

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 675 559 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
24.05.2000 Patentblatt 2000/21

(51) Int. Cl.⁷: **H01P 1/15**

(21) Anmeldenummer: **95104168.0**

(22) Anmeldetag: **22.03.1995**

(54) Umschalter für den Hochfrequenzbereich

Change-over switch for high frequency range

Commutateur pour le domaine des hautes fréquences

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB NL

(30) Priorität: **31.03.1994 DE 4411250**
02.02.1995 DE 19503300

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.10.1995 Patentblatt 1995/40

(73) Patentinhaber:
DaimlerChrysler Aerospace AG
81663 München (DE)

(72) Erfinder:
Brokmeier, Axel, Dipl.-Ing.
D-89233 Neu-Ulm (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 4 078 217 **US-A- 4 502 027**

- **GAAS IC SYMPOSIUM 1987, TECHNICAL DIGEST; PORTLAND, US, 13. Oktober 1987 - 16. Oktober 1987 Seiten 147-148, G.H. NESBIT ET AL. 'Monolithic transmit/receive switch for millimeter-wave application'**

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).

EP 0 675 559 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Umschalter für den Hochfrequenzbereich nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Ein solcher Umschalter ist bereits aus dem Artikel von G.H. Nesbit, J-C. Chen, C.P. Wen, D.W. Wong: "Monolithic Transmit/Receive Switch for Millimeter-Wave Application"; in: GaAs IC Symposium 1987, Technical Digest, Portland, USA, 13. October 1987 - 16. October 1987, Seiten 147-148, bekannt.

[0003] Solche Umschalter enthalten ein Eingangstor sowie zwei Ausgangstore und bewirken, daß ein in das Eingangstor eingekoppeltes Hochfrequenzsignal (HF-Signal) in Abhängigkeit von einem Steuersignal, alternativ auf eines der Ausgangstore geschaltet werden kann.

[0004] Solche Umschalter werden insbesondere in der Radartechnik in sogenannten T/R-Modulen verwendet und werden in diesem Anwendungsbereich auch SPDT-Schalter ("Single Pole Double Throw") genannt. Solche SPDT-Schalter sind für den Höchsthochfrequenzbereich, z. B. den Gigahertz(GHz)-Bereich ausgelegt.

[0005] Der in dem eingangs zitierten Artikel von G.H. Nesbit et. al. beschriebene Umschalter für den Hochfrequenzbereich weist ein Eingangs- und zwei Ausgangstore auf sowie ein aktives Halbleiterelement, mit dem ein am Eingangstor anliegendes Hochfrequenzsignal wahlweise auf eines der beiden Ausgangstore geschaltet werden kann. Bei diesem Umschalter ist an das Eingangstor ein Wellenleiter mit einem Eingangszweig und zwei Ausgangszweigen angeschlossen, wobei die Ausgangszweige jeweils ein durch Schaltdioden schaltbares Hochfrequenzfilter aufweisen. Die Schaltdioden sind entgegengesetzt gepolt, so daß lediglich ein DC-Biasspannung erforderlich ist, um die beiden Schaltdioden in entgegengesetzte HF-Schaltzustände, d.h. Durchlaß- oder Sperrzustand, zu schalten.

[0006] Ähnliche Umschalter sind aus US-A-4,502,027 bzw. US-A-4,078,217 bekannt.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Umschalter anzugeben, der ein möglichst verlustloses Schalten eines HF-Signales mit hoher Leistung ermöglicht, wobei eine möglichst hohe Isolation im gesperrten Zweig und zwischen den Ausgangstoren vorhanden ist und der in kostengünstiger und zuverlässiger Weise herstellbar ist.

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale. Vorteilhafte Ausgestaltungen und/oder Weiterbildungen sind den Unteransprüchen entnehmbar.

[0009] Ein erster Vorteil der Erfindung besteht darin, daß im X-Band-Bereich (ungefähr 10 GHz) ein Aufbau mit einer Leistungsverträglichkeit größer gleich 20 Watt bei einer Einfügungsdämpfung im durchgeschalteten Zweig mit kleiner gleich 1,0 dB, einer Isola-

tion im gesperrten Zweig größer gleich 30 dB, einer Isolation zwischen den Ausgangstoren größer gleich 30 dB sowie einem Stehwellenverhältnis VSWR an allen Toren kleiner gleich 2:1 möglich ist.

5 [0010] Ein zweiter Vorteil besteht darin, daß ein mechanisch kompakter sowie robuster Aufbau in hybrider Schaltungstechnologie möglich ist.

[0011] Ein dritter Vorteil besteht darin, daß die für den Schaltvorgang erforderlichen Dioden, z.B. PIN-Dioden, nicht direkt in dem HF-Signalweg liegen. Dadurch kann der nicht sperrende (durchgeschaltete) Zweig bei sehr geringer Einfügungsdämpfung eine sehr hohe Hf-Leistung, beispielsweise 25 W, führen.

10 [0012] Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung.

[0013] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf eine schematisch dargestellte Figur näher erläutert.

