



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 37 530 T2** 2007.12.27

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 962 033 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H01Q 5/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 37 530.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE98/00207**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 905 902.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/037592**

(86) PCT-Anmeldetag: **06.02.1998**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **27.08.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.12.1999**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **11.04.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.12.2007**

(30) Unionspriorität:
9700630 **24.02.1997** **SE**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:
**Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ),
Stockholm, SE**

(72) Erfinder:
**DERNERYD, Anders, S-417 64 Gothenburg, SE;
JOHANSSON, Martin, S-431 68 Mölndal, SE;
SIPUS, Zvonimir, S-412 80 Göteborg, SE**

(74) Vertreter:
HOFFMANN & EITLE, 81925 München

(54) Bezeichnung: **ANTENNENANORDNUNG FÜR BASISSTATION**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Antennenanordnung mit einer Anzahl von Strahlungselementen, von welchen einige bei einer ersten Frequenz oder in einem ersten Frequenzband strahlen und einige bei einer zweiten Frequenz oder in einem zweiten Frequenzband strahlen, so dass ein und dieselbe Antennenanordnung für unterschiedliche Frequenzen oder Frequenzbänder verwendet werden kann.

[0002] Die Erfindung betrifft auch eine Basisstations-Antennenanordnung, die für ein erstes und ein zweites Frequenzband verwendet werden kann, so dass ein und dieselbe Basisstations-Antennenanordnung für unterschiedliche mobile Kommunikationssysteme verwendet werden kann, die in unterschiedlichen Frequenzbändern arbeiten.

STAND DER TECHNIK

[0003] Das Gebiet mobiler Telekommunikation ist in einer großen Anzahl von Ländern stark wachsend, und neue Märkte und mehr Länder führen stetig zellulare Kommunikationssysteme ein. Weiterhin werden neue Dienste und Anwendungen auf dem in jeder Hinsicht stark expandierendem Markt für mobile Telekommunikation kontinuierlich eingeführt. Es ist wohlbekannt, dass eine Anzahl von Systemen, die in ungefähr dem 900-MHz-Frequenzband arbeiten, wie beispielsweise NMT 900, (D)-AMPS, TACS, GSM und PDC, arbeiten, sehr erfolgreich gewesen sind. Dies hatte unter anderem zur Folge, dass Systeme, die in anderen Frequenzbändern arbeiten, benötigt werden. Daher sind neue Systeme für die Frequenzbänder um 1800 MHz und 1900 MHz entwickelt worden. Beispiele dafür sind DCS 1800 und PCS 1900. Es gibt natürlich auch eine Anzahl von anderen Systemen im 900-MHz-Band (und darum herum), sowie im 1800- oder 1900-MHz-Band und ähnlichem, welche hierin nicht explizit angegeben worden sind. Erinnert man sich an die letzte Entwicklung, wird es auch deutlich, dass noch weitere Systeme entwickelt werden.

[0004] Jedoch ist für den Betrieb von zellularen mobilen Telekommunikationssystemen eine große Anzahl von Basisstations-Antenneninstallationen nötig geworden. Basisstations-Antennenanordnungen müssen über den gesamten Bereich vorgesehen sein, der durch das zellulare Kommunikationssystem zu versorgen ist, und wie sie angeordnet werden, hängt unter anderem von der Qualität ab, die erforderlich ist, und der geografischen Versorgung, der Verteilung von mobilen Einheiten, etc. Da eine Funkausbreitung sehr vom Gelände und von Unregelmäßigkeiten in der Landschaft und den Städten ab-

hängt, müssen die Basisstations-Antennenanordnungen mehr oder weniger nahe angeordnet sein.

[0005] Jedoch hat die Installation von Basisstations-Antennen unter anderem von einem ästhetischen Gesichtspunkt aus sowohl auf dem Lande als auch in den Städten zu Protesten geführt. Bereits die Installation von Masten mit Antennen für z.B. das 900-MHz-Frequenzband hat Anlass zu einer Menge von Diskussionen und Protesten gegeben. Die Installation von zusätzlichen Basisstations-Antennenanordnungen für ein anderes Frequenzband würde sogar zu noch mehr Opposition führen, und es würde tatsächlich in einigen Fällen Anlass zu Unannehmlichkeiten geben, und zwar nicht nur vom ästhetischen Gesichtspunkt aus. Weiterhin ist die Konstruktion von Antennenanordnungen teuer.

[0006] Die Einführung von neuen Basisstations-Antennenanordnungen würde beträchtlich erleichtert werden, wenn die Infrastruktur, die bereits für beispielsweise das 900-MHz-Frequenzband vor Ort ist, verwendet werden könnte. Da beide Systeme, die in dem niedrigeren sowie in dem höheren Frequenzband arbeiten, weiterhin parallel verwendet werden, wäre es sehr attraktiv, wenn die Antennen für die unterschiedlichen Frequenzbänder an denselben Masten zusammen existieren und insbesondere dieselbe Antennenapertur nutzen (gemeinsam nutzen) könnten. Heute sind verschiedene Beispiele von Mikrostreifenleitungs-Antennenelementen bekannt, die in zwei unterschiedlichen Frequenzbändern arbeiten können. Eine Art, dies zu erreichen, besteht darin, Teilstücke bzw. Flecken übereinander zu stapeln. Dies ist zufrieden stellend, wenn die unterschiedlichen Frequenzbänder eng beabstandet sind, wie z.B. bis zu einem Verhältnis von etwa 1,5:1. Jedoch ist dieses Konzept dann nicht gut, wenn die Frequenzbänder weniger eng beabstandet sind. Ein Beispiel dafür ist ein gestapeltes Dualfrequenz-Fleckenelement mit einer Grundebene, auf welcher z.B. ein kreisförmiger oder ein rechteckförmiger Niederfrequenz-Flecken angeordnet ist, und auf deren obersten Seite ein Hochfrequenz-Flecken einer ähnlichen Form angeordnet ist. Bei einer anderen bekannten Struktur, wie sie beispielsweise in "Dual band circularly polarised microstrip array element" von A. Abdel Aziz et al., Proc. Journe'es Internationales de Nice sur les Antennes (JINA 90), S. 321-324, Nov. 1990, School of El. Engineering and Science Royal Military College of Science, Shrivenham, England, offenbart ist, ist ein großes Niederfrequenz-Fleckenelement vorgesehen, in welchem eine Anzahl von Fenstern (vier Fenster) vorgesehen sind. In diesen Fenstern sind kleinere Fleckenelemente angeordnet. Die Fenster stören die Charakteristiken des größeren Fleckenelements nicht signifikant. Durch diese Anordnung ist es möglich, ein und dieselbe Antennenanordnung für zwei unterschiedliche Frequenzbänder zu verwenden, welche jedoch um einen Faktor Vier

getrennt sind. Dies ist eine Frequenzbandtrennung, die viel zu hoch dafür ist, für die heutigen relevanten mobilen Kommunikationssysteme verwendet zu werden, die bei etwa 900 MHz und 1800 (1900–1950) MHz arbeiten.

[0007] Eine andere bekannte Technik verwendet die frequenzselektive Art von periodischen Strukturen. Es ist gezeigt worden, dass dann, wenn ein Niederfrequenz-Fleckenelement als Netzleiter oder als perforierter Schirm gedruckt wird, es einer obersten Seite einer anderen Antennengruppe überlagert werden kann, die bei einer höheren Frequenz arbeitet, s. z.B. "Superimposed dichroic microstrip antenna arrays" von J.R. James et al., IEE Proceedings, Vol. 135, Pt. H. No. 5, Okt. 1988. Dies ist für Dualbandoperationen zufrieden stellend, wo die Bänder noch getrennter als im vorangehenden Fall sind, und somit Verhältnisse haben, die 6:1 übersteigen. Weiterhin zeigt US-A-5 001 493 eine Mehrfachband-Gitter-Fokal-Plane-Antennengruppe, die gleichzeitige Strahlen von mehreren Frequenzen zur Verfügung stellt. Ein Metallisierungsmuster stellt eine erste Gruppe von leitenden Rändern einer ersten Länge und eine zweite Gruppe von leitenden Rändern einer zweiten Länge zur Verfügung. Die erste und die zweite Gruppe von leitenden Rändern werden getrennt gespeist, um gleichzeitig einen ersten und einen zweiten Ausgangsstrahl bei der ersten und der zweiten Betriebsfrequenz zu liefern. Jedoch ist es auch hier nicht möglich, die Frequenzbandtrennung zu haben, die etwa Zwei beträgt, um dadurch für die mobilen Kommunikationssysteme nützlich zu sein, auf die oben Bezug genommen ist. US-A-5 001 493 zeigt zweite Strahlungselemente, die bei einer zweiten Zwischenfrequenzstrahlen, die das 2,3-fache einer ersten Frequenz ist, und die dritten Strahlungselemente, die bei einer hohen Frequenz strahlen, die etwa das 1,1-fache der zweiten Frequenz ist. Somit ist die Antennenanordnung, wie sie in dem Dokument offenbart ist, nicht auf die mobilen Kommunikationssysteme anwendbar, auf die oben Bezug genommen ist, oder im Allgemeinen, wo die Frequenzbandtrennung etwa ein Faktor von Zwei ist.

[0008] WO 96/17400 zeigt eine Dualbandantenne mit Fleckenstrahlern bzw. Teilstückstrahlern und Schlitzstrahlern, die in zwei Ebenen angeordnet sind.

[0009] In Antennengruppen beträgt die Periodizität von Elementen zwischen 0,5 und 1 Freiraumwellenlängen. Die geringere Beabstandung wird bei abgetasteten Antennengruppen verwendet. Die Anzahl von strahlenden Elementen im 1800/1900-MHz-Band wird doppelt so hoch wie im 900-MHz-Band sein, wenn derselbe Bereich verwendet wird. Dies bedeutet, dass die Hochfrequenzantenne eine zwischen 3 und 6 dB höhere Verstärkung als die Niederfrequenzantenne haben wird. Dies ergibt einen teilweisen Offset bzw. Ausgleich für die er-

höhten Pfadverluste bei höheren Frequenzen, was die Versorgungsbereiche für die zwei Bänder gleich bzw. ähnlich macht.

[0010] Diversity-Antennenkonfigurationen werden heute dazu verwendet, Fading- bzw. Schwundeffekte zu reduzieren. Eine Empfangsdiversity bei der Basisstation wird mit zwei Antennen erreicht, die ein paar Meter getrennt sind. Heute werden hauptsächlich vertikal polarisierte Sende- und Empfangsantennen verwendet. Eine Polarisationsdiversity ist eine andere Art zum Reduzieren von Schwundeffekten.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0011] Was nötig ist, besteht daher in einer Antennenanordnung, die für eine Frequenzbandtrennung von etwa einem Faktor von Zwei verwendet werden kann, oder insbesondere ein Antennenstrahlungselement, das für eine erste und eine zweite Frequenz verwendet werden kann, wobei die Frequenzen sich etwa um einen Faktor Zwei unterscheiden. Was nötig ist, besteht insbesondere in einer Antennenanordnung und einer Basisstations-Antennenanordnung, die für zwei Frequenzbänder mit einem Trennungsfaktor zwischen etwa 1,6–2,25 verwendet werden können.

[0012] Somit ist insbesondere das, was nötig ist, eine Antennenanordnung oder insbesondere eine Basisstations-Antennenanordnung, die für zellulare mobile Telekommunikationssysteme verwendet werden kann, die im 900-MHz-Band, wie beispielsweise NMT 900 (D)-AMPS, TACS, GSM, PDC etc., arbeiten, und ein anderes mobiles Kommunikationssystem, das in einem Frequenzband von etwa 1800 oder 1900-MHz arbeitet, wie beispielsweise DCS 1800, PCS 1900, etc.

