



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 848 862 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**17.04.2002 Patentblatt 2002/16**

(21) Anmeldenummer: **97927140.0**

(22) Anmeldetag: **05.06.1997**

(51) Int Cl.7: **H01Q 21/24**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP97/02922**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 98/01923 (15.01.1998 Gazette 1998/02)**

(54) **ANTENNENARRAY**

ANTENNA ARRAY

RESEAU D'ANTENNES

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE DK ES FI FR GB IE IT LI SE**

(30) Priorität: **04.07.1996 DE 19627015**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**24.06.1998 Patentblatt 1998/26**

(73) Patentinhaber: **Kathrein-Werke KG  
83022 Rosenheim (DE)**

(72) Erfinder:  
• **GABRIEL, Roland  
D-83109 Grosskarolinenfeld (DE)**

• **GÖTTL, Max  
D-83109 Grosskarolinenfeld (DE)**  
• **KLINGER, Georg  
D-83416 Saaldorf-Surheim (DE)**

(74) Vertreter: **Flach, Dieter Dipl.-Phys. et al  
Andrae Flach Haug  
Adlzreiterstrasse 11  
83022 Rosenheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 685 900 DE-C- 4 302 905**  
**US-A- 3 541 559**

**EP 0 848 862 B1**

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).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Antennenarray zum gleichzeitigen Empfangen oder zur gleichzeitigen Abstrahlung elektromagnetischer Wellen mit zwei linearen orthogonalen Polarisierungen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Dual polarisierte Antennenarrays, also Strahleranordnungen, welche Dipole, Schlitze oder planare Strahlermodule zum gleichzeitigen Empfangen oder gleichzeitigen Abstrahlen elektromagnetischer Wellen mit zwei orthogonalen linearen Polarisierungen, die getrennten und voneinander entkoppelten Ausgängen zugeführt werden, sind hinlänglich bekannt. Dabei können derartige Strahleranordnungen beispielsweise aus mehreren Elementen in Form von Dipolen, Schlitzen oder Planarstrahlermodulen bestehen, wie sie beispielsweise aus der EP 0 685 900 A1 oder aus der Vorveröffentlichung "Antennen", zweiter Teil, von Adolf Heilmann, Bibliographisches Institut Mannheim/Wien/Zürich, 1970 Hochschultaschenbücherverlag, Seiten 47 bis 50, bekannt sind. Daraus sind beispielsweise bei Rundstrahlern mit horizontaler Polarisation die Formen eines Dipolquadrates oder eines Dipolkreuzes bekannt, welche eine Kopplung zwischen den beiden um 90° räumlich versetzten Systemen aufweisen.

**[0003]** Zur Erhöhung der Richtwirkung werden derartige nachfolgend auch als Strahlermodule bezeichnete Strahleranordnungen üblicherweise vor einer reflektierenden Fläche, dem sog. Reflektor, angeordnet, wobei bei Planarantennen gleichzeitig eine metallische Schicht des Substrates als Reflektor fungieren kann.

**[0004]** Zur Erhöhung des Antennengewinns ist es möglich, mehrere dieser Strahlermodule zu Antennenfeldern, sog. Arrays, zusammenzuschalten. Pro Send- und Empfangsstation ist es dabei durchaus nicht unüblich, zehn oder mehr Strahlermodule zu einem Array zusammenzuschalten. Die Strahlermodule können dabei neben- oder untereinander angeordnet werden. Die Richtung, in der die Strahlermodule gerade oder schräg neben- oder untereinander angeordnet werden, soll dabei als Ausrichtung des Antennenarrays bezeichnet werden.

**[0005]** Als nachteilig erweist sich aber nunmehr, dass beim Zusammenschalten mehrerer Strahlermodule die resultierende Entkopplung der Arrays zwischen den zusammengeschalteten Strahlermodulen beider Polarisierungen deutlich schlechter ausfällt als die des Strahlermoduls selbst. Diese nachteiligen Effekte treten vor allem dann auf, wenn die Ausrichtung des Antennenarrays nicht mit einer der beiden Polarisierungsebenen zusammenfällt. Hauptsächlich tritt dieser Fall bei Antennenarrays auf, welche so aufgebaut sind, dass die Strahlermodule in Vertikalrichtung übereinander angeordnet sind, wobei die Strahlermodule so ausgerichtet sind, dass sie lineare Polarisierungen mit einem Winkel von +45° und -45° bezogen auf die Vertikale empfangen oder abstrahlen. Derartige Antennenarrays mit von der

Polarisationsebene abweichender Ausrichtung werden nachfolgend auch kurz als X-polarisierte Arrays bezeichnet.

**[0006]** Bei derartigen Arrays ist festzustellen, dass u. a. durch die fehlende Übereinstimmung der Ausrichtung des Arrays und der Polarisierungsebenen sowie durch die schiefwinklige Lage der Polarisierungsebenen zum Reflektor die benachbarten Module untereinander relativ stark verkoppeln. Als nicht ausreichend empfundene Entkopplungswerte von beispielsweise 20 bis 25 dB sind dabei keine Seltenheit.

**[0007]** Da im Mobilfunkbereich bevorzugt die vertikale Polarisation genutzt wird, bietet dieser Antennentyp gegenüber dual polarisierten Antennen mit horizontaler und vertikaler Polarisation den Vorteil, dass auf beiden Polarisierungen zur mobilen Station gesendet werden kann.

**[0008]** Es sind bereits Antennenarrays vorgeschlagen worden, welche zur Verbesserung der Entkopplung zwischen den einzelnen Strahlern, d.h. den Strahlermodulen, Trennwände vorsehen, die also senkrecht zu der Anbau- oder Verbindungsrichtung oder -linie zwischen zwei benachbarten Strahlermodulen ausgerichtet sind. Versuche haben nunmehr ergeben, dass eine derartige Konstruktion bei X-polarisierten Arrays durch eine festzustellende Polarisationsdrehung meist sogar noch zu einer Verschlechterung der Entkopplung führt, insbesondere bei breitbandigen Antennen.

**[0009]** Schließlich ist auch bekannt, dass bei vertikal übereinander angeordneten Einzelstrahlern mit horizontaler Polarisation horizontal angeordnete Stäbe eine Verbesserung der Entkopplung zwischen den Einzelstrahlern bewirken. Diese Verbesserung der Entkopplung betrifft jedoch nur Strahler der gleichen Polarisation und führt bei X-polarisierten Arrays (bei denen beispielsweise die vertikale Ausrichtung der Arrays, wie erwähnt, nicht mit den linearen Polarisierungen von beispielsweise +45° und -45° übereinstimmt) meist zu keiner Verbesserung der Entkopplung zwischen den verschiedenen polarisierten Speisesystemen.

**[0010]** Ein den vorstehend erläuterten Antennen entsprechendes Antennenarray ist beispielsweise auch aus der US 3 541 559 bekannt geworden. Das Antennenarray umfasst mehrere in einem Antennenfeld angeordnete, d.h. in mehreren horizontalen Reihen und vertikalen Spalten angeordnete, Strahlermodule, wobei jeweils zwischen zwei vertikal bzw. horizontal nebeneinander angeordneten Strahlermodulen ein stabförmiges Reflektorelement nach Art eines parasitären Reflektors angeordnet ist. Dieses stabförmige parasitäre Reflektorelement ist jeweils quer zu der zwei benachbarte Strahlermodule verbindenden Verbindungslinie ausgerichtet. Diese parasitären Reflektorelemente dienen einer Strahlungsformung, die auch schon bei Verwendung eines einzigen Strahlermoduls wirksam ist.

