



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.06.2019 Patentblatt 2019/25

(51) Int Cl.:
H01Q 9/04 (2006.01) **H01Q 13/10** (2006.01)
H01Q 19/10 (2006.01) **H01Q 19/22** (2006.01)
H01Q 19/28 (2006.01) **H01Q 19/06** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17207501.2**

(22) Anmeldetag: **14.12.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD TN

• **Antretter, Peter**
83026 Rosenheim Bayern (DE)

(72) Erfinder:
• **Huber, Alois**
94081 Fürstenzell Bayern (DE)
• **Antretter, Peter**
83026 Rosenheim Bayern (DE)

(71) Anmelder:
• **Huber, Alois**
94081 Fürstenzell Bayern (DE)

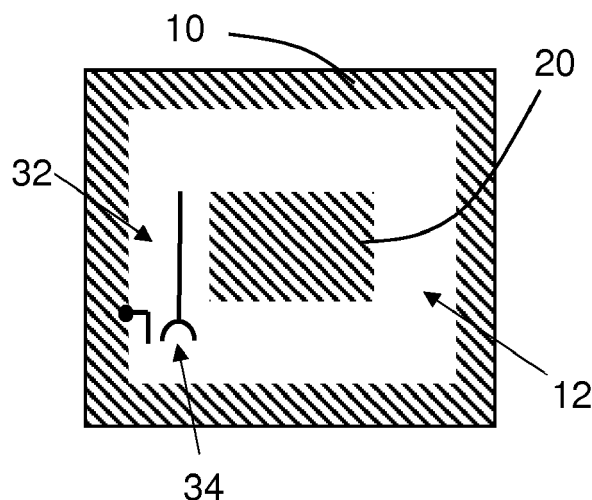
(74) Vertreter: **Lichtnecker, Markus Christoph**
Lichtnecker & Lichtnecker
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Im Schloßpark Gern 2
84307 Eggenfelden (DE)

(54) **SCHLITZANTENNE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Schlitzantenne, umfassend zumindest eine Elektrode, eine, insbesondere die Elektrode umgebende, Massefläche, und wenigstens eine Speisevorrichtung, wobei die Speisevorrichtung im

Bereich der Massefläche und/oder der Elektrode angeordnet ist, und wobei die Speisevorrichtung eine kapazitive und/oder induktive Koppelvorrichtung aufweist.

Fig. 8



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schlitzantenne, umfassend zumindest eine Elektrode und wenigstens eine Speisevorrichtung.

[0002] Schlitzantennen sind grundsätzlich bekannt. Die Speisevorrichtung arbeitet hierbei mittels einer Magnetfeldkopplung. Das Senden- und/oder Empfangen ist dabei nur in einem schmalen Band möglich. So kann nicht die gesamte Bandbreite abgedeckt werden.

[0003] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Schlitzantenne der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass die Bandbreite erhöht wird.

[0004] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch eine Schlitzantenne mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0005] Erfindungsgemäß umfasst die Schlitzantenne zumindest eine Elektrode und eine Massefläche. Insbesondere umgibt die Massefläche die Elektrode. Eine derartige Massefläche wird auch als Rahmen bezeichnet.

[0006] Die Massefläche kann insbesondere eine Breite von mindestens $1/28$ Wellenlänge λ aufweisen.

[0007] Die Schlitzantenne weist vorzugsweise eine Länge von mindestens einer Wellenlänge λ auf.

[0008] Es ist wenigstens eine Speisevorrichtung vorgesehen. Die Speisevorrichtung ist im Bereich der Massefläche und/oder der Elektrode angeordnet.

[0009] Die Speisevorrichtung weist eine kapazitive und/oder induktive Koppelvorrichtung auf. Die Koppelvorrichtung bildet bzw. umfasst insbesondere einen Speisepunkt.

[0010] Insbesondere kann eine induktive Kopplung mit einem Kurzschluss am Ende doppelt so lange sein wie eine kapazitive Kopplung.

[0011] Die Koppelvorrichtung basiert insbesondere auf einer Feldkopplung. Eine Magnetfeldkopplung oder eine galvanische Kopplung ist nicht vorgesehen. Dadurch lassen sich große Bandbreiten abdecken. Durch die Feldkopplung erreicht man insbesondere eine Bandbreite der einfachen Schlitzantenne von ca. 40 %.

[0012] Insbesondere können auch mehrere überlagerte Schlitzes (Fraktal) vorgesehen sein. Dadurch wird ein Ultrabreitband-Aufbau geschaffen.

[0013] Die Speisevorrichtung kann insbesondere mit einem Speisenetzwerk verbunden sein oder einen Teil eines Speisenetzwerks bilden.

[0014] Insbesondere sind die Elektrode und die Massefläche durch einen Schlitz voneinander getrennt.

[0015] Der Schlitz kann grundsätzlich eine beliebige Form aufweisen. Beispielsweise kann dieser rechteckförmig, insbesondere quadratisch, elliptisch oder ringförmig sein. Der Schlitz kann die Elektrode vollständig oder teilweise umgeben. So kann die Elektrode beispielsweise über einen Steg mit der Massefläche verbunden sein.

[0016] Auch linienförmige Schlitzes sind möglich. Diese können an beiden Enden kurzgeschlossen oder offen bzw. an einem Ende kurzgeschlossen und an anderem Ende offen sein. Bei den linienförmigen Schlitzantennen funktioniert die kapazitive und/oder induktive, unsymme-

trische und/oder symmetrische Feldkopplung ebenso wie bei den Ringschlitzantennen.

[0017] Die Länge des, beispielsweise ringförmigen, Schlitzes kann mindestens eine Wellenlänge λ betragen. Dadurch können strahlungsfähige Moden entstehen. Ein ringförmiger Schlitz kann insbesondere nur einen Modus anregen.

[0018] Der Wellenwiderstand der Schlitzantenne definiert sich insbesondere aus dem Aufbau der Querschnittsfläche, d.h. den Eigenschaften des umgebenden Dielektrikums bzw. des leitfähigen Materials, also der Massefläche, der Elektrode, möglicher Reflektoren und/oder Direktoren, und den mechanischen Dimensionen des Spaltes.

[0019] Im gleichen Frequenzbereich gibt es vorzugsweise mindestens zwei strahlungsfähige Moden, die den gleichen Strombelag und die gleichen Strahlungseigenschaften aufweisen.

[0020] Die beiden strahlungsfähigen Moden können insbesondere orthogonal zueinander orientiert sein. Diese beeinflussen sich somit nicht gegenseitig.

[0021] Das Fernfeld der jeweiligen Moden kann vorzugsweise linear polarisiert sein. Die Fernfelder können orthogonal zueinander orientiert sein. Die abgestrahlten bzw. empfangenen Leistungen der Moden können sich addieren (orthogonale Polarisationen).

[0022] Insbesondere können beide Moden mit gleichphasigen Signalen angeregt werden. Dabei ist das Fernfeld einer Schlitzantenne kreuzpolar. Werden die beiden Moden mit 90° phasenverschobenen Signalen angeregt, ist das Summen-Fernfeld zirkularpolarisiert. Abhängig davon, welches der beiden Signale dem anderen voraus eilt, ist dieses links- oder rechtsdrehend.

[0023] Vorzugsweise kann eine kreuzpolare Antenne durch Anregung der beiden orthogonalen Grundmoden erzeugt werden. Beide Moden sind dabei für sich linear polarisiert.

[0024] Eine Diskontinuität bzw. eine Stoßstelle (beispielsweise eine Erweiterung oder Verengung des Schlitzes), im Wellenwiderstandsverlauf des Schlitzes, die z.B. $\lambda/8$ von einem Speisepunkt entfernt ist, führt zu einem zirkular polarisierten Fernfeld. In diesem Fall ist kein zweiter Speisepunkt für die Zirkularität des Fernfeldes notwendig, jedoch gleichwohl möglich. Zwei punktsymmetrische Diskontinuitäten können diesen Effekt verstärken.

[0025] Insbesondere können zwei oder mehrere im gleichen Frequenzbereich aktive Koppelvorrichtungen zur Steuerung der Polarisation und/oder des Strahlungsverhaltens genutzt werden.

[0026] Bei einem zu kleinen Schlitz kann ein Modus beispielsweise durch einen Kurzschluss auf gegenüberliegenden Seiten stabilisiert werden.

[0027] Auch gerade Schlitzantennen können verwendet werden. Beispielsweise kann die Schlitzantenne an beiden Enden kurz geschlossen und z.B. mindestens halb so lang wie die Wellenlänge des Nutzsignals sein. Eine derartige Schlitzantenne hat nur einen strahlungs-

fähigen Modus in einem Frequenzbereich. Deshalb ist ihr Fernfeld lediglich linear polarisiert.

[0028] Ferner ist denkbar, dass eine Schlitzantenne an einem Ende kurz geschlossen und am anderen offen und z.B. mindestens ein Viertel so lang wie die Wellenlänge des Nutzsymbols ist. Eine derartige Schlitzantenne hat nur einen strahlungsfähigen Modus im gleichen Frequenzbereich. Deshalb ist ihr Fernfeld lediglich linear polarisiert.

[0029] Die Elektrode und die Massefläche können in derselben Ebene angeordnet sein. Alternativ können diese auch in unterschiedlichen, insbesondere zueinander parallelen, Ebenen angeordnet sein.

[0030] Idealerweise wäre die Massefläche unendlich groß (Babinetsches Prinzip). Bei einer endlichen Dimensionierung der Massefläche soll der Schlitz auf jeder Seite insbesondere mit einer Breite von mindestens einem Viertel der Wellenlänge bzw. einer Wellenlänge (abhängig vom Autor) von der elektrisch leitenden Massefläche umschlossen sein, damit der Schlitz den Eigenschaften einer Schlitzantenne entspricht.

[0031] Bei bisherigen Schlitzantennen wird die Massefläche meist nur sehr schmal ausgeführt, z.B. kleiner als ein Viertel der Wellenlänge. Dadurch werden die Kanten der Massefläche angeregt und stellen somit selbst eine Antenne dar. Es entstehen zusätzliche strahlungsfähige Moden auf der Massefläche und die Antenne wird scheinbar breitbandiger in ihrer Speisepunkt-Impedanz. Tatsächlich verändert sich das Strahlungsverhalten und die Richtcharakteristik der gesamten Struktur (Schlitz und Massefläche) zumeist negativ. Außerdem beeinflussen die Umgebung und/oder der Bauraum und nicht mehr nur die Form bzw. mechanische Dimension sowie das umgebende Material die Strahlungseigenschaften der Schlitzantenne.

[0032] Vorzugsweise ist der Schlitz bei der erfindungsgemäßen Schlitzantenne beispielsweise größer oder gleich ein Viertel der Wellenlänge.

[0033] Durch Anpassung der Impedanz, der Anzahl, der Form und/oder der Länge des Schlitzes können quasi 100 % des Frequenzbereichs abgedeckt werden. Die Antennencharakteristik bleibt insbesondere gleich. Es tritt vorzugsweise kein unruhiges Verhalten auf.

[0034] Weiterbildungen der Erfindung sind auch den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung sowie den beigefügten Zeichnungen zu entnehmen.

[0035] Gemäß einer Ausführungsform ist die Massefläche und/oder die Elektrode plattenförmig ausgebildet.

[0036] Die Massefläche, die Elektrode und die Koppelvorrichtung können z.B. auf der gleichen oder auf unterschiedlichen Ebenen liegen. Die Massefläche, die Elektrode und die Koppelvorrichtung können beispielsweise auch dreidimensional ausgeführt sein.

[0037] Nach einer weiteren Ausführungsform ist die Koppelvorrichtung zwischen der Massefläche und der Elektrode angeordnet. So können die Massefläche, die Elektrode und die Koppelvorrichtung insbesondere in derselben Ebene liegen.

[0038] So kann eine kapazitive und/oder induktive Kopplung in der Ebene der Elektrode bzw. Massefläche oder drunter bzw. drüber erfolgen. Die Koppelvorrichtung, z.B. eine Koppelleitung, kann insbesondere auch über die Ecke gebogen werden, wobei der Speiseanschluss z.B. in der Mitte oder an einem Ende der Koppelleitung liegen kann.

[0039] Alternativ kann die Koppelvorrichtung auch oberhalb oder unterhalb der Ebene der Elektrode bzw. Massefläche liegen.

[0040] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Koppelvorrichtung in einem Schlitz zwischen der Elektrode und der Massefläche angeordnet. Da der Schlitz ohnehin vorhanden ist, ist dies eine kostengünstige und platzsparende Lösung. Der Schlitz erfüllt auf diese Weise eine zusätzliche Funktion.

[0041] Die Koppelvorrichtung muss sich insbesondere lediglich im Bereich des Spaltes befinden, um zu wirken. Mehr ist nicht erforderlich.

[0042] Die Resonanzfrequenz der strahlungsfähigen Moden hängt insbesondere von der Geometrie des Schlitzes ab. Ist der Umfang bzw. die Länge der Schlitzantenne größer oder gleich der Wellenlänge λ des Nutzsymbols, kann mit der Feldkopplung bei beliebiger Frequenz die Antenne in Resonanz versetzt und somit strahlungsfähig gemacht werden. Gleiches gilt auch für offene oder kurz geschlossene Schlitzantennen.

[0043] Nach einer weiteren Ausführungsform ist die Koppelvorrichtung in einem Schlitzelement der Elektrode oder in einem Schlitzelement der Massefläche angeordnet. So kann auch die Elektrode und/oder die Massefläche einen Schlitz aufweisen. Auch in diesem Schlitz kann eine Speisung erfolgen.

[0044] Schlitz in der Elektrode und/oder der Massefläche unterdrücken insbesondere eine Polarität und fördern somit die verbliebene Polarität.

[0045] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Koppelvorrichtung in der Ebene der Elektrode oder in der Ebene der Massefläche angeordnet. Befinden sich die Elektrode und die Massefläche in derselben Ebene, kann auch die Koppelvorrichtung in dieser Ebene vorgesehen sein.

[0046] Alternativ kann die Koppelvorrichtung auch zwischen der Ebene der Elektrode und der Ebene der Massefläche angeordnet sein. Dabei ergibt sich gewissermaßen ein sandwichartiger Aufbau aus Massefläche, Koppelvorrichtung und Elektrode.

[0047] Nach einer weiteren Ausführungsform ist die Position der Koppelvorrichtung relativ zur Elektrode und/oder zur Massefläche verstellbar. Durch die relative Position, insbesondere Abstände, zur Elektrode und/oder zur Massefläche kann der Grad der Kopplung eingestellt und somit die Fußpunktimpedanz der Schlitzantenne auf die Systemimpedanz der angeschlossenen Schaltung angepasst werden. Die Antenneneffizienz wird dadurch maximiert. Insbesondere kann über die Breite des Schlitzes und die Länge der Koppelleitung jede beliebige Fußpunktimpedanz eingestellt werden.

[0048] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst die Speisevorrichtung mehrere kapazitive und/oder induktive Koppelvorrichtungen.

[0049] Sind mehrere, insbesondere kapazitive, Koppelvorrichtungen vorgesehen, die z.B. im gleichen Frequenzbereich aktiv sind, kann durch symmetrische bzw. unsymmetrische Speisung die Nahfeld- bzw. Fernfeld-Entkopplung erhöht werden, da unterschiedliche strahlungsfähige Moden angeregt werden. Bei einer galvanischen Kopplung wäre dies nicht möglich.

[0050] Nach einer weiteren Ausführungsform ist eine Koppelvorrichtung symmetrisch und eine weitere Koppelvorrichtung unsymmetrisch anregbar oder angeregt. Wenn eine Koppelvorrichtung symmetrisch und eine andere Koppelvorrichtung unsymmetrisch angeregt wird, beeinflussen sich die beiden Koppelvorrichtungen nicht und können beliebig weit oder nah voneinander angeordnet werden, ohne sich gegenseitig zu stören.

[0051] Alternativ sind zumindest zwei, vorzugsweise sämtliche, Koppelvorrichtungen symmetrisch anregbar oder angeregt.

[0052] Auch können zumindest zwei, vorzugsweise sämtliche, Koppelvorrichtungen unsymmetrisch anregbar oder angeregt sein.

[0053] Zwei oder mehrere Koppelvorrichtungen, die im gleichen Frequenzbereich aktiv sind und die sich gegenseitig nicht beeinflussen bzw. stören dürfen, sollten mindestens etwa $\lambda/4$ voneinander entfernt sein. Bei geringerer Entfernung nimmt die gegenseitige Beeinflussung zu. Bei einer Entfernung zwischen $\lambda/4$ und $\lambda/2$ nimmt die gegenseitige Beeinflussung wieder zu. Liegen die beiden oder mehrere Koppelvorrichtungen nebeneinander bzw. in einer Entfernung von ca. $\lambda/2$ auseinander, ist die gegenseitige Beeinflussung maximal. Bei einer Entfernung beider oder mehrerer Koppelvorrichtungen von ca. $\lambda/4$ ist die gegenseitige Beeinflussung minimal.

[0054] Bei einer Schlitzantenne mit Umfang λ dürfen die Koppelvorrichtungen insbesondere auch nicht weiter als $\lambda/4$ voneinander entfernt sein.

[0055] Nach einer weiteren Ausführungsform beträgt der Abstand zwischen zwei benachbarten Koppelvorrichtungen mindestens $\lambda/4$. Dies gilt insbesondere für den Fall, dass beide benachbarten Koppelvorrichtungen symmetrisch bzw. unsymmetrisch sind. Falls eine Koppelvorrichtung symmetrisch und die andere Koppelvorrichtung unsymmetrisch ist, sind beliebige Abstände möglich.

[0056] Gemäß einer weiteren Ausführungsform arbeiten zumindest zwei, vorzugsweise sämtliche, Koppelvorrichtungen in gleichen Frequenzbereichen oder unterschiedlichen Frequenzbereichen.

[0057] Beispielsweise kann eine Multitor-Antenne mehrere Abgriffe im gleichen Frequenzbereich oder in unterschiedlichen Frequenzbereichen aufweisen. Eine Multiband-Antenne kann insbesondere mehrere, ineinander verschachtelte Antennen aufweisen.

[0058] Insbesondere kann mit Hilfe von mehreren, feldgekoppelten Toren die Strahlungseigenschaft der

Schlitzantenne beeinflusst werden.

[0059] Arbeiten alle Koppelvorrichtungen einer Schlitzantenne auf unterschiedlichen Frequenzen, regen diese unterschiedliche strahlungsfähige Moden an. Dadurch beeinflussen bzw. stören sie sich nicht gegenseitig. Der Abstand kann insbesondere frei gewählt werden, ohne gegenseitige Einflussnahme der Koppelvorrichtungen.

[0060] So können bei unterschiedlichen Frequenzbereichen beide Speisepunkte direkt nebeneinander liegen. Im gleichen Frequenzbereich müssen diese hingegen insbesondere $\lambda/4$ auseinander liegen.

[0061] Nach einer weiteren Ausführungsform weisen zumindest zwei, vorzugsweise sämtliche, Koppelvorrichtungen dieselbe Fernfeldpolarisation oder unterschiedliche Fernfeldpolarisationen auf. Bei derselben Fernfeldpolarisation, die insbesondere mit dem gleichen Signal über mehrere Koppelvorrichtungen in den Schlitzstrahler eingespeist wird, wobei eine Phasendifferenz von 0° der einzelnen Signale zueinander vorliegt, kann das Signal in Hauptstrahlrichtung verstärkt werden. Liegt hingegen ein Phasenversatz der einzelnen Speisesignale vor, kann die Hauptstrahlrichtung geschwenkt werden (Beamforming). Sind die jeweiligen Speisesignale unkorreliert und auf unterschiedlichen Sendefrequenzen, überlagern sich diese in ihrer Polarisationsebene ohne sich gegenseitig zu beeinflussen.

[0062] Bei unterschiedlichen Fernfeldpolarisationen werden unkorrelierte Signale unabhängig voneinander in ihrer jeweiligen Polarisationsebene abgestrahlt. Wird dasselbe Signal über Koppelvorrichtungen mit unterschiedlicher Fernfeldpolarisation in die Schlitzantenne mit definierter Phasendifferenz eingebracht, überlagern sich die einzelnen Polarisationen und ergeben in Summe ein elliptisch polarisiertes Fernfeld. Stehen die einzelnen Polarisationsebenen senkrecht aufeinander und unterscheiden sich die einzelnen Speisesignale um 90° in ihrer Phasenlage voneinander, entsteht als Spezialfall ein zirkularpolarisiertes Fernfeld.

Die Signale können zirkularpolarisiert oder linearpolarisiert sein. Insbesondere können die Signale orthogonal zueinander abgestrahlt werden. Ein derartiger Aufbau kann z.B. für eine Polarisations-Diversität bzw. einen Multiple Input Multiple Output (MIMO) genutzt werden.

[0063] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist zumindest ein Reflektor und/oder wenigstens ein Direktor vorgesehen. Der Reflektor und/oder Direktor kann insbesondere flächig, z.B. plattenförmig, ausgebildet sein. Der Reflektor und/oder Direktor ist vorzugsweise in einer Ebene parallel zu Elektrode und/oder Massefläche angeordnet.

[0064] Der Reflektor kann beispielsweise eine achtehzehntel Wellenlänge hinter der Elektrode bzw. der Massefläche angeordnet sein. Für DVB-T kann dieser z.B. etwa 80 mm hinter der Elektrode bzw. der Massefläche angeordnet sein.

[0065] Insbesondere umfasst eine Richtantenne einen Reflektor und beliebig viele Direktoren.

[0066] Das Material der Elektrode, der Massefläche, des Reflektors und/oder des Direktors kann Metall, Kunststoff, insbesondere eine Folie, und/oder Glas umfassen oder daraus bestehen. Die Schlitzantenne kann insbesondere auf einer Leiterplatte basieren. Als Direktor kann auch ein dielektrisches Material mit hoher Permittivität verwendet werden. Das besagte dielektrische Material wirkt dabei als Linse und bündelt das Fernfeld in eine Hauptstrahlrichtung.

[0067] Die Schlitzantenne kann beispielsweise als Rundfunkantenne eingesetzt werden, z.B. bei einem Digitalradio (z.B. DAB) oder beim Fernsehen (z.B. DVB-T/T2). So betrifft die Erfindung insbesondere auch ein Radio, vorzugsweise Digitalradio, mit einer erfindungsgemäßen Schlitzantenne.

[0068] Ferner kann die Schlitzantenne im Satellitenrundfunk, z.B. TV (DVB-S/S2), GNSS (GPS, GLONASS, GALILEO) und/oder SDARS, verwendet werden.

[0069] Auch bei der Breitbandübertragung kann die Schlitzantenne eingesetzt werden, insbesondere WLAN, Bluetooth, ZigBee und/oder Low Power Wide Area Network (LPWAN oder LPN), beispielsweise LoRaWAN-Standard. Dabei ist eine Bandbreite von z.B. 800 MHz möglich. Insbesondere ist auch ein 5 GHz WLAN denkbar. Eine WLAN-Übertragung ist z.B. im 60 GHz-Frequenzband, insbesondere zwischen 57 GHz bis 66 GHz, möglich.

[0070] Daneben ist auch eine Verwendung im Bündelfunk, z.B. Betriebs-, Polizei und/oder Militärfunk, Richtfunk, Mobilfunk bzw. bei der Telekommunikation möglich, z.B. GSM, LTE, UMTS und/oder 5G. Insbesondere kann die Schlitzantenne in Basisstationen eingesetzt werden.

