



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 074 058 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
20.10.2004 Patentblatt 2004/43

(21) Anmeldenummer: **99910137.1**

(22) Anmeldetag: **12.02.1999**

(51) Int Cl.7: **H01P 1/205**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE1999/000405

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 1999/048166 (23.09.1999 Gazette 1999/38)

(54) **MIKROWELLEN-KERAMIKFILTER MIT VERBESSERTER FLANKENSTEILHEIT**

MICROWAVE CERAMIC FILTER WITH AN IMPROVED EDGE STEEPNESS

FILTRE CERAMIQUE HYPERFREQUENCE PRESENTANT UNE PENTE DE SIGNAL AMELIOREE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **18.03.1998 DE 19811861**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.02.2001 Patentblatt 2001/06

(73) Patentinhaber: **EPCOS AG
81669 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **BLOCK, Christian
A-8510 Stainz (AT)**

• **REICHEL, Bernhard
A-8530 Deutschlandsberg (AT)**

(74) Vertreter: **Epping, Hermann, Fischer
Patentanwalts-gesellschaft mbH
Ridlerstrasse 55
80339 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 809 315 WO-A-93/24968
US-A- 5 327 108**

EP 1 074 058 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

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Mikrowellen-Keramikkfilter mit verbesserter Flankensteilheit, das mindestens zwei Resonatoren in einem einstückigen Keramikkörper und den Resonatoren zugeordnete Ankopplungsstrukturen zum kapazitiven Ankoppeln des Keramikfilters an eine externe Hochfrequenz-Schaltung aufweist.

[0002] Ein solches Mikrowellenkeramik-Filter mit Resonatorbohrungen und dazwischen angeordneten Kopplungsbohrungen ist aus der Druckschrift EP 0809315 A1 bekannt. Die Kopplungsbohrungen dienen hier zu einer besseren Kopplung der Resonatoren. Mit den Kopplungsbohrungen gelingt es insbesondere, den magnetischen Anteil des Kopplungsfeldes der nebeneinander angeordneten Resonatoren zu erhöhen.

[0003] In der DE 197 41 147 A1 ist ein Mikrowellen-Keramikkfilter beschrieben, das aus einem Keramikkörper besteht, in welchem zwei zueinander parallele Innenleiterbohrungen mit rundem Querschnitt als Resonatoren ausgebildet sind. Der Keramikkörper selbst besteht aus zwei miteinander verpreßten und gesinterten Preßlingen, so daß er insoweit als einstückig anzusehen ist, obwohl die beiden Preßlinge unterschiedliche Dielektrika bilden. Der Keramikkörper weist noch Ankopplungsstrukturen auf, die durch galvanische Auftrennung der sonst ganzflächig auf dem Keramikkörper aufgetragenen Metallisierung gebildet sind. Dieses Auftrennen kann mechanisch, ätztechnisch oder photolacktechnisch vorgenommen werden.

[0004] Weiterhin beschreibt die DE 197 41 177 A1 ein Mikrowellen-Keramikkfilter, das aus einem einheitlichen Keramikkörper mit auf dessen Oberfläche ausgebildeten Ankopplungsstrukturen und zwei Innenleiterbohrungen mit kreisförmigem Querschnitt als Resonatoren gebildet ist, wobei diese beiden Innenleiterbohrungen Abstufungen aufweisen, die zur Versteilerung der Flanken der Durchlaßcharakteristik des Mikrowellen-Keramikkfilters dienen. Auch der Keramikkörper dieses Mikrowellen-Keramikkfilters ist einschließlich der Innenflächen der Innenleiterbohrungen allseitig metallisiert, wobei die Ankopplungsstrukturen von dieser Metallisierung galvanisch getrennt sind.

[0005] Derartige Mikrowellen-Keramikkfilter werden bevorzugt als Mobilfunkfilter in Mobilfunktelefonen ("Handy") eingesetzt.

