

(19)



(11)

**EP 3 203 580 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**09.08.2017 Patentblatt 2017/32**

(51) Int Cl.:  
**H01Q 3/08** (2006.01) **H01Q 1/12** (2006.01)  
**H01Q 1/28** (2006.01) **H01Q 21/28** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17158712.4**

(22) Anmeldetag: **21.01.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(71) Anmelder: **Lisa Dräxlmaier GmbH**  
**84137 Vilsbiburg (DE)**

(72) Erfinder: **Oppenländer, Jörg**  
**72138 Kirchentellinsfurt (DE)**

### Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 01-03-2017 als  
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten  
Anmeldung eingereicht worden.

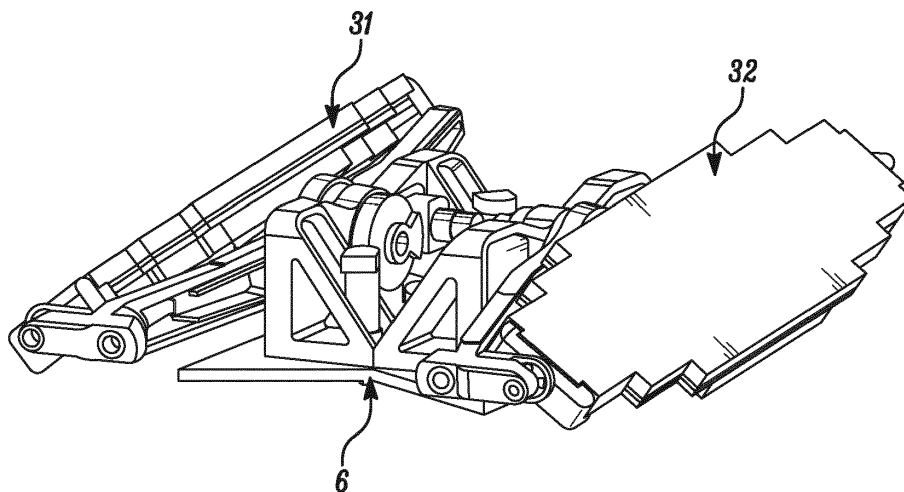
(30) Priorität: **06.02.2015 DE 102015101721**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)  
nach Art. 76 EPÜ:  
**16152165.3 / 3 054 529**

### (54) **ANTENNENSYSTEM MIT ZWEI ANTENNEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Antennensystem mit zwei Antennen, die jeweils ein Positionierungssystem für eine Antennenapertur mit einem Bügel, an dem die Antennenapertur entlang einer ersten Achse drehbar befestigt ist. Der Bügel ist wiederum an einer zweiten Achse in einem zweiten Drehlager befestigt, welches ist an einer dritten Achse drehbar auf einer Positioniererplattform ge-

lagert ist. Die drei Achsen des Positionierungssystems bilden dann ein vollständiges Orthogonalsystem, dass es erlaubt, die Antennenapertur auch in einem in seiner Höhe beschränkten Bauraum immer in der den Gegebenheiten angepassten optimalen Weise auf eine Zielantenne auszurichten. Beide Positionierungssysteme nutzen eine gemeinsame Positionierungsplattform.



**FIG. 13**

**EP 3 203 580 A1**

## Beschreibung

### TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Antennensystem mit zwei Antennen, mit jeweils einem Positionierungssystem, insbesondere für eine Anwendung auf Fahrzeugen, z.B. Flugzeugen. Die bei der Kommunikation von Flugzeugen mit Satelliten benötigten niederprofilen Flachantennen ("low-profile flat-panel antennas") unterliegen besonderen räumlich beengten Anforderungen bezüglich Positionierung einer Antennenapertur in Richtung eines Satelliten.

### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Positionierungssysteme für Antennen auf mobilen Trägern, wie etwa Fahrzeugen, Flugzeugen oder Schiffen haben die Aufgabe, die Antenne während der räumlichen Bewegung des mobilen Trägers immer optimal auf ein Ziel, typischerweise eine Zielantenne, welche sich zum Beispiel auf einem Satelliten befindet, auszurichten. In vielen Fällen muss dabei eine permanente Richtfunkverbindung auch bei schneller Bewegung des Trägers zuverlässig aufrechterhalten werden.

**[0003]** Um diese Aufgabe zu lösen, werden in vielen Anwendungen sogenannte 2-Achsen Positionierungssysteme verwendet, siehe dazu auch JP H06-252625 A, mit denen die Antenne in Azimut und Elevation unabhängig gedreht werden kann. Die zwei Achsen solcher Systeme bilden dabei ein Orthogonalsystem und erlauben damit die Ausrichtung der Antenne auf jeden beliebigen Punkt im dreidimensionalen Raum.

**[0004]** Arbeitet das drahtlose Kommunikationssystem mit elektromagnetischen Wellen linearer Polarisation, dann tritt bei 2-Achsen Systemen das Problem auf, dass bei Drehung der Antenne sich die Polarisations Ebenen im Allgemeinen mit drehen, so dass die Polarisations Ebene der Zielantenne nicht mehr mit der Polarisations Ebene der Antenne, die sich auf dem Positionierungssystem befindet, übereinstimmt.

**[0005]** Um dieses Problem zu lösen kann bei kugelsymmetrischen Bewegungsvolumen (wie z.B. bei Parabolantennen) eine dritte Achse eingeführt werden, die unabhängig von der Azimut und der Elevationsachse die Drehung der Antenne um die Strahlachse erlaubt. Ein solches 3-Achsen System bildet dann ein vollständiges Orthogonalsystem und erlaubt eine optimale Polarisationsnachführung.

**[0006]** Die bekannten 3-Achsen Positionierungssysteme für Parabolantennen lassen sich für Niederprofil-Antennen allerdings nicht verwenden, da auf Grund der Form der Antennenapertur und des niedrigen Bauraumes keine unabhängige Drehung um die Strahlachse möglich ist, oder der Winkelbereich in dem eine solche Drehung möglich ist, stark eingeschränkt ist.

**[0007]** Bei Niederprofil-Antennen, welche zwei orthogonale lineare Polarisationen unterstützen, erfolgt die

Polarisationsnachführung daher elektronisch oder elektromechanisch im Signalverarbeitungspfad, so dass keine dritte mechanische Achse benötigt wird.

**[0008]** Solche 2-Achsen Positionierungssysteme mit separater Polarisationsnachführung 20 werden insbesondere bei rumpfmontierten Niederprofil-Antennen auf Flugzeugen oder Fahrzeugen verwendet. Die Antennensysteme zeichnen sich dadurch aus, dass die Antennenaperturen nur eine sehr geringe Höhe besitzen (typischerweise kleiner als 20cm) um den Luftwiderstand so klein wie möglich zu halten. Die Antennenaperturen sind meist rechteckig. Ein Beispiel eines solchen Positionierungssystems nach dem Stand der Technik ist in Figur 1 dargestellt.

**[0009]** Bei nicht rotationssymmetrischen Antennenaperturen auf Positionierungssystemen mit zwei Achsen A, C tritt nun allerdings das zusätzliche Problem auf, dass sich das Antennendiagramm bei Drehung der Antenne um Elevations- oder Azimutachse in Bezug auf die Zielantenne und deren Umgebung räumlich ändert, da das Antennendiagramm nicht-rotationssymmetrischer Antennen ebenfalls nicht rotationssymmetrisch ist.

**[0010]** Es tritt, insbesondere bei Anwendungen auf mobilen Trägern wie Flugzeugen, welche große geographische Entfernungen zurücklegen können, bei der Kommunikation mit Satelliten deshalb das Problem des "geographischen Skew" auf.

**[0011]** Dieses Problem ist dadurch bedingt, dass bei einem 2-Achsen Positionierungssystem die Antennenapertur mit ihrer Azimutachse immer in der Flugzeugebene liegt. Die Flugzeugebene ist typischerweise eine Tangentialebene zur Erdoberfläche. Sind nun Flugzeugposition und Satellitenposition nicht auf der gleichen geographischen Länge, dann ist die Antennenapertur, wenn sie auf den Satelliten gerichtet ist, immer um einen bestimmten Winkel, der von der geographischen Länge abhängt, gegenüber der Ebene des Clarke-Orbits, verdreht.

**[0012]** Da die Breite des Hauptstrahls von Niederprofil-Antennenaperturen mit zunehmender Drehung um die Strahlachse (ausgehend von der Azimut-Normallage) immer mehr zunimmt, muss die spektrale Leistungsdichte im Sendebetrieb der Antenne im FSS ("Fixed Satellite Service") sukzessive reduziert werden, um einen regulatorisch konformen Betrieb weiterhin zu gewährleisten.

**[0013]** Der schlechteste Fall tritt im FSS ein, wenn sich der mobile Träger unter oder in der Nähe des Äquators befindet. Dann ist der Hauptstrahl bezüglich der Tangente an den geostationären Orbit am Ort des Zielsatelliten maximal breit und es kann zur unerlaubten Bestrahlung von Nachbarsatelliten kommen.

**[0014]** Auch im Empfang ergeben sich dann erhebliche Probleme, weil zusammen mit den Signalen des Zielsatelliten die Signale benachbarter Satelliten empfangen werden und über das Antennendiagramm so gut wie keine Diskriminierung mehr stattfindet. Die Signale der benachbarten Satelliten wirken dann als Störsignale (Rauschen), die dem Nutzsignal überlagert sind und dieses

korumpieren. Die empfangbare Datenrate nimmt in diesem Fall stark ab.

