



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.11.2016 Patentblatt 2016/47

(51) Int Cl.:
H01P 1/208 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16166149.1**

(22) Anmeldetag: **20.04.2016**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(30) Priorität: **30.04.2015 DE 102015005523**

(71) Anmelder: **KATHREIN-Werke KG**
83022 Rosenheim (DE)

(72) Erfinder: **Weiß, Frank**
83122 Samerberg (DE)

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

(54) **HOCHFREQUENZFILTER MIT DIELEKTRISCHEN SUBSTRATEN ZUR ÜBERTRAGUNG VON TM-MODEN IN TRANSVERSALER RICHTUNG**

(57) Ein Hochfrequenzfilter (1) besteht aus einem Gehäuse (2), das n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) umfasst, die jeweils zumindest ein Dielektrikum ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) beinhalten. Die n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) sind entlang einer Zentralachse (12) angeordnet. Über zumindest n-1 Trenneinrichtungen ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$) sind die n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$), voneinander getrennt. Die n-1 Trenneinrichtungen ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$) weisen Koppelöffnungen (10) auf, durch die eine Kopplung senkrecht oder mit einer Komponente überwiegend senkrecht zum H-Feld (20) erfolgt. Ein erster Signalleitungsanschluss (30_1) ist über eine erste Öffnung im Gehäuse (2) in die erste Resonatorkammer (7_1) eingeführt und steht dort in Kontakt mit dem jeweiligen Dielektrikum (8_1). Ergänzend oder alternativ dazu ist ein zweiter Signalleitungsanschluss (30_2) über eine zweite Öffnung im Gehäuse (2) in die n-te Resonatorkammer (7_n) eingeführt und steht dort in Kontakt mit dem jeweiligen Dielektrikum (8_n).

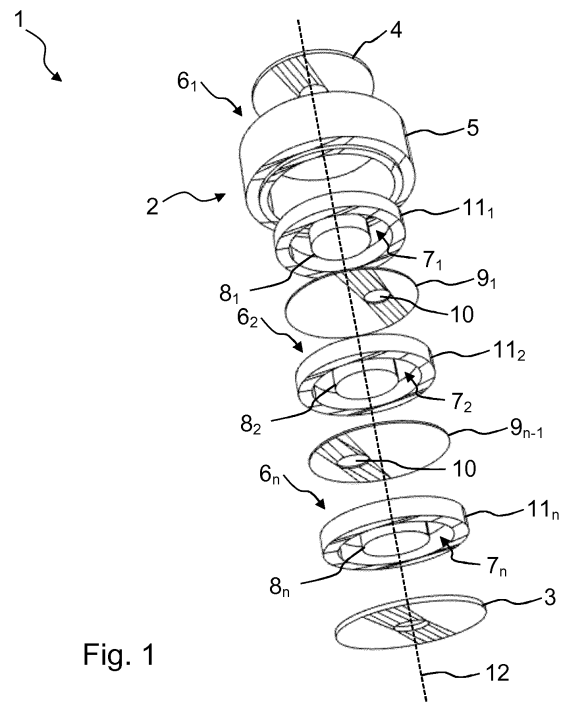


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hochfrequenzfilter, das sich insbesondere zur Übertragung von TM-Moden in transversaler Richtung eignet. Wenn von der Übertragung von TM-Moden, bzw. TM-Wellen gesprochen wird, dann besitzt nur das elektrische Feld Anteile in der Ausbreitungsrichtung und die magnetischen Felder befinden sich ausschließlich in der Ebene senkrecht zur Ausbreitungsrichtung. TM-Wellen werden daher auch als E-Wellen bezeichnet.

[0002] Aus der US 6,549,092 B1 ist ein Hochfrequenzfilter bekannt, das mehrere Resonatorkammern umfasst, die über Öffnungen miteinander verbunden sind. In jeder Resonatorkammer befinden sich ein dielektrisches Material und ein Innenleiter, wobei der Innenleiter einteilig mit dem Gehäuse ausgebildet ist. Über einen Speiseleiter wird der Innenleiter angeregt, wobei über diesen auch das dielektrische Material angeregt wird. Nachteilig an diesem Hochfrequenzfilter ist der aufwendige Aufbau, durch den sich zwingend größere Abweichungen bei den Filtereigenschaften in der Produktion ergeben.

[0003] Die Veröffentlichung von M. Höft und T. Magath, "Compact Base-Station Filters Using TM-Mode Dielectric Resonators" beschreibt den Aufbau eines Hochfrequenzfilters, das mehrere dielektrische Resonatoren aufweist. Die Kopplung zwischen den einzelnen Resonatoren erfolgt dabei parallel zur Ausbreitungsrichtung des H-Fells.

[0004] Nachteilig an diesem Aufbau ist, dass ein erhöhter Platzbedarf erforderlich ist, um die gewünschten Filtereigenschaften realisieren zu können.

[0005] Es ist daher die Aufgabe der hier vorliegenden Erfindung ein Hochfrequenzfilter zu schaffen, das sich insbesondere zur Übertragung von TM-Moden in transversaler Richtung eignet, wobei dieses Hochfrequenzfilter einerseits platzsparend und andererseits einfach und kostengünstig aufgebaut werden soll.

[0006] Die Aufgabe wird bezüglich des Hochfrequenzfilters durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Innerhalb des Anspruchs 14 wird ein Verfahren zum Abgleichen eines solchen Hochfrequenzfilters beschrieben. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters oder des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Abgleichen des Hochfrequenzfilters angegeben.

[0007] Das erfindungsgemäße Hochfrequenzfilter mit einem Gehäuse umfasst zumindest n Resonatoren, die je eine Resonatorkammer aufweisen, die von dem Gehäuse umschlossen sind, wobei $n \geq 2$, bevorzugt $n \geq 3$, weiter bevorzugt $n \geq 4$, weiter bevorzugt $n \geq 5$ ist. Das Hochfrequenzfilter weist außerdem zumindest n Dielektrika auf, von denen zumindest je eines in einer Resonatorkammer der n Resonatoren angeordnet ist. Die Resonatorkammern der n Resonatoren sind aneinander in Signalübertragungsrichtung angeordnet, wobei die Signalübertragungsrichtung senkrecht oder überwiegend senkrecht zum H-Feld verläuft. Jede Resonatorkammer

grenzt maximal an zwei andere Resonatorkammern an und ist von jeder anderen Resonatorkammer durch eine von $n-1$ Trenneinrichtungen getrennt. Jede der $n-1$ Trenneinrichtungen weist zumindest eine Koppelöffnung auf, wobei aneinander angrenzende Resonatorkammern ausschließlich über diese Koppelöffnungen in der entsprechenden Trenneinrichtung miteinander gekoppelt sind. Die Kopplung zwischen den Resonatorkammern erfolgt senkrecht oder mit einer Komponente überwiegend senkrecht zum H-Feld. Ein erster Signalleitungsanschluss ist über eine erste Öffnung im Gehäuse, insbesondere im Gehäusedeckel, mit dem zumindest einen Dielektrikum des ersten Resonators gekoppelt, wobei

- a) der erste Signalleitungsanschluss in mittigem oder außermittigem Kontakt mit dem Dielektrikum in der Resonatorkammer des ersten Resonators steht; oder
- b) das Dielektrikum in der Resonatorkammer des ersten Resonators eine Vertiefung aufweist, in die der erste Signalleitungsanschluss hineinragt; oder
- c) das Dielektrikum in der Resonatorkammer des ersten Resonators eine durchgängige Ausnehmung aufweist, durch die sich der erste Signalleitungsanschluss hindurch erstreckt, wodurch der erste Signalleitungsanschluss in Kontakt mit der ersten Trenneinrichtung steht.

[0008] Ergänzend oder alternativ gilt dies auch für einen zweiten Signalleitungsanschluss, der in die n -te Resonatorkammer ragt. Dieser ist über eine zweite Öffnung im Gehäuse, insbesondere im Gehäuseboden, mit dem Dielektrikum des n -ten Resonators gekoppelt, wobei

- a) der zweite Signalleitungsanschluss in mittigem oder außermittigem Kontakt mit dem Dielektrikum in der Resonatorkammer des n -ten Resonators steht; oder
- b) das Dielektrikum in der Resonatorkammer des n -ten Resonators eine Vertiefung aufweist, in die der zweite Signalleitungsanschluss hineinragt; oder
- c) das Dielektrikum in der Resonatorkammer des n -ten Resonators eine durchgängige Ausnehmung aufweist, durch die sich der zweite Signalleitungsanschluss hindurch erstreckt, wodurch der zweite Signalleitungsanschluss in Kontakt mit der $n-1$ -ten Trenneinrichtung steht.

[0009] Dadurch, dass die Kopplung insbesondere senkrecht zu dem H-Feld erfolgt kann der Resonator sehr kompakt aufgebaut werden. Weiterhin werden sehr gute Filterergebnisse deshalb erzielt, weil durch den Signalleitungsanschluss direkt das mit diesem in Kontakt stehende Dielektrikum angeregt wird. Diese Anregung erfolgt nicht indirekt dadurch, dass sich die TM-Welle zuerst im Hohlraum des Resonators ausbreitet und ggf.

noch einen Innenleiter anregt, über den dann das Dielektrikum zum Schwingen angeregt wird.

[0010] Vorzugsweise sind der erste Signalleitungsanschluss und/oder der zweite Signalleitungsanschluss in dem Bereich, in welchem sie in Kontakt zu dem ersten und/oder n-ten Dielektrikum und/oder zur ersten und/oder n-1-ten Trenneinrichtung stehen, senkrecht zur Oberfläche der Trenneinrichtung, bzw. parallel zu einer Zentralachse, die das Hochfrequenzfilter und alle Resonator-kammern durchsetzt, angeordnet.

[0011] Besonders vorteilhaft ist außerdem, wenn der erste Signalleitungsanschluss, der in die Vertiefung oder in die durchgängige Ausnehmung des Dielektrikums in der Resonator-kammer des ersten Resonators eingreift, mit diesem Dielektrikum in Kontakt steht oder berührungsfrei zu diesem Dielektrikum angeordnet ist. Das Gleiche gilt vorzugsweise auch für den zweiten Signalleitungsanschluss. Bei einer berührungsfreien Anordnung ist die Kopplung zwar geringer, dafür ist die Montage einfacher.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Abgleichen des Hochfrequenzfilters umfasst verschiedene Verfahrensschritte. In einem Verfahrensschritt werden zu Beginn alle Koppelöffnungen der 1+X-ten Trenneinrichtung und/oder der n-1-X-ten Trenneinrichtung geschlossen, wobei X zu Beginn gleich 0 ist. In einem weiteren Verfahrensschritt werden ein Reflexionsparameter am ersten Signalleitungsanschluss und/oder ein weiterer Reflexionsparameter am zweiten Signalleitungsanschluss gemessen. Im Weiteren werden die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite, bzw. die Einkoppelbandbreite auf einen gewünschten Wert eingestellt. Mit diesem Verfahren kann die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite einer Resonator-kammer unabhängig von weiteren Resonator-kammern auf den gewünschten Wert eingestellt werden.

[0013] Ein weiterer Vorteil liegt vor, wenn eine oder beide Stirnseiten jedes der n-Dielektrika mit einer Metallschicht überzogen sind, wobei diese Metallschicht dann eine der n-1 Trenneinrichtungen darstellt, und wobei zumindest eine Ausnehmung innerhalb der Metallschicht die zumindest eine Koppelöffnung bildet. Die Verwendung entsprechend beschichteter Dielektrika erlaubt eine weitere Verkleinerung des Hochfrequenzfilters.

[0014] Vorzugsweise umfasst das Gehäuse einen Gehäuseboden und einen vom Gehäuseboden beabstandeten Gehäusedeckel. Zwischen dem Gehäuseboden und dem Gehäusedeckel:

- a) ist eine umlaufende Gehäusewand angeordnet; oder
- b) sind zumindest ein Einsatz und eine umlaufende Gehäusewand angeordnet, wobei der Einsatz von der umlaufenden Gehäusewand, die auch die Außenwand des Hochfrequenzfilters bildet, umschlossen ist; oder
- c) ist zumindest ein Einsatz angeordnet, der eine Gehäusewand bildet.

[0015] Für den Fall, dass lediglich ein, vorzugsweise n Einsätze verwendet werden, kann das Filter sehr kompakt aufgebaut werden. Zwischen den Einsätzen können sich dann die n-1 Trenneinrichtungen befinden. Die seitlichen Umfangsflächen der Einsätze, als auch die seitliche Umfangsfläche der n-1 Trenneinrichtungen, bilden bei der Ausführungsvariante c) dann die Umfangswandung des Gehäuses. In der Ausführungsvariante b), in der der zumindest eine Einsatz von einer umlaufenden Gehäusewand umgeben ist, ist das Hochfrequenzfilter sehr stabil aufgebaut.

[0016] Ein weiterer Vorteil bei dem erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilter besteht außerdem, wenn ein Durchmesser zumindest einer Resonator-kammer durch zumindest einen Einsatz, insbesondere durch einen ringförmigen Einsatz, der sich an der Gehäusewand anlehnt, definiert und/oder vorgegeben wird. Dadurch kann die Resonanzfrequenz eingestellt werden. Das insbesondere formschlüssige Anlehnen des Einsatzes an der Gehäusewand stellt zudem sicher, dass der Einsatz nicht über die Zeit in seiner Position verschiebbar ist.

[0017] Ein Vorteil ist außerdem dann gegeben, wenn zumindest ein Verdrehschutzelement zwischen zumindest einer der n-1 Trenneinrichtungen und dem zumindest einen Einsatz und/oder dem angrenzenden Dielektrikum angebracht wird, was das gegenseitige Verdrehen dieser Elemente verhindert. Dabei ist es auch möglich, dass zumindest je ein Verdrehschutzelement zwischen dem Gehäuseboden und/oder dem Gehäusedeckel und/oder der Gehäusewand und dem Einsatz in der ersten Resonator-kammer und der n-ten Resonator-kammer angebracht ist, wobei dieser das gegenseitige Verdrehen dieser Elemente verhindert. Dadurch ist sichergestellt, dass sich die Resonanzfrequenzen und die Gruppenlaufzeiten der einzelnen Resonatoren durch Erschütterungen des Hochfrequenzfilters nicht über die Zeit verändern.

[0018] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters besteht wenn die Einsätze von zumindest zwei nicht direkt aneinander angrenzenden n-Resonatoren eine Öffnung aufweisen, wobei die zumindest beiden Öffnungen durch einen Kanal miteinander verbunden werden, der beispielsweise zumindest teilweise innerhalb der Gehäusewand verläuft. In diesem Kanal verläuft ein elektrischer Leiter, wobei der elektrische Leiter die beiden Resonatoren kapazitiv und/oder induktiv miteinander koppelt. Auf diese Art und Weise ist es trotz des kompakten Aufbaus des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters möglich eine Überkopplung zwischen zwei nicht direkt benachbarten Resonatoren zu erreichen.

[0019] Innerhalb des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters können die n-Dielektrika scheibenförmig sein, bzw. alle oder einige der n-Dielektrika können sich vollständig oder teilweise in ihren Abmessungen unterscheiden. Es ist auch möglich, dass alle oder zumindest eines der n-Dielektrika das Volumen ihrer jeweiligen Resonator-kammer vollständig oder teilweise ausfüllen.

Durch die geometrische Gestaltung und die Anordnung der Dielektrika kann das Verhalten jedes Resonators in Bezug auf seine Resonatorfrequenz und seine Koppelbandbreite entsprechend eingestellt werden.

[0020] Die Kopplung zwischen den einzelnen Resonatoren wird dadurch erhöht, indem das Dielektrikum im ersten Resonator mit der ersten Trenneinrichtung und das Dielektrikum in n-ten Resonator mit n-1-ten Trenneinrichtung in Kontakt steht wobei die übrigen Dielektrika der restlichen n-2 Resonatoren mit beiden, die jeweilige Resonatorkammer begrenzenden Trenneinrichtungen in Kontakt stehen. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn außerdem das Dielektrikum im ersten Resonator zusätzlich mit dem Gehäusedeckel und das Dielektrikum im n-ten Resonator mit dem Gehäuseboden in Kontakt steht. Unter dem Wortlaut "in Kontakt stehen", wird verstanden, dass sich zwei Gebilde zumindest berühren. Die Dielektrika der n-Resonatoren sind dabei bevorzugt mit der jeweiligen Trenneinrichtung oder den jeweiligen Trenneinrichtungen fest verbunden, wodurch die Kopplung verbessert wird.

[0021] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters besteht auch dadurch, dass sich die Anordnung und/oder die Größe und/oder die Querschnittsform zumindest einer Koppelöffnung einer der n-1 Trenneinrichtungen vollständig oder teilweise zu der Anordnung und/oder der Größe und/oder der Querschnittsform einer Koppelöffnung einer anderen der n-1 Trenneinrichtungen unterscheidet. Dabei ist es auch möglich, dass sich die Anzahl der Koppelöffnungen in den n-1 Trenneinrichtungen untereinander vollständig oder teilweise unterscheidet. Dadurch kann die Kopplung zwischen den einzelnen Resonatoren auf den gewünschten Wert eingestellt werden.

