



(11) **EP 2 656 435 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.04.2015 Patentblatt 2015/17

(51) Int Cl.:
H01P 7/04 (2006.01) H01P 1/202 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11810795.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/006357

(22) Anmeldetag: **15.12.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/084154 (28.06.2012 Gazette 2012/26)

(54) **ABSTIMMBARES HOCHFREQUENZFILTER**

TUNABLE HIGH-FREQUENCY FILTER

Filtre haute fréquence réglable

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

• **STOLLE, Manfred**
83043 Bad Aibling (DE)

(30) Priorität: **23.12.2010 DE 102010056048**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.10.2013 Patentblatt 2013/44

(74) Vertreter: **Flach, Dieter Rolf Paul et al**
Andrae I Westendorp
Patentanwälte Partnerschaft
Adlzreiterstrasse 11
83022 Rosenheim (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 760 824 WO-A1-2006/063640
FR-A1- 2 507 018 US-A- 4 728 913
US-A1- 2005 253 673

(72) Erfinder:
• **HAUNBERGER, Thomas**
83435 Bad Reichenhall (DE)

EP 2 656 435 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 einen Hochfrequenzfilter in koaxialer Bauweise nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

[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 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 (Bandsperrfilter). 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 dass andere Filterfrequenzen 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] EP 1 776 733 B1 beschreibt ein Beispiel eines koaxialen Hochfrequenzfilters. Dieses Filter umfasst einen Außenleitertopf, der auf einer metallisierten Grundplatte aufgebracht ist, und in dem ein Innenleiter angeordnet ist. Im Innenbereich des Außenleitertopfs ist ein Bereich des Substrats von einer Metallisierung ausgenommen, so dass der das Substrat kontaktierende Teil des Innenleiters galvanisch von dem Außenleitertopf getrennt ist. Das gegenüberliegende Ende des Innenleiters ist galvanisch am gegenüberliegenden Ende des Innenleitertopfs mit diesem verbunden. Das Filter umfasst ferner auf der gegenüberliegenden Seite des Substrats einen Streifenleiter, der elektrisch an den Resonator angekoppelt ist. Aufgrund von Fertigungstoleranzen eines entsprechenden Koaxialresonators muss dieser abgestimmt werden, was durch eine Einstellung bzw. eine Veränderung der Längen der Innenleiter erfolgt. Die entsprechende Einstellung bzw. Veränderung der Länge der Innenleiter benötigen eine Verstelleinrichtung beispielsweise in Form eines Innen- oder Außengewindes, was zu unerwünschten Intermodulationseffekten in den jeweiligen Resonatoren führt.

[0006] Die EP 2 044 648 B1 beschreibt ein Beispiel eines koaxialen Hochfrequenzfilters. Dieses Filter umfasst einen Resonator mit einem Innenleiter und einem Außenleiter, wobei in einer Abschlusswand des Resonators ein Abstimmelement vorgesehen ist, das ein Außengewinde aufweist. In der entsprechenden Abschlusswand ist eine Gewindeaufnahme mit einem Innengewinde vorgesehen. Die Gewindesteigung des Außengewindes des Abstimmelements unterscheidet sich von der Gewindesteigung des Innengewindes der Gewinde-Aufnahme in zumindest einem Teilabschnitt des Innengewindes und des Außengewindes, wodurch eine automatische Selbsthemmung des Abstimmelements realisiert wird. Durch den Gewindefehler zwischen dem Außengewinde und dem Innengewinde stellt sich eine maximale Verspannung zwischen dem Außengewinde des Gewindeglieds und dem Innengewinde der Gewindebohrung im Resonanzfiltergehäuse an den axial entfernt liegenden Gewindeabschnitten ein, wodurch genau an diesen Stellen aufgrund der hohen Kontaktkräfte eindeutig reproduzierbare elektrische Bedingungen erzeugt werden, wodurch unerwünschte Intermodulationseffekte vermieden werden können.

[0007] Ein weiteres 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 dielektrischen Material, mit dem die Resonanzfrequenz des Filters einstellbar ist. Das Abstimmelement ist im Innenleiter des Resonators beweglich, so dass die dem Deckel zugewandte Seite des Abstimmelements unterschiedliche Abstände zum Deckel aufweist, wodurch die Kapazität zwischen dem freien Ende des Innenleiters und dem Deckel des Resonators verändert wird, wodurch wiederum die Resonanzfrequenz variiert wird.

[0008] Die DE 38 12 782 A1 beschreibt einen Hohlraum- oder Koaxialresonator. Der Koaxialresonator umfasst einen topfartigen Körper mit zwei gegenüberliegenden Abschlusswänden, nämlich mit einer ersten Abschlusswand und mit einer dieser gegenüberstehenden und beabstandeten zweiten Abschlusswand, zwischen denen eine Gehäusewand umlaufend vorgesehen ist. Ein Hohlzylinder ist mit der ersten Abschlusswand galvanisch verbunden, erstreckt sich von der ersten Abschlusswand senkrecht in Richtung der zweiten Abschlusswand und endet im Abstand von der zweiten Abschlusswand. Ein mit einem Stempel verbundener Kolben ragt durch die zweite Abschlusswand in Richtung der ersten Abschlusswand und endet oberhalb des stirnseitigen Endes des Hohlzylinders. Ein Abstimmelement ist lageveränderlich in einer Längsausnehmung des Hohlzylinders vorgesehen und umfasst einen Isolationsstift, der zwischen

einem Teil des Abstimmelements mit Außengewinde und einem Abstimmstempel zur Isolierung des Abstimmstempels vorgesehen ist. Der Isolationsstift ist im oberen Teil des Abstimmstempels vorgesehen und das Abstimmelement ist in seiner Axialstellung lageveränderlich und von der Außenseite der ersten Abschlusswand zur Bewirkung einer axialen Lageveränderung zugänglich. An dem Kolben sind zwei Paare von Rohrmagneten angebracht, auf die ein von einer benachbart angeordneten Spule erzeugtes Magnetfeld eine Kraft ausüben kann, wobei durch Bestromung der Spule der Kolben samt Stempel in ihrer axialen Lage verändert werden.

[0009] Die US 4,380,747 beschreibt ein Hochfrequenzfilter mit einer ersten Abschlusswand und einer davon beabstandeten zweiten Abschlusswand. Ein mit einer Längsausnehmung versehener Metallfinger ist mit der ersten Abschlusswand galvanisch verbunden und erstreckt sich von der ersten Abschlusswand senkrecht in Richtung der zweiten Abschlusswand. Dabei endet der Metallfinger im Abstand von der zweiten Abschlusswand. Ein stiftähnliches und in Richtung der ersten Abschlusswand ragendes Filtergehäuse ist mittels eines Außengewindes in die zweite Abschlusswand eingeschraubt und dadurch mit dieser elektrisch/galvanisch verbunden. Das Filtergehäuse endet in Höhe des stirnseitigen Endes des Metallfingers oder taucht in die im Metallfinger ausgebildete Längsausnehmung ein. Ein Abstimmbolzen ist in dem Filtergehäuse längsbeweglich vorgesehen. Die US 4,380,747 beschreibt auch, dass alternativ der Hohlfinger beweglich sein kann und das als Finger bezeichnete Filtergehäuse mit dem Abstimmbolzen dann in der zweiten Abschlusswand fixiert ist. Der Abstimmbolzen ist dann in dem unbeweglichen Finger bewegbar und folglich von der Oberseite des Hochfrequenzfilters bedienbar.

[0010] WO 2006/063640 betrifft ein Hochfrequenzfilter in koaxialer Bauweise, umfassend einen oder mehrere Resonatoren, wobei wenigstens einer der Resonatoren folgende Merkmale aufweist:

- einen als Innenleiterrohr ausgestalteten Innenleiter aus wenigstens einem ersten Material;
- ein Außenleitergehäuse mit einem Gehäuseboden, einer Gehäusewand und einem sich aus der Gehäusewand erstreckenden oder auf der Gehäuseoberseite positionierbaren Deckel, wobei das Innenleiterrohr mit dem Gehäuseboden elektrisch verkoppelt ist und ein freies Ende des Innenleiterrohrs benachbart zu der Gehäuseoberseite und/oder dem Deckel liegt;
- ein Kompensationselement aus wenigstens einem zweiten Material, das mit dem Innenleiterrohr verbunden ist; wobei das wenigstens eine zweite Material des Kompensationselementes auf das wenigstens eine erste Material zumindest eines Teilabschnitts des Innenleiterrohrs durch mechanische Kraftausübung derart einwirkt, dass die Temperaturexpansion des wenigstens einen ersten Materials und/oder die Länge des Innenleiterrohrs beeinflusst wird.

