



(11)

EP 3 214 695 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.09.2017 Patentblatt 2017/36

(21) Anmeldenummer: **17157872.7**

(22) Anmeldetag: **24.02.2017**

(51) Int Cl.:
H01Q 1/24 (2006.01) **H01Q 1/52** (2006.01)
H01Q 9/28 (2006.01) **H01Q 15/08** (2006.01)
H01Q 19/09 (2006.01) **H01Q 21/06** (2006.01)
H01Q 19/10 (2006.01) **H01Q 21/24** (2006.01)

(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: **03.03.2016 DE 102016002588**

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

(72) Erfinder:
• **Vollmer, Andreas
83022 Rosenheim (DE)**
• **Göttl, Max
83112 Frasdorf (DE)**

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

(54) **MOBILFUNKANTENNE**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Mobilfunkantenne, insbesondere für eine Mobilfunk-Basisstation, mit mindestens einem Dipol-Strahler und mit einem auf dem Dipol-Strahler angeordneten dielektrischen Körper, der dadurch gekennzeichnet ist, dass die Höhe H

des dielektrischen Körpers in Hauptabstrahlrichtung mindestens 30 % der maximalen Dicke D des dielektrischen Körpers in einem Querschnitt senkrecht zur Hauptabstrahlrichtung beträgt.

EP 3 214 695 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Mobilfunkantenne mit einem Dipol-Strahler und mit einem auf dem Dipolstrahler angeordneten dielektrischen Körper. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung eine Mobilfunkantennenanordnung mit einer Mehrzahl von Antennen, mit einer ersten Untergruppe aus ersten Antennen und einer zweiten Untergruppe aus zweiten Antennen. Bevorzugt handelt es sich dabei jeweils um eine Mobilfunkantenne zur Verwendung an einer Mobilfunkbasisstation.

[0002] Der Einsatz dielektrischer Stabantennen ist bisher lediglich aus dem Bereich der Radartechnik bekannt.

[0003] So ist es aus der Veröffentlichung "Compact, dual polarized UWB-antenna, embedded in a dielectric", Grzegorz Adamiuk et al., IEEE transactions on antennas and propagation, Volume 56, No. 2, February 2010 eine UWB-Antenne bekannt, bei welcher ein dual-polarisierter, aus zwei Schlitzstrahlern zusammengesetzter Strahler in einem dielektrischen Körper in Form eines Konus angeordnet ist.

[0004] Die Veröffentlichung "An ultra-wideband dielectric rod antenna fed by a planar circular slot", Mario Leib et al., IEEE transactions on microwave theory and techniques, Vol. 59, No. 4, Seiten 1082- 1089, April 2011 zeigt ebenfalls eine UWB-Antenne mit einen dielektrischen Stabstrahler, welcher durch eine Schlitzantenne gespeist wird.

[0005] Die Veröffentlichungen "Wideband Dual-Circularly-Polarized Dielectric Rod Antenna for Applications in V-band Frequencies", M. W. Rousstia et al., Proceedings of ICT.OPEN 2013, 27-28 November 2013, Eindhoven, Technische Universität Eindhoven, 2013, "High performance 60-GHz dielectric rod antenna with dual circular polarization, M. W. Rousstia et al., Proceedings of the 10th European Radar Conference, (EuRAD), 9 - 11 Oktober 2013, Nürnberg, IEEE, Seiten 359 bis 362, sowie "NEW METHOD FOR ULTRA WIDE BAND AND HIGH GAIN RECTANGULAR DIELECTRIC ROD ANTENNA DESIGN", Jingping Liu et al., Progress In Electromagnetics Research C, Vol. 36, p. 131-143, 2013, zeigen ebenfalls die Verwendung dielektrischer stabförmiger Körper im Bereich der Radartechnik.

[0006] Im Mobilfunkbereich ist es bei Gruppenantennen aus einer Mehrzahl von Dipolstrahlern lediglich bekannt, dünne dielektrische Platten mit niedriger relative Permittivität auf den einzelnen Dipolstrahlern anzuordnen.

[0007] Weiterhin sind im Mobilfunkbereich dielektrische Resonator-Antennen bekannt, bei welchen der dielektrische Körper selbst als Strahler eingesetzt wird, welcher üblicherweise über einen Schlitz gespeist wird.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Eigenschaften von Mobilfunkantennen und insbesondere deren Einsetzbarkeit in Mobilfunkantennenanordnungen mit hoher Einzelstrahlerdichte zu verbessern.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Mobilfunkantenne gemäß Anspruch 1 sowie durch eine Mobilfunkantennenanordnung gemäß Anspruch 7 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Die vorliegende Erfindung zeigt in einem ersten Aspekt eine Mobilfunkantenne, insbesondere eine Mobilfunkantenne für eine Mobilfunk-Basisstation, mit mindestens einem Dipol-Strahler und mit einem auf dem Dipol-Strahler angeordneten dielektrischen Körper. Die vorliegende Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe H des dielektrischen Körpers in Hauptabstrahlrichtung mindestens 30 % der maximalen Dicke D des dielektrischen Körpers in einem Querschnitt senkrecht zur Hauptabstrahlrichtung beträgt.

[0011] Durch die erfindungsgemäße Dimensionierung wirkt der dielektrische Körper als Wellenleiter für die von dem Dipolstrahler abgestrahlten Mobilfunksignale und verschiebt hierdurch die Abstrahlebene des Dipolstrahlers. Mit der Verschiebung der Abstrahlebene ist insbesondere das Ändern und/oder Verschieben der effektiven Strahlerapertur und/oder das Verschieben des Phasenzentrums der Abstrahlung in Hauptabstrahlrichtung gemeint. Dies ermöglicht eine Vielzahl von neuen Einsatzgebieten der Kombination aus Dipolstrahler und dielektrischem Körper insbesondere im Bereich von Mobilfunkantennenanordnungen mit einer Mehrzahl von Antennen.

[0012] Bevorzugt beträgt dabei die Höhe H des dielektrischen Körpers mindestens 50 % der maximalen Dicke D des dielektrischen Körpers, weiter bevorzugt beträgt dabei die Höhe H des dielektrischen Körpers mindestens 70 % der maximalen Dicke D des dielektrischen Körpers. Hierdurch ist eine entsprechend größere Verschiebung der Abstrahlebene gegeben.

[0013] In möglichen Ausführungsformen kann die Höhe H des dielektrischen Körpers mehr als 85 % der maximalen Dicke D des dielektrischen Körpers betragen, oder sogar mehr als 150 %. Nach oben hin ist die Höhe H des dielektrischen Körpers zumindest nicht prinzipiell begrenzt. Im Hinblick auf die beabsichtigte Anwendung gilt jedoch bevorzugt $H < 6 \cdot D$, weiter bevorzugt $H < 3 \cdot D$.

[0014] Bevorzugt gilt für Antennen mit einer horizontalen Halbwertsbreite zwischen 55° und 100° , insbesondere für Antennen mit einer horizontalen Halbwertsbreite von $65^\circ \pm 10^\circ$ oder $90^\circ \pm 10^\circ$ dabei $H < 3 \cdot D$. Alternativ oder zusätzlich gilt für Antennen mit einer horizontalen Halbwertsbreite zwischen 23° und 43° dabei $H < 6 \cdot D$ und/oder $H > 2 \cdot D$. Hierdurch wird die mit größerer Höhe steigende Bündelungswirkung des dielektrischen Körpers berücksichtigt.

[0015] Weiterhin ist es denkbar, bei Beamforming und/oder Beamshaping-Anwendungen, bei welchen mehrere Antennen flexibel zusammenschaltbar und/oder separat betreibbar sind, für die einzelnen Antennen dielektrische Körper mit unterschiedlichen Höhen einzusetzen.

[0016] Erfindungsgemäß wird die Höhe H des dielektrischen Körpers in der Hauptabstrahlrichtung des Dipolstrahlers

gemessen. Die Dicke D wird im Querschnitt des dielektrischen Körpers, d. h. in einer Ebene senkrecht zu der Hauptabstrahlrichtung des Dipolstrahlers gemessen. Der dielektrische Körper muss dabei keine symmetrische Ausgestaltung aufweisen. Als Höhe des dielektrischen Körpers wird die längste Erstreckung des dielektrischen Körpers in Hauptabstrahlrichtung des Dipolstrahlers betrachtet, als Dicke des dielektrischen Körpers in einer Höhenebene die längste Erstreckung im Querschnitt, d. h. in einer Ebene senkrecht zu dieser Hauptabstrahlrichtung. Die maximale Dicke D des dielektrischen Körpers ist damit die über sämtliche Höhenebenen betrachtet größte Dicke in einem Querschnitt des dielektrischen Körpers.

[0017] Die erfindungsgemäße Mobilfunkantenne ist bevorzugt über Signalleitungen mit einer Mobilfunkbasisstation verbindbar, um Mobilfunksignale zu empfangen und/oder zu senden. Dabei ist die erfindungsgemäße Mobilfunkantenne bevorzugt in einem Frequenzband einsetzbar, welches im Bereich zwischen 100 MHz und 10 GHz, bevorzugt zwischen 500 MHz und 6 GHz liegt. Alternativ oder zusätzlich kann die Antenne einen Resonanzfrequenzbereich aufweisen, welcher zwischen 100 MHz und 10 GHz, bevorzugt zwischen 500 MHz und 6 GHz liegt. Prinzipiell sind auch höhere Frequenzen denkbar, insbesondere wenn es sich bei dem Dipol-Strahler um einen Leiterplattendipol handelt.

[0018] Der erfindungsgemäße dielektrische Körper kann zunächst aus einem beliebigen dielektrischen Material gefertigt sein. Beispielsweise kann der dielektrische Körper dabei aus einem homogenen dielektrischen Material gefertigt sein. Beispielsweise kann es sich bei dem dielektrischen Körper dabei um einen massiven Kunststoffkörper handeln.

[0019] Alternativ kann der dielektrische Körper jedoch auch aus einem ersten Material mit einer höheren relativen Permittivität und einem zweiten Material mit einer niedrigeren relativen Permittivität bestehen. Beispielsweise kann dabei das erste Material als Granulat in dem zweiten Material eingebettet sein oder umgekehrt. Alternativ kann das zweite Material gasförmig sein und blasenförmig in dem ersten Material eingebettet sein. Insbesondere können dabei Luftblasen in dem ersten Material vorgesehen sein.

[0020] Unabhängig von dem eingesetzten Material weist der dielektrische Körper bevorzugt eine effektive relative Permittivität ϵ_r von mehr als 2 auf, weiter bevorzugt von mehr als 2,5. Die effektive relative Permittivität ϵ_r kann dabei bspw. zwischen 2 und 4, weiter bevorzugt zwischen 2,5 und 3,5 liegen.

[0021] Beispielsweise kann dabei Vollmaterial mit einer relativen Permittivität in diesem Bereich eingesetzt werden, oder Material mit einer höheren relativen Permittivität und eingebetteten Luftlöchern. Weiterhin kann beispielsweise Material mit einer höheren relativen Permittivität als Granulat in einem Material mit einer niedrigeren relativen Permittivität eingebettet sein.

[0022] Das Material des dielektrischen Körpers kann dabei eine annähernd konstante Permittivität haben, oder einen Gradienten der Permittivität aufweisen.

[0023] Bevorzugt weist der dielektrische Körper eine in Hauptabstrahlrichtung weisende Symmetrieachse auf. Hierdurch ergibt sich ein besonders gleichmäßiges Fernfeld diagramm.

[0024] Besonders bevorzugt handelt es sich bei der Symmetrie dabei um eine Axialsymmetrie und / oder eine Rotationssymmetrie. Besonders bevorzugt ist der dielektrische Körper dabei rotationssymmetrisch bezüglich einer in Hauptabstrahlrichtung des Dipolstrahlers ausgerichteten Symmetrieachse, d. h. er weist einen runden Querschnitt auf. In diesem Fall entspricht die maximale Dicke D dem maximalen Durchmesser eines Querschnitts des dielektrischen Körpers.

[0025] Alternativ kann der dielektrische Körper axialsymmetrisch bezüglich einer in Hauptabstrahlrichtung des Dipolstrahlers ausgerichteten Symmetrieachse sein, bspw. mit einer Querschnittsfläche in Form eines bevorzugt regelmäßigen Vielecks, bspw. eines Viereckes oder Quadrates. In diesem Fall entspricht die maximale Dicke D der maximalen Diagonale eines Querschnitts des dielektrischen Körpers. Bevorzugt weist der dielektrische Körper einen Stabbereich auf. Die Dicke des dielektrischen Körper weicht in diesem Stabbereich bevorzugt um maximal 30% und weiter bevorzugt um maximal 15 % von der maximalen Dicke D ab. Als Dicke des dielektrischen Körpers in einer Höhenebene wird dabei dessen größte Erstreckung in dieser Höhenebene verstanden. Alternativ oder zusätzlich weicht die Querschnittsfläche des dielektrischen Körper in dem Stabbereich bevorzugt um maximal 30% und weiter bevorzugt um maximal 15 % von der maximalen Querschnittsfläche des dielektrischen Körpers.

[0026] Bevorzugt weist der dielektrische Körper zumindest in dem Stabbereich in jeder Höhenebene einen Querschnitt auf, welcher aus einem Kreis oder einem bevorzugt regelmäßigen Vieleck, z.B. einem Viereck, Sechseck, Achteck usw. besteht. Prinzipiell ist aber jede Form mit Wellenleiterfunktion und/oder Aperturverschiebungsfunktion denkbar.

[0027] Besonders bevorzugt weist der dielektrische Körper in dem Stabbereich eine in Höhenrichtung gleichbleibende Dicke und/oder einen in Höhenrichtung gleichbleibenden Querschnitt auf. Der Stabbereich weist insbesondere eine Zylinderform, bevorzugt eine Kreiszylinderform oder Quaderform auf.

[0028] Bevorzugt beträgt die Höhe des Stabbereiches zwischen 50 und 100%, weiter bevorzugt zwischen 65 und 100% der Höhe H des dielektrischen Körpers.

[0029] Alternativ oder zusätzlich kann der dielektrische Körper einen Linsenbereich aufweisen. Im Linsenbereich weist der dielektrische Körper bevorzugt einen sich in Höhenrichtung ändernden Querschnitt auf. Bevorzugt ändert sich die Querschnittsfläche des dielektrischen Körper in dem Linsenbereich um mindestens 30% und weiter bevorzugt um mindestens 50 % bezüglich der maximalen Querschnittsfläche des dielektrischen Körpers.

[0030] Besonders bevorzugt weist der Linsenbereich die Form eines abgeschnittenen Konus oder eines abgeschnittenen Gegenkonus oder einer abgeschnittenen Pyramide oder einer abgeschnittenen Gegenpyramide auf. Bevorzugt beträgt der kleinste Durchmesser bzw. die kleinste Diagonale des abgeschnittenen Konus oder Gegenkonus bzw. der abgeschnittenen Pyramide oder Gegenpyramide dabei zwischen 30 und 80% des maximalen Durchmessers bzw. der maximalen Diagonale des abgeschnittenen Konus oder Gegenkonus bzw. der abgeschnittenen Pyramide oder Gegenpyramide, weiterhin bevorzugt zwischen 40 und 70%.

[0031] Bevorzugt beträgt die Höhe des Linsenbereiches zwischen 5% und 50%, bevorzugt zwischen 10% und 35% der Höhe H des dielektrischen Körpers.

[0032] Bevorzugt weist der dielektrische Körper sowohl einen Stabbereich, als auch einen Linsenbereich auf. Bevorzugt ist der Linsenbereich in diesem Fall auf der von dem Dipolstrahler abgewandten Seite des Stabbereiches angeordnet. Alternativ kann der dielektrische Körper nur einen Stabbereich mit einem sich in Höhenrichtung leicht ändernden Querschnitt aufweisen.

[0033] Unabhängig von der konkreten Form des dielektrischen Körpers ist dieser bevorzugt in Hauptabstrahlrichtung auf dem Dipolstrahler angeordnet. Weiterhin bevorzugt ist im Bereich des Dipolstrahlers selbst kein dielektrischer Körper vorgesehen, d. h. der Dipolstrahler ist nicht in den dielektrischen Körper eingebettet, sondern in Hauptabstrahlrichtung auf dem dielektrischen Körper angeordnet.

[0034] Dabei kann erfindungsgemäß der dielektrische Körper unmittelbar auf den Dipolstrahler aufgesetzt sein und insbesondere mit diesem in Kontakt stehen, oder über einen schmalen Spalt von bevorzugt nicht mehr als 2 mm von diesem getrennt angeordnet sein.

[0035] Weist der dielektrische Körper eine Symmetrieachse auf, so fällt diese bevorzugt mit der Symmetrieachse des Dipolstrahlers zusammen. Als Symmetrieachse eines Dipolstrahlers wird dabei eine sich in Hauptabstrahlrichtung erstreckende Achse verstanden, gegenüber welcher die den Dipol-Strahler bildenden Dipolsegmente symmetrisch angeordnet sind.

[0036] Bei dem erfindungsgemäßen Dipolstrahler handelt es sich bevorzugt um einen dual-polarisierten Dipol-Strahler. Die Erfinder haben dabei erkannt, dass ein dielektrischer Körper als Wellenleiter für beide Polarisierungen eines solchen Strahlers eingesetzt werden kann. Bevorzugt stehen die beiden Polarisierungen des Strahlers orthogonal aufeinander und/oder weisen separate Ports zur Versorgung mit Mobilfunksignalen auf.

[0037] Bevorzugt weisen die beiden Dipole des dual-polarisierten Dipol-Strahlers die gleiche Symmetrieachse auf, wobei die beiden Dipole bevorzugt über Kreuz bezüglich der gemeinsamen Symmetrieachse angeordnet sind. Bspw. kann es sich um ein Dipolquadrat handeln.

[0038] Der Dipolstrahler weist bevorzugt einen Sockelbereich auf, welcher sich in Hauptabstrahlrichtung erstreckt, und auf dem Sockelbereich angeordnete Dipolsegmente, welche sich bevorzugt senkrecht zur Hauptabstrahlrichtung erstrecken.

[0039] Der erfindungsgemäß eingesetzte Dipol-Strahler kann einen oder mehrere zusätzliche Strahler umfassen, welche ggf. auch auf anderen Abstrahlungsprinzipien beruhen. Insbesondere können ein oder mehrere zusätzliche Strahler in den Dipol-Strahler integriert sein. Bspw. kann der Dipolstrahler einen oder mehrere Schlitze aufweisen, welche als Schlitzstrahler wirken, so dass es sich bei dem erfindungsgemäß eingesetzten Dipol-Strahler elektrisch gesehen um eine Kombination aus Dipol-Strahler und Schlitzstrahler handelt.

[0040] In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung besteht folgende Beziehung zwischen der maximalen Dicke D und der Höhe H des dielektrischen Körpers, der Wellenlänge λ der Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereiches der Antenne sowie der relativen Permittivität ϵ_r des dielektrischen Körpers:

$$0,5 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}} \leq H$$

und/oder

$$0,5 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}} \leq D \leq 2,5 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}}$$

[0041] Besonders bevorzugt gilt folgende Beziehung:

$$0,75 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}} \leq H$$

und/oder

$$0,75 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}} \leq D \leq 2,5 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}} \quad \text{oder} \quad \leq 1,25 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}}$$

[0042] Bevorzugt gilt für Antennen mit einer horizontalen Halbwertsbreite zwischen 55° und 100°, insbesondere für Antennen mit einer horizontalen Halbwertsbreite von 65° +/- 10° oder 90° +/- 10° dabei

$$D \leq 1,5 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)'}}$$

bevorzugt

$$D \leq 1,25 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)'}}$$

[0043] Alternativ oder zusätzlich gilt für Antennen mit einer horizontalen Halbwertsbreite zwischen 23° und 43° oder für Antennen mit einer relativen Bandbreite von mehr als 40%

$$D \leq 2,5 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)'}}$$

[0044] Hierdurch wird berücksichtigt, dass für eine sehr hohe Bündelung oder Bandbreite ein größerer Multiplikator für den Durchmesser im Vergleich zur Wellenlänge notwendig sein kann.

