(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 509 152 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.10.2012 Patentblatt 2012/41

(51) Int Cl.:
H01P 1/205 *(2006.01)* ***H01P 5/04*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **12002363.5**

(22) Anmeldetag: **30.03.2012**

(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

(30) Priorität: **08.04.2011 DE 102011016487**

(71) Anmelder: **Spinner GmbH**
83620 Westerham (DE)

(72) Erfinder:
- **Kaiser, Günther**
  83022 Rosenheim (DE)
- **Hammerschmidt, Herbert**
  83059 Kolbermoor (DE)
- **Kreuzmeir, Josef**
  83052 Bruckmühl (DE)

(74) Vertreter: **Rösler, Uwe**
Rösler Patentanwaltskanzlei
Landsberger Strasse 480a
81241 München (DE)

(54) **HF-Filteranordnung sowie Verfahren zur Variation einer elektromagnetischen Koppelstärke zwischen zwei Topfkreis-Resonatoren**

(57) Beschrieben wird eine HF-Filteranordnung (1) mit mindestens zwei Topfkreis-Resonatoren (2, 3), die über eine gemeinsame, elektrisch leitende Topfwand (4) oder über jeweils elektrisch miteinander verbundene Topfwände gekoppelt sind, wobei in der gemeinsamen Topfwand (4) oder in den elektrisch miteinander verbundenen Topfwänden ein Koppelfenster (5) eingebracht ist, das vollständig von elektrisch leitendem Material (6) umschlossen und in dem ein Koppelmittel (7) mit variabel einstellbarer Kapazität eingebracht ist.

Die HF-Filteranordnung zeichnet sich dadurch aus, dass das Koppelmittel (7) ein elektrisch leitendes Stabelement (8) mit einer Stabachse (9) sowie zwei Stabelementenden (10, 11) aufweist, das beidseitig über die Stabelementenden (10, 11) mit dem das Koppelfenster (7) umschließenden elektrisch leitenden Material (6) elektrisch leitend verbunden ist, und dass elektrisch isoliert zum Stabelement (8) wenigstens zwei elektrisch miteinander verbundene, aus elektrisch leitendem Material gefertigte Fingerelemente (12, 13) am Stabelement (8) derart befestigt sind, dass die Fingerelemente (12, 13) um eine mit der Stabachse (9) zusammenfallende Drehachse (19) drehbar gelagert sind.

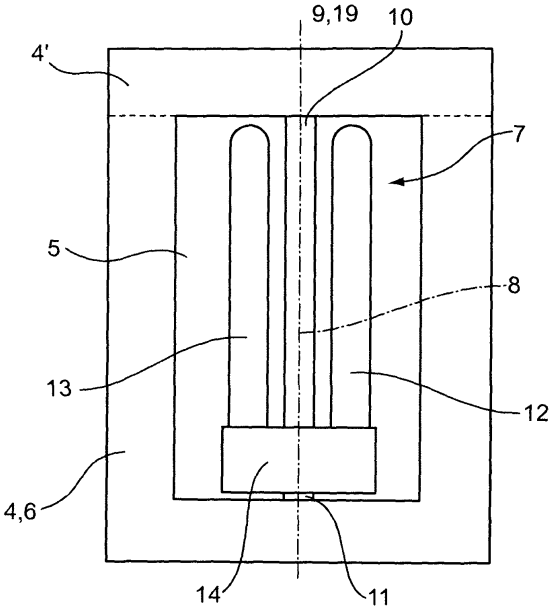


Fig. 1

EP 2 509 152 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine HF-Filteranordnung mit mindestens zwei kapazitiv gekoppelten Topfkreis-Resonatoren, die über eine gemeinsame, elektrisch leitende Topfwand oder über jeweils elektrisch miteinander verbundene Topfwände gekoppelt sind, wobei in der gemeinsamen Topfwand oder in den elektrisch miteinander verbundenen Topfwänden ein Koppelfenster eingebracht ist, das vollständig von elektrisch leitendem Material umschlossen und in dem ein Koppelmittel mit variabel einstellbarer Kapazität eingebracht ist. Ferner wird ein HF-Filter beschrieben, das eine Vielzahl miteinander gekoppelte Topfkreis-Resonatoren umfasst, die arrayförmig längs wenigstens zweier Zeilen und wenigstens zweier Spalten angeordnet sind, wobei die Kopplung zwischen zwei in Zeilenrichtung angeordneter Topfkreis-Resonatoren induktiv ausgebildet ist und die Kopplung wenigstens zweier in Spaltenanordnung angrenzende Topfkreis-Resonatoren kapazitiv erfolgt. Schließlich wird ein Verfahren zur Variation einer elektromagnetischen Koppelstärke zwischen zwei Topfkreis-Resonatoren erläutert.

Stand der Technik

[0002] In Sende- bzw. Antennenanlagen zur Abstrahlung von HF-Signalen, bspw. in Form von Telekommunikations-, Fernseh- oder Radiosignalen, werden für gewöhnlich Bandfilter zwischen der Sendeverstärkereinheit und der Antenne angeordnet, um eventuell im Verstärker-Ausgangssignal vorhandene Störsignale in Form von am Nutzfrequenzbereich unmittelbar angrenzenden störenden Neben- oder Seitenlinien zu unterdrücken. Dies stellt eine besondere technische Herausforderung dar, zumal derartige Störlinien bzw. Störsignalanteile in Nachbarkanälen aufgrund des geringen Frequenzabstandes zum Nutzfrequenzfrequenzbereich, der durch den jeweiligen Sendekanal und dessen Mittenfrequenz und Kanalbandbreite vorgegeben ist, möglichst ohne relevante Beeinträchtigung des Nutzfrequenzbereiches beseitigt oder unterdrückt werden sollen. Zudem gelten für die Übertragung von HF-Signalen in bestimmten Frequenzbändern bzw. -bereichen verbindliche Standards, so bspw. für die Übertragung von digitalen Inhalten, wie bspw. Fernsehen, Radio, Mehrkanaltonsignale, die Einhaltung des DVB, ATSC etc. Standards.