**[0015]** Beides, Reduzierung der spektralen Leistungsdichte des Sendesignals und Interferenz benachbarter Satelliten im Empfangssignal, führt dazu, dass Niederprofil-Antennen auf 2-Achsen Positionierungssystemen in der Nähe des Äquators im FSS nicht, oder nur mit erheblichem Performanceverlust, betrieben werden können.

**[0016]** In der Patentliteratur, US 2014/225768 A1, US 7 095 376 B1 und US 2011/068989 A1 sind Positionierungssysteme beschrieben, die die Notwendigkeit der Drehung um drei Achsen thematisieren und die minimal notwendigen Drehwinkel angeben.

**[0017]** Aus US 2007/146222 A1 sind unterschiedliche Aperturformen entnehmbar und der Hinweis, dass auch mehrere Aperturen zu einer größeren Apertur durch synchrone Ausrichtung zusammengefasst werden können und sich gemeinsam bewegen. Die Einsatzmöglichkeiten dieser Antenne sind jedoch begrenzt.

## BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0018]** Es ist eine Aufgabe der Erfindung, die vorgenannten Schwierigkeiten bei der Nutzung und Positionierung von mehreren Antennen zu überwinden.

**[0019]** Die Aufgabe wird mit einem Antennensystem mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung sind in den weiteren Patentansprüchen aufgeführt.

**[0020]** Dazu enthält das erfindungsgemäße Positionierungssystem für eine Antennenapertur, insbesondere einer Niederprofil-Antenne, einen Bügel, an dem die Antennenapertur entlang einer ersten Achse drehbar befestigt ist. Der Bügel ist wiederum an einer zweiten Achse in einem zweiten Drehlager befestigt, welches an einer dritten Achse drehbar auf einer Positioniererplattform gelagert ist. Die Positioniererplattform selbst ist im Fahrzeug gelagert bzw. das dritte Drehlager ist starr mit dem Fahrzeug verbunden. Das geschilderte Positionierungssystem wird in einem Antennensystem mit einer ersten und einer zweiten Antenne eingesetzt, von denen zumindest eine ein oben geschildertes Positionierungssystem aufweist und die eine gemeinsame Positionierungsplattform nutzen. Damit wird nur unerheblich mehr Bauraum benötigt, da beide Antennen unter einem gemeinsamen Radom angebracht werden können. Damit bleibt bis auf die Rotation um die dritte Achse für beide Antennen eine maximale Flexibilität erhalten, die zahlreiche Anwendungsfelder erschließt.

**[0021]** Nach Figur 2 bilden die drei Achsen A, B, C des Positionierungssystems einer der Antennen, vorteilhafterweise beider Antennen, dann ein vollständiges Orthogonalsystem, dass es erlaubt, die Antennenapertur 1 auch in einem in seiner Höhe beschränkten Bauraum immer in der den Gegebenheiten angepassten optimalen Weise auf eine Zielantenne auszurichten.

**[0022]** Der drehbare Bügel ermöglicht die Bewegung

um die zweite Achse und schafft eine Beabstandung der Antennenapertur von der Positioniererplattform, so dass deren Bewegung um die zweite Achse durch die Positionierungsplattform ungehemmt erfolgen kann. Der Bügel zur Befestigung der Antennenapertur kann zweiarmig sein oder nur einen Arm umfassen, der dann eher an der geometrischen Mitte oder dem Masseschwerpunkt der Antennenapertur ansetzt.

**[0023]** Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung bilden die erste Achse zur zweiten Achse, sowie die zweite Achse zur dritten Achse einen schiefen Winkel, d.h. sind vom rechten Winkel abweichend. Die schiefwinkelige Anordnung der Achsen ist für allgemeine Bauraumvolumen der Vorzugsfall. Eine rechtwinkelige Anordnung ist eher ein Sonderfall. In der Praxis sind die meisten Bauraumvolumen von Flugzeugantennen allerdings jedenfalls stückweise zylinderförmig (dann bevorzugt rechtwinklige Anordnung der Achsen). In Kugelvolumen oder Kugelabschnittsvolumen kommen jedoch typischerweise schiefwinkelige Anordnungen zur Anwendung. Das ist meist dadurch bedingt, dass das System dann gewichtsmäßig besser ausbalanciert werden kann.

**[0024]** Im Gegensatz zu den bislang bekannten 3-Achsen Positionierungssystemen entsprechen die 3-Achsen eines erfindungsgemäßen Positionierungssystems nicht den generischen Azimut-, Elevations- und Antennenstrahlachsen ("Skew-Achsen"). Da die drei Achsen eines erfindungsgemäßen Positionierungssystems jedoch ein vollständiges Orthogonalsystem darstellen, können die generischen Achsen durch eine unitäre Transformation wiedergewonnen werden. Damit ergeben sich die Winkeleinstellungen bezüglich der drei Achsen des erfindungsgemäßen Positionierungssystems aus den generischen Azimut-, Elevations- und Skew-Winkeln eindeutig durch eine entsprechende unitäre Drehung im 3-dimensionalen Raum. Bei rechten Winkeln ist diese Transformation einfacher zu vollziehen, es können jedoch auch von einer senkrechten Anordnung der Achsen zueinander abweichende Winkel berücksichtigt werden, um eine bessere Massebalance zu erzielen.

**[0025]** Im Allgemeinen erfordert eine einfache generische Drehung um die Azimutachse (Azimutdrehung) allerdings eine simultane Drehung um alle drei Achsen des erfindungsgemäßen Positionierungssystems. Gleiches gilt für generische Elevations- und Skew-Drehungen. Die notwendige Koordinatentransformation kann jedoch in einfacher Weise algorithmisch implementiert werden.

**[0026]** Im Vergleich zu den bislang bekannten 3-Achsen Positionierungssystemen, welche aus generischen Achsen aufgebaut sind, hat ein erfindungsgemäßes Positionierungssystem eine Reihe von wesentlichen Vorteilen:

1. Bedingt durch die neuartige Anordnung der Achsen, ist der Winkelbereich in dem um die zweite Achse gedreht werden muss, stark beschränkt. Vorteilhafterweise kann der Winkelbereich der Bewegung um die zweite Achse auf ca.  $\pm 20^\circ$  beschränkt wer-

den. Der Hauptanteil einer Skew-Drehung, deren generischer Winkelbereich  $\pm 90^\circ$  ist, wird durch eine Drehung um die dritte Achse erreicht. Da der Winkelbereich der dritten Achse  $n \times 360^\circ$  ( $n = \infty$ ) ist (vergl. generische Azimutdrehung), stellt dies eine erhebliche Vereinfachung der Mechanik dar.

2. Bei einer generischen Anordnung der drei Achsen (nicht erfindungsgemäß) ist der typischerweise erforderliche Winkelbereich für die Azimutdrehung  $n \times 360^\circ$  ( $n = \infty$ ), für die Elevationsdrehung  $0^\circ$  bis  $90^\circ$  und für die Skew-Drehung  $-90^\circ$  bis  $+90^\circ$ . In einem in der Höhe beschränkten Bauraum kann dann nur durch die Software-Steuerung verhindert werden, dass die Antennenapertur das Bauraumvolumen nicht verlässt, also z.B. an ein aerodynamisches Radom anstößt. Mechanische Sperren ("hard-stops") können nicht implementiert werden. Andernfalls könnte die Antenne nicht mehr optimal ausgerichtet werden. Aus Sicherheitsgründen wäre eine reine Software-Definition des Bewegungsvolumens ("swept volume") jedoch äußerst kritisch. Eine erfindungsgemäße Anordnung der Achsen erlaubt hingegen die Implementierung einer mechanischen Sperre (Anschlag), die den Winkelbereich um die zweite Achse einschränkt. Damit kann selbst bei Versagen der Steuerung zuverlässig ausgeschlossen werden, dass die Antennenapertur das definierte Bewegungsvolumen verlässt.

3) Insbesondere für Flugzeugantennen sind die Anforderungen an die Vibrationsfestigkeit sehr hoch. Wie sich durch numerische Simulationen gezeigt hat, ist eine erfindungsgemäße Anordnung erheblich toleranter gegenüber Vibrationen, als die bekannten generischen Anordnungen. Dies ermöglicht es Antennenaperturen zu verwenden, welche ein wesentlich geringeres Gewicht besitzen, da sehr viel weniger strukturelle Vorkehrungen erforderlich sind. Auch Antennenaperturen in Leichtbauweise, z.B. mit Aluminium oder Carbonfasern, sind mit erfindungsgemäßen Positionierungssystemen jetzt möglich. Wenn die Antennenapertur leichter ist, dann muss das Positionierungssystem im Betrieb weniger Kräfte aufnehmen und kann daher ebenfalls gewichtsmäßig leichter ausgelegt werden. Insgesamt ergeben sich durch leichtere Antennenaperturen und leichtere Positionierungssysteme erhebliche Gewichtsvorteile gegenüber bekannten Systemen.

4) Die Anordnung der Achsen bei erfindungsgemäßen Positionierungssystemen erlaubt erheblich kompaktere Bauformen. Da der erforderliche Winkelbereich um die zweite Achse relativ klein ist und sich der zugehörige Winkel im Betrieb nur langsam ändert, sind die erforderlichen Getriebe und Motoren wenig aufwändig. Zudem durchstreicht die Antennenapertur im Betrieb einen erheblich kleineren Be-

reich des Bauraumvolumens als bei generischen Anordnungen. Dies ermöglicht es zusätzlich notwendige Funktionsmodule, wie Antennensteuerungsbox oder Polarisationsnachführungselektronik, ohne Probleme auf einer typischen Positionierplattform unterzubringen.

