



(11)

EP 2 117 077 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.01.2017 Patentblatt 2017/02

(51) Int Cl.:
H01Q 21/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09006266.2**

(22) Anmeldetag: **08.05.2009**

(54) **Radarantennenanordnung**

Radar antenna assembly

Agencement d'antennes radar

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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 SE SI SK TR**

(30) Priorität: **09.05.2008 DE 102008023030**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.11.2009 Patentblatt 2009/46

(73) Patentinhaber: **InnoSenT GmbH
97499 Donnersdorf (DE)**

(72) Erfinder:
• **Weidmann, Wolfgang, Dr.
97359 Schwarzach (DE)**
• **Mock, Robert
97499 Traustadt (DE)**

(74) Vertreter: **Küchler, Stefan
Patentanwalt
Färberstrasse 20
90402 Nürnberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A1-99/67655 DE-A1-102004 027 249
US-A- 4 180 817 US-A- 5 017 931
US-A- 5 923 296 US-A1- 2003 137 456
US-A1- 2004 196 203**

- **ABBASPOUR-TAMIJANI A ET AL: "An affordable millimeter-wave beam-steerable antenna using interleaved planar subarrays" IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 51, Nr. 9, 1. September 2003 (2003-09-01), Seiten 2193-2202, XP011100505 ISSN: 0018-926X**

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung richtet sich auf eine Radarantennenanordnung für einen Radarsensor mittlerer bis großer Reichweite, beispielsweise in Mikrostreifenleiter-Technik, insbesondere mit Auflösung des Ablagewinkels zu einem reflektierenden Objekt, umfassend wenigstens eine erste Antennengruppe mit mehreren einzelnen, miteinander gekoppelten Antennenelementen, sowie wenigstens eine zweite Antennengruppe mit mehreren einzelnen, miteinander gekoppelten Antennenelementen, wobei die einzelnen Antennenelemente unterschiedlicher Antennengruppen galvanisch nicht miteinander verbunden sind, jedoch in einer gemeinsamen, vorzugsweise ebenen Fläche auf der Vorderseite einer Platine angeordnet sind sowie wenigstens entlang einer Raumrichtung innerhalb dieser Fläche derart verschränkt angeordnet sind, dass entlang einer solchen Verschränkungsrichtung unmittelbar aufeinanderfolgende Antennenelemente unterschiedlicher Antennengruppen einander abwechseln, und wobei die miteinander verschränkten Antennenelemente in einem regelmäßigen Flächenmuster angeordnet sind mit Spalten und Zeilen, wobei benachbarte Antennenelemente der selben Antennengruppe stets etwa gleiche Abstände aufweisen.

[0002] Die US 7,129,892 B2 offenbart eine planare Antenne mit mehreren Antennenflächen. Das Diagramm dieser Antenne kann variiert werden, indem einem mittleren "Zweig" mit drei galvanisch bzw. über Wellenleiter miteinander gekoppelten Antennenflächen wahlweise ein oder zwei ähnliche Zweige parallel geschaltet werden können. Obwohl damit das Antennendiagramm beeinflussbar ist, bleibt dies doch stets eine einzige Antenne, die nur ein einziges Empfangssignal liefert. Die ggf. abgetrennten "Nebenzweige" dienen nicht als eigenen Antennen; sie verfügen jeweils nur über einen Anschluß zum Anlegen einer Gleichspannung, womit PIN-Dioden in Koppelleitungen zwischen den Zweigen mittels unterschiedlicher Gleichspannungen wahlweise in einen Durchlasszustand (Parallelschaltung von Zweigen) und einen Sperrzustand (Abkopplung von Zweigen) geschaltet werden. Benötigt man - wie in der Radartechnik unabdingbar - zusätzlich zu einer Empfangsantenne auch eine Sendeantenne, müßte man hierfür also bspw. zwei derartige Antennen nebeneinander anordnen. Dies wiederum zieht einen relativ großen Flächenbedarf nach sich, insbesondere auch deshalb, weil die Richtcharakteristik einer Hauptantenne, definiert durch die 3dB-Keulbreite der Hauptkeule im Antennendiagramm, etwa umgekehrt proportional zu betreffenden Breitenerstreckung der Antenne ist, so dass eine gute Richtcharakteristik sich nur mit einer ausreichend großen Antennenfläche erreichen läßt. Im 24 GHz-Frequenzband ist aufgrund dieser Zusammenhänge damit die Bündelung oder Richtcharakteristik auf $11^\circ \times 18^\circ$ begrenzt.

[0003] Zwar gibt es in manchen Fällen die Möglichkeit, eine gemeinsame Antenne durch Umschalten einmal als Sende- und ein andermal als Empfangsantenne zu nut-

zen; allerdings nur, wenn eine lange Laufzeit des Radarsignals dies zuläßt. Bei Radarsensor-Anwendungen, wo die zu messenden Entfernungen nur wenige 100 Meter oder sogar darunter umfassen, ist dies zumeist nicht möglich. Hier ist insbesondere an automotiv Anwendungen zu denken, wo bspw. mittels Radar vorausfahrende Fahrzeuge erkannt werden können.

[0004] Gerade in diesem Anwendungsbereich ist andererseits auch eine hohe Richtcharakteristik der Antennen wichtig. Denn bei Radarsensoren mittlerer bis großer Reichweite, also etwa 100 m oder mehr, bildet die Kombination aus Sende- und Empfangsantenne(n) und deren jeweils verfügbarer Antennengewinn ein Hauptkriterium für die Empfindlichkeit und damit für die Reichweite des Radars. Dabei entspricht der Antennengewinn dem Verhältnis aus der maximalen Strahlungsdichte einer (verlustbehafteten) Antenne mit einer Vorzugsrichtung zu der Strahlungsdichte einer idealisierten Vergleichsantenne, die möglichst ungerichtet, also isotrop, sendet. Ferner gibt es eine gegenseitige Abhängigkeit zwischen dem Antennengewinn und dem Richtfaktor einer Antenne. Je kleiner der Öffnungswinkel einer Antenne ist und demzufolge je ausgeprägter ihre Richtcharakteristik, um so höher ist andererseits ihr Antennengewinn. Damit verknüpft ist auch die Apertur einer Antenne, also die Größe ihrer abstrahlenden Öffnung oder Fläche. Je größer die Apertur, um so ausgeprägter die Richtcharakteristik, und um so größer der Antennengewinn. Dies führt gerade auch bei Einsatz im Mikrowellenbereich zu relativ großen Abmessungen mit einem Durchmesser der Aperturöffnung oder der abstrahlenden Fläche bis zu etwa 10 cm.

[0005] Andererseits gibt es in vielen Anwendungsfällen - bspw. im automotiven Bereich oder auch bei industriellen Anwendungen wie bspw. der Füllstandsmessung - häufig Vorgaben hinsichtlich der maximalen Größe eines derartigen Sensors, die nur mit Antennen zu erfüllen sind, deren Durchmesser bei maximal etwa 10 bis 12 cm liegt. Die - erforderliche - Kombination einer Sende- und einer Empfangsantenne führt zu dem doppelten Flächenbedarf, was in vielen Fällen als großer Nachteil empfunden wird.

[0006] Als Gegenmaßnahme könnte man versuchen, das 77 GHz-Frequenzband anstelle des 24 GHz-Frequenzbandes zu verwenden; allerdings bringt dies steigende Kosten für die dazu benötigten Hochfrequenzkomponenten mit sich.

[0007] Eine andere Möglichkeit zur Reduzierung der Antennenabmessungen bestünde darin, nur eine einzige Antenne zu verwenden und dieselbe nicht mittels Schaltern umzuschalten, sondern die ein- und ausgehenden Signale mittels Sende-/Empfangsweichen od. dgl. voneinander zu trennen. Hierfür kommt einerseits ein Zirkulator in Betracht, der aber einerseits sehr teuer ist und andererseits nicht kompatibel zur Planartechnik ist, andererseits ein sog. Power-Splitter, der jedoch erheblich schlechtere, technische Eigenschaften aufweist. Eine stärkere Bündelung oder Richtcharakteristik als $11^\circ \times 11^\circ$ läßt sich damit im 24 GHz-Bereich nicht erzielen.

[0008] Die US 2003/137456 A1 betrifft ein Dualband-Antennensystem, bspw. für die Kommunikation über größere Entfernungen, und zweifelsohne nicht für Radargeräte, bei denen Sende- und Empfangsantenne naturgemäß auf das selbe Frequenzband abgestimmt sein müssen, damit die Empfangsantenne das reflektierte Signal der Sendeantenne empfangen kann. Deswegen werden dort auch Antennenpatches mit erheblich voneinander abweichenden Abmessungen miteinander verschränkt.

[0009] Ein ähnliches Anwendungsgebiet betrifft das US-Patent 5,923,296 A. Das daraus vorbekannte Antennensystem wäre überdies überhaupt nicht für Radaranwendungen geeignet, da die verschiedenen, miteinander verschränkten Antennenpatches unterschiedliche Vorzugsrichtungen aufweisen, was an den länglichen, überwiegend vertikalen Rechtecken und an den länglichen, überwiegend horizontalen Rechtecken dazwischen zu erkennen ist. Dies entspricht unterschiedlichen Polarisationsrichtungen, z.B. horizontal einerseits und vertikal andererseits. Bei Radargeräten hat jedoch die reflektierte Welle dieselbe Polarisationsrichtung wie die ausgesandte, so dass eine solche Sendeantenne keinesfalls die reflektierten Signale empfangen könnte.

[0010] Auch die US 2004/196203 A1 betrifft keine Radaranwendung, wo das ausgesandte Signal nach dessen Reflektion wieder aufgefangen wird, sondern eine Antennenanordnung für einen Satelliten eines sog. Global Positioning Systems (GPS), welches die Grundlage für moderne Navigationsgeräte darstellt. Hierbei kommt es überhaupt nicht auf den Empfang des ausgesandten Signals an, sondern nur auf die Übertragung von bestimmten, aufmodulierten Informationen. Auch aus diesem Grunde sind hier wohl die unterschiedlichen Antennenelemente nicht in einem gemeinsamen, regelmäßigen Verschränkungsmuster angeordnet, sondern es gibt räumlich unterschiedlich gestaltete Bereiche, zumeist einen zentralen Bereich mit einem anderen Muster als in dem peripheren Bereich.

[0011] Ferner betrifft das US-Patent 5,017,931 A ein Feld mit Microstreifen-Antennenelementen zur Verwendung in einem Millimeterwellen-Frequenzbereich zum Abstrahlen und Empfangen eines breiten Energiestrahls, wobei ein erstes, an seinem Rand gespeistes Feld von Sendeelementen verschränkt ist mit den Sendeelementen eines im Zentrum gespeisten Feldes, mit dem Zweck, die Antenneneigenschaften möglichst stabil im Hinblick auf die Temperatur und Frequenz zu gestalten. Dabei variieren die Antennenelemente der verschiedenen Felder hinsichtlich ihrer Anordnung und Größe auf unterschiedliche Weise, so dass die Richtcharakteristiken der verschiedenen Antennenfelder erheblich voneinander abweichen. Schließlich offenbart dieses Dokument nur eine Antenne als solches ohne fest angeschlossene HF-Schaltkreise.

[0012] Die DE 10 2006 042 487 A1 offenbart eine Planarantennenanordnung für elektromagnetische Strahlen, bestehend aus wenigstens zwei Empfangsantennen, die jeweils aus einer Vielzahl von auf ein Substrat

aufgedruckten, diskreten, durch jeweils ein Speisenetzwerk miteinander verbundenen Antennenflächen bestehen, wobei die Antennenflächen in der Messrichtung verschachtelt zueinander angeordnet sind. Um ein Übersprechen zwischen den verschiedenen Antennen zu verhindern, kann zwischen jenen eine linienförmige Abschirmung aufgedruckt sein. Allerdings sind die Speisenetze für die verschiedenen Antennen nicht voneinander abgeschirmt, sondern sind insbesondere in bestimmten Bereichen relativ nah beieinander vorbei geführt, so dass ein Übersprechen zwar nicht zwischen den Antennenflächen selbst stattfindet, wohl aber zwischen den jene kontaktierenden Speisenetzwerken, welche auf bestimmten Pfaden zwischen den Antennenflächen hindurch geführt sind. Darüber hinaus ist nicht erkennbar, wohin diese Speisenetze führen, da keinerlei HF-Sende- oder -Empfangsbausteine offenbart sind, wo ja - gerade bei längeren Entfernungen - ebenfalls ein Übersprechen stattfinden kann.

[0013] Aus den beschriebenen Nachteilen des Standes der Technik resultiert das die Erfindung initiiierende Problem, eine Radarantennenanordnung derart zu optimieren, dass sowohl für die Sende- als auch für die Empfangsantenne gemeinsam eine zur Verfügung stehende Fläche von etwa 100 bis 150 cm² ausreicht. Nach Möglichkeit soll die Anordnung dabei so getroffen werden, dass dazu weder teure Zusatzbauteile wie Zirkulator, Power-Splitter, Umschalter, etc. benötigt werden, ferner soll eine Anwendung im Mikrowellen-ISM-Frequenzband bei 24 GHz möglich sein, also bei Radarfrequenzen unterhalb von 70 GHz, und schließlich sollen die Antennen möglichst optimal voneinander entkoppelt bzw. isoliert sein; ein Übersprechen soll vermieden werden.

