

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 263 240 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **18.09.91**

(51) Int. Cl.⁵: **H01P 1/39, H01P 1/387,
H01P 1/30**

(21) Anmeldenummer: **87109520.4**

(22) Anmeldetag: **02.07.87**

(54) **Verzweigungszirkulator für grosse Hochfrequenzleistungen.**

(30) Priorität: **04.10.86 DE 3633910**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.04.88 Patentblatt 88/15

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
18.09.91 Patentblatt 91/38

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 781 024 US-A- 3 246 262
US-A- 3 500 256 US-A- 3 662 291
US-A- 3 749 962 US-A- 4 605 915

**IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, PRO-
CEEDINGS INTERMAG CONF., Stuttgart,
20.-22. April 1966, Band MAG-2, Nr. 3, Sep-
tember 1966, Seiten 251-255, New York, US;
W.H. VON AULOCK: "Selection of ferrite ma-
terials for microwave device applications"**

(73) Patentinhaber: **ANT Nachrichtentechnik GmbH**
Gerberstrasse 33
W-7150 Backnang(DE)

(72) Erfinder: **Mörz, Günter, Dr.-Ing.**
Moserstrasse 19
W-7140 Ludwigsburg(DE)
Erfinder: **Weiser, Wolfgang, Dipl.-Phys.**
Hermann Schadtstrasse 10
W-7152 Aspach 1(DE)

EP 0 263 240 B1

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).

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Verzweigungszirkulator für große Hochfrequenzleistungen mit einer gekühlten Ferritstruktur, die in der Wellenleiterverzweigungszone angeordnet und dort einem statischen Magnetfeld ausgesetzt ist.

Ein derartiger Hochleistungszirkulator ist aus den Druckschriften IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-26, No. 5, May 1978 S. 364-369 und IEEE Transactions on Magnetics, Vol. MAG-17, No. 6. Nov. 1981 S. 2957-2960 bekannt. Bei den hier beschriebenen Zirkulatoren besteht die Ferritstruktur aus mehreren durch Luftspalte voneinander getrennten, senkrecht zum statischen Magnetfeld angeordneten Ferritscheiben, welche auf von einer Kühlflüssigkeit durchströmten Metallträgern angebracht sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Zirkulator der eingangs genannten Art anzugeben, der für einen Betrieb mit sehr großer Hochfrequenzleistung geeignet ist.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Zweckmäßige Ausführungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Durch die Aufteilung des Zirkulator-Ferrits in eine Vielzahl von Kugeln entsteht eine sehr ausgedehnte Kühlfläche, die es ermöglicht, große Wärmemengen abzuleiten. Deshalb kann der Zirkulator mit einer sehr hohen Leistung betrieben werden, ohne daß das Ferritmaterial durch thermische Spannungen zerstört wird.

An Hand von zwei zeichnerisch dargestellten Ausführungsbeispielen wird nun die Erfindung näher erläutert.

Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch die Verzweigungszone eines Hohlleiterzirkulators und

Figur 2 zeigt einen Querschnitt durch die Verzweigungszone eines Streifenleiterzirkulators.

Wie der in Figur 1 dargestellte Querschnitt durch die Verzweigungszone eines Hohlleiterzirkulators zeigt, sind in die zwei einander gegenüberliegenden Hohlleiterwände 1 und 2 zwei in das Innere der Verzweigungszone hineinragende Polschuhe 3 und 4 eines nicht im einzelnen dargestellten üblichen Magnetsystems eingelassen.

Zwischen den beiden Polschuhen 3 und 4 ist in der Hohlleiterverzweigung ein dielektrischer Zylinder 5 eingefügt, der in Nuten 6, 7 in den einander zugewandten Flächen der Polschuhe eingesetzt ist. Dieser dielektrische Zylinder 5 dient zur Aufnahme mehrere zu einer dichtesten Kugelpackung aufeinander geschichteter Ferritkugeln 8, so daß ein mit den beiden Polschuhen 3 und 4 in Berührung stehender zylindrischer Ferritkugelhafen entsteht.

