



(11) **EP 2 044 648 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.10.2009 Patentblatt 2009/43

(51) Int Cl.:
H01P 1/205 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07725541.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/004645

(22) Anmeldetag: **24.05.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/009326 (24.01.2008 Gazette 2008/04)

(54) **HOCHFREQUENZFILTER IN KOAXIALER BAUWEISE**

HIGH FREQUENCY FILTER HAVING COAXIAL STRUCTURE

FILTRE HAUTE FREQUENCE A STRUCTURE COAXIALE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

• **ROTTMOSER, Franz**
83135 Schechen (DE)

(30) Priorität: **20.07.2006 DE 102006033704**

(74) Vertreter: **Flach, Dieter Rolf Paul et al**
Andrae Flach Haug
Adlzreiterstrasse 11
83022 Rosenheim (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.04.2009 Patentblatt 2009/15

(73) Patentinhaber: **Kathrein-Werke KG**
83022 Rosenheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 460 264 **FR-A1- 2 495 511**
GB-A- 569 581 **GB-A- 2 163 829**
US-A- 3 227 199 **US-A- 3 876 153**
US-A1- 2003 103 832 **US-B1- 6 384 699**

(72) Erfinder:
• **SIEBER, Wolfgang**
83059 Kolbermoor (DE)

EP 2 044 648 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hochfrequenzfilter in koaxialer Bauweise, insbesondere nach Art einer Hochfrequenzweiche (wie z.B. Duplex-Weiche) oder eines Bandpassfilters oder Bandsperreffilters nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] In funktechnischen Anlagen, insbesondere im Mobilfunkbereich, wird häufig für Sende- und Empfangssignale eine gemeinsame Antenne benutzt. Dabei verwenden die Sende- und Empfangssignale jeweils unterschiedliche Frequenzbereiche, und die Antenne muss zum Senden und Empfangen in beiden Frequenzbereichen geeignet sein. Zur Trennung der Sende- und Empfangssignale ist deshalb eine geeignete Frequenz-Filterung erforderlich, mit der einerseits die Sendesignale vom Sender zur Antenne und andererseits die Empfangssignale von der Antenne zum Empfänger weitergeleitet werden. Zur Aufteilung der Sende- und Empfangssignale werden heutzutage unter anderem Hochfrequenzfilter in koaxialer Bauweise eingesetzt.

[0003] Beispielsweise kann ein Paar von Hochfrequenzfiltern eingesetzt werden, die beide ein bestimmtes Frequenzband durchlassen (Bandpassfilter). Alternativ kann ein Paar von Hochfrequenzfiltern verwendet werden, die beide ein bestimmtes Frequenzband sperren (Bandsperreffilter). Ferner kann ein Paar von Hochfrequenzfiltern verwendet werden, von denen ein Filter Frequenzen unterhalb einer Frequenz zwischen Sende- und Empfangsband durchlässt und Frequenzen oberhalb dieser Frequenz sperrt (Tiefpassfilter), und das andere Filter Frequenzen unterhalb einer Frequenz zwischen Sende- und Empfangsband sperrt und darüber liegende Frequenzen durchlässt (Hochpassfilter). Auch weitere Kombinationen aus den soeben genannten Filtertypen sind denkbar.

[0004] Hochfrequenzfilter werden häufig aus koaxialen Resonatoren aufgebaut, da sie aus Fräs- bzw. Gussteilen bestehen, wodurch sie einfach herstellbar sind. Darüber hinaus gewährleisten diese Resonatoren eine hohe elektrische Güte sowie eine relativ große Temperaturstabilität.

[0005] Ein Beispiel eines koaxialen Hochfrequenzfilters ist in der Druckschrift EP 1 169 747 B1 beschrieben. Dieses Filter umfasst einen Resonator mit einem zylindrischen Innenleiter und einem zylindrischen Außenleiter, wobei zwischen einem freien Ende des Innenleiters und einem auf dem Außenleiter befestigten Deckel eine Kapazität gebildet ist, die Einfluss auf die Resonanzfrequenz hat. Ferner umfasst der Resonator ein Abstimmelement aus dielektrischem Material, mit dem die Resonanzfrequenz des Filters einstellbar ist. Das Abstimmelement ist im Innenleiter des Resonators beweglich, wodurch die Kapazität zwischen freiem Ende des Innenleiters und dem Deckel des Resonators verändert wird

und hierdurch die Resonanzfrequenz variiert.

[0006] Aus der Druckschrift "Theory and Design of Microwave Filters", Ian Hunter, IEE Electromagnetic Waves Series 48, 2001, Abschnitt 5.8 sind koaxiale Resonatorfilter mit einer Vielzahl von miteinander gekoppelten Einzelresonatoren bekannt.

[0007] Ein Hochfrequenzfilter ist ferner beispielsweise aus der US 6,734,766 B2 bekannt geworden. Als Abstimmelement ist bei diesem koaxialen Resonator ein Schraub- oder Gewindeelement vorgesehen, welches eine Gewindebohrung im Deckel des Resonatorgehäuses durchsetzt und mit seinem, in das Innere des Resonators vorstehenden Ende bis in eine axiale Ausnehmung im Innenleiter ragt. Durch Verdrehung der Einstellschraube kann somit eine Abstimmung des Resonators vorgenommen werden. Als Dielektrikum zwischen dem Innen- und Außenleiter wird in der Regel Luft verwendet. Ist dabei das eine Ende des Resonators am Boden kurzgeschlossen und beispielsweise Luft als Dielektrikum verwendet, entspricht die mechanische Länge des Resonators etwa 1/4 der elektrischen Wellenlänge. Die Resonanz des so gebildeten Hochfrequenzfilters wird dabei in bekannter Weise durch die Länge des Innenleiters, durch die Größe des Hohlraums des Resonators, durch die Größe des Abstandes zwischen dem Innenleiter und dem gegenüberliegenden Deckel und vor allem durch die Länge der in das Innere des Hohlraums des Resonators ragenden Abstellerschraube bestimmt. Je länger also der Innenleiter ist, desto größer ist die Wellenlänge und desto niedriger ist die Resonanzfrequenz. Die Verkopplung der Resonatoren ist umso schwächer, je weiter die Innenleiter zweier Resonatoren voneinander entfernt sind und je kleiner die Öffnung der Blende zwischen den Innenleitern ist.

[0008] Insbesondere beim Aufbau von Hochfrequenzweichen (z.B. Duplex-Weichen) oder von Bandpassfiltern oder Bandsperreffiltern unter Verwendung mehrerer koaxialer Hochfrequenzfilter ist es aufgrund der Fertigungstoleranzen sowohl bezüglich der Herstellung des Gusswerkzeuges als auch beim eigentlichen Guss- oder Fräsvorgang notwendig, die entsprechenden Hochfrequenzfilter abzugleichen. Dieser Abgleich erfolgt in der Regel durch das Verdrehen von Abgleichelementen, beispielsweise der vorstehend erwähnten, in den Resonatorhohlraum hineinragenden Gewindeglieder. Weiterhin ist es insbesondere bei erhöhten Anforderungen oft notwendig, eine Feineinstellung am Abgleichelement während des Filterabgleichs vorzunehmen.

[0009] Um diese Feineinstellung dauerhaft sicherstellen zu können und um eine durch schlechte elektrische Kontakte verursachende passive Intermodulation so gering wie möglich zu halten, ist auch bei der gattungsbildenden US 6,734,766 B2 vorgesehen, dass das den Deckel nach außen hin durchsetzende Gewindeglied unter Verwendung einer dort aufgeschraubten und mit der Außenseite des Deckels verspannten Kontermutter gesichert wird.

[0010] Derartige Resonatoren werden beispielsweise

mittels Fräs- oder Gusstechnik hergestellt. Entsprechende Filter können aus mehreren coaxialen TEM-Resonatoren aufgebaut sein. TEM steht dabei als Abkürzung für transversal-elektro-magnetisch. Die erwähnten Bandpassfilter bestehen dabei ebenfalls aus über Koppelblenden elektrisch miteinander verbundenen Resonatoren, die ebenso wiederum in Fräs- oder Gusstechnik aufgebaut sein können, die sich also durch eine vergleichsweise einfache Herstellung bei gleichzeitig hoher erzielbarer elektrischer Güte sowie relativ großer Temperaturstabilität auszeichnen.

[0011] Bei den bisher bekannt gewordenen Lösungen ist der notwendige Feinabgleich zur Abstimmung der Resonatoren sehr zeit- und kostenintensiv. Auch das jeweilige Lösen und Fixieren der Kontermuttern vergrößert die Abgleichszeit durch den zusätzlichen Arbeitsgang des Gewindekonterns.

[0012] Genauso könnten grundsätzlich derartige Abstimmglieder auch am freien Ende des Innenleiters vorgesehen sein, wo sie über einen Gewindeeingriff unterschiedlich weit in den Innenleiter eingeschraubt werden können, wodurch der Abstand zwischen der oberen Seite des gewindeförmigen Abstimmelements und der Unterseite des angrenzenden Deckels oder Boden verändert wird. Auch hierdurch kann gleichermaßen die Abstimmung realisiert werden. Um diese Abstimmung durchführen zu können, ohne dass der Deckel geöffnet werden muss, ist bevorzugt der Innenleiter mit einer durchgängigen Bohrung versehen, so dass von außen her von der Unterseite des Gehäuses ein entsprechendes Werkzeug (beispielsweise ein Schraubendreher) in diese, den Innenleiter durchsetzende Bohrung eingebracht und über einen Schlitzeingriff das gewindeförmige Abstellelement verdreht werden kann, um seine Axiallage relativ zum Innenleiter zu verändern.

