

(19)



(11)

EP 3 533 110 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

16.03.2022 Patentblatt 2022/11

(21) Anmeldenummer: **17808068.5**

(22) Anmeldetag: **01.12.2017**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

H01Q 21/06 ^(2006.01) **H01Q 21/00** ^(2006.01)
H01Q 21/24 ^(2006.01) **H01Q 25/00** ^(2006.01)
H01Q 13/02 ^(2006.01) **H01Q 1/24** ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

H01Q 21/064; H01Q 13/0225; H01Q 13/0258;
H01Q 21/0025; H01Q 21/24; H01Q 25/001;
H01Q 1/246

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2017/081124

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2018/100133 (07.06.2018 Gazette 2018/23)

(54) **DUAL POLARISierter HORNSTRAHLER**

DUAL-POLARIZED HORN RADIATOR

CORNET D'ÉMISSION À DOUBLE POLARISATION

(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**

(30) Priorität: **02.12.2016 DE 102016014385**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

04.09.2019 Patentblatt 2019/36

(73) Patentinhaber: **Telefonaktiebolaget LM Ericsson (PUBL)**

164 83 Stockholm (SE)

(72) Erfinder:

- **FLEANCU, Dan**
83556 Griesstätt (DE)

- **VOLLMER, Andreas**
83022 Rosenheim (DE)

(74) Vertreter: **Ericsson**

Patent Development
Torshamnsgatan 21-23
164 80 Stockholm (SE)

(56) Entgegenhaltungen:

WO-A1-2015/134772 CN-A- 102 938 497
DE-A1- 4 009 288 RU-C1- 2 292 098
US-A- 5 818 396 US-A1- 2009 213 022
US-A1- 2010 078 203 US-A1- 2010 123 636
US-A1- 2013 120 086

EP 3 533 110 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen dual polarisierten Hornstrahler, mit einer ersten und einer zweiten Polarisation, welche getrennt voneinander über einen ersten Hohlleiter und einen zweiten Hohlleiter gespeist werden. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung einen solchen dual polarisierten Hornstrahler zum Einsatz als eine Mobilfunkantenne, insbesondere für eine Mobilfunkbasisstation.

[0002] Hornstrahler werden auch als Hohlleiterstrahler bezeichnet und weisen üblicherweise ein Horn, d. h. einen zu einer Seite hin offenen Hohlkörper auf, welcher durch eine Hohlleitung gespeist wird. Auf Hohlleitertechnik basierende Strahler haben üblicherweise große Abmessungen und eignen sich daher nicht für eine kompakte Bauweise. Daher galten Hornstrahler bisher für 3D-Beamsteering- und 3D-Beamforming-Anwendungen als wenig geeignet, da hierfür in vertikale und horizontale Richtung einen Strahlerabstand von kleiner 1λ , bevorzugt kleiner $0,7\lambda$, und insbesondere kleiner $0,5\lambda$ von Vorteil ist. Kleinere Einzelstrahlerabstände verbessern insbesondere das Fernfeld-Gruppdiagramm, da bei einem Einzelstrahlerabstand von kleiner $0,5\lambda$ keine sekundären Hauptkeulen im Fernfeld-Gruppdiagramm auftreten. Bei einem Einzelstrahlerabstand von größer $0,5\lambda$ können dagegen je nach Einzelstrahlerdiagramm beim Beamforming und/oder Beamsteering sekundäre Hauptkeulen oder hohe Nebenkeulen auftreten, welche mit zunehmendem Einzelstrahlerabstand zunehmen. Je größer jedoch die sekundären Hauptkeulen und die Nebenkeulen sind, desto schwieriger wird es, die Hauptkeulen in eine Richtung zu schwenken und damit die Antenne für Beamforming- oder Beamsteering-Anwendungen zu nutzen.

[0003] Eine besondere Herausforderung bezüglich der Kompaktheit und elektrischen Performance stellen dabei dual polarisierende Hornstrahler dar, da hierbei ein Strahler für zwei in der Regel unterschiedliche Polarisationen verwendet wird. Üblicherweise werden kompakte dual polarisierte Hornstrahler dabei durch zwei separate orthogonale Wellenleiter gespeist, oder durch einen dual polarisierten Hohlleiter.

[0004] Der Einsatz zweier separater orthogonaler Wellenleiter ist beispielsweise aus der WO 9837595 A1 bekannt. Der Einsatz eines einzigen dual polarisierten Hohlleiters ist aus der US 20130120086 A1 bekannt.

[0005] WO 2015134772 A1 zeigt eine Wellenleiterstruktur für ein dual polarisiertes Antennenarray mit Septumpolarisatoren, die erste Wellenleiter, die einer ersten Polarisation zugeordnet sind, und zweite Wellenleiter, die einer zweiten Polarisation zugeordnet sind, zusammenführen und die durch die ersten und zweiten Wellenleiter übermittelten Felder gleicher Polarisation in entgegengesetzt zirkulär polarisierte Felder umwandeln und Hohlstrahlern zuführen. Dabei werden jeweils zwei benachbarte Septumpolarisatoren jeweils über einen gemeinsamen Hohlleiter gespeist, welcher einen Quer-

schnitt aufweist, der sich in Projektion auf die Aperturbene teilweise sowohl im Bereich der Apertur des dem einen als auch im Bereich der Apertur des dem anderen Septumpolarisator zugeordneten Hornstrahlers erstreckt.

[0006] Weitere Hornstrahler sind aus CN 102 938 497 A, US 2010/123636 A1, RU 2 292 098 und DE 40 09 288 A1 bekannt.

[0007] Weitere Hornstrahler sind aus DE 102010019081 A9, KR 100801030 B1, US 2011267250 A1 und DE 102010019081 A9, der FR 2523376 A1, der FR 2599899 A1, der US 7187342 B2, der WO 2007046055 A2. Weitere Hornstrahler sind bekannt aus der AT 202658 T, der DE 3375867 D1, der DE 3787681 D1, der AU 688212 B2, der US 4716415 A, der CN 101083359 B, der CN 201060943 Y, der US 7564421 B1, der CN 203326116 U, der WO 2014208993 A1, der EP 2869400 A1, der WO 2008147132 A1, der WO 2009008601 A1, der KR 20090038803 A, der WO 2009093779 A1, der KR 101090188 B1 und der US 8988294 B2 bekannt.

[0008] Die US 5 818 396 zeigt einen Hornstrahler, der durch eine koaxiale Struktur gespeist wird. Die Wellenleiter führen linear polarisiertes Licht. Die US 2009/213022 A1 zeigt einen Hornstrahler mit einem dielektrischen Material innerhalb des Strahlers und die US 2010/078203 A1 offenbart ein Metamaterial mit einem niedrigen Brechungsindex.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen kompakten dual polarisierten Hornstrahler mit guter elektrischer Performance zur Verfügung zu stellen. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die dual polarisierten Hohlstrahler gemäß Ansprüchen 1 und 3 bzw. ein Strahlerarray gemäß Anspruch 9 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Die vorliegende Erfindung umfasst in einem ersten Aspekt einen dual polarisierten Hornstrahler, mit einer ersten und mit einer zweiten Polarisation, welche getrennt voneinander über einen ersten Hohlleiter und einen zweiten Hohlleiter des Hornstrahlers gespeist werden, wobei die erste und die zweite Polarisation orthogonal aufeinander stehen, wofür die beiden Hohlleiter im Bereich ihrer Mündung in den Hornstrahler orthogonale Polarisationen aufweisen. Erfindungsgemäß ist gemäß dem ersten Aspekt vorgesehen, dass der erste Hohlleiter in Abstrahlrichtung zu seiner Mündung in den Hornstrahler verläuft und dabei einen Querschnitt aufweist, welcher sich in Projektion auf die Aperturbene teilweise innerhalb und teilweise außerhalb der Aperturöffnung des Hornstrahlers erstreckt, wobei die Mündung des ersten Hohlleiters in den Hornstrahler entlang ihrer langen Seite eine Erstreckung sowohl parallel zu der Aperturbene als auch senkrecht zur Aperturbene aufweist, wobei eine äußere kurze Seite der Mündung höher angeordnet ist als die gegenüberliegende innere kurze Seite der Mündung.

[0011] Durch die Führung des Hohlleiters in Abstrahl-

richtung können die Hohlleiter auf engem Raum zum Hornstrahler geführt werden. Durch den sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb der Aperturöffnung verlaufenden Querschnitt kann der Hornstrahler sehr kompakt ausgeführt werden, da seine minimale Größe nicht mehr durch die Querschnitte der Hohlleiter beschränkt ist.

[0012] In einer möglichen Ausführungsform verläuft der Hohlleiter mit seinem Querschnitt in Projektion auf die Aperturebene teilweise unter der Aperturöffnung eines benachbarten Hornstrahlers. Hierdurch wird der in einem Strahlerarray zur Verfügung stehende Platz optimal genutzt und benachbarte Strahler sehr kompakt nebeneinander angeordnet werden.

[0013] Bevorzugt beziehen sich die Angaben zur Erstreckung eines Querschnitts des Hohlleiters dabei auf den Querschnitt des Hohlleiters auf Höhe des bezüglich einer Richtung normal zur Aperturebene untersten Punktes der Mündung des Hohlleiters in den Hornstrahler.

[0014] In einer möglichen Ausführungsform weist der Hohlleiter eine stirnseitige Begrenzungswand auf, welche sich von einer Position, welche in Projektion auf die Aperturebene außerhalb der Aperturöffnung des Hornstrahlers liegt, zu einer Kante der Mündung in den Hornstrahler erstreckt. Bevorzugt handelt es sich bei der Begrenzungswand um die Wand einer kurzen Seite des Hohlleiters. Hierdurch wird das elektromagnetische Feld in das Horn des Hornstrahlers geführt. Bevorzugt verläuft die Begrenzungswand schräg zur Aperturebene.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform hat der dual polarisierte Hornstrahler eine erste und eine zweite Polarisation, welche getrennt voneinander über einen ersten Hohlleiter und einen zweiten Hohlleiter gespeist werden. Gemäß dieser Ausführungsform ist vorgesehen, dass die beiden Hohlleiter in Abstrahlrichtung zu ihren Mündungen in den Hornstrahler verlaufen, wobei mindestens einer der Hohlleiter und insbesondere der erste Hohlleiter einen Transformationsabschnitt aufweist, durch welchen seine Polarisation in der Aperturebene gegenüber dem anderen Hohlleiter gedreht wird, bevor er in den Hornstrahler mündet. Dies ermöglicht wiederum eine sehr kompakte Anordnung der Hohlleiter.

[0016] In einer möglichen Ausführungsform verlaufen die beiden Hohlleiter nebeneinander und/oder parallel zueinander in Abstrahlrichtung zu ihren Mündungen in den Hornstrahler.

[0017] In einer möglichen Ausführungsform weisen die beiden Hohlleiter zunächst die gleiche Polarisation auf, bevor die Polarisation des einen Hohlleiters durch den Transformationsabschnitt in der Aperturebene gegenüber dem anderen Hohlleiter gedreht wird.

[0018] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass der Transformationsabschnitt eine Verdrillung aufweist, durch welche die Polarisation gedreht wird. Eine solche Verdrillung wird auch als Twist bezeichnet.

[0019] In einer möglichen Ausführungsform wird die Polarisation des zweiten Hohlleiters nicht gedreht, oder der zweite Hohlleiter weist einen Transformationsab-

schnitt auf, in welchem eine um einen anderen Winkel und insbesondere in die umgekehrte Richtung auf als bei dem ersten Hohlleiter erfolgt. Insbesondere kann der zweite Hohlleiter daher keine Verdrillung oder eine Verdrillung mit einem anderen Winkel als der erste Hohlleiter aufweisen.

[0020] Insbesondere können die beiden Hohlleiter zunächst die gleiche Polarisation aufweisen, wobei nur die Polarisation des ersten Hohlleiters um 90° gedreht wird, um im Bereich der Mündung in den Hornstrahler orthogonal zu der Polarisation des zweiten Hohlleiters zu stehen.

[0021] In einer bevorzugten Ausführungsform verkleinert sich der Querschnitt des ersten Hohlleiters in dem Transformationsabschnitt. Alternativ oder zusätzlich kann der zweite Hohlleiter einen Transformationsabschnitt aufweisen, in welchem sich sein Querschnitt verkleinert.

[0022] In einer möglichen Ausführungsform weisen die beiden Hohlleiter einen Querschnitt mit einer langen und einer kurzen Seite auf, insbesondere einen rechteckigen Querschnitt.

[0023] In einer weiteren möglichen Ausführungsform besitzen die Hohlleiter mindestens eine Querschnittsverengung und/oder mindestens eine Querschnittsverbreiterung.

[0024] Weiterhin können die Querschnitte benachbarter Hohlleiter ineinander verschachtelt sein. Beispielsweise kann eine Querschnittsverbreiterung oder ein Endabschnitt des Querschnitts eines Hohlleiters in eine Querschnittsverjüngung eines benachbarten Hohlleiters eingreifen.

[0025] Insbesondere können die zweiten Hohlleiter eine Querschnittsverjüngung aufweisen, in welche eine Querschnittsverbreiterung oder ein Endabschnitt des Querschnitts eines ersten Hohlleiters eingreift. Besonders bevorzugt kann zwischen zwei zweiten Hohlleitern mit Querschnittsverjüngungen ein erster Hohlleiter angeordnet sein, dessen Querschnittsverbreiterung oder Endabschnitte auf beiden Seiten in die Querschnittsverjüngungen der zweiten Hohlleiter eingreifen.

[0026] Die Querschnittsverjüngung oder Querschnittsverbreiterung ist bevorzugt jeweils in einem mittleren Bereich des Hohlleiterquerschnitts vorgesehen, insbesondere in einem bezüglich der H-Feld-Ebene mittleren Bereich.

[0027] Die Hohlleiter können die Querschnittsverjüngung oder Querschnittsverbreiterung im Speiseabschnitt und/oder im Transformationsabschnitt und/oder im Mündungsabschnitt aufweisen.

[0028] Bevorzugt verlaufen die langen Seiten der beiden Hohlleiter zunächst parallel zueinander. Alternativ oder zusätzlich stehen nach dem Transformationsabschnitt und insbesondere nach der Verdrillung die langen Seiten der Hohlleiter senkrecht zueinander. Insbesondere können die langen Seiten der beiden Hohlleiter in einem Speiseabschnitt parallel zueinander verlaufen und in einem Mündungsabschnitt senkrecht zueinander ste-

hen.

[0029] In einer möglichen Ausführungsform umfasst die Verkleinerung des Querschnitts im Transformationsabschnitts zumindest eine Verkleinerung der kurzen Seite und/oder eine Vergrößerung des Verhältnisses zwischen der langen und der kurzen Seite.

[0030] Bevorzugte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung, welche sowohl bei einem Hornstrahler gemäß dem ersten, als auch dem zweiten Aspekt zum Einsatz kommen können, werden im folgenden beschrieben: Bevorzugt handelt es sich bei dem erfindungsgemäßen Hornstrahler um einen Mobilfunkstrahler, insbesondere für eine Mobilfunkbasisstation.

[0031] Bevorzugt sind beide Hohlleiter in Abstrahlrichtung zu dem Hornstrahler geführt. In einer möglichen Ausführungsform verlaufen die beiden Hohlleiter nebeneinander und/oder parallel zueinander in Abstrahlrichtung zu ihren Mündungen in den Hornstrahler.

[0032] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung bedeutet ein Verlauf in Abstrahlrichtung bevorzugt, dass der Hohlleiter mit einem Winkel kleiner 45° , bevorzugt kleiner 30° , weiter bevorzugt kleiner 10° zu einer Normalen auf der Aperturbene und/oder zur Hauptabstrahlrichtung des Hornstrahlers verläuft. Besonders bevorzugt verläuft der Hohlleiter dabei in einer Richtung, welche senkrecht auf der Aperturbene steht, und/oder parallel zur Hauptabstrahlrichtung verläuft. Bevorzugt steht im Rahmen der vorliegenden Erfindung die Hauptabstrahlrichtung senkrecht auf der Aperturbene des Hornstrahlers.

[0033] Bevorzugt sind die Querschnitte der beiden Hohlleiter im Bereich der Mündung um 90° gegeneinander gedreht.

[0034] Als Querschnitt wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung bevorzugt ein Schnitt durch den Hohlleiter senkrecht zum Verlauf des Hohlleiters und/oder ein Schnitt in der Aperturbene betrachtet.

[0035] Erfindungsgemäß weist die Mündung eines der Hohlleiter und insbesondere des ersten Hohlleiters in den Hornstrahler entlang ihrer langen Seite eine Erstreckung sowohl parallel zu der Aperturbene als auch senkrecht zur Aperturbene auf. Hierdurch mündet einer der Hohlleiter und insbesondere der erste Hohlleiter teilweise von der Seite und teilweise in Abstrahlrichtung in den Hornstrahler. Dies ermöglicht wiederum eine optimale Nutzung des zur Verfügung stehenden Bauraums.

[0036] Die lange Seite der Mündung kann dabei einen ersten, in der Aperturbene verlaufenden Kantenbereich, und einen zweiten, senkrecht zur Aperturbene verlaufenden Kantenbereich aufweisen.

[0037] Bevorzugt ist die lange Seite der Mündung des Hohlleiters jedoch in einem schräg zur Aperturbene verlaufenden Bodenbereich des Hornstrahlers angeordnet und/oder verläuft schräg zur Aperturbene. Insbesondere kann der Boden des Hornstrahlers einen trichterförmigen Bereich aufweisen und die Mündung auf einer Seite des trichterförmigen Bereiches angeordnet sein.

[0038] Erfindungsgemäß ist dabei eine äußere kurze Seite der Mündung höher angeordnet als die gegenü-

berliegende innere kurze Seite der Mündung.

[0039] Alternativ oder zusätzlich kann die Erstreckung parallel zu der Aperturbene und die Erstreckung senkrecht zur Aperturbene ein Verhältnis zwischen 1:1 und 1:8 aufweisen, bevorzugt zwischen 1:2 und 1:5.

[0040] In einer möglichen Ausführungsform beträgt die Erstreckung parallel zu der Aperturbene zwischen $0,05 \lambda$ und $0,4 \lambda$, bevorzugt zwischen $0,1 \lambda$ und $0,3 \lambda$. Alternativ oder zusätzlich kann die Erstreckung senkrecht zu der Aperturbene zwischen $0,05 \lambda$ und $1,5 \lambda$, bevorzugt zwischen $0,4 \lambda$ und $1,0 \lambda$ betragen.

[0041] In beiden Fällen handelt es sich bei λ um die Wellenlänge einer Mittenfrequenz eines Resonanzfrequenzbereichs des Hornstrahlers, insbesondere eines untersten Resonanzfrequenzbereichs.

[0042] In einer möglichen Ausführungsform ist einer der Hohlleiter und insbesondere der zweite Hohlleiter in Abstrahlrichtung zu dem Hornstrahler geführt, wobei sich sein Querschnitt in Projektion auf die Aperturbene innerhalb der Aperturöffnung befindet.

[0043] Alternativ oder zusätzlich ist die Mündung eines der Hohlleiter und insbesondere des zweiten Hohlleiters in den Hornstrahler bezüglich der Aperturöffnung mittig angeordnet.

[0044] Alternativ oder zusätzlich kann der Boden des Hornstrahlers einen trichterförmigen Bereich aufweisen und die Mündung eines der Hohlleiter und insbesondere des zweiten Hohlleiters an der Spitze des trichterförmigen Bereiches angeordnet sein.

[0045] Der erfindungsgemäße dual polarisierte Hornstrahler kann in mindestens einem Hornbereich Materialaussparungen und/oder Materialeinbringungen besitzen, und insbesondere in Höhenrichtung verlaufende Stege und/oder Stufen und/oder Dielektrika aufweisen.

[0046] Der Hornstrahler kann insbesondere einen Steghohlleiterstrahler bilden. Der Steghohlleiterstrahler kann ohne Seitenwände ausgeführt sein, oder Seitenwände aufweisen.

[0047] Bevorzugt verlaufen die Stege in Höhenrichtung. Weiter bevorzugt vergrößert sich der Abstand zwischen den nach innen gewandten Kanten der Stege in Höhenrichtung. Insbesondere können die Stege auf ihrer nach innen gewandten Seite in Höhenrichtung eine Trichterform und/oder eine Exponentialform aufweisen.

[0048] Bevorzugt weist der Hornstrahler einen Resonanzfrequenzbereich in einem Bereich zwischen 10 GHz und 100 GHz auf, bevorzugt zwischen 25 GHz und 50 GHz, wobei es sich bevorzugt um den untersten Resonanzfrequenzbereich handelt.

[0049] In einer möglichen Ausführungsform beträgt der maximale Durchmesser der Aperturöffnung des Hornstrahlers zwischen $0,3 \lambda$ und $1,4 \lambda$, bevorzugt zwischen $0,5 \lambda$ und $1,1 \lambda$, weiter bevorzugt zwischen $0,6 \lambda$ und $0,9 \lambda$.

[0050] In einer möglichen Ausführungsform weist der Hornstrahler eine Höhe zwischen $0,5 \lambda$ und 4λ auf, bevorzugt zwischen $1,5 \lambda$ und $2,5 \lambda$.

[0051] In beiden Fällen handelt es sich bei λ um die

Wellenlänge einer Mittenfrequenz eines Resonanzfrequenzbereichs des Hornstrahlers, insbesondere eines untersten Resonanzfrequenzbereichs.

[0052] Das Horn des Hornstrahlers weist in einer möglichen Ausführungsform einen ersten Hornbereich mit im wesentlichen in Hauptabstrahlrichtung verlaufenden Seitenwänden und einen zweiten Hornbereich mit sich trichterförmig aufweitenden Seitenwänden auf, wobei bevorzugt die Höhe des zweiten Hornbereiches kleiner als die Höhe des ersten Hornbereiches ist und/oder wobei bevorzugt die Aufweitung der Aperturöffnung im zweiten Hornbereich kleiner als 50 %, weiter bevorzugt kleiner als 20 % ist. Weiterhin können der erste und der zweite Hornbereich kontinuierlich ineinander übergehen.

[0053] Je nach Fertigungsverfahren oder elektromechanischer Anforderung können in jedem Bereich komplizierte Formen durch einfachere Formen ersetzt werden. Zum Beispiel können im Transformationsbereich und Überlagerungsbereich und im Hornbereich vorkommende dreidimensionale Rundungen durch Flächen angenähert werden und vorkommende schräge Begrenzungswände oder Rampen können durch Treppenstufen angenähert werden.

[0054] In einer möglichen Ausführungsform weist der Hornstrahler eine sechseckige oder runde Aperturöffnung und/oder Grundfläche auf.

[0055] Die vorliegende Erfindung umfasst weiterhin ein Strahlerarray aus einer Mehrzahl von in einer Spalte oder Reihe nebeneinander angeordneten dual-polarisierten Hornstrahlern, wobei jeder der Hornstrahler durch einem ersten und einem zweiten Hohlleiter gespeist wird. Dabei ist vorgesehen, dass die Hohlleiter einer Spalte oder Reihe jeweils in Abstrahlrichtung zu ihren Mündungen in den Hornstrahlern geführt sind, wobei jeder zweite Hohlleiter in der Spalte oder Reihe einen Transformationsabschnitt aufweist, durch welchen seine Polarisation in der Aperturebene gedreht wird, bevor er in den Hornstrahler mündet. Zudem ist vorgesehen, dass jeweils ein Hohlleiter und insbesondere der erste Hohlleiter eines Hornstrahlers in Abstrahlrichtung zu seiner Mündung in den Hornstrahler verläuft und dabei mit seinem Querschnitt in Projektion auf die Aperturebene zumindest zum Teil unterhalb der Aperturöffnung eines benachbarten Hornstrahlers verläuft, wobei die erste und die zweite Polarisation orthogonal aufeinander stehen, wofür die beiden Hohlleiter im Bereich ihrer Mündung in den Hornstrahler orthogonale Polarisationen aufweisen.

[0056] Bei dem Strahlerarray handelt es sich bevorzugt um eine Mobilfunkantenne, insbesondere für eine Mobilfunkbasisstation.

[0057] In einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der Einzelstrahlerabstand in der Spalte und/oder Reihe weniger als 1 λ , bevorzugt weniger als 0,85 λ , weiter bevorzugt weniger als 0,75 λ , weiter bevorzugt weniger als 0,5 λ .

