



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 079 464 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.02.2001 Patentblatt 2001/09

(51) Int. Cl.⁷: **H01Q 21/20**, H01Q 3/04,
H01Q 21/06, H01Q 1/32

(21) Anmeldenummer: **99116679.4**

(22) Anmeldetag: **26.08.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder:
**FUBA Automotive GmbH & Co. KG
31162 Bad Salzdetfurth (DE)**

(72) Erfinder:

- **Daginnus, Michael
38106 Braunschweig (DE)**
- **Aminzadeh, Mehran
38118 Braunschweig (DE)**
- **Bucksch, Georg
31195 Lamspringe (DE)**
- **Denn, Walter
31097 Harbarnsen (DE)**

(54) **Antennensystem**

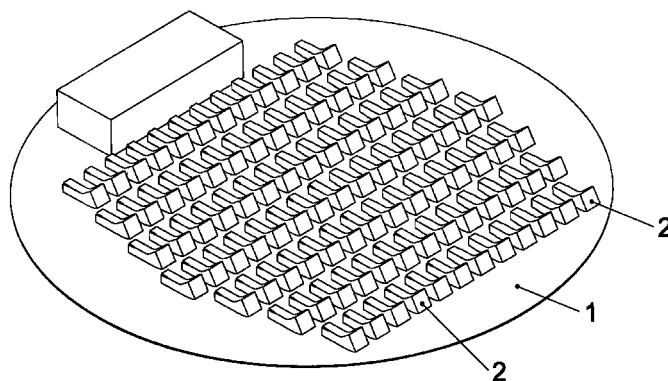
(57) Die Erfindung betrifft ein Antennensystem in waagerechter Anordnung mit Rundstrahlwirkung, insbesondere für den mobilen Empfang von geostationären Satelliten mit Frequenzen größer 10 GHz. Dabei ist auf einer im wesentlichen waagerechten Grundplatte (1) eine Vielzahl Einzelstrahler (2, 3) angeordnet, die nach einer Variante der Erfindung durch ein Steuerungssystem gruppenweise schmalkeulig auf die Signalquelle fokussiert werden. Die Fokussierung umfaßt durch intermittierende Rotation insgesamt eine Azimut-Abtastung von 360°, wobei die jeweils aktuell auf die Signalquelle fokussierte Gruppe von Einzelstrahlern alle Empfangsparameter nach vordefinierten Gütekriterien gewährleistet.

Nach einer anderen Variante der Erfindung wird richtungsselektiver Empfang durch mechanisch erzeugte intermittierende Rotation vorzugsweise aller Strahler (2, 3) gemeinsam erzeugt, wobei die Strahler auf einer vorzugsweise kreisrunden, als ganzes drehbaren Grundplatte (1) angeordnet sind.

Die erfindungsgemäße Anordnung kann vorteilhaft in das Dach von Pkw integriert werden und ist dann optisch nicht wahrnehmbar.

Eine derartige, die Fahrzeug-Silhouette nicht beeinträchtigende Positionierung ist mit herkömmlichen Antennenkonstruktionen, wie Parabolspiegel-Antennen und Planarantennen, nicht möglich. Weitere Gründe für die Ablehnung herkömmlicher Lösungen sind die aktuellen Design-Vorstellungen und aerodynamischen Gründe. Die Erfindung eröffnet eine Möglichkeit, den stabilen Empfang von Sendungen von geostationären Satelliten im bewegten Fahrzeug auch unter den geographischen Bedingungen z.B. Mitteleuropas - bei geringer Elevation - zu gewährleisten.

Die räumlichen Abmessungen der erfindungsgemäßen Antennenanordnung halten sich selbst für ungünstige Verhältnisse in Grenzen. Die Erfindung läßt sich auch an durchschnittlichen Pkw realisieren.



Figur 2

EP 1 079 464 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Antennensystem für Kraftfahrzeuge, insbesondere für den Empfang von Fernseh- und Hörrundfunksendungen und für den Datentransfer über geostationäre Satelliten im Frequenzbereich größer 10 Ghz.

[0002] Für Antennen zum Empfang von Sendungen von geostationären Satelliten liegt der Elevationswinkel in Mitteleuropa bei 30°.

Bekannte und gebräuchliche Satelliten-Empfangsantennen sind die Parabolspiegel-Antennen und, in geringerem Maß, die Planarantennen.

Wollte man nun irgendwo an der Karosserie eines Fahrzeugs eine Parabolspiegel-Antenne mit der für einen ausreichenden Gewinn notwendigen Geometrie und Größe anordnen, so würde dies nach den aktuellen Design-Vorstellungen und aus aerodynamischen Gründen nicht akzeptiert.