[0022] Zur weiteren Abstimmung des Hochfrequenzfilters ist es auch möglich, dass jede Resonatorkammer zumindest eine zusätzliche Öffnung nach außerhalb des Gehäuses aufweist, wobei über diese zusätzliche Öffnung zumindest ein Abstimmelement in die Resonatorkammer eingeführt werden kann. Der Abstand zwischen dem Abstimmelement, welches durch die zumindest eine zusätzliche Öffnung in die Resonatorkammer eingeführt ist, kann zu dem entsprechenden jeweiligen Dielektrikum innerhalb der Resonatorkammer verändert werden. Dabei können auch mehrere Abstimmelemente in eine Resonatorkammer eingeführt werden, wobei beispielsweise ein Abstimmelement vollständig aus einem Metall oder einem metallischen Überzug besteht, wohingegen das andere Abstimmelement ein dielektrisches Material umfasst. Das Abstimmelement, welches aus einem metallischen Material besteht kann zur Grobabbstimmung und das Abstimmelement, welches ein dielektrisches Material umfasst zur Feinabbstimmung der Resonanzfrequenz und/oder der Koppelbandbreite des entsprechenden Resonators verwendet werden.

[0023] Dabei kann der Abstand des zumindest eine Abstandselements zu dem jeweiligen Dielektrikum innerhalb der Resonatorkammer auch soweit verringert wer-

den, dass es mit diesem direkt in Kontakt steht. Das Dielektrikum jeder Resonatorkammer kann außerdem eine Einbuchtung aufweisen, wobei der Abstand zwischen dem Abstimmelement und dem Dielektrikum derart verringert ist, dass das Abstimmelement in die Einbuchtung des jeweiligen Dielektrikums eintaucht und mit diesem dadurch in Kontakt steht. Das Abstimmelement tritt dabei insbesondere senkrecht zur Signalübertragungsrichtung in die Resonatorkammer ein.

[0024] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Abgleichen des Hochfrequenzfilters wird für die übrigen Resonatorkammern entsprechend wiederholt. Nachdem die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite des ersten und/oder letzten, also n-ten Resonators auf den gewünschten Wert eingestellt ist, werden in einem weiteren Verfahrensschritt zumindest eine Koppelöffnung der 1+X-ten Trenneinrichtung und/oder der n-1-X-ten Trenneinrichtung geöffnet. Im Weiteren wird der Wert der Zählervariable X um 1 erhöht. Anschließend werden die vorherigen Verfahrensschritte erneut ausgeführt. Es werden abermals ein Reflexionsfaktor am ersten Signalleitungsanschluss und/oder ein Reflexionsfaktor am zweiten Signalleitungsanschluss gemessen. Im Anschluss daran werden die Koppelöffnungen zu den nächsten Resonatoren geöffnet und der Wert der Zählervariable nochmals erhöht. Das Abgleichen des Hochfrequenzfilters beginnt bei den Resonatoren, in die die Signalleitungsanschlüsse eingreifen, also bei den äußersten Resonatoren, und endet bei dem Resonator oder bei den Resonatoren die im Zentrum des Hochfrequenzfilters angeordnet sind.

[0025] Für den Fall, dass das Hochfrequenzfilter eine ungerade Anzahl an Resonatorkammern besitzt, muss der Resonator im Zentrum des Hochfrequenzfilters einmal für die Messung des Reflexionsfaktors am ersten Signalleitungsanschluss herangezogen werden und ein anderes Mal für die Messung des Reflexionsfaktors am zweiten Signalleitungsanschluss. Die Koppelöffnungen der beiden Trenneinrichtungen, die den Resonator im Zentrum des Hochfrequenzfilters umgeben, müssen je nach Messung des jeweiligen Reflexionsfaktors zum jeweils anderen Signalleitungsanschluss hin geschlossen sein.

[0026] Im Anschluss daran, oder wenn bei einer geraden Anzahl von Resonatoren alle Koppelöffnungen geöffnet sind, können neben den Reflexionsfaktoren am ersten Signalleitungsanschluss und/oder am zweiten Signalleitungsanschluss auch der Vorwärts-Transmissionsfaktor und/oder der Rückwärts-Transmissionsfaktor gemessen werden.

[0027] Die Resonanzfrequenzen und/oder die Koppelbandbreiten können für jeden Resonator dadurch verändert werden, indem der Durchmesser der Resonatorkammer verändert wird, was beispielsweise durch Austauschen des zumindest einen Einsatzes durch einen anderen Einsatz mit geänderten Abmessungen möglich ist. Es kann auch die Anordnung und/oder die Anzahl und/oder die Größe und/oder die Querschnittsform von

der zumindest einer Koppelöffnung durch Drehen und/oder Austauschen von der zumindest einen Trenneinrichtung verändert werden. Das Eindrehen oder Ausdrehen von zumindest einem Abstimmelement in zumindest eine Resonator-kammer ermöglicht ebenfalls das Ändern der Resonanzfrequenz und/oder der Koppelbandbreite. Schließlich kann auch das Dielektrikum in der Resonator-kammer durch ein anderes Dielektrikum mit geänderten Abmessungen ausgetauscht werden.

[0028] Verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beispielhaft beschrieben. Gleiche Gegenstände weisen dieselben Bezugszeichen auf. Die entsprechenden Figuren der Zeichnungen zeigen im Einzelnen:

Figur 1: eine Explosionszeichnung des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters;

Figur 2: eine Darstellung die erläutert, dass ein Magnetfeld senkrecht zur Signalübertragungsrichtung angeordnet ist;

Figur 3 einen Längsschnitt durch das erfindungsgemäße Hochfrequenzfilter, der mehrere Resonatoren mit den jeweiligen Resonator-kammern zeigt, die über Koppelöffnungen in Trenneinrichtungen miteinander verbunden sind;

Figur 4 einen Längsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters, wobei Abstimmelemente unterschiedlich weit in die einzelnen Resonator-kammern eingeführt sind;

Figur 5 einen Längsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters, wobei eine Überkopplung zwischen zwei verschiedenen, nicht nebeneinander liegenden, Resonator-kammern stattfindet, und dabei das Abstimmelement in das Dielektrikum eintauchen kann;

Figur 6 einen Längsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters, wobei mehrere Überkopplungen zwischen zwei verschiedenen, nicht nebeneinander liegenden, Resonator-kammern stattfinden;

Figur 7 einen Längsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters, wobei die Resonator-kammern vollständig durch jeweils ein Dielektrikum ausgefüllt sind;

Figur 8 einen Längsschnitt durch ein weiteres Aus-

führungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters, wobei die Resonator-kammern vollständig durch jeweils ein Dielektrikum ausgefüllt sind und wobei ein erster und ein zweiter Signalleitungsanschluss jeweils ein Dielektrikum außermittig kontaktiert;

Figur 9A einen Längsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters, wobei die Dielektrika zumindest an ihrer Stirnseite einen elektrisch leitfähigen Überzug aufweisen und als Trenneinrichtung fungieren;

Figur 9B einen Längsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters, wobei die Einsätze zusammen mit einem Gehäusedeckel und dem Gehäuseboden das Gehäuse bilden;

Figur 10 ein Flussdiagramm, das erläutert, wie die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite eines Resonators eingestellt wird, um das erfindungsgemäße Hochfrequenzfilter abzugleichen;

Figur 11 ein weiteres Flussdiagramm, das erläutert, wie die Resonanzfrequenzen und/oder die Koppelbandbreiten für die weiteren Resonatoren eingestellt werden, um das erfindungsgemäße Hochfrequenzfilter abzugleichen;

Figur 12 ein weiteres Flussdiagramm, das erläutert, wie die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite für den Resonator in der Mitte des Hochfrequenzfilters eingestellt wird;

Figur 13 ein weiteres Flussdiagramm, das erläutert, wie das erfindungsgemäße Hochfrequenzfilter abgeglichen wird, nachdem in jeder Trenneinrichtung zumindest eine Koppelöffnung geöffnet ist; und

Figur 14 ein weiteres Flussdiagramm, das erläutert, durch welche Maßnahmen die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite innerhalb eines Resonators verändert werden kann.

[0029] Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters 1 in Explosionsdarstellung. Das erfindungsgemäße Hochfrequenzfilter 1 umfasst ein Gehäuse 2, welches einen Gehäuseboden 3 und einen vom Gehäuseboden 3 beabstandeten Gehäusedeckel 4 und eine zwischen dem Gehäuseboden 3 und dem Gehäusedeckel 4 umlaufende Gehäusewand

5 aufweist. Sowohl der Gehäusedeckel 4, als auch der Gehäuseboden 3 weisen zumindest eine Öffnung auf, über die ein Signalleitungsanschluss 30_1 , 30_2 , wie er später dargestellt wird, eingeführt werden kann. Dabei wird ein erster Signalleitungsanschluss 30_1 durch die Öffnung des Gehäusedeckels 4 dem Hochfrequenzfilter 1 zugeführt und ein zweiter Signalleitungsanschluss 30_2 durch die Öffnung im Gehäuseboden 3. Die Öffnungen im Gehäusedeckel 4 und im Gehäuseboden 3 müssen nicht im Zentrum des Gehäusebodens 3 oder des Gehäusedeckels 4 angeordnet sein. Es ist auch möglich, dass die Öffnungen außermittig angeordnet sind. Vorzugsweise können sowohl der Gehäusedeckel 4, als auch der dem Gehäusedeckel 4 gegenüberliegende Gehäuseboden 3 abgenommen werden. Im montierten Zustand des Hochfrequenzfilters 1 sind der Gehäusedeckel 4 und der Gehäuseboden 3 vorzugsweise mit der umlaufenden Gehäusewand 5 verschraubt.

[0030] Das Hochfrequenzfilter 1 weist außerdem noch eine Vielzahl an Resonatoren 6_1 , 6_2 , ..., 6_n auf, wobei jeder der n -Resonatoren 6_1 , 6_2 , ..., 6_n zumindest eine Resonator-kammer 7_1 , 7_2 , ..., 7_n umfasst. Bei n handelt es sich dabei um eine natürliche Zahl ≥ 1 .

[0031] Innerhalb jeder Resonator-kammer 7_1 , 7_2 , ..., 7_n befindet sich zumindest ein Dielektrikum 8_1 , 8_2 , ..., 8_n . Dieses Dielektrikum 8_1 , 8_2 , ..., 8_n ist bevorzugt scheiben- oder zylinderförmig ausgebildet. Es erstreckt sich über das gesamte Volumen der jeweiligen Resonator-kammer 7_1 , 7_2 , ..., 7_n oder nur über einen Teil davon.

[0032] Die einzelnen Resonator-kammern 7_1 , 7_2 , ..., 7_n werden durch Trenneinrichtungen 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} voneinander getrennt. Bei diesen Trenneinrichtungen 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} handelt es sich bevorzugt um Trennscheiben. Diese Trenneinrichtungen 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} bestehen aus einem elektrisch leitfähigen Material oder sind mit einem solchen überzogen. Jede dieser Trenneinrichtungen 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} weist zumindest eine Koppelöffnung 10 auf. Die Größe, die geometrische Form, die Anzahl und die Anordnung der Koppelöffnung 10 innerhalb der jeweiligen Trenneinrichtung 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} kann beliebig gewählt werden und sich von Trenneinrichtung 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} zu Trenneinrichtung 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} unterscheiden. Der Durchmesser der Koppelöffnungen 10 beträgt je nach Frequenzbereich beispielsweise nur den Bruchteil eines Millimeters. Er kann, insbesondere bei tiefen Frequenzen auch mehrere Millimeter betragen. Die Trenneinrichtungen 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} sind bevorzugt dünner, als die Dielektrika 8_1 , 8_2 , ..., 8_n . Die Trenneinrichtungen 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} sind bevorzugt nur wenige Millimeter dick, bevorzugt sind sie dünner als 3 Millimeter, weiter bevorzugt sind sie dünner als 2 Millimeter.

[0033] Die Trenneinrichtungen 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} und das Gehäuse 2 sind als jeweils separate voneinander getrennte Bauteile ausgebildet. Die Trenneinrichtungen 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} werden im montierten Zustand des Hochfrequenzfilters 1 von der umlaufenden Gehäusewand 5 des Hochfrequenzfilters 1 vollständig umgeben und sind lediglich und ausschließlich im Inneren des Hochfrequenz-

filters 1 angeordnet. Sie werden bevorzugt nicht mit dem Gehäuse 2 verschraubt. Die Trenneinrichtungen 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} können bei geöffnetem Gehäusedeckel 4 und/oder Gehäuseboden 3 in diesen eingesetzt werden.

5 Dies bedeutet, dass sie kein Teil der Außenwand des Hochfrequenzfilters 1 darstellen. In einer Ausführungsform der Erfindung liegen die Trenneinrichtungen 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} auf den jeweiligen Dielektrika 8_1 , 8_2 , ..., 8_n auf und stützen sich vorzugsweise ausschließlich über diese an dem Gehäuseboden 3 und/oder an dem Gehäusedeckel 4 des Hochfrequenzfilters 1 ab.

[0034] Jede Resonator-kammer 7_1 , 7_2 , ..., 7_n kann auch zumindest einen Einsatz 11_1 , 11_2 , ..., 11_n umfassen. Bei einem solchen Einsatz 11_1 , 11_2 , ..., 11_n handelt es sich bevorzugt um einen Ring, der sich mit seiner Außenfläche an einer Innenfläche der Gehäusewand 5 bevorzugt formschlüssig abstützt. Ein solcher Einsatz 11_1 , 11_2 , ..., 11_n , welcher elektrisch leitfähig ist, kann zur Einstellung des Volumens der Resonator-kammer 7_1 , 7_2 , ..., 7_n und damit zur Einstellung der Resonanzfrequenz verwendet werden.

[0035] Das Gehäuse 2 des Hochfrequenzfilters 1 ist vorzugsweise frei von Innenleitern gehalten, die mit einem Ende galvanisch mit dem Gehäuse 2 verbunden sind.

[0036] In dem Ausführungsbeispiel aus Figur 1 ist außerdem noch eine Zentralachse 12 dargestellt, die durch das Hochfrequenzfilter 1 verläuft. Die Signalübertragungsrichtung 21 entspricht dabei der Zentralachse 12. Die Resonatoren 6_1 , 6_2 , ..., 6_n sind dabei übereinander angeordnet. Jeder Resonator 6_1 , 6_2 , ..., 6_n hat daher maximal zwei direkt benachbarte Resonatoren 6_1 , 6_2 , ..., 6_n , wobei die Resonatoren 6_1 , 6_2 , ..., 6_n voneinander durch die jeweiligen Trenneinrichtungen 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} getrennt sind. Eine Kopplung der einzelnen Resonatoren 6_1 , 6_2 , ..., 6_n ist nur über die jeweiligen Koppelöffnungen 10 innerhalb der Trenneinrichtungen 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} möglich.

[0037] Die Kopplung der einzelnen Resonatoren 6_1 , 6_2 , ..., 6_n erfolgt dabei parallel oder überwiegend parallel zur Signalübertragungsrichtung 21. Das H-Feld 20 breitet sich dabei senkrecht oder mit einer Komponente überwiegend senkrecht zur Signalübertragungsrichtung 21 aus.

[0038] Alle Resonatoren 6_1 , 6_2 , ..., 6_n werden von der Zentralachse 12 durchsetzt. Die Zentralachse 12 trifft dabei senkrecht auf die Stirnseite der jeweiligen Dielektrika 8_1 , 8_2 , ..., 8_n auf.

[0039] Die Innenwandung des Gehäuses 5 des Hochfrequenzfilters 1 ist im Querschnitt bevorzugt zylinderförmig. Gleiches gilt auch für die Innenwandung der jeweiligen Einsätze 11_1 , 11_2 , ..., 11_n . Andere Formen im Querschnitt sind allerdings auch möglich. Beispielsweise können die Innenwandungen im Querschnitt der Form eines Rechtecks oder eines Quadrats oder eines Ovals oder eines regelmäßigen oder unregelmäßigen n -Polygons entsprechen oder diesem angenähert sein.

[0040] Figur 2 zeigt eine Darstellung, die erläutert,

dass ein Magnetfeld 20 (H-Feld), senkrecht zur Signalübertragungsrichtung 21 angeordnet ist. Die Magnetfeldlinien breiten sich dabei radial um die Signalübertragungsrichtung 21 nach außen hin aus. Die Zentralachse 12 und die Signalübertragungsrichtung 21 sind bevorzugt deckungsgleich.