[0006] Mobilfunkgeräte und speziell Mobilfunktelefone sollen eine möglichst hohe Ausgangsleistung haben. Damit nun eine maximale Ausgangsleistung gewährleistet werden kann, sollten in Mobilfunkgeräten einerseits Sendefilter sich durch eine möglichst geringe Einfügungsdämpfung auszeichnen, und andererseits sollte das Senderaussehen in einem Empfangsband durch hohe Selektion der Sendefilter minimiert werden. Insgesamt ist also ein Sendefilter gefragt, das bei geringer Einfügungsdämpfung eine hohe Selektion hat.

[0007] Nun besteht bei Mikrowellen-Keramikkfiltern

ein grundsätzlicher Zusammenhang zwischen Einfügungsdämpfung bzw. Güte des Filters und dem Volumen des Keramikkörpers des Filters: je größer der Keramikkörper aus hochdielektrischer Keramik ist, desto niedriger ist die Einfügungsdämpfung, da die Güte der im Keramikkörper verkoppelten Leitungsresonatoren proportional zum Volumen des Keramikkörpers ist. Dies bedeutet, daß eine Verringerung der Einfügungsdämpfung nur über eine Vergrößerung des Volumens des Keramikkörpers zu erzielen ist. Dem steht jedoch die Forderung entgegen, daß die Mikrowellen-Keramikkfilter für Mobilfunkzwecke möglichst klein gestaltet werden sollten, um die Größe eines Mobilfunktelefons ebenfalls so gering als möglich gestalten zu können. Anzumerken ist, daß die Selektion nur durch Erhöhung der Polzahl oder durch aufwendige Verkopplung der Resonatoren der Mikrowellen-Keramikkfilter mit Spulen und Kondensatoren zu einer Bandsperre erreicht werden kann.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Mikrowellen-Keramikkfilter mit verbesserter Flankensteilheit zu schaffen, das sich durch eine niedrige Einfügungsdämpfung an der Bandkante und damit durch eine entsprechend hohe Flankensteilheit auszeichnet.

[0009] Diese Aufgabe wird bei einem Mikrowellen-Keramikkfilter der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch wenigstens einen Gegenschwinger gelöst, der im Keramikkörper etwa parallel zu den Resonatoren geführt ist und zwischen der Schnittebene und der dazu parallelen Außenseite des Keramikkörpers zur Außenseite des Keramikkörpers hin versetzt angeordnet ist.

[0010] Die Mittelachse des Gegenschwingers liegt im wesentlichen parallel zu den Resonator-Mittelachsen.

[0011] Die Mittelachsen der Resonatoren liegen in einer Schnittebene, welche im Keramikkörper im wesentlichen mittig angeordnet ist. Der Abstand zwischen dem Gegenschwinger und den Ankopplungsstrukturen ist größer als der Abstand zwischen den Ankopplungsstrukturen und den Resonatoren eingestellt, wobei der Gegenschwinger nur schwach anregbar ist.

[0012] Gegebenenfalls können auch zwei oder mehr Gegenschwinger vorgesehen werden, wobei in bevorzugter Weise jedem Resonator ein Gegenschwinger zugeordnet ist. Die Resonatoren selbst können einen rechteckförmigen Querschnitt aufweisen, da sich mit einem solchen die unbelastete Güte und damit die Einfügungsdämpfung des Mikrowellen-Keramikkfilters weiter verbessern lassen.

[0013] Der Keramikkörper ist bis auf seine erhabene Stirnfläche komplett metallisiert, wobei die Ankopplungsstrukturen in üblicher Weise von dieser Metallisierung getrennt sind.

[0014] Die beiden Resonatoren, die, wie erläutert, bevorzugt einen rechteckigen Querschnitt haben, werden über die Ankopplungsstrukturen kapazitiv angeregt. Die Anregung der Gegenschwinger erfolgt dabei nur schwach, um zu bewirken, daß die Einfügungsdämpfung der Frequenz, bei der sich in der Kennlinie der "Ge-

gegennotch" ausgebildet, möglichst hoch selektiv ist. Gleichzeitig ist dann nämlich die Einfügungsdämpfung an der Bandkante gering, so daß die Flankensteilheit entsprechend hoch ist.

