



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 524 720 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.04.2005 Patentblatt 2005/16

(51) Int Cl.7: **H01Q 1/34**, H01Q 11/08,
H01Q 1/36, H01Q 5/00

(21) Anmeldenummer: **04024780.1**

(22) Anmeldetag: **18.10.2004**

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

(72) Erfinder: **Rathai, Wolf**
84174 Eching (DE)

(74) Vertreter: **Alber, Norbert, Dipl.-Ing. et al**
c/o Hansmann & Vogeser,
Albert-Rosshaupter-Strasse 65
81369 München (DE)

(30) Priorität: **17.10.2003 DE 10348378**

(71) Anmelder: **Aeromaritime Systembau GmbH**
85375 Neunfarn (DE)

(54) **Antennensystem für mehrere Frequenzbereiche**

(57) Die Erfindung betrifft ein Antennensystem zum gleichzeitigen Betrieb, insbesondere zum Senden und Empfangen im Vollduplex-Betrieb, in wenigstens zwei verschiedenen Frequenzbereichen mit wenigstens zwei quadrifilaren Helixantennen, von denen jede zwei orthogonal zueinander angeordnete und mit 90° Phasenver-

schiebung angeregte Doppelwendeln umfasst, wobei die beiden Helixantennen sich um dieselbe Längsachse winden, hinsichtlich der gemeinsamen Längsachse um einen Winkel von 45° gegeneinander verdreht sind und wobei die Doppelwendeln beider Helixantennen in einer beliebigen Schnittebene quer zur Längsachse jeweils denselben Abstand zur Längsachse aufweisen.

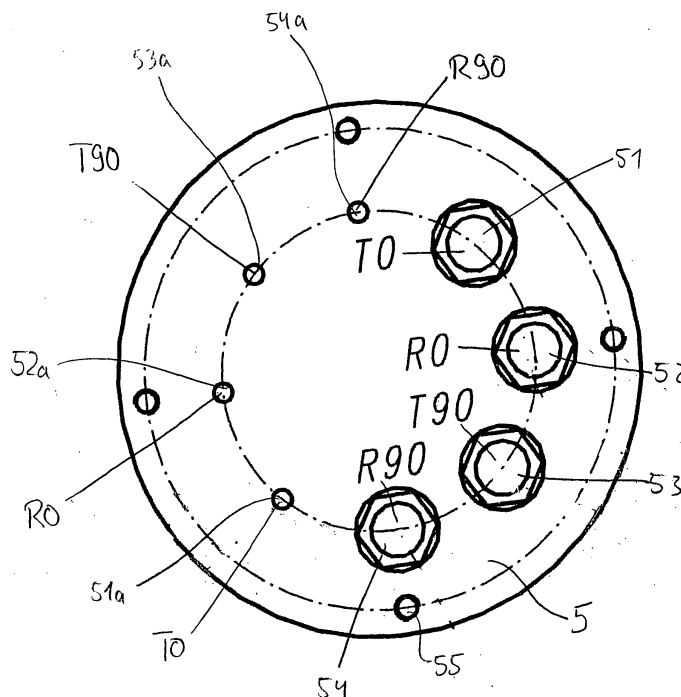


Fig. 2

EP 1 524 720 A1

Beschreibung

I. Anwendungsgebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Antennensystem zum gleichzeitigen Betrieb in wenigstens zwei verschiedenen Frequenzbereichen, insbesondere zum Senden und Empfangen im Vollduplex-Betrieb, insbesondere für die Verwendung bei U-Booten.

II. Technischer Hintergrund

[0002] Bei der Satellitenkommunikation zwischen feststehenden und bewegten Anwendern aus Luft- und Schifffahrt, somit unter anderem auch bei der Satellitenkommunikation von U-Booten, werden üblicherweise Antennenstrukturen verwendet, die bei einer zirkularen Polarisierung ein quasi-hemisphärisches Abstrahlungsdiagramm aufweisen, da in diesem Fall die Notwendigkeit eines Nachführens des Antennensystems an die gegebenenfalls geostationären Satellitensysteme vermieden werden kann.

[0003] Nach dem heutigen Kenntnisstand ist die einzige Antennenstruktur, die diese geforderten Eigenschaften aufweist, eine resonante quadrifilare Helixantenne. Diese besteht üblicherweise aus zwei Doppelwendeln, die sich um eine gemeinsame Längsachse winden, orthogonal zueinander angebracht sind und mit 90° Phasenverschiebung angeregt werden.

[0004] Da es sich bei einem derartigen Antennensystem um ein resonant arbeitendes System handelt, ist die nutzbare Bandbreite beschränkt und es ist schwierig, eine Anpassung an eine Breitbandnutzung oder an eine Verwendung für zwei verschiedene Frequenzen zu erreichen. In Fällen, bei denen ein Betrieb in verschiedenen Frequenzbereichen benötigt wird, muss demzufolge üblicherweise auf zwei separate, räumlich getrennte quadrifilare Helixantennen zurückgegriffen werden. Dies gilt insbesondere, wenn ein Betrieb gleichzeitig in beiden Frequenzbereichen möglich sein soll.

[0005] Ein Beispiel für einen derartigen Fall bildet das UHF-Satcom Satellitenkommunikations-System, bei dem das Senden und das Empfangen von Daten in unterschiedlichen Frequenzbereichen erfolgen:

UHF-Satcom Empfang	240 - 270 MHz
UHF-Satcom Senden	290 - 320 MHz

[0006] Als vorteilhaft ist hierbei anzusehen, wenn gleichzeitig und unabhängig voneinander gesendet und empfangen werden kann (sog. Voll-Duplex-Betrieb). Dabei ist eine geringe Verkoppelung, also ein geringes Übersprechen zwischen den Sende/Empfangsantennen erforderlich. Hierzu ist es, wie oben bereits erwähnt wurde, üblicherweise notwendig, dass die Sende- und Empfangsantennen als getrennte Elemente ausgebildet sind.

[0007] Sind jedoch die Abmessungen des Antennensystems durch den zur Verfügung stehenden Raum begrenzt, so kann eine räumliche Trennung von Sende- und Empfangsantennen nur unter erheblichem Aufwand erfolgen.

[0008] Ein Beispiel hierfür bildet ein Antennensystem eines U-Bootes. Neben den oben genannten Frequenzbereichen für eine Satellitenkommunikation im UHF-Satcom System werden hier üblicherweise sogar darüber hinaus noch weitere Frequenzbereiche benötigt, beispielsweise:

Kurzwellen-Empfang	1 - 30 MHz
VHF-Empfang (Seefunk)	155 - 160 MHz
Line of Sight Funktion	225 - 400 MHz
GPS	1575,41 / 1227,6 MHz

[0009] Neben dem nur beschränkt zur Verfügung stehenden Raumangebot, besteht insbesondere für ein von U-Booten benutztes Antennensystem eine weitere Anforderung darin, dass der gesamte Aufbau der Antenne aufgrund der Positionierung an der Außenhaut des U-Bootrumpfes und der damit verbundenen Belastungen durch das umströmende Wasser möglichst kompakt sein muss. Gleichzeitig ist auch eine möglichst große Stabilität des Antennensystems gegenüber mechanischen Belastungen zu gewährleisten, da durch Schockwellen im Wasser kurzzeitige Horizontalbelastungen bis zu 400 G sowie Vertikalbelastungen bis in den Bereich von 150 G auftreten können.