[0041] Figur 3 zeigt einen Längsschnitt durch das erfindungsgemäße Hochfrequenzfilter 1, der mehrere Resonatoren $6_1, 6_2, \dots, 6_n$ mit den jeweiligen Resonator-kammern $7_1, 7_2, \dots, 7_n$ zeigt, die über Koppelöffnungen 10 in den Trenneinrichtungen $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$ miteinander verbunden sind. Ein erster Signalleitungsanschluss 30_1 wird durch eine Öffnung im Gehäusedeckel 4 geführt. Ein zweiter Signalleitungsanschluss 30_2 wird dagegen durch eine Öffnung im Gehäuseboden 3 geführt. Die Öffnungen im Gehäusedeckel 4 und im Gehäuseboden 3 sind bevorzugt mittig angeordnet. Eine außermittige Anordnung ist ebenfalls möglich. Der erste Signalleitungsanschluss 30_1 berührt eine Stirnseite des ersten Dielektrikums 8_1 . Dadurch wird das erste Dielektrikum 8_1 direkt durch den ersten Signalleitungsanschluss 30_1 angeregt. Der erste Signalleitungsanschluss 30_1 steht daher in Kontakt mit dem ersten Dielektrikum 8_1 . Die Stirnseite des ersten Dielektrikums 8_1 steht in diesem Ausführungsbeispiel nicht in Kontakt mit dem Gehäusedeckel 4, was bedeutet, dass die Stirnseite 8_1 den Gehäusedeckel 4 nicht berührt. Der zweite Signalleitungsanschluss 30_2 berührt ebenfalls eine Stirnseite des n-ten Dielektrikums 8_n , und steht mit diesem in Kontakt. Dadurch wird das n-te Dielektrikum 8_n direkt durch den zweiten Signalleitungsanschluss 30_2 angeregt. Die Stirnseite des n-ten Dielektrikums berührt den Gehäuseboden 3 nicht, steht also mit diesem nicht in Kontakt. Das Hochfrequenzfilter 1 aus Figur 3 weist fünf Resonatoren $6_1, 6_2, 6_3, 6_4, \dots, 6_n$ auf, die jeweils eine Resonator-kammer $7_1, 7_2, 7_3, 7_4, \dots, 7_n$ besitzen. Jeder Resonator $6_1, 6_2, 6_3, 6_4, \dots, 6_n$ ist durch eine Trenneinrichtung $9_1, 9_2, 9_3, \dots, 9_{n-1}$ von den anderen Resonatoren $6_1, 6_2, 6_3, 6_4, \dots, 6_n$ getrennt. Jeder Resonator $6_1, 6_2, 6_3, 6_4, \dots, 6_n$ umfasst ein Dielektrikum $8_1, 8_2, 8_3, 8_4, \dots, 8_n$.

[0042] Die Signalleitungsanschlüsse 30_1 und 30_2 sind an verschiedenen, insbesondere an gegenüberliegenden Seiten des Gehäuses 2 an diesem angeordnet. Insbesondere durchsetzt der erste Signalleitungsanschluss 30_1 den Gehäusedeckel 4 und der zweite Signalleitungsanschluss 30_2 den Gehäuseboden 3 oder umgekehrt.

[0043] Die Dielektrika $8_1, 8_2, 8_3, 8_4, \dots, 8_n$ können alle aus dem gleichen Material bestehen. Es ist auch möglich, dass nur einige der Dielektrika $8_1, 8_2, 8_3, 8_4, \dots, 8_n$ aus dem gleichen Material bestehen und andere Dielektrika $8_1, 8_2, 8_3, 8_4, \dots, 8_n$ aus einem anderen Material. Es können auch alle Dielektrika $8_1, 8_2, 8_3, 8_4, \dots, 8_n$ aus verschiedenen Materialien gebildet sein.

[0044] In dem Ausführungsbeispiel aus Figur 3 füllen die einzelnen Dielektrika $8_1, 8_2, \dots, 8_n$ das Volumen der jeweiligen Resonator-kammer $7_1, 7_2, \dots, 7_n$ nicht vollständig aus. Die Dielektrika $8_1, 8_2, \dots, 8_n$ weisen in diesem Ausführungsbeispiel die gleichen Abmessungen bezüg-

lich ihrer jeweiligen Höhe und ihres jeweiligen Durchmessers auf. Die Einsätze $11_1, 11_2, 11_3, 11_4, \dots, 11_n$ weisen alle den gleichen Außendurchmesser auf. Ihre Wandstärke, also der Innendurchmesser ist allerdings unterschiedlich. Dies bedeutet, dass das Volumen der einzelnen Resonator-kammern $7_1, 7_2, \dots, 7_n$ unterschiedlich ist. Die Außenflächen der Einsätze $11_1, 11_2, \dots, 11_n$, also die Umfangswandung, steht in Kontakt mit einer Innenfläche der Gehäusewand 5. Der elektrisch leitfähige Gehäusedeckel 4 steht sowohl in elektrischem Kontakt mit einer Stirnseite des Gehäuses 5, als auch mit einer Stirnseite des ersten Einsatzes 11_1 . Der Gehäuseboden 3 steht ebenfalls in elektrischem Kontakt mit dem Gehäuse 5 und einer Stirnseite des n-ten Einsatzes 11_n .

[0045] Es wird an dieser Stelle angemerkt, dass das Gehäuse 5 elektrisch leitfähig sein kann, also beispielsweise aus Metall bestehen kann, aber nicht muss. Mit anderen Worten kann das Gehäuse 5 aus jedem anderen beliebigen Material, insbesondere aus einem elektrisch nicht leitfähigen Material wie einem Dielektrikum oder Kunststoff, bestehen. Die Funktion des Gehäuses 5 ist, die im Inneren des Gehäuses 5 befindlichen Komponenten mechanisch zusammenzuhalten und mechanisch zu fixieren. Das Gehäuse 5 kann allerdings nur dann aus einem Dielektrikum bestehen, wenn sichergestellt ist, dass die Resonator-kammern $7_1, 7_2, \dots, 7_n$ gegenüber der Umgebung des Hochfrequenzfilters 1 geschirmt sind. Eine solche Schirmung kann beispielsweise durch die Einsätze $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ erfolgen.

[0046] Die Trenneinrichtungen $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$ weisen einen Außendurchmesser auf, der bevorzugt einem Innendurchmesser der Gehäusewand 5 entspricht. Dies bedeutet, dass eine Außenfläche, also eine Umfangswandung jeder Trenneinrichtung $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$ die Innenfläche des Gehäuses 5 berührt, also in mechanischem Kontakt mit dieser steht. Die Koppelöffnungen 10 einer Trenneinrichtung $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$ können sich von den Koppelöffnungen der anderen Trenneinrichtungen $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$ bezüglich ihrer Anordnung, also Ausrichtung und/oder ihrer Anzahl und/oder ihrer Größe und/oder ihrer Querschnittsform unterscheiden. Innerhalb des Ausführungsbeispiels aus Figur 3 weisen die Koppelöffnungen 10 der einzelnen Trenneinrichtungen $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$ einen unterschiedlichen Durchmesser auf und sind beispielsweise an unterschiedlichen Stellen der Trenneinrichtungen $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$ angeordnet. Die Koppelöffnungen 10 verbinden die einzelnen Resonator-kammern $7_1, 7_2, \dots, 7_n$ miteinander, wobei sie einerseits von dem freien Volumen eines Resonators $6_1, 6_2, \dots, 6_n$ oder von dem Dielektrikum $8_1, 8_2, \dots, 8_n$ des Resonators $6_1, 6_2, \dots, 6_n$ umgeben sind. Ein elektrisch leitfähiger Einsatz $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ kann eine Koppelöffnung 10 nicht überdecken. Es ist auch möglich, dass sich die Querschnittsform der einzelnen Koppelöffnungen 10 über die Länge, also über die Höhe verändert. Zwischen den einzelnen Trenneinrichtungen $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$ und den Einsätzen $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ besteht üblicherweise kein Hohlraum. Gleiches gilt bevorzugt auch für den ersten Einsatz 11_1 und

den Gehäusedeckel 4, sowie für den n-ten Einsatz 11_n und den Gehäuseboden 3.

[0047] Zwischen den Einsätzen $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ sowie den Trenneinrichtungen $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$ und der Gehäusewand 5 besteht üblicherweise ebenfalls kein Abstand.

[0048] Die Dielektrika $8_1, 8_2, \dots, 8_n$ stehen ebenfalls in Kontakt mit ihrer jeweiligen Trenneinrichtung $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$. Die Dielektrika $8_1, 8_2, \dots, 8_n$ können dabei mit den jeweiligen Trenneinrichtungen $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$ verpresst und/oder verlötet sein.

[0049] Bevorzugt sind auch die Einsätze $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ mit den entsprechenden Trenneinrichtungen $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$ formschlüssig miteinander verpresst und/oder verlötet. Dadurch wird auch ein Verdrehen der einzelnen Elemente zueinander verhindert, wodurch sich die elektrischen Eigenschaften des Hochfrequenzfilters 1 über einen längeren Zeitraum nicht verändern.

[0050] Figur 4 zeigt einen Längsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters 1. Das erste Dielektrikum 8_1 steht an seiner Stirnseite in Kontakt mit dem Gehäusedeckel 4. Ein Abstand zwischen dem ersten Dielektrikum 8_1 und dem Gehäusedeckel 4 liegt nicht vor. Gleiches gilt auch für das n-te Dielektrikum 8_n , welches mit seiner Stirnseite ebenfalls in Kontakt mit dem Gehäuseboden 3 steht. Ein Abstand zwischen dem n-ten Dielektrikum 8_n und dem Gehäuseboden 3 liegt nicht vor. Die Elemente des Hochfrequenzfilters 1 sind bevorzugt miteinander verpresst. Dieses Verpressen äußert sich beispielsweise dadurch, dass die einzelnen Dielektrika $8_1, 8_2, \dots, 8_n$ teilweise in die einzelnen Trenneinrichtungen $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$ hinein ragen.

[0051] Das Hochfrequenzfilter 1 weist außerdem mehrere Abstimmeelemente $40_1, 40_2, 40_3, 40_4, \dots, 40_n$ auf. Zumindest je ein Abstimmeelement $40_1, 40_2, \dots, 40_n$ ist durch eine zusätzliche Öffnung $41_1, 41_2, 41_3, 41_4, \dots, 41_n$ in die Resonator-kammer $7_1, 7_2, \dots, 7_n$ des zumindest einen der n-Resonatoren $6_1, 6_2, \dots, 6_n$ eingeführt. Die Öffnungen $41_1, 41_2, \dots, 41_n$ erstrecken sich durch die Gehäusewand 5 und durch den entsprechenden Einsatz $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ in die Resonator-kammer $7_1, 7_2, \dots, 7_n$ hinein. Das entsprechende Abstimmeelement $41_1, 41_2, \dots, 41_n$ kann dann in die jeweilige Resonator-kammer $7_1, 7_2, \dots, 7_n$ hinein oder herausgedreht werden. Der Abstand zwischen dem Abstimmeelement $41_1, 41_2, \dots, 41_n$ und dem jeweiligen Dielektrikum $8_1, 8_2, \dots, 8_n$ ist veränderbar. Die jeweilige Öffnung $41_1, 41_2, \dots, 41_n$ verläuft bevorzugt senkrecht zur Signalausbreitungsrichtung 21 und damit ebenfalls senkrecht zur Zentralachse 12.

[0052] Der Abstand des zumindest einen Abstimmeelements $40_1, 40_2, \dots, 40_n$ zu dem jeweiligen Dielektrikum $8_1, 8_2, \dots, 8_n$ in der Resonator-kammer $7_1, 7_2, \dots, 7_n$ ist soweit verringerbbar, dass es mit dem Dielektrikum $8_1, 8_2, \dots, 8_n$ in Kontakt steht, also dieses berührt.

[0053] Das erste Dielektrikum 8_1 in dem ersten Resonator 6_1 weist eine Vertiefung auf, in die die erste Signalleitung 30_1 hinein ragt. Dadurch wird die Kopplung verstärkt. Vorzugsweise steht die erste Signalleitung 30_1

in Kontakt mit dem Dielektrikum 8_1 . Es wäre allerdings auch möglich, dass die erste Signalleitung 30_1 berührungsfrei zu dem ersten Dielektrikum 8_1 in diesem angeordnet ist. Gleiches gilt auch für das n-te Dielektrikum 8_n im n-ten Resonator 6_n . Die Vertiefung kann mittig oder außermittig an dem Dielektrikum $8_1, 8_n$ angebracht sein.

[0054] Figur 5 zeigt einen Längsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters 1.

[0055] Das Dielektrikum 8_1 in der ersten Resonator-kammer 7_1 weist eine durchgängige Ausnehmung aus, durch die sich die erste Signalleitung 30_1 hindurch erstreckt. Die erste Signalleitung 30_1 kommt dabei direkt in Kontakt mit der ersten Trenneinrichtung 9_1 . Gleiches gilt auch für den zweiten Signalleitungsanschluss 30_2 , welcher sich durch eine durchgängige Ausnehmung in dem n-ten Dielektrikum 8_n des n-ten Resonators 6_n hindurch erstreckt und in Kontakt mit der n-1-ten Trenneinrichtung 9_{n-1} steht. Vorzugsweise stehen die jeweiligen Signalleitungsanschlüsse $30_1, 30_2$ auch in Kontakt mit dem jeweiligen Dielektrikum $8_1, 8_n$, das von diesen durchsetzt wird. Sie könnten allerdings zu diesen auch berührungsfrei angeordnet sein. Die durchgängige Ausnehmung kann mittig oder außermittig an dem Dielektrikum $8_1, 8_n$ angebracht sein.

[0056] Der Teil des Signalleitungsanschlusses $30_1, 30_2$, welcher in Kontakt mit den jeweiligen Dielektrikum $8_1, 8_n$ oder mit der jeweiligen Trenneinrichtung $9_1, 9_{n-1}$ steht, verläuft parallel zur Zentralachse 12, bzw. parallel zur Signalübertragungsrichtung 21. Die anderen Teile des Signalleitungsanschlusses $30_1, 30_2$ müssen nicht parallel zur Signalübertragungsrichtung 21, bzw. zur Zentralachse 12 verlaufen. Bevorzugt verlaufen diejenigen Teile der beiden Signalleitungsanschlüsse $30_1, 30_2$ parallel zur Signalübertragungsrichtung 21, die sich innerhalb der ersten oder n-ten Resonator-kammer $7_1, 7_n$ befinden.

[0057] Das zweite Dielektrikum 8_2 in der zweiten Resonator-kammer 7_2 weist außerdem eine Einbuchtung auf, so dass ein zweites Abstimmeelement 40_2 in das zweite Dielektrikum 8_2 eintauchen kann.

[0058] Die Einsätze $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ von zumindest zwei nicht direkt aneinander angrenzenden Resonatoren $6_1, 6_2, \dots, 6_n$ weisen eine Öffnung $50_1, 50_2$ auf. Die zumindest beiden Öffnungen $50_1, 50_2$ werden durch einen Kanal 51 miteinander verbunden, wobei dieser Kanal 51 bevorzugt parallel zu der Signalausbreitungsrichtung 21, also parallel zur Zentralachse 12 verläuft. Dieser Kanal 51 verläuft zumindest teilweise innerhalb der Gehäusewand 5. Es ist auch möglich, dass dieser Kanal vollständig innerhalb der Gehäusewand 5 verläuft. Es ist auch möglich, dass dieser Kanal nicht innerhalb der Gehäusewand 5 verläuft, sondern einzig durch die Einsätze $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ und die dazwischen liegenden Trenneinrichtungen $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$.

[0059] Innerhalb dieses Kanals 51 verläuft ein elektrischer Leiter 52. Dieser elektrische Leiter 52 koppelt die zumindest beiden Resonatoren $6_1, 6_n$ kapazitiv und/oder

induktiv miteinander. Ein erstes Ende 53_1 des elektrischen Leiters 52 ist mit der ersten Trenneinrichtung 9_1 verbunden. Das erste Ende 53_1 des elektrischen Leiters 52 verläuft dabei bevorzugt parallel zur Signalausbreitungsrichtung 21 und damit parallel zur Zentralachse 12. Ein zweites Ende 53_2 des elektrischen Leiters 52 ist mit der n-1-ten Trenneinrichtung 9_{n-1} galvanisch verbunden. Das zweite Ende 53_2 verläuft ebenfalls bevorzugt parallel zur Signalausbreitungsrichtung 21 und damit parallel zur Zentralachse 12. Das erste und das zweite Ende 53_1 , 53_2 können mit den jeweiligen Trenneinrichtungen 9_1 , 9_2 , ... 9_{n-1} beispielsweise mittels einer Lötverbindung verbunden werden. Durch den elektrischen Leiter 52 wird eine Überkopplung zwischen zwei Resonatoren 6_1 , 6_2 , ... 6_n erreicht, wodurch eine steilere Filterflanke des Hochfrequenzfilters 1 erreicht werden kann.

[0060] Der elektrische Leiter 52, der innerhalb des Kanals 51 verläuft, ist innerhalb diesem bevorzugt über nicht dargestellte dielektrische Abstandselemente von den Wänden, die den Kanal 51 umschließen, elektrisch getrennt und durch diese in seiner Position gehalten.