[0071] Auch bei "Internet of Things", Machine-to-Machine und "Point-to-Point"-Kommunikation sowie der RFID-Technologie können die Schlitzantennen verwendet werden, insbesondere in entsprechenden Terminals.

[0072] Vorzugsweise sind Frequenzbereiche von 433 MHz, 850-950 MHz, insbesondere 868 MHz, 915 MHz oder 950 MHz, und/oder 2400-2500 MHz denkbar.

[0073] Ein Array-/Reflektor-/Direktor-Aufbau kann insbesondere beim Richtfunk für Breitbandübertragungen, beim Mobilfunk, beim Rundfunk und/oder beim Satellitenfunk eingesetzt werden.

[0074] Alle hier beschriebenen Aspekte, Ausführungsformen und Merkmale der Erfindung können, insbesondere auch losgelöst von der konkreten Ausgestaltung, in deren Zusammenhang sie erwähnt werden, jeweils miteinander kombiniert werden. Insbesondere können alle Gegenstände der abhängigen Ansprüche untereinander kombiniert werden.

[0075] Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 bis 7 schematische Darstellungen verschiedener Ausführungsformen von Schlitzantennen, und

Fig. 8 bis 98 schematische Darstellungen verschiedener Ausführungsformen erfindungsgemäßer Schlitzantennen.

[0076] Zunächst ist zu bemerken, dass die dargestellten Ausführungsformen rein beispielhafter Natur sind. So können einzelnen Merkmale nicht nur in der gezeigten Kombination sondern auch in Alleinstellung oder in anderen technisch sinnvollen Kombinationen realisiert sein. Beispielsweise können die Merkmale einer Ausführungsform beliebig mit Merkmalen einer anderen Ausführungsform kombiniert werden. Insbesondere kann die Anzahl und/oder Form der Schlitze, der Koppelvorrichtungen und/oder der Elektroden variieren.

[0077] Enthält eine Figur ein Bezugszeichen, welches im unmittelbar zugehörigen Beschreibungstext nicht erläutert wird, so wird auf die entsprechenden vorhergehenden bzw. nachfolgenden Ausführungen in der Figurenbeschreibung Bezug genommen. So werden für gleiche bzw. vergleichbare Bauteile in den Figuren dieselben Bezugszeichen verwendet und diese nicht nochmals erläutert.

[0078] Fig. 1 zeigt eine offene Schlitzantenne. Eine Massefläche 10 weist einen Schlitz 12 auf. Der Schlitz kann z.B. $\lambda/4$ lang sein.

[0079] In Fig. 2 ist eine kurzgeschlossene Schlitzantenne gezeigt. Der Schlitz 12 kann z.B. eine Länge von $\lambda/2$ aufweisen. Herkömmlich kann eine Speisung beispielsweise mittels einer galvanischen Kopplung erfolgen. Die Speisung kann symmetrisch oder unsymmetrisch erfolgen.

[0080] Wie in Fig. 3 dargestellt ist, kann bei einer galvanischen Kopplung die Speisung z.B. mittels eines Koaxialkabels mit einem Außenleiter 14 bzw. Mantel und einem Innenleiter 16 erfolgen.

[0081] Der Mantel 14 auf der einen Seite des Schlitzes 12 mit der Massefläche 10 galvanisch verbunden. Der Innenleiter 16 ist über den Schlitz 12 geführt und auf der anderen Seite des Schlitzes 12 mit der Massefläche 10 galvanisch verbunden.

[0082] Wie in Fig. 4 gezeigt ist, kann bei einer galvanischen Kopplung die Speisung auch z.B. mittels einer Kopplanleitung 18 erfolgen.

[0083] Auf der einen Seite des Schlitzes 12 wird die Massefläche 10 von der Kopplanleitung 18 durchschnitten, wobei die Massefläche 10 den Außenleiter 14 der Kopplanleitung 18 bildet. Der Innenleiter 16 wird auf der gegenüberliegenden Seite mit der Massefläche 10 galvanisch verbunden.

[0084] Fig. 5 zeigt eine kreisförmige Schlitzantenne. Die Länge des Schlitzes 12 kann beispielsweise A betragen. Der Schlitz 12 umgibt eine Elektrode 20.

[0085] Alternativ kann der Schlitz 12 auch z.B. rechteckig ausgebildet sein und eine rechteckige Elektrode 20 umgeben. Insbesondere können die Breite und die Länge des Schlitzes 12 unterschiedlich sein. Die Länge des Schlitzes 12 kann dann z.B. $2 \times (\text{Länge} + \text{Breite})$ betragen. Auch ein quadratischer Schlitz 12 ist möglich,

wobei die Länge gleich der Breite ist.

[0086] Die Speisung erfolgt hierbei mittels einer Magnetfeldkopplung. Insbesondere kann die Speisung unsymmetrisch mit der Massefläche 10 als Bezugspotential erfolgen.

[0087] Eine Speiseleitung 22 mit einem offenen Ende kann unter oder über der Schlitzantenne senkrecht zum Schlitz 12 geführt sein. Um die Speiseleitung 22 können sich Magnetfeld-Linien ausbilden.

[0088] Wie in Fig. 6 gezeigt ist, kann die Speisung bei einer Magnetfeldkopplung auch mittels einer Mikrostreifenleitung (MSL) erfolgen. Auf der Massefläche 10 kann ein Dielektrikum 24, z.B. Luft oder ein Leiterplattenmaterial, vorgesehen sein. Darauf kann ein Innenleiter 16 angeordnet sein.

[0089] Die Massefläche 10 stellt zugleich das Bezugspotential für die Mikrostreifenleitung dar. Über oder unterhalb der Massefläche 10 wird der Innenleiter 16 der MSL geführt, der durch ein Dielektrikum von der Massefläche 10 getrennt ist. Der Innenleiter 16 verläuft über den Schlitz 12 hinweg und endet mit einem offenen Ende auf der anderen Seite des Schlitzes 12. Das Magnetfeld der MSL koppelt in den Schlitz 12 ein und regt damit die Schlitzantenne an.

[0090] In Fig. 7 sind verschiedene Varianten von Schlitten 12 dargestellt. Die Feldkopplung kann mittels einer Hohlleiterspeisung erfolgen. So kann ein Hohlleiter 26 Schlitz 12 aufweisen. An einer Seite kann eine Speisöffnung 28 bzw. ein Anschluss des Hohlleiters 26 vorgesehen sein, während an der anderen Seite ein Kurzschluss 30 vorgesehen sein kann.

[0091] Durch den Kurzschluss 30 am Ende des Hohlleiters 26 entsteht eine stehende Welle im Inneren des Hohlleiters 26. An den Stellen, an denen das elektrische Feld im Hohlleiter maximal wird, kann ein beliebig geformter Schlitz 12 in die Wand des Hohlleiters 26 eingelassen werden. Das elektrische Feld koppelt in den Schlitz 12 ein und wird nach außen hin abgestrahlt. Mit Hilfe des Hohlleiters 26 wird eine elektrische Feldkopplung in die Schlitzantenne realisiert.

[0092] Fig. 8 zeigt eine rechteckförmige Elektrode 20, die von einer rechteckförmigen Massefläche 10 umgeben ist. Zwischen der Massefläche 10 und der Elektrode 20 ist ein rechteckförmiger Schlitz 12 vorgesehen.

[0093] Im Schlitz 12 befindet sich eine Speisevorrichtung 32 mit einer kapazitiven und/oder induktiven Koppelvorrichtung 34. Die Kopplung basiert insbesondere auf einer kapazitiven und/oder induktiven Feldkopplung der Speisestruktur. Durch die Feldkopplung (kapazitive und/oder induktive Speisung) ist die Resonanzfrequenz insbesondere unabhängig von der Länge des Schlitzes 12.

[0094] Ist der Umfang bzw. die Länge des Schlitzes 12 größer oder gleich der Wellenlänge λ des Nutzsymbols, kann mit der Feldkopplung bei beliebiger Frequenz die Antenne in Resonanz versetzt und somit strahlungsfähig gemacht werden. Gleiches gilt auch für offene und kurzgeschlossene Schlitzantennen.

[0095] Die Koppelvorrichtung 34 bildet gewissermaßen einen Speisepunkt. Die Koppelvorrichtung 34 kann insbesondere als Koppelleitung ausgebildet sein.

[0096] Die Koppelvorrichtung 34 ist beispielsweise etwa $\lambda/5$ lang und insbesondere am Ende offen. Durch die Länge, Breite und/oder die Abstände der Koppelvorrichtung 34 zur Elektrode 20 bzw. zur Massefläche 10 kann die Speisepunktimpedanz beliebig eingestellt werden. Die Fußpunktimpedanz der Schlitzantenne kann an die Systemimpedanz der nachgelagerten Schaltung angepasst werden, ohne die Antennencharakteristik negativ zu beeinflussen.

[0097] Die Speisung erfolgt insbesondere kapazitiv und unsymmetrisch.

[0098] Ein Vorteil der Koppelvorrichtung 34 im Schlitz 12 gegenüber den herkömmlichen Speisemethoden liegt insbesondere in der Bandbreite der so entstandenen Schlitzantenne. So können feldgekoppelte Schlitzstrahler eine Bandbreite von z.B. 40 % bis 50 % erreichen, während galvanische oder magnetisch gekoppelte Schlitzstrahler maximal 20 % Bandbreite erreichen.

[0099] Eine induktive, unsymmetrische Speisung ist in Fig. 9 dargestellt. Die Koppelvorrichtung 34 ist am Ende kurzgeschlossen. Beispielsweise kann die Koppelvorrichtung 34 etwa $9\lambda/20$ lang sein.

[0100] Mit der Feldkopplung (induktive bzw. kapazitive Speisung) kann auf einfache Weise die Anpassung zwischen dem Wellenwiderstand des Schlitzstrahlers und einer angeschlossenen Schaltung beliebig eingestellt werden.

[0101] In Fig. 10 ist eine kapazitive, symmetrische Speisung gezeigt. Die Koppelvorrichtung 34 ist am Ende offen. Beispielsweise kann die Koppelvorrichtung 34 etwa $\lambda/5$ lang sein.

[0102] Befinden sich mehrere Koppelvorrichtungen 34, die im gleichen Frequenzbereich aktiv sind, im Schlitz 12, kann durch symmetrische bzw. unsymmetrische Speisung die Nahfeld- bzw. Fernfeld-Entkopplung erhöht werden, da unterschiedliche strahlungsfähige Moden angeregt werden.

[0103] In Fig. 11 ist eine induktive, symmetrische Speisung gezeigt. Die Koppelvorrichtung 34 ist am Ende kurzgeschlossen. Beispielsweise kann die Koppelvorrichtung 34 etwa $9\lambda/20$ lang sein.

[0104] In Fig. 12 ist eine kapazitive und induktive, unsymmetrische Speisung mit multiresonanten Speisepunkten dargestellt. Die Koppelvorrichtung 34 ist an einem Ende offen. Die Koppelleitung 34 kann dort etwa $\lambda/5$ lang sein. Am anderen Ende kann die Koppelleitung 34 kurzgeschlossen sein. Die Länge kann dort etwa $2\lambda/5$ betragen.

[0105] Durch die Parallelschaltung einer offenen mit einer kurzgeschlossenen Koppelleitung 34 entsteht ein multiresonanter Antennenabgriff/Speisepunkt. Aus Platzgründen kann das offene Ende dabei auf eine niedrigere Resonanzfrequenz abgestimmt werden und das kurzgeschlossene auf eine höhere.

[0106] In Fig. 13 ist eine kapazitive oder induktive, un-

symmetrische Speisung gezeigt. Die Polarisierung kann insbesondere variieren. Die Koppelvorrichtung 34 ist an beiden Enden offen. Die beiden Koppelleitungen 34 können jeweils etwa $\lambda/5$ lang sein.

[0107] Die Position des Speisepunktes definiert die Orientierung der Fernfeldpolarisation. Kann der Speisepunkt nicht beliebig verschoben werden, kann die Fernfeldpolarisation durch das Längenverhältnis der Koppelleitungen 34 gedreht werden. Die Drehung ist nur zu einem gewissen Grad möglich.

[0108] Gezeigt ist ein Verhältnis der Koppelleitungen von 1:1. Der gestrichelte Pfeil repräsentiert den resultierenden Strombelag 35. Der Strombelag 35 kann insbesondere stabilisiert werden.

[0109] In Fig. 14 beträgt das Verhältnis der Koppelleitungen 1:2, während in Fig. 15 ein Verhältnis von 2:1 dargestellt ist.

[0110] Die Fig. 16 bis 24 zeigen mögliche Lagen einer offenen bzw. kurz geschlossenen Koppelvorrichtung 34 in einem Schlitz 12.

[0111] Wie in Fig. 16 dargestellt ist, kann die Koppelvorrichtung 34 z.B. in der Ebene der Massefläche 10 sowie der Ebene der Elektrode 20 bzw. Massefläche 10 angeordnet sein.

[0112] Nach Fig. 17 kann die Koppelvorrichtung 34 z.B. zwischen der Ebene der Massefläche 10 und der Ebene der Elektrode 20 bzw. Massefläche 10 angeordnet sein. Der Abstand zur Massefläche 10 und zur Elektrode 20 bzw. Massefläche 10 kann dabei gleich sein.

[0113] Wie in Fig. 18 dargestellt ist, kann die Koppelvorrichtung 34 auch beispielsweise näher an der Massefläche 10 liegen. Alternativ kann die Koppelvorrichtung 34 auch näher an der Elektrode 20 bzw. Massefläche 10 angeordnet sein.

[0114] Nach Fig. 19 können die Massefläche 10 und die Elektrode 20 bzw. Massefläche 10 in derselben Ebene liegen. Die Koppelvorrichtung 34 kann sich außerhalb, insbesondere oberhalb oder unterhalb, dieser Ebene befinden.

[0115] Nach Fig. 20 können die Massefläche 10 und die Elektrode 20 bzw. Massefläche 10 in unterschiedlichen Ebenen liegen. Die Koppelvorrichtung 34 kann sich außerhalb, insbesondere oberhalb oder unterhalb, dieser Ebenen befinden.

[0116] Wie in Fig. 21 dargestellt ist, kann die Koppelvorrichtung 34 z.B. in der Ebene der Massefläche 10 und oberhalb der Ebene der Elektrode 20 bzw. Massefläche 10 angeordnet sein.

[0117] Nach Fig. 22 kann die Koppelvorrichtung 34 z.B. unterhalb der Ebene der Massefläche 10 und in der Ebene der Elektrode 20 bzw. Massefläche 10 angeordnet sein.

[0118] Wie in Fig. 23 dargestellt ist, kann die Koppelvorrichtung 34 z.B. in der Ebene der Massefläche 10 angeordnet sein. Die Elektrode 20 bzw. Massefläche 10 kann unterhalb der Koppelvorrichtung 34 angeordnet sein.

[0119] Nach Fig. 24 kann die Koppelvorrichtung 34 z.

B. auch zwischen den Ebenen der leitenden Flächen 10, 20 angeordnet sein.

[0120] Wie in Fig. 25 mit dem Doppelpfeil angedeutet ist, kann die Position der Koppelvorrichtung 34 eingestellt bzw. verstellt werden. So kann die Koppelvorrichtung 34 in die eine oder andere Richtung verschoben werden, insbesondere näher zur Massefläche 10 oder näher zur Elektrode 20 bzw. Massefläche 10.

[0121] Durch die relative Position (Abstände) zur Massefläche 10 bzw. Elektrode 20 kann der Grad der Kopplung eingestellt und somit die Fußpunktimpedanz der Schlitzantenne auf die Systemimpedanz der angeschlossenen Schaltung angepasst werden. Die Antenneneffizienz wird dadurch maximiert.

[0122] Fig. 26 zeigt eine Koppelstruktur außerhalb der eigentlichen Schlitzantenne. Die Koppelvorrichtung 34, kann - unabhängig davon, ob induktiv oder kapazitiv - auch in einem Schlitzelement 36 außerhalb der eigentlichen Schlitzantenne platziert werden. Die Koppelvorrichtung 34 regt das Schlitzelement 36 an, das wiederum die Schlitzantenne anregt.

[0123] Wie in Fig. 27 zu sehen ist, können auch beliebig viele Schlitzelemente 36 an beliebigen Stellen mit dem Schlitz 12 zwecks Speisung verbunden sein.

[0124] Fig. 28 zeigt eine Schlitzantenne, bei der die Elektrode 20 Schlitzelemente 36 aufweist, in denen Koppelvorrichtungen 34 angeordnet sind. Eine derartige Anordnung kann auch als Umweg-Schlitz-Anordnung bezeichnet werden.

[0125] Die Schlitzelemente 36 bzw. Koppelvorrichtungen 34 können somit - je nach Anwendungsfall - außerhalb oder innerhalb der eigentlichen Schlitzantenne liegen.

[0126] In Fig. 29 sind Mehrtor-Antennen bzw. Multiport-Antennen in nur einem Schlitz 12 gezeigt, welche kapazitiv und/oder induktiv angeregt werden. Die Kopplung basiert auf der kapazitiven und/oder induktiven Feldkopplung der Speisstruktur.

[0127] Zwei oder mehrere Koppelvorrichtungen 34, die im gleichen Frequenzbereich aktiv sind und die sich gegenseitig nicht beeinflussen bzw. stören dürfen und/oder maximal entkoppelt sind, müssen ca. $\lambda/4$ voneinander entfernt sein. Bei geringerer Entfernung nimmt die gegenseitige Beeinflussung zu.

[0128] Bei einem Schlitz 12 mit Umfang λ dürfen die Koppelvorrichtungen 34 insbesondere auch nicht weiter als $\lambda/4$ voneinander entfernt sein.

[0129] Beispielsweise kann die rechte Koppelvorrichtung 34 mit einem Netzwerk verbunden sein.

[0130] Durch die Beschaltung eines zweiten oder mehrerer weiterer Koppelvorrichtungen 34 mit einem Netzwerk aus elektrischen Bauteilen wird die Richtcharakteristik des Speisepunktes beeinflusst. Je nach Beschaltung der Koppelvorrichtungen 34 kann der Strombelag der Schlitzantenne so beeinflusst werden, dass die Hauptstrahlrichtung geschwenkt werden kann.

[0131] Mit einer beschalteten Koppelvorrichtung 34 kann die Antennenkeule in einer Dimension geschwenkt

werden. Mit mindestens zwei beschalteten Koppelvorrichtungen 34, die orthogonal zueinander angeordnet sind, kann die Antennenkeule in zwei Dimensionen geschwenkt werden. Die Beschaltung der Koppelvorrichtungen 34 kann dazu veränderbar und/oder in unterschiedlichen Frequenzbereichen wirksam sein.

[0132] In Fig. 30 sind mehrere Speisepunkte im gleichen Frequenzbereich gezeigt, welche insbesondere maximal entkoppelt sind. Die linke Koppelvorrichtung 34 bildet einen ersten Speisepunkt und die beiden rechten Koppelvorrichtungen 34 bilden einen zweiten und einen dritten Speisepunkt.

[0133] Wenn der erste Speisepunkt symmetrisch und der zweite Speisepunkt unsymmetrisch angeregt wird, beeinflussen sich die beiden Speisepunkte nicht und können beliebig weit voneinander angeordnet werden, ohne sich gegenseitig zu stören.

[0134] Fig. 31 zeigt mehrere Speisepunkte in unterschiedlichen Frequenzbereichen, welche insbesondere maximal entkoppelt sind. Die Koppelvorrichtungen 34 sind insbesondere unterschiedlich lang.

[0135] Arbeiten alle Speisepunkte in einer Schlitzantenne auf unterschiedlichen Frequenzen, regen diese unterschiedliche strahlungsfähige Moden an. Dadurch beeinflussen bzw. stören sie sich nicht gegenseitig. Der Abstand kann frei gewählt werden, ohne gegenseitige Einflussnahme der Speisestrukturen.

[0136] Speisestrukturen, die den Schlitz 12 in unterschiedlichen Frequenzbereichen anregen, erreichen dies nur durch das Anregen von höheren Moden. Je länger der Schlitz 12 im Vergleich zu den Moden-Wellenlängen ist, desto diffuser wird die Richtcharakteristik.

[0137] In Fig. 32 ist gezeigt, dass eine Schlitzantenne auch mehrere, z.B. zwei, Elektroden 20 aufweisen kann.

[0138] Die Koppelvorrichtung 34 führt zu einem kreuzpolaren Fernfeld. So kann, basierend auf einer induktiven und/oder kapazitiven Feldkopplung der Speisestruktur, eine kreuzpolarisierte Antenne erzeugt werden.

[0139] Mit den gestrichelten Pfeilen sind unterschiedliche Polarisations Ebenen 38 angedeutet.

[0140] Für eine ideale Kreuzpolarisation sind die beiden Elektroden 20 vorzugsweise quadratisch. Dann sind die beiden Fernfelder ideal dekorreliert.

[0141] Je rechteckiger und somit ungleicher die Seitenlängen der Schlitze 12 sind, desto höher ist die Korrelation der beiden Fernfelder. Die Kreuzpolarität nimmt ab.

[0142] Fig. 33 zeigt eine Schlitzantenne, die eine Polarisations-Diversität aufweist. Die drei Koppelvorrichtungen 34 erzeugen verschiedene Polarisations Ebenen 38. Beispielsweise kann die linke Koppelvorrichtung 34 für eine Polarisation von $+45^\circ$ sorgen, die mittlere Koppelvorrichtung 34 für $\pm 45^\circ$ und die rechte Koppelvorrichtung für -45° .

[0143] Abhängig vom Phasenversatz der einzelnen Speisesignale zueinander können mit drei Speisepunkten zwei unabhängig voneinander zirkularpolarisierte Signale abgestrahlt werden.

[0144] Ebenso können drei Signale linearpolarisiert und orthogonal zueinander abgestrahlt werden. Dieser Aufbau kann z.B. für eine Polarisations-Diversität bzw. MIMO genutzt werden.

[0145] In Fig. 34 ist eine Schlitzantenne dargestellt, welche durch eine Multi-Speisung eine Richtcharakteristik aufweisen kann.

[0146] Zwei im gleichen Frequenzbereich aktive Koppelvorrichtungen 34 sind in einem Abstand von $n \cdot \lambda/4$ in einem Schlitz 12 angeordnet. Der Schlitz 12 kann z.B. quadratisch, rechteckig, rund oder oval sein und eine Länge von $n \cdot \lambda$ aufweisen, wobei n eine ganze Zahl sein kann, z.B. 1, 2, 3, 4, 5 oder größer. Die Koppelvorrichtungen 34 sind voneinander entkoppelt und haben ein zueinander orthogonal polarisiertes Fernfeld. Das Summenfernfeld ist kreuzpolar.

[0147] Fig. 35 zeigt eine elektrisch kurze Schlitzantenne, insbesondere mit einer Länge des Schlitzes 12 von kleiner A. Die Kopplung basiert insbesondere auf einer induktiven und/oder kapazitiven Feldkopplung der Speisestruktur.

[0148] Die Elektrode 20 ist über Stege 40 mit der Maschenfläche 10 verbunden.

[0149] Der Abstand zwischen der Koppelvorrichtung 34 und dem unteren Steg 40 kann etwa $\lambda/8$ betragen. Der rechte Schlitz 12 kann insbesondere eine Teilschlitzlänge von weniger als $\lambda/2$ aufweisen. Die Kurzschlussbreite kann kleiner als $\lambda/20$ sein.

