

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
28. Mai 2020 (28.05.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/104652 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 3/38 (2006.01) H01Q 1/27 (2006.01)  
H01Q 3/02 (2006.01) H04B 7/0456 (2017.01)  
H01Q 3/26 (2006.01) H04B 7/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/082221

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. November 2019 (22.11.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

A51035/2018 23. November 2018 (23.11.2018) AT  
A60105/2019 24. April 2019 (24.04.2019) AT

(71) Anmelder: TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN  
[AT/AT]; Karlsplatz 13, 1040 Wien (AT).

(72) Erfinder: ARTNER, Gerald; Siebensterngasse 46/3/47a,  
1070 Wien (AT).

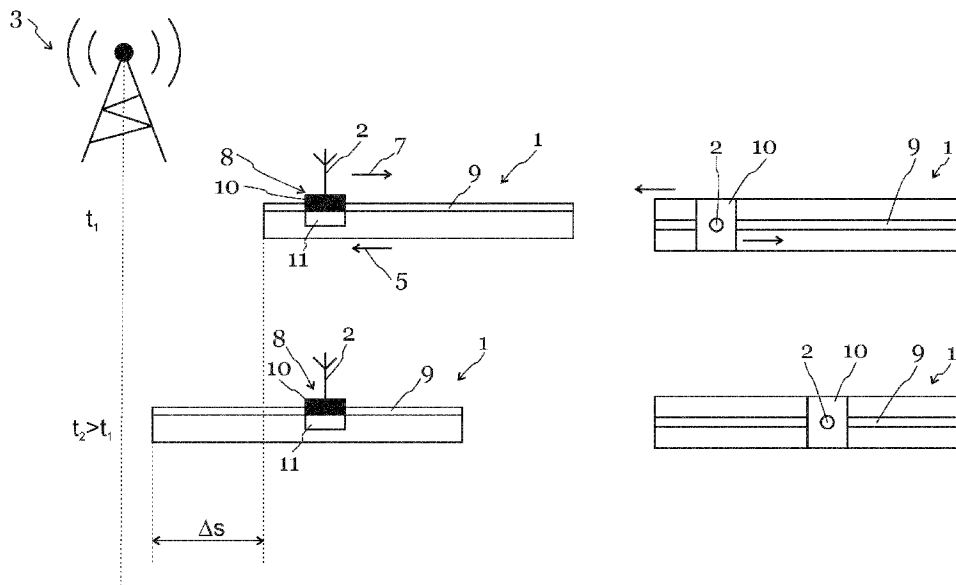
(74) Anwalt: PUCHBERGER & PARTNER PATENTAN-  
WÄLTE; Reichsratsstraße 13, 1010 Wien (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: METHOD AND ANTENNA ARRANGEMENTS FOR KEEPING RADIO CHANNELS STATIC

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANTENNENANORDNUNGEN UM FUNKKANÄLE STATISCH ZU HALTEN

Fig.1



(57) Abstract: The invention relates to an antenna arrangement (1) comprising at least one first antenna (2) which is designed to be connected to at least one second antenna (3) via a radio channel, at least one apparatus for detecting or predicting a movement of the first antenna (2) and/or of the second antenna (3) and for determining a spatial movement trajectory (5) of the first antenna (2) relative to the second antenna (3), wherein at least one calculation unit (6) is provided and is designed, if the first antenna (2) moves, to calculate a spatial counter-movement trajectory (7) which runs substantially opposite to the movement trajectory (5) in space and/or, if the second antenna (3) moves, to calculate a spatial co-movement trajectory which runs in a substantially identical manner to the movement trajectory (5) in space, an adaptation apparatus (8) is provided and is configured to adapt the spatial radiation characteristic



WO 2020/104652 A1

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

of the first antenna (2) during the movement along the counter-movement trajectory (7) and/or the co-movement trajectory in such a manner that the properties of the radio channel remain substantially unchanged despite the movement.

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Antennenanordnung (1), umfassend zumindest eine erste Antenne (2), die dazu ausgeführt ist, mit zumindest einer zweiten Antenne (3) über einen Funkkanal in Verbindung zu stehen, zumindest eine Vorrichtung zur Detektion oder Prädiktion einer Bewegung der ersten Antenne (2) und/oder der zweiten Antenne (3) und zur Bestimmung einer räumlichen Bewegungstrajektorie (5) der ersten Antenne (2) relativ zur zweiten Antenne (3), wobei zumindest eine Berechnungseinheit (6) vorgesehen ist, die dazu ausgeführt ist, bei einer Bewegung der ersten Antenne (2) eine räumliche Gegenbewegungstrajektorie (7) zu berechnen, die im Raum im Wesentlichen entgegengesetzt zur Bewegungstrajektorie (5) verläuft, und/oder bei einer Bewegung der zweiten Antenne (3) eine räumliche Mitbewegungstrajektorie zu berechnen, die im Raum im Wesentlichen gleich zur Bewegungstrajektorie (5) verläuft, eine Adaptionsvorrichtung (8) vorgesehen ist, die dazu eingerichtet ist, die räumliche Strahlungscharakteristik der ersten Antenne (2) während der Bewegung derart entlang der Gegenbewegungstrajektorie (7) und/oder Mitbewegungstrajektorie zu adaptieren, dass die Eigenschaften des Funkkanals trotz der Bewegung im Wesentlichen unverändert bleiben.

## **Verfahren und Antennenanordnungen um Funkkanäle statisch zu halten**

Die Erfindung betrifft eine Antennenanordnung mit zumindest einer ersten Antenne, die dazu ausgeführt ist, mit zumindest einer zweiten Antenne über einen Funkkanal in Verbindung zu stehen, und ein Verfahren zur Reduktion von Schwankungen in einem Funkkanal zwischen zwei Antennen.

Derartige Antennenanordnungen sind aus dem Stand der Technik bekannt. Die Qualität des Funkkanals zwischen den Antennen bestimmt dabei die Qualität und Kapazität der Übertragung wesentlich, sodass Vorrichtungen und Verfahren vorgeschlagen wurden, um die Eigenschaften des Funkkanals vorab zu schätzen und die Charakteristik der Sende- und Empfangsantennen entsprechend anzupassen. Dies ist besonders dann von Bedeutung, wenn keine Line-of-Sight (LOS) Verbindung besteht, sondern eine Vielzahl an Ausbreitungspfaden zwischen den Antennen vorliegt, und das empfangene Signal aus einer Vielzahl an mehr oder weniger durch Reflexion phasenverschobenen und mehr oder weniger durch Dämpfung abgeschwächten Teilsignalen zusammengesetzt werden muss.

Diese Problematik ist insbesondere bei der Funkübertragung zwischen einem stationären Sender und einem bewegten Empfänger oder umgekehrt besonders kritisch, da sich die Charakteristika des Funkkanals in diesem Fall aufgrund des kurzfristigen Fadings, also des Durchlaufens räumlicher Wellentäler, zwangsläufig ändern. Gleiches gilt für die Kommunikation zwischen bewegten Sendern und Empfängern. Eine Abschätzung der Kanalcharakteristika ist bei bewegten Objekten in der Regel nicht möglich oder mit unvorhersehbaren Fehlern behaftet.

Aus diesem Grund wurde beispielsweise für Fahrzeuge der Einsatz sogenannter Prädiktorantennen vorgeschlagen. Diese Prädiktorantennen sind in einem definierten Abstand in Fahrtrichtung vor der eigentlichen Sende- bzw. Empfangsantenne angeordnet. Während der Fahrt wird durch zumindest einen Detektor eine Bewegung der Prädiktorantenne relativ zur stationären Antenne detektiert und es werden von der Prädiktorantenne durch Senden einer Pilotsequenz die Parameter des Funkkanals an einer bestimmten Position geschätzt. Das Fahrzeug bewegt sich weiter, und die Parameter werden für die eigentliche Funkübertragung, wenn die Sende-/Empfangsantenne kurze Zeit später an derselben Position angelangt ist, benutzt. Diese Lösung hat jedoch den Nachteil, dass das Fahrzeug der stationären Antenne, in der Regel eine Mobilfunk-Basisstation, den Abstand der Antenne und seine Geschwindigkeit, oder den Zeitpunkt der Übertragung, mitteilen muss. Dies ist in der Praxis für zeitschlitzbasierte Übertragungsverfahren, insbesondere auf TDMA (Time Division Multiple Access) basierende Verfahren wie GSM, UMTS und LTE, unvorteilhaft.

Diese und andere Probleme werden durch eine Antennenanordnung nach Anspruch 1 und ein Verfahren nach Anspruch 19 gelöst.

Erfindungsgemäß umfasst die Antennenanordnung zumindest eine erste Antenne, die dazu ausgeführt ist, mit zumindest einer zweiten Antenne über einen Funkkanal in Verbindung zu stehen. In erfindungsgemäßen Ausführungsformen kann auch die zweite Antenne Teil der Antennenanordnung sein.

Es ist eine Vorrichtung vorgesehen, die eine Bewegung der ersten Antenne, eine Bewegung der zweiten Antenne, oder eine Bewegung beider Antennen detektiert oder prädiziert und derart ausgebildet ist, dass sie eine räumliche Bewegungstrajektorie der ersten Antenne relativ zur zweiten Antenne bestimmt. Es ist eine Berechnungseinheit vorgesehen, die dazu ausgeführt ist, bei einer Bewegung der ersten Antenne eine räumliche Gegenbewegungstrajektorie zu berechnen, die im Raum im Wesentlichen entgegengesetzt zur Bewegungstrajektorie verläuft, und/oder bei einer Bewegung der zweiten Antenne eine räumliche Mitbewegungstrajektorie zu berechnen, die im Raum im Wesentlichen gleich zur Bewegungstrajektorie verläuft.

Die Antennenanordnung umfasst eine Adaptionsvorrichtung, die dazu eingerichtet ist, die räumliche Strahlungscharakteristik der ersten Antenne während der Bewegung der ersten Antenne, der zweiten Antenne oder beider Antennen derart zu adaptieren, dass die Eigenschaften des Funkkanals zwischen erster Antenne und zweiter Antenne trotz der Bewegung im Wesentlichen unverändert bleiben.

Bei den Antennen kann es sich jeweils um elektromagnetische Antennen handeln, insbesondere Mobilfunkantennen, die auf einem Fahrzeug, einem Mobiltelefon, einem Tablet- oder Laptop-Computer, einem Flugzeug, einer Rakete oder einer anderen beweglichen Vorrichtung angeordnet sind. Es kann sich aber auch um eine unbewegliche Antenne handeln, insbesondere um einen Teil einer Mobilfunk-Basisstation, eines Richtsenders, eines Rundfunksenders, einer Radaranlage oder einer anderen unbeweglichen Vorrichtung. Es kann sich auch um eine an sich unbewegliche Antenne handeln, die ungeplant bewegt wird, beispielsweise durch Erschütterungen oder Bewegungen im Wind, oder wenn diese mit einer Mobilfunkantenne über einen Funkkanal verbunden ist.

Bei der Vorrichtung zur Detektion oder Prädiktion kann es sich um eine beliebige Komponente handeln, die geeignet ist, Bewegungsdaten der ersten Antenne und/oder der zweiten Antenne bzw. der Plattformen, auf denen diese Antennen montiert sind, aufzunehmen oder zu präzisieren. Beispielsweise kann es sich um einen Bewegungssensor, GPS-Sensor, ein Gyroskop, einen Rotationssensor oder dergleichen handeln. Es kann sich auch um eine Vorrichtung zur Detektion einer Bewegung der anderen Antenne bzw. Plattform handeln, beispielsweise einen Radardetektor, einen Lidardetektor oder eine oder mehrere Kameras.

