(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 30 369 T2** 2005.09.01

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 791 978 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 30 369.1**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 301 005.1**
(96) Europäischer Anmeldetag: **17.02.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.08.1997**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **25.08.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **01.09.2005**

(51) Int Cl.[7]: **H01Q 11/08**
H01Q 1/36, H01Q 1/24

(30) Unionspriorität:
9603914 **23.02.1996** **GB**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GR, IE, IT, LI, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:
Sarantel Ltd., Leeds, GB

(74) Vertreter:
Patentanwälte Lippert, Stachow & Partner, 51427 Bergisch Gladbach

(72) Erfinder:
Leisten, Oliver Paul, Kingsthorpe, Northampton NN2 8PT, GB

(54) Bezeichnung: **Antenne**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Antenne zum Betrieb bei Frequenzen über 200 MHz und insbesondere, jedoch nicht darauf beschränkt, eine Antenne mit schraubenförmigen Elementen an oder benachbart zu der Oberfläche eines dielektrischen Kerns zum Empfangen von zirkular polarisierten Signalen. Derartige Signale werden durch Satelliten eines globalen Positionsbestimmungssystems (GPS) ausgesendet.

[0002] Eine solche Antenne ist in unserer europäischen Patentanmeldung EP 0 777 922 offenbart. Die ältere Anmeldung offenbart eine quadrifilare Antenne mit zwei Paaren von diametral gegenüberliegenden schraubenförmigen Antennenelementen, wobei die Antennenelemente des zweiten Paars jeweils mäanderförmigen Pfaden folgen, welche auf jeder Seite von einer schraubenförmigen Hauptlinie auf einer äußeren zylindrischen Oberfläche des Kerns abweichen, sodass die Elemente des zweiten Paars länger sind als die des ersten Paars, welche schraubenförmigen Pfaden ohne Abweichung folgen. Derartige Unterschiede in den Elementlängen machen die Antenne geeignet zur Aussendung oder zum Empfangen von zirkular polarisierten Signalen.

[0003] Die Anmelder haben herausgefunden, dass derartige Antennen dazu neigen, elliptisch polarisierte Signale statt zirkular polarisierte Signale zu bevorzugen und es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen verbesserten Empfang von zirkular polarisierten Signalen bereitzustellen.

[0004] Gemäß der Erfindung umfasst eine Antenne zum Betrieb bei einer Frequenz über 200 MHz einen im wesentlichen zylindrischen, elektrisch isolierenden Kern mit einer relativen Dielektrizitätskonstanten größer als 5, wobei das Material des Kerns den größten Teil des durch die äußere Kernoberfläche festgelegten Volumens einnimmt, mit einer sich axial durch den Kern erstreckenden Speisestruktur, einer Falle in Form eines leitfähigen, den Kern teilweise umgebenden Sperrtopfs mit einer Masseverbindung an einer Kante und mit einem ersten und zweiten Paar von Antennenelementen, welche jeweils an einem Ende mit der Speisestruktur verbunden sind und an dem anderen Ende an einer Verbindungskante des Sperrtopfs, wobei die Antennenelemente des zweiten Paars länger sind als die des ersten Paars, und die Antennenelemente beider Paare jeweiligen, sich längs erstreckenden Pfaden folgen, und die Verbindungskante einem nicht planaren Pfad um den Kern folgt, wobei die Antennenelemente des ersten Paars mit der Verbindungskante an Punkten verbunden sind, welche näher zu den Verbindungen der Antennenelemente an der Speisestruktur als die Punkte liegen, bei welchen die Antennenelemente des zweiten Paars mit der Verbindungskante verbunden sind. Die sich längs erstreckenden Pfade sind vorzugsweise schraubenförmige Pfade, wobei jedes Element auf dem gleichen Rotationswinkel um die Kernachse beschränkt ist, beispielsweise 180° oder eine halbe Umdrehung. Auf diese Weise ist es möglich, Abweichungen der längeren Antennenelemente von ihren jeweiligen schraubenförmigen Pfaden zu vermeiden und dadurch symmetrischere Strahlungswiderstände für die Antennenelemente zu erhalten und konsequenterweise eine verbesserte Leistung bei zirkular polarisierten Signalen.