[0003] Um die geforderten spektralen Eigenschaften für die Nutzsignale mit großen HF-Leistungen erzielen zu können, werden Bandfilter mit HF-mäßig miteinander gekoppelten Topfkreisfilter eingesetzt, die so angeordnet sind, dass zwischen zwei HF-mäßig nicht aufeinanderfolgenden Topfkreisen eine Quer- bzw. Gegenkopplung vorgesehen ist. Ein derartiger Bandfilter aus Topfkreisen ist in der DE 199 16 605 C1 beschrieben. Durch die Gegenkopplung von HF-mäßig nicht aufeinanderfolgenden Topfkreisen versteilen sich die Flanken der Durchlasskurve und erhöht sich damit die Selektivität des Bandfilters. Dabei nimmt man in Kauf, dass die Durchlasskurve des Filters im Sperrbereich zu niedrigeren und höheren Frequenzen Dämpfungsminima aufweist (sogenannte CAUER-Charakteristik), während die Durchlasskurve nicht gegengekoppelter Bandfilter zu dem unteren und dem oberen Sperrbereich hin einen monoton wachsenden Dämpfungsverlauf (TSCHEBYSCHEFF-Charakteristik) hat. Bei dem mehrkreisigen, gegengekoppelten Bandfilter nach der DE 199 16 605 C1 sind die gegenzukoppelnden Topfkreise so angeordnet sind, dass die Topfkreise mechanisch benachbart liegen und die Gegenkopplung als eine in den einen Topfkreis eintauchende Schleife ausgebildet ist, die durch einen in der Trennwand zwischen beiden benachbarten Topfkreisen ausgebildeten Schlitz hindurch mit einem Stempel in dem anderen Topfkreis verbunden ist. Die Schleife und der Stempel bilden zweckmäßig ein einheitliches Leitungsstück, dessen Eintauchtiefe in die Topfkreise und dadurch der Gegenkopplungsgrad variierbar sind. Die Schleife bewirkt eine induktive Kopplung, der Stempel hingegen eine kapazitive Kopplung. Der Übergang von der induktiven zu der kapazitiven Kopplung bewirkt gleichzeitig eine notwendige Phasendrehung um 180°. Wird beispielsweise das Filter in an sich bekannter Weise auf eine niedrigere Mittenfrequenz abgestimmt und soll dabei die Gegenkopplung der betreffenden Topfkreise konstant bleiben, so muss hierzu die Fläche der in den einen Topfkreis eintauchenden Schleife vergrößert werden. Dies geschieht durch Vergrößerung der Eintauchtiefe des Leitungsstücks. Mit diesem verschiebt sich auch der die kapazitive Kopplung bewirkende Stempel in dem anderen Topfkreis.

[0004] Ferner ist ein Bandpassfilter mit gegengekoppelten Topfkreisen T1, T2 bekannt, bei dem eine gemeinsame Wand W zweier mechanisch benachbarter Topfkreise T1, T2 ein Fenster F aufweist (siehe Fig. 4b). Im Fensterbereich ist ein brückenartiges, symmetrisch zur Fensterebene ausgebildetes, kapazitives Koppelelement K angeordnet, das auf einem Isolator I abgestützt ist, siehe Fig. 4a. Das Koppelelement K weist in der Symmetrie-/Fensterebene eine Bohrung parallel zu den Innenleitern der Topfkreisresonatoren auf, in der mittels des Isolators I elektrisch isoliert ein Koppelstift KS axial verschiebbar gelagert ist. Befindet sich der Koppelstift Stift KS in einer nicht eingeschobenen Position, so ist die kapazitive Kopplung zwischen den Topfkreisresonatoren T1, T2 maximal. Wird der Koppelstift KS in die Bohrung des Isolators I eingeschoben, so wirkt dieser als variable Kapazität gegen Masse, d.h. die effektive kapazitive Kopplung zwischen den Topfkreisresonatoren wird verringert.

[0005] Der Nachteil einer derartigen Anordnung besteht darin, dass immer ein durch die Geometrie des brückenartigen Koppelelements bestimmtes Maximum an Leistung ausgekoppelt wird, wovon jedoch bei der Abstimmung des Filters ein Teil der ausgekoppelten Lei-

stung durch eine variable Kapazität gegen Masse kurzgeschlossen wird.

[0006] Aus DE 12 22 600 B ist eine durchstimmbare Filteranordnung aus wenigstens zwei gekoppelten Resonanzleitungsabschnitten bekannt, bei der die Kopplung über eine Veränderung der radialen Erstreckung zweier linear beweglicher Stiftteile in die Resonanzleitungsabschnitte quer zu den Resonatorlängsachsen variiert wird.

Darstellung der Erfindung

[0007] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die kapazitive Querkopplung zwischen zwei Topfkreis-Resonatoren zu verbessern, besonders hinsichtlich der Variationsmöglichkeiten des Koppelfaktors und der Minimierung vorhandener Verluste.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung wird gelöst durch eine HF-Filteranordnung gemäß Anspruch 1, ein HF-Filter gemäß den Ansprüchen 10 und 11 sowie durch ein Verfahren zur Variation einer elektromagnetischen Koppelstärke gemäß Anspruch 12.

[0009] Die lösungsgemäßen Vorrichtungen und das lösungsgemäße Verfahren in vorteilhafter Weise weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der weiteren Beschreibung zu entnehmen.

[0010] Der Anspruch 1 bezieht sich auf eine HF-Filteranordnung mit mindestens zwei Topfkreis-Resonatoren, die über eine gemeinsame, elektrisch leitende Topfwand oder über jeweils elektrisch miteinander verbundene Topfwände gekoppelt sind, wobei in der gemeinsamen Topfwand oder in den elektrisch miteinander verbundenen Topfwänden ein Koppelfenster eingebracht ist, das vollständig von elektrisch leitendem Material umschlossen und in dem ein Koppelmittel mit variabel einstellbarer Kapazität eingebracht ist.

[0011] Eine lösungsgemäße HF-Filteranordnung zeichnet sich dadurch aus, dass das Koppelmittel ein elektrisch leitendes Stabelement mit einer Stabachse sowie zwei Stabelementenden aufweist, das beidseitig über die Stabelementenden mit dem das Koppelfenster umschließenden elektrisch leitenden Material elektrisch leitend verbunden ist, und dass elektrisch isoliert zum Stabelement wenigstens zwei elektrisch miteinander verbundene, aus elektrisch leitendem Material gefertigte Fingerelemente am Stabelement befestigt sind, um eine mit der Stabachse zusammenfallende Drehachse drehbar gelagert sind.