[0015] Durch die Verwendung eines zweiten Gegenschwingers läßt sich die Flankensteilheit und Selektion weiter erhöhen, wenn der "Gegennotch" bei beiden Resonatoren etwa gleich gewählt wird. Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Gegenschwinger so vorzusehen, daß beide Filterflanken des Mikrowellen-Keramikfilters versteilert werden.

[0016] Grundsätzlich ist es auch möglich, mehr als zwei Resonatoren zu verwenden, obwohl dann die Einfügungsdämpfung leicht ansteigt. Durch den Einsatz entsprechender Gegenschwinger kann aber auch hier eine weitere Verbesserung der Flankensteilheit erreicht werden.

[0017] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1. eine perspektivische Darstellung eines Mikrowellen-Keramikfilters gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2. einen Schnitt A-A durch das Mikrowellen-Keramikfilter von Fig. 1,

Fig. 3. eine perspektivische Darstellung eines Mikrowellen-Keramikfilters gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 4. den frequenzabhängigen Dämpfungsverlauf bei einem Mikrowellen-Keramikfilter mit und ohne Gegenschwinger,

Fig. 5. den frequenzabhängigen Dämpfungsverlauf bei einem erfindungsgemäßen Mikrowellen-Keramikfilter, bei dem zwei Gegenschwinger verwendet werden, wobei der Gegennotch für beide Resonatoren etwa gleich gewählt ist, und

Fig. 6. den frequenzabhängigen Dämpfungsverlauf bei einem Mikrowellen-Keramikfilter gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem durch Verwendung von zwei Gegenschwinger beide Filterflanken versteilert sind.

[0018] Fig. 1 zeigt ein Mikrowellen-Keramikfilter gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Dieses Mikrowellen-Keramikfilter weist einen Keramikkörper 1 auf, in welchem Resonatoren 2, 3 vorgesehen sind, die für die Verbesserung der unbelasteten Güte und somit der Einfügungsdämpfung einen rechteckförmigen Querschnitt haben und außerdem Abstufungen 4 aufweisen, welche die Flanken der

Durchlaßcharakteristik des Mikrowellen-Keramikfilters versteilern. Der Keramikkörper 1 ist mit Ausnahme seiner Stirnseite 5 vollkommen metallisiert, was auch für die die Resonatoren 2, 3 bildenden Innenbohrungen gilt.

Ankopplungsstrukturen 6, 7 und Ground- bzw. Massebereiche 8, 9 sind dabei allerdings von der sonst mit Ausnahme der erhabenen Stirnfläche 5 den Keramikkörper umhüllenden Metallisierung getrennt, was, worauf bereits eingangs hingewiesen wurde, durch galvanisches Auftrennen, beispielsweise mechanisch, ätztechnisch oder photolacktechnisch geschehen kann.

[0019] Erfindungsgemäß ist ein Gegenschwinger 10 vorgesehen, der einen kreisrunden Querschnitt hat.

[0020] Die beiden Resonatoren 2, 3 werden durch die Ankopplungsstrukturen 6, 7 kapazitiv angeregt. Die Anregung des Gegenschwingers 10 erfolgt dabei nur schwach, um zu bewirken, daß die Einfügungsdämpfung der Frequenz, bei der sich ein entsprechender Gegennotch ausgebildet, möglichst hoch selektiv ist. Gleichzeitig ist dann nämlich die Einfügungsdämpfung an der Bandkante gering, so daß die Flankensteilheit entsprechend hoch ist.

