

(19)



(11)

EP 2 159 870 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

03.03.2010 Patentblatt 2010/09

(51) Int Cl.:

H01P 1/161 (2006.01)**H01P 5/19 (2006.01)**(21) Anmeldenummer: **09010892.9**(22) Anmeldetag: **26.08.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**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 SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA RS(30) Priorität: **29.08.2008 DE 102008044895**(71) Anmelder: **Astrium GmbH****82024 Taufkirchen (DE)**

(72) Erfinder:

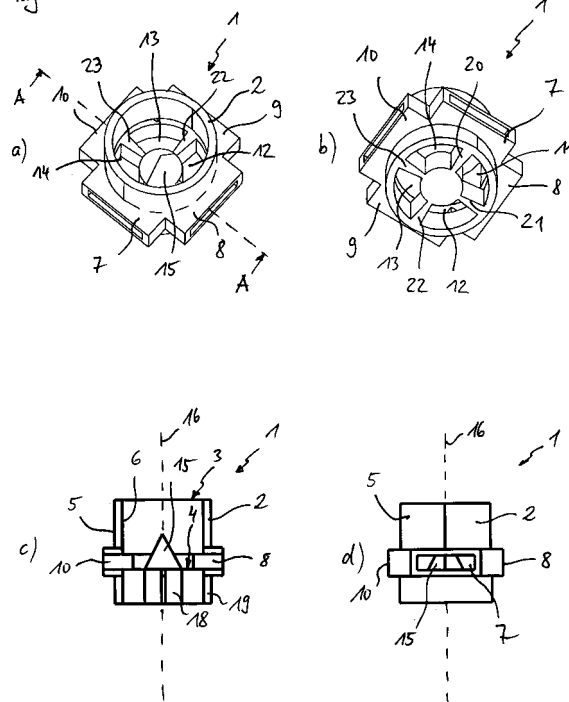
- **Reiche, Enrico**
85625 Glonn (DE)

• **Roberts, Richard****Meppershall****SG17 5SB Bedfordshire (GB)**• **Schneider, Michael, Dr.****85579 Neubiberg (DE)**• **Wolf, Helmut****83607 Holzkirchen (DE)**(74) Vertreter: **Hummel, Adam****EADS Deutschland GmbH****Patentabteilung****81663 München (DE)****(54) Signal-Verzweigung zur Verwendung in einem Kommunikationssystem**

(57) Die Erfindung betrifft eine Signal-Verzweigung

(1) zur Verwendung in einem Kommunikationssystem, insbesondere in einer Reflektorantenne, zur Übertragung von Mikrowellensignalen. Die Signal-Verzweigung (1) umfasst einen gemeinsamen Signalhohlleiter (2) zur Übertragung eines Sendesignals und eines Empfangssignals, der ein erstes Ende (3) und ein zweites Ende (4) sowie eine Außen- und eine Innenseite (5, 6) umfasst. Ferner ist eine Mehrzahl an Sende-Signalhohlleitern (7, 8, 9, 10) zur Einspeisung des Sendesignals vorgesehen, wobei die Sende-Signalhohlleiter (7, 8, 9, 10) symmetrisch an der Außenseite (6) des gemeinsamen Signalhohlleiters (2) verteilt angeordnet sind und jeweils kommunikativ mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter (2) verbunden sind. Eine Mehrzahl an Empfangs-Signalhohlleitern (11, 12, 13, 14) ist zur Übertragung des Empfangssignals vorgesehen, wobei die Empfangs-Signalhohlleiter (11, 12, 13, 14) symmetrisch an das zweite Ende (4) des gemeinsamen Signalhohlleiters (2) anschließen und jeweils kommunikativ mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter (2) verbunden sind.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Signal-Verzweigung, insbesondere eine Turnstile-Verzweigung, zur Verwendung in einem Kommunikationssystem, insbesondere in einer Reflektorantenne zur Übertragung von Mikrowellensignalen. Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zum Verarbeiten eines in eine Signal-Verzweigung eingespeisten Empfangssignals.

[0002] Große Reflektorantennen benötigen aufgrund ihrer sehr schmalen Strahlungscharakteristik eine sehr genaue Ausrichtung bezüglich eines Senders und/oder Empfängers, allgemein einer Gegenstelle. Zur Ausrichtung wird ein von der Gegenstelle abgestrahltes Bakensignal genutzt. Zur Auswertung des Bakensignals durch die Reflektorantenne bzw. eine mit der Reflektorantenne gekoppelten Auswertungseinheit wird ein Richtdiagramm mit einer Nullstelle in Hauptstrahlrichtung benötigt. Im Falle einer Abweichung des Bakensignals von der Hauptstrahlrichtung wird ein zusätzliches Signal empfangen, das zur Korrektur der Richtungsabweichung genutzt werden kann. Die Übertragung, Separierung und Auswertung des Bakensignals erfolgt zusätzlich zur Übertragung des eigentlichen Kommunikationssignals. Dabei darf das Bakensignal das Kommunikationssignal nicht beeinflussen.

[0003] Eine Reflektorantenne zur Übertragung von Mikrowellensignalen umfasst typischerweise eine Signal-Verzweigung, welche einen gemeinsamen Signalhohlleiter zur Übertragung eines Sendesignals und eines Empfangssignals aufweist. Der gemeinsame Signalhohlleiter umfasst ein erstes und ein zweites Ende sowie eine Außen- und eine Innenseite. Mit dem ersten Ende des gemeinsamen Signalhohlleiters ist ein Horn verbunden, über welches eine Auskopplung des Sendesignals aus und eine Einkopplung des Sendesignals in den gemeinsamen Signalhohlleiter erfolgt. Mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter ist in der Regel eine Mehrzahl an Signalhohlleitern zur Einspeisung des Sendesignals und zur Auskopplung des Empfangssignals vorgesehen. Die Signalhohlleiter sind z.B. symmetrisch an der Außenseite des gemeinsamen Signalhohlleiters verteilt angeordnet und jeweils kommunikativ mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter verbunden.

[0004] Die Signal-Verzweigung hat insbesondere die Aufgabe, ein Modengemisch von Moden des Empfangssignals derart aufzubereiten, dass eine Unterscheidung des eigentlichen Kommunikationssignals und von Korrekturdaten für das Kommunikationssignal erfolgt. Gleichzeitig muss die Signal-Verzweigung ein in die Mehrzahl an Signalhohlleitern eingespeistes Sendesignal korrekt zur Auskopplung durch das Horn übertragen. Der dabei bestehende Zielkonflikt, sowohl das Empfangssignal hinsichtlich seines Kommunikationssignals und der Korrekturinformationen korrekt aufzuteilen und das Sendesignal mit gewünschter Polarisation aus der Reflektorantenne auszukoppeln, ist dabei bislang nicht immer zufriedenstellend gelöst.

[0005] Die in P. J. B. Clarricoates und A. D. Olver, "Corrugated Horns for Microwave Antennas", Seite 54, gezeigte Signal-Verzweigung weist den Nachteil auf, dass keine Trennung von Sende- und Empfangssignalen möglich ist, so dass die Signal-Verzweigung nur für Empfangsantennen geeignet ist.

[0006] Die US 6,714,165 B2 offenbart einen Orthomode-Übertrager (Orthomode Transducer OMT) mit einer zirkularen coaxialen Wellenführungs-Zuführstruktur. Bei dieser Anordnung sind im Empfangspfad die für eine Korrektur des Kommunikationssignals notwendigen Korrekturinformationen, sog. Trackingmoden, nicht ausbreitungsfähig, so dass das Korrektursignal nicht gewonnen werden kann.