[0150] Mit der Feldkopplung (kapazitive und/oder induktive Kopplung) können auch elektrisch kurze Schlitzantennen angeregt werden. Mit Hilfe zweier Kurzschlüsse im Abstand von der Hälfte der Wellenlänge λ des Nutzsymbols wird die Resonanz und/oder eine Polarisation senkrecht zu der Ebene, die durch die beiden Kurzschlüsse aufgespannt wird, insbesondere unabhängig von der Lage der Speisepunkte, erzwungen. Dies gilt z. B. für elektrisch kurze und/oder elektrische lange Ringschlitze, ebenso wie für Ringschlitze, deren Länge genau der Wellenlänge entspricht.

[0151] Die Ausführungsform gemäß Fig. 36 entspricht im Grunde dem Aufbau gemäß Fig. 35. Jedoch sind die Stege 40 durch Kapazitäten 42 ersetzt. Die Kapazitäten 42 sind vorzugsweise einstellbar. Die Schlitzantenne kann auf diese Weise abgestimmt werden.

[0152] In Fig. 37 ist eine fraktale Schlitzantenne dargestellt. Die Kopplung basiert insbesondere auf einer induktiven und/oder kapazitiven Feldkopplung der Speisestruktur.

[0153] Der Schlitz 12 kann insbesondere mehrere Ecken aufweisen und auf diese Weise Fraktale 44 ausbilden.

[0154] Die einzelnen Fraktale 44 stellen separate Schlitzstrahler dar, sofern deren Umfang im Bereich der Wellenlänge des Nutzsymbols liegt. Für jeden Frequenzbereich kann durch weitere Iterationsschritte die Größe der Fraktale 44 angepasst und resonant gemacht werden. Die einzelnen Schlitzstrahler haben vorzugsweise eine identische Richtcharakteristik und beeinflussen sich

insbesondere nicht gegenseitig.

[0155] Fig. 38 zeigt eine Multiportantenne, welche eine Richtcharakteristik aufweist. Mehrtor-Antennen können z.B. zur Steuerung der Polarität des Fernfeldes und zur Anpassung der Fußpunktimpedanz am Speisepunkt verwendet werden.

[0156] Die Multiportantenne kann mehrere, z.B. drei, Koppelvorrichtungen 34 aufweisen. Wenigstens eine Koppelvorrichtung 34 kann mit einem Netzwerk 46 verbunden sein.

[0157] Durch die Beschaltung eines zweiten oder mehrerer weiterer Koppelvorrichtungen 34 mit einem Netzwerk 46 aus elektrischen Bauteilen kann die Dekorrelation bzw. Entkopplung der Fernfelder zweier oder mehrerer Speisepunkte verbessert werden. Dies erhöht insbesondere die Reichweite und/oder Störfestigkeit bei Mehrwegeausbreitung, MIMO und/oder Antennen-Diversität, z.B. Maximum-Ratio-Combining und/oder Schalt-Diversität. Blinde Bereiche des einen Speisepunktes im Rundstrahlverhalten können durch Maxima im Antennengewinde eines anderen Speisepunktes ausgeglichen werden. Das Fernfeld der beiden oder mehrerer Speisepunkte wird insbesondere gegeneinander gedreht, bis Einzüge im Summendiagramm ausgeglichen sind.

[0158] Bezugnehmend auf Fig. 39 kann durch die Beschaltung eines zweiten oder mehrerer weiterer Koppelvorrichtungen 34 mit einem Netzwerk 46 aus elektrischen Bauteilen die Fußpunktimpedanz des Speisepunktes beeinflusst werden. Insbesondere im Sendefall mit hohen Leistungen können so kostspielige, hochgütige Bauteile zur Anpassung der Fußpunktimpedanz am Speisepunkt selbst vermieden werden.

[0159] Bezugnehmend auf Fig. 40 kann durch die Beschaltung eines zweiten oder mehrerer weiterer Koppelvorrichtungen 34 mit einem Netzwerk 46 aus elektrischen Bauteilen die Strahlungspolarisation des Fernfeldes eines oder mehrerer Speisepunkte entweder linear vertikal, linear horizontal oder rechts- bzw. linkszirkular, abhängig von der Beschaltung, frei eingestellt werden.

[0160] Wie in Fig. 41 gezeigt ist, ist mittels einer Multiportspeisung auch eine zirkuläre Polarisation möglich. Die Phase der linken Koppelvorrichtung 34 kann beispielsweise 0° und die der rechten Koppelvorrichtung 34 90° betragen.

[0161] Der Abstand zwischen den Koppelvorrichtungen 34 kann insbesondere $\lambda/4$ betragen.

[0162] Schlitzantennen, die ein Vielfaches "n" der Wellenlänge lang sind, können durch zwei Speisepunkte, deren Speisesignal gegeneinander um 90° verschoben sind und ein Vielfaches "n" von $\lambda/4$ voneinander entfernt sind, zu zirkularpolarisierten Antennen umfunktioniert werden.

[0163] Bezugnehmend auf Fig. 42 kann die Polarität des Fernfeldes durch Strukturmaßnahmen gesteuert werden.

[0164] Der obere und der untere Schlitz 12 können z.B. eine Breite aufweisen, welche schmaler ist als die Brei-

te der seitlichen Schlitz 12.

[0165] Diskontinuitäten im Wellenwiderstandsverlauf des Ringschlitzes, insbesondere auf gegenüberliegenden Seiten, führen zu einer zirkularpolarisierten Abstrahlung. In diesem Fall ist die Spaltbreite der seitlichen Schlitz 12 in dem Abschnitt, in dem sich die Speisung befindet, größer als beim oberen bzw. unteren Schlitz 12. Möglich wäre jedoch auch der umgekehrte Fall.

[0166] Bei der Ausführungsform, welche in Fig. 43 dargestellt ist, ist lediglich der untere Schlitz 12 schmaler als die anderen Schlitz 12.

[0167] Die Diskontinuitäten im Wellenwiderstandsverlauf des Schlitzes 12 müssen nicht zwangsläufig symmetrisch sein. Das Zentrum der Diskontinuität sollte insbesondere $\lambda/8$ von der Koppelvorrichtung 34 entfernt sein.

[0168] Wie in Fig. 44 gezeigt ist, kann die Diskontinuität beispielsweise durch einen Steg 40 gebildet sein. So kann ein Kurzschluss zwischen der Elektrode 20 und der Massefläche 10 geschaffen werden. Der Abstand zwischen dem Speisepunkt und dem Steg 40 kann insbesondere $\lambda/8$ betragen.

[0169] Diskontinuitäten können an einer oder mehreren Seiten, z.B. auf gegenüberliegenden Seiten, auftreten.

[0170] Wie in Fig. 45 dargestellt ist, kann der Steg 40 auch unterbrochen sein. Durch die Engstelle kann sich insbesondere ein niederohmiger Wellenwiderstand ergeben.

[0171] Alternativ kann auch, wie in Fig. 46 gezeigt ist, eine Weitung vorliegen, wodurch sich insbesondere ein hochohmiger Wellenwiderstand ergibt. Die Weitung kann insbesondere durch Schlitzelemente 36 in der Elektrode 20 und/oder der Massefläche 10 gebildet sein.

[0172] Wie in Fig. 47 gezeigt ist, können sich Umweg-Schlitz 36 horizontal erstrecken. Abgesehen von dem Spezialfall, dass die gezeigten Umweg-Schlitz $\lambda/8$ von den Speisepunkten entfernt sind und somit eine zirkuläre Fernfeldpolarisation bewirken, begünstigen die Umweg-Schlitz 36 eine Fernfeldpolarisation. Horizontale Umweg-Schlitz (unsymmetrisch oder symmetrisch) verbessern die vertikale Polarisation. Die Vorzugspolarisation des Fernfeldes ist insbesondere unabhängig von der Position des Speisepunktes.

[0173] In Fig. 48 sind die Umweg-Schlitz 36 vertikal orientiert. Vertikale Umweg-Schlitz (symmetrisch oder unsymmetrisch) verbessern die horizontale Polarisation.

[0174] In Fig. 49 ist eine Schlitzantenne dargestellt, welche als Breitbandstrahler mit kegelförmigen Schlitzelementen ausgebildet ist. Der Öffnungswinkel W kann insbesondere konstant sein.

[0175] Wie in Fig. 50 gezeigt ist, kann die Speisung kapazitiv erfolgen.

[0176] Die Form der Koppelvorrichtung 34, z.B. linear, konisch, doppelkonisch oder elliptisch, definiert neben der Form des Schlitzes 12 die Bandbreite, in der die Antenne effektiv strahlungsfähig ist.

[0177] Wie in Fig. 51 gezeigt ist, kann die Speisung

auch induktiv erfolgen.

[0178] In Fig. 52 ist ein Breitband-Schlitzstrahler mit einer kapazitiven Speisung dargestellt, während in Fig. 53 eine induktive Speisung gezeigt ist, jeweils bei einer länglichen Koppelvorrichtung 34.

[0179] Fig. 54 zeigt einen Breitband-Schlitzstrahler mit einer kapazitiven Speisung, während in Fig. 55 eine induktive Speisung gezeigt ist, jeweils bei einer elliptischen Koppelvorrichtung 34.

[0180] In Fig. 56 ist ein Breitband-Schlitzstrahler mit einer kapazitiven Speisung dargestellt, während in Fig. 57 eine induktive Speisung gezeigt ist, jeweils bei einer zumindest näherungsweise rautenförmigen Koppelvorrichtung 34.

[0181] Dabei ergibt sich ein exponentieller Verlauf 48 der Schlitzelemente. Dies ist vergleichbar mit so genannten Vivaldi-Antennen.

[0182] Fig. 58 zeigt eine gerichtete Schleifenantenne, welche insbesondere unabhängig von der Polarisierung ist. Die Antenne ist als Richtantenne ausgebildet und umfasst einen Reflektor 50.

[0183] Wie in Fig. 59 dargestellt ist, kann auch ein Direktor 52 vorgesehen sein.

[0184] Bezugnehmend auf Fig. 60 kann auch lediglich ein Direktor 52, jedoch kein Reflektor 50 vorgesehen sein.

[0185] Wie in Fig. 61 dargestellt ist, können auch mehrere Direktoren 52 vorgesehen sein.

[0186] Eine Richtantenne kann somit beliebig viele Reflektoren und/oder Direktoren umfassen.

[0187] Fig. 62 zeigt eine Schlitzantenne mit multiresonanten Strukturen für mehrere Frequenzbänder mit identischer Richtcharakteristik. Es liegen quasi mehrere Schlitzantennen ineinander, wobei jeweils eine Koppelvorrichtung 34, also insgesamt zwei Ports, vorgesehen ist.

[0188] Die äußere Ringantenne kann für niedrige Frequenzen und die innere Ringantenne für höhere Frequenzen dienen. Beide können eine identische Richtcharakteristik aufweisen und sich insbesondere nicht gegenseitig beeinflussen. Es werden insbesondere immer nur die beiden Grundmoden der Schlitzantenne angeregt.

[0189] Wie in Fig. 63 dargestellt ist, können auch mehrere Elektroden 20 vorgesehen sein. Es sind somit quasi zwei Schlitzantennen nebeneinander angeordnet, wobei jede Schlitzantenne eine Koppelvorrichtung 34 im Schlitz 12 aufweisen kann.

[0190] Der lange Schlitz 12 wird insbesondere für niedrigere Frequenzen angeregt und der kurze Schlitz darunter für höhere Frequenzen. Beide können die identische Richtcharakteristik haben und beeinflussen sich insbesondere nicht gegenseitig. Es werden vorzugsweise immer nur die beiden Grundmoden der Schlitzantenne angeregt.

[0191] Auch in Fig. 64 sind gewissermaßen zwei Schlitzantennen nebeneinander angeordnet.

[0192] Der lange Schlitz 12 wird für niedrigere Frequenzen angeregt und der kurze Schlitz 12 darunter für

höhere Frequenzen. Beide teilen sich einen Teil ihres Schlitzes 12 und können somit vom gleichen Ort aus gespeist werden.

[0193] Beide Schlitzantennen können die identische Richtcharakteristik haben und beeinflussen sich insbesondere nicht gegenseitig. Es werden vorzugsweise immer nur die beiden Grundmoden der Schlitzantenne angeregt.

[0194] In Fig. 65 und Fig. 66 sind jeweils zwei Schlitzantennen ineinander angeordnet.

[0195] Der lange Schlitz 12 wird für niedrigere Frequenzen angeregt und der kurze Schlitz 12 darin für höhere Frequenzen. Beide teilen sich einen Teil ihres Schlitzes 12 und können somit vom gleichen Ort aus gespeist werden.

[0196] Beide Schlitzantennen können die identische Richtcharakteristik haben und beeinflussen sich insbesondere nicht gegenseitig. Es werden vorzugsweise immer nur die beiden Grundmoden der Schlitzantenne angeregt.

[0197] Fig. 67 zeigt eine pseudo-fraktale Schlitzantenne.

[0198] Die zugrunde liegende Schlitzantenne wird quasi um kleinere Schlitzantennen, die einem Bruchteil der Originalgröße entsprechen, ergänzt, ohne die Grundform zu verändern. Die kleineren Teilschlitz müssen nicht zwangsläufig gleich groß sein. Ihre Länge kann auf die jeweilige Resonanzfrequenz angepasst werden.

[0199] Neben der originalen Schlitzantenne können ebenso die Teilschlitz 12 mit einer kapazitiven und/oder induktiven Ankopplung für den jeweiligen Frequenzbereich angeregt werden. Die einzelnen Schlitzstrahler haben vorzugsweise eine identische Richtcharakteristik und beeinflussen sich insbesondere nicht gegenseitig.

[0200] Bezugnehmend auf Fig. 68 können die Koppelvorrichtungen 34 auch an einer anderen Position angeordnet sein.

[0201] Sind alle Teilschlitz 12 im gleichen Frequenzbereich aktiv und werden diese separat gespeist, entsteht eine Antennengruppe, deren Richtcharakteristik eine erhöhte Bündelung in Richtung der Flächennormale aufweist.

[0202] Wie in Fig. 69 dargestellt ist, können die Elektroden 20 auch in Eckbereichen der Massefläche 10 angeordnet sein.

[0203] Der lange Schlitz 12 kann für niedrigere Frequenzen angeregt werden und der kurze Schlitz 12 an der Ecke für höhere Frequenzen. Beide teilen sich einen Teil ihres Schlitzes 12 und können somit platzsparend aufgebaut werden.

[0204] Beide Schlitzantennen können eine identische Richtcharakteristik aufweisen und beeinflussen sich insbesondere nicht gegenseitig. Es werden vorzugsweise immer nur die beiden Grundmoden der Schlitzantenne angeregt.

[0205] In Fig. 70 überlappen die beiden Schlitzantennen. Anstelle zweier Koppelvorrichtungen 34 kann auch lediglich eine Koppelvorrichtung 34 vorgesehen sein.

[0206] Für ein niedrige Frequenz wirken beide Schlitzze wie ein langer Schlitz 12. Der überlappende Bereich wird insbesondere nur wenig angeregt. Für höhere Frequenzen wirkt nur der Ringschlitz, in dem sich die Koppelvorrichtung 34 befindet.

[0207] In beiden Frequenzbereichen ist die Richtcharakteristik ähnlich. Es werden insbesondere immer nur die beiden Grundmoden der Schlitzantenne angeregt.

[0208] Fig. 71 zeigt überlappende Schlitzantennen. Dies entspricht einer klassischen Funktionsweise einer Fraktalantenne. Die Schlitzantenne wird multiresonant und kann mit einer Koppelvorrichtung 34 oder mehreren Koppelvorrichtungen 34 in unterschiedlichen Frequenzbereichen angeregt werden.

[0209] Im Frequenzbereich, in dem alle einzelnen Schlitzze 12 so lang wie die Wellenlänge des Nutzsignals sind, wirken sie wie eine Antennengruppe und erhöhen die Bündelung der Richtcharakteristik.

[0210] Wie in Fig. 72 gezeigt ist, kann die Schlitzantenne auch eine Umweg-Schlitz-Anordnung umfassen, wobei die Massefläche 10 im Bereich der Ecken der Elektrode 20 Schlitzelemente 36 aufweisen kann, die auch Umweg-Schlitzze genannt werden.

[0211] In den Endbereichen der Schlitzelemente 36 können Kapazitäten 42 angeordnet sein.

[0212] Aus einem Umweg-Schlitz 36 und der direkt daran angrenzenden einstellbaren Kapazität 42 entsteht ein elektrischer Parallelschwingkreis, wobei der Umweg-Schlitz 36 die Induktivität darstellt.

[0213] Die Länge des Umweg-Schlitzes 36 und somit dessen induktiver Anteil am Parallelschwingkreis können insbesondere mit Hilfe seiner Länge und/oder Breite eingestellt werden.

[0214] Mit Hilfe der einstellbaren Kapazität 42 kann in einem breiten Frequenzbereich (abhängig vom Einstellbereich der Kapazität 42) am Anschlusspunkt des Ringschlitzes 12 ein Kurzschluss oder ein Leerlauf erzeugt werden.

[0215] Durch ein Abstimmen der einzelnen Parallelschwingkreise können insbesondere mit nur einem Speisepunkt Signale mit unterschiedlicher Polarisation abgestrahlt werden.

[0216] Eine derartige Schlitzantenne, mit welcher insbesondere ein Polarisationswechsel möglich ist, kann z. B. für Polarisations-MIMO (-Diversität) für Mobilfunk, WLAN und/oder Bluetooth verwendet werden.

[0217] Die Kapazitäten 42 können z.B. gegen den Uhrzeigersinn von eins bis vier (PS1, PS2, PS3, PS4) durchnummeriert werden. Weisen sämtliche Kapazitäten 42 einen Kurzschluss auf, so ist die Schlitzantenne linear polarisiert.

[0218] Die Neigung der Polarisationssebene gegenüber dem Horizont ist insbesondere abhängig von der Position der Koppelvorrichtung 34 im Ringschlitz 12.

[0219] Ist die Impedanz an der Position PS1 größer an der Position PS2 und diese wiederum größer als an der Position PS3 und diese wiederum größer als an der Position PS4, also $\text{Impedanz}(PS1) > \text{Impedanz}(PS2) > \text{Im}$

$\text{pedanz}(PS3) > \text{Impedanz}(PS4)$ und befindet sich die Koppelvorrichtung 34 zwischen PS1 und PS4, führt dies zu einer linkszirkularen Polarisation.

[0220] Ist hingegen die $\text{Impedanz}(PS1) < \text{Impedanz}(PS2) < \text{Impedanz}(PS3) < \text{Impedanz}(PS4)$ und befindet sich die Koppelvorrichtung 34 zwischen PS1 und PS4, führt dies zu einer rechtszirkularen Polarisation.

[0221] Falls die $\text{Impedanz}(PS2) = \text{Impedanz}(PS4) \gg \text{Impedanz}(PS1) = \text{Impedanz}(PS3)$ ist und sich die Koppelvorrichtung 34 zwischen PS1 und PS4 befindet, führt dies zu einer linearen Polarisation mit 45° Neigung.

[0222] Falls hingegen die $\text{Impedanz}(PS2) = \text{Impedanz}(PS4) \ll \text{Impedanz}(PS1) = \text{Impedanz}(PS3)$ ist und sich die Koppelvorrichtung 34 zwischen PS1 und PS4 befindet, führt dies zu einer linearen Polarisation mit -45° Neigung.

[0223] Wie im Zusammenhang mit Fig. 73 erläutert wird, ist auch ein Polarisationswechsel ohne Umwegleitungen möglich.

[0224] Diskontinuitäten im Wellenwiderstandsverlauf der Schlitzantenne führen insbesondere zu Reflektionen und/oder zu stehenden Wellen auf der Schlitzantenne.

[0225] Abhängig von der Laufrichtung der Reflektionen entsteht eine zirkularpolarisierte Abstrahlung.

[0226] Die einstellbaren Kapazitäten 42 sorgen für eine gezielte Laufrichtung der Reflektionen.

[0227] Die Polarisation des Fernfeldes lässt sich somit für eine beliebige Anzahl an Koppelvorrichtungen 34 zwischen linear und zirkular polarisierter Abstrahlung einstellen.

[0228] Eine derartige Schlitzantenne, mit welcher insbesondere ein Polarisationswechsel möglich ist, kann z. B. für Polarisations-MIMO (-Diversität) für Mobilfunk, WLAN und/oder Bluetooth verwendet werden.

[0229] Ist die $\text{Impedanz}(PS1) < \text{Impedanz}(PS2) < \text{Impedanz}(PS3) < \text{Impedanz}(PS4)$ und befindet sich die Koppelvorrichtung 34 zwischen PS1 und PS4, führt dies zu einer rechtszirkularen Polarisation.

[0230] Ist hingegen die $\text{Impedanz}(PS1) > \text{Impedanz}(PS2) > \text{Impedanz}(PS3) > \text{Impedanz}(PS4)$ und befindet sich die Koppelvorrichtung 34 zwischen PS1 und PS4, führt dies zu einer linkszirkularen Polarisation.

[0231] Falls die $\text{Impedanz}(PS1) = \text{Impedanz}(PS3) \gg \text{Impedanz}(PS2) = \text{Impedanz}(PS4) \ll \text{Wellenwiderstand}$ der Schlitzantenne ist und sich die Koppelvorrichtung 34 zwischen PS1 und PS4 befindet, führt dies zu einer horizontalen, linearen Polarisation.

[0232] Falls hingegen der Wellenwiderstand der Schlitzantenne $\gg \text{Impedanz}(PS1) = \text{Impedanz}(PS3) \ll \text{Impedanz}(PS2) = \text{Impedanz}(PS4)$ ist und sich die Koppelvorrichtung 34 zwischen PS1 und PS4 befindet, führt dies zu einer vertikalen, linearen Polarisation.

[0233] In Fig. 74 ist die Richtcharakteristik von Moden dargestellt. Die Schlitzantenne kann im Grundmodus 54 (als Kreis dargestellt) in eine Hauptstrahlrichtung (als gestrichelter Pfeil dargestellt) abstrahlen. Die Hauptstrahlrichtung ist insbesondere rechtwinklig zur Ebene der Elektrode 20 orientiert.

[0234] Auch kann die Schlitzantenne in einem höheren Modus 56 (als Herz dargestellt) - hier in einem nächst höheren Modus - in Hauptstrahlrichtungen (als gestrichelte Pfeile) abstrahlen, insbesondere schräg zur Ebene der Elektrode 20.

[0235] Je höher die Resonanzfrequenz des angeregten Modus 56 bei gleich bleibender Geometrie der Schlitzantenne ist, desto diffuser wird die Richtcharakteristik. Es bilden sich immer mehr Maxima und Minima in der Richtcharakteristik aus.

[0236] Zumeist ist dieses Phänomen unerwünscht. Für eine Raum-Diversität und/oder bei MIMO-Antennensystemen ist dies jedoch wünschenswert.

[0237] Fig. 75 zeigt eine Schlitzantenne mit Umweg-Schlitz 36. Die Schlitzantenne weist eine modenunabhängige Richtcharakteristik auf.

[0238] Mit Hilfe von Parallelschwingkreisen aus den Umweg-Schlitz 35 und einstellbaren Kapazitäten 42 kann für höhere Moden der Stromfluss an den Kanten des Ringschlitzes 12 im Bereich der Umweg-Schlitz 36 um 180° gedreht werden. Dadurch fließen alle Ringstromanteile zur gleichen Zeit in dieselbe Richtung und überlagern ihr Fernfeld konstruktiv.