**[0011]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es von daher, ein X-polarisiertes Antennenarray zu schaffen, welches bevorzugt breitbandig eine hohe Entkopplung

zwischen den resultierenden Speisesystemen für beide Polarisierungen besitzt.

**[0012]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß entsprechend den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0013]** Es kann als durchaus überraschend bezeichnet werden, dass mit der erfindungsgemäßen Lösung eine gegenüber dem Stand der Technik deutliche Verbesserung der gewünschten Entkopplung der jeweils benachbarten Strahlermodule erzeugbar ist. Während bei vergleichbaren dual polarisierten Antennenarrays (also bei Antennenarrays, bei denen gleichzeitig mit zwei unterschiedlichen polarisierten elektromagnetischen Wellen für die Übertragung gearbeitet wird) ohne ausreichende Entkopplung es erforderlich war, pro Basisstationsantennen mindestens zwei räumlich versetzte Antennenarrays getrennt für Senden und Empfangen anzuordnen, so können vergleichbare Ergebnisse gemäß der Erfindung heute mit lediglich einem X-polarisierten Antennenarray erzielt werden, da durch die hohe Entkopplung von mehr als beispielsweise 30 dB das Antennenarray sowohl zum Senden als auch zum Empfangen genutzt werden kann. Dies führt natürlich zu einem beachtlichen Kostenvorteil.

**[0014]** Damit eignet sich die erfindungsgemäße Lösung aufgrund der hohen erzielbaren Entkopplung zwischen den Polarisierungen bei Antennenarrays mit hoher vertikaler Bündelung insbesondere für den Mobilfunkbereich.

**[0015]** Erfindungsgemäß werden diese Vorteile dadurch erzielt, dass zwischen zwei benachbarten Strahlermodulen eine Entkopplungseinrichtung mit einer neuartigen Entkopplungsstruktur vorgesehen ist. Diese Entkopplungsstruktur ist, völlig abweichend zu den bei z. B. vertikal ausgerichteten Antennenarrays verwendeten horizontalen Trennwänden oder Stäben, genau umgekehrt angeordnet. Die erfindungsgemäße Entkopplungsstruktur weist nämlich eine Längserstreckung auf, die in vertikaler Anbauichtung zweier nebeneinander angeordneter Arrays (grundsätzlich auch bei horizontaler Anbauichtung zweier nebeneinander angeordneter Arrays) ausgerichtet ist. Mit anderen Worten werden bereits gute Ergebnisse bei einem vertikal ausgerichteten X-polarisierten Array z.B. dann erzielt, wenn zwischen zwei übereinander angeordneten Strahlermodulen ein sich in Vertikalrichtung erstreckender Längsstab vorgesehen ist. Ebenso möglich ist z.B., dass in der Reflektorfläche oder in einer weiteren leitenden Fläche vor dieser Reflektorfläche ein Längsschlitz oder eine andere Entkopplungsstruktur mit einer länglichen Ausnehmung oder Ausdehnung eingebracht ist.

**[0016]** Besonders günstige Ergebnisse werden aber dann erzielt, wenn zwischen zwei benachbarten X-polarisierten Strahlermodulen eine Entkopplungseinrichtung mit einer kreuzförmigen Entkopplungsstruktur in Form eines kreuzförmigen Strukturelementes verwendet wird, welches beispielsweise aus zwei sich kreuzen-

den Einzelstäben (d.h. metallisch leitenden Stäben) oder aus kreuzförmigen Schlitzten bestehen kann, wobei die Schlitzte in der Reflektorfläche oder einer dazu parallel versetzt liegenden, metallisch leitenden Fläche eingebracht sind.

**[0017]** In einer bevorzugten Ausführungsform sind dabei die leitenden kreuzförmigen Strukturelemente der Entkopplungsstruktur in ihrem Schnittpunkt leitend miteinander verbunden.

**[0018]** Schließlich erweist es sich auch als günstig, wenn die kreuzförmigen leitenden Strukturelemente in verschiedenen

**[0019]** Ebenen zueinander liegen, die aber im wesentlichen nicht weiter als eine halbe Wellenlänge voneinander entfernt liegen sollen.

**[0020]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei zeigen im einzelnen:

20 Figur 1a: eine schematische Draufsicht auf ein Antennenarray mit zwei Strahlermodulen und einer dazwischen vorgesehenen erfindungsgemäßen Entkopplungseinrichtung in Draufsicht;

25 Figur 1b: eine Seitenansicht längs der Pfeilrichtung Ib in Figur 1a;

30 Figur 2a: ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Antennenarrays mit einer kreuzförmigen Entkopplungseinrichtung in Draufsicht;

35 Figur 2b: eine Seitendarstellung gemäß der Pfeilrichtung IIb in Figur 2a;

40 Figur 2c: eine schematische Perspektivdarstellung des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 2a und Figur 2b;

45 Figur 3a: ein zu Figur 2a abgewandeltes Ausführungsbeispiel, bei welchem als Strahlermodule sog. Patchstrahler verwendet werden;

50 Figur 3b: eine Seitendarstellung von Figur 3a gemäß Pfeilrichtung IIIb in Figur 3a;

Figur 4a: ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Antennenarrays in Draufsicht; und

Figur 4b: eine entsprechende Seitendarstellung gemäß Pfeilrichtung IVb in Figur 4a.

55 **[0021]** Nachfolgend wird zunächst auf das Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1a und 1b eingegangen. In diesem Ausführungsbeispiel ist ein Antennenarray mit zwei Strahlermodulen 1 gezeigt, welche aus ei-

ner Doppel-Dipol-Anordnung 3 bestehen. Es kann sich dabei beispielsweise um einen sog. Kreuzdipol handeln, welcher zwei räumlich um  $90^\circ$  versetzt ausgerichtete Systeme umfasst, welche getrennt gespeist werden. Abweichend dazu können aber auch andere Doppel-Dipol-Anordnungen eingesetzt werden, bei denen die einzelnen Dipole in Draufsicht, also in Vorzugsabstrahlrichtung, beispielsweise eine quadratische Struktur aufweisen (also ein sog. Dipolquadrat). Schließlich können auch noch weiter abweichende Strahlermodule zum Empfang von elektromagnetischen Wellen mit zwei linearen orthogonalen Polarisierungen verwendet werden, wie sie nachfolgend noch anhand von sog. Patchstrahlern erläutert werden.

**[0022]** Die Strahlermodule 1 sind vor einem Reflektor 7 mit ihren Dipolen im Abstand zum Reflektor 7 auf diesem sitzend montiert. Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird der Reflektor 7 durch eine Metallisierung 9 auf einer Platine 11 gebildet, auf deren Rückseite sich ein Speisernetzwerk 13 befindet, welches die einzelnen Strahlermodule getrennt für die jeweilige Polarisation zusammenschaltet. Die Dipole 3 werden dabei über eine sog. Symmetrierung 14 gegenüber der Platine 11 mechanisch gehalten und elektrisch kontaktiert, d. h. also von der Platine 13 aus gespeist.

