

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 961 340 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.07.2005 Patentblatt 2005/28

(51) Int Cl.7: **H01P 7/10**, H01P 1/203

(21) Anmeldenummer: **99102651.9**

(22) Anmeldetag: **12.02.1999**

(54) **Verfahren zum Abstimmen der Resonanzfrequenz eines dielektrischen Resonators**

Method for tuning the resonance frequency of a dielectric resonator

Procédé pour accorder la fréquence de résonance d'un résonateur diélectrique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: **27.05.1998 DE 19823656**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.12.1999 Patentblatt 1999/48

(73) Patentinhaber: **Marconi Communications GmbH**
71522 Backnang (DE)

(72) Erfinder:
• **Schallner, Martin**
71642 Ludwigsburg (DE)
• **Martin, Siegbert**
71570 Oppenweiler (DE)

(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner**
Postfach 31 02 20
80102 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 5 457 431

- **BUER K V: "A NOVEL TUNING METHOD FOR DIELECTRIC RESONATORS" MOTOROLA TECHNICAL DEVELOPMENTS**, Bd. 25, 1. Juli 1995 (1995-07-01), Seiten 122-133, XP000524368
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 95, no. 8, 29. September 1995 (1995-09-29) & JP 07 122915 A (FUJITSU LTD), 12. Mai 1995 (1995-05-12)

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 0 961 340 B1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abstimmen der Resonanzfrequenz eines dielektrischen Resonators, der auf einem Substrat neben einer als Streifenleitung ausgeführten Signalleitung angeordnet ist, wobei mit dem dielektrischen Resonator mindestens eine seine Resonanzfrequenz beeinflussende, als Streifenleitung ausgeführte, an beiden Enden leerlaufende Abstimmleitung gekoppelt wird.

[0002] Für die Schwingungserzeugung mit Hilfe eines Oszillators oder der Ausfilterung eines schmalen Frequenzbereichs wird ein auf der gewünschten Frequenz schwingender Resonator benötigt. Dabei ist, um möglichst gute elektrische Eigenschaften des Oszillators bzw. des Filters zu erreichen, eine möglichst hohe Güte des Resonators erforderlich. Eine hohe Resonatorgüte haben dielektrische Resonatoren. Ein dielektrischer Resonator besteht aus einer in der Regel runden Scheibe aus einem dielektrischen Material, der neben einer planaren Signalleitung, über die das zu filternde Signal übertragen wird, auf dem Substrat der planaren Leitung aufgeklebt ist. Solche dielektrischen Resonatoren sind z.B. aus [1] D.Kjfez, P.Guillon: Dielectric Resonators, Artech House, Dedham, MA, 1986, Seite 509 - 510 und aus [2] K.V. Buer, El-B. El-Sharawy: A Novel Technique for Tuning Dielectric Resonators, IEEE Transactions on Microwave Theory and Technique, Vol. 43, No. 1, January 1995, Seite 36 - 41 bekannt.

[0003] Ein dielektrischer Resonator hat in der Regel nach dem Einbau in eine Schaltung aufgrund von Materialschwankungen und Fertigungstoleranzen nicht die exakt gewünschte Resonanzfrequenz. Deshalb ist ein nachträgliches Abstimmen der Resonanzfrequenz des dielektrischen Resonators erforderlich. Gemäß der Druckschrift [1] erfolgt diese Abstimmung über eine im Deckel eines den dielektrischen Resonator aufnehmenden Gehäuses integrierte Abstimmerschraube, wobei mit dieser Abstimmerschraube der Abstand zwischen dem Deckel des Gehäuses und dem dielektrischen Resonator einstellbar ist. Nachteilig dabei ist, daß sowohl das Gehäuse als auch die Abstimmerschraube thermisch bedingten Ausdehnungsschwankungen unterliegen, wodurch es zu einer ungewollten Drift der Resonanzfrequenz kommt. Dieser Nachteil wird mit der Abstimmvorrichtung gemäß der Druckschrift [2] dadurch umgangen, daß auf eine Abstimmerschraube völlig verzichtet wird und statt dessen eine planare Abstimmleitung mit dem dielektrischen Resonator gekoppelt wird. Diese Abstimmleitung wirkt wie eine dem Resonator parallelgeschaltete Admittanz. Die Admittanz und damit die Resonanzfrequenz hängen von der Länge der Leitung und deren Lage relativ zum dielektrischen Resonator ab. Über die Länge der Leitung und deren Lage bezüglich des dielektrischen Resonators läßt sich also dessen Resonanzfrequenz abstimmen. Für die abzustimmende