[0239] Der höhere Modus 56 hat die gleiche Richtcharakteristik mit nur einer Hauptstrahlrichtung wie der Grundmodus 54. Werden die Parallelschwingkreise zu Kurzschlüssen, entsteht wieder ein Fernfeld mit mehreren Strahlrichtungen. Dieses Verfahren kann für MIMO und/oder eine Raum-Diversität genutzt werden. Die Rundstrahleigenschaften von höheren Moden können insbesondere verbessert werden.

[0240] Nach Fig. 76 können auch innerhalb der Elektrode 20 Schlitzelemente 36 vorgesehen sein. Dadurch werden die Ströme höherfrequenter Moden umgelenkt, wodurch insbesondere die Maxima und Minima in der Richtcharakteristik minimiert werden. Das Rundstrahlverhalten wird weniger diffus. Niederfrequente Moden werden durch die Schlitzelemente 36 kaum beeinflusst, solange die umlaufende Kante der Elektrode 20 nicht unterbrochen wird.

[0241] In Fig. 77 sind die Schlitzelemente 36 T-förmig angeordnet. Abhängig von der Anzahl der Speisepunkte und welcher Modus angeregt wird, werden für die Homogenisierung des Rundstrahlverhaltens mehrere Schlitzelemente 36 zum Umleiten der Ströme benötigt.

[0242] Kommen die Umweg-Schlitz 36 in einem Schlitzstrahler, wie in Fig. 78 gezeigt, mit nur einem Speisepunkt bzw. wenigen Speisepunkten zum Einsatz, beeinflussen sie die Richtcharakteristik des Fernfeldes. Entweder wird das Rundstrahlverhalten homogenisiert oder die Hauptstrahlrichtung geschwenkt. Dies hängt von den Formen, Dimensionen und/oder Positionen der Umweg-Schlitz 36 ab.

[0243] Wie in Fig. 79 gezeigt, können die Schlitzelemente 36 auch kreuzförmig angeordnet sein. Es können mehrere Speisepunkte vorgesehen sein.

[0244] Alternativ kann auch, wie in Fig. 80 dargestellt ist, lediglich ein Speisepunkt vorgesehen sein. Kommen

die Umweg-Schlitz 36 in einem Schlitzstrahler mit nur einem Speisepunkt bzw. wenigen Speisepunkten zum Einsatz, beeinflussen sie die Richtcharakteristik des Fernfeldes. Entweder wird das Rundstrahlverhalten homogenisiert oder die Hauptstrahlrichtung geschwenkt. Dies hängt von den Formen, Dimensionen und/oder Positionen der Umweg-Schlitz 36 ab.

[0245] Wie in den Fig. 81 und 82 gezeigt ist, können auch mehrere, nicht zusammenhängende Umweg-Schlitz 36 vorgesehen sein. Die Anzahl an Speisepunkten ist grundsätzlich beliebig. Kommen die Umweg-Schlitz 36 in einem Schlitzstrahler mit nur einem Speisepunkt bzw. wenigen Speisepunkten zum Einsatz, beeinflussen sie die Richtcharakteristik des Fernfeldes. Entweder wird das Rundstrahlverhalten homogenisiert oder die Hauptstrahlrichtung geschwenkt. Dies hängt von den Formen, Dimensionen und/oder Positionen der Umweg-Schlitz 36 ab.

[0246] Bezugnehmend auf Fig. 83 können die Umweg-Schlitz 36 für die Parallelschwingkreise nach außen in die Massefläche 10 hinein weisen.

[0247] Die Unterdrückung mehrere Hauptstrahlrichtungen kann bei höheren Moden auch z.B. nur für einen engen Frequenzbereich fest eingestellt werden, indem die Umweg-Schlitz 36 eine Länge von einem Viertel der Wellenlänge λ des Nutzsymbols haben.

[0248] Wie in Fig. 84 dargestellt ist, könne die Umweg-Schlitz 36 für die Parallelschwingkreise auch in der Elektrode 20 liegen.

[0249] Wie in Fig. 85 gezeigt ist, kann ein kreuzpolares Fernfeld mit nur einem Speisepunkt erzeugt werden. Dies ist insbesondere unabhängig von der Position des Speisepunktes. Die Umweg-Schlitz 36 dienen dabei als Speiseschlitz.

[0250] Schließen die beiden Umweg-Schlitz 36 einen 90° Winkel ein und sind sie gleich lang, besitzt der gespeiste Ringstrahler bei quadratischer Form eine kreuzpolare Fernfeldpolarisierung. Weichen die Umweg-Schlitz 36 und der Ringschlitz von diesen Kriterien ab, wird eine der beiden Polaritäten gegenüber der anderen bevorzugt abgestrahlt.

[0251] Wie in Fig. 86 dargestellt, können die Speisepunkte auch außerhalb des Rings angeordnet sein. Die Eigenschaften entsprechen jedoch zumindest im Wesentlichen denen in Fig. 85.

[0252] Nach Fig. 87 können Längsschlitzstrahler eine Feldkopplungsstruktur aufweisen. Die Längsschlitz können sich dabei insbesondere kreuzen. Kapazitive und/oder induktive, unsymmetrische und/oder symmetrische Koppelvorrichtungen 34 in zwei Längsschlitzantennen, die sich im beliebigen Winkel kreuzen, beeinflussen sich insbesondere nicht gegenseitig.

[0253] Fig. 88 zeigt eine Antennengruppe mit kapazitiver und/oder induktiver Kopplung. Die Kopplung basiert insbesondere auf der kapazitiven und/oder induktiven Feldkopplung der Speisestruktur. Die Antennengruppe umfasst ein Frequenzband.

[0254] Die Antennengruppe dient dazu, die Richtwir-

kung zu erhöhen, breitbandig und in mehreren Bändern, insbesondere für Bündel-, Richtfunk und/oder Satellitenfunkstrecken und/oder für die folgende Kavität.

[0255] In Fig. 89 ist eine Antennengruppe mit mehreren Frequenzbändern, einem unteren Frequenzband 58 und einem oberen Frequenzband 60, gezeigt.

[0256] Fig. 90 zeigt eine Schlitzantenne mit kapazitiver und/oder induktiver Kopplung, welche eine Kavität 62 aufweist bzw. vor einer Kavität 62 angeordnet ist. Die Kopplung basiert insbesondere auf der kapazitiven und/oder induktiven Feldkopplung der Speisestruktur.

[0257] Die Schlitzantenne mit Kavität 62 ist auch als Antennengruppe möglich.

[0258] Eine Kavität 62 hinter der Schlitzantenne erhöht die Richtwirkung und/oder das Vor-Rückverhältnis der Antennenkeule.

[0259] Mit Hilfe der Feldkopplung (kapazitive und/oder induktive Kopplung) bleibt die Bandbreite der Schlitzantenne mit Kavität 62 erhalten, ähnlich einer Breitbandrichtantenne ohne eine Kavität 62.

[0260] In Fig. 91 ist eine Mobilfunk-Antenne, z.B. LTE-Antenne, dargestellt. Diese ermöglicht ein kreuzpolares Senden und/oder Empfangen.

[0261] Die Schlitzantenne umfasst einen Vorstufenverstärker 64, Leistungsverstärker 66 für den Sendepfad sowie, insbesondere rauscharme, Verstärker 68 für den Empfangspfad.

[0262] Fig. 92 zeigt eine Mobilfunk-Multiband-Antenne, z.B. LTE-Multiband-Antenne. Eine Koppelvorrichtung 34 kann dabei z.B. für (LTE-)Frequenzen von 3,5 GHz oder 3,7 GHz ausgelegt sein.

[0263] Eine andere Koppelvorrichtung 34 kann für 700 MHz, 800 MHz oder 900 MHz (LTE) bzw. 850 MHz oder 900 MHz (GSM) ausgelegt sein. Eine weitere Koppelvorrichtung 34 kann z.B. für 1500 MHz, 1600 MHz, 1800 MHz oder 1900 MHz (LTE) bzw. 1800 MHz oder 1900 MHz (GSM) bzw. UMTS ausgelegt sein. Eine weitere Koppelvorrichtung 34 kann z.B. für 2,6 GHz (LTE) ausgelegt sein.

[0264] Fig. 93 zeigt eine Rundstrahlantenne mit nur einer Koppelvorrichtung 34. Durch die Geometrie sind verschiedene Polarisations Ebenen 38 möglich. Die Dreieckform hat den Vorteil einer kreuzpolaren Abstrahlung, wenn die Speisung im gemeinsamen Schlitz 12 aller drei Schlitzantennen erfolgt.

[0265] Wie in Fig. 94 dargestellt ist, kann die Schlitzantenne auch als Sektor-Antenne mit z.B. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 oder mehr Sektoren ausgebildet sein.

[0266] Sektorisierte Antennengruppen umfassen insbesondere Richtantennen. In Fig. 94 werden diese der Übersichtlichkeit halber jedoch lediglich als einzelne Schlitzantennen ohne Richtelemente dargestellt. Jede einzelne Antenne wird separat gespeist und stört aufgrund ihrer Richtwirkung bzw. durch die kreuzpolare Anregung nicht die jeweilige Nachbarantenne. Durch die Richtwirkung der Einzelantennen ist eine Raumdiversität möglich.

[0267] Werden benachbarte Antennen kreuzpolar

(Fernfelder sind orthogonal bzw. dekorreliert) angeregt, sind diese voneinander entkoppelt und stören sich gegenseitig nicht. Eine derartige Antenne ist insbesondere für MIMO geeignet und/oder kann z.B. für Polarisations-Diversität verwendet werden.

[0268] Die Fig. 95 bis 98 zeigen verschiedene, dreidimensionale Schlitzantennen. Diese können z.B. zylinder-, würfel- bzw. quaderförmig oder anders, z.B. rund, elliptisch, rechteckig oder n-eckig, geformt sein. Die Zylinder sind mit Schlitz 12 in unterschiedlichen Formen und Richtungen komplett oder nur teilweise durchschnitten. Der dabei entstandene Spalt dient als Schlitzstrahler und wird mit einer induktiven und/oder kapazitiven, unsymmetrischen und/oder symmetrischen Koppelvorrichtung gespeist.

[0269] Schlitzantennen funktionieren nicht nur, wenn sie in einer ebenen Fläche liegen. Falls der Schlitz nicht nur in einer Ebene liegt, sondern sich in alle drei Dimensionen erstreckt, beispielsweise um den gesamten Zylinder herum verläuft, weist die Rundstrahlcharakteristik der Schlitzantenne in dessen Ebene unabhängig von der Fernfeldpolarisation keine blinden Bereiche (Minima/Einzüge im Antennengewinn) auf. Schlitzantennen in einer ebenen Fläche können keine Signale aus zur Fläche tangentialer Richtung, die senkrecht zur Fläche polarisiert sind, empfangen. Durch die dreidimensionalen Schlitzantennen in Zylindern kann dies vermieden werden.

30 Bezugszeichenliste

[0270]

10	Massefläche
12	Schlitz
14	Außenleiter, Mantel
16	Innenleiter
18	Koplanarleitung
20	Elektrode
22	Speiseleitung
24	Dielektrikum
26	Hohlleiter
28	Speiseöffnung, Anschluss
30	Kurzschluss
32	Speisevorrichtung
34	Koppelvorrichtung, Koppelleitung
35	Strombelag
36	Schlitzelement, Umweg-Schlitz
38	Polarisationsebene
40	Steg
42	Kapazität
44	Fraktal
46	Netzwerk
48	exponentieller Verlauf
50	Reflektor
52	Direktor
54	Grundmodus

56	höherer Modus
58	unteres Frequenzband
60	oberes Frequenzband
62	Kavität
64	Vorstufenverstärker
66	Leistungsverstärker
68	Verstärker
W	Öffnungswinkel
PS1,PS2,PS3,PS4	Position

Patentansprüche

1. Schlitzantenne, umfassend
zumindest eine Elektrode (20),
eine, insbesondere die Elektrode (20) umgebende,
Massefläche (10), und wenigstens eine Speisevor-
richtung (32), wobei
die Speisevorrichtung (32) im Bereich der Masseflä-
che (10) und/oder der Elektrode (20) angeordnet ist,
und wobei
die Speisevorrichtung (32) eine kapazitive und/oder
induktive Koppelvorrichtung (34) aufweist.
2. Schlitzantenne nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Massefläche (10) und/oder die Elektrode
(20) plattenförmig ausgebildet ist.
3. Schlitzantenne nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Koppelvorrichtung (34) zwischen der Mas-
sefläche (10) und der Elektrode (20) angeordnet ist.
4. Schlitzantenne nach einem der vorhergehenden An-
sprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Koppelvorrichtung (34) in einem Schlitz
(12) zwischen der Elektrode (20) und der Masseflä-
che (10) angeordnet ist.
5. Schlitzantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Koppelvorrichtung (34) in einem Schlitz-
element (36) der Elektrode (20) oder in einem Schlitz-
element (36) der Massefläche (10) angeordnet ist.
6. Schlitzantenne nach einem der vorhergehenden An-
sprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Koppelvorrichtung (34) in der Ebene der
Elektrode (20) und/oder in der Ebene der Masseflä-
che (10) angeordnet ist.
7. Schlitzantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Koppelvorrichtung (34) zwischen der Ebe-
ne der Elektrode (20) und der Ebene der Masseflä-

che (10) angeordnet ist.

8. Schlitzantenne nach einem der vorhergehenden An-
sprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Position der Koppelvorrichtung (34) relativ
zur Elektrode (20) und/oder zur Massefläche (10)
verstellbar ist.
9. Schlitzantenne nach einem der vorhergehenden An-
sprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Speisevorrichtung (32) mehrere kapazitive
und/oder induktive Koppelvorrichtungen (34) um-
fasst.
10. Schlitzantenne nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Koppelvorrichtung (34) symmetrisch und
eine weitere Koppelvorrichtung (34) unsymmetrisch
anregbar oder angeregt ist.
11. Schlitzantenne nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest zwei, vorzugsweise sämtliche, Kop-
pelvorrichtungen (34) symmetrisch anregbar oder
angeregt sind, oder
dass zumindest zwei, vorzugsweise sämtliche, Kop-
pelvorrichtungen (34) unsymmetrisch anregbar oder
angeregt sind.
12. Schlitzantenne nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Abstand zwischen zwei benachbarten
Koppelvorrichtungen (34) mindestens $\lambda/4$ beträgt.
13. Schlitzantenne nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest zwei, vorzugsweise sämtliche, Kop-
pelvorrichtungen (34) in gleichen Frequenzberei-
chen oder unterschiedlichen Frequenzbereichen ar-
beiten.
14. Schlitzantenne nach einem der Ansprüche 9 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest zwei, vorzugsweise sämtliche, Kop-
pelvorrichtungen (34) dieselbe Fernfeldpolarisation
oder unterschiedliche Fernfeldpolarisationen auf-
weisen.
15. Schlitzantenne nach einem der vorhergehenden An-
sprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest ein Reflektor (50) und/oder wenig-
stens ein Direktor (52) vorgesehen ist.