[0058] In einer möglichen Ausführungsform sind die Hornstrahler in mehreren nebeneinander angeordneten Spalten und/oder Reihen angeordnet und die Summe

aus dem Einzelstrahlerabstand in der Spalte oder Reihe und dem Einzelstrahlerabstand senkrecht zur Spalte oder Reihe beträgt weniger als 2 λ , bevorzugt weniger als 1,7 λ , weiter bevorzugt weniger als 1,5 λ .

5 **[0059]** In beiden Fällen handelt es sich bei λ um die Wellenlänge der Mittenfrequenz eines Resonanzfrequenzbereichs des Strahlerarrays und insbesondere des untersten Resonanzfrequenzbereichs.

10 **[0060]** Bevorzugt umfasst das Strahlerarray eine Mehrzahl von nebeneinander angeordneten dual-polarisierten Hornstrahlern, wie sie oben näher dargestellt wurden. Alternativ oder zusätzlich können einzelne, mehrere oder alle Hornstrahler des Strahlerarrays eine oder mehrere der Merkmale aufweisen, welche oben in Hinblick auf die erfindungsgemäßen Hornstrahler beschrieben wurden.

15 **[0061]** In einer möglichen Ausführungsform des Strahlerarrays sind die Hornstrahler in mehreren nebeneinander angeordneten Spalten oder mehreren nebeneinander angeordneten Reihen angeordnet, wobei bevorzugt die Hornstrahler benachbarter Spalten oder Reihen gegeneinander versetzt angeordnet sind, wobei bevorzugt die Hornstrahler wabenförmig angeordnet sind.

20 **[0062]** In einer möglichen Ausführungsform weist das Strahlerarray ein Speisernetzwerk auf.

[0063] Bevorzugt weisen die ersten Hohlleiter und die zweiten Hohlleiter der in einer Spalte oder Reihe angeordneten Hornstrahler in unterschiedlichen Höhenebenen des Speisernetzwerks einen Bend zur Seite hin auf.

30 **[0064]** Dabei können jeweils die ersten Hohlleiter der in einer Spalte oder Reihe angeordneten Hornstrahler und/oder die zweiten Hohlleiter der in einer Spalte oder Reihe angeordneten Hornstrahler in der gleichen Höhenebene einen Bend zur Seite hin aufweisen.

35 **[0065]** Alternativ oder zusätzlich können die Hohlleiter von in zwei benachbarten Reihen oder Spalten angeordneten Hornstrahlern in unterschiedlichen Höhenebenen einen Bend zur Seite hin aufweisen.

40 **[0066]** In einer möglichen Ausführungsform werden die Hohlleiter der Hornstrahler jeweils einzeln gespeist.

[0067] In einer alternativen Ausführungsform stehen die ersten Hohlleiter der in einer Spalte oder Reihe angeordneten Hornstrahler und/oder die zweiten Hohlleiter der in einer Spalte oder Reihe angeordneten Hornstrahler durch einen Verteiler mit einer gemeinsamen Speisung in Verbindung.

45 **[0068]** Die vorliegende Erfindung umfasst weiterhin Gruppenantennen bestehend aus mehreren Subarrays, welche so ausgestaltet sind, wie dies oben beschrieben wurde.

50 **[0069]** Die vorliegende Erfindung umfasst weiterhin eine Mobilfunk-Basisstation mit einem oder mehreren Hornstrahlern, wie sie oben beschrieben wurden, und/oder einem oder mehreren Strahlerarrays, wie sie oben beschrieben wurden.

55 **[0070]** Die vorliegende Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen und Zeichnungen näher beschrieben.

Dabei zeigen:

[0071]

- Fig. 1: Ein Ausführungsbeispiel eines Hornstrahlers und eines Strahlerarrays gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung, 5
- Fig. 2: eine Prinzipdarstellung der Hohlleiter eines Hornstrahlers bzw. Strahlerarrays gemäß dem zweiten Aspekt, 10
- Fig. 3: ein Ausführungsbeispiel eines Transformationsabschnittes für ein Hornstrahler gemäß dem zweiten Aspekt mit zwei Diagrammen, welche den Verlauf des E-Feldes am Anfang und am Ende des Transformationsabschnittes zeigen, 15
- Fig. 4: ein konkretes Ausführungsbeispiel der Hohlleiter eines Hornstrahlers oder Strahlerarrays gemäß dem zweiten Aspekt in einer perspektivischen Darstellung und in einer Schnittansicht, 20
- Fig. 5: Prinzipdarstellungen von drei Varianten von Hohlleitern für einen Hornstrahler gemäß dem zweiten Aspekt, 25
- Fig. 6: ein Ausführungsbeispiel eines Hornstrahlers und eines Strahlerarrays, bei welchem der erste und der zweite Aspekt der vorliegenden Erfindung in Kombination verwirklicht sind, 30
- Fig. 7a: eine Variante des Überlagerungsbereiches der beiden Polarisierungen bei einem Hornstrahler gemäß dem ersten und/zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung, 35
- Fig. 7b: mehrere Schnittansichten in unterschiedlichen Höhen für das in Fig. 7 dargestellte Ausführungsbeispiel, 40
- Fig. 8: zwei weitere Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hornstrahlers, welcher als Steghohlraumstrahler mit bzw. ohne Seitenwände ausgeführt ist, 45
- Fig. 9: ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Strahlerarrays mit einer Detailansicht eines der eingesetzten Hornstrahler in einer Perspektive von oben, 50
- Fig. 10: drei Diagramme des E-Feldes in unterschiedlichen Höhen des erfindungsgemäßen Hornstrahlers bei Anregung der ersten Polarisation bei Phase 0° , 55
- Fig. 11: drei Diagramme des E-Feldes in unterschiedlichen Höhenebenen eines erfindungsgemäßen Hornstrahlers bei Anregung der ersten Polarisation bei Phase 90° ,
- Fig. 12: oben eine Draufsicht auf das in Fig. 9 dargestellte Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Strahlerarrays und unten eine Ansicht des Ausführungsbeispiels von der Seite des Verteilnetzwerkes gesehen, d.h. von unten,
- Fig. 13: 6 Schnitte in unterschiedlichen Höhenebenen durch das in Fig. 9 dargestellte Ausführungsbeispiel,
- Fig. 14: zwei Schnitte in Höhenrichtung durch das in Fig. 9 dargestellte Ausführungsbeispiel,
- Fig. 15: oben das E-Feld in einem Hornstrahler bei Anregung der zweiten Polarisation und unten das E-Feld bei Anregung der ersten Polarisation, je-weils bei Phase 0° und 90° ,
- Fig. 16a: den S-Parameter in einem Smith Chart im Bereich zwischen 27 GHz und 32GHz für die links dargestellten Ports,
- Fig. 16b: ein Diagramm des S-Parameters für die Isolation zwischen den einzelnen Ports für den Frequenzbereich zwischen 27 GHz und 32 GHz,
- Fig. 17a: den S-Parameter in einem Smith Chart für den Frequenzbereich zwischen 27,5 GHz und 28,5 GHz,
- Fig. 17b: den S-Parameter für die Isolation zwischen den einzelnen Ports in einem Frequenzbereich zwischen 20,5 GHz und 28,5 GHz,
- Fig. 18: das Fernfelddiagramm in horizontaler und vertikaler Richtung für die beiden links dargestellten Ports jeweils bei 28 GHz und bei 32 GHz,
- Fig. 19: das in Fig. 9 dargestellte Ausführungsbeispiel in einer Draufsicht sowie ein alternatives Ausführungsbeispiel in einer Draufsicht, zur Verdeutlichung der erfindungsgemäßen möglichen Einzelstrahlerabstände in horizontaler und vertikaler Richtung,
- Fig. 20: drei Varianten für die Grundfläche bzw. Aperturöffnung der erfindungsgemäßen Hornstrahler und
- Fig. 21: zwei mögliche Ausführungsbeispiele für ein

Speisenetzwerk für ein erfindungsgemäßes Strahlerarray, wobei links ein Ausführungsbeispiel mit Einzelspeisung der einzelnen Ports, und rechts ein Ausführungsbeispiel mit Gruppenspeisung der jeweiligen identischen Polarisierungen innerhalb einer Spalte dargestellt ist.

[0072] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel zweier dual polarisierter Hornstrahler 20 und 20' gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung. Die beiden Strahler bilden damit gleichzeitig ein Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Strahlerarray.

[0073] Die beiden Hornstrahler 20 und 20' weisen jeweils ein Horn, d. h. einen in Hauptabstrahlrichtung offenen Hohlkörper auf, über welchen elektromagnetische Wellen abgestrahlt bzw. empfangen werden. Die Speisung des Horns erfolgt durch Hohlleiter, welche in Fig. 1 lediglich mit ihrem Endbereich dargestellt sind.

[0074] Die Hornstrahler 20 und 20' weisen im Ausführungsbeispiel zwei orthogonale Polarisierungen auf, welche durch zwei separate Hohlleiter 1 und 2 gespeist werden, die über Öffnungen 23 bzw. 24 in das Horn des jeweiligen Hornstrahlers 20 und 20' münden. Die Polarisierungen der beiden Hohlleiter bzw. der durch die Hohlleiter geführten elektromagnetischen Wellen stehen im Bereich der Mündung der Hohlleiter in den Hornstrahler jeweils senkrecht aufeinander.

[0075] Der erste Hohlleiter 1 bzw. 1' ist gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung von unten nach oben, d.h. in Abstrahlrichtung, zum Hohlstrahler geführt, wobei sein Querschnitt sich im Bereich der Mündung in den Hornstrahler nur teilweise mit der Aperturöffnung 22 des Hohlstrahlers 20 bzw. 20', welchen er mit Signalen versorgt, überlappt, und sich teilweise außerhalb der Aperturöffnung befindet. Bevorzugt verlaufen die Hohlleiter 1 bzw. 1' dabei in Hauptabstrahlrichtung und/oder senkrecht zur Aperturebene.

[0076] Wie in der Schnittansicht in Fig. 1 rechts oben gezeigt, befindet sich der erste Hohlleiter 1', welcher den Hornstrahler 20' mit Signalen versorgt, daher teilweise unterhalb der Aperturöffnung 22 dieses Hornstrahlers 20', und teilweise unterhalb der Aperturöffnung 22 des benachbarten Hornstrahlers 20. Damit überschneidet sich der Querschnitt des Hohlleiters 1' in einer Projektion auf die Aperturebene teilweise mit der Aperturöffnung des eigenen Strahlers, sowie teilweise mit der Aperturöffnung eines benachbarten Strahlers.

[0077] Hierdurch wird eine sehr kompakte Anordnung erreicht, da zur Zuführung der Signale zu einem Hohlstrahler der Platz unterhalb des benachbarten Hohlstrahlers genutzt werden kann.

[0078] Im Ausführungsbeispiel erfolgt die Speisung der Hornstrahler über den ersten Hohlleiter 1 bzw. 1' dabei zum Teil seitlich, und zum Teil von unten. Insbesondere ist hierfür der Teil des Querschnitts des ersten Hohlleiters, welcher unterhalb der Aperturöffnung des jeweiligen Strahlers verläuft, in den Strahler hinein verlängert.

Der Bereich des Querschnitts, welcher außerhalb der Aperturöffnung und insbesondere im Bereich der Aperturöffnung des benachbarten Strahlers verläuft, wird dagegen seitlich in den Hornstrahler geführt.

[0079] Im Ausführungsbeispiel weist der erste Hohlleiter 1 eine Begrenzungswand 27 auf, welche sich von einer Position außerhalb der Aperturöffnung des Hornstrahlers schräg nach oben zu der Mündung 23 in den Hornstrahler erstreckt. Dabei handelt es sich im Ausführungsbeispiel bei der Begrenzungswand 27 um die Wand einer kurzen Seite ersten Hohlleiters. Die Begrenzungswand 27 bildet dabei gleichzeitig einen Bodenbereich des benachbarten Hornstrahlers.

[0080] Die Mündung 23 des ersten Hohlleiters 1 weist damit sowohl eine Erstreckung 25 in einer Richtung normal zur Aperturebene, und eine Erstreckung 26 innerhalb der Aperturebene auf. Im Ausführungsbeispiel weist die Öffnung 23 hierfür ein Knick auf, d.h. die Öffnung wird durch eine vertikale Kante 25 und eine horizontale Kante 26 begrenzt. In alternativen Ausführungsbeispielen kann die Mündung 23 jedoch auch eine schräg zur Aperturebene verlaufende Kante aufweisen.

[0081] Die Öffnung 24, mit welcher der zweite Hohlleiter in den Hornstrahler mündet, befindet sich dagegen komplett innerhalb der Aperturöffnung sowie des Bodenbereichs des jeweiligen Hornstrahlers. Im Ausführungsbeispiel ist die Öffnung 24 dabei mittig bezüglich der Aperturöffnung des jeweiligen Hornstrahlers angeordnet.

[0082] Die Hornstrahler weisen im Ausführungsbeispiel damit jeweils einen Überlagerungsbereich 30 auf, in welchem die Überlagerung der beiden Polarisierungen erfolgt, und welcher durch den Boden des Horns sowie einen sich bis zum oberen Ende der Mündung 23 des Hohlleiters erstreckenden Wandbereich des Horns gebildet wird.

[0083] Im Ausführungsbeispiel folgen darauf ein unterer Hornbereich 28, in welchem sich das Horn im Wesentlichen vertikal nach oben, d.h. in Hauptabstrahlrichtung und/oder senkrecht zur Aperturebene, erstreckt, sowie ein oberer Hornbereich 29, in welchem sich das Horn nach außen hin weitet.

[0084] In Fig. 1 sind dabei beispielhaft nur zwei erfindungsgemäße Hornstrahler dargestellt. Selbstverständlich können jedoch auch mehr als zwei solcher Strahler in einer Reihe oder Spalte nebeneinander angeordnet werden. Weiterhin weisen die Hornstrahler im Ausführungsbeispiel jeweils eine 6-eckige Grundform auf, so dass eine Wabenförmige Anordnung mehrerer Spalten und Reihen nebeneinander möglich ist.

[0085] Weitere Einzelheiten und Varianten im Hinblick auf die Ausgestaltung eines Hornstrahlers bzw. Strahlerarrays gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden noch näher Anhand der Figuren 6 ff. beschrieben.

[0086] Fig. 2 zeigt das einem dual polarisierten Hornstrahler bzw. einem entsprechenden Strahlerarray gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung zu-

grunde liegende Konzept. Auch hier erfolgt die Speisung der beiden Polarisierungen jeweils über getrennte Hohlleiter 1 und 2.

[0087] Die Hohlleiter sind in einem Speiseabschnitt 3, mit welchem sie mit einem Speisetzwerk in Verbindung stehen, parallel zueinander geführt und weisen dort die gleiche Ausrichtung der Polarisation auf. In Fig. 2 ist das E-Feld jeweils als Pfeil schematisch dargestellt. In einem Mündungsbereich 5, mit welchem die Hohlleiter in die jeweiligen Hornstrahler münden, weisen die Polarisierungen für den ersten und den zweiten Hohlleiter dagegen eine unterschiedliche Ausrichtung auf. Insbesondere stehen dabei die Polarisierungen senkrecht aufeinander. Hierfür ist zwischen dem Speiseabschnitt 3 und dem Mündungsabschnitt 5 ein Transformationsabschnitt vorgesehen, welcher der Feld- und/oder Impedanztransformation dient. Insbesondere weist dabei der erste Hohlleiter im Transformationsabschnitt eine Verdrillung bzw. einen Twist auf, durch welchen seine Polarisation gegenüber dem anderen Hohlleiter gedreht wird.

[0088] Die Hohlleiter 1 und 2 sind vom Speiseabschnitt 3 über den Transformationsabschnitt 4 bis zum Mündungsabschnitt 5 jeweils parallel von unten nach oben, d.h. in Abstrahlrichtung und insbesondere senkrecht zur Aperturbene geführt, so dass durch die Verdrillung im Bereich des Transformationsabschnittes des Hohlleiters 1 eine Drehung seiner Polarisation in der Aperturbene bzw. um eine senkrecht auf der Aperturbene stehende Drehachse erfolgt. Der zweite Hohlleiter weist im Transformationsabschnitt 4 dagegen keine Verdrillung auf, so dass sich seine Polarisation nicht dreht.

[0089] Diese Anordnung hat den Vorteil, dass im Bereich des Speiseabschnitts 3, welcher an ein Anpassnetzwerk und/oder ein Verteilnetzwerk angeschlossen wird, der zur Verfügung stehende Platz optimal genutzt werden kann. Insbesondere können die ersten und zweiten Hohlleiter in diesem Bereich identisch ausgerichtet sein und/oder einen identischen Querschnitt aufweisen, und damit den vorhandenen Platz optimal ausnutzen. Die Hohlleiter sind somit erst im Bereich des Mündungsabschnittes 5 orthogonal zueinander ausgerichtet, und benötigen daher erst dort entsprechend Platz.

[0090] Um ausreichend Platz für die gedreht zueinander ausgerichteten Hohlleiter im Bereich der Mündung zu haben, verringert sich die Fläche des Hohlleiterquerschnitts im Transformationsabschnitt in Richtung auf den Hornstrahler. Bevorzugt ist dies sowohl für den ersten, als auch für den zweiten Hohlleiter der Fall. Insbesondere ist damit die Fläche des Hohlleiterquerschnitts in Richtung Antenne kleiner als die Fläche des Hohlleiterquerschnitts in Richtung Verteilnetzwerk. Die Hohlleiter haben daher in Richtung Antenne eine höhere Wellenimpedanz und eine höhere untere Grenzfrequenz (Cut-Off-Frequenz) als in Richtung Verteilnetzwerk.

[0091] Der Transformationsabschnitt mit der Hohlleiterquerschnittsänderung zur Feld- und Impedanztransformation hat den Vorteil, dass auf der Antennenseite orthogonal polarisierte Strahleröffnungen kompakt ver-

schachtelt werden können, während auf Seiten des Anpass- und/oder Verteilnetzwerks ein größerer, breitbandiger und verlustärmerer Standardhohlleiter verwendet werden kann.

5 **[0092]** Beispielsweise kann das Anpassnetzwerk und/oder Verteilnetzwerk somit breitbandig ausgelegt werden. Beispielsweise könnte ein WR28 Hohlleiter für den

10 **[0093]** Bereich zwischen 26,5 GHz bis 40,0 GHz eingesetzt werden. Die Antennenseite, d.h. zum einen der Transformationsabschnitt sowie die Hornstrahler können dagegen schmalbandiger und austauschbar ausgelegt werden. Beispielsweise würden für zwei unterschiedliche Frequenzbereiche in dem größeren Frequenzbereich des Anpassungs- und/oder Verteilnetzwerkes jeweils unterschiedliche Transformationsabschnitte und unterschiedliche Hornstrahler eingesetzt werden. Bspw. könnte einmal für den Frequenzbereich zwischen 27 GHz und 29 GHz ein erster Hornstrahlertyp und zum anderen für den Frequenzbereich zwischen 37 GHz und 39 GHz ein zweiter Hornstrahlertyp eingesetzt werden. Hierdurch kann das Gesamtsystem modular aufgebaut werden, und insbesondere das Anpassungs- und/oder Verteilnetzwerk für unterschiedliche Anwendungen verwendet werden.

20 **[0094]** Fig. 3 zeigt nun ein mögliches Ausführungsbeispiel für einen Transformationsabschnitt 4 für den ersten Hohlleiter. Dabei wird ein in x-Richtung polarisierter Hohlleiterquerschnitt, welcher an den Einspeiseabschnitt 3 angeschlossen wird, zu einem in z-Richtung polarisierten Hohlleiterquerschnitt transformiert, welcher an den Mündungsabschnitt 5 angeschlossen wird. Gleichzeitig wird die Querschnittsfläche verringert, im Ausführungsbeispiel beispielsweise von einem Hohlleiterquerschnitt von 7,11 mm x 3,55 mm und 572 Ohm Wellenimpedanz zu einem Hohlleiterquerschnitt von 6,11 mm x 2,4 mm und etwa 785 Ohm Wellenimpedanz.

30 **[0095]** Generell kann die Form des Transformationsabschnitts zwischen seinen beiden Enden beliebig sein. Insbesondere können dreidimensionale Rundungen teilweise oder ganz durch Flächen oder Treppenstufen ersetzt werden oder der Transformationsabschnitt aus zwei oder mehr Einzelteile gefertigt und zusammengefügt werden, je nach Fertigungsverfahren. Bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht der Transformationsabschnitt 4 aus zwei Transformationselementen 8 und 11, welche das Feld jeweils um 45° drehen, und einem zwischengeschalteten Zwischenelement 9 mit konstantem Querschnitt. Es ist aber auch denkbar, ein oder mehrere Elemente mit konstantem Querschnitt um einen beliebigen Winkel zu verdrehen, d.h. eine mehrstufige Transformation durchzuführen, oder kein Zwischenelement zu verwenden und die beiden Seiten durch eine durchgehende Verdrillung zu verbinden. Entscheidend ist lediglich, dass die Polarisation, wie in Fig. 3 links dargestellt, zwischen dem Eingang 3 und dem Ausgang 5 gedreht und der Querschnitt verringert wurde. In Fig. 3 ist dabei das E-Feld im Bereich des

Speiseabschnittes 3 mit 11, im Bereich des Mündungsabschnittes 5 als 12 eingezeichnet.

[0096] Fig. 3 zeigt einen Transformationsabschnitt für den ersten Hohlleiter, bei welchem eine Drehung der Polarisation erfolgt. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel weist der zweite Hohlleiter dagegen keine Verdrillung auf, sondern erfährt im Bereich des Transformationsabschnittes lediglich eine Querschnittsverjüngung. Diese dient dazu, ausreichend Platz zur Anordnung der im Mündungsbereich orthogonal zueinander stehenden Hohlleiter zu schaffen.

[0097] Dies ist noch einmal anhand von Fig. 4 veranschaulicht, welche die Transformationsabschnitte 6 und 7 von in einer Spalte nebeneinander angeordneten ersten und zweiten Hohlleitern 1 und 2 darstellt. Die Transformationsabschnitte 6 der ersten Hohlleiter 1 weisen dabei eine Verdrillung und eine Querschnittsverjüngung auf, die Transformationsabschnitte 7 der zweiten Hohlleiter 2 dagegen lediglich eine Querschnittsverjüngung. Durch die Querschnittsverjüngung der Transformationsabschnitte 7 der zweiten Hohlleiter wird der Platz geschaffen, welcher benötigt wird, um die Verdrillung der ersten Hohlleiter 1 zu ermöglichen.

[0098] Im Ausführungsbeispiel werden Hohlleiter mit einer längeren und einer kürzeren Seite eingesetzt. Im Speiseabschnitt 3 sind die ersten und zweiten Hohlleiter jeweils mit ihren längeren Seiten benachbart und parallel zueinander angeordnet. Durch die Verdrillung der ersten Hohlleiter im Transformationsabschnitt 4 stehen sich im Mündungsabschnitt 5 nun aber die längeren Seiten der ersten und zweiten Hohlleiter jeweils senkrecht aufeinander.

[0099] Während im Speiseabschnitt 3 daher zwischen den langen Seiten von zwei zweiten Hohlleitern lediglich Platz für die kürzere Seite der ersten Hohlleiter benötigt wird, wird im Mündungsbereich 5 dagegen Platz für die längere Seite eines ersten Hohlleiters benötigt. Um diesen Platz zu schaffen, wird insbesondere die kürzere Seite der zweiten Hohlleiter weiter verkürzt. Weiterhin kann auch die längere Seite der ersten Hohlleiter verkürzt werden.

[0100] Im Ausführungsbeispiel erfolgt dabei eine Verkürzung sowohl der längeren als auch der kürzeren Seite der ersten und der zweiten Hohlleiter, wobei jedoch das Verhältnis zwischen längerer und kürzerer Seite vergrößert wird, d.h. die kürzere Seite wird prozentual stärker verkürzt als die längere Seite. Hierdurch wird der Hohlleiter zwar schmalbandiger. Die Cut-off-Frequenz wird jedoch nicht in gleichem Maße erhöht.

[0101] Erfindungsgemäß wird für die hier eingesetzten einfach polarisierten Wellenleiter ein Querschnitt mit einer größeren Ausdehnung in der H-Feld-Ebene als in der E-Feld-Ebene bevorzugt. Insbesondere weisen die Hohlleiter dabei auf Seiten des Speise- und/oder Verteilernetzwerkes und insbesondere im Speiseabschnitt ein Verhältnis zwischen der längeren Seite und der kürzeren Seite von größer als 1,5 : 1 und kleiner als 2,5 : 1 auf. Im Mündungsabschnitt ist das Verhältnis zwischen der län-

geren und der kürzeren Seite bevorzugt größer als im Speiseabschnitt, insbesondere größer als 2,5 : 1 und weiterhin bevorzugt größer als 3 : 1. Hierdurch wird ein guter Kompromiss aus Kompaktheit und elektrischen Eigenschaften erzielt.