[0014] Die Lösung dieses Problems gelingt bei einer gattungsgemäßen Antennenanordnung dadurch, dass

- a) der ersten und der zweiten Antennengruppe jeweils ein eigener HF-Schaltkreis mit einem HF-Sende- und/oder Empfangsbaustein zugeordnet ist, an welchen die Anschlüsse der jeweils miteinander gekoppelten Antennenelemente der betreffenden Antennengruppe fest angeschlossen sind, also ohne Einfügung eines (Um-) Schaltelementes, Zirkulators, Power-Splitters od. dgl., so dass beide Antennengruppen gleichzeitig betreibbar sind;
- b) wobei ferner eine von der Vorderseite der Platine nur durch eine dünne, elektrisch isolierende Lage getrennte, ansonsten jedoch unmittelbar folgende Zwischenschicht als nahezu geschlossene, elektrisch leitende Masseschicht konzipiert ist;
- c) wobei hinter der elektrisch leitenden Masseschicht, von dieser nur durch eine weitere, elektrisch isolierende Lage getrennt, eine weitere Schicht mit einem ersten Leiterbahnsystem vorgesehen ist, welches ausschließlich die Antennenflächen einer ersten Antennengruppe untereinander und/oder mit einer gemeinsamen Anschlussleitung verbindet;
- d) während sich ein zweites, ausschließlich die An-

tennenflächen der zweiten Antennengruppe untereinander und/oder mit einer gemeinsamen Anschlussleitung verbindendes Leiterbahnsystem hinter einer zweiten, nahezu geschlossenen, elektrisch leitenden Masseschicht angeordnet ist, die von dem ersten und zweiten Leiterbahnsystem nur durch je eine elektrisch isolierende Lage getrennt ist;

e) und wobei zu jeder Antennengruppe wenigstens ein Antennenelement existiert, das in wenigstens einer Verschränkungsrichtung der betreffenden Antennenanordnung von wenigstens zwei gleich weit entfernten Antennenelementen einer anderen Antennengruppe flankiert wird sowie von wenigstens zwei, jeweils gleich weit von dem ersten Antennenelement entfernten Antennenelementen der selben Antennengruppe, wobei die Fläche aller Antennenelemente innerhalb jeder Spalte bei der jeweils mittleren Antennenfläche am größten ist und zu dem oberen und unteren Ende der Spalte hin jeweils ständig abnimmt.

[0015] Der gleichzeitige Betrieb mehrerer Antennen bzw. mehrerer Gruppen von Antennenelementen ist für Anwendungen im Radarbereich besonders wichtig, wo Reflexionen der ausgestrahlten Signale nahezu zeitgleich wieder empfangen werden müssen. Ferner werden durch den gleichzeitigen Betrieb teure Zusatzbauteile wie Zirkulator, Power-Splitter, Umschalter, etc. entbehrlich. Bei Verwendung eines Umschalters od. dgl. ist zumeist nicht für jede Antenne ein eigener HF-Sende- oder HF-Empfangsbaustein vorhanden, sondern mehrere Antennen teilen sich einen solchen, was einen gleichzeitigen Betrieb unmöglich macht. Außerdem entstehen durch derartige Umschaltbauteile od. dgl. zusätzliche Kosten, und zumeist lassen sich nachteilige Einflüsse auf die zu verarbeitenden Signale, bspw. Reflexionen, stehende Wellen od. dgl., nicht vollständig vermeiden.

[0016] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist der Begriff "verschränkt" in dem Sinne zu verstehen, dass wenigstens ein, vorzugsweise mehrere Antennenelement(e) einer Gruppe (jeweils) zwischen wenigstens zwei Antennenelementen einer anderen Gruppe angeordnet ist/sind; vorzugsweise gilt dies auch umgekehrt, derart, dass also wenigstens ein, vorzugsweise mehrere Antennenelemente der zweiten Gruppe an zwei einander etwa gegenüberliegenden Seiten von wenigstens je einem Antennenelement der ersten Gruppe umgeben ist/sind. Eine solche Verschränkung bringt eine Reihe von Vorteilen mit sich: Die Apertur bzw. Abstrahlfläche einer Antennengruppe kann mit der von den jeweils periphersten Antennen dieser Gruppe umgrenzte bzw. markierte Gesamtfläche gleichgesetzt werden, also in etwa der Fläche der gesamten Antennenanordnung, so dass die zur Verfügung stehende Fläche von beiden (oder noch mehr) Antennengruppen optimal genutzt werden kann. Dennoch können die einzelnen Antennenelemente individuell ausgelegt bzw. eingestellt werden, insbesondere hinsichtlich Resonanz und Impedanz. Die Er-

findung beschreibt eine Möglichkeit, um das Übersprechen zwischen direkt benachbarten Antennenelementen bzw. zwischen miteinander verschränkten Antennengruppen zu minimieren.

[0017] Als weiteres Merkmal existiert zu jeder Antennengruppe wenigstens ein Antennenelement ("mittiges Antennenelement"), welches in jeder Verschränkungsrichtung von zwei "fremden" Antennenelementen (von einer fremden Antennengruppe) und von zwei "gleichen" Antennenelementen (von der gleichen Antennengruppe) flankiert wird, wobei vorzugsweise zwei fremde Antennenelemente jeweils in beliebigen, aber untereinander identischen Abständen zu dem mittigen Antennenelement angeordnet sind, und wobei vorzugsweise zwei gleiche Antennenelemente jeweils in beliebigen, aber untereinander identischen Abständen zu dem mittigen Antennenelement angeordnet sind. Dieses Merkmal ist kennzeichnend für einen hohen Verschränkungsgrad unter den beteiligten Antennengruppen, was wiederum für einen sehr sanften und glatten Verlauf des Antennendiagramms förderlich ist, sowie insbesondere für die Unterdrückung von Nebenmaxima bzw. Nebenkeulen. Dies wiederum ist für die Eindeutigkeit eines Meßergebnisses von großer Bedeutung und damit für die Zuverlässigkeit eines ggf. berechneten Ablagewinkels.

[0018] Ferner sind die miteinander verschränkten Antennenelemente in einem regelmäßigen Flächenmuster angeordnet mit Spalten und Zeilen. Ein solches Muster begünstigt die gleichförmige Überlagerung der von den einzelnen Antennenelementen abgegebenen oder aufgenommenen Sendesignale.

[0019] Außerdem sind die Flächen aller Antennenelemente innerhalb jeder Spalte bei der jeweils mittleren Antennenfläche am größten und nehmen zu dem oberen und unteren Ende der Spalte hin jeweils ständig ab. Da die Gesamtanordnung meistens (spiegel-) symmetrisch ist, gibt es meistens zwei zueinander symmetrisch angeordnete Antennenflächen, welche bevorzugt auch in ihren Abmessungen weitgehend identisch sind.

[0020] Mehrere oder vorzugsweise alle Antennenelemente sind auf einem platten- oder platinenförmigen Substrat angeordnet. Dessen Aufgabe kann einerseits die Isolation der Antennenelemente gegenüber weiteren Schaltungsteilen sein, andererseits auch die mechanische Abstützung der Antennenelemente, um dieselben in einem konstanten Raster möglichst unverrückbar zu fixieren.

[0021] Indem die angeschlossenen HF-Schaltkreise auf dem selben Substrat angeordnet sind wie wenigstens zwei miteinander verschränkte Antennengruppen, erhält man einerseits eine platzsparende Anordnung. Außerdem können die Verbindungsleitungen möglichst kurz gestaltet werden, so dass die Einstreuung von Störsignalen minimiert wird; gleichzeitig werden auch Anschlüsse für Kabel od. dgl. zu anderen Platinen, etc. vermieden, wodurch sich Reflexionen od. dgl. systematische Störfaktoren ebenfalls minimieren lassen.

[0022] Indem die Antennenelemente auf einer Seite

eines flächigen Substrats, insbesondere einer Platine, angeordnet sind, auf dessen/deren Rückseite sich wenigstens ein, vorzugsweise beide HF-Sende- und/oder HF-Empfangsbausteine befinden, erfolgt eine Aufteilung der unterschiedlichen Schaltungs- bzw. Antennenkomponenten auf beide Flachseiten eines flächigen Substrats, wodurch dessen Flächenbedarf optimal ausgenutzt wird. Der Flächenbedarf der Gesamtanordnung wird somit auf die von den Antennen benötigte Fläche reduziert.

[0023] Außerdem wirkt sich die Schaltung auf der Rückseite der Platine funktechnisch weit weniger störend aus als auf der die Antennen tragenden Vorderseite der Platine. Zur Ankopplung der Antennen an die HF-Bausteine kann vorgesehen sein, dass wenigstens ein, vorzugsweise beide HF-Sende- und/oder HF-Empfangsbausteine mittels jeweils einer oder mehrerer das Substrat, insbesondere die Platine, durchsetzender Durchkontaktierungen mit den Antennenelementen der betreffenden Antennengruppe gekoppelt ist/sind. Dadurch lassen sich die Kontaktierungen auf kurzen Wegen bewirken, was einem optimalen Signalfuß zuträglich ist.

[0024] Dabei ist der ersten und der zweiten Antennengruppe jeweils ein eigener HF-Empfangsbaustein zugeordnet, so dass beide Antennengruppen gleichzeitig als Empfangsantennen betreibbar sind. Durch unterschiedliche Richtcharakteristiken und/oder einen gegenseitigen Versatz können diese beiden Empfangsantennengruppen unterschiedliche Informationen über ein Radarwellen reflektierendes Objekt liefern, wenn sie gleichzeitig aktiv sind. Indem an den einer Antennengruppe zugeordneten HF-Empfangsbaustein die Anschlüsse der jeweils miteinander gekoppelten Antennenelemente der betreffenden Antennengruppe fest angeschlossen sind, so lassen sich beide Antennengruppen gleichzeitig als Empfangsantennen betreiben.

[0025] Dies hat bspw. den Vorteil, dass zwei oder mehrere Empfangsantennengruppen seitlich gegeneinander versetzt und/oder mit unterschiedlicher Richtcharakteristik verwendet werden können, um aus der reflektierten Strahlung eine maximale Information zu erhalten, insbesondere über Lage bzw. Ablagewinkel eines reflektierenden Objektes.

[0026] Besondere Vorteile ergeben sich daraus, dass die Gesamtfläche der ineinander verschränkten Antennengruppen etwa gleich dem Flächenbedarf der Antennengruppe mit der engsten Richtcharakteristik ist, wobei die Breite der Richtcharakteristik der 3 dB-Keulbreite des betreffenden Antennendiagramms entspricht. Zum Erreichen einer vorgegebenen Richtcharakteristik bedarf es bestimmter äußerer Abmessungen einer Antenne bzw. Antennengruppe, welche deren Apertur bestimmen. Dabei erfordert die Antenne mit der engsten Richtcharakteristik die größte Fläche, und innerhalb des Umrisses dieses Flächenbedarfs ordnet die Erfindung stattdessen mehrere Antennengruppen an, so dass sich bei der Erfindung der effektive Platzbedarf gegenüber einer einzigen Antennengruppe nicht erhöht.

[0027] Die Erfindung erlaubt es, die Trennschärfe zwi-

schen zwei, mehr oder allen Antennengruppen (jeweils gleich oder größer als 20 dB zu wählen. Dies resultiert insbesondere daraus, dass - wie die Erfindung weiterhin vorsieht - zwischen unterschiedlichen Antennengruppen keinerlei Verbindungen - insbesondere auch nicht durch Halbleiterelemente oder sonstige Schaltungsteile - existieren.

[0028] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die unterschiedlichen Antennengruppen an jeweils einem gemeinsamen Ein- oder Ausgang, insbesondere HF-Ein- oder -Ausgang, angeschlossen oder fest angekoppelt sind. Damit ist jede Antennengruppe über ein einziges, gemeinsames elektrisches HF-Ein- oder -Ausgangssignal betreibbar, das schaltungstechnisch leicht erzeugt bzw. ausgewertet werden kann.

[0029] Die Radarantennenanordnung zeichnet sich dadurch aus, dass entlang wenigstens einer Raumrichtung aufeinanderfolgende Antennenelemente unterschiedlicher Antennengruppen einander abwechseln. Damit ergeben sich jeweils Antennenreihen mit etwa gleichen, vorzugsweise etwa gerasterten Abständen der einzelnen Antennenmitglieder einer Gruppe. Dadurch wird die zur Verfügung stehende Gesamtfläche mit einer möglichst gleichförmigen Sendeleistung bzw. Empfangsfeldstärke optimal genutzt und trägt daher komplett zur Apertur- bzw. Strahlungsfläche bei.

[0030] Die Erfindung lässt sich dahingehend weiterbilden, dass entlang zweier, unterschiedlicher Raumrichtungen jeweils aufeinanderfolgende Antennenelemente unterschiedlicher Antennengruppen einander abwechseln. Damit ergeben sich jeweils Antennenfelder mit etwa gleichen, vorzugsweise etwa gerasterten Abständen der einzelnen Antennenmitglieder einer Gruppe. Dadurch wird die zur Verfügung stehende Gesamtfläche mit einer möglichst gleichförmigen Sendeleistung bzw. Empfangsfeldstärke optimal genutzt und trägt daher komplett zur Apertur- bzw. Strahlungsfläche bei.