Resonanzfrequenz muß nun die Abstimmleitung von einer ganz bestimmten Länge und mit einem ganz bestimmten Bereich der Leitung in der Nähe des dielektrischen Resonators auf dem Substrat aufgebracht werden. Falls danach die Resonanzfrequenz immer noch einen Offset aufweist, offenbart die Druckschrift [2] keine Maßnahmen, wie auch dieser Offset mit einfachen Mitteln noch beseitigen werden kann.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, nach dem mit möglichst geringem Aufwand eine sehr exakte Abstimmung der Resonanzfrequenz eines dielektrischen Resonators durchführbar ist.

15 Vorteile der Erfindung

[0005] Die genannte Aufgabe wird mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 dadurch gelöst, daß die Abstimmleitung so mit dem dielektrischen Resonator gekoppelt wird, daß sie mit einem Bereich, in dem die Leitung ein Stromminimum hat, neben dem dielektrischen Resonator verläuft und daß an einem oder beiden Enden der Abstimmleitung ein oder mehrere Leitungsstücke einer solchen Länge entfernt werden, daß die Resonanzfrequenz einen gewünschten Wert annimmt. Mit diesem Verfahren läßt sich ein sehr großer Abstimmbereich für die Resonanzfrequenz des dielektrischen Resonators realisieren.

[0006] Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens gehen aus den Unteransprüchen hervor. Danach läßt sich der Abstimmbereich weiterhin vergrößern, indem die mindestens eine Abstimmleitung zur Kopplung mit einem runden dielektrischen Resonator über eine Länge, die kleiner als die halbe Wellenlänge auf der Abstimmleitung ist, in einem Bogen um den Resonator, dessen runder Kontur folgend, geführt wird. Hiermit wird eine sehr enge Kopplung der Abstimmleitung mit dem dielektrischen Resonator erreicht, wodurch sich der Abstimmbereich für die Resonanzfrequenz erweitert.

[0007] Es ist zweckmäßig, daß mindesten eine erste Abstimmleitung für eine Grobabstimmung der Resonanzfrequenz eng mit dem dielektrischen Resonator gekoppelt wird und daß mindestens eine zweite Abstimmleitung für eine Feinabstimmung der Resonanzfrequenz in einem größeren Abstand als die erste Abstimmleitung mit dem dielektrischen Resonator gekoppelt wird. Mit einem Laser läßt sich die Leitungslänge sehr fein dosiert verändern, so daß eine sehr exakte Abstimmung der Resonanzfrequenz dadurch möglich ist. Eine andere Methode zur Änderung der Länge der Abstimmleitung besteht darin, daß an beiden Enden der Abstimmleitung mehrere kurze Leitungsstücke über Bond-Verbindungen aneinandergereiht sind und daß zur Resonanzfrequenzabstimmung die Bond-Verbindungen von ein oder mehreren Leitungsstücken unterbrochen werden.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0008] Anhand mehrerer in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele wird nachfolgend die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen dielektrischen Resonator mit einer Abstimmleitung,

Figur 2 einen dielektrischen Resonator mit zwei Abstimmleitungen,

Figur 3 einen dielektrischen Resonator mit zwei Abstimmleitungen zur GrobAbstimmung und einer Abstimmleitung zur Feinabstimmung der Resonanzfrequenz,

Figur 4 einen dielektrischen Resonator mit einer Abstimmleitung zur GrobAbstimmung und einer Abstimmleitung zur Feinabstimmung der Resonanzfrequenz und

Figur 5 die Änderung der Resonanzfrequenz in Abhängigkeit von der Länge der Abstimmleitung.

[0009] In der Figur 1 ist die Draufsicht eines dielektrischen Resonators 1 dargestellt, der mit einer Signalleitung 2 gekoppelt ist, um einen bestimmten über die Signalleitung 2 übertragenen Frequenzbereich auszufiltern. Der dielektrische Resonator 1 in Form beispielsweise einer runden Scheibe ist auf dem Substrat (in der Zeichenebene liegend) der Signalleitung 2 direkt neben dieser angeordnet. Je nach Abstand des dielektrischen Resonators 1 gegenüber der Signalleitung 2 besteht zwischen beiden eine mehr oder weniger starke Kopplung. Es wird diejenige Frequenz auf der Signalleitung 2 herausgefiltert, auf der der dielektrische Resonator 1 resoniert. Die Resonanzfrequenz des dielektrischen Resonators ist also auf diejenige Frequenz abzustimmen, welche herausgefiltert werden soll.

