

(19)



(11)

EP 1 602 146 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
27.02.2008 Patentblatt 2008/09

(51) Int Cl.:
H01P 7/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04719356.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2004/000494

(22) Anmeldetag: **11.03.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/082066 (23.09.2004 Gazette 2004/39)

(54) **VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR TEMPERATURKOMPENSIERUNG AN
RUNDRESONATOREN**

METHOD AND DEVICE FOR COMPENSATING THE TEMPERATURE OF CIRCULAR
RESONATORS

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR COMPENSER LA TEMPERATURE DE RESONATEURS RONDS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
FR GB

(30) Priorität: **11.03.2003 DE 10310862**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.12.2005 Patentblatt 2005/49

(73) Patentinhaber: **Tesat Spacecom GmbH & Co. KG
71522 Backnang (DE)**

(72) Erfinder:
• **DAMASCHKE, Jürgen
74080 Heilbronn (DE)**

• **Görtz, Franz-Josef
71576 Burgstetten (DE)**
• **Wolk, Dieter
75122 Backnang (DE)**

(74) Vertreter: **Schuster, Müller & Partner
Patentanwälte
Wiederholdstrasse 10
70174 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 2 528 387 US-A- 3 786 379
US-A- 4 057 772 US-A- 5 027 090

EP 1 602 146 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

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Anordnung zur Temperaturkompensierung an Rundresonatoren mit Dual-Mode-Ausnutzung für beliebig daraus realisierbare Mikrowellenfilter nach der Gattung des Hauptanspruches.

[0002] Rundresonatoren, die in Betriebsumgebungen mit starken Temperaturschwankungen eingesetzt werden, sind mit den verschiedensten Mitteln zur Kompensierung der durch die Temperaturschwankungen hervorgerufenen Wärmeausdehnung ausgestattet. Ein häufig angewandtes Prinzip, diesen Wärmeausdehnungen entgegenzuwirken, besteht darin, das Volumen des Rundresonators in Abhängigkeit von der Temperatur mit Hilfe mechanischer Mittel so zu verändern, dass dessen Übertragungseigenschaften erhalten bleiben. Üblicherweise benutzt man dazu Vorrichtungen, die in den Innenraum des Rundresonators hineinragen (DE 39 35 785) und dort ihr Volumen in Abhängigkeit von der Temperatur so verändern, dass die Mittelfrequenz des Resonators konstant bleibt. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Einfluss der Resonatorstirnseiten (EP 0 939 450 A1, WO 87/03745) auszunutzen. Kompensationselemente, die mehr oder weniger in den Resonatorinnenraum eintauchen, lassen sich nur schwer einstellen und führen aufgrund der nichtlinearen Feldverzerrung zu einer nichtlinearen Frequenzkompensation.

[0003] In der EP 0 939 450 A1 ist ein Rundresonator durch eine stirnseitige Anordnung abgeschlossen, die aus zwei am Flansch des Rundresonators fest aufeinanderliegenden Platten mit unterschiedlichem thermischen Ausdehnungskoeffizienten besteht. In der WO 87/03745 ragt stirnseitig eine gewölbte dünne Kupferplatte in den Innenraum des Rundresonators hinein. Bei bestimmten Anwendungsfällen, beispielsweise wenn aufgrund besonderer Güteanforderungen sog. TE_{11n} Moden, mit $n > 1$, als Arbeitsmoden in Rundresonatoren verwendet werden, wird der Einfluss der Stirnseitenkompensation aufgrund der ungünstigen Verhältnisse zwischen Länge und Durchmesser immer geringer. Speziell bei hohen Frequenzen (Ku, Ka- oder höher) versagt diese Technik, da die nötige Verformung der stirnseitigen Blenden nicht mehr ausreichend ist.

[0004] In der US 4,057,772 wird ein bimettallischer Rechteckhohlraumresonator beschrieben, der durch eine Schraube, die in den Innenraum hinein ragt, justiert wird.

