



(10) **DE 10 2010 010 299 B4** 2014.07.24

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 010 299.7**

(22) Anmeldetag: **04.03.2010**

(43) Offenlegungstag: **08.09.2011**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **24.07.2014**

(51) Int Cl.: **H01P 5/12 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Astrium GmbH, 82024, Taufkirchen, DE

(72) Erfinder:
Gehring, Ralf, 85622, Feldkirchen, DE;
Hartwanger, Christian, 81825, München, DE;
Hong, Un Pyo, 85521, Ottobrunn, DE; Reiche,
Enrico, 85625, Glonn, DE; Schneider, Michael,
Dr., 85579, Neubiberg, DE; Sommer, Ernst,
82515, Wolfratshausen, DE; Wolf, Helmut, 83607,
Holzkirchen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2008 044 895	A1
US	6 329 957	B1
US	6 937 202	B2
US	2003 / 0 222 733	A1
US	3 922 621	A

Eisenhart, R. L.: A Novel Wideband TM₀₁-to-TE₁₁ Mode Convertor. In: Microwave Symposium Digest Bd. Vol. 11, 1998 IEEE MTT-S International. S. 249-252

(54) Bezeichnung: **Diplexer für eine Reflektorantenne**

(57) Hauptanspruch: Diplexer für eine Reflektorantenne zur Übertragung von Mikrowellensignalen, umfassend:

– einen gemeinsamen, kreisförmigen Signalhohlleiter (2) zur Übertragung eines Sendesignals und eines Empfangssignals, der ein erstes Ende (3) und ein zweites Ende (4) umfasst, wobei an dem ersten Ende (3) ein gemeinsames Tor ausgebildet ist;

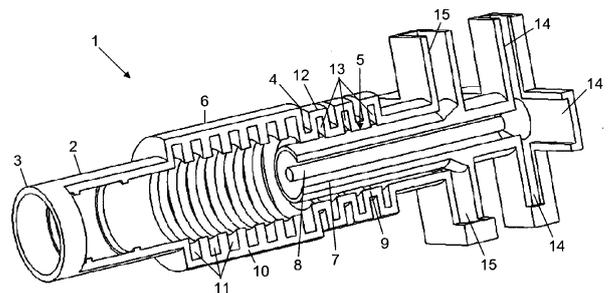
– eine Hohlleiteranordnung (5), die im Bereich des zweiten Endes des Signalhohlleiters (2) koaxial zu dem Signalhohlleiter (2) angeordnet ist;

– einen zylinderförmigen Koppelabschnitt (6), der zwischen dem ersten und dem zweiten Ende des Signalhohlleiters (2) angeordnet ist und die Hohlleiteranordnung mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter verbindet;

dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlleiteranordnung (5) zur Ausbildung eines ersten und eines zweiten koaxialen Hohlleitertors (21, 22) umfasst:

– einen ersten, kreisförmigen Hohlleiter (7), in dem sich im Betrieb des Diplexers (1) ein erstes Signal ausbreiten kann, wobei im Inneren des ersten Hohlleiters ein stiftförmiger Innenleiter (8) angeordnet ist, durch den im Empfangsband bei Einspeisung des TM₀₁-Modes am gemeinsamen Signalhohlleiter (2) die Energie in den TEM-Mode des ersten Hohlleiters (7) überführbar ist, und

– einen zweiten, kreisförmigen Hohlleiter (9), in dem sich im Betrieb des Diplexers (1) ein zweites Signal mit einer geringeren Frequenz als das erste Signal ausbreiten kann, wobei der zweite Hohlleiter (9) den ersten Hohlleiter (7) umgibt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Diplexer für eine Reflektorantenne zur Übertragung von Mikrowellensignalen. Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zum Verarbeiten eines in einen Diplexer 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 gekoppelte 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 einen Diplexer, der einen gemeinsamen Signalhohlleiter zur Übertragung eines Sendesignals und eines Empfangssignals aufweist. Der gemeinsame Signalhohlleiter umfasst ein erstes und ein zweites Ende. 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 Hohlleitertoren zur Einspeisung des Sendesignals in den Diplexer und zur Auskopplung des Empfangssignals aus dem Diplexer in ein Empfangsnetzwerk gekoppelt. Die Hohlleitertore sind z. B. symmetrisch an der Außenseite des gemeinsamen Signalhohlleiters verteilt angeordnet und jeweils kommunikativ mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter verbunden.

[0004] Der Diplexer hat insbesondere die Aufgabe, ein Modengemisch von Moden des Empfangssignals derart aufzubereiten, dass eine Unterscheidung des eigentlichen Kommunikationssignals und von Korrekturdaten für das Kommunikationssignal möglich ist. Gleichzeitig muss der Diplexer 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] Aus der US 3,922,621 A ist ein koaxialer Diplexer für eine Reflektorantenne zur Übertragung von Mikrowellensignalen bekannt. Der Diplexer umfasst einen ersten, kreisförmigen Hohlleiter, in dem sich ein erstes Signal ausbreiten kann. Er umfasst weiter einen zweiten, kreisförmigen Hohlleiter, in dem sich ein zweites Signal mit einer geringeren Frequenz als das erste Signal ausbreiten kann, wobei der zweite Hohlleiter den ersten Hohlleiter umgibt. Ein Abschnitt des zweiten Hohlleiters ist als Rillenhohlleiter ausgebildet, der eine Anzahl an sich entlang eines in Umfangsrichtung ringförmig erstreckender Rillen aufweist. Hierdurch wird eine effektive Entkopplung von Sende- und Empfangssignal bewirkt. Allerdings ist in dem Diplexer der US 3,922,621 A keine Ausbreitung eines Tracking-Signals möglich, mit dem eine Korrektur der Richtungsabweichung der Reflektorantenne bestimmbar ist.

[0006] Aus der nachveröffentlichten deutschen Patentanmeldung DE 10 2008 004 895 A1 ist eine Signal-Verzweigung mit einem gemeinsamen Signalhohlleiter zur Übertragung eines Sende- und eines Empfangssignals bekannt. Es ist eine Mehrzahl an Sende-Signalhohlleitern zur Einspeisung des Sendesignals vorgesehen, wobei die Sende-Signalhohlleiter symmetrisch an der Außenseite des gemeinsamen Signalhohlleiters verteilt angeordnet sind und kommunikativ mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter verbunden sind. Ebenso ist eine Mehrzahl an Empfangs-Signalhohlleitern zur Übertragung des Empfangssignals vorgesehen, wobei die Empfangs-Signalhohlleiter symmetrisch an den gemeinsamen Signalleiter angeschlossen und ebenfalls kommunikativ mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter verbunden sind. Um ein Trackingsignal ermitteln zu können, ist die Anordnung von Filtern in den Empfangs-Signalhohlleitern erforderlich.