[0007] Das gleiche Problem besteht bei der in der US 6,657,516 B1 offenbarten Signal-Verzweigung. Bei dieser umfasst die Signal-Verzweigung eine Wellenführungsstruktur mit einer äußeren und einer inneren Wand, welche eine äußere und eine innere Wellenführungskammer ausbilden. Diese Kammern sind kommunikativ mit dem Horn an einem Ende der Signal-Verzweigung verbunden. Die äußere Wand umfasst einen zylindrischen Abschnitt und einen kegelförmigen Abschnitt, wobei der zylindrische Abschnitt und die innere Wand coaxial zueinander ausgerichtet sind. Ferner sind in einem Empfangspfad um den kegelförmigen Abschnitt herum symmetrisch angeordnete Signalhohlleiter ausgebildet, welche ebenfalls kommunikativ mit der äußeren Kammer durch Impedanz-Anpassungsblenden gekoppelt sind.

[0008] Die Veröffentlichung Yodokawa, T. Hamada, S.: "An X-band single horn autotrack antenna feed system", Antennas and Propagation Society International Symposium, 1981, Juni 1981, Band 19, Seiten 86-89, offenbart einen Multi-Mode-Koppler. Dieser nutzt die Moden TE₁₁ und TM₀₁, um eine Korrektur eines zirkular polarisierten Kommunikationssignals zu bewirken. Allerdings lässt sich mit dem in dieser Veröffentlichung beschriebenen Vorgehen lediglich ein "Tracking"-Mode TM₀₁ verarbeiten. Unter dem Begriff "Tracking" versteht man die Verarbeitung von Korrekturinformationen zur Erhöhung der Genauigkeit des Kommunikationssignals. Darüber hinaus verschlechtern die Polarisierungseffekte direkt als Fehler die bei der Ausrichtung der Reflektorantenne zu erreichende Ausrichtungsgenauigkeit. Damit ist das beschriebene Verfahren für Anwendungen mit hohen Anforderungen an die Genauigkeit nicht geeignet.

[0009] Das in der Veröffentlichung J. Bornemann and J. Uher, "Modal analysis and design of the dual-band orthomode junction", Proc. ANTEM 2002, Seiten 303-306, Montreal, Kanada, Juli/August 2002, beschriebene Antennensystem weist den Nachteil auf, dass im Empfangspfad die benötigten Trackingmoden nicht ausbreitungsfähig sind. Damit ist es nicht möglich, ein Korrektursignal zu gewinnen. Die dort beschriebene Vorgehensweise ist damit nicht für eine Tracking-Anwendung geeignet.

[0010] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Signal-Verzweigung zur Verwendung in ei-

nem Kommunikationssystem, insbesondere in einer Reflektorantenne, zur Übertragung von Mikrowellensignalen anzugeben, welche eine verbesserte Korrektur der Richtungsabweichung der Reflektorantenne erlaubt. Es ist ferner Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Verarbeiten eines in eine Signal-Verzweigung eingespeisten Empfangssignals anzugeben, welches eine verbesserte Genauigkeit zur Korrektur der Richtungsabweichung ermöglicht.

[0011] Diese Aufgaben werden durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich jeweils aus den abhängigen Patentansprüchen.

[0012] Die Erfindung schlägt eine Signal-Verzweigung, insbesondere eine Turnstile-Verzweigung, zur Verwendung in einem Kommunikationssystem, insbesondere in einer Reflektorantenne, zur Übertragung von Mikrowellensignalen vor. Diese umfasst einen gemeinsamen Signalhohlleiter zur Übertragung eines Sendesignals und eines Empfangssignals, der ein erstes Ende und ein zweites Ende sowie eine Außen- und eine Innenseite umfasst; der gemeinsame Signal-Hohlleiter wird auch als gemeinsames Tor bezeichnet. Die Signal-Verzweigung umfasst weiter eine Mehrzahl an Sende-Signalhohlleitern zur Einspeisung des Sendesignals, wobei die Sende-Signalhohlleiter symmetrisch an der Außenseite des gemeinsamen Signal-Hohlleiters verteilt angeordnet sind und jeweils kommunikativ mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter verbunden sind. Die Sende-Signalhohlleiter werden auch als Sende-Tor bezeichnet. Ferner ist eine Mehrzahl an Empfangs-Signalhohlleitern zur Übertragung des Empfangssignals vorgesehen, wobei die Empfangs-Signalhohlleiter symmetrisch an das zweite Ende des gemeinsamen Signalhohlleiters anschließen und jeweils kommunikativ mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter verbunden sind. Die Mehrzahl an Empfangs-Signalhohlleitern wird auch als Empfangs-Tor bezeichnet.

[0013] Die erfindungsgemäße Signal-Verzweigung kann in einer für Sende- und Empfangszwecke genutzten Reflektorantenne eingesetzt werden. Dabei ermöglicht es die Signal-Verzweigung, die für die Korrektur des Kommunikationssignals notwendigen Korrekturinformationen aus dem Empfangssignal zu erzeugen. Hierdurch ermöglicht die erfindungsgemäße Signal-Verzweigung die Bestimmung der Richtungsabweichung der Reflektorantenne, in welcher die Signal-Verzweigung integriert ist, mit hoher Genauigkeit. Ermöglicht wird dies dadurch, dass Sende- und Empfangssignal getrennt werden.

[0014] Insbesondere bilden der gemeinsame Signalhohlleiter und die Empfangs-Signalhohlleiter einen Empfangspfad aus, welcher ein in die Sende-Signalhohlleiter eingespeistes Sendesignal blockiert und welcher bei einem in den gemeinsamen Signalhohlleiter eingespeisten Empfangssignal die Ausbreitung eines Grundmode mit einem Kommunikationssignal (TE11) und zweier höherer Moden (TM01, TE21) mit Korrekturinformationen für das Kommunikationssignal erlaubt. Die zwei höheren

Moden (TM01, TE21) werden auch als Trackingmoden bezeichnet. Die Korrekturinformationen werden auch als Trackinginformationen bezeichnet.

[0015] Die erfindungsgemäße Signal-Verzweigung kann insbesondere eine Verarbeitungseinheit umfassen, welche dazu ausgebildet ist, die Korrekturinformationen zu verarbeiten (sog. Tracking) und zwei unabhängige Differenzsignale bereitzustellen. Hierdurch ist es möglich, das Trackingverfahren für beliebige Polarisationen durchzuführen. Insbesondere können dadurch Ausrichtungsfehler in Folge einer Depolarisation in der Atmosphäre vermieden werden.

[0016] Ferner ist die Verarbeitungseinheit dazu ausgebildet, bei der Verarbeitung der Korrekturinformationen (dem Tracking) Summen- und Differenzsignale zu bilden und diese unter gleichen Bedingungen, insbesondere bei gleicher Temperatur, bereitzustellen. Diese Ausgestaltung ermöglicht es, Phasenfehler durch unterschiedliche Temperaturen in den HF-Pfaden zu vermeiden.

[0017] Eine Weiterbildung sieht vor, dass die Verarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist, eine Bereitstellung der Summen- und Differenzsignale erst nach der Trennung von Sende- und Empfangssignal vorzunehmen. Hierdurch werden Störungen des Sendesignals durch einen Trackingmodenkoppler vermieden.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausbildung ist durch Wahl der Amplituden und Phasen des in die Sende-Signalhohlleiter eingespeisten Sendesignals an dem gemeinsamen Signalhohlleiter eine beliebige Polarisierung einstellbar. Insbesondere kann eine vertikale, horizontale, zirkular links und rechts drehende oder elliptisch links und rechts drehende Polarisierung erzeugt werden.

[0019] Zur besseren Entkopplung des Sendepfads von dem Empfangspfad ist in den Sende-Signalhohlleitern jeweils ein Filter vorgesehen.

[0020] Zur Signalführung ist in einer weiteren Ausbildung in dem gemeinsamen Signalhohlleiter an dem zweiten Ende ein in Richtung des ersten Endes sich erstreckender Kegel vorgesehen. Dieser sorgt für eine "Umlenkung" des in die Sende-Signalhohlleiter eingespeisten Sendesignals, so dass sich dieses in dem gemeinsamen Signalhohlleiter in Richtung des am ersten Ende des Signal-Hohlleiters angeordneten Horns ausbreiten kann.