[0012] Erfindungswesentlich ist, dass durch das elektrisch leitende und elektrisch leitend mit dem umgebenden Material verbundene Stabelement das Koppelfenster in zwei kleinere Teilfenster unterteilt wird, wobei eine durch die Fensterfläche hindurch wirkende parasitäre induktive Kopplung durch diese Teilfensterung weitgehend unterdrückt bzw. kompensiert werden kann. So genügt bereits ein kleiner kapazitiver Beitrag zur Kopplung aus, um eine vorhandene parasitäre induktive Kopplung zu kompensieren. Somit ist im Vergleich mit bekannten Anordnungen eine viel stärkere kapazitive Kopplung zwischen den Topfkreis-Resonatoren möglich.

[0013] Mit der erfindungsgemäßen Anordnung kann damit die Größe des Kopplungsfaktors in einem großen Bereich variiert werden, so dass die Filtercharakteristik eines Bandpassfilters für viele unterschiedliche Broadcast-Standards, wie z.B. ATSC, DVB-T, ISDB-T einstellbar sind. Dabei kann der Kopplungsfaktor zwischen minimaler Kopplung, d.h. Kopplungsfaktor Null, und maximaler Kopplung mit im Prinzip einer ¼-Drehung der Fingerelemente um die Drehachse variiert werden. Bei minimaler Kopplung befinden sich die Fingerelemente näherungsweise in einer dem Fenster zuordenbaren Ebene. Die Finger entfalten dabei eine zusätzliche induktive Schirmwirkung, indem sie das ursprüngliche Fenster im Zusammenwirken mit dem Stabelement in vier kleinere Fenster unterteilen.

[0014] Durch die lösungsgemäße kapazitive Kopplungsweise ist ein größerer Abstand des Koppelmittels, d.h. der Fingerelemente und das Stabelement, zu den Resonatoren realisierbar, wodurch eine höhere Spannungsfestigkeit die Folge ist. Somit kann die Bauweise der HF-Filteranordnung auch für größere Leistungen ausgelegt werden als es bei den bekannten vergleichbaren Filteranordnungen der Fall ist.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform teilt das Stabelement das Koppelfenster in zwei im Wesentlichen symmetrische Fensterbereiche, d.h. das Stabelement blockiert die Mitte des ursprünglichen Koppelfensters, wodurch sehr geringe Kopplungsfaktoren realisierbar sind.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform zeichnet sich die HF-Filteranordnung dadurch aus, dass das Stabelement drehbar um die Drehachse innerhalb des Koppelfensters angeordnet ist und die wenigstens zwei Fingerelemente drehfest an dem Stabelement angebracht sind. Hierzu eignet sich insbesondere eine Fingeraufnahme aus elektrisch leitendem Material, an der die Fingerelemente angeordnet sind. Die Fingeraufnahme weist eine Bohrung auf, die von dem elektrisch leitenden Stabelement durchragt wird. Zur elektrischen Isolation des Stabelements gegen die Fingeraufnahme bzw. die Fingerelemente ist ein Isolator eingebracht, der das Stabelement zumindest teilweise im Bereich der Fingeraufnahme bevorzugt konzentrisch bzgl. der Drehachse umgibt.

[0017] Die Spalte zwischen den Fingerelementen und dem Koppelfenster müssen nicht zwingend parallel sein, d.h. die Fingerelemente können beispielsweise bzgl. der Drehachse in radialer Richtung geneigt angeordnet sein.

[0018] Besonders bevorzugt sind jedoch stabförmig ausgebildete Fingerelemente, die parallel sowie gleichbeabstandet zur Drehachse angeordnet sind. Vorzugsweise sind die Fingerelemente zum Stabelement diametral gegenüberliegend angeordnet sind. Allerdings ist auch eine im Vergleich zur diametralen Anordnung leicht versetzte Anordnung denkbar, d.h. ein Winkel, der durch die gedachten, radialen Verbindungslinien zwischen je-

weils einem Fingerelement und dem Stabelement gebildet ist, entspricht nicht 180°, sondern weicht hiervon ab, vorzugsweise in eine Winkelbereich von $\alpha \leq \pm 15$ ° von der 180°-Stellung, d.h. eine erste Ebene, die durch ein Fingerelement und das Stabelement aufgespannt wird, schneidet eine zweite Ebene, die durch das Stabelement und das andere Fingerelement aufgespannt wird, unter dem Winkel α, für den gilt $\alpha \leq 15°$.

[0019] Allgemein gilt, dass die Spalte zwischen den Fingerelementen und dem Koppelfenster nicht zwingend parallel ausgebildet sein müssen, d.h. die Fingerelemente können beispielsweise bzgl. der Drehachse in radialer Richtung geneigt sein.

[0020] Ebenso kann die Gestalt des Stabelementes, der Fingerelemente und der Fingeraufnahme beliebige Formen annehmen. Bezüglich des Stabelements und der Fingerelemente sind grundsätzlich Varianten bzgl. der Querschnittsform, z.B. rund, eckig, oval, symmetrisch, unsymmetrisch, hohl oder aus Vollmaterial gefertigt, möglich, ebenso wie Querschnittsvariationen in axialer Richtung, z.B. ballig oder tailliert, stetige oder unstetige Querschnittsänderungen. Sämtliche Elemente des Koppelmittels, d.h. Fingerelemente, Stabelement, Fingeraufnahme, sind vorzugsweise oberflächenbehandelt, d.h. beispielsweise mit einer besonders leitfähigen Oberfläche versehen, wie z.B. Silber, Kupfer, Gold etc., um die Wirkungsweise zu optimieren.

[0021] In einer besonderen Ausführungsform ist das Stabelement parallel zur Längserstreckung eines Innenleiters wenigstens eines der mindestens zwei Topfkreis-Resonatoren ausgerichtet.

[0022] Weiterhin bevorzugt ist es die mindestens zwei Topfkreis-Resonatoren von einem Gehäuse elektrisch leitend zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig zu umfassen und das Stabelement mittelbar oder unmittelbar von außerhalb des Gehäuses mit Hilfe eines Betätigungsmittels drehbar auszubilden. Dabei ist es besonders bevorzugt, dass die Fingerelemente um die Drehachse in einem Drehwinkelbereich von mindestens 80°, vorzugsweise mindestens 90°, besonders bevorzugt von 180°, drehbar gelagert sind. Besonders bevorzugt ist, dass zur Fixierung der Drehwinkeleinstellung ein Feststellmittel vorgesehen ist, wodurch das Betätigungsmittel, mit dem der Drehwinkel der Fingerelemente eingestellt wird, gegen unabsichtliches Verstellen gesichert werden kann.