[0007] Aus der US 6,937,202 B2 ist es bekannt, Moden durch Verringerung des Horndurchmessers unterhalb eines kritischen Durchmessers zu trennen. Dies wird als virtueller Kurzschluss bezeichnet. Eine gemeinsame Auskopplung von Empfangssignal (aus Sicht eines Satelliten) und Trackingsignal bei gleichzeitiger Abtrennung des Sendesignals ist nicht möglich. In den Seitenarmen sind hierzu Filter erforderlich.

[0008] Die US 2003/0222733 A1 offenbart die Trennung von Moden durch Verringerung des Horndurchmessers unterhalb des kritischen Durchmessers mittels eines virtuellen Kurzschlusses. Eine gemeinsame Auskopplung von Empfangssignal (aus Sicht des Satelliten) und Trackingsignal bei gleichzeitiger Abtrennung des Sendesignals ist nicht möglich. Die Offenbarung bezieht sich auf Bodenstationsanwendun-

gen, wo aufgrund umgekehrter Zuordnung von Sende- und Empfangsband die angegebene Struktur des Speisesystems verwendet werden kann. In den Seitenarmen sind Filter zwingend erforderlich.

[0009] Aus der US 6,329,957 B1 ist ein Antennenspeisesystem bekannt, das gleichzeitig Sende- und Empfangssignale in mehreren Frequenzbändern empfangen kann. Das Antennenspeisesystem umfasst eine Hohlleiteranordnung mit einem ersten und einem zweiten Hohlleiter zur Ausbreitung von jeweiligen Signalen. Durch einen Innenleiter ist die Anpassung einer Frequenzantwort möglich, um die Ausbreitung von Signalen in einem bestimmten Frequenzband zu ermöglichen.

[0010] Die Veröffentlichung Eisenhart, R. L. „A Novel Wideband TM01-to-TE11 Mode Converter“, Microwave Symposium Digest Bd. Vol. 11, 1998 MTT-S International, S. 249–252 offenbart die Umwandlung einer TM01-Mode in eine TEM-Mode mittels eines Mode-Konverters.

[0011] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Diplexer für eine Reflektorantenne zur Übertragung von Mikrowellensignalen anzugeben, welcher eine verbesserte Korrektur der Richtungsabweichung der Reflektorantenne erlaubt. Es ist ferner Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Verarbeiten eines in einen Diplexer eingespeisten Empfangssignals anzugeben, welches eine verbesserte Genauigkeit zur Korrektur der Richtungsabweichung ermöglicht.

[0012] Diese Aufgaben werden durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich jeweils aus den abhängigen Patentansprüchen.

[0013] Die Erfindung schafft einen Diplexer für eine Reflektorantenne zur Übertragung von Mikrowellensignalen. Dieser umfasst einen gemeinsamen, kreisförmigen Signalhohlleiter zur Übertragung eines Sendesignals und eines Empfangssignals, der ein erstes Ende und ein zweites Ende umfasst, wobei an dem ersten Ende ein gemeinsames Tor ausgebildet ist. Der Diplexer umfasst ferner eine Hohlleiteranordnung, die im Bereich eines zweiten Endes des Signalhohlleiters koaxial zu dem Signalhohlleiter angeordnet ist. Weiter ist ein zylinderförmiger Koppelabschnitt vorgesehen, der zwischen dem ersten und dem zweiten Ende des Signalhohlleiters angeordnet ist und die Hohlleiteranordnung mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter verbindet. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Hohlleiteranordnung zur Ausbildung eines ersten und zweiten koaxialen Hohlleitertors einen ersten, kreisförmigen und einen zweiten, kreisförmigen Hohlleiter umfasst. In dem ersten, kreisförmigen Hohlleiter kann sich im Betrieb des Dimplexers ein erstes Signal ausbreiten, wobei im

Inneren des ersten Hohlleiters ein stiftförmiger Innenleiter angeordnet ist, durch den im Empfangsband bei Einspeisung des TM01-Modus am gemeinsamen Signalhohlleiter die Energie in den TEM-Mode des inneren koaxialen Hohlleiters, d. h. des ersten Hohlleiters, überführbar ist. Durch den ersten, kreisförmigen Hohlleiter wird ein Empfangssignal (später auch als Empfangsband bezeichnet) geleitet. In einem zweiten, kreisförmigen Hohlleiter kann sich im Betrieb des Dimplexers ein zweites Signal (ein Sendesignal oder Sendeband) mit einer geringeren Frequenz als das erste Signal ausbreiten, wobei der zweite Hohlleiter den ersten Hohlleiter umgibt.

[0014] Die Erfindung schafft weiter ein Verfahren zum Verarbeiten eines in einen erfindungsgemäß ausgebildeten Dimplexers eingespeisten Signals. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird in das gemeinsame Tor ein TE11-Mode gespeist. Ein TM11-Mode wird in dem Signalhohlleiter angeregt und überlagert sich mit dem TE11-Mode derart, dass die gesamte Energie des zweiten Signals (im Sendeband) durch eine konstruktive Überlagerung von äußeren Feldanteilen und eine destruktive Überlagerung von inneren Feldanteilen in den zweiten, äußeren Hohlleiter fließt und dass die gesamte Energie des ersten Signals (im Empfangsband) durch eine konstruktive Überlagerung von inneren Feldanteilen und eine destruktive Überlagerung von äußeren Feldanteilen in den ersten, inneren Hohlleiter fließt. Das erste Signal (im Empfangsband) wird bei Einspeisung des TM01-Modus am gemeinsamen Tor in den TEM-Mode des ersten Hohlleiters überführt. Aus dem TE11-Mode und dem TM01-Mode des ersten Signals (im Empfangsband) wird durch Verarbeitung der Moden eine Information zur Ausrichtung der Reflektorantenne ermittelt.

[0015] Die Erfindung schlägt somit vor, das Sende- und Empfangssignal zu trennen und gleichzeitig im Empfangsband eine Transformation des Modus TM 01 in den TEM-Mode vorzunehmen, so dass im Empfangsband zusätzlich zum Kommunikationssignal ein Trackingsignal zur Antennenausrichtung zur Verfügung steht. Ermöglicht wird dies durch die Verwendung eines Innenleiters, der im Inneren des ersten Hohlleiters angeordnet ist.

[0016] Ein Vorteil dieser Vorgehensweise besteht darin, dass die für das Tracking benötigten Summen- und Differenzsignale unter gleichen Bedingungen, insbesondere bei gleicher Temperatur, ausgekoppelt werden. Hierdurch werden Phasenfehler durch unterschiedliche Temperaturen in den HF-Pfaden vermieden.