Die Ferritkugeln 8 bilden insgesamt eine sehr große Oberfläche, womit äußerst günstige Voraussetzungen gegeben sind für die Ableitung der in den Ferritkugeln 8 vorhandenen Wärme. Mit Hilfe eines die Ferritkugeln umströmenden Kühlmittels, z. B. Gas oder einer geeigneten dielektrischen Flüssigkeit können auf einfache Weise sehr große Wärmemengen aus dem Ferritkugelhafen abgeführt werden. Zu diesem Zweck sind in den Polschuhen 3 und 4 Öffnungen 9 und 10 vorgesehen, durch die ein gasförmiges oder flüssiges Kühlmittel in den dielektrischen Zylinder 5 eindringen und nach Durchströmen des Ferritkugelhafens aus dem dielektrischen Zylinder 5 wieder entweichen kann. Damit kein Kühlmittel aus dem dielektrischen Zylinder 5 in die Hohlleiterarme des Zirkulators gelangt, ist der dielektrische Zylinder 5 mit Dichtungsringen 11 und 12 in den Nuten 6 und 7 der Polschuhe 3 und 4 abgedichtet. Die in die Hohlleiterverzweigung weisenden Öffnungen 9 und 10 in den Polschuhen 3 und 4 sind so dimensioniert, daß sie für das Hochfrequenzfeld im Zirkulator undurchlässig sind.

Der direkte Kontakt der Polschuhe 3 und 4 mit den Ferritkugeln 8 schafft einen recht kleinen magnetischen Widerstand für das sich zwischen den Polschuhen ausbreitende statische Magnetfeld. Als Folge davon kann das für die Magnetisierung des Ferritkugelhafens erforderliche Magnetfeld von einem weniger aufwendigen Magnetsystem aufgebracht werden.

In der Figur 2 ist ein Schnitt durch einen Verzweigungszirkulator in Streifenleitertechnik dargestellt.

Der Innenleiter 14 bildet zusammen mit den als Außenleiter dienenden Polschuhen 3 und 4 eine in Streifenleitungstechnik ausgeführte Wellenleiterverzweigung. Bei diesem Streifenleiter-Verzweigungszirkulator sind alle Teile, die Bauteilen des Hohlleiterzirkulators entsprechen, mit den gleichen in Figur 1 verwendeten Bezugszeichen versehen. Im Unterschied zum Hohlleiterzirkulator sind hier zwei mit Ferritkugeln gefüllte dielektrische Zylinder vorhanden, von denen der eine dielektrische Zylinder 5 mit den Ferritkugeln 8 zwischen der Oberseite des Innenleiters 14 und dem Polschuh 3 und der andere dielektrische Zylinder 5' mit den Ferritkugeln 8' zwischen der Unterseite des Innenleiters 14 und dem Polschuh 4 angeordnet ist. Damit das Kühlmittel von einem dielektrischen Zylinder 5 in den anderen 5' strömen kann, ist der Innenleiter 14 mit Löchern 16 versehen. Die dielektrischen Zylinder 5 und 5' sind gegen das Ausströmen von Kühlmittel an den Polschuhen 3 und 4 und auf dem Innenleiter 14 abgedichtet. Der Innenleiter 14 kann aus magnetisch leitendem Material bestehen, um den magnetischen Widerstand der Anordnung zwischen den Polschuhen klein zu halten.