Zur Detektion der Bewegung der ersten Antenne oder der zweiten Antenne können bekannte Verfahren wie SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) oder andere Verfahren zur Positionsbestimmung eingesetzt werden. Die Vorrichtung kann an der ersten Antenne, an der zweiten Antenne oder an einer anderen Komponente angeordnet sein, mit der die Antennenanordnung in Verbindung steht.

Durch die erfindungsgemäße Adaption der räumlichen Strahlungscharakteristik der ersten Antenne wird erreicht, dass der Funkkanal zwischen den Antennen innerhalb des betrachteten Zeitraums während der Bewegung der ersten Antenne und/oder der zweiten Antenne statisch bleibt; allfällige Störungen durch die Bewegung werden durch die Adaption kompensiert. Bei der Adaption kann es sich insbesondere um eine räumliche Verschiebung der ersten Antenne oder ihrer Strahlungscharakteristik handeln, sodass der Relativabstand der Antennen unverändert bleibt.

Die Erfindung ist unabhängig davon, ob es sich bei der ersten Antenne und der zweiten Antenne um Sende- oder Empfangsantennen handelt. Auch ist es für die Ausführung der Erfindung nicht erforderlich, Informationen über die detektierte Bewegung oder die Bewegungstrajektorie an die zweite Antenne zu übermitteln.

Im Fall einer Bewegung der ersten Antenne bezeichnet die Bewegungstrajektorie den Weg, den die erste Antenne innerhalb einer bestimmten Zeitdauer relativ zur zweiten Antenne zurücklegt; im Fall einer Bewegung der zweiten Antenne den Weg, den die zweite Antenne innerhalb einer bestimmten Zeitdauer relativ zur ersten Antenne zurücklegt. Die Bewegungstrajektorie wird vorzugsweise in kartesischen Koordinaten oder Polarkoordinaten bestimmt.

Eine Adaption der räumlichen Strahlungscharakteristik entlang der Gegenbewegungstrajektorie, beispielsweise durch Bewegung der ersten Antenne, kann bevorzugt dann vorgesehen sein, wenn die erste Antenne auf einer Plattform oder einem Gerät montiert ist, welches groß gegenüber der durchgeführten Bewegung und/oder Wellenlänge ist, beispielsweise falls die erste Antenne auf einem Autodach montiert ist. Falls eine Antenne auf einer Plattform oder einem Gerät montiert ist, welche klein gegenüber der durchgeführten Bewegung und/oder Wellenlänge ist, die Plattform der anderen Antenne jedoch groß ist, kann eine Bewegung der einen Antenne vorzugsweise durch eine Mitbewegung der anderen Antenne kompensiert werden. Dies kann insbesondere dann der Fall sein, wenn die eine Antenne auf einem Mobiltelefon montiert ist und die andere Antenne auf einer Basisstation. Sowohl die Gegenbewegungstrajektorie, als auch die Mitbewegungstrajektorie sind also Kompensationstrajektorien für die jeweils festgestellte Bewegungstrajektorie.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass die Antennenanordnung beide Antennen umfasst, wobei eine weitere Adaptionvorrichtung vorgesehen ist, die dazu eingerichtet ist, die räumliche Strahlungscharakteristik der zweiten Antenne zu adaptieren, sodass die Stabilisierung der Eigenschaften des Funkkanals durch Adaption der räumlichen Strahlungscharakteristika beider Antennen ermöglicht wird. In diesem Fall kann die festgestellte Bewegungstrajektorie durch eine kooperative Adaption der Strahlungscharakteristiken der ersten Antenne und der zweiten Antenne kompensiert werden. Dies ist vorteilhaft wenn beide Antennen auf Plattformen oder Geräten montiert sind, welche in etwa gleich gut geeignet sind, um Bewegungen durchzuführen. Die beiden Antennen teilen in diesem Fall die benötigten Adaptionen derart auf, dass der Relativabstand der Antennen gleich bleibt.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass die Vorrichtung zur Detektion einer Bewegung der ersten Antenne und/oder der zweiten Antenne zumindest einen Detektor oder einen Prädiktor zur Prädiktion der Bewegung aufweist. Der Prädiktor kann insbesondere derart ausgeführt sein, dass er Daten einer geplanten Trajektorie von einer externen Steuereinheit empfängt. Bei der externen Steuereinheit kann es sich insbesondere um die Steuereinheit eines autonomen Fahrzeuges handeln, welches die geplante Trajektorie voraus berechnet und an den Prädiktor der Antennenanordnung übermittelt. Der Prädiktor kann zu diesem Zweck eine eigene Recheneinheit, einen Speicher und eine Schnittstelleneinheit umfassen. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die Bewegungstrajektorie vorgegeben ist, beispielsweise durch den konstruktiven Aufbau eines Trägers der zweiten Antenne, oder bei vorbekannten Fahrstrecken. Die zweite Antenne kann dazu ausgeführt sein, ihre Bewegung relativ zur ersten Antenne selbst zu bestimmen und der ersten Antenne oder der Steuereinheit über einen getrennten Kommunikationskanal zu übermitteln. Die erste Antenne kann auch dazu ausgeführt sein, die Bewegungstrajektorie aus zumindest einer bekannten Position der zweiten Antenne zu erraten oder zu extrapolieren.

Vorzugsweise erfolgt die Detektion der Bewegungstrajektorie und Berechnung der erforderlichen Gegenbewegungstrajektorie innerhalb kurzer Zeitintervalle für das jeweils nächstfolgende Zeitintervall.

Vorzugsweise sind die Zeitintervalle an die Dauer der Zeitschlitzzeitschlitzbasierter Übertragungsverfahren angepasst, beispielsweise 577 Mikrosekunden im Fall von GSM. Selbstverständlich sind auch andere Zeitintervalle erfindungsgemäß vorgesehen. In einer Variante der Erfindung wird davon ausgegangen, dass sich innerhalb derart kurzer Zeitintervalle die Geschwindigkeit, Beschleunigung und Richtung der Antennenanordnung nicht wesentlich ändert, sodass die Bewegungstrajektorie zur Bestimmung der prädizierten Gegenbewegungstrajektorie linear extrapoliert werden kann.

In Ausführungsformen der Erfindung beschränkt sich die Bewegungstrajektorie auf eine lineare Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit und Beschleunigung in eine bestimmte Richtung über eine bestimmte Distanz (lineare Trajektorie), sodass als Gegenbewegungstrajektorie eine entsprechende lineare Bewegung in gleicher oder entgegengesetzter Richtung mit gleicher Geschwindigkeit und Beschleunigung ist.

In anderen Ausführungsformen der Erfindung sind jedoch auch nichtlineare Bewegungen vorgesehen, beispielsweise zweidimensional oder dreidimensional verlaufende Kurven im Raum (nichtlineare Trajektorien), sodass sich als Gegenbewegungstrajektorie eine entsprechende nichtlineare Bewegung in jeweils gleicher oder entgegengesetzter Richtung mit gleicher Geschwindigkeit und Beschleunigung ergibt. Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass derartige Kurven im Raum durch eine oder mehrere gerade Linien abschnittsweise approximiert werden.

Erfindungsgemäß kann ebenfalls vorgesehen sein, dass eine dreidimensionale Trajektorie durch eine zweidimensionale Kurve oder eine eindimensionale Linie approximiert wird. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn die Antennenanordnung auf einer, frei im Raum beweglichen Fläche eines Mobiltelefons, beispielsweise auf der Rückseite eines Smartphones, angeordnet ist. In einer Ausführungsform wird die dreidimensionale Bewegung des Mobiltelefons im Raum durch eine zweidimensionale Bewegung der Antennenanordnung auf der Rückseite approximiert.



Die Adaption der räumlichen Strahlungscharakteristik der ersten oder zweiten Antenne kann auf unterschiedliche Arten realisiert werden. Wesentlich dabei ist, dass die Eigenschaften des Funkkanals zwischen erster Antenne und zweiter Antenne im Wesentlichen erhalten bleiben, sodass der Funkkanal aus Sicht der ersten Antenne bzw. der zweiten Antenne einem unbewegten bzw. statischen Funkkanal entspricht. Vorzugsweise werden Amplitude, Phase und Frequenz des übertragenen Signals durch die Adaption entlang der Mit- oder Gegenbewegungstrajektorie konstant gehalten.

In einer ersten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Adaption auf rein mechanischem Weg erfolgt, sodass die Antenne physisch verschoben wird und der Relativabstand der Antennen zueinander gleich bleibt. Zu diesem Zweck kann die Adaptionsvorrichtung ein mechanisches Antriebselement, beispielsweise einen Schrittmotor, umfassen. Das Antriebselement kann dazu eingerichtet sein, die räumliche Position der ersten Antenne relativ zur zweiten Antenne bei der Bewegung im Wesentlichen konstant zu halten. Dies kann insbesondere durch physische Verschiebung der ersten Antenne entlang der bestimmten Mit- oder Gegenbewegungstrajektorie, insbesondere entlang einer geraden Linie erfolgen.

Erfindungsgemäß kann das Antriebselement dazu eingerichtet sein, die räumliche Position der ersten Antenne relativ zur zweiten Antenne über einen möglichst langen Zeitraum konstant zu halten. Der Zeitraum erstreckt sich vorzugsweise zumindest über die gesamte Dauer eines Zeitschlitzes des verwendeten Funkprotokolls. Beispielsweise kann der Zeitraum zumindest 0,577 ms im Fall des GSM-Protokolls sein. Dies hat den Vorteil, dass der Funkkanal zwischen erster Antenne und zweiter Antenne aus Sicht der Antennen zumindest für die Dauer eines Zeitschlitzes im GSM-Protokoll statisch unverändert bleibt.

Es kann aber auch vorgesehen sein, die räumliche Position über einen Zeitraum von zumindest 1 ms, zumindest 10 ms oder zumindest 100 ms konstant zu halten. Vorzugsweise wird der Funkkanal über mehrere aufeinanderfolgende Zeitschlitzte konstant gehalten, um die Qualität der Übertragung zu verbessern.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass die Adaptionsvorrichtung eine Nut und einen beweglichen Schlitten umfasst, wobei die erste Antenne auf dem Schlitten angeordnet ist und der Schlitten vorzugsweise über einen Schrittmotor in der Nut beweglich ist. Die Nut kann linear angeordnet sein, da für die kurze betrachtete Zeitdauer die Bewegung der Antennenanordnung in der Regel ebenfalls als linear verlaufend approximiert werden kann. Schrittmotor und Schlitten können für eine hohe Geschwindigkeit und Beschleunigung ausgelegt sein.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass die Länge der Nut derart gewählt ist, dass bei einer vorbestimmten Geschwindigkeit der Bewegung der Antennenanordnung relativ zur zweiten Antenne die Eigenschaften des Funkkanals über einen möglichst langen Zeitraum konstant bleiben.

Beispielsweise kann bei einer Geschwindigkeit der Antennenanordnung relativ zur zweiten Antenne von etwa 150 km/h, entsprechend der Bewegung eines Fahrzeugs, insbesondere Automobils, die Nut eine Länge von zumindest etwa 3 cm haben, um die Eigenschaften des Funkkanals zumindest über eine Zeitdauer von 0,577 ms konstant halten zu können. Hingegen kann bei einer Geschwindigkeit der Antennenanordnung relativ zur zweiten Antenne von etwa 20 km/h, entsprechend der maximal üblichen Bewegung eines Mobiltelefons ohne Benutzung eines Fahrzeugs, die Nut eine Länge von zumindest etwa 3 mm haben.