[0017] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das Trackingsignal erst ausgekoppelt wird, nachdem Sende- und Empfangssignal getrennt wurden. Da-

durch werden Störungen des Sendesignals durch einen Trackingmodenkoppler vermieden.

[0018] Gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen sind zur Abtrennung des Sendesignals keine Filter in den Seitenarmen erforderlich. Damit ist das Speisesystem wesentlich unempfindlicher gegen Fertigungsunsicherheiten.

[0019] Zweckmäßigerweise ist der erfindungsgemäße Diplexer ein koaxialer Diplexer. Dies ergibt sich durch die koaxiale Anordnung des ersten, kreisförmigen Hohlleiters, welcher von dem zweiten, kreisförmigen Hohlleiter umgeben ist.

[0020] Insbesondere enden der erste Hohlleiter und der Innenleiter auf einer gleichen oder unterschiedlichen Höhe.

[0021] Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass der Koppelabschnitt als erster Rillenhohlleiter ausgebildet ist, der zum Inneren des Signalhohlleiters hin eine Anzahl an sich entlang eines Innenumfangs ringförmig erstreckenden Rillen aufweist. Der erste Rillenhohlleiter grenzt dabei an das zweite Ende des Signalhohlleiters an.

[0022] Es ist weiterhin vorgesehen, dass der zweite Hohlleiter zumindest abschnittsweise als zweiter Rillenhohlleiter ausgebildet ist, der zum Inneren des Signalhohlleiters hin eine Anzahl an sich entlang eines Innenumfangs ringförmig erstreckenden Rillen aufweist. Der zweite Rillenhohlleiter grenzt vorzugsweise an den Koppelabschnitt bzw. an das zweite Ende des Signalhohlleiters an.

[0023] Die Rillen des ersten und/oder zweiten Rillenhohlleiters sind jeweils äquidistant zueinander angeordnet. In einer konkreten Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass der Abstand zwischen jeweiligen Rillen des ersten Rillenhohlleiters anders ist als der Abstand jeweiliger Rillen des zweiten Rillenhohlleiters.

[0024] Der erfindungsgemäße Diplexer zeichnet sich weiterhin dadurch aus, dass das zweite Hohlleitertor (im Sendeband) zur Erzeugung dual linear polarisierter Signale mit einer Turnstile-Verzweigung und zwei 180°-Hybridkopplern, oder mit zwei koaxialen Seitenarm-Orthomode-Übertragern gekoppelt ist. Alternativ ist das zweite Hohlleitertor (im Sendeband) zur Erzeugung dual zirkularer Polarisation mit einem Polarisator, einer Turnstile-Verzweigung und zwei 180°-Hybridkopplern oder mit einer Turnstile-Verzweigung, zwei 180°-Hybridkopplern und einem 90°-Hybridkoppler gekoppelt.

[0025] In einer weiteren Ausgestaltung ist das erste Hohlleitertor (im Empfangsband) zur Erzeugung linearer Polarisation mit einer Turnstile-Verzweigung

und drei 180°-Hybridkopplern gekoppelt. Alternativ ist das erste Hohlleitertor (im Empfangsband) zur Erzeugung zirkularer Polarisation mit einer Turnstile-Verzweigung, drei 180°-Hybridkopplern und einem 90°-Hybridkoppler gekoppelt.

[0026] Die Erfindung wird nachfolgend näher anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

[0027] Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Diplexers,

[0028] Fig. 2 eine perspektivische, geschnittene Darstellung eines erfindungsgemäßen Diplexers,

[0029] Fig. 3 einen teilweisen Ausschnitt eines erfindungsgemäßen und teilweise geschnittenen Diplexers,

[0030] Fig. 4 ein Blockschaltbild für die Anwendung des erfindungsgemäßen Diplexers gemäß einer ersten Ausführungsvariante,

[0031] Fig. 5 ein Blockschaltbild für die Anwendung des erfindungsgemäßen Diplexers gemäß einer zweiten Ausführungsvariante, und

[0032] Fig. 6 ein Blockschaltbild für die Anwendung des erfindungsgemäßen Diplexers gemäß einer dritten Ausführungsvariante.

[0033] Die Fig. 1 bis Fig. 3 zeigen einen erfindungsgemäßen, koaxialen Diplexer **1** für eine Reflektorantenne zur Übertragung von Mikrowellensignalen. Der Diplexer **1** umfasst einen gemeinsamen, kreisförmigen Signalhohlleiter **2** zur Übertragung eines Sendesignals und eines Empfangssignals. Der Signalhohlleiter **2** umfasst ein erstes Ende **3** und ein zweites Ende **4**. An dem ersten Ende **3** ist ein gemeinsames Tor **20** ausgebildet. Ein zylinderförmiger Koppelabschnitt **6** ist zwischen dem ersten und dem zweiten Ende **3, 4** des Signalhohlleiters **2** angeordnet, wobei der zylinderförmige Koppelabschnitt **6** an das zweite Ende **4** grenzt. Der zylinderförmige Koppelabschnitt **6** ist als erster Rillenhohlleiter **10** ausgebildet. Dieser weist zum Inneren des Signalhohlleiters **2** hin eine Anzahl an sich entlang eines Innenumfangs ringförmig erstreckenden Rillen **11** auf. Die Rillen **11** sind äquidistant zueinander angeordnet. Im Inneren des gemeinsamen Signalhohlleiters **2** und angrenzend an das zweite Ende **4** des Signalhohlleiters **2** schließt eine Hohlleiteranordnung **5** an. Diese ist koaxial zu dem Signalhohlleiter **2** angeordnet.

[0034] Zur Ausbildung eines ersten und eines zweiten koaxialen Hohlleitertors **21, 22** umfasst die Hohlleiteranordnung **5** einen ersten, kreisförmigen Hohlleiter **7**, in dem sich im Betrieb des Diplexers ein erstes Signal im Empfangsband ausbreiten kann, wobei im Inneren des ersten Hohlleiters **7** ein stiftförmiger

Innenleiter **8** angeordnet ist. Der erste Hohlleiter **7** und der Innenleiter **8** enden im Ausführungsbeispiel auf einer gleichen Höhe, wobei dies nicht zwingend ist. Ein zweiter, kreisförmiger Hohlleiter **9**, welcher an das zweite Ende des Signalhohlleiters **2** anschließt, umgibt den ersten Hohlleiter **7**. In dem zweiten Hohlleiter **9** kann sich im Betrieb des Diplexers ein zweites Signal im Sendeband mit einer geringeren Frequenz als das erste Signal im Empfangsband ausbreiten.

