



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 973 227 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**19.01.2000 Patentblatt 2000/03**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **H01P 7/08**

(21) Anmeldenummer: **99105634.2**

(22) Anmeldetag: **19.03.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

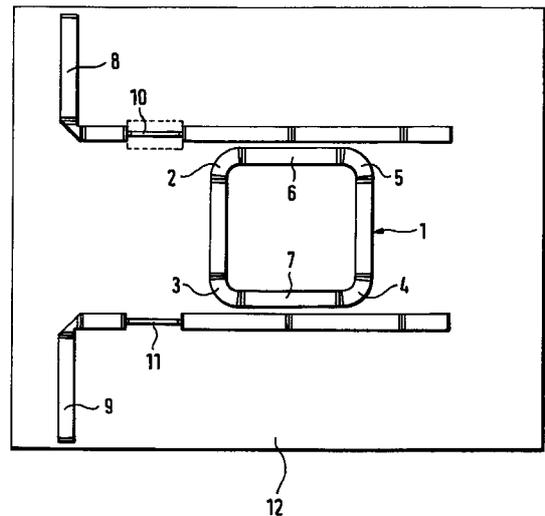
(30) Priorität: **11.07.1998 DE 19831161**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH  
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Schallner, Martin  
71642 Ludwigsburg (DE)**

(54) **Dual-Mode Ringresonator**

(57) Ein Dual-Mode Ringresonator mit hoher Resonatorgüte weist einen Leitungsring (1) in Form eines Quadrates mit abgerundeten Ecken (2, 3, 4, 5) auf. Die Länge des Leitungsrings (1) ist so dimensioniert, daß der Resonator bei einer seiner ungeradzahigen Oberwellen betrieben wird.



**EP 0 973 227 A2**

**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Dual-Mode Ringresonator, der als planarer Leitungsring auf einem Substrat angeordnet ist, an den eine Eingangs- und eine Ausgangsleitung angekoppelt sind.

**[0002]** Dual-Mode Ringresonatoren, bei denen auf einem Leitungsring zwei entartete Resonanzmoden angeregt werden, sind aus "EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF DUAL MODE MICROSTRIP RING RESONATORS", 20th European Microwave Conference 1990, Seite 901-906 und aus IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, Vol. 44, No. 5, May 1996, Seite 723-729 bekannt. Solche Dual-Mode Ringresonatoren werden zum Beispiel als Bandpaßfilter eingesetzt, die in ihrem Durchlaßbereich eine möglichst geringe Durchlaßdämpfung und in ihrem Sperrbereich eine möglichst hohe Sperrdämpfung aufweisen sollen. Dabei ist oft ein relativ kleiner Übergangsbereich zwischen dem Durchlaß- und dem Sperrbereich wünschenswert; das heißt es ist ein Bandpaßfilter zu realisieren, das zwischen Durchlaß- und Sperrbereich eine möglichst steile Filterflanke aufweist. Eine Filtercharakteristik mit steilen Flanken läßt sich mit Hilfe eines Dual-Mode Ringresonators realisieren, weil dieser Resonatortyp Sperrpole im Bereich der Filterflanken erzeugt. Die bekannten Dual-Mode Resonatoren werden üblicherweise bei ihrer Grundfrequenz betrieben. Ein solcher Grundfrequenzbetrieb liegt vor, wenn die Länge des Leitungsringes etwa der einfachen Wellenlänge der gewünschten Resonanzfrequenz entspricht. Die für den Grundfrequenzbetrieb erforderliche relativ geringe Länge des Leitungsringes hat einen kleinen Biegeradius des Leitungsringes zur Folge, wodurch es zu einer höheren Abstrahlung an elektromagnetischer Energie kommt. Außerdem ist die Belastung durch die Ankopplung der Eingangs- und Ausgangsleitung sehr hoch. Diese Eigenschaften verringern die Filtergüte sehr stark. Eine weitere Verringerung der Filtergüte kommt dadurch zustande, daß zur Kopplung zwischen den beiden Moden Inhomogenitäten am Leitungsring benötigt werden, wie aus den oben zitierten Druckschriften hervorgeht. Wegen der hohen Abstrahlung des Ringresonators hängt die Resonanzfrequenz stark vom Abstand des Ringresonators gegenüber dem Deckel eines Gehäuses, in dem die Mikrowellenschaltung mit dem Ringresonator untergebracht ist, ab. Durch Variationen des Abstandes des Gehäusedeckels gegenüber dem Ringresonator - verursacht durch thermische Ausdehnung des Gehäuses oder durch mechanische Schwingungen - ist die Resonanzfrequenz unerwünschten Änderungen unterworfen.