Die Länge der Nut hängt jedoch in erster Linie davon ab, welche Fläche zum Anbringen der Antennenanordnung tatsächlich zur Verfügung steht. Vorzugsweise wird die gesamte zur Verfügung stehende Fläche oder ein großer Teil davon zum Anordnen der Nut benutzt, um möglichst viele Zeitschlitz abdecken zu können.

Im Betrieb einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung ergibt sich bei einer rein mechanischen Ausführung der Erfindung die Notwendigkeit, die Antenne nach dem Abfahren der Mit- oder Gegenbewegungstrajektorie zurück an ihren Ausgangspunkt zu bewegen. Da die Abbremsung und Umkehr eines mechanischen Elements, beispielsweise eines in einer Nut geführten Schlittens, vergleichsweise viel Zeit in Anspruch nimmt, kann erfindungsgemäß auch eine Ausführung mit zwei, in entgegengesetzte Richtungen verfahrbaren Teilantennen vorgesehen sein.

In dieser zweiten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die erste Antenne zumindest zwei Teilantennen umfasst, wobei für jede Teilantenne ein mechanisches Antriebselement, beispielsweise ein Schrittmotor oder ein Getriebe, vorgesehen ist, welches dazu eingerichtet ist, die räumliche Position einer Teilantenne relativ zur zweiten Antenne durch Verschiebung entlang der Mit- oder Gegenbewegungstrajektorie im Wesentlichen konstant zu halten.

Bei dieser Ausführungsform wird also stets der Funkkanal zwischen einer der beiden Teilantennen und der zweiten Antenne statisch gehalten. In der Antennenanordnung kann eine Umschaltvorrichtung vorgesehen sein, die dafür sorgt, dass stets jene Teilantenne als erste Antenne zum Senden bzw. Empfangen ausgewählt wird, die sich entlang der Mit- oder Gegenbewegungstrajektorie bewegt.

Insbesondere kann in dieser Ausführungsform vorgesehen sein, dass die zumindest zwei Teilantennen abwechselnd von einer Ausgangsposition A entlang der Mit- oder Gegenbewegungstrajektorie zu einer Endposition E verschoben werden, wobei jede Teilantenne nach dem Erreichen der Endposition E in die Ausgangsposition A zurück verschoben wird. Zu diesem Zweck kann vorgesehen sein, dass die Adaptionsvorrichtung zwei Nuten und zwei bewegliche Schlitten umfasst, wobei die Teilantennen jeweils auf einem Schlitten angeordnet sind und die Schlitten vorzugsweise über jeweils einen Schrittmotor in den Nuten verfahrbar sind.

Die Ausgangsposition A und die Endposition E können an gegenüberliegenden Enden der Nuten vorgesehen sein. Dies ist dann von Vorteil, wenn die Richtung der Bewegung im Wesentlichen bekannt ist, beispielsweise bei einem Auto oder einem Flugzeug. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass sich die Ausgangsposition A ungefähr in der Mitte der Nut befindet, und die Endposition E an einem Ende der Nut. Dies ist dann von Vorteil, wenn die Richtung der Bewegung nicht bekannt ist, beispielsweise bei einem Mobiltelefon.

In einer dritten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass mehr als zwei Teilantennen in zueinander parallelen Nuten verfahren werden, um möglichst jeden aufeinanderfolgenden Zeitschlitz zur Kommunikation nutzen zu können.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass zu einem bestimmten Zeitpunkt stets eine erste Anzahl der Teilantennen aktiv sind, eine zweite Anzahl der Teilantennen in ihre Ausgangsposition bewegt werden, und eine dritte Anzahl der Teilantennen inaktiv sind. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass ein mehrdimensionales Array von Teilantennen vorgesehen ist, das mit der zweiten Antenne über ein Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Schema in Verbindung steht.

In einer vierten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die zueinander parallelen Nuten an ihren Enden miteinander vorzugsweise halbkreisförmig verbunden sind. Dazu können zumindest zwei halbkreisförmige Verbindungsnuten vorgesehen sein. Die Nuten können auch mäanderförmig verbunden sein. Dadurch können die Teilantennen in einer laufenden Bewegung verbleiben, sodass es nicht erforderlich ist, die jeweiligen Schlitten abzubremesen und in die Gegenrichtung zu beschleunigen.

In weiteren Ausführungsform der Erfindung, die im Folgenden beschrieben werden, kann vorgesehen sein, dass die Adaption der räumlichen Strahlungscharakteristik der ersten Antenne auf rein elektronischem Weg erfolgt, um mechanische Probleme, insbesondere Abnutzung und Verschmutzung, einer mechanischen Adaptionsvorrichtung zu verhindern.

So können in einer fünften Ausführungsform der Erfindung eine Vielzahl räumlich beabstandeter, identischer erster Antennen vorgesehen sein, und die Adaptionsvorrichtung kann dazu eingerichtet sein, bei Bewegung der Antennenanordnung jeweils nur eine dieser ersten Antennen zu aktivieren. Die ersten Antennen können in einer Reihe angeordnet sein und die Adaptionsvorrichtung kann dazu eingerichtet sein, bei Bewegung der Antennenanordnung die ersten Antennen der Reihe nach zu aktivieren.

Zu diesem Zweck kann die Adaptionsvorrichtung einen elektronisch geschalteten Multiplexer umfassen. Die ersten Antennen können aber auch in einer Matrix angeordnet sein, um eine Aktivierung der ersten Antennen entlang einer Kurve zu ermöglichen.

Die zeitliche Abfolge der Aktivierung der jeweiligen ersten Antennen kann derart auf den Abstand der Antennen zueinander abgestimmt sein, dass sich im Ergebnis eine Bewegung der räumlichen Strahlungscharakteristik der jeweils aktivierten ersten Antenne ergibt, die entlang der Mit- oder Gegenbewegungstrajektorie, insbesondere in einer Linie oder Kurve verläuft.

Gemäß einer sechsten Ausführungsform der Erfindung ist die erste Antenne als Vielzahl räumlich beabstandeter, in Form eines ein- oder mehrdimensionalen Antennenarrays angeordneter Antennen ausgeführt. Das Antennenarray weist ein gemeinsames Phasenzentrum auf, und die Adaptionsvorrichtung ist dazu eingerichtet, das Phasenzentrum des Antennenarrays auf rein elektronischem Weg entlang der Gegenbewegungstrajektorie zu verschieben. Dies hat insbesondere den Vorteil, dass eine beliebige zwei- oder dreidimensionale Mit- oder Gegenbewegungstrajektorie realisierbar ist. Wiederum kann vorgesehen sein, dass das mehrdimensionale Antennenarray mit der zweiten Antenne über ein Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Schema in Verbindung steht.

In einer siebenten Ausführungsform der Erfindung ist die erste Antenne als Schlitzantenne mit einer Vielzahl räumlich beabstandeter, in einer Reihe angeordneter Schlitze ausgeführt. Die Schlitze können auf elektronischem Weg aktiviert werden und wirken bei Aktivierung als Abstrahlpunkt einer elektromagnetischen Welle. Die Adaptionsvorrichtung ist dazu eingerichtet, der Reihe nach die Schlitze entlang der Mit- oder Gegenbewegungstrajektorie zu aktivieren.

Es kann auch vorgesehen sein, dass der Schlitz durch eine Vielzahl von elektronischen Schaltern, insbesondere Dioden oder mikroelektromechanischen Systemen (MEMS), welche kleiner sind als der Schlitz selbst, geformt wird. Der gesamte Schlitz wird in diesem Fall gebildet durch Aktivierung einer Gruppe hintereinander angeordneter Schalter. Soll der Schlitz weiterbewegt werden, wird vorne ein Schalter aktiviert, und hinten ein Schalter deaktiviert. Dadurch kann der Schlitz in feineren Abständen verschoben werden.

In weiteren Ausführungsformen kann vorgesehen sein, dass die erste Antenne als Anordnung einer Vielzahl nebeneinander liegender Schlitzantennen ausgeführt ist, sodass sich eine matrixartige Anordnung der Schlitze ergibt. Dies hat wiederum den Vorteil, dass eine beliebige nichtlineare Mit- oder Gegenbewegungstrajektorie realisierbar ist.

In einer achten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Antennenanordnung ist die erste Antenne durch Anregung einer, von einem Punkt als Freiraumwelle abgestrahlten Oberflächenwelle ausgebildet. Die Adaptionsvorrichtung ist in dieser Ausführungsform dazu eingerichtet, während der Bewegung den Punkt der Abstrahlung entlang der Mit- oder Gegenbewegungstrajektorie zu verschieben. Zu diesem Zweck umfasst die Antennenanordnung eine Vorrichtung zur Anregung einer Oberflächenwelle.

Die Oberflächenwelle breitet sich entlang der Antennenanordnung oder Teilen dieser aus, und der Punkt, an dem die Oberflächenwelle als Freiraumwelle abgestrahlt werden soll, wird entlang der Mit- oder Gegenbewegungstrajektorie bewegt. Die Elemente, welche an diesem Punkt den Übergang zwischen der Oberflächenwelle und der Freiraumwelle bewirken, können gemäß des Standes der Technik gewählt sein. Bei den Elementen kann es sich um parasitäre Leiterstrukturen handeln, die mittels selektiv aktivierbarer Dioden kurzgeschlossen werden können. Diese Elemente können in einer linearen oder matrixförmigen Anordnung vorgesehen sein, um wiederum eine lineare oder nichtlineare Mit- oder Gegenbewegungstrajektorie zu ermöglichen.

Die erste Antenne kann Teil eines Funksenders und die zweite Antenne Teil eines Funkempfängers sein. Umgekehrt kann die erste Antenne Teil eines Funkempfängers und die zweite Antenne Teil eines Funksenders sein. Auch Ausführungen als kombinierte Sende-/Empfangsantenne sind erfindungsgemäß vorgesehen.

Die Erfindung erstreckt sich ferner auf ein mobiles elektronisches Gerät, beispielsweise ein Mobiltelefon, Smartphone, Tablet, Laptop oder dergleichen, umfassend zumindest eine erfindungsgemäße Antennenanordnung. Vorzugsweise weist die Antennenanordnung eine große Erstreckung auf, zumindest jedoch etwa 2 mm.

Die Erfindung erstreckt sich ferner auf ein Fortbewegungsmittel, insbesondere ein Landfahrzeug, Luftfahrzeug, Wasserfahrzeug oder einen Flugkörper, umfassend zumindest eine erfindungsgemäße Antennenanordnung.

Das Fortbewegungsmittel kann ein Dach aufweisen. Die Antennenanordnung kann in einer Vertiefung an der äußeren Oberfläche des Dachs angeordnet sein und eine möglichst große Erstreckung aufweisen, vorzugsweise eine Erstreckung von zumindest etwa 2 cm. Die Antennenanordnung kann auch seitlich am Fortbewegungsmittel angeordnet sein. Die Vertiefung kann mit einem Deckel aus einem Dielektrikum abgedeckt sein. Es können auch mehrere erfindungsgemäße Antennenanordnungen zur Kommunikation über unterschiedliche Funkkanäle vorgesehen sein.