[0013] Insbesondere ist eine Anordnung nötig, durch welche entweder vertikal/horizontal polarisierte Antennen, oder Antennen, die jeweils eine Polarisationswinkel von $\pm 45^\circ$ haben, zur Verfügung gestellt werden können.

[0014] Was nötig ist, besteht somit in einer Antennenanordnung oder einer Basisstations-Antennenanordnung, wobei dieselben Masten für zwei unterschiedliche Systeme verwendet werden können, die in zwei unterschiedlichen Frequenzbändern arbeiten, die sich um einen Faktor von Zwei unterscheiden, und insbesondere die Masten oder die Infrastruktur, die bereits existieren, für beide Arten von Systemen verwendet werden können, und auch für zukünftige Systeme, die in einem der zwei Frequenzbänder arbeiten.

[0015] Insbesondere ist eine Dual- oder Mehrfachfrequenz-Antennenanordnung nötig, die unterschiedliche Polarisationszustände unterstützt. Insbesondere

re sind auch Sektorantennenanordnungen und Mehrstrahl-Antennengruppenanordnungen nötig, die wenigstens Operationen in wenigstens zwei unterschiedlichen Frequenzbändern, die sich etwa um einen Faktor Zwei unterscheiden, in ein und derselben Anordnung kombinieren.

[0016] Daher wird eine Antennenanordnung zur Verfügung gestellt, die eine leitende Grundebene aufweist, wenigstens eine Anzahl von ersten Strahlungselementen, die bei der ersten Frequenz strahlen, und eine Anzahl von zweiten Strahlungselementen, die bei einer zweiten Frequenz strahlen, wobei zu jedem ersten Strahlungselement wenigstens eine Gruppe von zweiten Strahlungselementen angeordnet ist. Die wenigstens ersten und zweiten Strahlungselemente sind in unterschiedlichen Ebenen angeordnet. Die zweiten Strahlungselemente einer Gruppe sind vorteilhaft symmetrisch in Bezug auf die entsprechenden ersten Strahlungselemente auf eine solche Weise angeordnet, dass jedes zweite Strahlungselement das entsprechende erste Strahlungselement teilweise überlagert. Jeweilige Strahlungselemente, d.h. die ersten sowie die zweiten Strahlungselemente haben wenigstens eine effektive Resonanzdimension, und die effektive Resonanzdimension des ersten Strahlungselements ist im Wesentlichen das Zweifache von derjenigen der Dimensionen einer effektiven Resonanz der zweiten Strahlungselemente, so dass die zweiten Strahlungselemente bei einer Frequenz oder in einem Frequenzband strahlen, die bzw. das etwa das Zweifache von derjenigen bzw. demjenigen des ersten Strahlungselements ist.

[0017] Vorteilhafterweise weist jedes Strahlungselement ein Stück bzw. einen Flecken auf, das bzw. der aus leitendem Material hergestellt ist. Gemäß unterschiedlichen Ausführungsbeispielen ist eine Luftschicht zwischen den Schichten der ersten und zweiten Strahlungselemente und/oder zwischen der Grundebene und der untersten Schicht von Strahlungselementen vorgesehen. Als Alternative zu Luft, können dielektrische Schichten verwendet werden. Eine solche dielektrische Schicht kann zwischen den jeweiligen Schichten von Strahlungselementen angeordnet sein, und sie kann auch zwischen der untersten Schicht eines Strahlungselements (von Strahlungselementen) und der Grundebene angeordnet sein. Die Grundebene kann beispielsweise eine Cu-Schicht aufweisen. Vorteilhafterweise ist wenigstens eine Resonanzdimension des ersten Strahlungselements etwa eine Hälfte der Wellenlänge entsprechend einer ersten Frequenz und ist wenigstens eine Resonanzdimension eines zweiten Strahlungselements etwa eine Hälfte der Wellenlänge entsprechend der zweiten Strahlungsfrequenz. Die ersten Strahlungselemente werden angeregt, um bei der niedrigeren Frequenz (oder im niedrigeren Frequenzband) zu strahlen, wohingegen die zweiten Strahlungselemente angeregt werden, um bei der höheren

Frequenz (im höheren Frequenzband) zu strahlen. Gemäß unterschiedlichen Ausführungsbeispielen sind die ersten Frequenzstrahlungselemente über oder unter der Schicht von zweiten Strahlungselementen angeordnet. Beide Alternativen sind möglich. Weiterhin können die Strahlungselemente gemäß unterschiedlichen Ausführungsbeispielen rechteckförmige Flecken, quadratische Flecken oder kreisförmige Flecken aufweisen. Allgemein sind sowohl die ersten als auch die zweiten Strahlungselemente in einer Antennenanordnung von derselben Form, aber es ist auch möglich, dass beispielsweise ein erstes Strahlungselement quadratisch oder rechteckförmig ist, während die zweiten Strahlungselemente kreisförmig sind, oder umgekehrt. Jedoch sind dann, wenn nur eine lineare Polarisation verwendet wird, rechteckförmige Flecken bevorzugt, obwohl die Erfindung nicht darauf beschränkt ist. Andererseits werden rechteckförmige Flecken nicht für Fälle einer dualen Polarisation verwendet.

[0018] Für rechteckförmige Flecken ist es ausreichend, dass eine Dimension effektiv resonanzfähig ist, wie beispielsweise die Länge des Rechtecks. Wenn quadratische Strahlungselemente verwendet werden, ist es natürlich die Seite des Fleckens, die resonanzfähig ist, und wenn kreisförmige Flecken verwendet werden, ist es der Durchmesser, der die Resonanzdimension bildet. Vorteilhafterweise werden quadratische Flecken oder kreisförmige Flecken für Anwendungen einer dualen Polarisation verwendet. Insbesondere wird dadurch auf eine lineare Polarisation Bezug genommen. Wie es an und für sich bekannt ist, ist es jedoch möglich, zwei lineare Polarisationen zu oder zu zwei orthogonalen zirkularen Polarisationen zu kombinieren. Bei einem anderen alternativen Ausführungsbeispiel werden die Resonanzdimensionen der Strahlungselemente der ersten und der zweiten Elemente jeweils in Bezug auf die zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele unterschiedlich gedreht. Dies ist für einzelne sowie für duale Polarisationen anwendbar. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel sind die ersten und die zweiten Strahlungselemente in Bezug zueinander unterschiedlich gedreht, so dass die Polarisation der ersten und der zweiten Elemente jeweils nicht übereinstimmt. Auch diese Form kann für Fälle einer einzigen sowie einer dualen Polarisation angewendet werden.

[0019] Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist die Antennenanordnung ein erstes Strahlungselement und vier zweite Strahlungselemente auf, um dadurch ein einziges Dualfrequenz-Flecken-Antennenelement zu bilden.

[0020] Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel ist jedoch eine Anzahl von ersten Strahlungselementen vorgesehen, zu welchen entsprechende zweite Strahlungselemente gruppenweise angeordnet sind,

um ein Strahlungsgitter zu bilden. In einem Strahlungsfeld kann irgendeines der oben beschriebenen Elemente verwendet werden. Die Elemente bei einem angeordneten Ausführungsbeispiel sind auf eine solche Weise in Zeilen und Spalten angeordnet, dass die Resonanzdimensionen parallel/orthogonal zu den Zeilen/Spalten sind. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel sind die Elemente gedreht, um einen Winkel von etwa 45° in Bezug zu den Zeilen/Spalten zu bilden, in welchen sie angeordnet sind.

[0021] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel sind für jedes erste Strahlungselement zwei zweite Strahlungselemente vorgesehen, die gegenüberliegend zueinander und teilweise das erste Element überlagernd vorgesehen sind. Dies ist insbesondere für Sektorantennen mit einer Spalte von solchen Elementen vorteilhaft.

[0022] Insbesondere weist die Anordnung eine Dualfrequenz-, Dualpolarisations-Antenne oder besonders bevorzugt eine Mehrfachfrequenz-, Mehrfachpolarisations-Antenne auf.

[0023] Das Speisen der Strahlungselemente kann auf eine Anzahl von unterschiedlichen Arten zur Verfügung gestellt werden. Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird eine so genannte Aperturspeisung angewendet. Dies ist dann besonders vorteilhaft, wenn die Niederfrequenz-Strahlungselemente über den Hochfrequenz-(kleineren)-Strahlungselementen angeordnet sind. Die zweiten Strahlungselemente werden dann von unten über Öffnungen gespeist, die in Bezug zu den entsprechenden Strahlungselementen in der Grundebene angeordnet sind. Durch dieses Ausführungsbeispiel werden die Herstellungskosten und potentielle Quellen für eine passive Intermodulation (PIM-Quellen) reduziert. Natürlich wird auch das erste Strahlungselement über eine Apertur bzw. Öffnung gespeist, die in Bezug dazu zentral in der Grundebene angeordnet ist. Das Speisen als solches wird durch eine erste und eine Zweite Mikrostreifenleitung zur Verfügung gestellt, die die Strahlungselemente durch die jeweiligen Öffnungen ohne irgendeinen physikalischen Kontakt anregt. Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel wird eine so genannte Sondenspeisung verwendet. Wenn die Hochfrequenz-Strahlungselemente über dem Niederfrequenz-Strahlungselement angeordnet sind, speisen die Sonden (hier) die zweiten Strahlungselemente exzentrisch.

[0024] Eine Basisstations-Antennenanordnung wird auch zur Verfügung gestellt, die wenigstens eine Anzahl von ersten Antennen aufweist, die für ein erstes mobiles Telekommunikationssystem beabsichtigt sind, das in einem ersten Frequenzband arbeitet, und eine Anzahl von zweiten Antennen, die für ein zweites mobiles Telekommunikationssystem verwendet

werden, das in einem zweiten Frequenzband arbeitet, das etwa das Zweifache von demjenigen des ersten Frequenzbands ist, und wobei die Antennen für das erste und das zweite System jeweils an ein und demselben Mast zusammen existieren. Die Antennenelemente oder die Strahlungselemente sind von der Art, wie es im Vorangehenden beschrieben ist. Vorteilhafterweise liegt das Trennungsverhältnis zwischen den Frequenzbändern zwischen etwa 1,6–2,25:1. Gemäß unterschiedlichen Ausführungsbeispielen sind die Antennen Sektorantennen oder Mehrfachstrahl-Antennengruppen.

[0025] Es ist ein Vorteil der Erfindung, dass die existierende Infrastruktur, die bereits für das 900-MHz-Frequenzband vorgesehen ist, auch für neue Frequenzbänder verwendet werden kann, wie beispielsweise etwa 1800 MHz oder 1900 MHz. Es ist auch ein Vorteil der Erfindung, dass die Antennenelemente oder die Strahlungselemente einfach und flexibel sind, und eine einfache Einspeisungstechnik ermöglicht, etc. Ein besonderer Vorteil besteht darin, dass dieselbe Art von Strahlungselementen für beide Frequenzen verwendet werden kann, wobei sich lediglich die Größe, wie sie durch die Resonanzdimensionen gegeben ist, unterscheidet. Es ist auch ein Vorteil, dass Zustände dualer Polarisation unterstützt werden können.