[0102] Insbesondere kann erfindungsgemäß ein Hohlleiter mit einem rechteckigen Querschnitt eingesetzt werden. In diesem Fall wird die TE₁₀(H₁₀)-Mode angeregt.

[0103] Denkbar sind aber auch Hohlleiter mit mindestens einer Querschnittsverengung und/oder mindestens einer Querschnittsverbreiterung in der E-Feld-Ebene und/oder H-Feld-Ebene. Insbesondere können Hohlleitervarianten mit mindestens einer Querschnittsverengung in der H-Feld-Ebene eingesetzt werden, sogenannte Steghohlleiter. In diesem Fall wird bevorzugt ebenfalls die TE₁₀-Mode und/oder eine höhere Mode angeregt.

[0104] In Fig. 5 sind drei Varianten für den Transformationsabschnitt gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung dargestellt.

[0105] Dabei weisen die Hohlleiter in bei der links dargestellten Variante bereits im Bereich des Speiseabschnittes 3 eine unterschiedliche Polarisation auf. Weiterhin wird bei der Variante links im Transformationsabschnitt sowohl die Polarisation des ersten Hohlleiters 1, als auch des zweiten Hohlleiters 2 gedreht. Dabei weisen die ersten und zweiten Hohlleiter im Speiseabschnitt 3 jeweils entgegengesetzt ausgerichtete Polarisationen auf. Diese werden durch entsprechende Transformationsabschnitte 4 jeweils um 45 Grad gedreht, so dass sie im Mündungsabschnitt orthogonal zueinander stehen.

[0106] Im Mündungsabschnitt 5 werden zudem Hohlleiter mit einem im Wesentlichen quadratischen Wellenleiterquerschnitt eingesetzt. Diese werden als einfach polarisierte 45 Grad Wellenleiter eingesetzt, bei welchen die Polarisation damit diagonal verläuft.

[0107] Bei den Ausführungsbeispielen in der Mitte und rechts weisen die Hohlleiter 1 und 2 zumindest im Speiseabschnitt 3 unterschiedliche Querschnittsformen auf. Die Polarisationen der Hohlleiter 1 und 2 sind im Speiseabschnitt 3 dagegen noch in die gleiche Richtung ausgerichtet.

[0108] In der Mitte von Fig. 5 ist dabei ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei welchem der erste Hohlleiter 1 im Speiseabschnitt 3 einen teilweise verbreiterten Rechteckhohlleiterquerschnitt und im Mündungsabschnitt 5 einen teilweise verengten Rechteckhohlleiterquerschnitt in der H-Ebene aufweist. Im Speiseabschnitt 3 weist der erste Hohlleiter dabei in eine bezüglich der H-Ebene mittleren Bereich eine Querschnittsverbreiterung 72 und im Mündungsabschnitt 5 eine bezüglich der nunmehr gedrehten H-Ebene mittleren Bereich eine Querschnittsverjüngung 70.

[0109] Der zweite Hohlleiter 2 besitzt im Speiseabschnitt 3 sowie im Mündungsabschnitt 5 einen teilweise verengten Rechteckhohlleiterquerschnitt in der H-Ebene. Insbesondere weist der zweite Hohlleiter 2 jeweils in einem bezüglich der H-Ebene mittleren Bereich eine

Querschnittsverjüngung 70.

[0110] Dies verbessert die Modenselektivität und/oder Bandbreite des Hohlleiters und/oder führt zu einer kompakteren Bauweise, und kann auch bei den übrigen Ausführungsbeispielen eingesetzt werden. Hohlleiter 2 hat in diesem Fall die Feldcharakteristik eines Doppelsteghohlleiters.

[0111] Durch den Transformationsabschnitt 4 wird die Polarisierung des ersten Hohlleiters 1 um 90 Grad gedreht sowie dessen Querschnittsform und Feldverteilung geändert, sodass sich im Mündungsbereich 5 orthogonale Polarisierungen mit ähnlicher Feldverteilung ergeben. Im Mündungsbereich werden dabei jeweils wiederum Wellenleiterquerschnitte mit einer deutlich größeren Ausdehnung in der H-Feld-Ebene als in der E-Feld-Ebene eingesetzt.

[0112] Weiterhin sind die Querschnittsflächen der Hohlleiter sowohl im Speiseabschnitt 3 als auch im Mündungsabschnitt 5 miteinander verschachtelt, indem eine Querschnittsverbreiterung 72 oder ein Endabschnitt 71 des einen Hohlleiters in eine Querschnittsverjüngung 70 des anderen Hohlleiters eingreift.

[0113] Das Ausführungsbeispiel rechts in Fig. 5 zeigt eine besonders kompakte Variante. Der erste Hohlleiter 1 besitzt im Speiseabschnitt 3 sowie im Mündungsabschnitt 5 einen teilweise verbreiterten und einen teilweise gefüllten Rechteckhohlleiterquerschnitt in der H-Ebene mit einer Querschnittsverbreiterung 72 in einem bezüglich der H-Ebene mittleren Bereich. Durch den Transformationsabschnitt 4 wird die Polarisierung von Hohlleiter 1 gedreht sowie dessen Querschnittsfläche verkleinert. Die Querschnittsform und Feldverteilung wird aber im Wesentlichen beibehalten.

[0114] Der zweite Hohlleiter 2 besitzt wiederum im Speiseabschnitt 3 sowie im Mündungsabschnitt 5 einen teilweise verengten Rechteckhohlleiterquerschnitt in der H-Ebene. Insbesondere weist der zweite Hohlleiter 2 jeweils in einem bezüglich der H-Ebene mittleren Bereich eine Querschnittsverjüngung 70 auf. Weiterhin vergrößert sich zwischen dem Speiseabschnitt 3 und dem Mündungsabschnitt 5 das Verhältnis zwischen der Breite des Querschnitts in E-Feld-Ebene in den breiteren Endbereichen 71 und der Querschnittsverjüngung 70.

[0115] Dadurch haben Hohlleiter 1 und Hohlleiter 2 im Mündungsabschnitt 5 orthogonale Polarisierung und verschiedene Feldverteilungen und/oder Feldverteilungsdichten, was je nach Ausgestaltung des Überlagerungsbereichs 30 zu einer besseren Entkopplung und kompakteren Bauweise führen kann.

[0116] Weiterhin ergibt sich eine sehr kompakte Anordnung, da im Speiseabschnitt 3 als die Querschnittsverbreiterung 72 des ersten Hohlleiters 1 in die Querschnittsverjüngungen 70 der benachbarten zweiten Hohlleiter 2 eingreift, während im Mündungsabschnitt 5 die nunmehr um 90 Grad gedrehten schmälere Endbereiche 73 des Querschnitts des ersten Hohlleiters 2 in die nunmehr tieferen Querschnittsverjüngungen 70 der benachbarten zweiten Hohlleiter 2 eingreift.

[0117] Generell können die Hohlleiter Stege, Materialfüllungen, Materialausparungen, Querschnittsverbreiterungen, Querschnittsverengungen und viele weitere Maßnahmen zur Kostenreduzierung und/oder Verkleinerung und/oder Verbesserung der elektrischen und mechanischen Eigenschaften aufweisen.

[0118] Bevorzugt sind beide Aspekte der vorliegenden Erfindung verwirklicht, d.h. die erste Polarisierung wird mittig zwischen zwei Strahleröffnungen zum Strahler geführt und über einen Transformationsabschnitt gedreht. Weiterhin bevorzugt ist im Transformationsabschnitt eine Hohlleiterquerschnittsänderung vorgesehen, durch welche sich die Wellenimpedanz ändert.

[0119] Die Polarisationsdrehung wird bevorzugt über eine Hohlleiterverdrillung realisiert, insbesondere über eine Hohlleiterverdrillung um eine Drehachse, welche normal zur Aperturerebene steht. Gleichzeitig findet in einer Richtung normal zur Aperturerebene innerhalb der Hohlleiterverdrillung eine Verkleinerung des Hohlleiterquerschnitts statt, was zu einer Wellenimpedanzänderung und kompakteren Abmessung führt. Die gedrehte Strahleröffnung ist bevorzugt zumindest teilweise seitlich in den Strahler geführt.

[0120] Fig. 6 zeigt nun ein entsprechendes Ausführungsbeispiel, bei welchem die Speisung der Hornstrahler gemäß dem ersten Aspekt so erfolgt, wie dies bereits oben im Hinblick auf Fig. 1 dargestellt wurde. Die Transformation der Hohlleiter erfolgt so, wie dies oben im Hinblick auf das Ausführungsbeispiel in Fig. 2 bis 4 dargestellt wurde. Insbesondere werden dabei die oben im Hinblick auf den zweiten Aspekt beschriebenen ersten und zweiten Hohlleiter mit ihrem Mündungsabschnitt 5 an die Öffnungen 23 bzw. 24 angeschlossen, über welche die Hornstrahler gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung gespeist werden.

[0121] Wie aus Fig. 6 ersichtlich, hat die Kombination des ersten und des zweiten Aspektes ein ganz erhebliches synergistisches Potenzial. Denn durch die Kombination des ersten und zweiten Aspektes ist es möglich, die zweiten Hohlleiter 2 mittig bezüglich der Aperturöffnung 22 der Hohlstrahler 20 bzw. 20' in den Hohlstrahler münden zu lassen. Dennoch wird der zwischen den Mündungen der zweiten Hohlleiter vorhandene Platz durch die gedrehten Mündungsbereiche der ersten Hohlleiter 1 optimal genutzt, da dieser Mündungsbereich nicht auf den unterhalb der jeweiligen Aperturöffnung zur Verfügung stehenden Platz beschränkt ist, sondern sich unter die jeweilige Aperturöffnung des benachbarten Strahlers erstreckt.

[0122] Rechts in Fig. 6 ist noch eine mögliche Bemessung eines erfindungsgemäßen Hornstrahlers dargestellt. Der Transformationsbereich 31 kann dabei beispielsweise eine Höhe H_1 von $0,5 \lambda$ - $1,5 \lambda$ aufweisen, der zur Überlagerung der Polarisierungen innerhalb des Hornstrahlers eingesetzte Überlagerungsbereich 30 eine Höhe H_2 von $0,5 \lambda$ - $1,5 \lambda$, und das eigentliche Horn 32 eine Höhe H_3 zwischen $0,5 \lambda$ und 4λ .

[0123] In Fig. 7 ist links noch einmal eine mögliche Be-

maßung für die Aperturöffnung angegeben. Dabei kann beispielsweise der maximale Durchmesser D_i auf der Höhe des unteren Hornabschnitts 28, in welchem sich die Wände des Horns im Wesentlichen vertikal nach oben, d.h. in Hauptabstrahlrichtung, erstrecken, bei $0,8\lambda$ \pm $0,3\lambda$ liegen. Der maximale Durchmesser D_a der Aperturöffnung 22, d.h. nach der Aufweitung 29, kann beispielsweise bei $1,1\lambda$ \pm $0,3\lambda$ liegen.

[0124] Bei λ handelt es sich dabei jeweils um die Wellenlänge der Mittenfrequenz des untersten Resonanzfrequenzbereichs des erfindungsgemäßen Strahlers.

[0125] In Fig. 7a ist rechts eine alternative Ausgestaltung des Überlagerungsbereichs der beiden Polarisierungen gezeigt. Die Öffnung 23 weist hierbei schräg zur Aperturebene verlaufende längere Seiten auf, welche die obere und untere Schmalseite miteinander verbinden. Im Ausführungsbeispiel weist die Öffnung hierfür dreieckförmige Seitenwände 33 auf, welche sich entlang der längeren Seiten erstrecken.

[0126] Weiterhin sind im Bodenbereich des Horns Keilelemente 34 vorgesehen, welche sich von innen zu den Seitenwänden erstrecken. Bevorzugt weisen diese die gleiche Form auf, wie die Begrenzungswände 27 für den Mündungsbereich des benachbarten ersten Hohlleiters. Hierdurch weist der Bodenbereich insgesamt eine Trichterform auf. Die Öffnung 24 für den zweiten Hohlleiter ist im Zentrum des Trichters angeordnet, und schneidet im Ausführungsbeispiel in die Rampen 34.

[0127] Eine mögliche Bemaßung der Öffnung 23 für den ersten Strahler ist in Fig. 7a rechts angegeben. Die Öffnung 23 kann dabei eine Erstreckung B_1 in Richtung ihrer kürzeren Seite von $0,2\lambda$ \pm $0,2\lambda$ aufweisen. Die Erstreckung in Höhenrichtung B_3 kann bei $0,7\lambda$ \pm $0,7\lambda$ liegen, die Erstreckung in der Aperturebene B_4 bei $0,2\lambda$ \pm $0,2\lambda$.

[0128] In Fig. 7b sind noch einmal drei Schnitte parallel zur Aperturebene für das in Fig. 7a dargestellte Ausführungsbeispiel gezeigt. Rechts unten ist ein Schnitt durch den Mündungsbereich 5 dargestellt, d.h. knapp unterhalb der Verbindung mit den Öffnungen des Hornstrahlers.

[0129] In Fig. 7b ist weiterhin eine mögliche Bemaßung für die Hohlleiter im Mündungsbereich angegeben. Insbesondere kann dabei die Schmalseite eine Breite B_1 von $0,2\lambda$ \pm $0,2\lambda$ aufweisen, und die längere Seite eine Breite B_2 von mehr als $0,5\lambda$, bspw. von $0,55\lambda$ aufweisen.

[0130] Bei einem normalen Rechteck-Hohlleiter sollte die längere Seite im Hinblick auf die Cut-Off-Frequenz eine Länge von $0,5\lambda$ nicht unterschreiten. Durch die Verwendung von Steghohlleitern und/oder mit Dielektrikum gefüllten Hohlleitern sind jedoch geringere Abmessungen und/oder höhere Bandbreiten möglich. Beispielsweise können dabei mittig in den Hohlleitern eine oder mehrere Stege angeordnet werden, um die Bandbreite zu vergrößern und/oder die Cut-Off-Frequenz zu verringern.

[0131] Bei λ handelt es sich dabei wiederum bei allen oben angegebenen Bemaßungen um die Mittenfrequenz

des untersten Resonanzfrequenzbereichs des erfindungsgemäßen Hornstrahlers.

[0132] Je nach Hohlleiterquerschnitt kann die Ausgestaltung des Überlagerungsbereichs auch komplexere Formen annehmen. Bei Doppelsteghohlleitern können zum Beispiel die Keilsegmente 34 Materialaussparungen und/oder eine Rampenform, insbesondere eine Rampenform mit einem exponentiellen Verlauf aufweisen.

[0133] Weiterhin kann der Strahler, wie in Fig. 8 dargestellt, als Steghohlleiterantenne ausgeführt sein. Links ist dabei eine Steghohlleiterantenne 20" mit Seitenwänden, rechts eine Steghohlleiterantenne 20'" ohne Seitenwände dargestellt. Das Horn der Steghohlleiterantenne 20" weist die gleiche Ausgestaltung auf, welche oben zu Fig. 1 und 6 näher beschrieben wurde. Die Steghohlleiterantenne 20'" weist dagegen nur den oben beschriebenen Überlagerungsbereich 30 auf, während sich in den Bereich des eigentlichen Horns nur noch die Stege erstrecken und die Seitenwände dort fehlen.

[0134] Die Steghohlleiterantenne weist jeweils Stege 75 auf, welche sich in Höhenrichtung erstrecken. Die Stege 75 erstrecken sich im Ausführungsbeispiel von dem Übergangsbereich 30 ausgehend in das eigentliche Horn 32 hinein.

[0135] Die Stege sind plattenförmig. Die Plattenebene der Stege 75 verläuft jeweils radial zur Mittelachse des Strahlers und/oder steht senkrecht auf der Seitenwand, entlang welcher er sich erstreckt. Die Innenkanten der Stege weisen einen sich zur Strahleröffnung hin vergrößernden Abstand auf.

[0136] Im Ausführungsbeispiel links erstrecken sich die Stege 75 entlang der Innenwände des Horns. Im Ausführungsbeispiel links erstrecken sie sich über die Bereiche 28 und 29 bis zur Strahleröffnung.

[0137] Je nach Anforderung und Fertigungsverfahren sind aber auch einfachere Formen denkbar.

[0138] Fig. 9 zeigt nun ein Ausführungsbeispiel des Strahlerarrays, welches vier Spalten mit jeweils acht Einzelstrahlern 20 umfasst. Die Einzelstrahler sind dabei jeweils so ausgestaltet, wie dies in Fig. 6 bzw. 7 dargestellt ist. Die entsprechende Ausgestaltung des Überlagerungsbereichs im Bodenbereich der Hornstrahler ist dabei in Fig. 9 links noch einmal in Ausschnitt wiedergegeben. Bei der in Fig. 9 gezeigten Gruppenantenne kann es sich beispielsweise um eine Antenne mit einer Mittenfrequenz von 28 GHz und 2 GHz Bandbreite handeln.

[0139] Der Spaltenabstand, d.h. der Einzelstrahlerabstand in z-Richtung, beträgt im Ausführungsbeispiel 8,5 mm, d.h. $0,80\lambda$ bei 28 GHz. Der Zeilenabstand, d.h. der Einzelstrahlerabstand in x-Richtung, beträgt im Ausführungsbeispiel 9,0 mm, d.h. $0,84\lambda$ bei 28 GHz.

[0140] In Fig. 10 und 11 ist nun das E-Feld bei Phase 0 und Phase 90° in einer X-Z-Schnittebene bei unterschiedlichen Höhen $Y = -11$, $Y = -13$ und $Y = -15$ für die erste Polarisation dargestellt, welche über die Öffnung 23, mit welcher der erste Hohlleiter 1 in den Hornstrahler mündet, gespeist wird. Wie aus den Figuren ersichtlich,

ergibt sich schon im Höhenbereich der Öffnung 23 eine hervorragende Ausrichtung des E-Felds und damit hervorragende Polarisations- und Symmetrieeigenschaften.

[0141] In Fig. 12 ist das in Fig. 9 dargestellte Ausführungsbeispiel oben in einer Draufsicht gezeigt, in welcher die erste Öffnung 23 für die ersten Hohlleiter und die zweite Öffnung 24 für die zweiten Hohlleiter gut zu erkennen ist. Unten ist eine Ansicht von unten, und zwar im Bereich des Speiseabschnitts, dargestellt. Hier weisen die ersten und zweiten Hohlleiter jeweils die gleiche Ausrichtung und den gleichen Querschnitt auf, und sind jeweils entlang der Spalten aufgereiht. Weiterhin ist der verkleinerte und bei den ersten Hohlleitern gedrehte Querschnitt 5 im Mündungsbereich durch den Transformationsabschnitt hindurch gesehen zu erkennen.

[0142] In Fig. 13 sind noch einmal Schnitte parallel zur Aperturbene für unterschiedliche Höhen gezeigt, wobei links oben ein Schnitt durch den Speiseabschnitt 3, links in der Mitte ein Schnitt durch den Transformationsabschnitt 4, und links unten ein Schnitt durch den Mündungsabschnitt 5 gezeigt ist. Rechts sind dann oben und in der Mitte Schnitte durch den Überlagerungsbereich, in welchem sich die Öffnung 23 erstreckt, gezeigt, und rechts unten ein Schnitt durch das Horn oberhalb des Überlagerungsbereichs.

[0143] In Fig. 15 sind noch einmal Schnitte senkrecht zur Aperturbene entlang der Spalten gezeigt. Hervorragend zu erkennen ist dabei die äußerst kompakte Anordnung sowohl der Hörner, als auch der Hohlleiter, welche die Hornstrahler mit Signalen versorgen. Entlang einer Spalte ist dabei jeweils abwechselnd ein erster und zweiter Hohlleiter vorgesehen, wobei die zweiten Hohlleiter jeweils mittig unterhalb des jeweiligen Hornstrahlers angeordnet sind, die ersten Hohlleiter dagegen zwischen zwei Hornstrahlern.

[0144] In Fig. 15 ist das E-Feld für die beiden Polarisierungen gezeigt, und zwar oben für Port 24, d.h. einen durch einen zweiten Hohlleiter gespeisten Port, und unten für Port 23, d.h. einen durch einen ersten Hohlleiter gespeisten Port. Wie die Figuren eindrücklich belegen, weisen die Hornstrahler eine sehr gute Orthogonalität der beiden Polarisierungen, sowie eine sehr gleichmäßige Feldverteilung auf.

[0145] In Fig. 16a und 16b ist der S-Parameter für die einzelnen Ports im Bereich zwischen 27 GHz und 32 GHz, d.h. bei 17% relativer Bandbreite eingezeichnet, in Fig. 17a und 17b im Bereich 27,5 GHz bis 28,5 GHz, d.h. bei 3,6% relativer Bandbreite.

[0146] Fig. 16a und 17a zeigen jeweils die Anpassung im Smith-Diagramm, Fig. 16b und 17b die Isolation der Ports untereinander.

[0147] In Fig. 16a ist ein VSWR von 2,0, d.h. eine Anpassung von größer 9,54 dB eingezeichnet, in Fig. 17a ein VSWR von 1,5, d.h. eine Anpassung von größer 13,98 dB. Das Potenzial ist jedoch tatsächlich noch wesentlich höher. Die Entkopplung liegt in beiden Fällen bei größer 25 dB.

[0148] In Fig. 18 ist jeweils das Fernfeld bei 28 GHz bzw. 32 GHz für die Ports P23 und P24 wiedergegeben. Eingezeichnet ist das Fernfeld in der horizontalen und der vertikalen Ebene, wobei die Phi-Komponente jeweils die Co-Polarisation, die Theta-Komponente jeweils die Kreuzpolarisation wiedergibt. Auch diese Diagramme zeigen die hervorragende Symmetrie des Fernfeldes und die geringe Kreuzpolarisation.

[0149] Bei dem Ausführungsbeispiel eines Strahlerarrays sind die Einzelstrahler benachbarter Spalten versetzt gegeneinander angeordnet. Insbesondere sind in Spaltenrichtung gesehen die Strahler einer ersten Spalte mittig zwischen den Strahlern der benachbarten zweiten Spalte angeordnet.

[0150] Aufgrund der im bisher beschriebenen Ausführungsbeispiel gewählten sechs-eckigen Form der eingesetzten Einzelstrahler und der in etwa gleichen Einzelstrahlerabstände innerhalb der Spalte und zwischen zwei Spalten ergibt sich hierdurch eine optimale Abdeckung der Fläche durch die sich ergebende Wabenstruktur.

[0151] Die vorliegende Erfindung erlaubt jedoch auch andere Grundformen des Strahlers und/oder eine nicht-wabenförmige Anordnung. Fig. 19 zeigt dabei zwei Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Strahlerarrays.

[0152] Links ist ein Ausführungsbeispiel gezeigt, welches im Wesentlichen dem bereits oben diskutierten Ausführungsbeispiel in Fig. 9 entspricht und eine Wabenstruktur mit sechs-eckigen Einzelstrahlern aufweist. Die Einzelstrahler weisen hier jedoch ein Einzelstrahlerabstand in horizontaler Richtung D_h von $0,75\lambda$, und ein Einzelstrahlerabstand D_v in vertikaler Richtung von $0,75\lambda$ auf, d.h. die Einzelstrahler sind geringfügig kleiner als die im Ausführungsbeispiel in Fig. 9.

[0153] Rechts in Fig. 19 ist ein alternatives Ausführungsbeispiel gezeigt, bei welchem der Einzelstrahlerabstand in horizontaler Richtung D_h , d.h. innerhalb der Spalte, zu Gunsten eines kleineren Einzelstrahlerabstands in vertikaler Richtung, d.h. zwischen den Spalten, vergrößert wurde. Bevorzugt ist dabei die Summe aus dem Abstand D_h und D_v kleiner als 2λ und weiter bevorzugt kleiner als $1,5\lambda$.

[0154] Im Ausführungsbeispiel weisen die Strahler einen Einzelstrahlerabstand in horizontaler Richtung D_h von 1λ , und einen Einzelstrahlerabstand in vertikaler Richtung D_v von $0,5\lambda$ auf.

[0155] Im Ausführungsbeispiel sind zwischen den Strahlern innerhalb der Spalte Abstandsflächen angeordnet, durch welche der Abstand der Strahler innerhalb der Spalte erhöht wird, und in welche die Strahler der benachbarten Spalten seitlich hineinreichen. Die Spalten können hierdurch mit einem geringeren Spaltenabstand angeordnet werden. Im Ausführungsbeispiel wird dabei wieder eine sechs-eckige Grundform eingesetzt, es wäre hier jedoch auch eine acht-eckige Grundform denkbar.