Fig. 1

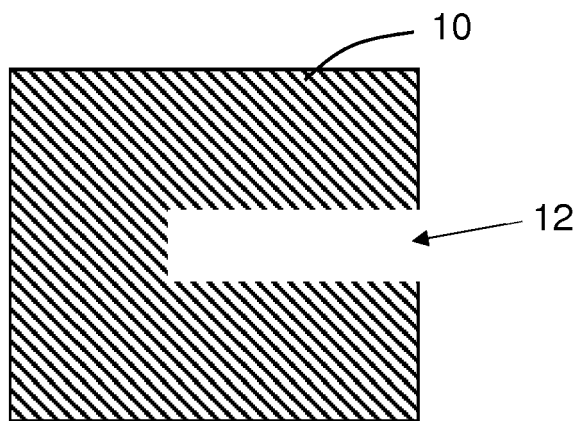


Fig. 2

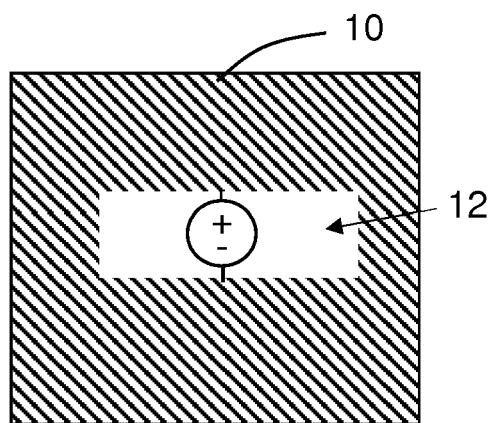


Fig. 3

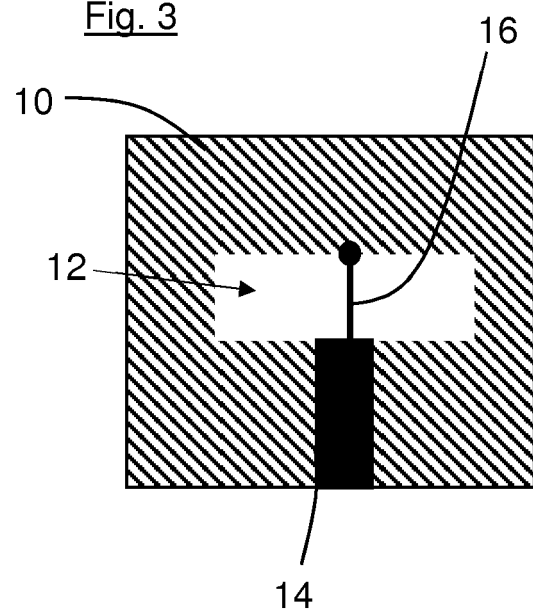


Fig. 4

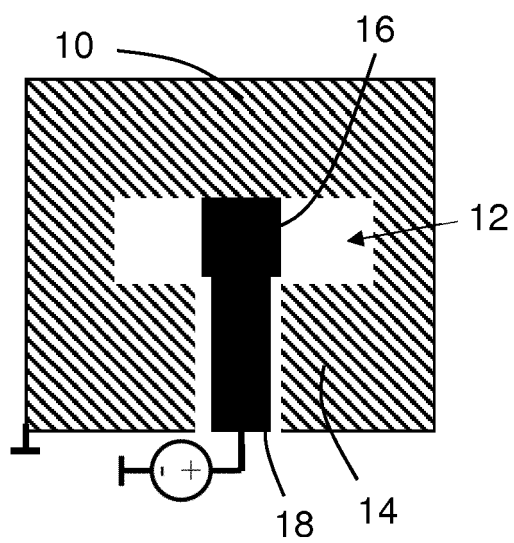


Fig. 5

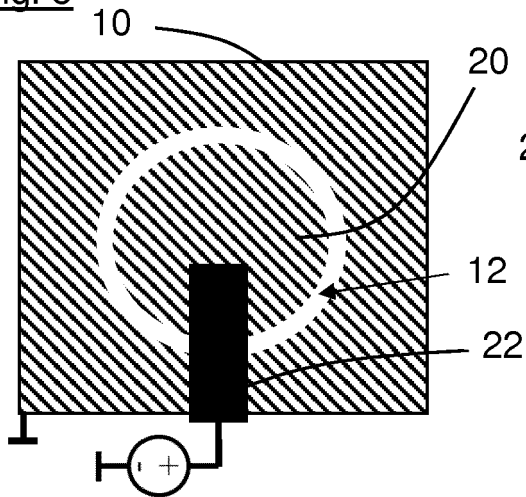


Fig. 6

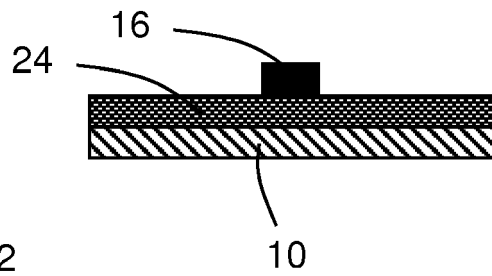


Fig. 7

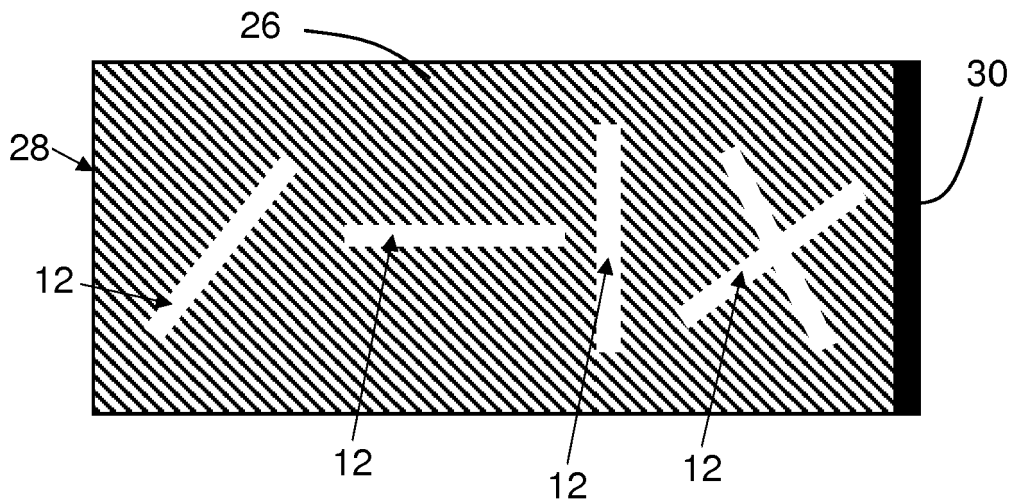


Fig. 8

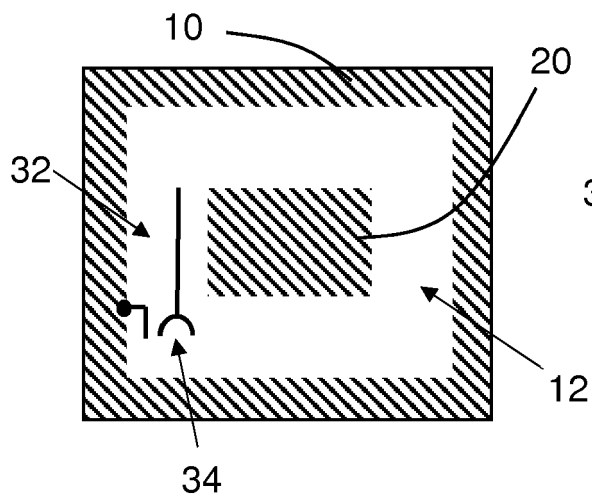


Fig. 9

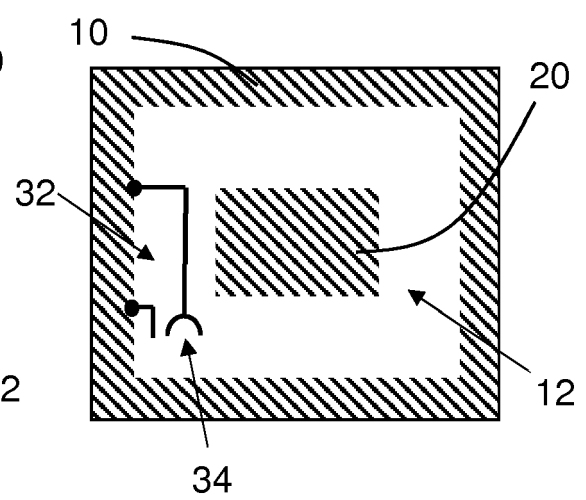


Fig. 10

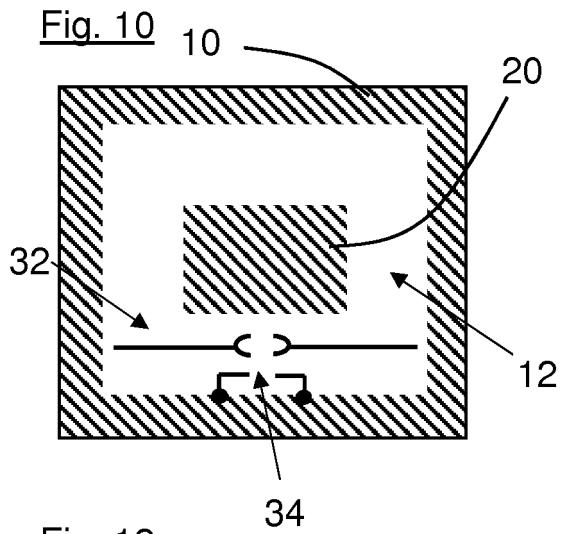


Fig. 11

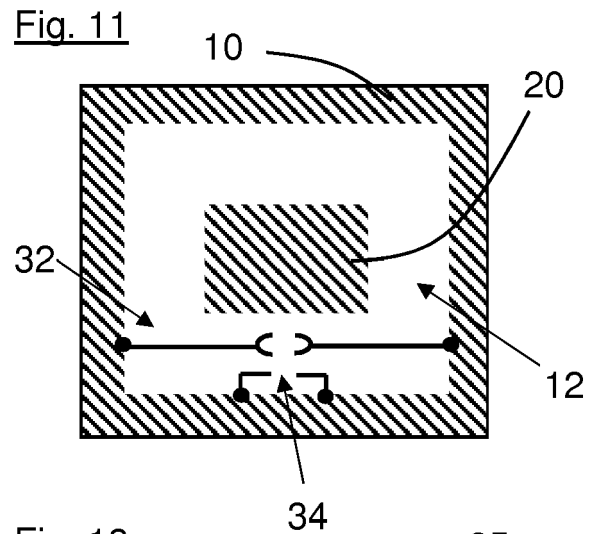


Fig. 12

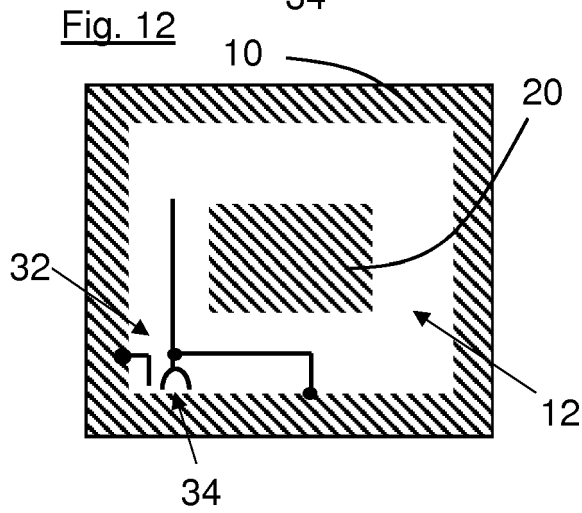


Fig. 13

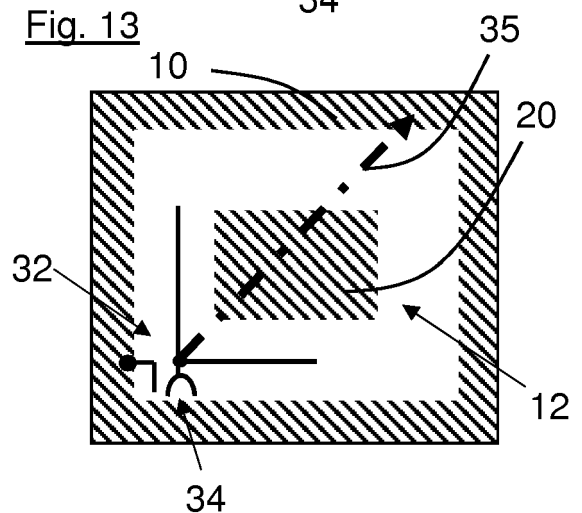


Fig. 14

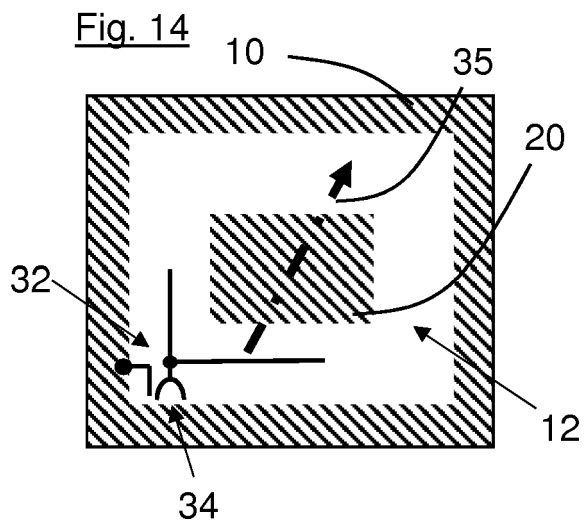
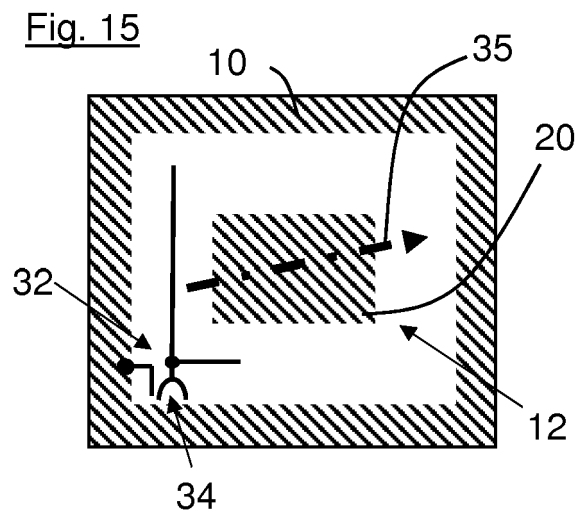


Fig. 15



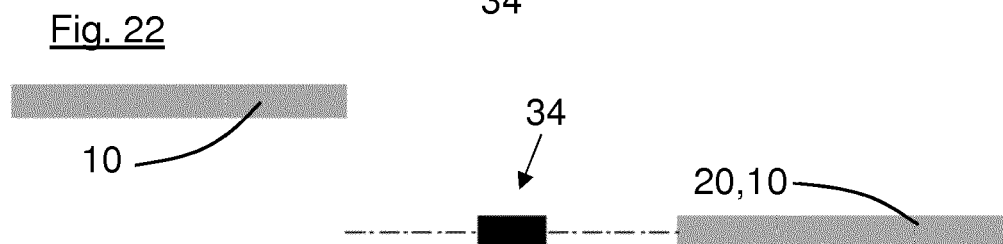
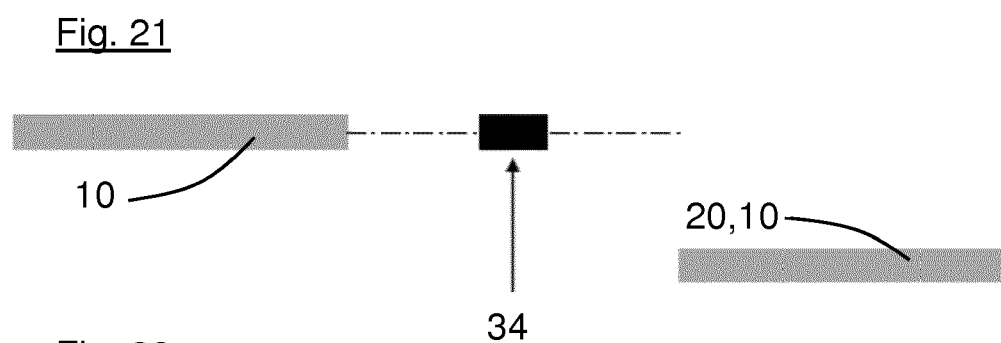
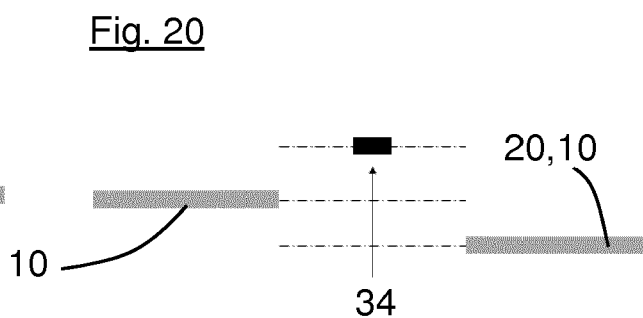
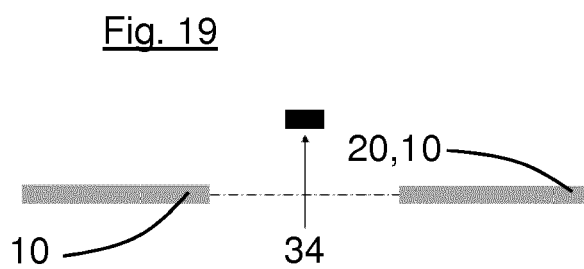
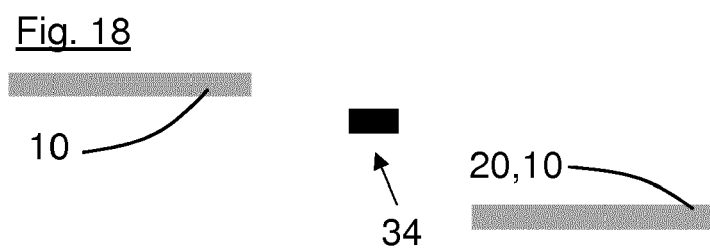
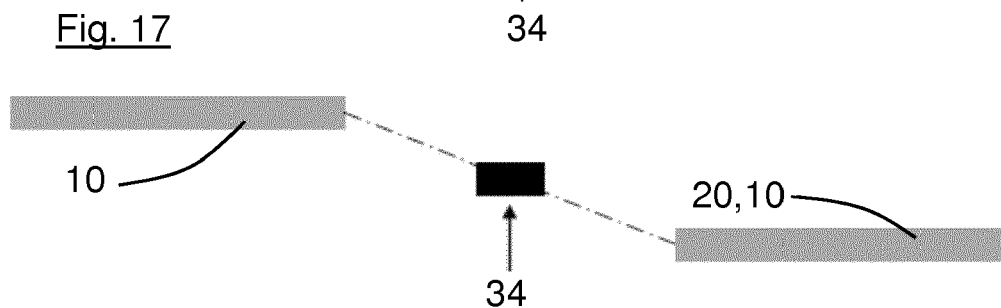
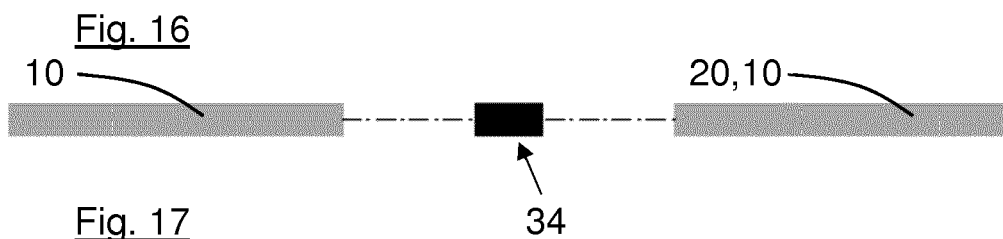