**[0027]** Vorzugsweise erfolgt die Befestigung der Antennenapertur mit dem Bügel an zwei gegenüberliegenden Seiten der Antennenapertur. Der Bügel hat dazu zwei Arme. Damit kann die Antennenapertur zwischen den Bügelarmen durchdrehen ohne in der Höhe weiter aufzutragen. Dies ist insbesondere der Fall, wenn die Befestigung der Antennenapertur an deren Schmalseiten über jeweils ein erstes Drehlager erfolgt und beispielsweise über einen Direktantrieb angetrieben wird.

**[0028]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sehen vor, dass eine Halterung das zweite Drehlager an einem dritten Drehlager befestigt und das dritte Drehlager auf der Positionierplattform angeordnet ist. Damit erhält die Antennenapertur eine ausreichende Höhe über der Positionierplattform um geringfügige Schwenkbewegungen um die zweite Achse auszuführen. Unterstützend ist dabei, wenn die Antennenapertur eine ovale oder abgestuftere ovale Form hat, bevorzugt mit einem Höhen- zu Breitenverhältnis von  $1 : \geq 4$ .

**[0029]** Die Bauhöhe kann weiter reduziert werden, wenn ein dritter Antrieb senkrecht zur Positionierplattform angeordnet ist und über einen unter der Positionierplattform angeordneten Zahnkranz das dritte Drehlager antreibt. Die Antenne ist dann von einem Radom abdeckbar, das eine Schüsselform hat und im Betrieb nur geringe aerodynamische Widerstände aufbaut.

**[0030]** Alternativ zu Antrieben an den Drehlagern kann eine Drehbewegung um die erste Achse und/oder eine Drehbewegung des Bügels auf der zweiten Achse mittels eines Linearaktuators ausgeführt werden.

**[0031]** Durch die eingeschränkten Bewegungsszenarien für die ersten Drehlager und das zweite Drehlager eignen sich diese für einen Antrieb durch einen Direktantrieb, der kein Getriebe erfordert und damit weiter Gewicht spart.

**[0032]** In das dritte Drehlager wird vorteilhafterweise eine im Wesentlichen mittig angeordnete Hochfrequenzdrehdurchführung integriert, die hochfrequente Signale von und zur Antennenapertur leitet, vorzugsweise für zwei Hochfrequenzkanäle. Damit wird die volle  $360^\circ$  Drehung dieses Drehlagers unterstützt. Die in das dritte Drehlager integrierte Hochfrequenzdrehdurchführung kann damit auch leichter verkapselt und gut gegen einen Feuchtigkeitseintritt geschützt werden. Bevorzugt werden in das dritte Drehlager zudem zwei oder mehr getrennte Schleifringpaare für die Stromversorgung der Antriebe der weiteren beweglichen Teile und für Steuerungszwecke integriert. Für die übrigen Hochfrequenzverbindungen zur Antennenapertur eignen sich flexible Koaxialleiter, da typischerweise das zweite Drehlager und das erste Drehlager nur sehr eingeschränkte Dre-

hungen ausführen und die flexiblen Koaxialleiter diesen Bewegungen leicht folgen können.

**[0033]** Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn der Antrieb an den Drehlagern mittels bürstenloser Elektromotoren erfolgt.

**[0034]** Durch die festgestellten geringeren Vibrationen ist es möglich Aluminium- oder gar Kohlefaserstrukturen bei der Halterung und/oder dem Bügel etc. zu nutzen, die einen weiteren Gewichtsvorteil mit sich bringen.

**[0035]** Die zwei Antennen können vorteilhafterweise folgende Anwendungsszenarien erschließen.

**[0036]** Entweder kann die erste Antenne im Ka-Band und die zweite Antenne im Ku-Band betrieben werden. Damit kann je nach Verfügbarkeit oder Kosten der Satellitenverbindung im Ka- oder Ku-Band die jeweils bevorzugte ausgewählt werden. Die jeweils andere Antenne hat dann im Betrieb keine Funktion und dreht nur mit.

**[0037]** Oder beide Antennen werden parallel zueinander im gleichen Frequenzband, also beispielsweise im Ka-Band oder Ku-Band oder X-Band betrieben. In den meisten Positionen des Flugzeugs von Äquator bis in nördliche Breiten von 48° beträgt der Elevationswinkel der Antenne zu einem geostationären Satelliten in Äquatornähe nur bis zu 30°. Somit können sich auch beide Antennen gleichzeitig auf den Satelliten ausrichten und parallel betrieben werden. Damit verbessert sich das Signal/Rausch-Verhältnis und die übertragene Datenrate kann erhöht werden.

**[0038]** Eine weitere vorteilhafte Nutzung des Antennensystems betrifft einen Gleichlauf beider Antennen. Bei einer symmetrischen Anordnung beider Antennen um die dritte Drehachse bringt eine synchrone Bewegung beider Antennen auch um die erste und zweite Drehachse (sogenannter Butterfly-Betrieb) zusätzlich den Vorteil, dass keine zusätzlichen Drehimpulse auf das Antennensystem wirken und Kräfte auf Motor und Getriebe minimiert werden.

**[0039]** Darüber hinaus sind weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen ersichtlich. Die dort beschriebenen Merkmale können alleinstehend oder in Kombination mit einem oder mehreren der oben erwähnten Merkmale umgesetzt werden, insofern sich die Merkmale nicht widersprechen. Die folgende Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen erfolgt dabei unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen.

## KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

### [0040]

Figur 1 zeigt ein Positionierungssystem nach dem Stand der Technik.

Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Positionierungssystem mit drei Achsen.

Figuren 3 und 4 zeigen ein erfindungsgemäßes Positionierungssystem unter einem Radom.

Figuren 5 bis 8 zeigen ein erfindungsgemäßes Positionierungssystem in unterschiedlichen Positionen der Antennenapertur.

Figur 9 zeigt die Anordnung der Drehlager eines erfindungsgemäßen Positionierungssystems.

Figur 10 zeigt eine Hochfrequenzdurchführung am dritten Drehlager.

Figur 11 zeigt ein erfindungsgemäßes Positionierungssystem mit Direktantrieben.

Figur 12 zeigt die Nutzung eines Linearaktuators.

Figur 13 zeigt ein Antennensystem mit zwei Antennen.

## AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

**[0041]** Figur 3 zeigt die Frontansicht der Antennenapertur 1 bei einem Elevationswinkel 0° und eine typische Bewegungsvolumenbegrenzung durch ein Radom 18. Figur 4 zeigt wie durch eine mechanische Beschränkung, z.B. einen Anschlag 21, der Winkelbereich der Drehung um die zweite Achse eingegrenzt werden kann, so dass die Antennenapertur 1 das Bewegungsvolumen nicht verlässt.

**[0042]** In Abbildungen 5 bis 8 sind verschiedene Ausrichtungsszenarien dargestellt, die zeigen, dass sich die Bewegung des Positionierungssystems in einem sehr kleinen Bewegungsvolumen realisieren lässt. Die Ausrichtung der Apertur in Figur 5 stellt z.B. eine Situation dar, in der sich die Antenne unter dem Äquator befindet, der Längengrad der Position der Antenne und der des Zielsatelliten sich jedoch unterscheidet. In einer solchen Situation kann mit einem 2-Achsen-Positionierer die Antennenapertur nicht mit ihrer langen Achse parallel zum Äquator ausgerichtet werden, sondern nur mit ihrer schmalen Achse. Der Antennenhauptstrahl ist dann jedoch sehr breit und es liegen typischerweise mehrere Satelliten im Strahl. Im Empfangsfall empfängt die Antenne dann die Signale mehrerer Satelliten gleichzeitig was zu einer unerwünschten Überlagerung und zu einer signifikanten Degradation des Signals vom Zielsatelliten führt. Im Sendefall muss typischerweise die Sendeleistung stark reduziert werden, weil sonst Nachbarsatelliten des Zielsatelliten mit bestrahlt werden würden, was regulatorisch nicht erlaubt ist.

**[0043]** Wie in Figur 5 dargestellt kann mit einem erfindungsgemäßen Positionierungssystem mit Hilfe der Achse B auch in einer solchen Situation die Antennenapertur optimal, nämlich mit ihrer langen Achse parallel zum Äquator, ausgerichtet werden. Der Elevationswinkel des Satelliten entspricht dann hier dem Winkel um die

zweite Achse B (ca. 20°) und nicht mehr dem Winkel um die erste Achse A, der hier dann 90° beträgt. Der Azimutwinkel des Zielsatelliten entspricht in diesem Spezialfall dem Winkel um die dritte Achse C.

**[0044]** In den Figuren 6 bis 8 sind beispielhaft weitere Ausrichtungsmöglichkeiten dargestellt, welche sich alle innerhalb desselben Bauraumes realisieren lassen. Wie oben beschrieben ergibt sich in diesen allgemeinen Fällen die Ausrichtung auf einen Zielsatelliten mit Azimutwinkel  $\alpha$  und Elevationswinkel  $\beta$  durch eine Drehung  $\alpha'$  um die Achse C, eine Drehung  $\beta'$  um die Achse A und eine Drehung  $\sigma$  um die Achse B, so dass  $\alpha = \alpha(\alpha', \beta', \sigma)$  und  $\beta = \beta(\alpha', \beta', \sigma)$  gilt. Da dieses Gleichungssystem überbestimmt ist, können  $\alpha'$ ,  $\beta'$  und  $\sigma$  zudem so gewählt werden, dass der Winkel den die lange Hauptachse der Antennenapertur und die Tangente an den geostationären Orbit am Ort des Zielsatelliten bilden, minimiert wird. Damit ist immer gewährleistet, dass die Antennenapertur bezüglich ihres Antennendiagramms unter der Randbedingung des begrenzten Bewegungsvolumens optimal auf den Zielsatelliten ausgerichtet ist.