[0005] Der Kern kann ein zylindrischer Körper sein, der massiv ist mit Ausnahme eines schmalen axialen Durchgangs, welcher die Speisestruktur aufnimmt. Vorzugsweise ist das Volumen des festen Materials des Kerns wenigstens 50% des internen Volumens der Einhüllenden, welche durch die Antennenelemente und den Sperrtopf gebildet ist, wobei die Elemente an der äußeren zylindrischen Oberfläche des Kerns liegen. Die Elemente können metallische Leiterbahnen umfassen, welche an die äußere Kernoberfläche gebondet sind, beispielsweise durch Abscheiden oder Ätzen einer vorher aufgebrachten metallischen Beschichtung.

[0006] Zum Zwecke der physikalischen und elektrischen Stabilität kann das Kernmaterial eine Keramik sein, z. B. ein keramisches Höchstfrequenzmaterial wie ein Material auf der Basis von Zirkon-Titan, Magnesium-Kalzium-Titanat, Barium-Zirkon-Tantalat, und Barium-Neodym-Titan, oder eine Kombination von diesen. Die bevorzugte relative Dielektrizitätskonstante beträgt mehr als 10 oder 20, wobei ein Wert von 36 erreichbar ist bei der Verwendung von einem Material auf der Basis von Zirkon-Titan. Derartige Materialien weisen einen vernächlässigbaren dielektrischen Verlust in einem solchen Umfang auf, dass der Q-Wert der Antenne mehr durch den elektrischen Widerstand der Antennenelemente als durch den Kernverlust bestimmt ist.

[0007] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung weist einen zylindrischen Kern eines massiven Materials mit einer axialen Erstreckung auf, die wenigstens größer ist als dessen äußerer Durchmesser, und wobei die diametrische Erstreckung des festen Materials wenigstens 50% des äußeren Durchmessers beträgt. Somit kann der Kern die Form einer Röhre aufweisen mit einem vergleichsweise schmalen axialen Durchgang mit einem Durchmesser, der höchstens die Hälfte des gesamten Durchmessers des Kerns beträgt. Der innere Durchgang kann eine leitfähige Auskleidung aufweisen, welche einen Teil der Speisestruktur oder einen Schirm für die Speisestruktur bildet, wodurch der radiale Abstand zwischen der Speisestruktur und der Antennenelemente genau festgelegt ist. Dies ist hilfreich um bei der Herstellung eine gute Reproduzierbarkeit zu erhalten. Die schraubenförmigen Antennenelemente können an oder benachbart zu der

Oberfläche des Kerns angeordnet sein und sind vorzugsweise als metallische Bahnen auf der äußeren Oberfläche des Kerns gebildet, die sich in axialer Richtung gleich erstrecken. Jedes Element ist mit der Speisestruktur an einem seiner Enden verbunden und an dem Sperrtopf mit dessen anderen Ende, wobei die Verbindungen mit der Speisestruktur mit im allgemeinen radialen leitfähigen Elementen hergestellt sind und der Sperrtopf für alle schraubenförmigen Elemente gemeinsam ist. Die Falle erzeugt eine virtuelle Masse für die Antennenelemente an der Verbindungskante. Die radialen Elemente können an einer distalen Endoberfläche des Kerns angeordnet sein.

[0008] Die bevorzugte Ausführungsform besitzt Antennenelemente mit einer mittleren elektrischen Länge von λ/2, es sind jedoch alternative Ausführungsformen denkbar mit elektrischen Längen von z. B. λ/4, 3λ/4, λ und anderen Vielfachen von λ/4, die modifizierte Strahlungsmuster erzeugen.

[0009] Vorteilhafterweise erstrecken sich die schraubenförmigen Elemente von dem distalen Ende des Kerns zu dem leitfähigen Sperrtopf, welcher sich über einen Teil der Länge des Kerns erstreckt von einer Verbindung mit der Speisestruktur an dem proximalen Ende des Kerns. Wenn die Speisestruktur eine koaxiale Leitung mit einem inneren Leiter und einem äußeren Schirmleiter umfasst, ist der leitfähige Sperrtopf an dem proximalen Ende des Kerns mit dem äußeren Schirmleiter der Speisestruktur verbunden.

[0010] Unter Verwendung der oben beschriebenen Merkmale ist es möglich, eine Antenne herzustellen, welche aufgrund ihrer kleinen Abmessung und des Umstandes, dass die Elemente auf einem festen Kern eines starren Materials getragen werden, extrem robust ist. Solch eine Antenne kann gestaltet werden um ein kugelförmiges Ansprechverhalten mit niedrigem Horizont zu besitzen mit einer Robustheit, die ausreichend ist zur Verwendung beim Austausch von Patch-Antennen bei bestimmten Anwendungen. Durch deren geringe Größe und die Robustheit ist sie auch geeignet für eine unauffällige Befestigung in Fahrzeugen und zum Verwenden in tragbaren Geräten. In einigen Fällen ist es sogar möglich, die Antenne direkt auf einer gedruckten Leiterplatte zu befestigen.