**[0023]** Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind die beiden gezeigten Strahlermodule 1 in vertikaler Ausrichtung V übereinander und dabei wiederum in paralleler Ausrichtung zur Reflektorebene angeordnet. Die Doppel-Dipolanordnung 3 ist so gewählt, dass mit den Strahlermodulen 1 eine lineare Polarisation von  $+45^\circ$  und  $-45^\circ$ , bezogen auf die Vertikale V, empfangen werden kann.

**[0024]** Zur Erzielung einer hohen Entkopplung zwischen den beiden Strahlermodulen 1 ist im erläuterten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1a und 1b ferner eine Entkopplungsstruktur 17 vorgesehen, welche aus einem leitenden Stab 17a besteht. Dieser ist im gezeigten Ausführungsbeispiel mittig zwischen den beiden Strahlermodulen 1 angeordnet, wobei sich der Stab 17a in Verbindungs- oder Anbaurichtung 21 der Strahlermodule 1, also auf der direkten Verbindungslinie zwischen den benachbarten Strahlermodulen 1 befindet.

**[0025]** Die Längs- oder Erstreckungskomponente der Entkopplungsstruktur 17, die nachfolgend teilweise auch als Entkopplungs-Strukturelement 17 bezeichnet wird, ist gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1a bzw. 1b größer als zumindest  $1/4$  des Abstandes zwischen den beiden benachbarten Zentren oder Fußpunkten 23 der Strahlermodule oder entspricht  $1/4$  dieses Abstandes. Die Längskomponente beträgt dabei vorzugsweise mehr als 40 oder 50 % des erwähnten Strahlermodul-Abstandes 25.

**[0026]** Der gezeigte Stab 17a ist in geringem Abstand oberhalb der Reflektorfläche 7 angeordnet und wird dabei über ein Abstandselement 18 auf dem Reflektor 7, d.h. mechanisch durch die Platine 11 gehalten und dabei mit dem Reflektor 7 elektrisch kontaktiert.

Schließlich könnte die Entkopplungsstruktur aber auch weiter als die Doppel-Dipol-Anordnung 3 von der Reflektorfläche 7 entfernt sein, wobei jedoch dann Einflüsse auf das Strahlungsdiagramm bei an sich gleichguter Entkopplung dann festzustellen sind, wenn der Abstand der Entkopplungsstruktur 17 von der Reflektorfläche mehr als halb so weit entfernt ist wie die Dipole der Doppel-Dipol-Anordnung 3. Bevorzugt ist die Anordnung derart, dass die leitende Entkopplungsstruktur 17 in Form des Stabes 17a nicht weiter als  $1/8$  bis  $1/4$  Wellenlänge von der Reflektorebene entfernt ist.

**[0027]** Im praktischen Aufbau kann die Anordnung derart sein, dass die Dipole 3' beispielsweise im Abstand von  $0,1$  bis  $0,5$  Wellenlängen, vorzugsweise  $0,2$  bis  $0,3$  Wellenlängen, insbesondere um  $0,25$  Wellenlängen, vor der Reflektorfläche sitzen, wobei die Entkopplungsstruktur in Form des Entkopplungs-Strukturelementes 17a einen Abstand von  $0,015$  bis  $0,125$  Wellenlängen, insbesondere  $0,015$  bis  $0,035$  Wellenlängen (also ca.  $1/60$  bis  $1/8$ , insbesondere  $1/60$  bis  $1/30$  der Wellenlänge), gegenüber der Reflektorfläche 7 aufweisen kann.

**[0028]** Schließlich kann abweichend vom gezeigten Ausführungsbeispiel die Entkopplungsstruktur 17 nicht in Form eines Stabes, sondern in Form eines in Draufsicht auf Figur 1a deckungsgleich zu dem dort gezeigten Stab in der Reflektorfläche 7 eingebrachten Schlitzes bestehen. Möglich ist auch eine Anordnung mit einer leitenden Fläche im Abstand vor der Reflektorfläche, in der dann eine entsprechende Ausnehmung eingebracht ist, die eine Struktur mit Längserstreckung, vorzugsweise parallel und im Bereich der Verbindungs- oder Anbaurichtung 21 liegend aufweist.

**[0029]** Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2a, 2b und 2c unterscheidet sich von dem vorstehend erläuterten Ausführungsbeispiel dadurch, dass für die Entkopplungsstruktur 17 kein sich in Verbindungsrichtung 21 erstreckender Stab 17a, sondern ein kreuzförmiges Entkopplungs-Strukturelement 17b aus zwei sich kreuzenden Stäben verwendet wird. Dabei ist in Figur 2c eine schematische Perspektivdarstellung des Ausführungsbeispiels nach Figur 2a und 2b wiedergegeben. Die Stäbe 27 stehen in diesem Ausführungsbeispiel nahezu senkrecht aufeinander, wobei die beiden Stäbe jeweils nahezu parallel zu den Polarisierungsebenen, d.h. zu den Dipolen 3', ausgerichtet sind. Das kreuzförmige Entkopplungs-Strukturelement 17b mit den Stäben 27 ist ebenfalls wieder leitend, wobei die beiden Stäbe 27 in ihrem Schnittpunkt 29 leitend miteinander verbunden sind.

**[0030]** Die Längskomponente in Verbindungs- oder Anbaurichtung 21 der so geformten kreuzförmigen Entkopplungsstruktur 17 beträgt dabei beispielsweise  $0,25$  bis  $1$  Wellenlänge, vorzugsweise  $0,5$  bis  $0,8$  Wellenlängen, insbesondere um  $0,7$  Wellenlängen. Unter "Längskomponente" ist dabei die Projektion auf die Vertikale, also auf die direkte Verbindungslinie zwischen zwei benachbarten Strahlermodulen in Anbaurichtung zu ver-

stehen. Aufgrund des symmetrischen Aufbaus ist die Erstreckung in Querrichtung zur Anbauichtung 21 gleichlang, was aber nicht zwingend sein muss.

**[0031]** Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figuren 3a und 3b werden abweichend zu dem Ausführungsbeispiel nach Figuren 2a und 2b als Strahlermodule sog. Patchstrahler 1a verwendet, wie sie grundsätzlich aus der Vorveröffentlichung ITG-Fachbericht 128 "Antennen" (Vorträge der ITG-Fachtagung vom 12. bis 15. April 1994 in Dresden), VDE-Verlag GmbH, Berlin, Offenbach, Seiten 259 bis 264 bekannt sind. Es handelt sich dabei um sog. aperturgekoppelte Microstrip-Patch-Antennen mit einer Kreuzschlitz- oder Offset-Schlitz-Anordnung zum Empfang zweier orthogonaler linearer Polarisationen.

**[0032]** Die Patchstrahler 1a weisen in Draufsicht quadratische Struktur auf und sind mit ihrer Schlitzanordnung jeweils wieder im 45° Winkel zur Vertikalen V ausgerichtet, um sowohl + 45° als auch -45° Polarisationen empfangen oder senden zu können.