[0023] Die lösungsgemäße Filteranordnung zeichnet in vorteilhafter Weise durch die bauliche Kompaktheit aus, zumal das vollständige Koppelmittel inklusive der Betätigung und der Anbringung innerhalb des minimalen Bauraums der Filteranordnung integrierbar ist. Insbesondere sind keine unterschiedlich weit, je nach Kopplungsgrad, in die Umgebung des Filtergehäuses ragende Stellelemente erforderlich, wie dies bei den bekannten vergleichbaren Filteranordnungen der Fall ist. Des Weiteren ist eine Betätigung des Koppelmittels von zwei gegenüberliegenden Seiten des Filtergehäuses möglich, sofern das Betätigungsmittel beidseitig nach Außen geführt wird, wohingegen aus dem Stand der Technik bekannte Querkopplungen üblicherweise nur von einer Filtergehäuseseite aus betätigbar sind.

[0024] Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen, kapazitiven Kopplungsweise zwischen zwei Topfkreisresonatoren lässt sich ferner ein HF-Filter mit einer Vielzahl miteinander gekoppelter Topfkreis-Resonatoren aufbauen, die arrayförmig längs wenigstens zweier Zeilen und wenigstens zweier Spalten angeordnet sind, wobei die Kopplung zwischen zwei in Zeilenrichtung angeordneter Topfkreis-Resonatoren induktiv ausgebildet ist. Hierbei sei vorausgesetzt, dass die jeweils in Zeilen angeordneten Topfkreis-Resonatoren HF-mäßig gekoppelt sind. Für eine serielle HF-mäßige Kopplung zweier parallel verlaufender Zeilen sind lediglich zwei Topfkreis-Resonatoren, die sich am Zeilenende längs einer Spalte gegenüberstehen, ebenfalls HF-mäßig gekoppelt. Auf diese Weise werden in U-Form seriell angeordnete Topfkreis-Resonatoren HF-mäßig miteinander gekoppelt. Alle Topfkreis-Resonatoren in der U-Formanordnung, die sich spaltenweise gegenüberstehen, sind ansonsten HF-mäßig nicht gekoppelt.

[0025] Das HF-Filter zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens ein Paar von Topfkreis-Resonatoren, die in Spaltenrichtung angeordnet sind, als HF-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildet ist, d.h. in den beiden in Spaltenrichtung über eine gemeinsame Wand aneinandergrenzenden Topfkreis-Resonatoren befindet sich ein Fenster, in dem das Stabelement mit den daran drehbar angeordneten Fingerelementen vorgesehen ist, um die Koppelkapazität und damit die Koppelstärke zwischen den beiden in Spaltenrichtung angeordneten Topfkreis-Resonatoren stufenlos zu variieren. Selbstverständlich lässt sich die lösungsgemäße, variabel einstellbare Koppelkapazität auch im Einsatz dieses HF-Filters nach den vorstehend beschriebenen Ausführungsvarianten modifizieren.

[0026] Besonders bevorzugt ist eine Anordnung aus mindestens sechs Topfkreis-Resonatoren, die in zwei Zeilen angeordnet sind. Die Einkopplung des zu filternden HF-Signals erfolgt dabei in Zeilenrichtung vorzugsweise induktiv in einen ersten Topfkreis-Resonator. Der Hauptausbreitungspfad erstreckt sich in Zeilenrichtung durch die in der ersten Zeile liegenden Topfkreis-Resonatoren 1 bis 3, dann in Spaltenrichtung durch die Kopplung der Topfkreis-Resonatoren 3 und 4 und anschließend wiederum in Zeilenrichtung (allerdings nunmehr entgegengesetzt) durch die in der zweiten Zeile liegenden Topfkreis-Resonatoren 4 bis 6. Ein gefiltertes HF-Signal kann in Zeilenrichtung aus dem Topfkreis-Resonator 6 ausgekoppelt werden. Die Querkopplung ist zwischen den HF-mäßig nicht benachbarten Topfkreis-Resonatoren 2 und 5 entsprechend der erfindungsgemäßen HF-Filteranordnung realisiert.

[0027] Ein zweites lösungsgemäßes HF-Filter weist eine Vielzahl miteinander gekoppelter Topfkreis-Resonatoren auf, die arrayförmig längs wenigstens zweier Zeilen und wenigstens zweier Spalten angeordnet sind, wobei

die Kopplung zwischen wenigstens zwei TopfkreisResonatoren, die in Spaltenrichtung angeordnet sind, induktiv ausgebildet ist. Es zeichnet sich dadurch aus, dass die Kopplung zwischen jeweils zwei Topfkreis-Resonatoren, die in Zeilenrichtung angeordnet sind, kapazitiv ausgebildet ist, und dass die zwei Topfkreis-Resonatoren als HF-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildet sind.

[0028] Der Betriebs- und Funktionsweise des vorstehend erläuterten HF-Filters liegt ein lösungsgemäßes Verfahren zur Variation der elektromagnetischen Koppelstärke zwischen zwei Topfkreis-Resonatoren zugrunde, das die konstruktiven Vorgaben einer HF-Filteranordnung nach den Ansprüchen 1 bis 9 nutzt. Hierbei werden zur kontinuierlichen Variation der kapazitiven Koppelstärke zwischen zwei Topfkreis-Resonatoren die Fingerelemente, die gemeinsam mit dem Stabelement eine Fingerebene aufspannen, aus einer ersten Position, in der sich die Fingerelemente in einer oder im Bereich einer dem Koppelfenster zuordenbaren Koppelfensterebene befinden, ausschließlich durch kontinuierliches Verdrehen um die Drehachse in eine zweite Position überführt, in der die den Fingerelementen zuordenbare Fingerebene einen Winkel a mit der Koppelfensterebene einschließt.