[0021] Der gemeinsame Signalhohlleiter kann als Rundhohlleiter oder als Rechteckhohlleiter, insbesondere als Quadrathohlleiter ausgebildet sein. In einer konkreten Ausgestaltung weisen die Sende-Signalhohlleiter einen rechteckförmigen Querschnitt mit einer langen und einer kurzen Seitenkante auf. Hierbei können in einer ersten Variante sich die langen Seitenkanten eines jeden Sende-Signalhohlleiters parallel zu einer Axialrichtung des gemeinsamen Signalhohlleiters erstrecken. In einer zweiten Variante können sich die kurzen Seitenkanten eines jeden Sende-Signalhohlleiters parallel zu der Axialrichtung des gemeinsamen Signal-Hohlleiters erstrecken. Im Gegensatz dazu erstrecken sich die Empfangs-Signalhohlleiter in axialer Richtung des gemeinsamen

Signalhohlleiters.

[0022] Die Abmessungen der Empfangs-Signalhohlleiter sind derart bemessen, dass bei den Sendefrequenzen des Sendesignals keine Moden in den Empfangs-Signalhohlleitern ausbreitungsfähig sind. Hierdurch lässt sich die eingangs bereits erwähnte hohe Genauigkeit bei der Korrektur der Richtungsabweichung der Reflektorantenne ermitteln.

[0023] Die Signal-Verzweigung ist gemäß einer weiteren Ausgestaltung derart ausgestaltet, dass das in den gemeinsamen Signalhohlleiter eingespeiste Empfangssignal gleichmäßig auf die Empfangs-Signalhohlleiter aufgeteilt ist. Dies bedeutet, das Kommunikationssignal und die zwei Moden werden gleichmäßig auf die Empfangs-Hohlleiter aufgeteilt. Dabei sind die Amplituden in den Empfangs-Hohlleitern gleich, jedoch hat jeder Mode sein spezifisches Phasenmuster.

[0024] Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass die Signal-Verzweigung mit einem Netzwerk aus 90°- und 180°-Hybridkopplern zur Zerlegung und/oder Neukombination eines Modengemischs der Moden des Empfangssignals gekoppelt ist. Auf diese Weise wird zum einen das Kommunikationssignal von den Trackingsignalen getrennt. Zum anderen wird ein Trackingssignal erzeugt, das die Informationen über Betrag und Richtung der Ausrichtungsabweichung erhält.

[0025] In einer konkreten Ausgestaltung stellt die Signal-Verzweigung eine Turnstile-Verzweigung dar.

[0026] Die Erfindung schafft weiter ein Verfahren zum Verarbeiten eines in eine gemäß der vorherigen Beschreibung ausgebildete Signal-Verzweigung eingespeisten Empfangssignals, bei dem das Empfangssignal in einen Grundmode mit einem Kommunikationssignal (TE₁₁) und zweier höherer Moden (TM₀₁, TE₂₁) mit Korrekturinformationen für das Kommunikationssignal aufgeteilt wird.

[0027] Das erfindungsgemäße Verfahren weist die gleichen Vorteile auf, wie sie vorstehend in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Signal-Verzweigung beschrieben wurden.

[0028] In einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden durch die Verarbeitung der Korrekturinformationen zwei unabhängige Differenzsignale bereitgestellt, wodurch das Trackingverfahren für beliebige Polarisationen durchgeführt werden kann.

[0029] Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass bei der Verarbeitung der Korrekturinformationen Summen- und Differenzsignale gebildet werden und diese unter gleichen Bedingungen, insbesondere bei gleicher Temperatur, bereitgestellt werden. Hierdurch können, wie bereits erläutert, Phasenfehler durch unterschiedliche Temperaturen in den HF-Pfaden vermieden werden.

[0030] Es ist ferner vorgesehen, dass eine Bereitstellung der Summen- und Differenzsignale erst nach der Trennung von Sende- und Empfangssignal erfolgt.

[0031] Durch Wahl der Amplituden und Phasen des in die Sende-Signalhohlleiter eingespeisten Sendesignals wird an dem gemeinsamen Signalhohlleiter gemäß einer

weiteren Ausgestaltung eine gewünschte Polarisation, insbesondere vertikal, horizontal, zirkular links und rechts drehend oder elliptisch links und rechts drehend, eingestellt.

[0032] Die Erfindung wird nachfolgend näher unter Bezugnahme auf die in den Zeichnungen erläuterten Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a bis 1d ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Signal-Verzweigung in zwei perspektivischen Darstellungen von oben und unten, in einem Querschnitt und in einer Seitenansicht,

Fig. 2a bis 2d ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Signal-Verzweigung in zwei perspektivischen Darstellungen von oben und unten, in einem Querschnitt und in einer Seitenansicht,

Fig. 3a bis 3d ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Signal-Verzweigung in zwei perspektivischen Darstellungen von oben und unten, in einem Querschnitt und in einer Seitenansicht,

Fig. 4 ein Blockschaltbild für die Anwendung der erfindungsgemäßen Signal-Verzweigung in einem dual-zirkular polarisierten Dual-Band-Speisesystem mit gleichzeitiger Auskopplung zweier Trackingmoden,

Fig. 5 den TE₁₁-Mode an einem gemeinsamen Tor und an einem Empfangs-Tor der Signal-Verzweigung,

Fig. 6 den TM₀₁-Mode an dem gemeinsamen Tor und an dem Empfangs-Tor der Signal-Verzweigung, und

Fig. 7 den TE₂₁-Mode an dem gemeinsamen Tor und an dem Empfangs-Tor der Signal-Verzweigung.

[0033] Die Figuren 1 bis 3 zeigen unterschiedliche Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Signal-Verzweigung 1. In den Fig. 1a, 2a und 3a ist jeweils eine perspektivische Ansicht von vorne, d.h. mit Sicht auf einen gemeinsamen Signalhohlleiter 2 dargestellt. Die Fig. 1b, 2b und 3b zeigen eine perspektivische Darstellung von hinten, d.h. mit Sicht auf eine Mehrzahl an Empfangs-Signalhohlleitern 11, 12, 13, 14. Die Fig. 1c, 2c und 3c zeigen jeweils eine Schnittdarstellung längs der Linien A-A, B-B und C-C. Die Fig. 1d, 2d und 3d zeigen schließlich eine Seitenansicht der jeweiligen Signalverzweigung 1.

[0034] Die erfindungsgemäße Signal-Verzweigung 1

zur Verwendung in einem Kommunikationssystem, insbesondere zur Verwendung bei einer Reflektorantenne, zur Übertragung von Mikrowellensignalen umfasst einen gemeinsamen Signalhohlleiter 2 zur Übertragung eines Sende- und eines Empfangssignals. Der gemeinsame Signal-Hohlleiter 2 umfasst ein erstes Ende 3 und ein zweites Ende 4 sowie eine Außen- und eine Innenseite 5, 6. An dem ersten Ende 3 ist ein in den Figuren nicht dargestelltes Horn der Reflektorantenne angeordnet. Eine Mehrzahl an Sende-Signalhohlleitern 7, 8, 9, 10 zur Einspeisung des Sendesignals ist symmetrisch an der Außenseite 6 des gemeinsamen Signalhohlleiters 2 am zweiten Ende 4 verteilt angeordnet. Die Sende-Signalhohlleiter 7, 8, 9, 10 sind jeweils kommunikativ mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter verbunden. Zur Übertragung des Empfangssignals ist eine Mehrzahl an Empfangs-Signalhohlleitern 11, 12, 13, 14 vorgesehen. Die Empfangs-Signalhohlleiter 11, 12, 13, 14 schließen symmetrisch an das zweite Ende 4 des Signalhohlleiters 2 an und sind jeweils kommunikativ mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter verbunden. Die Signal-Verzweigung ist auch unter dem Namen Turnstile-Verzweigung bekannt. Der gemeinsame Signalhohlleiter 2 wird auch als gemeinsames Tor der Turnstile-Verzweigung bezeichnet. In entsprechender Weise nennt man die Mehrzahl an Sende-Signalhohlleitern Sende-Tor und die Mehrzahl an Empfangs-Signalhohlleitern Empfangs-Tor.