[0011] Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass aufgrund von Fertigungstoleranzen eine Abstimmung der koaxialen Hochfrequenzfilter mit einem Abstimmelement notwendig ist. Bei koaxialen Hochfrequenzfiltern aus dem Stand der Technik erfolgt die Abstimmung über Gewindeschrauben aus Metall oder aus Kombinationen aus Metallschrauben und Kunststoffelementen. Aus Aluminium gefertigte Resonatorengehäuse benötigen für die Aufnahme der entsprechenden Abstimmelemente Einpressgewinde, da Aluminium für Feingewinde zu weich ist, so dass sich das Gewinde des Einstellelements fest fressen kann. Darüber hinaus sind die Abstimmelemente in den koaxialen Hochfrequenzfiltern gemäß dem Stand der Technik an hochfrequenz-kritischen Stellen angeordnet, so dass auch Ströme über den Kontaktbereich des Außengewindes des Abstimmelements und dem Innengewinde des Resonatorengehäuses fließen. Dies führt zu Intermodulations-Problemstellen, da im Gewinde unzureichende Kontaktdrücke herrschen. In der Druckschrift EP 2 044 648 B1 wird dieses Problem durch verspannte Gewinde angegangen. Ein entsprechendes koaxiales Hochfrequenzfilter ist jedoch in seiner Herstellung aufwendig und daher kostspielig. Auch sind Abstimmhülsen aus Metall bzw. einer Kombination aus Metall und Kunststoff mit beispielsweise einem speziellen Gewinde aufwendig in der Herstellung und daher teuer.

[0012] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es von daher, ausgehend von dem gattungsbildenden Stand der Technik eine verbesserte und einfachere Möglichkeit zum Abstimmen von Resonatoren, d. h. Einzelresonatoren, Hochfrequenzfiltern, Frequenzweichen, Bandpassfiltern, Bandsperrfiltern und dergleichen zu schaffen, die kostengünstiger zu realisieren ist, und die die oben beschriebenen Intermodulations-Probleme nicht aufweist.

[0013] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß entsprechend den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0014] Erfindungsgemäß ist also ein erstes stiftförmiges oder stiftähnliches in Richtung einer ersten Abschlusswand ragendes erstes Abstimmelement, welches mit einer zweiten Abschlusswand des Resonators elektrisch/galvanisch verbunden ist, in seiner axialen Länge unverändert und drehfest in der zweiten Abschlusswand mechanisch verankert. In einer Längsausnehmung in dem Innenleiter des Resonators ist ein vorzugsweise rohrförmiges oder rohrähnliches lageveränderliches zweites Abstimmelement vorgesehen, das zumindest in dem der zweiten Außenwand zugewandten Bereich aus einem dielektrischem Material besteht. Dieses zweite Abstimmelement ist in dem Abstandsraum zwischen der Innenfläche des Innenleiters und dem ersten Abstimmelement in seiner Axialstellung lageveränderlich. Dabei ist das zweite Abstimmelement von der Außenseite der ersten Abschlusswand zur Bewirkung dieser axialen Lageverän-

derung zugänglich bzw. betätigbar.

[0015] Die einteiligen zweiten Abstimmeelemente, die zumindest teilweise aus dielektrischem Material bestehen, sind folglich an hinsichtlich Intermodulationseffekten unkritischen Stellen im Koaxialresonator angeordnet, wodurch eine Abstimmung des Koaxialresonators über das zweite Abstimmeelement erfolgt, das über die erste Abschlusswand bzw. über den Boden des Koaxialresonators zugänglich und lageveränderlich ist. Das auch als Abstimmnagel bezeichnete erste Abstimmeelement ist in den Koaxialresonator eingelötet bzw. kontaktiert, so dass an den entsprechenden Kontaktstellen keine Intermodulations-Probleme auftreten.

[0016] Folglich ist eine so genannte Abstimmung des Koaxialresonators möglich, da das zweite Abstimmeelement über die Bodenseite bzw. über die Seite der ersten Abschlusswand zugänglich ist, und die axiale Position des zweiten Abstimmeelements über Betätigung des zweiten Abstimmeelements an der Bodenseite bzw. an der Seite der ersten Abschlusswand bewirkt wird. Die Filterkennlinie bzw. die elektrischen Parameter des koaxialen Hochfrequenzresonators werden mit den verstellbaren zweiten Abstimmeelementen justiert und/oder verändert und/oder korrigiert, ohne Intermodulations-Probleme zu verursachen, da keine galvanische Verbindung zwischen den Abstimmnägeln bzw. Bolzen, die als erste Abstimmeelemente bezeichnet werden, und den zweiten Abstimmeelementen vorhanden sind. Die Länge der Abstimmnagel bzw. der ersten Abstimmeelemente wird so vorgewählt, dass die Feinabstimmung des koaxialen Hochfrequenzfilters mittels den zweiten Abstimmeelementen nur noch an den Enden der Abstimmnagel erfolgt. Daher sind auch keine Güteverluste des Hochfrequenzfilters zu erwarten. Weiterhin bietet die erfindungsgemäße Lösung den Vorteil, das die zweiten Abstimmeelemente zusätzlich eine mechanische Abstützung bzw. eine Zentrierung der Abstimmnagel bzw. der ersten Abstimmeelemente übernehmen. Hierdurch wird zusätzlich die mechanische Stabilität des Hochfrequenzfilters erhöht.

[0017] Die erfindungsgemäße Lösung ist in ihrer Herstellung kostengünstiger, da lediglich einfache Drehteile als Abstimmnagel bzw. als erste Abstimmeelemente anstelle von kostspieligen Abstimmstiften mit speziellem Gewinde verwendet werden. Die zweiten Abstimmeelemente sind als Spritzteile kostengünstig herstellbar und können mit einfachen Maßnahmen befestigt und in ihrer axialen Position verändert werden.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die zweite Abschlusswand bzw. der Deckel des Resonators ein dielektrisches Plattenmaterial, auf dessen Außenseite eine Massefläche vorgesehen ist, mit der das erste Abstimmeelement elektrisch/galvanisch verbunden ist. Dabei kann die Massefläche alternativ auch in dem dielektrischen Plattenmaterial angeordnet sein. Die Außenseite der zweiten Abschlusswand bzw. des Deckels ist die der ersten Abschlusswand abgewandten Seite der zweiten Abschlusswand bzw. des Deckels.

[0019] Bevorzugt ist dabei auf der Innenseite der zweiten Abschlusswand eine Streifenleiterstruktur vorgesehen.

[0020] Bevorzugt weist dabei die Streifenleiterstruktur eine Koppelfläche auf, in der eine von der Koppelfläche elektrisch/galvanisch getrennte Ausnehmung vorgesehen ist. Dabei ist die Koppelfläche auf der Innenseite der ersten Abschlusswand so angeordnet, dass die Koppelfläche der Stirnseite des Innenleiters gegenüberliegt. Das erste Abstimmeelement ragt dabei durch die Ausnehmung in den Innenleiter.

[0021] Der Koaxialresonator ist somit über die Koppelflächen des Innenleiters an die Streifenleiterstruktur der ersten Abschlusswand bzw. des Deckels, der auch als eine Platine ausgestaltet sein kann, angekoppelt. Die zweite Abschlusswand kann somit als eine Platine ausgestattet sein, auf der eine Anpass- bzw. Filterstruktur aufgebracht ist. Die Anpass- bzw. Filterstruktur ist dabei auf der inneren Seite des Filters angeordnet. An der Außenseite der Platine ist die Massefläche vorgesehen, an der die Abstimmnagel angebracht sind. Dabei werden die Stichleitungen wegen der Filtergüte als Koaxialresonatoren ausgeführt.

