



(10) **DE 10 2018 110 486 A1** 2019.11.07

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 110 486.3**

(22) Anmeldetag: **02.05.2018**

(43) Offenlegungstag: **07.11.2019**

(51) Int Cl.: **H01Q 21/24 (2006.01)**  
**H01Q 21/28 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**KATHREIN SE, 83022 Rosenheim, DE**

(74) Vertreter:  
**FLACH BAUER STAHL Patentanwälte  
Partnerschaft mbB, 83022 Rosenheim, DE**

(72) Erfinder:  
**Tischler, Georg, 83071 Stephanskirchen, DE;  
Dandlberger, Stephan, 83024 Rosenheim, DE;  
Ralf, Thorge, 71665 Vaihingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**US 6 310 585 B1**  
**CN 103 219 590 A**

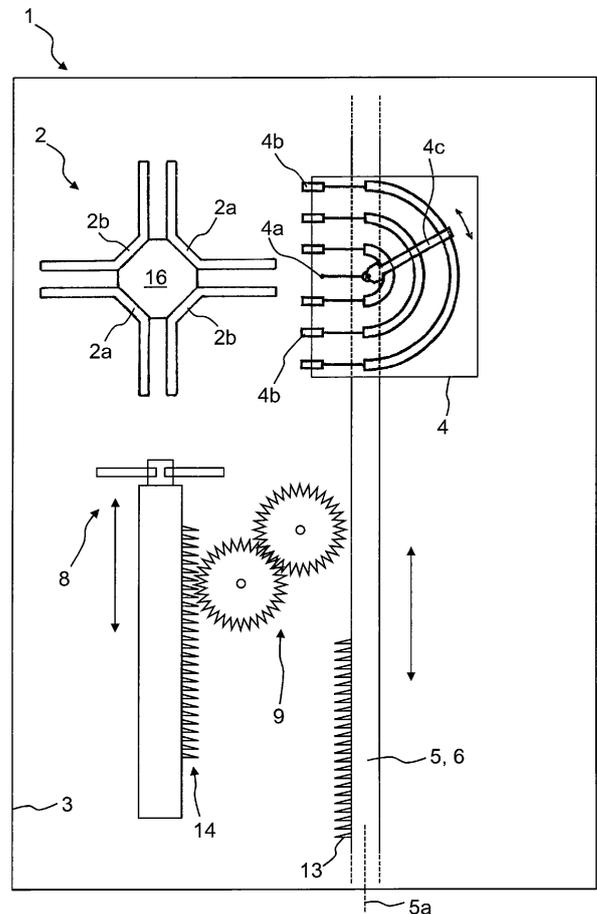
**CN 103219590 A (Maschinenübersetzung),  
Google Patents [online], [abgerufen am  
08.08.2018]**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Mehrfachantennensystem für Mobilfunk**

(57) Zusammenfassung: Ein Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk umfasst zumindest zwei dipolartige Strahler (2) mit jeweils ersten und zweiten Strahlerelementen (2a, 2b) die beabstandet zu einer Reflektoranordnung (3) angeordnet sind. Eine Phasenschieberanordnung mit einer Phasenschieber-Verstelleinrichtung (5) ist mit den ersten und zweiten Strahlerelementen (2a, 2b) verbunden, um die Phasenbeziehungen zwischen den ersten Strahlerelementen (2a) und zwischen den zweiten Strahlerelementen (2b) einzustellen. Eine Entkopplungsanordnung (8) ist mit einer Entkopplungs-Verstelleinrichtung (9) gekoppelt. Die zumindest eine Entkopplungs-Verstelleinrichtung (9) ist mechanisch mit der Phasenschieber-Verstelleinrichtung (5) gekoppelt, so dass bei einer Verstellbewegung der Phasenschieber-Verstelleinrichtung (5) die zumindest eine Entkopplungsanordnung (8):  
a) in ihrer Länge, Breite und/oder Form veränderbar ist; oder  
b) in ihrer Position veränderbar ist, wobei die Veränderung der Position beschleunigt oder lediglich teilweise synchron zur Verstellbewegung der Phasenschieber-Verstelleinrichtung (5) erfolgt; oder  
c) in ihrer Position veränderbar ist, wobei die zumindest eine Entkopplungsanordnung (8) innerhalb von zumindest einem der zumindest zwei Strahler (2) angeordnet ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Mehrfachantennensystem, welches insbesondere im Mobilfunk Anwendung findet.

**[0002]** Derartige Mehrfachantennensysteme umfassen mehrere Strahler, die jeweils in einer ersten und in einer dazu senkrechten zweiten Polarisationssebene senden und empfangen. Beide Polarisationssebenen müssen möglichst gut voneinander entkoppelt sein. Zur Erhöhung der Richtwirkung werden derartige Strahler üblicherweise vor einem Reflektor angeordnet. Als nachteilig erweist sich dabei, dass die an sich gute Entkopplung insbesondere zwischen Strahlung mit orthogonaler Polarisation durch die Anordnung als Array, insbesondere durch die Einflüsse dieses Reflektors verschlechtert wird. Um die Entkopplung zu verbessern wird im Stand der Technik vorgeschlagen, sogenannte Entkopplungselemente einzusetzen, die in einem bestimmten Abstand zu zumindest einem Strahler angeordnet sind.

**[0003]** Ein derartiges Entkopplungselement ist beispielsweise in der CN 103219590 A gezeigt. Um die Entkopplung der beiden Polarisierungen auch im Nachhinein noch verändern zu können, ist das Entkopplungselement beweglich angeordnet. Das Entkopplungselement ist dabei insbesondere fest auf einer Schubstange befestigt, die innerhalb des Antennengehäuses angeordnet ist und entlang seiner Erstreckungsrichtung verschiebbar ist. In diesem Fall verschiebt sich das Entkopplungselement in dieselbe Richtung wie die Schubstange. Es ist auch möglich, dass zwischen der Schubstange und dem Entkopplungselemente noch eine Übersetzungsanordnung angeordnet ist, so dass sich das Entkopplungselement mit einer langsameren oder schnelleren Geschwindigkeit gegenüber der Verschiebegeschwindigkeit der Schubstange bewegt. Es ist auch möglich, dass ein Abstand des Entkopplungselements zum Reflektor verändert wird.

**[0004]** Nachteilig an der CN 103219590 A ist, dass für manche Phaseneinstellungen zwischen Strahlerelementen verschiedener Strahler, die in derselben Polarisation senden, die Entkopplung zu Strahlerelementen derselben Strahler, die in der anderen Polarisation senden, ungenügend ist.

**[0005]** Es ist daher die Aufgabe der hier vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Mehrfachantennensystem für Mobilfunklösungen zu schaffen, bei welchem die einzelnen Polarisationssebenen, mit denen verschiedene Strahler senden und/oder empfangen, besser voneinander entkoppelt sind.

**[0006]** Die Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Mehrfachantennensystem gemäß dem Anspruch 1 gelöst. In den Ansprüchen 2 bis 23 sind vorteilhafte

Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Mehrfachantennensystems angegeben.

**[0007]** Das erfindungsgemäße Mehrfachantennensystem umfasst zumindest eine Gruppe von zumindest zwei insbesondere dualpolarisierten, zirkular polarisierten oder elliptisch oder  $\pm 45^\circ$  polarisierten dipolförmigen bzw. dipolartigen Strahlern, wobei jeder dieser dipolartigen Strahler erste und zweite Strahlerelemente umfasst. Dabei senden und/oder empfangen die ersten Strahlerelemente in einer ersten Polarisationssebene und die zweiten Strahlerelemente in einer zweiten Polarisationssebene, wobei beide Polarisationssebenen senkrecht zueinander stehen. Weiterhin gibt es eine Reflektoranordnung, auf der die dipolartigen Strahler angeordnet sind. Es ist auch eine Phasenschieberanordnung vorgesehen, die vorzugsweise mehrere Phasenschieber umfasst. Diese Phasenschieberanordnung ist mit den ersten und den zweiten Strahlerelementen der Strahler verbunden. Sie kann dabei die Phasenbeziehung zwischen den zumindest zwei ersten Strahlerelementen untereinander einstellen und zwischen den zumindest zwei zweiten Strahlerelementen untereinander. Weiterhin gibt es eine Phasenschieber-Verstelleinrichtung, die mit der Phasenschieberanordnung mechanisch in Kontakt steht und dazu ausgebildet ist, die Phasenschieberanordnung anzusteuern, so dass diese die Phasenbeziehung zwischen den jeweiligen ersten und den jeweiligen zweiten Strahlerelementen verändert. Um eine möglichst gute Entkopplung zwischen beiden Polarisationssebenen herzustellen, ist zumindest eine Entkopplungsanordnung vorgesehen, die auf derselben Seite der Reflektoranordnung angeordnet ist, wie die zumindest zwei dipolartigen Strahler. Weiterhin gibt es noch zumindest eine Entkopplungs-Verstelleinrichtung, die mit der zumindest einen Entkopplungsanordnung gekoppelt ist. Die Entkopplungs-Verstelleinrichtung ist dabei mechanisch mit der Phasenschieber-Verstelleinrichtung gekoppelt, so dass bei einer Verstellbewegung der Phasenschieber-Verstelleinrichtung die zumindest eine Entkopplungsanordnung:

- a) in ihrer Länge, Breite und/oder Form veränderbar ist; oder
- b) in ihrer Position veränderbar ist, wobei die Veränderung der Position beschleunigt oder lediglich teilweise synchron zur (z.B. gesamten) Verstellbewegung der Phasenschieber-Verstelleinrichtung erfolgt; oder
- c) in ihrer Position veränderbar ist, wobei die zumindest eine Entkopplungsanordnung innerhalb von zumindest einem der zumindest zwei Strahler angeordnet ist.

**[0008]** Es ist hier besonders vorteilhaft, dass eine Entkopplungs-Verstelleinrichtung eingesetzt wird, die einerseits mit der Phasenschieber-Verstelleinrichtung gekoppelt ist und andererseits mit der Ent-

kopplungsanordnung gekoppelt ist, wobei die Entkopplungsanordnung dadurch in ihrer Länge, Breite und/oder Form veränderbar ist. Dadurch kann auch bei einem unterschiedlichen Abstrahlwinkel (Down-Tilt), der durch eine bestimmte Phaseneinstellung hervorgerufen wird, weiterhin eine hohe Entkopplung zwischen den beiden Polarisationssebenen erreicht werden. Die Länge und die Breite sind insbesondere bei eckigen Entkopplungsanordnungen veränderbar, wohingegen bei runden Entkopplungsanordnungen bzw. solchen, die einer runden Form angenähert sind, die Form veränderbar ist. Eine derartige gezielte Änderung der Entkopplungsanordnung ist beim Stand der Technik nicht gezeigt.

**[0009]** Weiterhin ist es hier auch besonders vorteilhaft, wenn die zumindest eine Entkopplungsanordnung in ihrer Position veränderbar ist, wobei die Veränderung der Position beschleunigt oder lediglich teilweise synchron zur gesamten Verstellbewegung der Phasenschieber-Verstelleinrichtung erfolgt. Dies bedeutet, dass sich die Entkopplungsanordnung nicht-linear zur Verstellbewegung der Phasenschieber-Verstelleinrichtung bewegt. Unter den Wortlaut „nicht-linear“ ist auch asynchron zu verstehen. Unter einer solchen „nicht-linearen“ oder „asynchronen“ Bewegung zur Verstellbewegung der Phasenschieber-Verstelleinrichtung ist nicht lediglich eine höhere oder niedrigere Geschwindigkeit gemeint, sondern die Tatsache, dass eine Verstellbewegung der Phasenschieber-Verstelleinrichtung nicht über die gesamte Strecke bzw. den gesamten Drehwinkel auch eine Bewegung der Entkopplungsanordnung zur Folge hat. Dies bedeutet, dass die Bewegung der Entkopplungsanordnung von der Verstellbewegung der Phasenschieber-Verstelleinrichtung entkoppelt ist bzw. über einen bestimmten Weg entkoppelt ist. Unter dem Wortlaut, dass die Entkopplungsanordnung bezüglich ihrer Position „beschleunigt“ zur Verstellbewegung der Phasenschieber-Verstellanordnung erfolgt ist zu verstehen, dass die Entkopplungsanordnung insbesondere über den überwiegenden oder über den gesamten Teil des Verstellwegs der Phasenschieber-Verstelleinrichtung beschleunigt bewegt wird. Insbesondere ist damit gemeint, dass die Entkopplungsanordnung beschleunigt wird, während die Phasenschieber-Verstelleinrichtung ohne Beschleunigung, also mit einer konstanten Geschwindigkeit, verstellt wird.

**[0010]** Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Entkopplungsanordnung in ihrer Position veränderbar ist, wobei die Entkopplungsanordnung dabei innerhalb von dem zumindest einen Strahler angeordnet ist. Dadurch kann auf besonders einfache Art und Weise ein sehr kompakter Aufbau realisiert werden.

**[0011]** Bei der bevorzugten Weiterbildung besteht die Phasenschieber-Verstelleinrichtung aus einem Verstellstab, der zur Erzeugung der Verstellbewe-

gung entlang seiner Längsachse verschiebbar ist und/oder um seine Längsachse herum verdrehbar ist. Dieser Verstellstab wird insbesondere von einem Elektromotor verschoben bzw. verdreht, der vom Mobilfunkbetreiber angesteuert werden kann. Dadurch kann die Richtcharakteristik des Mehrfachantennensystems geändert werden. Weil in diesem Zusammenhang ebenfalls die Entkopplungsanordnung verdreht wird, wird eine optimale Entkopplung beider Polarisationssebenen für unterschiedliche Abstrahlwinkel erreicht. Insbesondere kann einerseits für den maximalen Down-Tilt-Winkel eine optimale Entkopplung erreicht werden und andererseits ebenfalls für den minimalen Down-Tilt-Winkel.

**[0012]** Besonders vorteilhaft ist, wenn die Entkopplungsanordnung aus zumindest zwei Entkopplungsflächen besteht (die beabstandet zum Reflektor angeordnet sind), die gegeneinander verschiebbar und/oder verdrehbar sind, wodurch sich die Länge, Breite und/oder Form der zumindest einen Entkopplungsanordnung ändert. In diesem Zusammenhang ist es auch vorteilhaft, wenn die zumindest eine Entkopplungsanordnung lediglich entlang einer bestimmten Bewegungsstrecke oder über einen bestimmten Drehwinkelbereich des zumindest einen Verstellstabs der Phasenschieber-Verstelleinrichtung synchron zu diesem Verstellstab bewegbar ist, wodurch sich lediglich über den Bereich dieser Verstellbewegung die Position ändert. Dies bedeutet, dass für den Fall, dass der Verstellstab z.B. von 0 cm bis 10 cm entlang seiner Längsrichtung verschoben werden kann, eine Änderung der Position der Entkopplungseinrichtung nur dann stattfindet, wenn der Verstellstab z.B. von 8 cm bis auf 10 cm verstellt wird. Keine Änderung der Position der Entkopplungsanordnung würde dann in den ersten 8 cm der Verstellbewegung des Verstellstabs stattfinden (die Entkopplungsanordnung bewegt sich asynchron, also nicht-linear zum Verstellstab). Selbiges kann auch auf eine Drehbewegung des Verstellstabs übertragen werden. Z.B. erfolgt keine Änderung der Position der Entkopplungseinrichtung bei einer Drehung von 0° bis 720° wohingegen eine Änderung z.B. ab 720° bis 1400° erfolgt. In diesem Zusammenhang ist als besonders vorteilhaft hervorzuheben, wenn die Entkopplungseinrichtung lediglich im letzten Drittel oder letzten Viertel oder letzten Fünftel oder letzten Sechstel der Verstellbewegung des Verstellstabs synchron zu diesem bewegbar ist und im übrigen Bereich nicht oder lediglich asynchron bewegt wird. Dadurch erfolgt dann eine optimale Entkopplung für den maximalen oder minimalen Down-Tilt-Winkel. Weiterhin ist es besonders vorteilhaft, wenn die Entkopplungsanordnung innerhalb des Strahlers bezüglich ihres Abstands zur Reflektoranordnung verstellbar ist.