III. Darstellung der Erfindung

a) Technische Aufgabe

- 5 **[0010]** Es ist daher die Aufgabe gemäß der Erfindung, ein möglich kompaktes Antennensystem zu schaffen, welches einen vorzugsweise gleichzeitigen Betrieb in wenigstens zwei verschiedenen Frequenzbändern, insbesondere im Bereich der Satellitenkommunikation unter Verwendung von zirkular polarisierten Wellen mit einer quasi-hemisphärischen Abstrahlcharakteristik, ermöglicht.
- 10 **[0011]** Hierbei findet ein derartiges Antennensystem vorzugsweise Verwendung auf einem U-Boot. Jedoch kann auch ein Anwender beim Betrieb auf herkömmlichen Schiffen über Wasser oder an Land von den erfindungsgemäßen Vorteilen profitieren.

b) Lösung der Aufgabe

- 15 **[0012]** Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.
- [0013]** Demzufolge wird ein Antennensystem zum gleichzeitigen Betrieb, insbesondere zum Senden und Empfangen im Vollduplex-Betrieb, in wenigstens zwei verschiedenen Frequenzbereichen vorgeschlagen, das neben gegebenenfalls sonstigen vorhandenen Antennen wenigstens zwei quadrifilare Helixantennen umfasst, von denen jede zwei orthogonale zueinander angeordnete und mit 90° Phasenverschiebung angeregte Doppelwendeln aufweist. Hierbei ist
- 20 orthogonal zueinander angeordnete und mit 90° Phasenverschiebung angeregte Doppelwendeln aufweist. Hierbei ist orthogonal so zu verstehen, dass die beiden Doppelwendeln einer Helixantenne jeweils mit einem Versatz von 90° in Umlaufrichtung zueinander um die Längsachse der Helixantenne ineinander laufen, so dass in einer radialen Schnittebene betrachtet die gedachten Verbindungslinien zwischen den Schnittpunkten der jeweiligen Wendeln einer Doppelwendel mit der Ebene orthogonal zueinander liegen, wie beispielsweise in Figur 3 durch die gestrichpunkteten Linien angedeutet ist. Erfindungsgemäß winden sich die beiden Helixantennen um eine gemeinsame Längsachse,
- 25 wobei sie hinsichtlich dieser Längsachse um einen Winkel von 45° gegeneinander verdreht sind. Die Doppelwendeln beider Helixantennen weisen hierbei in einer beliebigen Schnittebene quer zur Längsachse jeweils denselben Abstand zur Längsachse auf.
- [0014]** Diese spezielle Anordnung der beiden Helixantennen zeichnet sich durch eine besonders hohe Symmetrie aus, so dass hierdurch erfindungsgemäß die gegenseitige Beeinflussung der beiden Antennen minimiert wird.
- 30 **[0015]** In einer bevorzugten Ausführungsform weisen die jeweiligen Doppelwendeln der beiden Helixantennen auch dieselbe Steigung auf, wodurch die Symmetrie des Systems noch einmal weiter verbessert werden kann.
- [0016]** Vorzugsweise sind hierbei die Doppelwendeln der beiden Helixantennen auf der Mantelfläche eines zur Längsachse rotationssymmetrischen Körpers angeordnet. Als rotationssymmetrischer Körper kommt hier insbesondere ein Zylinder in Frage, jedoch sind auch andere geometrische Körper wie beispielsweise ein Konus denkbar.
- 35 **[0017]** Die Einspeisung der jeweiligen Helixantenne erfolgt in einer quer zur Längsachse verlaufenden Ebene, die an einem Ende der jeweiligen Helix liegt.
- [0018]** In dieser Einspeiseebene erfolgt die Einspeisung der jeweiligen Helixantenne auf übliche Weise, d. h. dass die jeweiligen Doppelwendeln mit einer Phasenverschiebung von 90° betrieben werden, wobei die Einspeisung
- 40 jeder einzelnen Doppelwendel vorzugsweise über ein geeignetes Symmetrierglied erfolgt. Als Symmetrierglieder kommen aller bekannten Symmetrieüberträger mit Wicklungen oder aus Leitungselementen der bekannten Bauweisen in Frage, beispielsweise Sperrtöpfe, Symmetrierschleifen und -töpfe, Schlitzübertrager.
- [0019]** In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Symmetrisierung jeder Doppelwendel über einen Symmetriertrafo in Form einer Kurzschlussleitung mit $\lambda/4$ -Länge.
- 45 **[0020]** Die phasenversetzte Einspeisung zur Erzeugung der Zirkularpolarisation erfolgt vorzugsweise unter Verwendung von Hybridkopplungen oder Ähnlichem.
- [0021]** In einer bevorzugten Ausführungsform fallen die beiden Einspeiseebenen der beiden Helixantennen zusammen. Die gemeinsame Einspeiseebene beider Helixantennen kann hierbei vorzugsweise an dem der Abstrahlungsrichtung zugewandten Ende der Helixantennen liegen. In diesem Fall können die vorzugsweise verwendeten Symmetriertrafos problemlos in einer symmetrischen Anordnung im Inneren der Helixantennen untergebracht werden.
- 50 **[0022]** Bevorzugt sind die Doppelwendeln wenigstens einer Helixantenne an dem nicht angeregten Ende offen. Auf diese Weise kann über die Länge der Doppelwendeln die jeweilige Resonanz der Helixantenne beeinflusst werden. In dieser Ausführungsform weisen die Doppelwendeln der beiden ineinander verschachtelt aufgebauten Helixantennen eine unterschiedliche Länge auf, so dass die beiden Helixantennen unterschiedliche Resonanzfrequenzen haben.
- 55 **[0023]** Bei den zwei Frequenzbereichen, auf denen die beiden Helixantennen des erfindungsgemäßen Antennensystems betrieben werden können, kann es sich bevorzugt um die Bereiche von 210 - 300 MHz, insbesondere 240 - 270 MHz und von 260 - 350 MHz, insbesondere 290 - 320 MHz, handeln, um auf diese Weise ein Senden und Empfangen im UHF-Satcom System zu ermöglichen.

[0024] Obwohl die beiden Helixantennen des erfindungsgemäßen Antennensystems vorzugsweise gleichzeitig betrieben werden können, d. h. im so genannten Full-Duplex-Betrieb, können sie auch im so genannten Half-Duplex-Betrieb verwendet werden, bei dem immer nur eine der beiden Antennen in Betrieb ist.

[0025] Welche der beiden Betriebsarten letztendlich verwendet wird, hängt von den Anforderungen des Benutzers sowie der elektronischen Ausstattung des Antennensystems ab.

[0026] Vorzugsweise sind die beiden Helixantennen von ihren geometrischen Abmessungen, also beispielsweise Anzahl der Windungen oder Steigung der Windungen, insbesondere aber von ihrem Verhältnis Durchmesser zu Länge so ausgelegt, dass die eine Helixantenne ihre Resonanz im Bereich von 210 - 300 MHz, insbesondere 240 - 270 MHz und die zweite Helixantenne ihre Resonanz im Bereich von 260 - 350 MHz, insbesondere 290 - 320 MHz hat und gleichzeitig für zirkular (vorzugsweise rechtspolarisiert) polarisierte Wellen eine omni-hemisphärische Strahlungscharakteristik erreicht wird.

[0027] Gemäß eines weiteren Aspekts der vorliegenden Erfindung umfasst das erfindungsgemäße Antennensystem wenigstens eine weitere Antenne, die koaxial zu den beiden Helixantennen, vorzugsweise im von den beiden Helices definierten Innenraum angeordnet ist.

[0028] Bei dieser wenigstens einen weiteren Antenne kann es sich beispielsweise um einen Monopolstrahler, insbesondere um eine Stabantenne handeln. Jedoch sind hierbei auch andere Antennenformen denkbar, solange eine koaxiale Anordnung, vorzugsweise im Innenraum, der Helixantennen möglich ist.