[0156] Wie in Fig. 20 links dargestellt, ist statt einer sechs-eckigen Grundform der Einzelstrahler auch eine andere Ausgestaltung denkbar. Beispielsweise können

die Einzelstrahler eine kreisförmige Grundform haben, welche teilweise überlappend angeordnet ist.

[0157] Fig. 20 rechts zeigt weiterhin ein Strahlerarray mit einer näherungsweise kreisförmigen Gruppenapertur. Eine näherungsweise kreisförmige Anordnung der Einzelstrahler kann zum Beispiel bei Zusammenschaltung der Einzelstrahler mit verschiedener Amplitude und Phase im Antennendiagramm zu niedrigeren Nebenkeulen führen.

[0158] Die Einzelstrahler eines erfindungsgemäßen Strahlerarrays können einzeln gespeist und/oder angepasst werden, oder teilweise in Untergruppen über einen Verteil- und Anpassnetzwerk zusammenschaltet werden.

[0159] Fig. 21 zeigt links ein Ausführungsbeispiel eines Speisernetzwerks bei Einzelspeisung, und rechts bei Gruppenspeisung. Die dargestellten Verteil- und Anpassnetzwerke können dabei an die Speiseabschnitte der ersten und zweiten Hohlleiter der erfindungsgemäßen Hornstrahler angeschlossen werden.

[0160] Beiden Ausgestaltungen ist gemeinsam, dass die Hohlleiter jeweils über Bends in unterschiedlichen Ebenen 51 bis 54 zur Seite geführt sind.

[0161] Insbesondere sind dabei die ersten Hohlleiter 1 und die zweiten Hohlleiter 2 einer Spalte in jeweils unterschiedlichen Ebenen zur Seite herausgeführt. Weiterhin sind auch die Hohlleiter, welche unterschiedliche Spalten versorgen, in unterschiedlichen Ebenen angeordnet.

[0162] Bei der Gruppenspeisung sind dabei Verteiler 55, 56, 59 und 60 vorgesehen, durch welche jeweils die ersten Strahler 1 (Verteiler 55 bzw. 59) und die zweiten Hohlleiter (Verteiler 56 bzw. 60) einer Spalte zusammenschaltet werden. Über einen weiteren Bend und Filter 57, 58, 61 und 62 stehen die Verteiler dann mit einer auf einer PCB angeordneten Speisung in Verbindung.

[0163] Die Strahler gemäß der vorliegenden Erfindung sind insbesondere in einem Frequenzbereich zwischen 10 GHz und 100 GHz oder für 5G-Anwendungen, insbesondere Anwendungen mit Beamsteering und/oder Beamforming, geeignet.

Patentansprüche

1. Dual polarisierter Hornstrahler (20), insbesondere für eine Mobilfunkbasisstation, mit einer ersten und mit einer zweiten Polarisierung, welche getrennt voneinander über einen ersten Hohlleiter (1) und einen zweiten Hohlleiter (2) des Hornstrahlers (20) gespeist werden, wobei die erste und die zweite Polarisierung orthogonal aufeinander stehen, wofür die beiden Hohlleiter (1, 2) im Bereich ihrer Mündung (23, 24) in den Hornstrahler (20) eine orthogonale Polarisierung aufweisen, wobei der erste Hohlleiter (1) in Abstrahlrichtung zu seiner Mündung (23) in den Hornstrahler (20) verläuft und dabei einen Querschnitt aufweist, welcher sich in Projektion auf die

Aperturebene teilweise innerhalb und teilweise außerhalb der Aperturöffnung (22) des Hornstrahlers (20) erstreckt, wobei die Mündung (23) des ersten Hohlleiters (1) in den Hornstrahler (20) entlang ihrer langen Seite eine Erstreckung (25, 26) sowohl parallel zu der Aperturebene als auch senkrecht zur Aperturebene aufweist, wobei eine äußere kurze Seite der Mündung höher angeordnet ist als die gegenüberliegende innere kurze Seite der Mündung.

2. Dual polarisierter Hornstrahler nach Anspruch 1, wobei der erste Hohlleiter (1) eine stirnseitige Begrenzungswand (27) aufweist, welche sich von einer Position, welche in Projektion auf die Aperturebene außerhalb der Aperturöffnung (22) des Hornstrahlers (20) liegt, zu einer Kante der Mündung (23) in den Hornstrahler erstreckt, wobei es sich bevorzugt um die Wand einer kurzen Seite des ersten Hohlleiters (1) handelt, wobei die Begrenzungswand (27) bevorzugt schräg zur Aperturebene verläuft.

3. Dual polarisierter Hornstrahler (20), insbesondere nach Anspruch 1 oder 2, insbesondere für eine Mobilfunkbasisstation, mit einer ersten und mit einer zweiten Polarisierung, welche getrennt voneinander über einen ersten Hohlleiter (1) und einen zweiten Hohlleiter (2) gespeist werden,

dadurch gekennzeichnet,

dass die beiden Hohlleiter (1, 2) in Abstrahlrichtung zu ihren Mündungen (23, 24) in den Hornstrahler verlaufen, wobei mindestens einer der Hohlleiter und insbesondere der erste Hohlleiter (1) einen Transformationsabschnitt (4) aufweist, durch welchen seine Polarisierung in der Aperturebene gegenüber dem anderen Hohlleiter (2) gedreht wird, bevor er in den Hornstrahler (20) mündet.

4. Dual polarisierter Hornstrahler nach Anspruch 3, wobei die beiden Hohlleiter (1, 2) nebeneinander und/oder parallel zueinander in Abstrahlrichtung zu ihren Mündungen (23, 24) in den Hornstrahler (20) verlaufen und zunächst die gleiche Polarisierung aufweisen und wobei der Transformationsabschnitt (4) eine Verdrillung aufweist und wobei der zweite Hohlleiter (2) keine Drehung der Polarisierung oder eine Drehung um einen anderen Winkel aufweist als der erste Hohlleiter (1),

und/oder wobei sich der Querschnitt des ersten Hohlleiters (1) in dem Transformationsabschnitt (4) verkleinert und wobei der zweite Hohlleiter (2) einen Transformationsabschnitt (4) aufweist, in welchem sich sein Querschnitt verkleinert.

5. Dual polarisierter Hornstrahler nach Anspruch 3 oder 4, wobei die beiden Hohlleiter (1, 2) einen rechteckigen Querschnitt mit einer langen und einer kur-

- zen Seite aufweisen, und/oder einen Querschnitt mit mindestens einer Querschnittsverengung (70) und/oder mindestens einer Querschnittsverbreiterung (72), wobei die langen Seiten der beiden Hohlleiter (1, 2) zunächst parallel zueinander verlaufen, und wobei durch die Verdrillung die langen Seiten der Hohlleiter (1, 2) am Ende des Transformationsabschnitts (4) senkrecht zueinander stehen, und/oder wobei die Verkleinerung (70) des Querschnitts zumindest eine Verkleinerung der kurzen Seite und/oder eine Vergrößerung des Verhältnisses zwischen der langen und der kurzen Seite umfasst, und/oder wobei der Transformationsabschnitt (4) mindestens eine Querschnittsverbreiterung (72) in eine Querschnittsverengung (70), und/oder umgekehrt, transformiert und/oder wobei die Querschnitte benachbarter Hohlleiter (1, 2) ineinander verschachtelt sind.
6. Dual polarisierter Hornstrahler nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei einer der Hohlleiter und insbesondere der zweite Hohlleiter (2) in Abstrahlrichtung zu dem Hornstrahler (20) geführt ist, wobei sich sein Querschnitt in Projektion auf die Aperturbene innerhalb der Aperturöffnung (22) befindet und/oder wobei die Mündung (24) eines der Hohlleiter und insbesondere des zweiten Hohlleiters (2) in den Hornstrahler (20) bezüglich der Aperturöffnung (22) mittig angeordnet und/oder wobei der Boden des Hornstrahlers (20) einen trichterförmigen Bereich aufweist und die Mündung (24) eines der Hohlleiter und insbesondere des zweiten Hohlleiters (2) an der Spitze des trichterförmigen Bereiches angeordnet ist.
7. Dual polarisierter Hornstrahler nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet dass**,
- mindestens ein Hornbereich (28) Materialausparungen und/oder Materialeinbringungen besitzt, insbesondere in Höhenrichtung verlaufende Stege (75) und/oder Stufen und/oder Dielektrika, und/oder dass der Hornstrahler (20", 20'') einen Steghohlleiterstrahler mit Seitenwänden oder ohne Seitenwände bildet, und/oder dass die Stege (75) auf ihrer nach innen gewandten Seite in Höhenrichtung eine Trichterform und/oder eine Exponentialform aufweisen.
8. Dual polarisierter Hornstrahler nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Hornstrahler (20) einen Resonanzfrequenzbereich in einem Bereich zwischen 10 GHz und 100 GHz aufweist, bevorzugt zwischen 25 GHz und 50 GHz, wobei es sich
- bevorzugt um den untersten Resonanzfrequenzbereich handelt, und/oder wobei der maximale Durchmesser der Aperturöffnung des Hornstrahlers zwischen $0,3 \lambda$ und $1,4 \lambda$ beträgt, bevorzugt zwischen $0,5 \lambda$ und $1,1 \lambda$, weiter bevorzugt zwischen $0,6 \lambda$ und $0,9 \lambda$, und/oder wobei der Hornstrahler eine Höhe zwischen $0,5 \lambda$ und 4λ aufweist, bevorzugt zwischen $1,5 \lambda$ und $2,5 \lambda$, wobei es sich bei λ um die Wellenlänge der Mittenfrequenz eines Resonanzfrequenzbereichs des Hornstrahlers und insbesondere des untersten Resonanzfrequenzbereichs handelt, und/oder wobei das Horn des Hornstrahlers einen ersten Hornbereich (28) mit im wesentlichen in Hauptabstrahlrichtung verlaufenden Seitenwänden und einen zweiten Hornbereich (29) mit sich trichterförmig aufweitenden Seitenwänden aufweist, wobei die Höhe des zweiten Hornbereiches (29) kleiner als die Höhe des ersten Hornbereiches (28) ist und/oder wobei die Aufweitung der Aperturöffnung im zweiten Hornbereich kleiner als 50 % ist, weiter bevorzugt kleiner als 20 % ist, und/oder wobei der erste und der zweite Hornbereich kontinuierlich ineinander übergehen und/oder wobei der Hornstrahler eine sechseckige oder runde Aperturöffnung aufweist.
9. Strahlerarray, insbesondere für eine Mobilfunkbasisstation, aus einer Mehrzahl von in einer Spalte oder Reihe nebeneinander angeordneten dual-polarisierten Hornstrahlern (20, 20'), wobei jeder der Hornstrahler durch einen ersten und einen zweiten Hohlleiter (1, 2) gespeist wird, wobei die Hohlleiter (1, 2) einer Spalte oder Reihe jeweils in Abstrahlrichtung zu ihren Mündungen (23, 24) in den Hornstrahlern (20, 20') geführt sind, wobei jeder zweite Hohlleiter (2) in der Spalte oder Reihe einen Transformationsabschnitt (4) aufweist, durch welchen seine Polarisation in der Aperturbene gedreht wird, bevor er in den Hornstrahler (20, 20') mündet, und wobei jeweils ein Hohlleiter und insbesondere der erste Hohlleiter (1) eines Hornstrahlers (20, 20') in Abstrahlrichtung zu seiner Mündung (23) in den Hornstrahler (20') verläuft und dabei mit seinem Querschnitt in Projektion auf die Aperturbene zumindest zum Teil unterhalb der Aperturöffnung (22) eines benachbarten Hornstrahlers (20) verläuft, wobei die erste und die zweite Polarisation orthogonal aufeinander stehen, wofür die beiden Hohlleiter (1, 2) im Bereich ihrer Mündung (23, 24) in den Hornstrahler eine orthogonale Polarisation aufweisen.
10. Strahlerarray nach Anspruch 9, wobei die Hornstrahler (20, 20') einen Resonanzfrequenzbereich in einem Bereich zwischen 10 GHz und 100 GHz aufweisen, bevorzugt zwischen 25 GHz und 50 GHz, wobei es sich bevorzugt um den untersten Resonanzfrequenzbereich handelt, und/oder wobei der Einzelstrahlerabstand in der Spalte und/oder Reihe weniger als 1λ beträgt, bevorzugt weniger als $0,85$

λ beträgt, weiter bevorzugt weniger als $0,75 \lambda$ beträgt, weiter bevorzugt weniger als $0,5 \lambda$ beträgt, und/oder wobei die Hornstrahler in mehreren nebeneinander angeordneten Spalten und/oder Reihen angeordnet sind und die Summe des Einzelstrahlerabstands in der Spalte oder Reihe und des Einzelstrahlerabstands senkrecht zur Spalte oder Reihe weniger als 2λ beträgt, bevorzugt weniger als $1,7 \lambda$, weiter bevorzugt weniger als $1,5 \lambda$, wobei es sich bei λ um die Wellenlänge der Mittenfrequenz eines Resonanzfrequenzbereichs des Strahlerarrays und insbesondere des untersten Resonanzfrequenzbereichs handelt.

11. Strahlerarray nach einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei der Hohlleiter (1), welcher mit seinem Querschnitt in Projektion auf die Apertur ebene zumindest zum Teil unterhalb der Aperturöffnung (22) eines benachbarten Hornstrahlers (20) verläuft, sich in Projektion auf die Apertur ebene teilweise innerhalb und teilweise außerhalb der Aperturöffnung des Hornstrahlers erstreckt und/oder wobei das Strahlerarray eine Mehrzahl von nebeneinander angeordneten dual-polarisierten Hornstrahlern (20, 20') nach einem der Ansprüche 2 bis 8 umfasst.
12. Strahlerarray nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei die Hornstrahler in (20, 20') mehreren nebeneinander angeordneten Spalten oder Reihen angeordnet sind, wobei bevorzugt die Hornstrahler benachbarter Spalten oder Reihen gegeneinander versetzt angeordnet sind, wobei bevorzugt die Hornstrahler wabenförmig angeordnet sind.
13. Strahlerarray nach einem der Ansprüche 9 bis 12 mit einem Speisernetzwerk (3), wobei die ersten Hohlleiter (1) und die zweiten Hohlleiter (2) der in einer Spalte oder Reihe angeordneten Hornstrahler (20, 20') in unterschiedlichen Höhenebenen einen Bend (51 - 54) zur Seite hin aufweisen, wobei bevorzugt jeweils die ersten Hohlleiter der in einer Spalte oder Reihe angeordneten Hornstrahler und/oder die zweiten Hohlleiter der in einer Spalte oder Reihe angeordneten Hornstrahler in der gleichen Höhenebene einen Bend (51 - 54) zur Seite hin aufweisen, und/oder wobei die Hohlleiter von in zwei benachbarten Reihen oder Spalten angeordneten Hornstrahlern in unterschiedlichen Höhenebenen einen Bend (51 - 54) zur Seite hin aufweisen, und/oder wobei die Hohlleiter (1, 2) der Hornstrahler jeweils einzeln gespeist werden oder wobei die ersten Hohlleiter der in einer Spalte oder Reihe angeordneten Hornstrahler und/oder die zweiten Hohlleiter der in einer Spalte oder Reihe angeordneten Hornstrahler durch einen Verteiler (55, 56) mit einer gemeinsamen Speisung (57, 58) in Verbindung stehen.
14. Mobilfunk-Basisstation mit einem oder mehreren

Hornstrahlern nach einem der Ansprüche 1 bis 8 und/oder einem oder mehreren Strahlerarrays nach einem der Ansprüche 9 bis 13.

Claims

1. Dual-polarized horn radiator (20), in particular for a mobile phone base station, having a first and having a second polarization, which are fed separately from each other via a first waveguide (1) and a second waveguide (2) of the horn radiator (20), wherein the first and the second polarization are positioned orthogonally on top of each other, for which purpose the two waveguides (1, 2) have an orthogonal polarization in the region of their outlet (23, 24) into the horn radiator (20), wherein the first waveguide (1) extends in the direction of radiation toward its outlet (23) into the horn radiator (20) and has a cross-section which, as seen in its projection onto the aperture plane, extends partly inside and partly outside of the aperture opening (22) of the horn radiator (20), wherein the outlet (23) of the first waveguide (1) into the horn radiator (20) has an extension (25, 26) along its longer side, which is both parallel to the aperture plane and perpendicular to the aperture plane, wherein an outer, shorter side of the outlet is arranged higher than the opposite inner, shorter side of the outlet.
2. Dual-polarized horn radiator according to claim 1, wherein the first waveguide (1) has a frontal boundary wall (27), which extends from a position which, as seen its projection onto the aperture plane, is positioned outside the aperture opening (22) of the horn radiator (20) to an edge of the outlet (23) into the horn radiator, wherein this is preferably the wall of a shorter side of the first waveguide (1), wherein the boundary wall (27) preferably extends diagonally to the aperture plane.
3. Dual-polarized horn radiator (20), in particular according to claim 1 or 2, in particular for a mobile phone base station, having a first and having a second polarization, which are fed separately from each other via a first waveguide (1) and a second waveguide (2), **characterized in that** the two waveguides (1, 2) extend in the direction of radiation toward their outlets (23, 24) into the horn radiator, wherein at least one of the waveguides and in particular the first waveguide (1) has a transformation section (4) by means of which its polarization in the aperture plane is rotated relative to the other waveguide (2) before it opens into the horn radiator (20).
4. Dual-polarized horn radiator according to claim 3, wherein the two waveguides (1, 2) extend side by

side and/or parallel to each other in the direction of radiation toward their outlets (23, 24) into the horn radiator (20) and initially have the same polarization and wherein the transformation section (4) is twisted and wherein the polarization of the second waveguide (2) is not rotated or is rotated by a different angle than is that of the first waveguide (1), for which purpose the second waveguide is not twisted or is twisted differently than is the first waveguide (1), and/or wherein the cross-section of the first waveguide (1) is reduced in the transformation section (4) and wherein the second waveguide (2) has a transformation section (4) in which its cross-section is reduced.

- 5. Dual-polarized horn radiator according to claim 3 or 4, wherein the two waveguides (1, 2) have a rectangular cross-section with a longer and a shorter side, and/or a cross-section with at least one cross-sectional narrowing (70) and/or at least one cross-sectional widening (72), wherein the longer sides of the two waveguides (1, 2) initially extend parallel to each other, and wherein the longer sides of the waveguides (1, 2) are perpendicular to each other at the end of the transformation section (4) due to being twisted, and/or wherein the reduction (70) of the cross-section comprises at least a reduction of the shorter side and/or an increase in the ratio between the longer and the shorter side, and/or wherein the transformation section (4) transforms at least one cross-sectional widening (72) into a cross-sectional narrowing (70), and/or vice versa, and/or wherein the cross-sections of adjacent waveguides (1, 2) are nested within each other.
- 6. Dual-polarized horn radiator according to any one of the preceding claims, wherein one of the waveguides and in particular the second waveguide (2) is positioned in the direction of radiation toward the horn radiator (20), wherein its cross-section, as seen in projection onto the aperture plane, is located within the aperture opening (22) and/or wherein the outlet (24) of one of the waveguides, and in particular of the second waveguide (2), into the horn radiator (20) is arranged centrally relative to the aperture opening (22) and/or wherein the bottom of the horn radiator (20) has a funnel-shaped region and the outlet (24) of one of the waveguides and in particular of the second waveguide (2) is arranged at the tip of the funnel-shaped region.
- 7. Dual-polarized horn radiator according to any one of the preceding claims, **characterized in that** at least one horn region (28) has material recesses and/or material additions, in particular bars (75) and/or steps and/or dielectrics extending upwardly,

and/or

that the horn radiator (20, 20'') forms a ridge waveguide radiator with side walls or without side walls, and/or that the bars (75) have a funnel shape and/or an exponential shape on their inward-facing side in the upward direction.

- 8. Dual-polarized horn radiator according to any one of the preceding claims, wherein the horn radiator (20) has a resonance frequency range of between 10 GHz and 100 GHz, preferably between 25 GHz and 50 GHz, wherein this is preferably the lowest resonance frequency range, and/or wherein the maximum diameter of the aperture opening of the horn radiator is between 0.3λ and 1.4λ , preferably between 0.5λ and 1.1λ , more preferably between 0.6λ and 0.9λ , and/or wherein the horn radiator has a height between 0.5λ and 4λ , preferably between 1.5λ and 2.5λ , wherein λ is the wavelength of the centre frequency of a resonance frequency range of the horn radiator and in particular the lowest resonance frequency range, and/or wherein the horn of the horn radiator has a first horn region (28) with side walls essentially extending in the main direction of radiation and a second horn region (29) with side walls widening in the shape of a funnel, wherein the height of the second horn region (29) is less than the height of the first horn region (28) and/or wherein the widening of the aperture opening in the second horn region is less than 50 %, more preferably less than 20 %, and/or wherein the first and the second horn region continuously merge into each other and/or wherein the horn radiator has a hexagonal or round aperture opening.
- 9. Radiator array, in particular for a mobile phone base station, of a plurality of dual-polarized horn radiators (20, 20') arranged next to each other in a column or row, each of the horn radiators being fed by a first and a second waveguide (1,2), wherein the waveguides (1, 2) of a column or row are each positioned in the direction of radiation toward their outlets (23, 24) into the horn radiators (20, 20'), wherein every second waveguide (2) in the column or row has a transformation section (4) by means of which its polarization is rotated in the aperture plane before it opens into the horn radiator (20, 20'), and wherein in each case a waveguide and in particular the first waveguide (1) of a horn radiator (20, 20') extends in the direction of radiation toward its outlet (23) into the horn radiator (20') while at least partially extending below the aperture opening (22) of an adjacent horn radiator (20) with its cross-section, as seen in projection onto the aperture plane, wherein the first and the second polarization are positioned orthogonally on top of each other, for which purpose the two waveguides (1, 2) have an orthogonal polarization in the region of their outlet (23, 24)

into the horn radiator.

10. Radiator array according to claim 9, wherein the horn radiators (20, 20') have a resonance frequency range of between 10 GHz and 100 GHz, preferably between 25 GHz and 50 GHz, wherein this is preferably the lowest resonance frequency range, and/or wherein the individual radiator distance in the column and/or row is less than 1λ , preferably less than 0.85λ , more preferably less than 0.75λ , more preferably less than 0.5λ , and/or wherein the horn radiators are arranged in multiple columns and/or rows arranged next to each other and the sum of the individual radiator distance in the column or row and the individual radiator distance perpendicular to the column or row is less than 2λ , preferably less than 1.7λ , more preferably less than 1.5λ , wherein λ is the wavelength of the centre frequency of a resonance frequency range of the radiator array and in particular of the lowest resonance frequency range.
11. Radiator array according to any one of claims 9 or 10, wherein the waveguide (1), which extends at least partially below the aperture opening (22) of an adjacent horn radiator (20) with its cross-section, as seen in projection onto the aperture plane, extends partly inside and partly outside the aperture opening of the horn radiator, as seen in projection onto the aperture plane and/or wherein the radiator array comprises a plurality of dual-polarized horn radiators (20, 20') according to any one of claims 2 to 8, which are arranged side by side.
12. Radiator array according to any one of claims 9 to 11, wherein the horn radiators (20, 20') are arranged in multiple columns or rows arranged side by side, wherein the horn radiators of adjacent columns or rows are preferably arranged offset against each other, wherein preferably the horn radiators are arranged in a honeycomb shape.
13. Radiator array according to any one of claims 9 to 12 with a feed network (3), wherein the first waveguides (1) and the second waveguides (2) of the horn radiators (20, 20') arranged in a column or row have a sideways bend (51-54) in different height planes, wherein preferably the first waveguides of the horn radiators arranged in a column or row and/or the second waveguides of the horn radiators arranged in a column or row each have a sideways bend (51-54) in the same height plane, and/or wherein the waveguides of horn radiators arranged in two adjacent rows or columns have a sideways bend (51-54) in different height planes, and/or wherein the waveguides (1, 2) of the horn radiators are each individually fed, or wherein the first waveguides of the horn radiators arranged in a column or row and/or

the second waveguides of the horn radiators arranged in a column or row are connected by means of a distributor (55, 56) with a common feed (57, 58).

14. Mobile phone base station having one or more horn radiators according to any one of claims 1 to 8 and/or one or more radiator arrays according to any one of claims 9 to 13.