[0029] Bemerkenswert ist, dass durch Verdrehen der Fingerebene in die erste Position, in der die Fingerebene mit der Koppelfensterebene einen Winkel a von $0° \leq a \leq 10°$ einschließt, eine geringste Koppelstärke, vorzugsweise eine Koppelstärke von Null, eingestellt werden kann, und dass durch Verdrehen in die zweite Position, in der die Fingerebene mit der Koppelfensterebene einen Winkel α von $85° \leq a \leq 95°$, vorzugsweise $a = 90°$ einschließt, eine maximale kapazitive Koppelstärke einstellbar ist.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0030]

Fig. 1: Koppelfenster mit lösungsgemäß ausgebildeten Koppelmittel,

Fig. 2 a-c: Sequenzbilddarstellungen eines Koppelmittels in unterschiedlichen Drehstellungen innerhalb eines Koppelfensters,

Fig. 3: HF-Filter mit sechs HF-mäßig gekoppelten Topfkreisen und

Fig. 4: bekannte Koppelanordnung durch ein Koppelfenster zwischen zwei benachbart angeordnete Topfkreis-Resonatoren.

Wege zur Ausführung der Erfindung, Gewerbliche Anwendbarkeit

[0031] Die Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus der gemeinsamen Topfwand 4 zwischen zwei kapazitiv gekoppelten Resonatoren (nicht dargestellt) mit dem Koppelfenster 5, in dem das Koppelmittel 7, angeordnet ist. Das Koppelfenster 5 ist von elektrisch leitendem Material umgeben, wobei beispielsweise drei Fensterseiten Seiten durch das elektrisch leitende Material der gemeinsamen Topfwand 4 begrenzt sind und die vierte elektrisch leitende Begrenzung des Koppelfensters bspw. durch ein abnehmbares Deckelelement 4' der HF-Filteranordnung gebildet ist, mit dem die Topfkreisresonatoren in einer Ebene senkrecht zu den Innenleitern geschlossen werden. Das Deckelelement ist somit Teil des Gehäuses.

[0032] Das Koppelmittel 7 weist ein elektrisch leitendes Stabelement 8 mit einer Stabachse 9 sowie zwei Stabelementenden 10, 11 auf, das beidseitig über die Stabelementenden 10, 11 mit dem das Koppelfenster 7 umschließenden elektrisch leitenden Material elektrisch leitend verbunden ist. Elektrisch isoliert zum Stabelement 8 sind wenigstens zwei elektrisch miteinander verbundene, aus elektrisch leitendem Material gefertigte Fingerelemente 12, 13 am Stabelement 8 befestigt. Hierzu ist eine Fingeraufnahme 14 vorgesehen, die die Fingerelemente 12, 13 elektrisch leitend verbindet. Zwischen Fingeraufnahme 14 und Stabelement 8 ist ein Isolator vorgesehen, der letztlich für eine elektrische Isolation der Fingerelemente 12, 13 und dem Stabelement 8 sorgt.

[0033] Die Fingerelemente 12, 13 sind drehfest über die Fingeraufnahme 14 und Isolator mit dem Stabelement 8 verbunden und somit um eine mit der Stabachse 9 zusammenfallende Drehachse 19 drehbar gelagert.

[0034] Die Fig. 2a-c zeigen jeweils eine Querschnittsansicht zweier Topfkreisresonatoren T1, T2 innerhalb eines Gehäuses G mit einer zwischenliegenden Topfwand 4. Die Topfkreise T1, T2 weisen jeweils Innenleiter 21, 22 auf, mit einer axialen Erstreckung senkrecht zur Zeichenebene. In der gemeinsamen Topfwand 4 ist das Koppelfenster 5 zu erkennen, in dem das Koppelmittel 7 angeordnet ist. In dieser Ansicht ist die Ausrichtung des Stabelements 8 parallel zu den Innenleitern 21, 22 zu erkennen, ebenso der Isolator 15, der das Stabelement 8 im Bereich der Fingeraufnahme 14 konzentrisch umgibt. Die Fingerelemente 12, 13 sind hier parallel und symmetrisch zum Stabelement 8 ausgerichtet.

[0035] In den Figuren 2a-c sind jeweils unterschiedliche Stellungen des Koppelmittels 7 bezüglich einer durch die Topfwand 4 definierten Fensterebene 16 dargestellt.

[0036] Dabei bewirkt eine Stellung des Koppelmittels 7, wie in Fig. 2a gezeigt, eine minimale kapazitive Kopplung (Null-Kopplung) zwischen den Topfkreis-Resonatoren T1, T2. in diesem Fall ist das Koppelmittel 7 um die Drehachse derart eingestellt, dass die Fingerebene 16 mit der Fensterebene einen kleinen Winkel a, typischerweise $a \leq 10°$, vorzugsweise nahe 0°, einschließt. Hier kommt es zu einer Kompensation einer parasitären induktiven Kopplung über das Koppelfenster 5 selbst mit einer geringfügigen kapazitiven Kopplung, die durch das leicht aus der Fensterebene gedrehte Koppelelement bewirkt wird.

[0037] Fig. 2b zeigt eine Drehstellung des Koppelmittels 7, in der die Fingerebene 17 mit der Fensterebene

16 einen beliebigen Winkel a zwischen 90° und 0° einschließt.

[0038] Die maximale kapazitive Kopplung zwischen beiden Topfkreis-Resonatoren T1, T2 wird in der in Figur 2c illustrieren Drehstellung erzielt, bei der die Fingerebene 17 mit der Fensterebene 16 einen Winkel a von 90° einschließen und der Abstand der Fingerelemente zu den jeweiligen Innenleitern 21, 22 der Topfkreis-Resonatoren T1, T2 am geringsten ist.

[0039] Fig. 3 zeigt ein HF-Filter bestehend aus sechs Topfkreis-Resonatoren T1 bis T6, die in zwei Zeilen Z1, Z2 angeordnet sind. Der HF-mäßige Hauptpfad H wird durch die Abfolge der Topfkreisresonatoren in aufsteigender

[0040] Nummerierung gebildet, siehe Pfeildarstellung. Die Kopplung im Hauptpfad H erfolgt induktiv. Zusätzlich ist eine erfindungsgemäße kapazitive Querkopplung QK zwischen den Topfkreisen T2 und T5 vorgesehen, also längs zweier in einer Spalte SP angeordnete Topfkreis-Resonatoren, die mit einem lösungsgemäß ausgebildeten, drehbar gelagerten Koppelmittel, vorzugsweise eines in den Figuren 1 und 2 illustrierten Koppelmittels mit Stab- und Fingerelementen, realisiert ist.