[0021] Der Verlauf der Einfügungsdämpfung D in Abhängigkeit von der Frequenz f ist für das Mikrowellen-Keramikfilter der Fig. 1 und 2 schematisch in Fig. 4 dargestellt. Eine Kurve 11 zeigt die Charakteristik eines Mikrowellen-Keramikfilters ohne Gegenschwinger 10, während eine Kurve 12 die Charakteristik des erfindungsgemäßen Mikrowellen-Keramikfilters mit dem Gegenschwinger 10 angibt. Deutlich ist zu erkennen, daß bei höheren Frequenzen eine größere Steilheit der Charakteristik und damit eine bessere Selektion vorliegt. Auch ist die Einfügungsdämpfung an der Bandkante insgesamt geringer als bei einem Mikrowellen-Keramikfilter ohne Gegenschwinger 10.

[0022] Fig. 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Mikrowellen-Keramikfilters, wobei hier zusätzlich zu dem Gegenschwinger 10 des ersten Ausführungsbeispiels von Fig. 1 noch ein zweiter Gegenschwinger 13 vorgesehen ist. Durch diesen zweiten Gegenschwinger 13 läßt sich die Flankensteilheit und Selektion weiter erhöhen, wenn der Gegennotch 14 bzw. 15 (vgl. Fig. 5) der beiden Resonatoren 2, 3 in etwa gleich gewählt wird, was durch entsprechende Anordnung und Gestaltung der Gegenschwinger 10, 13 erreicht wird. Ebenso bietet sich aber auch die Möglichkeit, durch entsprechende Gestaltung und Anordnung der Gegenschwinger 10, 13 den Gegennotch 16 bzw. 17 so zu wählen, daß beide Filterflanken versteilert werden, wie dies in Fig. 6 gezeigt ist.

[0023] Gegebenenfalls können auch mehr als zwei Resonatoren 2, 3 vorgesehen werden. Es ergibt sich dann zwar eine leichte Steigerung der Einfügungsdämpfung, die aber durch Verwendung entsprechender Gegenschwinger kompensiert wird, so daß insgesamt eine weitere Verbesserung der Flankensteilheit zu erreichen ist.

[0024] Typische Abmessungen für die Resonatoren

2, 3 sind etwa Seitenlängen von 1, 2 mm, wobei ein quadratischer Querschnitt angenommen wird, 8,16 mm für die Länge des quaderförmigen Keramikkörpers 1, 4,5 mm für dessen Tiefe und 4,76 mm für dessen Höhe. Die Abstufungen 4 können in einer Tiefe von etwa 0,8 mm von der Stirnseite 5 aus angeordnet sein. Der Durchmesser der Gegenschwinger 10 und 13 mit kreisförmigem Querschnitt beträgt etwa 0,9 mm.

[0025] Selbstverständlich sind aber auch jederzeit auch andere Abmessungen möglich und geeignet, was vom jeweiligen Verwendungszweck des Mikrowellen-Keramikfilters abhängig ist.

[0026] Für den Keramikkörper 1 selbst können übliche Keramikmaterialien verwendet werden. Auch ist es möglich, den Keramikkörper 1 aus beispielsweise zwei Teilen insgesamt einstückig zu gestalten.

Patentansprüche

1. Mikrowellen-Keramikfilter mit verbesserter Flankensteilheit, das mindestens zwei Resonatoren (2, 3) in einem einstückigen Keramikkörper (1) und den Resonatoren (2, 3) zugeordnete Ankopplungsstrukturen (6, 7) zum kapazitiven Ankoppeln des Keramikfilters an eine externe HF-Schaltung aufweist,

wobei die Mittelachsen der Resonatoren (2, 3) in einer Schnittebene liegen, die im Keramikkörper (1) im wesentlichen mittig angeordnet ist, wobei im Keramikkörper (1) wenigstens ein Gegenschwinger (10, 13) angeordnet ist, wobei die Mittelachse des Gegenschwingers im wesentlichen parallel zu den Resonator-Mittelachsen liegt,

wobei der Abstand zwischen dem Gegenschwinger und den Ankopplungsstrukturen (6, 7) größer als der Abstand zwischen den Ankopplungsstrukturen (6, 7) und den Resonatoren (2, 3) eingestellt ist, wobei der Gegenschwinger nur schwach anregbar ist,

gekennzeichnet dadurch, daß

der Gegenschwinger (10, 13) zwischen der Schnittebene und der dazu parallelen Außenseite des Keramikkörpers (1) zur Außenseite des Keramikkörpers hin versetzt angeordnet ist.