[0035] Der zweite Hohlleiter **9** ist zumindest abschnittsweise als zweiter Rillenhohlleiter **12** ausgebildet. Der zweite Rillenhohlleiter grenzt unmittelbar an das zweite Ende des Signalhohlleiters **2** bzw. an den Koppelabschnitt **6** bzw. ersten Rillenhohlleiter **10**. Der zweite Rillenhohlleiter **12** weist zum Inneren des Signalhohlleiters hin eine Anzahl an sich entlang eines Innenumfangs ringförmig erstreckenden Rillen **13** auf. Die Rillen des zweiten Rillenhohlleiters **12** sind lediglich beispielhaft äquidistant zueinander angeordnet. Der Abstand der Rillen **13** des zweiten Rillenhohlleiters **12** ist dabei größer als der Abstand der Rillen **11** des ersten Rillenhohlleiters **10**.

[0036] Am von dem gemeinsamen Signalhohlleiter abgewandten Ende des ersten Hohlleiters **7** und des zweiten Hohlleiters **9** sind jeweils vier symmetrisch zueinander angeordnete Sende-Hohlleiter **15** bzw. Empfangs-Hohlleiter **14** vorgesehen. Diese weisen jeweils einen rechteckigen Querschnitt auf und sind orthogonal bezüglich einer Längs- bzw. Symmetrieachse des koaxialen Diplexers **1** angeordnet.

[0037] Das gemeinsame Tor **20**, das mit einem Horn verbunden wird, wird vom TE11-Mode gespeist. Durch eine geeignete Dimensionierung der Rillen **11** wird innerhalb des Diplexers der TM11-Mode angeregt. Er überlagert sich mit dem TE11-Mode derart, dass im Sendeband (d. h. einem unteren Frequenzband) durch eine konstruktive Überlagerung der äußeren und eine destruktive Überlagerung der inneren Feldanteile die gesamte Energie in den äußeren, koaxialen Hohlleiter (d. h. den zweiten Hohlleiter **9**) fließt. Im Empfangsband (oberes Frequenzband) überlagern sich die inneren Feldanteile konstruktiv und die äußeren Feldanteile destruktiv. Dadurch fließt die gesamte Energie in den inneren koaxialen Hohlleiter, d. h. den ersten Hohlleiter **7**, in dessen Inneren der Innenleiter **8** angeordnet ist.

[0038] Durch den Innenleiter wird im Empfangsband bei Einspeisung des TM01-Modus am gemeinsamen Signalhohlleiter die Energie in den TEM-Mode des inneren koaxialen Hohlleiters, d. h. des ersten Hohlleiters **7**, überführt. Aus dem TE11-Mode und dem TM01-Mode im Empfangsband können durch Signalverarbeitung die nötigen Informationen zur Ausrichtung der Antenne gewonnen werden.

[0039] Mit dem erfindungsgemäßen Diplexer ist es möglich, durch ein geeignetes Netzwerk aus Hybridkopplern, einer Turnstile-Verzweigung das empfangene Modengemisch in einzelne Moden zu zerlegen und gegebenenfalls neu zu kombinieren. Auf diese Weise kann das empfangene Kommunikationssignal von den Tracking-Moden getrennt und ein Trackingsignal erzeugt werden, das die Information über Betrag und Richtung der Ausrichtungsabweichung enthält. Damit ist eine direkte Korrektur der Antennenausrichtung möglich.

[0040] Für die Erzeugung dual linear polarisierter Signale wird der koaxiale Diplexer im Sendeband durch eine Turnstile-Verzweigung und zwei 180°-Hybridkoppler oder durch zwei koaxiale Seitenarm-Orthomode-Übertrager (OMT) ergänzt.

[0041] Bei dual zirkularer Polarisation können im Sendeband ein Polarisator, eine Turnstile-Verzweigung und zwei 180°-Hybridkoppler oder eine Turnstile-Verzweigung, zwei 180°-Hybridkoppler und ein 90°-Hybridkoppler vorgesehen werden.

[0042] Im Empfangsband werden bei linearer Polarisation eine Turnstile-Verzweigung und drei 180°-Hybridkoppler verwendet. Bei zirkularer Polarisation kommt zusätzlich ein 90°-Hybridkoppler hinzu.

[0043] Diese Ausführungsvarianten sind nachfolgend in den **Fig. 4** bis **Fig. 6** dargestellt.

[0044] Die **Fig. 4** bis **Fig. 6** zeigen verschiedene Blockschaltbilder für die Anwendung des erfindungsgemäßen Diplexers. Mit dem Bezugszeichen **30** ist dabei jeweils ein Horn bezeichnet, das mit dem erfindungsgemäßen koaxialen Diplexer **1** gekoppelt ist. Mit Tx ist ein Sendepfad, mit Rx ist ein Empfangspfad gekennzeichnet.

[0045] Im Sendepfad der **Fig. 4** ist ein koaxialer Polarisator **41** mit dem Diplexer **1** verbunden. Weiter ist ein koaxialer Orthomode-Übertrager **42** mit dem koaxialen Polarisator **41** verbunden. Der koaxiale Orthomode-Übertrager empfängt zu sendende Nutzdaten Tx LHCP und Tx RHCP. Im Empfangspfad Rx ist mit dem koaxialen Diplexer **1** eine Turnstile-Verzweigung **43** verbunden. Diese ist mit zwei 180°-Hybridkopplern **44**, **46** gekoppelt. Ein jeweiliges Differenzsignal Δ wird einem 90°-Hybridkoppler **45** zugeführt, an welchem empfangene Nutzdaten Rx LHCP und Rx RHCP bereitgestellt werden. Die Summensignale (Σ) der 180°-Hybridkoppler werden einem weiteren 180°-Hybridkoppler **47** zugeführt, der ein Summen- und ein Differenzsignal (Σ , Δ) bildet. Das Summensignal (Σ) stellt das für die Korrektur der Antennenausrichtung notwendige Trackingsignal (Δ TP) dar.

[0046] Im Sendepfad der **Fig. 5** ist lediglich ein koaxialer Orthomode-Übertrager **42** mit dem Diplexer **1** gekoppelt. Dieser empfängt zu sendende Nutzdaten Tx HP und Tx VP. Im Empfangspfad Rx ist die Turnstile-Verzweigung **43** mit dem Diplexer **1** gekoppelt. Ausgangsseitig ist die Turnstile-Verzweigung **43** mit zwei 180°-Hybridkopplern **44**, **46** gekoppelt. Diese bilden jeweils ein Summen- und Differenzsignal (Σ , Δ). Aus den Differenzsignalen Δ können empfangene Nutzdaten Rx HP und Rx VP gewonnen werden. Die Summensignale (Σ) werden einem weiteren 180°-Hybridkoppler **47** zugeführt, wobei aus einem von diesem gebildeten Summensignal (Σ) die Trackinginformation (Δ TP) gewonnen wird.