[0026] Jedoch ist es auch ein Vorteil, dass nicht nur Dualfrequenz-, Dualpolarisations-Antennenanordnungen zur Verfügung gestellt werden können, sondern auch Mehrfrequenzanordnungen; d.h. mit mehr als zwei Frequenzen. Dann kann z.B. eine weitere Schicht von Strahlungselementen auf der obersten Seite der obersten Schicht auf gleiche Weise angeordnet sein. Wenn beispielsweise vier zweite Strahlungselemente über einem ersten Strahlungselement angeordnet sind, können sechzehn dritte Strahlungselemente über den zweiten Strahlungselementen angeordnet sein, die in einem dritten Frequenzband mit einer Frequenz strahlen, die etwa ein Zweifaches der zweiten Frequenz ist.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0027] Die Erfindung wird im Folgenden auf eine nicht beschränkende Weise unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen weiter beschrieben werden, in welchen:

[0028] [Fig. 1A](#) eine Draufsicht der Dualfrequenz-Antennenanordnung mit quadratförmigen Flecken von oben ist,

[0029] [Fig. 1B](#) eine schematische Querschnittsansicht der Antennenanordnung der [Fig. 1A](#) entlang der Linien 1B-1B ist,

[0030] [Fig. 2A](#) eine Draufsicht auf eine alternative

Dualfrequenz-Antennenanordnung mit quadratförmigen Flecken von oben ist,

[0031] [Fig. 2B](#) eine schematische Querschnittsansicht der Antennenanordnung der [Fig. 2A](#) entlang der Linien 2B-2B ist,

[0032] [Fig. 3A](#) eine Draufsicht einer Dualfrequenz-Antennenanordnung mit rechteckförmigen Flecken von oben ist,

[0033] [Fig. 3B](#) eine Querschnittsansicht der Anordnung der [Fig. 3A](#) entlang der Linien 3B-3B ist,

[0034] [Fig. 4A](#) eine Draufsicht auf eine weitere Dualfrequenz-Antennenanordnung von oben ist, wobei die Flecken kreisförmig sind,

[0035] [Fig. 4B](#) eine Querschnittsansicht der Anordnung der [Fig. 4A](#) entlang der Linien 4B-4B ist,

[0036] [Fig. 5](#) noch ein weiteres Beispiel einer Antennenanordnung ist, wobei die ersten und die zweiten Strahlungselemente unterschiedliche Formen haben,

[0037] [Fig. 6](#) ein Beispiel einer Dualfrequenz/Dualpolarisations-Antennengruppe ist,

[0038] [Fig. 7](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Antennengruppe ist, wobei die Resonanzdimensionen der ersten und der zweiten Strahlungselemente einen Winkel von 45° zueinander bilden,

[0039] [Fig. 8](#) noch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Antennengruppe ist,

[0040] [Fig. 9](#) ein Beispiel einer Apertur bzw. Öffnung schematisch darstellt, die beispielsweise die Strahlungselemente der [Fig. 1A](#) speist,

[0041] [Fig. 10](#) eine Sondenspeisung der Strahlungselemente der [Fig. 2A](#) schematisch darstellt,

[0042] [Fig. 11](#) eine perspektivische Querschnittsansicht ist, die eine Öffnungsspeisung einer Anordnung ist, wie sie in [Fig. 1A](#) dargestellt ist,

[0043] [Fig. 12](#) eine Draufsicht auf die Grundebene mit Speiseöffnungen für einen Fall einer einzigen Polarisation von oben ist, und

[0044] [Fig. 13](#) ein Beispiel einer Sektorantennenanordnung ist,

[0045] [Fig. 14A](#) ein Beispiel einer Öffnung gemäß einem Ausführungsbeispiel für eine duale Polarisation ist, und

[0046] [Fig. 14B](#) ein weiteres Beispiel einer Öffnung

für eine Anordnung einer dualen Polarisation ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0047] [Fig. 1](#) zeigt ein erstes Beispiel einer Mikrostreifenleitungs- bzw. Microstrip-Antennenanordnung **10**, die bei zwei unterschiedlichen Frequenzen oder in zwei unterschiedlichen Frequenzbändern arbeitet (empfängt/sendet). In [Fig. 1A](#), die eine Draufsicht auf die Antennenanordnung **10** von oben ist, ist ein erstes Strahlungselement **11** auf der obersten Seite angeordnet. Das erste Strahlungselement **11** ist hier quadratförmig. Unter dem ersten Strahlungselement sind vier zweite Strahlungselemente **12**, **13**, **14**, **15** angeordnet. Die zweiten Strahlungselemente müssen natürlich auf eine zentral ausgerichtete Weise unter den Ecken des ersten Strahlungselements angeordnet sein. Sie können auch enger (oder umgekehrt) in einer oder beiden Richtungen angeordnet sein. Dies gilt auch für die nachfolgend unter Bezugnahme auf z.B. die [Fig. 3A](#), [Fig. 4A](#), [Fig. 5](#), etc. zu beschreibenden Ausführungsbeispiele. Die ersten und zweiten Strahlungselemente weisen jeweils insbesondere so genannte Fleckenelemente auf. Ein Fleckenelement ist ein Flecken aus einem leitendem Material, wie beispielsweise Cu. Die zweiten Strahlungselemente **12**, **13**, **14**, **15** sind in Bezug auf das erste Strahlungselement symmetrisch angeordnet und überlagern das erste Strahlungselement **11** teilweise. Der Abstand zwischen der Mitte bzw. dem Zentrum von zwei zweiten Strahlungselementen ist etwa das 0,5–1-fache der Wellenlänge im freien Raum entsprechend der Frequenz der zweiten Strahlungselemente. Der Abstand kann z.B. $0,8 \times$ der Wellenlänge entsprechen. Zwischen dem ersten Strahlungselement **11** und der Gruppe von zweiten Strahlungselementen **12**, **13**, **14**, **15** ist z.B. eine Luftschicht vorgesehen. Alternativ dazu ist eine dielektrische Schicht zwischen jeweils den ersten und den zweiten Strahlungselementen angeordnet. Wenn es Luft zwischen den ersten und den zweiten Strahlungselementen gibt, können Plastikansätze oder ähnliches als Abstandselemente angeordnet sein (in den Figuren nicht gezeigt). Unter den zweiten Strahlungselementen ist eine leitende Schicht **16** angeordnet. Dies ist in [Fig. 1B](#) auf eine vereinfachte Weise dargestellt, die ein Querschnitt entlang der Linien 1B-1B in [Fig. 1A](#) ist. Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist eine Luftschicht zwischen den zweiten Strahlungselementen und der leitenden Schicht **16** vorgesehen. Alternativ dazu ist eine dielektrische Schicht zwischen den zweiten Strahlungselementen **12**, **13**, **14**, **15** und der leitenden Schicht **16** angeordnet. Die ersten und die zweiten Strahlungselemente werden jeweils getrennt angeregt (erregt) oder getrennt gespeist, um die Energie zurückzustrahlen, oder um gleichzeitig Strahlen bei einer ersten, niedrigeren Betriebsfrequenz bzw. einer zweiten, höheren Betriebsfrequenz auszugeben. Die erste und die zweite Fre-

quenz unterscheiden sich um einen Faktor von etwa 1,6–2,25, oder es gibt etwa einen Faktor Zwei zwischen der ersten und der zweiten Betriebsfrequenz, so dass ein erstes Fleckenelement oder Strahlungselement **11** für ein Kommunikationssystem verwendet werden kann, das in einem Frequenzband von etwa 800–900 MHz arbeitet, während die zweiten Strahlungselemente **12, 13, 14, 15** für ein Kommunikationssystem verwendet werden können, das in dem Frequenzband von etwa 1800–1900 MHz arbeitet. Das erste und die zweiten Strahlungselemente haben jeweils eine erste und eine zweite effektive Resonanzdimension. Für das Strahlungselement **11** ist die Dimension der effektiven Resonanz durch die Seite A_{10} des quadratförmigen Elements gegeben. Auf ähnliche Weise sind die Dimensionen der effektiven Resonanz der zweiten Strahlungselemente **12, 13, 14, 15** durch die Seite a_{10} der gleichermaßen quadratförmigen zweiten Strahlungselemente gegeben. Die Resonanzdimensionen A_{10} und a_{10} sind etwa eine Hälfte der Wellenlänge von jeweils der relevanten ersten und zweiten Frequenz. Wenn Luft verwendet wird, sind die Resonanzdimensionen (hier z.B. A_{10} , a_{10}) gegeben durch

$$A_{10} = \lambda_1/2$$

und

$$a_{10} = \lambda_2/2$$

wobei λ_1, λ_2 die Wellenlängen im freien Raum sind. Wenn jedoch ein dielektrisches Material zwischen den ersten und zweiten Strahlungselementen und der Grundschrift angeordnet ist, können die Dimensionen kleiner gemacht werden und hängen von der effektiven Dielektrizitätskonstanten des dielektrischen Materials ab, d.h.

$$A_{10} = \lambda_1/2\sqrt{\epsilon_r}$$

wobei ϵ_r die relative Dielektrizitätskonstante ist; wobei gleiches für a_{10} gilt. Eine Speisung kann auf irgendeine geeignete Weise zur Verfügung gestellt werden, welche nachfolgend weiter diskutiert werden wird. Gemäß einem asus1 wird eine so genannte Aperturspeisung verwendet. Gemäß anderen Ausführungsbeispielen wird eine Sondenspeisung verwendet, oder alternativ kann elektromagnetische Energie über Resonatoren gekoppelt werden, oder irgendeine Kombination einer Speisung.

[0048] Bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel werden die unteren, zweiten Strahlungselemente, d.h. die Hochfrequenzflecken, von unten öffnungsbzw. aperturgespeist. Ebenso wird das erste Strahlungselement von unten gespeist. Dadurch können die Herstellungskosten reduziert werden, und weiterhin können Quellen für eine potentielle passive Intermodulation (PIM) reduziert werden.

[0049] In [Fig. 2A](#) ist eine alternative Dualfrequenz-Antennenanordnung **20** dargestellt. In [Fig. 2B](#) ist eine vereinfachte Querschnittsansicht entlang der Linien 2B-2B in [Fig. 2A](#) dargestellt.

[0050] Auch in diesem Fall werden quadratförmige Flecken für das erste sowie die zweiten Strahlungselemente verwendet. Jedoch sind in diesem Fall die zweiten Strahlungselemente **22, 23, 24, 25** über dem ersten Strahlungselement **21** angeordnet. Somit sind die Hochfrequenz-Strahlungselemente über den Niederfrequenz-Strahlungselementen angeordnet, was gegensätzlich zu den Ausführungsbeispielen ist, die unter Bezugnahme auf [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) dargestellt sind. Auch in diesem Fall kann entweder eine dielektrische Schicht zwischen dem ersten Strahlungselement **21** und der leitenden Grundebene **26** angeordnet sein, oder ist alternativ dazu Luft dazwischen vorgesehen. Auf ähnliche Weise kann eine dielektrische Schicht zwischen den ersten und den zweiten Strahlungselementen angeordnet sein, oder alternativ dazu ist auch Luft dazwischen vorgesehen. Auch in diesem Fall sind die Resonanzdimensionen durch die Seiten A_{20} und a_{20} der quadratförmigen Flecken gegeben, die jeweils das erste **21** und die zweiten **22, 23, 24, 25** bilden. Auch hier können unterschiedliche Einspeisungstechniken verwendet werden, obwohl es weniger vorteilhaft ist, eine Apertureinspeisung zu verwenden, im Vergleich mit den Ausführungsbeispielen, wie sie unter Bezugnahme auf [Fig. 1A](#) beschrieben sind.