Die Planarantennen sind zwar kompakter, sind aber mit ihrer ebenfalls orthogonal zur Apertur stehenden Strahlungskeule ebensowenig geeignet. Würde man eine Planarantenne z.B. in waagerechter Lage in ein Fahrzeug-Dach integrieren, wäre die Strahlungsrichtung falsch; würde man sie mit der richtigen Elevation positionieren, hätte man die gleichen Probleme wie mit den Parabolspiegel-Antennen.

Hinzu kommt, daß eine im oder am Fahrzeug angeordnete Antenne mit Richtcharakteristik auch noch, entsprechend den ständigen Richtungsänderungen bei Fahrbetrieb, unablässig auf die Änderungen der Strahlungsrichtung reagieren muß.

[0003] Aus der Radartechnik sind Antennen mit Richtcharakteristik bekannt, bei denen ein Rundstrahlungseffekt durch kontinuierliche Rotation des Strahlers bzw. Reflektors erzielt wird. Sie verbinden den mit der Richtwirkung erzielbaren hohen bzw. zumindest ausreichenden Gewinn mit einer Azimut-Abtastung von 360°. Die Antenne - meist eine Parabolspiegel-Antenne - wird mit mechanischen Mitteln mit konstanter Drehzahl und Richtung gedreht.

Dieses Prinzip ist jedoch wegen der Bauform der Antenne für Kraftfahrzeuge, insbesondere für Pkw, nicht geeignet. Darüber hinaus denke man an die vergleichsweise hohen Drehzahlen, mit denen das System für den Satellitenempfang rotieren müßte, und an den damit verbundenen Aufwand.

[0004] In Mitteleuropa ist der Empfang von Signalen von geostationären Satelliten vom Fahrzeug aus bisher nur möglich, indem man das Fahrzeug parkt und eine Satellitenantenne der beschriebenen Art ausfährt oder aufstellt und sie dann wie eine stationäre Antenne manuell oder automatisch ausrichtet - je nach Komfortgrad der Ausrüstung.

Dies ist z.B. bei Wohnmobilen gang und gäbe.

[0005] Es ist Zweck der Erfindung, den mobilen Empfang von Fernseh- und Hörrundfunksendungen und von Daten von geostationären Satelliten, unabhän-

gig vom Betriebszustand des Fahrzeugs, zu ermöglichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für Kraftfahrzeuge eine Antennenanordnung für den Frequenzbereich größer 10 Ghz mit quasi-Rundumstrahlung im horizontalen Strahlungsdiagramm, vorzugsweise durch richtungsselektiven Empfang bei einer Azimut-Abtastung von 360°, zu realisieren. Die Antennenanordnung soll so in den Fahrzeugaufbau integriert sein, daß sie optisch nicht wahrzunehmen ist.

[0006] Diese Aufgabe wird mit den im Hauptanspruch angegebenen Merkmalen gelöst. Die Unteransprüche enthalten bevorzugte Ausführungsvarianten und -details.

[0007] Die Erfindung schafft durch Bündelung einer Vielzahl von Einzelstrahlern mit hoher Packungsdichte auf einer Fläche ein insgesamt kompaktes Gebilde. Die Einzelstrahler haben sämtlich denselben Erhebungswinkel, der gleich der Elevation der Gesamtanordnung ist.

Die notwendige Empfangsleistung wird, in Abhängigkeit von der Leistungsflußdichte, durch eine bestimmte Zahl von Einzelstrahlern gewährleistet, deren Aperturen sich summieren.

[0008] Bei mechanischer Rotationsbewegung der Anordnung - wenn z.B. alle Einzelstrahler mit gleicher Strahlungsrichtung auf einer intermittierend um eine Achse bewegten Grundplatte stehen - kann die Zahl der aktuell auf die Signalquelle gerichteten Strahler gleich der Gesamtzahl der Strahler sein.

[0009] Bei elektronischer Rotation sind aus der Gesamtzahl der Strahler Gruppen zu bilden, die jede für sich im Empfangsfall den notwendigen Gewinn liefern, und deren Richtcharakteristika, mit jeweils einer gewissen Überlappung, sich zum Vollkreis addieren.

[0010] Grundlage des erfindungsgemäßen richtungsselektiven Empfangs mit intermittierendem Wechsel der Strahlungsrichtung sind das Diversity-Prinzip sowie die kombinierte Nutzung eines gyromagnetischen Sensors und von GPS (Global positioning system), mit denen Änderungen der Fahrtrichtung des Fahrzeugs und damit des Azimutwinkels für die Antennen in bezug auf einen ausgewählten Satelliten erkannt und kompensiert werden.

Mit dem gyromagnetischen Sensor und, unterstützend, mit der GPS-Einheit wird bei Änderung der Fahrtrichtung ein Steuersignal für eine Änderung der Empfangsparameter generiert. Die Diversity-Schaltung sucht bei Minderung der aktuellen Empfangsqualität zusätzlich die Umgebung der Strahlungsrichtung bzw. der auf Empfang geschalteten Strahlergruppe ab und schaltet bei Unterschreiten eines Schwellenwerts auf eine günstigere Strahlergruppe um. Dies gilt für die Variante der elektronischen Rotation. Bei mechanischer Rotation wird ein Steuersignal für den Motor der Grundplatte generiert, und das System schwenkt durch mechanische Drehung in die neue Empfangsrichtung.