[0022] Bevorzugt weist das zweite Abstimmeelement eine in Längsrichtung des zweiten Abstimmeelements verlaufende Sackbohrung oder Durchgangsbohrung auf, und das zweite Abstimmeelement ist innerhalb der Längsausnehmung im Innenleiter des Resonators in seiner Axialstellung relativ zu dem ersten Abstimmeelement so lageveränderlich, dass das erste Abstimmeelement unterschiedlich weit in die Sackbohrung bzw. Durchgangsbohrung des zweiten Abstimmeelements eintauchbar ist.

[0023] Bevorzugt ist das erste Abstimmeelement und die zweite Abschlusswand bzw. der Deckel des Resonators durch eine Verpressung oder durch eine Lötung oder durch eine Schweißung verbunden. Andererseits kann das erste Abstimmeelement und die zweite Abschlusswand bevorzugt auch einstückig ausgebildet sein.

[0024] Weiterhin kann bevorzugt das Außenleitergehäuse des Resonators einstückig mit dem Innenleiter, insbesondere als Fräs-, Dreh- oder Grussteil ausgebildet sein, so dass keine Intermodulations-Probleme durch Stoßstellen im Filter auftreten.

[0025] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann das Außenleitergehäuse und/oder der Innenleiter und/oder das erste Abstimmeelement aus Kunststoff bestehen, wobei die jeweiligen Außenflächen metallisiert sind. Hierdurch ist eine besonders kostengünstige Herstellung des Hochfrequenzfilters möglich.

[0026] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist das zweite Abstimmeelement ein Außengewinde und der Innenleiter und/oder eine Ausnehmung der ersten Abschlusswand weisen ein entsprechendes Innengewinde auf, wobei das zweite Abstimmeelement über dessen Außengewinde mit dem Innengewinde des Innenleiters und/oder der Ausnehmung der ersten Abschlusswand verbunden und gehalten ist. Hierdurch wird eine besonders einfache axiale

Lageveränderung des zweiten Abstimmeelements gegenüber dem ersten Abstimmeelement ermöglicht.

[0027] Zur Kompensation einer Resonanzfrequenzveränderung des Hochfrequenzfilters kann in einer bevorzugten Ausführungsform der thermische Ausdehnungskoeffizient des zweiten Abstimmeelements von dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Innenleiters oder des Außenleitergehäuses abweichen. Bevorzugt ist dabei der thermische Ausdehnungskoeffizient des zweiten Abstimmeelements kleiner als der thermische Ausdehnungskoeffizient des Innen- oder Außenleiters.

[0028] Bevorzugt umfasst dabei das zweite Abstimmeelement ein keramisches Material.

[0029] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Filters ist Luft als Dielektrikum zwischen dem Innenleiter und der Gehäusewand des Außenleitergehäuses vorgesehen.

[0030] Weiterhin können bevorzugt mehrere Resonatoren in einem erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilter vorgesehen sein, wobei die Streifenleiterstruktur eine der Anzahl der Resonatoren entsprechende Anzahl von Koppelflächen aufweist, die mittels einer Leiterbahn miteinander elektrisch/galvanisch verbunden sind. Die jeweiligen Koppelflächen sind dabei auf der Innenseite der Platine so angeordnet, dass diese den Stirnseiten der Innenleiter gegenüberliegend positioniert sind.

[0031] Dabei können die mehreren Resonatoren vorzugsweise unterschiedliche Größen aufweisen. Entsprechend können vorzugsweise die Resonatoren derart ausgestaltet und gekoppelt sein, dass eine Duplexweiche gebildet ist.

[0032] Weiterhin kann in einer besonders bevorzugten Ausführungsform ein Resonator eines erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters derart ausgebildet sein, dass ein Bandpassfilter und/oder ein Bandsperfilter gebildet wird.

[0033] Die oben beschriebenen Filter können für den Bereich zwischen 790 MHz bis 862 MHz (durch Digitalisierung frei werdende Frequenzbänder; auch als Digitale Dividende bezeichnet) als auch für den Bereich zwischen 870 MHz bis 960 MHz (GSM 900) und im Bereich der 1.800 MHz-Mobilfunkfrequenz und/oder der 2.000 MHz-Mobilfunkfrequenz arbeiten.

[0034] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen im Einzelnen:

Figur 1: einen schematischen axialen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Hochfrequenzfilter in Form von drei nebeneinander angeordneten Einzelresonatoren;

Figur 2: einen schematischen axialen Querschnitt durch das erfindungsgemäße Hochfrequenzfilter entlang der Ebene a-a;

Figur 3: einen schematischen Horizontalquerschnitt des Filters der Figuren 1 und 2; und

Figur 4: eine Draufsicht auf eine auf der Innenfläche der zweiten Abschlusswand aufgebrachten Streifenleiterstruktur.

[0035] In den Figuren 1 bis 3 ist im axialen Längsschnitt bzw. axialen Querschnitt bzw. im Querschnitt dazu in schematischer Wiedergabe ein Hochfrequenzfilter 1 mit drei Resonatoren 2a, 2b, 2c in Koaxialtechnik gezeigt. Im Nachfolgenden wird ein Einzelresonator 2a, 2b, 2c in Koaxialtechnik auch kurz als Koaxialresonator oder Koaxialfilter bezeichnet.

[0036] Ein Hochfrequenzfilter 1 in koaxialer Bauweise kann auch mehr oder weniger als die drei dargestellten Koaxialfilter bzw. Einzelresonatoren umfassen.

[0037] Im Folgenden wird der Aufbau eines Einzelresonators 2a, 2b, 2c anhand der Figuren 1 bis 3 erläutert. Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Bauelemente bzw. Merkmale, so dass Wiederholungen vermieden werden. Darüber hinaus wird anhand von Figur 1 der Aufbau eines Einzelresonators 2a, 2b, 2c beispielhaft an dem mittig dargestellten Resonator 2b dargestellt, wobei die benachbarten Resonatoren 2a, 2c auf gleiche bzw. ähnliche Art und Weise aufgebaut sind.

[0038] Der im erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilter 1 umfasste Koaxialresonator 2a, 2b, 2c umfasst ein Außenleitergehäuse mit zwei gegenüber liegenden Abschlusswänden 21, 22, nämlich eine erste Abschlusswand 21 und davon beabstandeten zweite Abschlusswand 22. Die erste Abschlusswand 21 kann alternativ auch als Boden des Koaxialresonators 2a, 2b, 2c bezeichnet werden. Weiterhin kann die zweite Abschlusswand 22 alternativ als Deckel 22 des Koaxialresonators 2a, 2b, 2c bezeichnet werden. Der Deckel 22 kann dabei als eine Platine 22 ausgestaltet sein. Zwischen der ersten Abschlusswand 21 und der zweiten Abschlusswand 22 ist umlaufend eine Gehäusewand 23 vorgesehen, die in Figur 3 teilweise dargestellt ist. In Figur 3 sind die abschließenden Gehäusewände 23 auf der linken und rechten Seite des Hochfrequenzfilters nicht dargestellt. Aus den Figuren 2 und 3 ist ersichtlich, dass die Gehäusewand 23 eine Auflage 23a bzw. eine Vertiefung 23a aufweist, auf der die zweite Abschlusswand 22 aufliegen kann. Der Koaxialresonator 2a, 2b, 2c umfasst ferner einen Innenleiter 30, der in der in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Ausführungsform als Innenleiterrohr gestaltet ist. In den Figuren 1 und 2 sind der Innenleiter 30 und die erste Abschlusswand 21 einstückig ausgebildet. Jedoch können der Innenleiter 30 und die erste Abschlusswand 21 auch zweistückig ausgebildet und z.B. durch Schweißung, Lötung oder beispielsweise durch Verpressung miteinander verbunden sein. Der Innenleiter 30 ist mit der ersten Abschlusswand 21 galvanisch verbunden und erstreckt sich von der ersten Abschluss-

wand 21 senkrecht in Richtung der zweiten Abschlusswand 22, wobei der Innenleiter 30 die zweite Abschlusswand 22 nicht kontaktiert. Daher ist der Innenleiter 30 von dem Deckel 22 galvanisch getrennt. Eine galvanische Trennung des Innenleiters 30 von dem Deckel 22 könnte auch dadurch erreicht werden, dass an einem Kontaktpunkt des Innenleiters 30 mit der zweiten Abschlusswand 22 der Innenleiter 30 aus einem dielektrischem Material besteht bzw. der Deckel 22 an einem Kontaktpunkt mit dem Innenleiter 30 aus einem dielektrischen Material besteht. In der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführungsform wird die galvanische Trennung zwischen dem Innenleiter 30 und der zweiten Abschlusswand 22 jedoch dadurch erreicht, dass der Innenleiter 30 die zweite Abschlusswand 22 nicht kontaktiert.