15 [0014] Die Figur zeigt eine exemplarische Schaltungsanordnung, die auf einem Substrat, z. B. einem Keramiksubstrat, für einen Frequenzbereich von z. B. 8 GHz herstellbar ist. Die Anordnung enthält einen an den angegebenen Frequenzbereich und die zu schaltende HF-Leistung angepaßten y-förmig verzweigten Wellenleiter, dessen Eingangszweig EZ an das Eingangstor TO angekoppelt ist und der sich an einem Verzweigungspunkt P1 in die beiden Ausgangszweige AZ1, AZ2 verzweigt. Diese führen zu Ausgangstoren T1, T2, an denen die am Eingangstor EZ eingekoppelte HF-Leistung je nach Schaltzustand alternativ ausgekoppelt werden kann. Jeder Ausgangszweig AZ1, AZ2 enthält für den angegebenen Frequenzbereich ein schaltbares Filter, z.B. ein Band- oder Tiefpaßfilter. Dieses besteht im wesentlichen aus dem Ausgangswellenleiter AZ1, bzw. AZ2, in den jeweils eine durch eine Schaltspannung UB schaltbare Diodenanordnung D1 bis D4 bzw. D1' bis D4' eingefügt ist. Dabei bestehen die Dioden D1 bis D4 sowie D1' bis D4' vorzugsweise aus PIN-Dioden für den angegebenen HF-Bereich. Es entstehen zwei Dioden-Quartette D1 bis D4 sowie D1' bis D4'. Jedes Dioden-Quartett enthält zwei Dioden-Paare D1, D4 sowie D2, D3 bzw. D1', D4' sowie D2', D3'. Bei jedem Dioden-Paar liegen die zugehörigen Dioden auf gegenüberliegenden Seiten des zugehörigen Ausgangswellenleiters. Bei jedem Dioden-Quartett sind jeweils gleichartige Anschlüsse, z.B. Anoden, mit dem zugehörigen Ausgangswellenleiter verbunden, während die jeweils andern Anschlüsse (Kathoden) auf Bezugspotential (Masse) liegen. In jedem Dioden-Quartett D1 bis D4 bzw. D1' bis D4' sind die Dioden entgegengesetzt gepolt, so daß in Abhängigkeit von der Schaltspannung UB immer ein Filter, z. B. im Ausgangszweig AZ1, in den Durchlaßbereich geschaltet werden kann, während das andere Filter, z. B. im Ausgangszweig AZ2, in den Sperrzustand geschaltet ist. Durch Änderung der Schaltspannung UB werden entgegengesetzte Schaltzustände der Filter erreicht. So sind z.B. in dem ersten Dioden-Quartett D1 bis D4 alle Kathoden

mit dem zugehörigen Ausgangszweig AZ1 verbunden, während die Anoden auf Masse liegen. Bei dem zweiten Dioden-Quartett sind die Dioden entgegengesetzt geschaltet. Dadurch wird also vorteilhafterweise lediglich eine einzige Schaltspannung UB benötigt, die ermöglicht, daß die Filter in den Ausgangszweigen immer entgegengesetzte Schaltzustände für das HF-Signal besitzen. Durch eine von dem verwendeten Frequenzbereich abhängige Wahl des Abstandes der Dioden-Paare innerhalb eines Dioden-Quartetts ist eine Art Schaltungspolarität des betreffenden Dioden-Quartetts einstellbar. So ist es beispielsweise möglich, den Abstand zwischen den zwei Dioden-Paaren so zu wählen, daß bei hochohmig geschalteten Dioden (für das HF-Signal), innerhalb eines Dioden-Quartetts, dieses durchlässig wird für das anliegende HF-Signal, das heißt, das Filter ist in den Durchlaßzustand geschaltet. Im Sperrzustand wirkt jedes Filter als Kurzschluß für das HF-Signal. Dieser Kurzschluß wird so transformiert, daß an dem Verzweigungspunkt P1 ein Leerlauf für den betreffenden Ausgangszweig entsteht. Die in den Eingangszweig EZ eingekoppelte HF-Leistung wird dann vorteilhafterweise nahezu verlustlos in den jeweils anderen Ausgangszweig zu dem entsprechenden Ausgangstor geführt. Die Schaltspannung UB, eine Gleichspannung, bewirkt einen Gleichstrom, der über Filter L, C bzw. L', C' den Schaltungspunkten P2, P2' zugeführt wird. Diese sind mit den zugehörigen Diodenquartetten über jeweils eine Leitung S bzw. S', die gleichzeitig ein das Filter bestimmender Bestandteil ist, gekoppelt. Die Schaltungspunkte P2, P2' liegen für das HF-Signal an Masse (kapazitiver Kurzschluß). Somit kann an diese Schaltungspunkte P2, P2' über eine induktive Zuleitung (L, L') die Steuerspannung für die Diodenquartette angelegt werden.

[0015] Die beschriebene Anordnung hat außerdem den Vorteil, daß durch die in den Ausgangszweigen AZ1, AZ2 vorhandenen schaltbaren Filter, die z. B. in einem sogenannten Quasi-Lumped-Element-Design ausgeführt sind, in dem HF-Signal am Eingangstor TO möglicherweise vorhandenen Harmonischen unterdrückt werden.