[0011] Die Vorteile der Erfindung sind offensicht-

lich: Vor allem wurde eine Möglichkeit gefunden, einen stabilen Empfang von Sendungen von geostationären Satelliten im bewegten Fahrzeug auch unter den geographischen Bedingungen z.B. Mitteleuropas - bei geringer Elevation - zu gewährleisten. Die räumlichen Abmessungen der erfindungsgemäßen Antennenanordnung halten sich selbst für ungünstige Verhältnisse - geringer Gewinn des Einzelstrahlers am Rande des Versorgungsgebiets und damit hohe notwendige Strahlerzahl - noch in Grenzen und lassen sich auch an durchschnittlichen Pkw realisieren. Dies gilt selbst unter der Voraussetzung, daß mit dem System mindestens 30 dBi Antennengewinn zu gewährleisten sind.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß eine Aufteilung der Gesamtanordnung in Sektoren oder Segmente mit Strahlergruppen möglich ist, die in unterschiedliche Bauteile der Karosserie integriert werden und über ein zentrales Management geschaltet werden. Dadurch ist eine hohe Variabilität der Zuordnung und Integration der Antenneneinheiten gegeben.

[0012] Das erfindungsgemäße Prinzip wird in den vorliegenden Ansprüchen und Ausführungsbeispielen in Varianten und mit Details dargestellt, an denen die Funktion und die Vorteile bereits geprüft und nachgewiesen wurden.

Das heißt nicht, daß der Erfindungsgedanke nicht auch weitere Ausgestaltungen und Varianten umfaßt. Zu denken ist vor allem auch an die Integration in senkrechte Karosserieelemente, wie die Seitenteile, oder, z.B. bei einem Bus, die senkrechte Anordnung hinter den großflächigen Scheiben, einschließlich Front- und Heckscheibe.

Dort wären auch Antennensysteme, wie die flachen Planarantennen, in erfindungsgemäßer Zusammenschaltung denkbar.

Die meist rechteckigen Planarantennen haben sich im häuslichen Gebrauch nicht wie zunächst angenommen durchgesetzt, könnten sich aber bei bestimmten Fahrzeugen auf Grund der einfachen Bauweise und der möglichen geringen Masse als vorteilhaft erweisen.

[0013] Die Erfindung wird im folgenden an Hand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung zeigen

Figur 1. Antennensystem aus Hornstrahlern auf kreisrunder Grundplatte, für elektronische Rotation

Figur 2. Hornstrahler auf kreisrunder Grundplatte, für mechanische Rotation

Figur 3. Konstruktive Details einer Anordnung mit Streifenleiter-Antennen (patch antennas), für elektronische Rotation

Figur 4. Hornstrahler für 11,7 GHz

Figur 5. Gruppe von Streifenleiter-Antennen für 11,7 GHz

[0014] Bei den schematischen Darstellungen in Figur 1 und 2 wird davon ausgegangen, daß das Anten-

nensystem komplett, als kompakte Baueinheit in eine im wesentlichen waagerechte Fläche der Fahrzeug-Karosserie, wie das Dach, integriert wird.

Auf der kreisrunden Grundplatte 1 sind in Figur 1 und 2 Hornstrahler 2 (vom Typ Pyramidenhorn) und bei dem Beispiel nach Figur 3 Streifenleiter-Antennen 3 angeordnet. Die Streifenleiter-Antennen sind jeweils zu Vierergruppen zusammengefaßt.

[0015] Der Elevationswinkel von etwa 30° wird bei den Hornstrahlern durch entsprechendes Anwinkeln des trichterförmigen Bereichs erzielt; bei den Streifenleiter-Antennen sind die Flächensegmente auf Trägern 4 gruppiert, die periphär auf Ringsicken 5 mit Prismenquerschnitt auf der Platte 1 gehalten werden.

[0016] Bei der Anordnung nach Figur 1 ist der Vollkreis mit Hilfe des Speiseleitungsnetzes in empfangswirksame Sektoren aufgeteilt, deren Keulen sich jeweils im 3-db-Bereich überlappen. Man kann die Strahlersektoren schaltungstechnisch auch so separieren, daß sich die Gruppen bei Änderung des Azimutwinkels seitlich um einen Winkel kleiner als der Sektorwinkel verschieben. Die Hohlleiter der Strahler sind in Figur 1 „stehend“ und in Figur 2 liegend auf der Grundplatte 1 angeordnet.