Die Erfindung erstreckt sich ferner auf Verfahren zur Reduktion von Schwankungen im Funkkanal zwischen zumindest einer ersten Antenne, die mit zumindest einer zweiten Antenne über den Funkkanal in Verbindung steht, unter Verwendung zumindest einer Vorrichtung zur Detektion oder Prädiktion einer Bewegung der ersten Antenne und/oder der zweiten Antenne und zur Bestimmung einer räumlichen Bewegungstrajektorie der ersten Antenne relativ zur zweiten Antenne. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst zumindest die folgenden Schritte: Berechnung, durch zumindest eine Berechnungseinheit, bei Bewegung der ersten Antenne einer räumlichen Gegenbewegungstrajektorie, die im Raum im Wesentlichen entgegengesetzt zur Bewegungstrajektorie verläuft, und/oder bei einer Bewegung der zweiten Antenne einer räumlichen Mitbewegungstrajektorie, die im Raum im Wesentlichen gleich zur Bewegungstrajektorie verläuft, Adaptierung, durch eine Adaptionsvorrichtung, der räumlichen Strahlungscharakteristik der ersten Antenne entlang der Gegenbewegungstrajektorie und/oder Mitbewegungstrajektorie während der Bewegung derart, dass die Eigenschaften des Funkkanals trotz der Bewegung im Wesentlichen unverändert bleiben.

Weitere erfindungsgemäße Merkmale ergeben sich aus den Patentansprüchen, den Zeichnungen und der Beschreibung der Ausführungsbeispiele.

Die Erfindung wird nun an Hand nicht ausschließlicher Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung bei Bewegung der ersten Antenne;  
Figs. 2 - 9 schematische Darstellungen weitere Ausführungsformen erfindungsgemäßer Antennenanordnungen;  
Figs. 10a – 10b schematische Darstellungen weiterer Ausführungsformen erfindungsgemäßer Antennenanordnungen bei Bewegung der zweiten Antenne.

**Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung 1 zu zwei Zeitpunkten  $t_1$  (oben) und  $t_2 > t_1$  (unten) in einer seitlichen Schnittdarstellung (links) und in einer Ansicht von oben (rechts).

Die Antennenanordnung 1 umfasst eine erste elektromagnetische Antenne 2, die dazu ausgeführt ist, mit einer elektromagnetischen zweiten Antenne 3, die hier nicht Teil der Antennenanordnung 1 ist, über einen Funkkanal in Verbindung zu stehen. Die zweite Antenne 3 ist in diesem Ausführungsbeispiel eine unbewegliche Mobilfunk-Basisstation, und die erste Antenne 2 eine Mobilfunkantenne eines beweglichen Smartphones oder eines Fahrzeugs.

Es ist ein Detektor 4 vorgesehen, der eine Bewegung der Antennenanordnung 1 relativ zur zweiten Antenne 3 entlang einer Bewegungstrajektorie 5 detektieren kann. Der Detektor 4 ist an der Antennenanordnung 1 angeordnet. Es ist ferner eine Berechnungseinheit 6 vorgesehen, die dazu dient, die vom Detektor 4 aufgenommenen Daten zu verarbeiten. Die Berechnungseinheit 6 steht mit der Adaptionsvorrichtung 8 in Verbindung.

Auf Grundlage der vom Detektor 4 aufgenommenen Bewegungstrajektorie 5 berechnet die Berechnungseinheit 6 eine im Wesentlichen entgegengesetzt verlaufende Gegenbewegungstrajektorie 7.

Die Trajektorien 5, 7 werden in kartesischen oder Polarkoordinaten verarbeitet. Selbstverständlich ist auch eine Verarbeitung in anderen Koordinatensystem erfindungsgemäß vorgesehen. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Bewegungstrajektorie 5 eine gerade Linie, und die Gegenbewegungstrajektorie 7 eine entsprechend entgegengesetzt verlaufende gerade Linie.



Die Berechnungseinheit 6 übermitteln die berechnete Gegenbewegungstrajektorie 7 an die Adaptionsvorrichtung 8, und diese veranlasst eine entsprechende Bewegung der ersten Antenne 2. Dadurch ändert sich die räumliche Strahlungscharakteristik der ersten Antenne 2 und die Eigenschaften des Funkkanals zwischen erster Antenne 2 und zweiter Antenne 3 bleiben trotz Bewegung der Antennenanordnung 1 im Wesentlichen unverändert, da der Relativabstand zwischen erster und zweiter Antenne gleich bleibt.

Die Adaptionsvorrichtung 8 umfasst zur Bewegung der ersten Antenne 2 ein mechanisches Antriebselement 11 in Form eines Schrittmotors. Dieser wird von der Berechnungseinheit 6 oder einer zwischengeschalteten Motorsteuerungseinheit angesteuert. Das Antriebselement 11 ist dazu eingerichtet, die räumliche Position der ersten Antenne 2 relativ zur zweiten Antenne 3 über einen möglichst langen Zeitraum, zumindest jedoch für die Dauer eines Zeitschlitzes des verwendeten Funkprotokolls, etwa 0,577 ms konstant zu halten.

Zur Bewegung der ersten Antenne 2 umfasst die Adaptionsvorrichtung 8 eine Nut 9 und einen darin beweglichen Schlitten 10. Der bewegliche Schlitten 10 ist mit dem Antriebselement 11 verbunden, entweder direkt oder über ein mechanisches Getriebe. Die erste Antenne 2 ist auf dem Schlitten 10 angeordnet und kann somit entlang der Nut 9 bewegt werden. Die Nut 9 weist eine Länge von etwa 3mm auf. In anderen Ausführungsbeispielen kann die Nut 9 länger sein, beispielsweise 30cm, aber auch, je nach Anwendungsgebiet, mehrere Meter.

Zum Zeitpunkt  $t_1$  befindet sich die Antennenanordnung 1 an einer ersten Position und bewegt sich entlang der Bewegungstrajektorie 5. Zum Zeitpunkt  $t_2$  hat sich die Antennenanordnung um die Distanz  $\Delta s$  nach links bewegt. Gleichzeitig hat sich der Schlitten 10 mit der ersten Antenne 2 um dieselbe Distanz entlang der Gegenbewegungstrajektorie 7 nach rechts bewegt. Bezüglich der zweiten Antenne 3 bleibt die erste Antenne 2 somit an derselben Stelle bzw. weist den selben Relativabstand auf und der Funkkanal ist im Wesentlichen unverändert.

**Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung 1. In dieser Ausführungsform umfasst die erste Antenne 2 zwei Teilantennen 2', 2''. Es wird jeweils nur eine der beiden Teilantennen 2', 2'' benutzt, um mit der zweiten Antenne 3 zu kommunizieren. Für jede Teilantenne 2', 2'' ist ein mechanisches Antriebselement 11', 11'', beispielsweise ein Schrittmotor oder ein mechanisches Getriebe, vorgesehen. Diese sind dazu eingerichtet, die zwei Teilantennen 2', 2'' abwechselnd von einer Ausgangsposition A entlang der berechneten Gegenbewegungstrajektorie 7 zu einer Endposition E zu verschieben. Jede Teilantenne 2', 2'' wird nach dem Erreichen der Endposition E in die Ausgangsposition A zurück verschoben.

Die Adaptionsvorrichtung 8 umfasst in diesem Ausführungsbeispiel zwei parallele Nuten 9', 9'' und zwei bewegliche Schlitten 10', 10'', wobei die Teilantennen 2', 2'' jeweils auf einem Schlitten 10', 10'' angeordnet sind und die Schlitten vorzugsweise über jeweils einen Schrittmotor in den Nuten 9', 9'' verfahrbar sind.

Im Zeitpunkt  $t_1$  befinden sich die beiden Teilantennen 2', 2'' jeweils an der Ausgangsposition A. Die Antennenanordnung 1 bewegt sich entlang der Bewegungstrajektorie 5; dies wird vom Detektor 4 (nicht dargestellt) erkannt und die Berechnungseinheit 6 (nicht dargestellt) berechnet eine Gegenbewegungstrajektorie 7. Eine Teilantenne 2' wird entlang ihrer Nut 9' geführt und bildet somit einen statischen Funkkanal für die Kommunikation mit der zweiten Antenne 3. Nach Erreichen der Endposition E im Zeitpunkt  $t_2 > t_1$  wird die Teilantenne 2' entlang ihrer Nut 9' zurück bewegt. Gleichzeitig startet die Teilantenne 2'' ihre Bewegung entlang der nunmehr neu festgestellten Gegenbewegungstrajektorie 7 und setzt die Kommunikation mit der zweiten Antenne 3 praktisch nahtlos fort.

In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Nuten 9', 9'' an ihren Enden vorzugsweise halbkreisförmig oder mäanderförmig miteinander verbunden, sodass die Schlitten 11', 11'' nicht abgebremst und umgekehrt werden müssen, sondern in einer kontinuierlichen, jedoch nichtlinearen Bewegung gehalten werden können.

**Fig. 3** zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung 1. In dieser Ausführungsform sind eine Vielzahl räumlich beabstandeter, in einer Reihe angeordneter identischer erster Antennen 2', 2'', 2''' vorgesehen. Die Adaptionsvorrichtung 8 ist dazu eingerichtet, bei Bewegung der Antennenanordnung 1 jeweils eine dieser ersten Antennen 2', 2'', 2''', vorzugsweise unter Verwendung eines geschalteten elektronischen Multiplexers, der Reihe nach entlang der Gegenbewegungstrajektorie 7 zu aktivieren.

**Fig. 4** zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung 1. In dieser Ausführungsform sind eine Vielzahl räumlich beabstandeter, in Form eines eindimensionalen Antennenarrays angeordneter Antennen 2', 2'', 2''' vorgesehen. Das Antennenarray weist eine Strahlungscharakteristik mit einem gemeinsamen Phasenzentrum auf, das mit einer strichlierten Linie angedeutet ist. Die Adaptionsvorrichtung 8 ist dazu eingerichtet, bei Bewegung der Antennenanordnung 1 das Phasenzentrum des Antennenarrays auf elektronischem Weg entlang der Gegenbewegungstrajektorie 7 zu verschieben. In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel sind eine Vielzahl räumlich beabstandeter, in Form eines zweidimensionalen Antennenarrays angeordneter Antennen 2', 2'', 2''' vorgesehen. Das Antennenarray weist ein gemeinsames Phasenzentrum auf, und die Adaptionsvorrichtung 8 ist dazu eingerichtet, bei Bewegung der Antennenanordnung 1 das Phasenzentrum des Antennenarrays auf elektronischem Weg entlang einer zweidimensionalen, nichtlinear verlaufenden Gegenbewegungstrajektorie 7 in der Ebene des Antennenarrays zu verschieben.

**Fig. 5** zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung. In dieser Ausführungsform ist die erste Antenne 2 als Schlitzantenne mit einer Vielzahl räumlich beabstandeter, in einer Reihe angeordneter Schlitze 12, 12', 12'' in einem Rechteckhohlleiter ausgeführt. Die Schlitze 12, 12', 12'' wirken bei Aktivierung als Abstrahlpunkt einer elektromagnetischen Welle, deren Strahlungscharakteristik mit strichlierter Linie angedeutet ist, und dienen somit als räumlich variable erste Antenne 2. Die Adaptionsvorrichtung 8 ist dazu eingerichtet, bei Bewegung der Antennenanordnung 1 durch elektronisches Aktivieren passiver Elemente der Reihe nach jeweils einen dieser Schlitze 12, 12', 12'' entlang der Gegenbewegungstrajektorie 7 zum Senden oder Empfangen auszuwählen. Die anderen Schlitze sind deaktiviert und strahlen nicht.