[0061] Figur 6 zeigt einen Längsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters 1. In diesem Ausführungsbeispiel gibt es zwei Überkopplungen. Eine erste Überkopplung findet zwischen dem ersten Resonator 6_1 und dem n-ten Resonator 6_n statt. Ein elektrischer Leiter 52 koppelt diese beiden Resonatoren 6_1 , 6_n miteinander. Ein erstes Ende 53_1 des elektrischen Leiters 52 ist diesmal allerdings mit dem Gehäusedeckel 4 verbunden.

[0062] Eine zweite Überkopplung findet zwischen dem zweiten Resonator 6_2 und dem vierten Resonator 6_4 statt. Ein elektrischer Leiter 60 koppelt diese beiden Resonatoren 6_2 , 6_4 miteinander. Ein erstes Ende 61_1 des zweiten elektrischen Leiters 60 ist mit der zweiten Trenneinrichtung 9_2 verbunden. Ein zweites Ende 61_2 des elektrischen Leiters ist mit der n-1-ten Trenneinrichtung 9_{n-1} verbunden. Gestrichelt dargestellt ist eine Möglichkeit, dass das zweite Ende 61_2 des zweiten elektrischen Leiters 60 auch mit der dritten Trenneinrichtung 9_3 verbunden sein könnte.

[0063] Damit sich die Filtereigenschaften während des Betriebs nicht ändern, sind die innerhalb des Hochfrequenzfilters 1 angeordneten Elemente gegen Verdrehen gesichert. Dies geschieht durch mehrere Verdrehschutzelemente 62, die ein Verdrehen verhindern. Die Verdrehschutzelemente 62 können aus einer Kombination zwischen einem Vorsprung und einer Aufnahmeöffnung bestehen. Beispielsweise kann der Gehäusedeckel 4 einen Vorsprung aufweisen, der in eine entsprechende Aufnahmeöffnung innerhalb des ersten Einsatzes 11_1 eingreift. Die Verdrehschutzelemente 62 sind bevorzugt zwischen zumindest einer der n-1-Trenneinrichtungen 9_1 , 9_2 , ..., 9_n und dem zumindest einen Einsatz 11_1 , 11_2 , ..., 11_n und/oder dem angrenzenden Dielektrikum 8_1 , 8_2 , ..., 8_n angebracht. Bevorzugt wird allerdings je ein Verdrehschutzelement 62 zwischen dem Gehäuseboden 3 und/oder dem Gehäusedeckel 4 und/oder der Ge-

häusewand 5 und dem Einsatz 11_1 in der ersten Resonator-kammer 7_1 und dem Einsatz 11_n in der n-ten Resonator-kammer 7_n angebracht, der das gegenseitige Verdrehen derjenigen Elemente verhindert, die am nächsten am ersten und/oder am zweiten Signalleitungsanschluss 30_1 , 30_2 angeordnet sind. Dadurch wird auch ein Verdrehen derjenigen Elemente verhindert, die weiter innen in dem Hochfrequenzfilter 1 angeordnet sind.

[0064] Das Hochfrequenzfilter 1 ist bevorzugt in Stapelbauweise realisiert, wobei alle Resonatoren 6_1 , 6_2 , ..., 6_n übereinander angeordnet sind. Die Verdrehschutzelemente 62 verhindern dabei, dass sich die elektrischen Eigenschaften der einzelnen Resonatoren 6_1 , 6_2 , ..., 6_n zu denen beispielsweise die Resonanzfrequenzen gehören, verändern.

[0065] Figur 7 zeigt einen Längsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters 1. Die einzelnen Resonator-kammern 7_1 , 7_2 , ..., 7_n sind dabei vollständig durch das jeweilige Dielektrikum 8_1 , 8_2 , ..., 8_n ausgefüllt. Die Höhe jedes Dielektrikums 8_1 , 8_2 , ..., 8_n entspricht der Höhe des jeweiligen Einsatzes 11_1 , 11_2 , ..., 11_n . Der Außendurchmesser jedes Dielektrikums 8_1 , 8_2 , ..., 8_n entspricht in etwa dem Innendurchmesser des jeweiligen Einsatzes 11_1 , 11_2 , ..., 11_n . Das Dielektrikum 8_1 , 8_2 , ..., 8_n liegt mit seiner Umfangswandung an einer Innenwandung des jeweiligen Einsatzes 11_1 , 11_2 , ..., 11_n formschlüssig an.

[0066] Figur 8 zeigt einen Längsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters 1. Der erste Signalleitungsanschluss 30_1 kontaktiert das erste Dielektrikum 8_1 außermittig. Gleiches gilt für den zweiten Signalleitungsanschluss 30_2 , welcher das n-te Dielektrikum außermittig kontaktiert. Trotz der Tatsache, dass die Dielektrika 8_1 , 8_2 , ..., 8_n das Volumen ihrer jeweiligen Resonator-kammer 7_1 , 7_2 , ..., 7_n vollständig ausfüllen, kann ebenfalls eine Überkopplung zwischen zwei nicht direkt benachbarten Resonatoren 6_1 , 6_2 , ..., 6_n erreicht werden. Innerhalb des Ausführungsbeispiels aus Figur 8 findet eine Überkopplung zwischen dem ersten Resonator 6_1 und dem dritten Resonator 6_3 statt. Das erste Dielektrikum 8_1 und das dritte Dielektrikum 8_3 , also die Dielektrika 8_1 , 8_2 , ..., 8_n zwischen deren Resonatoren 6_1 , 6_2 , ..., 6_n eine Überkopplung stattfinden soll, weisen in Längsrichtung einen bevorzugt durchgehenden Schlitz 80 auf. Dieser durchgehende Schlitz 80 kann beispielsweise mittels einer Diamantsäge in das aus einer Keramik bestehende Dielektrikum 8_1 , 8_2 , ..., 8_n eingebracht werden. Innerhalb dieses Schlitzes 80 ist zumindest das erste Ende 53_1 und das zweite Ende 53_2 des elektrischen Leiters 52 angeordnet.

[0067] Figur 9A zeigt einen Längsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters 1. Die Trenneinrichtung 9_1 , 9_2 , ..., 9_{n-1} ist dabei integraler Bestandteil jedes Dielektrika 8_1 , 8_2 , ..., 8_n . Dies bedeutet, dass eine oder beide Stirnseiten jedes der n-Dielektrika 8_1 , 8_2 , ..., 8_n mit einer Metallschicht überzogen sind. Diese Metallschicht stellt dann

eine der n-1-Trenneinrichtungen $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$ dar. Eine Ausnehmung 90 innerhalb der Metallschicht, also innerhalb des Überzugs, stellt dabei eine Koppelöffnung 10 zwischen zwei Resonatoren $6_1, 6_2, \dots, 6_n$ dar. Aneinander angrenzende Dielektrika $8_1, 8_2, \dots, 8_n$ besitzen die Ausnehmungen 90 innerhalb des Überzugs aus der Metallschicht jeweils an den gleichen Stellen, so dass eine Kopplung in Signalausbreitungsrichtung 21 ermöglicht wird.

[0068] Figur 9B zeigt eine abgewandelte Ausführungsform aus Figur 9A. Im Unterschied zu Figur 9A bilden die Einsätze $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ die Gehäusewand 5. Das Gehäuse 2 wird in diesem Fall aus den Einsätzen $11_1, 11_2, \dots, 11_n$, dem Gehäuseboden 3 und dem Gehäusedeckel 4 gebildet. Die Einsätze $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ werden vorzugsweise durch Schrauben 91 miteinander verbunden, die sich weiter vorzugsweise parallel zur Zentralachse 12 erstrecken. Eine ergänzende oder alternative Verbindung durch einen Kleber oder durch eine Löt- und/oder Schweißverbindung ist ebenfalls möglich. Die Einsätze $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ könnten ebenfalls durch eine Rastverbindung werkzeugfrei miteinander verbunden werden. In diesem Fall könnte ein Vorsprung an der Oberfläche eines Einsatzes $11_1, 11_2, \dots, 11_n$, die (die Oberfläche) parallel zu dem Gehäusedeckel 4 oder Gehäuseboden 3 verläuft, in eine Öffnung des benachbarten Einsatzes $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ eingeführt werden, wobei der Vorsprung durch eine Drehbewegung derart in der Öffnung verschoben wird, dass sich die Einsätze $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ nichtmehr voneinander lösen, wenn lediglich eine Kraft entlang der Zentralachse 12 aufgebracht wird.

[0069] Für den Fall, dass die Trenneinrichtungen $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$ nicht in Form einer Beschichtung auf den Dielektrika $8_1, 8_2, \dots, 8_n$ ausgebildet sind, wären diese zwischen den Einsätzen $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ angeordnet. Sie könnten dann entweder einen Teil der Außenwandung der Gehäusewand 5 darstellen oder in einer Einbuchtung der Einsätze $11_1, 11_2, \dots, 11_n$, in deren Bereich die Einsätze $11_1, 11_2, \dots, 11_n$ eine verringerte Dicke aufweisen, angeordnet sein. In diesem Fall wären die Trenneinrichtungen $9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$ von außen unsichtbar.

[0070] Figur 10 zeigt ein Flussdiagramm, welches erläutert, wie die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite für einen Resonator $6_1, 6_2, \dots, 6_n$ eingestellt wird, um den erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilter 1 abzugleichen. Zu Beginn wird eine Zählervariable X mit 0 definiert. Anschließend wird der Verfahrensschritt S_1 ausgeführt. Innerhalb des Verfahrensschritts S_1 werden alle Koppelöffnungen 10 der 1+x-ten Trenneinrichtung und/oder der n-1-ten Trenneinrichtung geschlossen. Mit Blick auf den Längsschnitt in Figur 4 wären dies die Koppelöffnungen 10 in der ersten Trenneinrichtung 9_1 und in der letzten Trenneinrichtung 9_{n-1} .

[0071] Im Anschluss daran wird der Verfahrensschritt S_2 ausgeführt. Innerhalb des Verfahrensschritts S_2 wird der Reflexionsfaktor an dem ersten Signalleitungsanschluss 30_1 und/oder an dem zweiten Signalleitungsanschluss 30_2 gemessen. Der gemessene Reflexionsfaktor

wird einzig aus den geometrischen Eigenschaften des ersten und des n-ten Resonators $6_1, 6_n$ bestimmt.

[0072] Im Anschluss daran wird der Verfahrensschritt S_3 ausgeführt. Innerhalb des Verfahrensschritts S_3 wird die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite des ersten und/oder des n-ten Resonators $6_1, 6_n$ auf einen bestimmten Wert eingestellt. Im Wechsel dazu wird wiederum der Verfahrensschritt S_2 ausgeführt, um den geänderten Reflexionsfaktor erneut zu messen, um dann festzustellen, ob der Verfahrensschritt S_3 abermalig ausgeführt werden muss, oder ob die eingestellten Werte für die Resonanzfrequenz und/oder der Koppelbandbreite den gewünschten Werten bereits entsprechen.

[0073] Das Abgleichen des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters 1 erfolgt von außen nach innen, also beginnend bei den Resonatoren $6_1, 6_n$ die an den ersten und/oder zweiten Signalleitungsanschlüssen $30_1, 30_2$ angeordnet sind. Nach und nach werden sukzessiv weitere Resonatoren $6_2, 6_3, \dots, 6_{n-2}$ durch Öffnen der jeweiligen Koppelöffnungen hinzu geschaltet. Dieser Vorgang wird beispielsweise in Figur 11 beschrieben.

[0074] Figur 11 zeigt ein weiteres Flussdiagramm, welches erläutert, wie die Resonanzfrequenzen und/oder die Koppelbandbreiten für die weiteren Resonatoren $6_2, 6_3, \dots, 6_{n-1}$ eingestellt werden, um den erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilter 1 abzugleichen. Für den Fall, dass die Resonanzfrequenzen und/oder die Koppelbandbreite für den ersten Resonator 6_1 und/oder für den n-ten Resonator 6_n eingestellt worden sind, wird der Verfahrensschritt S_4 ausgeführt. Innerhalb des Verfahrensschritts S_4 wird zumindest eine Koppelöffnung 10 der 1+X-ten Trenneinrichtung und/oder der n-1-X-ten Trenneinrichtung geöffnet. Mit Hinblick auf Figur 4 wäre dies die Koppelöffnung 10 in den Trenneinrichtungen 9_1 und 9_{n-1} .

[0075] Im Anschluss daran wird der Verfahrensschritt S_5 ausgeführt. Innerhalb des Verfahrensschritts S_5 wird der Wert von X um 1 erhöht. Im Anschluss daran wird der Verfahrensschritt S_6 aufgeführt, in dem erneut die Verfahrensschritte S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 ausgeführt werden und zwar so lange, bis alle Koppelöffnungen 10 geöffnet sind. Dies bedeutet, dass im Anschluss daran mit Blick auf Figur 4 die Koppelöffnungen 10 der Trenneinrichtung 9_2 und die Koppelöffnungen 10 der Trenneinrichtung 9_3 geschlossen werden. Es wird abermals der Reflexionsfaktor am ersten Signalleitungsanschluss 30_1 und/oder am zweiten Signalleitungsanschluss 30_2 gemessen. Im Anschluss daran wird abermals die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite der beiden ersten und der beiden letzten Resonatoren $6_1, 6_2$ und $6_n, 6_{n-1}$ eingestellt.

[0076] Im Anschluss daran wird der Wert für X abermals um 1 erhöht, also der Verfahrensschritt S_5 erneut durchgeführt.

[0077] Anhand von Figur 4 ist zu sehen, dass es eine ungerade Anzahl an Resonatoren $6_1, 6_2, \dots, 6_n$ gibt. Der Resonator 6_3 , also der Resonator in der Mitte des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters 1 wird beim Verfah-

ren zum Abgleichen des Hochfrequenzfilters 1 einmal für die Berechnung des Reflexionsfaktors an dem ersten Signalleitungsanschluss 30₁ und einmal für die Berechnung des Reflexionsfaktors an dem zweiten Signalleitungsanschluss 30₂ verwendet.

[0078] Dieser Sachverhalt findet sich in dem Flussdiagramm aus Figur 12 wieder, welches erläutert, wie die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite für den Resonator in der Mitte des Hochfrequenzfilters 1 eingestellt wird. Für den Fall, dass X den Wert $(n-1)/2$ erreicht, was in dem Ausführungsbeispiel aus Figur 4 dem Wert "2" entspricht, werden die Verfahrensschritte S₇ und/oder S₈ und S₉ durchgeführt.

[0079] Innerhalb des Verfahrensschritts S₇ werden die Koppelöffnungen 10 der X-ten Trenneinrichtung geöffnet und die Koppelöffnungen 10 der X+1-ten Trenneinrichtung geschlossen. In dem Ausführungsbeispiel aus Figur 4 würden die Koppelöffnungen in der Trenneinrichtung 9₂ geöffnet und in der Trenneinrichtung 9₃ geschlossen werden. Im Anschluss daran wird der Reflexionsfaktor am ersten Signalleitungsanschluss 30₁ gemessen und die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite entsprechend eingestellt werden.

[0080] Stattdessen oder alternativ dazu wird in dem Verfahrensschritt S₈ die Koppelöffnung 10 der X+1-ten Trenneinrichtung geöffnet und die Koppelöffnungen 10 der X-ten Trenneinrichtung geschlossen. In dem Ausführungsbeispiel aus Figur 4 würden in diesem Fall die Koppelöffnungen 10 in der Trenneinrichtung 9₂ geschlossen werden, wohingegen die Koppelöffnung 10 innerhalb der Trenneinrichtung 9₃ geöffnet werden würden. Im Anschluss daran wird der Verfahrensschritt S₂ erneut ausgeführt und der Reflexionsfaktor am zweiten Signalleitungsanschluss 30₂ gemessen. Im Anschluss daran wird der Verfahrensschritt S₃ ausgeführt, in welchem die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite eingestellt werden.

[0081] Die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite des Resonators in der Mitte des erfindungsgemäßen Hochfrequenzfilters 1 muss derart eingestellt werden, dass sowohl für den Reflexionsfaktor am ersten Signalleitungsanschluss 30₁, als auch für den Reflexionsfaktor am zweiten Signalleitungsanschluss 30₂ ein annehmbarer Wert erreicht wird. Ggf. müssen hierzu Kompromisse eingegangen werden.

[0082] Im Anschluss daran wird der Verfahrensschritt S₉ ausgeführt und es werden die Koppelöffnungen der X-ten und der X+1-ten Trenneinrichtung geöffnet. In diesem Zustand sind alle Koppelöffnungen 10 in allen Trenneinrichtungen 9₁, 9₂, ..., 9_{n-1} geöffnet. Dieser Zustand tritt automatisch nach Durchlaufen des Flussdiagramms aus Figur 11 ein, wenn es eine gerade Anzahl von Resonatoren 6₁, 6₂, ..., 6_n gibt.