[0017] Bei dem Antennensystem nach Figur 2 wird die Grundplatte mit den Strahlern durch den Antrieb 5 mechanisch bewegt. Der Antrieb muß leicht, trägheitsarm und zuverlässig sein, und wo er an der Karosserie bzw. an der Grundplatte 1 angeordnet ist, hängt von den Prämissen des Einzelfalls ab.

[0018] Das über die Gruppen und das Speiseleitungsnetz für das Beispiel nach Figur 1 Gesagte gilt auch für das System mit Streifenleiter-Antennen, von dem Figur 3 einen Sektor und Einzelheiten der Bauelemente zeigt.

Hier wird gleichzeitig deutlich, daß man bei elektronischer Abtastung des Azimuts Strahlergruppen bilden kann, die nicht räumlich zu einem Vollkreis konzentriert sind. Man teilt die Grundplatte in Abschnitte mit entweder einer oder mit jeweils mehreren empfangswirksamen Gruppen, und die Abschnitte werden auf unterschiedlichen Karosserieelementen positioniert.

Bedingung ist dabei vor allem, daß sich insgesamt wieder der fiktive Rundstrahlungseffekt ergibt - und daß das Speiseleitungsnetz beherrschbar ist und sich keine gravierenden Laufzeitunterschiede einstellen. Diese Aufgaben werden gelöst, indem jeder Flächenabschnitt an einen eigenen Konverter angeschlossen ist. Der Zusammenschluß der Konverter auf der Ebene der Zwischenfrequenz ist mit an sich bekannter Schaltungstechnik einfach zu beherrschen.

[0019] In Figur 4 und 5 werden Beispiele für die Maßverhältnisse der Einzelstrahler bzw. einer Elementargruppe gezeigt. Mit Strahlern dieses Aufbaus - hier in vereinfachter Dargestellung - ist breitbandiger Empfang in jeweils einer Polarisation möglich.

Die praktische Ausführung selbst und die Wahl der Materialien und daraus wiederum resultierend maßliche

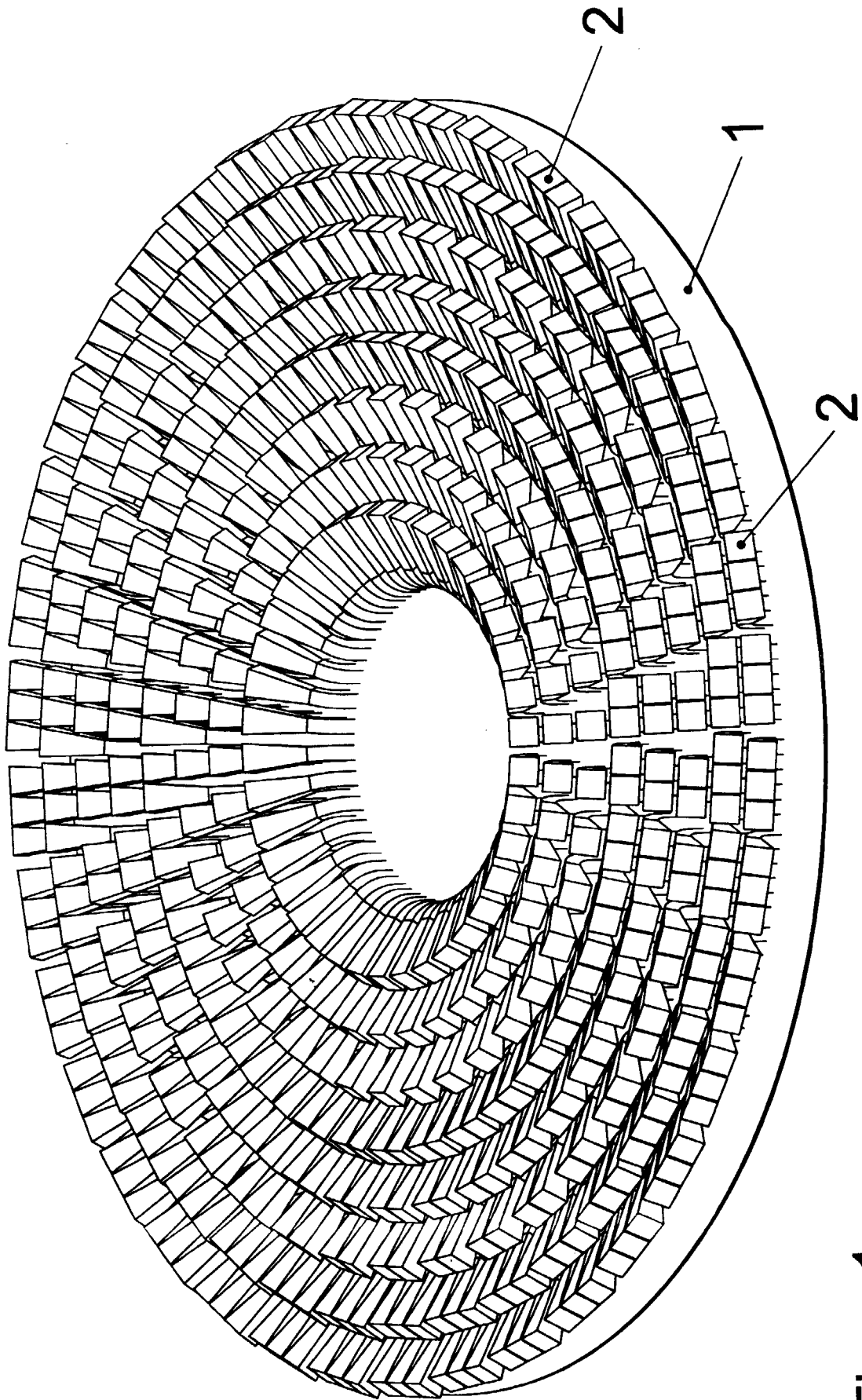
Korrekturen und die physikalische Optimierung der Strahler und des Systems werden dann noch maßgeblich von den Platzverhältnissen, vom Empfangsspektrum und auch von technologischen Faktoren beeinflusst - das sind Aufgaben, die mit den dem Entwickler zur Verfügung stehenden Mitteln des an sich bekannten Stands der Technik im Sinne der Optimierung des Systems zu lösen sind.