Patentansprüche

1. Verzweigungszirkulator für große Hochfrequenzleistungen mit einer gekühlten Ferritstruktur, die in der Wellenleiterverzweigungszone angeordnet und dort einem statischen Magnetfeld ausgesetzt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Ferritstruktur aus mehreren aufeinandergeschichteten Ferritkugeln (8, 8') besteht.
2. Verzweigungszirkulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ferritkugeln (8, 8') in einer dichtesten Kugelpackung in einem dielektrischen Zylinder (5, 5') der in der Wellenleiterverzweigungszone angeordnet ist, untergebracht sind, und daß zwei einander gegenüberstehende Polschuhe (3, 4) eines das statische Magnetfeld erzeugenden Magnetsystems den zylindrischen Ferritkugelhaufen zwischen sich aufnehmen und dabei die Ferritkugeln (8, 8') berühren.
3. Verzweigungszirkulator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in den Polschuhen (3, 4) Öffnungen (9, 10) vorgesehen sind, durch die ein Kühlmittel in den dielektrischen Zylinder (5, 5') eindringen und nach Durchströmen des Ferritkugelhaufens aus dem dielektrischen Zylinder (5, 5') wieder entweichen kann.
4. Verzweigungszirkulator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Hohlleiterzirkulator die Polschuhe (3, 4) des Magnetsystems durch zwei einander gegenüberliegende Hohlleiterwände (1, 2) in das Innere der Hohlleiterverzweigungszone hineinragen und den Ferritkugelhaufen zwischen sich aufnehmen.
5. Verzweigungszirkulator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Zirkulator, dessen Wellenleiterverzweigung in Streifenleiterstechnik ausgebildet ist, auf beiden Seiten des Innenleiters (14) ein mit Ferritkugeln (8, 8') gefüllter und von einem Polschuh (3, 4) abgedeckter dielektrischer Zylinder (5, 5') angeordnet ist und daß der Innenleiter (14) und die als Außenleiter ausgebildeten Polschuhe (3,4) mit Durchgangslöchern (16,9,10) für das Kühlmittel versehen sind.

Claims

1. A junction circulator for high power, high frequency applications including a cooled ferrite structure disposed in the waveguide junction

zone where it is subjected to a static magnetic field, characterized in that the ferrite structure is composed of a plurality of stacked ferrite balls (8, 8').

2. A junction circulator according to claim 1, characterized in that the ferrite balls (8, 8') are accommodated in a very dense pack of balls in a dielectric cylinder (5, 5') disposed in the waveguide junction zone, and two opposing pole pieces (3, 4) of a magnet system generating the static magnetic field accommodate the ferrite ball heap between them and thus contact the ferrite balls (8, 8').
3. A junction circulator according to claim 1 or 2, characterized in that the pole pieces (3, 4) are provided with openings (9, 10) through which a coolant is able to penetrate into the dielectric cylinder (5, 5') and, after flowing through the heap of ferrite balls, to escape again from the dielectric cylinder (5, 5').
4. A junction circulator according to one of claims 1 to 3, characterized in that, in a waveguide circulator, the pole pieces (3, 4) of the magnet system project through two oppositely disposed waveguide walls (1, 2) into the interior of the waveguide junction zone so as to accommodate the heap of ferrite balls between them.
5. A junction circulator according to one of claims 1 to 3, characterised in that, in a circulator whose waveguide junction is configured in stripline technology, a dielectric cylinder (5, 5') filled with ferrite balls (8, 8') is disposed on both sides of the inner conductor (14) and is covered by a pole piece (3, 4), and the inner conductor (14) and the pole pieces (3, 4) configured as the outer conductors are provided with passage holes (16, 9, 10) for the coolant.

Revendications

1. Circulateur en Y pour grandes puissances à haute fréquence, avec une structure en ferrite refroidie qui est disposée dans la zone d'aiguillage du guide d'ondes et y est exposée à un champ magnétique statique, caractérisé en ce que la structure de ferrite est composée d'une pluralité de billes de ferrite (8, 8') empilées les unes sur les autres.
2. Circulateur en Y selon la revendication 1, caractérisé en ce que les billes de ferrite (8, 8') sont disposées de manière à former un empilement très compact dans un cylindre diélectrique (5, 5') placé dans la zone d'aiguillage du

guide d'ondes, et en ce que deux épanouissements polaires (3, 4) opposés l'un à l'autre appartenant à un système magnétique produisant le champ magnétique statique reçoivent entre eux l'empilement de billes de ferrite et sont pour ce faire en contact avec les billes de ferrite (8, 8').