Alternativ können mehrere Schlitze gleichzeitig aktiv sein und mit der zweiten Antenne in einem MIMO-Schema in Verbindung stehen. Die Bewegung der Antennenanordnung wird in diesem Ausführungsbeispiel über einen Prädiktor 13 prognostiziert.

In einer weiteren, nicht dargestellten Ausführungsform sind die Schlitze nicht fix im Hohlleiter angeordnet, sondern werden elektronisch erzeugt, beispielsweise mit Dioden oder mikroelektromechanischen Systemen (MEMS). Zu diesem Zweck sind eine Vielzahl an Dioden dicht nebeneinander angeordnet und werden derart aktiviert, dass mehrere nebeneinanderliegende aktivierte Dioden einen einzigen Schlitz bilden. Die Position des Schlitzes wird bewegt, indem angrenzende Dioden aktiviert bzw. deaktiviert werden. Dadurch kann eine stetige Bewegung des Schlitzes in feiner Abstufung auf elektronischem Wege erzielt werden.

**Fig. 6** zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung 1. In dieser Ausführungsform ist die erste Antenne 2 nicht als physische Komponente ausgebildet, sondern wird durch Anregung einer Oberflächenwelle ausgebildet, beispielsweise durch Anregung mit einer Hornantenne 14 und gegebenenfalls Umleitung mit einem Spiegel. Die Oberflächenwelle wird so angeregt, dass sie entlang der Antennenanordnung 1 verläuft, wie in der Abbildung schematisch dargestellt ist. Die Adaptionsvorrichtung 8 ist dazu eingerichtet, bei Bewegung der Antennenanordnung 1 den Punkt der Abstrahlung der Oberflächenwelle entlang der Gegenbewegungstrajektorie 7 zu verschieben. Dies kann durch elektrisches Aktivieren und Deaktivieren von Schlitzen zB mit Dioden 15 oder MEMS erfolgen. Dadurch wird der Ort, an dem die Oberflächenwelle in eine Freiraumwelle übergeführt wird, verschoben.

**Figs. 7 - 9** zeigen schematische Darstellungen weiterer Ausführungsformen erfindungsgemäßer Antennenanordnungen 1. In diesen Ausführungsformen liegt eine nichtlineare Bewegungstrajektorie 5 vor, und die erste Antenne 2 ist jeweils derart ausgeführt, dass ihre Strahlungscharakteristik der entsprechend entgegengesetzt verlaufenden, nichtlinearen Gegenbewegungstrajektorie 7 folgen kann. Im Beispiel der Fig. 7 sind eine Vielzahl erster Antennen 2', 2'', 2''' vorgesehen, in Form eines zweidimensionalen Antennenarrays angeordnet sind.

Die jeweils zu aufeinanderfolgenden Zeitpunkten aktivierten Antennen sind fett dargestellt, sodass der Verlauf der aktivierten ersten Antennen die Gegenbewegungstrajektorie 7 bildet. Zur Ansteuerung des Antennenarrays ist die Adaptionsvorrichtung 8 vorgesehen.

Im Beispiel der Fig. 8 ist die erste Antenne 2 durch parallele Anordnung von Schlitzantennen mit einer Vielzahl räumlich beabstandeter, in einem Array angeordneter Schlitzen 12', 12'', 12''' in einem Rechteckhohlleiter ausgeführt. Die jeweils zu aufeinanderfolgenden Zeitpunkten aktivierten Schlitze sind fett dargestellt, sodass der Verlauf der aktivierten ersten Antennen die Gegenbewegungstrajektorie 7 bildet. Zur Ansteuerung des Antennenarrays ist die Adaptionsvorrichtung 8 vorgesehen. Die Schlitze 12', 12'', 12''' wirken bei Aktivierung als Abstrahlpunkt einer elektromagnetischen Welle, deren Strahlungscharakteristik mit strichlierter Linie angedeutet ist, und dienen somit als räumlich variable erste Antenne 2. Die Adaptionsvorrichtung 8 ist dazu eingerichtet, bei Bewegung der Antennenanordnung 1 durch elektronisches Aktivieren passiver Elemente der Reihe nach jeweils einen dieser Schlitze 12, 12', 12'' entlang der Gegenbewegungstrajektorie 7 zum Senden oder Empfangen auszuwählen. Die anderen Schlitze sind deaktiviert und strahlen nicht.

Im Beispiel der Fig. 9 ist die erste Antenne 2 als parallele Anordnung von Oberflächenwellenleitern gebildet. Die Oberflächenwelle wird so angeregt, dass sie zweidimensional in den Oberflächenwellenleitern bzw. der Antennenanordnung 1 gebildet ist. Die Adaptionsvorrichtung 8 ist dazu eingerichtet, den Punkt der Abstrahlung der Oberflächenwelle entlang der Gegenbewegungstrajektorie 7 zu bewegen. Dies kann durch elektrisches Aktivieren und Deaktivieren von Schlitzen zB mit Dioden 15', 15'', 15''' oder MEMS erfolgen. Die jeweils zu aufeinanderfolgenden Zeitpunkten aktivierten Elemente sind fett dargestellt, sodass der Verlauf der aktivierten ersten Antennen die Gegenbewegungstrajektorie 7 bildet.

Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele gelten in analoger Weise für Ausführungsformen der Erfindung, in denen die Strahlungscharakteristik der Antenne entlang einer Mitbewegungstrajektorie, also gleich zur Bewegungstrajektorie, adaptiert wird.

**Fig. 10a** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung, bei der sich die zweite Antenne 3 bewegt. Ein Detektor der Antennenanordnung 1 detektiert die Bewegungstrajektorie 5 der zweiten Antenne 3 und eine Berechnungseinheit 6 der Antennenanordnung 1 berechnet eine Mitbewegungstrajektorie 7', die räumlich im Wesentlichen gleich zur Bewegungstrajektorie verläuft. Eine Adaptionsvorrichtung 8 der Antennenanordnung bewegt die erste Antenne 2 entlang der Mitbewegungstrajektorie 7', sodass der Relativabstand zwischen den Antennen im Wesentlichen unverändert bleibt.

**Fig. 10b** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung, bei der eine Bewegung der Plattform der zweiten Antenne 3 durch kooperative Mit- und Gegenbewegungen kompensiert wird. In diesem Ausführungsbeispiel ist die zweite Antenne 3 ein Teil der Antennenanordnung 1, und es ist eine zweite Adaptionsvorrichtung 8' zur Bewegung der zweiten Antenne 3 vorgesehen. Ein Detektor detektiert die Bewegungstrajektorie 5 der zweiten Antenne 3 bzw. deren Plattform und eine Berechnungseinheit 6 berechnet eine Gegenbewegungstrajektorie 7 sowie eine Mitbewegungstrajektorie 7' derart, dass die Kombination aus Mit- und Gegenbewegungstrajektorie die Bewegungstrajektorie kompensieren. Eine Adaptionsvorrichtung 8 der ersten Antenne 2 bewegt die erste Antenne 2 entlang der Mitbewegungstrajektorie 7', und eine Adaptionsvorrichtung 8' der zweiten Antenne 3 bewegt die zweite Antenne 3 entlang der Gegenbewegungstrajektorie 7, sodass der Relativabstand zwischen den Antennen im Wesentlichen unverändert bleibt.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die vorliegenden Ausführungsbeispiele, sondern umfasst sämtliche Antennenanordnungen im Rahmen der nachfolgenden Patentansprüche. Insbesondere umfasst die Erfindung auch beliebige Fortbewegungsmittel, Kommunikationseinrichtungen und Zubehör mit einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung.

## Patentansprüche

1. Antennenanordnung (1), umfassend
  - a. zumindest eine erste Antenne (2), die dazu ausgeführt ist, mit zumindest einer zweiten Antenne (3) über einen Funkkanal in Verbindung zu stehen,
  - b. zumindest eine Vorrichtung zur Detektion oder Prädiktion einer Bewegung der ersten Antenne (2) und/oder der zweiten Antenne (3) und zur Bestimmung einer räumlichen Bewegungstrajektorie (5) der ersten Antenne (2) relativ zur zweiten Antenne (3),dadurch gekennzeichnet, dass
  - c. zumindest eine Berechnungseinheit (6) vorgesehen ist, die dazu ausgeführt ist,
    - i. bei einer Bewegung der ersten Antenne (2) eine räumliche Gegenbewegungstrajektorie (7) zu berechnen, die im Raum im Wesentlichen entgegengesetzt zur Bewegungstrajektorie (5) verläuft, und/oder
    - ii. bei einer Bewegung der zweiten Antenne (3) eine räumliche Mitbewegungstrajektorie (7') zu berechnen, die im Raum im Wesentlichen gleich zur Bewegungstrajektorie (5) verläuft,
  - d. eine Adaptionsvorrichtung (8) vorgesehen ist, die dazu eingerichtet ist, die räumliche Strahlungscharakteristik der ersten Antenne (2) während der Bewegung derart entlang der Gegenbewegungstrajektorie (7) und/oder Mitbewegungstrajektorie (7') zu adaptieren, dass die Eigenschaften des Funkkanals trotz der Bewegung im Wesentlichen unverändert bleiben.
2. Antennenanordnung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Detektion oder Prädiktion einer Relativbewegung zwischen der ersten Antenne (2) und der zweiten Antenne (3) ausgeführt ist, wobei die Berechnungseinheit (6) dazu ausgeführt ist, je nach Richtung der Relativbewegung eine Gegenbewegungstrajektorie (7) oder eine Mitbewegungstrajektorie (7') zu berechnen.