**[0013]** Eine erfindungsgemäße Weiterbildung besteht, wenn sich die zumindest beiden Entkopplungsflächen in Draufsicht vor dem Verschieben und/oder

Verdrehen stärker als danach überlappen. Die zumindest zwei Entkopplungsflächen können dabei beispielsweise galvanisch miteinander verbunden sein oder galvanisch voneinander getrennt sein. Vorzugsweise ist zwischen beiden Entkopplungsflächen ein Dielektrikum, insbesondere in Form einer Folie angeordnet, welche vorzugsweise einen niedrigeren Reibungskoeffizienten aufweist als die Entkopplungsflächen selbst. Weiter vorzugsweise wird hier Teflon verwendet.

**[0014]** Um ein Verschieben bzw. Verdrehen der zumindest zwei Entkopplungsflächen der Entkopplungsanordnungen zu erreichen, umfasst die Entkopplungs-Verstelleinrichtung z.B. ein Verschiebeelement mit einem ersten und einem zweiten Ende. Ein erstes Ende dieses Verschiebeelements ist dabei mit einer (z.B. der ersten) Entkopplungsfläche verbunden. Die andere (z.B. die zweite) Entkopplungsfläche ist dabei unbeweglich angeordnet. Das zweite Ende des Verschiebeelements ist wiederum mit dem Verstellstab verbunden, so dass bei einer Verstellbewegung des Verstellstabs die zumindest zwei Entkopplungsflächen gegeneinander verschoben oder verdreht werden. Das Verschiebeelement und der Verstellstab können z.B. aus einem gemeinsamen Werkstück bestehen (einteiliger Aufbau).

**[0015]** Ein Abstand zwischen den zumindest zwei Entkopplungsflächen ist vorzugsweise kleiner als 10 mm, 8 mm, 6 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm.

**[0016]** Um eine nicht-lineare Bewegung der Entkopplungsanordnung zum Verstellstab zu erreichen ist es vorteilhaft, wenn die Entkopplungs-Verstelleinrichtung ein Verschiebeelement mit einem ersten und einem zweiten Ende umfasst, wobei das erste Ende mit einer (z.B. der ersten) Entkopplungsfläche verbunden ist, wobei die andere (z.B. die zweite) Entkopplungsfläche unbeweglich angeordnet ist. Alternativ kann das erste Ende des Verschiebeelements auch grundsätzlich mit der Entkopplungsanordnung verbunden sein. In diesem Fall würde sich die Entkopplungsanordnung als Ganzes bewegen und würde insbesondere einen einteiligen Aufbau aufweisen. Der Verstellstab umfasst noch ein erstes Mitnehmerelement, welches an dem Verstellstab angeordnet ist und von diesem absteht. Vorzugsweise sind das erste Mitnehmerelement und der Verstellstab aus einem gemeinsamen Werkstück gebildet. Das erste Mitnehmerelement ist mit dem Verstellstab an einer solchen Position angeordnet, so dass dieses insbesondere in den ersten und/oder letzten 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10% oder 5% des Verschiebewegs, also der Verstellbewegung entlang einer ersten Verschieberichtung des Verstellstabs in Eingriff mit dem Verschiebeelement gelangt, wodurch in diesem Bereich des Verschiebewegs die zwei Entkopplungsflächen gegeneinander verschoben oder verdreht werden oder wobei in diesem Bereich des Verschiebe-

wegs die Entkopplungsanordnung lediglich dann synchron zum Verstellstab bewegbar ist. Dadurch wird erreicht, dass über den größten Teil der Verstellbewegung keine Bewegung zumindest einer der Entkopplungsflächen oder der Entkopplungsanordnung stattfindet. Dadurch, dass eine Änderung der Position der Entkopplungsanordnung bzw. ein Verschieben bzw. Verdrehen der Entkopplungsflächen gegeneinander erst gegen Ende der Verstellbewegung des Verstellstabs stattfindet, kann insbesondere bei einem maximalen oder einem minimalen Down-Tilt-Winkel oder kurz vor Erreichen eines solchen maximalen oder minimalen Down-Tilt-Winkels eine zusätzliche Verstimmung erreicht und damit die Entkopplung beider Polarisierungsebenen maximiert, also optimiert werden.

**[0017]** Durch Einsatz eine zweiten Mitnehmerelements, welches entlang der Längsachse des Verstellstabs beabstandet von dem ersten Mitnehmerelement angeordnet ist, kann ein Verdrehen bzw. Verschieben der Entkopplungsflächen in eine Ausgangslage bzw. das Ändern der Position der Entkopplungsanordnung in die Ausgangslage zu einem unterschiedlichen Zeitpunkt stattfinden. So kann beispielsweise eine Verschiebung der Entkopplungsanordnung bzw. ein Verdrehen und Verschieben der Entkopplungsflächen lediglich immer kurz vor Erreichen einer maximalen oder minimalen Down-Tilt-Winkel-Stellung erzielt werden.

**[0018]** In einer anderen erfindungsgemäßen Ausführungsform umfasst die Entkopplungs-Verstelleinrichtung eine Zahnradanordnung, wohingegen der Verstellstab Zähne umfasst, die entlang der Längsachse des Verstellstabs versetzt zueinander angeordnet sind oder mehrere Schraubengänge aufweist, die sich entlang der Längsachse des Verstellstabs erstrecken. Die Zahnradanordnung kann dabei dauerhaft in Eingriff mit dem Verstellstab und mit der einen (z.B. der ersten) Entkopplungsfläche stehen, wohingegen die andere (z.B. die zweite) Entkopplungsfläche unbeweglich angeordnet ist, wobei durch ein Verschieben oder Verdrehen des Verstellstabs die zwei Entkopplungsflächen gegeneinander verschiebbar oder verdrehbar sind. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn die Zahnradanordnung und die Schraubengänge in Form eines Schneckengetriebes ausgebildet sind, insbesondere in Form eines selbsthemmenden Schneckengetriebes zusammenwirken, weil so eine Verstellung nur dann möglich ist, wenn der Verstellstab durch den Elektromotor gedreht wird. Grundsätzlich wäre es hier auch möglich, wenn die Zahnradanordnung lediglich in den ersten oder letzten 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10% oder 5% des Verschiebewegs des Verstellstabs in Eingriff mit den Zähnen gelangt. Dadurch würde die Entkopplungsanordnung in ihrer Position lediglich teilweise synchron, also nicht-linear zur gesamten Verstellbe-

wegung der Phasenschieber-Verstelleinrichtung, also des Verstellstabs geändert werden.

**[0019]** Grundsätzlich wäre es auch möglich, dass die Zahnradanordnung ein exzentrisches Zahnrad umfasst, welches in Eingriff mit dem Verstellstab, also mit den Zähnen des Verstellstabs oder den Schraubengängen des Verstellstabs gelangt. Durch ein solches exzentrisches Zahnrad ist die Entkopplungsanordnung beschleunigt in ihrer Position verstellbar bzw. die Entkopplungsflächen sind beschleunigt gegeneinander verschiebbar oder verdrehbar. Bei einem exzentrischen Zahnrad verändert sich der Abstand der Zähne zur Drehachse entlang des Umfangs.

**[0020]** Grundsätzlich ist der Wortlaut, wonach sich zwei Entkopplungsflächen gegeneinander verschieben oder verdrehen derart zu verstehen, dass sich die zwei Entkopplungsflächen voneinander weg oder aufeinander zu bewegen.

**[0021]** In einem weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel umfasst zumindest einer der zwei dipolartigen Strahler eine Symmetrier- und/oder Trägeranordnung. Diese ist mit ihrem ersten Ende an der Reflektoranordnung angeordnet, insbesondere befestigt. Ein zweites Ende dieser Symmetrier- und/oder Trägeranordnung, welches dem ersten Ende gegenüberliegt, ist weiter von Reflektoranordnung beabstandet als das erste Ende. Strahlerflächen der Strahlerelemente sind an dem zweiten Ende der Symmetrier- und/oder Trägeranordnung angeordnet. Die Symmetrier- und/oder Trägeranordnung umgrenzt dabei einen Aufnahmeraum, der sich vom ersten Ende bis zum zweiten Ende erstreckt. Die Entkopplungsanordnung ist dabei teilweise, überwiegend oder vollständig in dem Aufnahmeraum angeordnet. Die Entkopplungs-Verstelleinrichtung steht wiederum mit der Entkopplungsanordnung und mit dem zumindest einen Verstellstab in Kontakt, so dass bei Verschieben oder Verdrehen des Verstellstabs die zumindest eine Entkopplungsanordnung in ihrem Abstand zur Reflektoranordnung veränderbar ist, also innerhalb des Aufnahmeraums hoch und runter bewegbar ist. Dadurch wird erreicht, dass der bereits vorhandene Bauraum innerhalb des Mehrfachantennensystems optimal ausgenutzt wird und einzelne Strahler gezielt beeinflusst werden können.

**[0022]** In diesem Zusammenhang umfasst die Entkopplungs-Verstelleinrichtung vorzugsweise ein Verschiebeelement, welches ein erstes und ein zweites Ende umfasst. Ein erstes Ende des Verschiebelements ist gelenkig mit der Entkopplungsanordnung verbunden oder unterhalb der Entkopplungsanordnung angeordnet, wohingegen das zweite Ende des Verschiebelements gelenkig an dem Verstellstab angeordnet ist. Für den Fall, dass der Verstellstab entlang seiner Längsachse bewegt wird, fin-

det ein Heben bzw. Senken der Entkopplungsanordnung innerhalb der Symmetrier- und/oder Trägeranordnung statt. Insbesondere kann so eine Längsbewegung des Verstellstabs in eine Hubbewegung der Entkopplungsanordnung umgewandelt werden. Auch hier wäre es wiederum möglich, dass das Verschiebeelement mit seinem ersten Ende, das unterhalb der Entkopplungsanordnung angeordnet ist, erst in den letzten 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10% oder 5% des Verschiebewegs, also der Verstellbewegung des Verstellstabs in Eingriff mit Entkopplungsanordnung gelangt, wodurch erst in diesem Bereich des Verschiebewegs das erste Ende des Verschiebelements die Entkopplungsanordnung von unten in Richtung der Strahlerebene drückt. Vorzugsweise wäre die Entkopplungsanordnung über eine Federkraft entsprechend vorgespannt, so dass für den Fall, dass das Verschiebeelement sich wieder weg bewegt, also nicht in Eingriff mit der Entkopplungsanordnung steht, die Entkopplungsanordnung entsprechend nach unten gedrückt wird.

**[0023]** In diesem Zusammenhang wäre es auch möglich, dass noch eine Führungsanordnung vorgesehen ist, wobei das erste Ende des Verschiebelements durch diese Führungsanordnung lediglich entlang einer Geraden geführt ist. Diese Gerade sollte senkrecht zur Reflektoranordnung verlaufen.

**[0024]** Grundsätzlich ist es vorteilhaft, wenn die Entkopplungs-Verstelleinrichtung überwiegend auf einer zweiten Seite der Reflektoranordnung angeordnet ist, die frei von dem ersten und dem zumindest einen zweiten Strahler ist. Dadurch wird erreicht, dass lediglich die Entkopplungsanordnung zu einer Entkopplung der Polarisations Ebenen führt.

**[0025]** Verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beispielhaft beschrieben. Gleiche Gegenstände weisen dieselben Bezugszeichen auf. Die entsprechenden Figuren der Zeichnung zeigen im Einzelnen:

**Fig. 1:** eine seitliche Darstellung des erfindungsgemäßen Mehrfachantennensystems;

**Fig. 2:** eine Darstellung in Draufsicht auf das erfindungsgemäße Mehrfachantennensystem;

**Fig. 3A bis Fig. 4B:** verschiedene Darstellungen, die erläutern wie zwei Entkopplungsflächen einer Entkopplungsanordnung gegeneinander verschoben werden;

**Fig. 5A und Fig. 5B:** verschiedene Darstellungen, die erläutern wie die Position einer Entkopplungsanordnung innerhalb eines Strahlers veränderbar ist;

**Fig. 6:** verschiedene Darstellungen, die erläutern wie zwei Entkopplungsflächen einer Ent-

kopplungsanordnung gegeneinander verschoben werden;

**Fig. 7A, Fig. 7B und Fig. 7C:** verschiedene Darstellungen, die erläutern wie zwei Entkopplungsflächen einer Entkopplungsanordnung gegeneinander verdreht werden;

**Fig. 8A und Fig. 8B:** verschiedene Darstellungen, die erläutern wie zwei Entkopplungsflächen einer Entkopplungsanordnung gegeneinander verschoben werden;

**Fig. 9:** verschiedene Darstellungen, die erläutern wie die Position einer Entkopplungsanordnung innerhalb eines Strahlers veränderbar ist;

**Fig. 10A:** verschiedene Darstellungen, die erläutern, wie die Position einer Entkopplungsanordnung innerhalb eines Strahlers veränderbar ist;

**Fig. 10B:** eine Darstellung, die erläutert, wie die Entkopplungsanordnung von außerhalb einer Symmetrier- und/oder Trägeranordnung über einen Symmetrierschlitz in einen Aufnahmeaum eines Strahlers einschiebbar ist;

**Fig. 11A:** Messreihen für die Entkopplung zwischen zwei Polarisationssebenen mit und ohne einer Entkopplungsanordnung über einen Frequenzbereich bei einer Min-Tilt-Einstellung einer Phasenschieberanordnung; und

**Fig. 11B:** Messreihen für die Entkopplung zwischen zwei Polarisationssebenen mit und ohne einer Entkopplungsanordnung über einen Frequenzbereich bei einer Max-Tilt-Einstellung einer Phasenschieberanordnung.

**[0026]** Die **Fig. 1** und **Fig. 2** zeigen verschiedene Darstellungen des erfindungsgemäßen Mehrfachantennensystems **1**.

**[0027]** **Fig. 1** zeigt eine seitliche Darstellung, wobei das Antennengehäuse des Mehrfachantennensystems **1** nicht dargestellt ist.

**[0028]** **Fig. 2** zeigt dagegen eine Draufsicht auf ein anderes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Mehrfachantennensystems **1**.

**[0029]** Das Mehrfachantennensystem **1** umfasst zumindest eine Gruppe von zumindest zwei dualpolarisierten, zirkularpolarisierten,  $\pm 45^\circ$ -polarisierten oder elliptischpolarisierten dipolartigen Strahlern **2**, wobei jeder dipolartige Strahler **2** erste Strahlerelemente **2a** und zweite Strahlerelemente **2b** umfasst. Die ersten Strahlerelemente **2a** sind dazu ausgebildet, in einer ersten Polarisationssebene zu senden und/oder zu empfangen, wohingegen die zweiten Strahlerelemente **2b** dazu ausgebildet sind, in einer zweiten Polarisationssebene zu senden und/oder zu empfangen. Beide Polarisationssebenen sind senkrecht zueinander ausgerichtet. Die Entkopplung dieser Pola-

risationsebenen soll durch die hier vorliegende Erfindung auch für unterschiedliche Phasenbeziehungen zwischen den jeweiligen ersten Strahlerelementen **2a** der verschiedenen Strahler **2** und den jeweiligen zweiten Strahlerelementen **2b** der verschiedenen Strahler **2** sichergestellt sein.