[0011] Die Längserstreckung der Antennenelemente, d. h. in axialer Richtung ist, im allgemeinen größer als die mittlere axiale Länge des leitfähigen Sperrtopfs. Typischerweise beträgt die mittlere axiale Länge des Antennenelementes das zweifache von der des Sperrtopfs und die Durchmesser der Elemente und des Sperrtopfs sind die gleichen und liegen im Bereich des 0,15 bis 0,25-fachen der kombinierten Länge der Antennenelemente und des Sperrtopfs. Vorzugsweise ist die mittlere axiale Länge des Sperrtopfs nicht kleiner als das 0,35-fache der mittleren axialen Länge der Antennenelemente. Die Differenz in der axialen Länge zwischen den Antennenelementen des ersten Paars und denen des zweiten Paars ist im allgemeinen kleiner als die Hälfte der mittleren Länge und vorzugsweise im Bereich des 0,05 bis 0,15-fachen ihrer mittleren Länge.

[0012] Die Antenne kann durch Bilden des Antennenkerns aus dem dielektrischen Material hergestellt werden und dem Metallisieren der äußeren Oberflächen des Kerns entsprechend einem vorbestimmten Muster. Derartiges Metallisieren kann das Beschichten der äußeren Oberfläche des Kerns mit einem metallischen Material umfassen und dann das Entfernen von Teilen der Beschichtung um das vorbestimmte Muster zurückzulassen, oder alternativ kann eine Maske gebildet werden, die ein Negativ des vorbestimmten Musters bildet, wobei das metallische Material dann auf die äußere Oberfläche des Kerns abgeschieden wird, während die Maske die Teile des Kerns maskiert, sodass das metallische Material entsprechend dem Muster aufgebracht wird. Andere Verfahren zum Aufbringen eines leitfähigen Musters der erforderlichen Form können auch verwendet werden.

[0013] Ein besonders vorteilhaftes Verfahren zum Herstellen einer Antenne mit einer Falle oder einem Balun-Sperrtopf und einer Mehrzahl von Antennenelementen, welche Teil einer Abstrahlelementstruktur sind, umfasst die Schritte des Bereitstellens einer Menge eines dielektrischen Materials, das Herstellen von wenigstens einem Antennenprüfkern, und dann das Formen einer Balunstruktur, vorzugsweise ohne irgendeine Abstrahlelementstruktur, durch das Metallisieren eines Balunsperrtopfs auf den Kern mit einer vorbestimmten Nominalabmessung, welche die Resonanzfrequenz der Balunstruktur bewirkt. Die Resonanzfrequenz dieses Prüfresonators wird dann gemessen und die gemessene Frequenz wird verwendet um einen abgeglichenen Wert für die Abmessung des Balun-Sperrtopfs zum Erhalten einer erforderlichen Resonanzfrequenz der Balunstruktur herzuleiten. Die gleiche gemessene Frequenz kann verwendet werden um wenigstens eine Abmessung für die schraubenförmigen Antennenelemente herzuleiten zum Erhalt einer erforderlichen Antennenelementfrequenzcharakteristik. Antennen, welche von der gleichen Materialmasse hergestellt sind, werden dann mit einem Sperrtopf und Antennenelementen produziert mit den hergeleiteten Abmessungen.

[0014] Die Erfindung wird nun durch das Beschreiben eines Beispiels mit Bezug auf die Zeichnungen erläutert, wobei

[0015] Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Antenne gemäß der Erfindung; und

[0016] Fig. 2 einen schematischen axialen Schnitt der Antenne zeigt.