[0029] Um eine möglichst geringe Kopplung zwischen den Helixantennen einerseits und der zusätzlichen Antenne andererseits zu erhalten, ist eine möglichst genaue koaxiale Ausrichtung der zusätzlichen Antenne im Zentrum der Helix wünschenswert. Vorzugsweise weisen demzufolge die Strahler der zusätzlichen Antenne eine rotationssymmetrische Form auf.

[0030] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Antennensystems handelt es sich bei der weiteren Antenne um eine Stabantenne mit einer Dachkapazität in Form einer Platte, die aufgrund ihrer geometrischen Abmessungen zum Empfang in den Frequenzbereichen von 0,5 - 60 MHz und 125 - 190 MHz, insbesondere in den Frequenzbereichen von 1 - 30 MHz und 155 - 160 MHz verwendet werden kann.

[0031] Wie bereits weiter oben angedeutet wurde, ist eine möglichst symmetrische Anordnung des Antennensystems für eine Entkopplung der einzelnen Antennen voneinander äußerst wichtig. Um eine derartige symmetrische Anordnung auch bei den Umweltbedingungen, denen die Antenne im Einsatz unterworfen wird, zu gewährleisten, ist entsprechend eines weiteren Aspekts der vorliegenden Erfindung ein spezieller mechanischer Aufbau vorgesehen.

[0032] Demzufolge umfasst das erfindungsgemäße Antennensystem vorzugsweise einen stabilen Grundkörper, auf dessen Außenfläche die Doppelwindungen der beiden Helixantennen entlang einer Längsachse des Grundkörpers fest angeordnet sind. Die Doppelwendeln können hierbei beispielsweise die Form von Drähten aufweisen, die auf der Außenfläche befestigt sind. Vorzugsweise handelt es sich jedoch um Bänder aus einem elektrisch leitenden Material, beispielsweise Kupferbänder, die flach auf der Außenfläche des Grundkörpers angeordnet sind.

[0033] Der Grundkörper besteht aus einem beliebigen elektrisch nicht leitenden Material, das die gewünschten mechanischen Eigenschaften bezüglich Stabilität und/oder Steifigkeit aufweist. Denkbar sind hier Polymere oder sonstige Kunststoffe, beispielsweise Kapton, Mylar oder ähnliches.

[0034] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Grundkörper des Antennensystems die Form eines Hohlzylinders auf. Die Einspeisung der Helixantennen erfolgt auf einer Stirnseite des Grundkörpers, vorzugsweise von der Befestigungsseite des Antennensystems aus gesehen am distalen Ende und somit an dem der Anstrahlungsrichtung zugewandten Ende.

[0035] Auf der Stirnseite des Grundkörpers erfolgt die Einspeisung der Doppelwendeln von einem zentralen Punkt aus, der im Wesentlichen mit der Längsachse der Helixantennen und somit das Grundkörpers zusammenfällt, über radial nach außen verlaufende Segmente aus leitenden Material, die auf der Stirnseite aufgebracht sind und jeweils zu den zusammengehörenden Doppelwendeln führen.

[0036] Um zu verhindern, dass die vorzugsweise im Inneren des Grundkörpers verlaufenden Einspeiseleitungen sowie die gemäß einer bevorzugten Ausführungsform jeweils zugehörigen Symmetriertrafos in Form von $\lambda/4$ -Kurzschluss-Leitungen bei mechanischer Belastung des Antennensystems ihre Lage ändern und somit ihre zur Entkopplung der beiden Helixantennen notwendige, symmetrische Anordnung verlieren, werden diese Leitungen erfindungsgemäß durch ein ausreichend steifes Schaumstoffmaterial ortsfest an ihren Positionen gehalten. Als Schaumstoffmaterial kann hier beispielsweise Polyurethanschaum, Polystyrol, Polyvinylchloridschaum, aber auch andere Schaumstoffe verwendet werden, solange die zum Halten der Leitungen notwendige Steifheit gewährleistet ist.

[0037] Neben der notwendigen Steifheit sollte der verwendete Schaumstoff auch noch spezielle elektrische Eigenschaften aufweisen, um insbesondere die Abstrahlungseigenschaften der Helixantennen möglichst wenig zu beeinflussen. Demzufolge weist erfindungsgemäß der verwendete Schaumstoff vorzugsweise eine Dielektrizitätskonstante und einen Verlustfaktor auf, die mit denen von Luft vergleichbar sind.

[0038] Hierbei kann der gesamte hohle Innenraum des Grundkörpers mit dem Schaumstoffmaterial ausgekleidet sein, wobei die Leitungen dann durch entsprechende Kanäle in dem Schaumstoffmaterial geführt werden. Bevorzugt

werden jedoch eine oder mehrere Zylinder aus dem entsprechenden Schaumstoffmaterial verwendet, die entlang der Längsachse des Grundkörpers ausgerichtet sind und auf deren Mantelflächen geeignete Nuten zur Aufnahme und Lagerung der entsprechenden Leitungen vorgesehen sind. In diesem Fall bleibt der restliche hohle Innenraum des Grundkörpers frei.

[0039] Vorzugsweise werden die Leitungen durch den verwendeten Schaumstoff über den Großteil der Länge im Inneren des Grundkörpers auf einem konstanten Abstand gehalten. Dieser Abstand wird jedoch nahe dem Einspeisepunkt auf der Stirnfläche des Grundkörpers verringert, um durch eine möglichst geringe Überleitung zwischen der jeweiligen Einspeiseleitung und dem zugehörigen Symmetriestrafo eine möglichst gute Symmetrisierung zu erhalten.

[0040] In einer bevorzugten Ausführungsform können selbstverständlich im Inneren der Schaumstoffkörper Bohrungen für weitere Leitungen für die Versorgung zusätzlicher Antennen vorgesehen sein.

[0041] Zum Schutz des Antennensystems gegen Wasser und den üblicherweise herrschenden Wasserdruck bei der Verwendung mit einem U-Boot ist die gesamte Konstruktion erfindungsgemäß mit einer Haube z.B. aus Kunststoff umgeben. Diese Kunststoffhaube besitzt eine im Wesentlichen zylindrische Form, die an ihrem bezüglich der Befestigung des Antennensystems am U-Boot-Rumpf distalen Ende mit einer halbkugelförmigen Abdeckung versehen ist und an ihrem proximalen Ende mit der am Rumpf zu befestigenden Platte dicht verbunden wird. Der Außendurchmesser dieser Kunststoffhaube wird durch den beim Einbau zur Verfügung stehenden Platz vorgegeben. Als Materialien kommen hier beispielsweise glasfaserverstärkter Kunststoff, Epoxidharz oder ähnliches in Frage.

[0042] Im Fall der Verwendung auf einem normalen Schiff oder an Land dient diese Kunststoffhaube im Wesentlichen dem Schutz vor äußeren Umwelteinflüssen. Da das Erfordernis des Standhaltens gegen Druck in diesem Fall nicht gegeben ist, können die Dicke der Haube geringer sein und/oder geringere Anforderungen an das verwendete Material gestellt werden.

c) Ausführungsbeispiele

[0043] Eine Ausführungsform gemäß der Erfindung ist im Folgenden anhand der Figuren beispielhaft näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: eine Schnittansicht durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Antennensystems mit zwei quadrifilaren Helixantennen;

Fig. 2: eine Aufsicht auf die Deckplatte an der Stirnseite des in der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform verwendeten Grundkörpers, auf der die gemeinsame Einspeiseebene der Helixantennen liegt;

Fig. 3: eine Aufsicht auf die Anschlussplatte der Einspeiseleitungen der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform;

Fig. 4: eine Schnittansicht der in Fig. 2 dargestellten Deckplatte und

Fig. 5: eine Detaildarstellung eines Teilbereichs von Fig. 1.