[0031] Bevorzugt verlaufen die beiden Raumrichtungen, entlang welcher jeweils aufeinanderfolgende Antennenelemente unterschiedlicher Antennengruppen einander abwechseln, etwa rechtwinklig zueinander. Damit ergeben sich höchst geordnete und überschaubare Verhältnisse, wobei benachbarte Antennenelemente der selben Antennengruppe stets etwa gleiche Abstände zueinander aufweisen.

[0032] Für die Lage der Flächenschwerpunkte aller Antennen (-flächen) pro Antennengruppe lässt sich ebenfalls eine Relation zwischen unterschiedlichen Antennengruppen aufstellen: Hier sollte der Abstand der Flächenschwerpunkte möglichst nicht größer sein als der Abstand zwischen zwei Antennen (-flächen) derselben Antennengruppe, welche wenigstens eine Antenne einer anderen Antennengruppe zwischen sich einschließen, bei einem Schachbrettmuster also die nächstgelegenen Antennen derselben Antennengruppe innerhalb derselben Reihe oder Spalte, entsprechend der innerhalb einer Spalte oder Reihe eines Schachbrettes nächstgelegenen Felder mit derselben Farbe. Obzwar sich auf diesem

Weg bei Schachbrettmustern mit jeweils gerader Zeilen- und Spaltenzahl, also bspw. jeweils acht oder jeweils zehn, sogar eine Anordnung finden läßt, bei welcher die Flächenschwerpunkte zweier unterschiedlicher Antennengruppen zusammenfallen, wird in vielen Anwendungsfällen ein mehr oder weniger großer Versatz der Flächenschwerpunkte gewünscht sein.

[0033] Die erfindungsgemäße Anordnung begünstigt eine Ausführung, wobei mehrere oder vorzugsweise alle Antennenelemente als Antennenflächen und/oder als planare Antennen ausgeführt sind. Solche Antennen werden üblicherweise als "Antennenpatches" bezeichnet; sie lassen sich vollflächig auf einem platten- oder platinenförmigen Substrat fixieren, um so ein Höchstmaß der mechanischen Stabilität zu erreichen.

[0034] Mehrere oder vorzugsweise alle Antennenpatches können bspw. jeweils eine eckige, vorzugsweise eine rechteckige oder quadratische Fläche aufweisen. Eine solche Anordnung ist einerseits für die Anordnung in einem Muster mit in einem konstanten Raster angeordneten Antennen geeignet. Andererseits können sich - bedingt durch die konstante Länge solcher Flächen - auf solchen Antennen stehende Wellen optimal ausbilden, so dass sich eine ausgeprägte Resonanzkurve ergibt und die Sende- und/oder Empfangsfrequenz scharf begrenzt werden kann. Derartige Patches eignen sich bevorzugt für eine lineare Polarisierung.

[0035] Die Erfindung läßt sich dahingehend weiterbilden, dass mehrere oder vorzugsweise alle Antennenpatches jeweils eine mehreckige, insbesondere abgeschrägte, oder gar eine kreisförmige Fläche aufweisen, insbesondere eine Fläche von der Gestalt eines (unregelmäßigen) Sechsecks oder von kreisförmiger Gestalt. Derartige Patches eignen sich bevorzugt für eine zirkuläre Polarisierung.

[0036] Die Frage, ob die Patches zu linearen oder zirkularen Schwingungen angeregt werden sollen, ist nicht von grundlegender Bedeutung. Wichtig ist jedoch, dass gegebenenfalls möglichst alle Antennenpatches in der gleichen Art und Raumrichtung schwingen sollen, also bspw. allesamt linear polarisiert, insbesondere allesamt in der selben Raumrichtung und -phase schwingend, oder allesamt zirkular polarisiert, insbesondere ebenfalls allesamt in der selben Phase schwingend. Dies kann u.a. dadurch erreicht werden, dass die Anschlußleitungen aller Patches dieselben stets unter derselben oder allenfalls unter antiparallelen Raumrichtungen erreichen.

[0037] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass zwei, mehrere oder alle flächigen Antennenelemente, insbesondere -patches, an einem Punkt zwischen dem Zentrum und der Peripherie einer dem betreffenden Antennenelement umbeschriebenen Fläche angeschlossen sind, entweder mittels einer Durchkontaktierung zu dem betreffenden Punkt oder im Bereich einer nach innen gerichteten Aussparung in der umbeschriebenen Fläche des betreffenden Antennenpatches. In diesem Bereich kann eine Ankopplung mit einem maximalen Energieaustausch realisiert werden. Dies ist weder am äußeren

Rand eines Patches gegeben (weil dort der Stromfluß innerhalb des Patches lotrecht zum Rand stets null ist, so dass sich dort ein Schwingungsknoten ausbildet) noch im geometrischen Zentrum des Patches (weil dort die maximale Schwingungsamplitude auftritt und dieselbe solchenfalls durch das angekoppelte Signal begrenzt wird).

[0038] Ferner sieht die Erfindung vor, dass in der Fläche der Antennenelemente entweder keine zueinander parallelen Anschluss-Leiterbahnen unterschiedlicher Antennengruppen existieren oder diese einen gegenseitigen Mindestabstand aufweisen, welcher der maximalen Kantenlänge eines Antennenelements entspricht. Dadurch kann ein direktes Übersprechen zwischen diesen Anschluss-Leiterbahnen vermieden oder jedenfalls auf ein Minimum reduziert werden.

[0039] An der Peripherie einer Antennengruppe sollte wenigstens ein Antennenelement existieren, dessen aufgenommene und abgestrahlte Sendeleistung (bei Sendebetrieb) oder aufgefangene und weitergegebene Empfangsleistung (bei Empfangsbetrieb) kleiner ist als die von einem Antennenelement im Inneren der betreffenden Antennengruppe, insbesondere im Bereich ihres Flächenschwerpunktes, aufgenommene und abgestrahlte oder aufgefangene und weitergegebene Sendebzw. Empfangsleistung, vorzugsweise um wenigstens 10 % kleiner, insbesondere um wenigstens 15 % kleiner. Durch die zur Peripherie einer Antennengruppe hin abnehmende Leistung der einzelnen Antennenpatches wird ein abrupter Rückgang der Strahlungsleistung am Rand einer Antennengruppe vermieden, was die Richtcharakteristik verbessert, indem Nebenmaxima weitestgehend unterdrückt werden. Damit lassen sich im Rahmen eines Radarverfahrens weitaus bessere Aussagen über ein reflektierendes Objekt treffen als bei einer Vielzahl von Nebenmaxima, welche die Information erheblich verfälschen können.

[0040] Im Rahmen der Erfindung ist weiterhin vorgesehen, dass die aufgenommene und abgestrahlte Sendeleistung oder die aufgefangene und weitergeleitete Empfangsleistung der Antennenpatches von einem Zentrum der betreffenden Antennengruppe, insbesondere von ihrem Flächenschwerpunkt, zu ihrer Peripherie hin entlang wenigstens einer Raumrichtung, vorzugsweise entlang jeder Raumrichtung innerhalb der Fläche, kontinuierlich abnimmt. Eine solche stetige Abnahme dient der Vermeidung eines abrupten Übergangs der Strahlungsleistung am Rand der Antennengruppen; dieses wiederum bringt eine erhebliche Reduzierung von Nebenmaxima in der Richtcharakteristik mit sich, und letzteres wiederum hat eine präzisere Informationsauswertung zur Folge sowie eine verlässlichere Vorhersage über die genaue Lage erkannter Objekte.

[0041] Eine optimale Richtcharakteristik ergibt sich insbesondere dadurch, dass die aufgenommene und abgestrahlte Sendeleistung oder die aufgefangene und weitergeleitete Empfangsleistung der Antennenpatches von einem Zentrum der betreffenden Antennengruppe,

insbesondere von ihrem Flächenschwerpunkt, zu ihrer Peripherie hin entlang wenigstens einer Raumrichtung, vorzugsweise entlang jeder Raumrichtung in der Fläche, etwa entlang einer Cosinus- oder Cosinus²-Kurve abnimmt, wobei sich der Nullpunkt des Arguments dieser Kurve im Zentrum bzw. Flächenschwerpunkt der betreffenden Antennengruppe befindet. Solche Kurven schaffen einen maximal glatten Übergang von einer maximalen Sendeleistung im Zentrum einer Antennengruppe zu der außerhalb der Antennengruppe verschwindenden Sendeleistung - die Ausprägung von unerwünschten Nebenmaxima ist minimal.

[0042] Zu diesem Zwecke läßt sich erfindungsgemäß die Fläche eines Antennenpatches von dessen Lage abhängig machen, und zwar derart, dass die Fläche eines Antennenpatches vom Zentrum der Radarantennenanordnung bzw. Antennengruppe, insbesondere von dem Flächenschwerpunkt der betreffenden Antennengruppe, entlang wenigstens einer Raumrichtung zu deren Peripherie hin kleiner wird, bspw. linear oder etwa entlang einer Cosinus- oder Cosinus²-Kurve. Die Fläche eines Antennenpatches, insbesondere dessen Breite quer zu einer stehenden Welle, ist charakteristisch für deren Impedanz und damit für ihre Strahlungsstärke.

[0043] Die quer zu ihrer Schwingungsrichtung gemessene Breite der Antennenpatches bestimmt die Impedanz des betreffenden Patches und damit dessen Leistungsaufnahme und -abstrahlung. Wenn diese quer zu ihrer Schwingungsrichtung gemessene Breite der Antennenpatches daher von einem Zentrum der betreffenden Antennengruppe, insbesondere von ihrem Flächenschwerpunkt, zu ihrer Peripherie hin entlang wenigstens einer Raumrichtung, vorzugsweise entlang jeder Raumrichtung innerhalb der Fläche, abnimmt, bspw. linear oder etwa entlang einer Cosinus- oder Cosinus²-Kurve, so verhält sich die aufgenommene bzw. abgestrahlte Sendeleistung entsprechend.

[0044] Andererseits ist es auch möglich, die den Antennenpatches zugeführte oder von diesen abgegriffene Leistung von einem Zentrum der betreffenden Antennengruppe, insbesondere von ihrem Flächenschwerpunkt, zu ihrer Peripherie hin entlang wenigstens einer Raumrichtung, vorzugsweise entlang jeder Raumrichtung innerhalb der Fläche, zu reduzieren, bspw. linear oder etwa entlang einer Cosinus- oder Cosinus²-Kurve. Somit können die peripheren Patches - selbst bei vergleichbarer Impedanz - infolge der geringeren, angebotenen Sendeleistung nur weniger Leistung aufnehmen oder abstrahlen als vergleichbare Patches im Zentrum der betreffenden Antennengruppe. Im Sendebetrieb kann die abgegriffene und zum HF-Empfänger weitergeleitete Leistung reduziert bzw. gedämpft werden, um eine vergleichbare Wirkung beim Empfangsbetrieb zu erreichen.

[0045] Eine weitere Möglichkeit zur Beeinflussung der aufgenommenen und abgestrahlten oder aufgefangenen und weitergeleiteten Leistung besteht darin, dass der Anschluss wenigstens eines Antennenpatches im Bereich der Peripherie der betreffenden Antennengrup-

pe stärker zu dem der Fläche des betreffenden Antennenpatches umbeschriebenen Rand verschoben ist als der Anschluß eines Antennenpatches im Inneren der betreffenden Antennengruppe gegenüber dem dortigen umbeschriebenen Rand. Da im Randbereich die Ankopplung weniger stark ausfällt als in einem eher zentralen Bereich eines Antennenpatches, können derartig dimensionierte, periphere Antennenpatches nur weniger Energie mit dem angeschlossenen HF-Baustein austauschen als Antennenpatches im Zentrum der Antennengruppe.

[0046] Die den Antennenpatches zugeführte oder von diesen abgegriffene Leistung kann mittels Leistungsteilern im Speisennetzwerk zur Peripherie hin reduziert werden, vorzugsweise entsprechend dem Verhältnis von gegebenenfalls voneinander abweichenden Wellenwiderständen in unterschiedlichen Zweigen des Speise- oder Empfangsnetzwerks.

[0047] Andererseits ist es auch möglich, dass die den Antennenpatches zugeführte oder von diesen abgegriffene Leistung mittels Lambda-Viertel-Transformatoren und/oder mittels Widerständen in bestimmten, insbesondere zu peripheren Antennenpatches führenden Zweigen des Speise- oder Empfangs- bzw. Abgriffsnetzwerks reduziert wird.

[0048] Die Längserstreckung zweier, mehrerer oder aller Antennenpatches in wenigstens einer gemeinsamen Raumrichtung sollte gleich groß sein. Diese Längserstreckung eignet sich in besonderem Maße zur Ausbildung einer stehenden Resonanzwelle gleicher Schwingfrequenz und sollte daher in einem bestimmten Verhältnis zur Wellenlänge der bevorzugten Radarwelle stehen.

[0049] Zur Ausbildung einer stehenden Welle ist es förderlich, dass die gemeinsame Länge zweier, mehrerer oder aller Antennenpatches etwa der halben Wellenlänge der abgestrahlten bzw. sensierten Radarsignale entspricht, oder einem Bruchteil davon, etwa einem Viertel derselben. Im Rahmen einer Erstreckung mit der halben Wellenlänge einer Schwingung kann sich an beiden elektrisch reflektierenden Enden einer Antennenfläche, d.h., an den einander gegenüberliegenden Stirnseiten, je ein Schwingungsknoten bilden, sowie mit je einem Schwingungsbauch dazwischen.