[0045] Dabei wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung unter einem Resonanzfrequenzbereich ein zusammenhängender Frequenzbereich des Strahlers bezeichnet, welcher eine Rückflusssdämpfung von besser 6 dB oder besser 10 dB oder besser 15 dB aufweist. Der gewählte Grenzwert der Rückflusssdämpfung hängt dabei von der konkreten Anwendung der Antenne ab. Die Mittenfrequenz ist als das arithmetische Mittel der obersten und der untersten Frequenz im Resonanzfrequenzbereich definiert.

[0046] Der Resonanzfrequenzbereich und damit die Mittenfrequenz werden erfindungsgemäß bevorzugt bezüglich der Impedanzlage im Smith-Chart bestimmt, unter Annahme nachfolgender Elemente zur optimalen Impedanzanpassung und/oder Impedanztransformation.

[0047] Im Rahmen der Verwendung der erfindungsgemäßen Antenne wird unter dem untersten Resonanzfrequenzbereich bevorzugt der unterste zum Senden und / oder Empfangen genutzte Resonanzfrequenzbereich der Antenne verstanden.

[0048] Dabei hat sich herausgestellt, dass durch die oben angegebene Dimensionierung eine besonders effektive Verschiebung der Abstrahlebene erreicht werden kann, da der dielektrische Körper besonders gut als Wellenleiter arbeitet.

[0049] Die Richtwirkung des dielektrischen Körpers kann zum einen durch den Einsatz unterschiedlicher Körperformen und -Größen beeinflusst werden. Weiterhin ist eine Kombination mit einem leitfähigen und / oder metallischen Element denkbar, um die Eigenschaften der Antenne zu beeinflussen.

[0050] Bevorzugt ist erfindungsgemäß in und / oder an dem dielektrischen Körper ein leitfähiges und / oder metallisches

Element angeordnet. Durch solche metallischen Elemente lässt sich insbesondere die Bündelungswirkung beeinflussen.

[0051] In einer ersten Variante kann es sich bei dem leitfähigen und / oder metallischen Element um eine Beschichtung einer inneren oder äußeren Oberfläche des dielektrischen Körpers handeln. In einer zweiten Variante kann es sich um eine in oder an dem dielektrischen Körper angeordnete leitfähige und / oder metallische Scheibe handeln. Beide Varianten können miteinander kombiniert werden.

[0052] Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass das leitfähige und / oder metallische Element einen Außenumfang des dielektrischen Körpers umgibt. Insbesondere kann es sich dabei um eine Metallisierung des Außenumfangs des dielektrischen Körpers handeln. Alternativ kann sich das leitfähige und / oder metallische Element in einer Ebene senkrecht zur Hauptabstrahlrichtung erstrecken. Besonders bevorzugt wird in diesem Fall eine metallische Scheibe eingesetzt, welche sich in einer Ebene senkrecht zur Hauptabstrahlrichtung des Dipolstrahlers erstreckt. Eine solche metallische Scheibe kann dabei beispielsweise zwischen einem Stabteil und einem Linsenteil des dielektrischen Körpers angeordnet sein.

[0053] Das leitfähige und / oder metallische Element kann insbesondere dazu eingesetzt werden, um die Bündelwirkung in Frequenzbereichen, in welchen die Bündelwirkung des dielektrischen Körpers weniger stark ist, zu verbessern.

[0054] Erfindungsgemäß weist das leitfähige und / oder metallische Element eine Bündelwirkung auf, welche für eine Frequenz f_{met} maximal ist. Weiterhin weist bevorzugt der dielektrische Körper eine Bündelwirkung auf, welche für eine Frequenz f_{diel} maximal ist. Erfindungsgemäß unterscheiden sich dabei die Frequenzen f_{met} und f_{diel} . Die Bündelwirkung des leitfähigen und / oder metallischen Elementes und die Bündelwirkung des dielektrischen Körpers sind hierdurch für unterschiedliche Frequenzbereiche maximal, sodass die Fernfeldeigenschaften der erfindungsgemäßen Antenne durch die Kombination aus dielektrischem Körper und leitfähigem und / oder metallischem Element über einen größeren Frequenzbereich verbessert werden.

[0055] Bevorzugt ist dabei die Frequenz f_{met} kleiner als die Frequenz f_{diel} . Das leitfähige und / oder metallische Element wird damit für kleinere Frequenzen optimiert, der dielektrische Körper für größere Frequenzen.

[0056] Alternativ oder zusätzlich kann dabei die Frequenz f_{met} kleiner sein als die Mittenfrequenz f_{res} des untersten Resonanzfrequenzbereiches der Antenne sein, und die Frequenz f_{diel} größer als diese Mittenfrequenz f_{res} .

[0057] Weiterhin alternativ oder zusätzlich kann bevorzugt ein gewisser Abstand zwischen den beiden Frequenzen f_{diel} und f_{met} bestehen. Bevorzugt gilt dabei folgende Beziehung:

$$\left| f_{\text{diel}} - f_{\text{met}} \right| / f_{\text{diel}} > 0,1 * f_{\text{diel}}, \text{ weiter bevorzugt } \left| f_{\text{diel}} - f_{\text{met}} \right| / f_{\text{diel}} > 0,2 * f_{\text{diel}}.$$

[0058] Die erfindungsgemäße Antenne weist bevorzugt einen Reflektor auf, auf welchem der Dipolstrahler angeordnet ist. Der Reflektor weist bevorzugt eine leitende Reflektorebene auf, welche senkrecht auf der Hauptabstrahlrichtung des Dipolstrahlers steht.

[0059] In einer möglichen Ausführungsform kann der Reflektor einen Subreflektor aufweisen. Bevorzugt ist dieser Subreflektor als Reflektorrahmen ausgebildet. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Kantenlänge des Reflektorrahmens größer als die maximale Dicke D des dielektrischen Körpers.

[0060] In einer weiteren möglichen Ausführungsform kann der Abstand zwischen dem Dipol-Strahler und dem Reflektor zwischen $0,05 \lambda$ und $0,5 \lambda$ betragen, bevorzugt zwischen $0,1 \lambda$ und $0,4 \lambda$. Bei λ handelt es sich dabei um die Wellenlänge der Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereiches der Antenne.

[0061] In einer weiteren möglichen Ausführungsform kann der Reflektor eine Bündelwirkung aufweisen, welche für eine Frequenz f_{ref} maximal ist. Weiterhin weist bevorzugt der dielektrische Körper eine Bündelwirkung auf, welche für eine Frequenz f_{diel} maximal ist, wobei die beiden Frequenzen f_{ref} und f_{diel} nicht übereinstimmen. Hierdurch wird die Bündelwirkung über einen größeren Frequenzbereich erreicht, da der Reflektor und der dielektrische Körper jeweils für unterschiedliche Frequenzbereiche optimal bündeln.

[0062] Gemäß einer ersten Untervariante kann die Frequenz f_{ref} kleiner sein als die Frequenz f_{diel} , d. h. der Reflektor ist für niedrigere Frequenzen ausgelegt als der dielektrische Körper.

[0063] In einer zweiten Untervariante kann die Frequenz f_{ref} kleiner sein als die Mittenfrequenz f_{res} des untersten Resonanzfrequenzbereiches der Antenne, und die Frequenz f_{diel} größer sein als die Mittenfrequenz f_{res} .

[0064] In einer dritten Untervariante kann ein gewisser Abstand zwischen den Frequenzanteilen f_{diel} und f_{ref} bestehen. Insbesondere ist dabei bevorzugt $|f_{\text{diel}} - f_{\text{ref}}| / f_{\text{diel}} > 0,1 * f_{\text{diel}}$, weiter bevorzugt $|f_{\text{diel}} - f_{\text{ref}}| / f_{\text{diel}} > 0,2 * f_{\text{diel}}$.

[0065] Die oben genannten Ausführungsformen und Varianten im Hinblick auf den Reflektor können jeweils für sich verwirklicht werden. Bevorzugt werden die Varianten jedoch miteinander kombiniert.

[0066] Die erfindungsgemäßen Antennen können insbesondere zusammen mit weiteren Antennen als Bestandteil einer Antennenanordnung eingesetzt werden.

[0067] Die vorliegende Erfindung umfasst in einem zweiten Aspekt eine Mobilfunkantennenanordnung mit einer Mehrzahl von Antennen, insbesondere für eine Mobilfunk-Basisstation, mit einer ersten Untergruppe aus einer oder mehreren

ersten Antennen und einer zweiten Untergruppe aus einer oder mehreren zweiten Antennen. Dabei umfassen die ersten Antennen jeweils einen Dipol-Strahler mit einem auf dem Dipol-Strahler angeordneten ersten dielektrischen Körper, wobei die Höhe H_1 des ersten dielektrischen Körpers mindestens 30 % der maximalen Dicke D des ersten dielektrischen Körpers beträgt. Die zweiten Antennen umfassen jeweils einen Strahler ohne ein dielektrisches Element oder mit einem

anderen, zweiten dielektrischen Element. Bevorzugt werden dabei insbesondere mehrere erste Antennen eingesetzt. **[0068]** Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben dabei erkannt, dass der Einsatz von dielektrischen Körpern bei Mobilfunkantennenanordnungen mit einer Mehrzahl an Antennen eine Beeinflussung der Fernfeldwerte der Mobilfunkantennenanordnung erlaubt. Insbesondere kann dadurch, dass die dielektrischen Körper nur bei einer ersten Untergruppe von Strahlern eingesetzt werden, oder dass für unterschiedliche Untergruppen von Strahlern unterschiedliche dielektrische Körper eingesetzt werden, die effektive Abstrahlebene der jeweiligen Strahler der Untergruppe verändert werden.

[0069] Bevorzugt sind dabei mehrere erste Antennen vorgesehen, wobei die Dipolstrahler der ersten Antennen identische Resonanzfrequenzbereiche aufweisen. Insbesondere können dabei die ersten Antennen für den Betrieb im gleichen Mobilfunkfrequenzband eingesetzt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dipolstrahler der ersten Antennen identisch ausgeführt.

[0070] Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Dipolstrahler der ersten Antennen die gleiche Abstrahlebene und/oder Höhe H_{S1} über einem gemeinsamen Reflektor aufweisen. Dies ermöglicht eine einfache Zusammenschaltung der Dipolstrahler der ersten Antennen und damit der ersten Antennen.

[0071] Weiterhin kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass mehrere zweite Antennen vorgesehen sind, wobei die Strahler der zweiten Antennen identische Resonanzfrequenzbereiche aufweisen. Hierdurch können die zweiten Antennen für den Betrieb im gleichen Mobilfunkfrequenzband eingesetzt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Strahler der zweiten Antennen identisch ausgeführt.

[0072] Alternativ oder zusätzlich können die Strahler der zweiten Antennen die gleiche Abstrahlebene und/oder Höhe H_{S2} über einem gemeinsamen Reflektor aufweisen. Hierdurch ist eine einfache Zusammenschaltung der Strahler der zweiten Antennen und damit der zweiten Antennen möglich.

[0073] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die ersten dielektrischen Körper der ersten Antennen jeweils die gleiche Höhe H_1 aufweisen. Weiterhin bevorzugt sind die ersten dielektrischen Körper zueinander identisch ausgeführt. Die ersten dielektrischen Körper beeinflussen damit die Strahlungscharakteristik der Strahler der ersten Antennen jeweils in gleicher Weise.

[0074] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die zweiten dielektrischen Körper, soweit solche eingesetzt werden, jeweils die gleiche Höhe H_2 aufweisen. Weiterhin bevorzugt sind die zweiten dielektrischen Körper zueinander identisch. Auch hierdurch beeinflussen die zweiten dielektrischen Körper die Abstrahlung der Strahler der zweiten Antennen jeweils in gleicher Weise.

[0075] Bevorzugt unterscheiden sich die ersten dielektrischen Körper von den zweiten dielektrischen Körpern, wenn solche eingesetzt werden, insbesondere im Hinblick auf ihre Höhe. Die ersten und die zweiten dielektrischen Körper beeinflussen damit die Abstrahlung der Dipolstrahler der ersten Antennen und die Strahler der zweiten Antennen jeweils in unterschiedlicher Weise.

[0076] Besonders bevorzugt ist ein Ausführungsbeispiel, bei welchem lediglich erste dielektrische Körper eingesetzt werden und die Strahler der zweiten Antennen kein dielektrisches Element aufweisen.

[0077] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung handelt es sich bei den Dipolstrahlern der ersten Antennen um dualpolarisierte Dipolstrahler. Hierdurch wird der Platz innerhalb der Mobilfunkantennenanordnung optimal genutzt.

[0078] Weiterhin kann es sich bei den Strahlern der zweiten Antennen um dualpolarisierte Strahler handeln. Alternativ oder zusätzlich kann es sich bei den Strahlern der zweiten Antennen um Dipolstrahler handeln. Insbesondere kann es sich damit bei den Strahlern der zweiten Antennen um dualpolarisierte Dipolstrahler handeln. Die vorliegende Erfindung kommt jedoch ebenfalls mit anderen Strahlern der zweiten Antennen zum Einsatz.

[0079] Die erste Untergruppe von Antennen der erfindungsgemäßen Antennenanordnung kann separate Ports zum Senden und/oder Empfangen von Mobilfunksignalen aufweisen. Insbesondere kann so die erste Untergruppe von Antennen separat von der zweiten Untergruppe von Antennen zum Senden und/oder Empfangen von Mobilfunksignalen eingesetzt werden.

[0080] Alternativ können die erste Untergruppe und die zweite Untergruppe von Antennen der erfindungsgemäßen Antennenanordnung jedoch auch gemeinsame Ports zum Senden und/oder Empfangen von Mobilfunksignalen aufweisen

[0081] Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass die Antennen der ersten und/oder die Antennen der zweiten Untergruppe jeweils eine oder mehrere Gruppenantennen bilden und gemeinsame Ports zum Senden und/oder Empfangen von Mobilfunksignalen aufweisen.

[0082] Insbesondere können dabei die ersten Antennen der ersten Untergruppe zu einer oder mehreren Gruppenantennen zusammengeschaltet sein. Insbesondere können die ersten Antennen der ersten Untergruppe dabei über einen

oder mehrere Phasenschieber mit einem oder mehreren gemeinsamen Ports in Verbindung stehen.

[0083] In gleicher Weise können die zweiten Antennen der zweiten Untergruppe eine oder mehrere Gruppenantennen bilden, und insbesondere über einen oder mehrere Phasenschieber mit einem oder mehreren gemeinsamen Ports in Verbindung stehen.

[0084] In einer alternativen Ausführungsform können die Antennen der ersten Untergruppe jeweils separate Ports zum Senden und/oder Empfangen von Mobilfunksignalen aufweisen. Alternativ oder zusätzlich können auch die Antennen der zweiten Untergruppe jeweils separate Ports zum Senden und/oder Empfangen von Mobilfunksignalen aufweisen. Durch die separaten Ports der einzelnen Antennen sind Beamforming- oder Beamshaping-Anwendungen möglich. Insbesondere können die einzelnen Antennen dabei bevorzugt zu unterschiedlichen Gruppenantennen zusammengeschaltet und/oder jeweils einzeln für separate Kanäle betrieben werden.

[0085] Der erfindungsgemäße Einsatz von dielektrischen Körpern hat bei vielen unterschiedlichen Antennenanordnungen Vorteile. Je nach Ausführung der Antennenanordnung können die dielektrischen Körper dabei dazu eingesetzt werden, um die Abstrahlebenen der jeweiligen Untergruppen von Antennen voneinander weg zu verschieben oder aufeinander zu zubewegen oder die Abstrahlebene niedriger angeordneter Strahler zu erhöhen, um deren Abstrahlcharakteristik zu verbessern.

[0086] In einer ersten Variante der erfindungsgemäßen Mobilfunkantennenanordnung verschieben die dielektrischen Körper die Abstrahlebenen der ersten Antennen und der zweiten Antennen voneinander weg. Insbesondere können dabei die ersten dielektrischen Körper dazu eingesetzt werden, um die Abstrahlebene der ersten Antennen von den Abstrahlebenen der zweiten Antennen wegzubewegen. Hierdurch wird die Verkopplung der ersten Antennen und der zweiten Antennen in der erfindungsgemäßen Mobilfunkantennenanordnung verringert.

[0087] Eine solche Verschiebung der Abstrahlebenen kommt dabei insbesondere dann zum Einsatz, wenn die Dipolstrahler der ersten Antennen und die Strahler der zweiten Antennen in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind und/oder die gleiche Höhe H_S über einem gemeinsamen Reflektor aufweisen. In diesem Fall hätten die Strahler der ersten und der zweiten Antennen für sich genommen die gleichen Abstrahlebenen. Durch den Einsatz der dielektrischen Körper wird jedoch erreicht, dass die ersten Antennen eine andere Abstrahlebene aufweisen als die zweiten Antennen. Insbesondere wird dabei die Abstrahlebene der ersten Antennen über die Abstrahlebene der zweiten Antennen angehoben.

[0088] Bevorzugt weisen dabei die Verschiebung V der Abstrahlebene durch den ersten dielektrischen Körper und die Höhe H_S der Dipolstrahler der ersten Antennen über einem gemeinsamen Reflektor folgende Beziehung auf: $0,5 H_S > V$. Alternativ oder zusätzlich weist die Höhe H_1 der ersten dielektrischen Körper und die Höhe H_S der Dipolstrahler der ersten Antennen über einem gemeinsamen Reflektor folgende Beziehung auf: $0,5 H_S > H_1$.

[0089] Die erfindungsgemäße Verschiebung der Abstrahlebenen kann dabei insbesondere bei einer Mobilfunkantennenanordnung zum Einsatz kommen, bei welcher die Dipolstrahler der ersten Antennen und die Strahler der zweiten Antennen die gleichen Resonanzfrequenzbereiche aufweisen und/oder gleich aufgebaut sind. Je nach spezifischem Einsatzzweck können dabei die ersten und die zweiten Antennen für die gleichen oder unterschiedlichen Mobilfunkbänder eingesetzt werden. Selbst wenn die Dipolstrahler der ersten Antennen und die Strahler der zweiten Antennen dabei die gleichen Resonanzfrequenzbereiche aufweisen und/oder gleich aufgebaut sind, können sich die Resonanzfrequenzbereiche der durch die Strahler und die dielektrischen Körper gebildeten Einzelantennen dennoch unterscheiden, da auch der Einsatz der dielektrischen Körper ein Einfluss auf die Resonanzfrequenzbereiche der durch Strahler und dielektrischen Körper gebildeten Antenne hat.

[0090] Eine erfindungsgemäße Verschiebung der Abstrahlebenen kann dabei sowohl dann eingesetzt werden, wenn die Antennen der ersten und der zweiten Untergruppe jeweils eine oder mehrere Gruppenantennen bilden, als auch dann, wenn die Antennen der ersten und der zweiten Untergruppe jeweils separate Ports zum Senden und Empfangen von Mobilfunksignalen aufweisen. In einer weiteren möglichen Ausgestaltung können die ersten und die zweiten Antennen gemeinsam zu einer oder mehreren Gruppenantennen zusammengeschaltet sein oder werden.

[0091] In einer weiteren Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung bewegen die dielektrischen Körper die Abstrahlebenen der ersten Antennen und der zweiten Antennen aufeinander zu. Somit können die ersten dielektrischen Körper dazu eingesetzt werden, um die Abstrahlebene der ersten Antennen auf die Abstrahlebene der zweiten Antennen zu zubewegen.

[0092] Eine solche Aufeinanderzubewegung der Abstrahlebenen kommt dabei insbesondere dann zum Einsatz, wenn die Dipolstrahler der ersten Antennen und die Strahler der zweiten Antennen in unterschiedlichen Ebenen angeordnet sind und/oder unterschiedliche Höhen H_{S1} und H_{S2} über einem gemeinsamen Reflektor aufweisen. Bei einer solchen Anordnung haben die Dipolstrahler der ersten Antennen und die Strahler der zweiten Antennen im Prinzip unterschiedliche Abstrahlebenen. Dieser Abstand zwischen den Abstrahlebenen der Strahler kann durch den Einsatz der dielektrischen Körper verringert werden.

[0093] In einer bevorzugten Ausführungsform weist der dennoch verbleibende Abstand A zwischen den Abstrahlebenen folgende Beziehung zu der Höhe H_{S1} der ersten Dipolstrahler über einem gemeinsamen Reflektor auf: $A > 0,5 H_{S1}$, bevorzugt $A > 0,2 H_{S1}$. Dabei kann der Abstand A auch komplett 0 werden, d.h. die Abstrahlebenen werden zueinander

egalisiert.