[0039] Aus Figur 2 ist ersichtlich, dass die zweite Abschlusswand 22 als eine Platine 22 ausgestaltet ist. Auf der Außenseite der Platine 22 ist eine Massefläche 221 aufgebracht. Die Außenseite der Platine 22 ist dabei die der ersten Abschlusswand 21 abgewandte Seite der Platine 22. Alternativ könnte die Massefläche auch in der Platine 22 bzw. in dem dielektrischen Plattenmaterial angeordnet sein. Auf der Innenseite der Platine 21 ist eine Streifenleiterstruktur 222 aufgebracht, die in Figur 4 in einer Draufsicht dargestellt ist.

[0040] Die Streifenleiterstruktur 222 umfasst zumindest eine Koppelfläche 222a, in der eine Ausnehmung 222c vorgesehen ist. Die Koppelfläche 222a ist auf der Innenseite der Platine 22 so angeordnet, dass die Koppelfläche 222a der Stirnseite des Innenleiters 30 gegenüberliegend angeordnet ist. Der Koaxialresonator ist somit über die Koppelflächen der Stirnseite des Innenleiters 30 an die Streifenleiterstruktur 222 der Platine 22 angekoppelt. Das erste Abstimmelement 40 ragt dabei durch die Ausnehmung 222c, die elektrisch/galvanisch von der Koppelfläche 222a getrennt ist.

[0041] In Figur 4 ist dargestellt, dass die Streifenleiterstruktur 222 drei Koppelflächen 222a umfasst. Die Koppelflächen 222a sind jeweils durch Leiterbahnen 222b miteinander elektrisch/galvanisch verbunden. In der in den Figuren 1 und 3 dargestellten Ausführungsform des Hochfrequenzfilters 1 sind somit die Stirnseiten jedes der Innenleiter 30 der einzelnen Resonatoren 2a, 2b, 2c gegenüberliegend einer Koppelfläche 222a der Streifenleiterstruktur 222 gegenüberliegend angeordnet. Die einzelnen Resonatoren 2a, 2b, 2c stellen somit Stichleitungen auf der Streifenleiterstruktur 222 dar.

[0042] Der Koaxialresonator 2a, 2b, 2c umfasst ferner einen stiftförmigen oder stiftähnlichen Abstimmstift bzw. ein erstes Abstimmelement 40, das in Richtung des Bodens 21 des Koaxialresonators 2a, 2b, 2c ragt. Dieses erste Abstimmelement 40 ist mit der Massefläche 221 der zweiten Abschlusswand 22 elektrisch/galvanisch verbunden. Die elektrisch/galvanische Verbindung kann aber alternativ auch durch eine Verbindungsleitung auf oder außerhalb der zweiten Abschlusswand 22 realisiert sein, insbesondere dann, wenn die zweite Abschlusswand aus einem dielektrischen Substrat besteht. In dem Fall, in dem die zweite Abschlusswand 22 aus einem dielektrischen Material besteht, wenn die zweite Abschlusswand 22 beispielsweise eine Platine 22 ist, ist die Außenfläche der Platine 22 mit einer Massefläche versehen, und auf der Innenseite der Platine 22 kann eine Anpass- bzw. Filterstruktur 222 aufgebracht sein. In diesem Fall sind die ersten Abstimmstifte 40 mit der Massefläche 221 auf der Außenseite der Platine 22 galvanisch verbunden.

[0043] In den Figuren 1 und 2 ist das erste Abstimmelement 40 als ein hohlförmiger Körper dargestellt. Jedoch kann das erste Abstimmelement 40 auch massiv ausgestaltet sein. In den Figuren 1 und 2 taucht das erste Abstimmelement 40 in eine im Innenleiterrohr 30 ausgebildete Längsausnehmung 301 ein. Jedoch kann das erste Abstimmelement 40 auch in Höhe des stirnseitigen Endes des Innenleiter 30 enden.

[0044] Dabei ist das erste Abstimmelement 40 bzw. der Abstimmstift 40 in seiner axialen Länge unveränderbar und drehfest in dem Deckel 22 mechanisch verankert. Hierdurch wird gewährleistet, dass der Kontakt zwischen dem ersten Abstimmelement 40 und der Massefläche 221 der zweiten Abschlusswand 22 bzw. der darauf befindlichen erwähnten Verbindungsleitung reproduzierbare und immer gleiche Eigenschaften und Merkmale aufweist. Der Koaxialresonator 2a, 2b, 2c umfasst ferner im gezeigten Ausführungsbeispiel ein rohrförmiges oder rohrähnliches und lageveränderliches zweites Abstimmelement 50, das in der Längsausnehmung 301 des Innenleiters 30 angeordnet ist. In den Figuren 1 und 2 weist das zweite Abstimmelement 50 eine in Längsrichtung des zweiten Abstimmlements 50 verlaufende Sackbohrung 501 auf, und das zweite Abstimmelement 50 ist innerhalb der Längsausnehmung 301 im Innenleiter 30 in seiner Axialstellung relativ zu dem ersten Abstimmelement 40 bzw. zu dem Abstimmnagel 40 so lageveränderlich, dass das erste Abstimmelement 40 unterschiedlich weit in die Sackbohrung 501 des zweiten Abstimmlements 50 eintauchen kann. Anstelle der Sackbohrung 501 kann auch eine Durchgangsbohrung 501 in dem zweiten Abstimmlement 50 vorgesehen sein. Jedoch ist die vorliegende Erfindung auf eine entsprechende Ausgestaltung des zweiten Abstimmlements 50 nicht begrenzt. Das zweite Abstimmelement 50 kann jedwede Form aufweisen, durch die gewährleistet wird, dass das zweite Abstimmelement 50 in den Abstandsraum zwischen der Innenfläche des Innenleiters 30 und dem ersten Abstimmelement 40 in seiner Axialstellung lageveränderlich ist. Denkbar wären beispielsweise konzentrisch angeordnete Abstimmstifte, die in ihrer Axialstellung relativ zum ersten Abstimmelement 40 lageveränderlich sind.

[0045] Das in den Figuren 1 und 2 dargestellte zweite Abstimmelement 50 besteht aus einem dielektrischen Material. Jedoch kann das zweite Abstimmelement 50 auch aus einem metallischen Material bestehen, wobei das zweite Abstimmelement 50 zumindest in dem der zweiten Außenwand 22 und dem ersten Abstimmelement 40 benachbarten zugewandten Bereich aus einem dielektrischen Material besteht. Dieses dielektrische Material kann jegliche Art von Kunststoff sein, kann aber auch ein keramisches Material umfassen.

[0046] In dem in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst das zweite Abstimmelement 50 ein Außengewinde 502, worüber das zweite Abstimmelement 50 mit einem Innengewinde 302 im Inneren des Innenleiters

30 verbunden und gehalten ist. Durch ein angedeutetes Drehen des zweiten Abstimmeelements 50 wird daher das zweite Abstimmeelement 50 in seiner axialen Stellung verändert, so dass das erste Abstimmeelement 40 unterschiedlich weit in die Sackbohrung 501 des zweiten Abstimmeelements 50 eintaucht. Eine Drehung des zweiten Abstimmeelements 50 kann beispielsweise durch ein Einbringen eines Drehwerkzeugs in den Eingriff 51 des zweiten Abstimmeelements 50 bewirkt werden. Folglich ist das zweite Abstimmeelement 50 von der Außenseite der ersten Abschlusswand 21 zur Bewirkung einer axialen Lageveränderung zugänglich und betätigbar.