[0016] Bei einem Ausführungsbeispiel für den Frequenzbereich von 8 GHz bis 12 GHz ist mit der beschriebenen Anordnung bei einer zu schaltenden HF-Leistung von größer gleich 20 Watt im Dauerbetrieb eine Einfügungsdämpfung von kleiner gleich 0,6 dB erreichbar (gemessen zwischen einem nicht gesperrten Ausgangstor sowie dem Eingangstor TO). Dabei ist die HF-Isolation in dem jeweils gesperrten Ausgangszweig größer 35 dB. Die HF-Isolation zwischen den Ausgangstoren T1, T2 ist größer 35 dB. An jedem Tor T0, T1, T2 ist vorteilhafterweise ein sehr geringes Stehwellenverhältnis vorhanden, z. B. ist VSWR kleiner gleich 1,1:1.

[0017] Die Erfindung ist nicht auf das beschriebene Beispiel beschränkt, sondern sinngemäß auf weitere anwendbar. Beispielsweise ist es einem Fachmann

geläufig, bei jedem zu wählenden HF-Bereich eine daran angepaßte Wellenleiterstruktur sowie entsprechende Schaltdioden (Diodenquartette) zu wählen.

5 Patentansprüche

1. Umschalter für den Hochfrequenzbereich, bei welchem eine Wellenleiterstruktur einen Verzweigungspunkt (P1), einen zu einem Eingangstor (TO) führenden Empfangszweig (EZ) und zwei zu je einem Ausgangstor (T1, T2) führende Ausgangszweige (AZ1, AZ2) enthält und in den Ausgangszweigen schaltbare HF-Filter mit entgegengesetzt gepolten Dioden (D1 bis D4, D1' bis D4') angeordnet sind, welche durch Beaufschlagung mit einer Schaltspannung (UB) je einen der Ausgangszweige für HF-Signale sperren und den jeweils anderen Ausgangszweig freigeben, dadurch gekennzeichnet, daß die HF-Filter über je eine von zwei als Steuer-Wellenleiter ausgeführte separate Zuleitungen (S), welche für HF-Signale kapazitiv gegen Masse kurzgeschlossen und gleichzeitig Bestandteil des Filters sind, mit der Schaltspannung (UB) beaufschlagt sind.
2. Umschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Filter in einem Quasi-Lumped-Element-Design ausgeführt sind.
3. Umschalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Verzweigungspunkt (P1) die Wellenleiter der Ausgangszweige (AZ1, AZ2) gekrümmt sind und daß der Wellenleiter des Eingangszweigs (EZ) an den Scheitelpunkt der Krümmung angekoppelt ist.

Claims

1. Changeover switch for the high-frequency range, in which a waveguide structure comprises a branch point (P1), a receiving branch (EZ) leading to an input gate (TO) and two output branches (AZ1, AZ2) each leading to a respective output gate (T1, T2), and switchable HF filters with oppositely poled diodes (D1 to D4, D1' to D4') are arranged in the output branches and by loading with a switching voltage (UB) respectively block one of the output branches for HF signals and free the respective other output branch, characterised in that the HF filters are each acted on by the switching voltage (UB) by way of a respective one of two separate feeds (S), which are constructed as control waveguides and which for HF signals are capacitively short-circuited relative to ground and at the same time are component of the filter.
2. Changeover switch according to claim 1, characterised in that the filters are executed in a quasi-

lumped-element design.

3. Changeover switch according to one of the preceding claims, characterised in that the waveguides of the output branches (AZ1, AZ2) are curved at the branch point (P1) and that the waveguide of the input branch (EZ) is coupled to the crest of the curve.

Revendications

1. Commutateur pour le domaine des hautes fréquences, dans lequel une structure de guide d'ondes contient un point d'embranchement (P1), une branche de réception (EZ) aboutissant à une porte d'entrée (TO), et deux branches de sortie (AZ1,AZ2) aboutissant à des portes de sortie respectives (T1,T2) et dans lequel dans les branches de sortie sont disposés des filtres HF commutables, qui possèdent des diodes polarisées en des sens opposés (D1 à D4, D1' à D4') qui, en étant chargées par une tension de commutation (UB), bloquent respectivement l'une des deux branches de sortie pour des signaux HF et libèrent l'autre branche respective de sortie, caractérisé en ce que les filtres HF sont chargés par la tension de commutation (UB) par l'intermédiaire de l'une respective de deux lignes d'alimentation séparées (s), qui sont agencées sous la forme de guides d'ondes de commande et qui sont court-circuitées capacitivement à la masse par les signaux HF et font simultanément partie du filtre.
2. Commutateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les filtres sont réalisés selon un agencement quasiment à éléments concentrés.
3. Commutateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les guides d'ondes des branches de sortie (AZ1,AZ2) sont coudés au niveau du point d'embranchement (P1) et que le guide d'ondes de la branche d'entrée (EZ) est couplé au point sommital de la partie coudée.

45

50

55