[0010] Zwischen dem dielektrischen Resonator und dem Substrat kann ein dielektrischer Abstandhalter eingefügt werden. Je nach Höhe des Abstandhalters, d.h. je nach Abstand des dielektrischen Resonators gegenüber dem Substrat, besteht zwischen dem dielektrischen Resonator und den auf dem Substrat verlaufenden koppelnden Leitungen eine mehr oder weniger starke Kopplung.

[0011] Um eine möglichst exakte Abstimmung der Resonanzfrequenz vornehmen zu können, ist mit dem dielektrischen Resonator 1 eine als streifenleitung ausgeführte, an beiden Enden leerlaufende Abstimmleitung 3 gekoppelt. Die Abstimmleitung 3 wird so am dielektrischen Resonator 1 vorbeigeführt, daß ein Bereich der Abstimmleitung 3, in dem die Leitung ein Stromminimum hat, dem dielektrischen Resonator 1 am nächsten liegt. Unter diesen Umständen hat die Abstimmleitung 3 nahezu keinen Einfluß auf die Resonanzfrequenz des dielektrischen Resonators 1. Wird nun die Abstimmleitung 3 an ihren Enden verkürzt, so verschiebt sich der Ort des Stromminimums und die Abstimmleitung 3 beginnt wie eine dem dielektrischen Resonator 1 parallel-

geschaltete Admittanz zu wirken, welche die Resonanzfrequenz des dielektrischen Resonators 1 verschiebt.

[0012] In dem in der Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die beiden Enden der Abstimmleitung 3 in Form von mehreren kurzen über Bond-Verbindungen aneinandergereihten Leitungsstücken 4 und 5 ausgeführt. Die Leitungsverkürzung erfolgt dadurch, daß an den Enden die Bond-Verbindungen ein oder mehrerer kurzer Leitungsstücke 4 und 5 unterbrochen werden.

[0013] Eine weniger aufwendige Verkürzung der Abstimmleitung 3 kann mit einem Laser vorgenommen werden, mit dem beliebig kurze Stücke der Leitung abgetragen werden können. Die Leitungsverkürzung mittels Laser läßt demnach eine sehr feine Abstimmung der Resonanzfrequenz zu.

[0014] In der Figur 5 ist die Abhängigkeit der Resonanzfrequenzänderung Δf von der Länge der Abstimmleitung dargestellt. Im Ausgangszustand besitzt die Abstimmleitung eine Länge von 2λ , so daß der dielektrische Resonator 1 in einem Stromminimum der Abstimmleitung 3 angekoppelt ist und die Abstimmleitung deswegen die Resonanzfrequenz nicht beeinflusst. Werden nun an beiden Enden der Abstimmleitung 3 sukzessive Leitungsstücke entfernt, so steigt die Resonanzfrequenz an bis die Abstimmleitung 3 eine Länge von $1,5\lambda$ hat. Der Figur 5 ist zu entnehmen, daß an dieser Stelle ein Resonanzpol besteht.

[0015] Wird die Abstimmleitung 3 und die Länge von $1,5\lambda$ weiter verkürzt, so fällt die Resonanzfrequenz sehr stark ab, steigt aber dann wieder an und erreicht bei der Leitungslänge λ denselben Wert wie bei der Leitungslänge 2λ . Mit dem beschriebenen verfahren eröffnet sich also ein sehr weiter Abstimmbereich.

[0016] Eine weitere Vergrößerung des Abstimmbereichs läßt sich dadurch realisieren, daß die Kopplung zwischen der Abstimmleitung 3 und dem dielektrischen Resonator 1 verstärkt wird. Das läßt sich, wie aus der Figur 1 hervorgeht, dadurch erreichen, daß die Abstimmleitung 3 über eine Länge, die kleiner als die halbe Wellenlänge auf der Abstimmleitung 3 ist, in einem Bogen um den dielektrischen Resonator 1, dessen runder Kontur folgend, geführt wird.

[0017] Reicht der mit einer Abstimmleitung 3 erreichbare Abstimmbereich der Resonanzfrequenz nicht aus, so können, wie in Figur 2 dargestellt, auch mehrere Abstimmleitungen 6 und 7 mit dem dielektrischen Resonator 1 gekoppelt werden. Jede dieser Abstimmleitungen 6, 7 deckt dabei einen Abstimmbereich der Resonanzfrequenz ab.