[0050] Wenn benachbarte Antennenpatches geeignet voneinander beabstandet sind, so wird damit eine elektrische Entkopplung zwischen den Antennen, welche vorzugsweise zu unterschiedlichen Antennengruppen zuzuordnen sind, bewirkt. Als geeignet hat sich dabei ein Mindestabstand von wenigstens $\lambda/8$ erwiesen, wobei λ die Wellenlänge der verwendeten Radarfrequenz im Vakuum entspricht.

[0051] Andererseits empfiehlt die Erfindung, dass die Antennenpatches einer gemeinsamen Antennengruppe voneinander beabstandet sind, bspw. um etwa die Wellenlänge der abgestrahlten bzw. sensierten Radarsignale oder einem Bruchteil oder Vielfachen davon, bspw. der doppelten Wellenlänge. Durch eine solche Maßnah-

me kann das phasenrichtige Schwingen unterschiedlicher Antennenpatches einer gemeinsamen Antennengruppe auf einfachem Wege sichergestellt werden.

[0052] Insbesondere zwei gleichzeitig als Empfangsantennen betriebene Antennengruppen sollten in wenigstens einer Raumrichtung, vorzugsweise in etwa horizontaler Richtung, einen Antennenversatz aufweisen, d.h., einen Abstand d zwischen den beiden Antennenschwerpunkten aller Antennenelemente, insbesondere -patches, jeder der beiden Antennengruppen, welcher vorzugsweise kleiner ist als die gesamte Erstreckung der Antennengruppe mit der breitesten Richtcharakteristik in der betreffenden Raumrichtung, wobei die Breite der Richtcharakteristik der 3 dB-Keulenbreite des betreffenden Antennendiagramms entspricht. Ein solcher, relativ geringer Versatz läßt sich nur durch eine Verschränkung der einzelnen Antennenelemente erreichen.

[0053] Die erfindungsgemäß miteinander verschränkten Antennenelemente erlauben insbesondere Anordnungen mit einem Abstand d zwischen den beiden Antennenschwerpunkten aller Antennenelemente, insbesondere -patches, zweier Antennengruppen, der gleich oder kleiner ist als die Wellenlänge λ :

$$0 < d \leq \lambda.$$

[0054] Zwei, mehrere oder alle flächigen Antennenelemente, insbesondere -patches, sollten an einem Punkt zwischen dem Zentrum und der Peripherie einer dem betreffenden Antennenelement umbeschriebenen Fläche angeschlossen sein, entweder mittels einer Durchkontaktierung zu dem betreffenden Punkt oder im Bereich einer nach innen gerichteten Aussparung in der umbeschriebenen Fläche des betreffenden Antennenelements. In diesen Bereichen liegt die Anschlussimpedanz eines Patches in einem für die Ankopplung optimalen Bereich.

[0055] Besonders förderlich ist es, zwischen zweien, mehreren oder allen Antennenelementen einer gemeinsamen Antennengruppe, insbesondere zwischen den nächstgelegenen Antennenelementen einer gemeinsamen Antennengruppe eine (galvanische) Verbindung vorzusehen, vorzugsweise in Form einer Signallaufleitung, bspw. etwa von der Wellenlänge der abgestrahlten bzw. sensierten Radarsignale oder einem Vielfachen davon, bspw. der doppelten Wellenlänge. Diese Signalleitung dient dann als Verzögerungsleitung und sorgt dafür, dass die Signale den betreffenden Antennenelementen bzw. -patches phasenrichtig zugeführt werden bzw. von diesen stammende (Empfangs-) Signale phasenrichtig addiert bzw. überlagert werden, so dass sich infolge der Überlagerung die betreffende Schwingungsamplitude erhöht oder vermindert.

[0056] Wenn - wie die Erfindung weiter vorsieht - die der Verbindung dienenden Signalleitungen auf etwa geradem Weg zwischen den betreffenden Antennenele-

menten bzw. -patches verlaufen, so sollten diese nächstgelegenen und direkt miteinander verbundenen Antennenpatches um ein vorgegebenes, vorzugsweise etwa konstantes Maß voneinander beabstandet sein, welches bspw. etwa der Wellenlänge der abgestrahlten bzw. sensierten Radarsignale entspricht, oder einem Vielfachen davon, bspw. der doppelten Wellenlänge. Solchenfalls ruft eine gerade gestreckte Signalleitung eben die erwünschte Phasenverschiebung um $n \cdot \lambda$ hervor.

[0057] Die Speisung von zwei, mehreren oder allen Antennenpatches der selben Antennengruppe kann auf galvanischem Weg erfolgen, insbesondere mittels Wellenleitern; diese Methode hat sich bei geätzten Schaltungen bewährt, weil dann die Verbindungsleitungen gleichzeitig mit der Herstellung der Antennen (-flächen) selbst erfolgen kann. Aus einer derartigen Leitungsverbindung wird zusammen mit einer rückwärtig auf der betreffenden Platine oder Platinenlage aufgebrauchten (Masse-) Leitungsfläche eine Streifenleitung.

[0058] Ein besonders einfacher Aufbau ergibt sich, wenn eine oder mehrere Reihen von Antennenpatches der selben Antennengruppe in der Antennenebene selbst miteinander verbunden sind. Da die benachbarten Antennenelemente oder -flächen vorzugsweise unterschiedlichen Antennengruppen zugeordnet werden, sind sie signalmäßig möglichst vollständig voneinander zu trennen, was am besten durch einen gewissen, gegenseitigen Abstand realisierbar ist. Zwischen benachbarten Antennenelementen oder -flächen verbleiben daher ungenutzte Gassen, welche sich hervorragend zum Einfügen von Anschlußleitungen eignen.

[0059] Da eine Anschlussleitung meistens einer von zwei benachbarten Antennenelementen oder -flächen signalmäßig zuzuordnen ist, besteht oftmals keine Veranlassung, hier eine (galvanische) Trennung vorzunehmen. Vielmehr können in diesem Fall die jeweils betroffenen Antennenelemente oder -flächen unter bestimmten Voraussetzungen direkt in die Signalleitung integriert werden, das Signal wird sozusagen durch ein Antennenelement hindurch zum nächsten geleitet. Dadurch entsteht eine Anordnung, wobei zwei oder mehr Antennenelemente, insbesondere -patches, nach Art einer Reihenschaltung miteinander verbunden sind.

[0060] Bei Nutzen eines (-r) Antennenelements oder -fläche als Signalleiter werden an dem betreffenden Antennenelement zwei Verbindungsleitungen angeschlossen, insbesondere an einander etwa gegenüberliegenden Bereichen. Dabei fungiert der eine Anschluß als Zuleitung für das/die betreffende Antennenelement oder -fläche, der andere Anschluß bildet die Zuleitung des/der nächstfolgend angeschlossenen Antennenelements oder -fläche.

[0061] Wenn ein Antennenelement nach Art einer Abzweigung an eine gemeinsame Zuleitung angeschlossen ist, so kann man hierbei eher an eine Parallelschaltung der einzelnen Antennenelemente bzw. -zweige denken.

[0062] Wenn ein Antennenelement oder -patch von einer gemeinsamen Verbindungsleitung einseitig ab-

zweigt, kann die Anordnung insgesamt derart getroffen sein, dass die mit einer gemeinsamen Verbindungsleitung gekoppelten Antennenelemente oder -flächen abwechselnd in beide Richtungen gegenüber der Verbindungsleitung abzweigen; mit einer solchen Anordnung gelingt es bspw., sämtliche Antennenelemente verschiedener Antennengruppen innerhalb der Ebene der Antennenelemente selbst an gemeinsame Zuleitungen anzuschließen.

[0063] Eine andere Konstruktionsvorschrift besagt, dass eine oder mehrere Antennenelemente der selben Antennengruppe mittels Durchkontaktierungen zu einer anderen, gemeinsamen Leiterbahnebene miteinander verbunden sind. Bevorzugt sind jeweils mehrere Kontaktierungsbohrungen pro Durchkontaktierung vorgesehen, nach einem wohldefinierten Muster.

[0064] Da es mehrere Antennengruppen gibt, kann bei Bedarf eine entsprechende Anzahl von Leiterbahnlagen verwendet werden, um eine regelrechte Signalebene zu bilden. Die Durchkontaktierungen von Antennenelementen unterschiedlicher Gruppen durchsetzen dann den mehrlagigen Platinenstapel unterschiedlich weit.

[0065] Schließlich entspricht es der Lehre der Erfindung, dass Durchkontaktierungen, insbesondere zu unterschiedlichen Antennengruppen und/oder zu unterschiedlichen HF-Empfangsteilen, voneinander abgeschirmt sind. Zur gegenseitigen Abschirmung der Durchkontaktierungen unterschiedlicher Antennengruppen kann/können zwischen diesen eine oder mehrere weitere, auf Massepotential liegende Durchbohrungen bzw. -kontaktierungen vorgesehen sein. Solche Bohrungen können ggf. einseitig blind enden, während sie - vorzugsweise mit ihrem anderen Ende - an einem vorzugsweise als weitere Leiterbahnlage bzw. -fläche ausgebildeten Masseanschluss verbunden sind.

[0066] Weitere Merkmale, Vorteile, Eigenschaften und Wirkungen auf der Basis der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung einiger bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung sowie anhand der Zeichnung. Hierbei zeigt:

Fig. 1 eine erste, planare Radarantennenanordnung in einer Ansicht lotrecht zu ihrer Grundebene, welche jedoch in der dargestellten Ausführung nicht unter den Schutzzumfang der Anmeldung fällt;

Fig. 2 eine andere Radarantennenanordnung in einer der Fig. 1 entsprechenden Ansicht, welche jedoch ebenfalls in der dargestellten Ausführung nicht unter den Schutzzumfang der Anmeldung fällt;

Fig. 3 eine typische Ausführungsform der Erfindung in einer Ansicht gemäß Fig. 1; sowie

Fig. 4 eine vierte Ausführungsform einer Radarantennenanordnung in einer Darstellung nach Fig. 1,

welche jedoch in der dargestellten Ausführung nicht unter den Schutzzumfang der Anmeldung fällt.

[0067] Fig. 1 zeigt eine Radarantennenanordnung 11 in planarer Bauweise, angeordnet auf einer (etwa) quadratischen Platine 12. Die Radarantennenanordnung 11 umfasst eine Vielzahl von Antennenflächen 13, 14, nämlich insgesamt einhundertundeinundzwanzig. Davon sind sechzig Antennenflächen 13, welche in Fig. 1 dunkel schraffiert sind, einer ersten Antennengruppe zugeordnet, die anderen einundsechzig Antennenflächen 14, welche in Fig. 1 hell schraffiert sind, einer zweiten Antennengruppe.

[0068] Im Gegensatz zur vorliegenden Erfindung haben alle Antennenflächen 13, 14 identische (Außen-) Abmessungen, nämlich eine (etwa) quadratische Grundgestalt, mit einem den Anschluß erleichternden Schlitz 15 an einer Grundseite, in der Draufsicht nach Fig. 1 jeweils an der Unterkante der Antennenflächen 13, 14. Der Schlitz 15 kann (vorzugsweise je nach Lage einer Antennenfläche 13, 14) unterschiedliche Längen haben und dient zur Impedanzanpassung der betreffenden Antennenfläche 13, 14. Bei quadratischen Antennenflächen 13, 14 sorgt ein solcher Schlitz für eine definierte Ausrichtung einer stehenden Welle, was bei rechteckigen Antennenflächen bereits durch die Relation der Flächenabmessungen zu der Schwingfrequenz bzw. -wellenlänge bewerkstelligt wird.

[0069] Die Aufteilung der Antennenflächen 13, 14 sowie deren Zuordnung zu den beiden Antennengruppen folgt streng dem selben Schema wie die Aufteilung eines Schachbrettmusters in weiße und schwarze Felder. Demnach wechseln sich sowohl in Richtung einer horizontalen Zeile als auch in Richtung einer vertikalen Spalte jeweils Antennenflächen 13, 14 unterschiedlicher Antennengruppen ab, in diagonalen Richtungen folgen dagegen - analog zu der Anordnung der Felder auf einem Schachbrett - Antennenflächen 13, 14 der selben Antennengruppe aufeinander.

[0070] Wie sich leicht nachvollziehen läßt, liegen die Flächenschwerpunkte aller Antennenflächen 13, 14 je einer Antennengruppe jeweils genau im Zentrum der Platine 12, fallen also zusammen.

[0071] Jede Antennenfläche 13, 14 ist auf der Platinenoberseite 16 von allen benachbarten Antennenflächen 13, 14 vollständig isoliert. Dies wird durch gegenseitige Abstände bewirkt, welche die Platinenoberseite 16 wie ein rechtwinkliges Netz von Gassen oder Straßen durchziehen.

[0072] Die Kontaktierung der einzelnen Antennenflächen 13, 14, also deren Verbindung zu oder Kopplung an eine(r) jeder Antennengruppe gemeinsamen Anschlußleitung erfolgt auf der Rückseite der Platine 12 und/oder innerhalb von leitenden Zwischenlagen derselben. Zu diesem Zweck ist im Bereich jeder Antennenfläche 13, 14 wenigstens eine Durchkontaktierung zu finden, die bis zu einer bestimmten Zwischenlage der Pla-

tine 12 führt oder gar bis zu deren Rückseite.