[0094] Eine solche Aufeinanderzubewegung der Abstrahlebenen wird bevorzugt dann eingesetzt, wenn die Dipolstrahler der ersten Antennen und die Strahler der zweiten Antennen die gleichen Resonanzfrequenzbereiche aufweisen und/oder gleich aufgebaut sind. Bevorzugt kommt eine solche Ausgestaltung weiterhin dann zum Einsatz, wenn die

Dipolstrahler der ersten Antennen und die Strahler der zweiten Antennen gemeinsam zu einer oder mehreren Gruppenantennen zusammengeschaltet sind. Insbesondere kann hierdurch die Abstrahlebene der Einzelstrahler einer durch Dipolstrahler der ersten Antennen und Strahler der zweiten Antennen gebildeten Gruppenantenne aneinander angeglichen werden.

[0095] In einer dritten Variante der vorliegenden Erfindung, welche mit der ersten und/oder der zweiten Variante kombinierbar ist, sind die Dipolstrahler der ersten Antennen in einer ersten Ebene angeordnet und die zweiten Antennen weisen Metallstrukturen auf, welche in einer zweiten Ebene oberhalb der ersten Ebene angeordnet sind. Dabei ist vorgesehen, dass die ersten dielektrischen Körper mindestens bis zur zweiten Ebene der Metallstrukturen der zweiten Antennen reichen und/oder die Abstrahlebene der Dipolstrahler der ersten Antennen mindestens auf die zweite Ebene anheben. Durch den Einsatz der dielektrischen Körper wird damit verhindert, dass die Metallstrukturen der zweiten Antennen die Abstrahlcharakteristik der Dipolstrahler der ersten Antennen in einer Weise beeinträchtigen, wie dies im Stand der Technik häufig anzutreffen war.

[0096] Eine solche Ausgestaltung kommt dabei insbesondere dann zum Einsatz, wenn die Höhe H_{S1} der Dipolstrahler der ersten Antennen über einem gemeinsamen Reflektor kleiner ist als die Höhe H_{S2} der Strahler der zweiten Antennen über dem gemeinsamen Reflektor.

[0097] Weiterhin kann eine solche Ausgestaltung insbesondere dann zum Einsatz kommen, wenn die Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereichs der Dipolstrahler der ersten Antennen höher ist als die Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereichs der Strahler der zweiten Antennen, bzw. wenn die ersten Antennen zum Abstrahlen in einem höheren Frequenzband eingesetzt werden, als die zweiten Antennen. In diesem Fall sind die Strahler der zweiten Antennen üblicherweise größer als die Dipolstrahler der ersten Antennen, und ragen daher über die Dipolstrahler der ersten Antennen. Durch die erfindungsgemäße Verschiebung der Abstrahlebene der Dipolstrahler der ersten Antennen durch den Einsatz der ersten dielektrischen Körper kann deren Abstrahlleistung erheblich verbessert werden, da sie weniger stark von den Strahlern der zweiten Antennen beeinflusst werden.

[0098] In einer möglichen Ausgestaltung können die Strahler der zweiten Antennen als Dipolstrahler ausgestaltet sein und in einer Ebene oberhalb der Ebene der Dipolstrahler der ersten Antennen angeordnet sein. Insbesondere können die Strahler der zweiten Antennen dabei Sockel aufweisen, welche höher sind als die Sockel der Dipolstrahler der ersten Antennen, sodass die auf den Sockeln angeordneten Dipolsegmente der Strahler der zweiten Antennen oberhalb der Dipolsegmente der Strahler der ersten Antennen angeordnet sind. In diesem Fall sind die ersten dielektrischen Körper so ausgeführt, dass sie mindestens bis zu den Dipolsegmenten der Dipolstrahler der zweiten Antennen und bevorzugt über diese hinaus ragen. Bevorzugt werden in diesem Fall die ersten und die zweiten Antennen für unterschiedliche Frequenzbänder eingesetzt und/oder weisen unterschiedliche Resonanzfrequenzbereiche auf.

[0099] Die zweiten Antennen können dabei aus mehreren Dipolen bestehen, welche in Form eines Quadrates und/oder Kreuzes und/oder eines T angeordnet sind.

[0100] In einer weiteren Ausführungsform, welche mit der oben beschriebenen Ausführungsform kombinierbar ist, können im Bereich der Strahler der zweiten Antennen dritte Strahler angeordnet sein. Bevorzugt weisen diese dritten Strahler den gleichen Resonanzfrequenzbereich auf und/oder werden für das gleiche Frequenzband eingesetzt wie die Dipolstrahler der ersten Antennen. Alternativ oder zusätzlich können die Dipolstrahler der ersten Antennen und die Strahler der zweiten Antennen unterschiedliche Resonanzfrequenzbereiche aufweisen und/oder für unterschiedliche Frequenzbänder eingesetzt werden.

[0101] Durch die Anordnung der dritten Strahler im Bereich der Strahler der zweiten Antennen können diese Strahler üblicherweise nicht die gleich Ebene aufweisen wie die Dipolstrahler der ersten Antennen. Insbesondere können die dritten Strahler dabei auf Strahlern der zweiten Antennen angeordnet sein, und damit auf einer anderen Ebene angeordnet sein als die Dipolstrahler der ersten Antennen. Weiterhin alternativ oder zusätzlich sind die Dipolstrahler der ersten Antennen zwischen den Strahlern der zweiten Antennen angeordnet.

[0102] In einer solchen Ausgestaltung weisen die ersten dielektrischen Körper eine Doppelfunktion auf. Zum einen verbessern sie die Abstrahlmöglichkeiten der ersten Antennen, da die Strahler der zweiten Antennen durch die Verschiebung der Abstrahlebene der Dipolstrahler der ersten Antennen deren Abstrahlung weniger behindern. Weiterhin wird durch die ersten dielektrischen Körper die Abstrahlebene der Dipolstrahler der ersten Antennen an die Abstrahlebene der dritten Strahler angenähert.

[0103] In einer möglichen Ausführungsform können die Strahler der zweiten Antennen Strahlerelemente aufweisen, welche sich parallel und/oder senkrecht und/oder schräg zur Abstrahlrichtung erstrecken. Dabei können die dritten Strahler innerhalb der sich parallel und/oder senkrecht und/oder schräg zur Abstrahlrichtung erstreckenden Strahlerelemente angeordnet sein. Alternativ oder zusätzlich kann es sich bei den dritten Strahlern um dualpolarisierte Strahler handeln.

[0104] Die Dipolstrahler der ersten Antennen und die dritten Strahler können gleich aufgebaut sein.

[0105] Die zuletzt beschriebene Ausführungsform einer Mobilfunkantennenanordnung kann insbesondere dann zum Einsatz kommen, wenn die Dipolstrahler der ersten Antennen und die dritten Strahler zu einer Gruppenantenne zusammen geschaltet sind und/oder zusammenschaltbar sind. Insbesondere können die Dipolstrahler der ersten Antennen und die dritten Strahler dabei über ein oder mehrere Phasenschieber zu einer oder mehreren Gruppenantennen zusammengefasst sein.

[0106] Die erfindungsgemäße Mobilfunkantennenanordnung umfasst bevorzugt mindestens eine Spalte oder Reihe von Antennen, wobei die ersten und zweiten Antennen in der Spalte oder Reihe abwechselnd angeordnet sind und/oder wobei die zweiten Antennen zwischen zwei Spalten oder Reihen aus ersten Antennen angeordnet sind. Insbesondere kann die Gruppenantenne dabei mehrere Spalten und Reihen aufweisen, wobei die ersten und die zweiten Antennen in den mehreren Spalten und Reihen jeweils abwechselnd angeordnet sind und/oder wobei die zweiten Antennen zwischen mehreren Spalten und Reihen aus ersten Antennen angeordnet sind.

[0107] Die Mobilfunkantennenanordnung kann weiterhin ein Gehäuse aufweisen, innerhalb dessen die ersten und die zweiten Antennen angeordnet sind. Weiterhin weist die Mobilfunkantennenanordnung bevorzugt Ports auf, über welche die Mobilfunkantennenanordnung mit einer Mobilfunkbasisstation verbindbar ist. In dem Gehäuse können weiterhin Phasenschieber vorgesehen sein, über welche Antennen der Mobilfunkantennenanordnung zu Gruppenantennen zusammengeschaltet sind.

[0108] Bei einer Mobilfunkantennenanordnung gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung kommen als erste Antennen bevorzugt Mobilfunkantennen zum Einsatz, wie sie gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung näher beschrieben wurden.

[0109] Dies bezieht sich insbesondere auf die Ausgestaltung und/oder Dimensionierung der ersten dielektrischen Körper der ersten Antennen, welche bevorzugt wie oben im Hinblick auf den ersten Aspekt dargestellt vorgenommen wird.

[0110] Die zweiten Antennen können dabei zwar prinzipiell ebenfalls gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung aufgebaut sein. Bevorzugt weisen die zweiten Antennen jedoch keine dielektrischen Körper auf und sind demgemäß nicht gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ausgestaltet.

[0111] Die vorliegende Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen sowie Zeichnungen näher dargestellt. Dabei zeigen:

Figur 1: ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Mobilfunkantenne,

Figur 2: eine vergleichende Darstellung zwischen einer Mobilfunkantenne gemäß dem Stand der Technik und dem ersten Ausführungsbeispiel in Figur 1,

Figur 3: die E-Feld-Verteilung bei einer Sendefrequenz von 2,6 GHz bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel,

Figur 4: das in Figur 1 dargestellte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei die maximale Dicke D und die Höhe H des dielektrischen Körpers eingezeichnet sind,

Figur 5: vier Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Mobilfunkantennen mit dielektrischen Körpern unterschiedlicher Höhe,

Figur 6: zwei Diagramme, welche den S-Parameter in Abhängigkeit von der Frequenz und den Antennengewinn in Abhängigkeit vom Abstrahlwinkel für die in Figur 5 gezeigten vier Ausführungsbeispiele zeigen,

Figur 7: vier Diagramme, welche die E-Feld-Verteilung für das letzte der in Figur 5 gezeigten Ausführungsbeispiele mit einer Höhe H des dielektrischen Körpers von 200mm zeigen, und zwar getrennt für den ersten und den zweiten Port bei einer Sendefrequenz von 2,6 GHz,

Figur 8: das erste und das letzte Ausführungsbeispiel aus den in Figur 5 gezeigten vier Ausführungsbeispielen mit zwei Darstellungen des Antennengewinns bei einer Sendefrequenz von 2,6GHz,

Figur 9: eine Formel und ein Diagramm, welche die Abhängigkeit der maximalen Dicke eines Stabbereiches und eines Linsenbereiches von der Wellenlänge der Mittenfrequenz und der relativen Permittivität zeigen,

Figur 10: eine Mobilfunkantenne gemäß dem Stand der Technik und zwei Ausführungsbeispiele von Mobilfunkantennen gemäß der vorliegenden Erfindung, sowie ein Diagramm, welches die Direktivität und den Gain für die einzelnen Ports zeigt,

Figur 11: ein Diagramm, welches die Breite des Antennendiagramms für die in Figur 10 gezeigten Mobilfunkantennen wiedergibt,

Figur 12: ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Mobilfunkantenne mit einem metallischen Element und/oder einer metallischen Beschichtung,

Figur 13: eine Mobilfunkantenne gemäß dem Stand der Technik und drei Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Mobilfunkantennen, deren dielektrische Körper sich im Hinblick auf die Ausgestaltung des Linsenbereichs unterscheiden,

Figur 14a: ein Diagramm, welches die Fernfeld-Nutzpolarisation bei einer Frequenz von 2,6 GHz für die in Figur 13 gezeigten Mobilfunkantennen wiedergibt,

Figur 14b: ein Diagramm, welches die Fernfeld-Kreuzpolarisation bei einer Frequenz von 2,6 GHz für die in Figur 13 gezeigten Mobilfunkantennen wiedergibt,

Figur 15: ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung,

Figur 16: das in Figur 15 gezeigte erste Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung mit zwei Vergleichs-Antennenanordnungen und einem Diagramm, welches den Gewinn für die Antennenanordnungen in Abhängigkeit von der Frequenz wiedergibt,

Figur 17: zwei Diagramme, welche die Direktivität der in Figur 16 gezeigten Antennenanordnungen wiedergeben, wobei die Breite bei 3dB und 10dB in Abhängigkeit von der Frequenz wiedergegeben ist,

Figur 18: ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung,

Figur 19: eine perspektivische Darstellung des in Figur 18 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiels,

Figur 20: ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung und

Figur 21: eine perspektivische Darstellung des in Figur 20 dargestellten dritten Ausführungsbeispiels einer Antennenanordnung.

[0112] Figuren 1 bis 3 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Mobilfunkantenne. Bevorzugt handelt es sich dabei um eine Mobilfunkantenne, welche über Signalleitungen mit einer Mobilfunkbasisstation verbindbar ist, um Mobilfunksignale zu empfangen und/oder zu senden.

[0113] Das Ausführungsbeispiel der Mobilfunkantenne besteht aus einem Dipolstrahler 1, auf welchem ein dielektrischer Körper 2 angeordnet ist. Der Dipolstrahler 1 weist einen Sockel 3 auf, welcher Dipolsegmente 4 trägt. Die Dipolsegmente 4 erstrecken sich in einer Ebene senkrecht zur Hauptabstrahlrichtung der Mobilfunkantenne. Der Sockel 3 erstreckt sich dagegen in Hauptabstrahlrichtung.

[0114] Der Dipolstrahler 1 ist auf einem Reflektor 10 angeordnet, welcher plattenförmig ausgeführt ist und sich in einer Ebene senkrecht zur Hauptabstrahlrichtung und damit parallel zur Ebene der Dipolsegmente 4 erstreckt. Durch den Sockel 3 werden die Dipolsegmente 4 in einer Höhe H_S über dem Reflektor 10 gehalten.

[0115] Im Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Dipolstrahler 1 um einen dualpolarisierten Dipolstrahler. Die erste Polarisation wird durch einen ersten, durch zwei gegenüberliegende Dipolsegmente 4 gebildeten Dipol gebildet, die zweite Polarisation durch zwei weitere, sich ebenfalls gegenüberliegende Dipolsegmente 4. Die beiden Polarisationen stehen orthogonal und über Kreuz aufeinander. Im Ausführungsbeispiel ist der Dipolstrahler als Dipolquadrat ausgeführt, bei welchem die vier Dipolsegmente um eine gemeinsame Achse angeordnet sind und vier Sektoren eines Quadrates einnehmen.

[0116] Die beiden Polarisationen des Dipolstrahlers werden im Ausführungsbeispiel separat zueinander zum Senden und/oder Empfangen von Mobilfunksignalen eingesetzt, und weisen hierfür separate Ports 12 und 13 auf.

[0117] Auf dem Dipolstrahler 1 ist erfindungsgemäß ein dielektrischer Körper 2 angeordnet. Der dielektrische Körper 2 weist eine Unterseite auf, mit welcher er auf der durch die Dipolsegmente 4 des Dipolstrahlers 1 gebildeten Ebene angeordnet ist.

[0118] Die Unterseite des dielektrischen Körpers kann mechanische Befestigungsbereiche zur Befestigung mit dem Dipol umfassen. Diese können z.B. als Nasen und/oder Nuten in den Bereich des Dipols hineinragen. Die Unterseite des dielektrischen Körpers ist bevorzugt zumindest bis auf die mechanischen Befestigungsbereiche eben, und/oder

erstreckt sich parallel zur Ebene der Dipolsegmente 4 bzw. einer Ebene, welche senkrecht auf der Hauptabstrahlrichtung der Antenne steht.

[0119] Bevorzugt ist die Unterseite des dielektrischen Körpers unmittelbar auf die Dipolsegmente 4 aufgesetzt, oder nur durch einen schmalen Luftspalt von bevorzugt maximal 2 und beide bevorzugt maximal 1 mm von diesem getrennt.

[0120] Bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel besteht der dielektrische Körper aus einem Stabbereich 8 und einem Linsenbereich 9. Im Stabbereich 8 beweist der dielektrische Körper einen in Hauptabstrahlrichtung gleichbleibenden Querschnitt auf, wobei es sich um den Querschnitt in einer Ebene senkrecht zur Hauptabstrahlrichtung handelt. Im Linsenbereich 9, welche in Abstrahlrichtung auf der vom Dipolstrahler abgewandten Seite des Stabbereiches 8 angeordnet ist, weist der dielektrische Körper dagegen einen sich in Hauptabstrahlrichtung verändernden Querschnitt.

[0121] Im Ausführungsbeispiel weist der dielektrische Körper eine Rotationssymmetrie auf. Die Symmetrieachse des dielektrischen Körpers verläuft parallel zur Hauptabstrahlrichtung des Dipolstrahlers 1 und stimmt mit der Symmetrieachse des Dipolstrahlers 1 überein.

[0122] Im Stabbereich 8 ist der dielektrische Körper als ein massiver Kreiszylinder ausgeführt. Der Linsenbereich 9 ist im Ausführungsbeispiel als Gegenkonus ausgeführt. Für den Linsenbereich sind, wie im Folgenden noch näher dargestellt wird, jedoch auch andere Formen denkbar. Weiterhin kann auf den Linsenbereich 9 auch komplett verzichtet werden, sodass der gesamte dielektrische Körper als ein dielektrischer Stab ausgebildet ist.

[0123] Der dielektrische Körper gemäß der vorliegenden Erfindung wird dazu eingesetzt, um die Abstrahlebene 6 des Dipolstrahlers in Hauptabstrahlrichtung zu verschieben, sodass die Abstrahlebene 7 der aus Dipolstrahler 1 und dielektrischem Körper 2 gebildeten Antenne oberhalb der Abstrahlebene 6 des Dipolstrahlers 1 selbst angeordnet ist. Diese Verschiebung der Abstrahlebene ermöglicht, wie im Folgenden noch näher dargestellt wird, eine Vielzahl von Anwendungen, insbesondere dann, wenn die erfindungsgemäße Mobilfunkantenne in einer Antennenanordnung mit weiteren Antennen kombiniert wird.

[0124] Im Ausführungsbeispiel weist die Antenne weiterhin einen Subreflektorrahmen 11 auf, welcher auf den plattenförmigen Hauptreflektor 10 angeordnet ist und die Antenne umgibt. Der Subreflektorrahmen bewirkt eine Verbesserung der Richtwirkung.

[0125] Die erfindungsgemäße Verschiebung der Abstrahlebene wird durch die in Figur 3 gezeigten E-Feld-Diagramme belegt. Wie aus diesen Diagrammen erkennbar, wird durch den auf die Antenne aufgesetzten dielektrischen Körper der Bereich der stärksten E-Feld-Verteilung und damit in die Abstrahlebene von der Ebene der Dipolsegmente des Dipolstrahlers 1 in Abstrahlrichtung verschoben, und zwar mindestens um die Höhe des Stabbereiches 8 des dielektrischen Körpers 2.

[0126] In Figur 4 sind noch einmal die Abmessungen des dielektrischen Körpers schematisch eingezeichnet. Insbesondere ist dabei die maximale Dicke D des dielektrischen Körpers 2, d.h. seine maximale Erstreckung in einer Ebene senkrecht zur Hauptabstrahlrichtung, sowie die Höhe H des dielektrischen Körpers, d.h. eine maximale Erstreckung in Abstrahlrichtung, eingezeichnet.

[0127] Gemäß der vorliegenden Erfindung werden dielektrische Körper eingesetzt, bei welchen die Höhe H mindestens 30% der maximalen Dicke D beträgt. Bevorzugt beträgt die Höhe H mindestens 50% der maximalen Dicke D, weiterhin bevorzugt mindestens 70% der maximalen Dicke D. Hierdurch wird erfindungsgemäß eine entsprechende Verschiebung der Abstrahlebene erreicht.

[0128] Alternativ oder zusätzlich beträgt die Höhe des Stabbereiches 8, d.h. die maximale Erstreckung des Stabbereiches in Hauptabstrahlrichtung, mindestens 20% der maximalen Dicke D, bevorzugt mindestens 30% der maximalen Dicke D, weiterhin bevorzugt mindestens 40% der maximalen Dicke D.