[0083] Für den Fall, dass in jeder Trenneinrichtung 9₁, 9₂, ..., 9_n mindestens eine Koppelöffnung 10 geöffnet ist, werden die Verfahrensschritte S₂, S₁₀ und S₃ ausgeführt, die in dem Flussdiagramm aus Figur 13 dargestellt sind. Der Verfahrensschritt S₂, welcher bereits mit Bezug auf

Figur 10 erläutert worden ist, wird ausgeführt. Innerhalb dieses Verfahrensschritts wird ein Reflexionsfaktor am ersten Signalleitungsanschluss 30₁ und/oder am zweiten Signalleitungsanschluss 30₂ gemessen.

[0084] Im Anschluss daran wird der Verfahrensschritt S₁₀ ausgeführt. Innerhalb des Verfahrensschritts S₁₀ werden der Vorwärts-Transmissionsfaktor und/oder der Rückwärts-Transmissionsfaktor ermittelt.

[0085] Im Anschluss daran werden nochmals die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite auf einen bestimmten Wert eingestellt, bzw. fein justiert. Dies erfolgt in dem Verfahrensschritt S₃. Eine Wiederholung der Verfahrensschritte S₂ und S₁₀ ist dabei so oft möglich, wie im Verfahrensschritt S₃ noch nicht der gewünschte Zielwert für die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite erreicht worden ist.

[0086] Figur 14 zeigt ein weiteres Flussdiagramm, welches erläutert, durch welche Maßnahmen die die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite innerhalb eines Resonators 6₁, 6₂, ..., 6_n verändert werden kann. Innerhalb des Verfahrensschritts S₃ können die nachfolgenden Verfahrensschritte einzeln oder in Kombination miteinander durchgeführt werden. Der Verfahrensschritt S₁₁ beschreibt, dass die Resonanzfrequenz und/oder die Koppelbandbreite dadurch eingestellt werden können, dass der Durchmesser der jeweiligen Resonatorkammer 7₁, 7₂, ..., 7_n durch Austauschen des Einsatzes 11₁, 11₂, ..., 11_n durch einen anderen mit geänderten Abmessungen, insbesondere mit einem geänderten Innendurchmesser erfolgen kann.

[0087] Alternativ oder in Ergänzung zu dem Verfahrensschritt S₁₁ kann der Verfahrensschritt S₁₂ durchgeführt werden. Innerhalb des Verfahrensschritts S₁₂ kann eine vorgesehene Trenneinrichtung 9₁, 9₂, ..., 9_{n-1} gedreht werden, so dass die Koppelöffnungen 10 anders angeordnet sind. Es ist auch möglich, dass die Trenneinrichtung 9₁, 9₂, ..., 9_n durch eine andere ausgetauscht wird, wobei die Koppelöffnungen 10 eine andere Anordnung und/oder eine andere Anzahl und/oder eine andere Größe und/oder eine andere Geometrie aufweisen.

[0088] Optional und/oder in Ergänzung zu den Verfahrensschritten S₁₁ und/oder S₁₂ kann der Verfahrensschritt S₁₃ ausgeführt werden. Eine Änderung der Resonanzfrequenz und/oder der Koppelbandbreite kann auch durch ein weiteres Eindrehen und/oder Ausdrehen von zumindest einem Abstimmelement 40₁, 40₂, ..., 40_n in die jeweilige Resonatorkammer 7₁, 7₂, ..., 7_n erfolgen. In eine Resonatorkammer 7₁, 7₂, ..., 7_n können auch mehr als ein Abstimmelement 40₁, 40₂, ..., 40_n ein- oder ausgedreht werden.

[0089] In Ergänzung oder alternativ zu den Verfahrensschritten S₁₁, S₁₂ und/oder S₁₃ kann auch der Verfahrensschritt S₁₄ ausgeführt werden. Innerhalb des Verfahrensschritts S₁₄ kann zumindest ein Dielektrikum 8₁, 8₂, ..., 8_n in einer Resonatorkammer 7₁, 7₂, ..., 7_n durch ein anderes Dielektrikum 8₁, 8₂, ..., 8_n getauscht werden, welches geänderte Abmessungen, insbesondere in seiner Höhe und/oder seines Durchmessers aufweist.

[0090] Innerhalb des Verfahrensschritts S_1 , oder jedes Mal wenn Koppelöffnungen 10 geschlossen werden sollen, geschieht dies bevorzugt dadurch, dass die jeweilige Trenneinrichtung $9_1, 9_2, \dots, 9_n$ durch eine solche getauscht wird, welche über keine Koppelöffnungen 10 verfügt. 5

[0091] Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Im Rahmen der Erfindung sind alle beschriebenen und/oder gezeichneten Merkmale beliebig miteinander kombinierbar. 10

Patentansprüche

1. Hochfrequenzfilter (1) mit einem Gehäuse (2) mit den folgenden Merkmalen: 15

- zumindest n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$), die je eine Resonator-kammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) umfassen, die von dem Gehäuse (2) umschlossen sind, wobei $n \geq 2$, bevorzugt $n \geq 3$, weiter bevorzugt $n \geq 4$, weiter bevorzugt $n \geq 5$ ist; 20
- zumindest n Dielektrika ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$), von denen zumindest je eines in einer Resonator-kammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) der n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) angeordnet ist; 25
- das Hochfrequenzfilter (1) weist $n-1$ Trenneinrichtungen ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$) auf;
- die Resonator-kammern ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) der n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) sind aneinander in Signalübertragungsrichtung (21) angeordnet, die senkrecht zum H-Feld (20) liegt, wobei jede Resonator-kammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) maximal an zwei andere Resonator-kammern ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) angrenzt und von jeder durch eine Trenneinrichtung ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$) getrennt ist; 30
- jede der $n-1$ Trenneinrichtungen ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$) weist zumindest eine Koppelöffnung (10) auf, über die die angrenzenden Resonator-kammern ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) miteinander gekoppelt sind; 35
- die Kopplung zwischen den Resonator-kammern ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) erfolgt senkrecht oder mit einer Komponente überwiegend senkrecht zum H-Feld (20);
- ein erster Signalleitungsanschluss (30_1) ist über eine erste Öffnung im Gehäuse (2) mit dem zumindest einen Dielektrikum (8_1) des ersten Resonators (6_1) gekoppelt; und 40

- a) der erste Signalleitungsanschluss (30_1) steht in mittigem oder außermittigem Kontakt mit dem Dielektrikum (8_1) in der Resonator-kammer (7_1) des ersten Resonators (6_1); 50
- oder
- b) das Dielektrikum (8_1) in der Resonator-kammer (7_1) des ersten Resonators (6_1) weist eine Vertiefung auf, in die der erste 55

Signalleitungsanschluss (30_1) hineinragt; oder

c) das Dielektrikum (8_1) in der Resonator-kammer (7_1) des ersten Resonators (6_1) weist eine durchgängige Ausnehmung auf, durch die sich der erste Signalleitungsanschluss (30_1) hindurch erstreckt, wodurch der erste Signalleitungsanschluss (30_1) in Kontakt mit der ersten Trenneinrichtung (9_1) steht;

und/oder

- ein zweiter Signalleitungsanschluss (30_2) ist über eine zweite Öffnung im Gehäuse (2) mit dem Dielektrikum (8_n) des n -ten Resonators (6_n) gekoppelt; und

a) der zweite Signalleitungsanschluss (30_2) steht in mittigem oder außermittigem Kontakt mit dem Dielektrikum (8_n) in der Resonator-kammer (7_n) des n -ten Resonators (6_n);

oder

b) das Dielektrikum (8_n) in der Resonator-kammer (7_n) des n -ten Resonators (6_n) weist eine Vertiefung auf, in die der zweite Signalleitungsanschluss (30_2) hineinragt; oder

c) das Dielektrikum (8_n) in der Resonator-kammer (7_n) des n -ten Resonators (6_n) weist eine durchgängige Ausnehmung auf, durch die sich der zweite Signalleitungsanschluss (30_2) hindurch erstreckt, wodurch der zweite Signalleitungsanschluss (30_2) in Kontakt mit der $n-1$ -ten Trenneinrichtung (9_{n-1}) steht.

2. Hochfrequenzfilter nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- der erste Signalleitungsanschluss (30_1), der in die Vertiefung oder in die durchgängige Ausnehmung des Dielektrikums (8_1) in der Resonator-kammer (7_1) des ersten Resonators (6_1) eingreift, steht mit diesem Dielektrikum (8_1) in Kontakt oder ist berührungsfrei zu diesem Dielektrikum (8_1) angeordnet; und/oder
- der zweite Signalleitungsanschluss (30_2), der in die Vertiefung oder in die durchgängige Ausnehmung des Dielektrikums (8_n) in der Resonator-kammer (7_n) des n -ten Resonators (6_n) eingreift, steht mit diesem Dielektrikum (8_n) in Kontakt oder ist berührungsfrei zu diesem Dielektrikum (8_n) angeordnet.

3. Hochfrequenzfilter nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** das folgende Merkmal:

- die n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) sind in Signalübertragungsrichtung (21) und/oder entlang einer Zentralachse (12) angeordnet, wobei sich das H-Feld (20) radial um die Zentralachse (12) und/oder um die Signalübertragungsrichtung (21) nach außen hin erstreckt. 5
4. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** das folgende Merkmal: 10
- zumindest eine der n Resonatorkammern ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) und/oder eines der n Dielektrika ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) ist zylinderförmig.
5. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale: 15
- jede der n-1 Trenneinrichtungen ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$) besteht aus einem Trennblättchen, das aus Metall und/oder aus einer Metalllegierung besteht oder Metall und/oder eine Metalllegierung umfasst; oder 20
- eine oder beide Stirnseiten jedes der n Dielektrika ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) ist mit einer Metallschicht überzogen, wobei diese Metallschicht dann eine der n-1 Trenneinrichtungen ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$) darstellt, wobei das zumindest eine Dielektrikum ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) mit der zumindest einen der n-1 Trenneinrichtungen ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$) einteilig ausgebildet ist und wobei zumindest eine Ausnehmung (90) in dem Überzug der Metallschicht die zumindest eine Koppelöffnung (10) bildet. 25 30
6. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale: 35
- das Gehäuse (2) umfasst einen Gehäuseboden (3) und einen vom Gehäuseboden (3) beabstandeten Gehäusedeckel (4);
- zwischen dem Gehäuseboden (3) und dem Gehäusedeckel (4): 40
- a) ist eine umlaufende Gehäusewand (5) angeordnet; oder
- b) sind zumindest ein Einsatz ($11_1, 11_2, \dots, 11_n$) und eine umlaufende Gehäusewand (5) angeordnet, wobei der zumindest eine Einsatz ($11_1, 11_2, \dots, 11_n$) von der umlaufenden Gehäusewand (5) umschlossen ist; oder 45 50
- c) ist zumindest ein Einsatz ($11_1, 11_2, \dots, 11_n$) angeordnet, der eine Gehäusewand (5) bildet.
7. Hochfrequenzfilter nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** die weiteren Merkmale: 55
- ein Durchmesser zumindest einer Resonatorkammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) der n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) wird **durch** zumindest einen Einsatz ($11_1, 11_2, \dots, 11_n$), insbesondere **durch** einen ringförmigen Einsatz ($11_1, 11_2, \dots, 11_n$), der sich an der Gehäusewand (5) anlehnt, definiert und/oder vorgegeben; und/oder
- zumindest ein Verdrehschutzelement (62) ist zwischen zumindest einer der n-1 Trenneinrichtungen ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$) und dem zumindest einen Einsatz ($11_1, 11_2, \dots, 11_n$) und/oder dem angrenzenden Dielektrikum ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) angebracht und verhindert das gegenseitige Verdrehen dieser Elemente und/oder
- zumindest je ein Verdrehschutzelement (62) ist zwischen dem Gehäuseboden (3) und/oder dem Gehäusedeckel (4) und/oder der Gehäusewand (5) und dem Einsatz (11_1) in der ersten Resonatorkammer (7_1) und dem Einsatz (11_n) in der n-ten Resonatorkammer (7_n) angebracht und verhindert das gegenseitige Verdrehen dieser Elemente.
8. Hochfrequenzfilter nach Anspruch 7, **gekennzeichnet durch** die weiteren Merkmale:
- die Einsätze ($11_1, 11_2, \dots, 11_n$) von zumindest zwei nicht direkt aneinander angrenzenden n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) weisen eine Öffnung ($50_1, 50_2$) auf;
- die zumindest beiden Öffnungen ($50_1, 50_2$) werden **durch** einen Kanal (51) miteinander verbunden, wobei dieser zumindest teilweise innerhalb der Gehäusewand (5) verläuft;
- ein elektrischer Leiter (52) verläuft innerhalb des Kanals (51);
- der elektrische Leiter (52) koppelt die zumindest beiden Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) kapazitiv und/oder induktiv miteinander.
9. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **gekennzeichnet durch** die weiteren Merkmale:
- das Dielektrikum (8_1) im ersten Resonator (6_1) steht mit der ersten Trenneinrichtung (9_1) in Kontakt und das Dielektrikum (8_n) im n-ten Resonator (6_n) steht mit der n-1-ten Trenneinrichtung (9_{n-1}) in Kontakt und/oder die Dielektrika ($8_2, \dots, 8_{n-1}$) der übrigen n-2 Resonatoren ($6_2, \dots, 6_{n-1}$) stehen mit beiden, die jeweilige Resonatorkammer ($7_2, \dots, 7_{n-1}$) begrenzenden Trenneinrichtungen ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$) in Kontakt; und/oder
- das Dielektrikum (8_1) im ersten Resonator (6_1) steht mit dem Gehäusedeckel (4) in Kontakt und das Dielektrikum (8_n) im n-ten Resonator (6_n) steht mit dem Gehäuseboden (3) in Kontakt; und/oder
- die Dielektrika ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) der n Resonato-

ren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) sind mit einer oder beiden Trenneinrichtungen ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$), die die jeweilige Resonatorkammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) begrenzen, fest verbunden, insbesondere verlötet oder verpresst.

10. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **gekennzeichnet durch** die weiteren Merkmale:

- die n Dielektrika ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) sind scheibenförmig; und/oder
- alle oder einige der n Dielektrika ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) unterscheiden sich in ihrem Material; und/oder
- alle oder einige der n Dielektrika ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) unterscheiden sich vollständig oder teilweise in ihren Abmessungen; und/oder
- alle oder zumindest eines der n Dielektrika ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) füllen ein Volumen der Resonatorkammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) ihrer jeweiligen n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) vollständig oder teilweise aus.

11. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **gekennzeichnet durch** die weiteren Merkmale:

- die Anordnung und/oder die Größe und/oder die Querschnittsform zumindest einer Koppelöffnung (10) einer der n-1 Trenneinrichtungen ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$) ist vollständig oder teilweise unterschiedlich zu der Anordnung und/oder der Größe und/oder der Querschnittsform einer Koppelöffnung (10) einer anderen der n-1 Trenneinrichtungen ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$); und/oder
- die Anzahl der Koppelöffnungen (10) in den n-1 Trenneinrichtungen ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$) ist vollständig oder teilweise unterschiedlich.

12. Hochfrequenzfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **gekennzeichnet durch** die weiteren Merkmale:

- die Resonatorkammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) zumindest eines der n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) weist zumindest eine zusätzliche Öffnung ($41_1, 41_2, \dots, 41_n$) nach außerhalb des Gehäuses (2) auf;
- zumindest ein Abstimmelement ($40_1, 40_2, \dots, 40_n$) ist **durch** diese zumindest eine zusätzliche Öffnung ($41_1, 41_2, \dots, 41_n$) in die Resonatorkammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) des zumindest einen der n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) eingeführt;
- der Abstand zwischen dem Abstimmelement ($40_1, 40_2, \dots, 40_n$), das **durch** die zumindest eine zusätzliche Öffnung ($41_1, 41_2, \dots, 41_n$) in die Resonatorkammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) des zumindest einen der n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) eingeführt ist, ist zu dem jeweiligen Dielektrikum ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) innerhalb der Resonatorkammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) veränderbar.

13. Hochfrequenzfilter nach Anspruch 12, **gekennzeichnet durch** die weiteren Merkmale:

- der Abstand des zumindest einen Abstimmelements ($40_1, 40_2, \dots, 40_n$) zu dem jeweiligen Dielektrikum ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) in der Resonatorkammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) des zumindest einen der n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) ist soweit verringerbare, dass es mit diesem in Kontakt steht; oder
- das Dielektrikum ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) in der Resonatorkammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) des zumindest einen der n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) weist eine Einbuchtung auf, wobei der Abstand des zumindest einen Abstimmelements ($40_1, 40_2, \dots, 40_n$) zu dem jeweiligen Dielektrikum ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) in der Resonatorkammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) des zumindest einen der n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) soweit verringerbare ist, dass dieses in die Einbuchtung des jeweiligen Dielektrikums ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) eintaucht und/oder mit diesem in Kontakt steht; und/oder
- das zumindest eine Abstimmelement ($40_1, 40_2, \dots, 40_n$) ist senkrecht zu der Signalübertragungsrichtung (21) in der Resonatorkammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) des zumindest einen der n Resonatoren ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) ausgerichtet; und/oder
- das zumindest eine Abstimmelement ($40_1, 40_2, \dots, 40_n$) besteht aus einem Dielektrikum oder das zumindest eine Abstimmelement ($40_1, 40_2, \dots, 40_n$) besteht aus einem Dielektrikum, das ganz oder teilweise mit einer Metallschicht überzogen ist oder das zumindest eine Abstimmelement ($40_1, 40_2, \dots, 40_n$) besteht aus einem Metall.