[0013] Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, ein sogenanntes geschlitztes, federndes Gewinde für das Gewindeglied zu verwenden. Die Herstellung und Verwendung eines derartigen geschlitzten Gewindegliedes ist aber mechanisch nur sehr aufwendig zu realisieren.

[0014] Aus der DE 38 79 265 T2 ist ein Hyperfrequenz-Oszillator mit einem dielektrischen Resonator bekannt geworden. Der dem Resonator gegenüberliegende Deckel weist einen Schacht mit einem Innengewinde auf, in dem eine hohle Doppelschraube sitzt. Im Inneren dieser Doppelschraube befindet sich eine selbsthemmende, einstellbare Schraube. Die Doppelschraube und die selbsthemmende Schraube dienen zur Einstellung der Schwingfrequenz des Oszillators.

[0015] Ein Hochfrequenzfilter in coaxialer Bauweise gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus der US-B1-6 384 699 bekannt geworden. Hier wird ein Tuning-Element zum Abstimmen des Filters beschrieben, welches grundsätzlich nach Art eines Schraubbolzens aufgebaut ist, und welches in einem Innengewinde im Filterdeckel selbsthemmend verdreht werden kann. Die Selbsthemmung wirkt dabei entlang der vollen Schraubenlänge, die die Gewindebohrung im Filtergehäuse

durchsetzt. Dadurch kann auf Konter-Muttern verzichtet werden. Gemäß dem vorbekannten Stand der Technik wird dazu eine in Längsrichtung des Tuning-Elementes verlaufende Schlitzanordnung in dem Gewindegang des Tuning-Elementes vorgeschlagen, wobei das Tuning-Element selbst Gewindeabschnitte aufweist, die einen zumindest geringfügig größeren Radialdurchmesser aufweisen als verbleibende Gewindeabschnitte. Dadurch kommt es letztlich zu einer selbsthemmenden Ver-
spannung beim Verdrehen des Tuning-Elementes, wobei die Gewindegänge des Tuning-Elementes den Gewindegängen des Innengewindes des Deckels oder Gehäuseabschnittes des Hohlleiterfilters entsprechen, um hier entsprechend verdreht werden zu können.

[0016] Aus der Vorveröffentlichung GB-A-569 581 ist ein Schraubelement mit Selbsthemmung als bekannt zu entnehmen. Gemäß dieser Vorveröffentlichung wird ein Schraubengewinde mit zwei Gewindeabschnitten beansprucht und beschrieben, nämlich mit einem ersten Gewindeabschnitt, der beispielsweise acht Gewindegänge mit einer gleichförmigen Gewindesteigung aufweist und einen zweiten Gewindeabschnitt, der kontinuierlich in den ersten Gewindeabschnitt übergeht und beispielsweise vier Gewindegänge umfasst. Die Gewindesteigung soll dabei kontinuierlich abnehmen oder kontinuierlich zunehmen, und zwar vom ersten Gewindeabschnitt aus.

[0017] Es handelt sich hierbei allerdings lediglich um eine auf dem Gebiet der Mechanik liegende Fixierung für eine Schraube in einer entsprechenden Gewindeaufnahme, wobei dieser Stand der Technik grundsätzlich keinen Lösungshinweis für die Gestaltung eines Hohlleiterfilters gibt.

[0018] Ferner wird auf die Vorveröffentlichung G. Macchiarella et al: "Experimental Study of Passive Intermodulation in Coaxial Cavities for Cellular Base Stations Duplexers", 34th European Microwave Conference, 13. Oktober 2004, Seiten 981-984, XP010785057 verwiesen, wobei in dieser Vorveröffentlichung bzgl. coaxialer Filter eine Untersuchung hinsichtlich des Auftretens von passiven Intermodulationen (PIM) durchgeführt und diskutiert wird. Darin ist festgehalten, dass ein entsprechende Tuning-Element grundsätzlich passive Intermodulationen hervorrufen kann.

[0019] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es von daher, ausgehend von dem gattungsbildenden Stand der Technik eine verbesserte Möglichkeit zum Abstimmen von Resonatoren, d.h. Einzelresonatoren, Hochfrequenzfiltern, Frequenzweichen, Bandpassfiltern, Bandsperrfiltern und dergleichen zu schaffen.

[0020] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß entsprechend den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0021] Erfindungsgemäß wird also ein Gewindeglied verwendet, dessen Außengewinde einen Gewindegang aufweist, der sich von dem Gewindegang des Innengewindes und der Gewindebohrung, welche von dem Gewindeglied durchsetzt wird, unterscheidet. Der Unter-

schied des Gewindeganges soll zumindest 0.5 %, vorzugsweise 1-5%, und weiter bevorzugt mehr als 1.5% und/oder weniger als 4.5% betragen. Ein maximaler Wert von 5 % ist in der Regel ausreichend. Bevorzugt sollen sich also die Gewindegänge zumindest in einem Teilabschnitt des Innengewindes der Gewindebohrung und/oder des Außengewindes des Gewindegliedes um beispielsweise 2 bis 4 %, vorzugsweise um 2,5 bis 3,5 %, insbesondere um 3 % unterscheiden.

[0022] Mit anderen Worten soll sich also die Steigung bzw. der Steigungswinkel des Außen- und damit zusammenwirkenden Innengewindes um beispielsweise 0,5 bis 5 %, vorzugsweise um 1,5 % bis 5 %, insbesondere 2 bis 4 %, insbesondere 2,5 bis 3,5 % oder, wie erwähnt, um ungefähr 3 % unterscheiden. Dabei kann es sich um ein eingängiges oder mehrgängiges Gewinde handeln. Auch die Gewindetiefe oder der Flankenwinkel des Gewindes kann in weiten Bereichen unterschiedlich gewählt werden.

[0023] Durch diesen Aufbau wird eine automatische Selbsthemmung der Schraube realisiert. D.h., das gewindeförmige Abstimmelement muss unter erhöhtem Kraftaufwand verdreht werden, bis es die gewünschte Abstimmposition erreicht hat. Durch den erfindungsgemäß vorgesehenen Gewindefehler erfolgt eine derartige Verpressung, so dass die Verwendung einer Kontermutter nicht mehr notwendig ist.

[0024] Noch wichtiger ist jedoch, dass sich durch den erwähnten Gewindefehler eine maximale Verspannung zwischen dem Außengewinde des Gewindegliedes und dem Innengewinde der Gewindebohrung im Resonanzfiltergehäuse (insbesondere dem Resonanzfilter-Dekkel) an den axial entfernt liegenden Gewindeabschnitten einstellt, vor allem an den am weitesten innen bzw. am weitesten außen liegenden Gewindeabschnitten, da sich hier der Gewindefehler von seiner axialen Streckung her am stärksten auswirkt. Dies hat zur Folge, dass genau an diesen Stellen aufgrund der hohen Kontaktkräfte eindeutig reproduzierbare elektrische Bedingungen erzeugt werden, wodurch unerwünschte Intermodulationseffekte vermieden werden können.

[0025] Das gleiche erfindungsgemäße Prinzip gilt auch dann, wenn das gewindeförmige Abstimmelement am freien Ende des Innenleiters unterschiedlich weit in diesen einschraubbar ist, da auch hier eindeutig reproduzierbare elektrische Bedingungen durch die erfindungsgemäße Gestaltung der Gewindegänge realisierbar sind und zudem ein fester Sitz des gewindeförmigen Abstimmelementes gewährleistet wird.

[0026] Dadurch, dass auch auf Kontermuttern verzichtet werden kann, wird die Abgleichzeit deutlich verringert. Es sind deutlich weniger Arbeitsschritte notwendig, um einen Einzelresonator oder mehrere Resonatoren einer Filterbaugruppe entsprechend einzustellen und abzugleichen. Die erfindungsgemäßen Abgleichelemente sind zudem preisgünstig herstell- und verwendbar. Auch der Ausschuss wird aufgrund der einfachen Bauart der Abstimmelemente reduziert.