[0005] Sehr große temperaturabhängige Volumenänderungen kann eine Anordnung kompensieren, bei der der Hohlleiter in mindestens einen Rahmen eingespannt ist, dessen temperaturabhängige Ausdehnung geringer ist als die des Hohlleiters (DE 43 19 886). Dabei ist der Hohlleiter an mindestens zwei einander gegenüberliegenden Stellen seiner Wandung kraftschlüssig mit dem Rahmen verbunden. Die kraftschlüssige Verbindung

zwischen Rahmen und Hohlleiter erfolgt über Distanzstücke, die aus einer unterschiedlichen Wärmeausdehnung zwischen Rahmen und Hohlleiter resultierende Druck- und Zugkräfte auf die Hohlleiterwandung übertragen und dort elastische Verformungen hervorrufen. Den Hauptanteil der elastischen Verformung erbringen die Stirnflächen des Hohlleiters. Außerdem können Verformungskräfte über zwischen dem Rahmen und dem Mantel des Hohlleiters angeordnete Distanzscheiben auch auf den Rahmen übertragen werden bzw. unerwünschten Ausbiegungen des Rahmens entgegenwirken. Der Nachteil dieser Lösung besteht darin, dass an den Hohlleiter jeweils an zwei gegenüberliegenden Seitenwänden Rippen als Distanzstücke zu den Abstandshaltern des Rahmens angeformt sind, d.h. dass der Hohlleiter der Anordnung zur Temperaturkompensierung angepasst sein muss, was mit einem zusätzlichen Aufwand verbunden ist.

20 Die Erfindung und ihre Vorteile

[0006] Das erfindungsgemäße Anordnung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1, hat demgegenüber den Vorteil, dass die Querschnittsform des Mantels des Rundresonators so verformt wird, dass beide orthogonalen Dualmoden, hier speziell die am meisten eingesetzten Moden TE_{11n}, bei gleichzeitiger Ausdehnung des Materials eine gleichmäßige Verkürzung erfahren, wodurch eine hohe Kompensationswirkung erzielt wird. Praktisch sind mindestens zwei Stützstrukturen erforderlich, die den Rundresonator coaxial umgeben. Sie bestehen aus einem Material mit einer deutlich höheren Wärmeausdehnung als das Material des Rundresonators und sind an ganz bestimmten Stellen über Distanzstücke fest mit dem Flansch des Rundresonators verbunden. An diesen Stellen erfolgt die Übertragung der Kräfte von der sich durch den Temperatureinfluss verformenden Stützstruktur auf den Rundresonator. In den Bereichen, in denen sich keine Distanzstücke befinden, berühren die Stützstrukturen den Rundresonator also nicht, so dass sich der Flansch in diesen Bereichen ungestört verformen kann. Der Flansch führt unter den Verformungskräften der Stützstrukturen eine Kipp- und Schiebebewegung aus. Die in den Flansch eingeleiteten Kräfte werden über diesen auf den Mantel des Rundresonators übertragen, so dass er so verformt wird, dass eine Kompensation auf beide Moden gleichzeitig und gleichmäßig erfolgt. Eine weitere technische Umsetzung des Verfahrens besteht darin, die Kräfte direkt von außen in zwei senkrecht zueinander stehenden Richtungen auf den Resonatormantel einwirken zu lassen. Das kann beispielsweise durch 90° zueinander versetzte Spannelemente erfolgen, die den Resonatormantel quasi zwischen ihren Spannbacken aufnehmen.

[0007] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind zwei scheibenförmige Stützstrukturen vorgesehen, die den Rundresonator halbkreisförmig umgeben und mit dem Flansch verschraubt sind.

[0008] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung bestehen die oberen Distanzstücke aus einem Material mit einem anderen thermischen Ausdehnungskoeffizienten als die unteren Distanzstücke. Dadurch kann die Verformung des Resonantomantels weiter verbessert werden.