14. Verfahren zum Abgleichen eines Hochfrequenzfilters, der nach einem der Ansprüche 1 bis 13 aufgebaut ist, **gekennzeichnet durch** die folgenden Verfahrensschritte:

- Schließen (S_1) aller Koppelöffnungen (10) der 1+X-ten Trenneinrichtung und/oder der n-1-X-ten Trenneinrichtung, mit $X = 0$;
- Messen (S_2) eines Reflexionsfaktors am ersten Signalleitungsanschluss (30_1) und/oder Messen eines Reflexionsfaktors am zweiten Signalleitungsanschluss (30_2);
- Einstellen (S_3) der Resonanzfrequenz und/oder der Koppelbandbreite auf einen gewünschten Wert.

15. Verfahren zum Abgleichen eines Hochfrequenzfilters, nach Anspruch 14, **gekennzeichnet durch** die folgenden Verfahrensschritte:

- Öffnen (S_4) zumindest einer der Koppelöffnungen (10) der 1+X-ten Trenneinrichtung und/oder der n-1-X-ten Trenneinrichtung;

- Erhöhen (S_5) von X um eins;
 - Erneutes Ausführen (S_6) der Verfahrensschritte Schließen (S_1), Messen (S_2), Einstellen (S_3), Öffnen (S_4) und Erhöhen (S_5), bis alle Koppelöffnungen (10) geöffnet sind. 5
16. Verfahren zum Abgleichen eines Hochfrequenzfilters, nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verfahrensschritt erneutes Ausführen (S_6) bei einer ungeraden Anzahl an Resonatorkammern ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) die folgenden Verfahrensschritte umfasst wenn X den Wert $(n-1)/2$ erreicht: 10
- Öffnen (S_7) zumindest einer der Koppelöffnungen (10) der X-ten Trenneinrichtung und Schließen aller Koppelöffnungen (10) der X+1-ten Trenneinrichtung und Messen (S_2) eines Eingangsreflexionsfaktors am ersten Signalleitungsanschluss (30_1) und Einstellen (S_3) der Resonanzfrequenz und/oder der Koppelbandbreite auf einen gewünschten Wert und/oder 15
 - Öffnen (S_8) zumindest einer der Koppelöffnungen (10) der X+1-ten Trenneinrichtung und Schließen aller Koppelöffnungen (10) der X-ten Trenneinrichtung und Messen (S_2) eines Eingangsreflexionsfaktors am zweiten Signalleitungsanschluss (30_2) und Einstellen (S_3) der Resonanzfrequenz und/oder der Koppelbandbreite auf einen gewünschten Wert; und 20
 - Öffnen (S_9) der zumindest einen Koppelöffnung (10) der X-ten und X+1-ten Trenneinrichtungen. 25 30
17. Verfahren zum Abgleichen eines Hochfrequenzfilters, nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den Fall, dass in jeder Trenneinrichtung ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$) zumindest eine Koppelöffnung (10) geöffnet ist folgende Verfahrensschritte ausgeführt werden: 35 40
- Messen (S_2) eines Reflexionsfaktors am ersten Signalleitungsanschluss (30_1) und/oder Messen eines Reflexionsfaktors am zweiten Signalleitungsanschluss (30_2); und/oder 45
 - Messen (S_{10}) eines Vorwärts-Transmissionsfaktors und/oder Messen eines Rückwärts-Transmissionsfaktors; und
 - Einstellen (S_3) der Resonanzfrequenzen und/oder der Koppelbandbreite auf einen gewünschten Wert. 50
18. Verfahren zum Abgleichen eines Hochfrequenzfilters, nach Anspruch 14, 15, 16 oder 17 unter Berücksichtigung zumindest einem der Ansprüche 7, 8, 10, 12, 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verfahrensschritt Einstellen die folgenden Verfahrensschritte umfasst: 55
- Verändern des Durchmessers (S_{11}) der Resonatorkammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) von zumindest einem Resonator ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) durch Austauschen des zumindest einen Einsatzes ($11_1, 11_2, \dots, 11_n$) durch einen anderen Einsatz ($11_1, 11_2, \dots, 11_n$) mit geänderten Abmessungen; und/oder
 - Verändern (S_{12}) der Anordnung und/oder der Anzahl und/oder der Größe und/oder der Querschnittsform von zumindest einer Koppelöffnung (10) durch Drehen und/oder Austauschen von zumindest einer Trenneinrichtung ($9_1, 9_2, \dots, 9_{n-1}$); und/oder
 - Weiteres Eindrehen und/oder Ausdrehen (S_{13}) des zumindest eines Abstimmelements ($40_1, 40_2, \dots, 40_n$) in die Resonatorkammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) von zumindest einem Resonators ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$); und/oder
 - Austauschen (S_{14}) des Dielektrikums ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) in der Resonatorkammer ($7_1, 7_2, \dots, 7_n$) von zumindest einem Resonator ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) durch ein anderes Dielektrikum ($8_1, 8_2, \dots, 8_n$) mit geänderten Abmessungen.