2. Mikrowellen-Keramikfilter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei einem Keramikkörper (1) mit zwei Resonatoren (2, 3) zwei Gegenschwinger (10, 13) vorgesehen sind.
3. Mikrowellen-Keramikfilter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Keramikkörper (1) bis auf seine Stirnseite (5) metallisiert ist.

4. Mikrowellen-Keramikfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Resonatoren (2, 3) einen rechteckigen, insbesondere quadratischen Querschnitt haben.

5. Mikrowellen-Keramikfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gegenschwinger (10, 13) einen kreisförmigen Querschnitt haben.

6. Mikrowellen-Keramikfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gegenschwinger (10, 13) so angeordnet ist, daß der Gegennotch bei zwei Resonatoren (2, 3) etwa gleich gewählt ist oder beide Filterflanken versteilert sind.

7. Mikrowellen-Keramikfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem der Gegenschwinger in einem Eck des Keramikkörpers angeordnet ist.

8. Mikrowellen-Keramikfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem der Durchmesser des Gegenschwingers kleiner als die Ausdehnung der Resonatoren quer zur Resonator-Mittelachse ist.

Claims

1. Ceramic microwave filter having improved edge steepness, which has at least two resonators (2, 3) in a one-piece ceramic body (1) and coupling structures (6, 7) assigned to the resonators (2, 3), for capacitive coupling of the ceramic filter to an external RF circuit, the centre axes of the resonators (2, 3) lying in a sectional plane which is arranged essentially centrally in the ceramic body (1), at least one counter-oscillator (10, 13) being arranged in the ceramic body (1), the centre axis of the counter-oscillator lying essentially parallel to the resonator centre axes, the distance between the counter-oscillator and the coupling structures (6, 7) being set to be greater than the distance between the coupling structures (6, 7) and the resonators (2, 3), it being possible for the counter-oscillator to be only weakly excited, **characterized in that** the counter-oscillator (10, 13) is arranged between the sectional plane and the outer side - parallel thereto - of the ceramic body (1), in a manner offset towards the outer side of the ceramic body.

2. Ceramic microwave filter according to Claim 1, **characterized in that** two counter-oscillators (10, 13) are provided in the case of a ceramic body (1) having two resonators (2, 3). 5
3. Ceramic microwave filter according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the ceramic body (1) is metallized except for its end piece (5).
4. Ceramic microwave filter according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the resonators (2, 3) have a rectangular, in particular square cross section. 10
5. Ceramic microwave filter according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the counter-oscillators (10, 13) have a circular cross section. 15
6. Ceramic microwave filter according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the counter-oscillator (10, 13) is arranged such that the counter-notch is selected to be approximately the same for both resonators (2, 3), or both filter edges are steepened. 20
7. Ceramic microwave filter according to one of Claims 1 to 6, in which the counter-oscillator is arranged in a corner of the ceramic body. 25
8. Ceramic microwave filter according to one of Claims 1 to 7, in which the diameter of the counter-oscillator is smaller than the extent of the resonators transversely with respect to the resonator centre axis. 30