**[0045]** Wie aus diesen Figuren ersichtlich, ist es zur optimalen Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Bewegungsvolumens oft vorteilhaft keine genau rechteckigen Antennenaperturen zu verwenden. Ovale oder abgestufte Formfaktoren passen sich insbesondere aeronautischen Radomen besser an.

**[0046]** Bei bestimmten Aperturformen oder Formen des Bewegungsvolumens kann es außerdem vorteilhaft sein, wenn die jeweiligen Ebenen, welche die Achsen bei Drehung um die jeweils nächste Achse durchstreichen, und diese nächste Achse nicht senkrecht aufeinander stehen.

**[0047]** Solche Anordnungen können das zur Verfügung stehende Bewegungsvolumen z. B. dann, wenn es sich nicht um ein einfaches Zylindervolumen (also z. B. um ein Kegelstumpfvolumen, ein Rotationsellipsoidvolumen oder um ein Volumen mit Einschnürungen) handelt, noch besser ausnutzen. Auch kann es zur Minimierung des Trägheitsmoments, d.h. zu Minimierung der dynamischen Belastung der Achsen im Betrieb, günstiger sein, wenn die Bewegungsebenen nicht senkrecht aufeinander stehen. Das den Achsen zuordenbare Koordinatensystem ist dann schiefwinkelig. Die Anordnung funktioniert solange die Vektoren, welche das Koordinatensystem bilden, im dreidimensionalen Raum voneinander linear unabhängig sind.

**[0048]** Ein solches Positionierungssystem zeichnet sich dann dadurch aus, dass es drei Achsen besitzt, welche derart angeordnet sind, dass eine Antennenapertur an einer ersten Achse angebracht ist, welche in einer Ebene liegt, die senkrecht zur Hauptstrahlrichtung steht, und um diese Achse gedreht werden kann, die erste Achse an einer zweiten Achse angebracht ist, die zweite Achse an einer dritten Achse angebracht ist, und die Achsen derart miteinander verbunden sind, dass die Ebene welche die zweite Achse bei Drehung um die erste Achse durchstreicht und die Ebene welche die erste Achse bei

Drehung um die zweite Achse durchstreicht einen Winkel bilden, der nicht null ist, und die Ebene welche die zweite Achse bei Drehung um die dritte Achse durchstreicht und die Ebene, die die dritte Achse bei Drehung um die zweite Achse durchstreicht einen Winkel bilden, der nicht null ist.

**[0049]** Eine bevorzugte Realisierung ist in Figur 9 skizziert. Die Antennenapertur 1 ist an zwei gegenüber liegenden Schmalseiten mit jeweils einem ersten Drehlager 2 an einem U-förmigen, im Wesentlichen mittig (für Aperturen mit einer inhomogenen Massenverteilung kann der Bügel wegen der Gewichtsaustriarung auch leicht abweichend von der geometrischen Mitte, jedoch in Bezüglich der Masse mittig angebracht werden) gelagerten Bügel 3 mit zwei Armen angebracht. Der Stator der Drehlager 2 befindet sich jeweils auf dem Bügel 3 und der Rotor an der jeweiligen Seite der Antennenapertur 1 (nicht gesondert dargestellt), so dass die Antennenapertur 1 um die erste Achse, welche durch die beiden ersten Drehlager 2 geht, im Bügel 3 gedreht werden kann. Da bei der in Figur 9 dargestellten flachen Antennenapertur die Hauptstrahlrichtung senkrecht zur Aperturfläche (Aperturebene) ist, liegt die erste Achse in einer Ebene, welche senkrecht zur Hauptstrahlrichtung steht.

**[0050]** Der Bügel 3 ist an der Seite, welche die erste Achse nicht schneidet, mit einem zweiten Drehlager 4 an einer Halterung 5 befestigt, wobei der Rotor des zweiten Drehlagers 4 sich am Bügel 3 und der Stator sich an der Halterung 5 befindet (nicht gesondert dargestellt). Die Halterung 5 ist mit Hilfe einer Positioniererplattform 6 am Rotor eines dritten Drehlagers 7 befestigt. Der Stator des dritten Drehlagers 7 ist typischerweise mit der Struktur des mobilen Trägers des Antennensystems starr verbunden.

**[0051]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist das dritte Drehlager 7 so ausgelegt, dass es in der Mitte eine Öffnung besitzt, in welcher Hochfrequenz-Drehdurchführungen und Schleifring-Drehdurchführungen untergebracht werden können. Figur 10 skizziert beispielhaft einen Aufbau eines solchen dritten, verkapselten Drehlagers 7 im Querschnitt.

**[0052]** Das dritte Drehlager 7 besteht aus einem Stator 12 und einem Rotor 10, welche durch ein Lager 11 verbunden sind. Das Lager 11 kann z.B. als Polymerlager, Kugellager, oder Nadellager ausgeführt sein. Eine Hochfrequenzdrehdurchführung 8 ist in der Drehachse des Drehlagers 7 angebracht. Der Stator der Hochfrequenzdrehdurchführung 8 mit seinen Anschlüssen 8b (hier z. B. mit zwei Kanälen) ist mit dem Stator 12 des Drehlagers 7 verbunden. Der Rotor der Hochfrequenzdrehdurchführung 8 mit seinen Anschlüssen 8a ist mit dem Rotor 10 des Drehlagers 7 verbunden. Neben der Hochfrequenzdrehdurchführung 8 sind im Zentrum des Drehlagers 7 Schleifringe 9a, 9b mit ihren Anschlüssen für die Stromversorgung und Steuerung der Antriebe vorhanden, wobei die Anschlüsse 9a zum Rotor 10 und die Anschlüsse 9b zum Stator 12 der Drehdurchführung 7 gehören. Schleifkörper 13 sorgen dabei für einen galvanischen Kontakt zwischen den Anschlüssen des Rotors 10 und

denen des Stators 12.

**[0053]** Dargestellt sind beispielhaft 3 Schleifringpaare für 3 Kanäle. Um die Strombelastung zu verringern, ist jeder Kanal in 2-Subkanäle zerlegt. Damit fließt durch die (kritischen) Schleifkörper jeweils nur die Hälfte des Stroms. Oft wird auch eine Zerlegung in > 2 Sub-Kanäle vorgenommen.

Die Signalführung erfolgt ebenfalls über die Schleifringe. Je nach Anforderung haben typische Schleifringkonfigurationen ca. 8 - 32 Kanäle. Davon sind ca. 4 - 6 für die Stromversorgung, oft einer für die Masseverbindung extra, und der Rest für Steuerungszwecke.

**[0054]** Die drei Achsen des Positionierungssystems sind mit jeweils einem Motorantrieb ausgestattet, so dass der Neigungswinkel um die Achsen für jede Achse getrennt eingestellt werden kann. Die Motoren sind bevorzugt Elektromotoren, insbesondere bürstenlose Elektromotoren.

**[0055]** Der Antrieb für eine Drehung um die dritte Achse ist bevorzugt auf der Positioniererplattform 6 angebracht, da dies den Bauraum am effizientesten ausnutzt, und mit einem Getriebe ausgestattet, das eine sehr exakte Ausrichtung erlaubt.

**[0056]** Wie in Figur 11 beispielhaft dargestellt, ist der Antrieb 15 für eine Drehung um die dritte Achse vorteilhafterweise senkrecht stehend auf der Positioniererplattform 6 angebracht und sein Getriebe greift in einen Zahnkranz 19 (siehe Figur 3) der sich auf der Unterseite der Positioniererplattform 6 befindet. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass durch entsprechende Auslegung des Zahnkranzes 19 sehr hohe Winkelauflösungen erreicht werden können. Zudem kann ein Antriebsmotor direkt mit einem Resolver (Winkelauflösungssensor) in kompakter Bauweise gekoppelt werden.

**[0057]** Der Antrieb 16 für eine Drehung um die zweite Achse kann als Direktantrieb "direct drive" ausgelegt werden. D.h. hier ist kein Getriebe erforderlich, weil die Achse direkt angetrieben werden kann.

**[0058]** Ein Antriebsmotor 17 für die Drehung um die erste Achse kann im oder am Bügel angebracht werden. Um das Bewegungsvolumen durch den Antrieb 17 nicht einzuschränken, ist es hier vorteilhaft ein Riemengetriebe oder ein Stangengetriebe zum Antrieb der ersten Achse zu verwenden. Alternativ kann auch ein Direktantrieb verwendet werden.

**[0059]** An Stelle von Elektromotoren können zur Drehung um die zweite und erste Achse auch Linearaktuatoren 14 verwendet werden. Dies ist schematisch in Figur 12 dargestellt. Der Hubkörper des Linearaktuators 14 ist am Bügel 3 befestigt, die Basis auf der Positioniererplattform 6. Auch mit dieser Anordnung kann die Winkelstellung des Bügels 3 um die zweite Achse B in einfacher Weise eingestellt werden. Da in typischen Anordnungen der Winkelbereich um die zweite Achse B nur bis ca.  $\pm 20^\circ$  beträgt, ist kein Motor mit Getriebe erforderlich. Dies stellt eine starke Vereinfachung der Anordnung dar.

**[0060]** In gleicher Weise kann die Winkelstellung um die erste Achse mit einem Linearaktor bewerkstelligt

werden. Auch hier ist der erforderliche Winkelbereich in typischen Anordnungen nur  $0^\circ$  bis  $90^\circ$ . Auch Anordnungen mit mehreren Aktuatoren für jede Achse sind denkbar.