[0129] Die Höhe H des dielektrischen Körpers bzw. des Stabbereiches des dielektrischen Körpers ist zumindest prinzipiell nicht begrenzt. Figur 5 zeigt dabei vier unterschiedliche Ausführungsbeispiele, welche sich im Hinblick auf die Höhe H des dielektrischen Körpers unterscheiden. Bei sämtlichen Ausführungsbeispielen weist der dielektrische Körper einen Durchmesser D von 50 mm auf. Die Höhe H beträgt bei den vier Ausführungsbeispielen 50 mm, 75 mm, 100 mm bzw. 200 mm. In den vier Ausführungsbeispielen wurde ein dielektrischer Körper eingesetzt, welcher ausschließlich aus einem Stabbereich besteht und keinen Linsenbereich aufweist.

[0130] Figur 6 zeigt in dem oberen Diagramm den S-Parameter in Copolarisation in Abhängigkeit von der Frequenz in einem Frequenzbereich zwischen 1,7 GHz und 2,7 GHz. Dabei wird deutlich, dass der Verlauf des S-Parameters von der Höhe H abhängt. Weiterhin hat die Höhe H auch einen Einfluss auf die Lage des Resonanzfrequenzbereiches, wobei größere Höhen tendenziell den Resonanzfrequenzbereich verbreitern.

[0131] Das Diagramm in Figur 6 unten zeigt das Fernfelddiagramm für die unterschiedlichen Höhen des dielektrischen Körpers. Je länger der dielektrische Körper wird, desto höher wird die Richtwirkung in Hauptstrahlrichtung, d.h. bei $\phi=0$ Grad, und desto mehr lokale Minima und Maxima entstehen im Fernfelddiagramm.

[0132] Die steigende Anzahl an lokalen Minima/Maxima ist auf konstruktive und/oder destruktive Überlagerung von elektromagnetischen Feldern zurückzuführen. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass die lokalen Minima und Maxima durch verschiedene Abstrahlpunkte entlang der Achse des dielektrischen Körpers zu Stande kommen, d.h. ein Teil der Energie wird entlang des Körpers abgestrahlt (strahlende Moden) und ein Teil der Energie weiter geleitet

(gebundene Moden).

[0133] Figur 7 zeigt das elektrische Feld in V/m für die Frequenz 2,6 GHz und für einen dielektrischen Körper mit der Höhe H von 50 mm und 200 mm. Bei beiden Körperhöhen durchdringt das elektrische Feld die dielektrischen Körper komplett. Des Weiteren wiederholt sich das elektrische Feld bei dem Körper mit einer Höhe H von 200 mm periodisch entlang der Z-Achse, d.h. in Hauptabstrahlrichtung. Dies veranschaulicht die Wellenleiterfunktion und die Verschiebung des Phasenzentrums der Abstrahlung entlang der z-Achse und damit in Hauptabstrahlrichtung.

[0134] Fig. 7 zeigt das elektrische Feld für den Antennenport 1 und damit die Polarisation 1, sowie für den Antennenport 2 und damit in die Polarisation 2. Beide Felder sind orthogonal zueinander, wodurch eine hohe Isolation bzw. Entkopplung zwischen den beiden Antennenports erreicht wird.

[0135] Figur 7 zeigt zum einen, dass die Höhe H des dielektrischen Körpers eine gewisse Mindesthöhe nicht unterschreiten darf, wenn der dielektrische Körper als Wellenleiter arbeiten soll.

[0136] Gleichzeitig erklären sich auch die mit zunehmender Länge hinzukommenden Nebenkeulen. Diese werden durch die nicht vollständige Leitung des Feldes durch den dielektrischen Körper und die teilweise Abstrahlung bei den jeweiligen Feld-Maxima erklärbar.

[0137] In Figur 8 ist noch einmal der Antennengewinn in Copolarisation bei 2,6 GHz für eine Höhe von 50 mm und einer Höhe von 200 mm des dielektrischen Körpers dreidimensional dargestellt. Wie deutlich erkennbar, wird die Direktivität der Hauptkeule durch die Verlängerung des dielektrischen Körpers deutlich vergrößert, es kommen jedoch Nebenkeulen hinzu.

[0138] Der erfindungsgemäße beanspruchte Zusammenhang zwischen der Höhe H des dielektrischen Körpers und der Dicke D des dielektrischen Körpers ergibt sich, wenn man den dielektrischen Körper als einen Stabstrahler betrachtet. Figur 9 zeigt dabei die Abhängigkeit der Dicke eines solchen Stabstrahlers von der Wellenlänge der Mittenfrequenz des Resonanzfrequenzbereiches und der effektiven relativen Permittivität ϵ_r bei einem Stabstrahler.

[0139] Links sind die Formeln für den Durchmesser $d_{\text{max,Leiter}}$ des Stabbereiches und damit die maximale Dicke des dielektrischen Körpers sowie den Durchmesser $d_{\text{min,Spitze}}$ an der dünnsten Stelle des Linsenbereichs wiedergegeben. Rechts ist diese Abhängigkeit noch einmal graphisch in einem Diagramm dargestellt. Die maximale Dicke des dielektrischen Körpers kann daher nicht beliebig gewählt werden, sondern muss in Abhängigkeit von der Wellenlänge und der relativen Permittivität gewählt werden.

[0140] Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung wird dabei die maximale Dicke D des dielektrischen Körpers, insbesondere die maximale Dicke des Stabbereiches, im folgenden Bereich gewählt:

$$0,5 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}} \leq D \leq 1,5 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}},$$

bevorzugt

$$0,75 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}} \leq D \leq 1,25 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}}.$$

[0141] Für die Höhe H gilt zumindest als Untergrenze eine vergleichbare Abhängigkeit von der Wellenlänge und der relativen Permittivität:

$$0,5 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}} \leq H$$

bevorzugt

$$0,75 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}} \leq H$$

[0142] Hierdurch ergibt sich auch die beanspruchte Beziehung zwischen der Höhe H des dielektrischen Körpers und

der maximalen Dicke D.

[0143] Der Einfluss der maximalen Dicke D des dielektrischen Körpers auf die Wellenleitungseigenschaften und damit die Abstrahlcharakteristik der sich aus Dipol und dielektrischem Körper ergebenden Antenne wird nun noch einmal anhand von Figuren 10 und 11 näher dargestellt. Oben in Figur 10 sind dabei zum einen ein Vergleichsbeispiel ohne dielektrischen Körper (000) sowie zwei Beispiele 001 und 002 mit jeweils unterschiedlich großen dielektrischen Körpern gezeigt.

[0144] Im Ausführungsbeispiel weist der Reflektor jeweils eine Länge und eine Breite von 144 mm auf, der Subreflektor eine Länge und Breite von 97 mm und eine Höhe von 21 mm auf. Bei dem eingesetzten Dipolstrahler handelt es sich in allen Ausführungen um den identischen Strahler, mit einem Resonanzfrequenzbereich zwischen 1,7 und 2,7 GHz.

[0145] Im Beispiel 001 weist der dielektrische Körper einen Durchmesser und damit eine maximale Dicke D im Sinne der vorliegenden Erfindung von 90 mm und eine Höhe H von 80 mm auf, im Beispiel 002 einen Durchmesser und damit eine maximale Dicke D im Sinne der vorliegenden Erfindung von 50 mm und eine Höhe H von 50 mm. Die relative Permittivität des eingesetzten Materials beträgt jeweils 2,8.

[0146] In dem Diagramm in Figur 10 unten ist der Gewinn und die Direktivität für die drei Antennen in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt. Das Diagramm zeigt eine Verbesserung der Richtwirkung und des Gewinns beim Einsatz eines dielektrischen Körpers. Der Effekt ist für das Beispiel 002, d.h. den dielektrischen Körper mit dem kleineren Durchmesser D, für höhere Frequenzen erheblich stärker ausgeprägt als für niedrigere Frequenzen.

[0147] Weiterhin führt der Einsatz des dielektrischen Körpers mit dem kleineren Durchmesser D auch dazu, dass der Resonanzfrequenzbereich verändert wird. Während für den größeren dielektrischen Körper der gesamte Frequenzbereich zwischen 1,8 und 2,7 nutzbar ist, schränkt der kleinere dielektrische Körper in Beispiel 002 den nutzbaren Bereich auf Frequenzen zwischen 2,1 und 2,7 ein. Für niedrigere Frequenzen arbeitet der kleinere dielektrische Körper aufgrund seines kleinen Durchmessers daher offenbar nicht mehr als Wellenleiter. Hierzu ist jedoch kein Diagramm enthalten.

[0148] Das Diagramm in Figur 11 zeigt nun den Öffnungswinkel bei 10 dB bzw. 3 dB für die drei Beispiele. Auch hier zeigt sich wiederum der geringere Öffnungswinkel beim Einsatz der erfindungsgemäßen dielektrischen Körper.

[0149] Der dielektrische Körper weist bevorzugt eine effektive relative Permittivität vom mehr als 2 auf, weiterhin bevorzugt von mehr als 2,5.

[0150] Dies kann beispielsweise durch die Fertigung des dielektrischen Körpers aus einem Vollmaterial mit einer entsprechenden relativen Permittivität erreicht werden. Stattdessen könnte der Körper auch aus einem Material mit einer höheren relativen Permittivität von z.B. 6 gefertigt werden, und Luftlöcher aufweisen, welche die effektive relative Permittivität des dielektrischen Körpers wieder verringern. Stattdessen könnte auch ein Material mit einer niedrigen relativen Permittivität eingesetzt werden, in welches ein Granulat mit einer hohen relativen Permittivität eingespritzt ist. Beispielsweise könnte dabei in ein Matrixmaterial mit einer relativen Permittivität von 1 und ein Granulat mit einer relativen Permittivität von 30 einbracht werden.

[0151] Die effektive relative Permittivität ist dabei in einer bevorzugten Ausführungsform über die Erstreckung des dielektrischen Körpers konstant.

[0152] Zur Beeinflussung der Abstrahleigenschaften könnte jedoch auch ein Material mit einem Gradienten der relativen Permittivität eingesetzt werden.

[0153] Zur Beeinflussung der Abstrahleigenschaften sind zudem folgende Anpassungen denkbar:

[0154] In Figur 12 ist die Höhe H_S des Dipols bzw. der Dipolsegmente 4 über dem Reflektor 10 eingezeichnet. Bekanntlich weist der Reflektor dabei die höchste Bündelwirkung für Frequenzen auf, für deren Wellenlänge λ die Beziehung $H_S = \lambda/4$ gilt.

[0155] Weiterhin hängt die Bündelwirkung des dielektrischen Körpers wie oben dargestellt von der maximalen Dicke D bzw. dem Durchmesser des dielektrischen Körpers ab. Erfindungsgemäß kann nun der Abstand H_S zwischen dem Dipol und dem Reflektor optimal für tiefe Frequenzen ausgelegt werden, während die maximale Dicke D bzw. der Durchmesser des dielektrischen Konus optimal für hohe Frequenzen ausgelegt wird.

[0156] Die Abstrahleigenschaften der Antenne können weiterhin durch den Einsatz von metallischen und/oder leitfähigen Objekten im Bereich des dielektrischen Körpers beeinflusst werden. So können beispielsweise ein oder mehrere Metallscheiben oder Platten 14 in den dielektrischen Körper oder am dielektrischen Körper angebracht werden. Insbesondere kann dabei eine Metallscheibe, welche senkrecht auf der Hauptabstrahlrichtung steht, in den dielektrischen Körper integriert oder an dessen Unterseite angebracht werden. Alternativ oder zusätzlich ist es denkbar, die Oberfläche des dielektrischen Körpers mit einer Oberflächenmetallisierung 15 auszustatten. Bevorzugt ist die Oberflächenmetallisierung 15 dabei ausschließlich am Außenumfang des dielektrischen Körpers angeordnet. Auch durch solche metallischen und/oder leitfähigen Elemente kann die Richtwirkung der Antenne beeinflusst werden. Bevorzugt sind die elektrischen und leitfähigen Elemente dabei so ausgelegt, dass deren Bündelwirkung für einen anderen Frequenzbereich optimal ist als die Bündelwirkung des Abstandes H_S zwischen Dipol und Reflektor, und/oder die Bündelwirkung des dielektrischen Körpers.

[0157] Der Einfluss des Linsenbereichs wird anhand der Figuren 13 und 14 noch einmal näher untersucht. In Figur 13 sind vier Ausführungsbeispiele 000 bis 003 gezeigt. Bei dem Ausführungsbeispiel 000 handelt es sich dabei um ein

Vergleichsbeispiel ohne dielektrischen Körper. Das Ausführungsbeispiel 001 weist einen als Gegenkonus ausgeführten Linsenbereich auf, das Ausführungsbeispiel 002 einen als Konus ausgeführten Linsenbereich und das Ausführungsbeispiel 003 ist ohne Linsenbereich ausgeführt.

[0158] Figur 14a zeigt das Fernfelddiagramm der Antenne für die Nutzpolarisation, Figur 14b für die Kreuzpolarisation. Dabei ist ersichtlich, dass wie bereits oben gezeigt durch den Einsatz des dielektrischen Körpers die Direktivität und der Gewinn in Abstrahlrichtung erhöht werden können. Die unterschiedlichen Linsenformen für die Beispiele 001 und 002 haben jedoch so gut wie gar keinen Einfluss auf die Diagramme. Die geringfügig andere Ausgestaltung des Diagramms für das Beispiel 003 ist wohl eher durch die größere effektive Höhe H des dielektrischen Körpers und die bereits oben diskutierte Verstärkung der Nebenmaxima bei größeren Höhen erklärbar.

[0159] Die erfindungsgemäße Änderung der Abstrahlebene kann insbesondere bei Gruppenantennenanordnungen mit einer hohen Einzelstrahlerdichte zur Änderung der Fernfeldcharakteristik genutzt werden. Insbesondere werden die erfindungsgemäßen dielektrischen Körper dabei nur bei einem Teil der Antennen eingesetzt, sodass deren Abstrahlebene auf eine Höhe verschoben wird, welche in einer bevorzugten Relation zu der Abstrahlebene der übrigen Strahler steht.

[0160] Figur 15 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Mobilfunkantennenanordnung mit einer ersten Gruppe von ersten Antennen 21, welche als erfindungsgemäße Antennen ausgestaltet sind und aus einem Dipolstrahler mit einem dielektrischen Körper 23 bestehen und einer zweiten Untergruppe von zweiten Antennen 22, welche keine dielektrischen Körper aufweisen. Im Ausführungsbeispiel sind die Dipolstrahler der ersten Antennen 21 und der zweiten Antennen 22 identisch ausgeführt. Durch den Einsatz der dielektrischen Körper 23 bei den ersten Antennen 21 wird die Abstrahlebene dieser Antennen gegenüber den zweiten Antennen verschoben.

[0161] Die Dipolstrahler der ersten Antennen und der zweiten Antennen sind auf einem gemeinsamen Reflektor 10 angeordnet und würden daher ohne die dielektrischen Körper 23 die gleiche Abstrahlebene aufweisen. Die Verschiebung der Apertur bzw. Abstrahlebene der einzelnen Strahler verringert daher die gegenseitige Kopplung der einzelnen Antennen. Hierdurch können die Nahfeldverkopplung und daraus folgend die Fernfeldwerte wie der Öffnungswinkel und die Richtwirkung der Antenne verbessert werden.

[0162] Im Ausführungsbeispiel weist die Antennenanordnung mehrere Reihen 24, 24', 24" und mehrere Spalten 25, 25', 25" auf. Die ersten Antennen 21 mit einem dielektrischen Körpern 23 und die zweiten Antennen 22 ohne einen solchen dielektrischen Körper wechseln sich dabei sowohl in den Reihen als auch in den Spalten jeweils ab.

[0163] Figur 16 zeigt als Vergleichsbeispiel V000 eine Antennenanordnung, bei welcher sämtliche Antennen ohne dielektrische Körper ausgeführt sind und als Vergleichsbeispiel V001 eine Ausgestaltung, bei welcher sämtliche Antennen einen dielektrischen Körper aufweisen. Das in Figur 15 dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Antennenanordnung ist als Beispiel V002 gezeigt.

[0164] Unten in Figur 16 ist die Dielektivität und der Gewinn der einzelnen Beispiele in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt. In Figur 17 ist die Breite des Fernfelddiagramms bei 10dB und 3dB dargestellt. Wie aus beiden Diagrammen deutlich zu erkennen, weist das erfindungsgemäße Ausführungsbeispiel sowohl die beste Direktivität zumindest im Bereich der Hauptkeule, als auch den besten Gain im Bereich der Hauptkeule auf.

[0165] Bei dem in Figur 15 gezeigten Ausführungsbeispiel können die ersten und die zweiten Antennen gemeinsam als Gruppenantenne ausgestaltet sein. Insbesondere kann dabei eine Reihe oder eine Spalte von Antennen über einen Phasenschieber mit einem gemeinsamen Port bzw., da es sich um dualpolarisierte Antennen handelt, mit zwei gemeinsamen Ports in Verbindung stehen. In diesem Fall erfolgt bevorzugt ein Phasenausgleich zwischen den ersten und zweiten Antennen einer solchen Gruppenantenne, um die Auswirkungen des dielektrischen Körpers auf die Phasenlage innerhalb der Gruppenantenne auszugleichen.

[0166] Alternativ können jedoch auch die ersten Antennen unter sich eine oder mehrere Gruppenantennen bilden, während die zweiten Antennen jeweils unter sich eine oder mehrere separate Gruppenantennen bilden. In diesem Fall sind bevorzugt die ersten Antennen innerhalb einer Spalte oder Reihe über einen Phasenschieber mit einem oder mehreren gemeinsamen Ports verbunden, und die zweiten Antennen innerhalb einer Spalte oder Reihe über einen oder mehrere Phasenschieber mit einem oder mehreren Ports.

[0167] In einem weiteren Ausführungsbeispiel können die einzelnen Antennen auch jeweils separate Ports aufweisen, um beispielsweise für Beamforming- oder Beamshaping- Anwendungen flexibel zusammengeschaltet werden zu können oder separat betreibbar zu sein. Bevorzugt handelt es sich in diesem Fall bei der Antennenanordnung um eine aktive Antennenanordnung, bei welcher jeder der Einzelantennen ein separater Verstärker zugeordnet ist.

[0168] Bei der erfindungsgemäßen Antennenanordnung kann es sich jedoch auch um eine passive Antenne ohne Verstärker handeln.

[0169] Bei dem in Figur 15 dargestellten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Mobilfunkantennenanordnung kommen als Strahler dualpolarisierte Dipolstrahler zum Einsatz. Insbesondere sind diese Strahler dabei so ausgeführt, wie dies bereits oben im Hinblick auf das in Figur 1 gezeigte Ausführungsbeispiel näher dargestellt ist. Die ersten und die zweiten Antennen unterscheiden sich im Ausführungsbeispiel einzig durch den Einsatz eines dielektrischen Körpers gemäß der vorliegenden Erfindung bei den ersten Antennen, während die Dipolstrahler identisch ausgeführt sind. Be-

vorzugt sind die dielektrischen Körper dabei so ausgeführt, wie dies oben schon beschrieben wurde.

[0170] In Figur 18 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung gezeigt.

[0171] Oben in Figur 18 ist zunächst eine Antenne gemäß dem Stand der Technik gezeigt. Diese weist erste Antennen 31 und zweite Antennen 32 auf. Die ersten Antennen werden für das Senden und/oder Empfangen in einem höheren Frequenzband eingesetzt, die zweiten Antennen 32 für das Senden und/oder Empfangen in einem niedrigeren Frequenzband. Bei den ersten Antennen und zweiten Antennen handelt es sich dabei jeweils um Dipolstrahler. Da die Dipolstrahler der zweiten Antennen für niedrigere Frequenzen ausgelegt sind, weisen diese einen größeren Abstand von dem gemeinsamen Reflektor 10 auf, als die Dipolstrahler der ersten Antennen. Damit liegt die Abstrahlebene 6 der ersten Antennen 31 unterhalb der Ebene 34 der Dipolsegmente der zweiten Antennen. Dies führt dem Stand der Technik dazu, dass die Abstrahlleistung der ersten Antennen erheblich beeinträchtigt wird.