Fig. 23

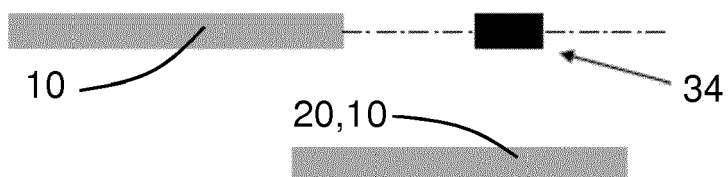


Fig. 24

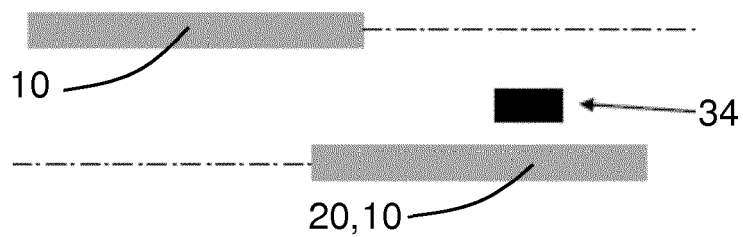


Fig. 25

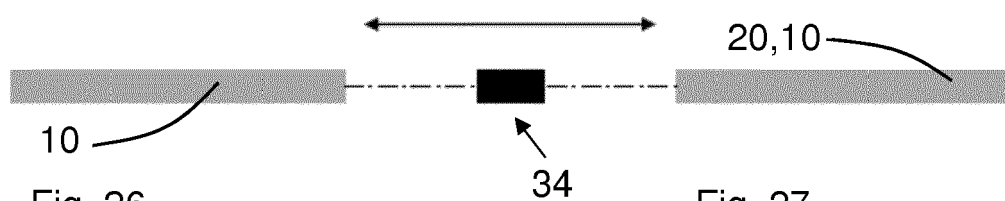


Fig. 26

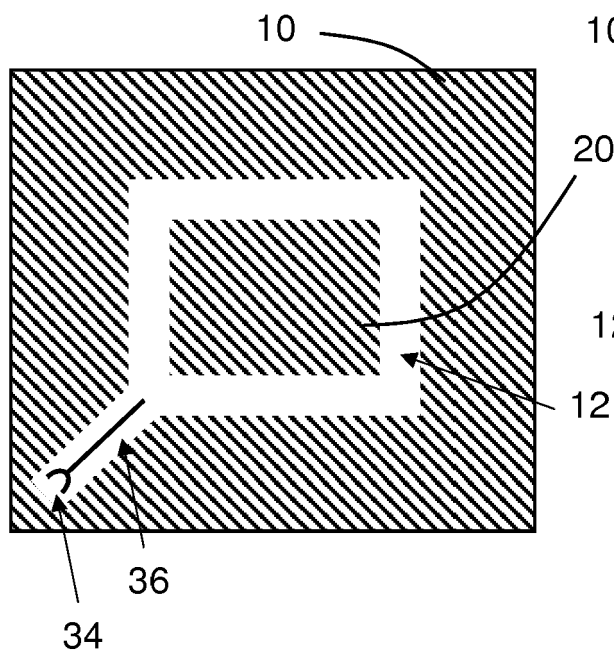


Fig. 27

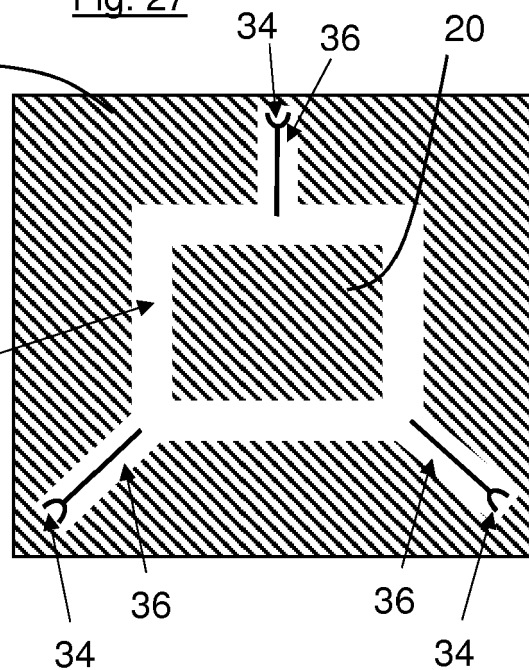


Fig. 28

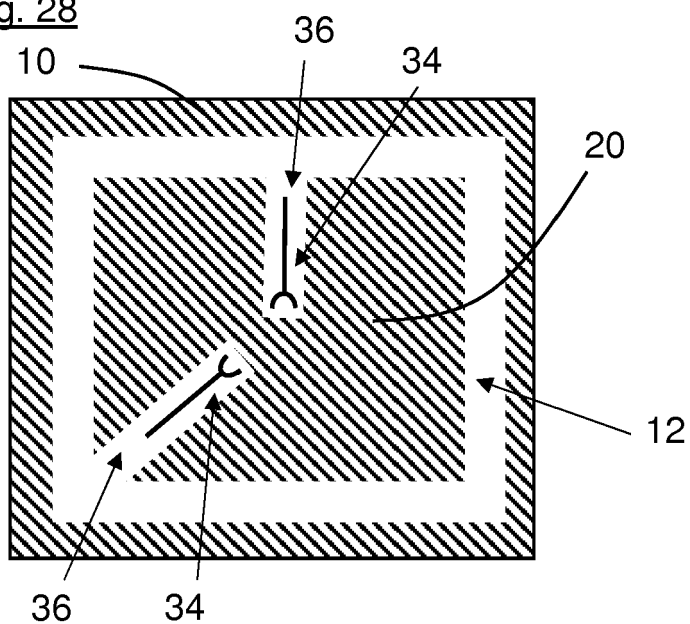


Fig. 29

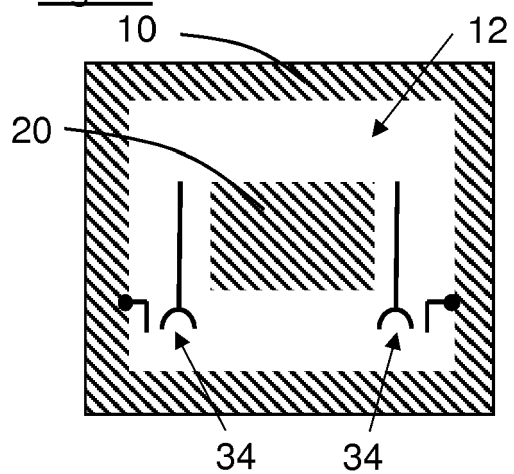


Fig. 30

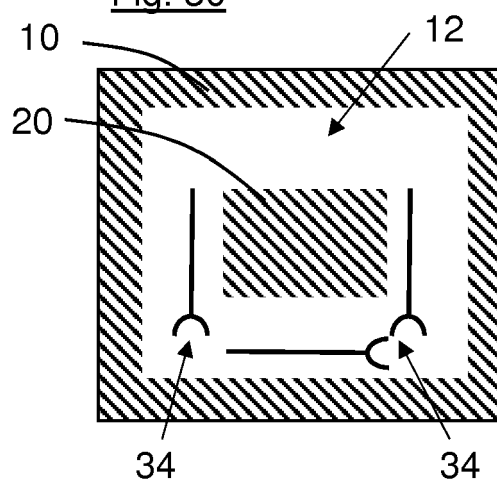


Fig. 31

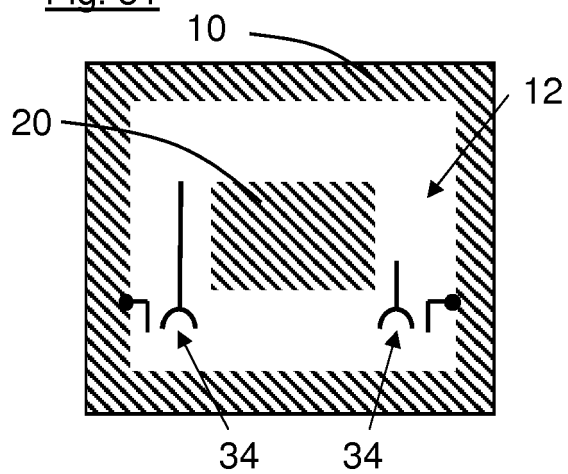


Fig. 32

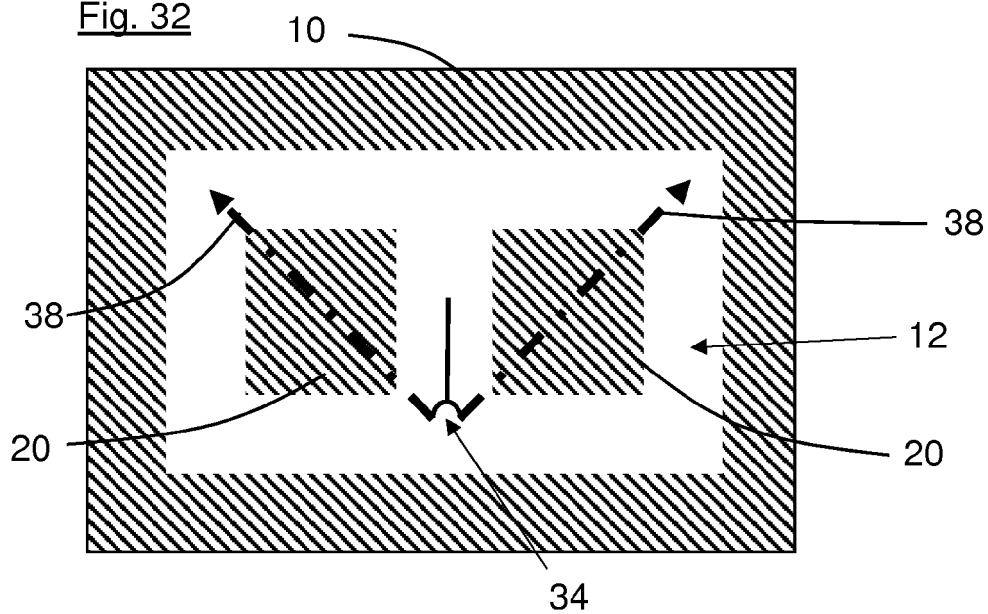


Fig. 33

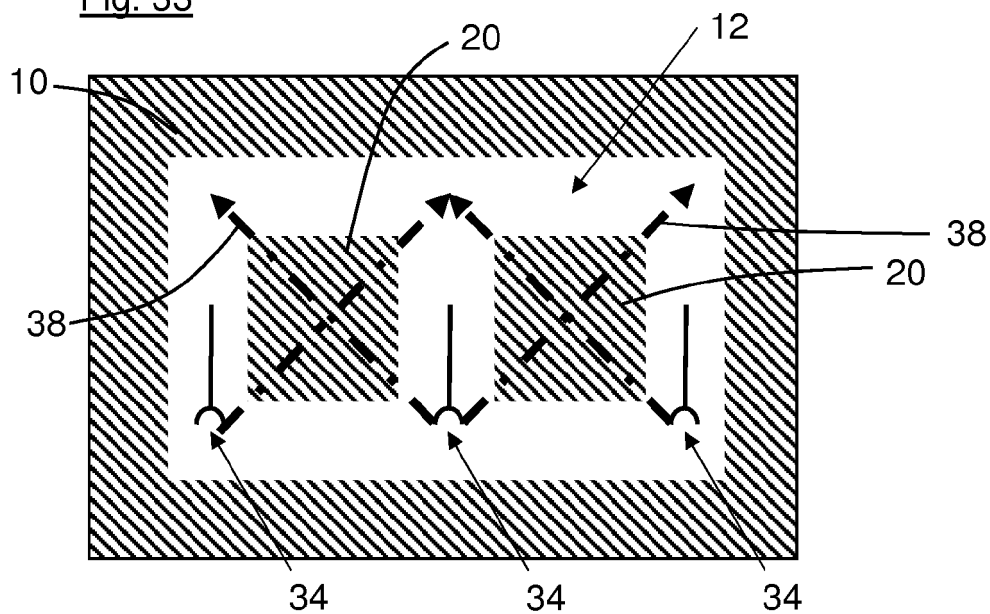


Fig. 34

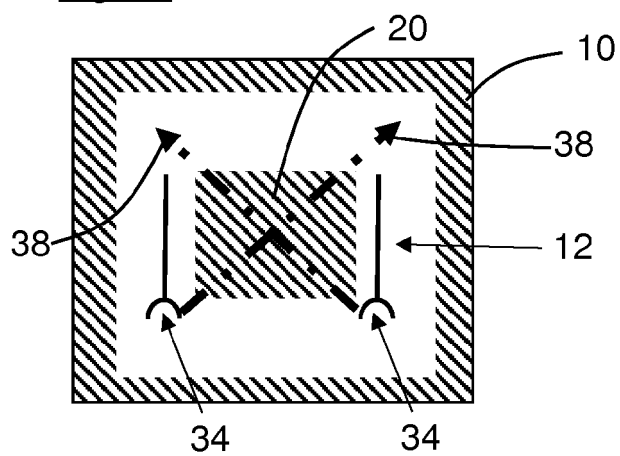


Fig. 35

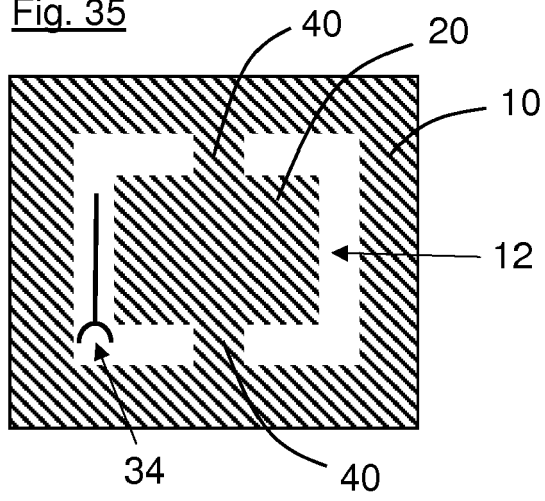


Fig. 36

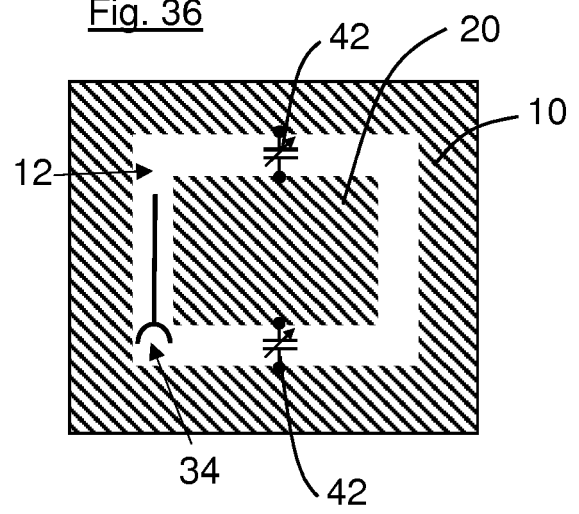
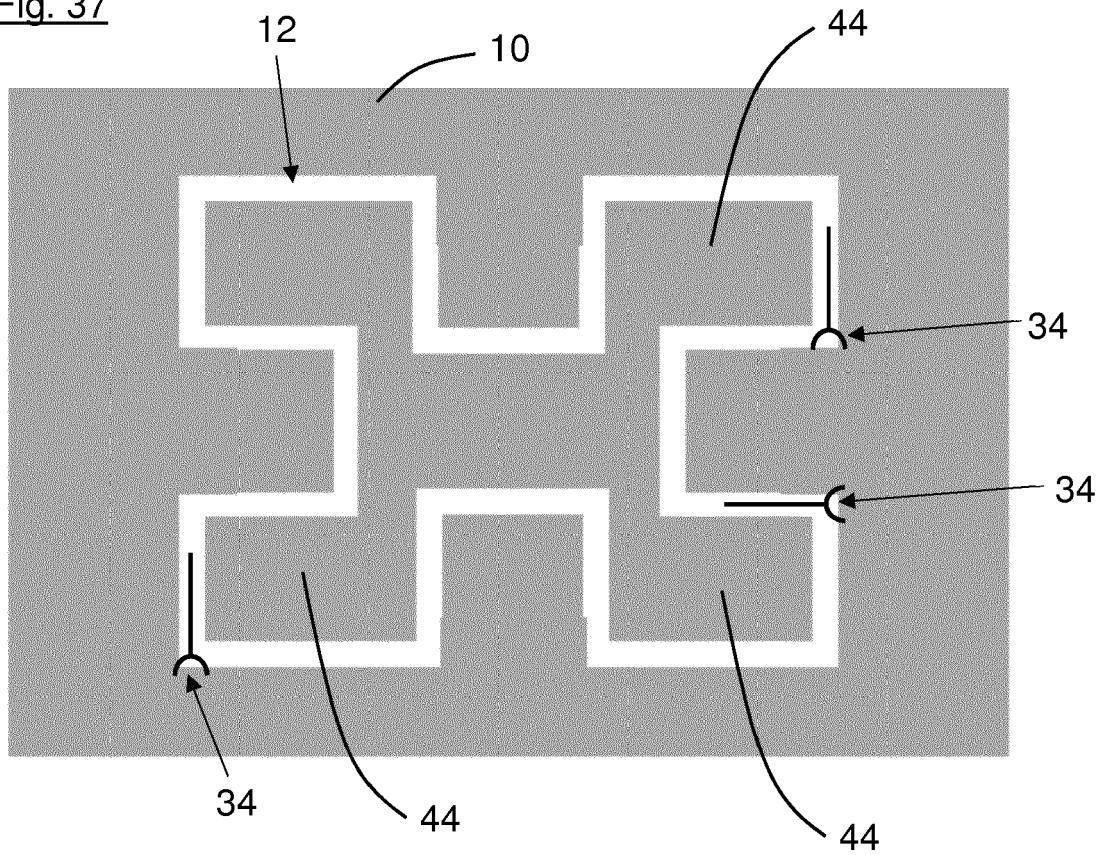
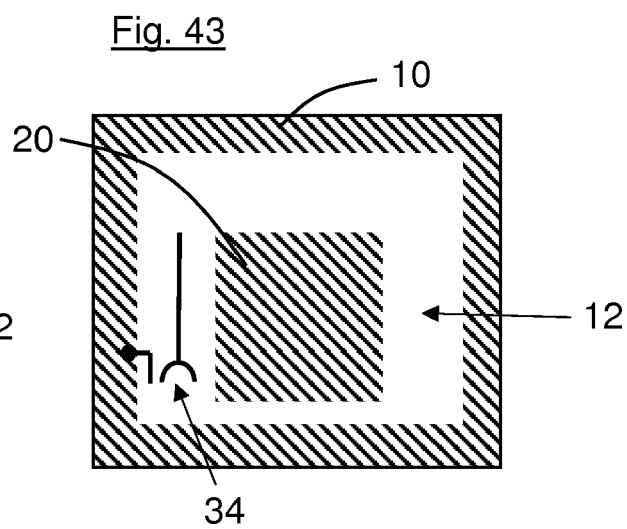
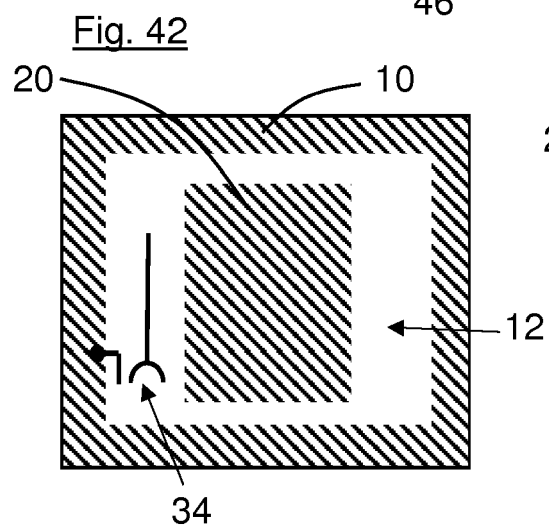
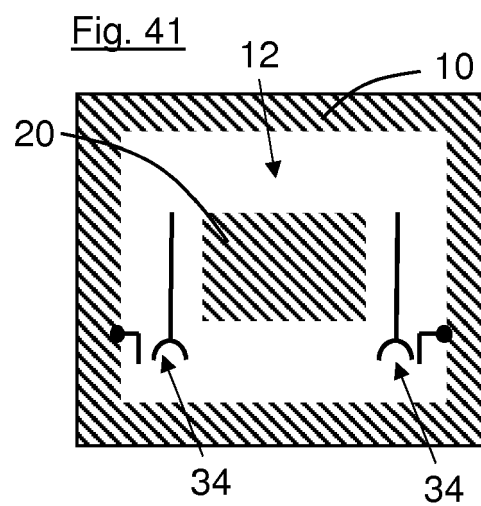
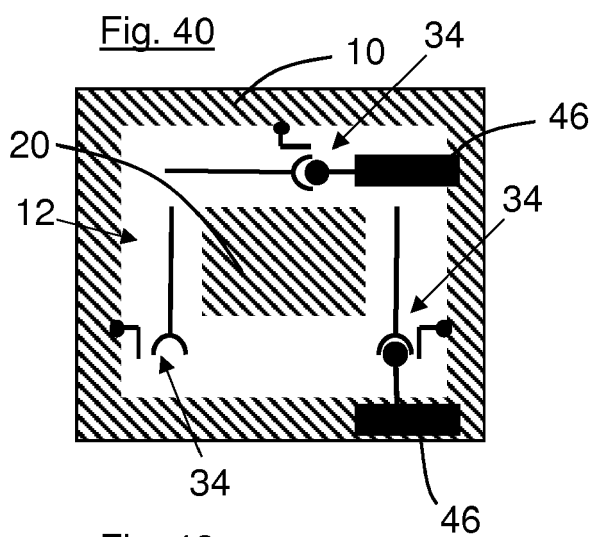
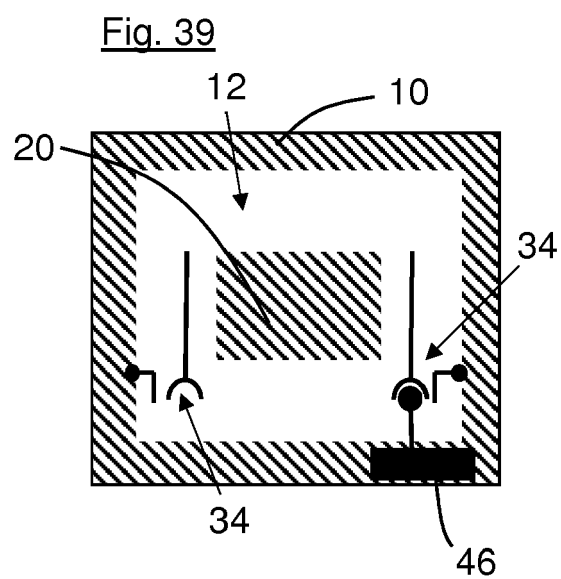
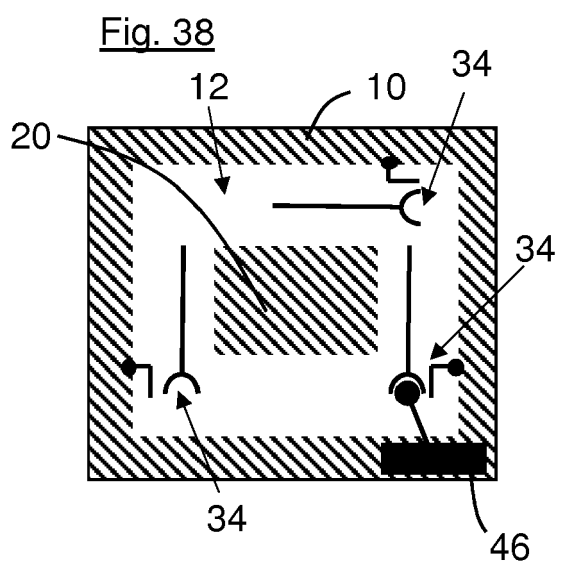


Fig. 37





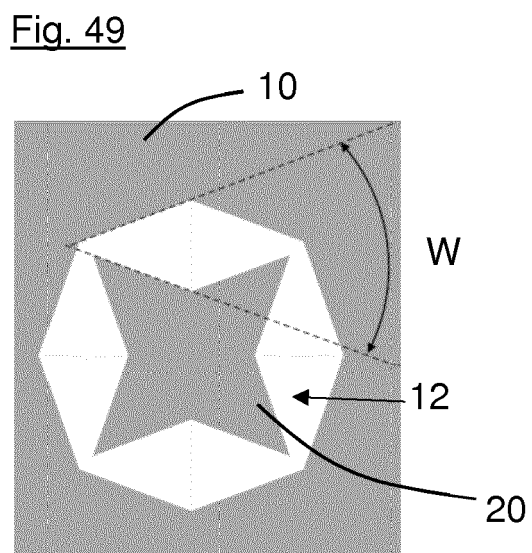
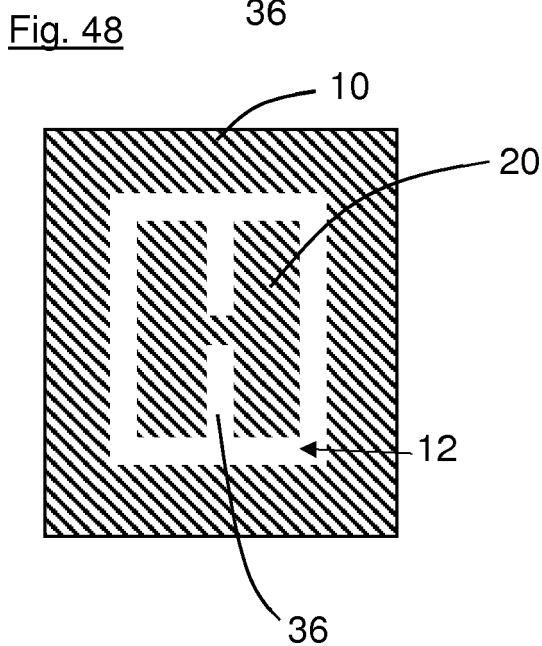
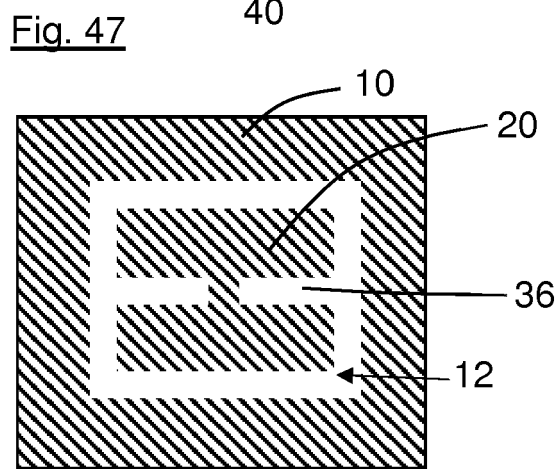
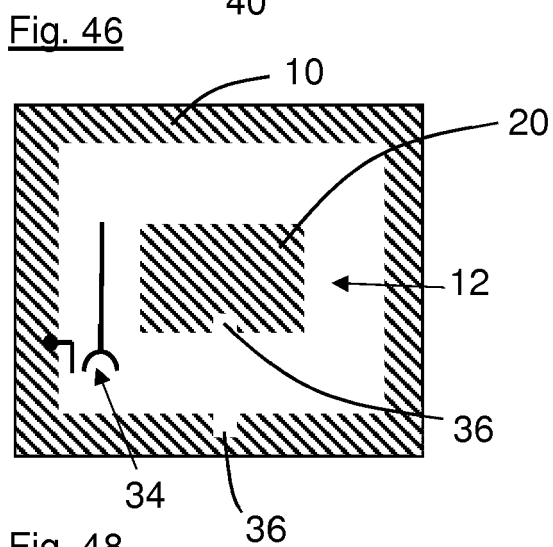
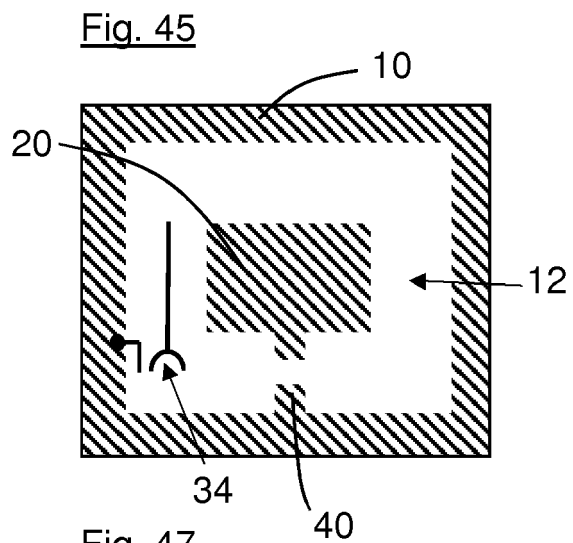
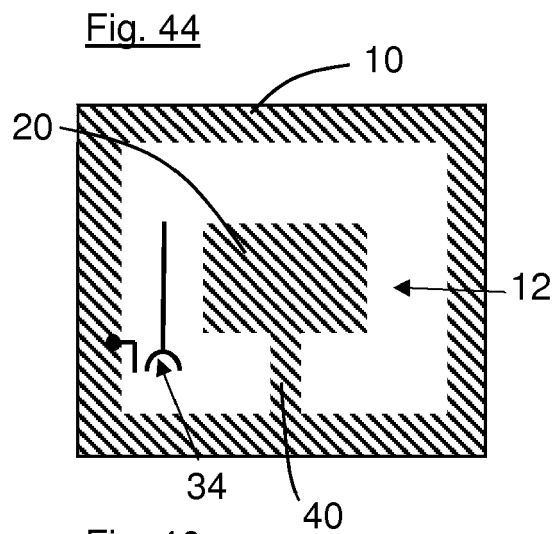