[0073] So ist eine erste, von der Ober- oder Vorderseite 12 nur durch eine dünne, elektrisch isolierende Lage getrennte, ansonsten jedoch unmittelbar folgende Zwischenschicht als nahezu geschlossene, elektrisch leitende Masseschicht konzipiert, um die einzelnen Antennenpatches bzw. -flächen 13, 14 von dahinter verlegten Leiterbahnen komplett abzuschirmen.

[0074] Dahinter folgt dann - nur durch eine weitere, elektrisch isolierende Lage getrennt - eine weitere Schicht von Leiterbahnen, welche ausschließlich die Antennenflächen 13 einer ersten Antennengruppe untereinander und/oder mit einer gemeinsamen Anschlussleitung verbinden.

[0075] Hinter diesem Leiterbahnsystem, welches die Antennen 13 verbindet, befindet sich - von diesem Leiterbahnsystem nur durch eine weitere, elektrisch isolierende Lage getrennt - wiederum eine als nahezu geschlossene, elektrisch leitende Masseschicht ausgebildete Zwischenschicht, welche das die Antennenflächen 13 verbindende Leiterbahnsystem gegenüber den dahinter liegenden Leiterbahnebenen abschirmt. Auf diese zweite Masseschicht folgt sodann - von dieser Masseschicht nur durch eine weitere, elektrisch isolierende Lage getrennt - ein zweites Leiterbahnsystem, welches ausschließlich die Antennenflächen 14 der zweiten Antennengruppe untereinander und/oder mit einer gemeinsamen Anschlußleitung verbindet.

[0076] Dahinter kann - wiederum durch eine isolierende Lage getrennt, eine dritte Masseschicht angeordnet sein, welche auch das zweite Leiterbahnsystem gegenüber unerwünschten Störeinflüssen abschirmt.

[0077] Elektrische Anschlüsse sind vorzugsweise nur zwei vorhanden, nämlich ein gemeinsamer Anschluss für die erste Antennengruppe, sowie ein gemeinsamer Anschluss für die zweite Antennengruppe.

[0078] Bei der Kontaktierung der Antennenpatches 13, 14 ist ferner zu beachten, dass diese in einer vorgegebenen Phasenbeziehung zueinander schwingen sollen. Dies kann bspw. durch Einflussnahme auf die Länge der Signalleitung zwischen zwei benachbarten und miteinander verbundenen Antennenpatches 13, 14 der selben Antennengruppe erreicht werden.

[0079] Um definierte Signallaufzeiten zu erzielen, empfiehlt es sich, eine rückwärtige Kontaktierung in der ersten Leiterbahn-Zwischenschicht nicht als (weitgehend) geschlossene Fläche auszubilden, sondern in einzelne, linienförmige Leiterbahnen aufzulösen, längs der sich die Signale mit Lichtgeschwindigkeit oder jedenfalls konstanter Geschwindigkeit ausbreiten. Daher kann die Signallaufzeit von einem Punkt bis zu einem anderen Punkt genau bestimmt werden.

[0080] Geeignet für die Kontaktierung aller Antennenflächen 13, 14 einer gemeinsame Antennengruppe ist bspw. eine etwa rippenförmig verzweigte Leiterbahnstruktur, mit einem bspw. in einer Hauptdiagonale verlaufenden "Rückgrat"-Leiter, von dem seitlich etwa rechtwinklig dazu - etwa rippenförmig - in beide Richtun-

gen Teilleiter abzweigen. Eine solche Anordnung hat den Vorteil, dass alle Verbindungen mit Leiterbahnabschnitten jeweils gleicher Länge realisierbar sind. Eben diese Länge kann dann auf die Wellenlänge der betreffenden Radarfrequenz abgestimmt sein. Die Kontaktierung einer Antennenfläche 13, 14 erfolgt vorzugsweise genau in deren Mitte, dort, wo der betreffende Schlitz 15 endet. Demnach sollte der diagonale Abstand der Flächenmitten in Diagonalrichtung direkt benachbarter Antennenflächen 13, 14 etwa der Wellenlänge der betreffenden Radarfrequenz entsprechen. Die kurzen Durchkontaktierungen zwischen dieser Leiterbahnebene und der Antennenebene kann man für die Ermittlung der Signallaufzeit im allgemeinen vernachlässigen, weil dieser Laufzeitanteil allen Durchkontaktierungen gemeinsam ist und daher für eine jeweils gleiche, zusätzliche Verzögerung jedes Antennensignals sorgt.

[0081] Für eine Kontaktierung genügt zwar jeweils eine einzige Durchbrechung, welche durch ein elektrisch leitendes Medium, bspw. Zinn, gefüllt wird. Es hat sich jedoch bewährt, statt einer einzigen Durchbrechung mehrere, evtl. querschnittlich reduzierte Durchbrechungen vorzusehen. Damit wird nicht nur die Ausfallwahrscheinlichkeit reduziert, sondern vor allem auch die Signalqualität verbessert.

[0082] Ferner empfiehlt es sich, die Durchkontaktierungen unterschiedlicher Antennengruppen voneinander zu entkoppeln. Dies kann bspw. durch weitere Durchkontaktierungen erfolgen, welche Massepotential führen und sich jeweils zwischen den Durchkontaktierungen unterschiedlicher Antennengruppen befinden. Ideal wäre hierfür natürlich bspw. eine hülsenförmige Durchkontaktierung, welche einen Anschlußkontakt einer Antenne vollständig umgibt. Allerdings würde eine hülsenförmige Durchkontaktierung die Stabilität einer Platine erheblich schwächen und dadurch die Ausfallwahrscheinlichkeit wieder deutlich erhöhen. Ein akzeptabler Kompromiss ist daher bspw. die ringförmige Anordnung einer größeren Anzahl von etwa punktförmigen Masse-Durchkontaktierungen, welche jeweils eine Antennen-Anschluß-Durchkontaktierung umgeben. Eine andere Variante sieht vor, derartige Masse-Durchkontaktierungen entlang aller Gassen zwischen den Antennenflächen 13, 14 anzuordnen, weil auch dadurch ein Übersprechen wesentlich reduziert wird.

[0083] Die Radarantennenanordnung 21 nach Fig. 2 unterscheidet sich von der Radarantennenanordnung 11 aus Fig. 1 u.a. dadurch, dass in diesem Fall die Platine 22 nicht quadratisch ist, sondern rechtwinklig.

[0084] Dies resultiert vor allem daraus, dass hier die Anzahl der Zeilen und Spalten des Antennenrasters nicht identisch sind. Vielmehr gibt es neun Spalten, aber nur acht Zeilen. Ferner sind nicht alle zweiundsiebzig Plätze dieser 8x9-Matrix mit Antennen 23, 24 besetzt, sondern nur achtundsechzig Plätze; in den Quadranten oben rechts und links unten fehlen in den äußersten seitlichen Spalten jeweils zwei Antennenflächen 24.

[0085] Ferner umfasst die Radarantennenanordnung

21 nach Fig. 2 nicht zwei Antennengruppen, sondern deren drei. Dies wird durch folgende Schaltung erreicht:

Während alle Antennenflächen 23, welche in Fig. 2 dicht schraffiert sind, zu einer einzigen Antennengruppe zusammengeschaltet oder auf sonstigem Weg miteinander gekoppelt sind, trifft dies für die damit verschränkt angeordneten Antennenflächen 24 nicht zu. Von diesen sind die Antennenflächen 24a in der oberen Hälfte der Radarantennenanordnung 21 zwar untereinander, aber nicht mit den - ihrerseits untereinander gekoppelten - Antennenflächen 24b in der unteren Hälfte der Radarantennenanordnung 21 verbunden, so dass sich eine obere Antennengruppe mit den Antennenflächen 24a sowie eine untere Antennengruppe mit den Antennenflächen 24b ergibt, welche jeweils mit den über die gesamte Fläche der Radarantennenanordnung 21 verteilten Antennenflächen 23 verschränkt sind.

[0086] Ein Vorteil dieser Anordnung ist, dass durch den räumlichen Versatz die Möglichkeit einer Winkelmessung nach dem Monopulsprinzip gegeben ist. Dabei lassen sich die Antennengruppen mit den Antennenflächen 24a und 24b als Empfangsantennen betreiben. Wie der Fig. 2 entnommen werden kann, sind die Flächenschwerpunkte der Gesamtheit aller Antennen 24a, 24b jeder dieser Antennengruppen in horizontaler Richtung gegeneinander versetzt. Bspw. liegt der Flächenschwerpunkt der Antennen 24a der oberen Antennengruppe etwa um eine Rasterteilung links von dem Flächenschwerpunkt der Antennen 24b der unteren Antennengruppe; der Versatz gegenüber dem Flächenschwerpunkt der Sendeanenne mit den Antennenflächen 23 beträgt jeweils eine halbe Rasterteilung nach links bzw. nach rechts. Damit lassen sich aus den Empfangssignalen beider Empfangsantennengruppen Rückschlüsse auf den seitlichen Ablagewinkel zu einem reflektierenden Objekt gewinnen.

[0087] Die erfindungsgemäße Radarantennenanordnung 31 nach Fig. 3 weicht vom Schachbrettmuster-Prinzip ab. Auch hier wird - wie bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen 11, 21 - eine mehrlagige Platine 32 als Substrat für eine Vielzahl von Antennenflächen 33, 34 verwendet. Allerdings sind die Antennenflächen 33, 34 nicht in einem Schachbrettmuster angeordnet, sondern in vertikalen Spalten von jeweils mehreren, insbesondere jeweils sieben Antennenflächen 33, 34, wobei alle Antennen 33, 34 innerhalb einer Spalte jeweils derselben Antennengruppe zugeordnet sind. Die Antennen 33, 34 benachbarter Reihen sind abwechselnd den beiden Antennengruppen zugeordnet. In diesem Fall gibt es daher keine zweidimensionale Verschränkung wie im Fall des Schachbrettmusters, sondern nur eine eindimensionale Verschränkung.

[0088] Im dargestellten Ausführungsbeispiel gibt es insgesamt sechs Spalten zu je sieben Antennenflächen 33, 34, insgesamt also zweiundvierzig Antennenflächen 33, 34. Davon sind jeweils einundzwanzig Antennen 33,

34 der ersten Antennengruppe und ebenso viele der zweiten Antennengruppe zugeordnet.

[0089] Die zu einer gemeinsamen Spalte zusammengefassten Antennenflächen 33, 34 jeder Antennengruppe sind auf der Platinenvorderseite 36 galvanisch durch schmale Leiterbahnen 37 miteinander verbunden; zusammen mit einer direkt unterhalb der obersten isolierenden Lage angeordneten, ersten Masse-Schicht ergibt sich dadurch eine Mikrostreifenleiterstruktur mit einem definierten Wellenwiderstand.

[0090] Bevorzugt verlaufen die Leiterbahnen 37 jeweils mittig innerhalb einer Spalte, sowie gerade gestreckt, vertikal von unten nach oben. Ihre Länge entspricht daher dem (vertikalen) Abstand zwischen den vertikal benachbarten Antennenflächen 33, 34. Diese Länge eines Leiterbahnabschnitts 37 ist andererseits etwa identisch mit der in Spaltenlängsrichtung gemessenen Erstreckung einer Antennenfläche 33, 34, in der Darstellung nach Fig. 3 also der Höhe der Antennen-Rechtecke 33, 34. Diese wiederum entspricht etwa der halben Wellenlänge der verwendeten Radarfrequenz. Dies hat folgende Bewandnis: Durch die Ausdehnung der Antennen-Rechtecke von der Größenordnung der halben Wellenlänge kann sich darin eine stehende Welle ausbilden mit zwei Knoten an den (elektrisch) reflektierenden Kanten der Antennenflächen 33, 34. Andererseits entspricht die Entfernung von dem Anschluß- oder Einspeisepunkt einer Antennenfläche 33, 34 zu dem entsprechenden Anschluß- oder Einspeisepunkt der benachbarten Antennenfläche 33, 34 insgesamt etwa der einfachen Wellenlänge der verwendeten Radarfrequenz. Die galvanisch miteinander gekoppelten Antennenflächen 33, 34 werden daher phasenrichtig zum Schwingen angeregt, bzw. eine empfangene Schwingung wird phasenrichtig aufaddiert.

[0091] Die der selben Antennengruppe zugeordneten Spalten sind untereinander auf der Rückseite der Platine 32 oder in einer Zwischenlage derselben miteinander verbunden, wozu Durchkontaktierungen erforderlich sind. Deren Struktur sowie weitere Einzelheiten, bspw. gegenseitige Abschirmungen, etc., können entsprechend zu den Ausführungsformen 11 und 21 gestaltet sein.

[0092] Die Antennenanordnung 31 zeigt aber eine weitere Besonderheit: Während die in Längsrichtung einer Spalte gemessene Antennenerstreckung bei allen Antennenflächen 33, 34 etwa gleich groß ist, etwa entsprechend der halben Wellenlänge der verwendeten Radarfrequenz, ist die quer zur Längsrichtung einer Spalte gemessene Antennenerstreckung innerhalb einer Spalte nicht konstant. Vielmehr ist diese Abmessung innerhalb jeder Spalte bei der jeweils mittleren Antennenfläche 33, 34 am Größten und nimmt zu dem oberen und unteren Ende der Spalte hin jeweils ständig ab.