[0027] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen im Einzelnen:

5
Figur 1 : eine schematische, quer zur Axialerstreckung verlaufende Querschnittsansicht eines erfindungsgemäßen koaxialen TEM-Resonators;

10
Figur 2 : eine Axialschnittsdarstellung bezüglich des Ausführungsbeispiels nach Figur 1;

Figur 3 : eine vergrößerte Detaildarstellung zur Verdeutlichung eines erfindungsgemäßen Abstimmelementes;

15
Figur 4 : eine vergrößerte Detaildarstellung A in Figur 3;

20
Figur 5 : eine vergrößerte Detaildarstellung B aus Figur 3;

Figur 6 : eine schematische Querschnittsdarstellung durch ein vierkreisiges Mikrowellenfilter;

25
Figur 7 : eine Axialschnittsdarstellung durch das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 6;

Figur 8 : ein weiteres schematisches Ausführungsbeispiel in axialer Querschnittsdarstellung vergleichbar der Darstellung gemäß Figur 7; und

30
Figur 9 : eine ausschnittsweise vergrößerte Axialschnittsdarstellung gemäß Detail A in Figur 8.

35
[0028] In Figur 1 ist in schematischem Querschnitt längs der Linie I-I (Figur 2) und in Figur 2 in axialem Längsschnitt ein erfindungsgemäßes Einzel-Hochfrequenzfilter dargestellt. Daraus ist zu ersehen, dass der erfindungsgemäße Resonator oder das erfindungsgemäße Hochfrequenzfilter in koaxialer Bauweise aufgebaut ist und sich entlang einer Achse A erstreckt. Der Resonator umfasst einen elektrisch leitfähigen, in der Regel zylinder- oder rohrförmig gestalteten Innenleiter 1, dessen unteres Ende 1b auf einer unteren Stirnwand 3 sitzt, die einen Boden 3' des Resonators bildet. Der Innenleiter 1 ist in einem Gehäuse 4 untergebracht, welches einen Außenleiter 5 umfasst, der mit der unteren Stirnwand 3, d.h. dem Boden, 3' verbunden ist.

40
[0029] An der so gebildeten Oberseite ist eine weitere Stirnwand 7 vorgesehen, die gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel den dem Boden 3' gegenüberliegenden Deckel 7' bildet. Alle vorstehend erwähnten Teile, d.h. der Innenleiter 1, der Boden 3', der Außenleiter 5 und der Deckel 7, 7' sind elektrisch leitfähig oder mit einer elektrisch leitfähigen Schicht überzogen, wobei das dem unteren Ende 1b gegenüberliegende obere Ende 1a des Innenleiters 1 im Abstand unterhalb der den Deckel 7'

bildenden oberen Stirnwand 7 endet.

[0030] Grundsätzlich wird angemerkt, dass der Innenleiter in der Regel auf der den Boden 3' bildenden Stirnwand mechanisch befestigt bzw. darauf ausgebildet und mit dieser Stirnwand 3 elektrisch-galvanisch verbunden ist. Grundsätzlich wäre es aber auch möglich, dass der Innenleiter 1 mit der gegenüberliegenden Stirnwand 7, d.h. im gezeigten Ausführungsbeispiel mit der den Deckel 7' bildenden Stirnwand 7, verbunden bzw. daran ausgebildet oder befestigt ist und damit elektrisch-galvanisch verbunden ist, so dass das freie Ende 1a des Innenleiters 1 dann im Abstand zu der den Boden 3' bildenden Stirnwand 3 enden würde.

[0031] Der Durchmesser des Innenleiters 1 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel zylinder- oder rohrförmig, kann aber von dieser Form abweichen. Auch der rohrförmige Außenleiter 5, d.h. die Außenwand des so gebildeten Gehäuses 4 kann einen unterschiedlichen Querschnitt aufweisen, beispielsweise ringförmig, eher rechteckförmig oder quadratisch, allgemein n-polygonal gestaltet sein. Einzelne Außenwandabschnitte können kurvige Querschnittsformen aufweisen. Darüber hinaus kann auch der Durchmesser über seine Axiallänge des Innenleiters 1 variieren, beispielsweise Abschnitte aufweisen, wo ein größerer oder ein kleinerer Durchmesser vorgesehen ist. Der Durchmesser kann sich in Axialrichtung kontinuierlich oder in einer Teillänge kontinuierlich verändern oder dort beispielsweise Stufen bilden, indem der Innenleiter von einem größeren Durchmesser-Abschnitt in einen demgegenüber kleineren Durchmesser-Abschnitt übergeht und umgekehrt. Genauso können am oberen freien Ende des Innenleiters bevorzugt ebenfalls rotationssymmetrische Abschnitte vorgesehen sein, beispielsweise tellerförmige, die einen größeren Außendurchmesser aufweisen als der darunter sitzende Außendurchmesser des Innenleiters. Genauso kann aber auch hier ein Abschnitt mit verjüngtem Außendurchmesser für den Innenleiter vorgesehen sein. Hier sind weitgehend beliebige Änderungen möglich.

[0032] Die Resonanz des HF-Filters liegt bevorzugt im Bereich von 1/4 der elektrischen Länge des Innenleiters 1.

[0033] Wie aus Figur 1 ersichtlich ist, ist in der im Abstand über dem freien Ende 1a des Innenleiters 1 sitzenden Stirnwand 7 (im gezeigten Ausführungsbeispiel also im Deckel 7') eine Bohrung 9 ausgebildet, die zumindest in einer axialen Teillänge mit einem Innengewinde 11 versehen ist, wie dies in der Detail-Darstellung gemäß Figur 3 und in der vergrößerten Ausschnittsdarstellung gemäß Figuren 4 und 5 ersichtlich ist.

[0034] In dieses Innengewinde 11 ist ein Abstimmelement 13 eindrehbar, welches aus einem Gewindeglied 13' besteht und von daher zumindest in einer axialen Teillänge mit einem Außengewinde 15 versehen ist.

[0035] Da die Dicke der Stirnwand 7, d.h. des Deckels 7', vergleichsweise dünn ist oder sein kann und ein Zusammenwirken des Innengewindes 11 mit dem Außengewinde 15 des Abstandelementes 13 über eine größere

Axialstrecke erfolgen soll, ist im gezeigten Ausführungsbeispiel eine Gewindebuchse 8 vorgesehen, die in einer entsprechenden Ausnehmung 109 in der Stirnwand 7, d.h. im Deckel 7', eingesetzt und verankert ist. Diese Gewindebuchse 8 weist dazu einen innenseitig im Resonatorgehäuse liegenden Flansch 109' auf, der in eine entsprechende Ringausnehmung 7'' in der Stirnwand 7 bzw. im Deckel 7' eingreift, so dass die Gewindebuchse mit ihrer nach innen weisenden Oberfläche mit der innenliegenden Oberfläche der Stirnwand 7, 7' fluchtet. In dieser Gewindehülse ist dann innenliegend das erwähnte Innengewinde 11 ausgebildet, in welches das Abstimmelement 13 in Form des Gewindegliedes 13' mit seinem Außengewinde 15 eindrehbar ist.

[0036] Insbesondere aus der vergrößerten Detaildarstellung gemäß den Figuren 3 bis 5 ist zu ersehen, dass sich das Außengewinde 15 an dem Abstimmelement 13 nur über eine Teillänge erstreckt und ein gewindefreier Abschnitt 15' vorgesehen ist. Dieser gewindefreie Abschnitt 15' liegt der Stirnseite 13a des Abstimmelementes 13 (welche dem Innenraum 4' des Resonatorgehäuses 4 zugewandt liegt) näher als die außenliegende Stirnseite 13b des Abstimmelementes 13.

[0037] Ebenso ist die Bohrung 9 (die zwar grundsätzlich in der Stirnwand oder dem Deckel 7, 7' eingebracht sein kann, im gezeigten Ausführungsbeispiel jedoch bevorzugt in der Gewindebuchse 8, die im Deckel 7' eingearbeitet ist) so gestaltet, dass das in der Bohrung 9 von außen nach innen verlaufende Innengewinde 11 nicht bis zur Innenseite 4a des Innenraums 4' des Resonators reicht, sondern dort ebenfalls ein gewindefreier Abschnitt 11' zurückbelassen ist, so dass in der entsprechenden Darstellung gemäß Figuren 3 und 5 je nach Eindrehtiefe des Abstimmelementes 13 ein Abstands-Ringraum 17 zwischen den beiden gewindefreien Abschnitten 11' und 15' gebildet ist. In diesem Abstands-Ringraum 17 sind nur sehr geringe Feldstärken vorgesehen. Die axiale Höhe dieses Abstandsraumes kann beispielsweise 0,5 mm bis mehrere Millimeter betragen, beispielsweise 0,5 mm bis 3 mm, vorzugsweise um 1 mm.

[0038] Der erwähnte Abstands-Ringraum 17 ist zur Innenseite 4a des Gehäuses mit einer umlaufenden Ringschulter 19 begrenzt, die mit ihrer inneren Begrenzungsfläche 19' in einem Bereich des gewindefreien Abschnitts 15' des Abstimmelementes 13, also des Gewindegliedes 13' anliegt oder unmittelbar benachbart dazu endet.

[0039] Schließlich ist auch noch eine Ringdichtung 21 vorgesehen, wozu im gezeigten Ausführungsbeispiel eine Ringausnehmung 13b im Abstimmelement 13 vorgesehen ist, im gezeigten Ausführungsbeispiel unmittelbar benachbart zum Übergangsbereich von dem gewindefreien Abschnitt 15' zum vorgesehenen Außengewinde 15. Im gezeigten Ausführungsbeispiel stützt sich also die darin eingesetzte Ringdichtung 21 in der Ringausnehmung 13b ab und liegt mit ihrem gegenüberliegenden Außenumfang an der Gewindebuchse 8 an (grundsätzlich könnte die Ringdichtung auch in einer entsprechen-

den Ringausnehmung in der Gewindebuchse eingearbeitet sein, so dass die Ringdichtung dann mit ihrem nach innen weisenden Außenabschnitt am Abstimmelement 13 anliegt).