**[0061]** Figur 13 zeigt ein erfindungsgemäßes Antennensystem mit einer ersten Antenne 31 und einer zweiten Antenne 32, die eine gemeinsame Positionierungsplattform 6 nutzen. Die Positionierungssysteme beider Antennen 31, 32 sind bevorzugt entsprechend der Varianten nach den Figuren 2 bis 12 ausgestaltet. Beide Antennen 31, 32 müssen jedoch nicht baugleich sein. So ist es auch denkbar andere Positionierungsmechanismen zu nutzen, z.B. wie in Figur 1. Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass Gewicht und Anordnung der Antennen so gewählt werden, dass bei einer Bewegung der Positionierungsplattform 6 um die dritte Achse keine Unwucht entsteht.

**[0062]** Die Antennen können bezüglich ihrer Apertur für das gleiche Frequenzband, insbesondere X-Band, Ka-Band oder Ku-Band, ausgelegt werden. Die Dimensionierung der Apertur ist beispielsweise in WO2010/124867A1 und WO2014/005699A1 beschrieben. In diesem Fall können bei bestimmten Winkelszenarien zum Satelliten beide Antennen 31, 32 parallel auf den Satelliten ausgerichtet und betrieben werden. Die Signalströme über beide Antennen 31, 32 werden dann in einer nicht dargestellten Sende-/Empfangseinrichtung im Empfangsfall kombiniert und im Sendefall aufgeteilt.

**[0063]** Alternativ dazu kann die erste Antenne im Ka-Band und die zweite Antenne im Ku-Band betrieben werden. Damit kann je nach Verfügbarkeit oder Kosten der Satellitenverbindung im Ka- oder Ku-Band die jeweils günstigere bezüglich Leistung und Kosten ausgewählt werden. Hierbei ist zu beachten, dass die dann bezüglich der Apertur unterschiedlichen Antennen vorzugweise in Gewicht und Gewichtsverteilung aneinander angeglichen werden.

**[0064]** Bei der angestrebten symmetrischen Anordnung bezüglich Gewicht und Gewichtsschwerpunkte beider Antennen 31, 32 um die dritte Drehachse bringt eine synchrone Bewegung beider Antennen 31, 32 auch um die erste und zweite Drehachse (sogenannter Butterfly-Betrieb) zusätzliche Vorteile. Unabhängig davon, ob beide Antennen 31, 32 in Betrieb sind, schwenken Bügel und Drehlager für die erste und zweite Drehachse beider Antennen 31, 32 im Wesentlichen synchron. Damit werden die Belastungen für Motor und Getriebe minimiert.

#### Bezugszeichenliste

50	erste Achse	A
	zweite Achse	B
	dritte Achse	C
	Antennenapertur	1
	erstes Drehlager	2
55	Bügel	3
	zweites Drehlager	4
	Halterung	5

(fortgesetzt)

Positioniererplattform	6
drittes Drehlager	7
Hochfrequenzdrehdurchführung	8
Schleifringpaare	9a, 9b
Rotor	10
Lager	11
Stator	12
Schleifkörper	13
Linearaktuators	14
Antrieb für dritte Achse	15
Antrieb für zweite Achse	16
Direktantrieb für erste Achse	17
Radom	18
Zahnkranz	19
Modul zur Polarisationsnachführung	20
Anschlag	21
Erste Antenne	31
Zweite Antenne	32

### Patentansprüche

1. Antennensystem mit einer ersten und einer zweiten Antenne (31, 32), die jeweils ein Positionierungssystem aufweisen, wobei das Positionierungssystem für eine jeweilige Antennenapertur (1), derart ausgestaltet ist, dass

- die Antennenapertur (1) entlang einer ersten Achse (A) drehbar an einem Bügel (3) befestigt ist,
- der Bügel (3) an einer zweiten Achse (B) an einem zweiten Drehlager (4) befestigt ist,
- das zweite Drehlager (4) an einer dritten Achse (C) drehbar auf einer Positionierplattform (6) gelagert ist.

wobei beide Positionierungssysteme eine gemeinsame Positionierungsplattform (6) nutzen.

2. Antennensystem nach Anspruch 1, wobei die erste Achse (A) des Positionierungssystems in einer Ebene liegt, die senkrecht zu einer Hauptstrahlrichtung steht.
3. Antennensystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Ebene des Positionierungssystems, welche die erste Achse (A) bei Drehung um die zweite Achse (B) durchstreicht, senkrecht zur zweiten Achse (B) steht, und die zweite Achse (B) an einer dritten Achse (C) derart angebracht ist, dass die Ebene, welche die zweite Achse (B) bei einer Drehung um die dritte Achse (C) überstreicht, senkrecht zur dritten Achse (C) steht.

4. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die erste Achse (A) des Positionierungssystems zur zweiten Achse (B), sowie die zweite Achse (B) zur dritten Achse (C) einen schiefen, von der Senkrechten abweichenden Winkel bilden.

5. Antennensystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Befestigung der Antennenapertur (1) des Positionierungssystems mit dem Bügel (3) an zwei gegenüberliegenden Seiten der Antennenapertur (1) erfolgt.

6. Antennensystem nach Anspruch 5, wobei die Befestigung der Antennenapertur (1) des Positionierungssystems an deren Schmalseiten über jeweils ein erstes Drehlager (2) erfolgt.

7. Antennensystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei eine Halterung (5) des Positionierungssystems das zweite Drehlager (4) an einem dritten Drehlager (7) befestigt und das dritte Drehlager auf der Positioniererplattform (6) angeordnet ist.

8. Antennensystem nach Anspruch 7, wobei ein dritter Antrieb (15) des Positionierungssystems senkrecht zur Positioniererplattform (6) angeordnet ist und über einen unter der Positioniererplattform (6) angeordneten Zahnkranz (19) das dritte Drehlager (7) antreibt.

9. Antennensystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Antennenapertur (1) des Positionierungssystems eine ovale oder abgestuft ovale Form hat.

10. Antennensystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das erste Drehlager (2) des Positionierungssystems auf eine Drehung von 0 bis 90° begrenzt sind.

11. Antennensystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das dritte Drehlager (7) des Positionierungssystems eine Drehung um 0 bis 360° zulässt.

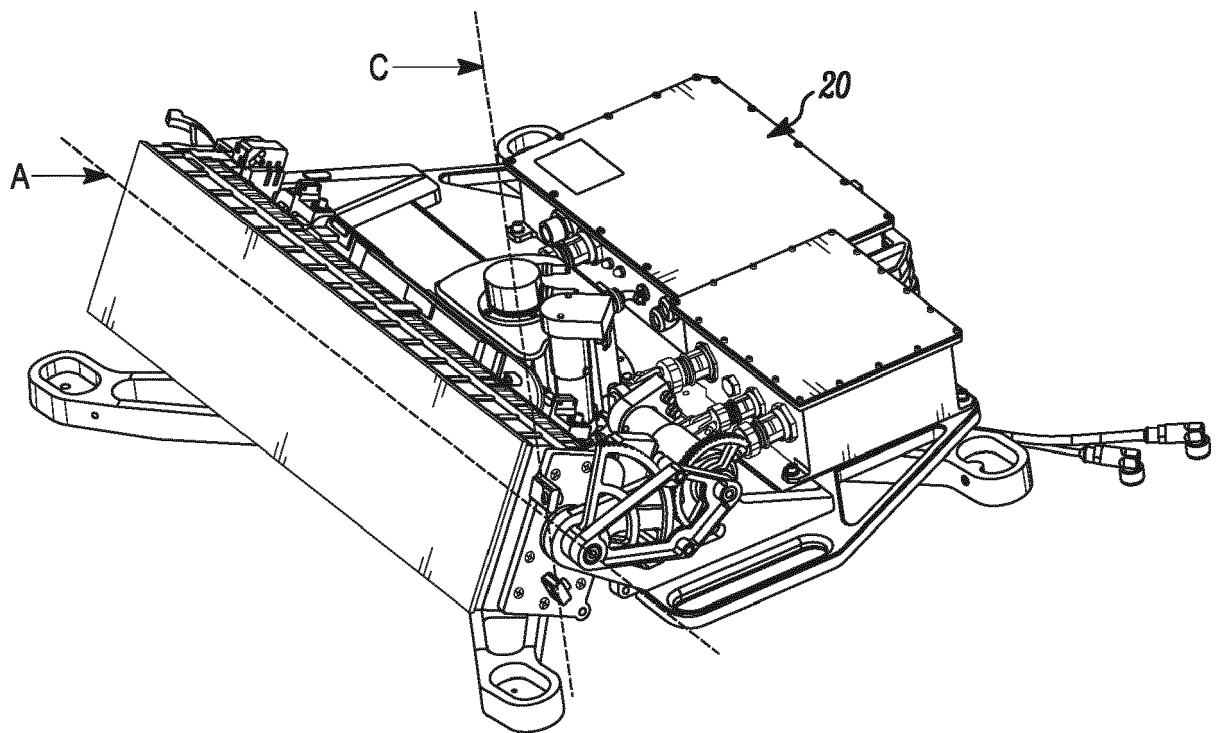
12. Antennensystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das zweite Drehlager (4) des Positionierungssystems mit mindestens einem Anschlag versehen ist, der die Drehbewegung des Bügels (3) auf der zweiten Achse (B) auf kleiner +/- 90°, vorzugsweise kleiner +/- 45°, vorzugsweise kleiner +/- 20° begrenzt.

13. Antennensystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei eine Drehbewegung der Antennenapertur (1) des Positionierungssystems um die erste Achse (A) und/oder eine Drehbewegung des Bügels (3) auf der zweiten Achse (B) mittels eines Linearak-



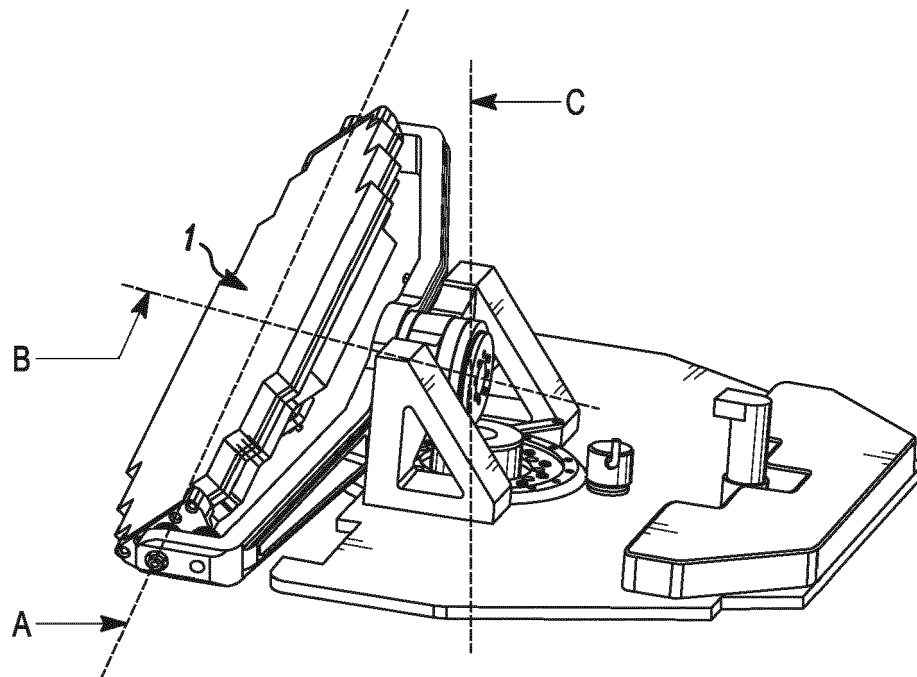
tuators (14) ausgeführt wird.

14. Antennensystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Drehung der Antennenapertur (1) des Positionierungssystems im ersten Drehlager (2) und/oder im zweiten Drehlager (4) über einen Direktantrieb (17, 16) angetrieben wird. 5
15. Antennensystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei zumindest das dritte Drehlager (7) des Positionierungssystems im Wesentlichen mittig mit einer Hochfrequenzdrehdurchführung (8) versehen ist, die hochfrequente Signale von und zur Antennenapertur (1) leitet, vorzugsweise werden zwei Hochfrequenzkanäle bereitstellt. 10 15
16. Antennensystem nach Anspruch 15, wobei das dritte Drehlager (7) des Positionierungssystems mindestens zwei getrennte Schleifringpaare (9a, 9b) umfasst und die Stromversorgung und/oder die Steuerung von Antrieben der ersten und zweiten Drehlager (2, 4) sicherstellt. 20
17. Antennensystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei eine Übertragung hochfrequenter Signale von der Antennenapertur (1) des Positionierungssystems zu einer Hochfrequenzdrehdurchführung (8) im dritten Drehlager (7) über flexible Koaxialleiter erfolgt. 25 30
18. Antennensystem nach Anspruch 17, wobei die Hochfrequenzdrehdurchführung (8) und die Schleifringpaare (9) des Positionierungssystems im dritten Drehlager (7) verkapselt sind. 35
19. Antennensystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Antrieb (15, 16, 17) an den Drehlagern (2, 4, 7) des Positionierungssystems mittels bürstenloser Elektromotoren erfolgt. 40
20. Antennensystem nach Anspruch 1, wobei die erste Antenne (31) im Ka-Band und die zweite Antenne (32) im Ku-Band betrieben werden. 45
21. Antennensystem nach Anspruch 1, wobei beide Antennen (31, 32) im Ka-Band oder Ku-Band betrieben werden. 50
22. Antennensystem nach einem der Ansprüche 20 bis 21, wobei beide Antennen (31, 32) entlang der ersten und zweiten Achse (A, B) im Wesentlichen zueinander synchron bewegt werden. 55

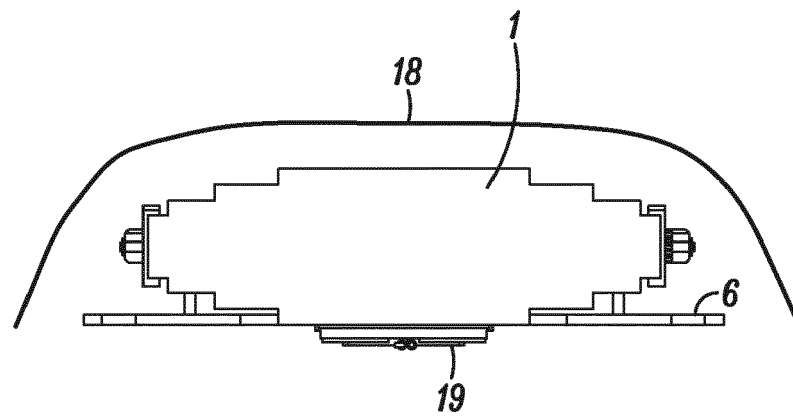


(Stand der technik)