[0051] In [Fig. 3A](#) ist noch eine andere Dualfrequenz-Antennenanordnung **30** offenbart. In diesem Fall ist das erste Strahlungselement **31**, d.h. das Element niedrigerer Frequenz, auf der obersten Seite angeordnet. Die Form des ersten Strahlungselements **31** ist rechteckig und die effektive Resonanzdimension L_{30} ist durch die Länge des Rechtecks gegeben. Wie bei den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen haben die zweiten Strahlungselemente **32, 33, 34, 35** dieselbe Form wie das erste Strahlungselement **31**, und sie sind auf eine symmetrische und teilweise überlagernde Weise angeordnet. Die zweiten Strahlungselemente höherer Frequenz sind hier auch rechteckförmig (obwohl dies nicht notwendigerweise der Fall ist; sie können auch andere oder unterschiedliche Formen annehmen), und sie haben eine effektive Resonanzdimension l_{30} , die die Länge der jeweiligen Rechtecke ist. In [Fig. 3B](#) ist ein vereinfachter Querschnitt entlang der Linien 3B-3B der [Fig. 3A](#) dargestellt, und auch in Ähnlichkeit zu den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen kann Dielektrikum oder Luft jeweils zwischen der leitenden Grundschrift **36** und den zweiten Strahlungselementen und zwischen den ersten und den zweiten Strahlungselementen vorgesehen sein. Auch hier entsprechen die effektiven Resonanzdimensionen L_{30} und l_{30} im Wesentlichen einer Hälfte der Wellenlänge entsprechend den erwünschten Fre-

quenzen, die sich, wie es oben angegeben ist, um nahe zu einem Faktor von 2 unterscheiden, so dass die Anordnung **30** für die oben diskutierten Kommunikationssysteme verwendet werden kann. Rechteckige Flecken sind insbesondere dann vorteilhaft, wenn nur eine lineare Polarisation verwendet wird. Im Prinzip sind quadratförmige Flecken (oder wenigstens symmetrische Flecken) besonders vorteilhaft für Anwendungen einer dualen Polarisation, wobei zwei Dimensionen resonanzfähig sind, um dadurch gegebene Dimensionen zu haben. Für Fälle einer einzigen Polarisation ist eine Dimension nicht resonanzfähig. Die nicht resonanzfähige Dimension kann dann die Strahlbreite in der Ebene der nicht resonanten Dimension bestimmen.

[0052] Es sollte jedoch beachtet werden, dass das Ausführungsbeispiel, wie es unter Bezugnahme auf [Fig. 3A](#) beschrieben ist, natürlich anders angeordnet sein kann, so dass die zweiten Strahlungselemente oder die Strahlungselemente höherer Frequenz über dem ersten Strahlungselement niedrigerer Frequenz angeordnet sind.

[0053] In [Fig. 4A](#) ist noch eine andere Dualfrequenz-Antennenanordnung **40** dargestellt. Eine vereinfachte Querschnittsansicht entlang der Linien 4B-4B ist in [Fig. 4B](#) schematisch dargestellt. Bei dieser Anordnung weisen das erste und die zweiten Strahlungselemente jeweils kreisförmige Flecken auf. Das erste Strahlungselement **41** ist über den zweiten Strahlungselementen **42, 43, 44, 45** angeordnet, die in Bezug auf das erste Strahlungselement zentrisch und auf eine teilweise überlagernde Weise angeordnet sind.

[0054] Auch hier ist Luft oder ein dielektrisches Material (das wenigstens teilweise den Raum zwischen den Elementen bedeckt) zwischen der Grundebene **46** und den zweiten Strahlungselementen und/oder zwischen den zweiten Strahlungselementen und dem ersten Strahlungselement **41** angeordnet.

[0055] Die Resonanzdimensionen sind hier durch die Durchmesser der Strahlungselemente gegeben. Die Resonanzdimension des ersten Strahlungselements **41** ist durch den Durchmesser (das Zweifache des Radius) des kreisförmigen Fleckens gegeben, wobei der Radius hier mit R_{40} bezeichnet ist.

$$R_{40} = 1,841\lambda_1/2\pi\sqrt{\epsilon_r} \approx 0,29\lambda_1/\sqrt{\epsilon_r}.$$

[0056] Auf gleiche Weise sind die Resonanzdimensionen der zweiten Strahlungselemente durch die entsprechenden Durchmesser $2r_{40}$ des jeweiligen zweiten Strahlungselements gegeben. In anderer Hinsicht gilt dasselbe, wie es unter Bezugnahme auf die quadratförmigen Ausführungsbeispiele diskutiert wurde. Natürlich kann das erste Strahlungselement unter den zweiten Strahlungselementen oder den Strahlungselementen höherer Frequenz angeordnet

sein. Wie quadratförmige Flecken sind kreisförmige Flecken besonders vorteilhaft für Anwendungen einer dualen Polarisation, obwohl sie natürlich auch verwendet werden können, wenn nur eine lineare Polarisation verwendet wird.

[0057] In [Fig. 5](#) ist noch ein anderes Beispiel einer Dualfrequenz-Antennenanordnung **50** offenbart. Hier haben das erste und die zweiten Strahlungselemente unterschiedliche Formen. In diesem besonderen Fall ist das erste Strahlungselement **51** auf der obersten Seite angeordnet und weist einen quadratförmigen Flecken auf, wobei die Resonanzdimension A_{50} durch die Seite des Quadrats gegeben ist. Die zweiten Strahlungselemente **52, 53, 54, 55** sind kreisförmig und in Bezug auf das erste Strahlungselement **51** symmetrisch auf eine teilweise überlagernde Weise angeordnet. Für die zweiten Strahlungselemente sind die Resonanzdimensionen durch die Durchmesser, d.h. das Zweifache der Radien r_{50} , gegeben. Es sollte jedoch klar sein, dass das erste Strahlungselement natürlich unter den zweiten Strahlungselementen angeordnet worden sein könnte. Auch in diesem Fall ist/sind Luft und/oder Dielektrika zwischen jeweils dem ersten und den zweiten Strahlungselementen und zwischen den unteren Strahlungselementen und der leitenden Grundebene (in der Figur nicht dargestellt) angeordnet.

[0058] Die Diskussionen in [Fig. 1A](#) in Bezug auf die Beziehung zwischen den Betriebsfrequenzen, und somit den Resonanzdimensionen, gelten natürlich auch für die Ausführungsbeispiele der [Fig. 2A, Fig. 3A, Fig. 4A, Fig. 5](#) sowie für die folgenden Figuren.

[0059] In [Fig. 6](#) ist eine Antennenanordnung **60** in der Form eines Feldgitters dargestellt. Die Antennenanordnung **61** weist (hier) **30** erste Strahlungselemente **60₁, 60₂, ..., 60₃₀** auf, die regelmäßig in einer rechteckigen Gitterstruktur angeordnet sind. Zu jedem ersten Strahlungselement **60₁, 60₂, ...,** sind vier zweite Strahlungselemente **62, 63, 64, 65** auf eine Weise angeordnet, die gleich derjenigen der Anordnung ist, wie sie in [Fig. 1A](#) beschrieben ist. Die ersten Strahlungselemente sind hier auf der obersten Seite angeordnet, was auch gleich der [Fig. 1A](#) ist, und die Diskussion in Bezug auf [Fig. 1A](#) ist auch hier relevant. Insbesondere weist die Anordnung **60** eine Dualfrequenz-, Dualpolarisations-Anordnung auf, da die Strahlungselemente regelmäßig sind und jeweils zwei Resonanzdimensionen aufweisen, d.h. die Seiten des Quadrats. Natürlich kann ein Feldgitter auf irgendeine Weise ausgebildet sein, wie z.B. dreieckförmig, kreisförmig, elliptisch, etc., mit irgendeiner der Antennenanordnungen **10, 20, 30, 40, 50** oder irgendeiner Variation davon, in Bezug auf welche Art von Strahlungselementen auf der obersten Seite angeordnet ist, etc., und wie sie gedreht sind. Für die Dualfrequenz-, Dualpolarisations-Antennenanord-

nung **60** wird eine gemeinsame Grundebene verwendet, die jedoch hierin nicht dargestellt ist, und die Einspeisung kann auf irgendeine angenehme Weise zur Verfügung gestellt werden, wie es oben diskutiert ist. Natürlich kann die Anzahl von Strahlungselementen irgendeine geeignete Anzahl sein. Bei einem Ausführungsbeispiel ist der Abstand zwischen zweiten Strahlungselementen innerhalb einer Gruppe derselbe wie zwischen benachbarten zweiten Elementen in benachbarten Gruppen, und zwar sowohl in der horizontalen als auch der vertikalen Richtung. Bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist der Abstand zwischen den zweiten Strahlungselementen etwa $0,5-1\lambda$. Insbesondere ist er so klein wie möglich, wie z.B. um $0,5\lambda$, um eine große Abtastwinkleistungsfähigkeit des Felds zur Verfügung zu stellen, d.h. um Gitterkeulen zu vermeiden. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel ist der Abstand nicht genau derselbe in der vertikalen Richtung wie in der horizontalen Richtung, sondern z.B. etwas kleiner in der horizontalen Richtung.

[0060] In [Fig. 7](#) ist eine andere Antennenanordnung in der Form eines Feldgitters **70** dargestellt, die (in diesem besonderen Fall) neun Dualfrequenz-Antennenelementen **70₁, ..., 70₉** aufweist. Auch in diesem Fall sind die ersten Strahlungselemente **71₁, 71₂, ..., 71₉** über den entsprechenden zweiten Strahlungselementen **72₁, 73₁, 74₁, 75₁, ...,** von welchen aus Gründen der Klarheit halber nur die zweiten Strahlungselemente der ersten Dualfrequenz-Antenne **70₁** mit Bezugszeichen versehen sind. Natürlich könnten die zweiten Strahlungselemente statt dessen auf der obersten Seite der ersten Strahlungselemente angeordnet worden sein; irgendeine Variation ist möglich, wie bei den vorangehenden diskutierten Ausführungsbeispielen. Die ersten und zweiten Strahlungselemente sind auch in diesem Fall quadratförmig, und zwar das erste sowie das zweite Strahlungselement. Weiterhin sind die zweiten Strahlungselemente **72₁, 73₁, 74₁, 75₁, ...,** auch in Bezug auf das erste Strahlungselement **71₁, ..., 71₉** jeweils symmetrisch angeordnet, aber mit dem Unterschied, dass die jeweiligen Resonanzdimensionen A_{70} und a_{70} jeweils einen Winkel von etwa 45° zueinander bilden. Die Strahlungselemente sind symmetrisch, und jedes Strahlungselement weist, wie es oben beschrieben ist, zwei Resonanzdimensionen auf, d.h. die Seiten der Quadrate. Jedoch bilden die Resonanzdimensionen der ersten und der zweiten Strahlungselemente jeweils einen Winkel von 45° zueinander.

[0061] [Fig. 8](#) zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel eines Felds bzw. einer Gruppe bzw. einer Anordnung **90** mit einer Anzahl von Dualfrequenz-Antennenelementen **90₁, ..., 90₁₃**, die um $\pm 45^\circ$ polarisiert sind. Die ersten Strahlungselemente **91₁, ..., 91₁₃** sind über den entsprechenden zweiten Strahlungselementen **92₁, 93₁, 94₁, 95₁; ...,** angeordnet, aber bei einem alternativen Ausführungsbeispiel (das nicht

gezeigt ist) sind die ersten Strahlungselemente unter den zweiten Strahlungselementen angeordnet. Die Polarisation der ersten und zweiten Strahlungselemente ist jeweils in den ersten und zweiten Frequenzbändern gleich. Es hat sich gezeigt, dass Antennen, die eine Polarisation von $\pm 45^\circ$ haben, vorteilhaft sind, da (für Fälle einer dualen Polarisation) die Ausbreitungseigenschaften der elektromagnetischen Wellen für die zwei Polarisationen dieselben sind, und eine ähnliche Dämpfung (die im Wesentlichen dieselbe für beide Polarisationen ist) geliefert wird, im Vergleich mit dem Fall, in welchem vertikale und horizontale Polarisationen verwendet werden.