[0035] Im Inneren des gemeinsamen Signalhohlleiters 2 ist an dem zweiten Ende ein in Richtung des ersten Endes 3 sich erstreckender Kegel 15 vorgesehen, welcher zur Signalführung, insbesondere des in die Sende-Signalhohlleiter 7, 8, 9, 10 eingespeisten Sendesignals dient. Ein Boden des Kegels 15 liegt in der Ebene des zweiten Endes 4 des gemeinsamen Signalhohlleiters 2 (vgl. die Querschnittsdarstellungen der Fig. 1c, 2c und 3c). Von dem zweiten Ende 4 des gemeinsamen Signalhohlleiters 2 erstreckt sich ein zylinderförmiger Abschnitt 18, so dass dieser in einer Ebene mit der kreisförmig ausgebildeten Wandung 19 des Empfangs-Tors liegt. Der zylinderförmige Abschnitt weist in den Ausführungsbeispielen der Fig. 1c und 3c einen kreisförmigen Querschnitt auf. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 2c weist der zylinderförmige Abschnitt 18 einen quadratischen Querschnitt auf.

[0036] Der gemeinsame Signalhohlleiter 2 (gemeinsames Tor) kann wahlweise als Rundhohlleiter (wie in den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 und 3 gezeigt) oder als Rechteckhohlleiter (vgl. Ausführungsbeispiel der Fig. 2) ausgeführt werden. Auch bei der Ausgestaltung der Sende-Signalhohlleiter 7, 8, 9, 10 bzw. der Empfangs-Signalhohlleiter 11, 12, 13, 14 können unterschiedliche geometrische Gestalten vorgesehen sein.

[0037] Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 sind die Sende-Signalhohlleiter mit einem rechteckförmigen Querschnitt versehen. Die Sende-Signalhohlleiter 7, 8, 9, 10 weisen eine lange und eine kurze Seitenkante auf, wobei die kurzen Seitenkanten eines jeden der Sende-Signalhohlleiter 7, 8, 9, 10 sich parallel zu einer Axialrichtung

16 des gemeinsamen Signalhohlleiters erstrecken. Im Gegensatz dazu sind im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 die langen Seitenkanten eines jeden Sende-Signalhohlleiters 7, 8, 9, 10 parallel zu der Axialrichtung 16 des gemeinsamen Signalhohlleiters 2 ausgerichtet.

[0038] Die Querschnittsgestalt des Empfangs-Tors der Ausführungsbeispiele in den Fig. 1 und 3 entspricht der Querschnittsgestalt des gemeinsamen Signalhohlleiters: in beiden Ausführungsbeispielen ist die Gestalt des Empfangs-Tors kreisförmig. Dabei sind die Außendurchmesser des Empfangs-Tors in etwa gleich mit dem Außendurchmesser des gemeinsamen Signalhohlleiters. In entsprechender Weise sind die Wandstärken des gemeinsamen Signalhohlleiters 2 und der Empfangs-Tore der Ausführungsbeispiele gemäß den Fig. 1 und 3 in etwa gleich. Hierdurch bedingt ergibt sich für die Gestalt der jeweiligen Empfangs-Signalhohlleiter 11, 12, 13, 14 eine kreisbogenförmige Gestalt, welche durch jeweilige Stege 20, 21, 22, 23 voneinander getrennt sind. Wie auf Fig. 2b am besten zu erkennen ist, weisen demgegenüber die Empfangs-Signalhohlleiter 11, 12, 13, 14 des zweiten Ausführungsbeispiels eine rechteckförmige Gestalt auf.

[0039] Durch die in den drei Ausführungsbeispielen beschriebene konstruktive Ausgestaltung der Turnstile-Verzweigung können ein Sende- und ein Empfangssignal getrennt werden. Dabei ist der Empfangspfad, der durch den gemeinsamen Signalhohlleiter 2 und die Empfangs-Signalhohlleiter 11, 12, 13, 14 ausgebildet ist, derart beschaffen, dass Frequenzen des Sendesignals blockiert werden. Die Ausbreitung von Empfangsfrequenzen sowohl eines Grundmodes mit Kommunikationssignalen (TE₁₁) als auch zwei höheren Moden (TM₀₁ und TE₂₁) mit den für die Korrektur des Kommunikationssignal notwendigen Korrektur- oder Trackinginformationen wird hingegen ermöglicht. Dabei werden für das Tracking, d.h. für die Verarbeitung der Korrekturinformationen, zwei unabhängige Differenzsignale bereitgestellt. Hierdurch ist gewährleistet, dass das Trackingverfahren für beliebige Polarisierungen durchgeführt werden kann und Ausrichtungsfehler in Folge einer Depolarisation in der Atmosphäre vermieden werden. Die für das Tracking benötigten Summen- und Differenzsignale werden unter gleichen Bedingungen ausgekoppelt. Insbesondere erfolgt eine Auskopplung bei gleicher Temperatur. Hierdurch werden Phasenfehler durch unterschiedliche Temperaturen in den Hochfrequenz (HF)-Pfad vermieden. Die (Tracking)Signale werden erst ausgekoppelt, nachdem eine Trennung des Sende- und Empfangssignals erfolgte. Hierdurch können Störungen des Sendesignals durch den Trackingmodenkoppler vermieden werden.

[0040] Im Sendefall wird das Sendesignal über die vier seitlich an dem gemeinsamen Signalhohlleiter angeordneten Sende-Signalhohlleitern 7, 8, 9, 10 eingespeist. Durch eine geeignete Wahl der Amplituden und Phasen an diesen vier Sende-Signalhohlleitern kann am gemeinsamen Signalhohlleiter eine beliebige Polarisation, d.h. vertikal, horizontal, zirkular links und rechts drehend, el-

liptisch links und rechts drehend, erzeugt werden. Zur besseren Entkopplung des Sendepfades, umfassend den gemeinsamen Signalhohlleiter 2 und die Sende-Signalhohlleiter 7, 8, 9, 10, von dem Empfangspfad können in den seitlichen Sende-Signalhohlleitern 7, 8, 9, 10 Filter (nicht dargestellt) eingebaut werden.

[0041] Im Empfangsfall wird von dem an dem ersten Ende des gemeinsamen Signalhohlleiters 2 vorgesehenen Horn ein Gemisch aus den Moden TE11 (Kommunikation) sowie TM01 und TE21 (Tracking) in den gemeinsamen Signalhohlleiter 2 der Turnstile-Verzweigung eingekoppelt. Dieses Modengemisch wird innerhalb der Turnstile-Verzweigung an die nach hinten führenden Empfangs-Signalhohlleiter 11, 12, 13, 14 weitergeleitet. Die Abmessungen der hinteren vier Empfangs-Signalhohlleiter 11, 12, 13, 14 sind so gewählt, dass bei den Frequenzen des Sendesignals keine Moden ausbreitungsfähig sind. Das Kommunikationssignal in dem Empfangssignal und die beiden Trackingmoden (TM01 und TE21) werden auf die vier Empfangs-Signalhohlleiter 11, 12, 13, 14 aufgeteilt. Hierbei sind die Amplituden in den vier Empfangs-Signalhohlleitern 11, 12, 13, 14 gleich. Jedoch hat jeder Mode sein spezifisches Phasenmuster.

[0042] Dies ist exemplarisch in den Fig. 5 bis 7 dargestellt. Fig. 5 zeigt die Phasenmuster für den TE11-Mode. In der linken Figur ist dabei das Phasenmuster an dem gemeinsamen Signalhohlleiter 2 dargestellt. In der rechten Figur ist das Phasenmuster an den Empfangs-Signalhohlleitern 11, 12, 13, 14 dargestellt. Fig. 6 zeigt die Phasenmuster an dem gemeinsamen Signalhohlleiter 2 (linke Figur) und an den Empfangs-Signalhohlleitern 11, 12, 13, 14 (rechte Figur) des TM01-Moden. Korrespondierend dazu zeigt Fig. 7 die spezifischen Phasenmuster für den TE21-Mode, wobei in der linken Figur das Phasenmuster an dem gemeinsamen Signalhohlleiter 2 und in der rechten Figur das Phasenmuster an den Empfangs-Signalhohlleitern 11, 12, 13, 14 dargestellt ist.