**[0033]** Da aufgrund der quadratischen Struktur dieses Einzelspeise-Systems 1 der effektive Abstand zwischen den Außenkonturen zwischen den beiden Strahlermodulen 1 in Anbauichtung 21 vergleichsweise kurz bemessen ist, eignet sich insbesondere eine kreuzförmige Entkopplungsstruktur 17, wie sie anhand des Ausführungsbeispiels nach Figuren 2a und 2b beschrieben wurde.

**[0034]** Das Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 4a und 4b unterscheidet sich von demjenigen nach den Figuren 3a und 3b nur dadurch, dass anstelle des in Form von sich kreuzenden Stäben 27 gebildeten und vor der Ebene des Reflektors 7 angeordneten kreuzförmigen Entkopplungs-Strukturelemente 17b nunmehr ein entsprechender kreuzförmiger Schlitz 17c als Entkopplungsstruktur verwendet wird, dessen Anordnung und Ausrichtung ansonsten der kreuzförmigen Stabanordnung 17b gemäß Figuren 3a und 3b entsprechen kann. Die Dimensionierung kann dabei ähnlich wie bei der kreuzförmigen Stabanordnung gemäß Figuren 3a und 3b sein.

**[0035]** In den Zeichnungen ist lediglich in den Figuren 1a bis 2c die mechanische Verankerung und Abstützung der Dipole 3 auf dem Reflektor bzw. der Platine angedeutet worden. Es werden dazu die üblichen Konstruktionen verwendet, um beispielsweise über die erwähnten Symmetrierungen 14 die einzelnen Dipole an einem Substrat oder einer Platine zu verankern und hierüber elektrisch zu speisen. Werden die Dipole beispielsweise über zwei Stege oder Arme am Reflektorblech verankert und darüber gehalten und stehen mit dem Reflektorblech leitend in Verbindung, so erfolgt die Einspeisung der Dipole von der Platine aus über separate Leitungen. Unter anderem auch hierzu wird nur beispielhaft auf die DE 43 02 905 C2 oder weitere daraus vorbekannte Dipoleinrichtungen verwiesen. In den weiteren Figuren 3a folgende ist die mechanische Abstützung der Dipole gegenüber dem Reflektor bzw. der Pla-

tine nicht näher dargestellt.

## Patentansprüche

1. Antennenarray zum gleichzeitigen Empfangen oder zur gleichzeitigen Abstrahlung elektromagnetischer Wellen mit zwei linearen orthogonalen Polarisationen, insbesondere mit einem Reflektor (7), mit den folgenden Merkmalen

- mit zumindest zwei Strahlermodulen (1), wobei durch die Verbindungsrichtung (21), in der die Strahlermodule (1) neben- und/oder untereinander angeordnet sind, die Ausrichtung des Antennenarrays vorgegeben ist,
- die Strahlermodule (1) weisen eine Stahler-Anordnung (3) zum gleichzeitigen Empfangen oder Abstrahlen elektromagnetischer Wellen mit zwei orthogonalen Polarisationen auf,
- die Verbindungsrichtung (21) des Antennenarrays ist gegenüber der Ausrichtung der beiden orthogonal zueinander stehenden Polarisationsebenen der beiden zu empfangenden oder abzustrahlenden linearen orthogonalen Polarisationen verdreht,
- mit einer Entkopplungseinrichtung (17) zwischen zwei benachbarten Strahlermodulen (1),

**dadurch gekennzeichnet** durch die folgenden weiteren Merkmale

- die Entkopplungseinrichtung (17) umfasst eine Entkopplungsstruktur (17), welche sich mit ihrer Längskomponente parallel zu der Verbindungsrichtung (21) zweier benachbarter Strahlermodule (21) erstreckt, und
- die Längskomponente der jeweiligen Entkopplungsstruktur (17) weist eine Länge auf, die größer als oder gleich 25 % des Strahlermodul-Abstandes (25) zwischen den Zentren bzw. Fußpunkten (23) der entsprechenden benachbarten Strahlermodule (1) ist.

2. Antennenarray nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längserstreckung der Längskomponente der Entkopplungsstruktur (17) in Verbindungsrichtung (21) zumindest 50 % des Strahlermodul-Abstandes (25) beträgt.

3. Antennenarray nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Längskomponente der Entkopplungsstruktur (17) gemessen in deren Verbindungsrichtung (21) zu deren Erstreckung in Richtung ihrer Querkomponente größer 0,5 ist oder 0,5 beträgt.

4. Antennenarray nach Anspruch 3, **dadurch ge-**

- kennzeichnet, dass** das Verhältnis der Längserstreckung in Verbindungsrichtung (21) zur senkrecht dazu verlaufenden Quererstreckung der Entkopplungsstruktur (17) größer oder gleich 0,7 und kleiner oder gleich 1,5, vorzugsweise größer oder gleich 0,9 und kleiner oder gleich 1,1, insbesondere um 1,0 ist.
5. Antennenarray nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entkopplungsstruktur (17) zumindest ein sich mit ihrer Längskomponente in Verbindungsrichtung (21) erstreckender elektrisch leitender Stab (17a) oder ein sich im wesentlichen in Verbindungsrichtung (21) erstreckendes Längselement ist.
6. Antennenarray nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entkopplungsstruktur (17) aus zumindest einem sich mit ihrer Längskomponente in Verbindungsrichtung (21) erstreckenden Schlitz (17c) besteht, der im Reflektor (7) oder in einer vor dem Reflektor beabstandet angeordneten separaten leitenden Fläche ausgebildet ist.
7. Antennenarray nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entkopplungsstruktur (17, 17a) zumindest nahezu parallel zur direkten Verbindungslinie zwischen zwei benachbarten Strahlermodulen (1) ausgerichtet ist und sich dabei bevorzugt auf der direkten Verbindungslinie zwischen zwei benachbarten Entkopplungsstrukturen (17, 17a) erstreckt.
8. Antennenarray nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entkopplungsstruktur (17) aus einer kreuzförmigen Anordnung (17b, 17c, 17d) besteht.
9. Antennenarray nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entkopplungsstruktur (17) aus zwei oder einem Vielfachen davon, zumindest näherungsweise rechtwinklig zueinander angeordneten Stäben (27) besteht, die leitend sind und die in ihrer jeweiligen Längserstreckung parallel zu den beiden orthogonal zueinander ausgerichteten Polarisierungen ausgerichtet sind.
10. Antennenarray nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entkopplungsstruktur (17) in Form einer kreuzförmigen Anordnung (17b) aus kreuzweise zueinander und parallel zur Reflektorebene (7) angeordneten Stäben (27b) besteht, die in ihrem Schnittpunkt (29) leitend verbunden sind.
11. Antennenarray nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kreuzförmige Anordnung aus einer kreuzförmigen Schlitzanordnung (17c) besteht, die im Reflektor (7) oder in einer vor dem Reflektor (7) angeordneten leitenden Fläche ausgebildet ist.
12. Antennenarray nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entkopplungsstruktur (17) auf unterschiedlichen Abstandsebenen gegenüber dem Reflektor (7) ausgebildet ist, wobei der Abstand von der Reflektorebene kleiner oder gleich einer halben Wellenlänge der zu empfangenden oder auszustrahlenden elektromagnetischen Wellen ist.
13. Antennenarray nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entkopplungsstruktur (17) symmetrisch zur direkten Verbindungslinie zwischen zwei benachbarten Strahlermodulen (1) und damit symmetrisch zur Verbindungsrichtung (21) ausgebildet ist.
14. Antennenarray nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entkopplungsstruktur (17) symmetrisch zu einer Mittelquerebene senkrecht zur direkten Verbindungslinie zwischen zwei benachbarten Strahlermodulen (1) ausgebildet ist.
15. Antennenarray nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden senkrecht zueinander stehenden Komponenten der kreuzförmigen Anordnung (17b, 17c, 17d) der Entkopplungsstruktur (17) parallel zu den beiden orthogonal zueinander stehenden Polarisierungsebenen der beiden zu empfangenden oder abzustrahlenden linearen orthogonalen Polarisierungen ausgerichtet sind.
16. Antennenarray nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahler-Anordnung (3) aus einer Dipol-Strahler-Anordnung besteht.
17. Antennenarray nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahler-Anordnung (3) aus einer Patch-Strahler-Anordnung (1a) besteht.