[0047] Jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht hierauf begrenzt. Beispielsweise könnte das zweite Abstimmeelement 50 über ein Gleitlager mit dem Innenleiter 30 verbunden sein und über eine entsprechende Betätigungsvorrichtung unterschiedlich weit in die Längsausnehmung 301 des Innenleiters hinein geschoben bzw. herausgezogen werden, so dass das erste Abstimmeelement 40 unterschiedlich weit in eine entsprechende Sackbohrung 501 bzw. Durchgangsbohrung 501 des zweiten Abstimmeelements 50 eintaucht.

[0048] In den Figuren 1 und 2 ist dargestellt, dass das erste Abstimmeelement 40 mit der Sackbohrung 501 des zweiten Abstimmeelements 50 in Kontakt steht. Folglich kann das zweite Abstimmeelement 50 ferner als eine mechanische Abstützung bzw. als eine mechanische Zentrierung des ersten Abstimmeelements 40 dienen, wodurch die mechanische Stabilität eines entsprechend aufgebauten Koaxialresonators 2a, 2b, 2c erhöht wird.

[0049] In dem in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist zwischen dem Innenleiter 30 und der Gehäusewand 23 des Außenleitergehäuses Luft als Dielektrikum vorgesehen. Jedoch kann auch ein anderes gasförmiges Dielektrikum zwischen dem Innenleiter 30 und der Gehäusewand 23 vorgesehen sein.

[0050] In den Figuren 1 und 3 umfasst der erfindungsgemäße Hochfrequenzfilter 1 zumindest drei Koaxialresonatoren 2a, 2b, 2c, die linear zueinander angeordnet und benachbart sind. Diese Resonatoren 2a, 2b, 2c sind über eine gemeinsame erste Abschlusswand 21 miteinander verbunden.

[0051] Aus Figur 1 ist ersichtlich, dass das erste Abstimmeelement 40a im links dargestellten Koaxialresonator 2a eine größere Länge aufweist als die ersten Abstimmeelemente 40b im mittleren Koaxialresonator 2b bzw. als das erste Abstimmeelement 40c im rechts dargestellten Koaxialresonator 2c. Durch unterschiedliche Längen der jeweiligen ersten Abstimmeelemente 40a, 40b, 40c können die Resonanzeigenschaften im entsprechenden Hochfrequenzfilter 1 voreingestellt werden und durch die jeweiligen zweiten Abstimmeelemente 50a, 50b, 50c fein justiert werden. Hierdurch können die Transmissions- bzw. Sperreigenschaften des Hochfrequenzfilters 1 grob und fein eingestellt werden.

[0052] Die Resonatoren 2a, 2b und 2c sind jeweils durch Trennwände 24 voneinander getrennt. Diese Trennwände 24 müssen sich nicht notwendigerweise komplett von der ersten Abschlusswand 21 bis zur zweiten Wand 22 erstrecken, sondern können eine Ausnehmung (Blende) aufweisen. Diese Ausnehmung dient dazu, dass die Trennwände 24 nicht mit der auf der Innenseite der als Platine 22 ausgestalteten zweiten Abschlusswand 22 angeordneten Anpass- bzw. Filterstrukturen 222 in Kontakt kommen, wodurch die Leiterplattenstruktur 222 in ihrer Funktion beeinträchtigt wäre. Durch entsprechende Ausgestaltung der Zwischenwände 24 können die Filtereigenschaften des Hochfrequenzfilters 1 angepasst werden.

[0053] In den Figuren 1 bis 3 sind die Innenleiter 30 mit einem quadratischen Querschnitt dargestellt. Jedoch können die Innenleiter 30 auch andere Formen aufweisen, so wie beispielsweise eine zylindrische Form mit einem runden bzw. elliptischen Querschnitt. Auch kann der Querschnitt eines entsprechenden Innenleiters 30 sechseckig, achteckig oder zehneckig sein. Selbiges gilt für das erste Abstimmeelement 40, das in den Figuren 1 bis 3 mit einem kreisrunden Querschnitt dargestellt ist. Das erste Abstimmeelement 40 kann aber auch einen quadratischen oder sechseckigen oder achteckigen oder zehneckigen Querschnitt aufweisen.

[0054] Entsprechend der Ausgestaltung des Innenleiters 30 kann das zweite Abstimmeelement 50 eine entsprechende Geometrie aufweisen, so dass das zweite Abstimmeelement 50 in der Längsausnehmung 301 des Innenleiters 30 mit Kontakt zu den Innenwänden des Innenleiters 30 axial verschoben werden kann.

Bezugszeichenliste:

[0055]

1	Hochfrequenzfilter
2a, 2b, 2c	Resonator
21	erste Abschlusswand
22	zweite Abschlusswand
23	Gehäusewand
23a	Auflage (der Gehäusewand)
24	Trennwand
30	Innenleiter
40, 40a, 40b, 40c	erstes Abstimmeelement
50, 50a, 50b, 50c	zweites Abstimmeelement

	51	Eingriff
	221	Massefläche
	222	Streifenleiterstruktur
	222a	Koppelfläche (der Streifenleiterstruktur)
5	222b	Leiterbahn (der Streifenleiterstruktur)
	222c	Ausnehmung (der Streifenleiterstruktur)
	301	Längsausnehmung (im Innenleiter)
	302	Innengewinde (im Innenleiter)
	501	Sackbohrung oder Durchgangsbohrung (im zweiten Abstimmeelement)
10	502	Außengewinde (am zweiten Abstimmeelement)

Patentansprüche

- 15 1. Hochfrequenzfilter (1) in koaxialer Bauweise, umfassend einen oder mehrere Resonatoren (2a, 2b, 2c), wobei wenigstens einer der Resonatoren (2a, 2b, 2c) folgende Merkmale aufweist:
- 20 - ein Außenleitergehäuse mit zwei gegenüberliegenden Abschlusswänden (21, 22), nämlich mit einer ersten (21) und davon beabstandeten zweiten Abschlusswand (22), zwischen denen umlaufend eine Gehäusewand (23) vorgesehen sind,
- mit einem Innenleiter (30), der als Innenleiterrohr gestaltet ist,
- der Innenleiter (30) ist mit der ersten Abschlusswand (21) galvanisch verbunden und erstreckt sich von der ersten Abschlusswand (21) quer und vorzugsweise senkrecht in Richtung der zweiten Abschlusswand (22),
- 25 - der Innenleiter (30) endet im Abstand vor der zweiten Abschlusswand (22) und/oder ist davon galvanisch getrennt,
- mit einem stiftförmigen oder stiftähnlichen in Richtung der ersten Abschlusswand (21) ragenden ersten Abstimmeelement (40), welches mit der zweiten Abschlusswand (22) elektrisch/galvanisch verbunden ist,
- das erste Abstimmeelement (40) taucht in eine im Innenleiterrohr (30) ausgebildete Längsausnehmung (301) ein, **gekennzeichnet durch** die folgenden weiteren Merkmale:
- 30 - das erste Abstimmeelement (40) ist in seiner axialen Länge unveränderbar und drehfest in der zweiten Abschlusswand (22) mechanisch verankert,
- ein lageveränderliches zweites Abstimmeelement (50) ist in der Längsausnehmung (301) des Innenleiters (30) vorgesehen, wobei das zweite Abstimmeelement (50) zumindest in dem der zweiten Außenwand (22) zugewandten Bereich aus einem dielektrischen Material besteht oder dielektrisches Material umfasst
- 35 - das zweite Abstimmeelement (50) ist im Abstandsraum zwischen der Innenfläche des Innenleiters (30) und dem ersten Abstimmeelement (40) in seiner Axialstellung lageveränderlich,
- das zweite Abstimmeelement (50) ist von der Außenseite der ersten Abschlusswand (21) zur Bewirkung einer axialen Lageveränderung zugänglich und/oder betätigbar.
- 40 2. Hochfrequenzfilter (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Abschlusswand (22) ein dielektrisches Plattenmaterial umfasst, auf dessen Außenseite eine Massefläche (221) vorgesehen ist, mit der das erste Abstimmeelement (40) elektrisch/galvanisch verbunden ist.
- 45 3. Hochfrequenzfilter (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Innenseite der zweiten Abschlusswand (22) eine Streifenleiterstruktur (222) vorgesehen ist.
- 50 4. Hochfrequenzfilter (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Streifenleiterstruktur (222) eine Koppelfläche (222a) aufweist, in der eine von der Koppelfläche (222a) elektrisch/galvanisch getrennte Ausnehmung (222c) vorgesehen ist, wobei die Koppelfläche (222a) auf der Innenseite der zweiten Abschlusswand (22) der Stirnseite des Innenleiters (30) gegenüberliegend angeordnet ist, und wobei das erste Abstimmeelement (40) durch die Ausnehmung (222c) in den Innenleiter (30) ragt.
- 55 5. Hochfrequenzfilter (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Abschlusswand (22) als eine Platine (22) ausgebildet ist.
6. Hochfrequenzfilter (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Abstimmeelement (50) eine in Längsrichtung des zweiten Abstimmeelementes (50) verlaufende Sackbohrung oder Durchgangsbohrung (501) aufweist und das zweite Abstimmeelement (50) innerhalb der Längsausnehmung (301)