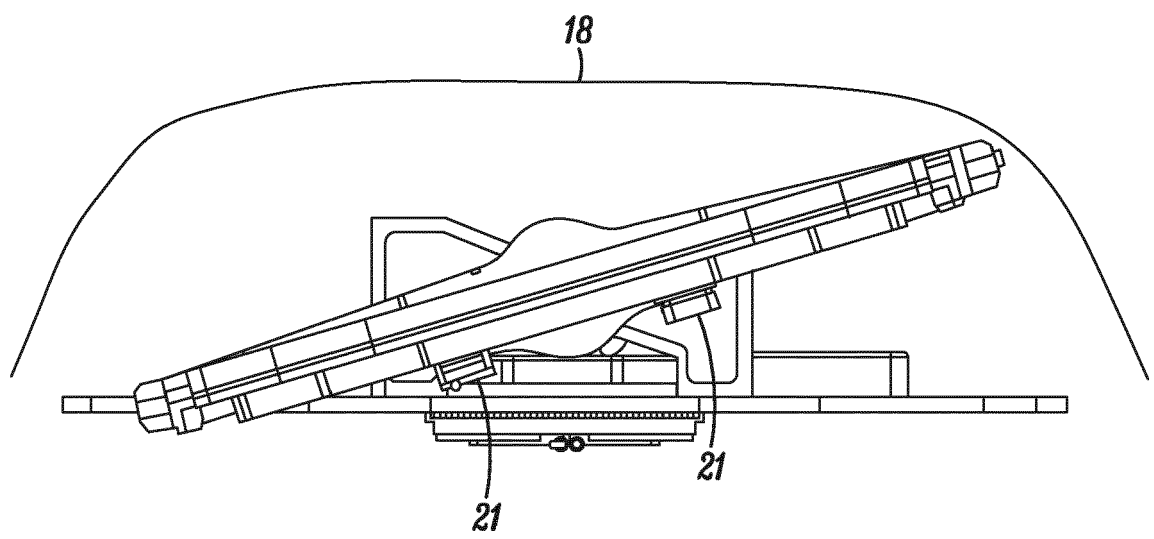
*FIG. 1*



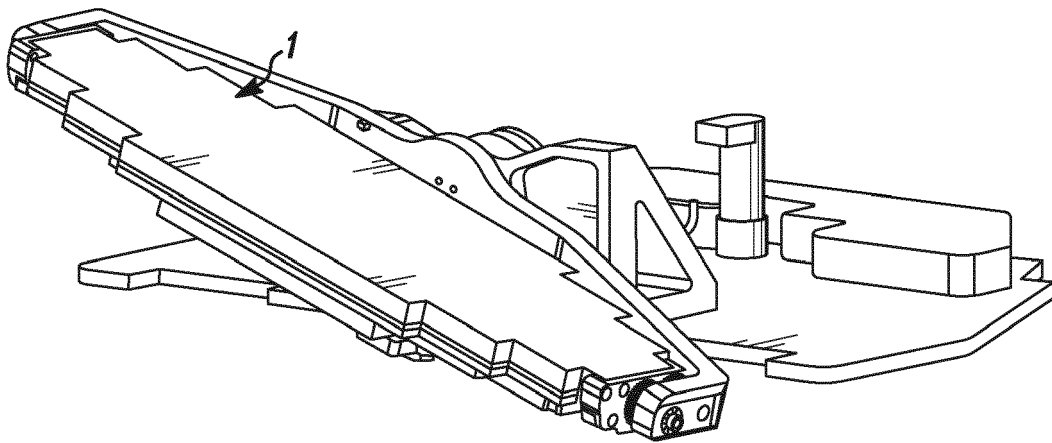
*FIG. 2*



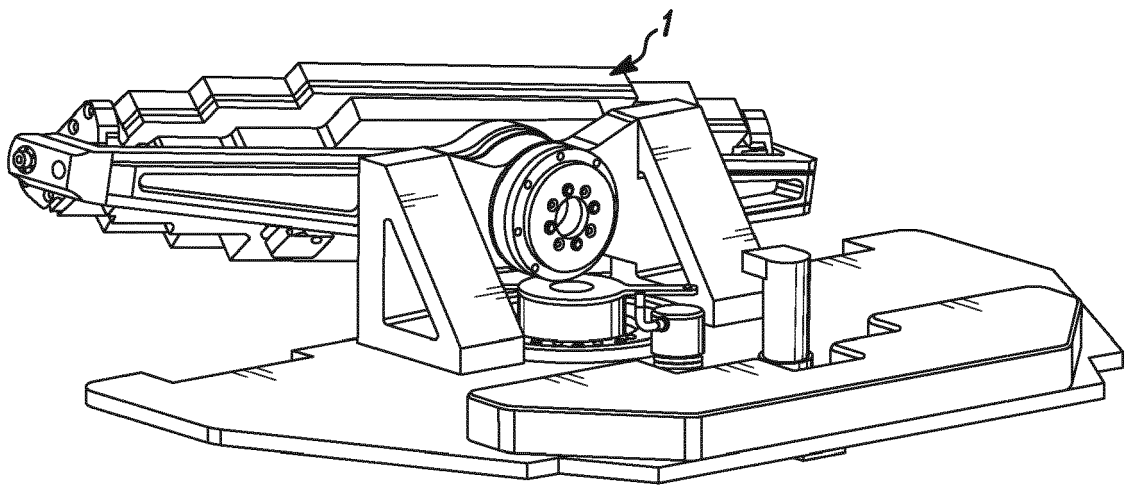
*FIG. 3*



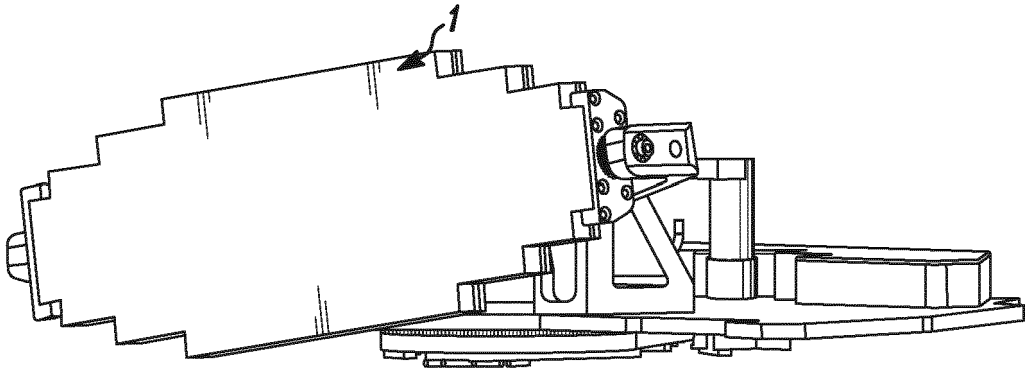
*FIG. 4*



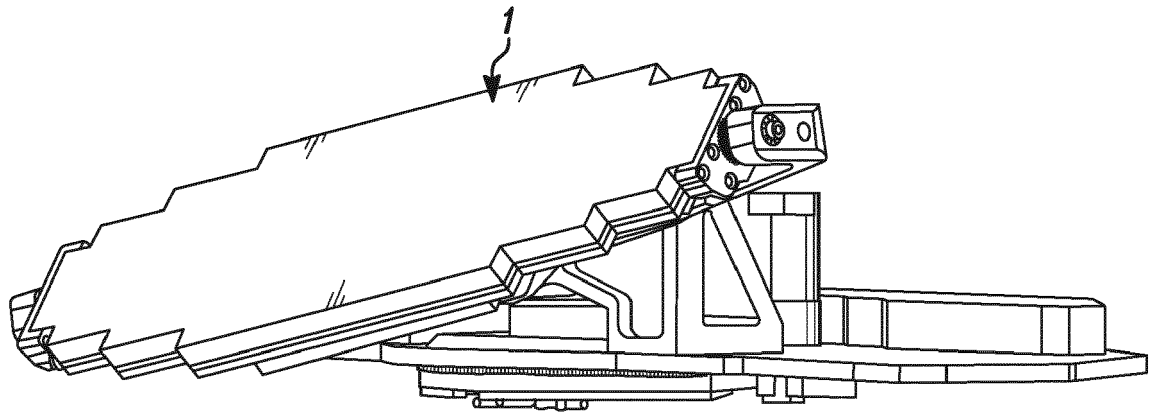
*FIG. 5*



*FIG. 6*

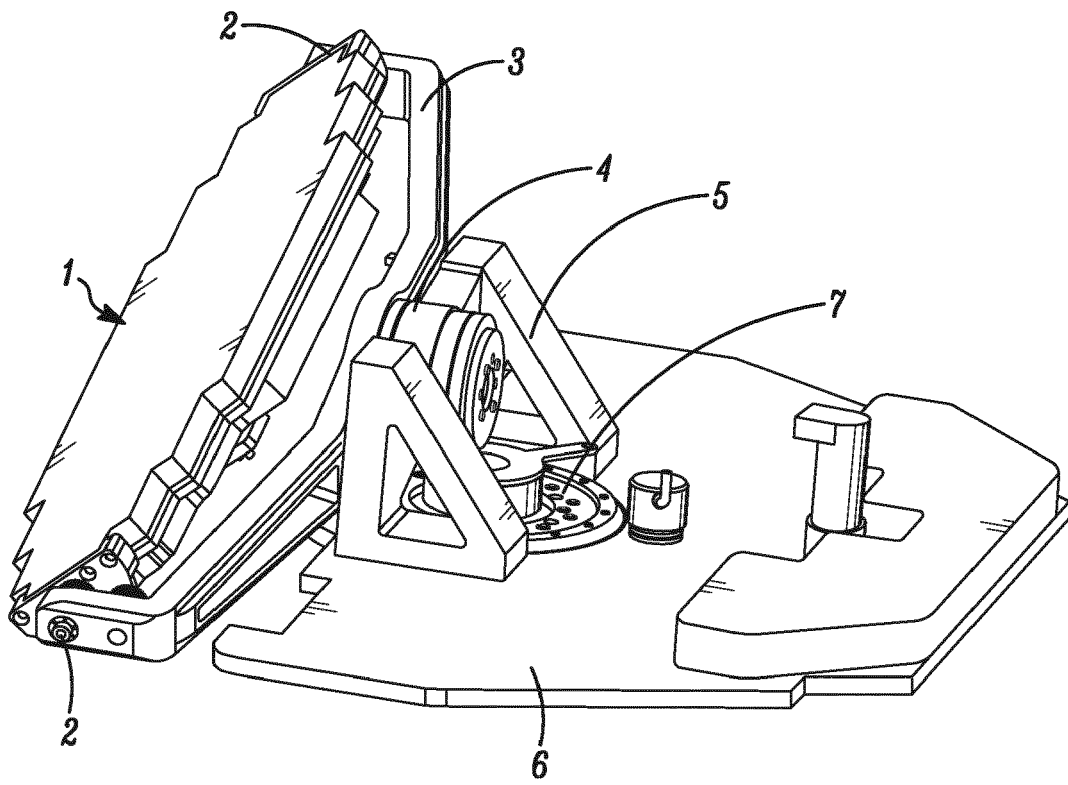


*FIG. 7*



*FIG. 8*





*FIG. 9*

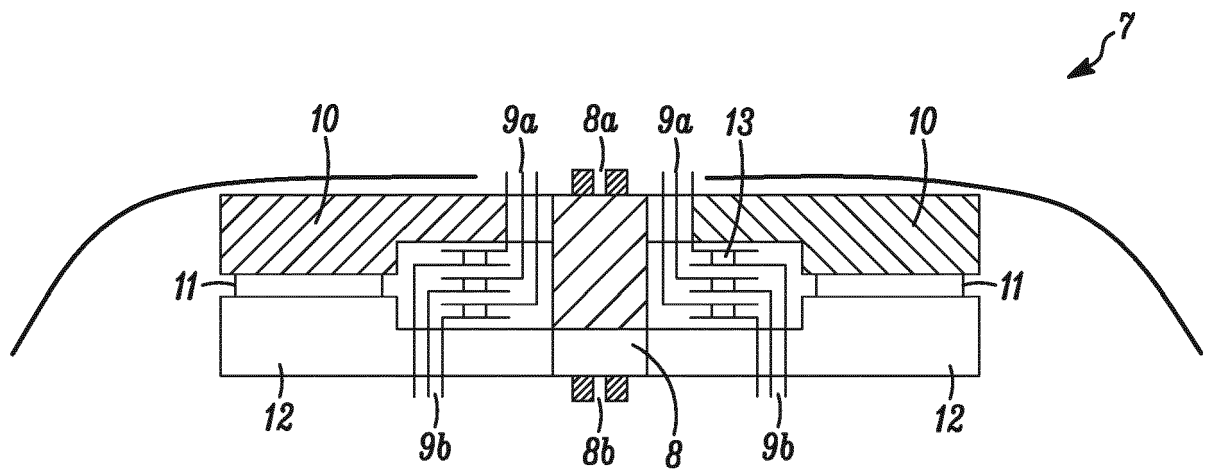
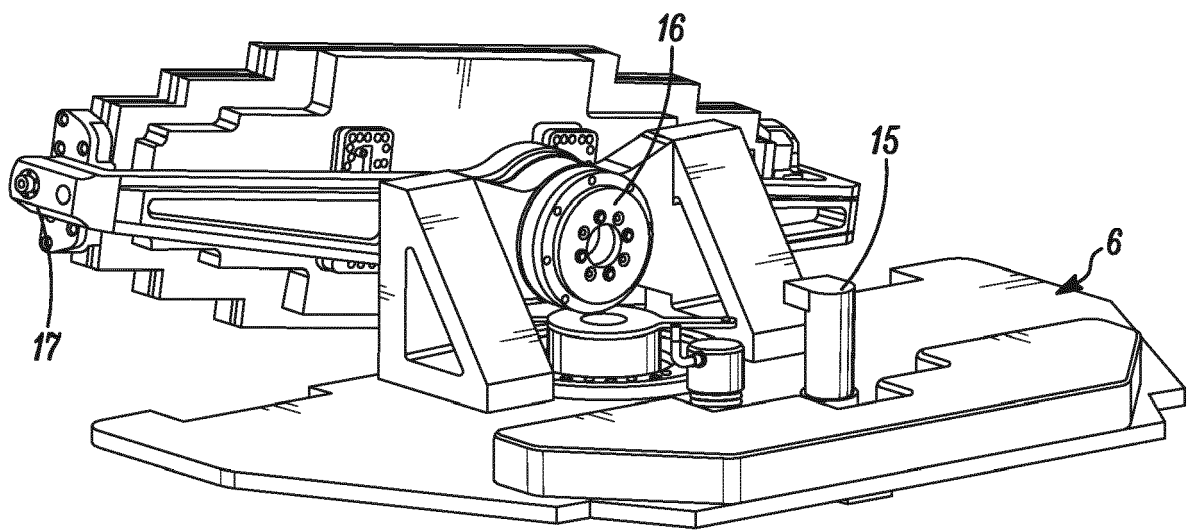
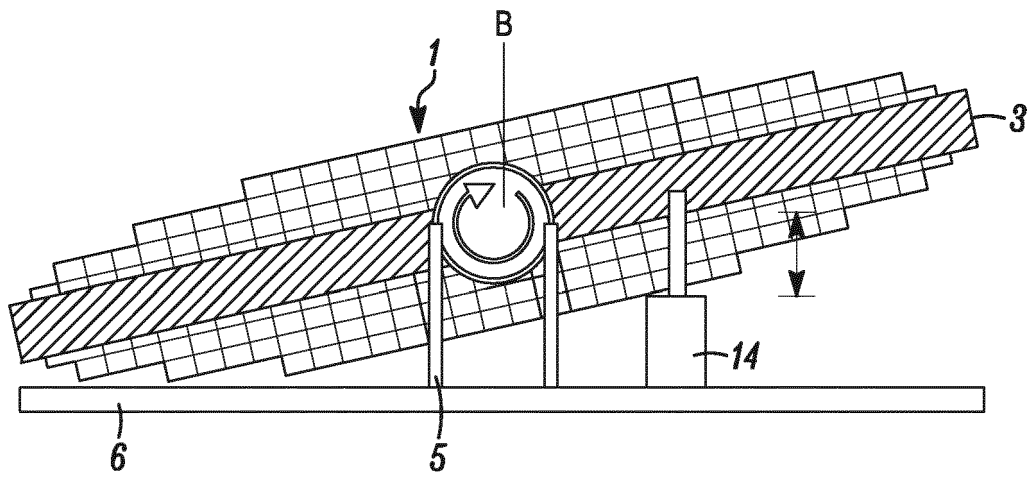


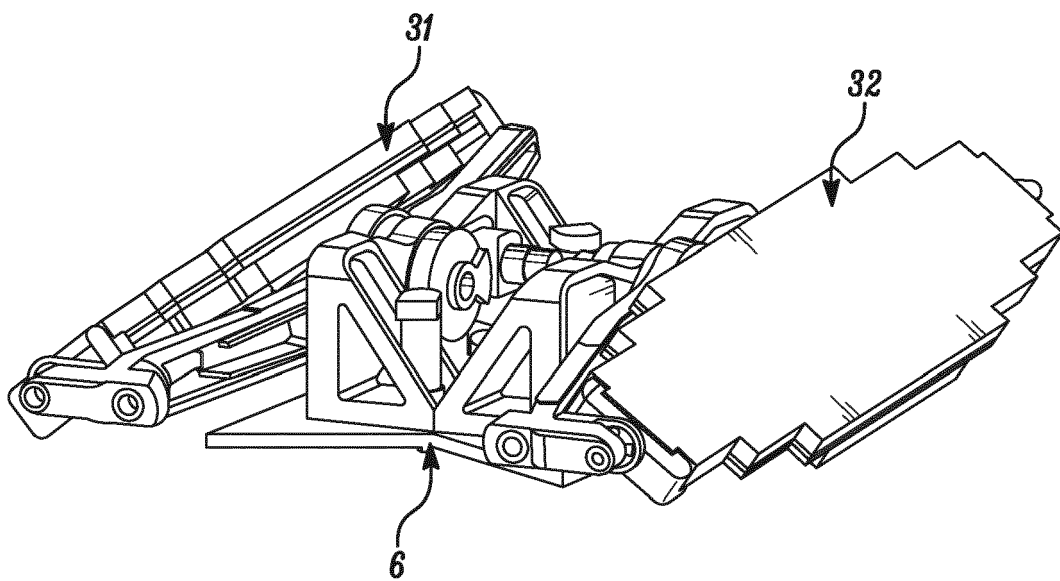
FIG. 10



*FIG. 11*



*FIG. 12*



*FIG. 13*



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 17 15 8712

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 0 982 797 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 1. März 2000 (2000-03-01) * Absatz [0025] * * Absatz [0030] * * Absätze [0036], [0037], [0038] * * Abbildungen 2, 6 *	1-22	INV. H01Q3/08 H01Q1/12 H01Q1/28 H01Q21/28
Y,D	US 2014/225768 A1 (BENJAMIN E; BHATIA B; BHATIA B J S; BRINDER B; ENGEL B; ENGEL B M) 14. August 2014 (2014-08-14) * Absätze [0011] - [0015] * * Absätze [0070] - [0072] * * Absätze [0078] - [0080] * * Absätze [0086], [0104] * * Absätze [0111] - [0113] * * Absätze [0130] - [0137] * * Abbildungen 1, 2, 4, 7 *	1-3,7, 10-14,19	
Y,D	US 7 095 376 B1 (TIMOTHY LAMAR K [US] ET AL) 22. August 2006 (2006-08-22) * Spalte 2, Zeile 48 - Spalte 5, Zeile 24 * * Ansprüche 15-20 * * Abbildungen 1, 2 *	1-3,5-7, 10-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01Q
Y,D	US 2011/068989 A1 (BOUSQUET CORY ZEPHIR [US]) 24. März 2011 (2011-03-24) * Absätze [0015] - [0022] * * Abbildungen 1A, 1C *	1-7, 10-12	
Y,D	US 2007/146222 A1 (MANSOUR DAVID [IL]) 28. Juni 2007 (2007-06-28) * Absätze [0045], [0058], [0062] * * Absätze [0077], [0078] * * Abbildungen 1, 4 *	1,9, 20-22	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 26. Juni 2017	Prüfer Culhaoglu, Ali
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 17 15 8712