[0009] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung und den Ansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

[0010] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnung dargestellt und im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine räumliche Darstellung eines Zylinderresonators mit am Flansch angebrachter Stützstruktur,

Fig. 2 das Schema der Auflageflächen zwischen Flansch und Stützstruktur,

Fig. 3 eine bildliche Darstellung der Verformung stark vergrößert

[0011] Wie aus Fig. 1 zu erkennen, besteht der Zylinderresonator aus einer zylindrischen Resonatorwand 1, die beiderseits einen Flansch 2 aufweist. Hinter dem vorderen Flansch 2 befindet sich ein oberes Stützelement 3 und ein unteres Stützelement 4, die mittels Schrauben 5 mit dem Flansch 2 verbunden sind. An den Verbindungsstellen befinden sich zwischen den Stützelementen 3, 4 und dem Flansch 2 Distanzstücke 6, von denen in dieser Darstellung am vorderen und hinteren Flansch jeweils nur eines erkennbar ist. Die unteren Stützelemente 4 unterscheiden sich von den oberen Stützelementen 3 dadurch, dass sie nach ihrer halbrunden Ausnehmung einen größeren flächigen Bereich aufweisen. Dieser dient der Wärmeableitung aus dem Resonator sowie seiner Fixierung an angrenzenden Bauteilen.

[0012] Fig. 2 zeigt ein oberes Stützelement 3 und ein unteres Stützelement 4. Die schraffierten Bereiche stellen Auflageflächen 7 dar, an denen die Distanzstücke 6 zwischen dem Flansch 2 und den Stützelementen 3, 4 anliegen, über die also die Krafteinleitung in den Zylinderresonator erfolgt. Die Auflageflächen 7 sind so angeordnet, dass die Differenzausdehnung zwischen Zylinderresonator und der Stützstruktur die in Fig. 3 stark vergrößert dargestellte Verformung hervorruft. Die Verformung kann noch verbessert werden, wenn an den Auflageflächen 7 Distanzstücke 6 mit unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten verwendet werden, z.B. wenn die oberen Distanzstücke 6 aus Aluminium und die unteren aus Invar bestehen. Die in Fig. 3 dargestellte Verformung lässt erkennen, dass der Rundresonator aufgrund der Erwärmung auf eine Temperatur $T > T_0$, wobei T_0 die Ausgangstemperatur ist, die er beispiels-

weise vor seinem Einsatz besitzt, in x- und y-Richtung gleichmäßig verformt wird, wodurch eine gleichmäßige Kompensation auf beide Moden erfolgt.

[0013] Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

Bezugszahlenliste

[0014]

- 1 Resonatorwand
- 2 Flansch
- 3 Oberes Stützelement
- 4 Unteres Stützelement
- 5 Schrauben
- 6 Distanzstück
- 7 Auflageflächen

Patentansprüche

1. Anordnung zur Temperaturkompensierung an Rundresonatoren mit Dual-Mode-Ausnutzung, die aus einem Material mit einem geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten bestehen und an ihren Stirnseiten einen Flansch (2) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet** **dass** je Flansch (2) mindestens zwei in einer senkrecht zur Achse des Rundresonators liegenden Ebene den Rundresonator coaxial umgebende Stützstrukturen (3, 4) aus einem Material mit einem höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten als das Material des Rundresonators vorgesehen sind, die, ohne die Resonatorwand (1) zu berühren, über radial gleichmäßig verteilt angeordnete Distanzstücke (6) mit dem Flansch (2) des Rundresonators verbunden sind.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** zwei Stützstrukturen (3, 4) vorgesehen sind, die den Rundresonator jeweils halbkreisförmig umschließen.
3. Anordnung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Distanzstücke (6) unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten ausweisen.