[0017] Bezugnehmend auf die Zeichnung weist eine quadrifilare Antenne gemäß der Erfindung eine Antennenelementstruktur mit vier sich längs erstreckenden Antennenelementen **10A**, **10B**, **10C** und **10D** auf, welche als metallische Leiterbahnen auf der zylindrischen äußeren Oberfläche eines keramischen Kerns **12** gebildet sind. Der Kern weist einen axialen Durchgang **14** mit einer inneren metallischen Auskleidung **16** auf, wobei der Durchgang einen axialen Speiseleiter **18** aufnimmt. Der innere Leiter **18** und die Auskleidung **16** bilden in diesem Fall eine Speisestruktur zum Verbinden einer Speiseleitung mit den Antennenelementen **10A** bis **10D**. Die Antennenelementstruktur umfasst auch entsprechende radiale Antennenelemente **10AR**, **10BR**, **10CR**, **10DR**, welche als metallische Bahnen auf einer distalen Endfläche **10D** des Kerns **12** gebildet sind, welche Enden der jeweiligen sich längs erstreckenden Elemente **10A** bis **10D** mit der Speisestruktur verbinden. Die anderen Enden der Antennenelemente **10A** bis **10D** sind mit einem gemeinsamen virtuellen Masse-Leiter **20** in Form eines plattierten Sperrtopfs verbunden, welcher einen proximalen Endabschnitt des Kerns **12** umgibt. Dieser Sperrtopf **20** selbst ist mit der Auskleidung **16** des axialen Durchgangs **14** mittels der Plattierung **22** an der proximalen Endfläche **12P** der Kerns **12** verbunden.

[0018] Wie aus Fig. 1 ersichtlich, weisen die vier sich längs erstreckenden Elemente **10A** bis **10D** unterschiedliche Längen auf, zwei der Elemente **10B**, **10D** sind länger als die anderen beiden **10A**, **10B**, aufgrund dessen, dass sie sich näher zu dem proximalen Ende des Kerns **12** erstrecken. Die Elemente eines jeden Paars **10A**, **10C**; **10B**, **10D** sind diametral gegenüberliegend auf gegenüberliegenden Seiten der Kernachse angeordnet.

[0019] Um einen ungefähr gleichförmigen Strahlungswiderstand für die schraubenförmigen Elemente **10A** bis **10D** beizubehalten, folgt jedes Element einem einfachen schraubenförmigen Pfad. Da jedes der Elemente **10A** bis **10D** auf den gleichen Rotationswinkel um die Kernachse beschränkt ist, hier 180° oder eine halbe Umdrehung, ist die Schraubensteigung der langen Elemente **10B**, **10D** steiler als die der kurzen Elemente **10A**, **10C**. Die obere Verbindungskante **20U** des Sperrtopfs **20** weist eine sich verändernde Höhe (d. h. einen sich verändernden Abstand von der proximalen Endfläche **12P**) auf um Verbindungspunkte für die langen bzw. kurzen Elemente bereitzustellen. Dies bedeutet, dass die Verbindungskante **20U** einem nicht planaren Pfad um den Kern **12** folgt. Somit folgt in dieser Ausführungsform die Verbindungskante **20U** einem Zickzackpfad um den Kern **12** mit zwei Spitzen **20P** und zwei Senken **20T**, wo sie die kurzen Elemente **10A**, **10C** bzw. die langen Elemente **10B**, **10D** trifft.

[0020] Jedes Paar des sich längs erstreckenden und des entsprechenden radialen Elementes (beispielsweise **10A**, **10AR**) bildet einen Leiter mit einer vorbestimmten elektrischen Länge. In der vorgegebenen Ausführungsform ist es eingerichtet, dass die Gesamtlänge eines jeden der Elementenpaare **10A**, **10AR**; **10C**, **10CR** eine kleinere Länge besitzt entsprechend einer Übertragungsverzögerung von ungefähr 135° bei der Betriebswellenlänge, während jedes der Elementenpaare **10B**, **10BR**; **10D**, **10DR** eine größere Verzögerung entsprechend im wesentlichen 225° erzeugt. Somit beträgt die mittlere Übertragungsverzögerung 180° entsprechend einer elektrischen Länge von $\lambda/2$ bei der Betriebswellenlänge. Die unterschiedlichen Längen erzeugen die erforderlichen Phasenschiebebedingungen für eine quadrifilare Schraubenantenne für zirkular polarisierte Signale wie in Kilgus, „Resonant Quadrifilar Helix Design", The Microwave Journal, Dec. 1970, Seiten 49–54 spezifiziert ist. Zwei der Elementenpaare **10C**, **10CR**; **10D**, **10DR** (d. h. ein langes Elementenpaar und ein kurzes Elementenpaar) sind an den inneren Enden der radialen Elemente **10CR**, **10BR** mit dem inneren Leiter **18** der Speisestruktur an dem distalen Ende des Kerns **12** verbunden, während die radialen Elemente der anderen zwei Elementenpaare **10A**, **10AR**; **10B**, **10BR** mit dem Speiseschirm verbunden sind, welcher durch die metallische Auskleidung **16** gebildet ist. An dem distalen Ende der Speisestruktur sind die an dem inneren Leiter **18** und dem Speiseschirm **16** vorhandenen Signale ungefähr symmetrisch, sodass die Antennenelemente mit einer ungefähr symmetrischen Quelle oder Last verbunden sind, die untenstehend beschrieben wird.