[0018] Beim Ausführungsbeispiel in Figur 3 sind zwei Abstimmleitungen 8 und 9 sehr eng mit dem dielektrischen Resonator 1 gekoppelt. Eine weitere Abstimmleitung 10 ist wegen ihres größeren Abstandes gegenüber dem dielektrischen Resonator 1 erheblich loser mit ihm gekoppelt. Mit den eng gekoppelten Abstimmleitungen 8 und 9 ist eine grobe Abstimmung der Resonanzfrequenz durchführbar, und mit der schwach gekoppelten

Abstimmleitung 10 kann ein Feinabgleich der Resonanzfrequenz vorgenommen werden.

[0019] Die Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem eine eng gekoppelte Abstimmleitung 11 für die Grobabstimmung und eine schwach gekoppelte Abstimmleitung 12 für die Feinabstimmung der Resonanzfrequenz hintereinander angeordnet sind, so daß die eng gekoppelte Abstimmleitung 11 zwischen der schwach gekoppelten Abstimmleitung 12 und dem dielektrischen Resonator 1 liegt.

[0020] Die Zahl, Lage und Koppelstärke der Abstimmleitungen ist nicht auf die in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abstimmen der Resonanzfrequenz eines dielektrischen Resonators, der auf einem Substrat neben einer als Streifenleitung ausgeführten Signalleitung angeordnet ist, wobei mit dem dielektrischen Resonator mindestens eine seine Resonanzfrequenz beeinflussende, als Streifenleitung ausgeführte, an beiden Enden leerlaufende Abstimmleitung gekoppelt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abstimmleitung (3, 6, ..., 12) so mit dem dielektrischen Resonator (1) gekoppelt wird, daß sie mit einem Bereich, in dem die Leitung ein Stromminimum hat, neben dem dielektrischen Resonator (1) verläuft, und daß an einem oder beiden Enden der Abstimmleitung (3, 6, ..., 12) ein oder mehrere Leitungsstücke (4, 5) einer solchen Länge entfernt werden, daß die Resonanzfrequenz einen gewünschten Wert annimmt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die mindestens eine Abstimmleitung (3, 6, ..., 12) zur Kopplung mit einem runden dielektrischen Resonator (1) über eine Länge, die kleiner als die halbe Wellenlänge auf der Abstimmleitung ist, in einem Bogen um den Resonator (1), dessen runder Kontur folgend, geführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens eine erste Abstimmleitung (8, 9, 11) für eine Grobabstimmung der Resonanzfrequenz eng mit dem dielektrischen Resonator (1) gekoppelt wird und daß mindestens eine zweite Abstimmleitung (10, 12) für eine Feinabstimmung der Resonanzfrequenz in einem größeren Abstand als die erste Abstimmleitung mit dem dielektrischen Resonator (1) gekoppelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Resonanzfrequenzabstimmung das bzw. die Leitungsstücke von der mindestens einen Abstimmleitung (3, 6, ..., 12) mittels eines Lasers entfernt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** an beiden Enden der mindestens einen Abstimmleitung (3) mehrere kurze Leitungsstücke (4, 5) über Bond-Verbindungen aneinandergereiht sind und daß zur Resonanzfrequenzabstimmung die Bond-Verbindungen von ein oder mehreren Leitungsstücken (4, 5) unterbrochen werden.

Claims

1. A method for the tuning of the resonant frequency of a dielectric resonator which is arranged on a substrate next to a signal line made as a strip line, with at least one tuning line made as a strip line and open at both ends being coupled to the dielectric resonator and influencing its resonant frequency, **characterised in that** the tuning line (3, 6, ..., 12) is coupled to the dielectric resonator (1) such that a region of it in which the line has a current minimum extends next to the dielectric resonator (1); and **in that** one or more line sections (4, 5) are removed at one or both ends of the tuning line (3, 6, ..., 12) and are of such a length that the resonant frequency adopts a desired value.
2. A method in accordance with claim 1, **characterised in that**, for the coupling to a round dielectric resonator (1), the at least one tuning line (3, 6, ..., 12) is guided in an arc around the resonator (1), following its round contour, over a length which is smaller than half the wavelength on the tuning line.
3. A method in accordance with claim 1 or claim 2, **characterised in that** at least one first tuning line (8, 9, 11) is tightly coupled to the dielectric resonator (1) for a coarse tuning of the resonant frequency; and **in that** at least one second tuning line (10, 12) is coupled to the dielectric resonator (1) at a larger spacing than the first tuning line for a fine tuning of the resonant frequency.
4. A method in accordance with claim 1, **characterised in that** the line section or line sections is/are removed from the at least one tuning line (3, 6, ..., 12) by means of a laser for the resonant frequency tuning.
5. A method in accordance with claim 1, **characterised in that** a plurality of short line sections (4, 5) are arranged in series next to one another via bond connections at both ends of the at least one tuning line (3); and **in that** the bond connections are interrupted by one or more line sections (4, 5) for the resonant frequency tuning.