3. Antennenanordnung (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine weitere Adaptionsvorrichtung (8') vorgesehen ist, die dazu eingerichtet ist, die räumliche Strahlungscharakteristik der zweiten Antenne (3) entlang einer Trajektorie zu adaptieren, sodass die Stabilisierung des Funkkanals durch kooperative Adaption der räumlichen Strahlungscharakteristika beider Antennen (2, 3) erfolgt.
4. Antennenanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Adaptionsvorrichtung (8) ein mechanisches Antriebselement (11), beispielsweise einen Schrittmotor, umfasst, welches dazu eingerichtet ist, die räumliche Position der ersten Antenne (2) relativ zur zweiten Antenne (3) bei der Bewegung im Wesentlichen konstant zu halten.
5. Antennenanordnung (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebselement (11) dazu eingerichtet ist, die räumliche Position der ersten Antenne (2) relativ zur zweiten Antenne (3) über einen möglichst langen Zeitraum, vorzugsweise die gesamte Dauer der Kommunikation, zumindest jedoch über die gesamte Dauer eines Zeitschlitzes des verwendeten Funkprotokolls konstant zu halten.
6. Antennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Adaptionsvorrichtung (8) eine Nut (9) und einen beweglichen Schlitten (10) umfasst, wobei die erste Antenne (2) auf dem Schlitten (10) angeordnet ist und der Schlitten vorzugsweise über einen Schrittmotor in der Nut (9) beweglich ist.
7. Antennenanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge der Nut (9) möglichst groß und derart gewählt ist, dass bei einer vorbestimmten Geschwindigkeit der Bewegung die Eigenschaften des Funkkanals über einen möglichst langen Zeitraum, vorzugsweise über zumindest 0,577 ms, konstant bleiben, wobei die Nut vorzugsweise eine Länge von zumindest etwa 3 mm aufweist.
8. Antennenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Antenne (2) zumindest zwei Teilantennen (2', 2'')



- umfasst, wobei für jede Teilantenne (2', 2'') ein mechanisches Antriebselement (11', 11''), beispielsweise ein Schrittmotor oder ein Getriebe, vorgesehen ist, welches dazu eingerichtet ist, die räumliche Position einer Teilantenne (2', 2'') relativ zur zweiten Antenne (3) durch Verschiebung entlang der Gegenbewegungstrajektorie (7) oder Mitbewegungstrajektorie (7') im Wesentlichen konstant zu halten.
9. Antennenanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest zwei Teilantennen (2', 2'') abwechselnd von einer Ausgangsposition A entlang der Gegenbewegungstrajektorie (7) oder Mitbewegungstrajektorie (7') zu einer Endposition E verschoben werden, wobei jede Teilantenne (2', 2'') nach dem Erreichen der Endposition E in die Ausgangsposition A zurück verschoben wird.
  10. Antennenanordnung (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Adaptionsvorrichtung (8) zumindest zwei Nuten (9', 9'') und zumindest zwei bewegliche Schlitten (10', 10'') umfasst, wobei die Teilantennen (2', 2'') jeweils auf einem Schlitten (10', 10'') angeordnet sind und die Schlitten vorzugsweise über jeweils einen Schrittmotor in den Nuten (9', 9'') verfahrbar sind.
  11. Antennenanordnung (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (9', 9'') an ihren Enden vorzugsweise halbkreisförmig oder mäanderrförmig miteinander verbunden sind.
  12. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielzahl räumlich beabstandeter, in einer Reihe oder Linie angeordneter identischer erster Antennen (2', 2'', 2''') vorgesehen sind, und die Adaptionsvorrichtung (8) dazu eingerichtet ist, während der Bewegung jeweils eine dieser ersten Antennen (2', 2'', 2'''), vorzugsweise unter Verwendung eines geschalteten Multiplexers, der Reihe oder Linie nach entlang der Gegenbewegungstrajektorie (7) oder Mitbewegungstrajektorie (7') zu aktivieren.
  13. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielzahl räumlich beabstandeter, in Form eines ein- oder mehrdimensionalen Antennenarrays angeordneter erster Antennen (2', 2'', 2''') vorgesehen sind, wobei das Antennenarray ein gemeinsames Phasenzentrum

- aufweist, und wobei die Adaptionsvorrichtung (8) dazu eingerichtet ist, während der Bewegung das Phasenzentrum des Antennenarrays entlang der gegebenenfalls nichtlinearen Gegenbewegungstrajektorie (7) oder Mitbewegungstrajektorie (7') zu verschieben.
14. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Antenne (2) als Schlitzantenne mit einer Vielzahl räumlich beabstandeter, in einer Reihe, in einer Linie oder matrizenförmig angeordneter Schlitze (12, 12', 12'') ausgeführt ist, die bei Aktivierung als Abstrahlpunkt wirken, und die Adaptionsvorrichtung (8) dazu eingerichtet ist, während der Bewegung durch elektronisches Aktivieren passiver Elemente jeweils einen dieser Schlitze (12, 12', 12'') entlang der gegebenenfalls nichtlinearen Gegenbewegungstrajektorie (7) oder Mitbewegungstrajektorie (7') zu aktivieren.
  15. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Antenne (2) durch Anregung einer, von einem Punkt abgestrahlten Oberflächenwelle ausgebildet ist, wobei die die Adaptionsvorrichtung (8) dazu eingerichtet ist, während der Bewegung den Punkt der Abstrahlung der Oberflächenwelle entlang der gegebenenfalls nichtlinearen Gegenbewegungstrajektorie (7) oder Mitbewegungstrajektorie (7') zu verschieben.
  16. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektion einer Bewegung der ersten Antenne (2) und/oder der zweiten Antenne (3) durch GPS-Sensoren, Gyroskope, Rotationssensoren, Radar, Lidar, Kameras, SLAM oder andere Vorrichtungen und Verfahren zur Positionsbestimmung erfolgt.
  17. Mobile elektronische Kommunikationseinrichtung, insbesondere Mobiltelefon, Smartphone, Tablet oder Laptop, oder Fortbewegungsmittel, insbesondere Landfahrzeug, Luftfahrzeug, Wasserfahrzeug oder Flugkörper, umfassend zumindest eine Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16.
  18. Unbewegliche elektronische Kommunikationseinrichtung, insbesondere Funk-Basisstation, Rundfunksender, Radaranlage oder dergleichen, umfassend zumindest eine Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16.

19. Verfahren zur Reduktion von Schwankungen im Funkkanal zwischen zumindest einer ersten Antenne (2), die mit zumindest einer zweiten Antenne (3) über den Funkkanal in Verbindung steht, unter Verwendung zumindest einer Vorrichtung zur Detektion oder Prädiktion einer Bewegung der ersten Antenne (2) und/oder der zweiten Antenne (3) und zur Bestimmung einer räumlichen Bewegungstrajektorie (5) der ersten Antenne (2) relativ zur zweiten Antenne (3), dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
  - a. Berechnung, durch zumindest eine Berechnungseinheit (6), bei Bewegung der ersten Antenne (2) einer räumlichen Gegenbewegungstrajektorie (7), die im Raum im Wesentlichen entgegengesetzt zur Bewegungstrajektorie (5) verläuft, und/oder bei einer Bewegung der zweiten Antenne (3) einer räumlichen Mitbewegungstrajektorie (7'), die im Raum im Wesentlichen gleich zur Bewegungstrajektorie (5) verläuft,
  - b. Adaptierung, durch eine Adaptionsvorrichtung, der räumlichen Strahlungscharakteristik der ersten Antenne (2) entlang der Gegenbewegungstrajektorie (7) und/oder Mitbewegungstrajektorie (7') während der Bewegung derart, dass die Eigenschaften des Funkkanals trotz der Bewegung im Wesentlichen unverändert bleiben.
20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass eine Relativbewegung zwischen der ersten Antenne (2) und der zweiten Antenne (3) detektiert oder prädiziert wird, wobei die Berechnungseinheit (6) je nach Richtung der Relativbewegung eine Gegenbewegungstrajektorie (7) oder eine Mitbewegungstrajektorie (7') berechnet.
21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass die räumliche Strahlungscharakteristik der zweiten Antenne (3) durch eine weitere Adaptionsvorrichtung (8') adaptiert wird, sodass der Funkkanal durch kooperative Adaption der räumlichen Strahlungscharakteristika beider Antennen (2, 3) stabilisiert wird.

Fig.1

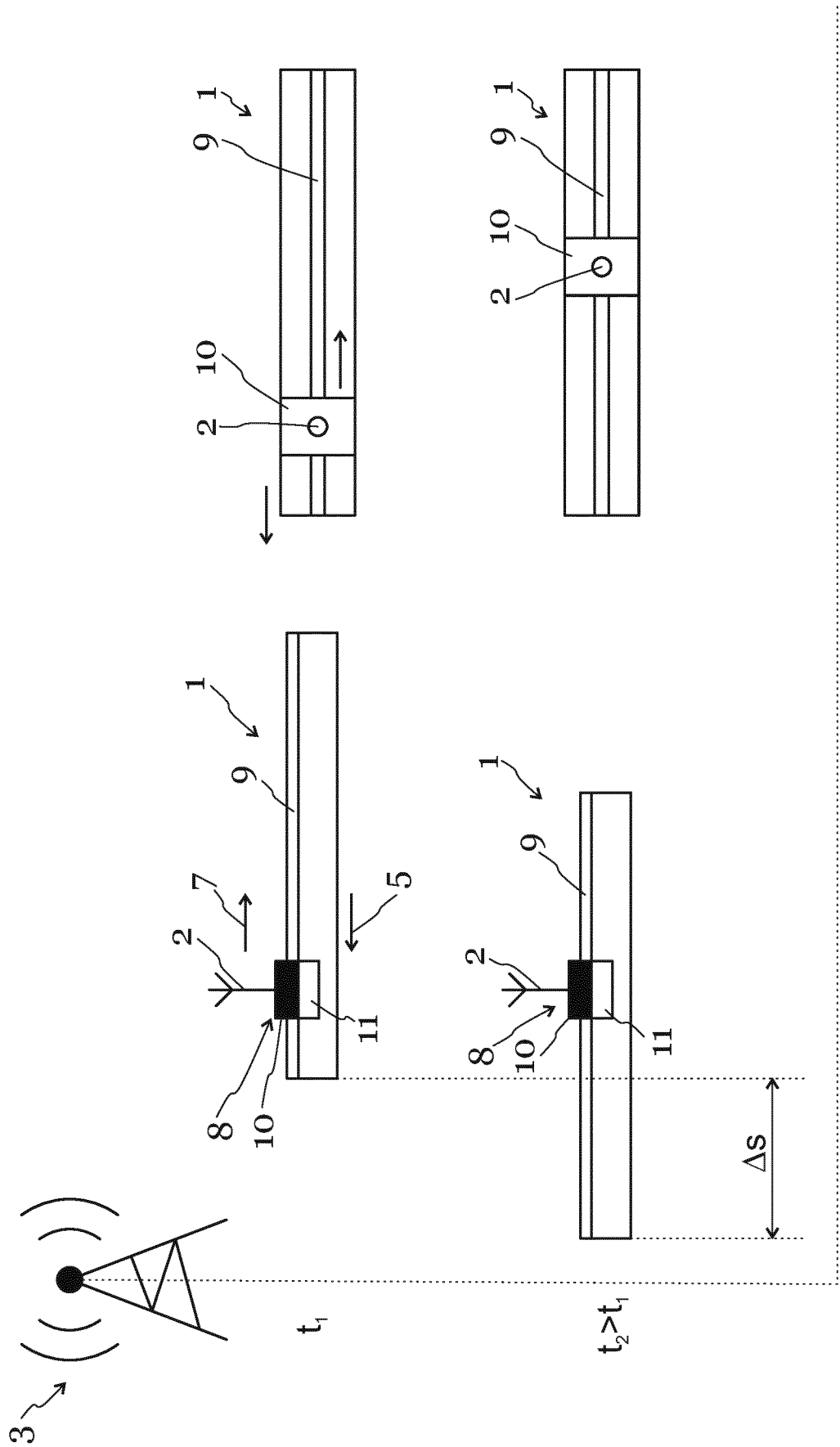
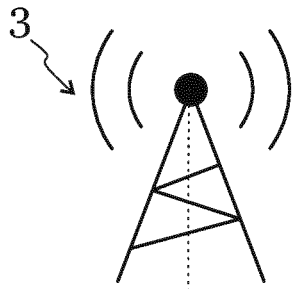
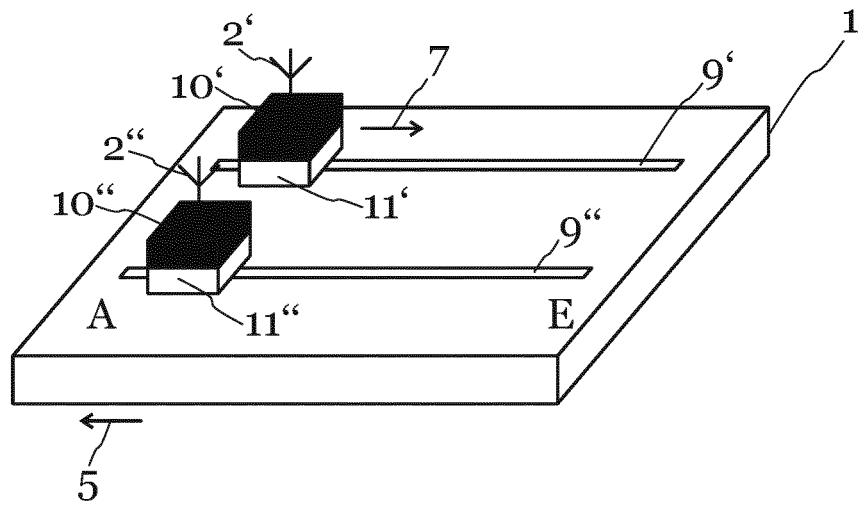