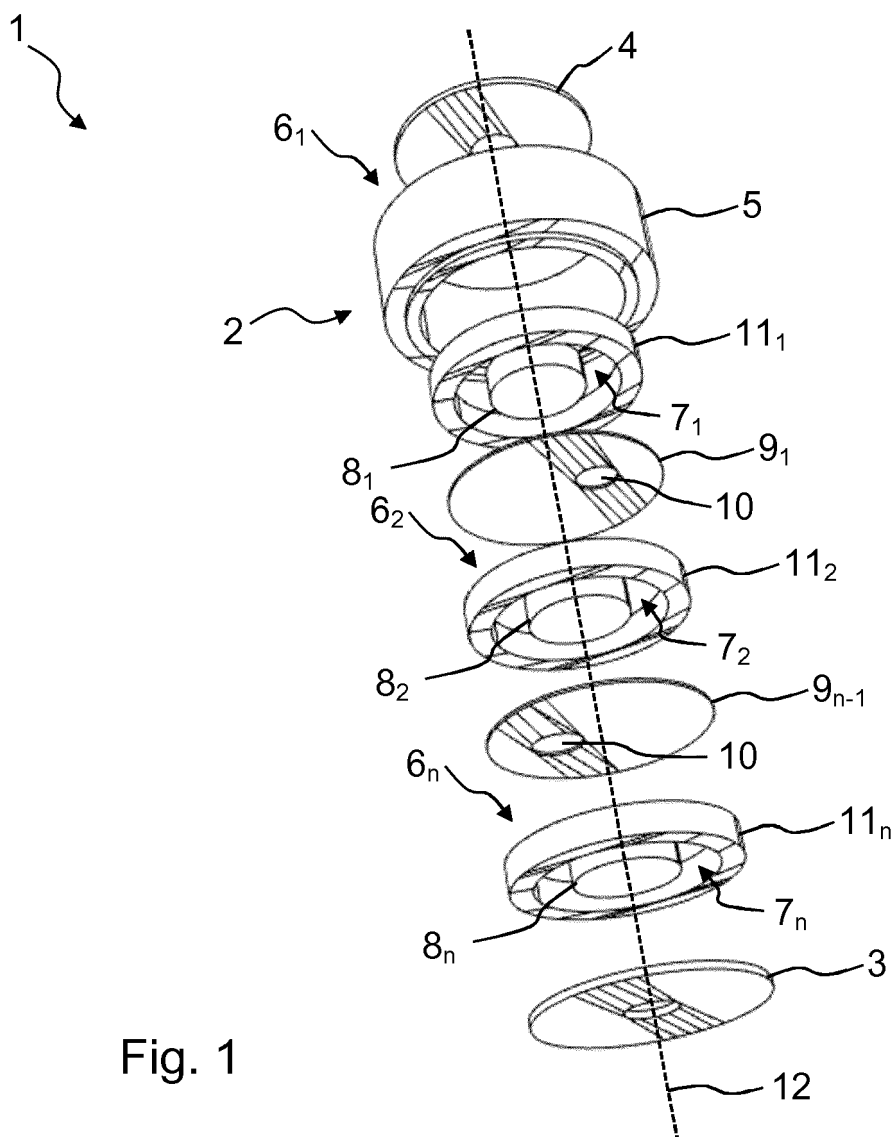


Fig. 1

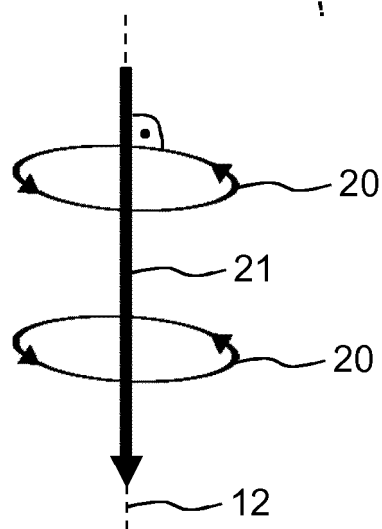


Fig. 2

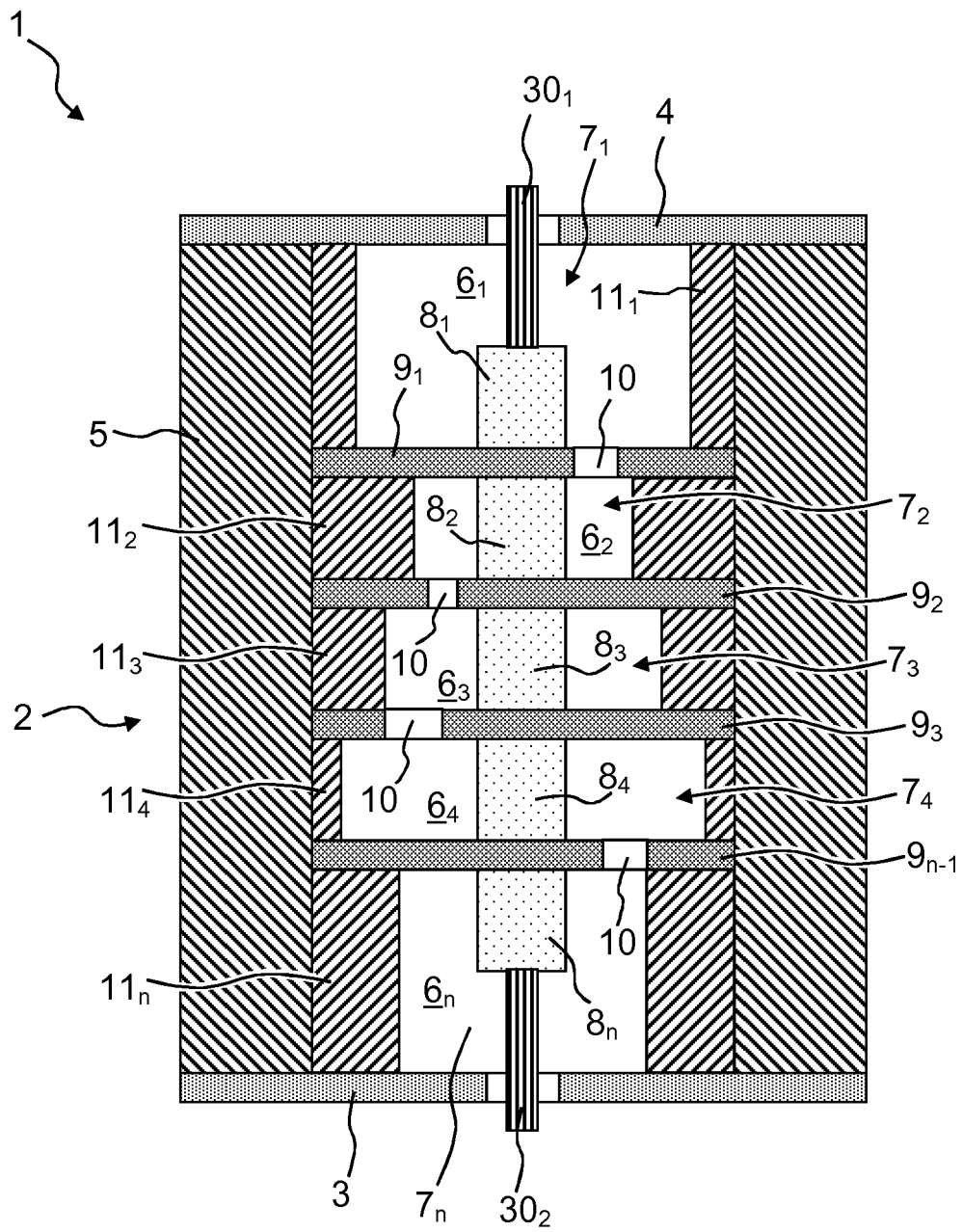


Fig. 3

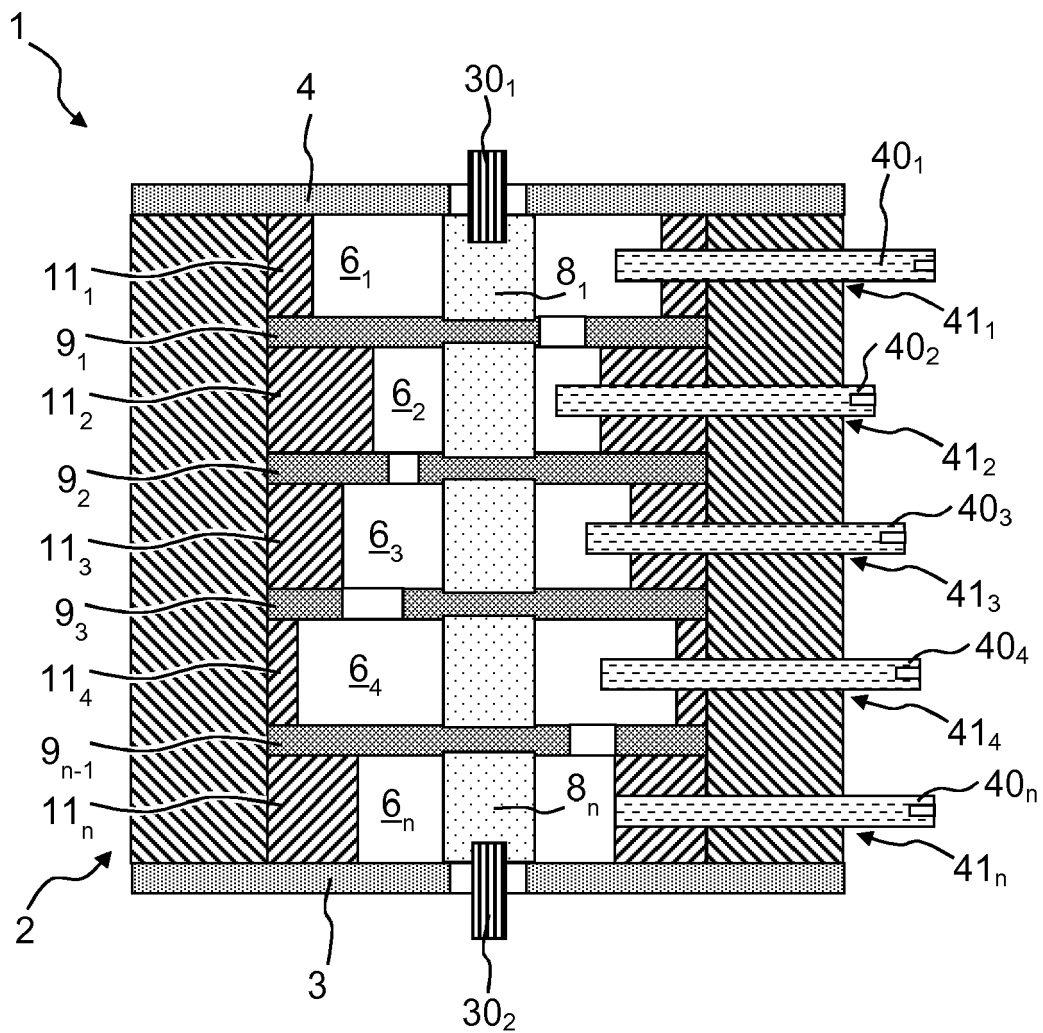


Fig. 4

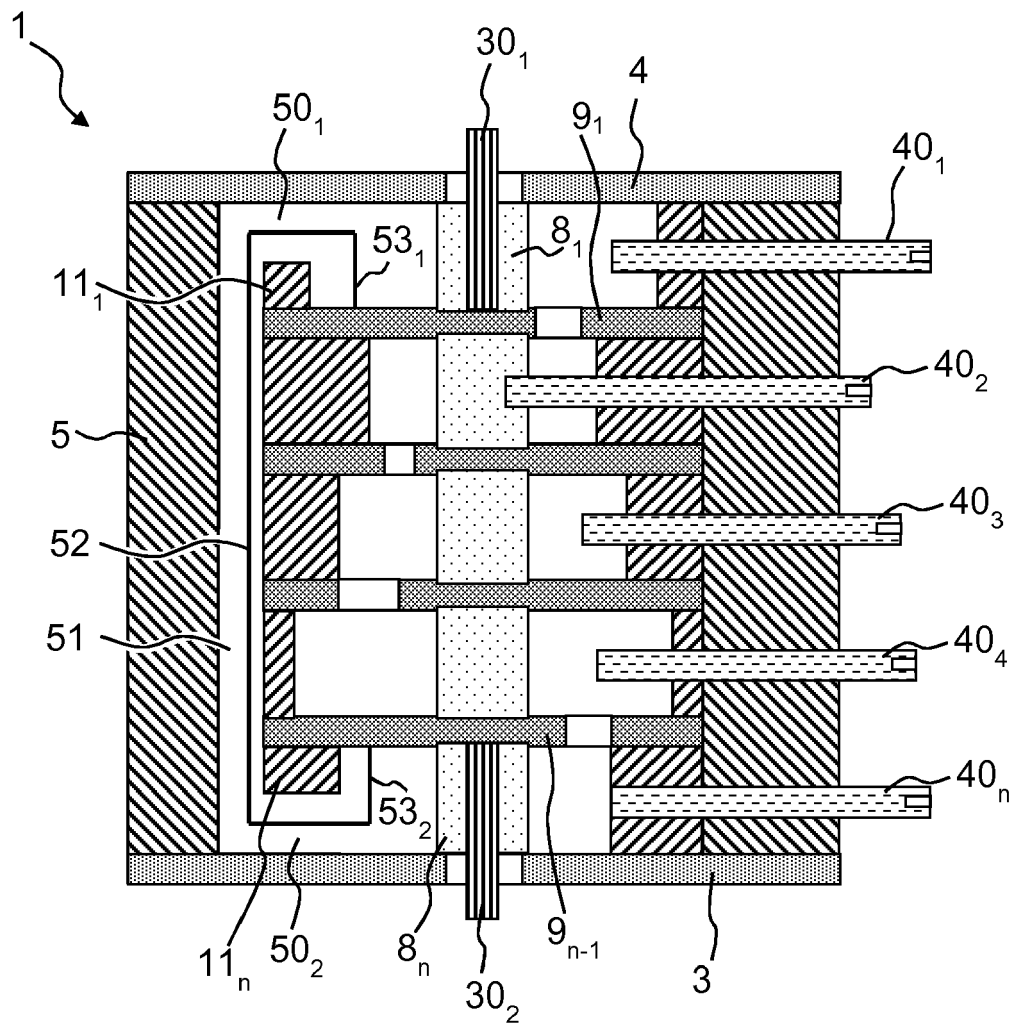


Fig. 5

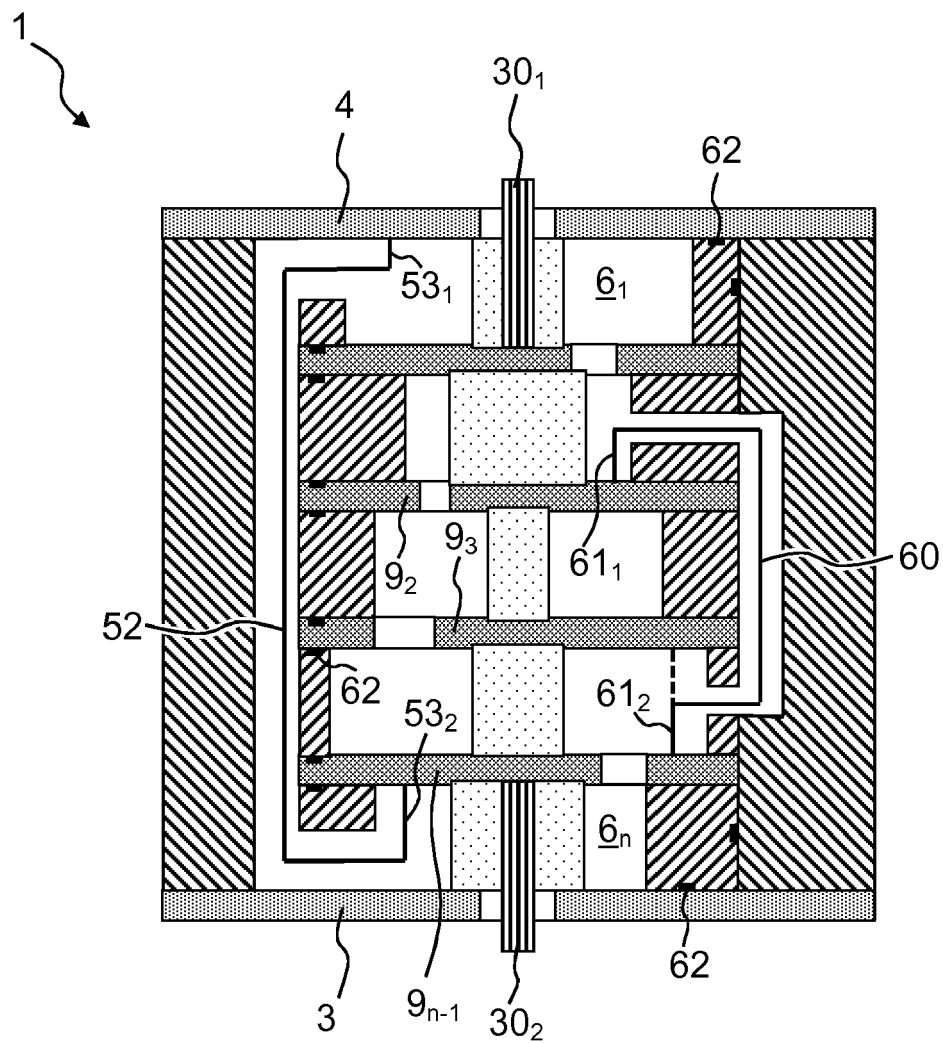


Fig. 6

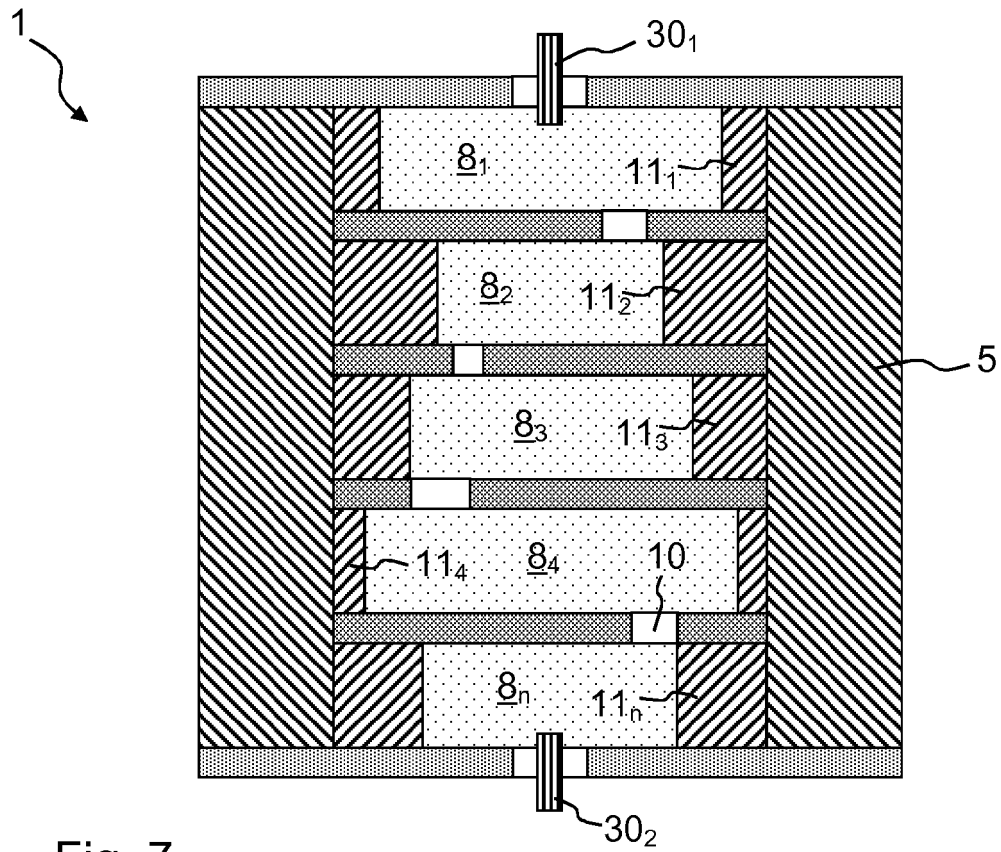


Fig. 7

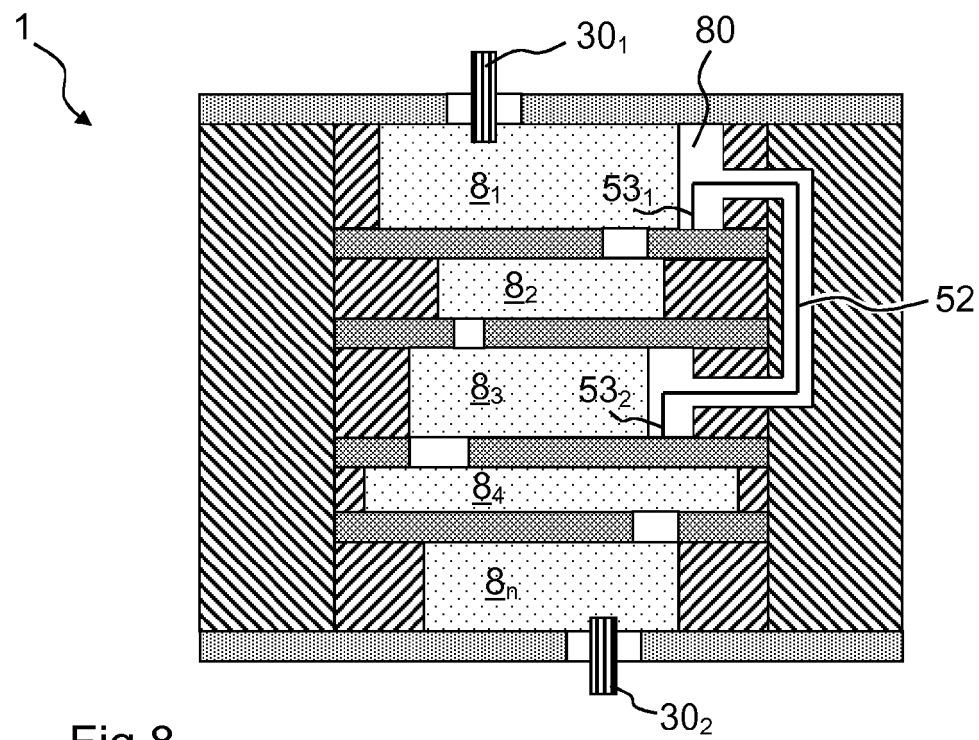


Fig. 8