[0040] Um eine ausreichende Axialhöhe für das Abstimmelement 13 in Wechselwirkung mit dem Innengewinde 11 vorzusehen, ist das Innengewinde 11 nicht in der Stirnwand 7 in Form des Deckels 7' eingearbeitet, sondern in einer in der Stirnwand 7 eingearbeiteten Gewindebuchse 8, die eine größere Axialhöhe aufweist als die Dicke der Stirnwand 7, d.h. des Deckels 7'.

[0041] Um unerwünschte passive Intermodulationen (also unerwünschte "PIM") zum einen zu verringern und die elektrische Kontaktwirkung zum anderen zu verbessern, und um schließlich darüber hinaus eine Selbsthemmung zu gewährleisten (wodurch auf eine Kontermutter verzichtet werden kann), ist nunmehr der Gewindegang des Abstimmelements 13 (also des Gewindegliedes 13') und der Gewindegang der Gewindebuchse 8 (also der Aufnahme 8') mit einem "Gewindefehler" versehen. Dieser "Gewindefehler" wird dadurch erzeugt, dass sich die Gewindesteigung, also der Steigungswinkel des Außengewindes 15 von der Gewindesteigung bzw. dem Steigungswinkel des Innengewindes 11 unterscheidet, um zumindest 0,5 %, insbesondere 1-5%, insbesondere um mehr als 1,5 %. Andererseits soll dieser Unterschied im Gewindegang, d.h. dieser Unterschied in der Gewindesteigung bzw. dem Steigungswinkel in der Regel nicht mehr als 5 % betragen, so dass ein bevorzugter Bereich zwischen 2 % und 4 %, insbesondere zwischen 2,5 % und 3,5 %, vor allem um 3 % liegt.

[0042] Durch diesen gezielt eingebrachten Gewindefehler ist zur Fixierung einer endgültigen Abstimmung kein zusätzlicher Arbeitsgang mehr notwendig, da das so gebildete Gewindeglied selbsthemmend ist. Es entstehen auch keine zusätzlichen Kosten, da ein derartiges Abstimmelement wie eine gewöhnliche Schraube hergestellt wird. Da zudem auch keine Kontermutter mehr notwendig ist, verringert sich auch der Platzbedarf. Schließlich erzeugt das so ausgebildete Abstimmelement dauerhaft vernachlässigbar geringe passive Intermodulationsprodukte, da ein definierter und konstanter elektrischer Kontakt erzeugt wird.

[0043] Abweichend vom gezeigten Ausführungsbeispiel könnte die Gewindehülse 8 auch Teil des Gehäuses, d.h. insbesondere der Stirnwand 7 oder insbesondere des Deckels 7' sein.

[0044] Insoweit kann auch allgemein von einer Gewindeaufnahme 8' gesprochen werden, die Teil des Gehäuses ist und/oder auch in Form einer separaten Gewindehülse 8 gebildet sein kann, die an entsprechender Stelle mit dem Gehäuse (im gezeigten Ausführungsbeispiel mit der Stirnwand 7 bzw. dem Deckel 7') mechanisch fest und elektrisch leitend verbunden ist.

[0045] Wie insbesondere auch Figur 3 zu ersehen ist, weist das Abstimmelement an der nach außen weisenden Seite noch einen Eingriffsabschnitt 113 auf, der beispielsweise schlitzförmig gestaltet sein kann. Hier kann

mit einem Werkzeug beispielsweise in Form eines Schraubenziehers eingegriffen werden, um das gewindeförmige Abstimmelement zu verdrehen. Dieser Eingriffsabschnitt 113 weist also nach außen, ist also von außen her zugänglich.

[0046] Abweichend vom gezeigten Ausführungsbeispiel könnte insbesondere das Innengewinde in der Aufnahme 8', also in der Gewindehülse 8, z.B. im mittleren Bereich, ebenfalls gewindefrei gestaltet sein, so dass den beiden Endbereichen der Gewindehülse 8 zugewandt liegende und damit axial zueinander versetzt liegende Innengewinde-Abschnitte 11 gebildet werden. Ebenso könnte auch das Gewindeglied 13' beispielsweise im mittleren Bereich gewindefrei gestaltet sein, da die gewünschten selbsthemmenden Vorspannkkräfte nicht im mittleren Bereich, sondern vor allem zwischen den axial entferntest liegenden Gewindegängen des Abstimmelements und des Innengewindes 11 der Gewindeaufnahme 8' wirken.

[0047] Anhand von Figur 6 ist noch in schematischer Draufsicht und anhand von Figur 7 in schematischer Axialschnittdarstellung ein aus koaxialen TEM-Resonatoren aufgebautes vier-kreisiges Mikrowellenfilter gezeigt.

[0048] Es besteht im Wesentlichen aus vier anhand der Figuren 1 bis 5 beschriebenen Einzel-Resonatoren, wobei die einzelnen Innenräume 4' der einzelnen Resonatoren jeweils über eine in der Außenleiterwand 5 eingebrachte Blende 25 in gegebener Höhe und Breite miteinander verbunden sind. Schließlich sind in bekannter Weise im Aufbau des Filters noch zusätzlich Ein- und Ausspeiseeinrichtungen vorgesehen, worüber eine elektromagnetische Welle ein- bzw. ausgespeist wird.

[0049] Aus diesem Ausführungsbeispiel wird die Resonanzfrequenz durch die Länge der einzelnen Innenleiter 1 bestimmt, wobei ein Feinabgleich durch weiteres Ein- oder Ausdrehen der Abstimm- bzw. Abgleichelemente 13 in Form der erwähnten Gewindeglieder 13' erfolgt.

[0050] Wie grundsätzlich bekannt ist, würde ein anhand von Figuren 6 und 7 gezeigtes Filter oder eine entsprechende Weiche in Form von durch Koppelblenden verkoppelten koaxialen TEM-Resonatoren zumindest zwei externe Anschlussbuchsen für einen Sender und einen Empfänger mit umfassen, zwischen denen die Filterstrecke gebildet ist.

[0051] Nachfolgend wird auf ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel gemäß Figuren 7 und 8 Bezug genommen.

[0052] Grundsätzlich entspricht der Aufbau dem anhand der anderen Ausführungsbeispiele erläuterten Aufbau, wobei das Beispiel hier an einem zwei-kreisigen Mikrofilter unter Verwendung zweier koaxialer TEM-Resonatoren erläutert wird. Dabei ist der in Figur 8 rechts liegende Resonator ebenfalls abstimmbar.

[0053] Es wird bei diesem Ausführungsbeispiel ein Abstimmelement verwendet, welches so aufgebaut ist und funktioniert, wie dies grundsätzlich anhand der anderen Ausführungsbeispiele, insbesondere anhand von Figu-

ren 3 bis 5, erläutert ist.

[0054] Unterschiedlich zu diesen Ausführungsbeispielen ist jedoch bei der Variante gemäß Figuren 7 und 8, dass das entsprechende Abstimmelement 13 nicht im Gehäuse 5 und insbesondere nicht in der Stirnwand 7, d.h. insbesondere nicht in dem Deckel 7', unterschiedlich verdrehbar sitzt, sondern am oberen freien Ende 1a des Innenleiters 1.

[0055] Insbesondere bei dieser Variante ist der Innenleiter 1 mit einer durchgängigen Innenbohrung 103 versehen, so dass von außen her, nämlich von der Unterseite des Gehäuses her ein Werkzeug, beispielsweise in Form eines Schraubendrehers, in die Innenbohrung 103 eingeführt werden kann, um dann das am oberen freien Ende 101 sitzende Abstimmelement 13 zu verdrehen. Durch den Gewindeeingriff wird dabei das Abstimmelement 13 axial weiter aus dem Innenleiter herausgedreht, so dass es über das obere freie Ende 10 des Innenleiters weiter in den freien Innenraum des Gehäuses übersteht, also zur inneren Begrenzungswand des oberen Deckels oder der oberen Stirnwand 7, 7' näher liegt, oder es kann weiter entgegengesetzt verdreht werden, so dass es tiefer in die Innenleiterbohrung 103 eintaucht. Dazu hat also das Abstimmelement 13 in dem Ausführungsbeispiel nach den Figuren 7 und 8 einen nach außen weisenden Eingriffsabschnitt 103, so dass von außen her ohne Öffnen des Gehäuses 5 über ein entsprechendes Werkzeug durch Eintauchen in den Eingriffsabschnitt 113 eine Verdrehung des Abstimmelementes 13 vorgenommen werden kann, wie dies grundsätzlich auch von außen bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 3 bis 7 möglich ist.

[0056] Auch in diesem Fall könnte das gewindeförmige Abstimmelement 13 über sein Außengewinde 15 direkt mit einem Innengewinde an der Innenseite der Innenleiterbohrung 103 zusammenwirken, die insoweit dann die Gewinde-Aufnahme 8' bilden würde, vergleichbar der Gewinde-Aufnahme 8' in dem Ausführungsbeispiel nach Figur 3. Bevorzugt wird auch in diesem Ausführungsbeispiel für die Gewinde-Aufnahme 8' eine Gewindebuchse 8 verwendet, die vergleichbar der Gewindebuchse 8 bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 3 bis 5 aufgebaut ist und in dem oberen Abschnitt der Innenleiterbohrung 103 sitzt. Diese Gewindebuchse 8 ist wiederum mit dem erläuterten Innengewinde 11 versehen, in welche das entsprechend ausgebildete Außengewinde 15 des Abstimmelementes 13 eingreift. Die Gewindegestaltung ist entsprechend dem erläuterten Ausführungsbeispiel anhand von Figuren 3 und 5 gezeigt, so dass hier der gleiche technische Effekt realisiert wird.