EP 2 656 435 B1

im Innenleiter (30) in seiner Axialstellung relativ zu dem ersten Abstimmeelement (40) so lageveränderlich ist, dass das erste Abstimmeelement (40) unterschiedlich weit in die Sackbohrung (501) oder Durchgangsbohrung (501) des zweiten Abstimmeelements (50) eintauchbar ist.

- 5 7. Hochfrequenzfilter (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Abstimmeelement (40) und die zweite Abschlusswand (22) durch eine Verpressung oder durch Lötung oder durch Schweißung verbunden sind, oder dass das erste Abstimmeelement (40) und die zweite Abschlusswand (22) einstückig ausgebildet sind.
- 10 8. Hochfrequenzfilter (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Außenleitergehäuse einstückig mit dem Innenleiter (30), insbesondere als Fräs-, Dreh- oder Gussteil, ausgebildet ist.
9. Hochfrequenzfilter (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Außenleitergehäuse und/oder der Innenleiter (30) und/oder das erste Abstimmeelement (40) aus Kunststoff besteht/bestehen, wobei die jeweiligen Außenflächen metallisiert sind.
- 15 10. Hochfrequenzfilter (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Abstimmeelement (50) ein Außengewinde (502) aufweist, worüber das zweite Abstimmeelement (50) mit einem Innengewinde (302) im Inneren des Innenleiters (30) und/oder einer Ausnehmung der ersten Abschlusswand (21) verbunden und gehalten ist.
- 20 11. Hochfrequenzfilter (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der thermische Ausdehnungskoeffizient des zweiten Abstimmeelements (50) von dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Innenleiters (30) oder des Außenleitergehäuses abweicht.
- 25 12. Hochfrequenzfilter (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Abstimmeelement (50) ein keramisches Material umfasst.
- 30 13. Hochfrequenzfilter (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Luft als Dielektrikum zwischen dem Innenleiter (30) und der Gehäusewand (23) des Außenleitergehäuses vorgesehen ist.
- 35 14. Hochfrequenzfilter (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Resonatoren (2a, 2b, 2c) vorgesehen sind, wobei die Streifenleiterstruktur (222) eine der Anzahl der Resonatoren (2a, 2b, 2c) entsprechende Anzahl von Koppelflächen (222a) aufweist, die mittels einer Leiterbahn (222b) miteinander elektrisch /galvanisch verbunden sind.
- 40 15. Hochfrequenzfilter (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mehreren Resonatoren (2a, 2b, 2c) unterschiedliche Größen aufweisen.
- 45 16. Hochfrequenzfilter (1) nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Resonatoren (2a, 2b, 2c) derart ausgestaltet und gekoppelt sind, dass eine Duplexweiche gebildet ist.
17. Hochfrequenzfilter (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Resonator (2a, 2b, 2c) derart ausgebildet ist, dass ein Bandpassfilter und/oder ein Bandsperfilter gebildet wird.
- 50 18. Hochfrequenzfilter (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Filter im Bereich zwischen 790 MHz bis 862 MHz und/oder im Bereich zwischen 870 MHz bis 960 MHz und/oder im Bereich der 1800 MHz-Mobilfunkfrequenz und/oder der 2000 MHz-Mobilfunkfrequenz arbeitet.

Claims

- 55 1. High-frequency filter (1) of a coaxial construction, comprising one or more resonators (2a, 2b, 2c), at least one of the resonators (2a, 2b, 2c) having the following features:
- an external conductor housing comprising two opposing end walls (21, 22), namely having a first end wall (21) and a second end wall (22) at a distance therefrom, between which a housing wall (23) is provided peripherally,
 - comprising an internal conductor (30) which is configured as an internal conductor tube,

- the internal conductor (30) is galvanically connected to the first end wall (21) and extends transversely and preferably perpendicularly from the first end wall (21) towards the second end wall (22),
 - the internal conductor (30) ends at a distance from the second end wall (22) and/or is galvanically isolated therefrom,
 - 5 - comprising a pin-shaped or pin-like first tuning element (40), which protrudes towards the first end wall (21) and which is electrically/galvanically connected to the second end wall (22),
 - the first tuning element (40) dips into a longitudinal recess (301) formed in the internal conductor tube (30), **characterised by** the following further features:
 - the first tuning element (40) is mechanically anchored in the second end wall (22) so as to be invariable in the axial length thereof and fixed in rotation,
 - a second positionally variable tuning element (50) is provided in the longitudinal recess (301) of the internal conductor (30), the second tuning element (50) consisting of or comprising dielectric material at least in the region facing the second outer wall (22),
 - 15 - the second tuning element (50) is variable in the axial position thereof in the space between the inner face of the internal conductor (30) and the first tuning element (40),
 - the second tuning element (50) is accessible and/or can be actuated from the outside of the first end wall (21) so as to bring about a change in axial position.
- 20 2. High-frequency filter (1) according to claim 1, **characterised in that** the second end wall (22) comprises a dielectric plate material on the outside of which an earth plane (221) is provided, to which the first tuning element (40) is electrically/galvanically connected.
 - 25 3. High-frequency filter (1) according to either claim 1 or claim 2, **characterised in that** a strip conductor construction (222) is provided on the inside of the second end wall (22).
 - 30 4. High-frequency filter (1) according to claim 3, **characterised in that** the strip conductor construction (222) comprises a coupling plane (222a), in which a recess (222c) electrically/galvanically isolated from the coupling plane (222a) is provided, the coupling plane (222a) being arranged on the inside of the second end wall (22) opposite the end face of the internal conductor (30) and the first tuning element (40) protruding through the recess (222c) into the internal conductor (30).
 - 35 5. High-frequency filter (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the second end wall (22) is in the form of a circuit board (22).
 - 40 6. High-frequency filter (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the second tuning element (50) comprises a blind hole or through-hole (501) extending in the longitudinal direction of the second tuning element (50), and the second tuning element (50) is positionally variable within the longitudinal recess (301) in the internal conductor (30), in terms of the axial position thereof with respect to the first tuning element (40), in such a way that the first tuning element (40) can be dipped different distances into the blind hole (501) or through-hole (501) of the second tuning element (50).
 - 45 7. High-frequency filter (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the first tuning element (40) and the second end wall (22) are connected by an interference fit or by soldering or by welding, or **in that** the first tuning element (40) and the second end wall (22) are formed integrally.
 - 50 8. High-frequency filter (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the external conductor housing is formed integrally with the internal conductor (30), in particular as a milled, turned or cast part.
 9. High-frequency filter (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the external conductor housing and/or the internal conductor (30) and/or the first tuning element (40) consist of plastics material, the respective external faces being metal-coated.
 - 55 10. High-frequency filter (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the second tuning element (50) comprises an external thread (502), via which the second tuning element (50) is connected to and held on an internal thread (302) in the interior of the internal conductor (30) and/or a recess of the first end wall (21).
 11. High-frequency filter (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the thermal expansion coefficient of the second tuning element (50) is different from the thermal expansion coefficient of the internal

conductor (30) or of the external conductor housing.