Revendications

1. Procédé pour accorder la fréquence de résonance d'un résonateur diélectrique qui est agencé sur un substrat à côté d'une ligne à signaux réalisée sous la forme d'une ligne en ruban, dans lequel au moins une ligne d'accord, réalisée sous la forme de ligne en ruban et se terminant dans le vide aux deux extrémités, est couplée au résonateur diélectrique et influence sa fréquence de résonance, **caractérisé en ce que** la ligne d'accord (3, 6, ..., 12) est couplée au résonateur diélectrique (1) de telle façon que, dans une zone dans laquelle la ligne présente un minimum de courant, elle s'étend à côté du résonateur diélectrique (1), et **en ce qu'**à une extrémité ou aux deux extrémités de la ligne d'accord (3, 6, ..., 12) on enlève un ou plusieurs morceaux de ligne (4, 5) d'une longueur telle que la fréquence de résonance prend une valeur désirée.

5
10
15
20
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite au moins une ligne d'accord (3, 6, ..., 12), pour le couplage avec un résonateur diélectrique (1) rond, est menée sous forme d'un arc autour du résonateur (1), en suivant son contour arrondi, sur une longueur qui est inférieure à la moitié de la longueur d'onde sur la ligne d'accord.

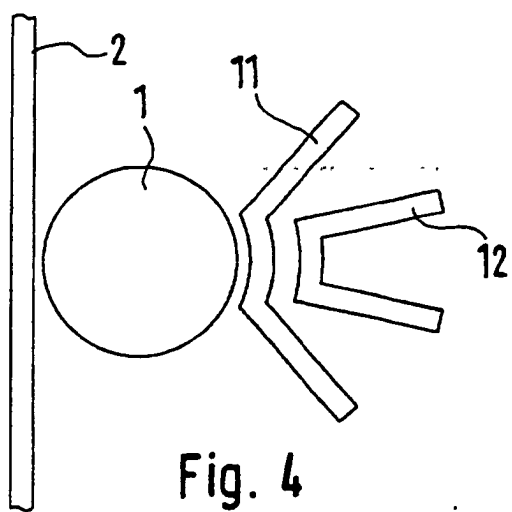
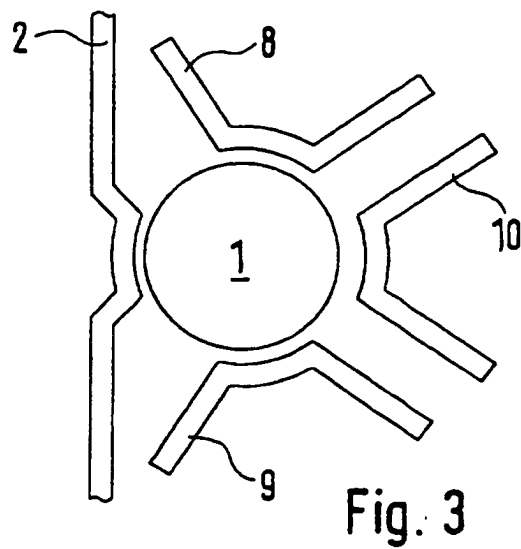
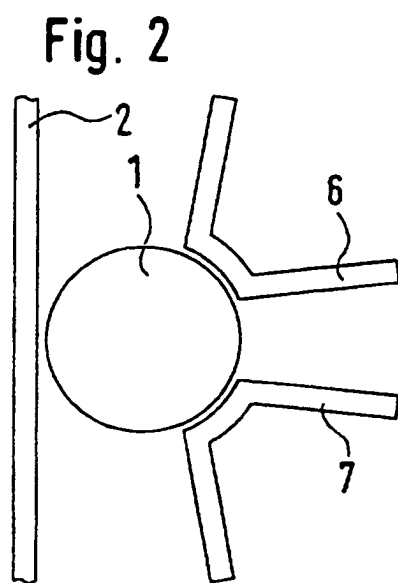
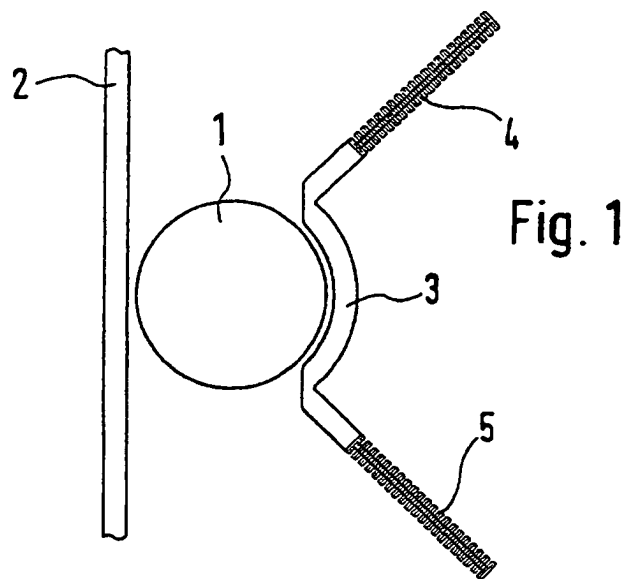
25
3. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce qu'**au moins une première ligne d'accord (8, 9, 11) pour un accord grossier de la fréquence de résonance est couplée de façon étroite avec le résonateur diélectrique (1), et **en ce qu'**au moins une seconde ligne d'accord (10, 12) pour un accord fin de la fréquence de résonance est couplée au résonateur diélectrique (1) à une distance supérieure à la première ligne d'accord.

