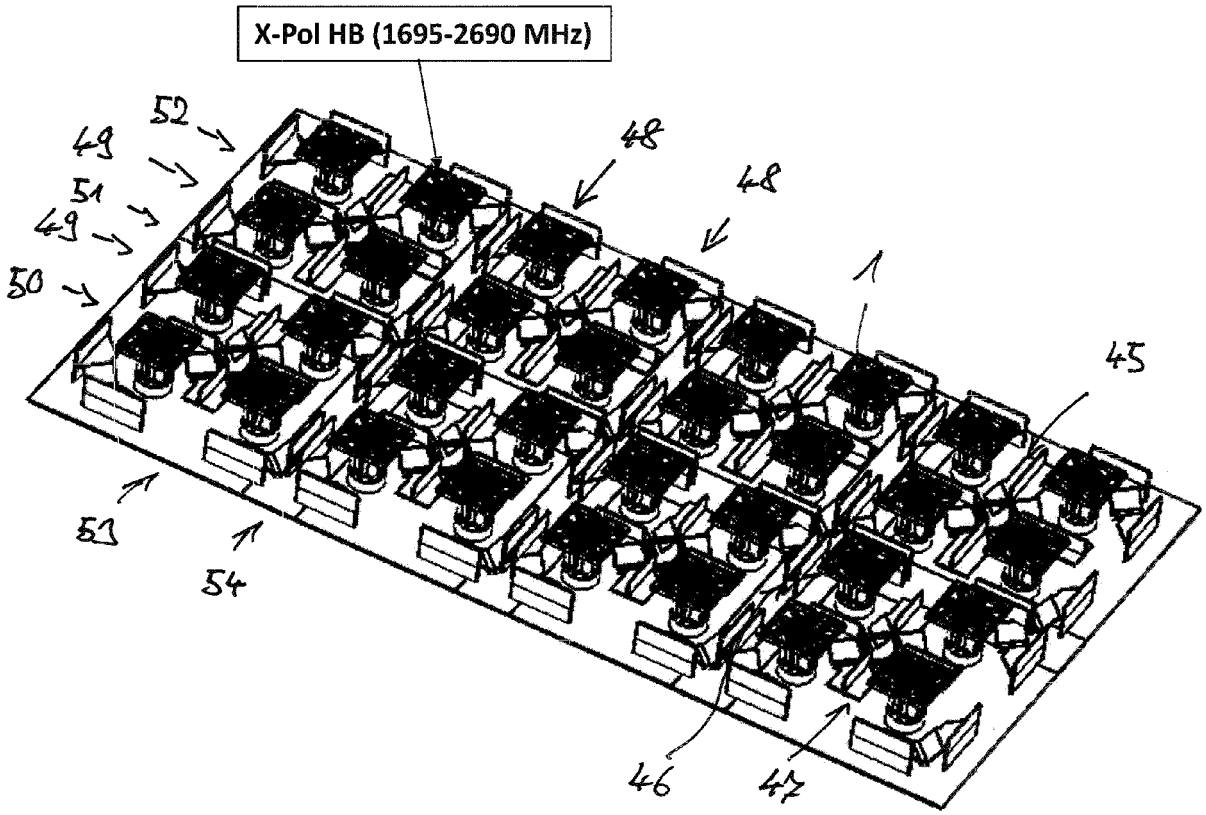
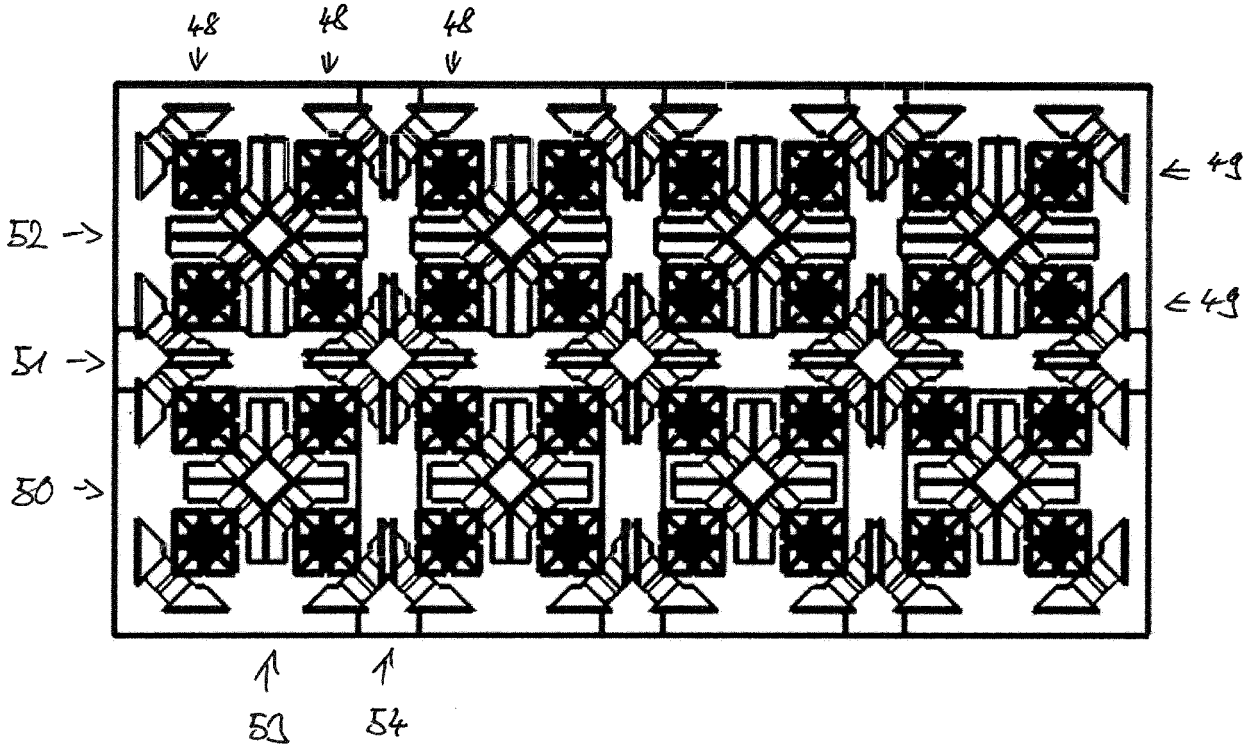