Fig.2



$t_1$



$t_2 > t_1$

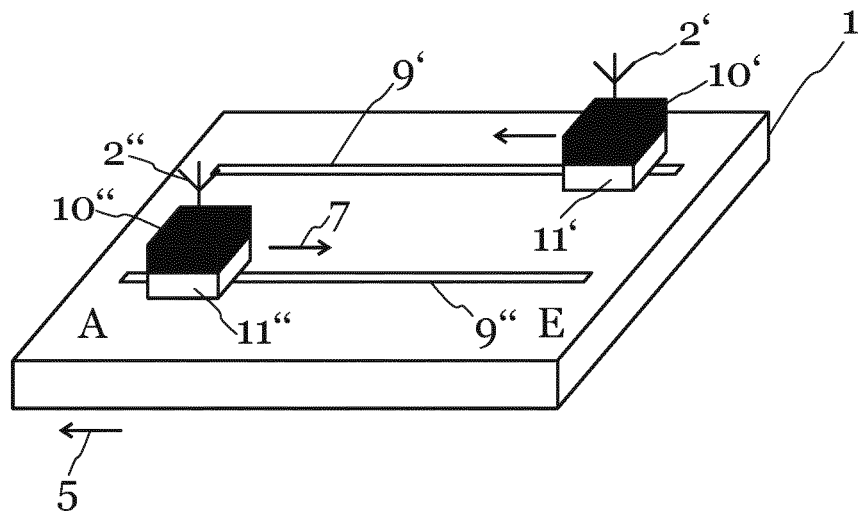


Fig.3

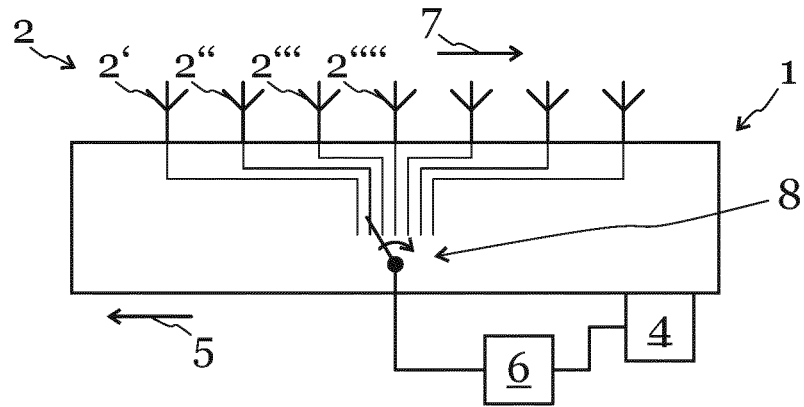


Fig.4

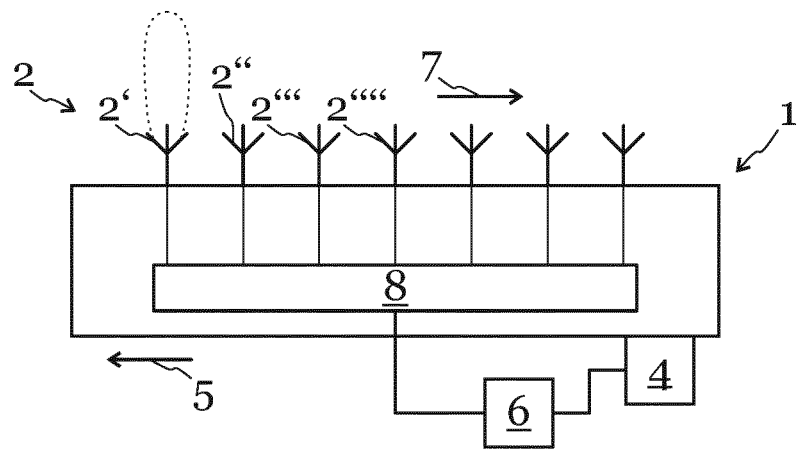


Fig.5

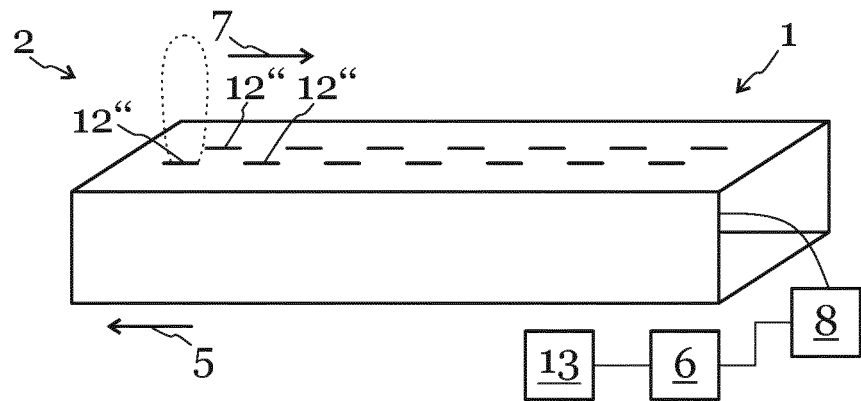


Fig.6

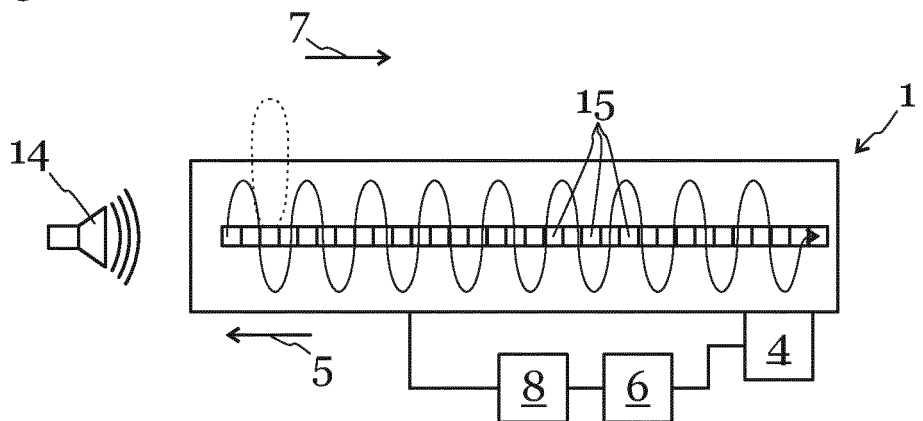


Fig.7  
4/5

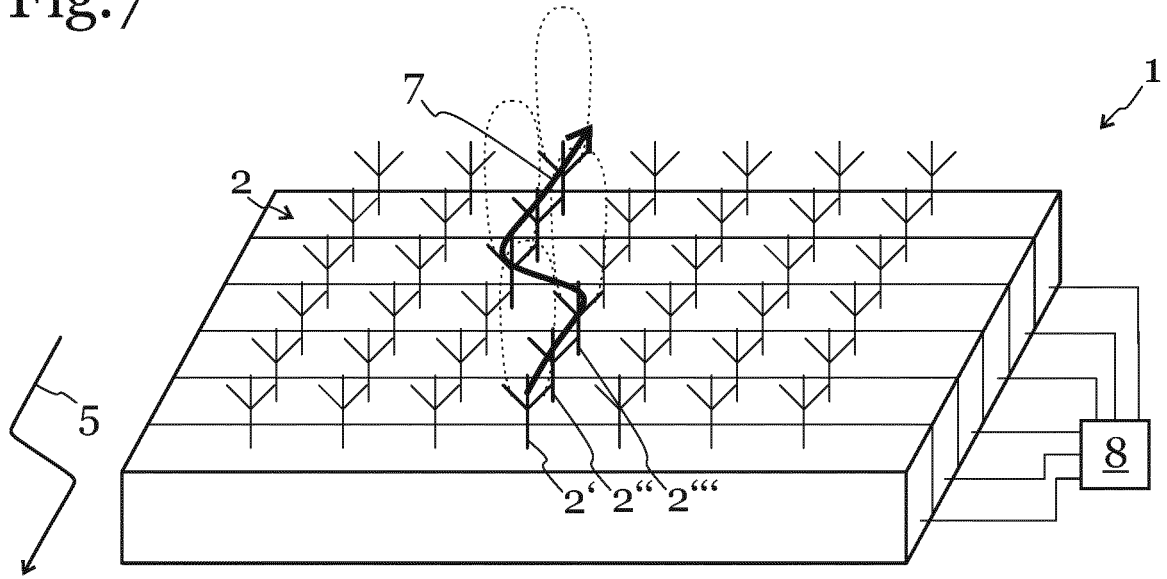


Fig.8

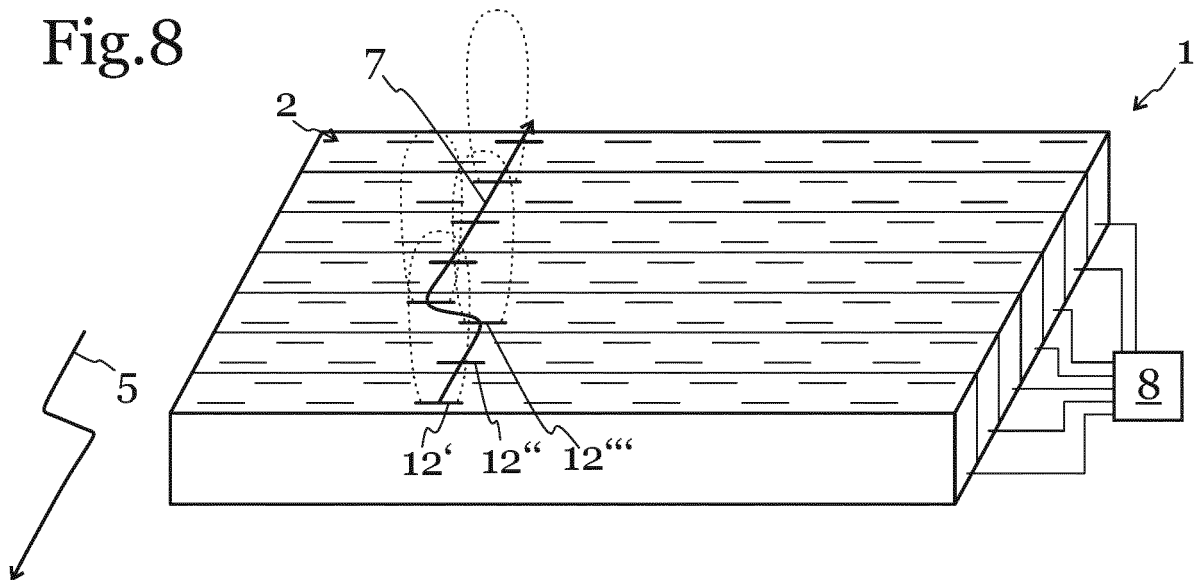


Fig.9

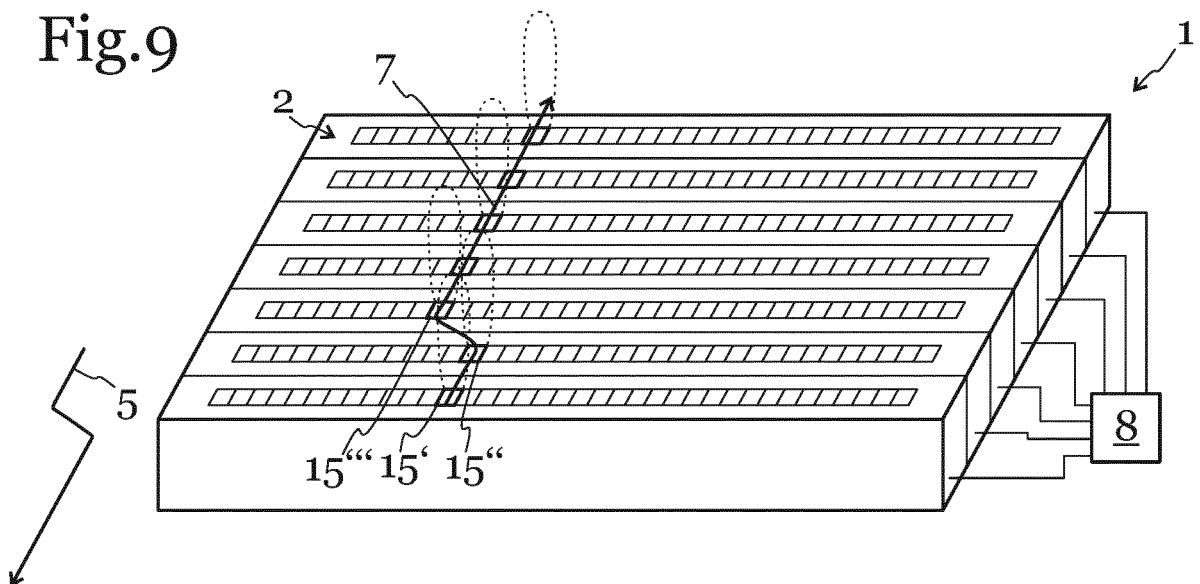


Fig.10a

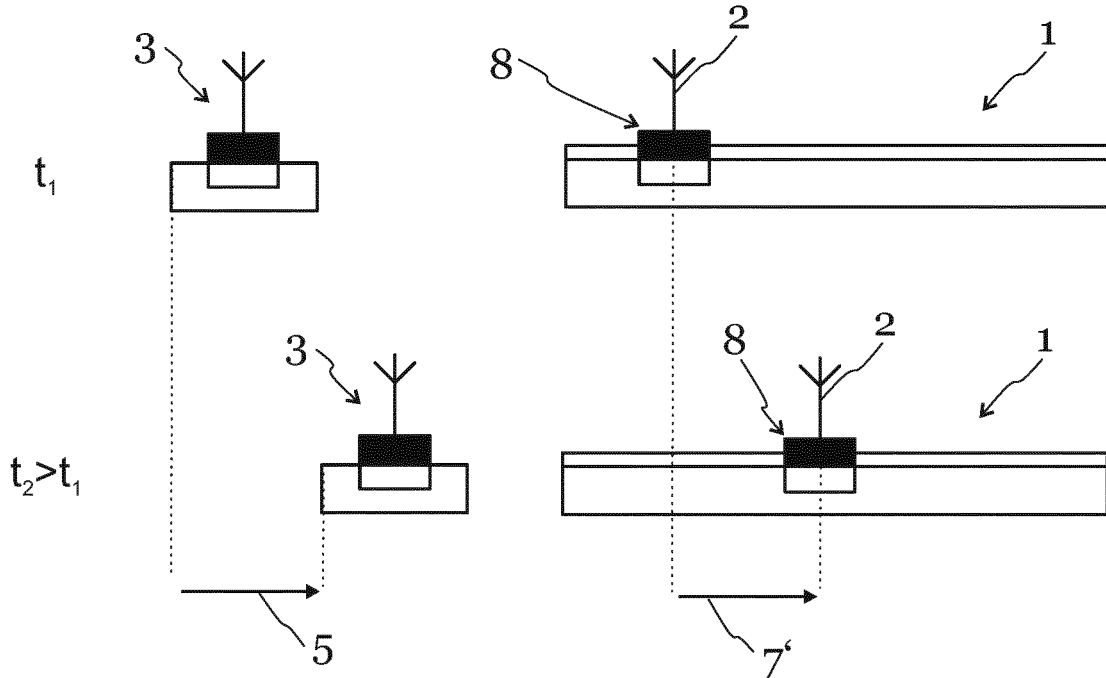
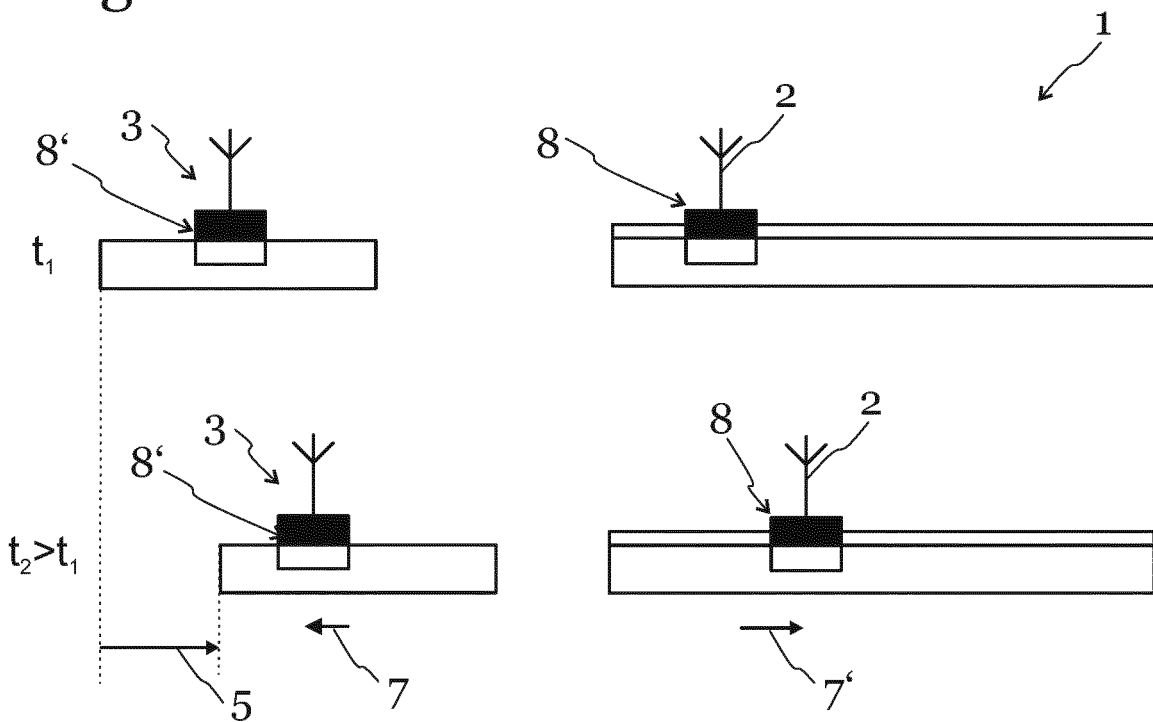


Fig.10b





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/082221**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>G01S 3/38</i> (2006.01)i; <i>H01Q 3/02</i> (2006.01)i; <i>H01Q 3/26</i> (2006.01)i; <i>H01Q 1/27</i> (2006.01)i; <i>H04B 7/0456</i> (2017.01)i; <i>H04B 7/06</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01S; H01Q; H04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2017155439 A1 (CHANG YOUNGBIN [KR] ET AL) 01 June 2017 (2017-06-01) paragraph [0035] - paragraph [0108] figures 2-13	1-14,16-21 15
X A	US 2015097727 A1 (OZAKI ERNEST TADASHI [US] ET AL) 09 April 2015 (2015-04-09) paragraph [0017] - paragraph [0048] figures 1-4	1-11,13-21 12
X A	US 2011171901 A1 (WYLER GREGORY THANE [US]) 14 July 2011 (2011-07-14) paragraph [0033] - paragraph [0086] figures 1-14	1-3,12-21 4-11
X A	US 2013321204 A1 (ZAHAVI DOV [IL] ET AL) 05 December 2013 (2013-12-05) paragraph [0004] - paragraph [0048] figures 1-4	1-7,13-21 8-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>18 February 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>27 February 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Kokkinos, Titos</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/082221**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2017155439	A1	01 June 2017	NONE	
US	2015097727	A1	09 April 2015	CN 105594060 A	18 May 2016
				EP 3053221 A2	10 August 2016
				JP 6297679 B2	20 March 2018
				JP 2016535473 A	10 November 2016