In Figur 4 sind 2.1 der Hohlleiter entsprechend 11,7 Ghz, 2.2 die trichterförmige Erweiterung und 2.3 das Auskoppелеlement mit der Anbindung an das Speiseleitungs-Netzwerk.

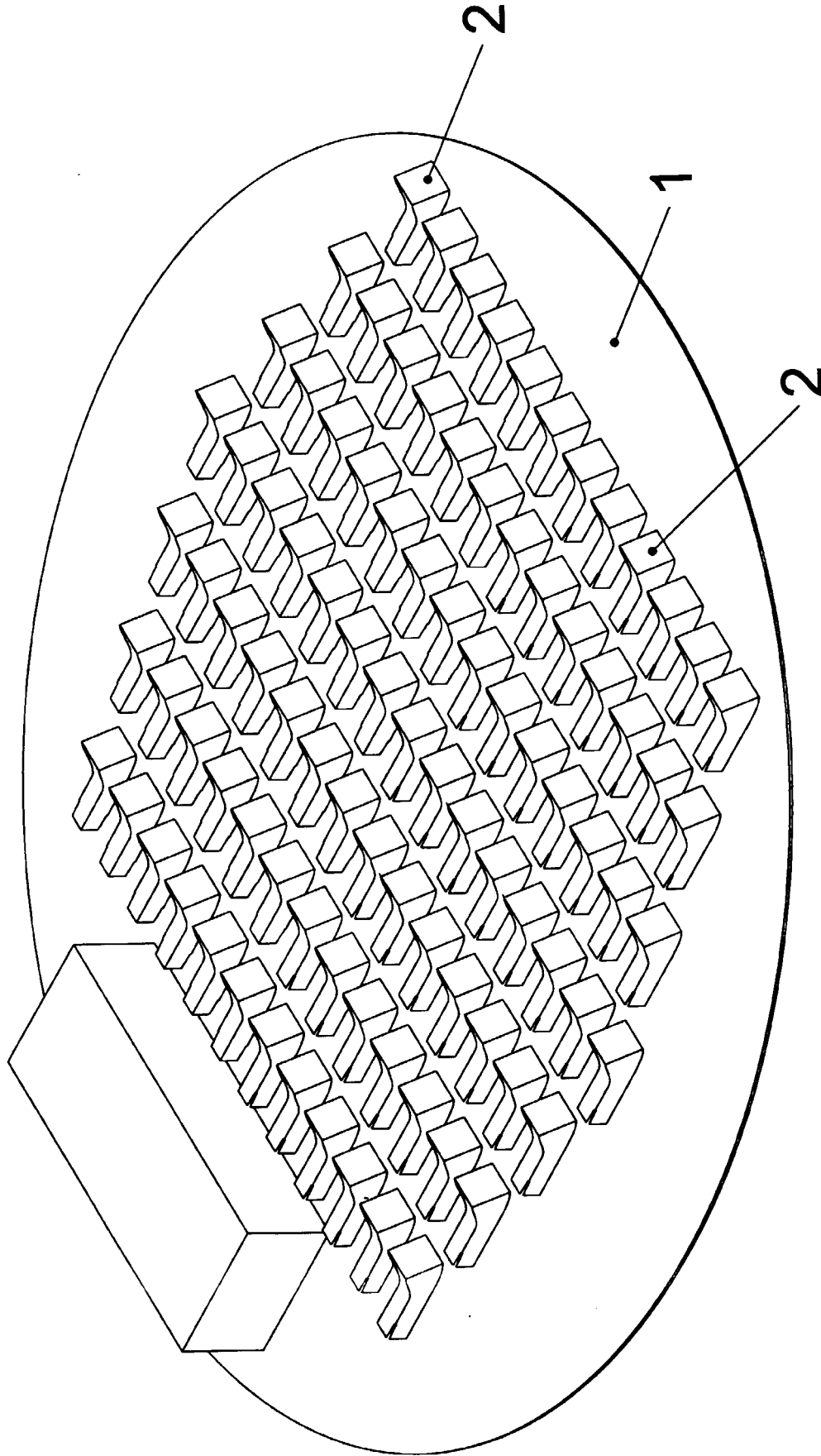
Der Durchmesser einer Grundplatte 1 mit Streifenleiter-Antennen des hier beschriebenen Aufbaus und für elektronische Rotation liegt bei etwa 600 mm.