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Dual-Mode Ringresonator der eingangs genannten Art anzugeben, der eine möglichst hohe Resonatorgüte und damit verbunden eine geringe Dämpfung im

Durchlaßbereich aufweist.

## Vorteile der Erfindung

**[0004]** Die genannte Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 dadurch gelöst, daß der Leitungsring die Form eines Quadrates mit abgerundeten Ecken hat und daß die Länge des Leitungsringes so dimensioniert ist, daß der Resonator bei einer seiner ungeradzahigen Oberwellen betrieben wird. Dadurch kann die Länge des Leitungsringes doppelt, viermal, sechsmal,... so lang sein als wenn er bei seiner Grundwelle betrieben würde. Der Biegeradius des Leitungsringes wird insgesamt größer, und die Ankopplung der Eingangs- und Ausgangsleitung belastet den Resonator weniger, wodurch sich seine Abstrahlung deutlich vermindert. Als Folge davon nimmt seine Güte zu, und es wirkt sich der Abstand zwischen dem Ringresonator und dem Gehäusedeckel weniger stark auf die Resonanzfrequenz aus. Die größere Abmessung des Leitungsringes hat zudem den Vorteil, daß er unempfindlicher gegen Fertigungstoleranzen ist.

**[0005]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor. Danach sind die Eingangs- und die Ausgangsleitung an gegenüberliegenden, gerade verlaufenden Leitungsabschnitten des Leitungsringes angekoppelt. Durch eine induktive Ankopplung läßt sich die Lage der Pole ober- und unterhalb des Durchlaßbereiches an den Filterflanken in gewünschter Weise einstellen.

**[0006]** Die Eingangs- und die Ausgangsleitung können Leitungsverjüngungen oder -verbreiterungen aufweisen, deren Länge und Breite so dimensioniert sind, daß die Leitungen möglichst reflexionsarm an den Leitungsring angekoppelt sind.

## Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

**[0007]** Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird nachfolgend die Erfindung näher erläutert.

**[0008]** Die einzige Figur zeigt einen Dual-Mode Ringresonator, der bei einer seiner ungeradzahigen Oberwellen betrieben werden soll. Er besteht aus einem Leitungsring 1, der wegen des Oberwellenbetriebs eine doppelt, viermal, sechsmal,... so große Länge hat wie ein Ringresonator, der bei seiner Grundfrequenz betrieben wird. Der Leitungsring 1 hat eine quadratische Form, wobei seine vier Ecken 2, 3, 4 und 5 abgerundet sind. Durch diese quadratische Form mit den abgerundeten Ecken 2, 3, 4 und 5 des Leitungsringes 1 können die an sich bekannten zusätzlichen Inhomogenitäten zur Kopplung zwischen den beiden Moden auf dem Leitungsring entfallen. Der Verzicht auf Inhomogenitäten verringert die Abstrahlung des Leitungsringes und erhöht damit die Güte des Ringresonators. Aufgrund der Symmetrie des Resonators bildet sich der eine Mode entlang der geraden Seiten und der andere Mode

über die abgerundeten Ecken des Leitungsringes aus. Dadurch entstehen für die beiden Moden des Resonators zwei unterschiedliche Resonanzfrequenzen und das Filter zeigt ein zweikreisverhalten. Somit kann ein vergleichsweise ebener Durchlaßbereich des Filters erreicht werden. Durch die Gestaltung der abgerundeten Ecken 2, 3, 4 und 5 läßt sich die Bandbreite des Filters sehr einfach einstellen. Je stärker die Ecken abgerundet sind, um so geringer ist die Differenz zwischen den Resonanzfrequenzen der beiden Moden und um so kleiner ist die Bandbreite des Filters. Im Grenzfall, wenn also die quadratische Form in eine Kreisform übergeht, fallen die beiden Resonanzfrequenzen aufeinander.