Fig. 50

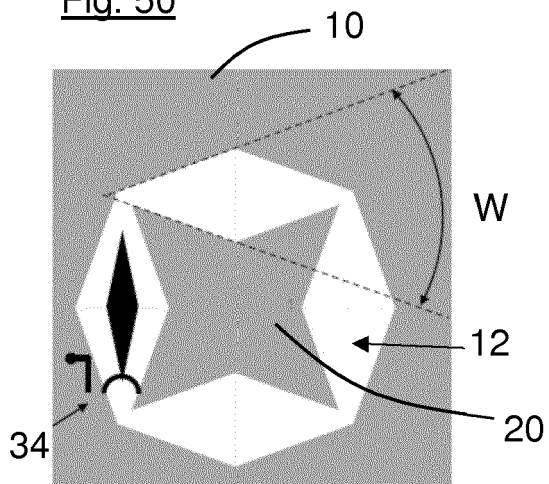


Fig. 51

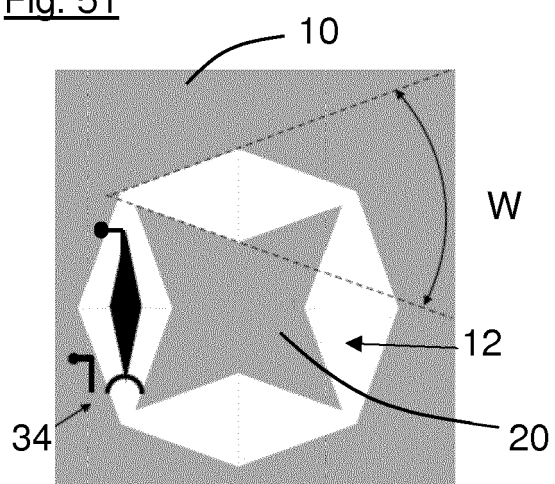


Fig. 52

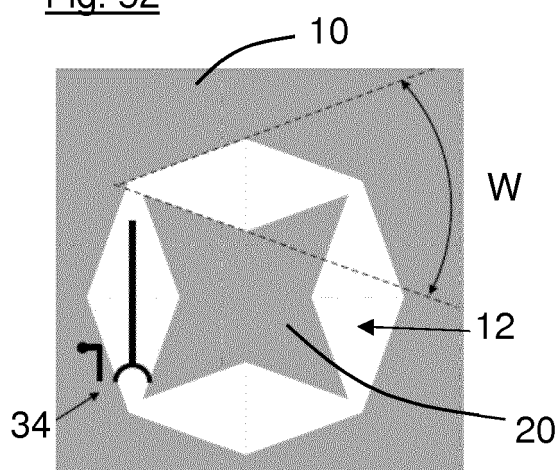


Fig. 53

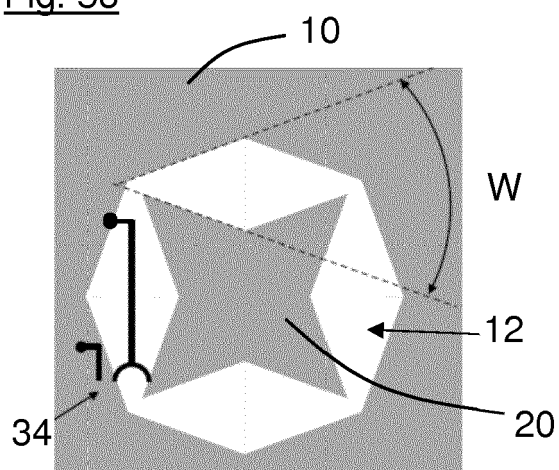


Fig. 54

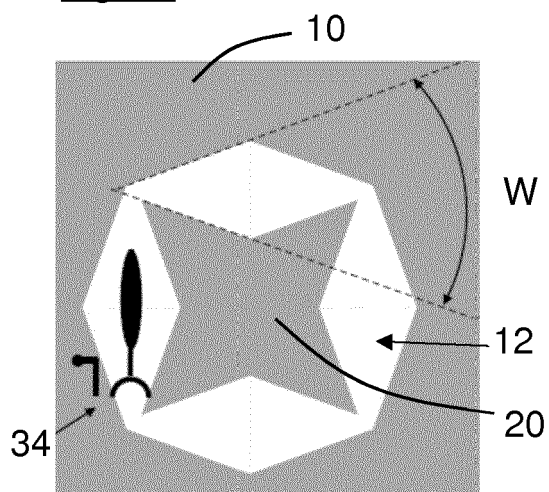


Fig. 55

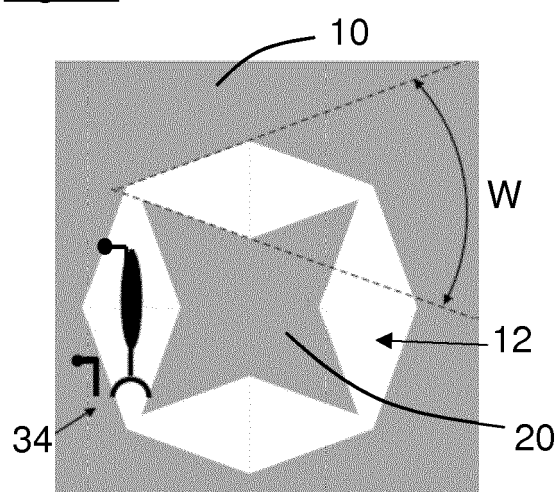


Fig. 56

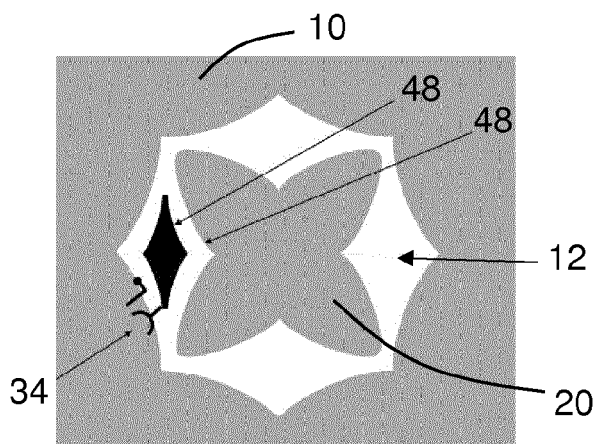


Fig. 57

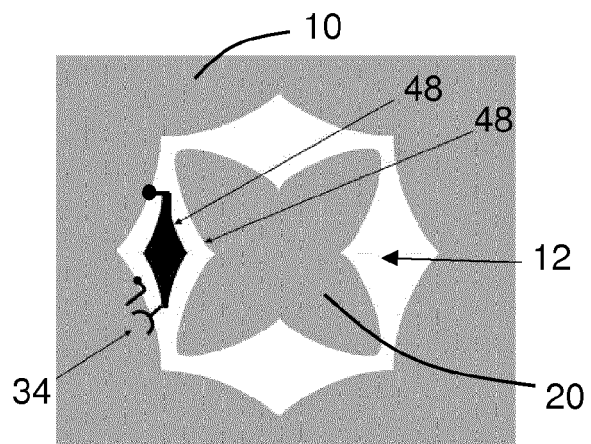


Fig. 58

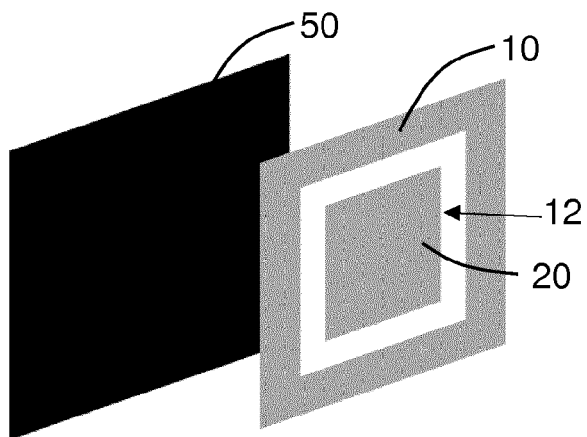


Fig. 59

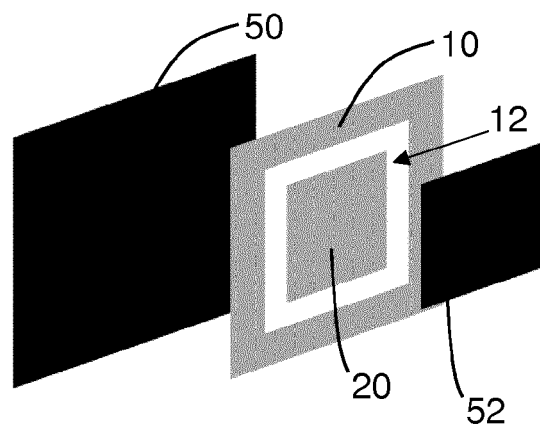


Fig. 60

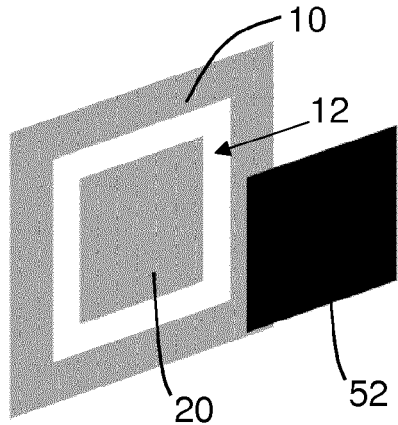
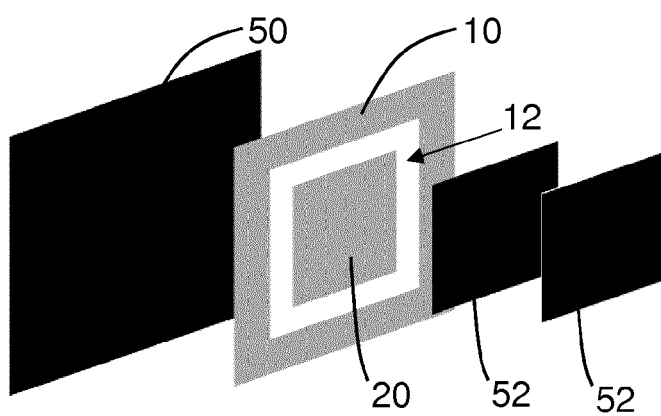


Fig. 61



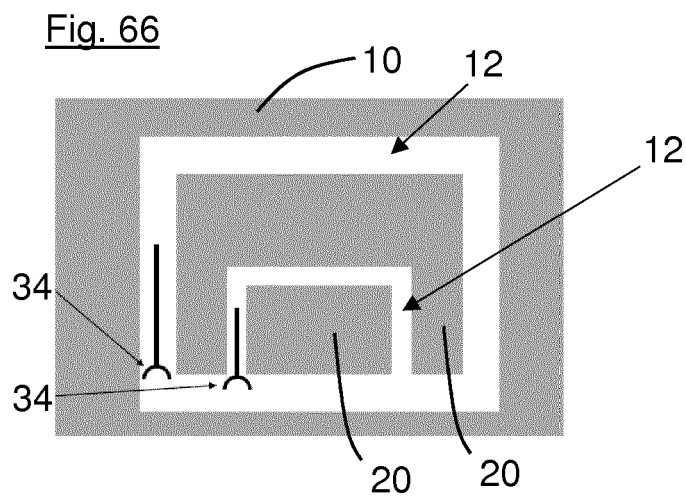
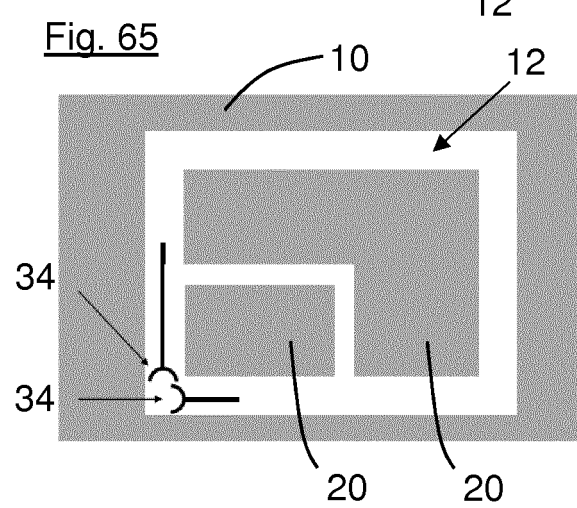
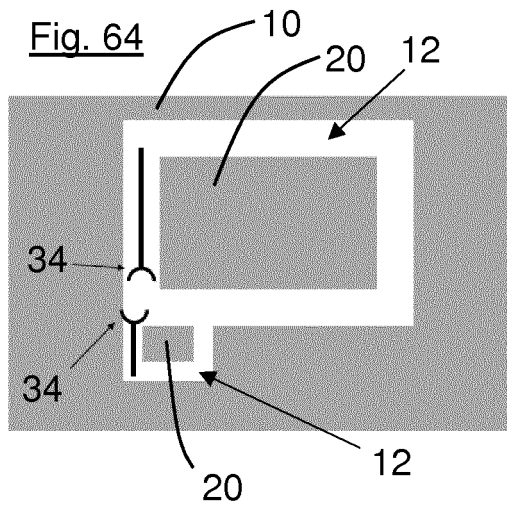
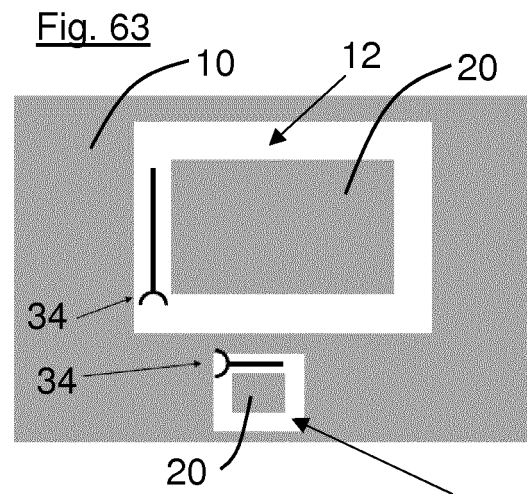
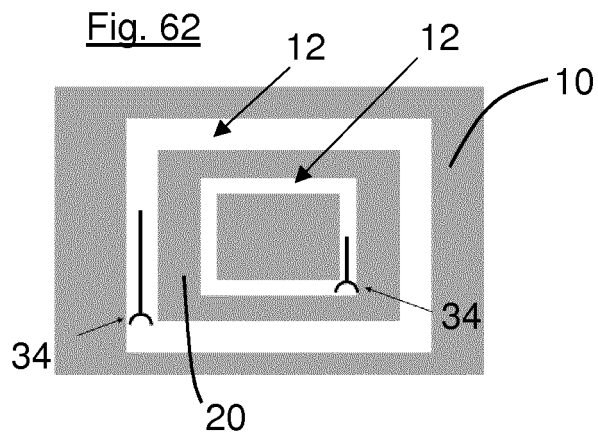