[0093] Während die in Schwingungsrichtung verlaufende Antennenabmessung die Wellenlänge einer stehenden Welle und damit die Resonanzfrequenz der betreffenden Antennenfläche 33, 34 bestimmt, ist die quer

dazu verlaufende Antennenabmessung ein Maß für die Impedanz der Antennenfläche 33, 34, und damit für die abgestrahlte Leistung bzw. für die empfangene Feldstärke. Die breiteren Antennenflächen 33, 34 oder Antennenpatches in der Mitte haben eine kleinere Impedanz und damit eine größere Strahlungsamplitude als die schmälere Antennenflächen 33, 34 oder Antennenpatches am oberen und unteren Ende einer Antennenspalte. Indem somit die Strahlungsleistung bzw. Empfangsfeldstärke zu den beiden, oberen und unteren Rändern der Radarantennenanordnung 31 hin stetig bzw. sanft abnimmt, werden Nebenmaxima in der Richtcharakteristik des Antennendiagramms reduziert oder gar vermieden.

[0094] Während bei den Anordnungen gemäß Fig. 1 und 2 jeweils zwei Verschränkungsrichtungen existieren, nämlich vertikal einerseits und horizontal andererseits, gibt es bei der Anordnung gemäß Fig. 3 nur eine einzige Verschränkungsrichtung, nämlich horizontal, während die vertikale Richtung keine Verschränkungsrichtung ist.

[0095] Schließlich zeigt Fig. 4 eine noch komplexere Radarantennenanordnung 41. Diese hat in gewisser Form Ähnlichkeit mit der Anordnung 21 aus Fig. 2. Auf einem Substrat in Form einer rechteckigen Platine 42 sitzen eine Vielzahl von Antennenflächen 43, 44, welche jeweils einer von zwei verschiedenen Antennengruppen zugeordnet sind. Im Kern handelt es sich hier abermals um ein Schachbrettmuster, wobei die Antennenflächen 43, 34 in fünf Spalten und maximal sechzehn Zeilen angeordnet sind; allerdings gibt es pro Zeile stets nur vier Antennenflächen 43, 44, insgesamt also vierundsechzig Antennenflächen 43, 44. Davon gehören zweiunddreißig Antennenflächen 43 zu einer ersten Antennengruppe und zweiunddreißig Antennenflächen 44 zu der anderen Antennengruppe.

[0096] Jeweils acht Antennenflächen 43, 44 jeder Spalte sind jeweils einer Antennengruppe angeordnet. Die insgesamt sechzehn Antennenflächen 43, 44 einer Antennengruppe in zwei direkt benachbarten Spalten sind an eine einzige Anschlußleitung 48 angeschlossen, welche auf der Oberseite 46 der Platine 42, jeweils entlang der Stoßfuge zwischen den beiden benachbarten Spalten verläuft. Die daran angeschlossenen Antennenflächen 43, 44 zweigen in Form von Stichleitungen jeweils einseitig sowie rechtwinklig von der Anschlußleitung 48 ab, in abwechselnder Reihenfolge einmal nach rechts und einmal nach links.

[0097] Jede Stichleitung bzw. Antennenfläche 43, 44 hat dieselbe Länge, welche derart bemessen ist, dass sie etwa der halben Wellenlänge der verwendeten Radarfrequenz entspricht, oder einem Vielfachen davon, bspw. der einfachen Wellenlänge. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Anschlußleitungen 48 - welche jeweils unterschiedlichen Antennengruppen zugeordnet sind - ist größer als die Länge der Stichleitungen bzw. Antennenflächen 43, 44, so dass jede Stichleitung bzw. Antennenfläche 43, 44 stets nur mit einer einzigen Anschlußleitung 48 verbunden ist, welche eben die Zuordnung der betreffenden Antennenfläche 43, 44 bzw. Stich-

leitung zu der einen oder anderen Antennengruppe bestimmt.

[0098] Im Gegensatz zu der vorliegenden Erfindung sind alle Anschlußleitungen 48 einer gemeinsamen Antennengruppe im Bereich einer Stirnseite der Platine 42 zusammengeführt und dienen als gemeinsamer Anschluss 49. Auch die Zusammenführungsleitungen und die Anschlüsse 49 selbst sind bei dieser Ausführungsform an der Oberseite 46 der Platine 42 angeordnet.

[0099] Bei dieser Radarantennenanordnung 41 ist ein weiterer, erfindungsgemäßer Gedanke verwirklicht: Zwar haben alle Stichleitungen/Antennen 43, 44 jeweils gleiche Länge, um auf die selbe Radarfrequenz abgestimmt zu werden; die Breite der Stichleitungen/Antennenflächen 43, 44 variiert jedoch, und zwar haben die etwa in der Mitte jeder Spalte, also im Bereich eines "Äquators" liegenden Stichleitungen/Antennenflächen 43, 44 die größte Breite; von dort aus nimmt die Breite der Stichleitungen/Antennenflächen 43, 44 zu den oberen und unteren Rändern bzw. "Polen" der Radarsensoranordnung 41 hin ab. Der Sinn ist ähnlich wie bei der Ausführungsform 31 nach Fig. 3: Infolge von zu den Polen hin ansteigender Impedanzen der Stichleitungen/Antennenflächen 43, 44 nimmt deren Strahlungsleistung bzw. Empfangsfeldstärke zu den Polen hin kontinuierlich ab. Die Folge ist ein sanfter Verlauf der Strahlungsleistung über die Platinenfläche 46 hinweg bis zu deren Rändern und demzufolge die Vermeidung von Nebenmaxima im Diagramm der Antennengruppen der Radarantennenanordnung 41.

Patentansprüche

1. Radarantennenanordnung (31) für einen Radarsensor mittlerer bis großer Reichweite, umfassend wenigstens eine erste Antennengruppe mit mehreren einzelnen, miteinander gekoppelten Antennenelementen (33), sowie wenigstens eine zweite Antennengruppe mit mehreren einzelnen, miteinander gekoppelten Antennenelementen (34), wobei die einzelnen Antennenelemente (33,34) unterschiedlicher Antennengruppen galvanisch nicht miteinander verbunden sind, jedoch in einer gemeinsamen, vorzugsweise ebenen Fläche (36) auf der Vorderseite (36) einer Platine (32) sowie wenigstens entlang einer Raumrichtung innerhalb dieser Fläche (36) derart verschränkt angeordnet sind, dass entlang einer solchen Verschränkungsrichtung unmittelbar aufeinanderfolgende Antennenelemente (33,34) unterschiedlicher Antennengruppen einander abwechseln, und wobei die miteinander verschränkten Antennenelemente (33,34) in einem regelmäßigen Flächenmuster angeordnet sind mit Spalten und Zeilen, wobei benachbarte Antennenelemente (33,34) der selben Antennengruppe stets etwa gleiche Abstände zueinander aufweisen; **dadurch gekennzeichnet, dass**

- a) der ersten und der zweiten Antennengruppe jeweils ein eigener HF-Schaltkreis mit einem HF-Sende- und/oder HF-Empfangsbaustein zugeordnet ist, an welchen die Anschlüsse der jeweils miteinander gekoppelten Antennenelemente (33,34) der betreffenden Antennengruppe fest angeschlossen sind, so dass beide Antennengruppen gleichzeitig betreibbar sind;
- b) wobei ferner eine von der Vorderseite (36) der Platine (32) nur durch eine dünne, elektrisch isolierende Lage getrennte, ansonsten jedoch unmittelbar folgende Zwischenschicht als nahezu geschlossene, elektrisch leitende Masse-schicht konzipiert ist;
- c) wobei hinter der elektrisch leitenden Masse-schicht, von dieser nur durch eine weitere, elektrisch isolierende Lage getrennt, eine weitere Schicht mit einem ersten Leiterbahnsystem vorgesehen ist, welches ausschließlich die Antennenflächen (33) einer ersten Antennengruppe untereinander und/oder mit einer gemeinsamen Anschlussleitung verbindet;
- d) während sich ein zweites, ausschließlich die Antennenflächen (34) der zweiten Antennengruppe untereinander und/oder mit einer gemeinsamen Anschlussleitung verbindendes Leiterbahnsystem hinter einer zweiten, nahezu geschlossenen, elektrisch leitenden Masse-schicht angeordnet ist, die von dem ersten und zweiten Leiterbahnsystem nur durch je eine elektrisch isolierende Lage getrennt ist;
- e) und wobei zu jeder Antennengruppe wenigstens ein Antennenelement (33,34) existiert, das in wenigstens einer Verschränkungsrichtung der betreffenden Antennenanordnung von wenigstens zwei gleich weit entfernten Antennenelementen (33,34) einer anderen Antennengruppe flankiert wird sowie von wenigstens zwei gleich weit entfernten Antennenelementen (33,34) der selben Antennengruppe, wobei die Fläche aller Antennenelemente (33,34) innerhalb jeder Spalte bei der jeweils mittleren Antennenfläche (33,34) am größten ist und zu dem oberen und unteren Ende der Spalte hin jeweils ständig abnimmt.
2. Radarantennenanordnung (31) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die angeschlossenen HF-Schaltkreise auf dem selben Substrat angeordnet sind wie die beiden Antennengruppen, wobei vorzugsweise die Antennenelemente (33,34) auf einer Seite eines flächigen Substrats, insbesondere einer Platine, angeordnet sind, auf dessen/deren Rückseite sich wenigstens ein, vorzugsweise beide HF-Sende- und/oder HF-Empfangsbausteine befinden.
3. Radarantennenanordnung (31) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein HF-Sende- und/oder HF-Empfangsbaustein mittels jeweils einer oder mehrerer das Substrat, insbesondere die Platine, durchsetzender Durchkontaktierungen mit den Antennenelementen (33,34) der betreffenden Antennengruppe gekoppelt ist/sind.
4. Radarantennenanordnung (31) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an zwei unterschiedliche Antennengruppen jeweils ein HF-Empfangsbaustein angeschlossen ist, so dass beide Antennengruppen gleichzeitig als Empfangsantennen betreibbar sind.
5. Radarantennenanordnung (31) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Antennengruppen in wenigstens einer Raumrichtung, vorzugsweise in etwa horizontaler Richtung, einen Antennenversatz aufweisen, d.h., einen Abstand d zwischen den beiden Antennenschwerpunkten aller Antennenelemente (33,34), insbesondere -patches, jeder der beiden Antennengruppen, welcher vorzugsweise kleiner ist als die gesamte Erstreckung der Antennengruppe mit der breitesten Richtcharakteristik in der betreffenden Raumrichtung, wobei die Breite der Richtcharakteristik der 3 dB-Keulbreite des betreffenden Antennendiagramms entspricht.
6. Radarantennenanordnung (31) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand d zwischen den beiden Antennenschwerpunkten aller Antennenelemente (33,34), insbesondere -patches, zweier Antennengruppen gleich oder kleiner ist als die Wellenlänge λ :
- $$0 < d \leq \lambda.$$
7. Radarantennenanordnung (31) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** wenigstens ein Antennenelement (33,34) an der Peripherie einer Antennengruppe, dessen aufgenommene und abgestrahlte Sendeleistung oder aufgefingene und weitergeleitete Empfangsleistung kleiner ist als die von einem Antennenelement (33,34) im Inneren der betreffenden Antennengruppe, insbesondere im Bereich ihres Flächenschwerpunktes, aufgenommene und abgestrahlte Sendeleistung oder aufgefingene und weitergeleitete Empfangsleistung, vorzugsweise um wenigstens 10 % kleiner, insbesondere um wenigstens 15 % kleiner, indem die Fläche des Antennenelements oder dessen zugeführte oder von diesem abgegriffene Leistung reduziert ist.
8. Radarantennenanordnung (31) nach einem der vor-

- hergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aufgenommene und abgestrahlte Sendeleistung oder aufgefangene und weitergeleitete Empfangsleistung der Antennenpatches (33,34) von einem Zentrum der betreffenden Antennengruppe, insbesondere von ihrem Flächenschwerpunkt, zu ihrer Peripherie hin entlang wenigstens einer Raumrichtung, vorzugsweise entlang jeder Raumrichtung innerhalb der Fläche (36) kontinuierlich abnimmt, vorzugsweise etwa entlang einer Cosinus- oder Cosinus²-Kurve, wobei sich der Nullpunkt des Arguments dieser Kurve im Zentrum bzw. Flächenschwerpunkt der betreffenden Antennengruppe befindet, indem die Fläche der betreffenden Antennenpatches oder deren zugeführte oder von diesen abgegriffene Leistung reduziert ist.
9. Radarantennenanordnung (31) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere oder vorzugsweise alle Antennenelemente (33,34) als Antennenflächen und/oder planare Antennen ("Antennenpatches") ausgeführt sind.
10. Radarantennenanordnung (31) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere oder vorzugsweise alle Antennenpatches (33,34) jeweils eine eckige, vorzugsweise eine rechteckige oder quadratische, oder eine sechs- oder mehreckige Fläche oder eine kreisförmige Gestalt aufweisen.
11. Radarantennenanordnung (31) nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere oder vorzugsweise alle Antennenpatches (33,34) jeweils in der selben Art und ggf. Ausrichtung schwingen, also entweder linear polarisiert, vorzugsweise allesamt in der selben Raumrichtung, oder zirkular polarisiert.
12. Radarantennenanordnung (31) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** benachbarte Antennenpatches (33,34) zum Zweck der elektrischen Entkopplung voneinander beabstandet sind, insbesondere um wenigstens $\lambda/8$.
13. Radarantennenanordnung (31) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längserstreckung zweier, mehrerer oder aller Antennenpatches (33,34) in wenigstens einer gemeinsamen Raumrichtung gleich groß ist.
14. Radarantennenanordnung (31) nach einem der vorhergehenden, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Fläche (36) der Antennenelemente (33,34) entweder keine zueinander parallelen Anschluss-Leiterbahnen unterschiedlicher Antennengruppen existieren oder diese einen gegenseitigen Mindestabstand aufweisen, welcher der maximalen Kantenlän-

ge eines Antennenelements (33,34) entspricht.