[0043] Mit der erfindungsgemäßen Signalverzweigung ist es möglich, durch ein geeignetes Netzwerk aus 90°- und 180°-Hybridkopplern (vgl. Fig. 4) das Modengemisch in einzelne Moden zu zerlegen und gegebenenfalls neu zu kombinieren. Auf diese Weise wird zum einen das Kommunikationssignal von den Trackingmoden getrennt und zum anderen ein Trackingsignal erzeugt, das die Information über Betrag und Richtung der Ausrichtungsabweichung erhält. Damit ist eine direkte Korrektur der Antennenausrichtung möglich.

[0044] Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild für die Anwendung der Turnstile-Verzweigung in einem dual-zirkular polarisierten Dual-Band-Speisesystem mit gleichzeitiger Auskopplung zweier Trackingmoden. Mit dem Bezugszeichen 17 ist dabei das Horn bezeichnet, das mit der Turnstile-Verzweigung 1 gekoppelt ist. Die Turnstile-Verzweigung 1 ist lediglich schematisch dargestellt. In dem Blockschaltbild sind die mit den Sende-Signalhohlleitern 7, 8, 9, 10 verbundenen Filter 51, 52, 53, 54 dargestellt. Das an den Filtern 51, 52, 53, 54 anliegende Ausgangs-

signal wird jeweils einem 180°-Hybridkoppler 55 bzw. 56 zugeführt, der ein Summen- und ein Differenzsignal (Σ , Δ) bildet. Die Differenzsignale werden einem 90°-Hybridkoppler 55 zugeführt, welcher die Signale TE11 RHC und TE11 LHC ausgibt. Die an den Empfangs-Signalhohlleitern 11, 13 empfangenen Signale werden einem 180°-Hybridkoppler 58 zugeführt. Die an den Empfangs-Signalhohlleitern 12, 14 anliegenden Signale werden einem 180°-Hybridkoppler 59 zugeführt. Die von den beiden Hybridkopplern 58, 59 gebildeten Differenzsignale werden einem 90°-Hybridkoppler 60 zugeführt, welcher Kommunikationssignale TE11 RHC und TE11 LHC ausgibt. Die Summensignale Σ der Hybridkoppler 58, 59 werden einem 180°-Hybridkoppler 61 zugeführt, welcher ein Summensignal Σ und ein Differenzsignal Δ bildet. Das Summensignal Σ stellt den Mode TM01, das Differenzsignal Δ den Mode TE21 dar.

[0045] Die erfindungsgemäße Turnstile-Verzweigung kann sowohl für linear polarisierte als auch für zirkular polarisierte Signale eingesetzt werden. Fig. 4 ist als Beispiel für die Anwendung von einem dual-zirkular polarisierten Dual-Band-Speisesystem skizziert. Das Speisesystem kann zur Ausleuchtung eines Reflektors verwendet werden. Es kann auch als direkt strahlendes Element eingesetzt werden.

Bezugszeichenliste

[0046]

- | | |
|----|---|
| 1 | Signal-Verzweigung |
| 2 | gemeinsamer Signalhohlleiter |
| 3 | erstes Ende des gemeinsamen Signalhohlleiters |
| 4 | zweites Ende des gemeinsamen Signalhohlleiters |
| 5 | Außenseite |
| 6 | Innenseite |
| 7 | Sende-Signalhohlleiter |
| 8 | Sende-Signalhohlleiter |
| 9 | Sende-Signalhohlleiter |
| 10 | Sende-Signalhohlleiter |
| 11 | Empfangs-Signalhohlleiter |
| 12 | Empfangs-Signalhohlleiter |
| 13 | Empfangs-Signalhohlleiter |
| 14 | Empfangs-Signalhohlleiter |
| 15 | Kegel |
| 16 | Axialrichtung des gemeinsamen Signalhohlleiters |
| 17 | Horn |
| 18 | zylinderförmiger Abschnitt |
| 19 | Wandung |
| 20 | Steg |
| 21 | Steg |
| 22 | Steg |
| 23 | Steg |
| 50 | Verarbeitungseinheit |
| 51 | Filter |
| 52 | Filter |
| 53 | Filter |
| 54 | Filter |

55 Hybridkoppler
 56 Hybridkoppler
 57 Hybridkoppler
 58 Hybridkoppler
 59 Hybridkoppler
 60 Hybridkoppler

5

nen (Tracking) Summen- und Differenzsignale zu bilden und diese unter gleichen Bedingungen, insbesondere bei gleicher Temperatur, bereitzustellen, und/oder
 - eine Bereitstellung der Summen- und Differenzsignale erst nach der Trennung von Sende- und Empfangssignal vorzunehmen.

Patentansprüche

1. Signal-Verzweigung (1), insbesondere Turnstile-Verzweigung, zur Verwendung in einem Kommunikationssystem, insbesondere in einer Reflektorantenne, zur Übertragung von Mikrowellensignalen, umfassend:

- einen gemeinsamen Signalhohlleiter (2) zur Übertragung eines Sendesignals und eines Empfangssignals, der ein erstes Ende (3) und ein zweites Ende (4) sowie eine Außen- und eine Innenseite (5, 6) umfasst;
- eine Mehrzahl an Sende-Signalhohlleitern (7, 8, 9, 10) zur Einspeisung des Sendesignals, wobei die Sende-Signalhohlleiter (7, 8, 9, 10) symmetrisch an der Außenseite (6) des gemeinsamen Signalhohlleiters (2) verteilt angeordnet sind und jeweils kommunikativ mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter (2) verbunden sind;
- eine Mehrzahl an Empfangs-Signalhohlleitern (11, 12, 13, 14) zur Übertragung des Empfangssignals, wobei die Empfangs-Signalhohlleiter (11, 12, 13, 14) symmetrisch an das zweite Ende (4) des gemeinsamen Signalhohlleiters (2) anschließen und jeweils kommunikativ mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter (2) verbunden sind.

2. Signal-Verzweigung nach Anspruch 1, bei der der gemeinsame Signalhohlleiter (2) und die Empfangs-Signalhohlleiter (11, 12, 13, 14) einen Empfangspfad ausbilden, welcher ein in die Sende-Signalhohlleiter (7, 8, 9, 10) eingespeistes Sendesignal blockiert und welcher bei einem in den gemeinsamen Signalhohlleiter (2) eingespeisten Empfangssignal die Ausbreitung eines Grundmode mit einem Kommunikationssignal (TE₁₁) und zweier höherer Moden (TM₀₁, TE₂₁) mit Korrekturinformationen für das Kommunikationssignal erlaubt.

3. Signal-Verzweigung nach Anspruch 2, bei der diese eine Verarbeitungseinheit (50) umfasst, welche dazu ausgebildet ist, die Korrekturinformationen zu verarbeiten (sog. Tracking) und zwei unabhängige Differenzsignale bereit zu stellen.

4. Signal-Verzweigung nach Anspruch 3, bei der die Verarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist,

- bei der Verarbeitung der Korrekturinformatio-

10

5. Signal-Verzweigung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der in den Sende-Signalhohlleitern (7, 8, 9, 10) jeweils ein Filter (51, 52, 53, 54) vorgesehen ist.

15

6. Signal-Verzweigung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der in dem gemeinsamen Signalhohlleiter (2) an dem zweiten Ende (4) ein in Richtung des ersten Endes (3) sich erstreckender Kegel (15) vorgesehen ist.

20

7. Signal-Verzweigung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der die Empfangs-Signalhohlleiter (11, 12, 13, 14) sich in axialer Richtung des gemeinsamen Signalhohlleiters erstrecken.