**[0030]** Es ist weiterhin noch eine Reflektoranordnung **3** vorgesehen, auf der die zumindest zwei dipolartigen Strahler **2** angeordnet sind. Die dipolartigen Strahler **2** bzw. vorzugsweise alle dipolartigen Strahler **2** sind dabei auf derselben Seite der Reflektoranordnung **3** angeordnet.

**[0031]** Weiterhin ist noch eine Phasenschieberanordnung **4** vorgesehen, die mit den ersten und den zweiten Strahlerelementen **2a**, **2b** verbunden ist. Die Phasenschieberanordnung **4** ist dazu ausgebildet, die Phasenbeziehung zwischen den zumindest zwei ersten Strahlerelementen **2a** untereinander einzustellen und zwischen den zumindest zwei zweiten Strahlerelementen **2b**.

**[0032]** Hierzu umfasst die Phasenschieberanordnung **4** einen Speiseanschluss **4a** für eine Polarisationssebene und verschiedene Strahleranschlüsse **4b** zum Anschluss an die ersten Strahlerelemente **2a** oder an die zweiten Strahlerelemente **2b**. Die in **Fig. 2** dargestellte Phasenschieberanordnung **4** ist für die zweite Polarisationssebene ein zweites Mal vorhanden, jedoch aufgrund von Platzgründen nicht dargestellt.

**[0033]** Weiterhin ist zumindest eine Phasenschieber-Verstelleinrichtung **5** vorgesehen, die mit der Phasenschieberanordnung **4** mechanisch in Kontakt steht und dazu ausgebildet ist, die Phasenschieberanordnung **4** einzustellen, also insbesondere die Phasenbeziehungen zwischen den ersten Strahlerelementen **2a** untereinander und den zweiten Strahlerelementen **2b** untereinander einzustellen, wodurch die Richtcharakteristik (down-tilt) geändert werden kann. Die Phasenschieber-Verstelleinrichtung **5** bewirkt, dass der Zeiger **4c** der Phasenschieberanordnung **4** entsprechend bewegt wird, wodurch das angelegte Signal am Speiseanschluss **4a** unterschiedlich verzögert an den Strahleranschlüssen **4b** ausgegeben wird.

**[0034]** In den **Fig. 1** und **Fig. 2** ist die Phasenschieber-Verstelleinrichtung **5** als Verstellstab **6**, der auch als Verstellstange bezeichnet werden kann, ausgebildet. Dieser Verstellstab **6** kann zur Erzeugung einer Verstellbewegung der Phasenschieberanordnung **4** entlang seiner Längsachse **5a** verschoben werden und/oder um seine Längsachse **5a** herum verdreht werden.

**[0035]** Dieses Verschieben und/oder Verdrehen der Phasenschieber-Verstelleinrichtung **5**, bei der es sich

in diesem Fall um den Verstellstab **6** handelt, erfolgt vorzugsweise durch einen elektrisch angetriebenen Motor **7**. Dieser Motor **7** kann dann vom Mobilfunkbetreiber des Mehrfachantennensystems **1** angesteuert werden.

**[0036]** Um die Entkopplung je nach Phasenbeziehung der ersten Strahlerelemente **2a** untereinander und der zweiten Strahlerelemente **2b** untereinander verbessern zu können, ist eine Entkopplungsanordnung **8** vorgesehen, die auf derselben Seite der Reflektoranordnung **3** angeordnet ist wie die Gruppe der zumindest zwei dipolartigen Strahler **2**. Die Entkopplungsanordnung **8** besteht aus oder umfasst ein dielektrisches Material und/oder ist elektrisch leitfähig. Im letzteren Fall kann sie beispielsweise aus einem Metall bestehen oder ein solches umfassen.

**[0037]** Weiterhin ist zumindest eine Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** vorgesehen, die mit der zumindest einen Entkopplungsanordnung **8** gekoppelt ist. Diese Kopplung kann beispielsweise mechanisch (z.B. durch Zahnräder) oder magnetisch erfolgen. Eine Bewegung der Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** führt (vorzugsweise immer) zu einer Bewegung der Entkopplungsanordnung **8**.

**[0038]** Die zumindest eine Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** ist wiederum mechanisch mit der Phasenschieber-Verstelleinrichtung **5** gekoppelt, so dass bei einer Verstellbewegung der Phasenschieber-Verstelleinrichtung **5** die zumindest eine Entkopplungsanordnung **8** entweder:

- a) in ihrer Länge, Breite und/oder Form veränderbar ist; oder
- b) in ihrer Position veränderbar ist, wobei die Veränderung der Position beschleunigt oder lediglich teilweise synchron zur gesamten Verstellbewegung der Phasenschieberverstelleinrichtung **5** erfolgt; oder
- c) in ihrer Position veränderbar ist, wobei die zumindest eine Entkopplungsanordnung **8** innerhalb von zumindest einem der zumindest zwei Strahler **2** angeordnet ist.

**[0039]** Die zumindest eine Entkopplungsanordnung **8** umfasst zumindest zwei Entkopplungsflächen **8a**, **8b**, wie diese beispielsweise in den **Fig. 6**, **Fig. 7A**, **Fig. 7B**, **Fig. 8A** und **Fig. 8B** gezeigt sind.

**[0040]** In **Fig. 6** ist dargestellt, dass die zwei Entkopplungsflächen **8a**, **8b** gegeneinander verschiebbar sind, wodurch sich die Länge, Breite und/oder Form der zumindest einen Entkopplungsanordnung **8** ändert. Die Entkopplungsflächen **8a**, **8b** sind dabei insbesondere meistens parallel zur Reflektoranordnung **3** angeordnet. Insbesondere sind sie auch meistens parallel zur Strahlerebene der zumindest zwei dipolartigen Strahler **2** angeordnet. Sie könnten auch

geneigt oder gar senkrecht angeordnet sein. Das Entkopplungsverhalten bezogen auf die Längen-/Breitenänderung der Entkopplungsanordnung **8** ist frequenzabhängig.

**[0041]** In den **Fig. 7A**, **Fig. 7B** und **Fig. 7C** ist dargestellt, dass die zumindest zwei Entkopplungsflächen **8a**, **8b** gegeneinander verdrehbar sind. Die Drehachse befindet sich vorzugsweise im Zentrum jeder der zumindest zwei Entkopplungsflächen **8a**, **8b** bzw. sie verläuft durch den Schwerpunkt von jeder der zumindest zwei Entkopplungsflächen **8a**, **8b**.

**[0042]** In **Fig. 6** vergrößert sich bei Verschieben der Entkopplungsflächen **8a**, **8b** die Länge der Entkopplungsanordnung **8**, wohingegen sich in den **Fig. 8A** und **Fig. 8B** die Breite vergrößert.

**[0043]** Die zumindest zwei Entkopplungsflächen **8a**, **8b** der zumindest einen Entkopplungsanordnung **8** überlappen sich in Draufsicht vor dem Verschieben und/oder Verdrehen der zumindest beiden Entkopplungsflächen **8a**, **8b** stärker als nach dem Verschieben und/oder Verdrehen.

**[0044]** Zwischen den zumindest zwei Entkopplungsflächen **8a**, **8b** ist vorzugsweise noch ein Dielektrikum **10** angeordnet. Bei dem Dielektrikum **10** handelt es sich vorzugsweise um eine Folie. Grundsätzlich könnten die Entkopplungsflächen **8a**, **8b** auch mit einer dielektrischen Schicht beschichtet sein, die das Dielektrikum bildet.

**[0045]** Es ist auch möglich, dass zwischen den zumindest zwei Entkopplungsflächen **8a**, **8b** ein freier Abstandsraum gebildet ist, wodurch diese voneinander getrennt sind. Grundsätzlich ist es auch möglich, dass die zumindest zwei Entkopplungsflächen **8a**, **8b** galvanisch miteinander verbunden sind.

**[0046]** Die zumindest zwei Entkopplungsflächen **8a**, **8b** können dabei selbst aus einem Dielektrikum oder einem leitenden Material bestehen.

**[0047]** Beide Entkopplungsflächen **8a**, **8b** sind vorzugsweise gleich groß. Sie könnten auch unterschiedlich groß sein. Die Entkopplungsflächen **8a**, **8b** haben in Draufsicht vorzugsweise die Form eines n-Ecks mit  $n \geq 3$ , 4, 5, usw. Sie könnten auch die Form eines Ovals, eines Kreises oder eines n-Polygons aufweisen oder einer solchen Form angenähert sein.

**[0048]** Beide Entkopplungsflächen **8a**, **8b** sind von der Reflektoranordnung **3** beabstandet. Vorzugsweise sind sie zwischen der Reflektoranordnung **3** und der Strahlerebene der zumindest zwei dipolartigen Strahler **2** angeordnet. Zumindest eine der Entkopplungsflächen **8a**, **8b** kann auch auf Höhe der Strahlerebene angeordnet sein.

**[0049]** In den **Fig. 6**, **Fig. 8A** und **Fig. 8B** ist gezeigt, dass sich die Entkopplungsanordnung **8** in Draufsicht bezüglich ihrer Länge und/oder Breite bei Verschieben der Entkopplungsflächen **8a**, **8b** um mehr als 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90% vergrößert. Eine Vergrößerung um mehr als 100% ist ebenfalls möglich, insbesondere wenn mehr als zwei Entkopplungsflächen **8a**, **8b** eingesetzt werden.

**[0050]** In den **Fig. 7A**, **Fig. 7B** und **Fig. 7C** ist gezeigt, dass sich die erste und die zweite Entkopplungsfläche **8a**, **8b** um mehr als 5°, 15°, 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75°, 85°, 90°, 95°, 105°, 115°, 125°, 135°, 145°, 155°, 165°, 175°, 180° oder mehr als 180° gegeneinander verdrehen lassen.

**[0051]** Vorzugsweise wird lediglich eine der zumindest zwei Entkopplungsflächen **8a**, **8b** verschoben bzw. verdreht, wohingegen die andere Entkopplungsfläche **8b**, **8a** dauerhaft stationär angeordnet ist. In **Fig. 7C** ist beispielsweise die Entkopplungsfläche **8b** dauerhaft stationär angeordnet, wohingegen die Entkopplungsfläche **8a** drehbar angeordnet ist. Grundsätzlich wäre es allerdings auch möglich, dass mehrere oder alle der Entkopplungsflächen **8a**, **8b** beweglich angeordnet sind und somit verschoben und/oder verdreht werden können.

**[0052]** Nicht gezeigt ist, dass das Mehrfachantennensystem **1** auch eine Federeinrichtung umfasst. Diese kann derart an der Entkopplungsanordnung **8** angeordnet sein, dass die Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** eine Federkraft der Federkrafteinrichtung überwinden muss, um die Länge, Breite und/oder Form oder die Position der Entkopplungsanordnung **8** zu verändern. Ohne eine solche Krafterwirkung durch die Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** bewirkt die Federeinrichtung, dass die zumindest zwei Entkopplungsflächen **8a**, **8b** wieder in eine Ausgangsposition zurück verschoben und/oder gedreht werden.

**[0053]** Bevorzugt ist die zumindest eine Entkopplungsanordnung **8** durch die Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** lediglich entlang einer bestimmten Bewegungsstrecke oder über einen bestimmten Drehwinkelbereich des zumindest einen Verstellstabs **6** der Phasenschieber-Verstelleinrichtung **5** synchron zu diesem bewegbar, wodurch sich seine Position bzw. seine Form und/oder Größe nur in diesem Bereich bzw. nur in dieser Strecke ändert. Im Hinblick auf **Fig. 2** ist zu erkennen, dass der Verstellstab **6** nicht über seinen gesamten Bewegungsbereich in Kontakt mit der Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** steht. Dieser Sachverhalt wird allerdings im Folgenden genauer erläutert.

**[0054]** In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt ein Verdrehen bzw. ein Verschieben der Entkopplungsflächen **8a**, **8b** immer sobald eine Ver-

stellbewegung des Verstellstabs **6** vorliegt. Hierzu umfasst die Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** ein Verschiebeelement **11**, welches ein erstes und ein zweites Ende **11a**, **11b** aufweist. Das erste Ende **11a** dieses Verschiebeelements **11** ist mit der ersten Entkopplungsfläche **8a** verbunden, wohingegen die zweite Entkopplungsfläche **8b** unbeweglich angeordnet ist. Das zweite Ende **11b** des Verschiebeelements **11** ist dagegen mit dem Verstellstab **6** verbunden, so dass bei jeder Verstellbewegung des Verstellstabs **6** die zumindest zwei Entkopplungsflächen **8a**, **8b** gegeneinander verschoben oder verdreht werden. Das Verschiebeelement **11** und der Verstellstab **6** können beispielsweise aus einem gemeinsamen Werkstück bestehen oder das Verschiebeelement **11** kann mit dem Verstellstab **6** verschraubt, verbunden oder verschweißt bzw. verlötet werden. In diesem Fall liegt eine synchrone Bewegung zwischen einem Teil der Entkopplungs-Verstelleinrichtung **8** (also zwischen der ersten Entkopplungsfläche **8a**) und einer Verstellbewegung des Verstellstabs **6** vor. Ein solcher Aufbau ist in den **Fig. 3A** und **Fig. 3B** gezeigt. Die Reflektoranordnung **3** umfasst eine entsprechende Führungsausnehmung.

**[0055]** In den **Fig. 4A** und **Fig. 4B** ist ein anderes Ausführungsbeispiel der Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** gezeigt. In diesem Fall findet eine Verstellbewegung der Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** nur über einen bestimmten Verschiebeweg (Pfeilrichtung) des Verstellstabs **6** statt. Die Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** umfasst ebenfalls ein Verschiebeelement **11**, welches ein erstes und ein zweites Ende **11a**, **11b** aufweist. Das erste Ende **11a** ist mit der ersten Entkopplungsfläche **8a** verbunden, wobei die zweite Entkopplungsfläche **8b** unbeweglich angeordnet ist. Es wäre auch möglich, dass das erste Ende **11a** des Verschiebeelements **11** direkt mit der insgesamt beweglichen Entkopplungsanordnung **8** verbunden ist. Der Verstellstab **6** umfasst ein erstes Mitnehmerelement **6a**, welches an dem Verstellstab **6** angeordnet ist und von diesem nach außen hin absteht. Das erste Mitnehmerelement **6a** ist an dem Verstellstab **6** an einer solchen Position angeordnet, dass dieses erst in den letzten 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10% oder in den letzten 5% des Verschiebewegs, also der Verstellbewegung entlang einer ersten Verschieberichtung des Verstellstabs **6** in Eingriff mit dem Verschiebeelement **11** gelangt, wodurch erst in diesem Bereich des Verschiebewegs die zwei Entkopplungsflächen **8a**, **8b** gegeneinander verschoben oder verdreht werden oder wobei erst in diesem Bereich des Verschiebewegs die Entkopplungsanordnung **8** als Ganzes synchron zum Verstellstab **6** bewegbar ist. Dies bedeutet, dass in dem anderen Bereich des Verschiebewegs die Entkopplungsanordnung **8** weder im Teil noch als Ganzes bewegt wird und insgesamt die Entkopplungsanordnung **8** asynchron zur gesamten Verstellbewegung des Verstellstabs **6** bewegbar ist.

**[0056]** Dieser Aufbau hat den Vorteil, dass lediglich kurz vor Erreichen des maximalen oder minimalen Down-Tilt-Winkels noch eine zusätzliche Entkopplung stattfindet, wobei in diesem Bereich dann die Polarisierungsebenen besonders gut voneinander entkoppelt sind.