[0047] In dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 6** ist der Empfangspfad Rx entsprechend dem in **Fig. 4** gezeigten Empfangspfad ausgebildet. Im Sendepfad Tx ist ebenfalls eine koaxiale Turnstile-Verzweigung **50** vorgesehen, welche mit dem Diplexer **1** verbunden ist. Die Turnstile-Verzweigung **50** ist mit zwei 180°-Hybridkopplern **51**, **52** gekoppelt. Ein 90°-Hybridkoppler **53**, welchem zu sendende Nutzdaten Tx LHCP und Tx RHCP zugeführt werden, ist mit Differenzeingängen (Δ) der 180°-Hybridkoppler **51**, **52** gekoppelt.

[0048] Das Empfangsnetzwerk der dargestellten Ausführungsvarianten dient gleichzeitig dazu, den TEM-Mode mit den Trackinginformationen auszukoppeln. Die eng benachbarte Auskopplung des TE₁₁-Modes im Empfangsband und des TEM-Modes, insbesondere die ähnlichen thermischen Bedingungen, führen dazu, dass die automatische Antennenausrichtung anhand der Trackinginformationen sehr genau und temperaturstabil ist.

Bezugszeichenliste

1	Diplexer
2	gemeinsamer Signalhohlleiter
3	erstes Ende des gemeinsamen Signalhohlleiters
4	zweites Ende des gemeinsamen Signalhohlleiters
5	Hohlleiteranordnung
6	Koppelabschnitt
7	erster Hohlleiter
8	Innenleiter
9	zweiter Hohlleiter
10	erster Rillenhohlleiter
11	Rillen
12	zweiter Rillenhohlleiter
13	Rillen
14	Empfangs-Hohlleiter
15	Sendehohlleiter
20	gemeinsames Tor
21	erstes Hohlleitertor
22	zweites Hohlleitertor
30	Horn

41	koaxialer Polarisator
42	koaxialer Orthomode-Übertrager
43	Turnstile
44	180°-Hybridkoppler
45	90°-Hybridkoppler
46	180°-Hybridkoppler
47	180°-Hybridkoppler
50	Turnstile-Verzweigung
51	180°-Hybridkoppler
52	90°-Hybridkoppler
53	180°-Hybridkoppler
Tx	Sendepfad
Rx	Empfangspfad
Tx LHCP	Nutzdaten eines Sendesignals
Tx RHCP	Nutzdaten eines Sendesignals
Rx LHCP	Nutzdaten eines Empfangssignals
Rx RHCP	Nutzdaten eines Empfangssignals
Tx HP	Nutzdaten eines Sendesignals
Tx VP	Nutzdaten eines Sendesignals
Rx HP	Nutzdaten eines Empfangssignals
Rx VP	Nutzdaten eines Empfangssignals

Patentansprüche

1. Diplexer für eine Reflektorantenne zur Übertragung von Mikrowellensignalen, umfassend:

- einen gemeinsamen, kreisförmigen Signalhohlleiter (**2**) zur Übertragung eines Sendesignals und eines Empfangssignals, der ein erstes Ende (**3**) und ein zweites Ende (**4**) umfasst, wobei an dem ersten Ende (**3**) ein gemeinsames Tor ausgebildet ist;
- eine Hohlleiteranordnung (**5**), die im Bereich des zweiten Endes des Signalhohlleiters (**2**) koaxial zu dem Signalhohlleiter (**2**) angeordnet ist;
- einen zylinderförmigen Koppelabschnitt (**6**), der zwischen dem ersten und dem zweiten Ende des Signalhohlleiters (**2**) angeordnet ist und die Hohlleiteranordnung mit dem gemeinsamen Signalhohlleiter verbindet;

dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlleiteranordnung (**5**) zur Ausbildung eines ersten und eines zweiten koaxialen Hohlleitertors (**21**, **22**) umfasst:

- einen ersten, kreisförmigen Hohlleiter (**7**), in dem sich im Betrieb des Diplexers (**1**) ein erstes Signal ausbreiten kann, wobei im Inneren des ersten Hohlleiters ein stiftförmiger Innenleiter (**8**) angeordnet ist, durch den im Empfangsband bei Einspeisung des TM₀₁-Modes am gemeinsamen Signalhohlleiter (**2**) die Energie in den TEM-Mode des ersten Hohlleiters (**7**) überführbar ist, und
- einen zweiten, kreisförmigen Hohlleiter (**9**), in dem sich im Betrieb des Diplexers (**1**) ein zweites Signal mit einer geringeren Frequenz als das erste Signal ausbreiten kann, wobei der zweite Hohlleiter (**9**) den ersten Hohlleiter (**7**) umgibt.

2. Diplexer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Hohlleiter (**7**) und der Innenleiter (**8**) auf einer gleichen oder unterschiedlichen Höhe enden.

3. Diplexer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Koppelabschnitt (6) als erster Rillenhohlleiter (10) ausgebildet ist, der zum Inneren des Signalhohlleiters (2) hin eine Anzahl an sich entlang eines Innenumfangs ringförmig erstreckenden Rillen (11) aufweist.

4. Diplexer nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Rillenhohlleiter (10) an das zweite Ende des Signalhohlleiters (2) grenzt.

5. Diplexer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Hohlleiter (9) zumindest abschnittsweise als zweiter Rillenhohlleiter (12) ausgebildet ist, der zum Inneren des Signalhohlleiters (2) hin eine Anzahl an sich entlang eines Innenumfangs ringförmig erstreckenden Rillen (13) aufweist.

6. Diplexer nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Rillenhohlleiter (12) an den Koppelabschnitt (6) bzw. das zweite Ende des Signalhohlleiters (2) angrenzt.

7. Diplexer nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rillen des ersten und/oder zweiten Rillenhohlleiters (10, 12) jeweils äquidistant zueinander angeordnet sind.

8. Diplexer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Hohlleiter (22) (im Sendeband) zur Erzeugung dual linear polarisierter Signale
 – mit einer Turnstile-Verzweigung und zwei 180°-Hybridkopplern, oder
 – mit zwei koaxialen Seitenarm-Orthomode-Übertragern gekoppelt ist.