#### Claims

1. Antenna array for simultaneous reception and for simultaneous transmission of electromagnetic waves having two linear, orthogonal polarizations, in particular using a reflector (7), having the following features
- having at least two radiating element modules (1), the alignment of the antenna array is gov-

erned by the connection direction (21), in which the radiating element modules (1) are arranged alongside one another and/or one above the other,

- the radiating element modules (1) having a radiating element arrangement (3) for simultaneous reception or transmission of electromagnetic waves having two orthogonal polarizations,
- the connection direction (21) of the antenna array is rotated with respect to the alignment of the two mutually orthogonal polarization planes of the two linear orthogonal polarizations to be received or to be transmitted,
- having a decoupling device (17) between two adjacent radiating element modules (1),

**characterized by** the following further features

- the decoupling device (17) comprises a decoupling structure (17) which extends with its longitudinal component parallel to the connection direction (21) of two adjacent radiating element modules (21), and
  - the longitudinal component of the respective decoupling structure (17) having a length which is greater than or equal to 25% of the radiating element module separation (25) between the centres or bases (23) of the corresponding adjacent radiating element modules (1).
2. Antenna array according to Claim 1, **characterized in that** the longitudinal extent of the longitudinal component of the decoupling structure (17) in the connection direction (21) is at least 50% of the radiating element module separation (25).
  3. Antenna array according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the ratio of the longitudinal component of the decoupling structure (17) measured in its connection direction (21) to its extent in the direction of its transverse component is greater than 0.5 or is 0.5.
  4. Antenna array according to Claim 3, **characterized in that** the ratio of the longitudinal extent in the connection direction (21) to the transverse extent, running at right angles to this, of the decoupling structure (17) is greater than or equal to 0.7 and less than or equal to 1.5, preferably greater than or equal to 0.9 and less than or equal to 1.1, in particular about 1.0.
  5. Antenna array according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the decoupling structure (17) is at least one electrically conductive rod (17a) extending with its longitudinal component in the connection direction (21), or a longitudinal element extend-

ing essentially in the connection direction (21).

6. Antenna array according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the decoupling structure (17) comprises at least one slot (17c) which extends with its longitudinal component in the connection direction (21), and is formed in the reflector (7) or in a separate conductive surface arranged at a distance in front of the reflector.
7. Antenna array according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the decoupling structure (17, 17a) is aligned at least virtually parallel to the direct connecting line between two adjacent radiating element modules (1) and, at the same time, preferably extends on the direct connecting line between two adjacent decoupling structures (17, 17a).
8. Antenna array according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the decoupling structure (17) comprises a cruciform arrangement (17b, 17c, 17d).
9. Antenna array according to Claim 8, **characterized in that** the decoupling structure (17) comprises two, or a multiple thereof, rods (27) which are arranged at least approximately at right angles to one another, are conductive and are aligned with their respective longitudinal extent parallel to the two polarizations which are aligned orthogonally with respect to one another.
10. Antenna array according to Claim 9, **characterized in that** the decoupling structure (17) in the form of a cruciform arrangement (17b) comprises rods (27b) which are arranged in a cruciform manner with respect to one another and parallel to the reflector plane (7) and are conductively connected at their intersection (29).
11. Antenna array according to Claim 8, **characterized in that** the cruciform arrangement comprises a cruciform slot arrangement (17c) which is formed in the reflector (7) or in a conductive surface arranged in front of the reflector (7).
12. Antenna array according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** the decoupling structure (17) is formed on different separation planes with respect to the reflector (7), the distance from the reflector plane being less than or equal to half a wavelength of the electromagnetic waves to be received or to be transmitted.
13. Antenna array according to one of Claims 1 to 12, **characterized in that** the decoupling structure (17) is formed symmetrically with respect to the direct connecting line between two adjacent radiating el-

ement modules (1) and thus symmetrically with respect to the connection direction (21).

14. Antenna array according to one of Claims 1 to 13, **characterized in that** the decoupling structure (17) is formed symmetrically with respect to a centre transverse plane at right angles to the direct connecting line between two adjacent radiating element modules (1).
15. Antenna array according to one of Claims 8 to 14, **characterized in that** the two mutually perpendicular components of the cruciform arrangement (17b, 17c, 17d) of the decoupling structure (17) are aligned parallel to the two mutually orthogonal polarization planes of the two linear orthogonal polarizations to be received or to be transmitted.
16. Antenna array according to one of Claims 1 to 15, **characterized in that** the radiating element arrangement (3) comprises a dipole radiating element arrangement.
17. Antenna array according to one of Claims 1 to 15, **characterized in that** the radiating element arrangement (3) comprises a patch radiating element arrangement (1a).

#### Revendications

1. Réseau d'antennes pour la réception simultanée ou l'émission simultanée d'ondes électromagnétiques avec deux polarisations linéaires orthogonales, comportant en particulier un réflecteur (7), comprenant les éléments suivants :
- au moins deux modules émetteurs de rayonnement (1), l'orientation du réseau d'antennes étant imposée par la direction de liaison (21) dans laquelle les modules émetteurs de rayonnement (1) sont agencés les uns à côté des autres et/ou les uns au-dessous des autres,
  - les modules émetteurs de rayonnement (1) comprennent un agencement émetteur de rayonnement (3) pour la réception ou l'émission simultanée d'ondes électromagnétiques avec deux polarisations orthogonales,
  - la direction de liaison (21) du réseau d'antennes est tournée par rapport à l'orientation des deux plans de polarisation orthogonaux l'un à l'autre des deux polarisations orthogonales linéaires à recevoir ou à émettre,
  - un dispositif de découplage (17) entre deux modules émetteurs de rayonnement voisins (1),