[0172] Dieser Effekt wird erfindungsgemäß dadurch verhindert, dass bei ansonsten identischem Aufbau auf den ersten Antennen 31 dielektrische Körper 33 angeordnet sind, welche die Abstrahlebene der ersten Antennen 31 von der Abstrahlebene 6 ihrer Dipolstrahler über die Ebene 34 der Dipolsegmente der zweiten Antennen 32 anhebt. Hierdurch wird die Abstrahlcharakteristik der ersten Antennen 31 nicht mehr negativ von dem Vorhandensein der zweiten Antennen beeinflusst. Die Verschiebung V und gleichbedeutend die Höhe H der dielektrischen Körper 33 ist in diesem Ausführungsbeispiel damit größer als der Abstand K zwischen der Abstrahlebene 6 der Dipolstrahler der ersten Antennen 31 und der Abstrahlebene 34 der Dipolstrahler der zweiten Antennen.

[0173] Bei dem in Figur 18 gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei den Dipolstrahlern der ersten Antennen wiederum um dualpolarisierte Dipolstrahler. Insbesondere sind diese so ausgestaltet, wie dies bereits oben im Hinblick auf das in Figur 1 gezeigte Ausführungsbeispiel dargestellt wurde.

[0174] Die Dipole der zweiten Antennen 32 sind dagegen als VH-Pol ausgestaltet, d.h. es kommen voneinander beabstandete Dipole 32 und 32' mit jeweils orthogonal aufeinander stehenden Polarisationen zum Einsatz. Diese werden über einen 180° Hybridkoppler zu einem X-Pol zusammengeschaltet.

[0175] Die zweiten Antennen können dabei beispielsweise als low-band-Antenne für das Mobilfunkfrequenzband zwischen 698 und 960 MHz eingesetzt werden, die ersten Antennen als high-band-Antenne für den Frequenzbereich zwischen 1710 und 2690 MHz.

[0176] Wie in Figur 19, welche das in Figur 18 dargestellte Ausführungsbeispiel noch einmal in einer perspektivischen Ansicht wiedergibt, gezeigt, sind die ersten Antennen dabei in vier Spalten zu je zwei Antennen angeordnet, wobei die zweiten Antennen zwischen den so gebildeten Reihen angeordnet sind.

[0177] Die Dipole der zweiten Antennen 32 können auch in einem Quadrat angeordnet sein, wobei sich jeweils eine erste Antenne 31 innerhalb eines solchen Quadrates befindet. Weiterhin können zwischen solchen Quadraten aus zweiten Antennen 32 weitere erste Antennen 31 angeordnet sein. Alternativ oder zusätzlich können die zweiten Antennen 32 auch in Form eines Kreuzes angeordnet sein.

[0178] Ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung ist in Figuren 20 und 21 dargestellt. Oben in Figur 20 ist wiederum eine Antenne gemäß dem Stand der Technik gezeigt, während unten das mit dielektrischen Körpern ausgestattete Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt ist.

[0179] Die erfindungsgemäße Antennenanordnung weist erste Antennen 41, zweite Antennen 42 und dritte Antennen 43 auf. Die ersten Antennen 41 und die dritten Antennen 43 werden zum Senden im gleichen Frequenzband eingesetzt, die zweiten Antennen 42 dagegen zum Senden in einem niedrigeren Frequenzband.

[0180] Dabei sind die dritten Antennen 43 im Bereich der zweiten Antennen 42 angeordnet, und in Abstrahlrichtung gegenüber den ersten Antennen 41 nach oben versetzt. Die zweiten Antennen 42 weisen zudem Metallelemente auf, welche bis in eine Ebene oberhalb der Abstrahlebene 45 der Dipolstrahler der ersten Antennen 41 reichen.

[0181] Im Ausführungsbeispiel handelt es sich bei den zweiten Antennen dabei um Antennen mit schräg zur Hauptabstrahlrichtung verlaufenden Seitenwänden 47 und 48, zwischen welchen Schlitze 49 gebildet sind, die als Schlitzstrahler wirken. Die schräg verlaufenden Seitenwände 47 und 48 bilden dabei gemeinsam eine Art Trichter. Zwischen diesen trichterförmigen Antennen sind die Dipolstrahler der ersten Antennen 41 angeordnet. Alternativ könnten die zweiten Antennen auch aus Dipolstrahlern bestehen, welche in einem Quadrat angeordnet sind.

[0182] Bei einer Antenne gemäß dem Stand der Technik wird daher die Abstrahlung der ersten Antennen durch die in Abstrahlrichtung oberhalb angeordneten metallischen Elemente der zweiten Antennen 42 erheblich beeinträchtigt. Weiterhin weisen die Dipolstrahler der ersten Antennen 41 und die Dipolstrahler der dritten Antennen 43 unterschiedliche Abstrahlebenen 45 und 46 auf.

[0183] Beide Probleme werden erfindungsgemäß durch den Einsatz von dielektrischen Körpern 44 auf den Dipolstrahlern der ersten Antennen 41 behoben. Die Höhe H der dielektrischen Körper entspricht dabei dem Abstand zwischen der Abstrahlebene 46 der Dipolstrahler der dritten Antennen und der Abstrahlebene 45 der Dipolstrahler der ersten Antennen.

[0184] Dies führt zu dem, dass die ersten und die dritten Antennen im Wesentlichen die gleiche Abstrahlebene aufweisen. Weiterhin wird die Abstrahlebene der ersten Antennen über die Ebene der metallischen Elemente der zweiten Antennen gehoben, sodass deren Abstrahleigenschaften nicht mehr negativ beeinflusst werden.

[0185] Bei den Dipolstrahlern der ersten und dritten Antennen kann es sich um dualpolarisierte Dipolstrahler handeln. Insbesondere sind die Dipole der beiden Polarisierungen dabei gekreuzt zueinander angeordnet. Die Dipolstrahler können dabei so ausgeführt sein, wie dies im Hinblick auf das Ausführungsbeispiel in Figur 1 näher beschrieben wurde.

[0186] Die Dipolstrahler der ersten und der dritten Antennen können konstruktiv gleich ausgeführt sein und/oder die gleichen Resonanzfrequenzbereiche aufweisen. Sie weisen üblicherweise lediglich im Hinblick auf ihre Befestigung geringfügige Unterschiede im Sockelbereich auf.

[0187] Bevorzugt werden die ersten und die dritten Antennen zum Senden und/oder Empfangen im gleichen Frequenzband eingesetzt. Die ersten und die dritten Antennen können dabei zu einer oder mehreren Gruppenantennen zusammengeschaltet sein und insbesondere über einen oder mehrere Phasenschieber mit einem oder mehreren gemeinsamen Ports in Verbindung stehen.

[0188] Die zweiten Antennen werden bevorzugt zum Senden und/oder Empfangen in einem niedrigeren Frequenzband eingesetzt als die ersten und/oder die dritten Antennen. Bevorzugt sind die zweiten Antennen zu einer oder mehreren Gruppenantennen zusammengeschaltet und können insbesondere über einen oder mehrere Phasenschieber mit einem oder mehreren Ports in Verbindung stehen.

[0189] Die zweiten Antennen 42 und die ersten Antennen 41 sind auf einem gemeinsamen Reflektor 10 angeordnet. Die dritten Antennen sind innerhalb der zweiten Antennen angeordnet, und weisen bevorzugt einen eigenen Subreflektor auf, welcher ebenfalls innerhalb der zweiten Antennen 42 angeordnet ist. Die ersten Antennen können weiterhin rahmenförmige Subreflektoren 11 aufweisen.

[0190] Unabhängig von der konkreten Ausgestaltung kommen bei den erfindungsgemäßen Mobilfunkantennenanordnungen bevorzugt als erste Antennen solche Antennen zum Einsatz, wie sie oben bereits im Hinblick auf die erfindungsgemäßen Antennen näher beschrieben wurden. Insbesondere gilt dies für die Bemessung und/oder die Ausgestaltung der dielektrischen Körper.

Patentansprüche

1. Mobilfunkantenne, insbesondere für eine Mobilfunk-Basisstation, mit mindestens einem Dipol-Strahler und mit einem auf dem Dipol-Strahler angeordneten dielektrischen Körper,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Höhe H des dielektrischen Körpers in Hauptabstrahlrichtung mindestens 30 % der maximalen Dicke D des dielektrischen Körpers in einem Querschnitt senkrecht zur Hauptabstrahlrichtung beträgt.
2. Mobilfunkantenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Höhe H des dielektrischen Körpers mindestens 50 % der maximalen Dicke D des dielektrischen Körpers beträgt, bevorzugt mindestens 70 % der maximalen Dicke D des dielektrischen Körpers, und/oder wobei der dielektrische Körper eine effektive relative Permittivität $\epsilon_r > 2$ und bevorzugt eine effektive relative Permittivität $\epsilon_r > 2,5$ aufweist.
3. Mobilfunkantenne nach Anspruch 1, wobei es sich bei dem Dipol-Strahler um einen dual-polarisierten Dipol-Strahler handelt und/oder wobei der dielektrische Körper eine in Hauptabstrahlrichtung weisende Symmetrieachse aufweist, wobei es sich bevorzugt um eine Axialsymmetrie und/oder eine Rotationssymmetrie handelt, und/oder wobei der dielektrische Körper einen Stabbereich und/oder einen Linsenbereich aufweist, wobei die Höhe des Stabbereiches bevorzugt zwischen 50% und 100%, weiter bevorzugt zwischen 65% und 100% der Höhe H des dielektrischen Körpers beträgt, und/oder wobei der Linsenbereich bevorzugt auf der von dem Dipol-Strahler abgewandten Seite des Stabbereiches angeordnet ist und/oder wobei bevorzugt die Höhe des Linsenbereiches zwischen 5% und 50%, bevorzugt zwischen 10% und 35% der Höhe H des dielektrischen Körpers beträgt.
4. Mobilfunkantenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei für die maximale Dicke D und die Höhe H des dielektrischen Körpers folgende Beziehung zu der Wellenlänge λ der Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereiches der Antenne und der effektiven relative Permittivität ϵ_r des dielektrischen Körpers besteht:

$$0,5 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}} \leq H$$

und/oder

$$0,5 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}} \leq D \leq 2,5 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}}$$

bevorzugt

$$0,75 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}} \leq H$$

und/oder

$$0,75 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}} \leq D \leq 2,5 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}} \text{ oder } \leq 1,25 * \frac{\lambda}{\sqrt{\pi(\epsilon_r - 1)}}$$

5. Mobilfunkantenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei in/und oder an dem dielektrischen Körper ein leitfähiges und/oder metallisches Element angeordnet ist, wobei des sich bei dem leitfähigen und/oder metallischen Element bevorzugt um eine Beschichtung einer inneren oder äußeren Oberfläche des dielektrischen Körpers handelt, und/oder um eine in oder an dem dielektrischen Körper angeordnete leitfähige und/oder metallische Scheibe, und/oder wobei das leitfähige und/oder metallische Element einen Außenumfang des dielektrischen Körpers umgibt oder sich in einer Ebene senkrecht zur Hauptabstrahlrichtung erstreckt, wobei bevorzugt das leitfähige und/oder metallische Element eine Bündelwirkung aufweist, welche für eine Frequenz f_{met} maximal ist und wobei der dielektrische Körper eine Bündelwirkung aufweist, welche für eine Frequenz f_{diel} maximal ist, wobei $f_{\text{met}} \neq f_{\text{diel}}$, wobei weiter bevorzugt $f_{\text{met}} < f_{\text{diel}}$, und/oder wobei bevorzugt folgende Beziehung zur Mittenfrequenz f_{res} des untersten Resonanzfrequenzbereiches der Antenne besteht: $f_{\text{met}} < f_{\text{res}} < f_{\text{diel}}$, und/oder wobei weiter bevorzugt: $|f_{\text{diel}} - f_{\text{met}}| / f_{\text{diel}} > 0,1 * f_{\text{diel}}$, bevorzugt $|f_{\text{diel}} - f_{\text{met}}| / f_{\text{diel}} > 0,2 * f_{\text{diel}}$.
6. Mobilfunkantenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche, mit einem Reflektor, auf welchem der Dipol-Strahler angeordnet ist, wobei die Antenne einen Subreflektor aufweist, welcher bevorzugt als Reflektorrahmen ausgebildet ist, wobei die Kantenlänge des Reflektorrahmens bevorzugt gleich oder größer ist als die maximale Dicke D des dielektrischen Körpers, und/oder wobei der Abstand zwischen dem Reflektor und dem Dipolstrahler zwischen $0,05 \lambda$ und $0,5 \lambda$ beträgt, bevorzugt zwischen $0,1 \lambda$ und $0,4 \lambda$, wobei es sich bei λ um die Wellenlänge der Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereiches der Antenne handelt, und/oder wobei der Reflektor eine Bündelwirkung aufweist, welche für eine Frequenz f_{ref} maximal ist und wobei der dielektrische Körper eine Bündelwirkung aufweist, welche für eine Frequenz f_{diel} maximal ist, wobei $f_{\text{ref}} \neq f_{\text{diel}}$, wobei bevorzugt $f_{\text{ref}} < f_{\text{diel}}$, und/oder wobei bevorzugt folgende Beziehung zur Mittenfrequenz f_{res} des untersten Resonanzfrequenzbandes der Antenne besteht: $f_{\text{ref}} < f_{\text{res}} < f_{\text{diel}}$, und/oder wobei bevorzugt $|f_{\text{diel}} - f_{\text{ref}}| / f_{\text{diel}} > 0,1 * f_{\text{diel}}$, bevorzugt $|f_{\text{diel}} - f_{\text{ref}}| / f_{\text{diel}} > 0,2 * f_{\text{diel}}$.
7. Mobilfunkantennenanordnung mit einer Mehrzahl von Antennen, insbesondere für eine Mobilfunk-Basisstation, mit einer ersten Untergruppe aus einer oder mehreren ersten Antennen und einer zweiten Untergruppe aus einer oder mehreren zweiten Antennen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Antennen jeweils einen Dipol-Strahler mit einem auf dem Dipol-Strahler angeordneten ersten dielektrischen Körper umfassen, wobei die Höhe H_1 des ersten dielektrischen Körpers mindestens 30 % der maximalen Dicke D des ersten dielektrischen Körpers beträgt, und dass die zweiten Antennen jeweils einen Strahler ohne ein dielektrisches Element oder mit einem anderen, zweiten dielektrischen Element umfassen.
8. Mobilfunkantennenanordnung nach Anspruch 7, wobei es sich bei den Dipolstrahlern der ersten Antennen um dual-

polarisierte Dipol-Strahler handelt und/oder wobei es sich bei den Strahlern der zweiten Antennen um dual-polarisierte Strahler und/oder Dipolstrahler handelt.

- 5 9. Mobilfunkantennenanordnung nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Dipol-Strahler der ersten Antennen identische Resonanzfrequenzbereiche aufweisen und bevorzugt identisch sind, und/oder die gleiche Abstrahlebene und/oder Höhe H_{S1} über einem gemeinsamen Reflektor aufweisen, und/oder wobei die Strahler der zweiten Antennen identische Resonanzfrequenzbereiche aufweisen und bevorzugt identisch sind und/oder die gleiche Abstrahlebene und/oder Höhe H_{S2} über einem gemeinsamen Reflektor aufweisen, und/oder wobei die ersten dielektrischen Körper die gleiche Höhe H_1 aufweisen und bevorzugt identisch sind und/oder wobei die zweiten dielektrischen Körper die gleiche Höhe H_2 aufweisen und bevorzugt identisch sind.
- 10 10. Mobilfunkantennenanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die dielektrischen Körper die Abstrahlebenen der ersten Antennen und der zweiten Antennen voneinander weg verschieben, wobei bevorzugt die Dipolstrahler der ersten Antennen und die Strahler der zweiten Antennen in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind und/oder die gleiche Höhe H_S über einem gemeinsamen Reflektor aufweisen, wobei bevorzugt die Verschiebung V der Abstrahlebenen und die Höhe H_S der Dipol-Strahler der ersten Antennen über einem gemeinsamen Reflektor folgende Beziehung aufweisen: $0,5 H_S < V$, und/oder wobei bevorzugt die Dipolstrahler der ersten Antennen und die Strahler der zweiten Antennen die gleichen Resonanzfrequenzbereiche aufweisen und/oder gleich aufgebaut sind.
- 20 11. Mobilfunkantennenanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die dielektrischen Körper die Abstrahlebenen der ersten Antennen und der zweiten Antennen aufeinander zu bewegen, wobei bevorzugt die Dipolstrahler der ersten Antennen und die Strahler der zweiten Antennen in unterschiedlichen Ebenen angeordnet sind und/oder unterschiedliche Höhen H_{S1} und H_{S2} über einem gemeinsamen Reflektor aufweisen, wobei bevorzugt der verbleibende Abstand A zwischen den Abstrahlebenen folgende Beziehung zu der Höhe H_{S1} der Dipol-Strahler der ersten Antennen über einem gemeinsamen Reflektor aufweist: $A < 0,5 H_{S1}$, bevorzugt $A < 0,2 H_{S1}$, und/oder wobei bevorzugt die Dipolstrahler der ersten Antennen und die Strahler der zweiten Antennen die gleichen Resonanzfrequenzbereiche aufweisen und/oder gleich aufgebaut sind.
- 30 12. Mobilfunkantennenanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei die Dipolstrahler der ersten Antennen in einer ersten Ebene angeordnet sind und die zweiten Antennen Metallstrukturen aufweisen, welche in einer zweiten Ebene oberhalb der ersten Ebene angeordnet sind, wobei die ersten dielektrischen Körper mindestens bis zur zweiten Ebene der Metallstrukturen der zweiten Antennen reichen und/oder die Abstrahlebene der Dipolstrahler der ersten Antennen mindestens auf die zweite Ebene anheben, und/oder wobei die Höhe H_{S1} der Dipolstrahler der ersten Antennen über einem gemeinsamen Reflektor kleiner ist als die Höhe H_{S2} der Strahler der zweiten Antennen über einem gemeinsamen Reflektor, und/oder wobei die Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereichs der Dipolstrahler der ersten Antennen höher ist als die Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereichs der Strahler der zweiten Antennen.
- 40 13. Mobilfunkantennenanordnung nach Anspruch 12, wobei die Strahler der zweiten Antennen Dipol-Strahler sind und in einer Ebene oberhalb der Ebene der Dipolstrahler der ersten Antennen angeordnet sind, wobei die Dipolstrahler der ersten Antennen und die Strahler der zweiten Antennen bevorzugt unterschiedliche Resonanzfrequenzbereiche aufweisen und/oder für unterschiedliche Frequenzbänder eingesetzt werden, und/oder wobei die zweiten Antennen bevorzugt mehrere Dipole aufweist, welche in einem Quadrat und/oder Kreuz und/oder T angeordnet sind, oder

45 wobei im Bereich der Strahler der zweiten Antennen dritte Strahler angeordnet sind, welche bevorzugt den gleichen Resonanzfrequenzbereich aufweisen und/oder für das gleiche Frequenzband eingesetzt werden wie die Dipolstrahler der ersten Antennen, und/oder wobei die Dipolstrahler der ersten Antennen und die Strahler der zweiten Antennen bevorzugt unterschiedliche Resonanzfrequenzbereiche aufweisen und/oder für unterschiedliche Frequenzbänder eingesetzt werden, wobei die Strahler der zweiten Antennen bevorzugt Strahlerelemente aufweisen, welche sich

50 parallel und/oder senkrecht und/oder schräg zur Abstrahlrichtung erstrecken, wobei die dritten Strahler bevorzugt innerhalb der sich parallel und/oder senkrecht und/oder schräg zur Abstrahlrichtung erstreckenden Strahlerelemente angeordnet sind, wobei es sich bei den dritten Strahlern bevorzugt um dual-polarisierte Dipol-Strahler handelt.
- 55 14. Mobilfunkantennenanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, mindestens einer Spalte oder Reihe von Antennen, wobei die ersten und zweiten Antennen in der Spalte oder Reihe abwechselnd angeordnet sind, und/oder wobei die zweiten Antennen zwischen zwei Spalten oder Reihen aus ersten Antennen angeordnet sind, wobei die Gruppenantenne bevorzugt mehrere Spalten und Reihen aufweist, wobei die ersten und die zweiten Antennen in den mehreren Spalten und Reihen jeweils abwechselnd angeordnet sind und/oder wobei die zweiten Antennen

zwischen mehreren Spalten und Reihen aus ersten Antennen angeordnet sind.