[0057] Aus dem Beispiel ist auch ersichtlich, dass die Gewindebuchse 8 zu dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 3 bis 5 insoweit umgekehrt in der Innenleiterbohrung 103 angeordnet ist, so dass die anhand von Figur 3 erläuterte umlaufende Ringschulter 19 und die innere Begrenzungsfläche 19' benachbart zu der oben liegenden Ringfläche 101' zu liegen kommen, die am oberen freien Ende 101 den Innenleiter 1 und/oder die

hier gehaltene Gewindebuchse 8 begrenzt. Die anhand von Figuren 3 bis 5 erläuterte Ringdichtung 21 ist ebenfalls wieder vorgesehen, und zwar an gleicher Stelle wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 3 bis 5.

[0058] Mit anderen Worten kann also das anhand von Figuren 3 bis 5 erläuterte Abstimmelement und auch die anhand dieser Figuren erläuterte Gewindebuchse mit gleicher Ausbildung und Funktionsweise oder ähnlicher Gestaltung auch bevorzugt am oberen Ende des Innenleiters 1 eingefügt und verwendet werden.

Patentansprüche

1. Hochfrequenzfilter in koaxialer Bauweise mit einem oder mit mehreren Resonatoren, wobei der zumindest eine Resonator die folgenden Merkmale umfasst:

- der Resonator umfasst ein Gehäuse (4) mit einem Innenraum (4'),
- das Gehäuse (4) umfasst zwei in Axialrichtung versetzt zueinander liegende Stirnwände (3, 7),
- zwischen den Stirnwänden (3, 7) ist ein Außenleiter (5) vorgesehen,
- an einer Stirnwand (3) ist ein Innenleiter (1) mit seinem unteren Ende (1b) gehalten und mit der zugehörigen Stirnwand (3) elektrisch verbunden,
- das zum unteren Ende (1b) gegenüberliegende freie obere Ende (1a) des Innenleiters (1) endet im Abstand vor der gegenüberliegenden Stirnwand (7),
- es ist eine Gewinde-Aufnahme (8') mit einem Innengewinde (11) vorgesehen, nämlich in der dem freien Ende (1a) des Innenleiters (1) gegenüberliegenden Stirnwand (3) oder in dem Bereich des freien Endes (1a) des Innenleiters (1),
- in die Gewinde-Aufnahme (8') ist ein mit einem Außengewinde (15) versehenes, selbsthemmendes Abstimmelement (13) unterschiedlich weit ein- oder aufdrehbar, insbesondere unterschiedlich weit in den Abstandsraum zwischen dem freien Ende (1a) des Innenleiters (1) und der dazu gegenüberliegenden Stirnwand (3) des Gehäuses (4) hinein,

gekennzeichnet durch die folgenden weiteren Merkmale:

- die Gewindesteigung bzw. der Gewinde-Steigungswinkel des Außengewindes (15) des Abstimmelementes (13) unterscheidet sich von der Gewindesteigung bzw. dem Gewinde-Steigungswinkel des Innengewindes (11) der Gewinde-Aufnahme (8') zumindest in einem Teilabschnitt der Länge des Innengewindes (11)

- und/oder des Außengewindes (15), und
- der Unterschied zwischen den Gewindesteigungen bzw. den Gewinde-Steigungswinkeln zwischen dem Außengewinde (15) des Abstimmelementes (13) und dem Innengewinde (11) der Gewinde-Aufnahme (8') beträgt mehr als 0,5 %, vorzugsweise 1 % bis 5 %.
2. Hochfrequenzfilter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Unterschied zwischen der Gewindesteigung bzw. den Gewinde-Steigungswinkeln des Außengewindes (15) des Abstimmelementes (13) und des Innengewindes (11) der Gewinde-Aufnahme (8') mehr als 1,5 % und/oder weniger als 4,5 % beträgt.
 3. Hochfrequenzfilter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Unterschied zwischen der Gewindesteigung bzw. den Gewinde-Steigungswinkeln des Außengewindes (15) des Abstimmelementes (13) und des Innengewindes (11) der Gewinde-Aufnahme (8') 2 % bis 4 %, insbesondere 2,5 % bis 3,5 %, vorzugsweise um 3 % beträgt.
 4. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Außengewinde (15) des Abstimmelementes (13) unterbrechungsfrei ist.
 5. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innengewinde (11) der Gewinde-Aufnahme (8') unterbrechungsfrei ist.
 6. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Außengewinde (15) des Abstimmelementes (13) zwei in Axialrichtung des Abstimmelementes (13) versetzt liegende Außengewindeabschnitte (15) umfasst.
 7. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 3 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innengewinde (11) der Gewinde-Aufnahme (8') zwei in Axialrichtung der Gewinde-Aufnahme (8') versetzt liegende Innengewindeabschnitte (11) umfasst.
 8. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Außengewinde (15) des Abstimmelementes (13) und/oder das Innengewinde (11) der Gewinde-Aufnahme (8') anschließend an den Innenraum (4') des Gehäuse (4) einen gewindefreien Abschnitt (15', 11') umfasst.
 9. Hochfrequenzfilter nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den beiden gewindefreien Abschnitten (15', 11') des Abstimmelementes (13) bzw. der Gewinde-Aufnahme (8') ein Abstandsringraum (17) gebildet ist.
 10. Hochfrequenzfilter nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstandsringraum (17) zum Innenraum (4') durch eine Ringschulter (19) begrenzt ist, die vorzugsweise an der Gewinde-Aufnahme (8') ausgebildet ist und in Richtung Abstimmelement (13) mit Radialkomponente vorragt.
 11. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 9 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die axiale Länge des gewindefreien Abstandsringraumes (17) mehr als 0,5 mm und vorzugsweise weniger als 3 mm, vorzugsweise um 1,0 mm bis 1,5 mm beträgt.
 12. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Abstimmelement (13) und der Gewinde-Aufnahme (8') eine Ringdichtung (21) vorgesehen ist, die in einer Ringausnehmung (13a) vorzugsweise in dem Abstimmelement (13) eingesetzt ist und mit der Innenseite der Gewinde-Aufnahme (8') zusammenwirkt, vorzugsweise am Übergang vom Gewindeabschnitt (11) zum gewindefreien Abschnitt (11').
 13. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewinde-Aufnahme (8') in einer Bohrung in einer Stirnwand (7) des Gehäuses, insbesondere in einem Deckel (7') des Gehäuses (4) ausgebildet ist.
 14. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewinde-Aufnahme (8') im Bereich des oberen Endes des Innenleiters (1) ausgebildet ist.
 15. Hochfrequenzfilter nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenleiter (1) mit einer ihn durchsetzenden Innenleiterbohrung (103) versehen ist, die von dem Bereich außerhalb des Gehäuses (4) aus zugänglich ist.
 16. Hochfrequenzfilter nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abstimmelement (13) über einen von außerhalb des Gehäuses (5) zugänglichen Eingriffsabschnitt (113) verfügt, insbesondere einen über die Innenleiterbohrung (103) zugänglichen Eingriffsabschnitt (113).
 17. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewinde-Aufnahme (8') aus einer Gewindehülse (8) besteht, die in einer Bohrung im Gehäuse (5) oder im oder auf dem Innenleiter (1) mechanisch gehalten und damit elektrisch verbunden ist.
 18. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Abstimmelement (13) und der Gewinde-Aufnahme (8') eine Ringdichtung (21) vorgesehen ist, die in ei-

ner umlaufenden Ringnut sitzt, die umlaufend in dem Abstimmeelement (13) ausgebildet ist.

19. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Abstimmeelement (13) und der Gewinde-Aufnahme (8') eine Ringdichtung (21) vorgesehen ist, die in einer umlaufenden Ringnut sitzt, die umlaufend in der Gewinde-Aufnahme (8') ausgebildet ist.
20. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer axialen Teillänge bevorzugt in der Nähe des Resonator-Innenraums liegend ein Abstands-Ringraum (17) zwischen dem Abstimmeelement (13) und der Gewinde-Aufnahme (8') ausgebildet ist, der gewindefrei gestaltet ist.
21. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Resonatoren in einem gemeinsamen Gehäuse (4) mit mehreren Innenräumen (4') mit jeweils zugeordneten Innenleitern (1) vorgesehen sind, wobei die Innenräume (4') der mehreren Resonatoren über Durchtrittsöffnungen in Form von Blechen (25) in dem Außenleiter (5) verbunden sind.