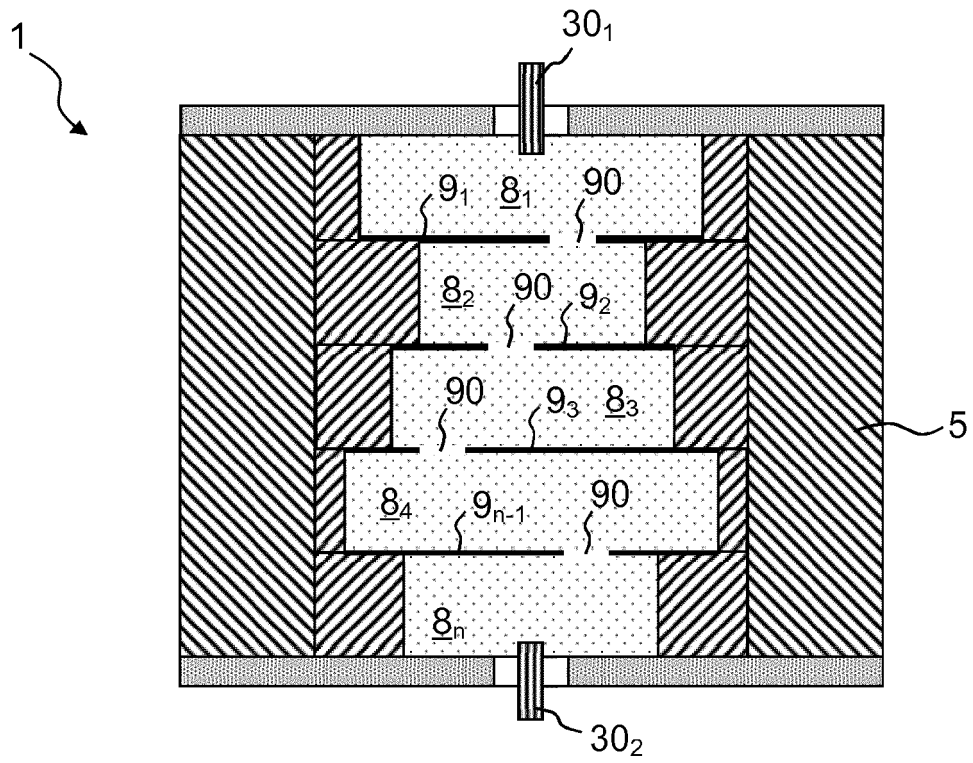


Fig. 9A

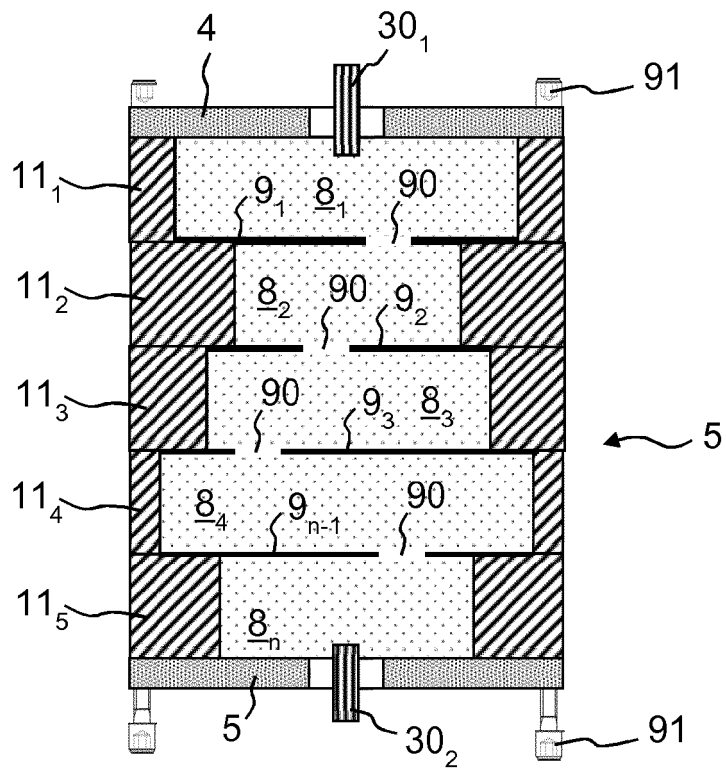


Fig. 9B

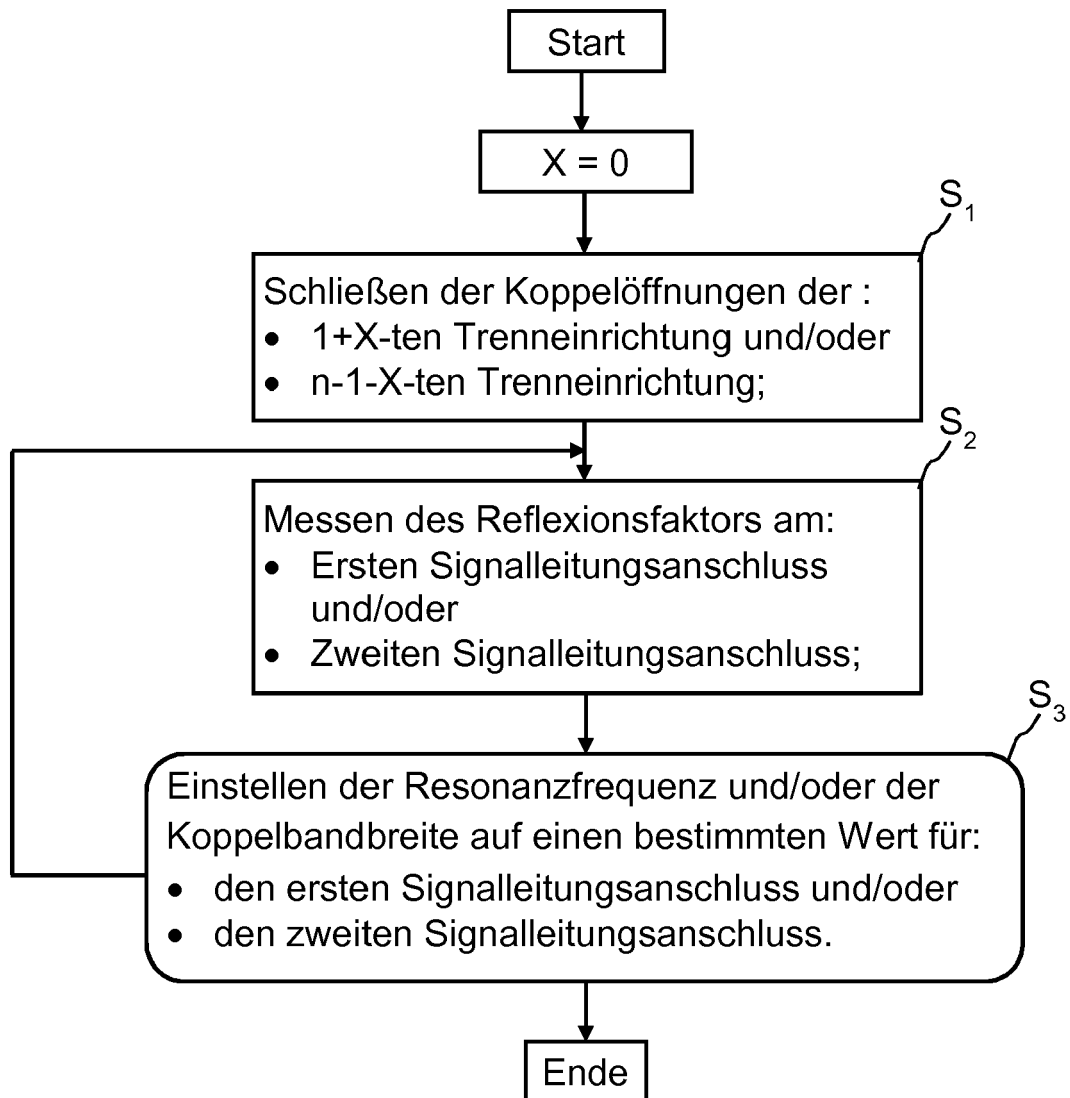


Fig. 10

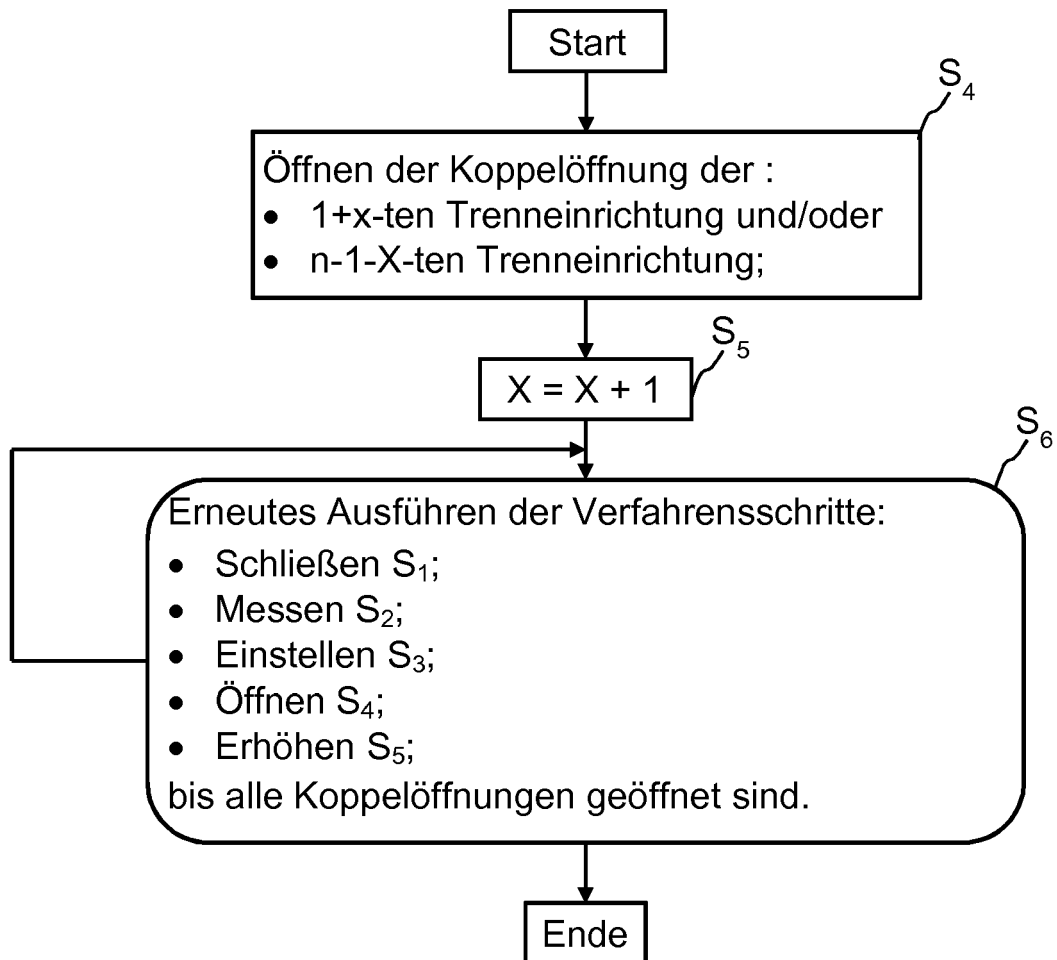


Fig. 11

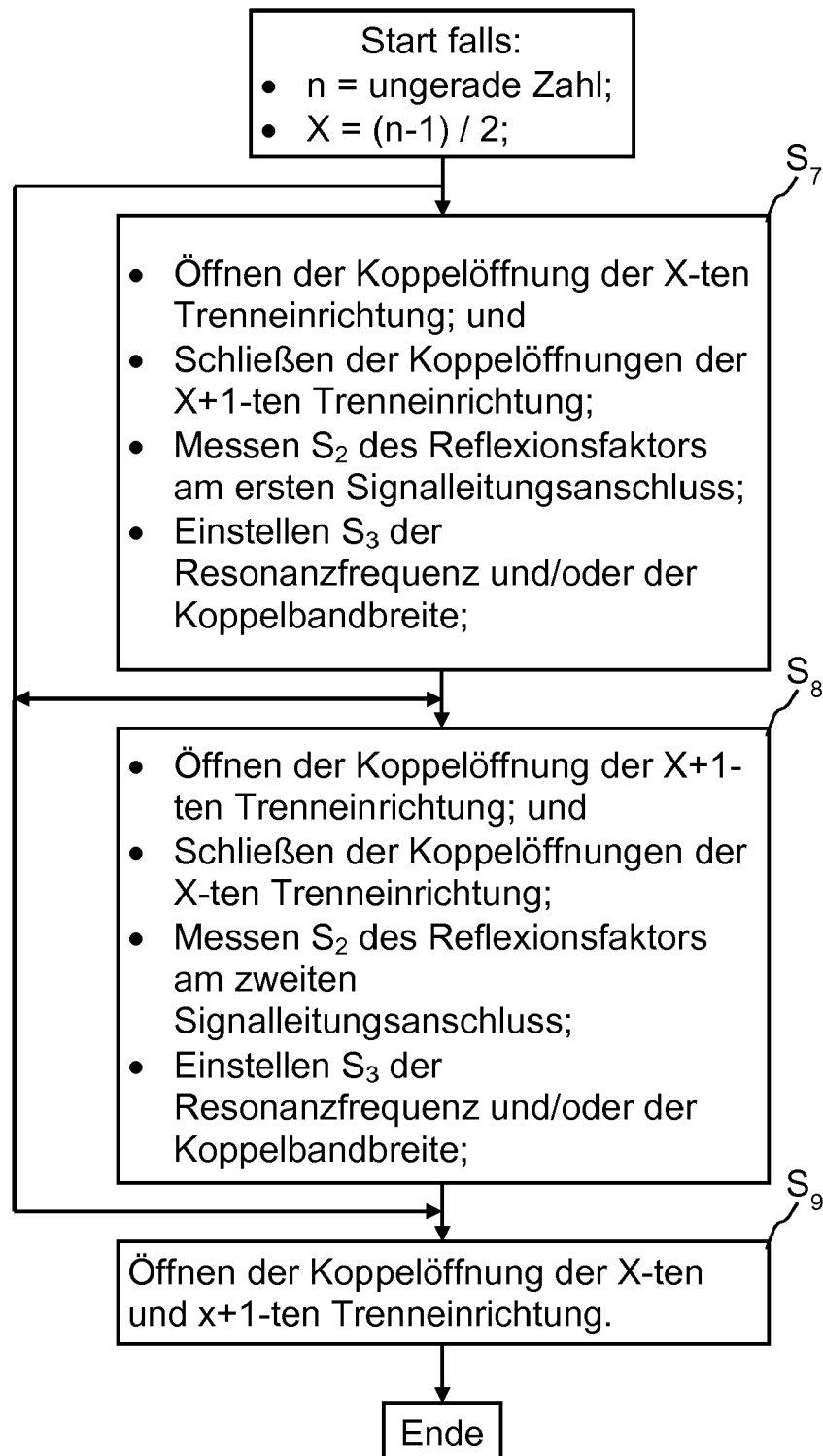


Fig. 12

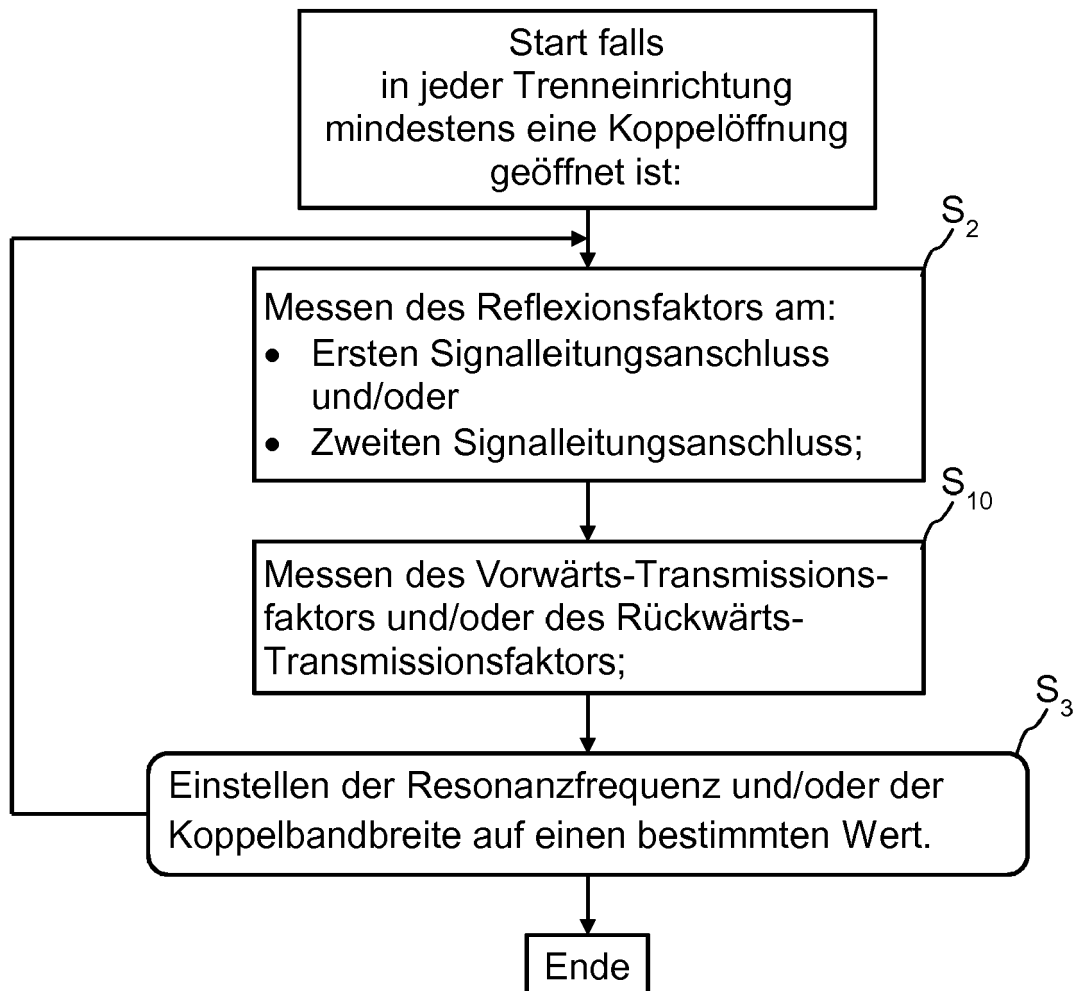


Fig. 13

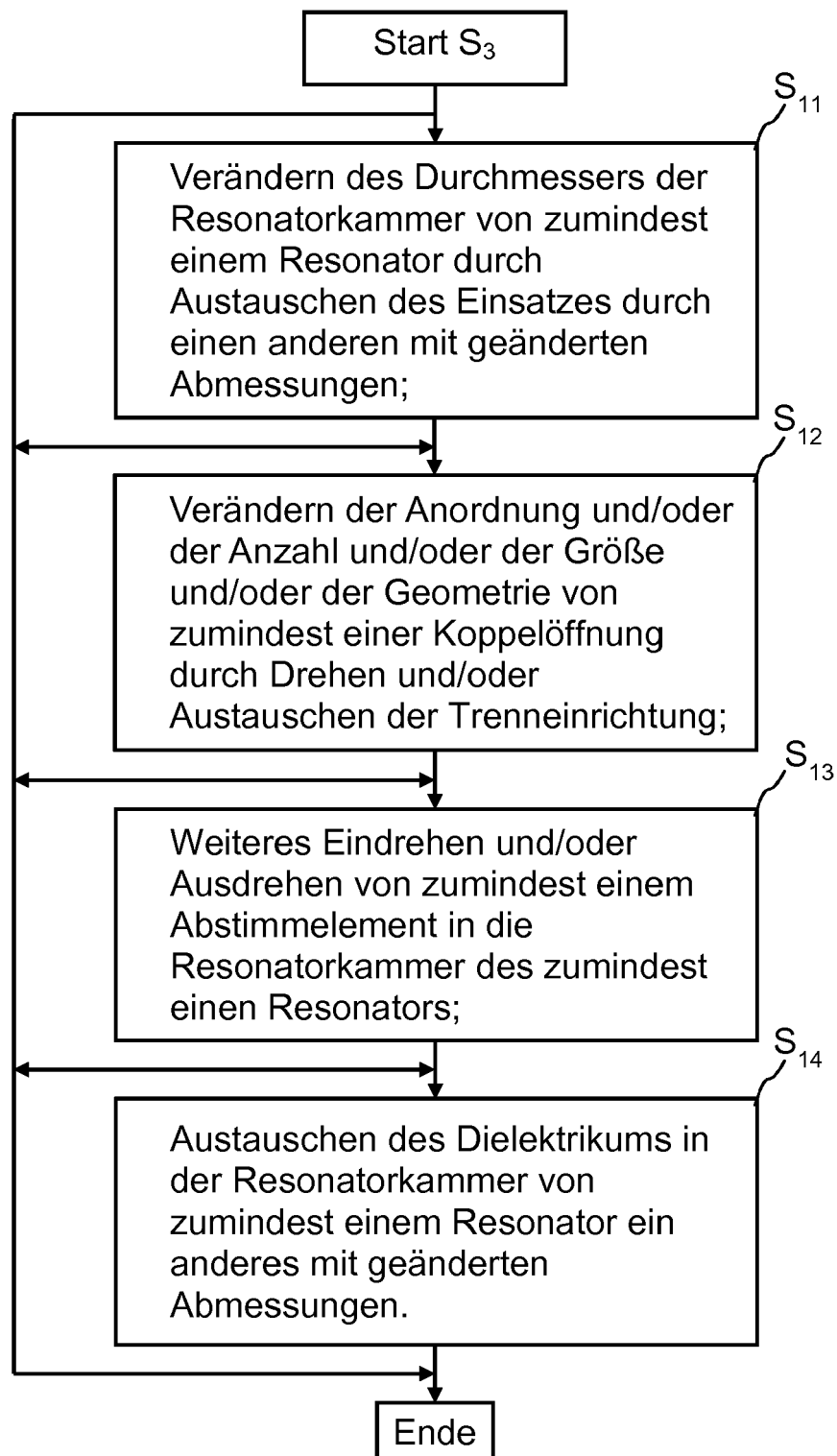


Fig. 14

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

- US 6549092 B1 [0002]