				KR 20160065156 A	08 June 2016
				US 2015097727 A1	09 April 2015
				WO 2015084464 A2	11 June 2015
US	2011171901	A1	14 July 2011	NONE	
US	2013321204	A1	05 December 2013	EP 2678901 A1	01 January 2014
				IL 211386 A	31 May 2016
				US 2013321204 A1	05 December 2013
				WO 2012114296 A1	30 August 2012

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/082221

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. G01S3/38 H01Q3/02 H01Q3/26 H01Q1/27 H04B7/0456 H04B7/06 ADD. Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01S H01Q H04B Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 2017/155439 A1 (CHANG YOUNGBIN [KR] ET AL) 1. Juni 2017 (2017-06-01) Absatz [0035] - Absatz [0108] Abbildungen 2-13 -----	1-14, 16-21 15
X A	US 2015/097727 A1 (OZAKI ERNEST TADASHI [US] ET AL) 9. April 2015 (2015-04-09) Absatz [0017] - Absatz [0048] Abbildungen 1-4 -----	1-11, 13-21 12
X A	US 2011/171901 A1 (WYLER GREGORY THANE [US]) 14. Juli 2011 (2011-07-14) Absatz [0033] - Absatz [0086] Abbildungen 1-14 -----	1-3, 12-21 4-11
X A	US 2013/321204 A1 (ZHAHAVI DOV [IL] ET AL) 5. Dezember 2013 (2013-12-05) Absatz [0004] - Absatz [0048] Abbildungen 1-4 -----	1-7, 13-21 8-12
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 18. Februar 2020		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 27/02/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Kokkinos, Titos

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/082221

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2017155439	A1	01-06-2017	KEINE
-----			
US 2015097727	A1	09-04-2015	CN 105594060 A 18-05-2016
		EP 3053221 A2	10-08-2016
		JP 6297679 B2	20-03-2018
		JP 2016535473 A	10-11-2016
		KR 20160065156 A	08-06-2016
		US 2015097727 A1	09-04-2015
		WO 2015084464 A2	11-06-2015
-----			
US 2011171901	A1	14-07-2011	KEINE
-----			
US 2013321204	A1	05-12-2013	EP 2678901 A1 01-01-2014
		IL 211386 A	31-05-2016
		US 2013321204 A1	05-12-2013
		WO 2012114296 A1	30-08-2012
-----			