9. Diplexer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Hohlleiter (22) (im Sendeband) zur Erzeugung dual zirkularer Polarisation
 – mit einem Polarisator, einer Turnstile-Verzweigung und zwei 180°-Hybridkopplern, oder
 – mit einer Turnstile-Verzweigung, zwei 180°-Hybridkopplern und einem 90°-Hybridkoppler gekoppelt ist.

10. Diplexer nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Hohlleiter (21) (im Empfangsband) zur Erzeugung linearer Polarisation mit einer Turnstile-Verzweigung und drei 180°-Hybridkopplern gekoppelt ist.

11. Diplexer nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Hohlleiter (21) (Empfangsband) zur Erzeugung zirkularer Polarisation mit einer Turnstile-Verzweigung, drei 180°-Hybridkopplern und einem 90°-Hybridkoppler gekoppelt ist.

12. Diplexer nach Anspruch einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieser ein koaxialer Diplexer ist.

13. Verfahren zum Verarbeiten eines in einen gemäß einem der vorherigen Ansprüche ausgebildeten Diplexers (1) eingespeisten Signals, bei dem
 – in das gemeinsame Tor ein TE11-Mode gespeist wird,
 – ein TM11-Mode in dem Signalhohlleiter (2) angeregt wird und sich mit dem TE11-Mode derart überlagert, dass die gesamte Energie des zweiten Signals durch eine konstruktive Überlagerung von äußeren Feldanteilen und eine destruktive Überlagerung von inneren Feldanteilen in den zweiten Hohlleiter fließt und dass die gesamte Energie des ersten Signals durch eine konstruktive Überlagerung von inneren Feldanteilen und eine destruktive Überlagerung von äußeren Feldanteilen in den ersten, inneren koaxialen Hohlleiter fließt,
 – das erste Signal bei Einspeisung des TM01-Modus am gemeinsamen Tor in den TEM-Mode des ersten Hohlleiters überführt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
 – aus dem TE11-Mode und dem TM01-Mode des ersten Signals durch Verarbeitung der Moden eine Information zur Ausrichtung der Reflektorantenne ermittelt wird.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