25

8. Signal-Verzweigung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der die Abmessungen der Empfangs-Signalhohlleiter (11, 12, 13, 14) derart bemessen sind, dass bei den Sendefrequenzen des Sendesignals keine Moden in den Empfangs-Signalhohlleitern (11, 12, 13, 14) ausbreitungsfähig sind.

30

9. Signal-Verzweigung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der diese derart ausgestaltet ist, dass das in den gemeinsamen Signalhohlleiter (2) eingespeiste Empfangssignal gleichmäßig auf die Empfangs-Signalhohlleiter (11, 12, 13, 14) aufgeteilt ist.

35

10. Signal-Verzweigung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der diese mit einem Netzwerk aus 90°- und 180°-Hybridkopplern zur Zerlegung und/oder Neukombination eines Modengemischs der Moden des Empfangssignals gekoppelt ist.

40

11. Verfahren zum Verarbeiten eines in eine gemäß einem der vorherigen Ansprüche ausgebildete Signal-Verzweigung (1) eingespeisten Empfangssignals, bei dem das Empfangssignal in einen Grundmode mit einem Kommunikationssignal (TE₁₁) und zweier höherer Moden (TM₀₁, TE₂₁) mit Korrekturinformationen für das Kommunikationssignal aufgeteilt wird.

45

12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem durch die Verarbeitung der Korrekturinformationen zwei unabhängige Differenzsignale bereitgestellt werden.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, bei dem bei der Verarbeitung der Korrekturinformationen Sum-

50

men- und Differenzsignale gebildet werden und diese unter gleichen Bedingungen, insbesondere bei gleicher Temperatur, bereitgestellt werden.

- 14.** Verfahren nach Anspruch 13, bei der eine Bereitstellung der Summen- und Differenzsignale erst nach der Trennung von Sende- und Empfangssignal erfolgt. 5
- 15.** Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, bei der durch Wahl der Amplituden und Phasen des in die Sende-Signalhohlleiter (7, 8, 9, 10) eingespeisten Sendesignals an dem gemeinsamen Signalhohlleiter (2) eine gewünschte Polarisierung eingestellt wird. 10 15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

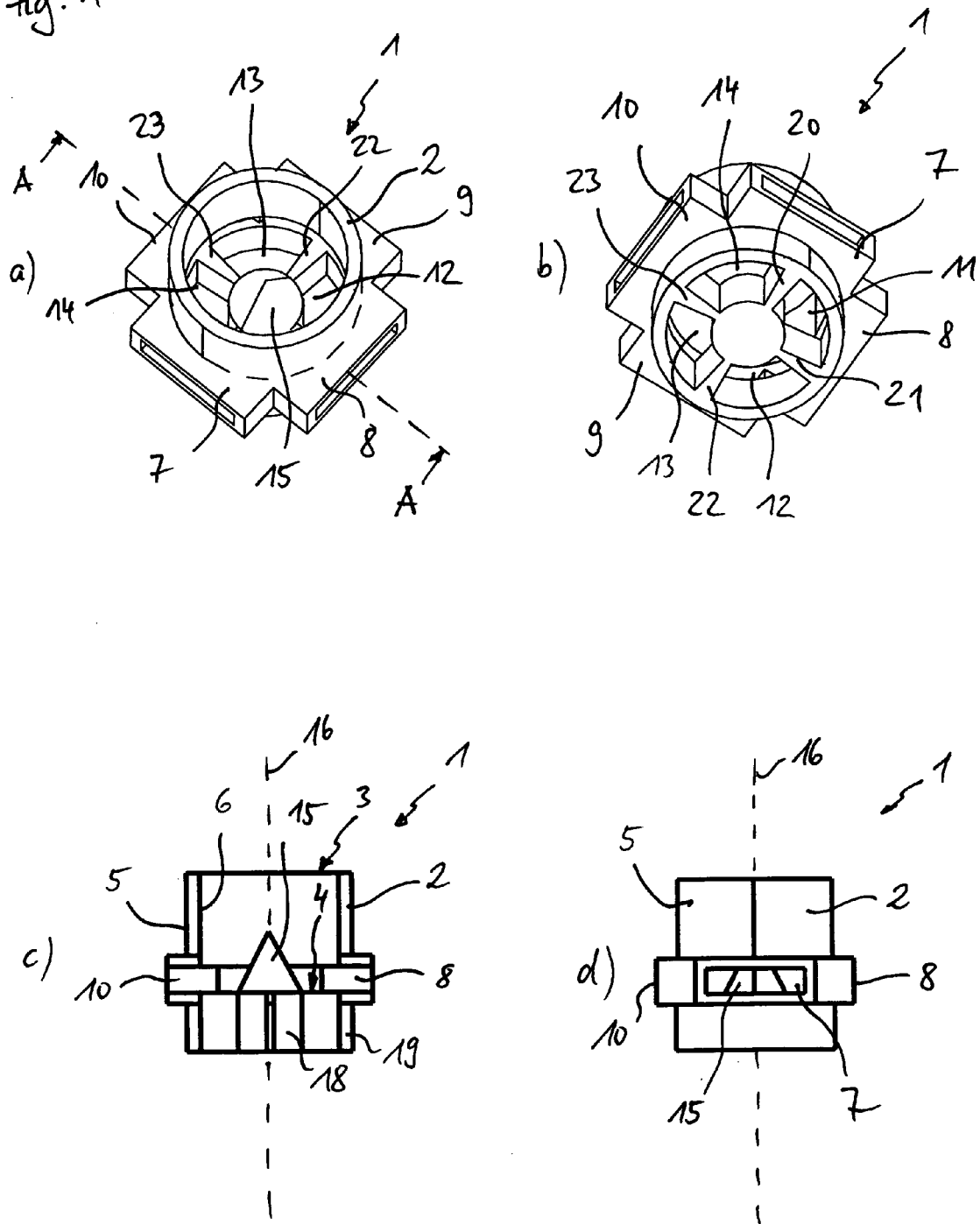
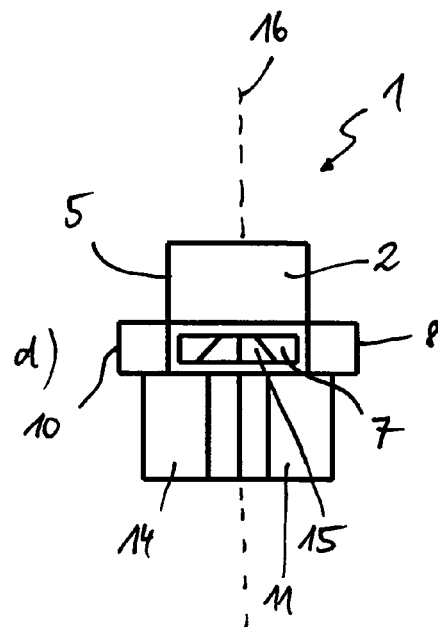
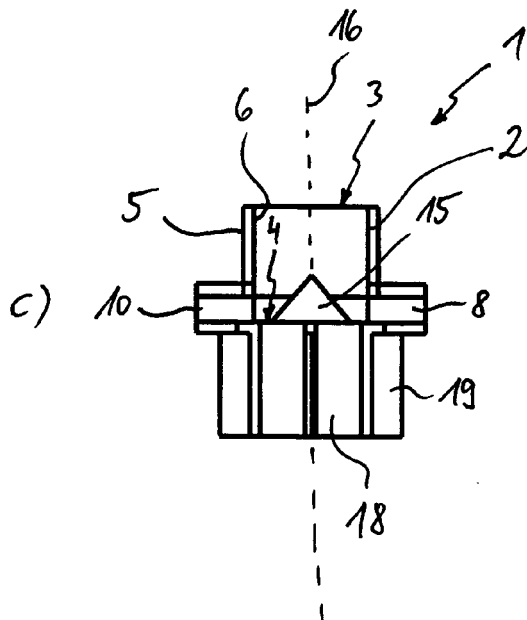
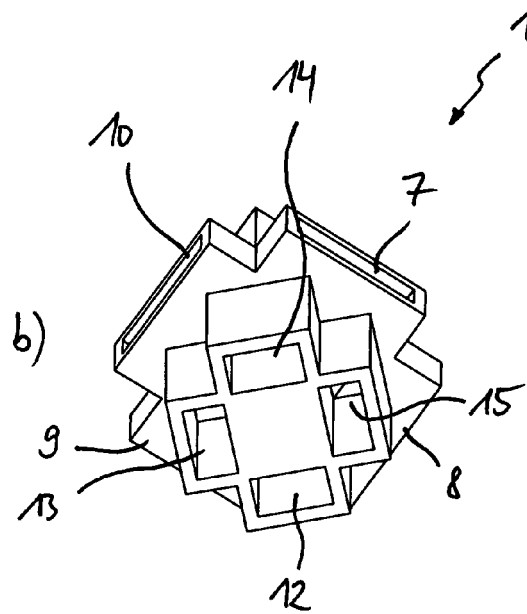
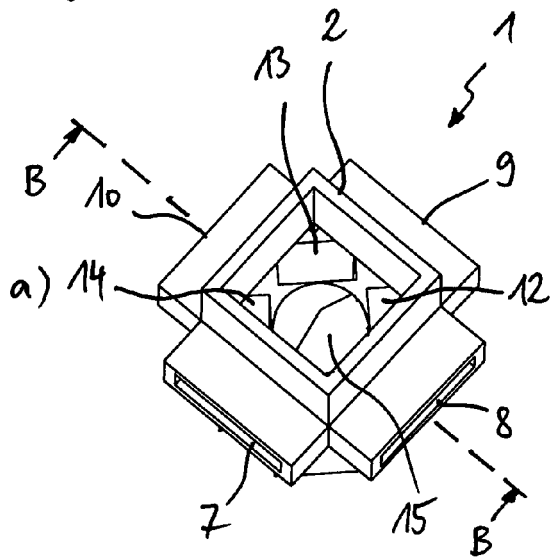