Revendications

1. Cornet d'émission à double polarisation (20), en particulier pour une station de base radio mobile, comportant une première et une deuxième polarisation, qui sont alimentées séparément l'une de l'autre via un premier guide d'onde (1) et un deuxième guide d'onde (2) du cornet d'émission(20), dans lequel les première et deuxième polarisations sont orthogonales l'une par rapport à l'autre, pour lesquelles les deux guides d'ondes (1, 2) présentent une polarisation orthogonale au niveau de leur embouchure (23, 24) dans le cornet d'émission(20),
moyennant quoi le premier guide d'ondes (1) s'étend dans la direction de rayonnement jusqu'à son embouchure (23) dans le cornet d'émission (20) et présente une section transversale qui, lorsqu'elle est projetée sur le plan d'ouverture, est projetée en partie à l'intérieur et en partie à l'extérieur de l'ouverture (22) du cornet d'émission (20), dans lequel l'embouchure (23) du premier guide d'ondes (1) dans le cornet d'émission (20) présente le long de son côté long un prolongement (25, 26) à la fois parallèle au plan d'ouverture et perpendiculaire au plan d'ouverture, dans lequel un côté court extérieur de l'embouchure est disposé plus haut que le côté court intérieur opposé de l'embouchure.
2. Cornet d'émission à double polarisation selon la revendication 1, dans lequel le premier guide d'onde (1) présente une paroi de délimitation avant (27) qui s'étend d'une position qui, en projection sur le plan d'ouverture, se trouve à l'extérieur de l'ouverture (22) du cornet d'émission (20) jusqu'à un bord de l'embouchure (23) dans le cornet d'émission, moyennant quoi la paroi consiste de préférence en un côté court du premier guide d'ondes (1), dans lequel la paroi de délimitation(27) s'étend de préférence en oblique par rapport au plan d'ouverture.
3. Cornet d'émission à double polarisation (20), notamment selon la revendication 1 ou 2, en particulier pour une station de base radio mobile, comportant une première et une deuxième polarisation, qui sont alimentées séparément l'une de l'autre via un pre-

mier guide d'ondes (1) et un deuxième guide d'ondes (2),

caractérisé en ce que les deux guides d'ondes (1, 2) s'étendent dans la direction d'émission jusqu'à leurs embouchures (23, 24) dans le cornet d'émission, au moins un des guides d'ondes et en particulier le premier guide d'ondes (1) présente une section de transformation (4), via laquelle sa polarisation est tournée dans le plan d'ouverture par rapport à l'autre guide d'ondes (2) avant de s'ouvrir dans le cornet d'émission(20) .

4. Cornet d'émission à double polarisation selon la revendication 3, dans lequel les deux guides d'ondes (1, 2) s'étendent côte à côte et/ou parallèlement l'un à l'autre dans le sens d'émission vers leurs embouchures (23, 24) dans le cornet d'émission (20) et présentent initialement la même polarisation et dans lequel la section de transformation (4) présente une torsion et dans lequel le deuxième guide d'ondes (2) ne présente pas de rotation de la polarisation ou une rotation à un angle différent de celui du premier guide d'ondes (1), pour lequel le deuxième guide d'ondes ne présente pas de torsion ou présente une autre torsion que le premier guide d'ondes (1), et/ou dans lequel la section transversale du premier guide d'ondes (1) diminue dans la section de transformation (4) et dans lequel le deuxième guide d'ondes (2) présente une section de transformation (4), dans laquelle sa section transversale diminue.
5. Cornet d'émission à double polarisation selon la revendication 3 ou 4, dans lequel les deux guides d'ondes (1, 2) présentent une section transversale rectangulaire avec un côté long et un côté court, et/ou une section transversale avec au moins un rétrécissement de section transversale (70) et/ou au moins un élargissement de section transversale (72), dans lequel les côtés longs des deux guides d'ondes (1, 2) s'étendent initialement parallèlement l'un à l'autre, et dans lequel au moyen de la torsion, les côtés longs des guides d'ondes (1, 2) à l'extrémité de la section de transformation (4) sont perpendiculaires l'un à l'autre, et/ou dans lequel le rétrécissement (70) de la section transversale comprend au moins une diminution du côté court et/ou une augmentation du rapport entre le côté long et le côté court, et/ou dans lequel la section de transformation (4) transforme au moins un élargissement de section (72) en un rétrécissement de section (70) et/ou inversement, et/ou dans lequel les sections de guides d'ondes adjacents (1, 2) sont imbriquées les uns dans les autres.
6. Cornet d'émission à double polarisation selon une des revendications précédentes, dans lequel un des guides d'onde et notamment le deuxième guide d'onde (2) est guidé dans la direction de rayonnement

vers le cornet d'émission (20), dans lequel sa section transversale est projetée sur le plan d'ouverture à l'intérieur de l'ouverture (22) et/ou dans lequel l'embouchure (24) d'un des guides d'ondes et en particulier du deuxième guide d'ondes (2) dans le cornet d'émission(20) est disposée au centre par rapport à l'ouverture (22) et/ou dans lequel le bas du cornet d'émission (20) présente une zone en forme d'entonnoir et l'embouchure (24) d'un des guides d'ondes et en particulier du deuxième guide d'ondes (2) est disposée à l'extrémité de la zone en forme d'entonnoir.

7. Cornet d'émission à double polarisation selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**,

au moins une zone de cornet (28) possède des évidements de matière et/ou des insertions de matière, en particulier des nervures (75) et/ou des gradins et/ou des diélectriques qui s'étendent dans le sens vertical,

et/ou

en ce que le cornet d'émission (20", 20''') forme un élément rayonnant à guide d'ondes faitier avec ou sans parois latérales,

et ou

en ce que les nervures (75) présentent une forme d'entonnoir et/ou une forme exponentielle sur leur côté tourné vers l'intérieur dans le sens de la hauteur.

8. Cornet d'émission à double polarisation selon une des revendications précédentes, dans lequel le cornet d'émission (20) présente une plage de fréquences de résonance dans une plage comprise entre 10 GHz et 100 GHz, de préférence entre 25 GHz et 50 GHz, dans lequel il s'agit de préférence de la plage de fréquence de résonance la plus basse, et/ou dans lequel le diamètre maximal de l'ouverture du cornet d'émission est comprise entre $0,3 \lambda$ et $1,4 \lambda$, de préférence entre $0,5 \lambda$ et $1,1 \lambda$, plus préférentiellement entre $0,6 \lambda$ et $0,9 \lambda$, et/ou le cornet d'émission présente une hauteur comprise entre $0,5 \lambda$ et 4λ , de préférence entre $1,5 \lambda$ et $2,5 \lambda$, dans lequel λ est la longueur d'onde de la fréquence centrale d'une plage de fréquences de résonance du cornet d'émission et en particulier la plage de fréquences de résonance la plus basse, et/ou dans lequel le cornet du cornet d'émission présente une première zone de cornet (28) avec des parois latérales s'étendant essentiellement dans la direction de rayonnement principale et une deuxième zone de cornet (29) avec des parois latérales s'élargissant en forme d'entonnoir, dans lequel la hauteur de la deuxième zone de cornet (29) est inférieure à la hauteur de la première zone de cornet (28) et/ou dans lequel l'élargissement de l'ouverture dans la deuxième zone de cornet est

inférieur à 50 %, plus préférentiellement inférieur à 20 %, et/ou dans lequel les première et deuxième zones de cornet se confondent de façon continue et/ou dans lequel le cornet d'émission présente une ouverture hexagonale ou ronde.

9. Réseau d'émetteurs, en particulier pour une station de base radio mobile, constitué d'une pluralité de cornets d'émission à double polarisation (20, 20') disposés les uns à côté des autres en colonne ou en rangée, dans lequel chacun des radiateurs à cornet est alimenté par un premier et un deuxième guide d'ondes (1, 2), dans lequel les guides d'ondes (1, 2) d'une colonne ou d'une rangée sont guidés chacun dans la direction de rayonnement vers leurs embouchures (23, 24) dans les cornets d'émission (20, 20'), dans lequel un guide d'ondes sur deux (2) dans la colonne ou la rangée présente une section de transformation (4) à travers laquelle sa polarisation est tournée dans le plan d'ouverture avant de s'ouvrir dans le cornet d'émission (20, 20'),

et

dans lequel

un guide d'onde et en particulier le premier guide d'onde (1) d'un cornet d'émission (20, 20') dans la direction de rayonnement jusqu'à son embouchure (23) dans le cornet d'émission (20') est projeté sur le plan d'ouverture au moins partiellement en dessous de l'ouverture (22) d'un cornet d'émission adjacent (20), dans lequel la première et la deuxième polarisation sont orthogonales l'une par rapport à l'autre, pour lesquelles les deux guides d'onde (1, 2) présentent une polarisation orthogonale au niveau de leur embouchure (23, 24) dans le cornet d'émission.

10. Réseau d'émetteurs selon la revendication 9, dans lequel les radiateurs à cornet (20, 20') présentent une plage de fréquences de résonance dans une plage comprise entre 10 GHz et 100 GHz, de préférence entre 25 GHz et 50 GHz, qui est de préférence la plage de fréquences de résonance la plus basse, et/ou dans lequel l'espacement des émetteurs individuels dans la colonne et/ou la ligne est inférieur à 1λ , de préférence inférieur à $0,85 \lambda$, plus préférentiellement inférieur à $0,75 \lambda$, plus préférentiellement inférieur à $0,5 \lambda$, et/ou dans lequel les cornets d'émission sont disposés en plusieurs colonnes et/ou rangées disposées les unes à côté des autres et la somme de l'espacement individuel des émetteurs dans la colonne ou rangée et l'espacement individuel des émetteurs perpendiculairement à la colonne ou à la rangée est inférieur à 2λ , de préférence inférieur à $1,7 \lambda$, plus préférentiellement inférieur à $1,5 \lambda$, dans lequel λ désigne la longueur d'onde de la fréquence centrale d'une plage de fréquences de résonance du réseau d'émetteurs et en particulier de la plage

de fréquences de résonance la plus basse.

11. Réseau d'émetteurs selon une des revendications 9 ou 10, dans lequel le guide d'onde (1), qui est projeté par sa section transversale sur le plan d'ouverture au moins partiellement en dessous de l'ouverture (22) d'un cornet d'émission adjacente (20), est projeté en partie à l'intérieur et en partie à l'extérieur de l'ouverture (22) du cornet d'émission (20), et/ou dans lequel le réseau d'émetteurs comprend une pluralité de cornets d'émission à double polarisation disposés côté à côté (20, 20') selon une des revendications 2 à 8.
12. Réseau d'émetteurs selon une des revendications 9 à 11, dans lequel les cornets d'émission (20, 20') sont disposés en plusieurs colonnes ou rangées juxtaposées les unes aux autres, de préférence les cornets d'émission de colonnes ou de rangées adjacentes sont disposés en décalage les uns par rapport aux autres, dans lequel les cornets d'émission sont de préférence disposés en nid d'abeille.
13. Réseau d'émetteurs selon une des revendications 9 à 12 comportant un réseau d'alimentation (3), dans lequel les premiers guides d'ondes (1) et les deuxièmes guides d'ondes (2) des cornets d'émission (20, 20') disposés en colonne ou en rangée présentent un coude à différents niveaux de hauteur (51-54) vers le côté, dans lequel les premiers guides d'ondes des cornets d'émission disposés en colonne ou en rangée et/ou les deuxièmes guides d'ondes des cornets d'émission disposés en colonne ou en rangée présentent de préférence un coude (51-54) dans le même plan de hauteur vers le côté, et/ou dans lequel les guides d'ondes des cornets d'émission disposés en deux rangées ou colonnes adjacentes présentent un coude (51-54) vers le côté à différents niveaux de hauteur, et/ou dans lequel les guides d'ondes (1, 2) des cornets d'émission sont chacun alimentés individuellement ou dans lequel les premiers guides d'ondes des cornets d'émission disposés en colonne ou en rangée et/ou les deuxièmes guides d'ondes des cornets d'émission disposés en colonne ou en rangée sont connectés via un distributeur (55, 56) avec une alimentation commune (57, 58).
14. Station de base radio mobile comportant un ou plusieurs cornets d'émission selon une des revendications 1 à 8 et/ou un ou plusieurs réseaux d'émetteurs selon une des revendications 9 à 13.

Fig 1

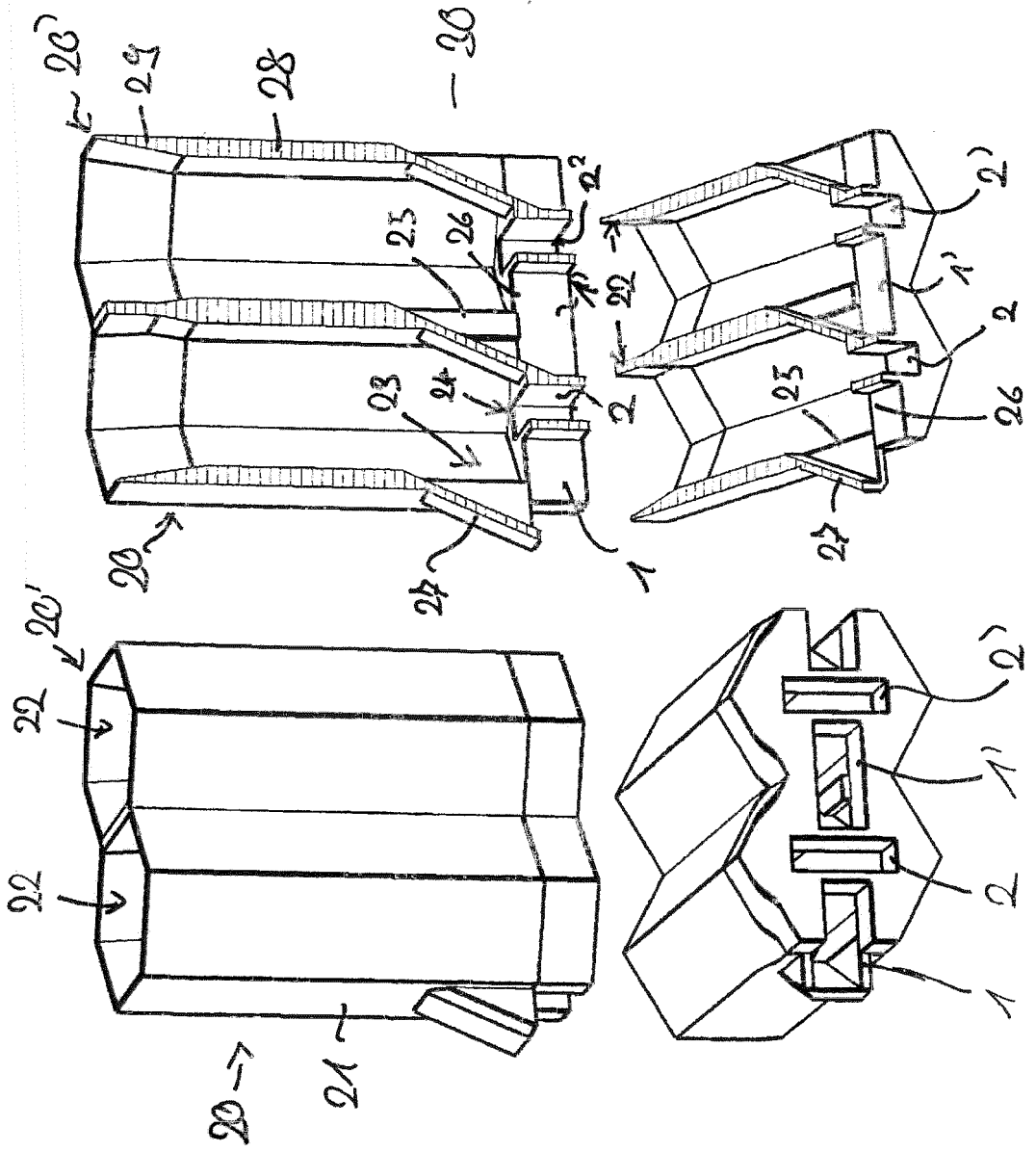
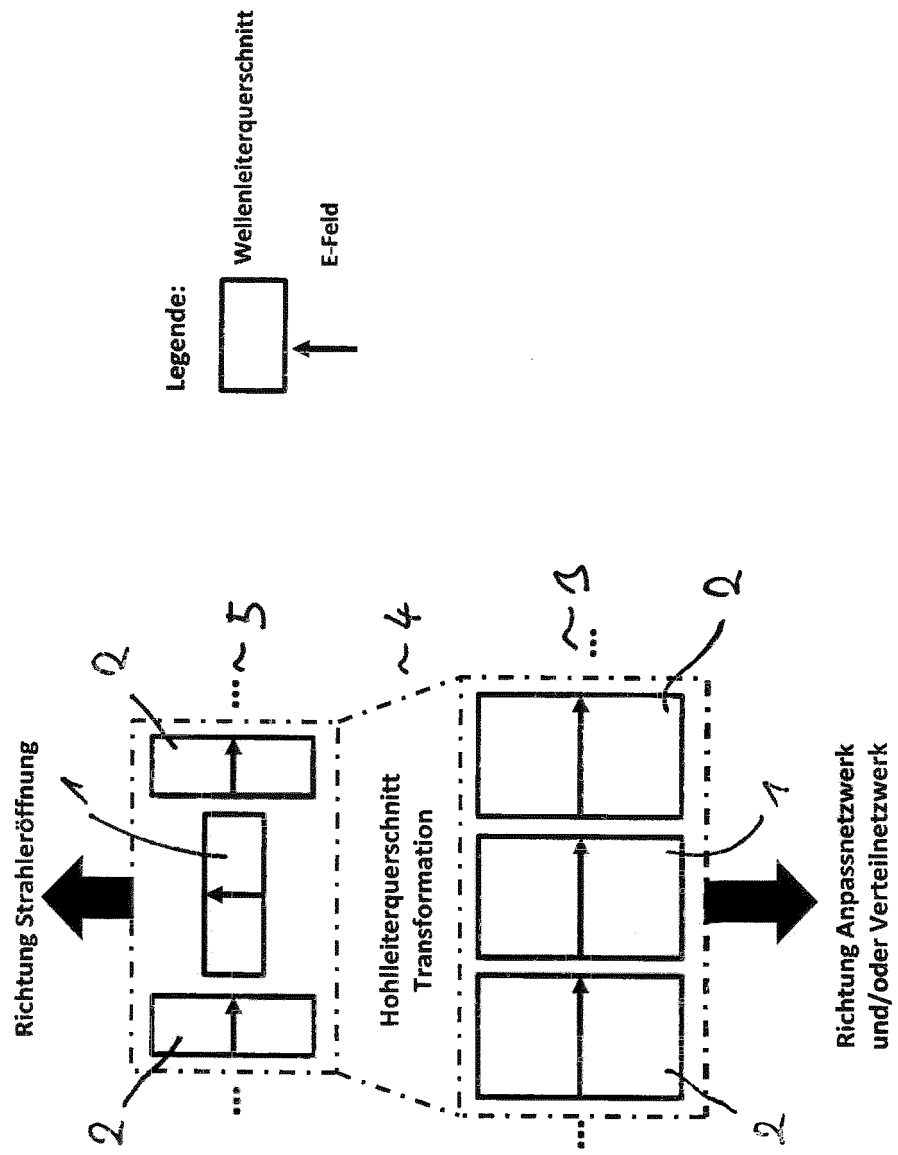