**caractérisé par** les autres éléments suivants:

- le dispositif de découplage (17) comprend une structure de découplage (17) qui s'étend par son composant longitudinal parallèlement à la direction de liaison (21) de deux modules émetteurs de rayonnement voisins (1), et
  - le composant longitudinal de la structure de découplage respective (17) présente une longueur qui est supérieure ou égale à 25 % de la distance (25) entre les centres ou les points de pied (23) des modules émetteurs de rayonnement correspondants voisins (1).
2. Réseau d'antennes selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'extension longitudinale du composant longitudinal de la structure de découplage (17) en direction de liaison (21) est égale au moins à 50 % de la distance (25) des modules émetteurs de rayonnement.
3. Réseau d'antennes selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** le rapport entre le composant longitudinal de la structure de découplage (17), mesuré dans sa direction de liaison (21), et son extension en direction de son composant transversal est supérieur à 0,5 ou égal à 0,5.
4. Réseau d'antennes selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le rapport entre l'extension longitudinale en direction de liaison (21) et l'extension transversale perpendiculaire à celle-ci de la structure de découplage (17) est supérieur ou égal à 0,7 et inférieur ou égal à 1,5, de préférence supérieur ou égal à 0,9 et inférieur ou égal à 1,1, en particulier d'environ 1,0.
5. Réseau d'antennes selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** la structure de découplage (17) est au moins une barre (17a) conductrice de l'électricité s'étendant par son composant longitudinal en direction de liaison (21) ou un élément allongé s'étendant sensiblement en direction de liaison (21).
6. Réseau d'antennes selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la structure de découplage (17) est au moins une fente (17c) qui s'étend par son composant longitudinal en direction de liaison (21) et qui est ménagée dans le réflecteur (7) ou dans une surface conductrice séparée agencée à distance en avant du réflecteur.
7. Réseau d'antennes selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la structure de découplage (17, 17a) est orientée du moins approximativement parallèlement à la ligne de liaison directe entre deux modules émetteurs de rayonnement voisins (1) et s'étend ici de préférence

- sur la ligne de liaison directe entre deux structures de découplage voisines (17, 17a).
8. Réseau d'antennes selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la structure de découplage (17) est constituée par un agencement en forme de croix (17b, 17c, 17d). 5
9. Réseau d'antennes selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la structure de découplage (17) est constituée par deux ou par un multiple de deux barres (27) agencées du moins approximativement à angle droit les unes par rapport aux autres, qui sont conductrices et qui sont orientées par leur extension longitudinale respective parallèlement aux deux polarisations orientées orthogonalement l'une à l'autre. 10
10. Réseau d'antennes selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la structure de découplage (17) est constituée par un agencement en forme de croix (17b) de barres (27b) agencées en croix les unes par rapport aux autres et parallèlement au plan du réflecteur (7), qui sont reliées de façon conductrice à leur point d'intersection (29). 20 25
11. Réseau d'antennes selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'agencement en forme de croix est constitué par un agencement de fentes (17c) en forme de croix qui est ménagé dans le réflecteur (7) ou dans une surface conductrice agencée en avant du réflecteur (7). 30
12. Réseau d'antennes selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** la structure de découplage (17) est réalisée sur des plans de distances différentes vis-à-vis du réflecteur (7), la distance du plan du réflecteur étant inférieure ou égale à la moitié de la longueur d'onde des ondes électromagnétiques à recevoir ou à émettre. 35 40
13. Réseau d'antennes selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** la structure de découplage (17) est réalisée symétriquement à la ligne de liaison directe entre deux modules émetteurs de rayonnement voisins (1) et ainsi symétriquement à la direction de liaison (21). 45
14. Réseau d'antennes selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** la structure de découplage (17) est réalisée symétriquement à un plan transversal central perpendiculairement à la ligne de liaison directe entre deux modules émetteurs de rayonnement voisins (1). 50 55
15. Réseau d'antennes selon l'une quelconque des revendications 8 à 14, **caractérisé en ce que** les deux composants situés perpendiculairement l'un à l'autre de l'agencement en forme de croix (17b, 17c, 17d) de la structure de découplage (17) sont orientés parallèlement aux deux plans de polarisation orthogonaux l'un à l'autre des deux polarisations orthogonales linéaires à recevoir ou à émettre.
16. Réseau d'antennes selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** l'agencement émetteur de rayonnement (3) est constitué par un agencement émetteur de rayonnement dipolaire.
17. Réseau d'antennes selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** l'agencement émetteur de rayonnement (3) est constitué par un agencement émetteur de rayonnement composite (1a).