Patentansprüche

1. HF-Filteranordnung (1) mit mindestens zwei Topfkreis-Resonatoren (2, 3), die über eine gemeinsame, elektrisch leitende Topfwand (4) oder über jeweils elektrisch miteinander verbundene Topfwände gekoppelt sind, wobei in der gemeinsamen Topfwand (4) oder in den elektrisch miteinander verbundenen Topfwänden ein Koppelfenster (5) eingebracht ist, das vollständig von elektrisch leitendem Material (6) umschlossen und in dem ein Koppelmittel (7) mit variabel einstellbarer Kapazität eingebracht ist,
dadurch gekennzeichnet, dass das Koppelmittel (7) ein elektrisch leitendes Stabelement (8) mit einer Stabachse (9) sowie zwei Stabelementenden (10, 11) aufweist, das beidseitig über die Stabelementenden (10, 11) mit dem das Koppelfenster (7) umschließenden elektrisch leitenden Material (6) elektrisch leitend verbunden ist, und
dass elektrisch isoliert zum Stabelement (8) wenigstens zwei elektrisch miteinander verbundene, aus elektrisch leitendem Material gefertigte Fingerelemente (12, 13) am Stabelement (8) derart befestigt sind, dass die Fingerelemente (12, 13) um eine mit der Stabachse (9) zusammenfallende Drehachse (19) drehbar gelagert sind.

2. HF-Filteranordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das Stabelement (8) drehbar um die Drehachse (19) innerhalb des Koppelfenster (5) angeordnet ist und die wenigstens zwei Fingerelemente (12, 13) drehfest an dem Stabelement (8) angebracht sind.

3. HF-Filteranordnung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Fingerelemente (12, 13) stabförmig ausgebildet und parallel sowie gleichbeabstandet zur Drehachse (19) angeordnet sind.

4. HF-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Fingerelemente (12, 13) zum Stabelement (8) diametral gegenüberliegend angeordnet sind.

5. HF-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Fingerelemente (12, 13) zum Stabelement gegenüberliegend angeordnet sind,
dass ein Fingerelement und das Stabelement eine erste Ebene aufspannen und dass das andere Fingerelement und das Stabelement eine zweite Ebene aufspannen, und
dass sich die erste und zweite Ebene unter einem Winkel α schneiden, für den gilt: $\alpha \leq 15°$.

6. HF-Filteranordnung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Fingerelemente (12, 13) stabförmig ausgebildet und zum Stabelement gegenüberliegend angeordnet sind, und dass die Fingerelemente relativ zur der Drehachse in radialer Richtung geneigt angeordnet sind.

7. HF-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass das Stabelement (8) parallel zur Längserstreckung eines Innenleiters (20, 21) wenigstens eines der mindestens zwei Topfkreis-Resonatoren (1, 2) ausgerichtet ist.

8. HF-Filteranordnung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Topfkreis-Resonatoren (1, 2) von einem Gehäuse (G) zumindest teilweise umgeben sind und dass das Stabelement (8) mittelbar oder unmittelbar von außerhalb des Gehäuses (22) drehbar ist.

9. HF-Filteranordnung nach Anspruch 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Fingerelemente (12, 13) um die Drehachse (19) in einem Drehwinkelbereich a von mindestens 80°, vorzugsweise mindestens 90°, besonders bevorzugt von mindestens 180°, drehbar sind.

10. HF-Filter mit einer Vielzahl miteinander gekoppelter Topfkreis-Resonatoren (1, 2), die arrayförmig längs wenigstens zweier Zeilen und wenigstens zweier Spalten angeordnet sind, wobei die Kopplung zwi-

schen zwei in Zeilenrichtung angeordneter Topfkreis-Resonatoren induktiv ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Paar von Topfkreis-Resonatoren, die in Spaltenrichtung angeordnet sind, als HF-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildet sind.

11. HF-Filter mit einer Vielzahl miteinander gekoppelter Topfkreis-Resonatoren, die arrayförmig längs wenigstens zweier Zeilen und wenigstens zweier Spalten angeordnet sind, wobei die Kopplung zwischen wenigstens zwei TopfkreisResonatoren, die in Spaltenrichtung angeordnet sind, induktiv ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kopplung zwischen jeweils zwei Topfkreis-Resonatoren, die in Zeilenrichtung angeordnet sind, kapazitiv ausgebildet ist, und dass die zwei Topfkreis-Resonatoren als HF-Filteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildet sind.

12. Verfahren zur Variation einer elektromagnetischen Koppelstärke zwischen zwei Topfkreis-Resonatoren, die im Wege einer HF-Filteranordnung nach den Ansprüchen 1 bis 9 ausgebildet und miteinander gekoppelt sind, bei dem die Fingerelemente, die gemeinsam mit dem Stabelement eine Fingerebene aufspannen, aus einer ersten Position, in der sich die Fingerelemente in einer oder im Bereich einer dem Koppelfenster zuordenbaren Koppelfensterebene befinden, ausschließlich durch kontinuierliches Verdrehen um die Drehachse in einer zweite Position überführt werden, in der die den Fingerelementen zuordenbare Fingerebene einen Winkel α mit der Koppelfensterebene einschließt.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass durch Verdrehen der Fingerebene in die erste Position, in der die Fingerebene mit der Koppelfensterebene einen Winkel a von $0° \leq a \leq 10°$ einschließt, eine geringste Koppelstärke, vorzugsweise keine Koppelstärke, eingestellt wird, und dass durch Verdrehen in die zweite Position, in der die Fingerebene mit der Koppelfensterebene einen Winkel a von $85° \leq a \leq 95°$, vorzugsweise $a = 90°$ einschließt, eine maximale kapazitive Koppelstärke eingestellt wird.