[0062] [Fig. 9](#) ist eine vereinfachte Querschnittsansicht entsprechend derjenigen der [Fig. 1B](#), wobei die Strahlungsanordnung hier mit **10'** bezeichnet ist. Sie stellt ein Beispiel einer Apertureinspeisung dar. In der Grundebene **16'** ist eine Anzahl von Öffnungen für jedes der ersten und zweiten Strahlungselemente vorgesehen. In [Fig. 9](#) ist die Apertur bzw. Öffnung entsprechend dem ersten Strahlungselement **11'** gezeigt, aber nur zwei der Öffnungen bzw. Aperturen entsprechend den zweiten Strahlungselementen sind gezeigt; eine Apertur **18'** entsprechend dem zweiten Strahlungselement **12'** und eine Apertur **19'** entsprechend dem zweiten Strahlungselement **13'**. Natürlich gibt es auch Aperturen bzw. Öffnungen für die anderen zweiten Strahlungselemente. Über Mikrostreifenleitungen **17₁, 18₁, 19₁** werden das erste Strahlungselement **11'** und die zweiten Strahlungselemente **12', 13'** über die Öffnungen angeregt, jedoch ohne irgendeinen physikalischen Kontakt mit den Mikrostreifenleitungen. Die Öffnungen haben im Wesentlichen dieselbe Länge wie die Resonanzdimension des entsprechenden Strahlungselements und sie sind rechtwinklig zu der Resonanzlänge angeordnet.

[0063] [Fig. 10](#) ist eine Querschnittsansicht ähnlich derjenigen der [Fig. 2B](#) und zeigt eine Antennenanordnung **20'** (entsprechend der Antennenanordnung **20** der [Fig. 2B](#)), die über eine Sondeneinspeisung gespeist wird, welche als solches ein per se bekanntes Einspeisungsverfahren ist. Über Sonden **27', 28', 29'** werden das erste Strahlungselement **21'** und die zweiten Strahlungselemente **22'** und **23'** über Koaxialleitungen (beispielsweise) gespeist. Auch hier werden die anderen zweiten Strahlungselemente auf gleiche Weise gespeist.

[0064] In [Fig. 11](#) ist eine perspektivische Querschnittsansicht einer Antennenanordnung **100** dargestellt. Die Antennenanordnung weist ein erstes Strahlungselement **104** und vier zweite Strahlungselemente **105, 106, 107, 108** auf, wobei das erste Strahlungselement **104** auf der obersten Seite der zweiten Strahlungselemente angeordnet ist. Natürlich könnte sie auch ein Feldgitter gewesen sein, aber dies ist aus Gründen der Klarheit halber nicht dargestellt. Eine leitende Grundebene **102**, wie beispielsweise

aus Cu, ist auf einem dielektrischen Substrat **101** angeordnet. Auf der obersten Seite der leitenden Grundebene **102** ist eine dielektrische Schicht **103** angeordnet. Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel könnte sie Luft gewesen sein, in welchem Fall der Abstand zwischen zweiten Strahlungselementen und der Grundebene durch die Verwendung von Plastikansätzen oder ähnliches vorgesehen worden sein könnte. Aus Gründen der Klarheit halber gibt es keine dielektrische Schicht, die zwischen dem ersten und den zweiten Strahlungselementen dargestellt ist, obwohl normalerweise eine solche Schicht vorgesehen ist (die wenigstens einen Teil des Raums bedeckt). Auch hier kann sie alternativ die Form einer Luftschicht annehmen. In der leitenden Grundebene **102** ist eine Anzahl von Einspeisungsaperturen **114**, **115**, **116**, **117**, **118** vorgesehen. Die Größen der Einspeisungsöffnungen beziehen sich auf die Größen der Strahlungselemente und sind im Wesentlichen dieselben. Über Mikrostreifenleitungen **124**, **125**, **126**, **127**, **128** werden das erste und die zweiten Strahlungselemente gespeist. Die Einspeisung wird durch die Mikrostreifenleitungen **124**, **126**, **126**, **127**, **128**, die die Öffnungen in lateraler Richtung auf eine orthogonale Weise kreuzen, ohne irgendeinen physikalischen Kontakt zur Verfügung gestellt. Wenn es genau eine Öffnung für jedes Strahlungselement gibt, wird ein Strahl einer einzigen Polarisation zur Verfügung gestellt. Zwei Beispiele für Öffnungen für Fälle einer dualen Polarisation sind in den [Fig. 14A](#) und [Fig. 14B](#) sehr schematisch dargestellt.

[0065] In [Fig. 12](#) ist die leitende Grundebene **102**, in welcher die Öffnungen vorgesehen sind, deutlicher dargestellt. Die Öffnungen **104**, **105**, **106**, **107**, **108** entsprechen jeweils dem ersten und dem zweiten Strahlungselement. Die Mikrostreifenleitung **124** ist unter der Grundebene **102** angeordnet und kreuzt eine Öffnung **104** auf eine orthogonale Weise, wie es oben beschrieben ist, und die Mikrostreifenleitungen **125**, **126**, **127**, **128** verlaufen unter den Öffnungen **105**, **106**, **107**, **108** auf gleiche Weise.

[0066] [Fig. 13](#) stellt schematisch ein Beispiel einer Sektorantenne **80** gemäß der Erfindung dar. Die Sektorantenne weist eine Spalte mit einer Anzahl von ersten Strahlungselementen **81A**, ..., **81E** auf, wobei zu jedem ersten Strahlungselement zwei zweite Strahlungselemente **82A**, **83A**; ..., **82E**, **83E** angeordnet sind. Die zweiten Strahlungselemente sind alle entlang einer gemeinsamen vertikalen Mittellinie angeordnet.

[0067] Bei alternativen Ausführungsbeispielen von Sektorantennen (nicht gezeigt) kann eine Spalte von Elementen, wie sie z.B. unter Bezugnahme auf irgendeine der [Fig. 1A–Fig. 5](#) oder irgendeine Variante davon, irgendeine Art einer Drehung, etc. beschrieben sind, verwendet werden, d.h. mit zwei oder vier zweiten Strahlungselementen für jedes erste

Strahlungselement.

[0068] Für Fälle einer dualen Polarisation können die Öffnungen in der Grundebene eine Form annehmen, wie es jeweils in den [Fig. 14A](#) und [Fig. 14B](#) dargestellt ist. In [Fig. 14A](#) kreuzen zwei Schlitze **204**, **205** einander auf eine orthogonale Weise. Sie werden jeweils durch Mikrostreifenleitungen **224** und **225** gespeist.

[0069] Es kann gesagt werden, dass in [Fig. 14B](#) einer der Schlitze in zwei Schlitze **215A**, **215B** aufgeteilt ist, die auf beiden Seiten eines Schlitzes **214** auf orthogonale Weise angeordnet sind. Öffnungen, wie sie in den [Fig. 14A](#), [Fig. 14B](#) beschrieben sind, sind dann in der Grundebene entsprechend jedem Strahlungselement angeordnet, wobei die Größen von der Größe des jeweiligen Strahlungselements abhängen. Es gibt eine Einspeisungs-Mikrostreifenleitung für jede Polarisation. Die erste Mikrostreifenleitung **234** kreuzt den zentralen Schlitz **214** orthogonal, und ein erster und ein zweiter Verzweigungs-Mikrostreifen **235A**, **235B** kreuzt jeweils die Schlitze **215A**, **215B**. Die Zweige sind verbunden, um eine gemeinsame zweite Mikrostreifenleitung zu bilden, die die zweite Polarisation zur Verfügung stellt. Die Grundebene **236** ist lediglich schematisch angezeigt.

[0070] Die Erfindung ist natürlich nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern sie kann auf eine Anzahl von Arten variiert werden, wobei sie nur durch den Schutzzumfang der Ansprüche beschränkt ist.

Patentansprüche

1. Antennenanordnung (**10**; **20**; **30**; **40**; **50**; **60**, **70**; **80**; **90**; **100**) mit einer leitenden Grundebene (**16**; **26**; **36**; **46**; **102**), einer Anzahl von ersten Strahlungselementen (**11**; **21**; **31**; **41**; **51**; **61**; **71**₁, ..., **71**₉; **81A**, ..., **81E**; **91**₁, ... **91**₁₃), die bei einer ersten Frequenz oder in einem ersten Frequenzband strahlen und einer Anzahl von zweiten Strahlungselementen (**12–15**; **22–25**; **32–35**; **42–45**; **52–55**; **62–65**; **72**_{1–75}₁; **82A**, **83A–82E**, **83E**; **92**_{1–95}₁), die bei einer zweiten Frequenz oder in einem zweiten Frequenzband strahlen, wobei für jedes erste Strahlungselement eine Gruppe von zweiten Strahlungselementen angeordnet ist, wobei die ersten und die zweiten Strahlungselemente jeweils in unterschiedlichen Ebenen angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweiten Strahlungselemente (**12–15**; **22–25**; **32–35**; **42–45**; **52–55**; **62–65**; **72**_{1–75}₁; **82A**, **83A–82E**, **83E**; **92**_{1–95}₁) wenigstens in Paaren in einer Gruppe in Bezug auf das entsprechende erste Strahlungselement (**11**; **21**; **31**; **41**; **51**; **61**; **71**₁, ..., **71**₉, **81A**, ..., **81E**; **91**₁, ..., **91**₁₃) auf eine solche Weise symmetrisch angeordnet sind, dass jedes zweite Strahlungselement das entsprechende erste Strahlungselement teilweise überlagert, und dass jedes

Strahlungselement wenigstens eine effektive Resonanzdimension (A_{10} , a_{10} ; A_{20} , a_{20} ; L_{30} , l_{30} ; $2R_{40}$, $2r_{40}$; A_{50} , $2r_{50}$; A_{70} , a_{70} ; A_{90} , a_{90}) hat, wobei die effektive Resonanzdimension des (der) ersten Strahlungselements (Strahlungselemente) (A_{10} ; A_{20} ; L_{30} ; $2R_{40}$; A_{50} ; A_{70} ; A_{90}) im Wesentlichen das Zweifache der effektiven Resonanzdimensionen der zweiten Strahlungselemente (a_{10} ; a_{20} ; l_{30} ; $2r_{40}$; $2r_{50}$; a_{70} ; a_{90}) ist, so dass die zweiten Strahlungselemente bei einer Frequenz oder in einem Frequenzband strahlen, die oder das etwa das Zweifache von dem (den) ersten Strahlungselement(en) ist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Strahlungselement einen Flecken aus leitendem Material aufweist.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schicht von Luft zwischen den ersten und zweiten Strahlungselementen vorgesehen ist.

4. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein dielektrisches Material angeordnet ist, das wenigstens teilweise den Raum zwischen den Schichten von ersten und zweiten Strahlungselementen besetzt.

5. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Grundebene und der untersten Schicht eines Strahlungselements (von Strahlungselementen) eine Luftschicht vorgesehen ist.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1–4, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Grundebene und der untersten Schicht von Strahlungselementen ein dielektrisches Material (**103**) angeordnet ist, das den Raum zwischen der Grundebene und der untersten Schicht von Strahlungselementen wenigstens teilweise besetzt.

7. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und/oder zweiten Strahlungselemente (**31**, **32**, **33**, **34**, **35**) rechteckförmige Flecken aufweisen.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und/oder zweiten Strahlungselemente (**11**, **12**, **13**, **14**, **15**; **21**, **22**, **23**, **24**, **25**; **51**; **61**, **62**, **63**, **64**, **65**; **71**₁, **72**₁, **73**₁, **74**₁, **75**₁, ...; **81A**, **82A**, **83A**, ...; **91**₁, **92**₁, **93**₁, **94**₁) quadratische Flecken aufweisen.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und/oder die zweiten Strahlungselemente kreisförmige Flecken (**41**, **42**, **43**, **44**, **45**; **52**, **53**, **54**, **55**) aufweisen.