Claims

1. A device for temperature compensation on circular resonators with dual-mode utilisation, which device consists of a material with a low coefficient of thermal expansion and has a flange (2) at its end faces,

characterised in that, for each flange (2), at least two supporting structures (3, 4) coaxially surrounding the circular resonator in a plane perpendicular to the axis of the circular resonator consist of a material with a coefficient of thermal expansion higher than that of the material of the circular resonator, which structures, without touching the resonator wall (1), are connected to the flange (2) of the circular resonator by means of spacers (6) which are arranged in a uniformly distributed manner.

2. The device according to Claim 1, **characterised in that** two supporting structures (3, 4) are provided which enclose the circular resonator in each case in a semicircular manner.
3. The device according to Claims 1 and 2, **characterised in that** the spacers (6) have different coefficients of expansion.

Revendications

1. Dispositif pour compenser la température de résonateurs ronds avec exploitation en mode dual, consistant dans une matière à faible coefficient de dilatation thermique, et qui sur leurs faces frontales comportent une bride (2), **caractérisé en ce que**, pour chaque bride (2) sont prévues au moins deux structures d'appui (3, 4) entourant de façon coaxiale le résonateur rond, dans le plan situé à la perpendiculaire de l'axe du résonateur rond, en une matière avec un coefficient de dilatation thermique supérieur à celui de la matière du résonateur rond, qui, sans toucher la paroi du résonateur (1), sont reliées par l'intermédiaire d'écarteurs (6) régulièrement distribués en direction radiale avec la bride (2) du résonateur rond.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, deux structures d'appui (3, 4) entourant le résonateur rond chacune en demi cercle sont prévues.
3. Dispositif selon la revendication 1 et 2, **caractérisé en ce que**, les écarteurs (6) présentent différents coefficients de dilatation.