[0044] Figur 1 zeigt eine Schnittansicht durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Antennensystems. Dieses umfasst zwei quadrifilare Helixantennen 3, 4, die auf der Mantelfläche eines Grundkörpers 1 in Form eines Hohlzylinders angeordnet sind.

[0045] In den zylindrischen Grundkörper 1 ist an dessen bezüglich der Befestigung des Antennensystems proximalen Ende ein halb offener Montagezylinder 6 eingebracht, dessen geschlossenes Ende in Richtung der Abstrahlung des Antennensystems zeigt. In der Mitte dieser Stirnfläche 61 des Montagezylinders 6 ist eine kreisförmige Ausparung zur Aufnahme einer Befestigungsplatte 5 vorgesehen, die mit Hilfe von Schrauben 56 an dem Montagezylinder 6 befestigt wird.

[0046] Fig. 2 zeigt eine Aufsicht von unten auf die Befestigungsplatte 5. Neben den Schraubenlöchern 55 zu Befestigung der Platte 5 an dem Montagezylinder 6 weist die Platte 5 zunächst vier Anschlüsse 51, 52, 53, 54 für die Einspeisungsleitungen der Doppelwendeln T0, R0, T90, R90 der beiden Helixantennen 3, 4 auf, an die die jeweiligen von den Hybridkopplungen 62 (siehe Fig. 5) des Basismoduls des Antennensystems kommenden Versorgungsleitungen angeschlossen werden können. Bei diesen Leitungen handelt es sich um übliche Koaxialleitungen.

[0047] Zu jedem dieser vier Anschlüsse 51, 52, 53, 54 ist jeweils diametral zur Längsachse des Grundkörpers 1 ein Anschluss 51a, 52a, 53a, 54a vorgesehen, der jeweils das Ende der zu der entsprechenden Doppelwendel T0, R0, T90, R90 gehörigen $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung 8 darstellt. Diese insgesamt acht Anschlüsse 51, 52, 53, 54, 51a, 52a, 53a, 54a sind symmetrisch im gleichen Winkelabständen von 45 Grad auf einer Kreislinie mit konstantem Abstand zur Längsachse des Grundkörpers 1 angeordnet.

[0048] Von den vier Anschlüssen 51, 52, 53, 54 verlaufen im Inneren des zylindrischen Grundkörpers 1 koaxiale Kabel

7 in Richtung des distalen Endes des Grundkörpers 1, um dort zunächst die Deckplatte 2, mit der das distale Ende des Grundkörpers 1 verschlossen ist, in einem zentralen Bereich zu durchstoßen. Wie in Fig. 3 dargestellt wird, sind hierbei die jeweiligen Außenleiter der koaxialen Kabel 7 auf der Stirnseite der Deckplatte 2 mit Sektoren 21,22, 23,24 verbunden. Diese bestehen aus leitenden Material und führen von dem zentralen Bereich jeweils radial nach außen,

um von dort die erste Wendel der jeweilige Doppelwendel T0,R0,T90,R90 zu speisen. Im vorliegenden Fall bestehen die Sektoren 21,22, 23,24 aus einer Kupferfolie, die auf die Deckplatte 2 aus nicht leitendem Material aufgebracht sind. [0049] Jeweils diametral zu den Sektoren 21,22,23,24, die jeweils mit den Außenleitern der entsprechenden Einspeiseleitungen 7 verbunden sind, befinden sich Sektoren 21a,22a,23a,24a, die ebenfalls aus Kupferfolie bestehen und radial von dem zentralen Bereich radial nach außen führen, um von dort die zweite Wendel der jeweilige Doppelwendel T0,R0,T90,R90 zu speisen.

[0050] Um eine korrekte Speisung der jeweiligen Doppelwendeln T0,R0,T90,R90 zu erhalten, wird der jeweilige Innenleiter 7a der Einspeiseleitungen 7 einer Doppelwendel T0,R0,T90,R90, wie in Fig. 4 dargestellt, mit dem jeweils zur entsprechenden Doppelwendel T0,R0,T90,R90 gehörenden, diametral liegenden Sektor 21a,22a,23a,24a und einer zugehörigen Leitung 8 verbunden. Diese Leitung 8 wird im vorliegenden Fall jeweils durch den Außenleiter eines Koaxial-Kabels gebildet, welches jedoch keinen Innenleiter aufweist. Der Außenleiter der Einspeiseleitung 7 und die zugehörige Leitung 8 bilden jeweils eine $\lambda/4$ -Kurzschluss-Leitung zur Transformierung des unsymmetrischen Signals der Einspeiseleitung 7 in ein symmetrisches Signal an der Speisestelle. Die Leitung 8 erstreckt sich durch die Deckplatte 2 ins Innere des Grundkörpers 1, durchquert diesen und ist leitend mit der Platte 2 verbunden.

[0051] Aufgrund des Erfordernisses, dass diese $\lambda/4$ -Kurzschluss-Leitung einem Viertel der Wellenlänge der Resonanzfrequenz der jeweiligen Helixantenne 3,4 entsprechen muss, ergeben sich die Lage der Platte 5 und somit die geometrischen Abmessungen des Montagezylinders 6 im Inneren des Grundkörpers 1.

[0052] Im vorliegenden Fall werden die Einspeiseleitungen 7 und die Leitungen 8 von der Platte 5 ausgehend im Inneren des Grundkörpers 1 zunächst von drei zur Längsachse des Grundkörpers ausgerichteten Zylindern 9 aus Schaumstoffmaterial, sowie zwischen diesen Zylindern 9 angeordneten Trennscheiben 10 gehalten. Die Zylinder 9 weisen hierbei einen identischen Querschnitt auf, wobei die Einspeiseleitungen 7 und die Leitungen 8 in entsprechenden Nuten in den Mantelflächen der Zylinder 9, sowie in Durchgangsöffnungen in den Trennscheiben 10 geführt sind. Auf diese Weise werden die Leitungen 7,8 in ihrer symmetrischen Anordnung mit im wesentlichen identischen Abstand zur Längsachse des Grundkörpers 1 gehalten.

[0053] Im Anschluss an die dritte Trennscheibe 10 werden die Leitungen 7,8 dann in Nuten in der Mantelfläche eines im Wesentlichen konusförmigen Schaumstoffkörpers 9a geführt, der sich in Richtung der Deckplatte 2 verjüngt. An diesem konusförmigen Schaumstoffkörper 9a schließt sich eine weitere Trennscheibe 10a mit kleineren Radius an, die wiederum Durchgangsöffnungen für die durch zu führenden Leitungen 7,8 aufweist. Schließlich ist zwischen der Trennscheibe 10a und der Deckplatte 2 ein weiterer Zylinder 11 aus Schaumstoff angeordnet, der wiederum Nuten in seiner Mantelfläche aufweist, um die durch zu führenden Leitungen 7,8 aufzunehmen.

[0054] Auf diese Weise kann symmetrisch der Abstand zwischen den zu einer Doppelwendel T0,R0,T90,R90 gehörenden Leitungen 7,8 verringert werden, so dass zu einer besseren Symmetrisierung der in Fig. 4 dargestellte, frei liegende Bereich des Innenleiters 7a klein gegenüber der Wellenlänge λ wird.