10. Anordnung nach einem der vorangehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein erstes Strahlungselement und vier zweite Strahlungselemente aufweist.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1–10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anzahl von ersten Strahlungselementen vorgesehen ist, zu jedem von welchen es vier entsprechende zweite Strahlungselemente gibt, und dass sie in einem Feldgitter angeordnet sind.

12. Anordnung nach einem der Ansprüche 1–9, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein erstes Strahlungselement (**81A**; **81B**; **81C**; **81D**; **81E**) und zwei zweite Strahlungselemente (**82A**, **83**; ...; **82E**, **83E**) aufweist.

13. Anordnung nach einem der Ansprüche 1–10 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anzahl von ersten Strahlungselementen mit entsprechenden zweiten Strahlungselementen (**80A**, **80B**, **80C**, **80D**, **80E**) in einer Spalte angeordnet ist, um dadurch eine Sektorantenne (**80**) zu bilden.

14. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nur eine lineare Polarisation verwendet wird.

15. Anordnung nach einem der Ansprüche 1–13, dadurch gekennzeichnet, dass duale Polarisationen verwendet werden und dass jedes Strahlungselement zwei Resonanzdimensionen hat.

16. Anordnung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine gleiche Polarisation (gleiche Polarisationen) bei beiden Frequenzbändern erzeugt wird (werden).

17. Anordnung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Resonanzdimensionen der ersten und der zweiten Strahlungselemente jeweils (A_{70} ; a_{70}) einen Winkel von im Wesentlichen 45° zueinander bilden, so dass die bei dem ersten und dem zweiten Frequenzband erzeugte Polarisation sich jeweils um 45° unterscheidet.

18. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Resonanzdimension des ersten Strahlungselements etwa eine Hälfte der Wellenlänge ($\lambda_1/2$) entsprechend der ersten Frequenz ist und dass die wenigstens eine Resonanzdimension der zweiten Strahlungselemente etwa eine Hälfte der Wellenlänge ($\lambda_2/2$) entsprechend der zweiten Strahlungsfrequenz ist.

19. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Strahlungselemente niedrigerer Frequenz (**11**; **31**; **41**; **51**; **61**; **71**₁, ...; **91**₁, ...; **104**; **81A**, ...) in einer

Schicht über einer Schicht mit zweiten Strahlungselementen (**12, 13, 14, 15; 32, 33, 34, 35; 42, 43, 44, 45; 52, 53, 54, 55; 62, 63, 64, 65; 72₁, 73₁, 74₁, 75₁; 92₁, 93₁, 94₁, 95₁; 105, 106, 107, 108; 82A, 83A**) angeordnet sind.

20. Anordnung nach einem der Ansprüche 1–18, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Strahlungselemente (**22, 23, 24, 25**) über dem (den) ersten Strahlungselement(en) (**21**) angeordnet sind.

21. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Öffnungen (**17', 18', 19'; 114, 115, 116, 117, 118; 104, 105, 106, 107, 108; 204, 205; 214, 215, 216**) mit Resonanzlängen von etwa derselben Größe wie die entsprechenden Resonanzdimensionen in der Grundebene vorgesehen sind und dass eine Öffnungseinspeisung verwendet wird.

22. Anordnung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Strahlungselemente unter den ersten Strahlungselementen angeordnet sind und dass die Einspeisung durch eine erste (**17₁; 124**) und eine zweite Mikrostreifenleitung (**18₁, 19₁; 125, 126, 127, 128**) zur Verfügung gestellt wird, die die ersten und zweiten Strahlungselemente durch die Öffnungen erregen, um die beabsichtigten Frequenzen zu haben.

23. Anordnung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass für jedes Strahlungselement eine erste Öffnung (**204; 214**) und eine zweite Öffnung (**205; 215A, 215B**) in der Grundebene vorgesehen sind, wobei die erste Öffnung ein Signal mit einer ersten Polarisierung und einer ersten Frequenz liefert und die zweite ein Signal mit einer zweiten Polarisierung liefert.

24. Anordnung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei Öffnungen (**204, 205; 214; 215; 215A, 215B**) für ein Strahlungselement in Bezug zueinander orthogonal angeordnet sind.

25. Anordnung nach einem der Ansprüche 1–20, dadurch gekennzeichnet, dass eine Sondeneinspeisung verwendet wird.

26. Basisstations-Antennenanordnung für mobile Telekommunikationen mit einer Anzahl von ersten Antennen (**11; 21; 31; 41; 51; 61; 71₁, ..., 71₉; 81A, ..., 81E; 91₁, ..., 91₁₃**), die für ein mobiles Telekommunikationssystem beabsichtigt sind, das in einem ersten Frequenzband arbeitet, und weiterhin mit einer Anzahl von zweiten Antennen (**12–15; 22–25; 32–35; 42–45; 52–55; 62–65; 72₁–75₁; 82A, 83A–82E, 83E; 92₁–95₁**) für ein mobiles Telekommunikationssystem, das in einem zweiten Frequenzband arbeitet, das etwa das Zweifache von demjenigen des ersten Frequenzbands ist, so dass die Antennen für das erste

und das zweite System dieselbe Antennenapertur verwenden, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Antennen eine Antennenanordnung aufweisen, bei welcher gruppenweise zu einer Anzahl von ersten Strahlungselementen eine Anzahl von zweiten Strahlungselementen in einer anderen Ebene angeordnet ist, so dass die Gruppe von zweiten Strahlungselementen das entsprechende erste Strahlungselement teilweise überlagert, wobei die Resonanzdimension des ersten Strahlungselements im Wesentlichen das Zweifache von derjenigen der zweiten Strahlungselemente ist.

27. Basisstations-Antennenanordnung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenzen des zweiten Frequenzbands etwa das 1,6–2,25-fache der Frequenzen des ersten Frequenzbands sind.

28. Basisstations-Antennenanordnung nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Antennen Sektorantennen (**80**) oder eine Mehrstrahl-Gruppenantenne (**60; 70; 90**) sind.

29. Basisstations-Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 26–28, dadurch gekennzeichnet, dass das erste System im 800–900-MHz-Frequenzband, wie beispielsweise z.B. NMT 900, AMPS, TALS, GSM oder PDC, arbeitet, und dass das zweite System in etwa dem 1800–1900-MHz-Frequenzband, wie beispielsweise z.B. DCS 1800 oder PCS 1900, arbeitet.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

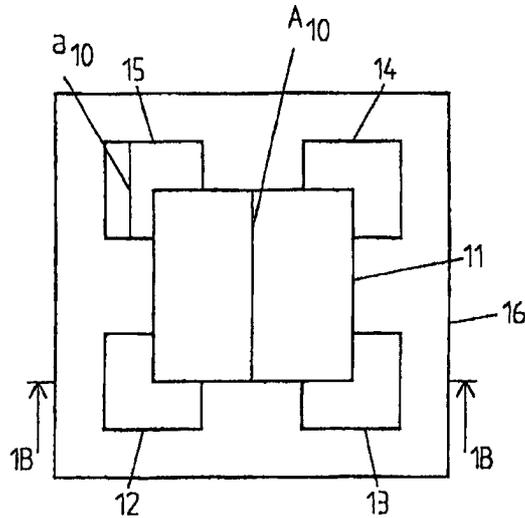


FIG. 1A

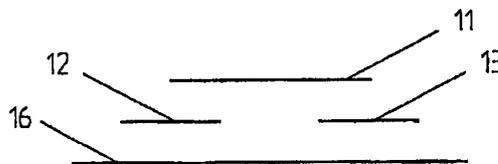
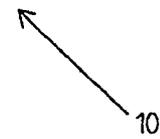


FIG. 1B

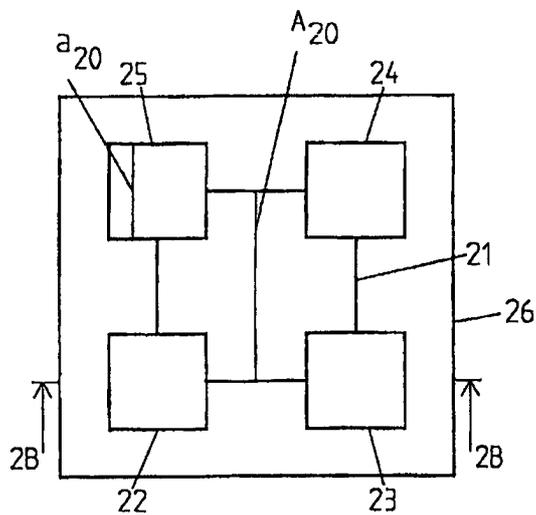


FIG. 2A

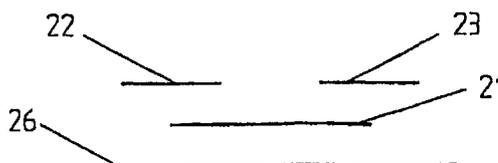
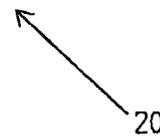


FIG. 2B

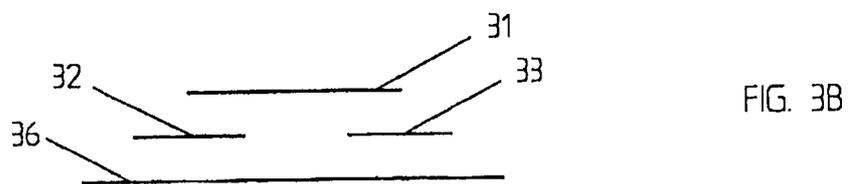
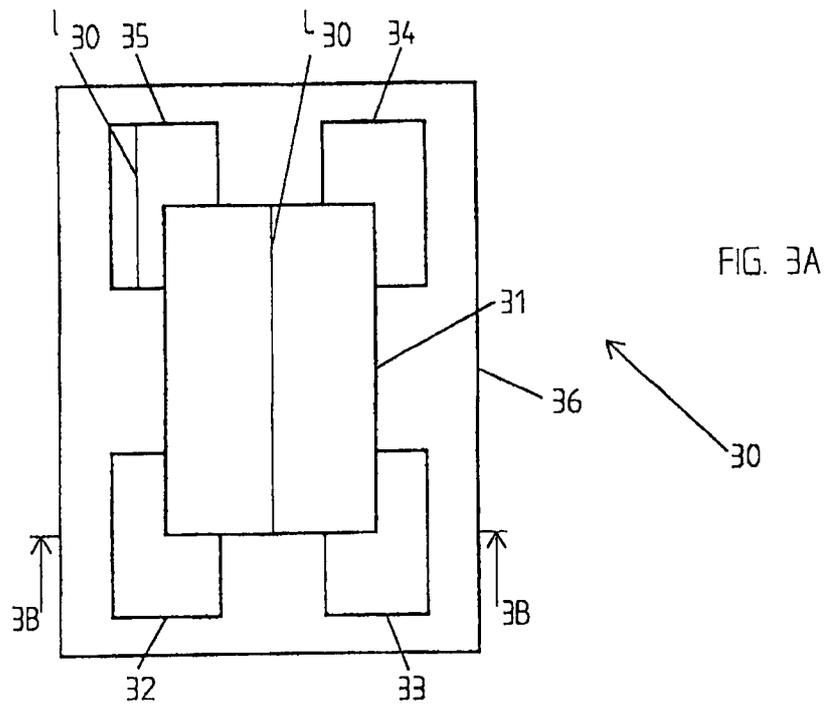