15. Radarantennenanordnung (31) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei, mehrere oder alle Antennenelemente (33,34), insbesondere -patches, der selben Antennengruppe galvanisch miteinander gekoppelt sind.
16. Radarantennenanordnung (31) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder mehrere Antennenelemente (33,34), insbesondere -patches, der selben Antennengruppe mittels Durchkontaktierungen zu einer anderen, gemeinsamen Leiterbahnebene miteinander verbunden sind.
17. Radarantennenanordnung (31) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Durchkontaktierungen, insbesondere zu unterschiedlichen Antennengruppen und/oder zu unterschiedlichen HF-Empfangsteilen, voneinander abgeschirmt sind, wobei vorzugsweise zur gegenseitigen Abschirmung der Durchkontaktierungen unterschiedlicher Antennengruppen zwischen diesen eine oder mehrere weitere, auf Massepotential liegende Durchbohrungen - bzw. -kontaktierungen vorgesehen ist/sind

Claims

1. Radar antenna array (31) for a medium to long range radar sensor, comprising at least one first antenna group having a plurality of individual, mutually coupled antenna elements (33) and at least one second antenna group having a plurality of individual, mutually coupled antenna elements (34), said individual antenna elements (33,34) of different antenna groups not being galvanically connected to one another, but being arranged in a common, preferably planar area (36) at the front side (36) of a printed circuit board (32) and in a mutually interlaced manner at least along a spatial direction within this area (36) in such way that along one such interleaving direction immediate consecutive antenna elements (33,34) of different antenna groups alternate each other, and wherein the interlaced antenna elements (33,34) are arranged in a regular aerial pattern with columns and lines, wherein adjacent antenna elements (33,34) in the same antenna group always have approximately similar distances with regard to each other, **characterized in that**
- a) said first and said second antenna groups are each assigned their own HF transmission and/or HF receiver module, to which the connectors of the respective said mutually coupled antenna

elements (33,34) of the particular antenna group are permanently connected, making it possible for both antenna groups to be operated simultaneously;

b) further wherein an intermediate layer being separated from the front side (36) of the printed circuit board (32) only by a thin electrically insulating layer, apart from that being immediately adjacent the front side (36) of the printed circuit board (32), is designed as a nearly closed, electrically conducting ground layer;

c) wherein a further layer with a first conducting path system is provided behind the electrically conducting ground layer, and is separated from this only by a further, electrically insulating layer, which conducting path system connects exclusively the antenna areas (33) of a first antenna group to each other and/or to a common terminal conductor;

d) while a second conducting path system connecting exclusively the antenna areas (34) of the second antenna group to each other and/or to a common terminal conductor is arranged behind a second, nearly closed, electrically conducting ground layer, which is separated from the first and second conducting path system only by an electrically insulating layer;

e) and wherein for each antenna group there exists at least one antenna element (33,34) which is flanked in at least one interleaving direction of the regarding antenna arrangement by at least two antenna elements (33,34) of the other antenna group at similar distances as well as by at least two antenna elements (33,34) of the same antenna group, wherein the area of all antenna elements (33,34) within each column is largest at the central antenna area (33,34) and decreases constantly towards the upper and lower ends of the column.

2. Radar antenna array (31) according to claim 1, **characterized in that** the connected HF circuits are arranged at the same substrate as both antenna groups wherein said antenna elements (33,34) are disposed on one side of a flat substrate, particularly a circuit board, on the back of which at least one, preferably both, of said HF transmitter and/or HF receiver modules are located.
3. Radar antenna array (31) according to claim 2, **characterized in that** at least one of said HF transmitter and/or HF receiver modules is coupled to the said antenna elements (33,34) of the particular antenna group by means of, in each case, one or more vias passing through said substrate, particularly said circuit board.
4. Radar antenna array (31) according to one of the

preceding claims, **characterized in that** to each of said first and second antenna groups, there is coupled an own HF receiver module, making it possible for both of said antenna groups to be operated simultaneously as receiving antennas.

5. Radar antenna array (31) according to one of the preceding claims, **characterized in that** two said antenna groups have an antenna offset in at least one spatial direction, preferably in an approximately horizontal direction, i.e., a distance d between the two antenna centroids of all of the said antenna elements (33,34), particularly antenna patches, in each of the two said antenna groups, that is preferably smaller than the total extent of the antenna group having the widest directional characteristic in the spatial direction concerned, taking as the width of the directional characteristic the 3 dB beamwidth of the particular antenna pattern.
6. Radar antenna array (31) according to claim 5, **characterized in that** said distance d between the two antenna centroids of all of the said antenna elements (33,34), particularly antenna patches, in two antenna groups is equal to or less than the wavelength λ :

$$0 < d \leq \lambda .$$

7. Radar antenna array (31) according to one of the preceding claims, **characterized by** at least one antenna element (33,34) which is located at the periphery of an antenna group and whose consumed and radiated transmission power or received and relayed reception power is lower, preferably at least 10% lower, particularly at least 15% lower, than the transmission power consumed and radiated or the reception power received and relayed by a said antenna element (33,34) in the interior of the antenna group concerned, particularly in the region of its centroid.
8. Radar antenna array (31) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the consumed and radiated transmission power or received and relayed reception power of said antenna patches (33,34) decreases approximately along a cosine or cosine² curve from a center of the antenna group concerned, particularly from its centroid, to its periphery along at least one spatial direction, preferably along every spatial direction in said area, the zero point of the argument of said curve being located at the center or centroid of the antenna group concerned, whilst the area of the concerned antenna patches or their fed or their tapped power is reduced.
9. Radar antenna array (31) according to one of the preceding claims, **characterized in that** a plurality

or preferably all of said antenna elements (33,34) are implemented as antenna areas and/or planar antennas ("antenna patches").

10. Radar antenna array (31) according to claim 9, **characterized in that** a plurality or preferably all of said antenna patches (33,34) each present an angular, preferably a rectangular or square, or a hexagonal or polygonal area or a circular shape. 5
11. Radar antenna array (31) according to one of claims 9 or 10, **characterized in that** a plurality or preferably all of said antenna patches (33,34) each oscillate in the same manner and, if appropriate, orientation, that is, they are either linearly polarized, preferably all in the same spatial direction, or circularly polarized. 10
12. Radar antenna array (31) according to one of claims 9 to 11, **characterized in that** adjacent antenna patches (33,34) are spaced apart from one another, particularly by at least $\lambda/8$, for purposes of electrical decoupling. 15
13. Radar antenna array (31) according to one of claims 9 to 12, **characterized in that** the longitudinal extent of two, several or all of said antenna patches (33,34) in at least one common spatial direction is the same. 20
14. Radar antenna array (31) according to one of the preceding claims, **characterized in that** in the planar area (36) of the antenna elements (33,34), either there exist no terminal conductor paths of different antenna groups running parallel to each other, or those terminal conductor paths have a mutual minimum distance which corresponds to the maximum edge length of an antenna element (33,34). 25
15. Radar antenna array (31) according to one of the preceding claims, **characterized in that** two, several or all of the said antenna elements (33,34), particularly antenna patches, in the same antenna group are galvanically coupled to one another. 30
16. Radar antenna array (31) according to one of the preceding claims, **characterized in that** one or more of the said antenna elements (33,34), particularly antenna patches, in the same antenna group are connected to one another by means of vias leading to a another common conduction path plane. 35
17. Radar antenna array (31) according to one of the preceding claims, **characterized in that** vias, particularly to different antenna groups and/or to different HF receiving units, are shielded from one another, wherein preferably one or more additional through-holes or vias is/are provided between the vias of different antenna groups, to shield said vias 40

from one another.

Revendications

1. Réseau d'antennes radar (31) pour un capteur radar de moyenne à longue portée, comprenant au moins un premier groupe d'antennes comportant plusieurs éléments d'antenne séparés, couplés les uns aux autres (33), ainsi qu'au moins un second groupe d'antennes comportant plusieurs éléments d'antenne séparés, couplés les uns aux autres (34), en ce que les éléments d'antenne séparés (33, 34) de différents groupes d'antennes ne sont pas galvaniquement reliés entre eux, toutefois disposés de manière entrelacée dans une surface (36) commune, de préférence plane, sur la face avant (36) d'une platine (32) ainsi qu'au moins le long d'une direction dans l'espace à l'intérieur de cette surface (36) de telle sorte que le long d'une telle direction d'entrelacement des éléments d'antenne directement consécutifs (33, 34) de différents groupes d'antennes s'alternent, et en ce que les éléments d'antenne (33, 34) entrelacés les uns avec les autres sont disposés dans un motif de surface régulier avec des colonnes et des lignes, en ce que les éléments d'antenne (33, 34) adjacents du même groupe d'antennes présentent toujours les uns par rapport aux autres approximativement des distances égales ; **caractérisé en ce que**
 - a) respectivement un propre circuit de commutation RF comportant un module émetteur RF et/ou un module récepteur RF est attribué au premier et au second groupe d'antennes auquel les raccordements des éléments d'antenne (33, 34) respectivement couplés les uns aux autres du groupe d'antennes en question sont raccordés à demeure, de sorte que les deux groupes d'antennes puissent être exploités simultanément ;
 - b) en outre, **en ce qu'**une couche intermédiaire séparée uniquement par une couche fine, électriquement isolante de la face avant (36) de la platine (32), mais sinon suivant directement, est conçue comme couche de masse électriquement conductrice, pratiquement fermée ;
 - c) **en ce que**, en aval de la couche de masse électriquement conductrice, est prévue une autre couche comportant un premier système de pistes conductrices, séparée de ladite couche de masse uniquement par une autre couche électriquement isolante, ledit système reliant entre elles exclusivement les surfaces d'antenne (33) d'un premier groupe d'antennes et/ou une ligne de raccordement commune ;
 - d) tandis qu'un second système de pistes conductrices reliant entre elles exclusivement les surfaces d'antenne (34) du second groupe d'an-

tennes et/ou une ligne de raccordement commune est disposé en aval d'une seconde couche de masse électriquement conductrice, pratiquement fermée, qui est séparée du premier et du second système de pistes conductrices uniquement par respectivement une couche électriquement isolante ;

e) et **en ce qu'il** existe au moins un élément d'antenne (33, 34) pour chaque groupe d'antennes, ledit élément d'antenne étant flanqué dans au moins une direction d'entrelacement du réseau d'antennes en question d'au moins deux éléments d'antenne (33, 34) à égale distance d'un autre groupe d'antennes ainsi que d'au moins deux éléments d'antenne (33, 34) à égale distance du même groupe d'antennes, **en ce que** la surface de tous les éléments d'antenne (33, 34) à l'intérieur de chaque colonne où respectivement la surface d'antenne (33, 34) moyenne est la plus grande et décroît en permanence vers l'extrémité supérieure et l'extrémité inférieure de la colonne.

2. Réseau d'antennes radar (31) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les circuits de commutation RF raccordés sont disposés sur le même substrat que les deux groupes d'antennes, les éléments d'antenne (33, 34) étant disposés de préférence sur une face d'un substrat plan, en particulier d'une platine, sur la face arrière duquel/de laquelle se trouvent au moins un, de préférence les deux modules émetteurs RF et/ou modules récepteurs RF.
3. Réseau d'antennes radar (31) selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'**au moins un module émetteur RF et/ou module récepteur RF est/sont accouplé(s) respectivement au moyen d'un ou de plusieurs trous métallisés traversant le substrat, en particulier la platine, aux éléments d'antenne (33, 34) du groupe d'antennes en question.
4. Réseau d'antennes radar (31) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** respectivement un module récepteur RF est raccordé à deux différents groupes d'antennes, de sorte que les deux groupes d'antennes puissent être exploités simultanément en tant qu'antennes réceptrices.
5. Réseau d'antennes radar (31) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** deux groupes d'antennes dans au moins une direction dans l'espace, de préférence dans une direction approximativement horizontale, présentent un décalage d'antenne, c'est-à-dire une distance d entre les deux centres de gravité d'antenne de tous les éléments d'antenne (33, 34), en particulier des antennes patch, chacun des deux groupes d'antennes qui est de préférence inférieur à l'extension totale du

groupe d'antennes présentant la caractéristique de directivité la plus large dans la direction dans l'espace en question, la largeur de la caractéristique de directivité correspondant à la largeur du lobe 3 dB du diagramme d'antenne en question.