Fig 2



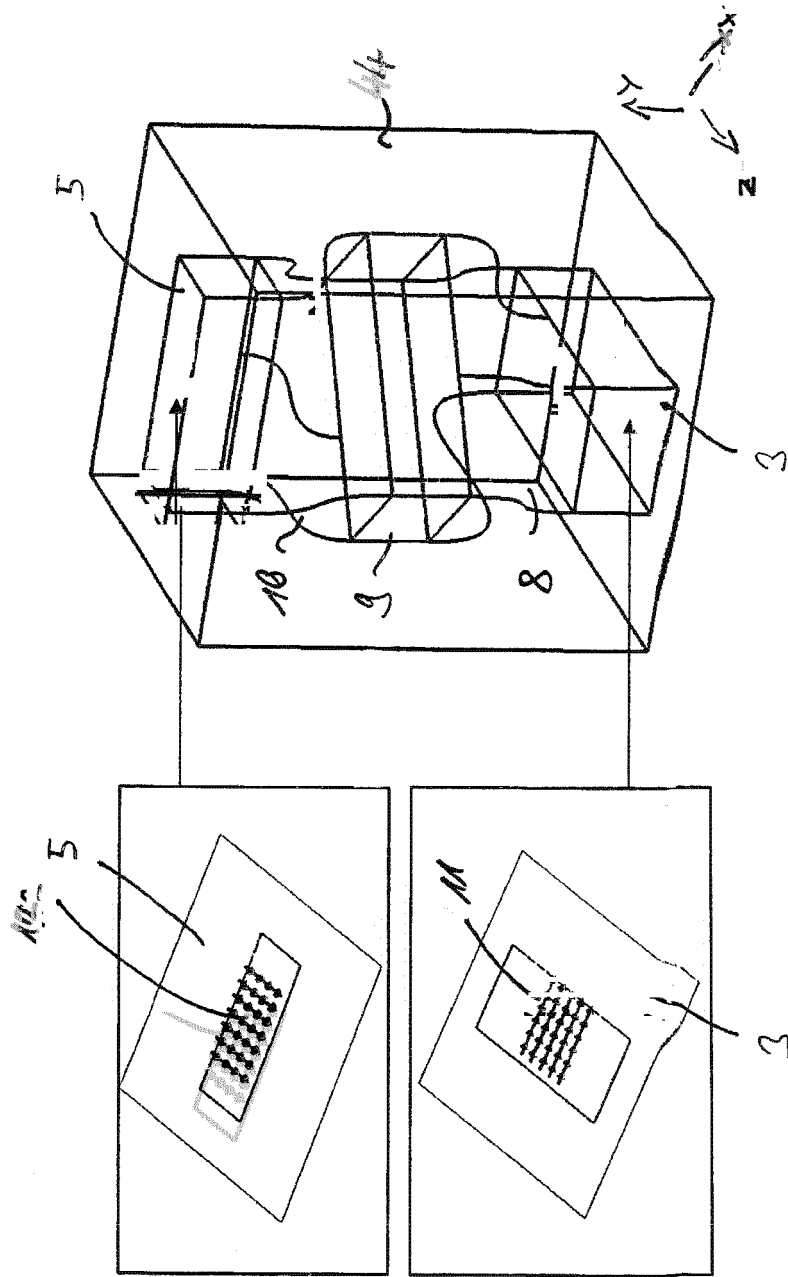


Fig 3

Fig 4

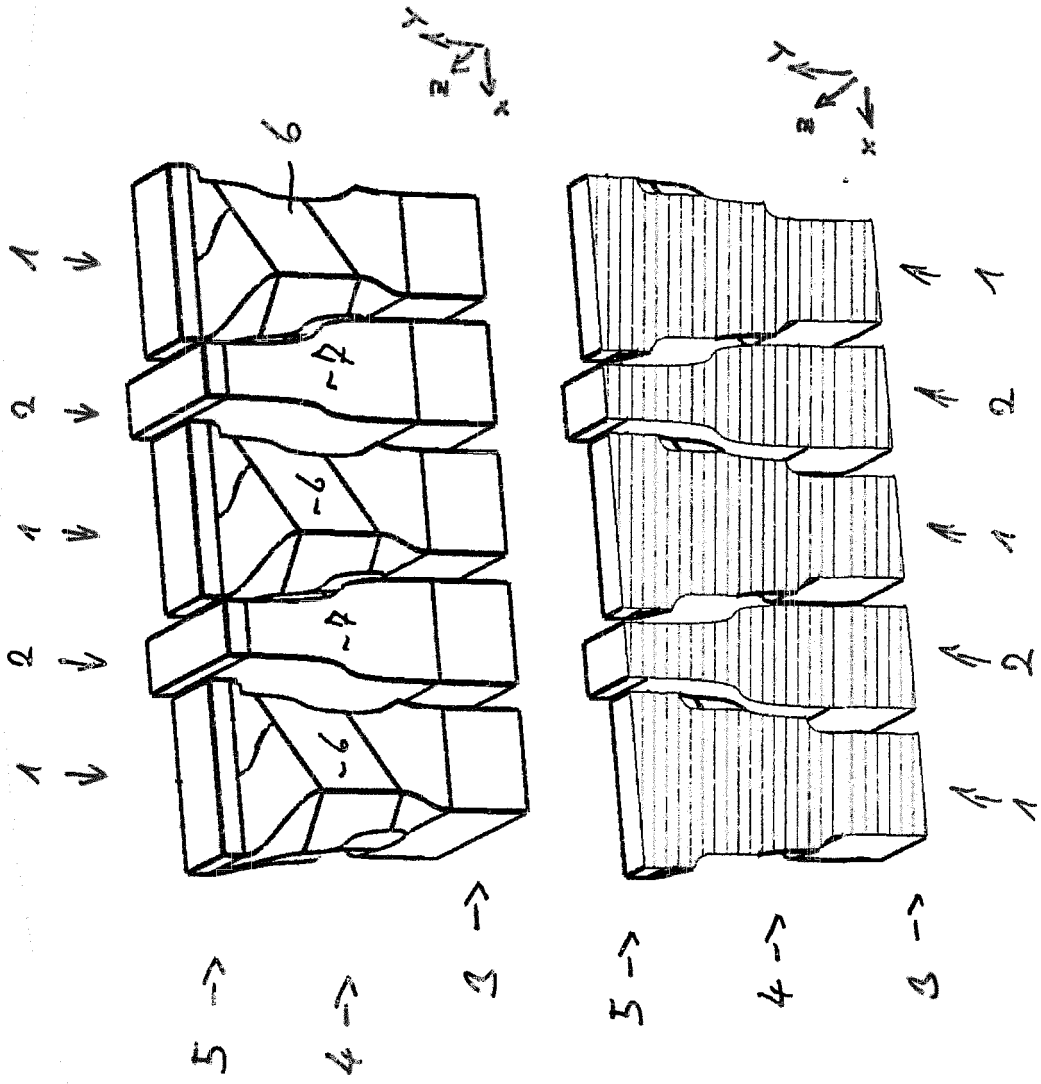
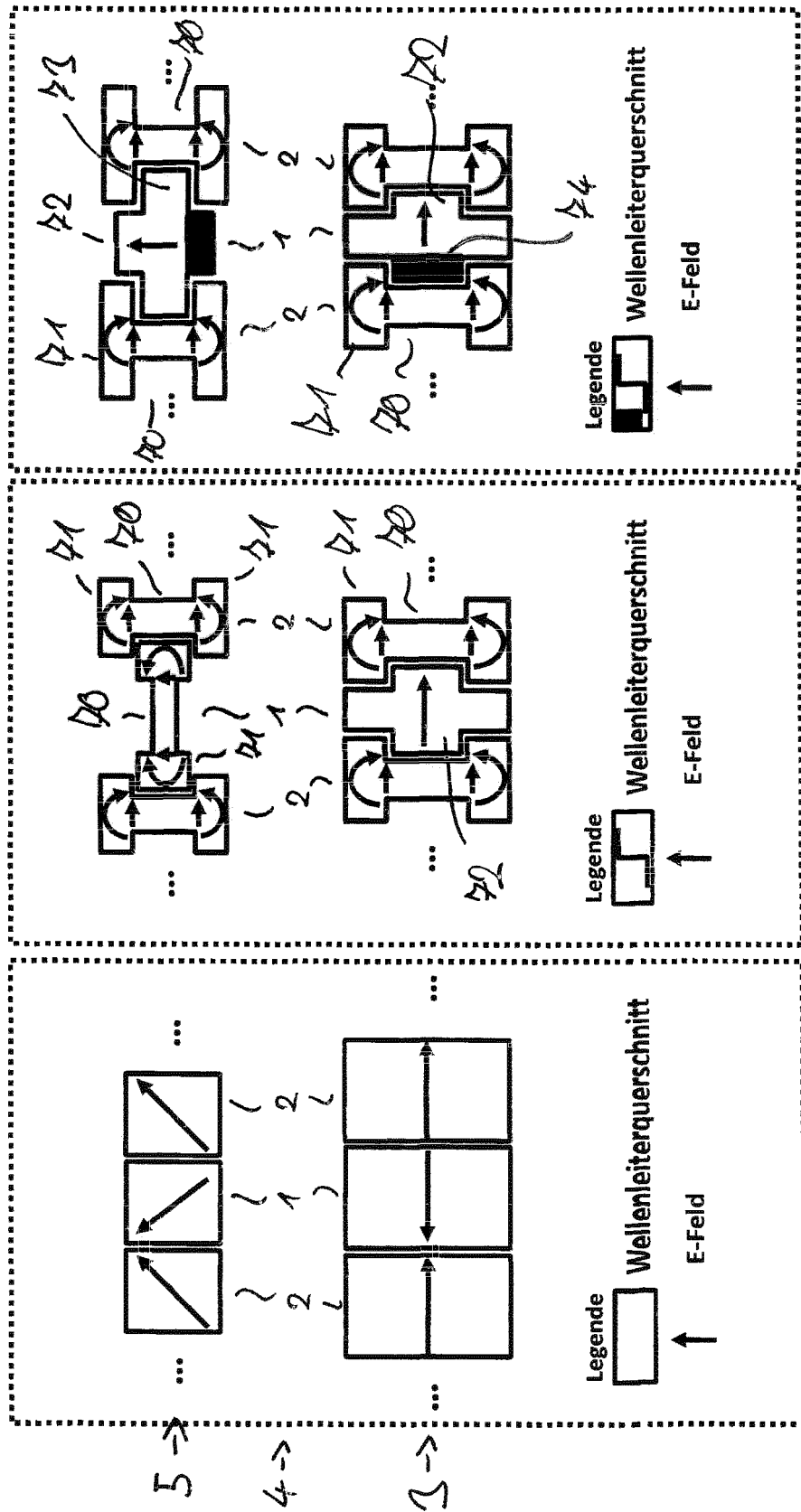


Fig 5



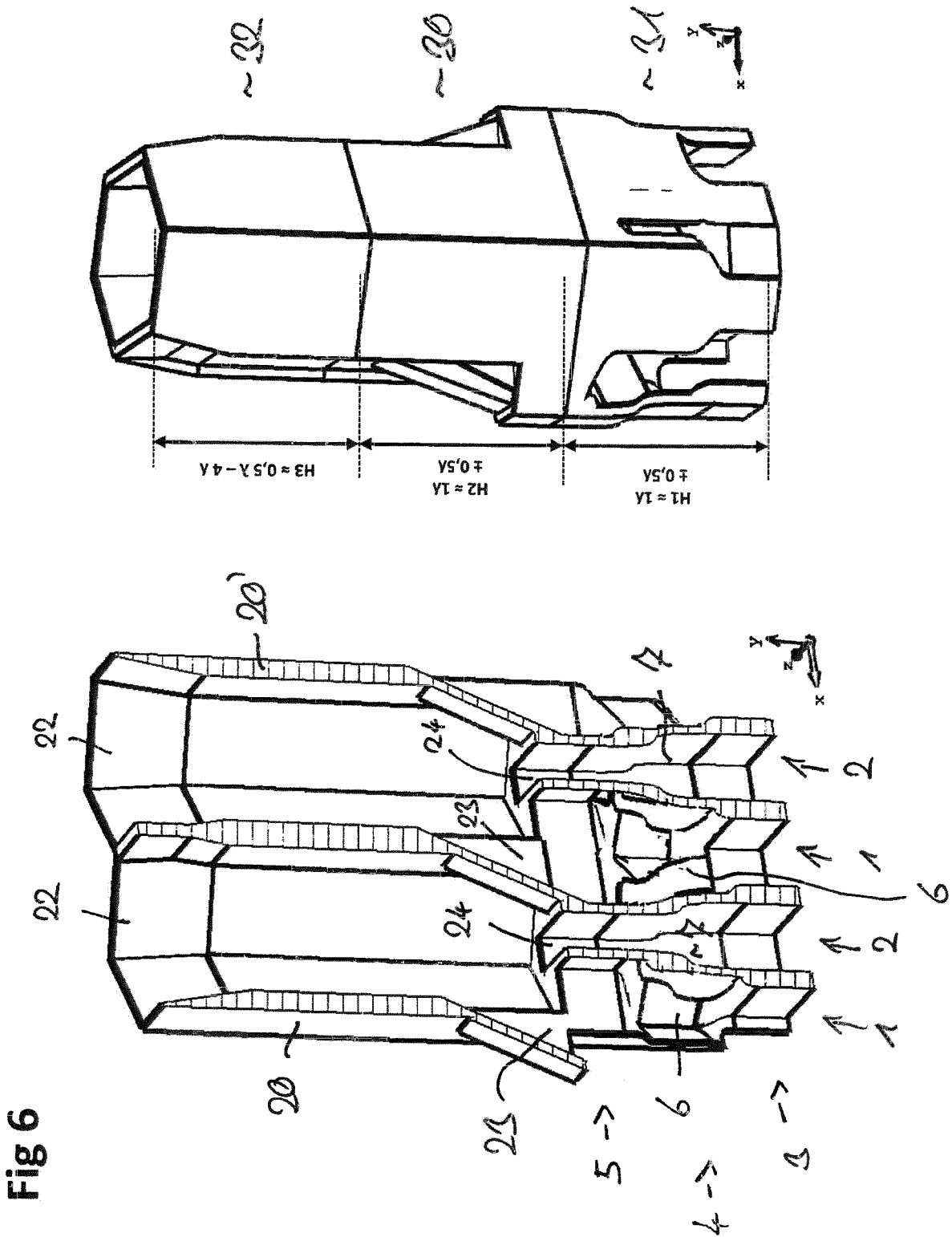


Fig 7a

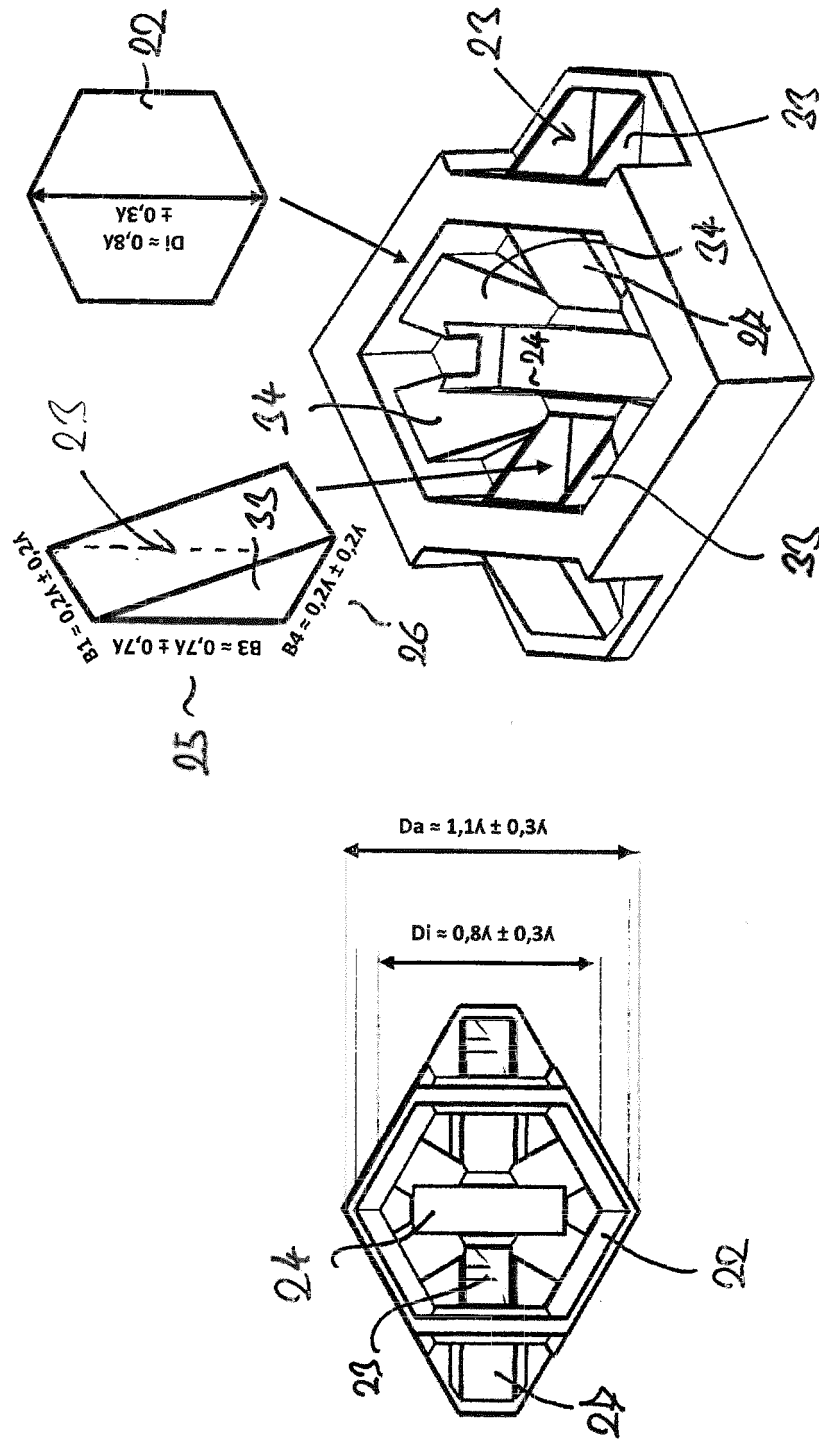
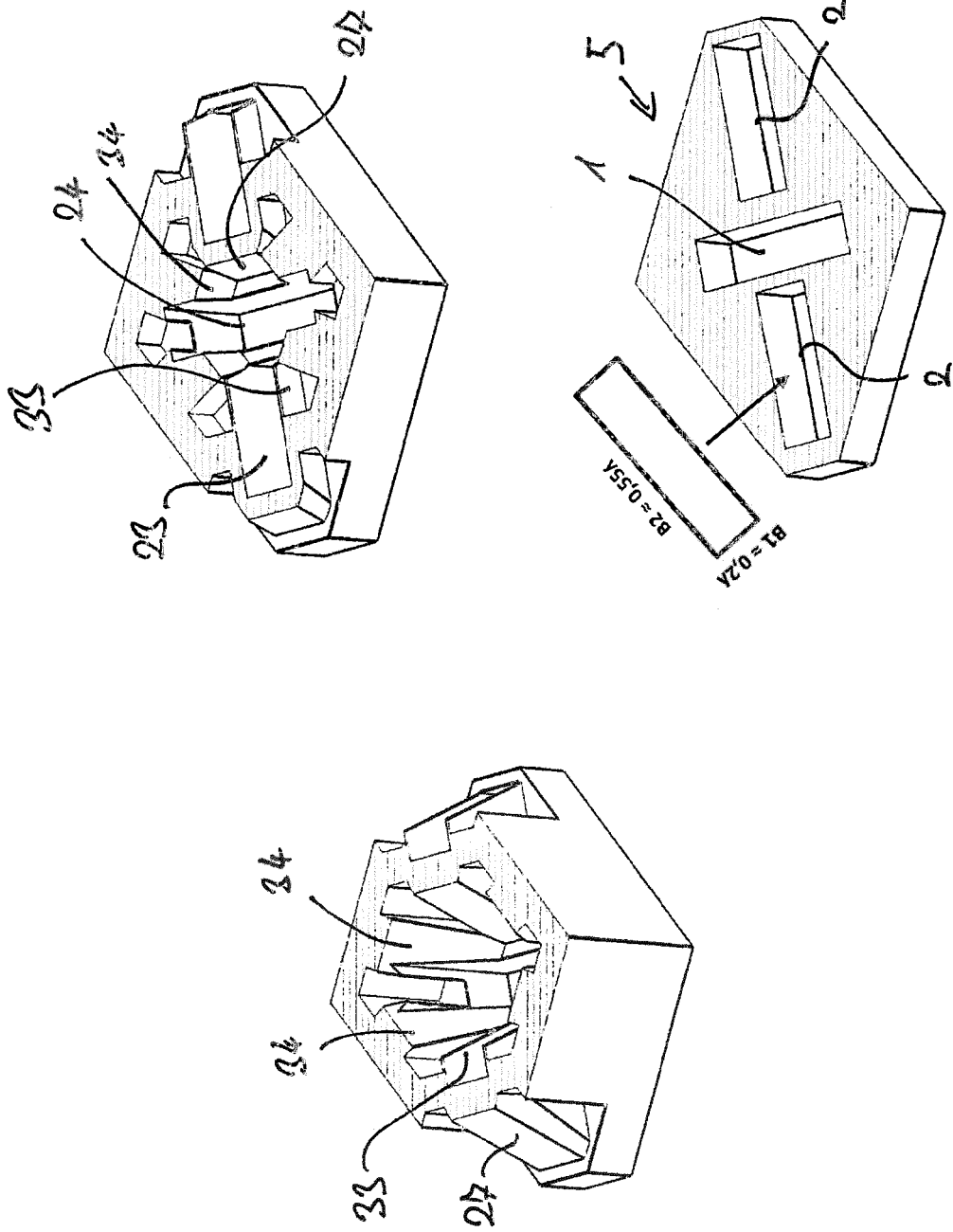


Fig 7b



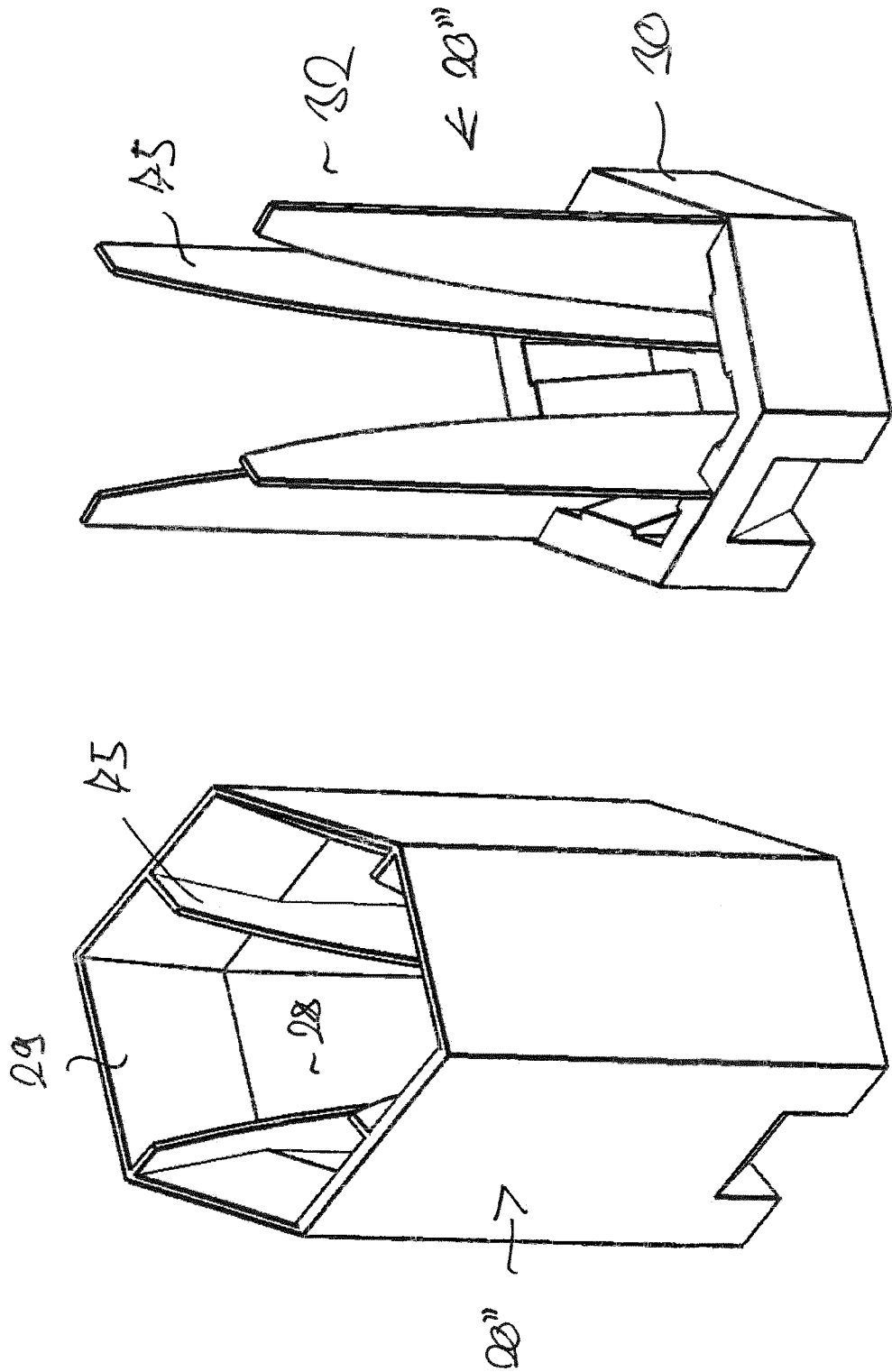


Fig. 8

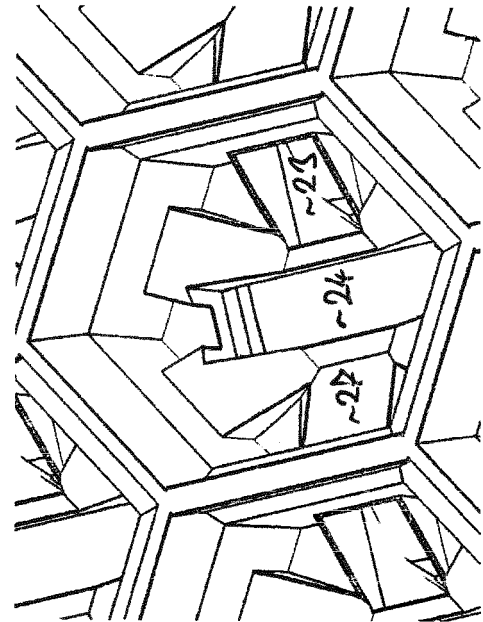
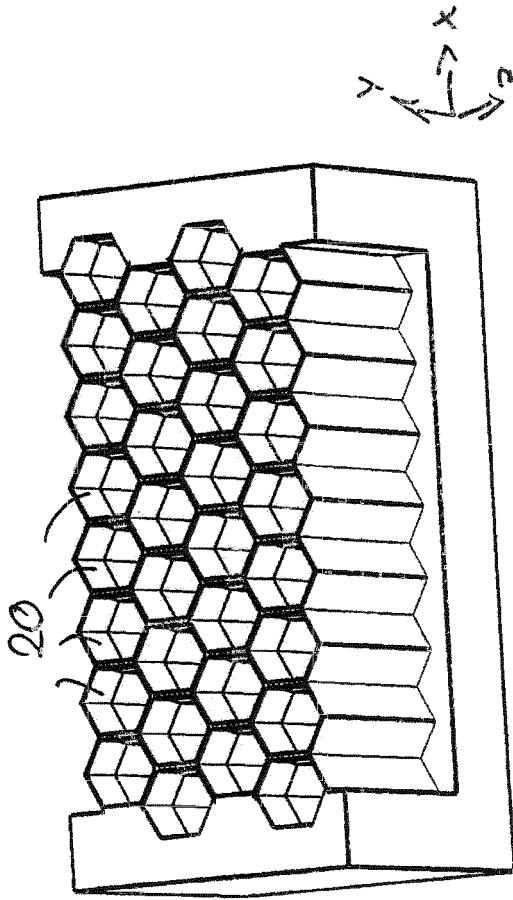