[0055] Im vorliegenden Fall wird als Schaumstoffmaterial für die Zylinder 9, den konusförmigen Schaumstoffkörper 9a und den Zylinder 11 ein Material verwendet, das vorzugsweise die folgenden physikalischen Eigenschaften aufweist:

Dichte	< 50 kg/m ³ , insbesondere < 35 kg/m ³
Dielektrizitätskonstante	1,0 - 1,1 für Frequenzen < 26,5 GHz
Dielektrischer Verlustfaktor	< 0,002 für Frequenzen < 10 GHz

[0056] Als kommerziell erhältliches Schaumstoffmaterial kommt hierfür beispielsweise ein geeigneter Polymethacrylimid-(PMI)-Hartschaumstoff wie Rohacell®31 in Frage.

[0057] Die Trennscheiben 10 und 10a bestehen im vorliegenden Fall aus einem vorzugsweise sehr steifen Material mit guter Bruchfestigkeit und geeigneten dielektrischen Eigenschaften. Beispielsweise werden diese Anforderungen von Polyvinylchlorid (PVC hart) erfüllt.

[0058] Weiterhin weisen die Zylinder 9, der konusförmige Schaumstoffkörper 9a, der Zylinder 11 sowie die Trennscheiben 10 und 10a im vorliegenden Fall eine zentrale Bohrung auf, so dass gegebenenfalls zentral auf der Längsachse des Grundkörpers 1 eine oder mehrere Einspeiseleitungen für zusätzliche Antennen, die beispielsweise auf der Deckplatte 2 befestigt sein können, geführt werden können.

[0059] Die Doppelwendeln T0,R0,T90,R90 der beiden Helixantennen 3,4 werden in der vorliegenden Ausführungsform jeweils durch entsprechende Bänder aus Kupferfolie gebildet, die auf die Mantelfläche des Grundkörpers 1 gewickelt sind. Demzufolge sind die jeweiligen Doppelwendeln im vorliegenden Fall an dem der Einspeisung gegenüberliegenden Enden offen. Die Bänder sind an dem Übergangsbereich zwischen der Deckplatte 2 und der Mantelfläche

des Grundkörpers 1 elektrisch leitend mit den jeweiligen Sektoren 21,21 a,22,22a,23,23a,24,24a der Doppelwendeln verbunden.

[0060] Die beiden Helixantennen 3,4 des erfindungsgemäßen Antennensystems können in der gewählten Ausführungsform in den beiden Bereichen von 240 - 270 MHz bzw. von 290 - 320 MHz betrieben werden, so dass ein Senden und Empfangen im UHF-Satcom System möglich ist. Da eine Resonanz bei einer niedrigeren Frequenz mit einer größeren Länge der entsprechenden Doppelwendeln verbunden ist, wird aus Fig. 1 ersichtlich, dass es im vorliegenden Fall die Helixantenne 4 ist, die im Bereich von 240 - 270 MHz arbeitet.

[0061] Je nach der verwendeten Elektronik können die beiden Helixantennen 3,4 in der vorliegenden Ausführungsform entweder im Full-Duplex-Modus oder im Half-Duplex-Modus betrieben werden.

[0062] Aufgrund der erfindungsgemäßen symmetrischen Anordnung der beiden ineinander gewickelten Helixantennen 3,4 kann im vorliegenden Fall bereits eine Isolierung zwischen den beiden Antennen von größer 15 dB erreicht werden. Durch eine zusätzliche Verwendung von Filtern kann diese Entkopplung noch weiter verstärkt werden, beispielsweise bis auf 30 dB.

[0063] Der typische Gewinn des vorliegenden Antennensystems mit den beiden Helixantennen 3,4 liegt typischerweise bei 0 dBi, es können jedoch auch 2 dBi erreicht werden. Es wird ein omni-hemisphärisches Strahlungsbild bei einer rechtspolarisierten Abstrahlung erzeugt. Die Antennenimpedanz beträgt 50 Ohm. Die maximale Betriebsleistung 200 W.

[0064] Figur 5 zeigt eine Detailansicht eines Teilbereichs aus Fig. 1 und stellt den Basisbereich des Antennensystems mit dem Montagezylinder 6 dar. Im Inneren des Montagezylinders 6 ist in der hier dargestellten Ausführungsform eine zusätzliche Antenne untergebracht.

[0065] Hierbei handelt es sich um einen Monopol in Form einer Stabantenne mit einer Dachkapazität. Dieser Monopol wird im vorliegenden Fall durch einen Kupferring 63 gebildet, der mit Hilfe von Abstandshaltern 64 in einer Querebene des Grundkörpers 1 gehalten wird und der direkt über einen isolierten Anschluss mit dem Basismodul des Antennensystems verbunden ist.

[0066] Die zusätzliche Stabantenne wird im vorliegenden Fall zum Empfang in den Frequenzbereichen von 1 MHz - 30 MHz und 155 MHz - 160 MHz verwendet.

[0067] Weiterhin befinden sich im Inneren des Montagezylinders 6 die beiden 90°-Hybridkopplungen 62 zur Erzeugung der Phasenverschiebung für die Einspeisung der Helixantennen 3,4. Diese sind auf einer den Grundkörper 1 abschließenden Abdeckung 66 angeordnet, an deren Außenseite die Anschlüsse 65 vorgesehen sind, über die das Antennensystem mit der nicht dargestellten Versorgungseinheit verbunden wird.

[0068] Die Haube zum Schutz des Antennensystems gegen Umwelteinflüsse wird in der vorliegenden Ausführungsform von einem Radom aus Glasfaserverstärktem Epoxidharz gebildet, dessen Wandstärke von der Verwendung, entweder mit einem U-Boot oder über Wasser bzw. an Land, abhängt.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0069]

1	Grundkörper
2	Deckplatte
3	Helixantenne
4	Helixantenne
5	Befestigungsplatte
6	Montagezylinder
7	Einspeiseleitung
7a	Innenleiter
8	Leitung
9	Schaumstoffzylinder
9a	Schaumstoffkonus
10	Trennscheibe
10a	Trennscheibe
11	kleiner Schaumstoffzylinder
21, 21 a	Sektoren
22, 22a	Sektoren
23, 23a	Sektoren
24, 24a	Sektoren
51,51 a	Anschlüsse
52,52a	Anschlüsse

	53,53a	Anschlüsse
	54,54a	Anschlüsse
	55	Schraubenlöcher
	56	Schrauben
5	61	Stirnseite von 6
	62	Hybridkopplungen
	63	Kupferring
	64	Abstandshalter
	65	Anschlüsse
10	66	Abdeckung
	T0	Doppelwendel
	T90	Doppelwendel
	R0	Doppelwendel
	R90	Doppelwendel
15		