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	US 2006/114164 A1 (ILUZ ZEEV [IL] ET AL) 1. Juni 2006 (2006-06-01) * Absätze [0047] - [0053] * * Absätze [0059] - [0062] * * Abbildungen 1, 2 *	1-3,7,8, 15-18	
A	US 3 383 081 A (JACK GUTTENBERG) 14. Mai 1968 (1968-05-14) * Spalte 1, Zeile 72 - Spalte 2, Zeile 5 * * Abbildungen 1, 2 *	12	
A	US 2011/241971 A1 (BATEMAN TERRI [US] ET AL) 6. Oktober 2011 (2011-10-06) * Absätze [0069] - [0071] * * Abbildung 1 *	12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>26. Juni 2017</b>	Prüfer <b>Culhaoglu, Ali</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1  
EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 15 8712

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-06-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0982797 A1	01-03-2000	EP 0982797 A1	01-03-2000
		JP 3325586 B2	17-09-2002
		TW 391074 B	21-05-2000
		US 6243046 B1	05-06-2001
		WO 9936989 A1	22-07-1999
US 2014225768 A1	14-08-2014	CA 2838861 A1	12-08-2014
		CN 103985964 A	13-08-2014
		EP 2765649 A2	13-08-2014
		JP 2014155223 A	25-08-2014
		US 2014225768 A1	14-08-2014
US 7095376 B1	22-08-2006	US 7095376 B1	22-08-2006
		US 7333064 B1	19-02-2008
US 2011068989 A1	24-03-2011	KEINE	
US 2007146222 A1	28-06-2007	CN 101322284 A	10-12-2008
		CN 101536248 A	16-09-2009
		EP 2025040 A2	18-02-2009
		IL 171450 A	31-03-2011
		US 2007146222 A1	28-06-2007
		WO 2007063434 A2	07-06-2007
US 2006114164 A1	01-06-2006	AU 2005308393 A1	01-06-2006
		EP 1834375 A1	19-09-2007
		IL 183453 A	28-02-2011
		KR 20070091177 A	07-09-2007
		US 2006114164 A1	01-06-2006
		WO 2006057000 A1	01-06-2006
US 3383081 A	14-05-1968	KEINE	
US 2011241971 A1	06-10-2011	US 2011241971 A1	06-10-2011
		WO 2011123726 A2	06-10-2011

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- JP H06252625 A [0003]
- US 2014225768 A1 [0016]
- US 7095376 B1 [0016]
- US 2011068989 A1 [0016]
- US 2007146222 A1 [0017]
- WO 2010124867 A1 [0062]
- WO 2014005699 A1 [0062]