- 15.** Mobilfunkantennenanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, wobei die ersten Antennen der Mobilfunkgruppenantenne durch Mobilfunkantennen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 gebildet werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

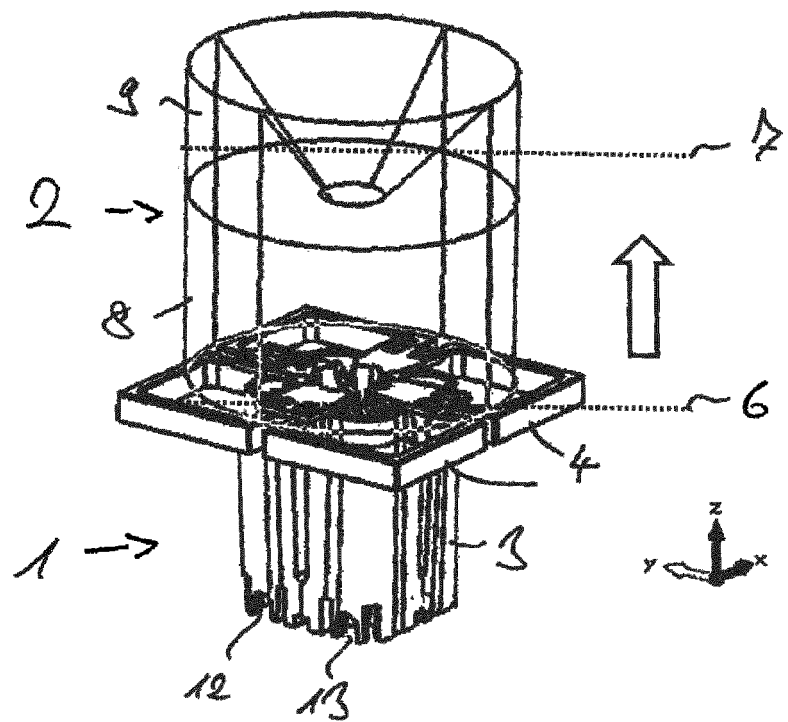


Fig. 2

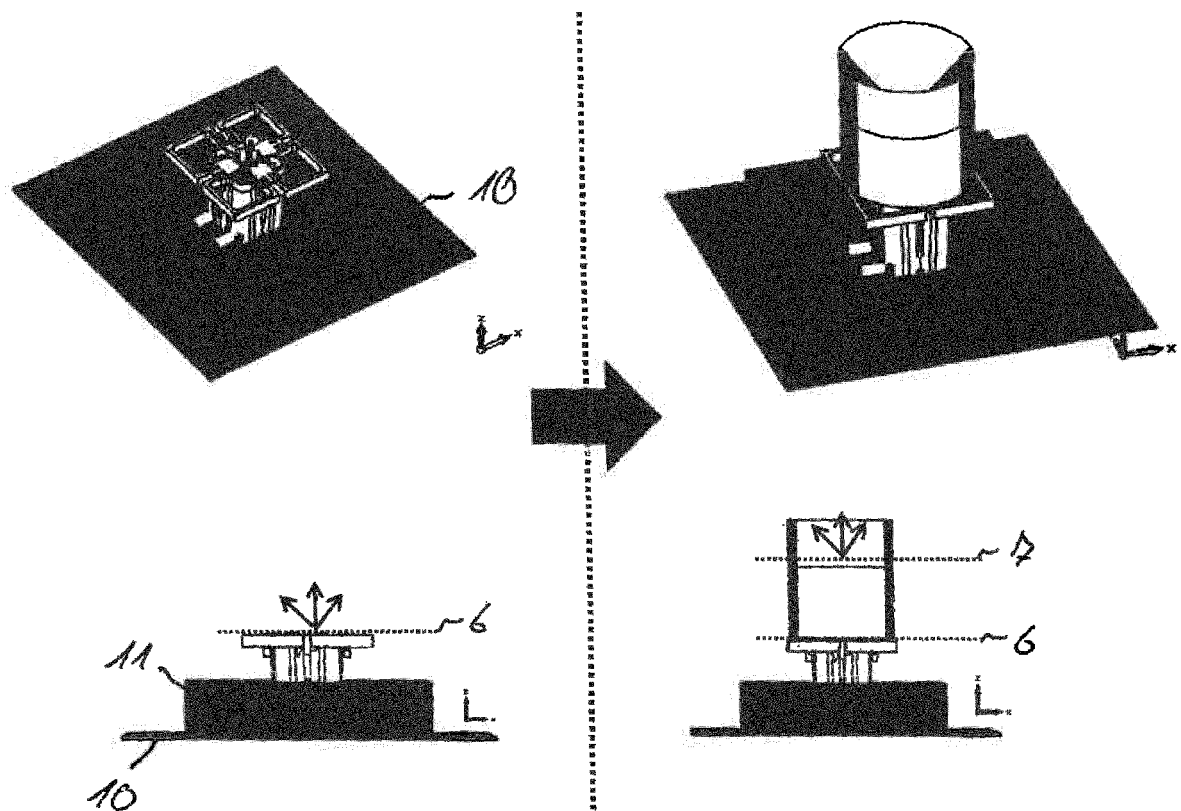


Fig. 3

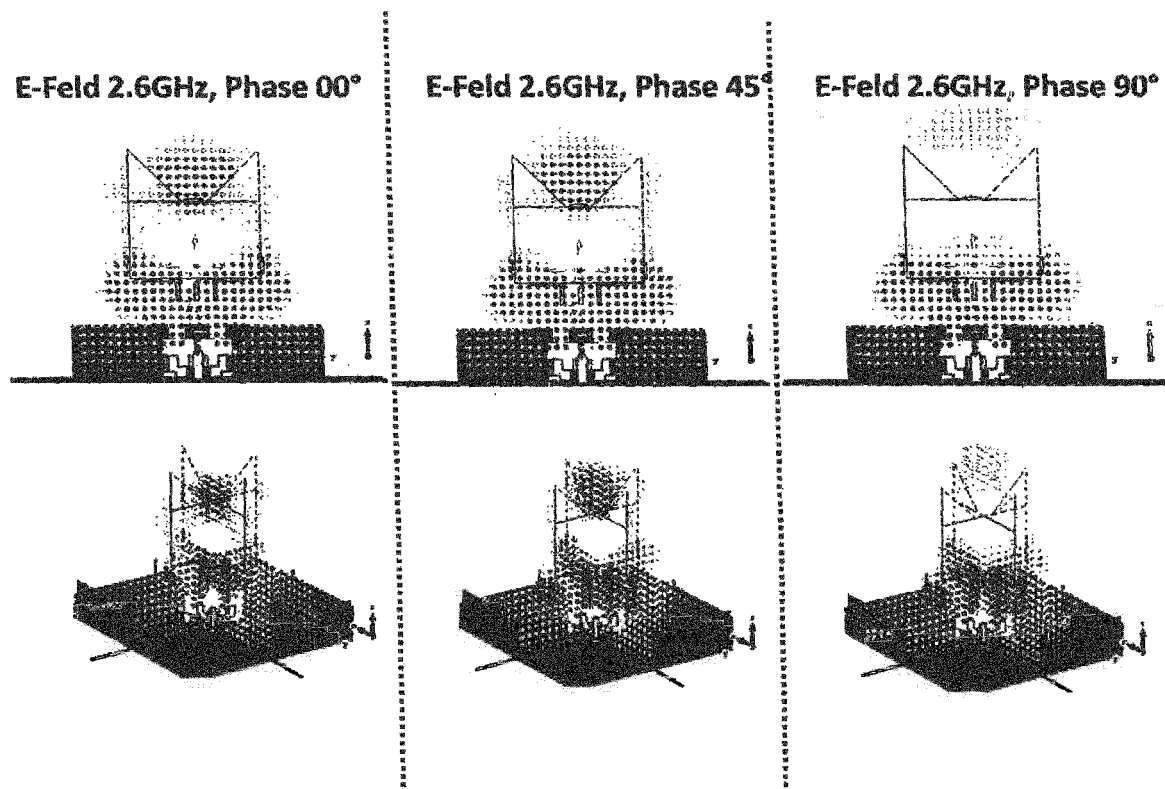


Fig. 4

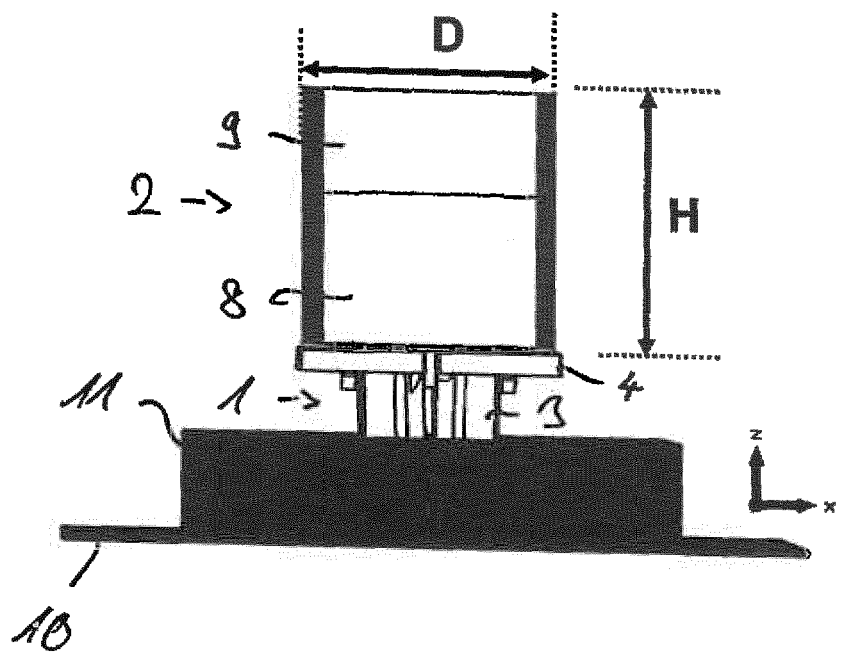


Fig. 5

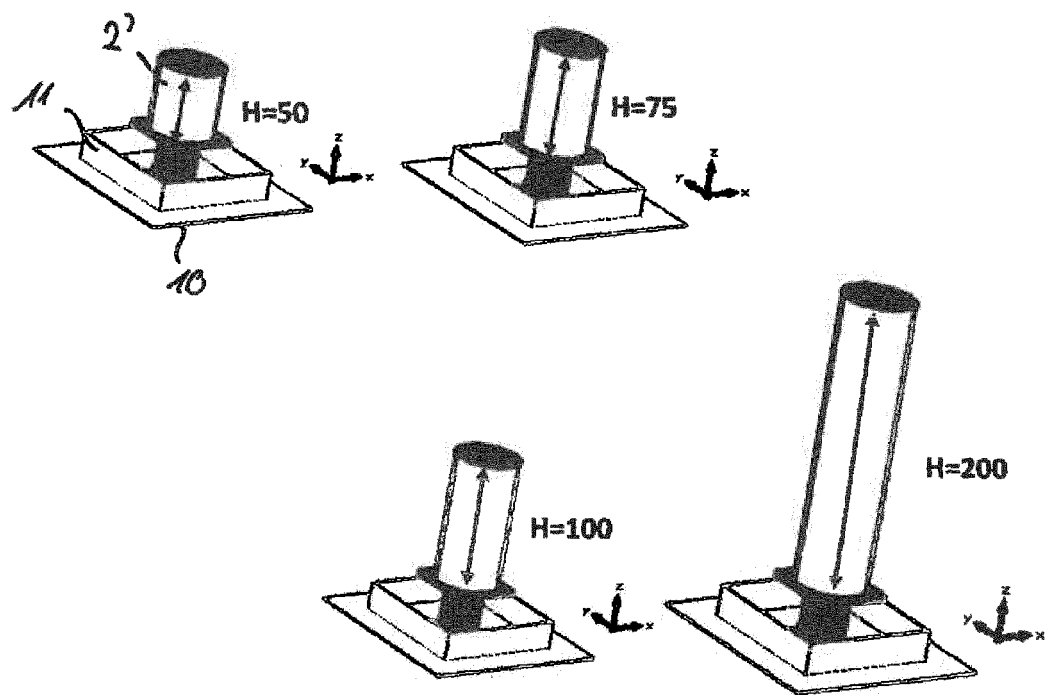


Fig. 6

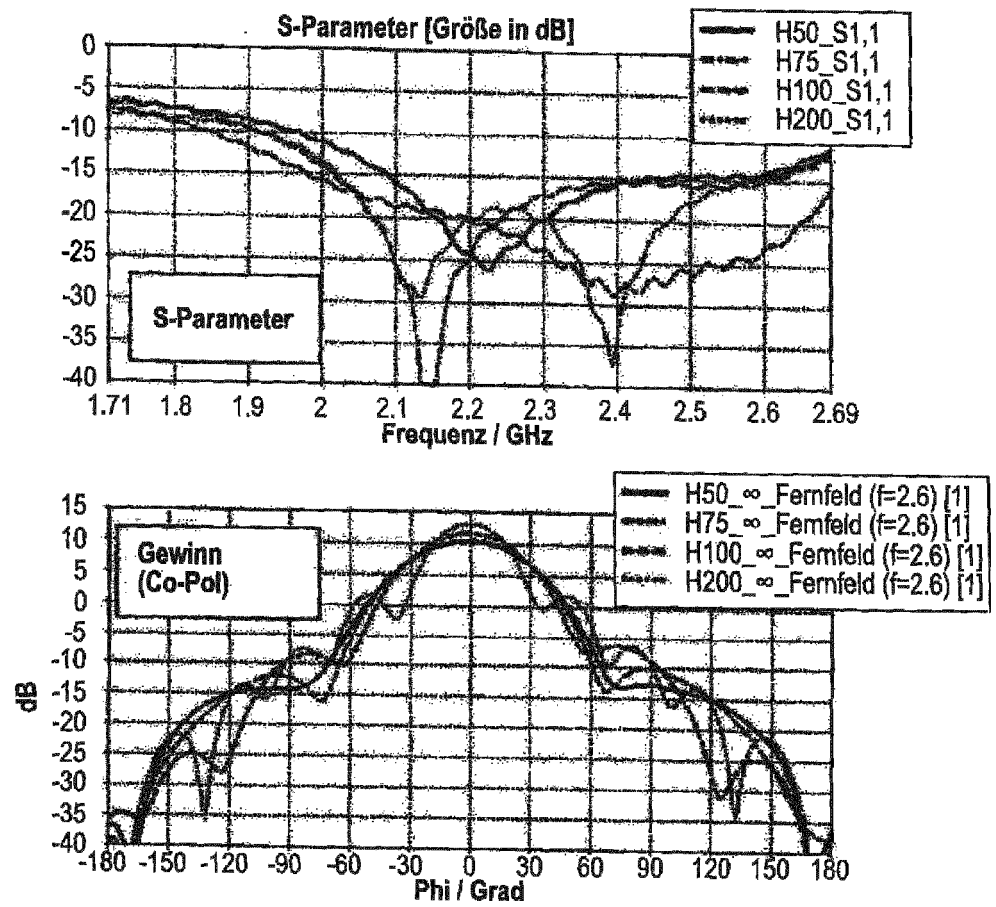


Fig. 7

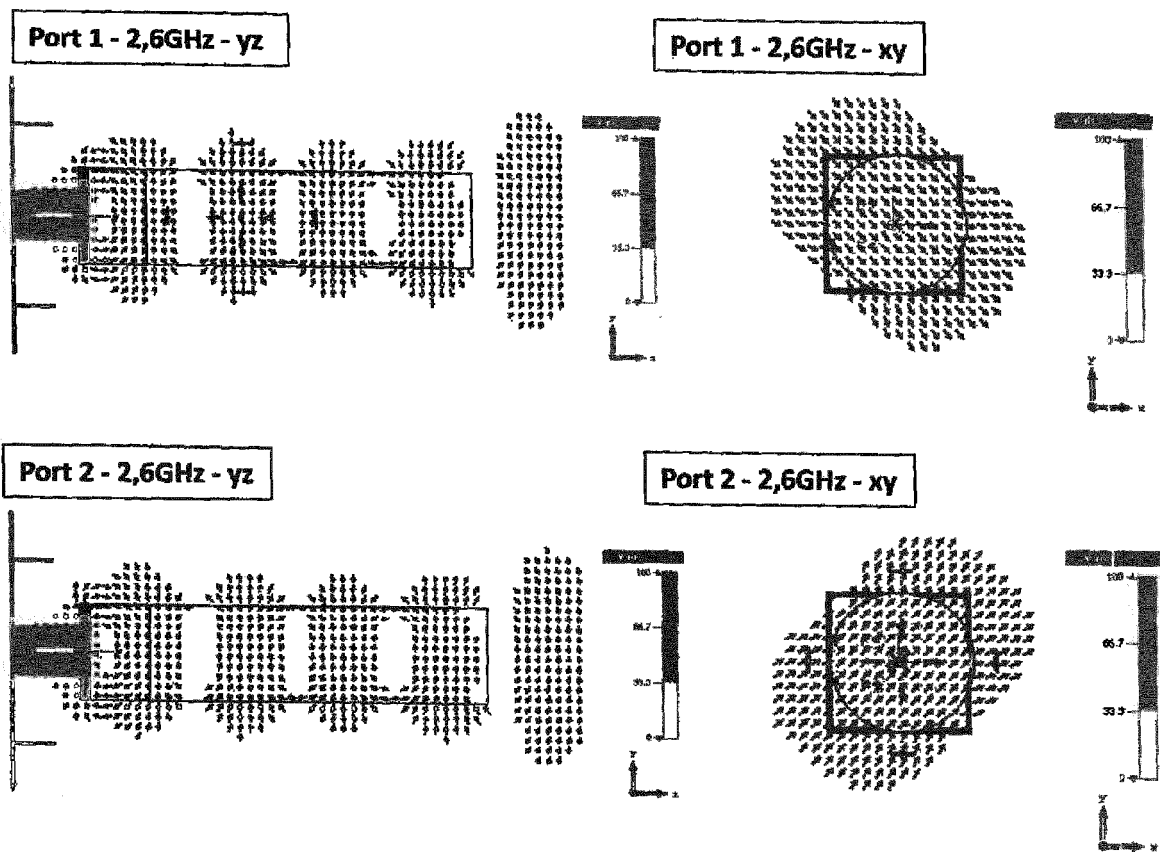


Fig. 8

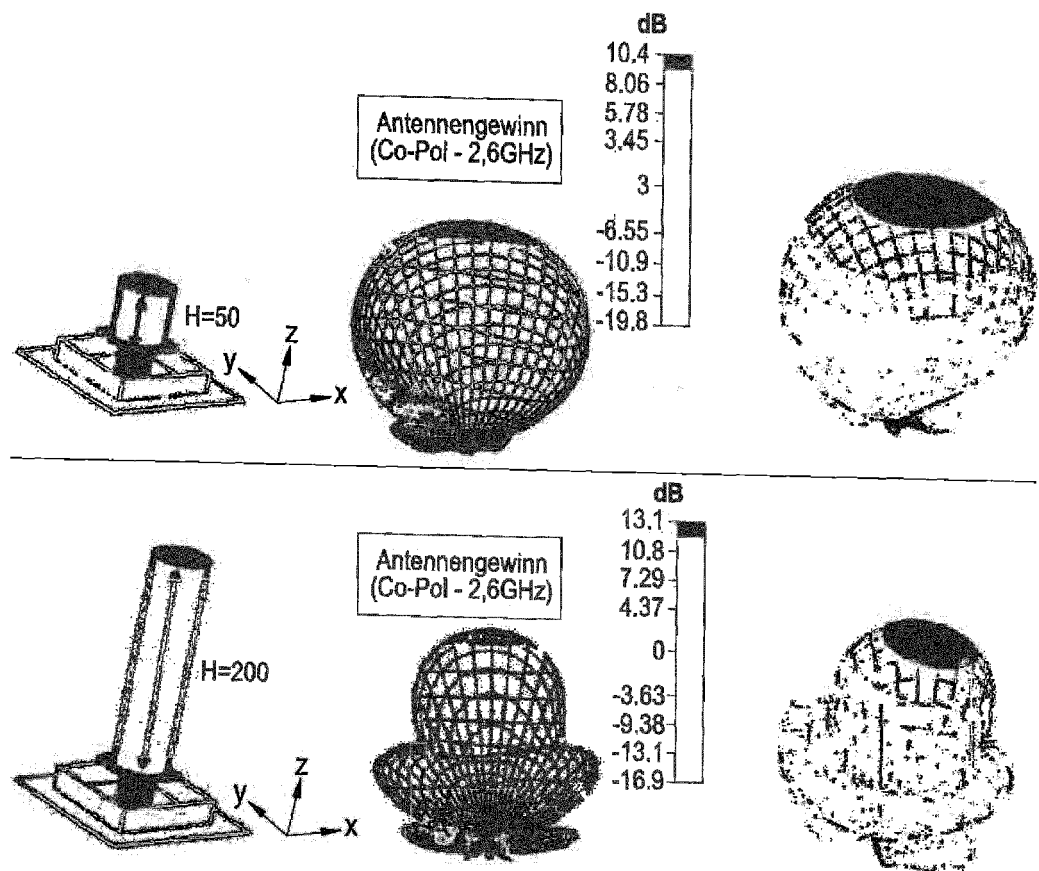


Fig. 9

$$d_{\max, \text{Leiter}} \approx \frac{\lambda}{\sqrt{1 \cdot \pi (\epsilon_r \text{ Wellenleiter} - 1)}},$$

$$d_{\min, \text{Spitze}} \approx \frac{\lambda}{\sqrt{2.5 \cdot \pi (\epsilon_r \text{ Wellenleiter} - 1)}}.$$