[0021] Bei der Linksdrehung der schraubenförmigen Pfade der sich längs erstreckenden Elemente **10A** bis **10D** besitzt die Antenne ihre höchste Verstärkung für rechtszirkular polarisierte Signale.

[0022] Wenn die Antenne stattdessen für linkszirkular polarisierte Signale verwendet werden soll, ist die Schraubenrichtung umgekehrt und die Verbindungsmuster der radialen Elemente ist um 90° gedreht. Im Falle einer Antenne, welche zum Empfang sowohl von links- als auch rechtszirkular polarisierten Signalen geeignet ist, können die sich längs erstreckenden Elemente angeordnet sein um Pfaden im wesentlichen parallel zur Achse zu folgen.

[0023] Der leitfähige Sperrtopf **20** überdeckt einen proximalen Abschnitt des Antennenkerns **12** und umgibt dadurch die Speisestruktur **16**, **18**, wobei das Material des Kerns **12** den ganzen Raum zwischen dem Sperrtopf **20** und der metallischen Auskleidung **16** des axialen Durchgangs **14** ausfüllt. Der Sperrtopf **20** bildet einen Zylinder mit einer mittleren axialen Länge L_B wie in Fig. 2 gezeigt und ist mit der Auskle-

dung **16** durch die Plattierung **22** der proximalen Endfläche **12P** des Kerns **12** verbunden. Die Kombination des Sperrtopfs **20** und der Plattierung **22** bildet einen Balun, sodass Signale der durch die Speisestruktur **16**, **18** gebildeten Übertragungsleitung von einem unsymmetrischen Zustand an dem proximalen Ende der Antenne zu einem ungefähr symmetrischen Zustand an einer axialen Position umgewandelt werden, welche den gleichen Abstand zu dem proximalen Ende wie die obere Verbindungskante **20U** des Sperrtopfs **20** aufweist. Um diesen Effekt zu erreichen, ist bei der Gegenwart eines darunter liegenden Kernmaterials mit vergleichsweise hoher relativer Dielektrizitätskonstante, die mittlere Sperrtopflänge l_B derart, dass der Balun eine mittlere elektrische Länge von λ/4 bei der Betriebsfrequenz der Antenne aufweist. Da das Kernmaterial der Antenne eine verkürzende Wirkung besitzt und der den inneren Leiter **18** umgebende ringförmige Raum mit einem isolierenden dielektrischen Material **17** mit einer verhältnismäßig geringen Dielektrizitätskonstante gefüllt ist, besitzt die Speisestruktur distal von dem Sperrtopf **20** eine kurze elektrische Länge. Folglich sind Signale an dem distalen Ende der Speisestruktur **16**, **18** wenigstens ungefähr symmetrisch. (Die Dielektrizitätskonstante der Isolierung in einem halbstarren Kabel ist typischerweise sehr viel niedriger als die des oben angegebenen keramischen Kernmaterials. Beispielsweise beträgt die relative Dielektrizitätskonstante ε_r von PTFE ungefähr 2,2.)

[0024] Die Anmelder haben herausgefunden, dass das Verändern der Länge des Sperrtopfs **20** von der mittleren elektrischen Länge von λ/4 eine vergleichsweise unsignifikante Wirkung auf die Leistung der Antenne besitzt. Die durch den Sperrtopf **20** gebildete Falle stellt einen ringförmigen Pfad entlang der Verbindungskante **20U** für Ströme zwischen den Elementen **10A**–**10D** bereit, bildet wirkungsvoll zwei Schleifen, die erste mit kurzen Elementen **10A**, **10C** und die zweite mit den langen Elementen **10B**, **10D**. Bei der quadrifilaren Resonanz besteht an den Enden der Elemente **10A**–**10D** und an der Verbindungskante **20U** ein Strommaxima, und ein Spannungsmaxima auf einer Höhe ungefähr in der Mitte zwischen der Kante **20U** und dem distalen Ende der Antenne. Die Kante **20U** ist wirkungsvoll von dem Masseverbinder an seiner proximalen Kante aufgrund der ungefähr λ/4-Falle isoliert, die durch den Sperrtopf **20** erzeugt wird.