**[0057]** In **Fig. 4A** steht das erste Mitnehmerelement **6a** noch nicht in Eingriff mit dem Verschiebeelement **11**. Erst wenn sich der Verstellstab **6** in diesem Ausführungsbeispiel weiter nach rechts (Pfeilrichtung) bewegt, gelangt das erste Mitnehmerelement **6a** in Eingriff mit dem ersten Verschiebeelement **11**, wodurch eine Verschiebebewegung eingeleitet wird. Das Ende der Verschiebebewegung ist dann in **Fig. 4B** dargestellt. Das erste Mitnehmerelement **6a** steht dabei in Kontakt zu dem Verschiebeelement **11**. Die erste Entkopplungsfläche **8a** ist näher an dem zumindest einen dipolartigen Strahler **2** herangerückt als vor Einleiten der Verschiebebewegung.

**[0058]** In den **Fig. 4A** und **Fig. 4B** ist außerdem noch ein zweites Mitnehmerelement **6b** dargestellt, welches an dem Verstellstab **6** angeordnet ist und von diesem absteht. Das zweite Mitnehmerelement **6b** ist entlang der Längsachse **5a** des Verstellstabs **6** beabstandet von dem ersten Mitnehmerelement **6a** angeordnet. Das zweite Mitnehmerelement **6b** ist an dem Verstellstab **6** in einer solchen Position angeordnet, dass dieses lediglich entlang einer zweiten Verschieberichtung des Verstellstabs **6**, die entgegengesetzt zur ersten Verschieberichtung verläuft, in Eingriff mit dem Verschiebeelement **11** gelangt. Dadurch werden dann die zumindest zwei Entkopplungsflächen **8a, 8b** gegeneinander verschoben oder verdreht, also zurück verschoben bzw. zurück verdreht. Alternativ dazu kann auch die gesamte Entkopplungsanordnung **8** lediglich in diesem Bereich des Verschiebewegs des Verstellstabs **6** synchron zum Verstellstab **6** bewegt werden. Dies bedeutet, dass das zweite Mitnehmerelement **6b** nicht entlang der gesamten zweiten Verschiebeeinrichtung in Eingriff mit dem Verschiebeelement **11** gelangt, sondern lediglich entlang eines bestimmten Teils, vorzugsweise entlang der letzten 50%, 40%, 30%, 20%, 10% oder 5% des Verschiebewegs entlang der zweiten Verschieberichtung.

**[0059]** Bezug nehmend auf **Fig. 2** ist dagegen dargestellt, dass die Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** eine Zahnradanordnung umfasst, die ein oder mehrere Zahnräder aufweisen kann. Der Verstellstab **6** umfasst dabei weiterhin Zähne **13**, die entlang der Längsachse **5a** des Verstellstabs **6** versetzt zueinander angeordnet sind. Es wäre auch möglich, dass der Verstellstab **6** mehrere Schraubengänge umfasst, die sich entlang der Längsachse **5a** des Verstellstabs **6** erstrecken. Die Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** kann über ihre Zahnradanordnung dauerhaft in Eingriff mit dem Verstellstab **6** und mit der ers-

ten Entkopplungsfläche **8a** stehen, wobei die zweite Entkopplungsfläche **8b** unbeweglich angeordnet ist. Durch ein Verschieben oder Verdrehen des Verstellstabs **6** werden die zwei Entkopplungsflächen **8a, 8b** gegeneinander verschoben und/oder verdreht. Dabei könnte auch jede Verstellbewegung (Verschieben oder Verdrehen) des Verstellstabs **6** zu einem Verschieben bzw. Verdrehen der zwei Entkopplungsflächen **8a, 8b** zueinander führen. Dieser Sachverhalt ist allerdings in **Fig. 2** nicht dargestellt.

**[0060]** In **Fig. 2** ist dagegen dargestellt, dass die Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** mit ihrer Zahnradanordnung lediglich in den ersten oder letzten 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10% oder 5% des Verschiebewegs des Verstellstabs **6** entlang einer ersten Verschieberichtung des Verstellstabs **6** in Eingriff mit den Zähnen **13** gelangt, wodurch erst in diesem Bereich des Verschiebewegs die zwei Entkopplungsflächen **8a, 8b** gegeneinander verschiebbar oder verdrehbar sind oder die gesamte Entkopplungsanordnung **8** (wie in **Fig. 2** dargestellt) in diesem Bereich des Verschiebewegs des Verstellstabs **6** synchron zum Verstellstab **6** bewegbar ist. Über die gesamte Verstellbewegung des Verstellstabs **6** betrachtet bewegen sich die zwei Entkopplungsflächen **8a, 8b** nicht-linear oder asynchron gegenüber dem Verschiebeweg des Verstellstabs **6** bzw. die gesamte Entkopplungsanordnung **8** bewegt sich nicht-linear oder asynchron gegenüber dem Verschiebeweg des Verstellstabs **6**. Anders ausgedrückt ist zumindest eine Entkopplungsfläche **8a, 8b** oder die gesamte Entkopplungsanordnung **8** nur teilweise entlang des Verschiebewegs des Verstellstabs **6** mit diesem gekoppelt.

**[0061]** In dem Ausführungsbeispiel aus **Fig. 2** sind an der Entkopplungsanordnung **8** ebenfalls Zähne **14** vorgesehen, die in Kontakt mit der Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** und innerhalb dieser mit der Zahnradanordnung stehen. Die Entkopplungsanordnung **8** steht dabei vorzugsweise über ihren gesamten Bewegungsbereich in Kontakt mit der Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9**.

**[0062]** Es wäre auch möglich, dass die Zahnradanordnung der Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** zumindest ein exzentrisches Zahnrad umfasst, welches in Eingriff (mittelbar oder unmittelbar) mit dem Verstellstab **6** steht, wodurch die zumindest zwei Entkopplungsflächen **8a, 8b** beschleunigt gegeneinander verschiebbar oder verdrehbar sind oder wodurch die gesamte Entkopplungsanordnung **8** beschleunigt in ihre Position verstellbar ist.

**[0063]** Nachfolgend wird noch erläutert, wie ein Aufbau des Mehrfachantennensystems **1** aussehen kann, bei welchem die Entkopplungsanordnung **8** innerhalb von zumindest einem der zwei Strahler **2** an-

geordnet ist. Es wird hier auf die **Fig. 5A**, **Fig. 5B**, **Fig. 9** und **Fig. 10A** verwiesen.

**[0064]** Zumindest eine der zumindest zwei dipolartigen Strahler **2** umfasst eine Symmetrier- und/oder Trägeranordnung **15**. Diese ist mit ihrem ersten Ende **15a** an der Reflektoranordnung **3** angeordnet. Ein zweites Ende **15b** der Symmetrier- und/oder Trägeranordnung **15**, welches dem ersten Ende **15a** gegenüberliegt, ist weiter von der Reflektoranordnung **3** beabstandet. Strahlerflächen **17** der Strahlerelemente **2a**, **2b** sind an dem zweiten Ende **15b** der Symmetrier- und/oder Trägeranordnung **15** angeordnet. Die Symmetrier- und/oder Trägeranordnung **15** umgibt einen Aufnahmebereich **16**, der sich vom ersten Ende **15a** bis zum zweiten Ende **15b** erstreckt. Die Entkopplungsanordnung **8** ist in dem Aufnahmebereich **16** angeordnet. Die Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** steht mit der Entkopplungsanordnung **8** und dem zumindest einen Verstellstab **6** in Kontakt, so dass bei Verschieben oder Verdrehen des Verstellstabs **6** die zumindest eine Entkopplungsanordnung **8** in ihrem Abstand zur Reflektoranordnung **3** innerhalb der Symmetrier- und/oder Trägeranordnung **15** veränderbar ist.

**[0065]** In **Fig. 5A** ist die Entkopplungsanordnung **8** näher zur Reflektoranordnung **3** angeordnet als in **Fig. 5B**. Der Verstellstab **6** hat sich in **Fig. 5B** weiter nach rechts bewegt (in Pfeilrichtung) als er noch in **Fig. 5A** angeordnet war.

**[0066]** Die Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** umfasst ein Verschiebeelement **11**, welches ein erstes Ende **11a** und ein zweites Ende **11b** umfasst. Das erste Ende des Verschiebeelements ist dabei gelenkig an der Entkopplungsanordnung **8** angeordnet und unterhalb der Entkopplungsanordnung **8** an dieser angeordnet bzw. befestigt. Das zweite Ende **11b** des Verschiebeelements **11** ist dann wiederum gelenkig an dem Verstellstab **6** angeordnet. Über die Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** kann daher eine Linearbewegung des Verstellstabs **6** entlang seiner Längsachse **5a** in eine Hubbewegung der Entkopplungsanordnung **8** innerhalb der Symmetrier- und/oder Trägeranordnung **15** umgesetzt werden.

**[0067]** Grundsätzlich wäre es auch möglich, dass noch eine Führungsanordnung vorgesehen ist, wobei die Entkopplungsanordnung durch die Führungsanordnung lediglich entlang einer Geraden geführt ist. Diese Gerade verläuft senkrecht zur Reflektoranordnung **3**.

**[0068]** Die Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** ist vorzugsweise überwiegend auf einer zweiten Seite der Reflektoranordnung **3** angeordnet, die frei von den dipolartigen Strahlern **2** ist.

**[0069]** Auch bei den **Fig. 5A** und **Fig. 5B** gilt, dass das Verschiebeelement **11**, welches mit seinem ersten Ende **11a** unterhalb der Entkopplungsanordnung **8** angeordnet ist, erst in den letzten 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10% oder 5% des Verschiebewegs des Verstellstabs **6** entlang einer ersten Verschieberichtung des Verstellstabs **6** in Eingriff mit der Entkopplungsanordnung **8** gelangt, wodurch erst in diesem Bereich des Verschiebewegs die Entkopplungsanordnung **8** in Richtung der Strahlerebene gedrückt wird.

**[0070]** Die **Fig. 9** und **Fig. 10A** zeigen verschiedene Anordnungen und Aufbauten der dipolartigen Strahler **2**. Dargestellt ist bei beiden Typen die Symmetrier- und/oder Trägeranordnung **15** und der Aufnahmebereich **16**. In diesem Aufnahmebereich **16** ist die Entkopplungsanordnung **8** in unterschiedlichen Positionen dargestellt.

**[0071]** In **Fig. 10B** ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Strahlers **2** dargestellt. Er umfasst wie in **Fig. 10A** eine Symmetrier- und/oder Trägeranordnung **15**. Die Symmetrier- und/oder Trägeranordnung **15** ist mit ihrem ersten Ende **15a** an der Reflektoranordnung **3** angeordnet. Ein zweites Ende **15b** der Symmetrier- und/oder Trägeranordnung **15**, welches dem ersten Ende **15a** gegenüberliegt, ist weiter von der Reflektoranordnung **3** beabstandet als das erste Ende **15a**. Strahlerflächen **17** der Strahlerelemente **2a**, **2b** sind an dem zweiten Ende **15b** der Symmetrier- und/oder Trägeranordnung **15** angeordnet. Die Symmetrier- und/oder Trägeranordnung **15** umgibt den Aufnahmebereich **16**, der sich vom ersten Ende **15a** bis zum zweiten Ende **15b** erstreckt. Die Symmetrier- und/oder Trägeranordnung **15** umfasst zumindest einen Symmetrierschlitz **18**, der sich vom zweiten Ende **15b** über eine Teillänge oder über die gesamte Länge der Symmetrier- und/oder Trägeranordnung **15** in Richtung des ersten Endes **15a** erstreckt, wodurch der Aufnahmebereich **16** von außerhalb des Strahlers **2** aus zugänglich ist. Die Entkopplungs-Verstelleinrichtung **9** steht mit der Entkopplungsanordnung **8** und dem zumindest einen Verstellstab **6** derart in Kontakt, sodass bei Verschieben oder Verdrehen des Verstellstabs **6** die zumindest eine Entkopplungsanordnung **8** von außerhalb des Strahlers **2** über den zumindest einen Symmetrierschlitz **18** in den Aufnahmebereich **16** einschiebbar ist. Dies gelingt über den bereits beschriebenen Aufbau (Zahnradanordnung in **Fig. 2**; Mitnehmerelemente **6a**, **6b** in **Fig. 3A** bis **Fig. 4B**). Die Entkopplungsanordnung **8** wird in diesem Fall vorzugsweise in einer Ebene bewegt, die in etwa parallel (<30°, <20°, <15°, <10°, <5°, <2° oder <1° geneigt) zur Reflektoranordnung **3** verläuft. Es kann natürlich auch mehrere Entkopplungsanordnungen **8** geben, die durch unterschiedliche Symmetrierschlitze **18** in den Aufnahmebereich **16** eingeschoben werden.

**[0072]** Der Strahler **2** gemäß **Fig. 10A** und **Fig. 10B** kann grundsätzlich so gestaltet sein wie dies aus der Vorveröffentlichung WO 03/065505 A1 bekannt ist, auf die in vollem Umfang Bezug genommen und die zum Inhalt der der vorliegenden Anmeldung gemacht wird.

**[0073]** Die **Fig. 11A** und **Fig. 11B** zeigen nochmals deutlich die Wirkung der Entkopplungsanordnung **8**. In **Fig. 11A** ist die Entkopplung beider Polarisationen für den Min-Tilt-Winkel dargestellt. Gestrichelt dargestellt ist die Entkopplung ohne den Einsatz der erfindungsgemäßen Entkopplungsanordnung **8**. Mit durchgezogenen Linien wird die Entkopplung unter Verwendung der erfindungsgemäßen Entkopplungsanordnung **8** erläutert. Je niedriger der Wert ist, desto besser ist die Entkopplung. Aus **Fig. 11A** ergibt sich dabei unmittelbar, dass sich die Entkopplung durch Einsatz der Entkopplungsanordnung **8** verbessert.

**[0074]** In **Fig. 11B** ist dagegen die Entkopplung für die beiden Polarisierungen bei einem Max-Tilt-Winkel dargestellt, wobei auch hier die gestrichelte Linie die Entkopplung zeigt, wenn keine erfindungsgemäße Entkopplungsanordnung **8** verwendet wird, wohingegen die durchgezogene Linie die Entkopplung beschreibt, wenn die erfindungsgemäße Entkopplungsanordnung **8** eingesetzt wird. Hier ist eindeutig zu sehen, dass über den gesamten Frequenzbereich eine verbesserte Entkopplung erreicht wird, wenn die erfindungsgemäße Entkopplungsanordnung **8** eingesetzt wird.

**[0075]** Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Im Rahmen der Erfindung sind alle beschriebenen und/oder gezeichneten Merkmale beliebig miteinander kombinierbar.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- CN 103219590 A [0003, 0004]
- WO 03/065505 A1 [0072]

## Patentansprüche

1. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk, mit den folgenden Merkmalen:

- es sind zumindest eine Gruppe von zumindest zwei dualpolarisierten dipolartigen Strahlern (2) vorgesehen, wobei jeder dipolartige Strahler (2) erste und zweite Strahlerelemente (2a, 2b) umfasst,
- die ersten Strahlerelemente (2a) sind dazu ausgebildet in einer ersten Polarisationssebene zu senden und/oder zu empfangen und die zweiten Strahlerelemente (2b) sind dazu ausgebildet in einer zweiten Polarisationssebene zu senden und/oder zu empfangen, wobei beide Polarisationssebenen senkrecht zueinander ausgerichtet sind;
- es ist eine Reflektoranordnung (3) vorgesehen und die zumindest eine Gruppe von zumindest zwei dipolartigen Strahlern (2) ist auf derselben Seite der Reflektoranordnung (3) angeordnet;
- es ist eine Phasenschieberanordnung (4) vorgesehen, die mit den ersten und mit den zweiten Strahlerelementen (2a, 2b) verbunden ist und die Phasenschieberanordnung (4) ist dazu ausgebildet:
  - a) die Phasenbeziehungen zwischen den zumindest zwei ersten Strahlerelementen (2a) untereinander einzustellen; und
  - b) die Phasenbeziehungen zwischen den zumindest zwei zweiten Strahlerelementen (2b) untereinander einzustellen
- es ist zumindest eine Phasenschieber-Verstelleinrichtung (5) vorgesehen, die mit der Phasenschieberanordnung (4) mechanisch in Kontakt steht und dazu ausgebildet ist, die Phasenschieberanordnung (4) einzustellen;
- es ist zumindest eine Entkopplungsanordnung (8) vorgesehen, die auf derselben Seite der Reflektoranordnung (3) angeordnet ist wie die Gruppe von zumindest zwei dipolartigen Strahlern (2); **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:
  - es ist zumindest eine Entkopplungs-Verstelleinrichtung (9) vorgesehen, die mit der zumindest einen Entkopplungsanordnung (8) gekoppelt ist;
  - die zumindest eine Entkopplungs-Verstelleinrichtung (9) ist mechanisch mit der Phasenschieber-Verstelleinrichtung (5) gekoppelt, so dass bei einer Verstellbewegung der Phasenschieber-Verstelleinrichtung (5) die zumindest eine Entkopplungsanordnung (8):
    - a) in ihrer Länge, Breite und/oder Form veränderbar ist; oder
    - b) in ihrer Position veränderbar ist, wobei die Veränderung der Position beschleunigt oder lediglich teilweise synchron zur Verstellbewegung der Phasenschieber-Verstelleinrichtung (5) erfolgt; oder
    - c) in ihrer Position veränderbar ist, wobei die zumindest eine Entkopplungsanordnung (8) innerhalb von zumindest einem der zumindest zwei Strahler (2) angeordnet ist.

2. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** das folgende Merkmal:

- die Phasenschieber-Verstelleinrichtung (5) besteht oder umfasst einen Verstellstab (6), der zur Erzeugung der Verstellbewegung entlang seiner Längsachse (5a) verschiebbar und/oder um seine Längsachse (5a) verdrehbar ist.

3. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach Anspruch 2, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- die zumindest eine Entkopplungsanordnung (8):
  - a) umfasst zumindest zwei Entkopplungsflächen (8a, 8b), die gegeneinander verschiebbar oder verdrehbar sind, wodurch sich die Länge, Breite und/oder Form der zumindest einen Entkopplungsanordnung (8) ändert; oder
  - b) ist durch die Entkopplungs-Verstelleinrichtung (9) lediglich entlang einer bestimmten Bewegungsstrecke oder über einen bestimmten Drehwinkelbereich des zumindest einen Verstellstabs (6) der Phasenschieber-Verstelleinrichtung (5) synchron zu diesem bewegbar, wodurch sich die Position der Entkopplungsanordnung (8) ändert; oder
  - c) ist bezüglich ihres Abstands zur Reflektoranordnung (3) innerhalb des zumindest einen der zumindest zwei Strahler (2) verstellbar, wodurch sich die Position der Entkopplungsanordnung (8) ändert.

4. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach Anspruch 3, **gekennzeichnet durch** das folgende Merkmal:

- die zumindest zwei Entkopplungsflächen (8a, 8b) der zumindest einen Entkopplungsanordnung (8) überlappen sich in Draufsicht vor dem Verschieben und/oder Verdrehen der zumindest zwei Entkopplungsflächen (8a, 8b) stärker als nach dem Verschieben und/oder Verdrehen.

5. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach Anspruch 3 oder 4, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- die zumindest zwei Entkopplungsflächen (8a, 8b) sind galvanisch miteinander verbunden; oder
- zwischen den zumindest zwei Entkopplungsflächen (8a, 8b) ist ein Dielektrikum (10) angeordnet; oder
- zwischen den zumindest zwei Entkopplungsflächen (8a, 8b) ist freier ein Abstandsraum gebildet.

6. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- das Dielektrikum (10) umfasst eine Folie; oder
- zumindest eine der Entkopplungsflächen (8a, 8b) ist mit einer dielektrischen Schicht beschichtet, die das Dielektrikum (10) bildet.

7. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- beide Entkopplungsflächen (8a, 8b) sind gleich groß oder unterschiedlich groß; und/oder
- die Entkopplungsflächen (8a, 8b) haben in Draufsicht die Form eines:
  - a) n-Ecks mit  $n \geq 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$  oder 10; oder
  - b) Ovals; oder
  - c) Kreises; oder
  - d) n-Polygons; oder sind einer solchen Form angenähert.

8. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **gekennzeichnet durch** das folgende Merkmal:

- beide Entkopplungsflächen (8a, 8b) verlaufen in etwa parallel zur Reflektoranzordnung (3) und/oder zur Strahlerebene von einem oder mehreren der zumindest zwei Strahlern (2).

9. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- die Entkopplungs-Verstelleinrichtung (9) umfasst ein Verschiebeelement (11);
- das Verschiebeelement (11) umfasst ein erstes Ende (11a) und ein zweites Ende (11b);
- das erste Ende (11a) des Verschiebeelements (11) ist mit der ersten Entkopplungsfläche (8a) verbunden;
- die zweite Entkopplungsfläche (8b) ist unbeweglich angeordnet;
- das zweite Ende (11b) des Verschiebeelements (11) ist mit dem Verstellstab (6) verbunden, sodass bei einer Verstellbewegung des Verstellstabs (6) die zumindest zwei Entkopplungsflächen (8a, 8b) gegeneinander verschoben oder verdreht werden.

10. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- die Entkopplungs-Verstelleinrichtung (9) umfasst ein Verschiebeelement (11);
- das Verschiebeelement (11) umfasst ein erstes Ende (11a) und ein zweites Ende (11b);
- das erste Ende (11a) des Verschiebeelements (11) ist mit:
  - a) der ersten Entkopplungsfläche (8a) verbunden, wobei die zweite Entkopplungsfläche (8b) unbeweglich angeordnet ist; oder
  - b) der Entkopplungsanordnung (8) verbunden;
- der Verstellstab (6) umfasst ein erstes Mitnehmerelement (6a), welches an dem Verstellstab (6) angeordnet ist und von diesem absteht;
- das erste Mitnehmerelement (6a) ist an dem Verstellstab (6) an einer solchen Position angeordnet, so dass dieses erst in den letzten 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10% oder 5% des Verschiebewegs, also der Verstellbewegung entlang einer ersten Verschieberichtung des Verstellstabs (6) in Eingriff mit dem

Verschiebeelement (11) gelangt, wodurch erst in diesem Bereich des Verschiebewegs die

- a) zwei Entkopplungsflächen (8a, 8b) gegeneinander verschoben oder verdreht werden; oder
- b) Entkopplungsanordnung (8) lediglich in diesem Bereich des Verschiebewegs des Verstellstabs (6) synchron zum Verstellstab (6) bewegbar ist.

11. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach Anspruch 10, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- der Verstellstab (6) umfasst ein zweites Mitnehmerelement (6b), welches an dem Verstellstab (6) angeordnet ist und von diesem absteht;
- das zweite Mitnehmerelement (6) ist entlang der Längsachse (5a) des Verstellstabs (6) beabstandet von dem ersten Mitnehmerelement (6a) angeordnet;
- das zweite Mitnehmerelement (6b) ist an dem Verstellstab (6) an einer solchen Position angeordnet, so dass dieses lediglich entlang einer zweiten Verschieberichtung des Verstellstabs (6), die entgegengesetzt zur ersten Verschieberichtung verläuft, in Eingriff mit dem Verschiebeelement (11) gelangt, wodurch die:
  - a) zwei Entkopplungsflächen (8a, 8b) gegeneinander verschoben oder verdreht werden; oder
  - b) Entkopplungsanordnung (8) lediglich in diesem Bereich des Verschiebewegs des Verstellstabs (6) synchron zum Verstellstab (6) bewegbar ist.

12. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- die Entkopplungs-Verstelleinrichtung (9) umfasst eine Zahnradanordnung;
- der Verstellstab (6) umfasst:
  - 1) Zähne (13), die entlang der Längsachse (5a) des Verstellstabs (6) versetzt zueinander angeordnet sind; oder
  - 2) mehrere Schraubengänge, die sich entlang der Längsachse (5a) des Verstellstabs (6) erstrecken;
- die Zahnradanordnung steht dauerhaft in Eingriff mit dem Verstellstab (6) und mit der ersten Entkopplungsfläche (8a), wobei die zweite Entkopplungsfläche (8b) unbeweglich angeordnet ist, wobei durch Verschieben oder Verdrehen des Verstellstabs (6) die zwei Entkopplungsflächen (8a, 8b) gegeneinander verschiebbar oder verdrehbar sind.

13. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- die Entkopplungs-Verstelleinrichtung (9) umfasst eine Zahnradanordnung;
- der Verstellstab (6) umfasst Zähne (13), die entlang der Längsachse (5a) des Verstellstabs (6) versetzt zueinander angeordnet sind;
- die Zahnradanordnung gelangt lediglich in den ersten oder letzten 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10% oder 5% des Verschiebewegs des Verstellstabs (6) entlang einer ersten Verschieberichtung des Ver-

stellstabs (6) in Eingriff mit dem den Zähnen (13), wodurch erst in diesem Bereich des Verschiebewegs die:

- i) zwei Entkopplungsflächen (8a, 8b) gegeneinander verschiebbar oder verdrehbar sind; oder
- ii) Entkopplungsanordnung (8) lediglich in diesem Bereich des Verschiebewegs des Verstellstabs (6) synchron zum Verstellstab (6) bewegbar ist.

14. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- die Entkopplungs-Verstelleinrichtung (9) umfasst eine Zahnradanordnung;
- der Verstellstab (6) umfasst:
  - 1) Zähne (13), die entlang der Längsachse (5a) des Verstellstabs (6) versetzt zueinander angeordnet sind; oder
  - 2) mehrere Schraubengänge, die sich entlang der Längsachse (5a) des Verstellstabs (6) erstrecken;
- die Zahnradanordnung umfasst zumindest ein exzentrisches Zahnrad, das zumindest mittelbar in Eingriff mit dem Verstellstab (6) steht, wodurch die:
  - i) zwei Entkopplungsflächen (8a, 8b) beschleunigt gegeneinander verschiebbar oder verdrehbar sind; oder
  - ii) Entkopplungsanordnung (8) beschleunigt in ihrer Position verstellbar ist.

15. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach einem der Ansprüche 3 bis 14, **gekennzeichnet durch** das folgende Merkmal:

- die erste und zweite Entkopplungsfläche (8a, 8b) sind um mehr als 5°, 15°, 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75°, 85°, 90°, 95°, 105°, 115°, 125°, 135°, 145°, 155°, 165°, 175°, 180° oder um mehr als 185° gegeneinander verdrehbar.

16. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach einem der vorherigen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** das folgende Merkmal:

- die Entkopplungsanordnung (8) wird in Draufsicht bzgl. ihrer Länge und/oder Breite um mehr als 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95% oder um mehr als 100% vergrößert.

17. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach Anspruch 2, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- zumindest einer der zumindest zwei dipolartigen Strahler (2) umfasst eine Symmetrier- und/oder Trägeranordnung (15);
- die Symmetrier- und/oder Trägeranordnung (15) ist mit ihrem ersten Ende (15a) an der Reflektoranordnung (3) angeordnet;
- ein zweites Ende (15b) der Symmetrier- und/oder Trägeranordnung (15), welches dem ersten Ende (15a) gegenüberliegt ist weiter von der Reflektoranordnung (3) beabstandet;

- Strahlerflächen (17) der Strahlerelemente (2a, 2b) sind an dem zweiten Ende (15b) der Symmetrier- und/oder Trägeranordnung (15) angeordnet;
- die Symmetrier- und/oder Trägeranordnung (15) umgrenzt einen Aufnahmeraum (16), der sich vom ersten Ende (15a) bis zum zweiten Ende (15b) erstreckt;
- die Entkopplungsanordnung (8) ist teilweise oder überwiegend oder vollständig in dem Aufnahmeraum (16) angeordnet;
- die Entkopplungs-Verstelleinrichtung (9) steht mit der Entkopplungsanordnung (8) und dem zumindest einen Verstellstab (6) in Kontakt, sodass bei Verschieben oder Verdrehen des Verstellstabs (6) die zumindest eine Entkopplungsanordnung (8) in ihrem Abstand zur Reflektoranordnung (3) veränderbar ist.

18. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach Anspruch 17, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- die Entkopplungs-Verstelleinrichtung (9) umfasst ein Verschiebeelement (11);
- das Verschiebeelement (11) umfasst ein erstes Ende (11a) und ein zweites Ende (11b);
- das erste Ende (11a) des Verschiebeelement (11) ist
  - a) gelenkig an der Entkopplungsanordnung (8) angeordnet; oder
  - b) unterhalb der Entkopplungsanordnung (8) an dieser angeordnet;
- das zweite Ende (11b) des Verschiebeelement (11) ist gelenkig an dem Verstellstab (6) angeordnet.

19. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach Anspruch 18, **gekennzeichnet durch** das folgende Merkmal:

- das Verschiebeelement (11), welches mit seinem ersten Ende (11a) unterhalb der Entkopplungsanordnung (8) angeordnet ist, gelangt erst in den letzten 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10% oder 5% des Verschiebewegs entlang einer ersten Verschieberichtung des Verstellstabs (6) in Eingriff mit der Entkopplungsanordnung (8), wodurch erst in diesem Bereich des Verschiebewegs das erste Ende (11a) des Verschiebeelements (11) die Entkopplungsanordnung (8) von unten in Richtung der Strahlerebene drückt.

20. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach Anspruch 18 oder 19, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- es ist eine Führungsanordnung vorgesehen;
- die Entkopplungsanordnung (8) ist durch die Führungsanordnung lediglich entlang einer Geraden geführt.

21. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach Anspruch 2, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- zumindest einer der zumindest zwei dipolartigen Strahler (2) umfasst eine Symmetrier- und/oder Trägeranordnung (15);
- die Symmetrier- und/oder Trägeranordnung (15) ist mit ihrem ersten Ende (15a) an der Reflektoranordnung (3) angeordnet;
- ein zweites Ende (15b) der Symmetrier- und/oder Trägeranordnung (15), welches dem ersten Ende (15a) gegenüberliegt ist weiter von der Reflektoranordnung (3) beabstandet;
- Strahlerflächen (17) der Strahlerelemente (2a, 2b) sind an dem zweiten Ende (15b) der Symmetrier- und/oder Trägeranordnung (15) angeordnet;
- die Symmetrier- und/oder Trägeranordnung (15) umgrenzt einen Aufnahmeraum (16), der sich vom ersten Ende (15a) bis zum zweiten Ende (15b) erstreckt;
- die Symmetrier- und/oder Trägeranordnung (15) umfasst zumindest einen Symmetrierschlitz (18), der sich vom zweiten Ende (15b) über eine Teillänge oder über die gesamte Länge der Symmetrier- und/oder Trägeranordnung (15) in Richtung des ersten Endes (15a) erstreckt, wodurch der Aufnahmeraum (16) von außerhalb des Strahlers (2) aus zugänglich ist;
- die Entkopplungs-Verstelleinrichtung (9) steht mit der Entkopplungsanordnung (8) und dem zumindest einen Verstellstab (6) derart in Kontakt, sodass bei Verschieben oder Verdrehen des Verstellstabs (6) die zumindest eine Entkopplungsanordnung (8) von außerhalb des Strahlers (2) über den zumindest einen Symmetrierschlitz (18) in den Aufnahmeraum (16) einschiebbar ist.

22. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach einem der vorherigen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** das folgende Merkmal:

- die Entkopplungs-Verstelleinrichtung (9) ist überwiegend auf einer zweiten Seite der Reflektoranordnung (3) angeordnet, wobei die zweite Seite frei von Strahlern ist.