Patentansprüche

1. Antennensystem zum gleichzeitigen Betrieb in wenigstens zwei verschiedenen Frequenzbereichen, insbesondere zum Senden und Empfangen im Vollduplex-Betrieb, mit wenigstens zwei quadrifilaren Helixantennen (3,4), von denen jede zwei in Umlaufrichtung mit 90° Versatz zueinander angeordnete und mit 90° Phasenverschiebung angeregte Doppelwendeln (R0,R90,T0,T90) umfasst,
dadurch gekennzeichnet, dass
die beiden Helixantennen (3,4) sich um dieselbe Längsachse winden, wobei sie hinsichtlich der gemeinsamen Längsachse um einen Winkel von 45° gegeneinander verdreht sind und wobei die Doppelwendeln (R0,R90,T0,T90) beider Helixantennen (3,4) in einer beliebigen Schnittebene quer zur Längsachse jeweils denselben Abstand zur Längsachse aufweisen.
2. Antennensystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Doppelwendeln (R0,R90,T0,T90) der beiden Helixantennen (3,4) auf der Mantelfläche eines zur Längsachse rotationssymmetrischen Körpers angeordnet sind und
 - insbesondere dass es sich bei dem rotationssymmetrischen Körper um einen Zylinder handelt.
3. Antennensystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Einspeisung der jeweiligen Helixantenne (3,4) in einer quer zur Längsachse verlaufenden Ebene erfolgt, die an einem Ende der jeweiligen Helix liegt,
 - insbesondere dass die Einspeiseebenen beider Helixantennen (3,4) zusammenfallen und dass
 - insbesondere die gemeinsame Einspeiseebene beider Helixantennen (3,4) an dem der Abstrahlungsrichtung zugewandten Ende der Helixantennen (3,4) liegt.
4. Antennensystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Doppelwendeln (R0,R90,T0,T90) wenigstens einer Helixantenne (3,4) an dem nicht angeregten Ende offen sind oder
 - dass die Doppelwendeln (R0,R90,T0,T90) der beiden Helixantennen (3,4) dieselbe Steigung aufweisen.
5. Antennensystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Doppelwendeln (R0,R90,T0,T90) der beiden Helixantennen (3,4) unterschiedliche Länge aufweisen, so dass die Helixantennen (3,4) verschiedene Resonanzfrequenzen aufweisen und
 - insbesondere die eine Helixantenne (3,4) ihre Resonanz im Bereich von 210 - 300 MHz, insbesondere 240 - 270 MHz und die zweite Helixantenne (3,4) ihre Resonanz im Bereich von 260 - 350 MHz, insbesondere 290

- 320 MHz hat.

6. Antennensystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

es sich bei den wenigstens zwei Frequenzbereichen unter anderem um die Bereiche von 210 - 300 MHz, insbesondere 240 - 270 MHz und von 260 - 350 MHz insbesondere 290 - 320 MHz handelt.

7. Antennensystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die beiden Helixantennen (3,4) hinsichtlich ihrer geometrischen Abmessungen, insbesondere ihrem Verhältnis von Länge zu Durchmesser, so ausgelegt sind, dass sie für rechtszirkular polarisierte Wellen eine omni-hemisphärische Strahlungscharakteristik aufweisen.

8. Antennensystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

- koaxial zu den beiden Helixantennen (3,4) wenigstens eine weitere Antenne vorhanden ist und
- insbesondere dass es sich bei der wenigstens einen weiteren Antenne um einen Monopolstrahler, insbesondere um eine Stabantenne (63) handelt, der aufgrund seiner geometrischen Abmessungen zum Empfang in den Frequenzbereichen von 0,5 - 60 MHz und 125 - 190 MHz, insbesondere in den Frequenzbereichen von 1 - 30 MHz und 155 - 160 MHz verwendbar ist.

9. Antennensystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Symmetriesierung der Helixantennen (3,4) jeweils über Kurzschlussleitungen erfolgt, wobei eine Kurzschlussleitung aus einer Einspeiseleitung (7) und einer Leitung (8) besteht und
- insbesondere dass alle Einspeiseleitungen (7) und Leitungen (8) in Längsrichtung des Antennensystems in gleichem Abstand zur Längsachse der Helixantennen (3,4) symmetrisch angeordnet sind, wobei jeweils eine Einspeiseleitung (7) und eine zugehörige Leitung (8) diametral gegenüberliegen
- und / oder dass insbesondere die Einspeiseleitungen (7) und/oder Leitungen (8) zumindest über einen Teilabschnitt durch ein Schaumstoffmaterial (9,9a,11) ortsfest gehalten werden.

10. Antennensystem nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet, dass

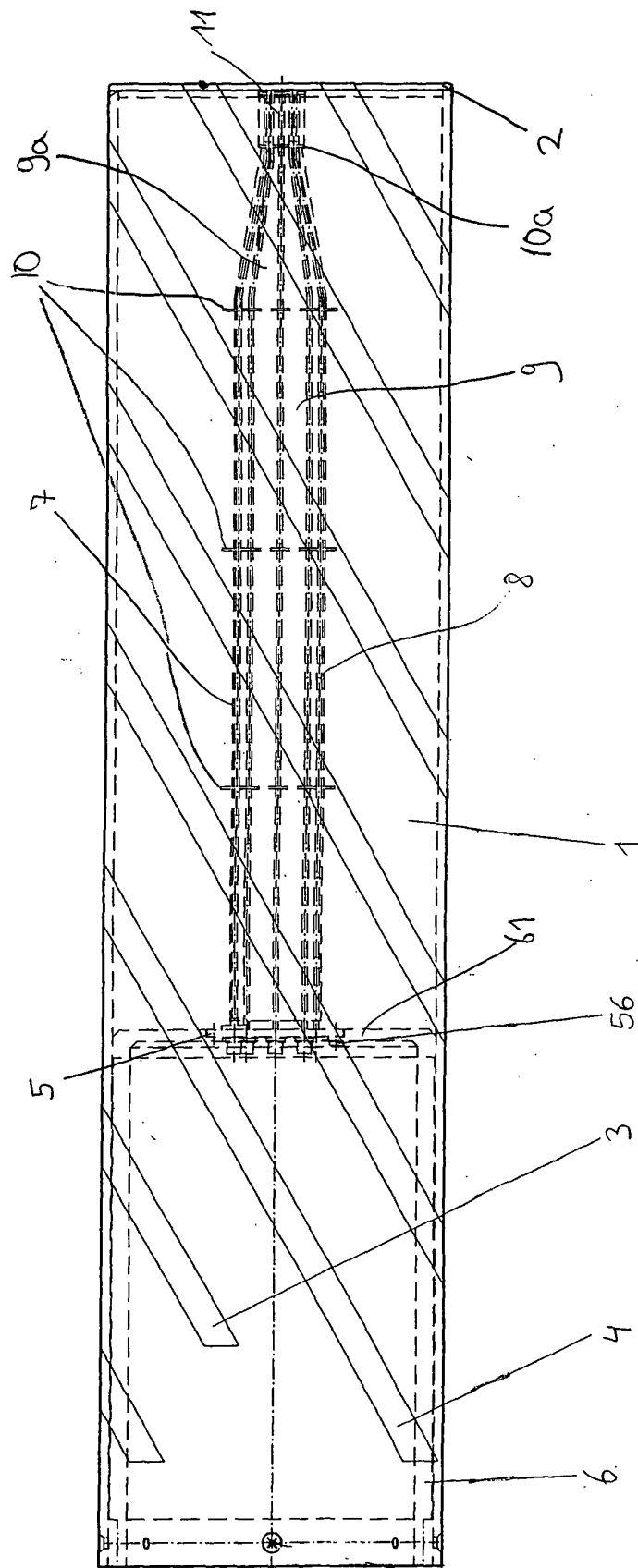
- die Halterung der Leitungen (7,8) in Nuten auf der Mantelfläche von separaten Schaumstoffkörpern (9,9a,11) erfolgt und
- dass insbesondere die Schaumstoffkörper (9,9a,11) die Form von Zylindern und Konussen aufweisen.

11. Antennensystem nach Anspruch 9 oder 10,

dadurch gekennzeichnet, dass

- zwischen den einzelnen Schaumstoffkörpern (9,9a,11) Platten (10,10a) aus einem unflexiblen Material angeordnet sind, wobei die zu halternden Leitungen (7,8) durch Öffnungen in diesen Platten geführt sind und/oder
- insbesondere die Leitungen (7,8) im Wesentlichen im konstanten Abstand zur Längsachse geführt werden und sich der Abstand nur in Nähe der Einspeisepunkte verringert.