Claims

1. High-frequency filter in a coaxial construction comprising one more resonators, the at least one resonator having the following features:
- the resonator comprises a housing (4) with an interior (4'),
 - the housing (4) comprises two end walls (3, 7) located offset relative to one another in the axial direction,
 - an outer conductor (5) is provided between the end walls (3, 7),
 - an inner conductor (1) is held by its lower end (1b) on an end wall (3) and is electrically connected to the associated end wall (3),
 - the free upper end (1a) of the inner conductor (1) opposing the lower end (1b) ends at a distance from the opposing end wall (7),
 - a threaded socket (8') with an internal thread (11) is provided, namely in the end wall (3) opposing the free end (1a) of the inner conductor (1) or in the region of the free end (1a) of the inner conductor (1),
 - a self-locking tuning element (13) provided with an external thread (15) can be screwed in or unscrewed to a different extent into the threaded socket, in particular to a different extent into the gap between the free end (1a) of the inner conductor (1) and the end wall (3) of the housing (4)

located opposite thereto,

characterised by the following further features:

- the thread pitch or the thread pitch angle of the external thread (15) of the tuning element (13) differs from the thread pitch or the thread pitch angle of the internal thread (11) of the threaded socket (8') at least in a portion of the length of the internal thread (11) and/or of the external thread (15), and
 - the difference between the thread pitches or the thread pitch angle of the external thread (15) of the tuning element (13) and of the internal thread (11) of the threaded socket (8') is more than 0.5%, preferably 1 % to 5 %.
2. High-frequency filter according to claim 1, **characterised in that** the difference between the thread pitch or the thread pitch angles of the external thread (15) of the tuning element (13) and of the internal thread (11) of the threaded socket (8') is more than 1.5 % and/or less than 4.5 %.
3. High-frequency filter according to either claim 1 or claim 2, **characterised in that** the difference between the thread pitch or the thread pitch angles of the external thread (15) of the tuning element (13) and of the internal thread (11) of the threaded socket (8') is 2 % to 4 %, in particular 2.5 % to 3.5 %, preferably approximately 3 %.
4. High-frequency filter according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the external thread (15) of the tuning element (13) is interruption-free.
5. High-frequency filter according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the internal thread (11) of the threaded socket (8') is interruption-free.
6. High-frequency filter according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the external thread (15) of the tuning element (13) comprises two external thread portions (15) located offset in the axial direction of the tuning element (13).
7. High-frequency filter according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the internal thread (11) of the threaded socket (8') comprises two internal thread portions (11) located offset in the axial direction of the threaded socket (8').
8. High-frequency filter according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the external thread (15) of the tuning element (13) and/or the internal thread (11) of the threaded socket (8') comprises a thread-free portion (15', 11') adjacent to the interior (4') of the housing (4).

9. High-frequency filter according to claim 8, **characterised in that** an annular gap (17) is formed between the two thread-free portions (15', 11') of the tuning element (13) or the threaded socket (8').
10. High-frequency filter according to claim 9, **characterised in that** the annular gap (17) is delimited with respect to the interior (4') by an annular shoulder (19), which is preferably formed on the threaded socket (8') and protrudes in the direction of the tuning element (13) with a radial component.
11. High-frequency filter according to either claim 9 or claim 10, **characterised in that** the axial length of the thread-free annular gap (17) is more than 0.5 mm and preferably less than 3 mm, preferably approximately 1.0 mm to 1.5 mm.
12. High-frequency filter according to any one of claims 1 to 11, **characterised in that** an annular seal (21) is provided between the tuning element (13) and the threaded socket (8') and is inserted into an annular recess (13a) preferably in the tuning element (13) and cooperates with the inside of the threaded socket (8'), preferably at the transition from the threaded portion (11) to the thread-free portion (11').
13. High-frequency filter according to any one of claims 1 to 12, **characterised in that** the threaded socket (8') is formed in a hole in an end wall (7) of the housing, in particular in a cover (7') of the housing (4).
14. High-frequency filter according to any one of claims 1 to 12, **characterised in that** the threaded socket (8') is formed in the region of the upper end of the inner conductor (1).
15. High-frequency filter according to claim 14, **characterised in that** the inner conductor (1) is provided with an inner conductor hole (103) penetrating therethrough, which is accessible from the region outside the housing (4).
16. High-frequency filter according to either claim 14 or claim 15, **characterised in that** the tuning element (13) has an engagement portion (113) which is accessible from outside the housing (5), in particular an engagement portion (113) which is accessible via the inner conductor hole (103).
17. High-frequency filter according to any one of claims 1 to 16, **characterised in that** the threaded socket (8') consists of a threaded sleeve (8) which is mechanically held in a hole in the housing (5) or in or on the inner conductor (1) and is electrically connected thereto.
18. High-frequency filter according to any one of claims

1 to 17, **characterised in that** an annular seal (21) is provided between the tuning element (13) and the threaded socket (8') and is seated in a circumferential annular groove, which is formed circumferentially in the tuning element (13).

19. High-frequency filter according to any one of claims 1 to 17, **characterised in that** an annular seal (21) is provided between the tuning element (13) and the threaded socket (8') and is seated in a circumferential annular groove, which is formed circumferentially in the threaded socket (8').

20. High-frequency filter according to any one of claims 1 to 19, **characterised in that**, located in an axial partial length, preferably in the vicinity of the resonator interior, an annular gap (17), which is configured so as to be thread-free, is formed between the tuning element (13) and the threaded socket (8').

21. High-frequency filter according to any one of claims 1 to 20, **characterised in that** a plurality of resonators in a common housing (4) with a plurality of interiors (4') are each provided with an associated inner conductor (1), the interiors (4') of the plurality of resonators being connected by means of through-openings in the form of plates (25) in the outer conductor (5).

Revendications

1. Filtre à haute fréquence de structure coaxiale, comprenant un ou plusieurs résonateurs, dans lequel ledit au moins un résonateur présente les éléments suivants :
- le résonateur comprend un boîtier (4) avec une chambre intérieure (4'),
 - le boîtier (4) comprend deux parois frontales (3, 7) situées de façon décalée l'une par rapport à l'autre en direction axiale,
 - un conducteur extérieur (5) est prévu entre les parois frontales (3, 7),
 - un conducteur intérieur (1) est maintenu sur une paroi frontale (3) par son extrémité inférieure (1b) et est relié électriquement à la paroi frontale (3) associée,
 - l'extrémité supérieure libre (1a), opposée à l'extrémité inférieure (1b), du conducteur intérieur (1) se termine à distance devant la paroi frontale opposée (7),
 - il est prévu un logement de réception de pas de vis (8') avec un taraudage (11), à savoir dans la paroi frontale (3) opposée à l'extrémité libre (1a) du conducteur intérieur (1) ou dans la zone de l'extrémité libre (1a) du conducteur intérieur (1),

dans le logement de réception de pas de vis (8') est introduit un élément d'accord (13) à auto-coïncement, pourvu d'un filetage (15), susceptible d'être vissé plus ou moins loin, en particulier à des distances différentes dans l'espace entre l'extrémité libre (1a) du conducteur intérieur (1) et la paroi frontale (3) opposée à celui-ci, du boîtier (4),

caractérisé par les autres caractéristiques suivantes :

- le pas ou l'angle du filetage (15) de l'élément d'accord (13) diffère du pas ou de l'angle du taraudage (11) du logement de réception de pas de vis (8') au moins dans un tronçon partiel de la longueur du taraudage (11) et/ou du filetage (15), et
- la différence entre les pas ou les angles du filetage (15) de l'élément d'accord (13) et du taraudage (11) du logement de réception de pas de vis (8') est supérieure à 0,5 %, de préférence de 1 % à 5 %.

2. Filtre à haute fréquence selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la différence entre les pas ou les angles du filetage (15) de l'élément d'accord (13) et du taraudage (11) du logement de réception de pas de vis (8') est supérieure à 1,5 % et/ou inférieure à 4,5 %.
3. Filtre à haute fréquence selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la différence entre les pas ou les angles du filetage (15) de l'élément d'accord (13) et du taraudage (11) du logement de réception de pas de vis (8') est de 2 % à 4 %, en particulier de 2,5 % à 3,5 %, de préférence autour de 3 %.
4. Filtre à haute fréquence selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le filetage (15) de l'élément d'accord (13) est dépourvu d'interruption.
5. Filtre à haute fréquence selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le taraudage (11) du logement de réception de pas de vis (8') est dépourvu d'interruption.
6. Filtre à haute fréquence selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le filetage (15) de l'élément d'accord (13) comprend deux tronçons de filetage (15) situés en décalage en direction axiale de l'élément d'accord (13).
7. Filtre à haute fréquence selon l'une des revendications 1 à 3 ou 6, **caractérisé en ce que** le taraudage (11) du logement de réception de pas de vis (8') comprend deux tronçons de taraudage (11) situés en

décalage en direction axiale du logement de réception de pas de vis (8').