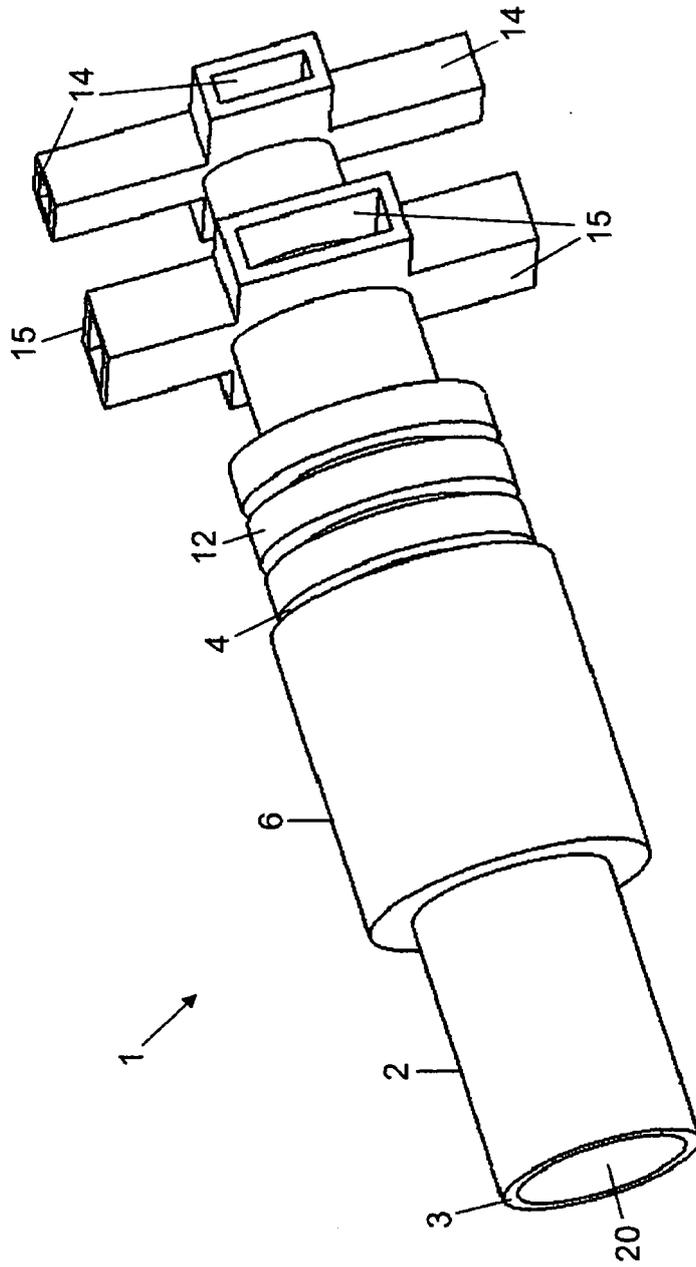


Fig. 1

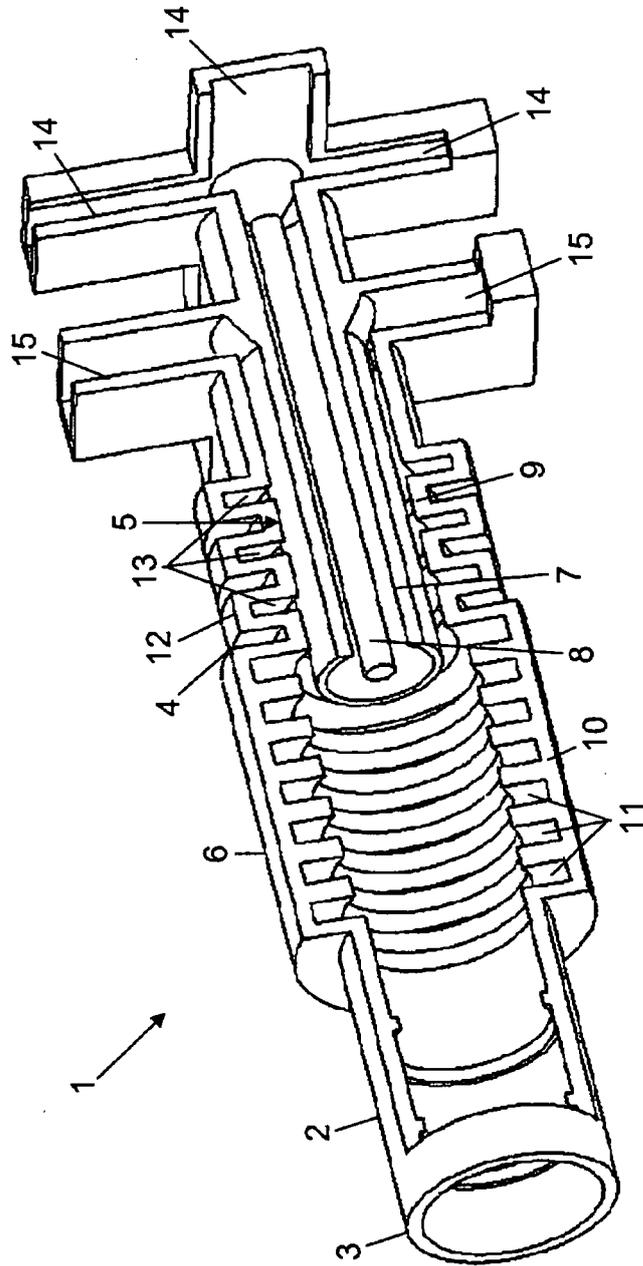


Fig. 2

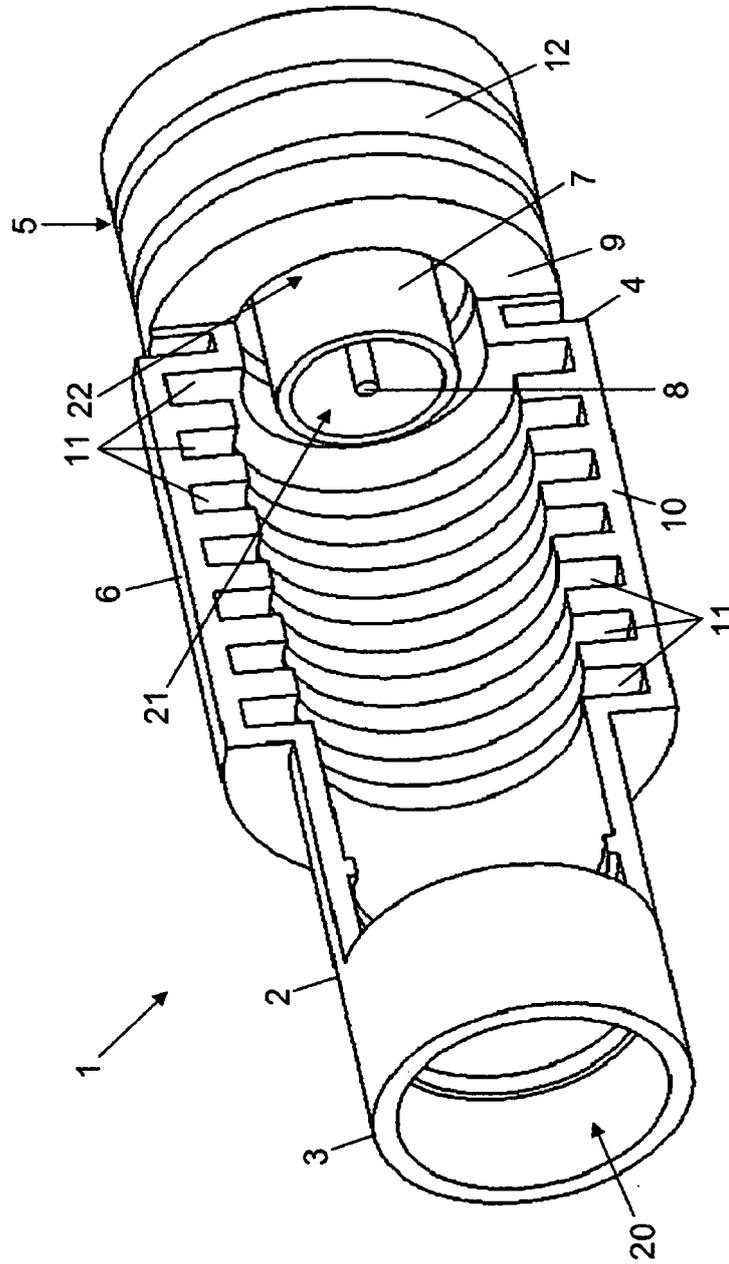


Fig. 3