- 5
12. High-frequency filter (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the second tuning element (50) comprises a ceramic material.
13. High-frequency filter (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** air is provided as a dielectric between the internal conductor (30) and the housing wall (23) of the external conductor housing.
- 10 14. High-frequency filter (1) according to any of claims 4 to 13, **characterised in that** a plurality of resonators (2a, 2b, 2c) are provided, the strip conductor construction (222) comprising a number of coupling planes (222a) corresponding to the number of resonators (2a, 2b, 2c), said coupling planes being electrically/galvanically interconnected via a conductor path (222b).
- 15 15. High-frequency filter (1) according to claim 14, **characterised in that** the plurality of resonators (2a, 2b, 2c) are of different sizes.
16. High-frequency filter (1) according to either claim 14 or claim 15, **characterised in that** the resonators (2a, 2b, 2c) are configured and coupled so as to form a duplex filter.
- 20 17. High-frequency filter (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the at least one resonator (2a, 2b, 2c) is formed in such a way that a band-pass filter and/or a band-block filter is formed.
- 25 18. High-frequency filter (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the filter operates in the range between 790 MHz and 865 MHz and/or in the range between 870 MHz and 960 MHz and/or in the range of the 1800 MHz mobile radio frequency and/or the 2000 MHz mobile radio frequency.

Revendications

- 30 1. Filtre à hautes fréquences (1) dans une construction coaxiale, comprenant un ou plusieurs résonateurs (2a, 2b, 2c), au moins un des résonateurs (2a, 2b, 2c) comportant les caractéristiques suivantes :
- 35 - un boîtier de conducteur extérieur avec deux parois d'arrêt opposées (21, 22), à savoir avec une première paroi (21) et une seconde paroi (22) espacée de la première, entre lesquelles une paroi de boîtier (23) circulant est prévue,
- avec un conducteur intérieur (30), qui est agencé comme conduit de conducteur intérieur,
- le conducteur intérieur (30) est relié de façon galvanique à la première paroi d'arrêt (21) et s'étend transversalement de la première paroi d'arrêt (21) et de préférence verticalement dans le sens de la seconde paroi d'arrêt (22),
- 40 - le conducteur intérieur (30) se termine à distance de la seconde paroi d'arrêt (22) et/ou en est séparé de façon galvanique,
- avec un premier élément de syntonisation (40) en forme de ou similaire à une pointe dépassant dans le sens de la première paroi d'arrêt (21), lequel élément est relié de façon électrique/galvanique à la seconde paroi d'arrêt (22),
- 45 - le premier élément de syntonisation (40) plonge dans un évidement longitudinal (301) formé dans le conduit de conducteur interne (30),
- caractérisé par** les autres caractéristiques suivantes :
- le premier élément de syntonisation (40) n'est pas modifiable dans sa longueur axiale et est fixé mécaniquement de façon à ne pas tourner dans la seconde paroi d'arrêt (22),
- 50 - un second élément de syntonisation (50) à position variable est prévu dans l'évidement longitudinal (301) du conducteur interne (30), le second élément de syntonisation (50) se composant au moins d'un matériel diélectrique ou comprenant un matériel diélectrique dans une zone opposée à la seconde paroi externe (22),
- le second élément de syntonisation (50) peut changer de position dans un espace entre la surface interne du conducteur interne (30) et le premier élément de syntonisation (40) dans sa position axiale,
- 55 - le second élément de syntonisation (50) est accessible et/ou peut être actionné depuis le côté externe de la première paroi d'arrêt (21) pour entraîner un changement de position axiale.
2. Filtre à hautes fréquences (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la seconde paroi d'arrêt (22) comprend

un matériau en feuille diélectrique, sur le côté externe duquel une surface à la masse (221) est prévue, avec laquelle le premier élément de syntonisation (40) est relié de façon électrique/galvanique.

- 5 3. Filtre à hautes fréquences (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**une structure à ligne à bande (222) est prévue sur le côté interne de la seconde paroi d'arrêt (22).
- 10 4. Filtre à hautes fréquences (1) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la structure à ligne à bande (222) comporte une surface de couplage (222a), dans laquelle un évidement (222c) séparé de façon électrique/galvanique de la surface de couplage (222a) est prévu, la surface de couplage (222a) étant disposée sur le côté interne de la seconde paroi d'arrêt (22) à l'opposé du côté avant du conducteur interne (30), et le premier élément de syntonisation (40) dépassant de l'évidement (222c) dans le conducteur interne (30).
- 15 5. Filtre à hautes fréquences (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la seconde paroi d'arrêt (22) est conçue comme une platine (22).
- 20 6. Filtre à hautes fréquences (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le second élément de syntonisation (50) comporte un alésage à trous borgnes ou un alésage de passage (501) dans le sens de la longueur du second élément de syntonisation (50) et **en ce que** le second élément de syntonisation (50) peut changer de position dans sa position axiale par rapport au premier élément de syntonisation (40) dans l'évidement longitudinal (301) du conducteur interne (30), de sorte que le premier élément de syntonisation (40) n'est pas plongé à la même distance dans l'alésage à trous borgnes (501) ou l'alésage de passage (501) que le second élément de syntonisation (50).
- 25 7. Filtre à hautes fréquences (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le premier élément de syntonisation (40) et la seconde paroi d'arrêt (22) sont reliés par pressage ou par brasage ou par soudage, ou **en ce que** le premier élément de syntonisation (40) et la seconde paroi d'arrêt (22) sont formés d'une seule pièce.
- 30 8. Filtre à hautes fréquences (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le boîtier de conducteur externe est conçu d'une seule pièce avec le conducteur interne (30), plus particulièrement comme partie de fraisage, de couplage ou de coulage.
- 35 9. Filtre à hautes fréquences (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le boîtier de conducteur externe et/ou le conducteur interne (30) et/ou le premier élément de syntonisation (40) est/sont en plastique, les surfaces externes correspondantes étant métallisées.
- 40 10. Filtre à hautes fréquences (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le second élément de syntonisation (50) comporte un filetage externe (502), par lequel le second élément de syntonisation (50) est relié à un filetage interne (302) à l'intérieur du conducteur interne (30) et/ou à un évidement de la première paroi d'arrêt (21) et maintenu.
- 45 11. Filtre à hautes fréquences (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le coefficient d'élargissement thermique du second élément de syntonisation (50) diffère du coefficient d'élargissement thermique du conducteur interne (30) ou du boîtier du conducteur externe.
- 50 12. Filtre à hautes fréquences (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le second élément de syntonisation (50) comprend un matériau céramique.
- 55 13. Filtre à hautes fréquences (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** de l'air est prévu comme moyen diélectrique entre le conducteur interne (30) et la paroi du boîtier (23) du boîtier du conducteur externe.
14. Filtre à hautes fréquences (1) selon l'une quelconque des revendications 4 à 13, **caractérisé en ce que** plusieurs résonateurs (2a, 2b, 2c) sont prévus, la structure à ligne à bande (222) comportant un nombre de résonateurs (2a, 2b, 2c) correspondant au nombre de surfaces de couplage (222a), qui sont reliés de façon électrique/galvanique les uns aux autres au moyen d'une piste conductive (222b).
15. Filtre à hautes fréquences (1) selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** les résonateurs (2a, 2b, 2c) ont

des tailles différentes.

5 16. Filtre à hautes fréquences (1) selon la revendication 14 ou 15, **caractérisé en ce que** les résonateurs (2a, 2b, 2c) sont conçus et couplés, de sorte qu'un filtre de bande double est formé.

17. Filtre à hautes fréquences (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** un résonateur au moins (2a, 2b, 2c) est conçu, de sorte qu'un filtre à bande passante et/ou un filtre à suppression de bande est formé.