23. Mehrfachantennensystem (1) für Mobilfunk nach einem der vorherigen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** das folgende Merkmal:

- es ist eine Federeinrichtung vorgesehen und derart an der Entkopplungsanordnung (8) angeordnet, dass die Entkopplungs-Verstelleinrichtung (9) eine Federkraft der Federeinrichtung überwinden muss, um die Länge, Breite und/oder Form oder die Position der Entkopplungsanordnung (8) zu verändern.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

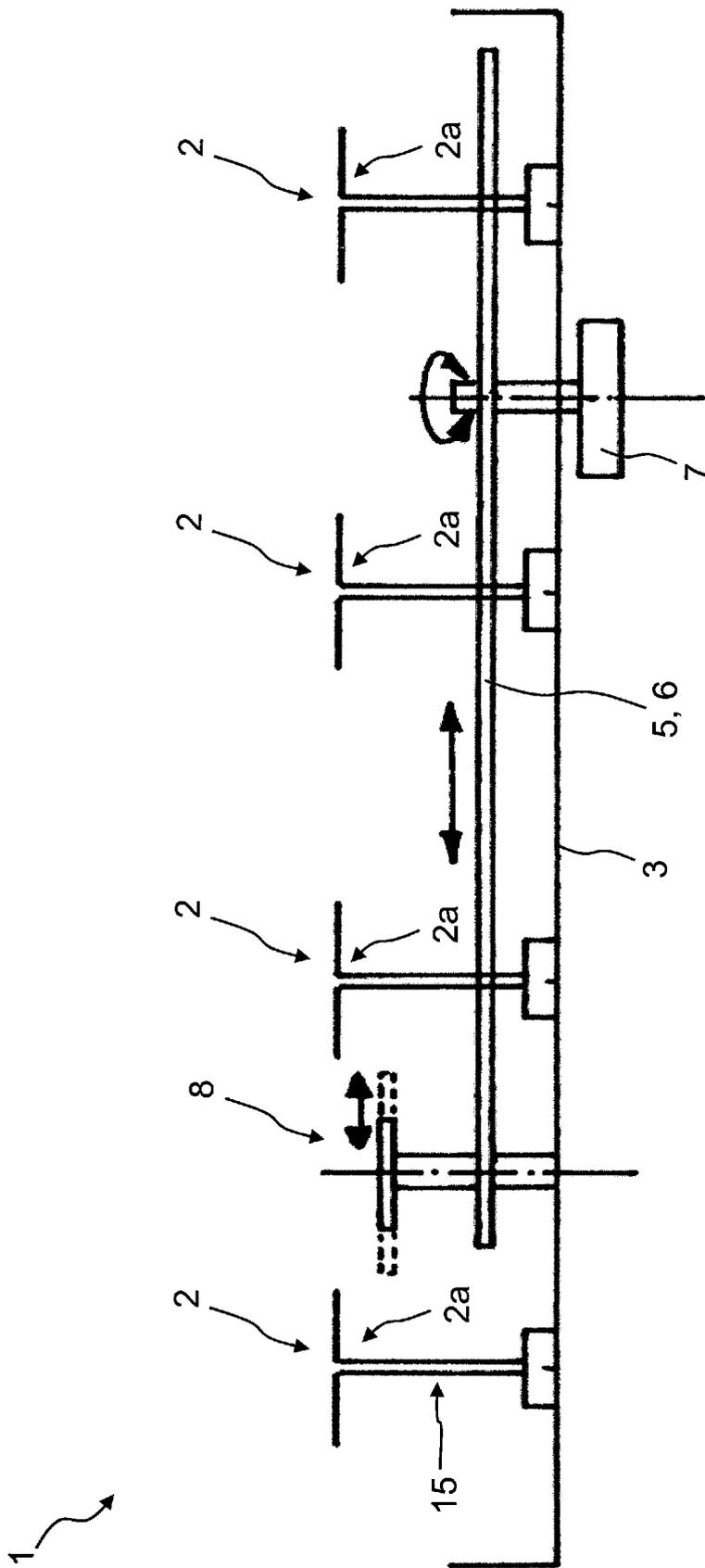


Fig. 1

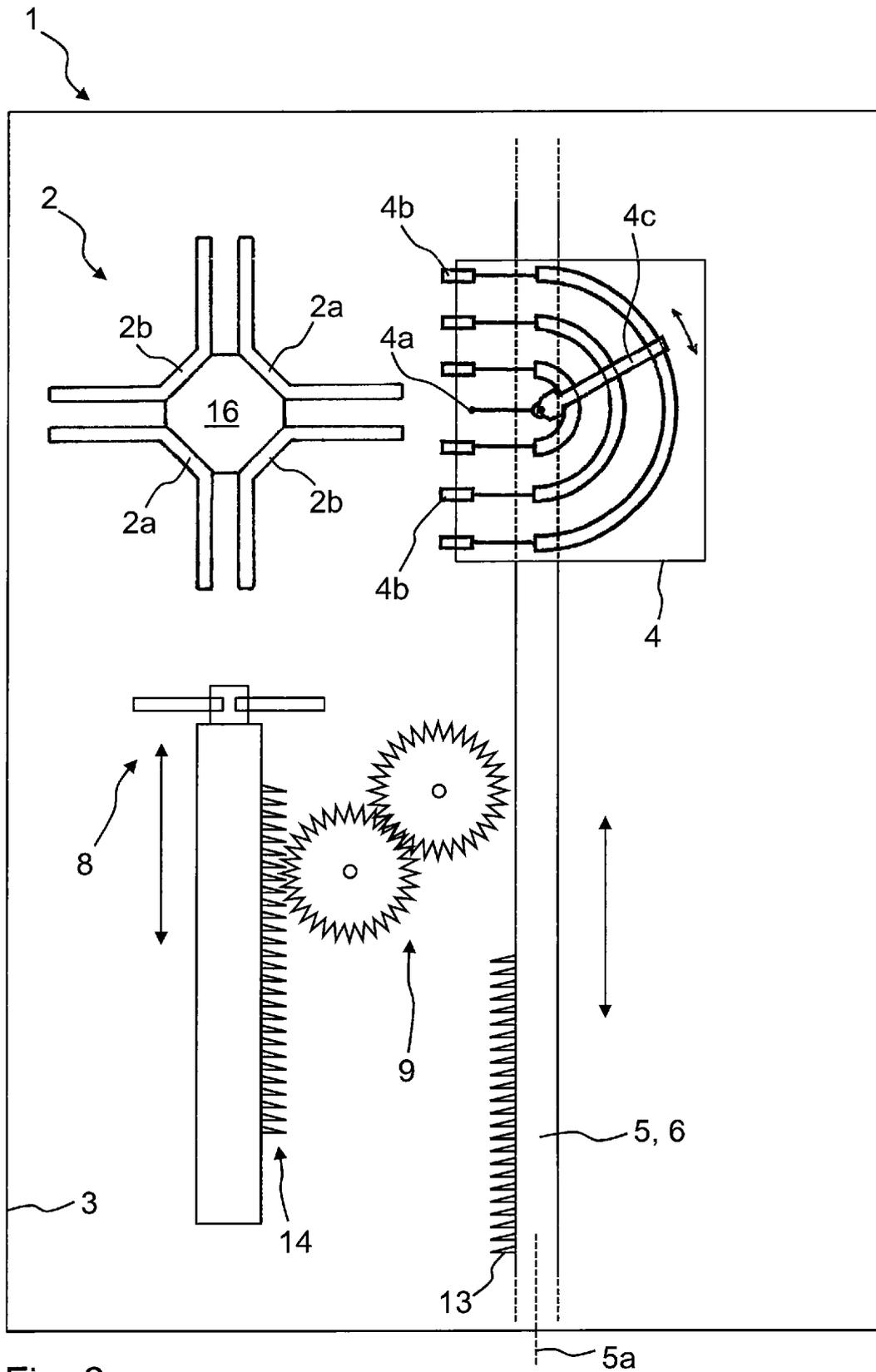


Fig. 2

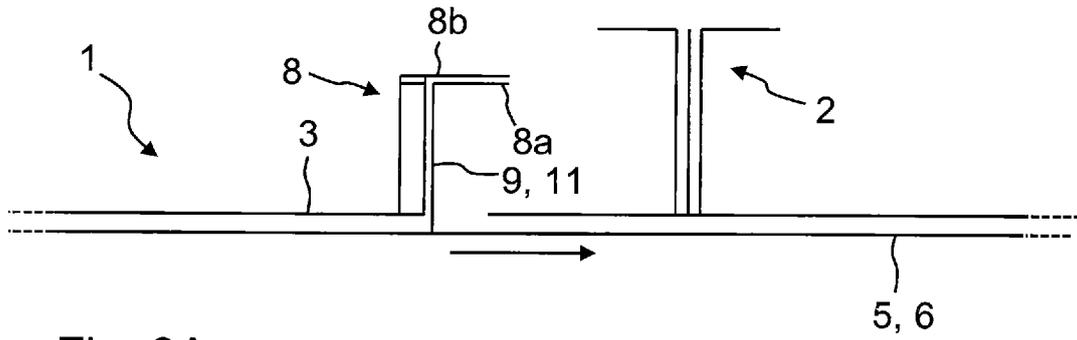


Fig. 3A

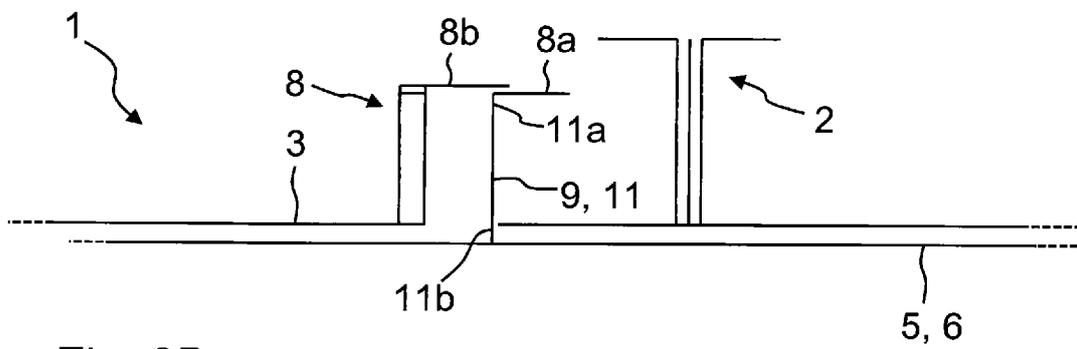


Fig. 3B

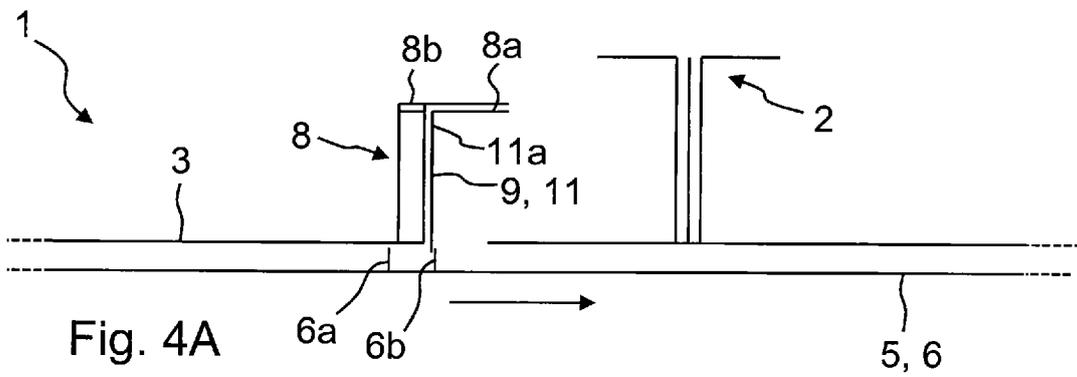


Fig. 4A

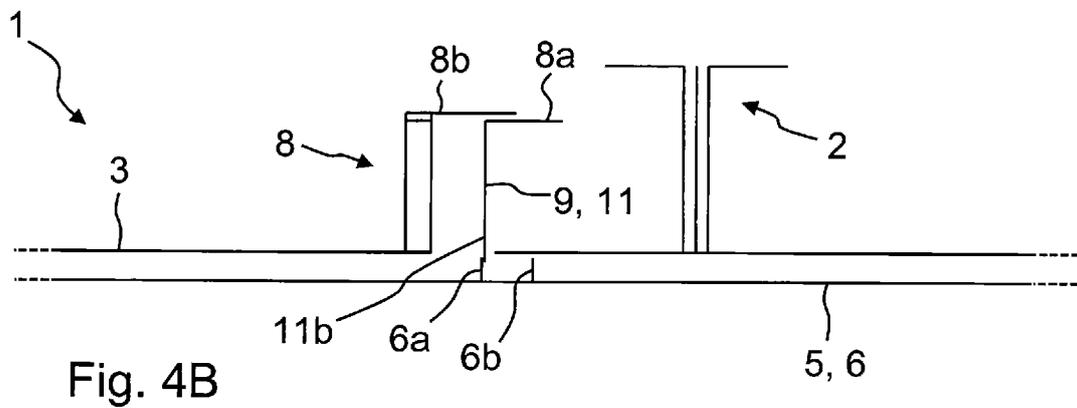


Fig. 4B

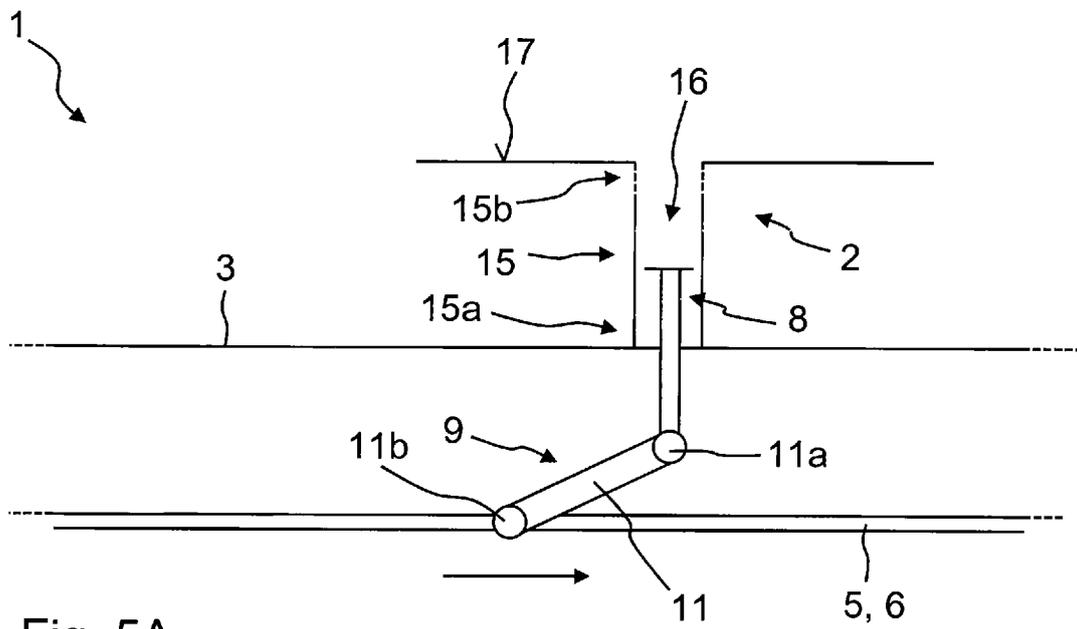


Fig. 5A

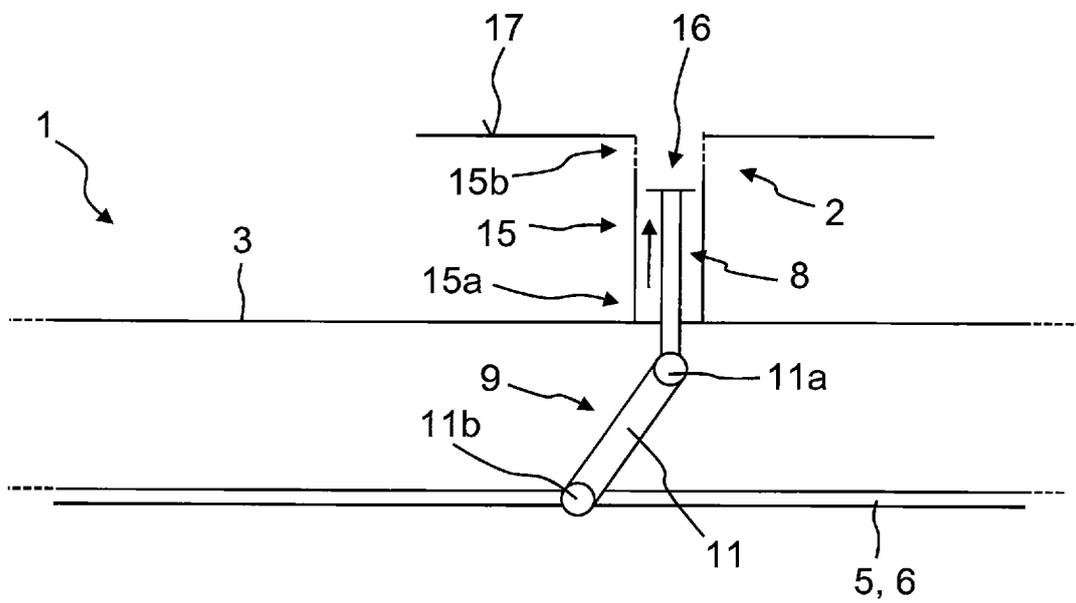


Fig. 5B

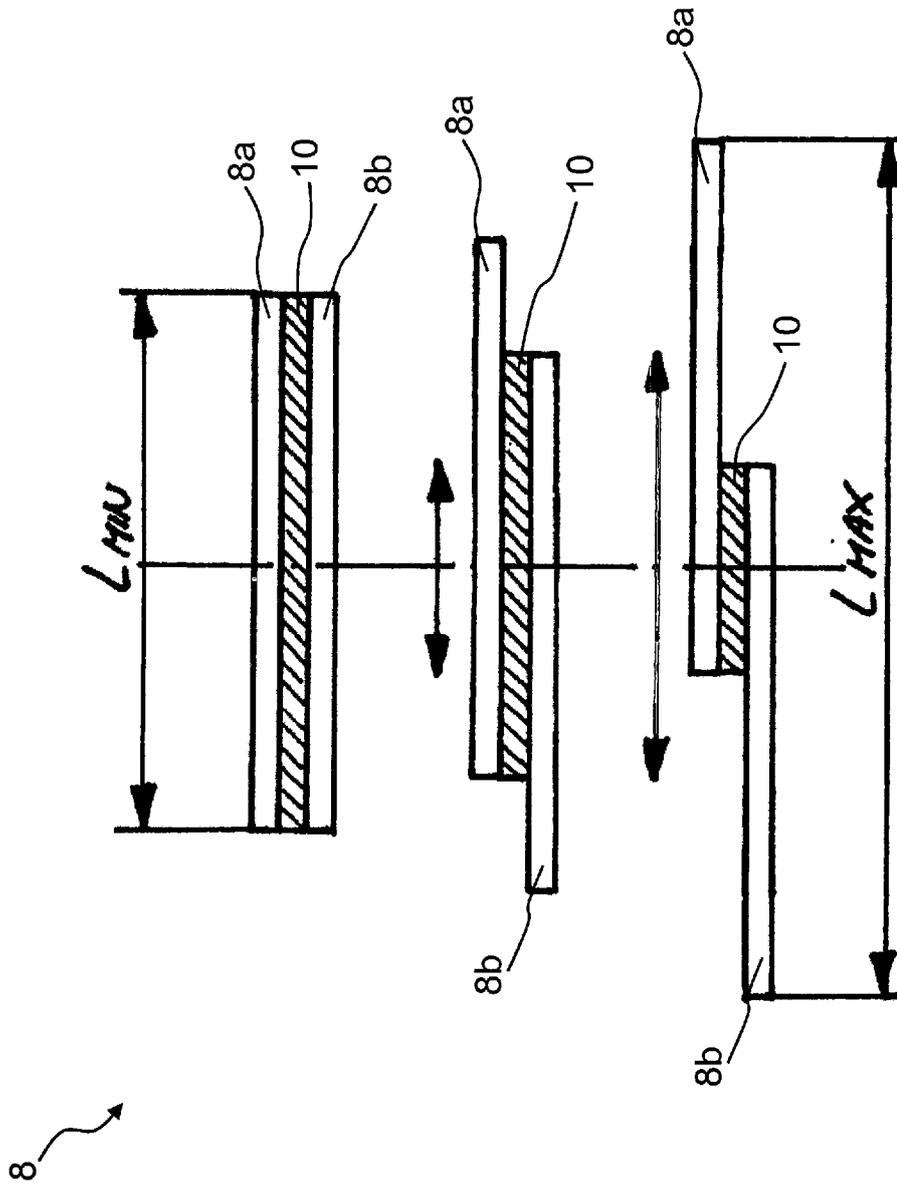


Fig. 6

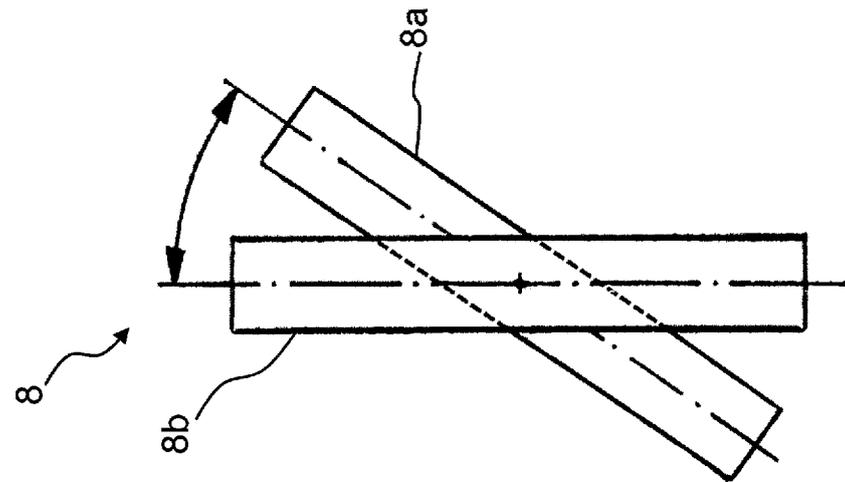