Fig. 2



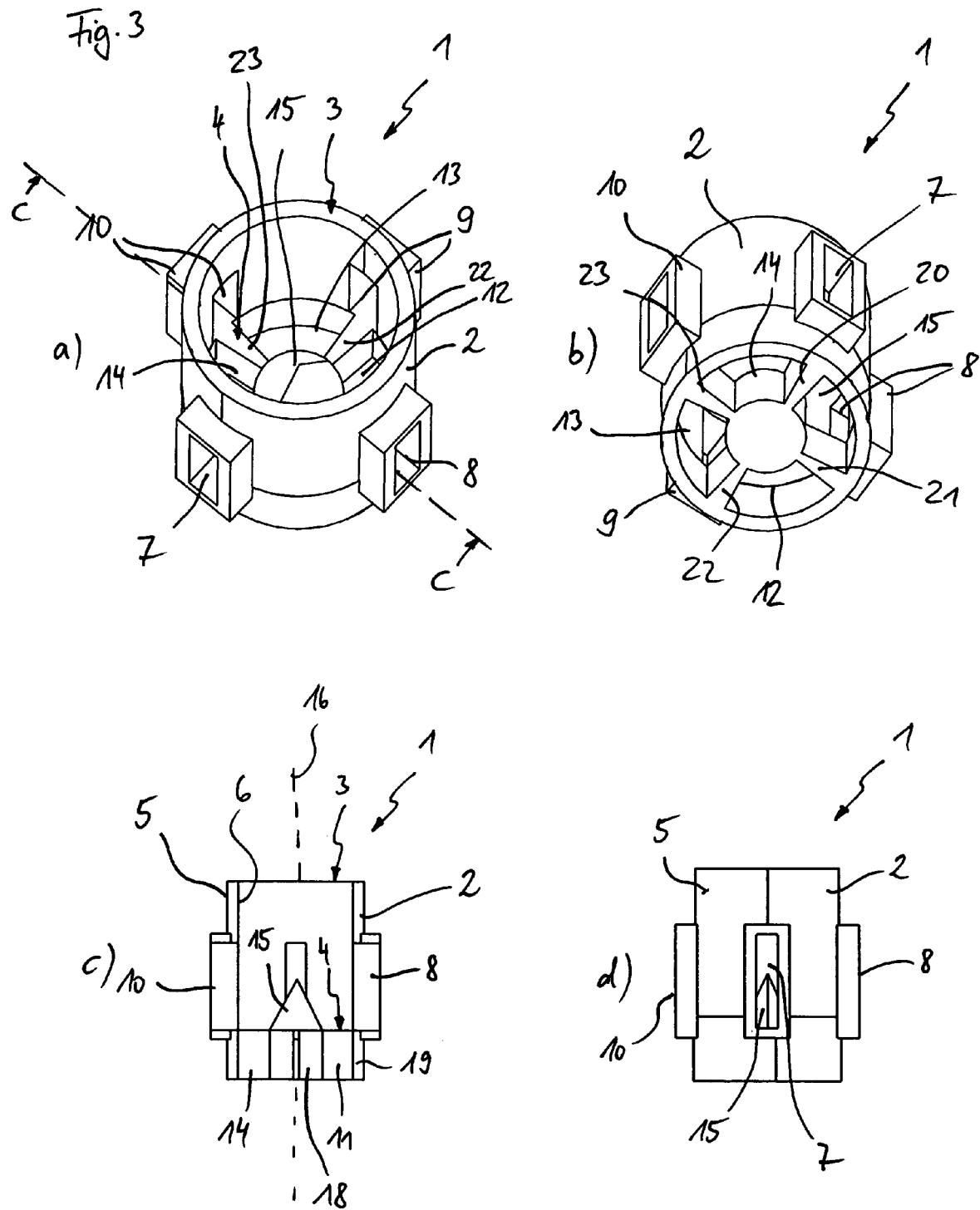


Fig. 4

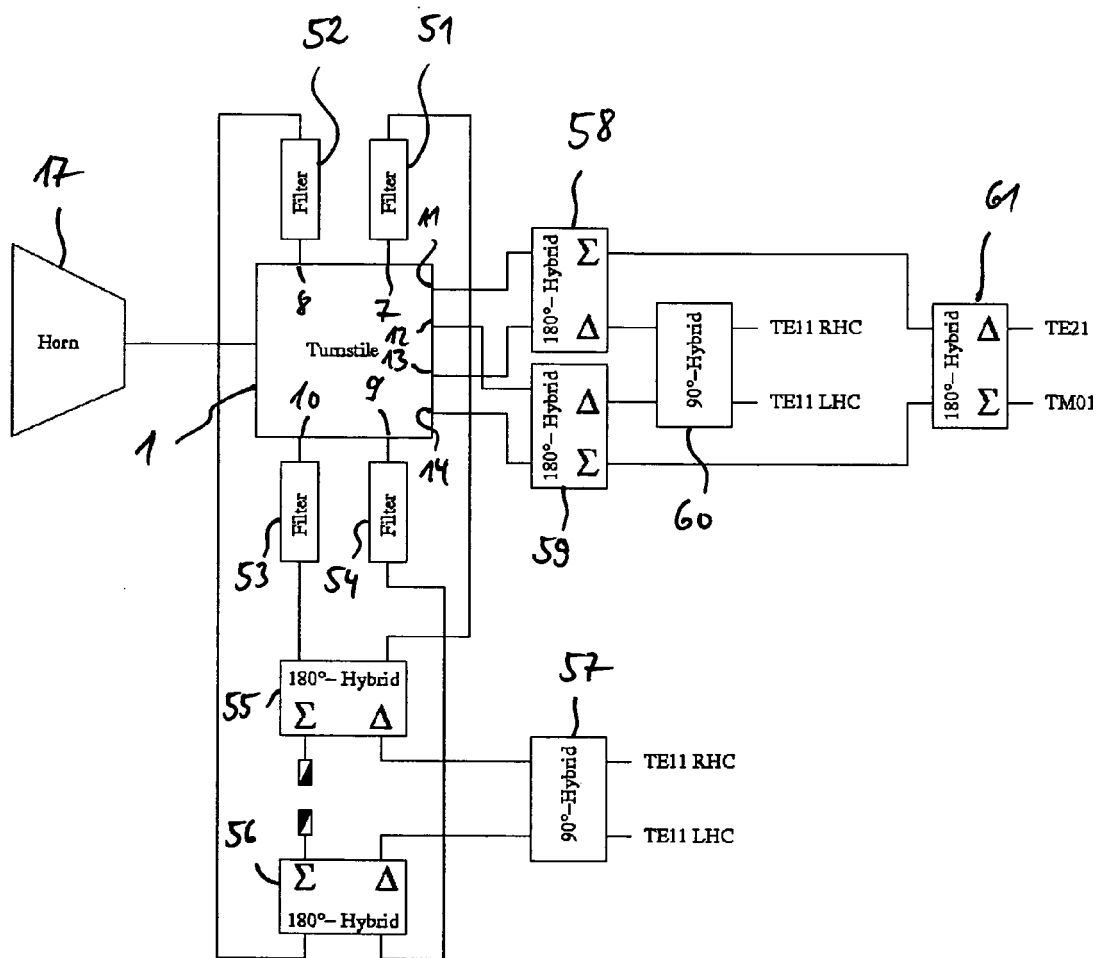


Fig. 5

TEM-Mode

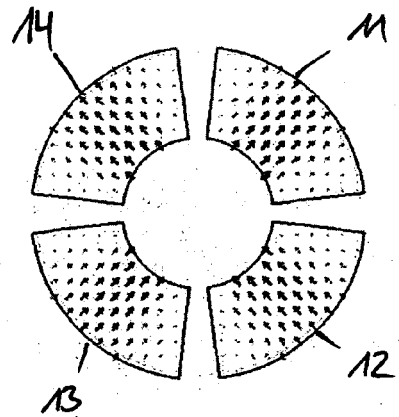
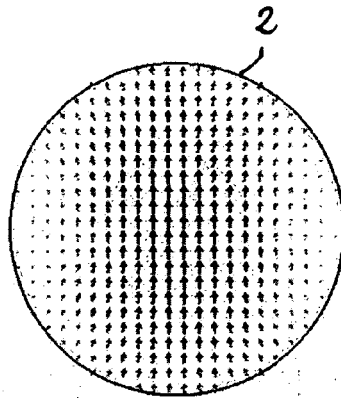


Fig. 6

TM₀₁-Mode

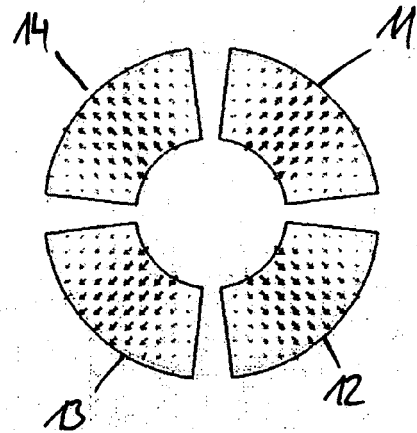
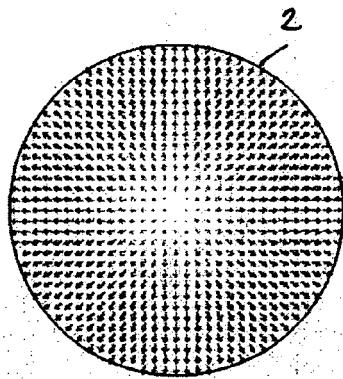
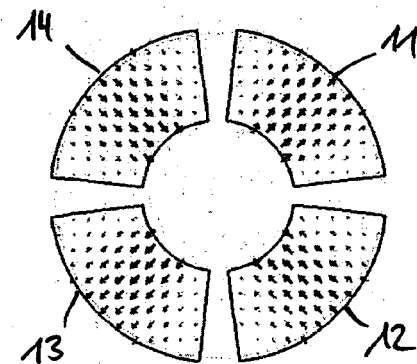
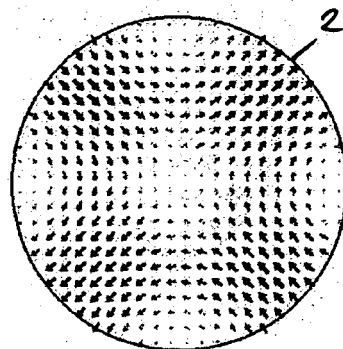


Fig. 7

TE₂₁-Mode





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 09 01 0892

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 880 193 A1 (ALSTHOM CGE ALCATEL [FR] CIT ALCATEL [FR]) 25. November 1998 (1998-11-25) * Spalte 4, Zeile 45 - Spalte 5, Zeile 37; Abbildung 2 * * Spalte 5, Zeile 51 - Spalte 6, Zeile 47; Abbildungen 3,4 * * Spalte 8, Zeile 49 - Spalte 9, Zeile 32; Abbildungen 6-9 *	1-2,5,7,9-10	INV. H01P1/161 H01P5/19
X	US 7 408 427 B1 (LEE-YOW CLENCY [US] ET AL) 5. August 2008 (2008-08-05) * Spalte 6, Zeile 54 - Spalte 9, Zeile 11; Abbildungen 3,4A-4G *	1-2	
X	US 3 566 309 A (AJIOKA JAMES S) 23. Februar 1971 (1971-02-23) * Spalte 2, Zeile 66 - Spalte 3, Zeile 64; Abbildungen 1-3 *	1-2	
A	CIPOLLA F ET AL: "High efficiency autotrack feed" 19891015; 19891015 - 19891018, 15. Oktober 1989 (1989-10-15), Seiten 316-320, XP010083467 * Seite 14.3.1, linke Spalte, Zeile 20 - rechte Spalte, Zeile 6; Abbildungen 1,2 * * Seite 14.3.3., rechte Spalte, Zeile 3 - Zeile 9 * * Seite 14.3.4, linke Spalte, Zeile 1 - rechte Spalte, Zeile 4; Abbildung 5 *	1-2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 4. November 2009	Prüfer Pastor Jiménez, J
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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P/MC03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 09 01 0892