**[0009]** An zwei einander gegenüberliegenden, gerade verlaufenden Leitungsabschnitten 6 und 7 des Leitungsringes 1 sind eine Eingangsleitung 8 und eine Ausgangsleitung 9 angekoppelt, die wie der Leitungsring 1 in Streifenleitungstechnik ausgeführt sind. Die Ankopplung der Eingangs- und Ausgangsleitung 8 und 9 an den Leitungsring 1 ist überwiegend induktiv. Der Grad der induktiven Ankopplung, der sich durch den Abstand der Eingangs- bzw. Ausgangsleitung 8, 9 gegenüber den Leitungsabschnitten 5 und 7 des Leitungsringes 1 bestimmt, hat einen Einfluß auf die Lage der Pole ober- und unterhalb des Durchlaßbereichs im Bereich der Filterflanken. Über die Ankopplung der Eingangs- und Ausgangsleitung 8 und 9 an den Leitungsring 1 läßt sich also auf einfache Art und Weise eine gewünschte Lage der Pole einstellen.

**[0010]** Die Eingangsleitung 8 und die Ausgangsleitung 9 sind jeweils mit einer Leitungsverjüngung 10, 11 versehen. Durch geeignete Wahl der Länge und Breite der Leitungsverjüngungen 10 und 11 läßt sich die Ankopplung der Eingangs- und Ausgangsleitung 8, 9 an den Leitungsring 1 sehr reflexionsarm gestalten. Für die Anpassung kann aber auch eine Leitungsverbreiterung erforderlich sein, wie durch die strichlierten Linien in der Zeichnung angedeutet.

**[0011]** Der Leitungsring 1 und die daran angekoppelte Eingangsleitung 8 und Ausgangsleitung 9 sind beispielsweise auf einem  $AL_2O_3$ -Keramiks substrat 12, dessen Dicke 0,381mm beträgt, aufgebracht. Sowohl der Leitungsring 1 als auch die Eingangs- und Ausgangsleitung 8 und 9 besitzen eine Leiterbreite von 0,34mm. Bei einer Resonanzfrequenz von 19 Ghz beträgt die mittlere Leitungslänge des Leitungsringes 1 ca. 10,6 mm, die Leitungsverjüngungen 10, 11 sind ca. 1,1 mm lang und ca. 0,05 mm breit, und der Koppelabstand zwischen der Eingangs- bzw. Ausgangsleitung 8, 9 und dem Leitungsring 1 beträgt ca. 0,13 mm.

### Patentansprüche

1. Dual-Mode Ringresonator, der als planarer Leitungsring auf einem Substrat angeordnet ist, an den eine Eingangs- und eine Ausgangsleitung angekoppelt sind, dadurch gekennzeichnet, daß

der Leitungsring (1) die Form eines Quadrates mit abgerundeten Ecken (2, 3, 4, 5) hat und daß die Länge des Leitungsringes (1) so dimensioniert ist, daß der Resonator bei einer seiner ungeradzahli- gen Oberwellen betrieben wird.

2. Dual-Mode Ringresonator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingangs- (8) und die Ausgangsleitung (9) an gegenüberliegenden, gerade verlaufenden Leitungsabschnitten (6, 7) des Leitungsringes (1) angekoppelt sind.

3. Dual-Mode Ringresonator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingangs- (8) und die Ausgangsleitung (9) induktiv an den Leitungsring (1) angekoppelt sind.

4. Dual-Mode Ringresonator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingangs- (8) und die Ausgangsleitung (9) Leitungsverjüngungen (10, 11) oder -verbreiterungen aufweisen, deren Länge und Breite so dimensioniert sind, daß die Leitungen (8, 9) möglichst reflexionsarm an den Leitungsring (1) angekoppelt sind.