Fig. 7C

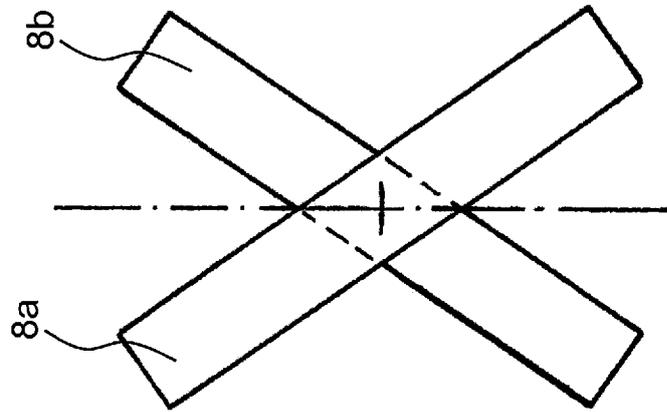


Fig. 7B

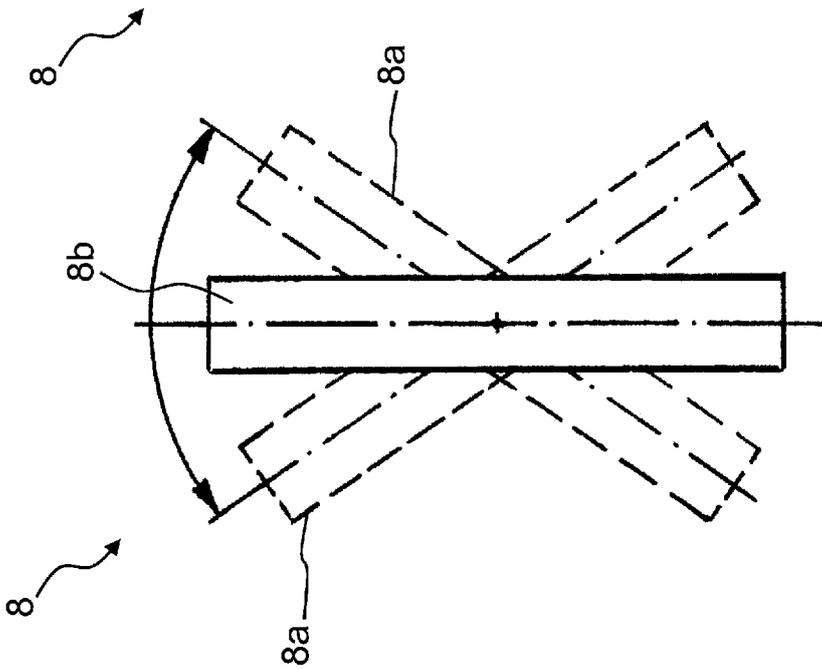


Fig. 7A

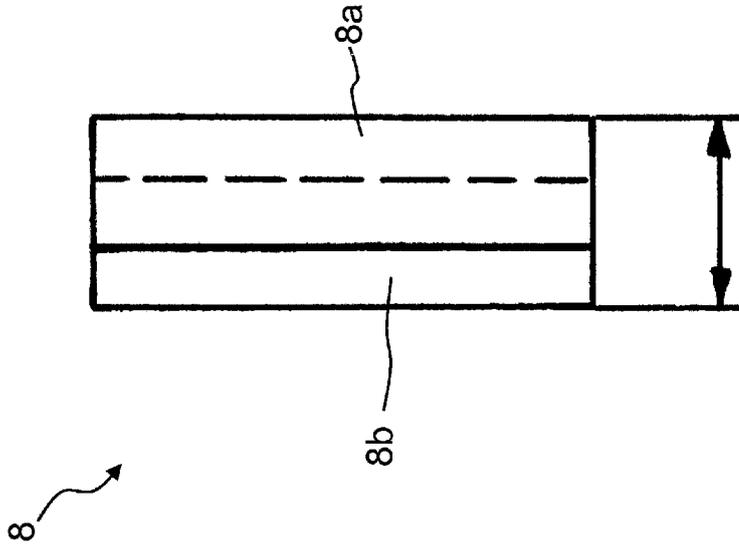


Fig. 8B

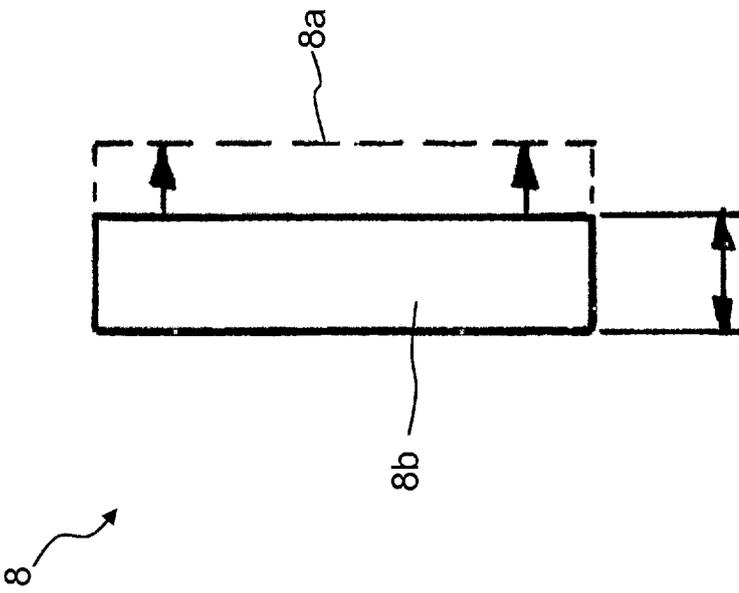


Fig. 8A

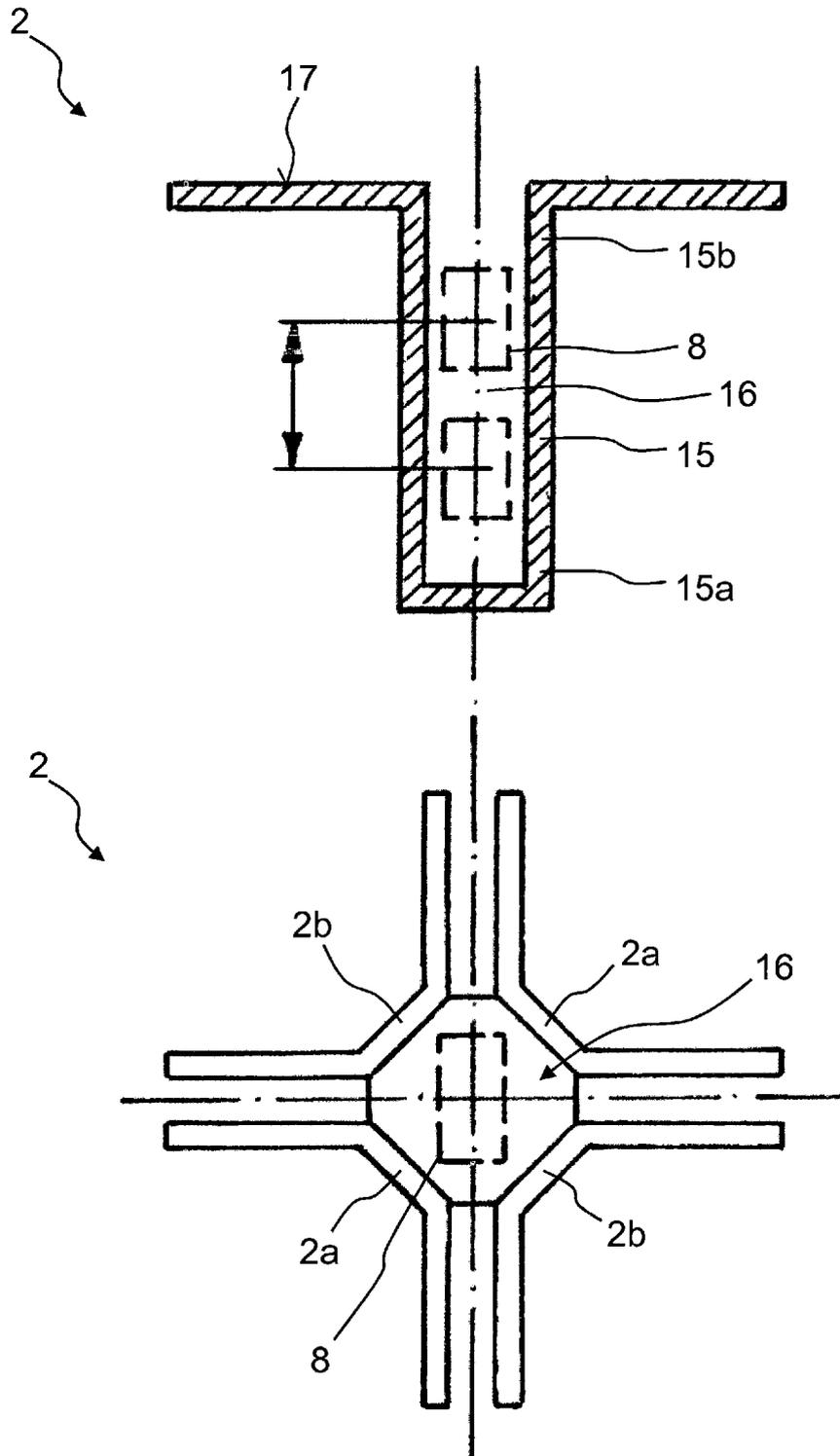


Fig. 9

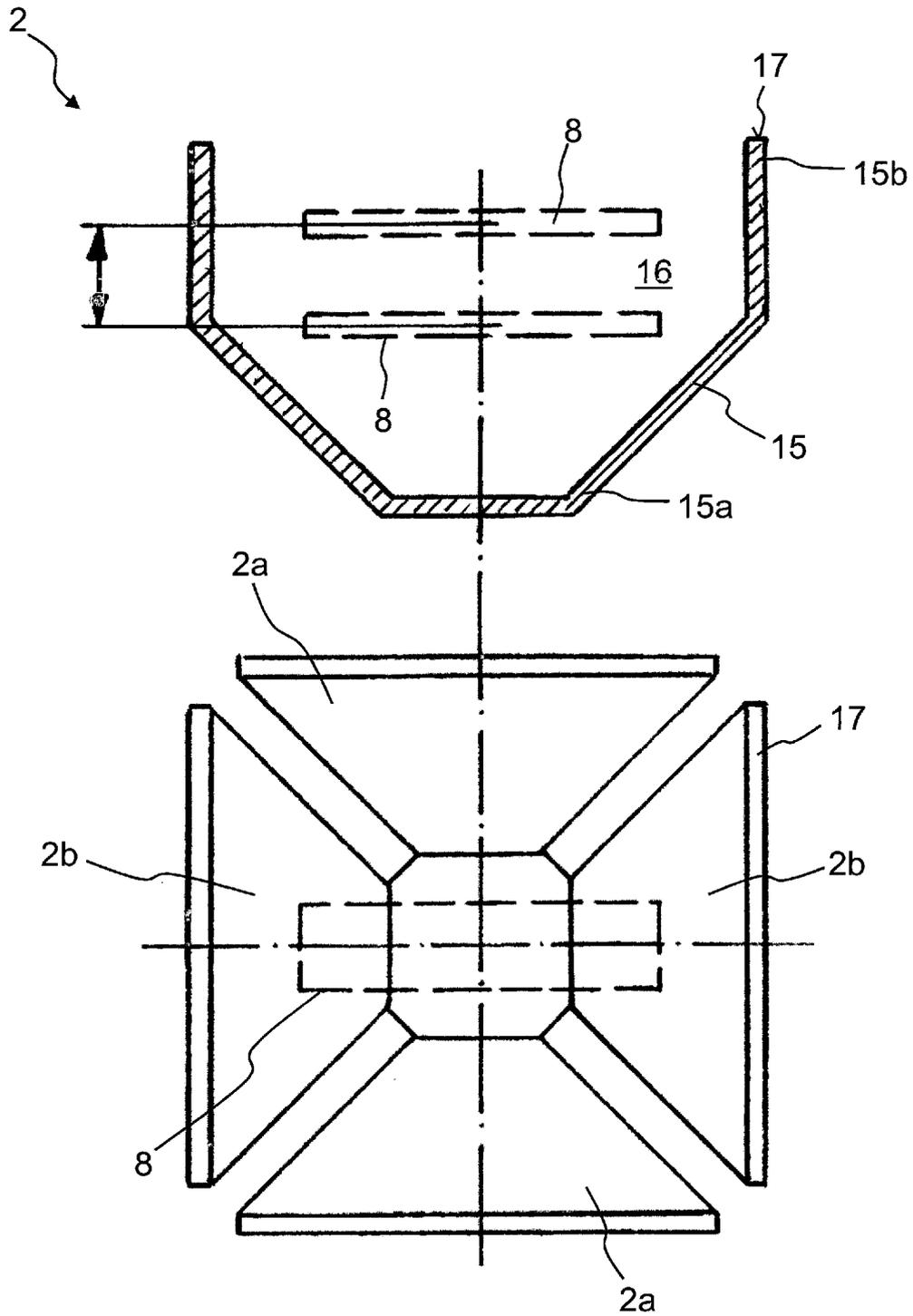


Fig. 10A

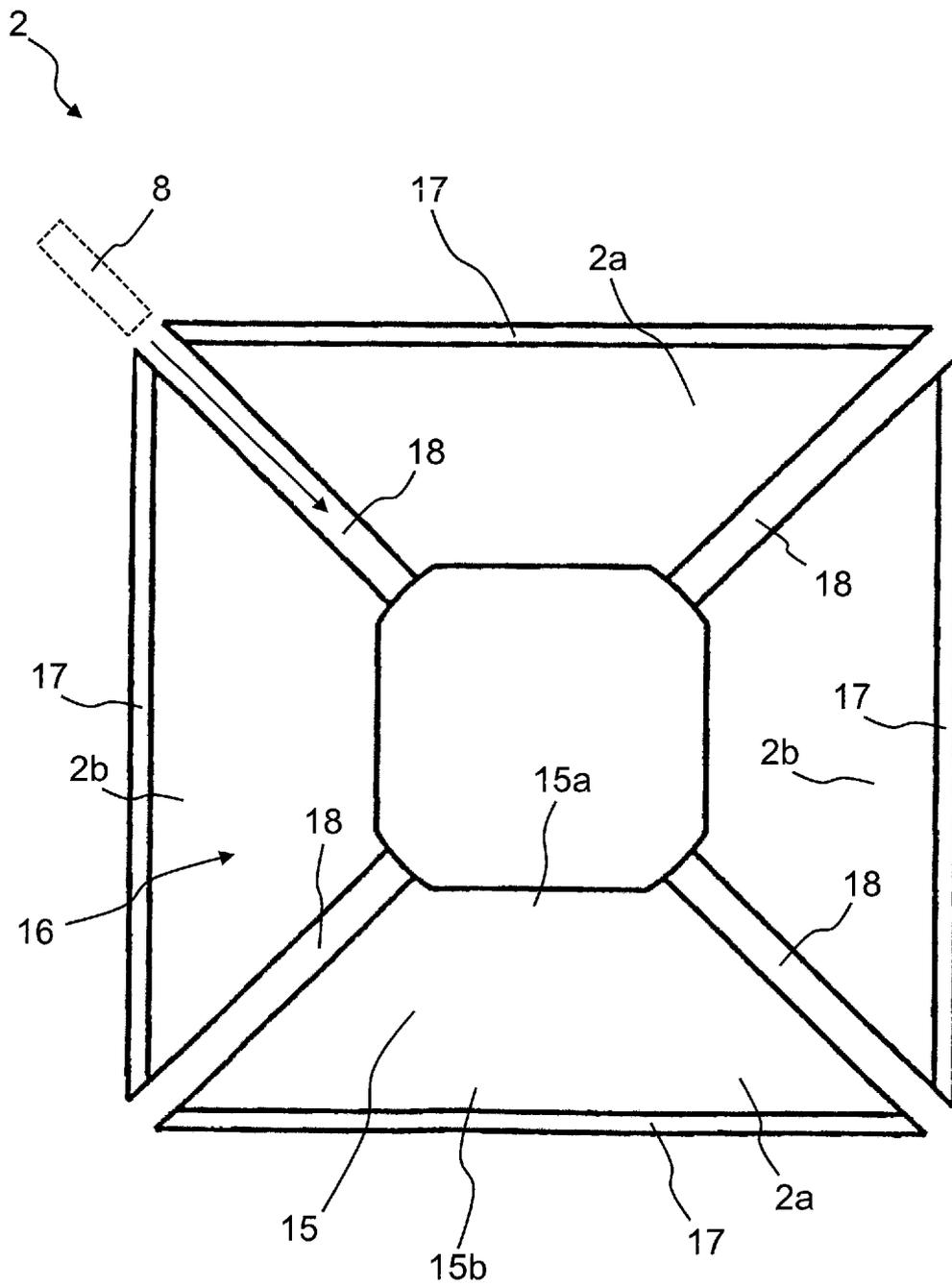


Fig. 10B

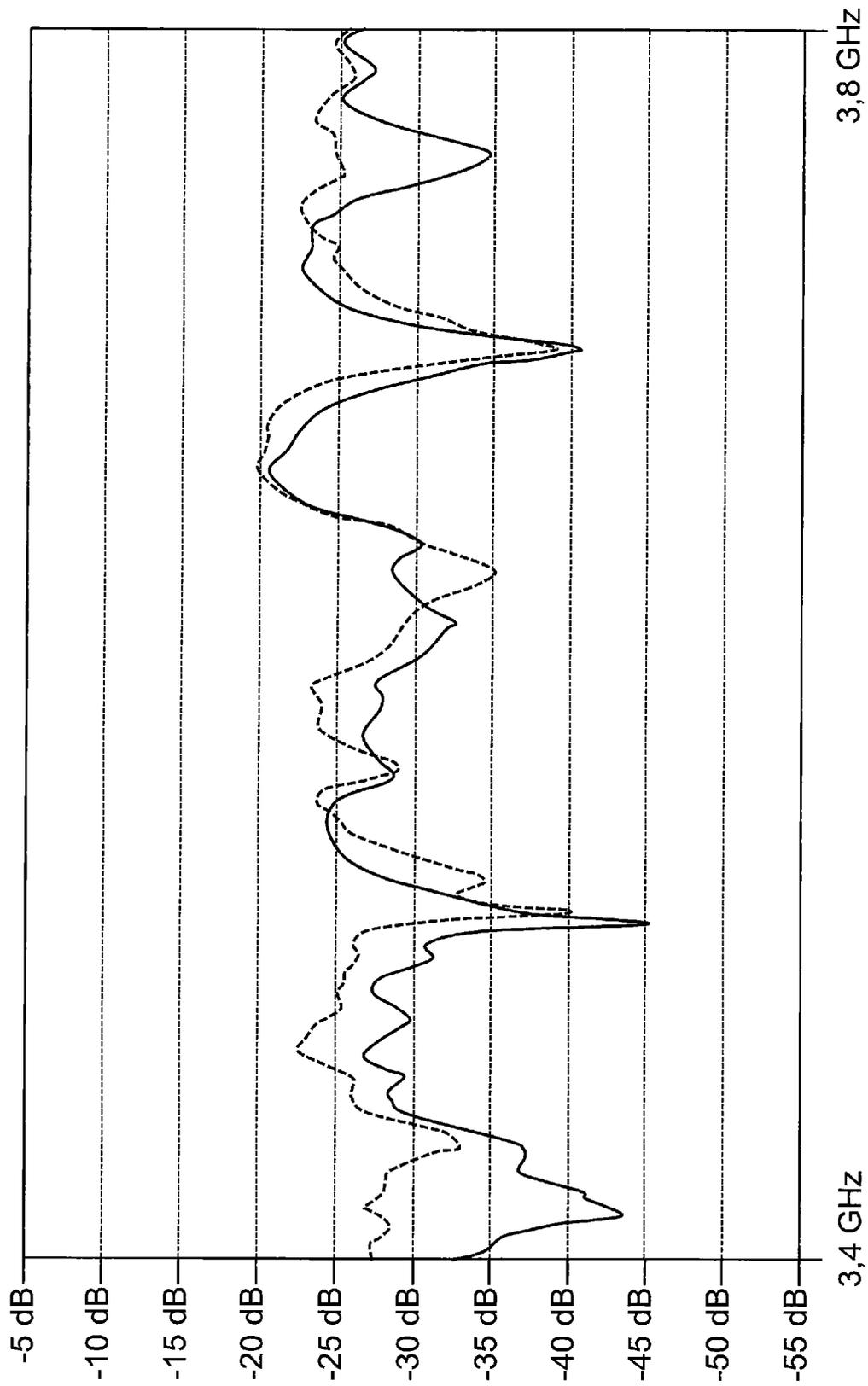


Fig. 11A

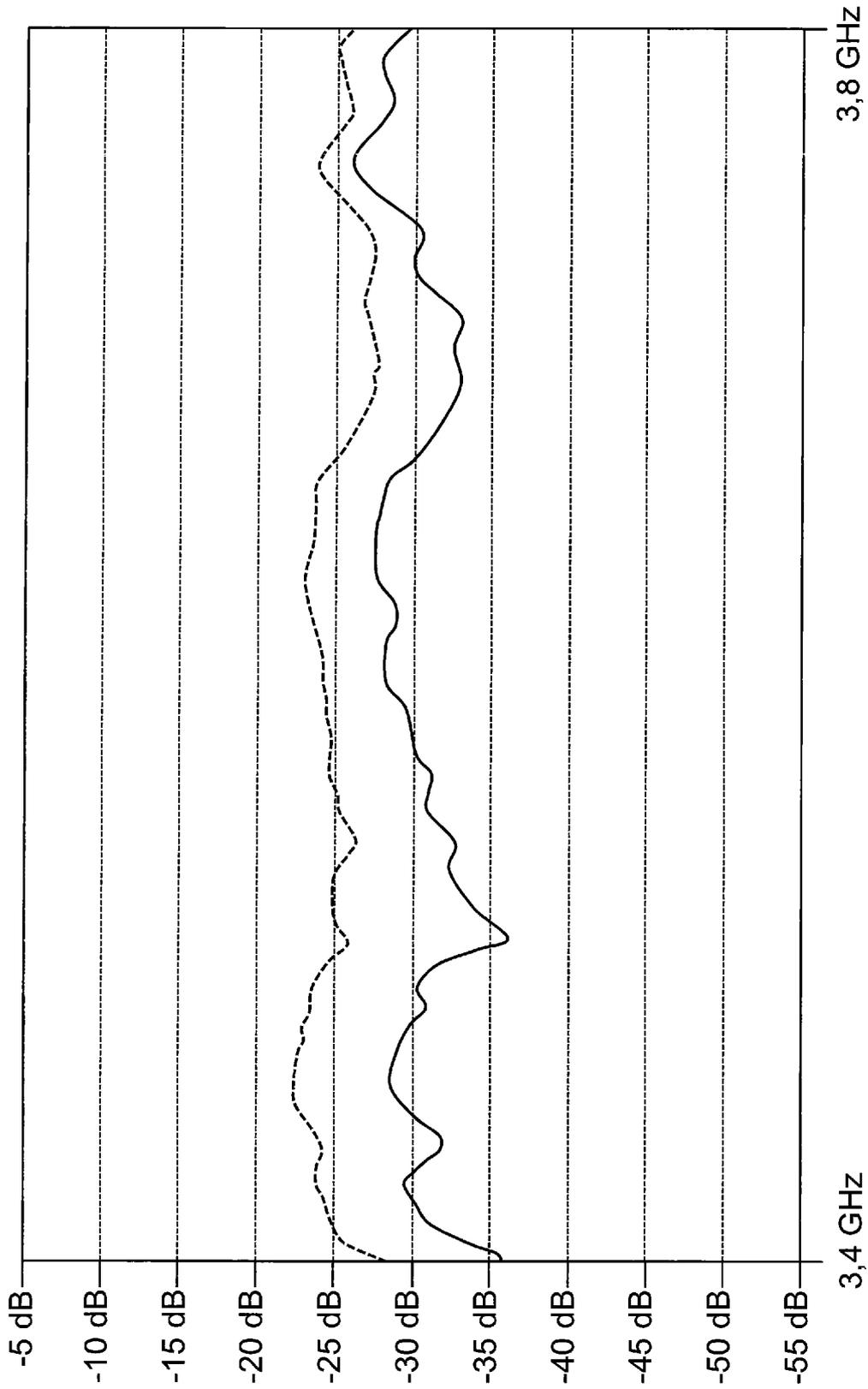


Fig. 11B