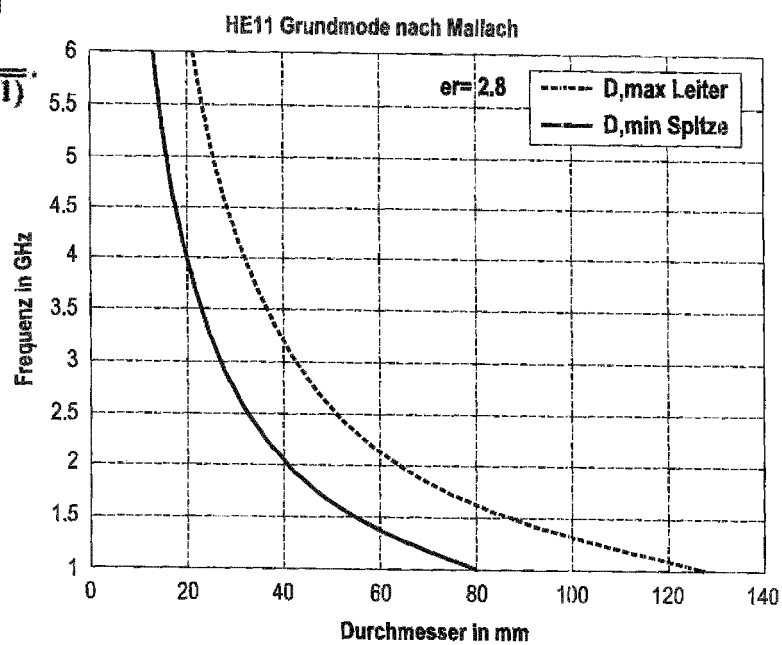


Fig. 10

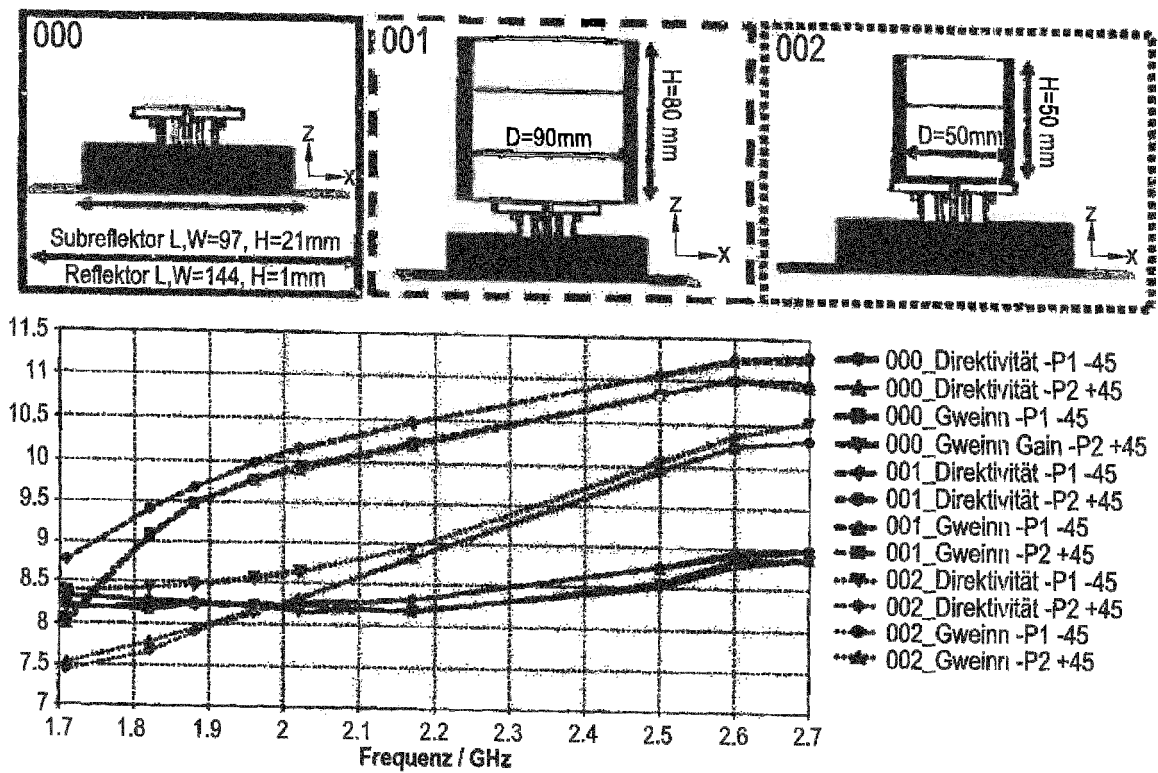


Fig. 11

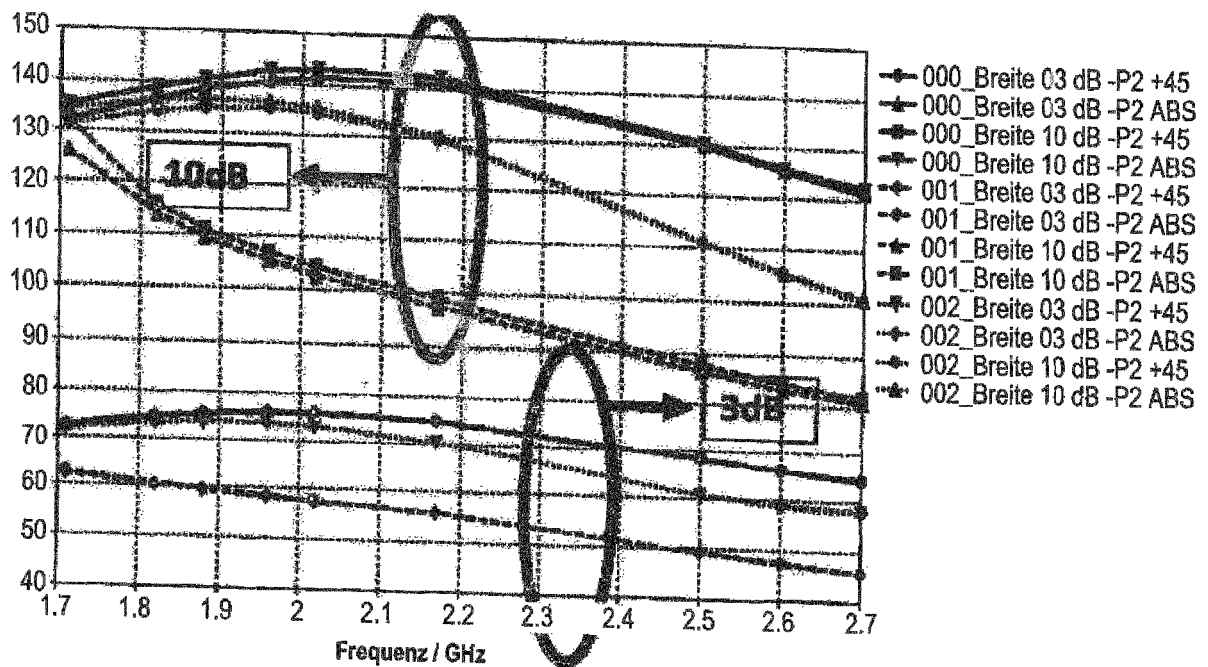


Fig. 12

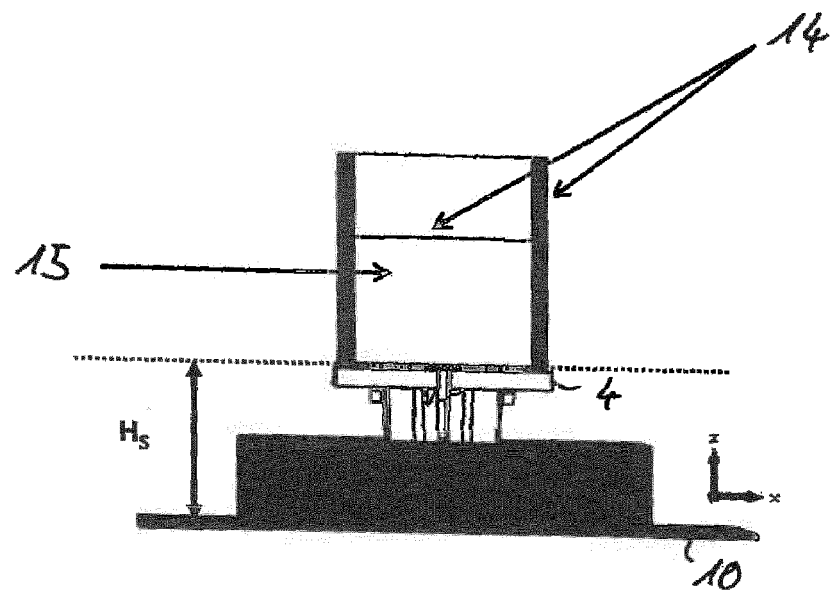


Fig. 13

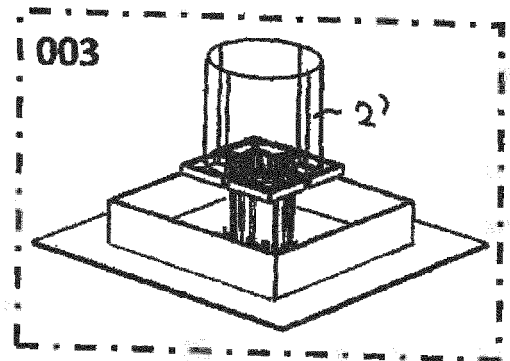
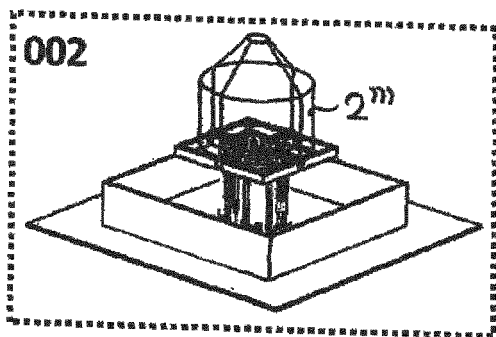
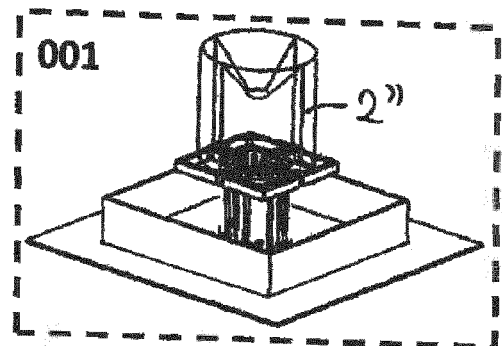
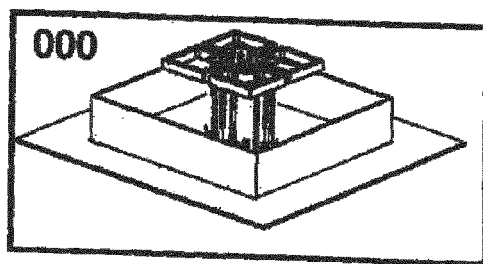