FIG. 6

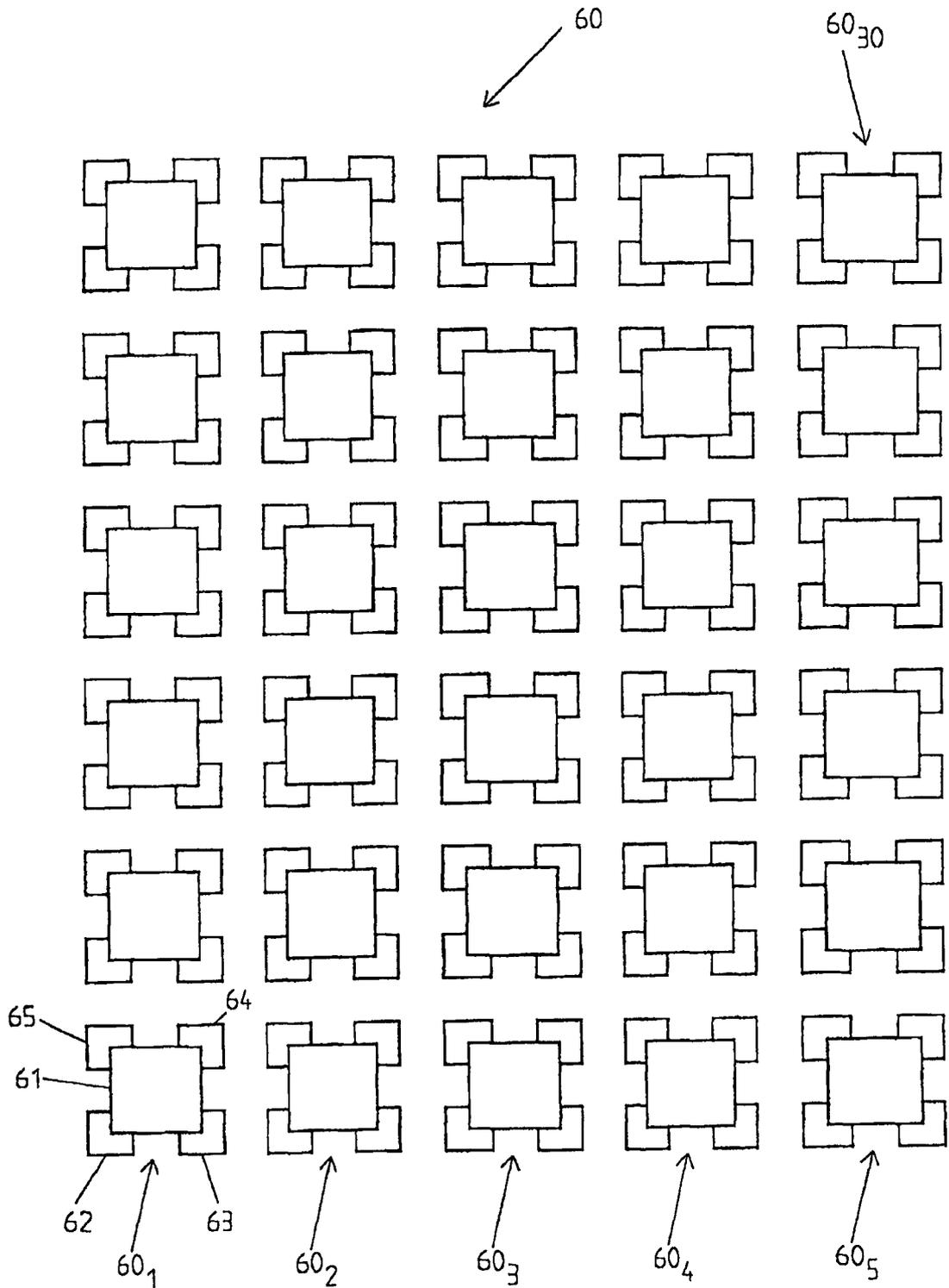


FIG. 7

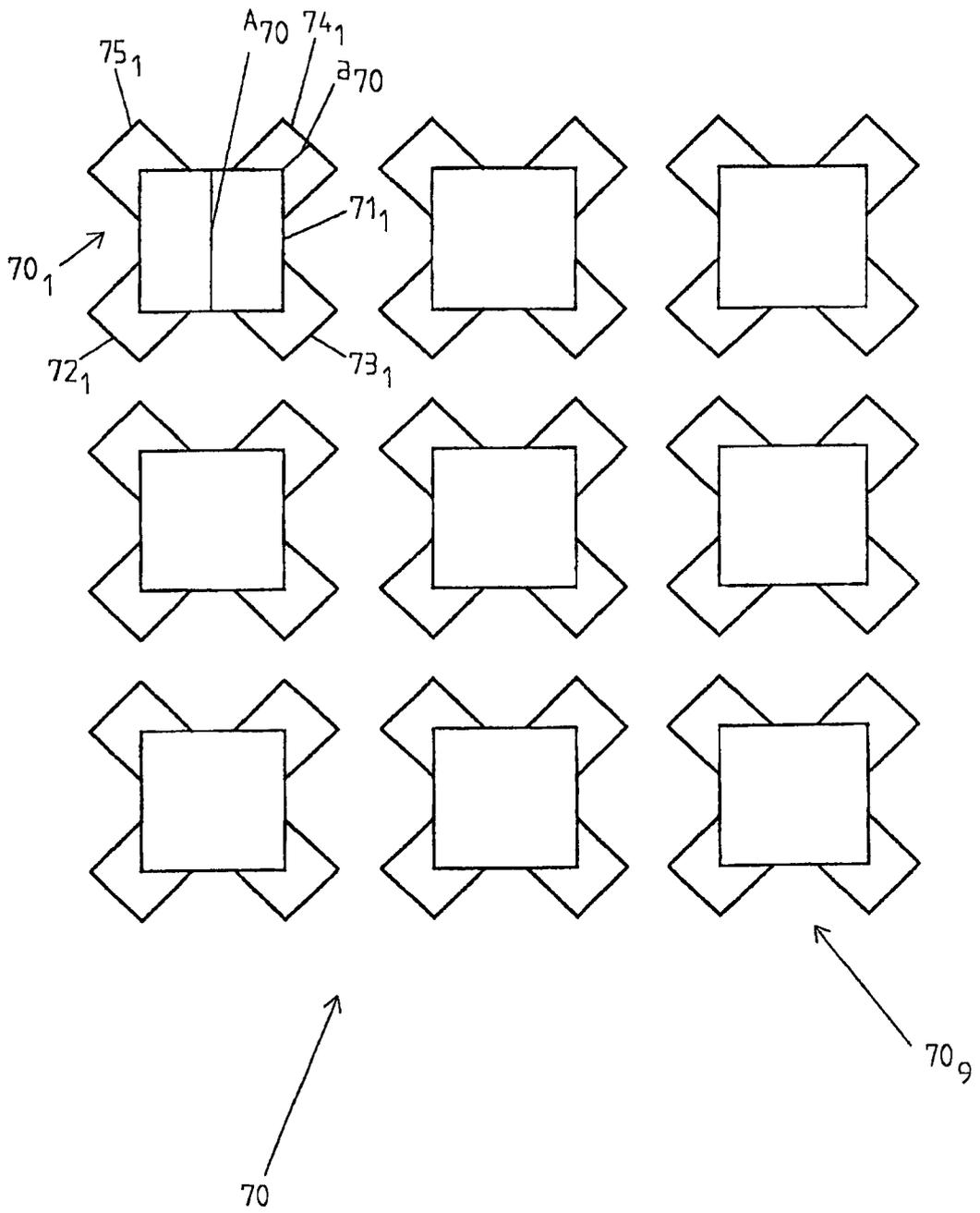
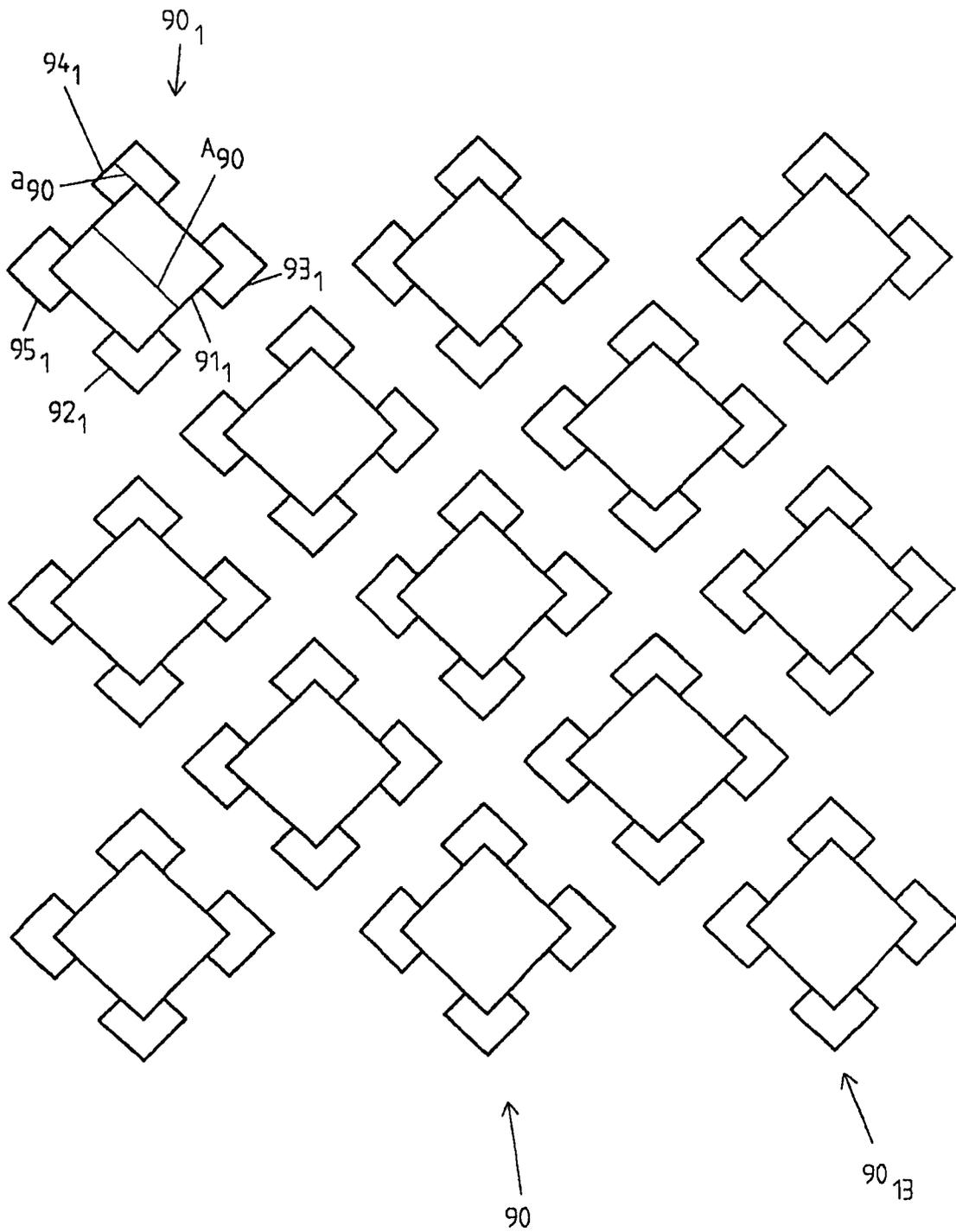