Fig 9

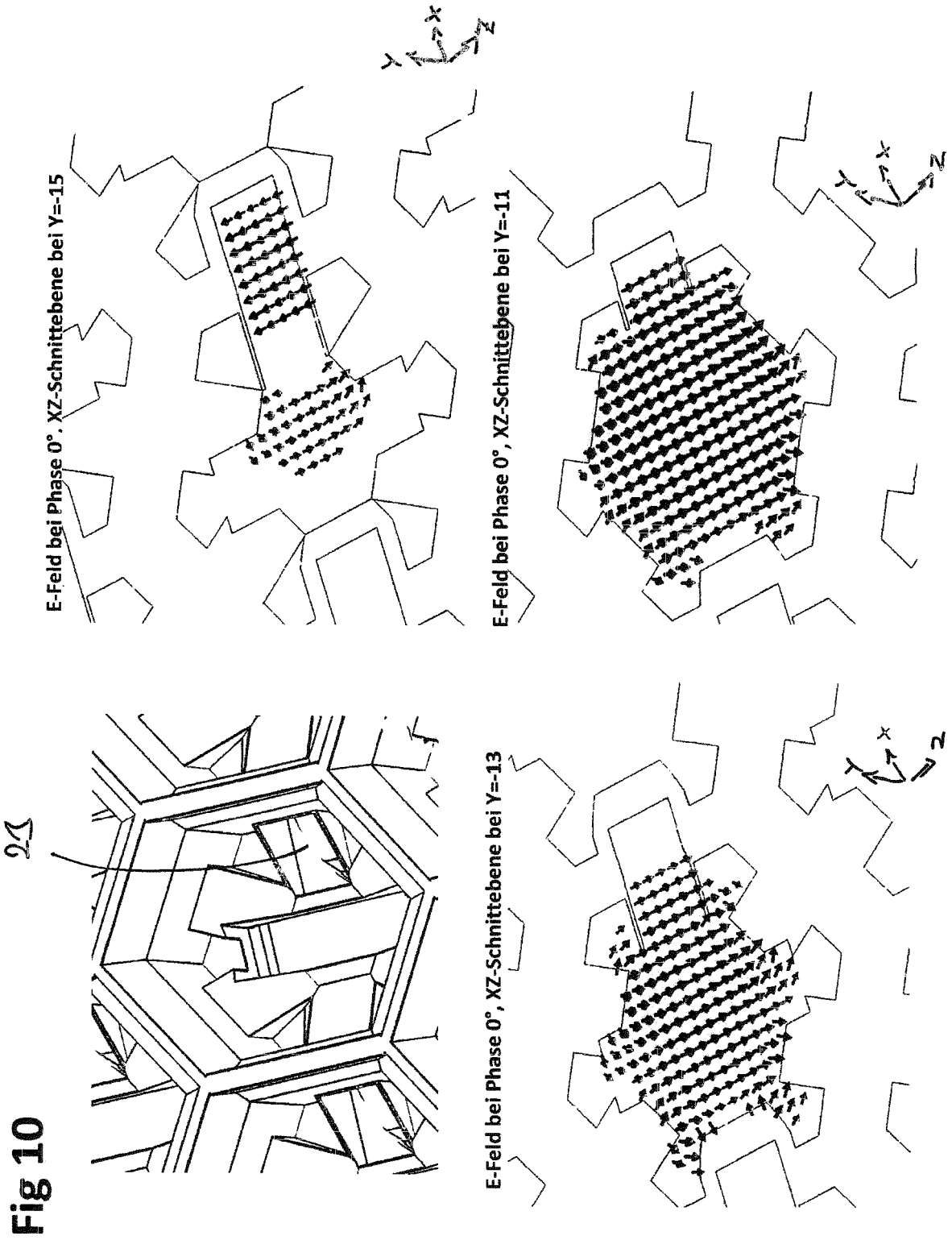
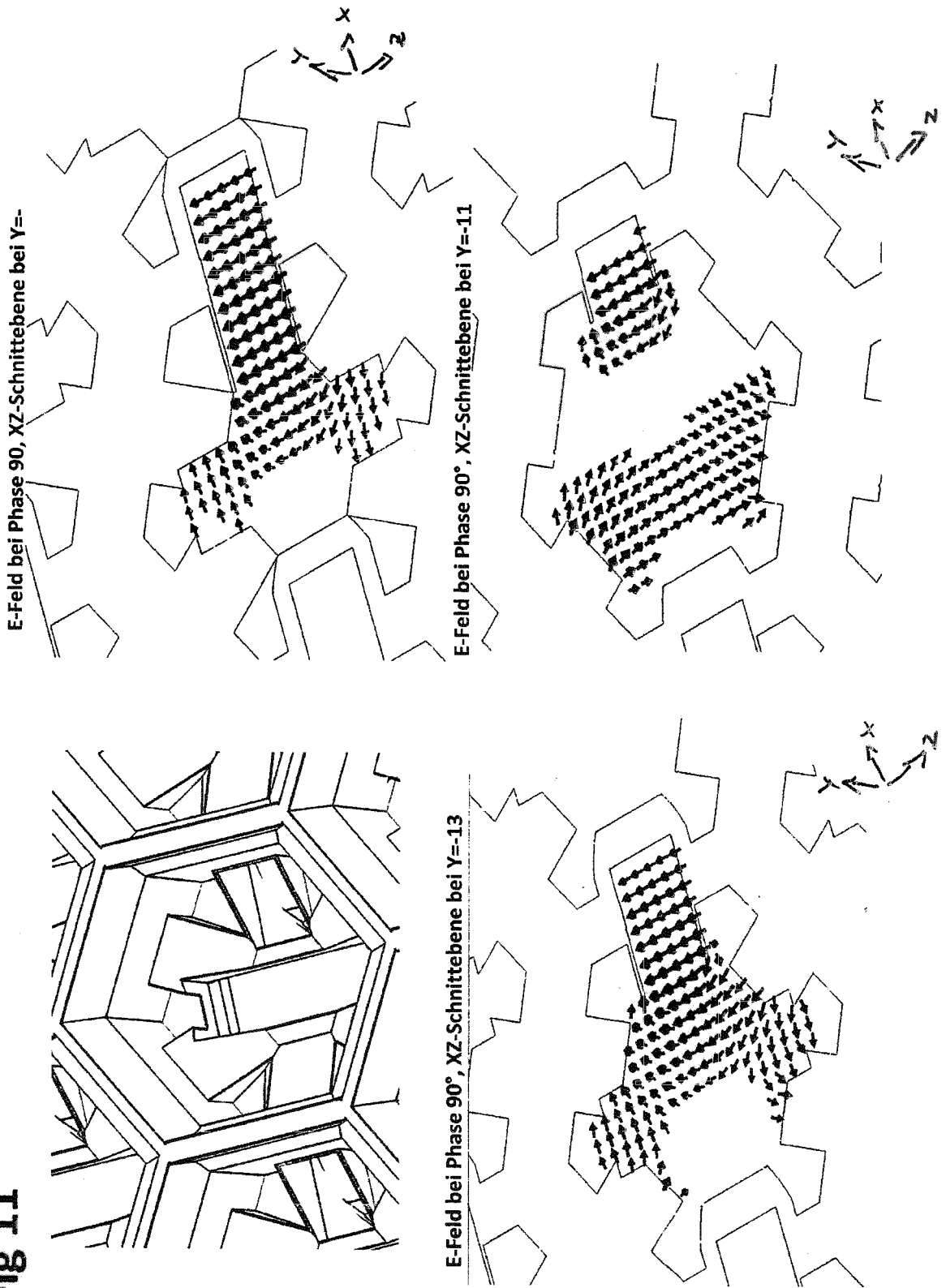


Fig 11



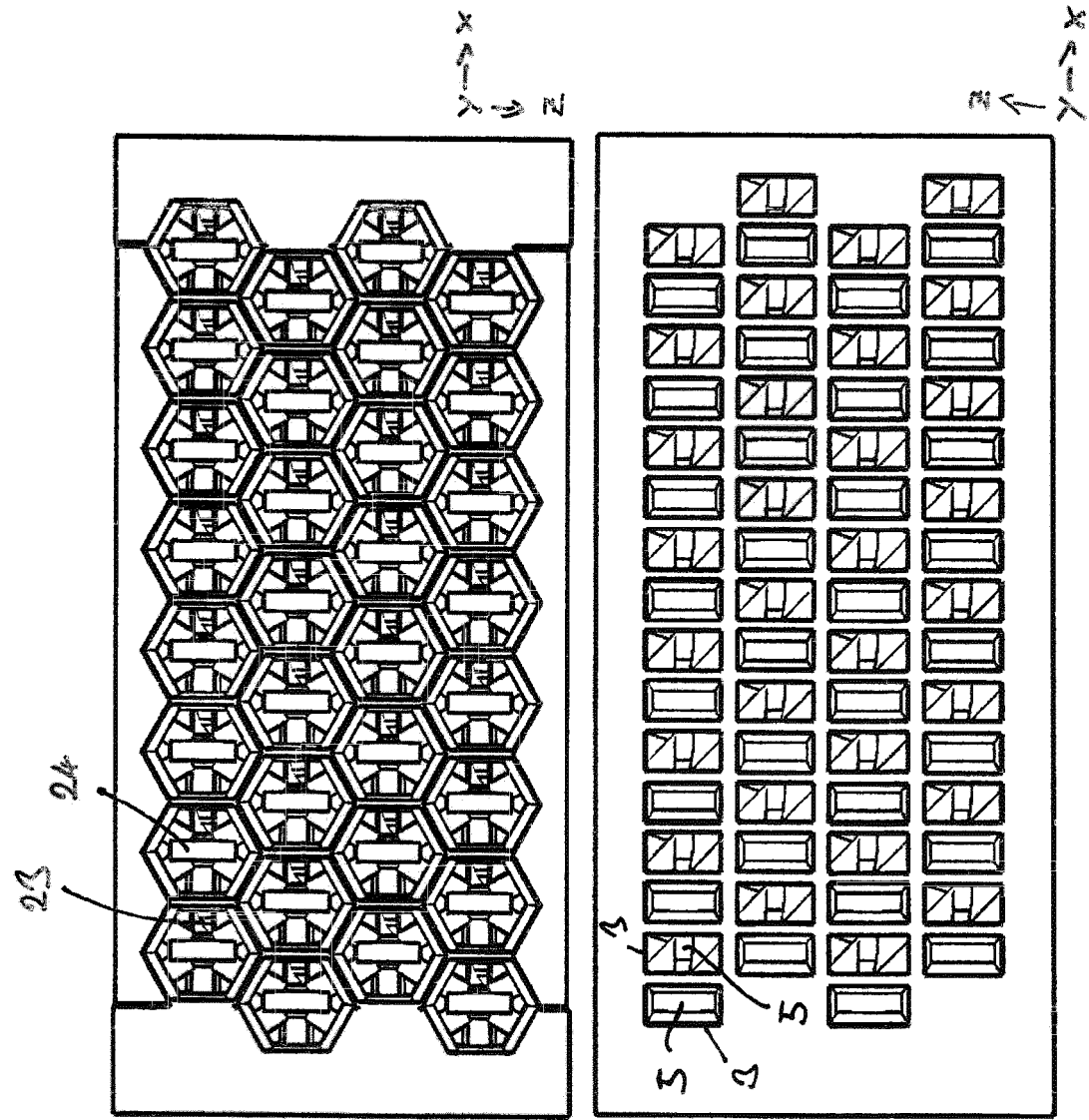
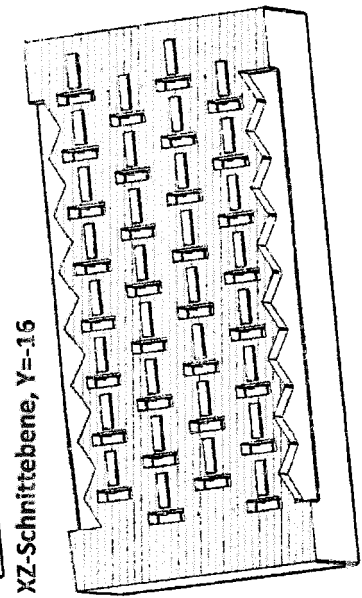
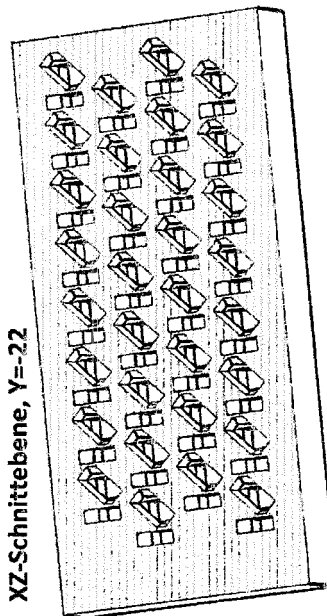
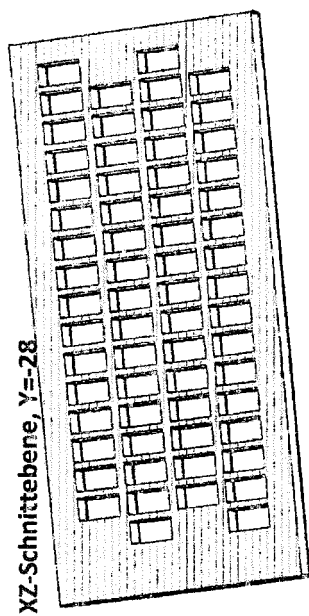
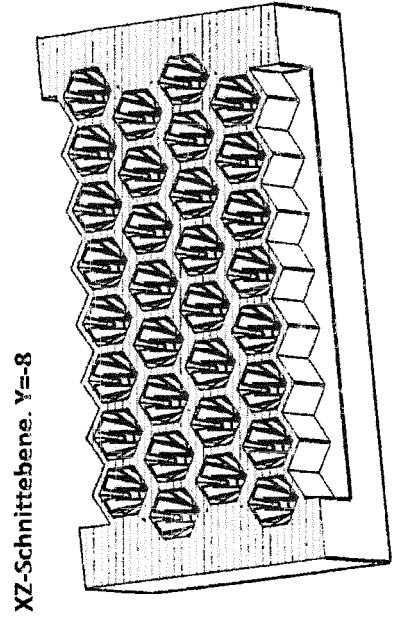
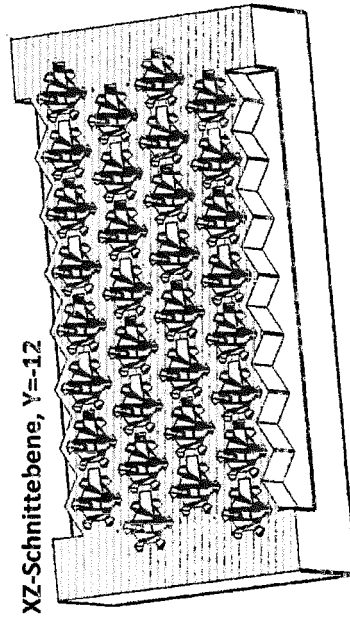
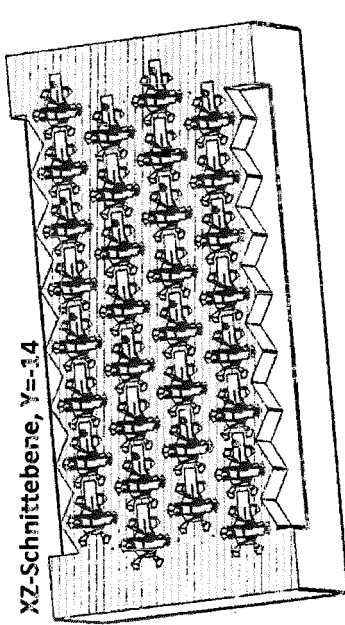


Fig 12



Fig 13



3 →

4 →

5 →

Fig 14

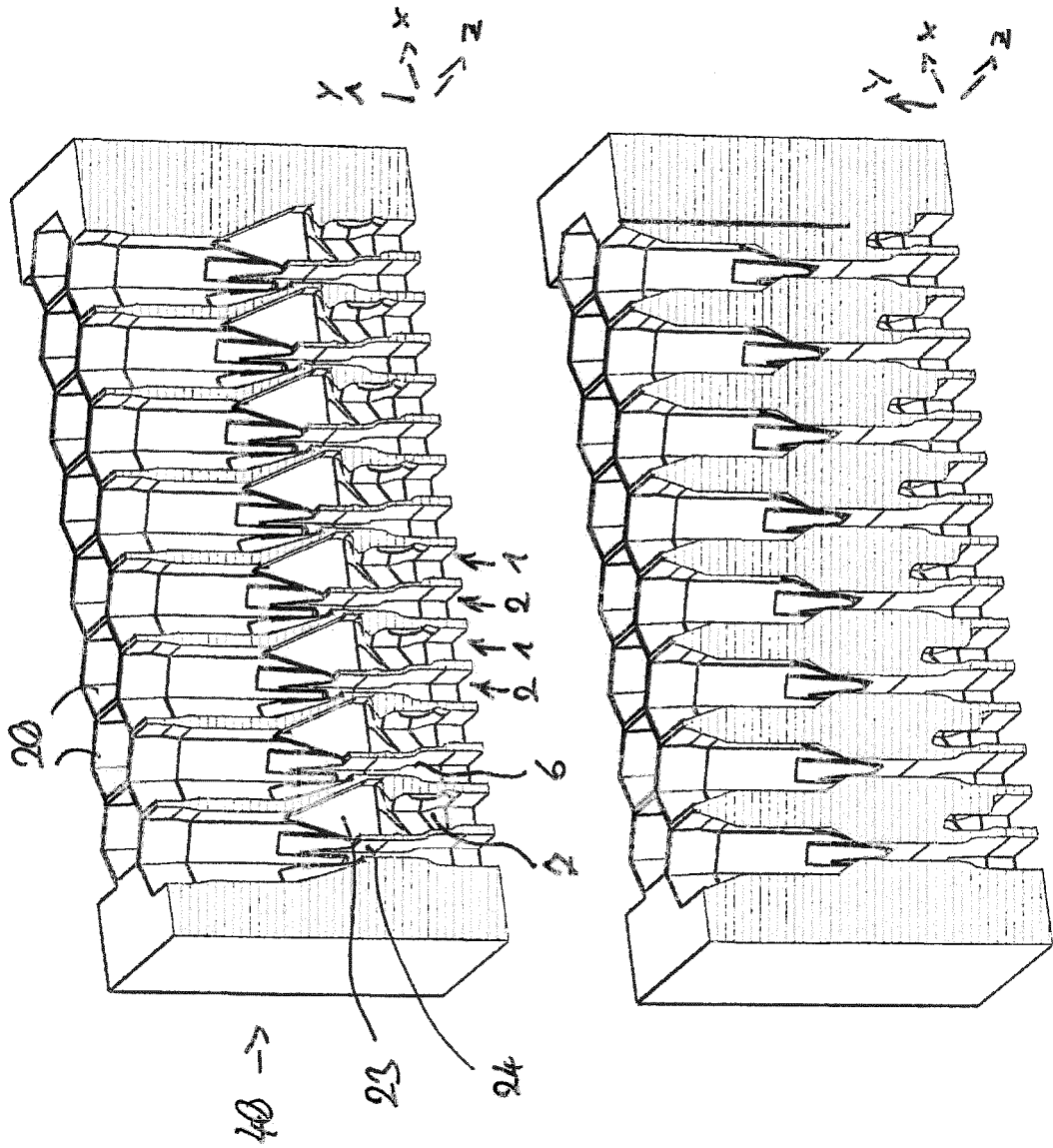


Fig 15

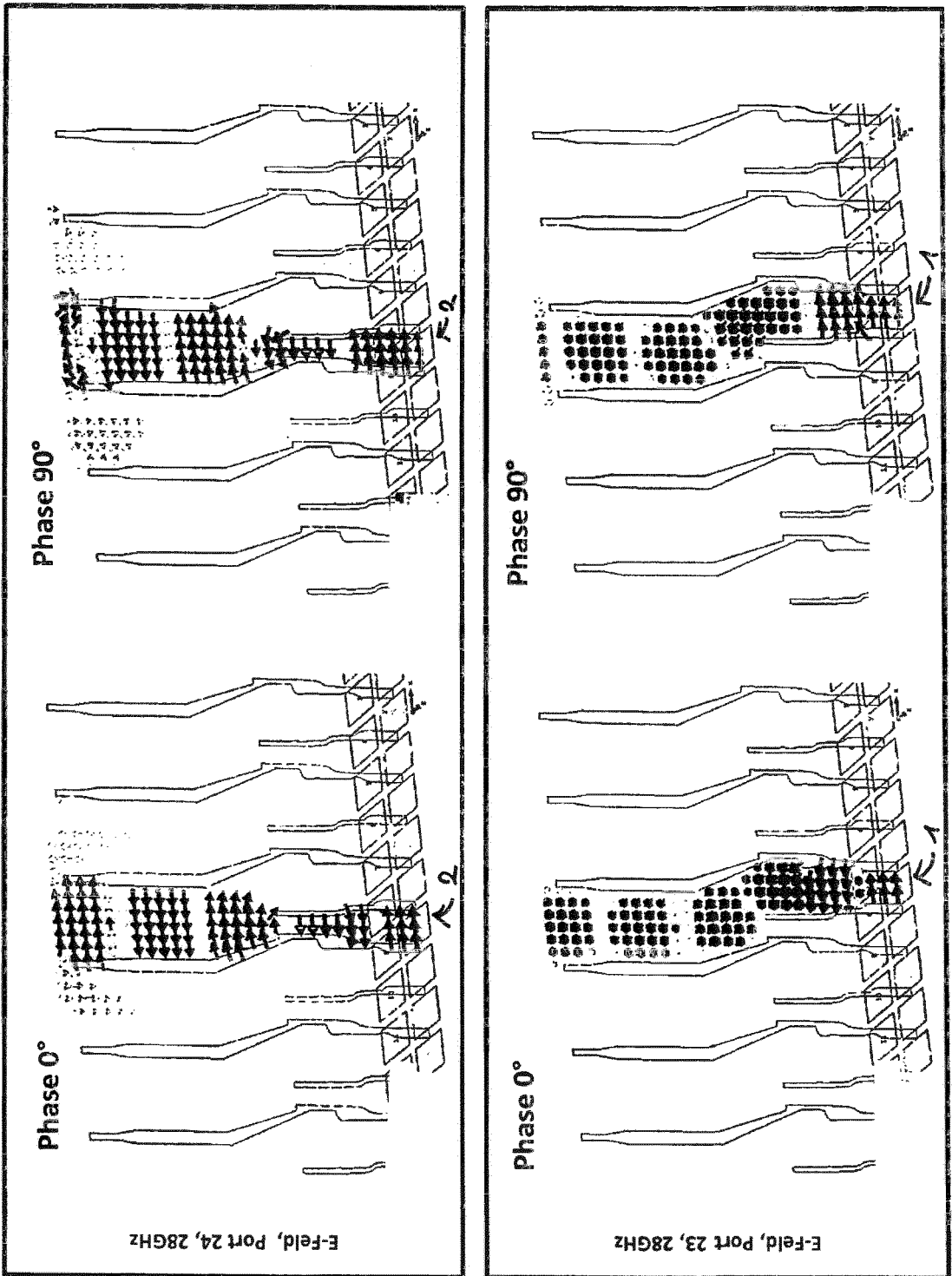
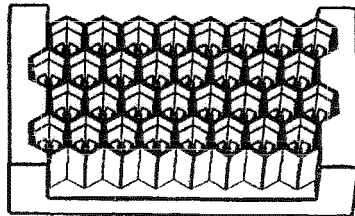


Fig 16a



P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32
000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000