Patentansprüche

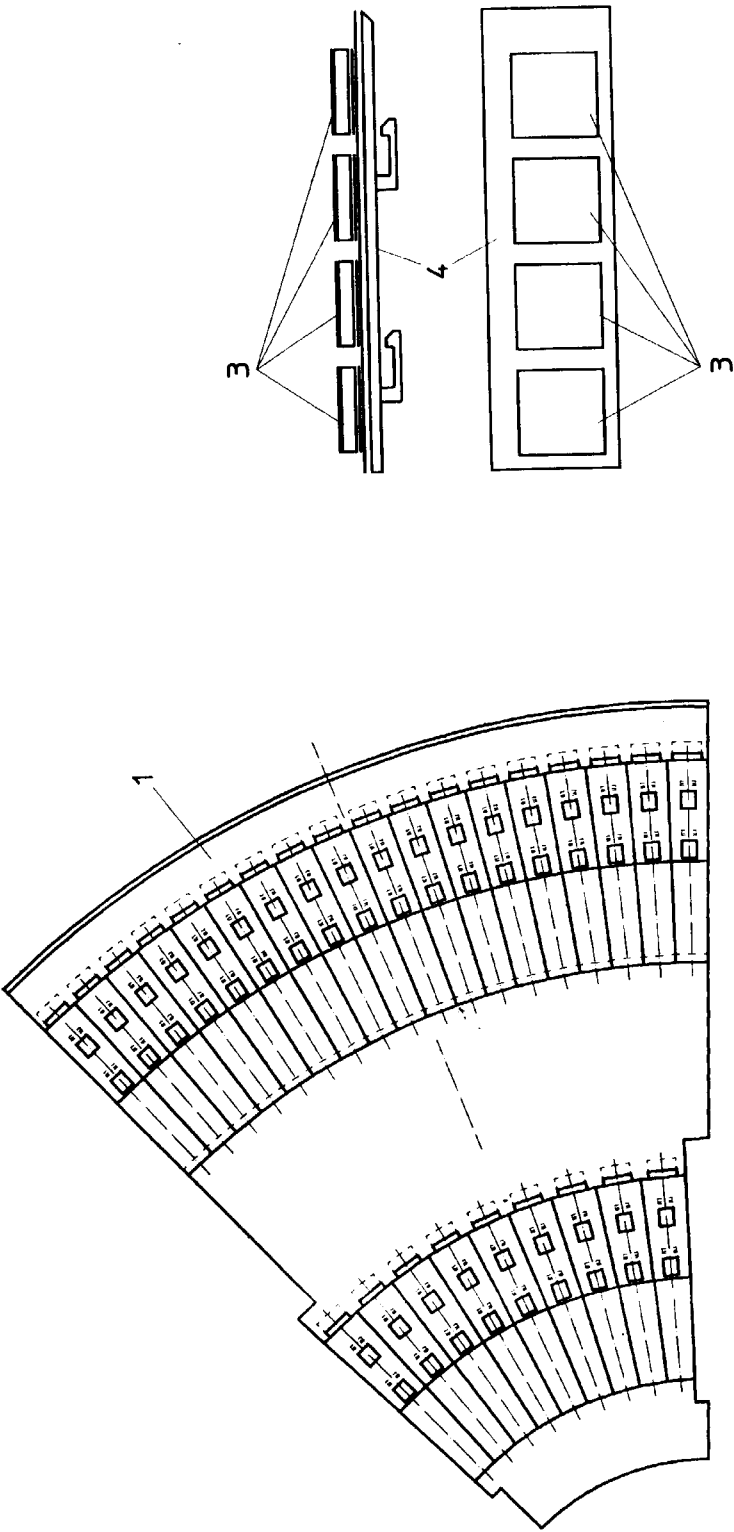
1. Antennensystem in waagerechter Anordnung mit Rundstrahlwirkung, für Elevationswinkel kleiner 90°, insbesondere für den mobilen Empfang von geostationären Satelliten mit Frequenzen größer 10 GHz, bei dem
 - auf einer im wesentlichen waagerechten Grundplatte (1) eine Vielzahl Einzelstrahler (2, 3) angeordnet ist,
 - die Strahlungsrichtung vorzugsweise an Hand einer Kennung der Signalquelle, das heißt des Satelliten, gewählt wird,
 - die Einzelstrahler (2, 3) durch ein kombiniertes Steuerungssystem mit gyromagnetischer Sensorik, GPS (Global positioning system) und Antennen-Diversity vorzugsweise gruppenweise schmalkeulig auf die Signalquelle fokussiert werden,
 - die Fokussierung durch intermittierende Rotation insgesamt eine Azimut-Abtastung von 360° umfaßt,
 - die Diversity-Steuerung vorzugsweise in Abhängigkeit vom Nutzsignal-Pegel und der Signalqualität erfolgt und
 - die jeweils aktuell auf die Signalquelle fokussierte Gruppe von Einzelstrahlern alle Empfangsparameter nach vordefinierten Gütekriterien gewährleistet.
2. Antennensystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch in vorbestimmten Gruppen und variabel zu Gruppen zusammenschaltbaren Einzelstrahlern.
3. Antennensystem nach Anspruch 1 und 2, gekennzeichnet durch richtungsselektiven Empfang durch mechanisch erzeugte intermittierende Rotation vorzugsweise aller Strahler (2, 3), wobei die Strahler auf einer vorzugsweise kreisrunden Grundplatte (1) angeordnet sind.
4. Antennensystem nach Anspruch 1 und 2, gekennzeichnet durch elektronische Rotation, das heißt selektive Speisung eines veränderlichen Anteils der Einzelstrahler (2, 3), die zu unterschiedlichen Gruppen zusammengefaßt auf die Signalquelle fokussierbar sind.
5. Antennensystem nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch die Anordnung der Einzelstrahler (2, 3) auf einer Grundplatte (1) in konzentrischen Kreisen mit radialer Strahlung.
6. Antennensystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Strahlergruppen auf unterschiedlichen, im wesentlichen waagerechten Teilen einer Fahrzeugkarosserie verteilt sind und so ausgerichtet sind, daß sich die Strahlungskeulen von in bezug auf die Strahlungsrichtung benachbarten Gruppen seitlich überlappen und daß fiktiv in der Summe eine Rundumcharakteristik gegeben ist, wobei jedem separaten Grundplattenteil mit einer oder mehreren Gruppen ein eigener Konverter zugeordnet ist.
7. Antennensystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Hornantennen (2) als Einzelstrahler.
8. Antennensystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Streifenleiter-Antennen (3, patch antenna) und durch davon gebildete Elementargruppen als Einzelstrahler.
9. Antennensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelstrahler (2, 3) fest auf einen bestimmten gemeinsamen Elevationswinkel eingestellt sind.