[0025] Die Antenne weist eine resonante Hauptfrequenz von 500 MHz oder größer auf, wobei die Resonanzfrequenz durch die effektiven elektrischen Längen der Antennenelemente und in einem kleineren Maße durch deren Breite festgelegt wird. Die Längen der Elemente sind auch für eine vorgegebene Resonanzfrequenz von der relativen Dielektrizitätskonstanten des Kernmaterials abhängig, wobei die Abmessungen der Antenne im Vergleich zu einer ähnlich aufgebauten Antenne mit Luftkern wesentlich reduziert sind.

[0026] Das bevorzugte Material für den Kern **12** ist ein Material auf Zirkon-Titan-Basis. Dieses Material weist die oben erwähnte relative Dielektrizitätskonstante von 36 auf und zeichnet sich auch durch seine Längenstabilität und elektrische Stabilität bei veränderlicher Temperatur aus. Dielektrische Verluste sind vernachlässigbar. Der Kern kann durch Extrusion oder Pressen hergestellt werden.

[0027] Die Antennenelemente **10A**–**10D**, **10AR**–**10DR** sind metallische Leiterbahnen, welche an äußere zylindrische Oberflächen und die Endoberflächen des Kerns **12** gebondet sind, wobei jede Bahn eine Breite aufweist, die wenigstens über ihre Arbeitslänge dem Vierfachen ihrer Dicke entspricht. Die Bahnen können gebildet werden durch anfängliches Plattieren der Oberfläche des Kerns **12** mit einer metallischen Schicht und dann durch selektives Wegätzen der Schicht um den Kern entsprechend einem Muster freizulegen, welches in einer fotografischen Schicht aufgebracht wird, ähnlich zu einer solchen, welche beim Ätzen von gedruckten Schaltungstafeln verwendet wird. Alternativ kann das metallische Material durch selektives Abscheiden oder durch Druckverfahren aufgebracht werden. In allen Fällen führt das Bilden von Bahnen als integrale Schicht auf der Außenseite eines in seinen Abmessungen stabilen Kerns zu einer Antenne mit in ihren Abmessungen stabilen Antennenelementen.

[0028] Bei einem Kernmaterial mit einer wesentlich höheren relativen Dielektrizitätskonstante als die von Luft, z. B. $\varepsilon_r = 36$, besitzt eine wie obenstehend beschriebene Antenne für den L-band GPS-Empfang bei 1575 MHz typischerweise einen Kerndurchmesser von etwa 5 mm und die sich längs erstreckenden Antennenelemente **10A**–**10D** weisen eine mittlere Längserstreckung (d. h. parallel zur Mittenachse) von etwa 16 mm auf. Die langen Elemente **10B**, **10D** sind etwa 1,5 mm länger als die kurzen Elemente **10A**, **10C**. Die Breite der Elemente **10A**–**10D** beträgt etwa 0,3 mm. Bei 1575 MHz ist die Länge des Sperrtopfs **22** typischerweise im Bereich von 8 mm. Die genauen Abmessungen der Antennenelemente **10A**–**10D** können während der Auslegungsphase auf der Basis von Versuch und Irrtum durch das Ausführen von Eigenwertverzögerungsmessungen bestimmt werden bis die erforderliche Phasendifferenz erhalten wird.

Patentansprüche

1. Antenne zum Betrieb bei Frequenzen über 200 MHz, umfassend einen im wesentlichen zylindrischen, elektrisch isolierenden Kern (**12**) aus einem Material mit einer relativen Dielektrizitätskonstanten größer als 5, wobei das Material des Kerns den größten Teil des durch die äußere Kernoberfläche festge-

legten Volumens einnimmt, mit einer sich axial durch den Kern erstreckenden Speisestruktur (**16**–**18**), einer Falle in Form eines leitfähigen, den Kern teilweise umgebenden Sperrtopfs (**20**) mit einer Masseverbindung an einer Kante und mit einem ersten und zweiten Paar (**10A**, **10C**; **10B**, **10D**) von Antennenelementen, welche jeweils an einem Ende mit der Speisestruktur verbunden sind und an dem anderen Ende an eine Verbindungskante (**20U**) des Sperrtopfs, wobei die Antennenelemente (**10B**, **10D**) des zweiten Paars länger sind als die (**10A**, **10C**) des ersten Paars, und die Antennenelemente beider Paare entsprechenden, sich längs erstreckenden Pfaden folgen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindungskante (**20U**) einem nicht planaren Pfad um den Kern (**12**) folgt, wobei die Antennenelemente (**10A**, **10C**) des ersten Paars mit der Verbindungskante an Punkten (**20P**) verbunden sind, welche näher zu den Verbindungen der Antennenelemente an der Speisestruktur als die Punkte (**20T**) liegen, bei welchen die Antennenelemente des zweiten Paars mit der Verbindungskante verbunden sind.

2. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jede der sich längs erstreckenden Antennenelemente (**10A**–**10D**) einem jeweiligen schraubenförmigen Pfad um die Achse des Kerns (**12**) folgt und der Winkel gegenüberliegend an den zwei jeweiligen Enden eines jeden Antennenelementes an der Kernachse der gleiche ist für jedes Antennenelement (**10A**–**10D**).

3. Antenne nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Antennenelemente (**10A**–**10D**) eine halbe Umdrehung um die Kernachse ausführen, wobei die Verbindungen zwischen den Antennenelementen und der Speisestruktur (**16**–**18**) in einer gemeinsamen Ebene senkrecht zur Kernachse liegen, und wobei die Gewindesteigung der Antennenelemente (**19B**–**10D**) des ersten Paars unterschiedlich zu der der Elemente des zweiten Paars sind.

4. Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungskante (**20U**) des Sperrtopfs (**20**) einem Zick-Zack-Pfad um den Kern (**12**) folgt, wobei die Antennenelemente (**10A**–**10D**) des ersten und zweiten Paars an Spitzen (**20P**) beziehungsweise Senken (**20T**) der Verbindungskante (**20U**) verbunden sind.

5. Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Massenverbindungskante der Falle in einer Ebene senkrecht zur Kernachse liegt und die mittlere axiale Länge des Sperrtopfs (**20**) derartig ist, dass die Falle eine elektrische Länge von λ/4 oder ungefähr λ/4 besitzt, wobei λ die Betriebswellenlänge an der Grenzfläche zwischen Luft und dem dielektrischen Material des Kerns (**12**) ist.

6. Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Antenne quadrifilar ist und ein einzelnes erstes Paar und ein einzelnes zweites Paar von Antennenelementen (**10A**–**10D**) besitzt.

7. Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Falle und die Antennenelemente (**10A**–**10D**) integral an der zylindrischen äußeren Oberfläche des Kerns (**12**) gebildet sind.

8. Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Antennenelemente (**10A**–**10D**) des ersten und zweiten Paars durch jeweilige radiale Elemente (**10AR**–**10DR**) an einer planaren Endfläche (**12D**) des Kerns (**12**) mit der Speisestruktur (**16**–**18**) verbunden sind, und dass die Masseverbindung der Falle durch eine an der anderen Endfläche (**12P**) des Kerns gestaltete leitfähige Schicht (**22**) gebildet ist.

9. Antenne nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Speisestruktur (**16**–**18**) eine koaxiale Übertragungsleitung ist und jedes der Antennenelementenpaare ein Antennenelement (**10C**; **10D**) aufweist, das mit dem inneren Leiter (**18**) der Speisestruktur verbunden ist und ein Antennenelement (**10A**; **10B**), das mit einem äußeren Leiter (**16**) der Speisestruktur verbunden ist, und dass der äußere Leiter mit der leitfähigen Schicht (**22**) verbunden ist.

10. Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Längserstreckung der Antennenelemente (**10A**–**10D**) größer ist als die mittlere axiale Länge des leitfähigen Sperrtopfs (**20**).

11. Antenne nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere axiale Länge der Antennenelemente wenigstens ungefähr zweimal der mittleren axialen Länge des Sperrtopfs (**20**) ist, und der Durchmesser der Antennenelemente (**10A**–**10D**) und der Durchmesser des Sperrtopfs (**20**) gleich ist und im Bereich von 0,15 bis 0,25 mal der kombinierten Länge der Antennenelemente und des Sperrtopfs ist.

12. Antenne nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der mittleren axialen Länge der Antennenelemente (**10A**–**10D**) zu der mittleren axialen Länge des Sperrtopfs (**20**) kleiner gleich oder gleich 1 : 0,35 ist.

13. Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Unterschied in der axialen Länge zwischen den Antennenelementen (**10A**, **10C**) des ersten Paars und denen (**10B**, **10D**) des zweiten Paars kleiner als die Hälfte von deren mittleren Länge ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

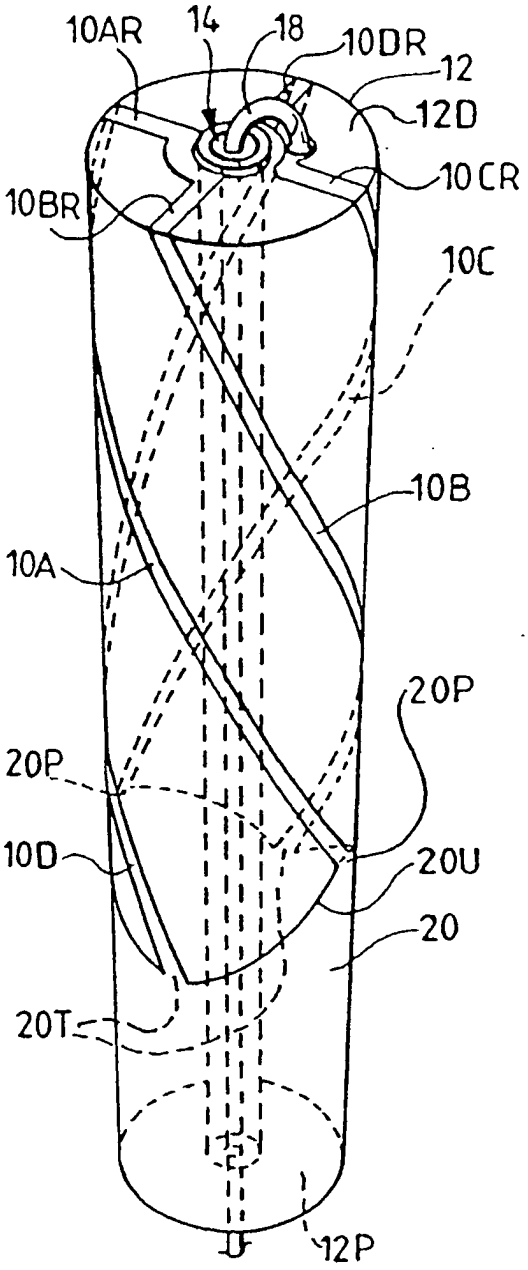

FIG.1.

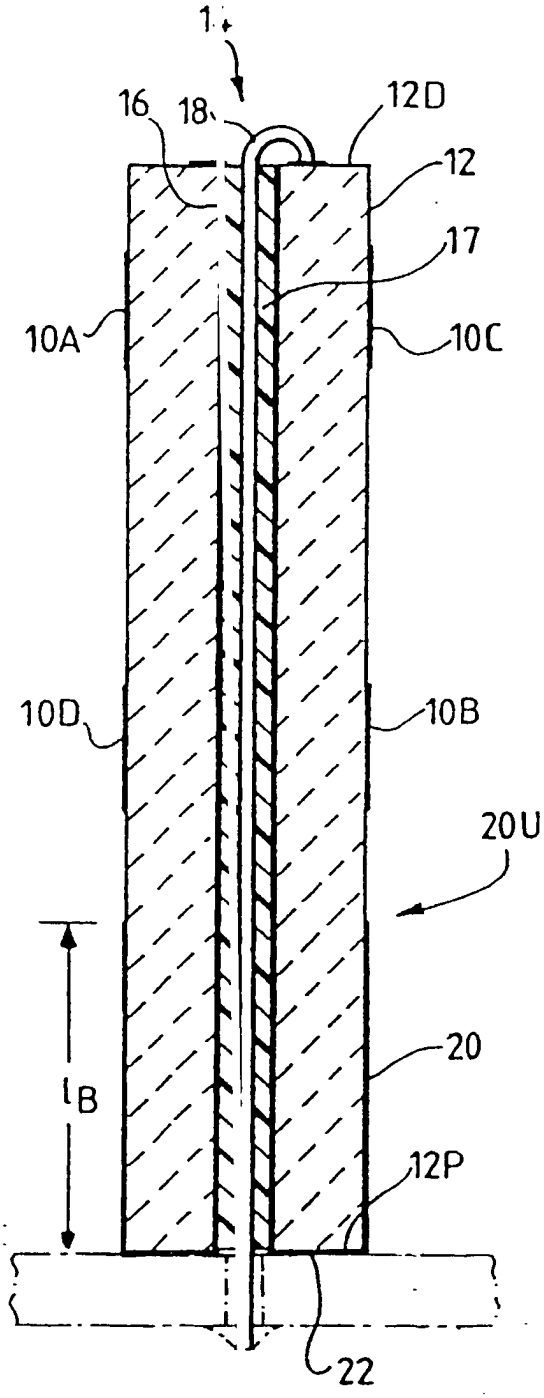

FIG.2.