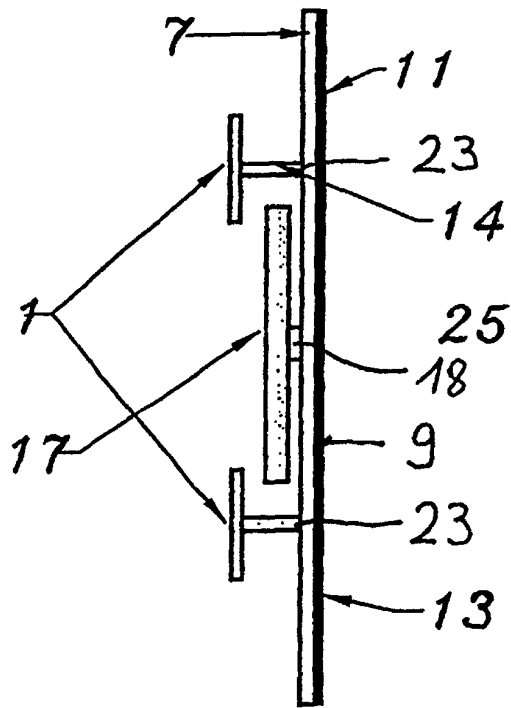


Fig. 1b

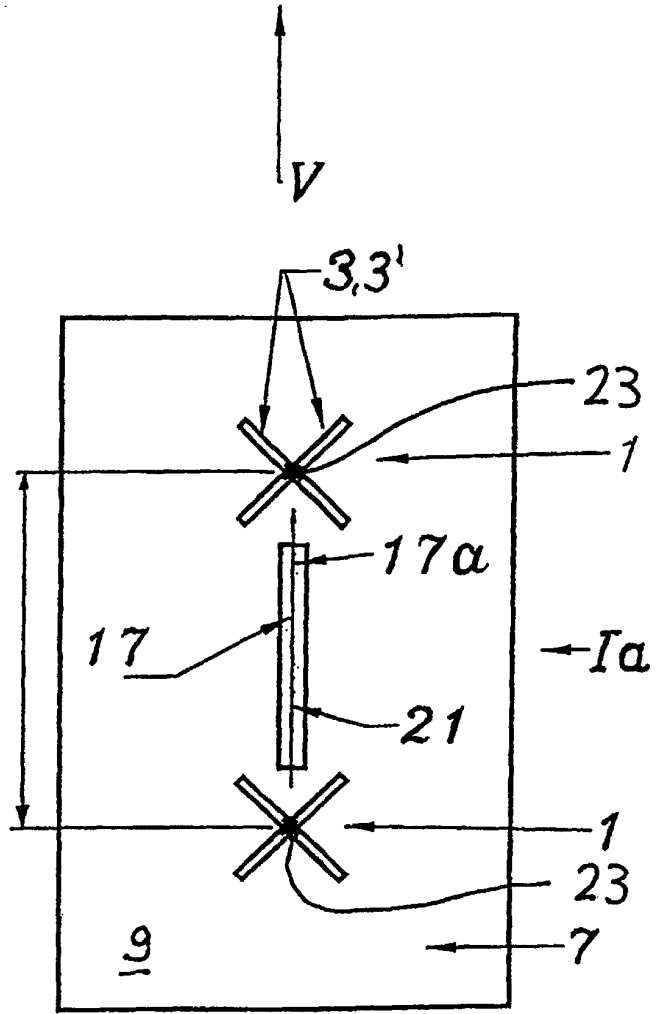


Fig. 1a

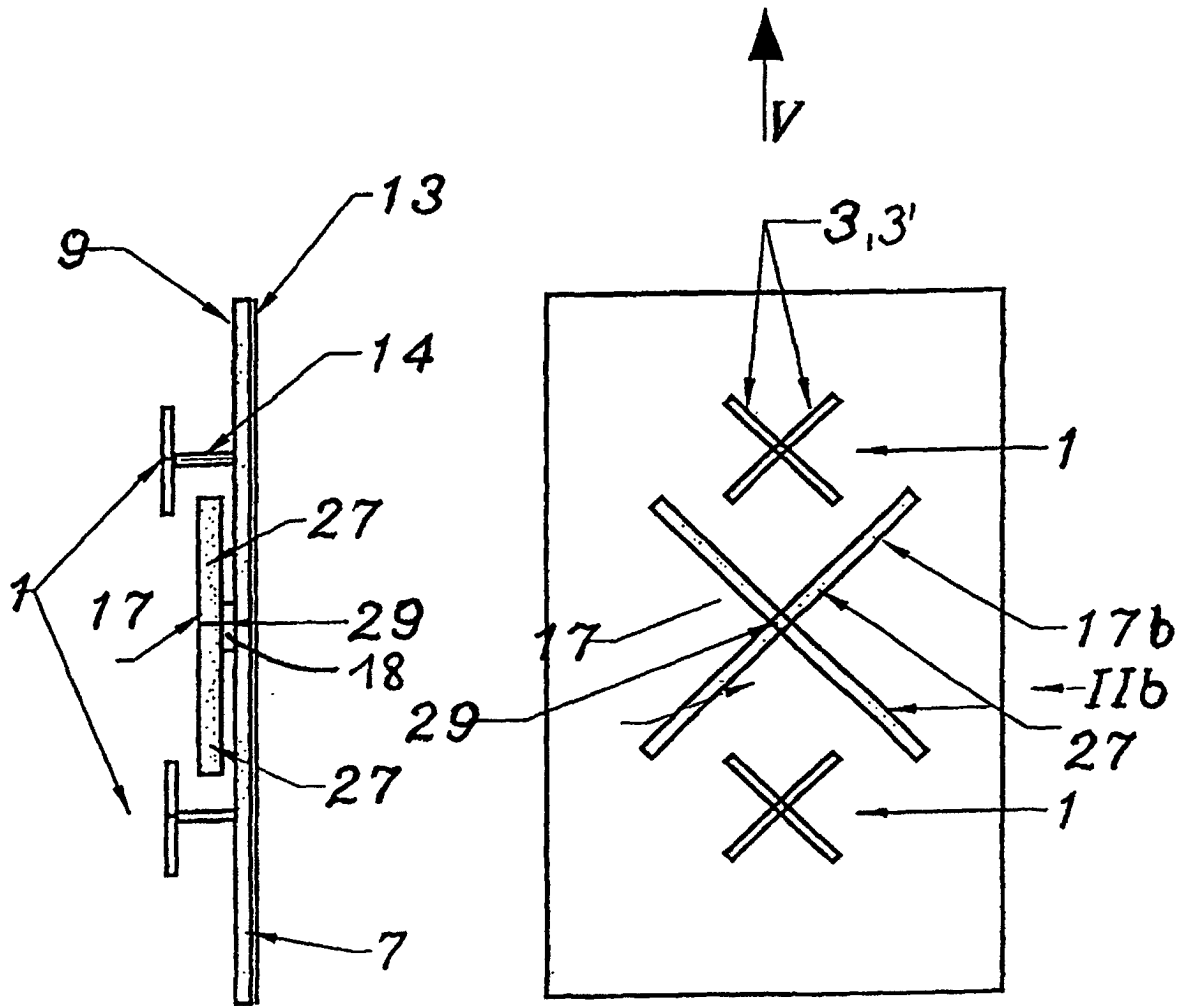


Fig. 2b

Fig. 2a

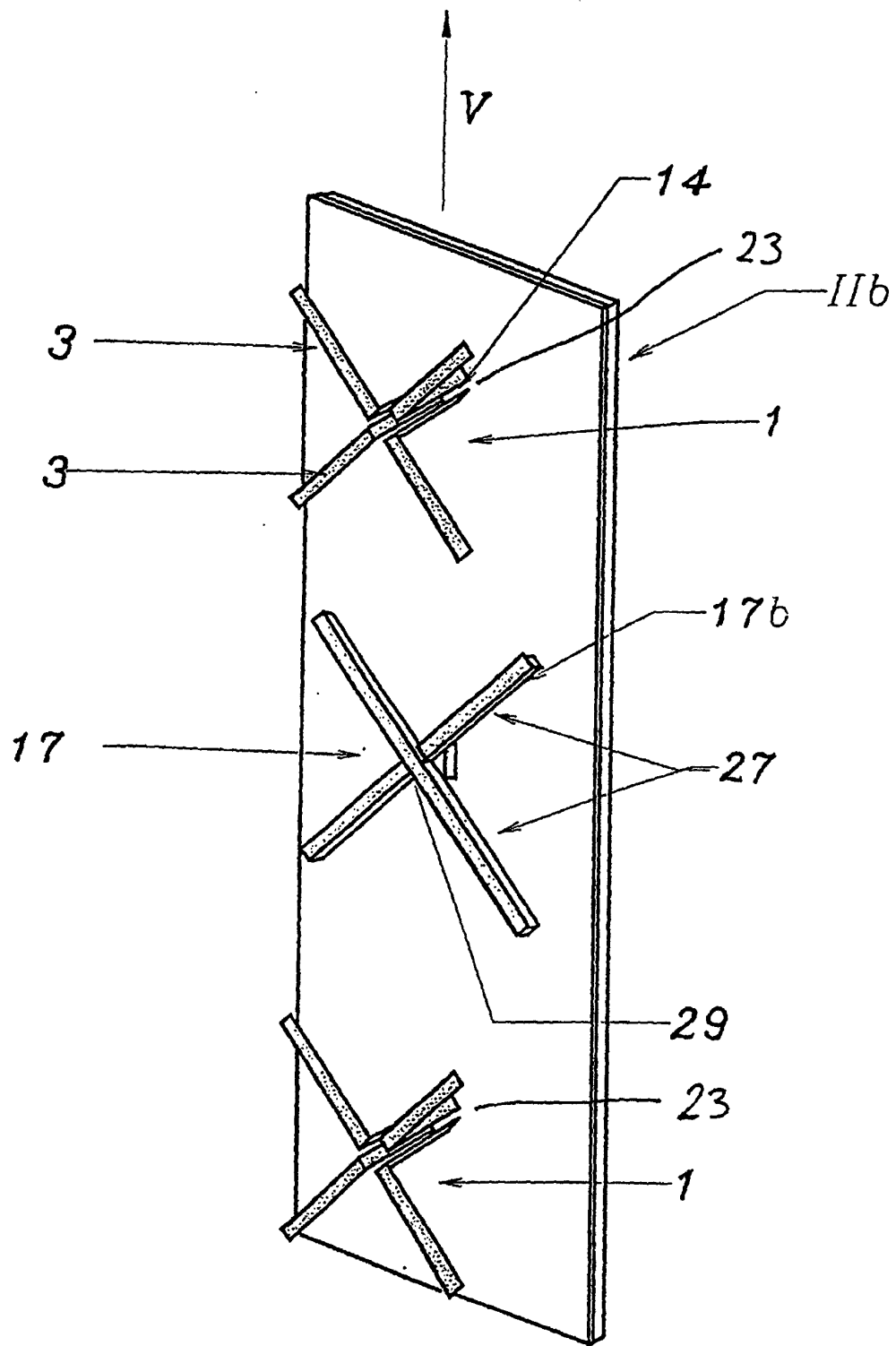