Revendications

1. Filtre céramique micro-onde ayant une pente de front améliorée, qui a au moins deux résonateurs (2, 3) dans un corps (1) en céramique d'un seul tenant et des structures (6, 7) de couplage associées aux résonateurs (2, 3) pour le couplage capacitif du filtre céramique à un circuit HF extérieur, 40
 - les axes médians des résonateurs (2, 3) se trouvant dans un plan de coupe qui est disposé sensiblement au milieu dans le corps (1) en céramique, 45
 - au moins un contre-oscillateur (10, 13) étant disposé dans le corps (1) en céramique,
 - l'axe médian du contre-oscillateur étant sensiblement parallèle aux axes médians des résonateurs, 50
 - la distance entre le contre-oscillateur et les structures (6, 7) de couplage étant plus grande que la distance entre les structures (6, 7) de couplage et les résonateurs (2, 3), 55
 - le contre-oscillateur ne pouvant être excité que faiblement,

- caractérisé en ce que** le contre-oscillateur (10, 13) est disposé entre le plan de coupe et la face extérieure qui y est parallèle du corps (1) en céramique en étant décalé vers la face extérieure du corps en céramique.
2. Filtre céramique micro-onde suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que,** pour un corps (1) en céramique ayant deux résonateurs (2, 3), il est prévu deux contre-oscillateurs (10, 13).
3. Filtre céramique micro-onde suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le corps (1) en céramique est métallisé à l'exception de sa face (5) frontale.
4. Filtre céramique micro-onde suivant l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les résonateurs (2, 3) ont une section transversale rectangulaire, notamment carrée.
5. Filtre céramique micro-onde suivant l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les contre-oscillateurs (10, 13) ont une section transversale circulaire.
6. Filtre céramique micro-onde suivant l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le contre-oscillateur (10, 13) est disposé de façon à ce que la contre-notch soit choisie à peu près égale pour deux résonateurs (2, 3) ou à ce que les deux fronts de filtre soient rendus abrupts.
7. Filtre céramique micro-onde suivant l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le contre-oscillateur est disposé dans un coin du corps en céramique.
8. Filtre céramique micro-onde suivant l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le diamètre du contre-oscillateur est plus petit que l'étendue des résonateurs transversalement à l'axe médian des résonateurs.