8. Filtre à haute fréquence selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le filetage (15) de l'élément d'accord (13) et/ou le taraudage (11) du logement de réception de pas de vis (8') comprend un tronçon sans pas de vis (15', 11') à la suite du volume intérieur (4') du boîtier (4).
9. Filtre à haute fréquence selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'**une chambre annulaire d'écartement (17) est formée entre les deux tronçons sans pas de vis (15', 11') de l'élément d'accord (13) et du logement de réception de pas de vis (8').
10. Filtre à haute fréquence selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la chambre annulaire d'écartement (17) est délimitée vers la chambre intérieure (4') par un épaulement annulaire (19), lequel est de préférence formé sur le logement de réception de pas de vis (8') et dépasse avec une composante radiale en direction de l'élément d'accord (13).
11. Filtre à haute fréquence selon l'une des revendications 9 à 10, **caractérisé en ce que** la longueur axiale de la chambre annulaire d'écartement sans pas de vis (17) est supérieure à 0,5 mm et de préférence inférieure à 3 mm, de préférence aux alentours de 1,0 mm à 1,5 mm.
12. Filtre à haute fréquence selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que**, entre l'élément d'accord (13) et le logement de réception de pas de vis (8') est prévu un joint annulaire (21), mis en place dans un évidement annulaire, de préférence dans l'élément d'accord (13), et coopérant avec la face intérieure du logement de réception de pas de vis (8'), de préférence à la transition du tronçon avec pas de vis (11) vers le tronçon sans pas de vis (11').
13. Filtre à haute fréquence selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** le logement de réception de pas de vis (8') est réalisé dans un perçage dans une paroi frontale (7) du boîtier, en particulier dans un couvercle (7') du boîtier (4).
14. Filtre à haute fréquence selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** le logement de réception de pas de vis (8') est réalisé dans la région de l'extrémité supérieure du conducteur intérieur (1).
15. Filtre à haute fréquence selon la revendication de 14, **caractérisé en ce que** le conducteur intérieur (1) est pourvu d'un perçage (103) qui le traverse et qui est accessible depuis la région à l'extérieur du boîtier (4).

16. Filtre à haute fréquence selon la revendication 14 ou 15, **caractérisé en ce que** l'élément d'accord (13) dispose d'un tronçon d'attaque (113) accessible depuis l'extérieur du boîtier (5), en particulier d'un tronçon d'attaque (113) accessible via le perçage (103) du conducteur intérieur. 5
17. Filtre à haute fréquence selon l'une des revendications 1 à 16, **caractérisé en ce que** le logement de réception de pas de vis (8') est une douille taraudée (8), qui est retenue mécaniquement dans un perçage dans le boîtier (5) ou dans ou sur le conducteur intérieur (1), et reliée électriquement à celui-ci. 10
18. Filtre à haute fréquence selon l'une des revendications 1 à 17, **caractérisé en ce que**, entre l'élément d'accord (13) et le logement de réception de pas de vis (8'), est prévu un joint annulaire (21) qui est logé dans une gorge annulaire périphérique ménagée à la périphérie dans l'élément d'accord (13). 15
20
19. Filtre à haute fréquence selon l'une des revendications 1 à 17, **caractérisé en ce que**, entre l'élément d'accord (13) et le logement de réception de pas de vis (8'), est prévu un joint annulaire (21) qui est logé dans une gorge annulaire périphérique ménagée à la périphérie dans le logement de réception de pas de vis (8'). 25
20. Filtre à haute fréquence selon l'une des revendications 1 à 19, **caractérisé en ce qu'**une chambre annulaire d'écartement (17) est réalisée entre l'élément d'accord (13) et le logement de réception de pas de vis (8'), situé dans une longueur partielle axiale et de préférence au voisinage de la chambre intérieure du résonateur, cette chambre annulaire d'écartement étant réalisée sans pas de vis. 30
35
21. Filtre à haute fréquence selon l'une des revendications 1 à 20, **caractérisé en ce qu'**il est prévu plusieurs résonateurs dans un boîtier commun (4) avec plusieurs chambres intérieures (4') et avec des conducteurs intérieurs respectivement associés (1), les chambres intérieures (4') des plusieurs résonateurs sont reliées via des ouvertures traversantes sous la forme de trouées (25) dans le conducteur extérieur (5). 40
45