5

3. Circulateur en Y selon la revendication 1 ou 2, caractérise en ce que les épanouissements polaires (3, 4) possèdent des ouvertures (9, 10) par lesquelles un fluide de refroidissement peut pénétrer dans le cylindre diélectrique (5, 5') et s'en échapper après avoir traversé l'empilement de billes de ferrite.

10

15

4. Circulateur en Y selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, dans le cas d'un circulateur à guide d'ondes, les épanouissements polaires (3, 4) du système magnétique pénètrent dans la zone d'aiguillage du guide d'ondes en traversant deux parois du guide d'ondes (1, 2) opposées l'une à l'autre et reçoivent entre eux l'empilement de billes de ferrite.

20

25

5. Circulateur en Y selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, dans le cas d'un aiguillage de guide d'ondes réalisé sous la forme d'une ligne à bande, on dispose de part et d'autre d'une ligne intérieure (14) un cylindre diélectrique (5, 5') rempli de billes de ferrite (8, 8') et fermé par l'un des épanouissements polaires (3, 4) et en ce que la ligne intérieure (14) et les épanouissements polaires (3, 4) servant de ligne extérieure possèdent des trous (16, 9, 10) pour le passage du fluide de refroidissement.

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

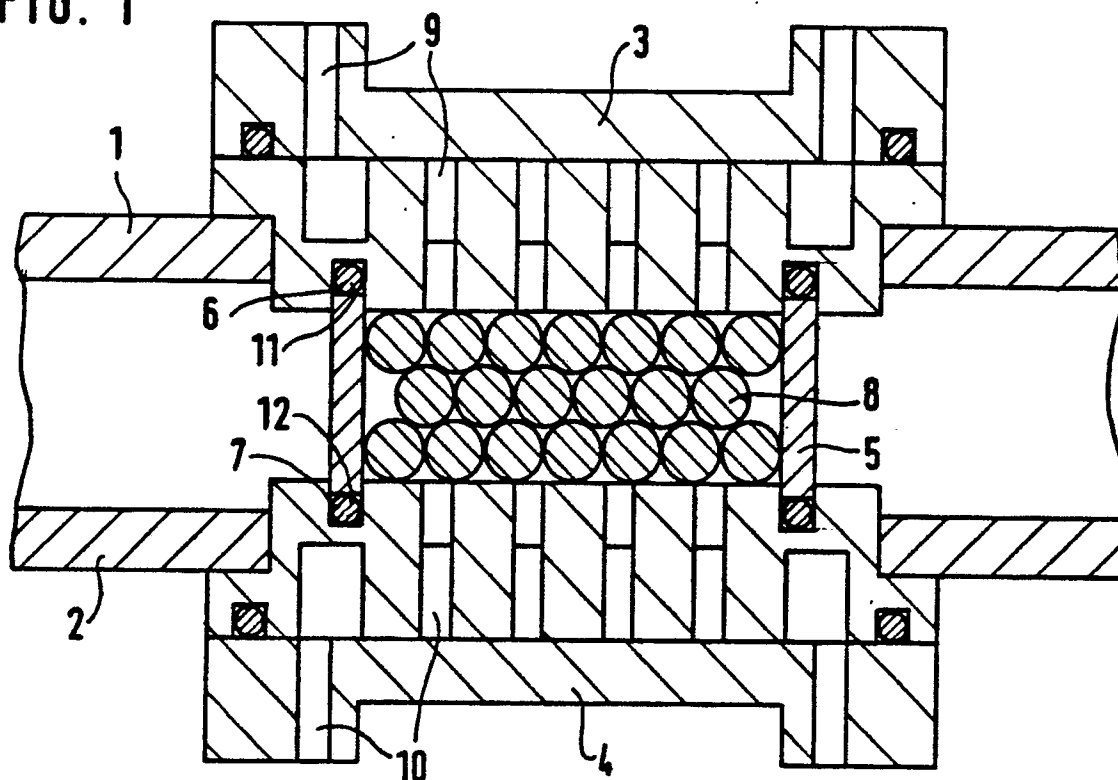


FIG. 2