Fig. 23



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 19 3665

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	FR 2 863 110 A1 (ARIALCOM [FR]) 3. Juni 2005 (2005-06-03) * Abbildungen 1, 4, 8, 13, 15 * * Seite 1, Zeile 5 - Zeile 6 * * Seite 4, Zeile 31 - Seite 5, Zeile 8 * * Seite 11, Zeile 1 - Zeile 14 * * Seite 14, Zeile 16 - Zeile 21 * * Seite 16, Zeile 1 - Zeile 12 * * Seite 16, Zeile 18 - Zeile 23 * -----	1-15	INV. H01Q1/24 H01Q19/10 H01Q21/06 H01Q21/26 H01Q25/00 H01Q5/42 ADD. H01Q5/49
X A	EP 3 067 987 A1 (KMW INC [KR]) 14. September 2016 (2016-09-14) * Abbildungen 1, 2, 5, 6, 14, 15, 18, 19 * * Absatz [0001] * * Absatz [0020] * * Absatz [0021] * -----	1-4,6,8, 10,15 5,7,9, 11-14	
X A	US 2010/171675 A1 (BORJA CARMEN [ES] ET AL) 8. Juli 2010 (2010-07-08) * Abbildungen 1-3, 5, 6, 9, 11 * * Absatz [0041] * * Absatz [0109] - Absatz [0110] * * Absatz [0113] - Absatz [0114] * * Absatz [0199] * * Absatz [0225] - Absatz [0227] * -----	1-4,6-8, 10-12, 14,15 5,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01Q
A	FR 2 841 390 A1 (JACQUELOT TECHNOLOGIES [FR]) 26. Dezember 2003 (2003-12-26) * Abbildungen 5, 7 * -----	1,6,7, 11,12, 14,15	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	21. Februar 2018	Topak, Eray

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 17 19 3665

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.

21-02-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2863110 A1	03-06-2005	EP 1690317 A1	16-08-2006
		ES 2400047 T3	05-04-2013
		FR 2863110 A1	03-06-2005
		WO 2005055362 A1	16-06-2005
EP 3067987 A1	14-09-2016	CN 105706297 A	22-06-2016
		EP 3067987 A1	14-09-2016
		JP 6140896 B2	07-06-2017
		JP 2016534598 A	04-11-2016
		KR 20150080932 A	13-07-2015
		US 2016248166 A1	25-08-2016
		WO 2015068981 A1	14-05-2015
US 2010171675 A1	08-07-2010	US 2010171675 A1	08-07-2010
		WO 2008148569 A2	11-12-2008
FR 2841390 A1	26-12-2003	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 8199063 B2 **[0002]**
- US 8760356 B2 **[0002]**
- EP 2672568 A2 **[0002]**
- CN 104600439 A **[0002]**
- US 20140139387 A1 **[0002]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Differentially driven dual-polarized dual-wideband complementary antenna for 2G/3G/LTE applications. *Hindawi Publishing Corporation International Journal of antennas and propagation,* 2014 **[0003]**