50

55

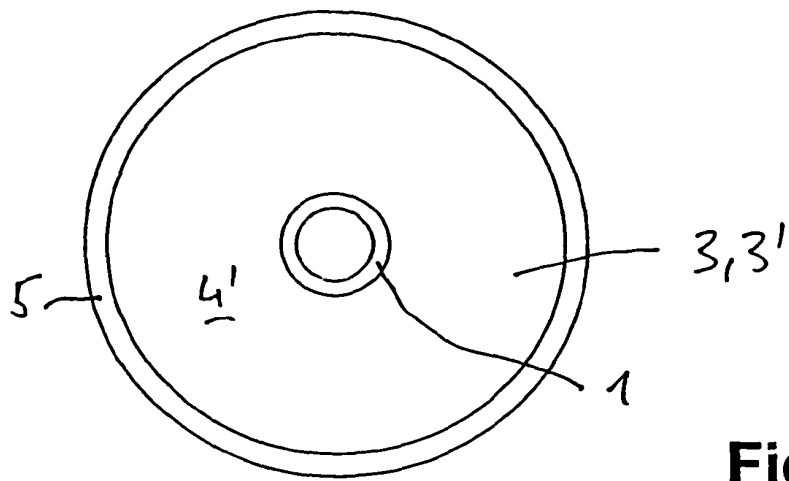


Fig. 1

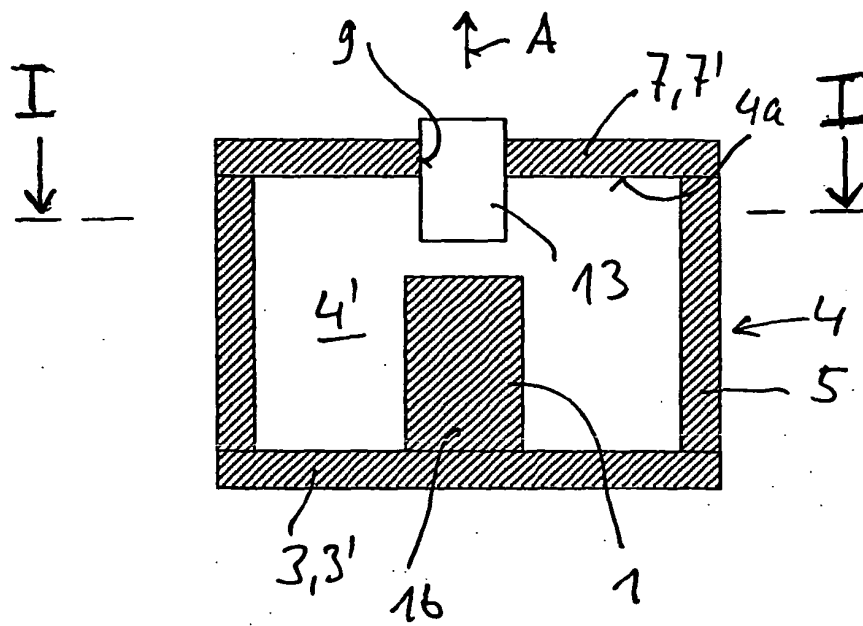


Fig. 2

Fig. 4

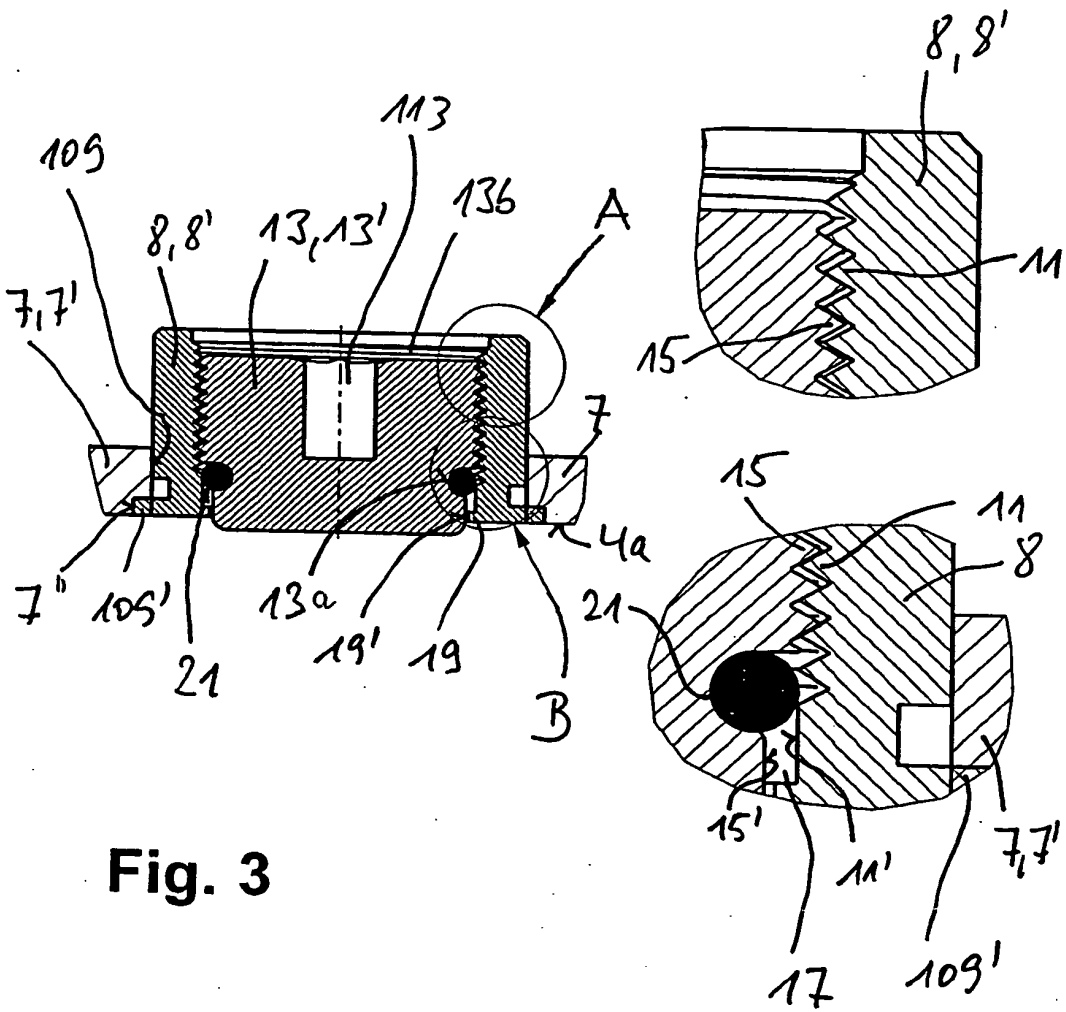


Fig. 3

Fig. 5

Fig. 6

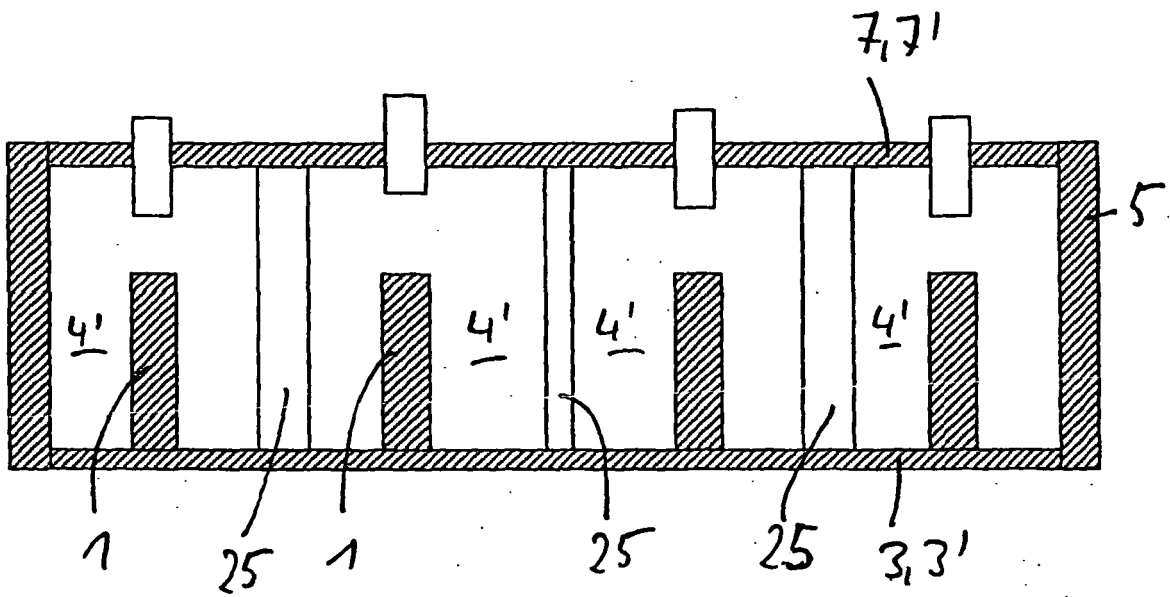
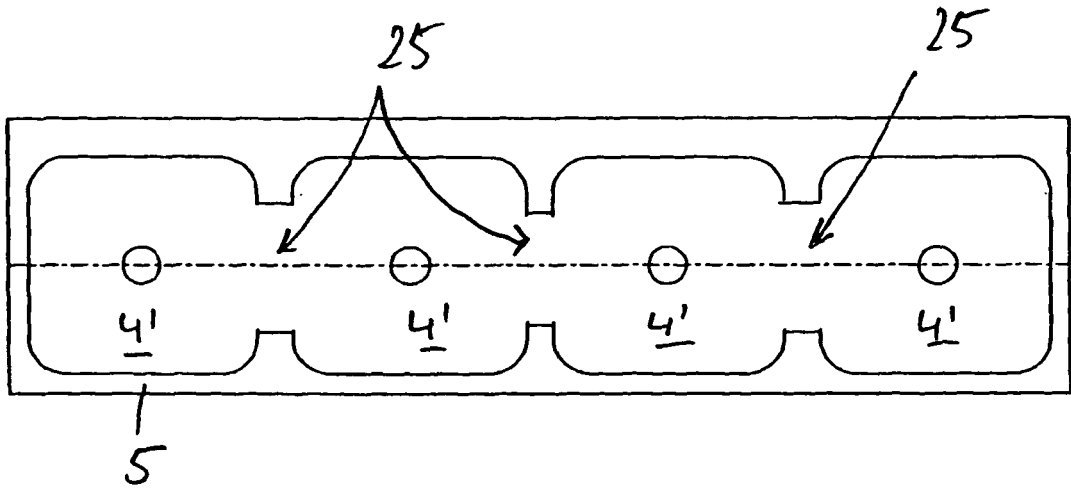


Fig. 7

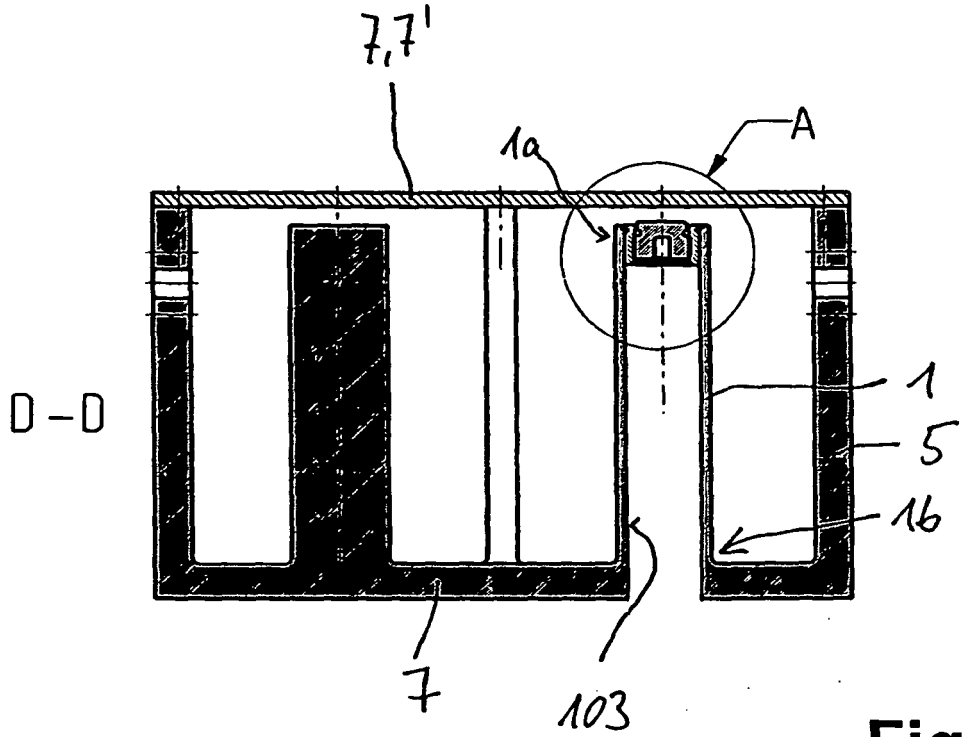


Fig. 8

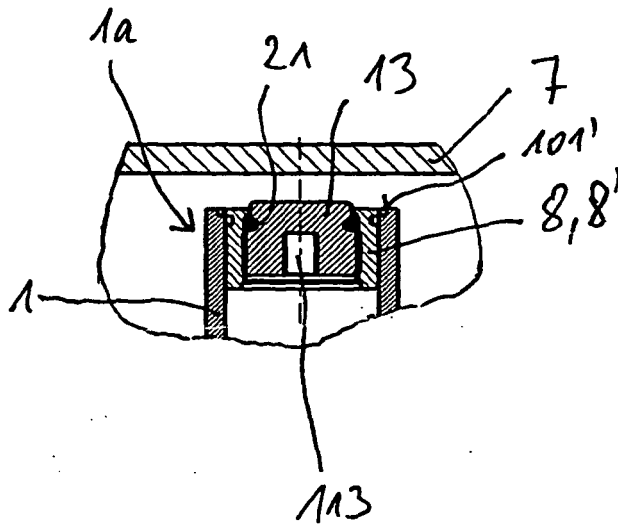


Fig. 9

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

- EP 1169747 B1 [0005]
- US 6734766 B2 [0007] [0009]
- DE 3879265 T2 [0014]
- US 6384699 B1 [0015]
- GB 569581 A [0016]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **Ian Hunter**. Theory and Design of Microwave Filters. *IEE Electromagnetic Waves Series*, 2001, vol. 48 [0006]
- **G. Macchiarella et al.** Experimental Study of Passive Intermodulation in Coaxial Cavities for Cellular Base Stations Duplexers. *34th European Microwave Conference*, 13. Oktober 2004, 981-984 [0018]