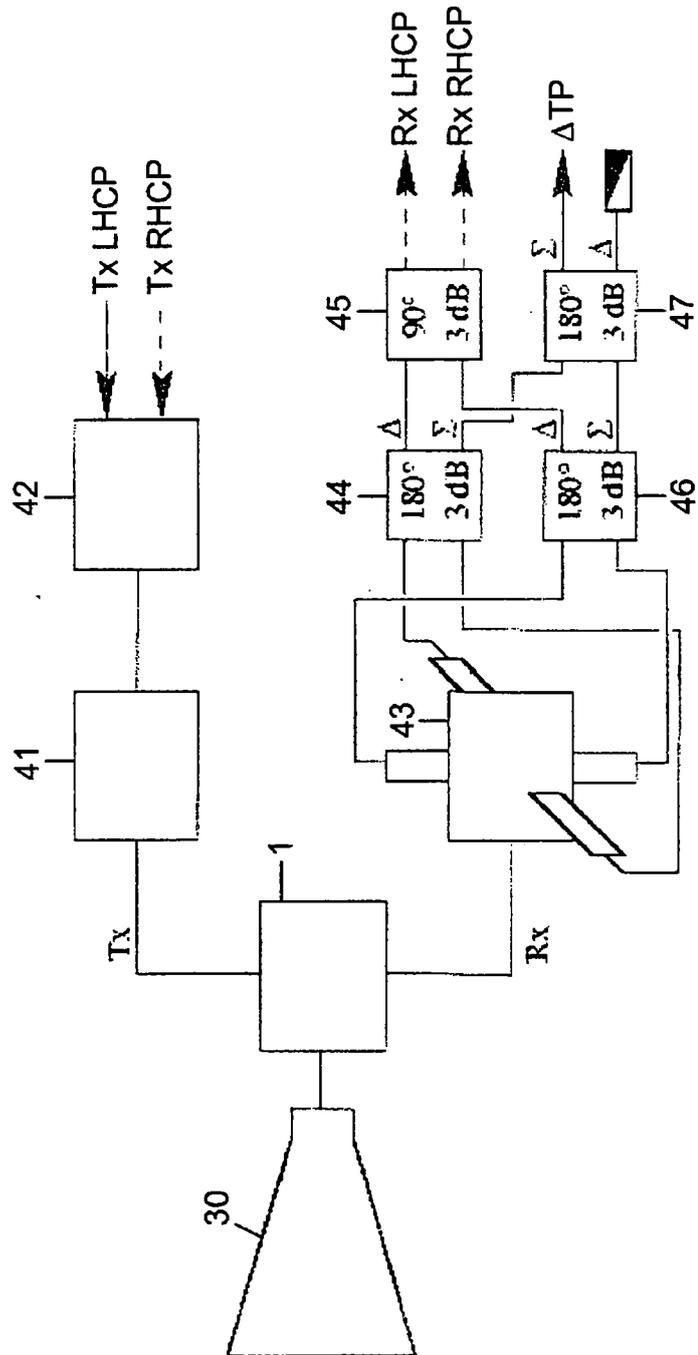


Fig. 4

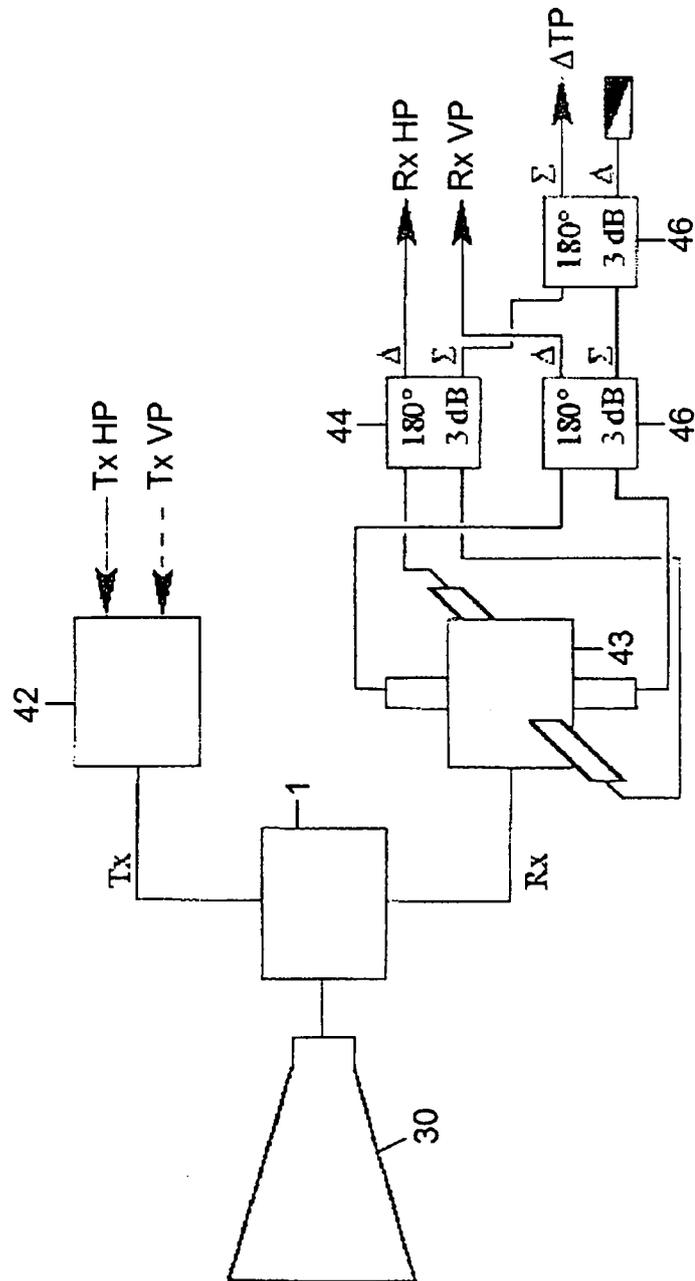


Fig. 5

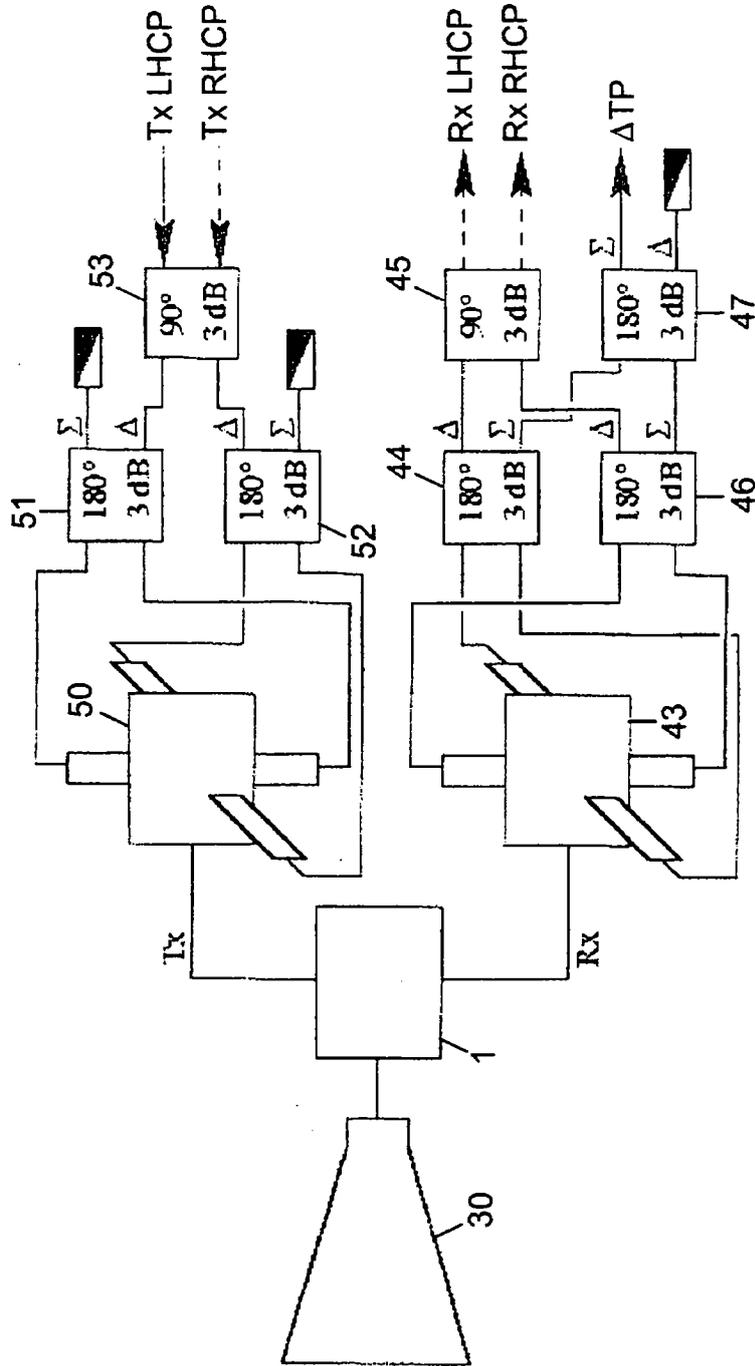


Fig. 6