Fig. 1



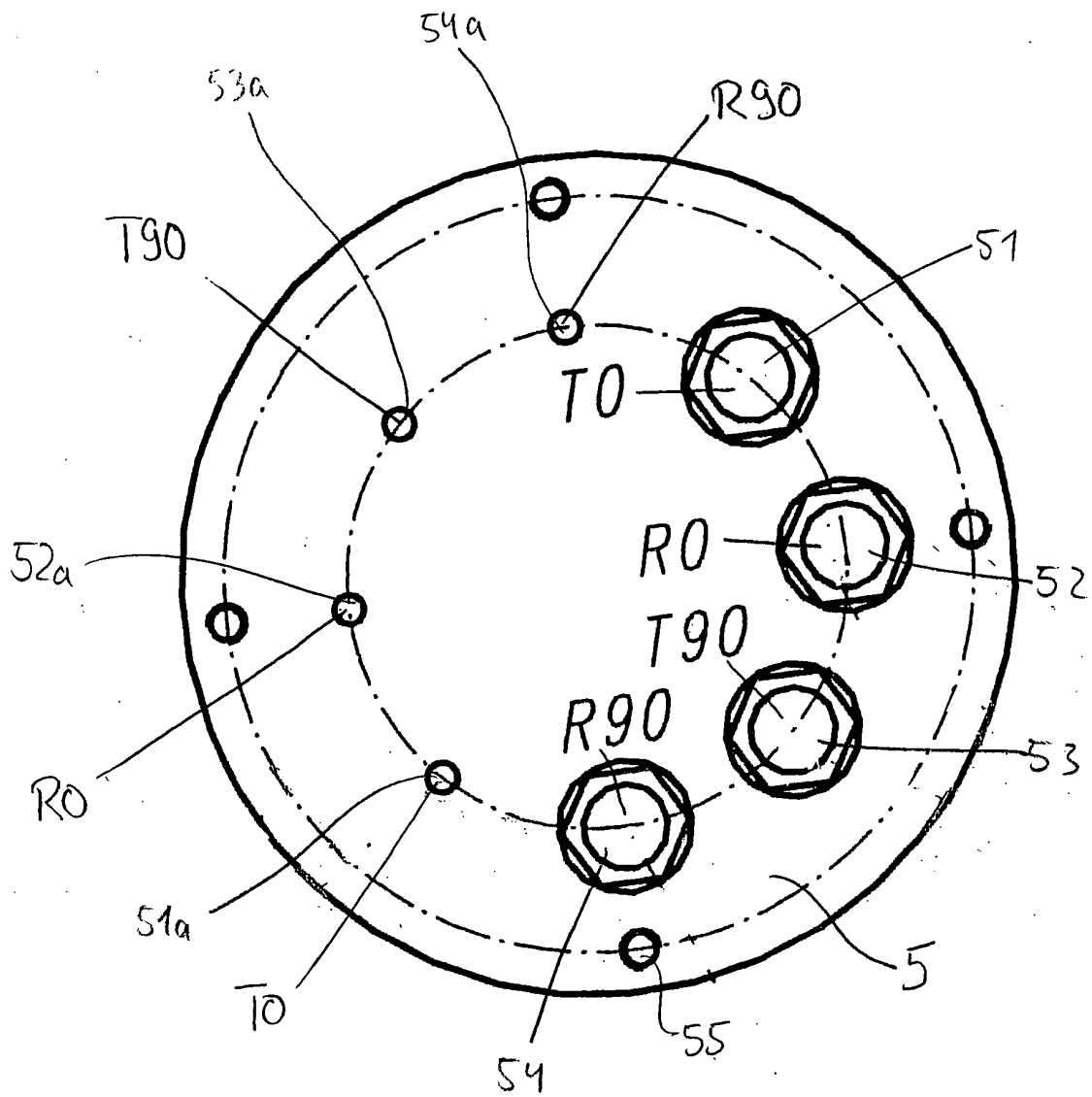


Fig. 2

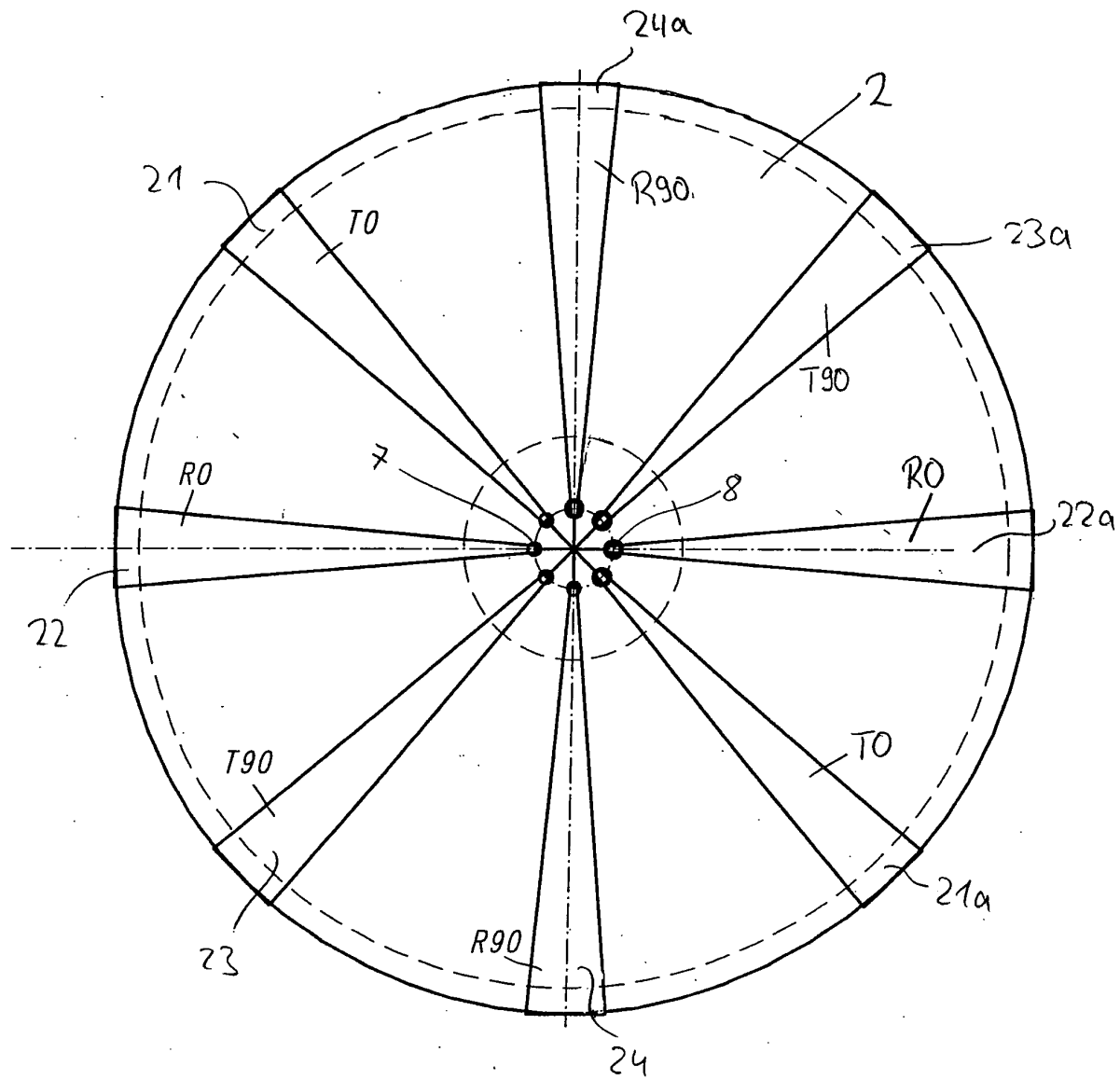
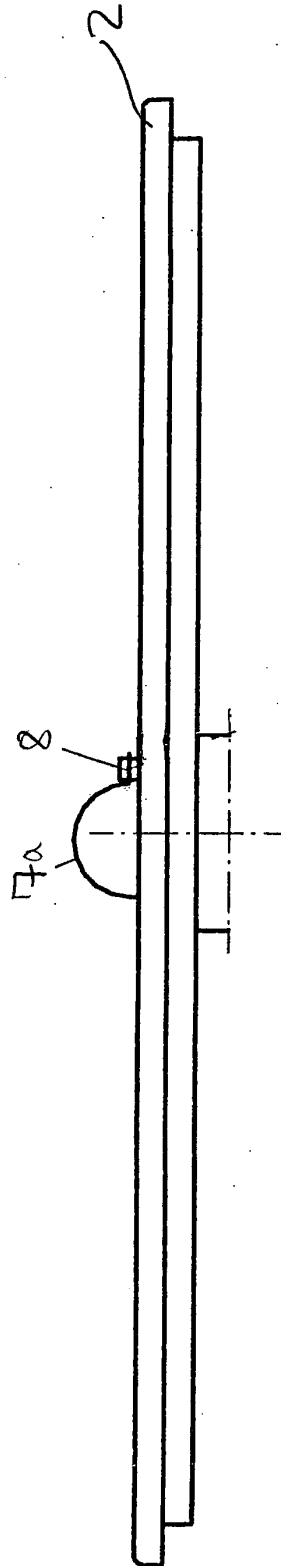
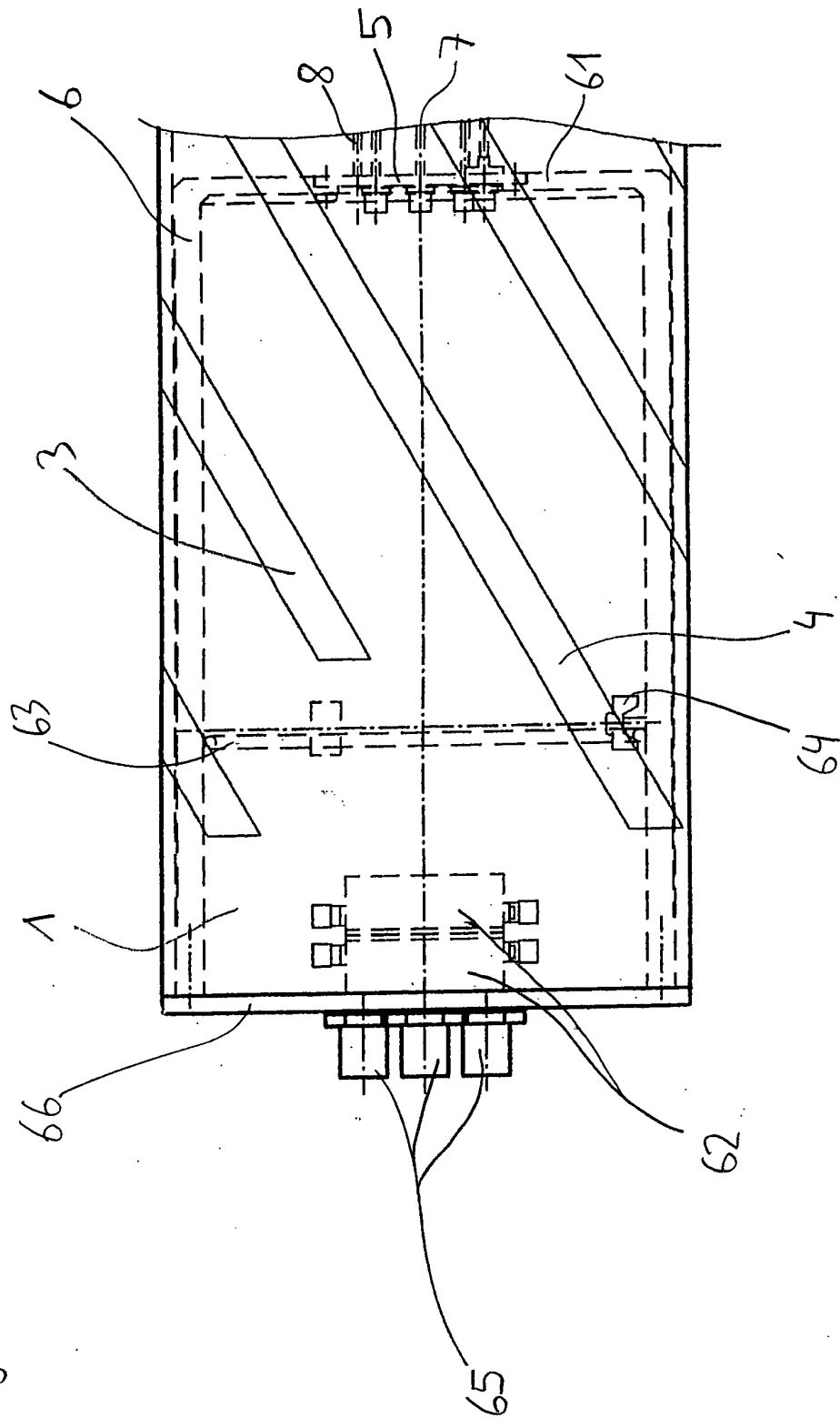


Fig. 3

Fig. 4





5
H^o



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 02 4780

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 715 369 A (INDIAN SPACE RES ORG) 5. Juni 1996 (1996-06-05)	1-8	H01Q1/34 H01Q11/08 H01Q1/36 H01Q5/00
Y	* das ganze Dokument *	9-11	

X	EP 0 856 906 A (ICO SERVICES LTD) 5. August 1998 (1998-08-05)	1-7	
	* das ganze Dokument *		

Y	US 6 545 649 B1 (SEAVEY JOHN M) 8. April 2003 (2003-04-08)	9-11	
	* das ganze Dokument *		

A	US 4 554 554 A (STANLAND ANDREW J ET AL) 19. November 1985 (1985-11-19)	1-11	
	* das ganze Dokument *		

A	WO 97/01196 A (SAAB ERICSSON SPACE AB ; JOHANSSON JAN OLOF (SE); BENGTSOON PAER (SE)) 9. Januar 1997 (1997-01-09)	1-11	
	* das ganze Dokument *		

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			H01Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		15. Dezember 2004	
		Prüfer	
		Moumen, A	
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 : mündliche 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			

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 02 4780

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

15-12-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0715369 A	05-06-1996	US 5572227 A	05-11-1996
		EP 0715369 A1	05-06-1996
		DE 69419761 D1	02-09-1999
		DE 69419761 T2	23-03-2000
EP 0856906 A	05-08-1998	GB 2322011 A	12-08-1998
		EP 0856906 A2	05-08-1998
US 6545649 B1	08-04-2003	KEINE	
US 4554554 A	19-11-1985	KEINE	
WO 9701196 A	09-01-1997	SE 506329 C2	01-12-1997
		CA 2224861 A1	09-01-1997
		DE 69624945 D1	02-01-2003
		EP 0886888 A1	30-12-1998
		SE 9502233 A	21-12-1996
		WO 9701196 A1	09-01-1997
		US 5929824 A	27-07-1999

EPO FORM P0461

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