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	ARAMAKI Y ET AL: "Ultra-thin broadband omt with turnstile junction" 2003 IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM DIGEST.(IMS 2003). PHILADELPHIA, PA, JUNE 8 - 13, 2003; [IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM], NEW YORK, NY : IEEE, US, Bd. 1, 8. Juni 2003 (2003-06-08), Seiten 47-50, XP010644469 ISBN: 978-0-7803-7695-3 * Seite 47, linke Spalte, Zeile 1 - Seite 49, linke Spalte, Zeile 17; Abbildungen 1-4 * -----	1-2	
A	US 2 965 898 A (LEWIS EDWIN S) 20. Dezember 1960 (1960-12-20) * Spalte 3, Zeile 35 - Zeile 53 * -----	6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		4. November 2009	Pastor Jiménez, J
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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 09 01 0892

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.

04-11-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0880193	A1	25-11-1998	CA	2235792 A1	21-11-1998
			CN	1202746 A	23-12-1998
			DE	69817445 D1	02-10-2003
			FR	2763749 A1	27-11-1998
			ID	20322 A	26-11-1998
			JP	11017402 A	22-01-1999
			NO	982232 A	23-11-1998
			US	6166699 A	26-12-2000

US 7408427	B1	05-08-2008	KEINE		

US 3566309	A	23-02-1971	KEINE		

US 2965898	A	20-12-1960	KEINE		

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

- US 6714165 B2 [0006]
- US 6657516 B1 [0007]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **Yodokawa, T. ; Hamada, S.** An X-band single horn autotrack antenna feed system. *Antennas and Propagation Society International Symposium*, Juni 1981, vol. 19, 86-89 [0008]
- **J. Bornemann ; J. Uher.** Modal analysis and design of the dual-band orthomode junction. *Proc. ANTEM 2002*, Juli 2002, 303-306 [0009]