FIG. 8



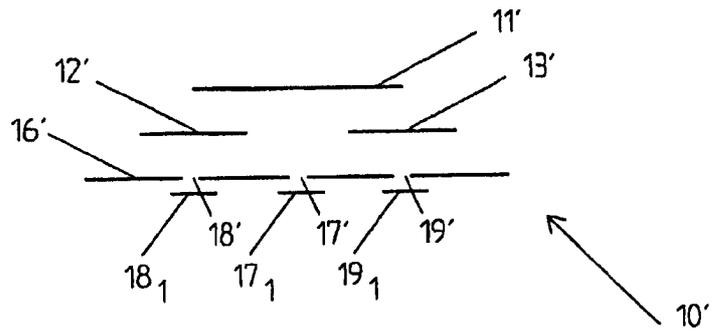


FIG. 9

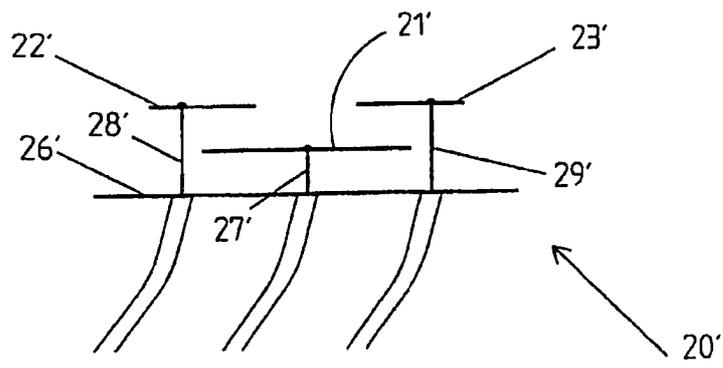


FIG. 10

FIG. 11

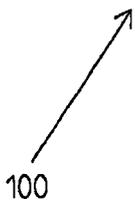
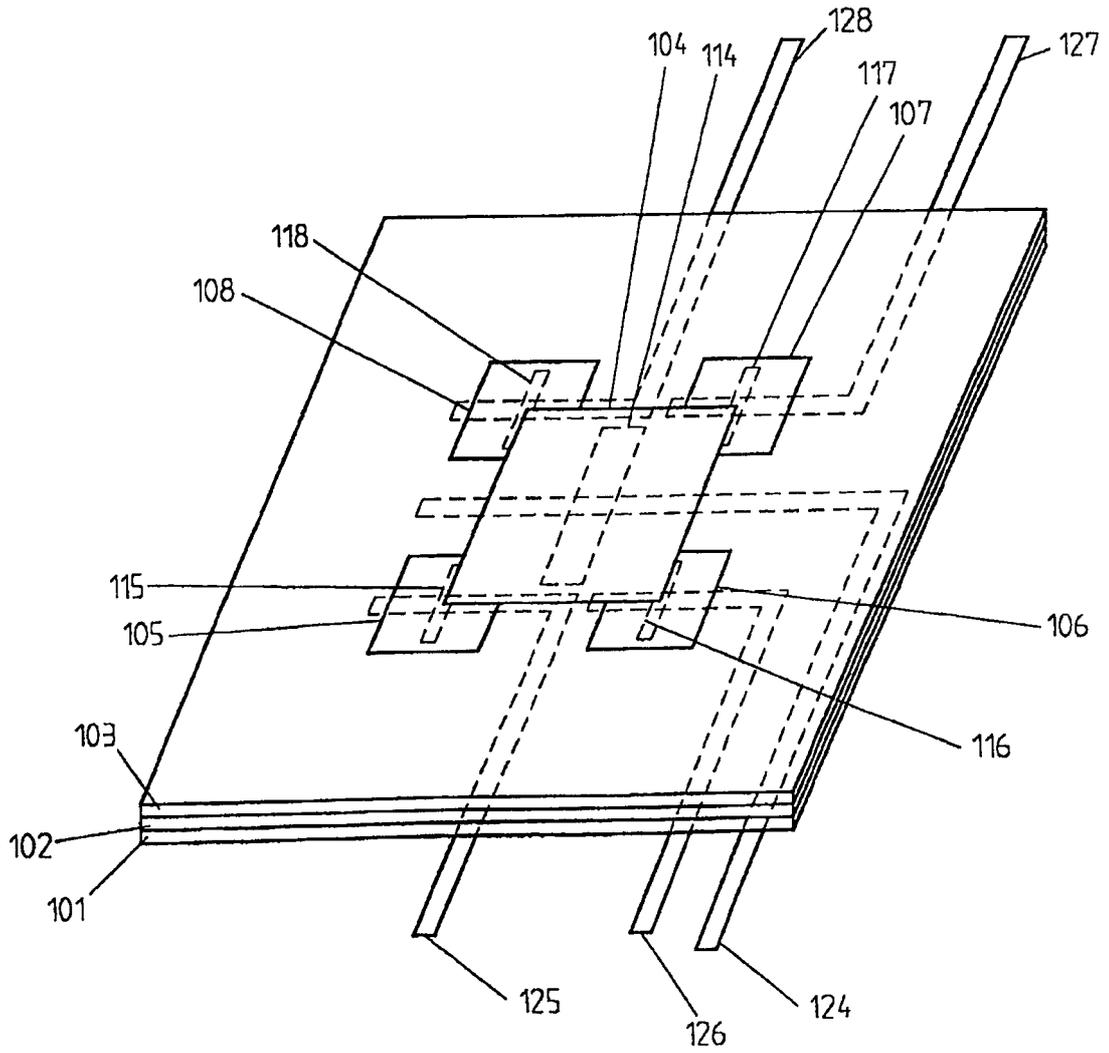


FIG. 12

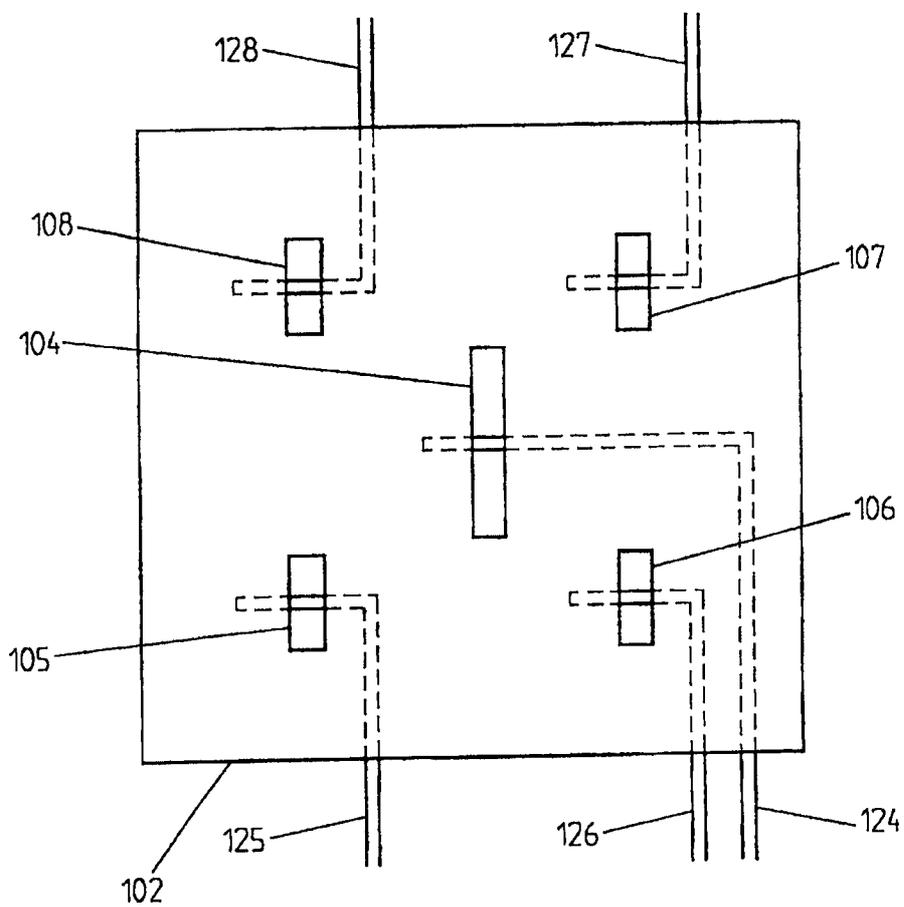


FIG. 13

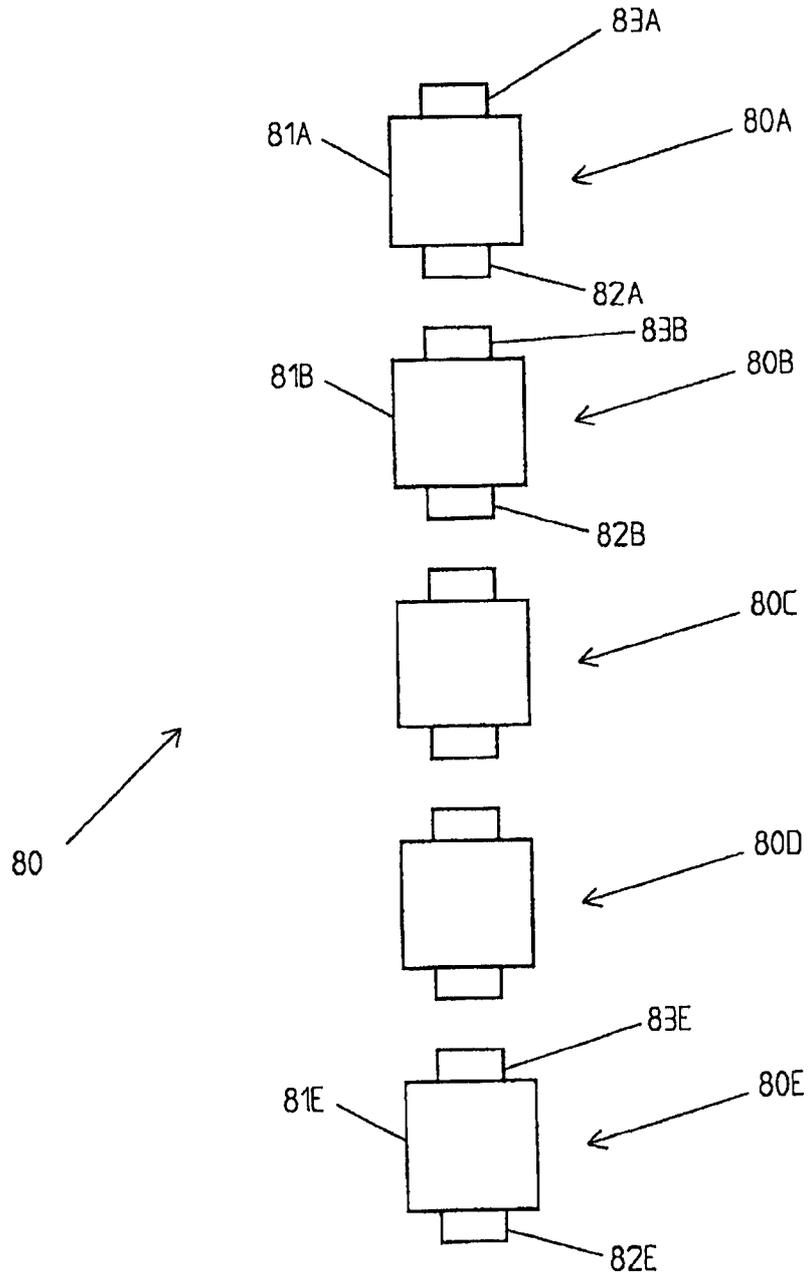


FIG. 14A

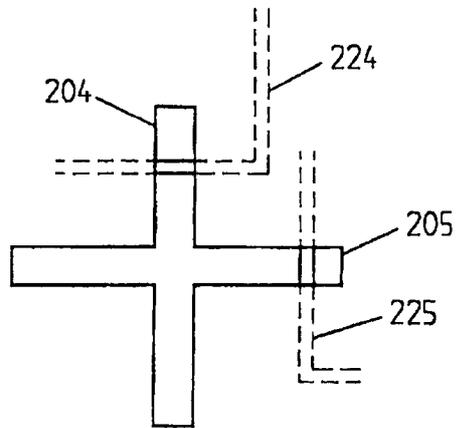


FIG. 14B