30
35
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour l'accord de la fréquence de résonance, le ou les morceaux de ligne de ladite au moins une ligne d'accord (3, 6, ..., 12) est(sont) enlevé(s) au moyen d'un laser.

40
5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**aux deux extrémités de ladite au moins une ligne d'accord (3) plusieurs morceaux de ligne courts (4, 5) sont disposés en rangée les uns par rapport aux autres au moyen de liaisons de bonding, et **en ce que** pour l'accord de la fréquence de résonance, les liaisons de bonding d'un ou plusieurs morceaux de ligne (4, 5) sont rompues.

45
50

55



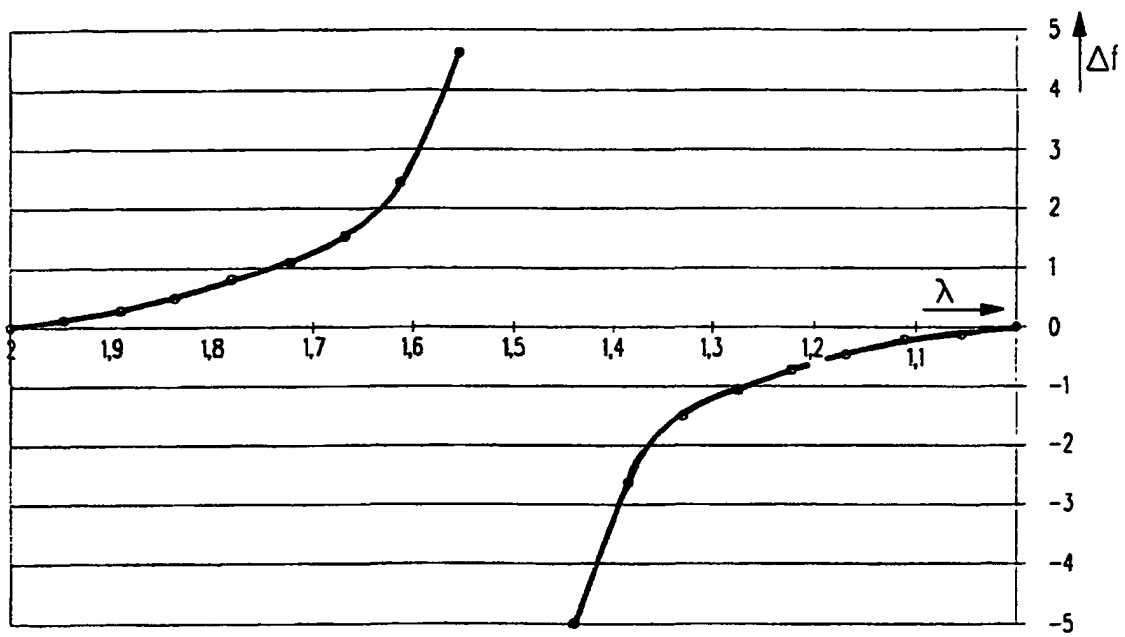


Fig. 5