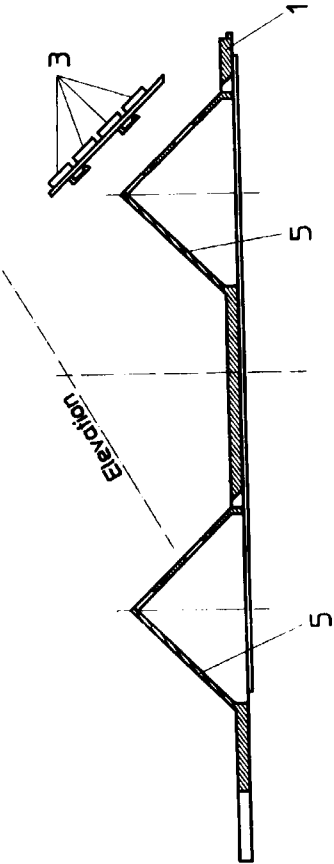
Figur 1

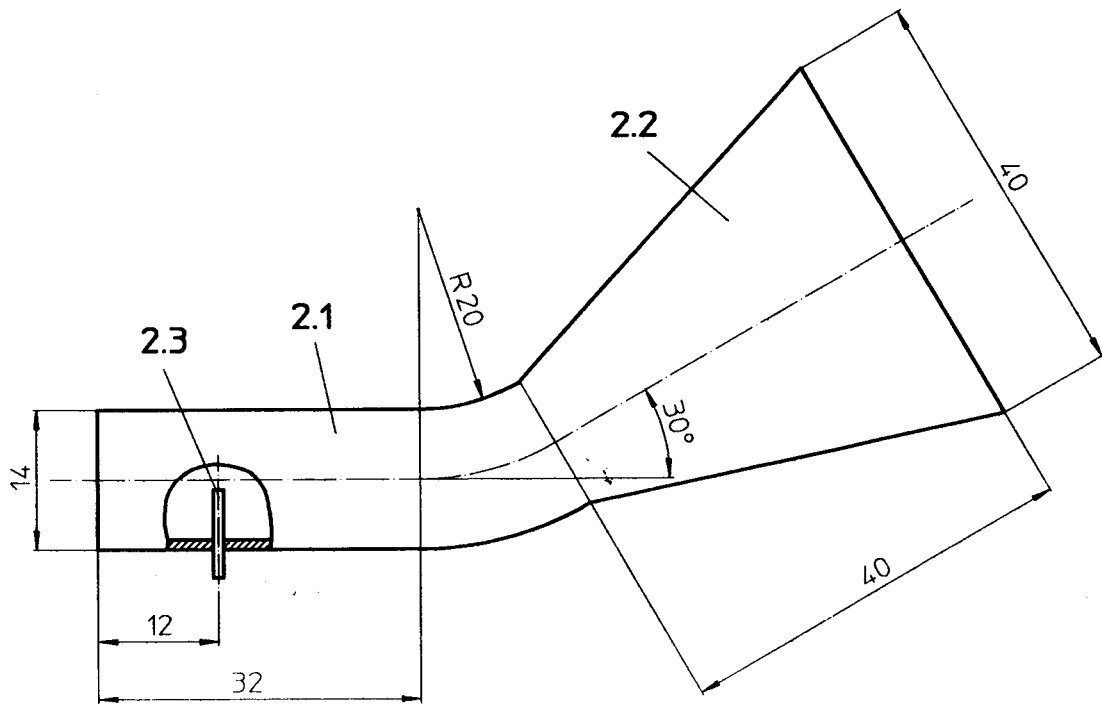


Figur 2

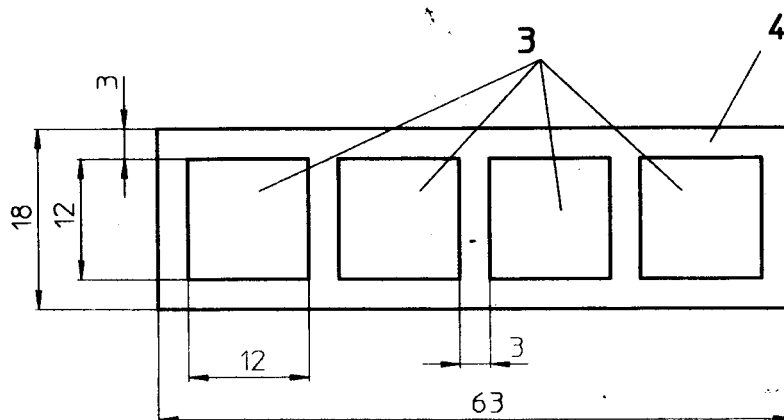


Figur 3





Figur 4



Figur 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 11 6679

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	EP 0 810 685 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 3. Dezember 1997 (1997-12-03) * Spalte 13, Zeile 5 - Spalte 15, Zeile 51; Abbildungen 1-4 *	1,8,9	H01Q21/20 H01Q3/04 H01Q21/06 H01Q1/32
Y	WO 98 29968 A (AT & T CORP) 9. Juli 1998 (1998-07-09) * Zusammenfassung * * Seite 10, Zeile 7 - Seite 12, Zeile 26; Abbildungen 6,7,14,17 *	1,8,9	
A	US 5 917 446 A (GREENSPAN RICHARD L) 29. Juni 1999 (1999-06-29) * das ganze Dokument *	1	
A	US 5 835 057 A (VAN HEYNINGEN MARTIN KITS) 10. November 1998 (1998-11-10) * Spalte 4, Zeile 55 - Spalte 5, Zeile 25; Abbildung 1 *	1	
A	EP 0 452 970 A (NIPPON ELECTRIC CO) 23. Oktober 1991 (1991-10-23) * Spalte 5, Zeile 31 - Spalte 6, Zeile 48; Abbildung 5 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
A	EP 0 578 316 A (PRODUCTION ET DE CREATION AUDI) 12. Januar 1994 (1994-01-12) * Spalte 8, Zeile 40 - Spalte 9, Zeile 25; Abbildung 2 *	1	H01Q G01S
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	25. Januar 2000	Van Dooren, G	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

EPO FORM 1608 (03/02) (P44008)

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

EP 99 11 6679

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 Daten des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-01-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0810685	A	03-12-1997	JP	9318723 A	12-12-1997
WO 9829968	A	09-07-1998	US	5949369 A	07-09-1999
US 5917446	A	29-06-1999	KEINE		
US 5835057	A	10-11-1998	KEINE		
EP 0452970	A	23-10-1991	JP	2580832 B	12-02-1997
			JP	4002205 A	07-01-1992
			AU	648548 B	28-04-1994
			AU	7519591 A	24-10-1991
			CA	2040879 A	20-10-1991
			CA	2040879 C	29-08-1995
			DE	69116719 D	14-03-1996
			DE	69116719 T	30-05-1996
EP 0578316	A	12-01-1994	US	5241319 A	31-08-1993
			FR	2693329 A	07-01-1994
			ES	2115720 T	01-07-1998

EPO FORM P0481

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