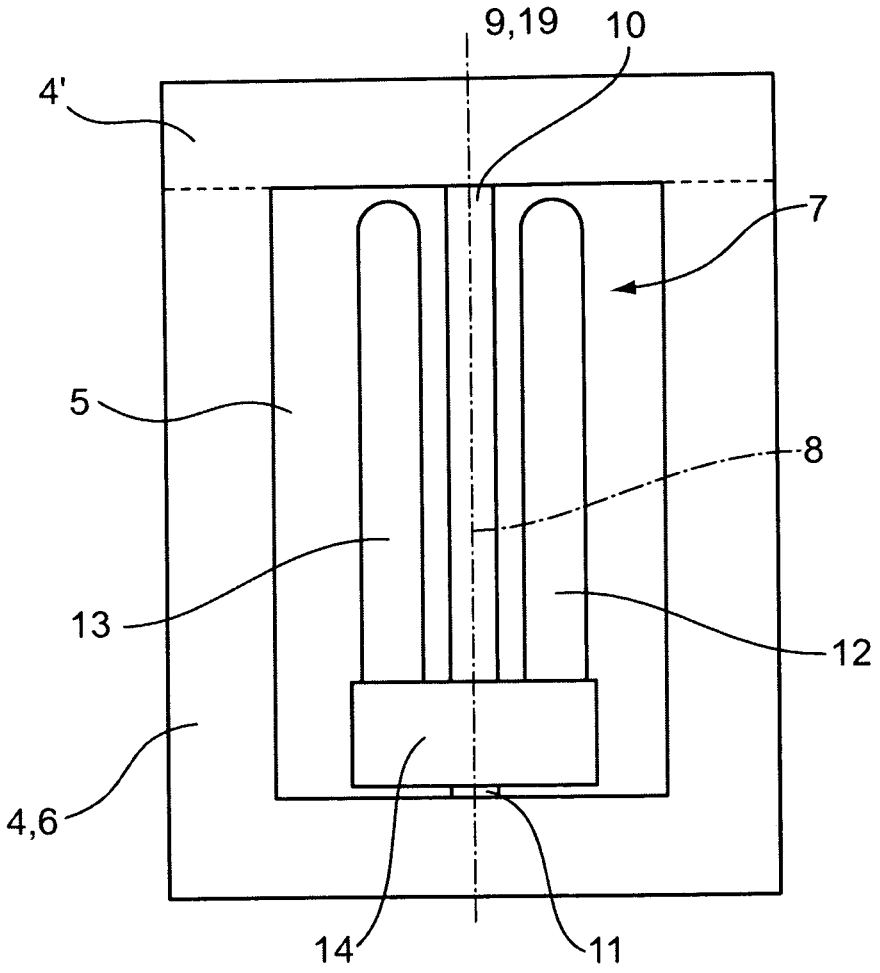


Fig. 1

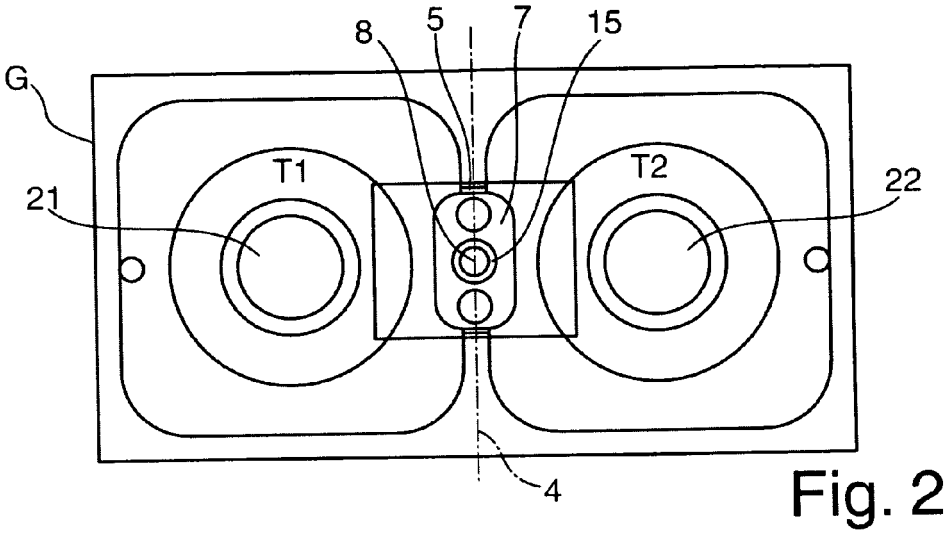


Fig. 2a

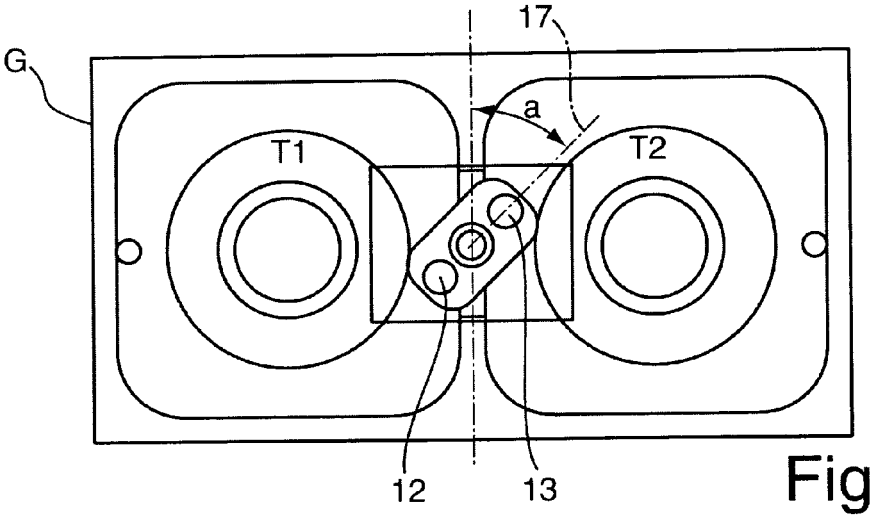


Fig. 2b

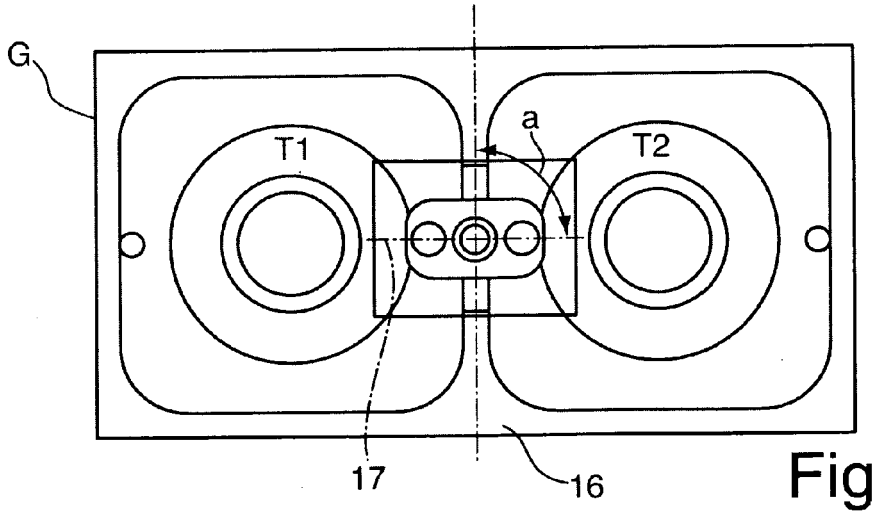


Fig. 2c

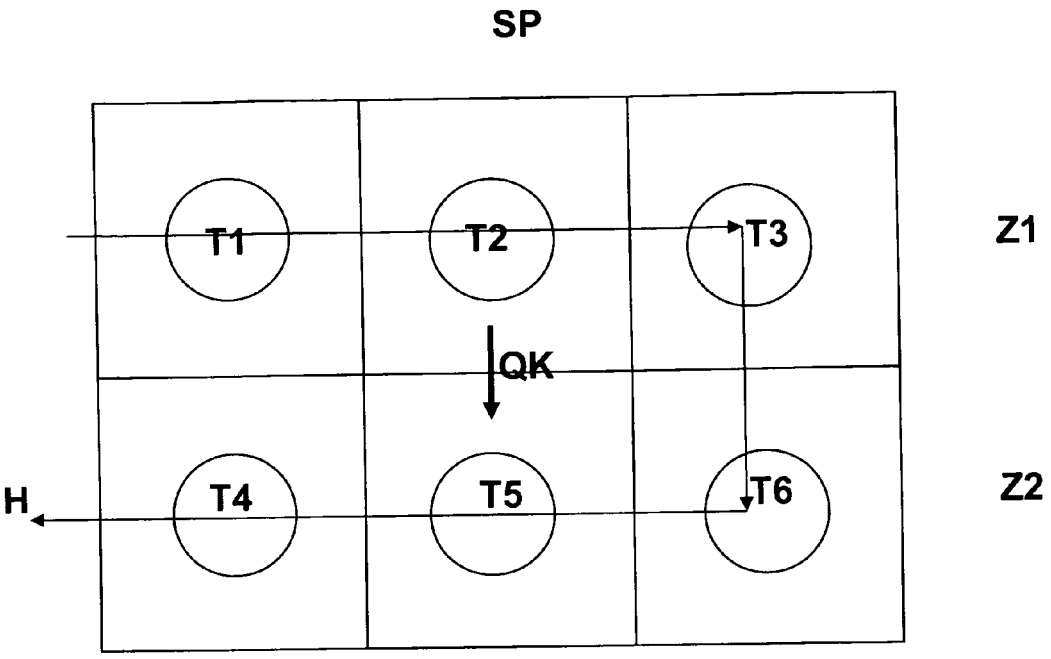