Fig. 1

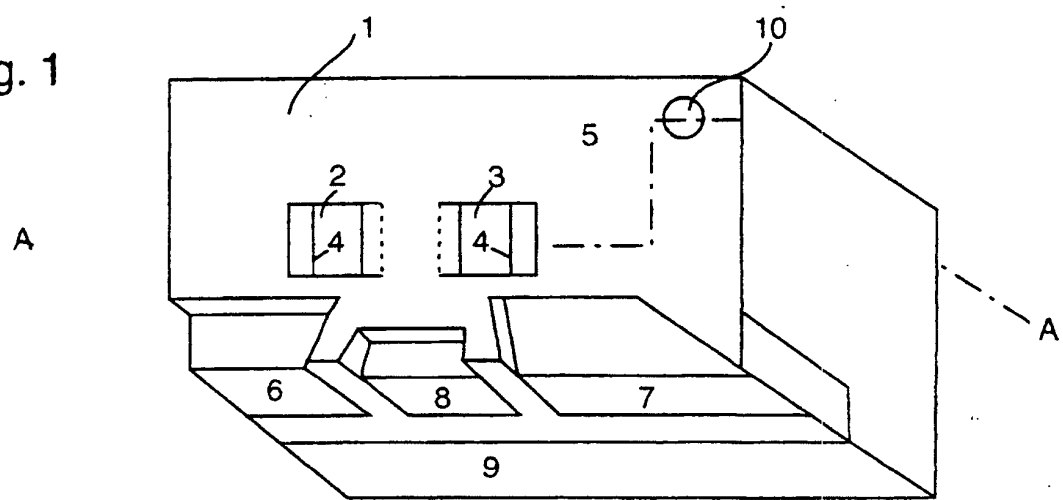


Fig. 2

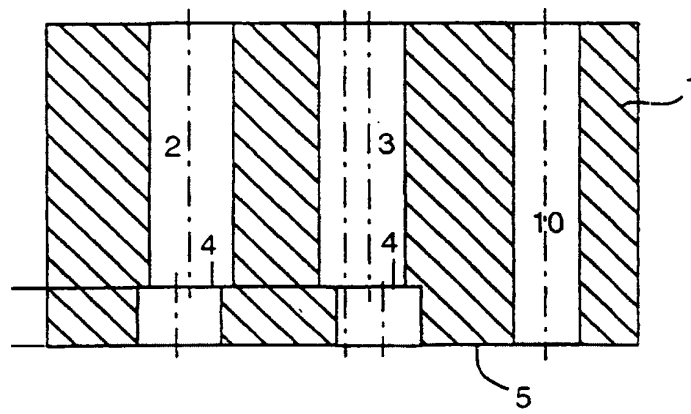


Fig. 3

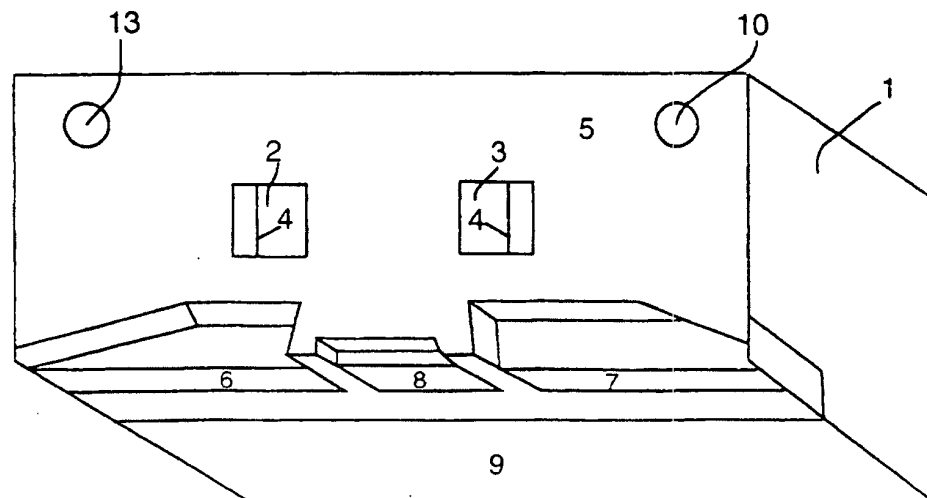


Fig. 4

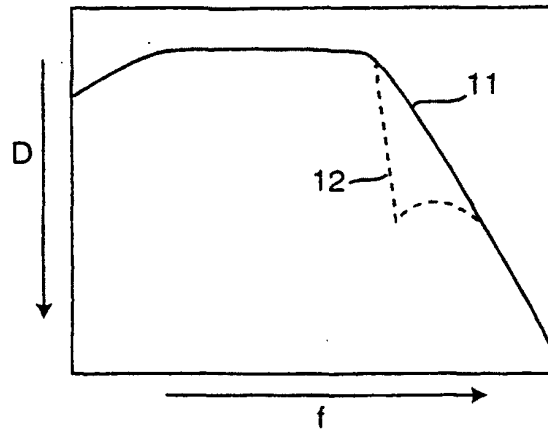


Fig. 5

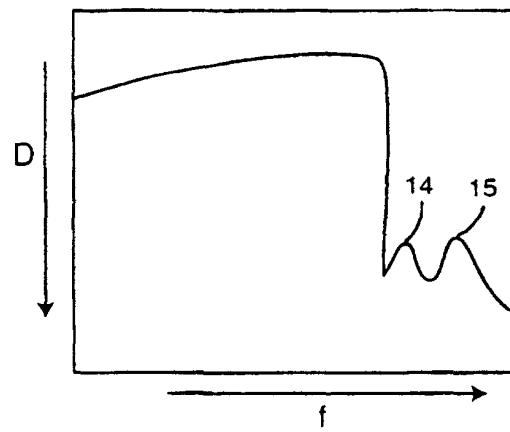


Fig. 6