S-Parameter Smith Chart
27GHz-32GHz

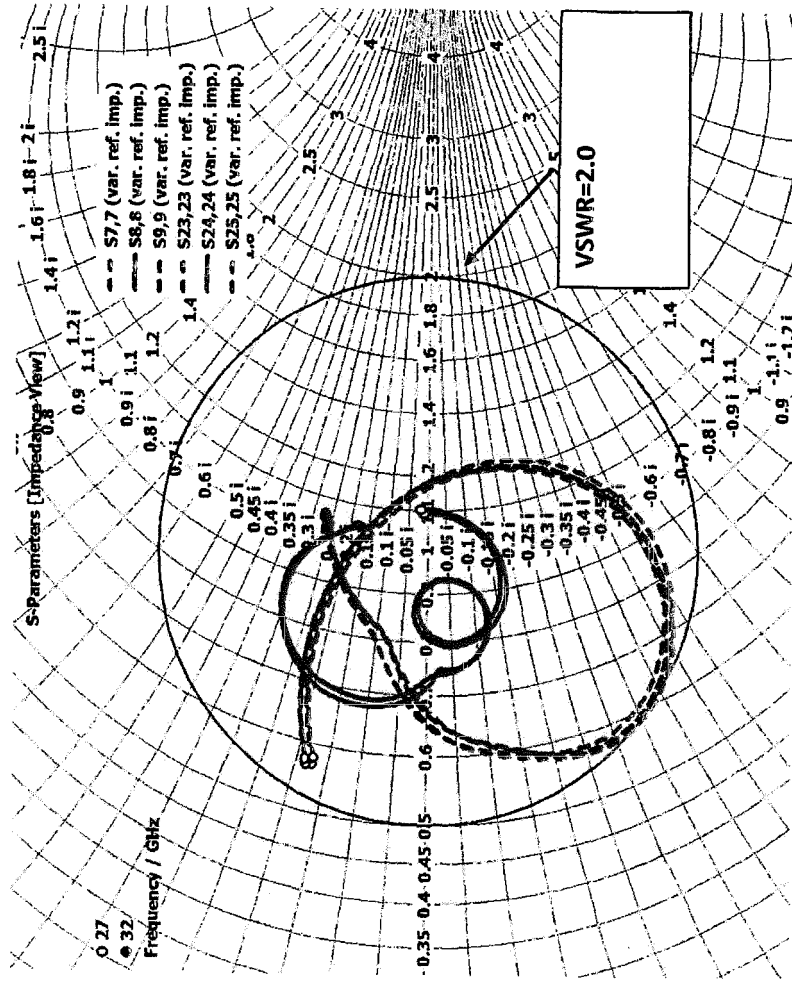
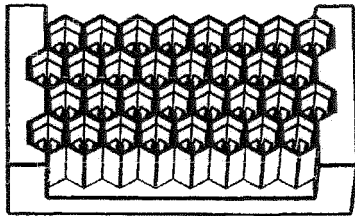
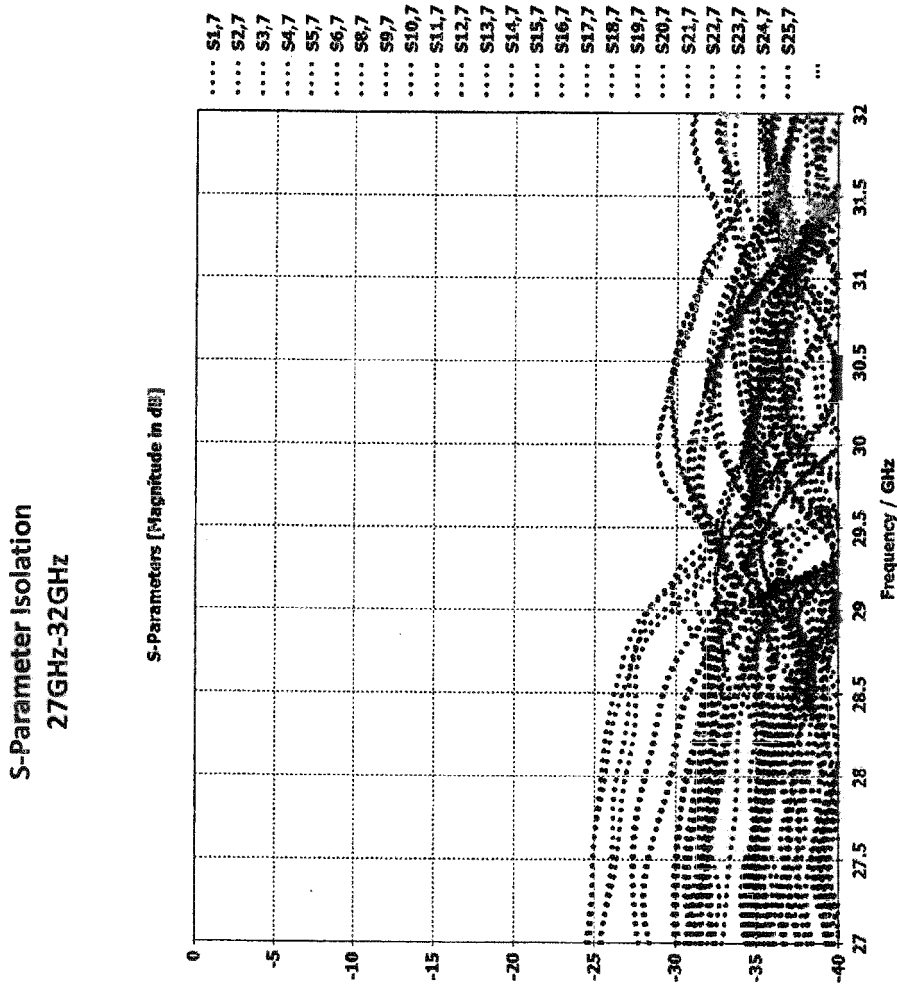


Fig 16b

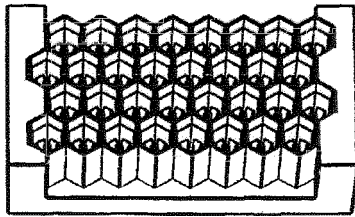


P01	P17	000	000
P02	P18	000	000
P03	P19	000	000
P04	P20	000	000
P05	P21	000	000
P06	P22	000	000
P07	P23	000	000
P08	P24	000	000
P09	P25	000	000
P10	P26	000	000
P11	P27	000	000
P12	P28	000	000
P13	P29	000	000
P14	P30	000	000
P15	P31	000	000
P16	P32	000	000



Fig 17b

S-Parameter Isolation
27,5GHz-28,5GHz



P01	P17	000	000
P02	P18	000	000
P03	P19	000	000
P04	P20	000	000
P05	P21	000	000
P06	P22	000	000
P07	P23	000	000
P08	P24	000	000
P09	P25	000	000
P10	P26	000	000
P11	P27	000	000
P12	P28	000	000
P13	P29	000	000
P14	P30	000	000
P15	P31	000	000
P16	P32	000	000

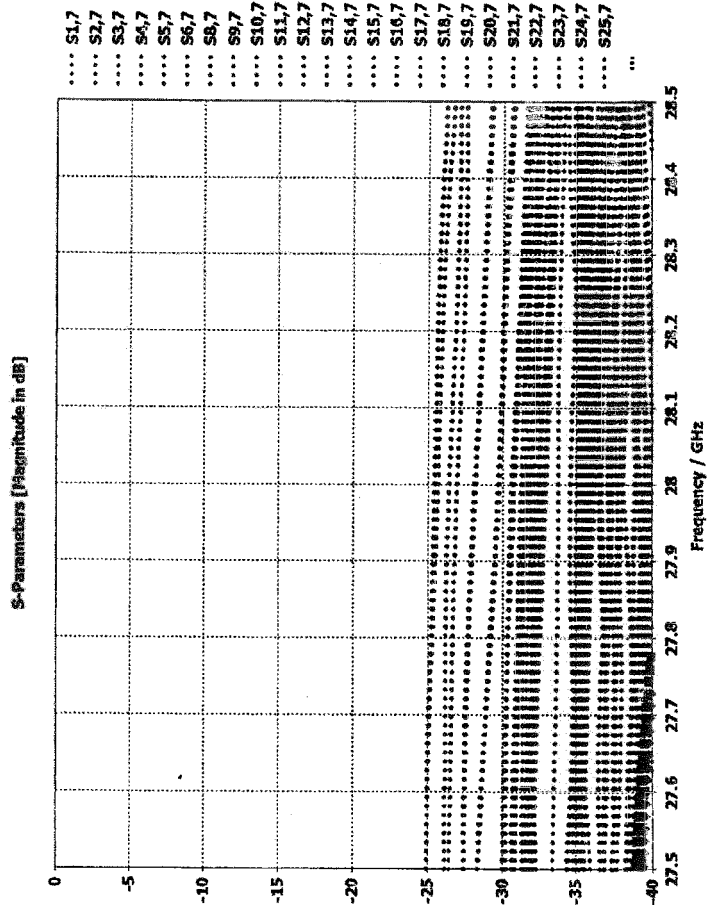
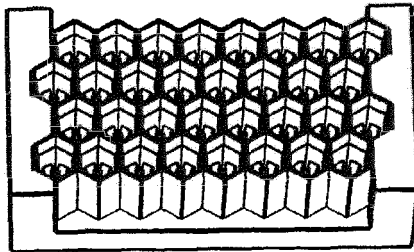


Fig 18



P01	P17	000	000
P02	P18	000	000
P03	P19	000	000
P04	P20	000	000
P05	P21	000	000
P06	P22	000	000
P07	P23	000	000
P08	P24	000	000
P09	P25	000	000
P10	P26	000	000
P11	P27	000	000
P12	P28	000	000
P13	P29	000	000
P14	P30	000	000
P15	P31	000	000
P16	P32	000	000

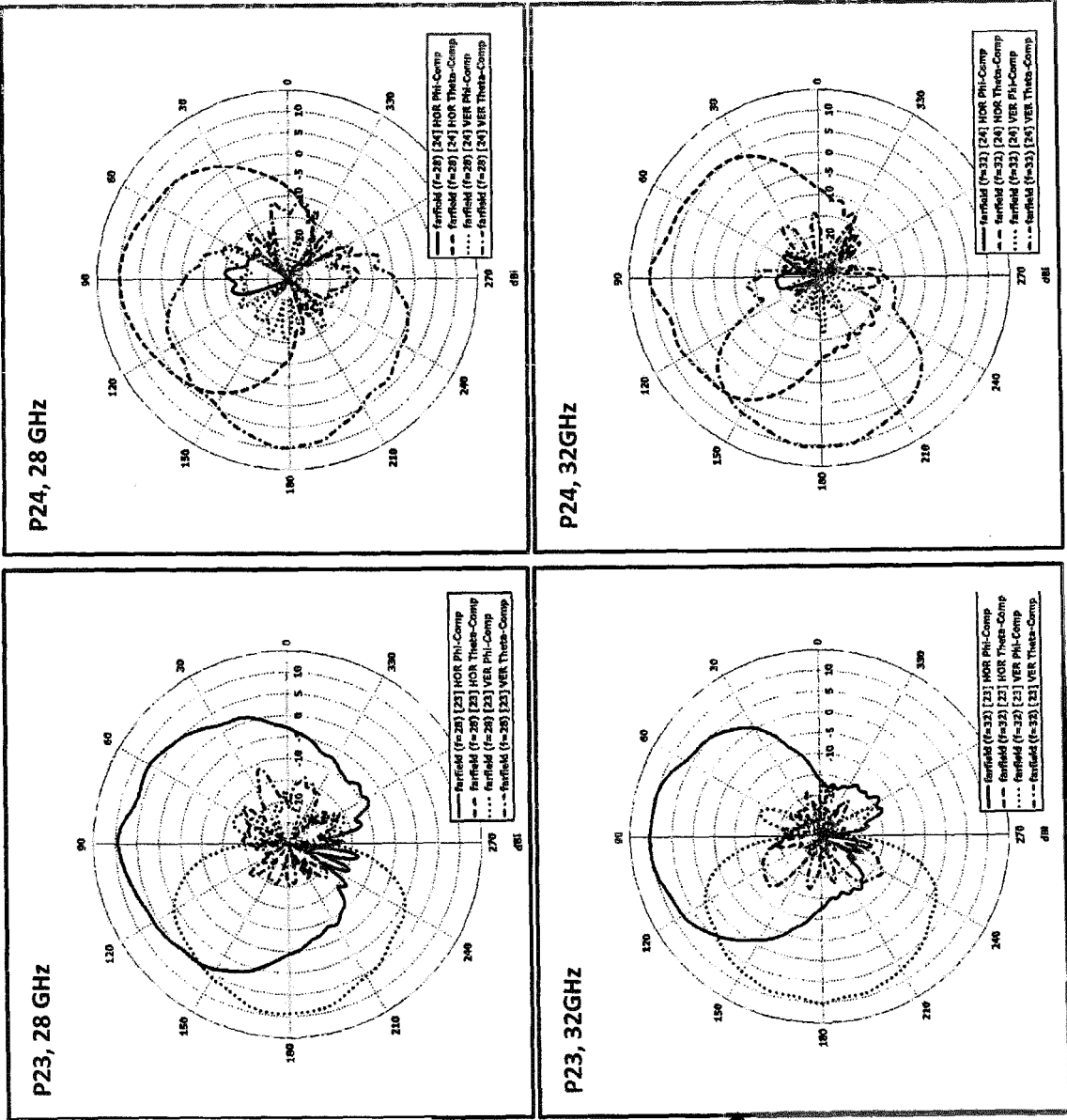
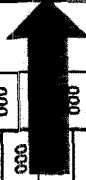
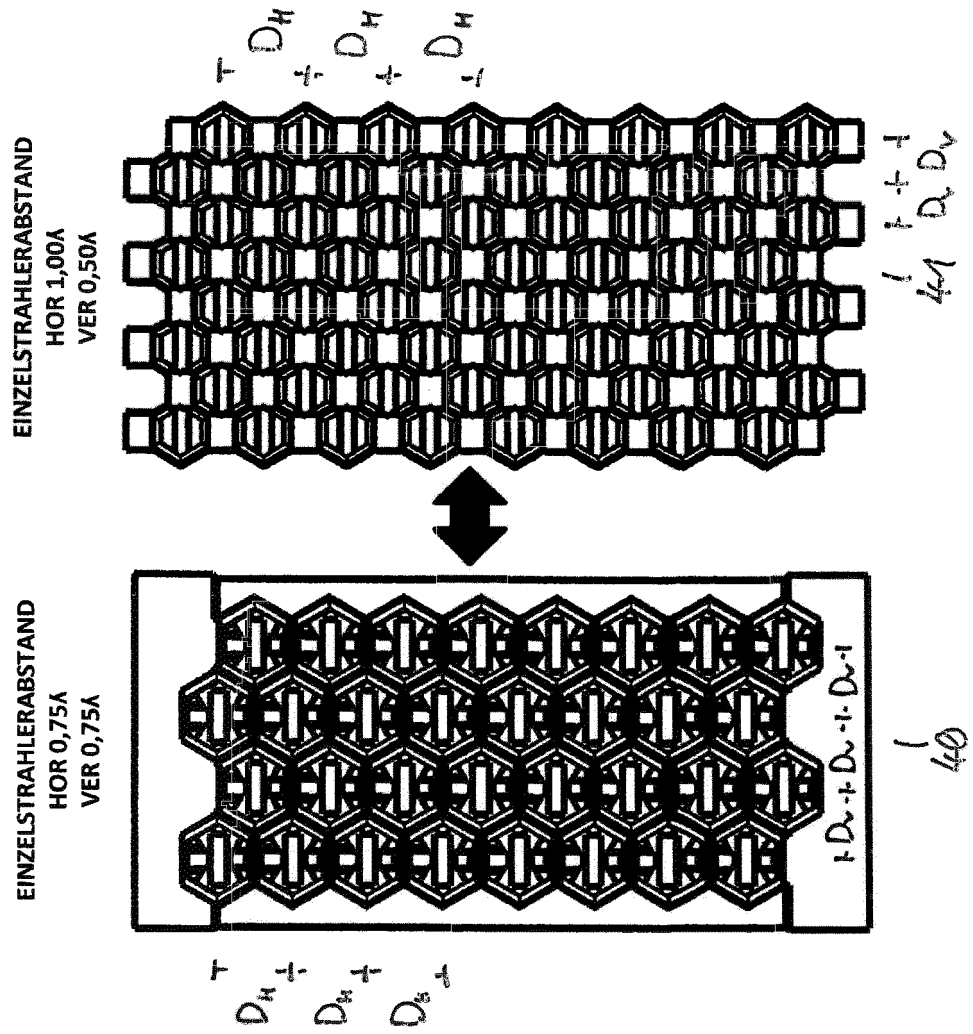


Fig 19



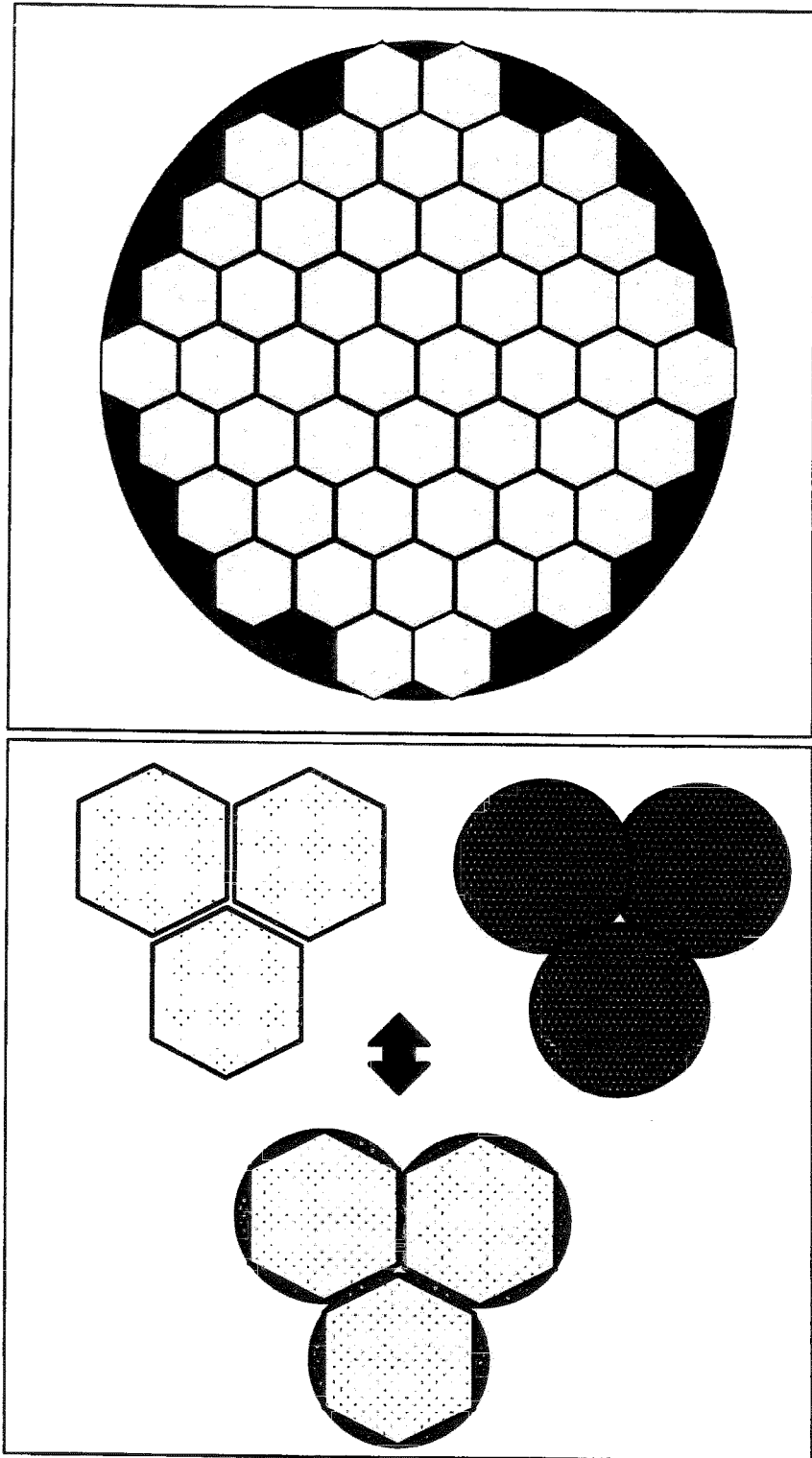


Fig 20

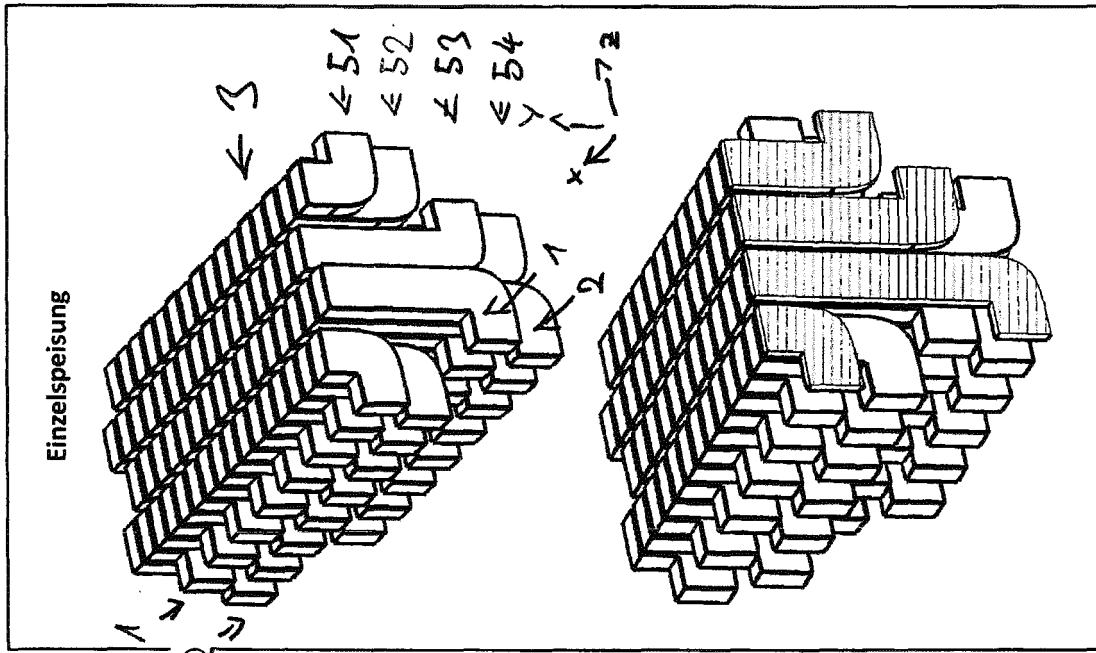
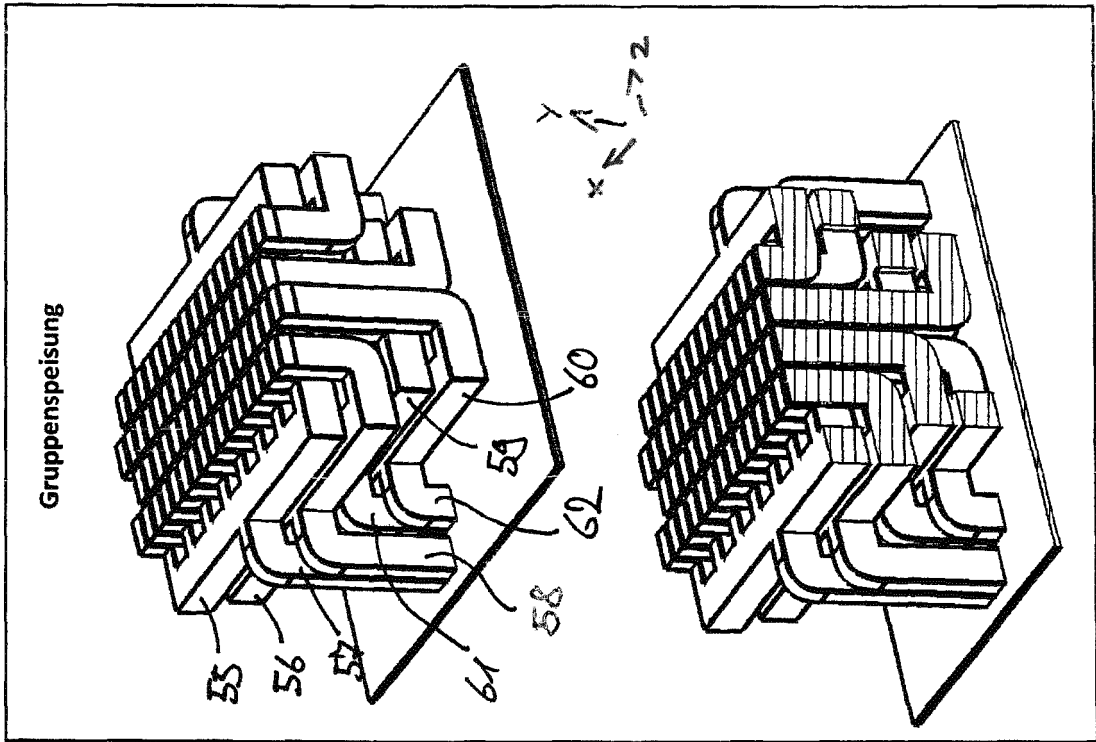


Fig 21

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 9837595 A1 [0004]
- US 20130120086 A1 [0004]
- WO 2015134772 A1 [0005]
- CN 102938497 A [0006]
- US 2010123636 A1 [0006]
- RU 2292098 [0006]
- DE 4009288 A1 [0006]
- DE 102010019081 A9 [0007]
- KR 100801030 B1 [0007]
- US 2011267250 A1 [0007]
- FR 2523376 A1 [0007]
- FR 2599899 A1 [0007]
- US 7187342 B2 [0007]
- WO 2007046055 A2 [0007]
- AT 202658 T [0007]
- DE 3375867 D1 [0007]
- DE 3787681 D1 [0007]
- AU 688212 B2 [0007]
- US 4716415 A [0007]
- CN 101083359 B [0007]
- CN 201060943 Y [0007]
- US 7564421 B1 [0007]
- CN 203326116 U [0007]
- WO 2014208993 A1 [0007]
- EP 2869400 A1 [0007]
- WO 2008147132 A1 [0007]
- WO 2009008601 A1 [0007]
- KR 20090038803 A [0007]
- WO 2009093779 A1 [0007]
- KR 101090188 B1 [0007]
- US 8988294 B2 [0007]
- US 5818396 A [0008]
- US 2009213022 A1 [0008]
- US 2010078203 A1 [0008]