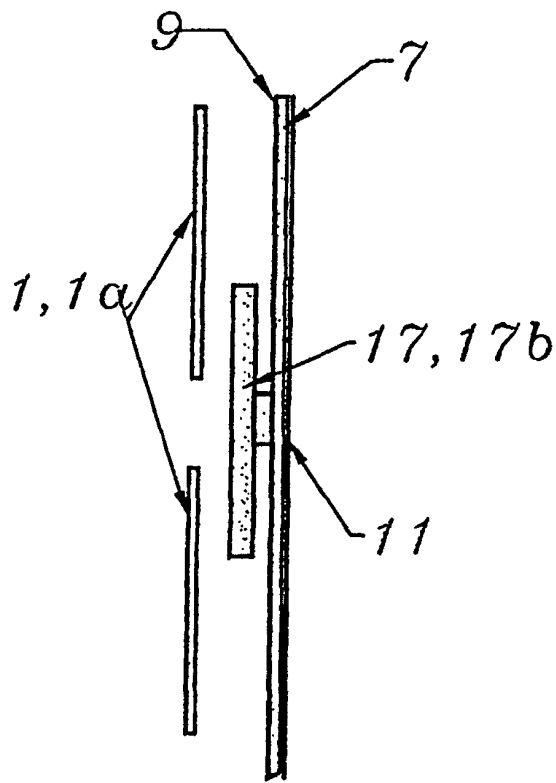
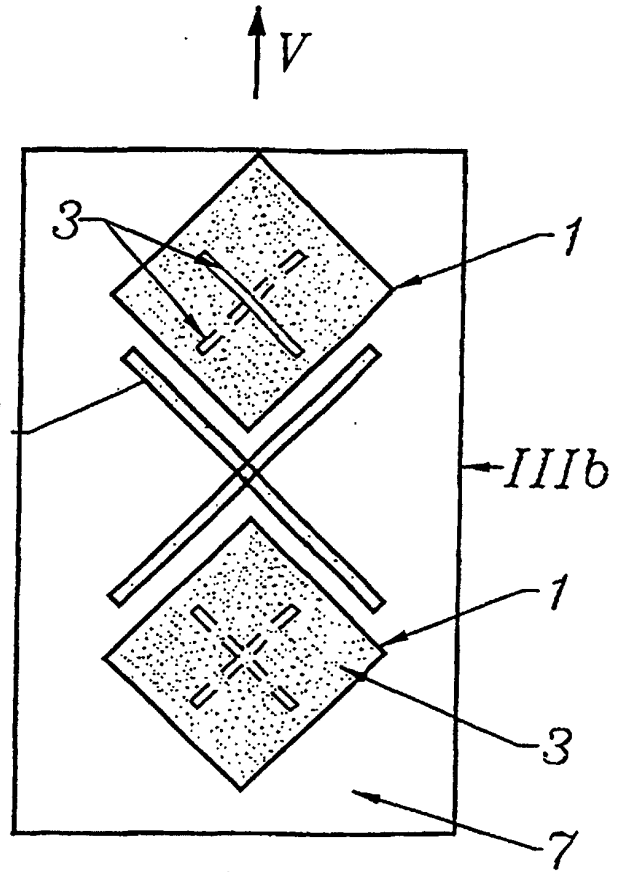


Fig. 2c



**Fig. 3b**



**Fig. 3a**

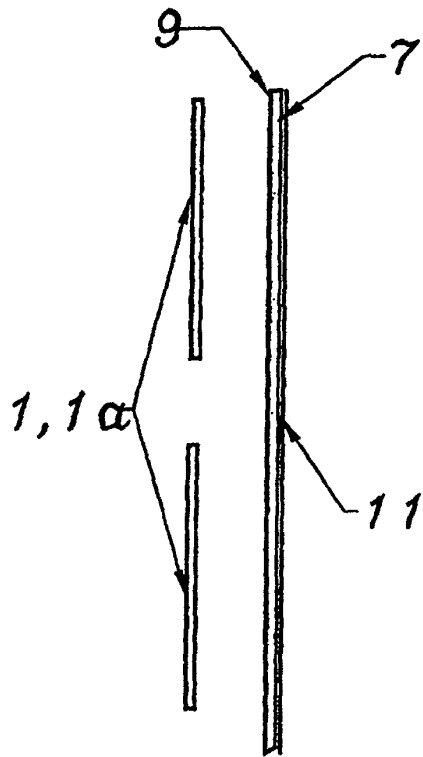


Fig. 4b

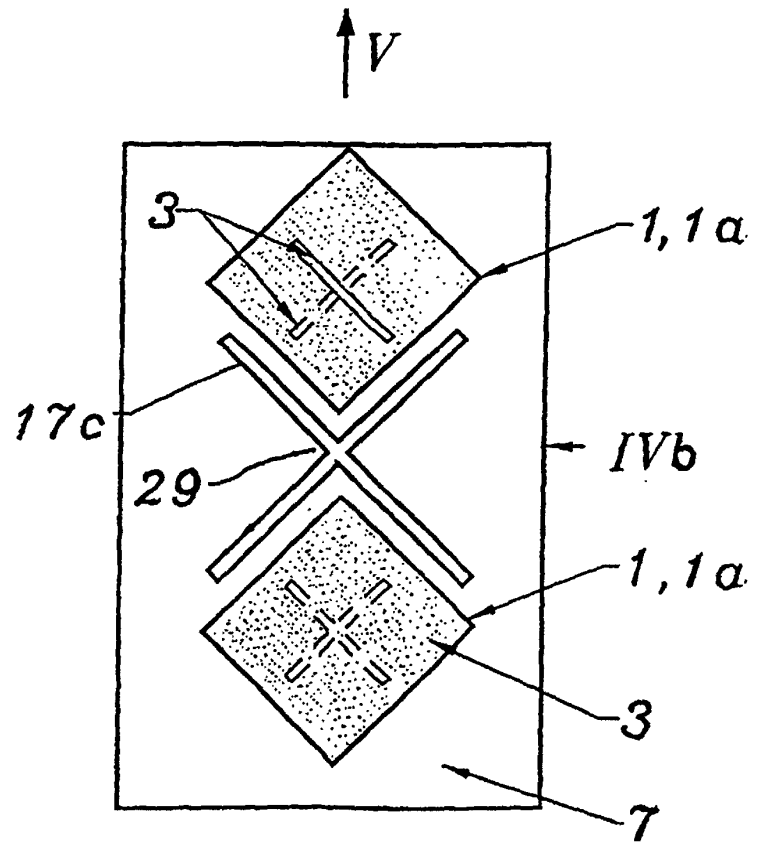


Fig. 4a