Fig. 14a

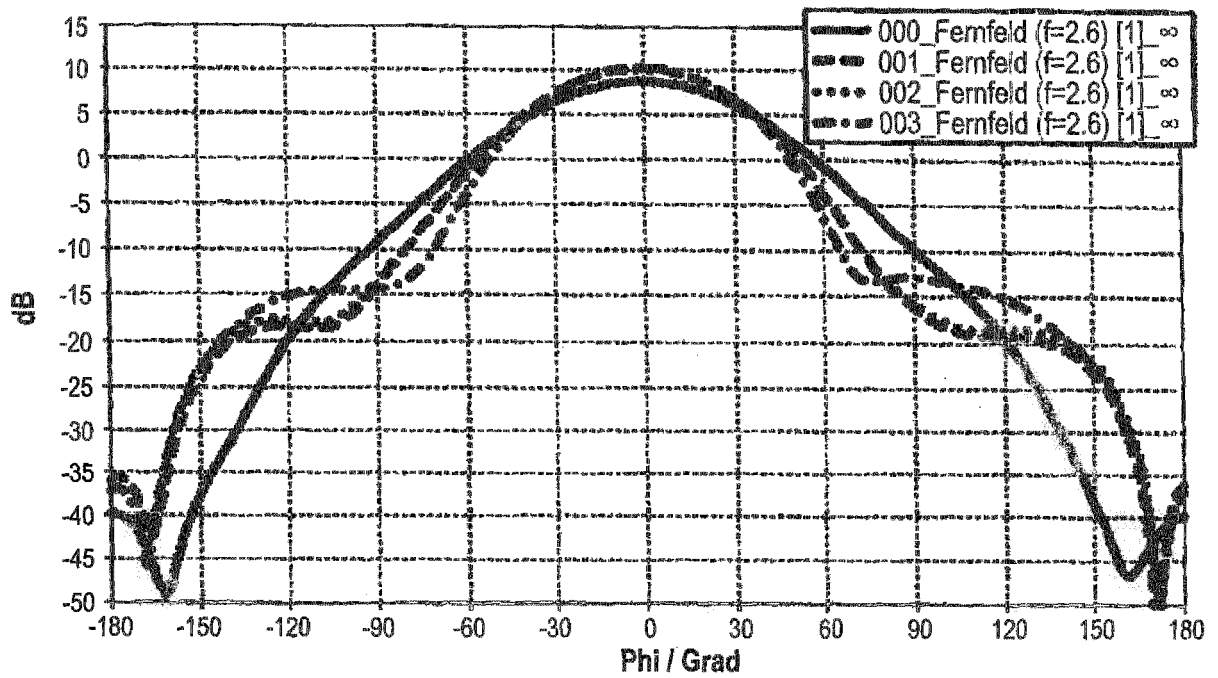


Fig. 14b

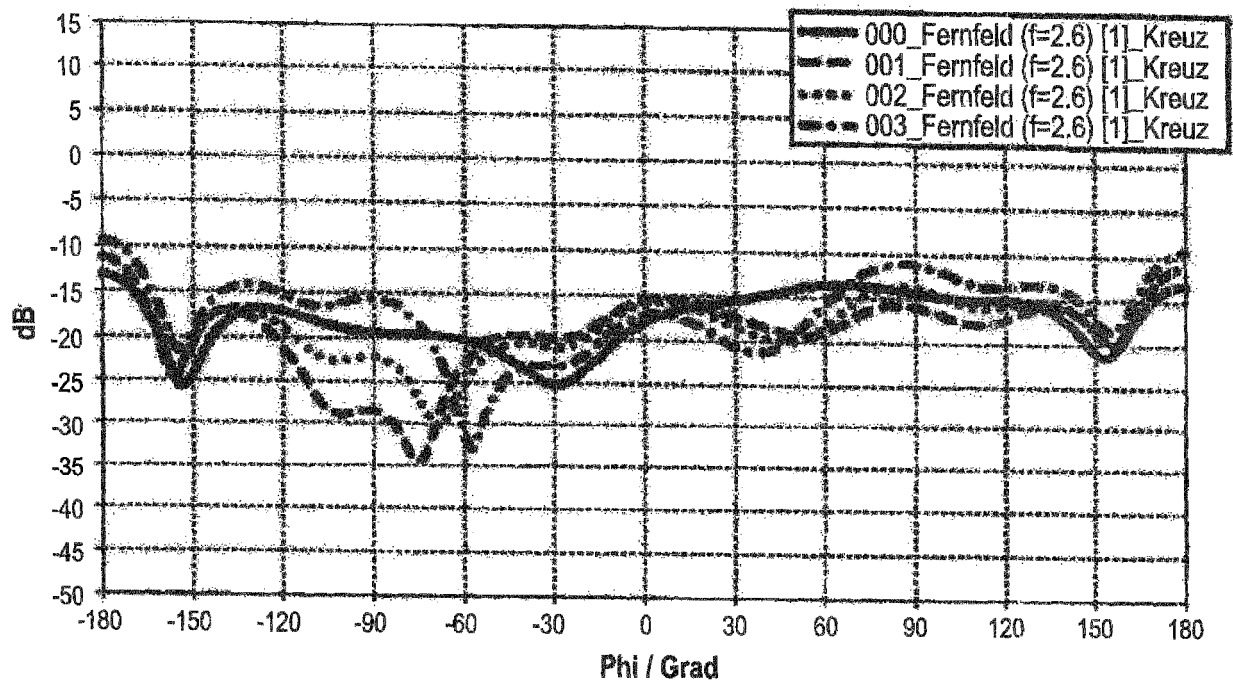


Fig. 15

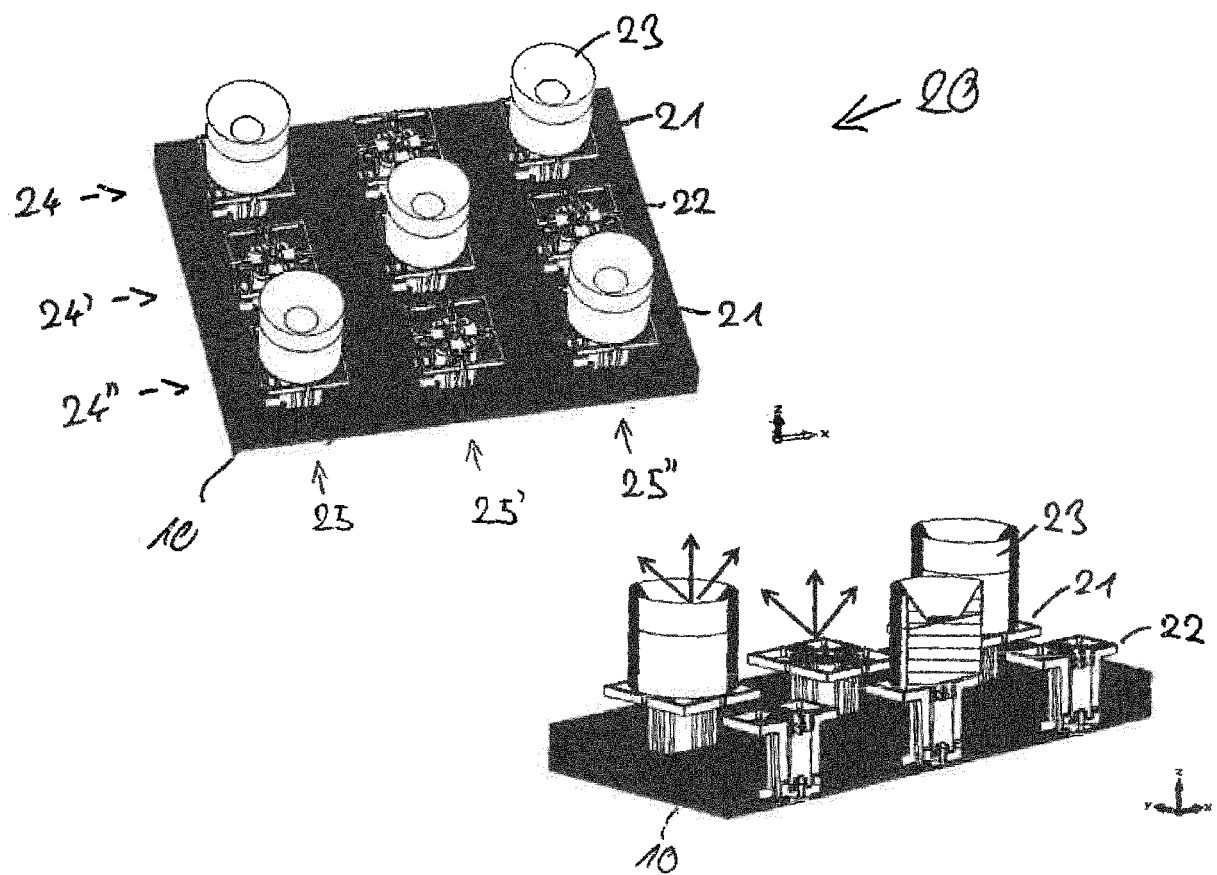


Fig. 16

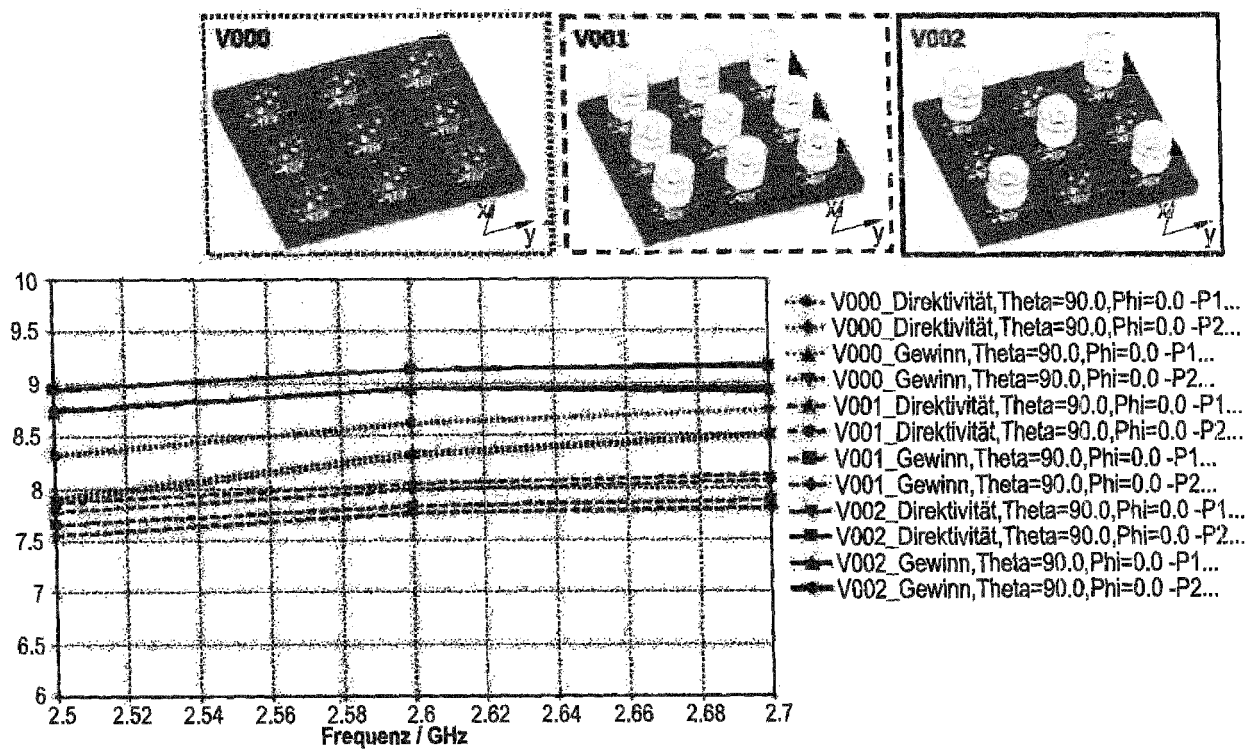


Fig. 17

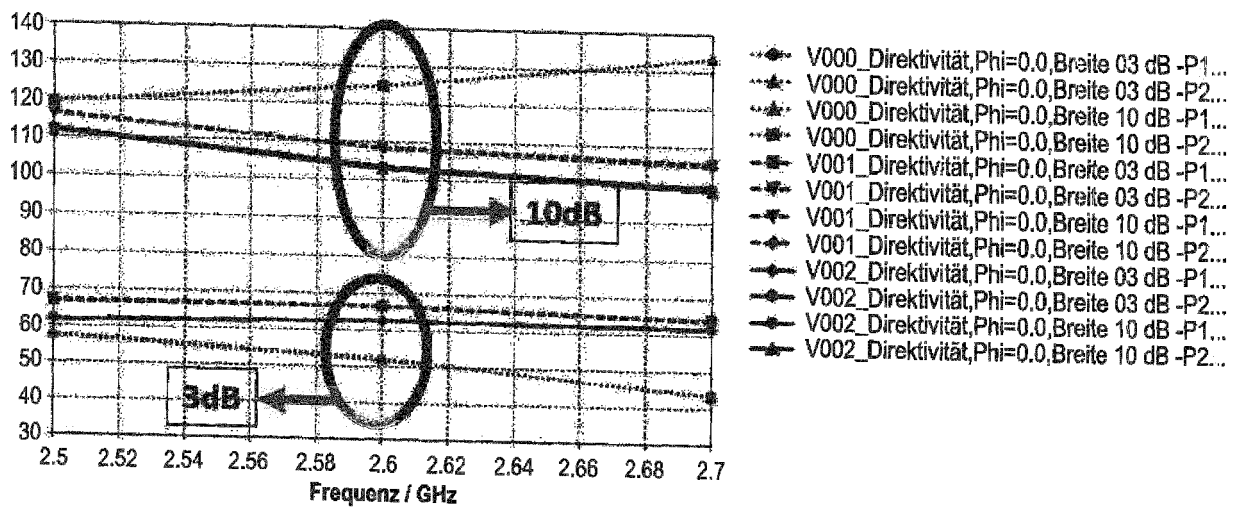


Fig. 18

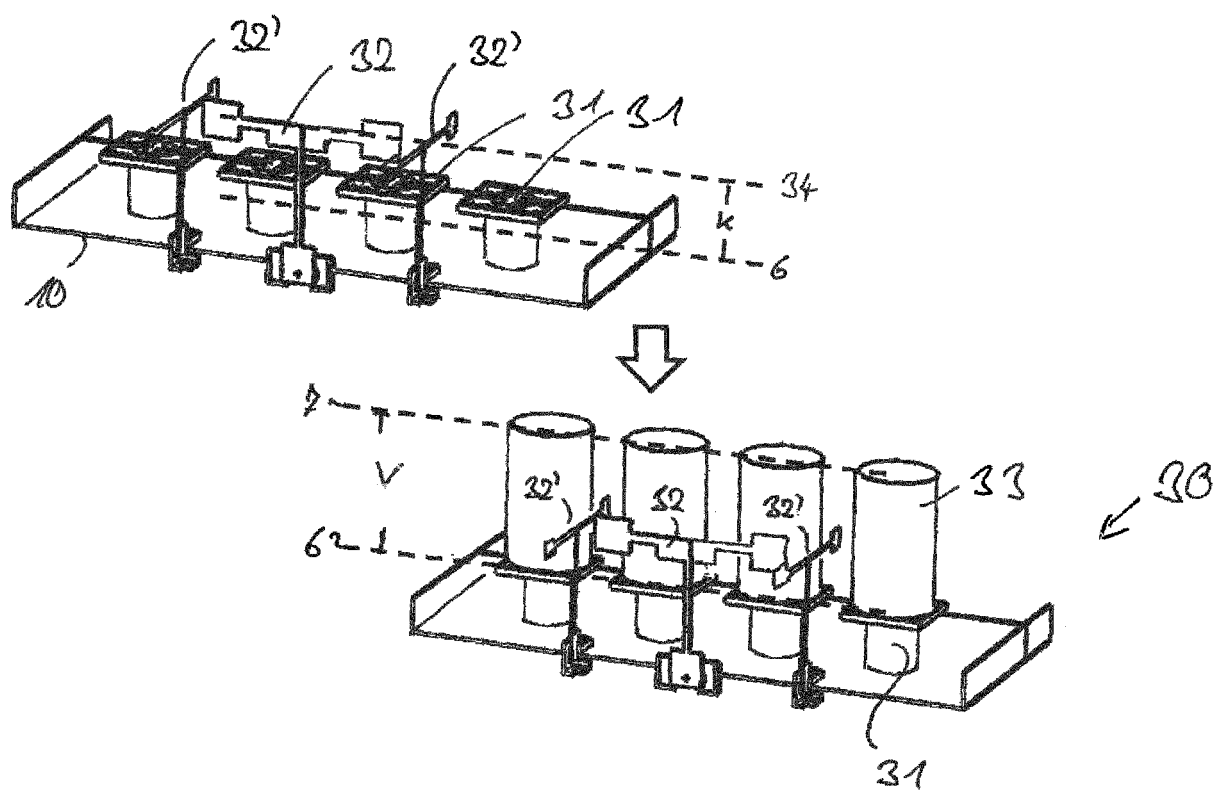


Fig. 19

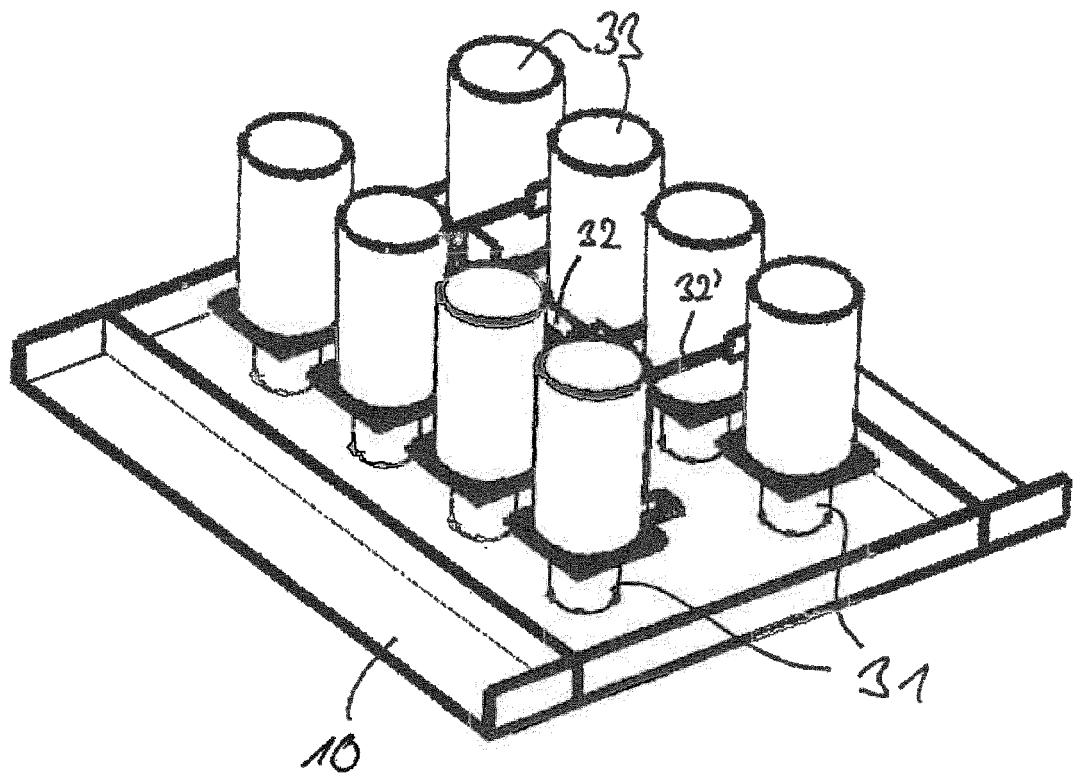


Fig. 20

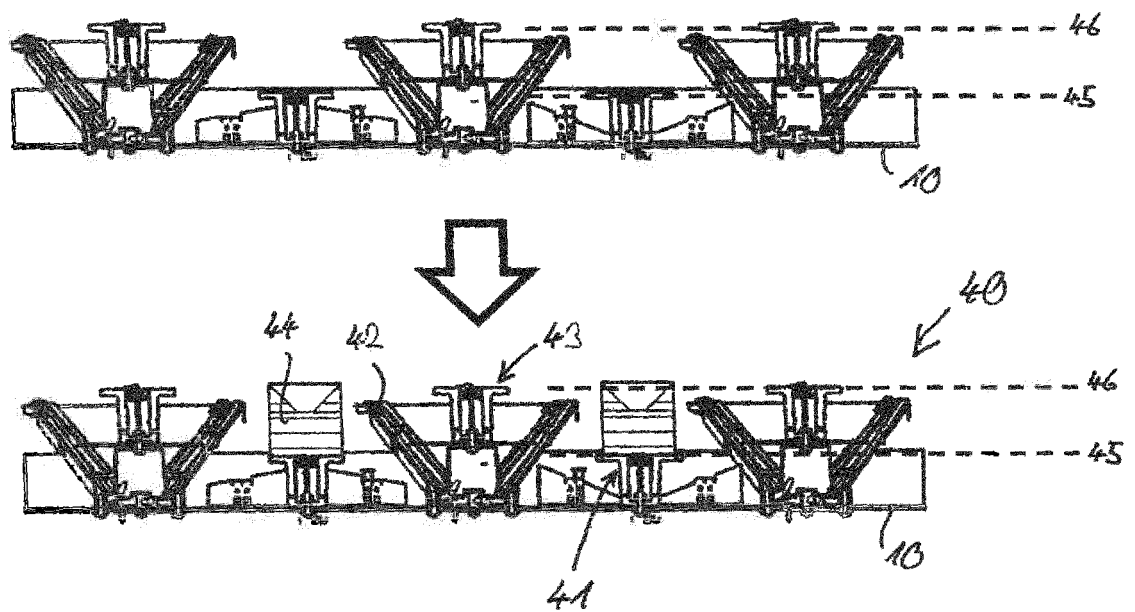
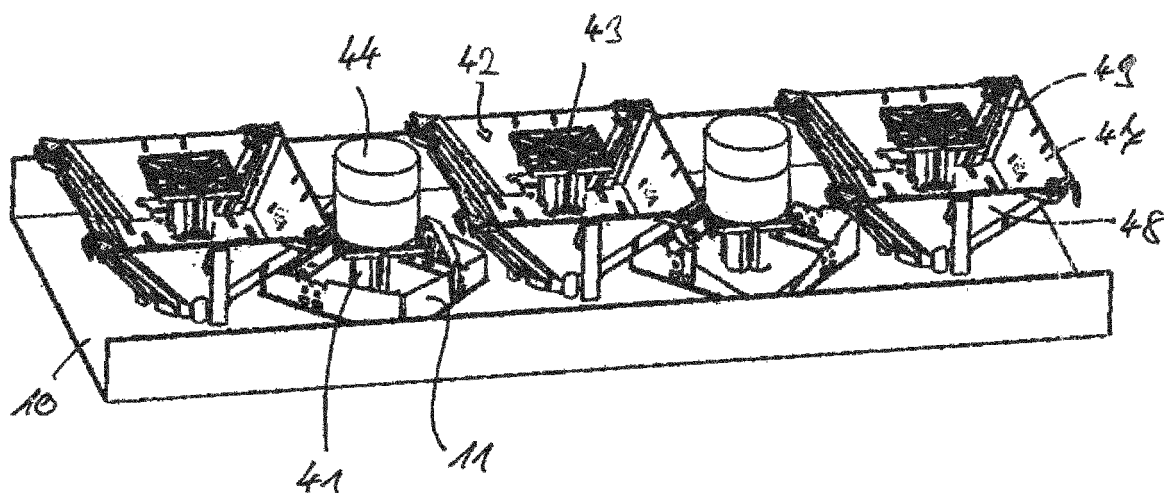


Fig. 21





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 15 7872

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2006 036325 A1 (UNIV STUTTGART INST FUER HOCHF [DE]) 7. Februar 2008 (2008-02-07) * Abbildung 1 * * Absätze [0012] - [0014] * -----	1-3,5-15	INV. H01Q1/24 H01Q1/52 H01Q9/28 H01Q15/08 H01Q19/09 H01Q21/06
X	US 2 624 003 A (HARLEY IAMS) 30. Dezember 1952 (1952-12-30) * Abbildung 1 * * Spalte 2, Zeilen 17-52 * -----	1-3,5	ADD. H01Q19/10 H01Q21/24
X	US 4 011 566 A (HONDA HAJIME) 8. März 1977 (1977-03-08) * Abbildung 1 * * Spalte 1, Zeile 53 - Spalte 2, Zeile 8 * -----	1-3	
X,D	MARIO LEIB ET AL: "An Ultra-Wideband Dielectric Rod Antenna Fed by a Planar Circular Slot", IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 59, Nr. 4, 1. April 2011 (2011-04-01), Seiten 1082-1089, XP011372551, ISSN: 0018-9480, DOI: 10.1109/TMTT.2011.2114050 * Abbildungen 1,2 * * Seite 1083, linke Spalte * -----	1-3	
A	DE 100 64 129 A1 (KATHREIN WERKE KG [DE]) 18. Juli 2002 (2002-07-18) * Abbildung 1 * * Absätze [0028] - [0033] * * Absatz [0039] * -----	1-15	
A	DE 20 2004 013971 U1 (KATHREIN WERKE KG [DE]) 25. August 2005 (2005-08-25) * Abbildungen 1,1A * * Absätze [0029] - [0032] * -----	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. Juli 2017	Prüfer Niemeijer, Reint
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 17 15 7872

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-07-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006036325 A1	07-02-2008	KEINE	
US 2624003 A	30-12-1952	FR 988637 A	29-08-1951
		GB 660034 A	31-10-1951
		US 2624003 A	30-12-1952
US 4011566 A	08-03-1977	KEINE	
DE 10064129 A1	18-07-2002	AT 324678 T	15-05-2006
		AU 1611002 A	01-07-2002
		BR 0108326 A	11-03-2003
		CA 2430105 A1	27-06-2002
		CN 1404639 A	19-03-2003
		CN 2496138 Y	19-06-2002
		DE 10064129 A1	18-07-2002
		EP 1344277 A1	17-09-2003
		ES 2261336 T3	16-11-2006
		NZ 525698 A	27-02-2004
		US 2003011529 A1	16-01-2003
		WO 0250945 A1	27-06-2002
		ZA 200207281 B	14-01-2003
DE 202004013971 U1	25-08-2005	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 Nicht-Patentliteratur

- **GRZEGORZ ADAMIUK et al.** Compact, dual polarized UWB-antenna, embedded in a dielectric. *IEEE transactions on antennas and propagation*, Februar 2010, vol. 56 (2) [0003]
- **MARIO LEIB et al.** An ultra-wideband dielectric rod antenna fed by a planar circular slot. *IEEE transactions on microwave theory and techniques*, April 2011, vol. 59 (4), 1082-1089 [0004]
- Wideband Dual-Circularly-Polarized Dielectric Rod Antenna for Applications in V-band Frequencies. **M. W. ROUSSTIA et al.** Proceedings of ICT.OPEN 2013. Technische Universität Eindhoven, 27. November 2013 [0005]
- High performance 60-GHz dielectric rod antenna with dual circular polarization. **M. W. ROUSSTIA et al.** Proceedings of the 10th European Radar Conference, (EuRAD). IEEE, 09. Oktober 2013, 359-362 [0005]
- **JINGPING LIU et al.** NEW METHOD FOR ULTRA WIDE BAND AND HIGH GAIN RECTANGULAR DIELECTRIC ROD ANTENNA DESIGN. *Progress In Electromagnetics Research C*, 2013, vol. 36, 131-143 [0005]