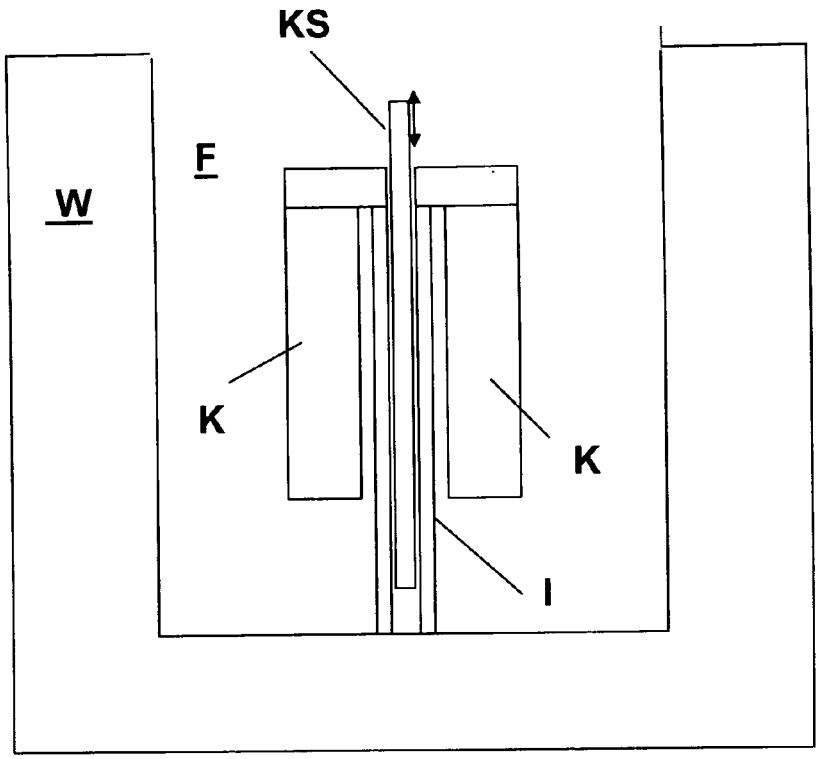
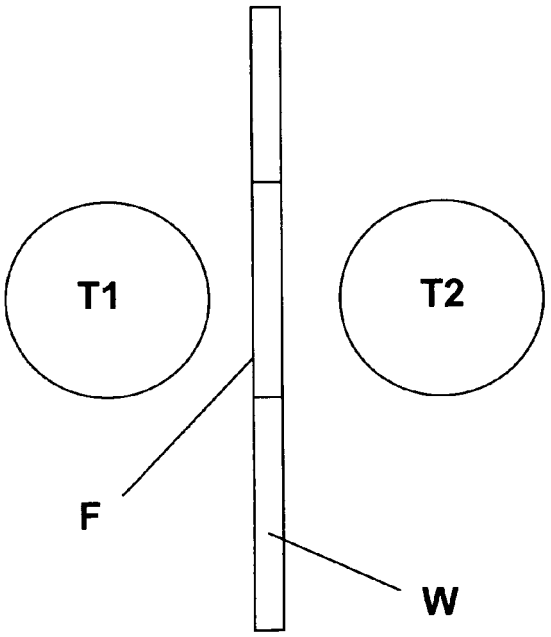


Fig. 3



a)



b)

Fig. 4

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

- DE 19916605 C1 **[0003]**
- DE 1222600 B **[0006]**