6. Réseau d'antennes radar (31) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la distance d entre les deux centres de gravité d'antenne de tous les éléments d'antenne (33, 34), en particulier des antennes patch, de deux groupes d'antennes est égale ou inférieure à la longueur d'onde λ :

$$0 < d \leq \lambda.$$

7. Réseau d'antennes radar (31) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par** au moins un élément d'antenne (33, 34) sur la périphérie d'un groupe d'antennes, dont la puissance d'émission absorbée et rayonnée ou la puissance de réception captée et transmise est inférieure à la puissance d'émission absorbée et rayonnée ou à la puissance de réception captée et transmise à partir d'un élément d'antenne (33, 34) à l'intérieur du groupe d'antennes en question, en particulier dans la zone de son centre de gravité de surface, de préférence inférieure d'au moins 10%, en particulier inférieure d'au moins 15%, en ce que la surface de l'élément d'antenne ou la puissance fournie ou prélevée de ce dernier est réduite.
8. Réseau d'antennes radar (31) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la puissance d'émission absorbée et rayonnée ou la puissance de réception captée et transmise des antennes patch (33, 34) à partir d'un centre du groupe d'antennes en question, en particulier à partir de son centre de gravité de surface vers sa périphérie au moins le long d'une direction dans l'espace, de préférence le long de chaque direction dans l'espace à l'intérieur de la surface (36) décroît continuellement, de préférence approximativement le long d'une courbe cosinus ou cosinus², le point zéro de l'argument de cette courbe se trouvant dans le centre ou dans le centre de gravité de surface du groupe d'antennes en question, **en ce que** la surface des antennes patch en question ou la puissance fournie ou la puissance prélevée de ces dernières est réduite.
9. Réseau d'antennes radar (31) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs ou de préférence tous les éléments d'antenne (33, 34) sont réalisés en tant que surfaces d'antenne et/ou d'antennes planaires (« antenne patch »).
10. Réseau d'antennes radar (31) selon la revendication

9, **caractérisé en ce que** plusieurs ou de préférence toutes les antennes patch (33, 34) comportent respectivement une surface polygonale, de préférence rectangulaire ou carrée, ou une surface hexagonale ou polygonale ou une forme circulaire.

5

versants ou trous métallisés au potentiel de masse est/sont prévu(s).

11. Réseau d'antennes radar (31) selon l'une des revendications 9 ou 10, **caractérisé en ce que** plusieurs ou de préférence toutes les antennes patch (33, 34) oscillent chacune de la même manière et le cas échéant dans le même alignement, par conséquent soit en polarisation linéaire, de préférence toutes dans la même direction dans l'espace, ou en polarisation circulaire.
10
15
12. Réseau d'antennes radar (31) selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** des antennes patch (33, 34) adjacentes sont espacées les unes des autres à des fins de découplage électrique, en particulier d'au moins $\lambda/8$.
20
13. Réseau d'antennes radar (31) selon l'une des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce que** l'extension longitudinale de deux, plusieurs ou de toutes les antennes patch (33, 34) dans au moins une direction dans l'espace est la même.
25
14. Réseau d'antennes radar (31) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, dans la surface (36) des éléments d'antenne (33, 34), il n'existe soit pas de pistes de raccordement parallèles de différents groupes d'antennes ou ces derniers présentent une distance minimale mutuelle qui correspond à la longueur d'arête maximale d'un élément d'antenne (33, 34).
30
35
15. Réseau d'antennes radar (31) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** deux, plusieurs ou tous les éléments d'antenne (33, 34), en particulier des antennes patch, sont couplés galvaniquement entre eux au même groupe d'antennes.
40
16. Réseau d'antennes radar (31) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** ou plusieurs éléments d'antenne (33, 34), en particulier des antennes patch, du même groupe d'antennes sont reliés entre eux à un autre plan de piste conductrice commun au moyen de trous métallisés.
45
50
17. Réseau d'antennes radar (31) selon l'une des revendications précédentes, en ce que des trous métallisés sont blindés les uns par rapport aux autres, en particulier par rapport aux différents groupes d'antennes et/ou aux différents éléments récepteurs RF, en ce que de préférence pour le blindage mutuel des trous métallisés de différents groupes d'antennes entre ces derniers un ou plusieurs autres trous tra-
55

Fig. 1

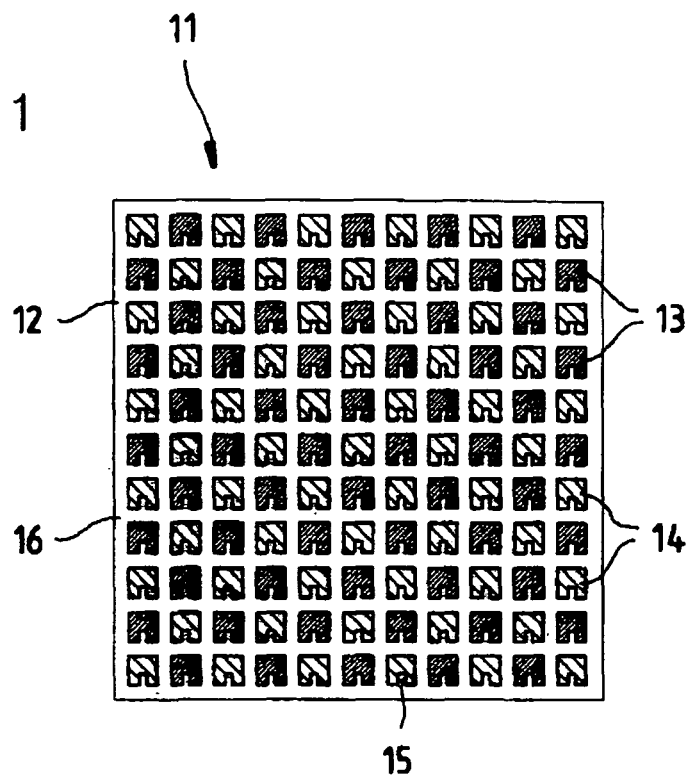
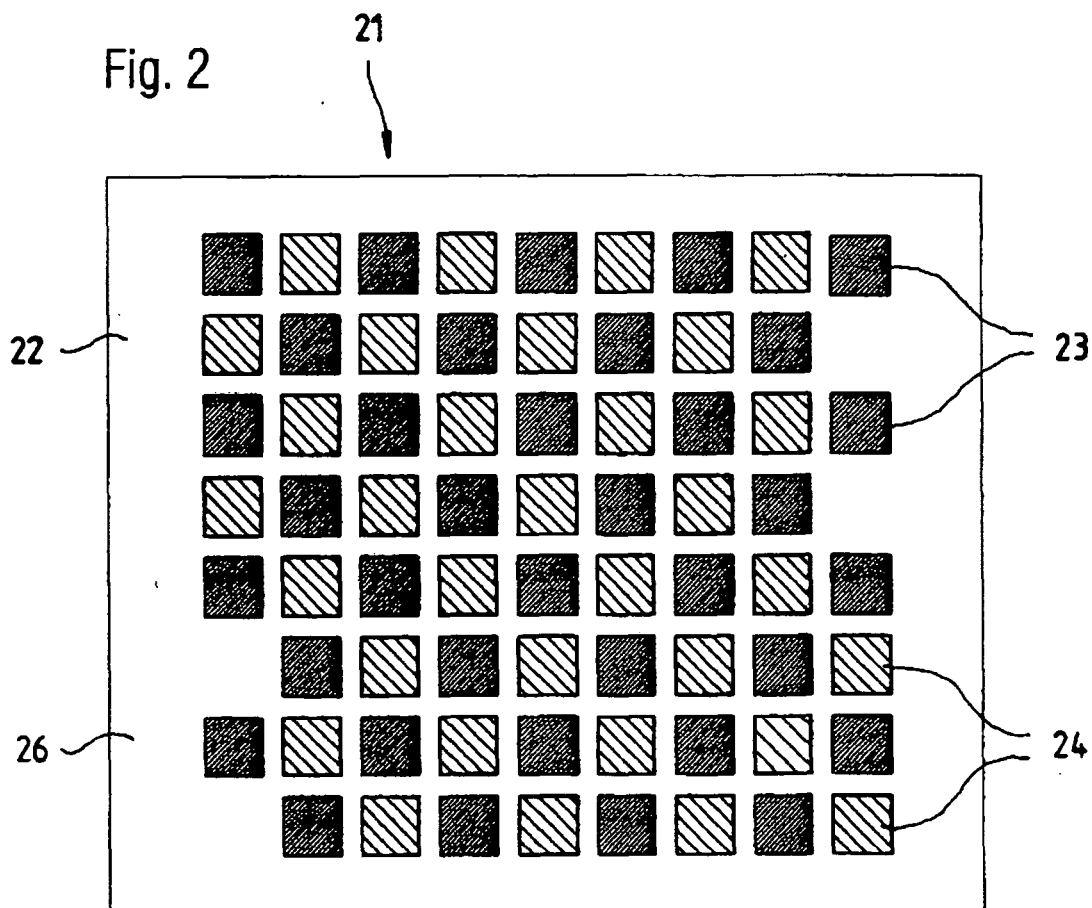
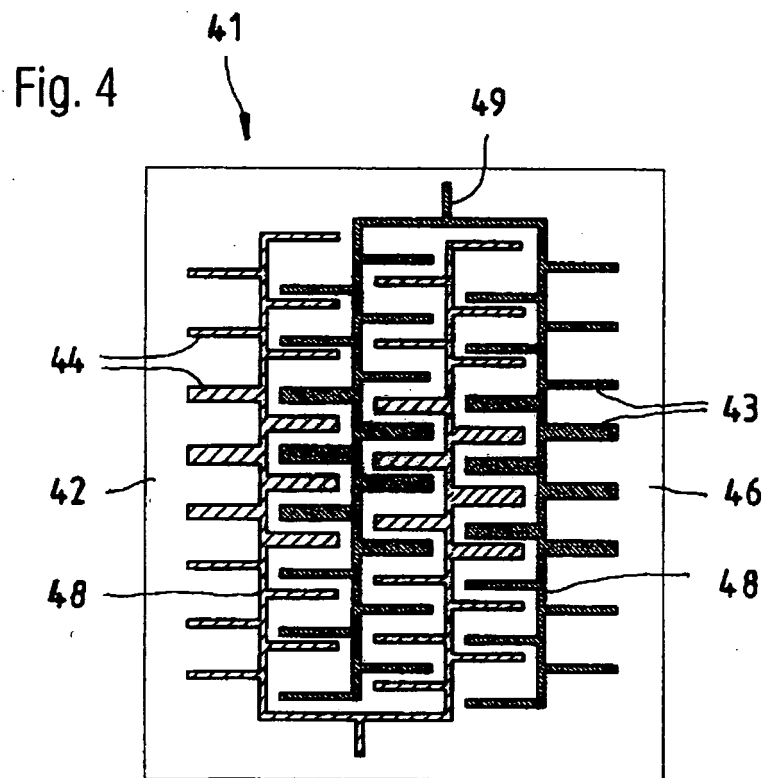
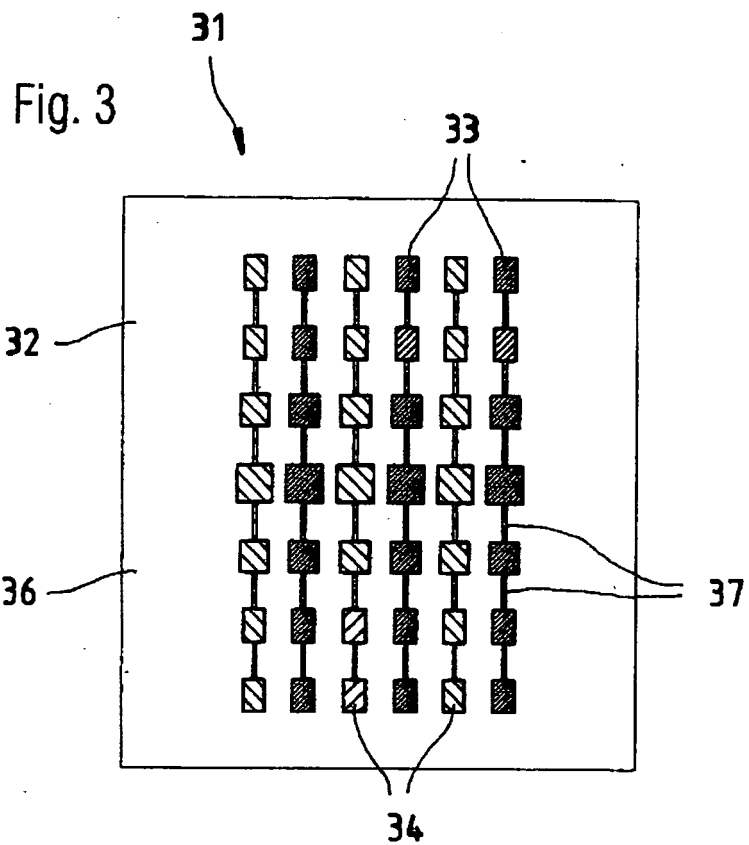


Fig. 2





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 7129892 B2 [0002]
- US 2003137456 A1 [0008]
- US 5923296 A [0009]
- US 2004196203 A1 [0010]
- US 5017931 A [0011]
- DE 102006042487 A1 [0012]