10 18. Filtre à hautes fréquences (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtre fonctionne dans une plage comprise entre 790 MHz et 862 MHz et/ou dans une plage comprise entre 870 MHz et 960 MHz et/ou dans une plage de fréquence radio de 1800 MHz et/ou de 2000 MHz.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

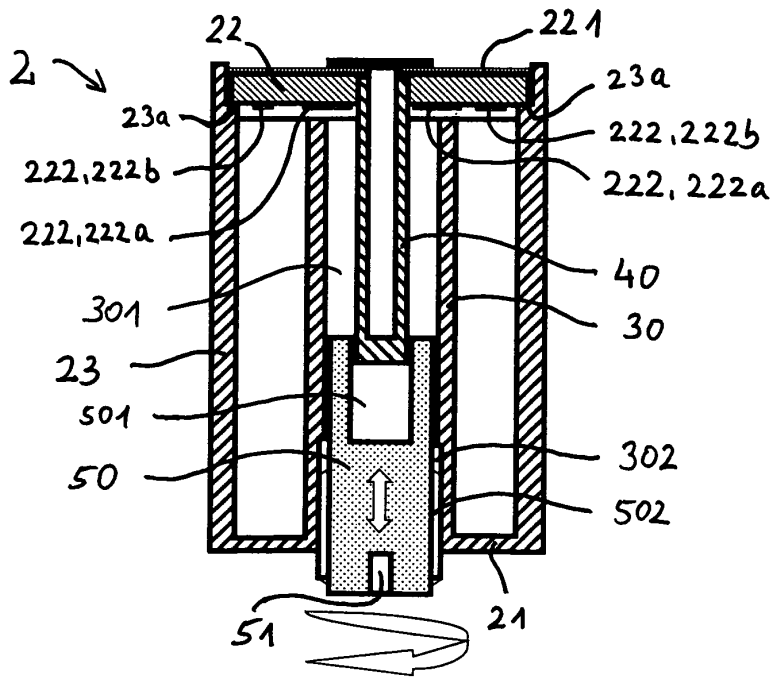
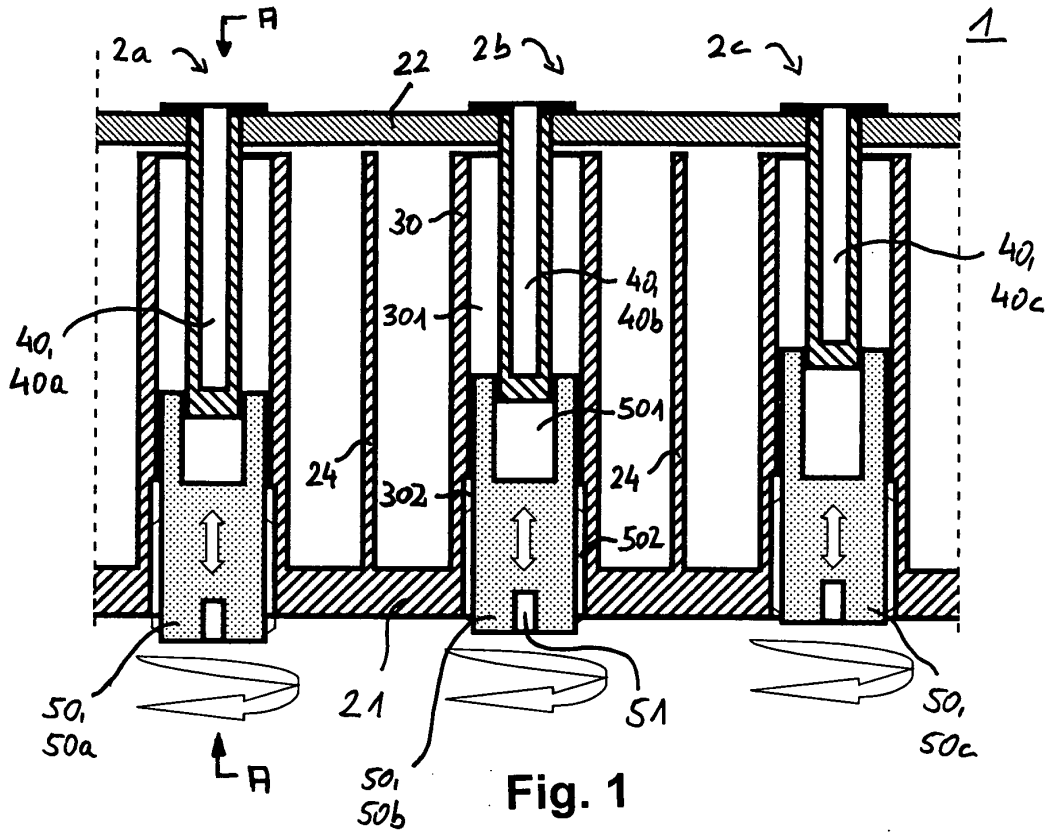
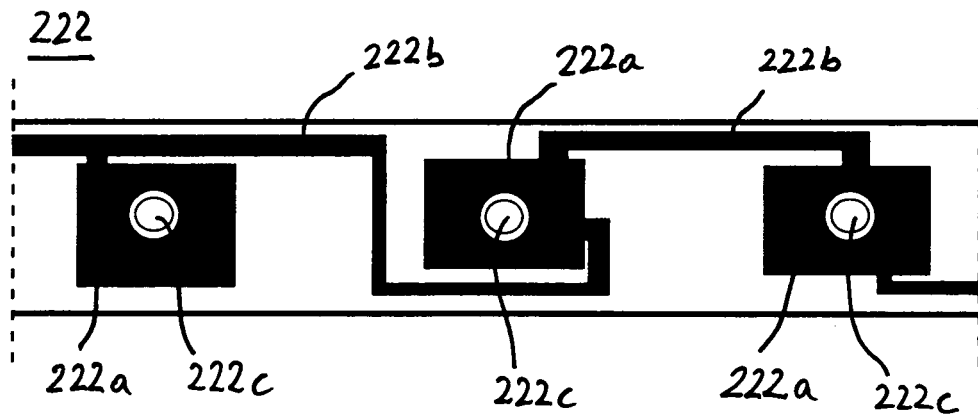
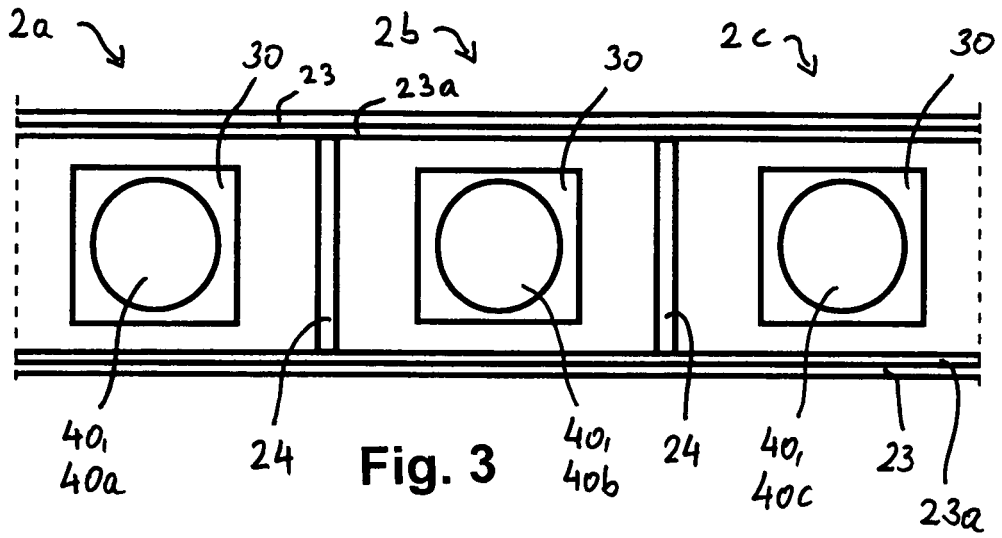


Fig. 2



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 1776733 B1 [0005]
- EP 2044648 B1 [0006] [0011]
- EP 1169747 B1 [0007]
- DE 3812782 A1 [0008]
- US 4380747 A [0009]
- WO 2006063640 A [0010]