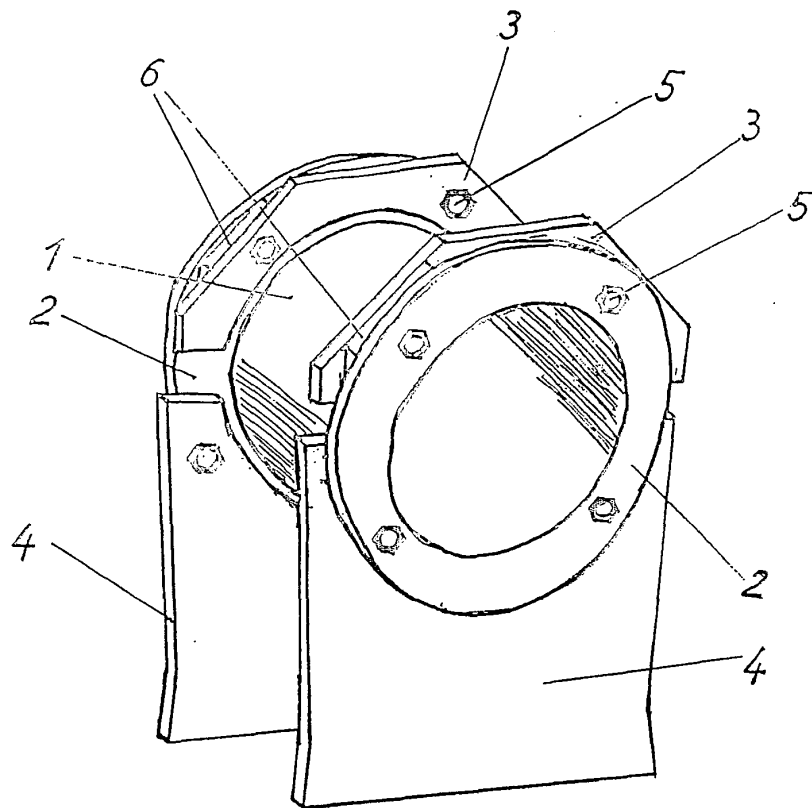


Fig. 1

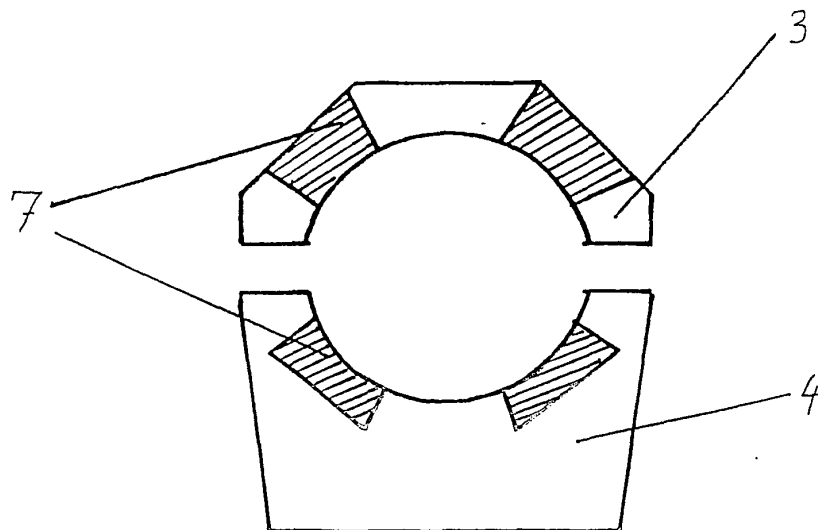


Fig. 2

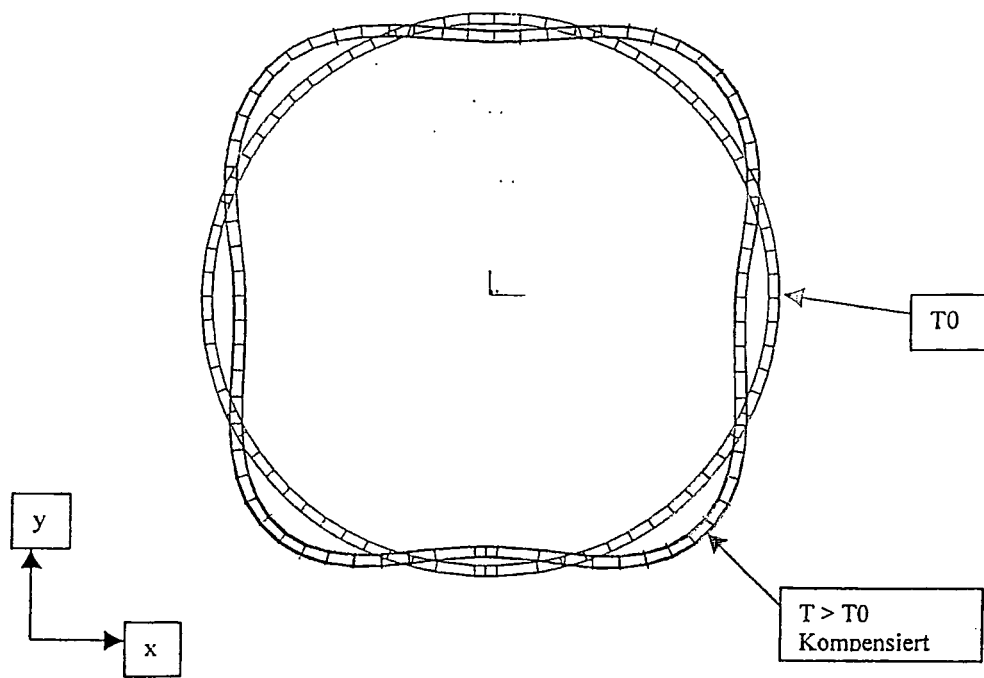


Fig. 3

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

- DE 3935785 [0002]
- EP 0939450 A1 [0002] [0003]
- WO 8703745 A [0002] [0003]
- US 4057772 A [0004]
- DE 4319886 [0005]