Fig. 67

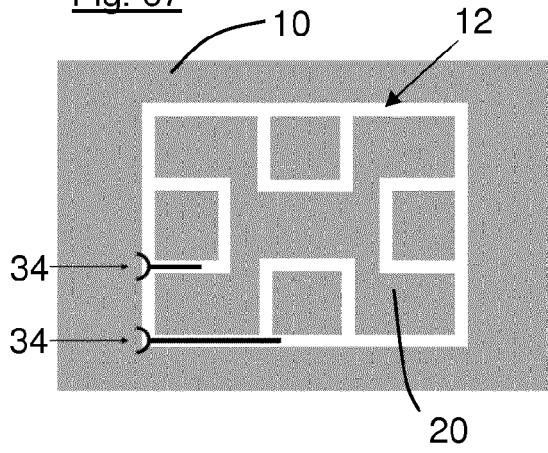


Fig. 68

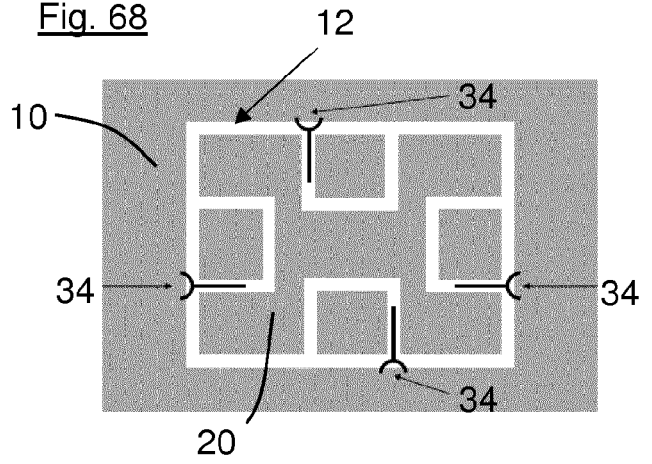


Fig. 69

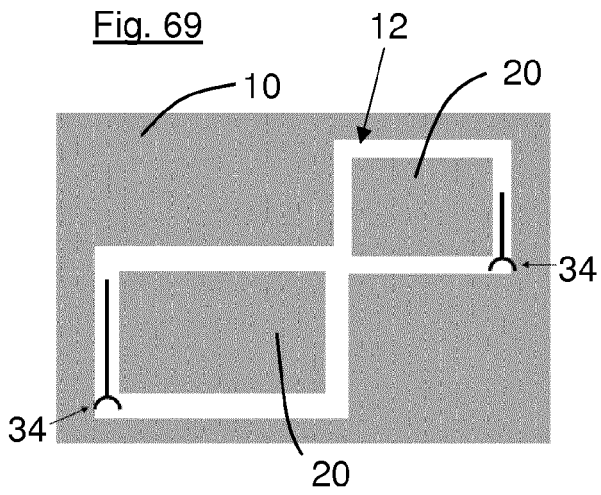


Fig. 70

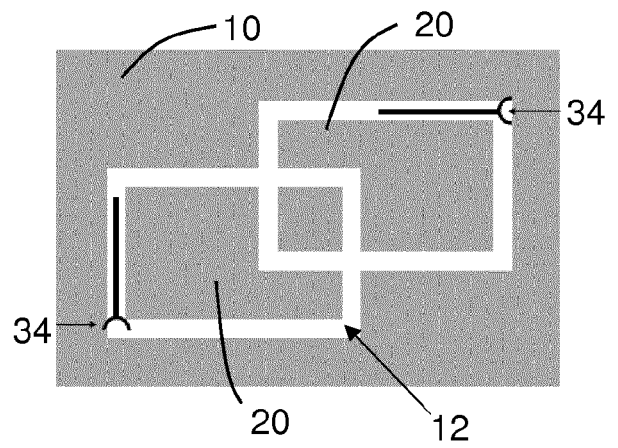


Fig. 71

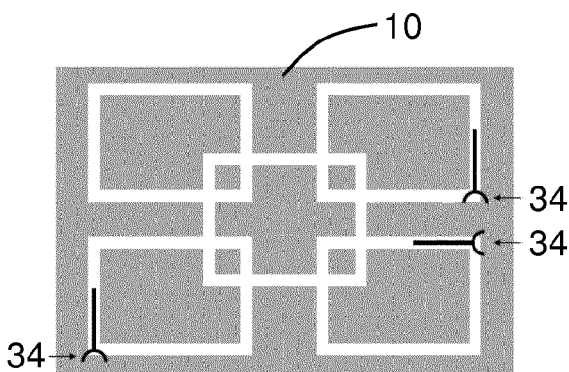


Fig. 72

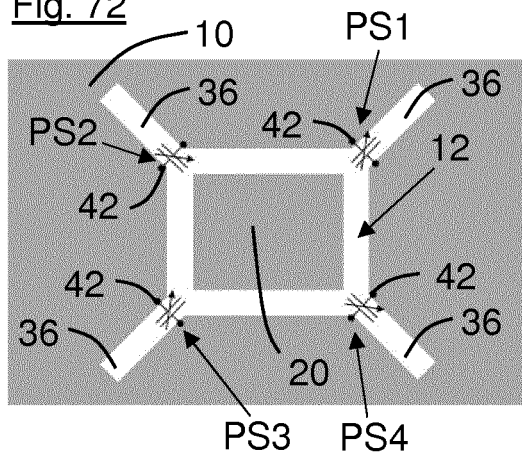


Fig. 73

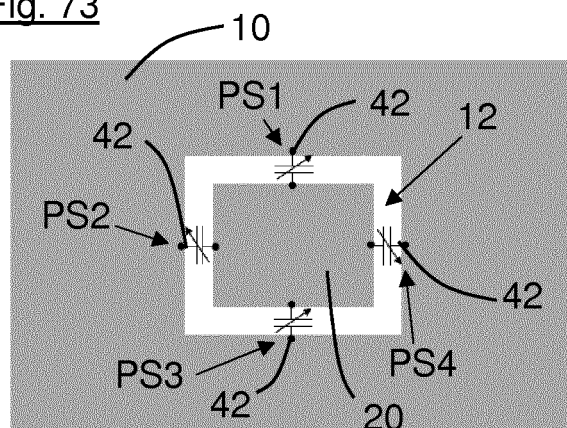


Fig. 74

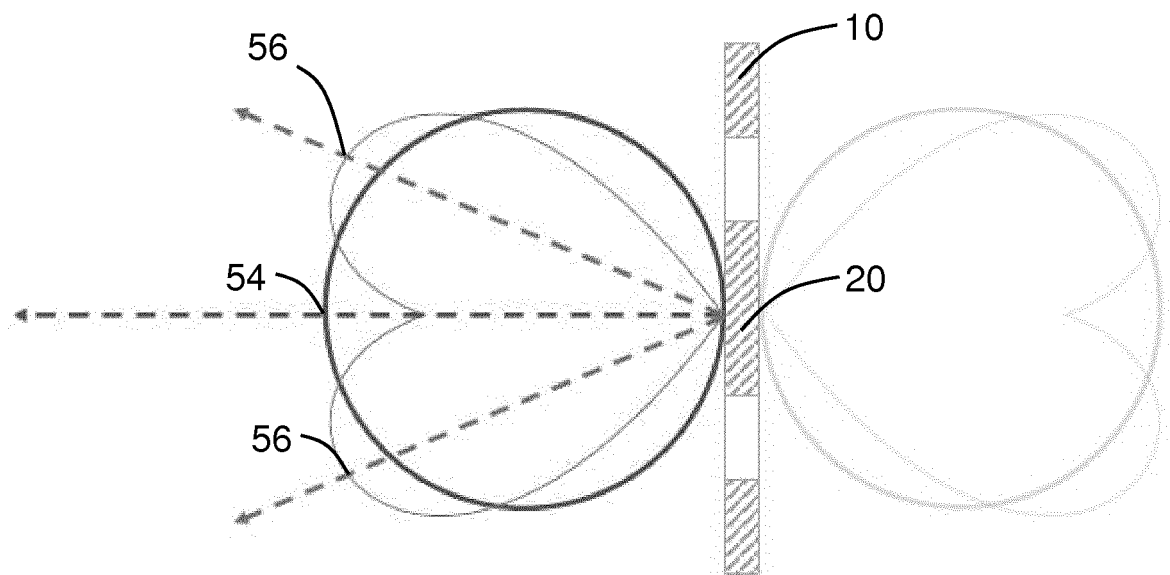


Fig. 75

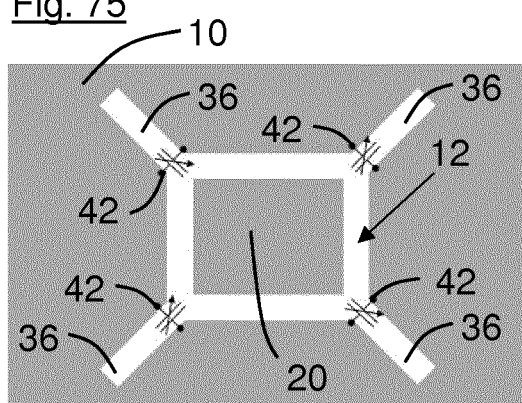


Fig. 76

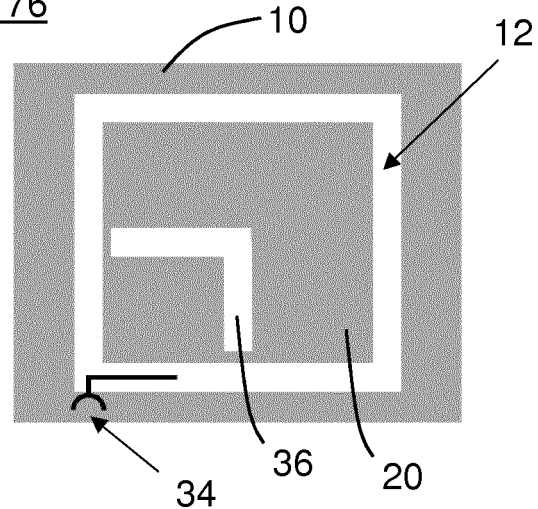


Fig. 77

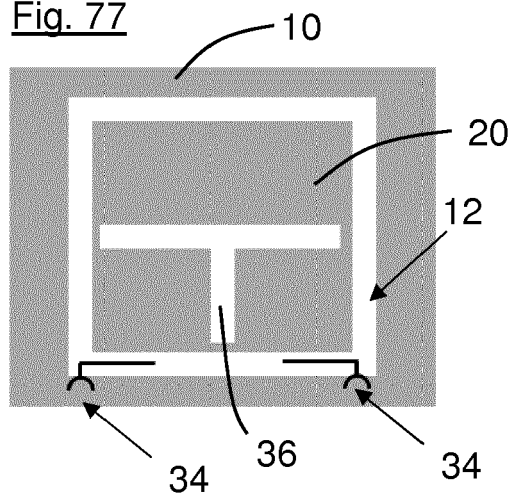


Fig. 78

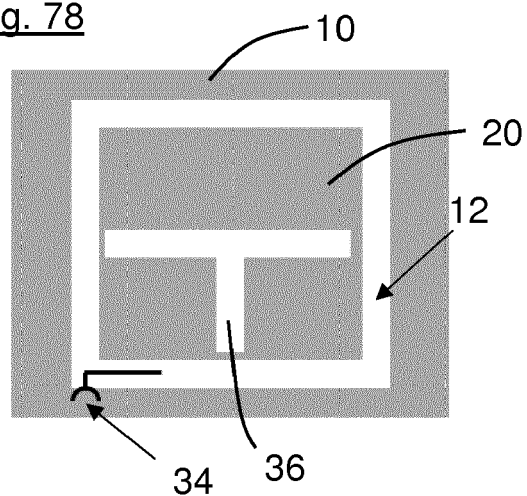


Fig. 79

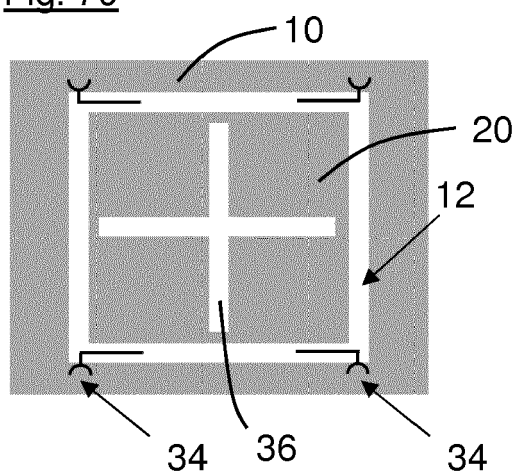


Fig. 80

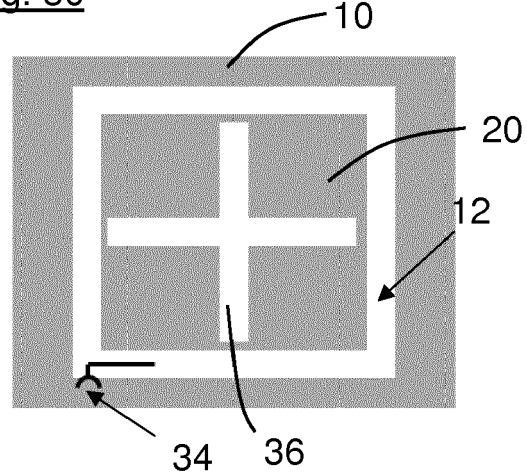


Fig. 81

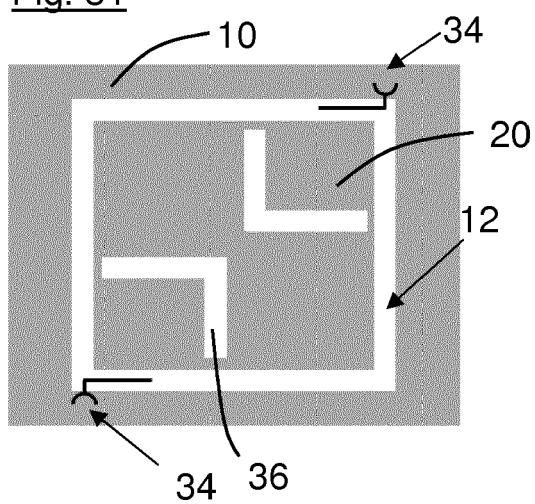


Fig. 82

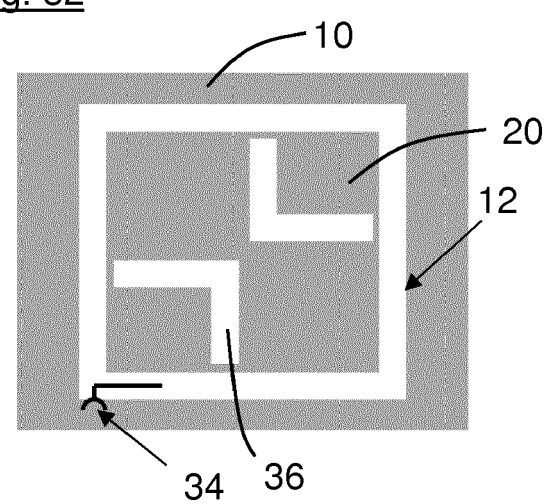


Fig. 83

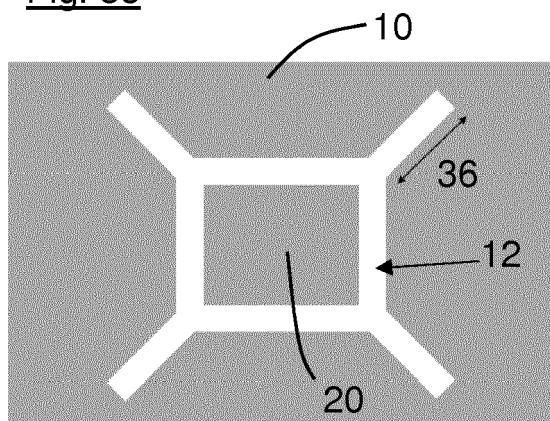


Fig. 84

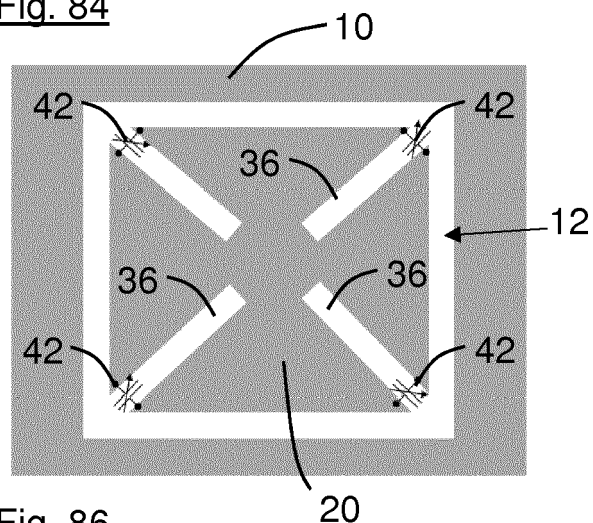


Fig. 85

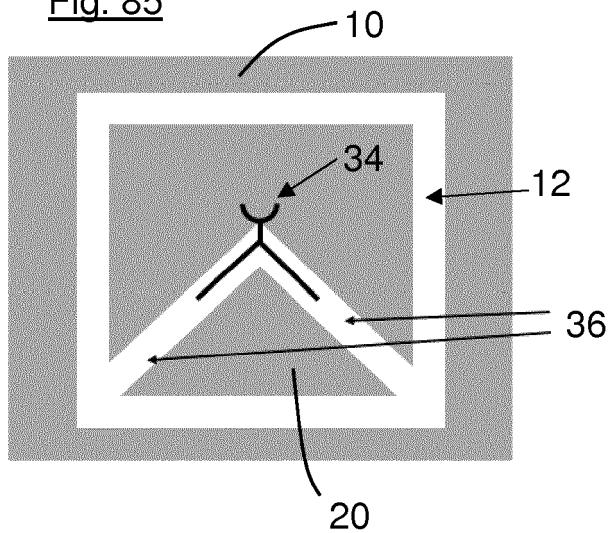


Fig. 86

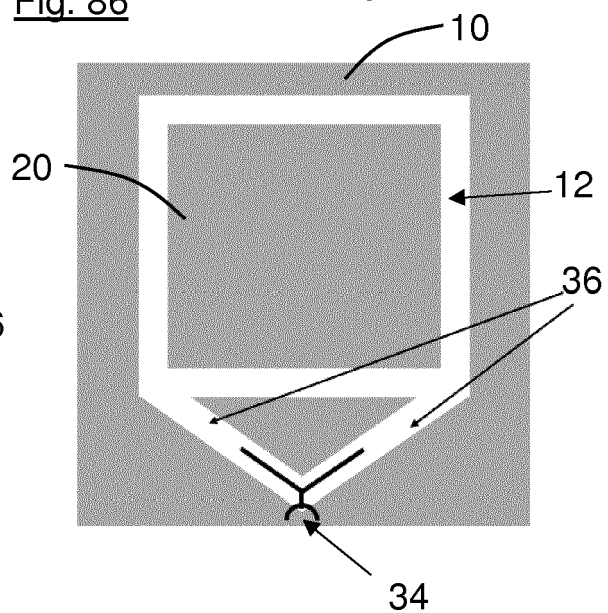


Fig. 87

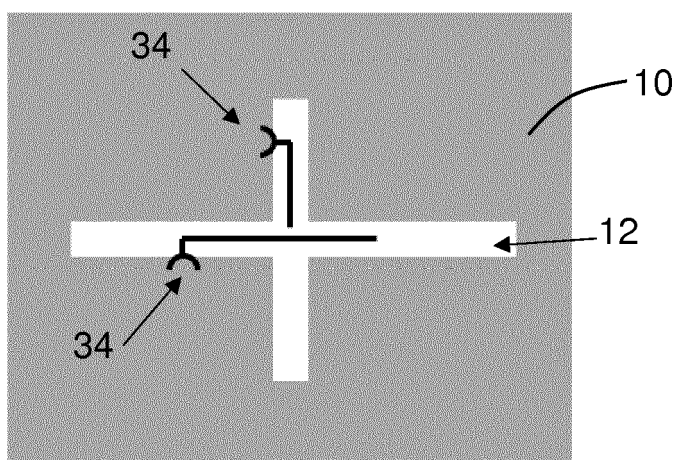


Fig. 88

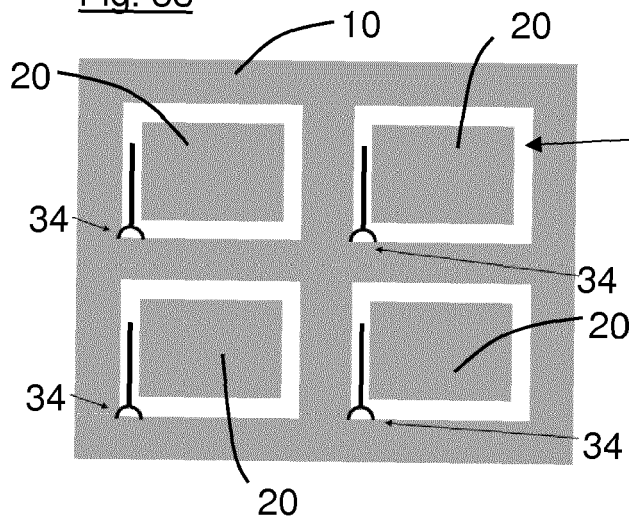


Fig. 89

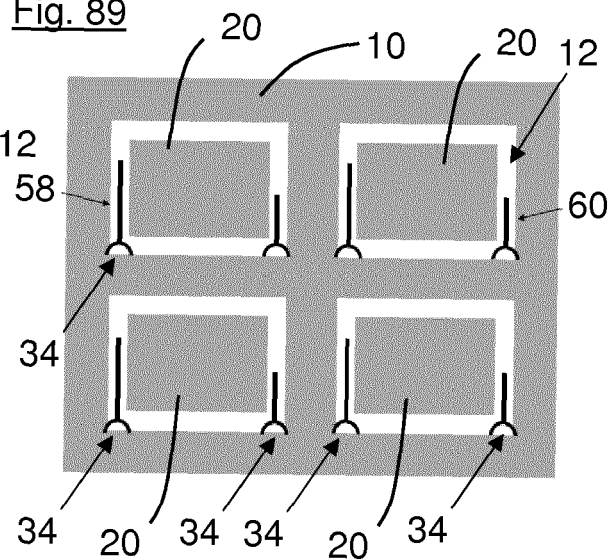


Fig. 90

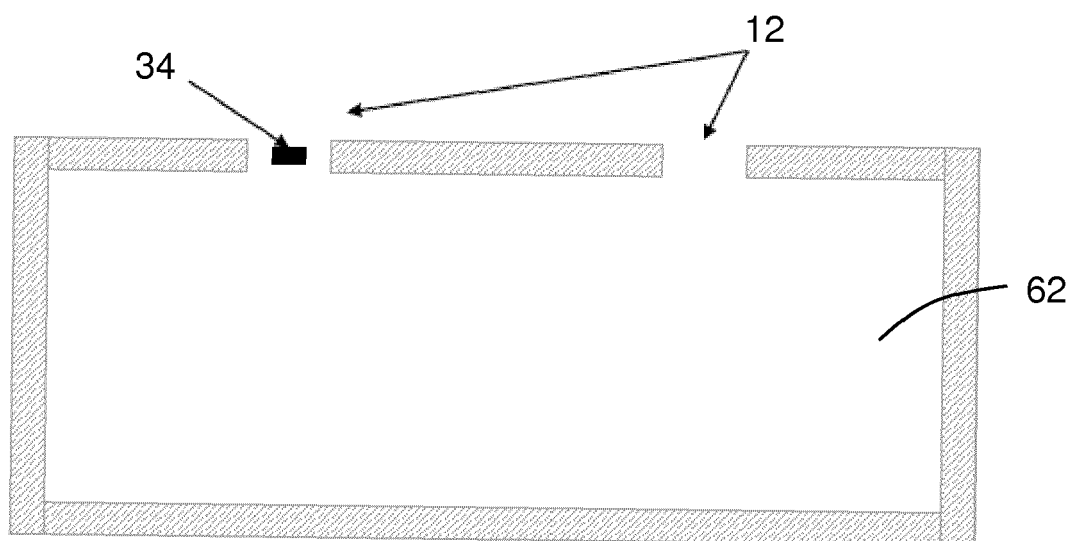


Fig. 91

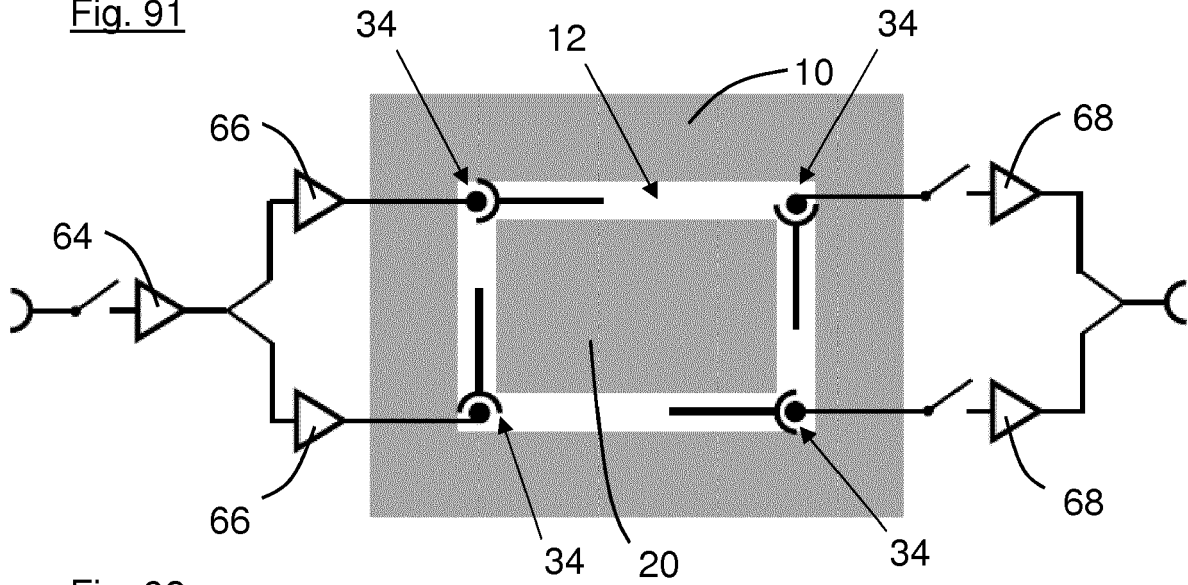


Fig. 92

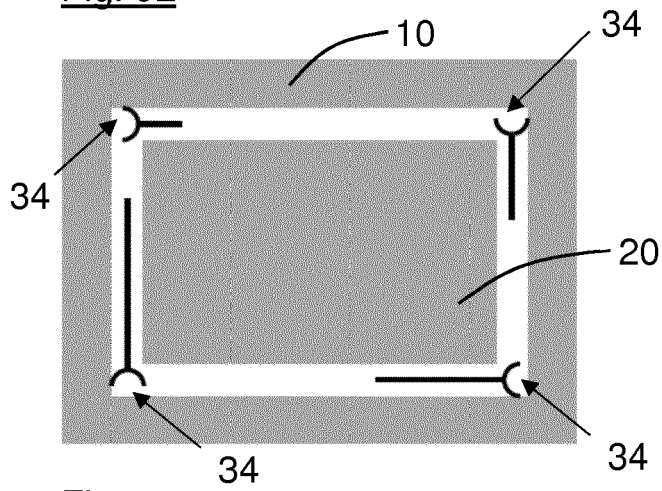


Fig. 93

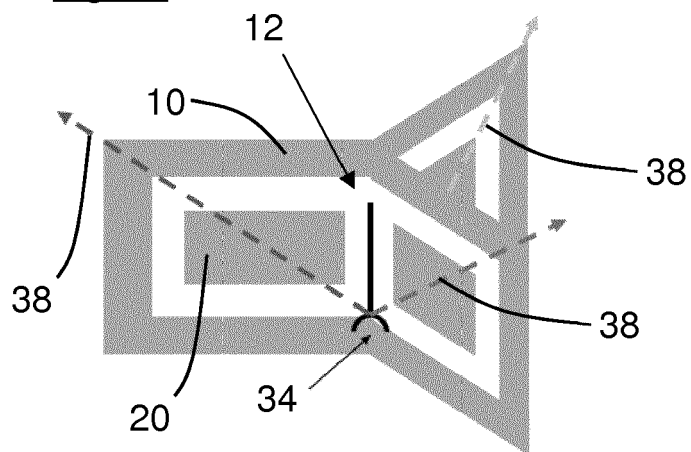


Fig. 94

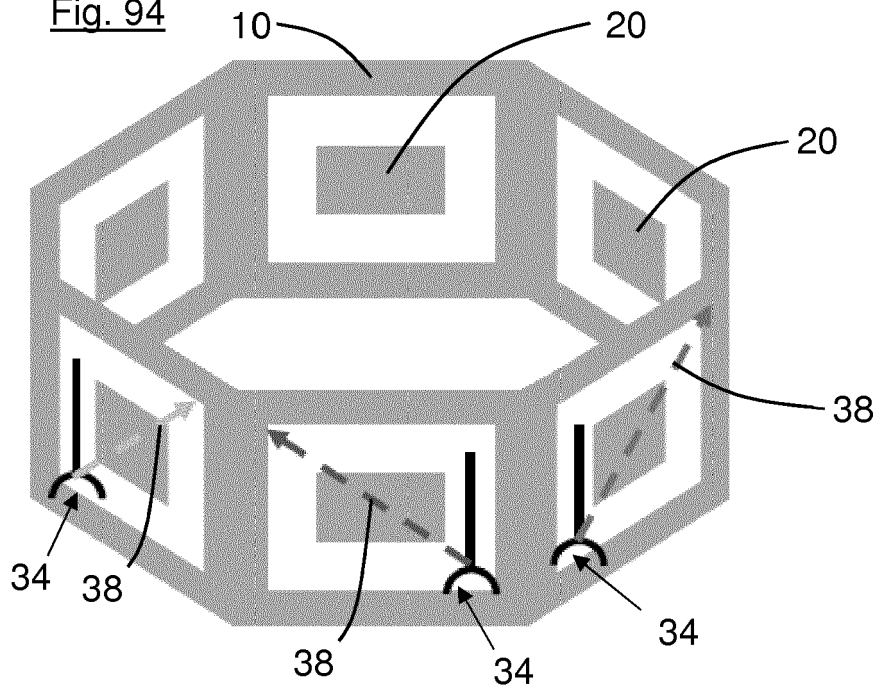


Fig. 95

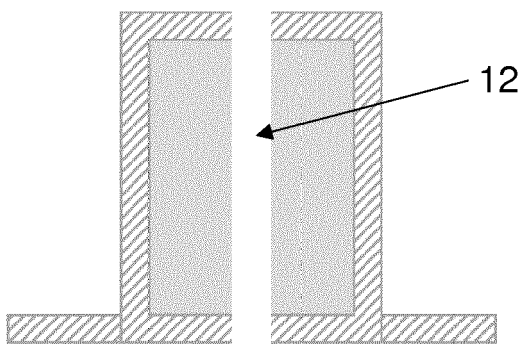


Fig. 96

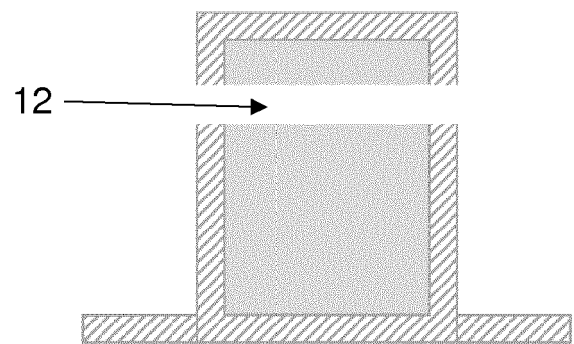


Fig. 97

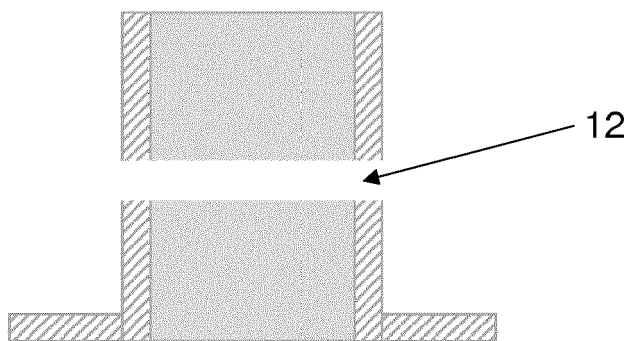
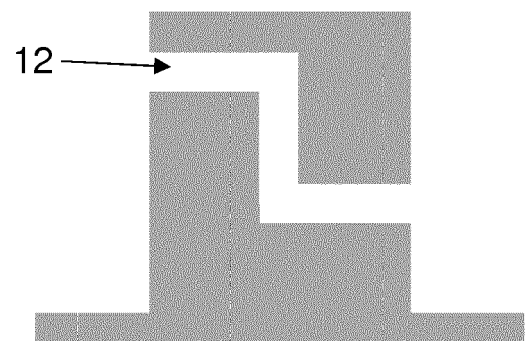


Fig. 98





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 20 7501

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2005/195116 A1 (LOTTERER NORBERT [DE] ET AL) 8. September 2005 (2005-09-08) * Absatz [0025] - Absatz [0027]; Abbildungen 1,2 *	1-3,7	INV. H01Q9/04 H01Q13/10 H01Q19/10 H01Q19/22 H01Q19/28
X	----- SUANGUN THANAKAM ET AL: "A dual-band fractal slot antenna fed by fractal capacitive coupling", 2015 12TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL ENGINEERING/ELECTRONICS, COMPUTER, TELECOMMUNICATIONS AND INFORMATION TECHNOLOGY (ECTI-CON), IEEE, 24. Juni 2015 (2015-06-24), Seiten 1-4, XP033196983, DOI: 10.1109/ECTICON.2015.7207020 [gefunden am 2015-08-17] * Abstract & Section II.; Abbildungen 1,2 *	1-6	ADD. H01Q19/06
A	----- LAI CHIEN-PAI ET AL: "On the Fundamental Resonance of Slot Loop Antenna Inductively Fed by a Coplanar Waveguide", IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 61, Nr. 12, 1. Dezember 2013 (2013-12-01), Seiten 6191-6195, XP011532765, ISSN: 0018-926X, DOI: 10.1109/TAP.2013.2281351 [gefunden am 2013-11-25] * Abstract & Section III.; Abbildungen 3,6 *	7	
X	----- LAI CHIEN-PAI ET AL: "On the Fundamental Resonance of Slot Loop Antenna Inductively Fed by a Coplanar Waveguide", IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 61, Nr. 12, 1. Dezember 2013 (2013-12-01), Seiten 6191-6195, XP011532765, ISSN: 0018-926X, DOI: 10.1109/TAP.2013.2281351 [gefunden am 2013-11-25] * Abstract & Section III.; Abbildungen 3,6 *	1-4,6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01Q
A	----- -/--	5,7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 10. August 2018	Prüfer Sípal, Vít
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 20 7501

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	MOURAD NEDIL ET AL: "Design of a broadband millimeter-wave slot antenna using an inductively and capacitively feeding technique", ANTENNAS AND PROPAGATION INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 2007 IEEE, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 1. Juni 2007 (2007-06-01), Seiten 5039-5042, XP031170322, ISBN: 978-1-4244-0877-1	1-3,5,6	
A	* Sections: Introduction & Antenna design; Abbildung 1 *	4,7	
X	US 2015/270618 A1 (ZHU JIANG [US] ET AL) 24. September 2015 (2015-09-24) * Absatz [0054] - Absatz [0059]; Abbildung 12 *	1,2, 9-11,13, 14	
X	US 2017/264001 A1 (AZAD UMAR [US] ET AL) 14. September 2017 (2017-09-14) * Absatz [0026] - Absatz [0050]; Abbildungen 1,6 *	1,2, 9-11,13, 14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	US 4 675 685 A (FINKEN KENNETH R [US]) 23. Juni 1987 (1987-06-23) * Spalte 2, Zeile 31 - Spalte 3, Zeile 61; Abbildungen 1,2 *	1,2,9-14	
X	US 2003/201941 A1 (AIKAWA MASAYOSHI [JP] ET AL) 30. Oktober 2003 (2003-10-30) * Absatz [0043] - Absatz [0080]; Abbildungen 2-8,10,11 *	1,9, 12-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 10. August 2018	Prüfer Sípal, Vít
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

☐ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

☒ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

1-7, 9-14

☐ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:

☐ Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPÜ).



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 17 20 7501

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-7

lunchVerbesserung der Bandbreite

2. Anspruch: 8

Einstellbare Fußpunktimpedanz

3. Ansprüche: 9-14

Multitor-Antenne für MIMO

4. Anspruch: 15

Verbesserung des Gewinns der Antenne

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

EP 17 20 7501

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

10-08-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005195116 A1	08-09-2005	DE 102004008973 A1	22-09-2005
		JP 2005244981 A	08-09-2005
		US 2005195116 A1	08-09-2005

US 2015270618 A1	24-09-2015	KEINE	

US 2017264001 A1	14-09-2017	KEINE	

US 4675685 A	23-06-1987	KEINE	

US 2003201941 A1	30-10-2003	JP 3875592 B2	31-01-2007
		JP 2003324311 A	14-11-2003
		US 2003201941 A1	30-10-2003

EPO FORM P0461

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