

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 255 068 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **13.01.93**

(51) Int. Cl.⁵: **H01P 7/00, H01P 1/205**

(21) Anmeldenummer: **87110779.3**

(22) Anmeldetag: **24.07.87**

(54) In der Art vom Kammleitungs- bzw. Interdigitalleitungsfiltern ausgebildetes Filter für kurze elektromagnetische Wellen.

(30) Priorität: **29.07.86 DE 3625559**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.02.88 Patentblatt 88/05

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
13.01.93 Patentblatt 93/02

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 044 941 FR-A- 1 246 658
GB-A- 770 166 US-A- 2 751 558
US-A- 3 210 697 US-A- 3 836 881
US-A- 4 468 644

**REVIEW OF THE ELECTRICAL COMMUNICA-
TION LABORATORIES**, Band 24, Nrs. 9-10,
September-Oktober 1976, Seiten 776-786; I.
NISHI et al.: "Spiral Resonator for PCM-400 M
system"

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 7, Nr.
247 (E-208)[134], 2. November 1983; & JP-
A-58 136 107 (NIPPON DENKI K.K.) 13-08-1983

PROCEEDINGS OF THE IEEE, Band 67, Nr. 1,
Januar 1979, Seiten 20-24, IEEE, New York,
US; O. INUI et al.: "Miniaturization of wide-
band VHF filters by using spiral resonators"

7TH EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE,
5.-8. September 1977, Seiten 450-454, Micro-
wave Exhibitions and Publishers, Sevenoaks,
Kent, GB; M. HOUDART et al.: "Coplanar li-
nes: application to lumped and semi-lumped
microwave integrated circuits"

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 1, Nr.
86, 11. August 1977, Seite 1878 E77; & JP-
A-52 21 745 (TOKYO SHIBAURA DENKI K.K.)
18-02-77

idem

(73) Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELL-
SCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
W-8000 München 2(DE)

(72) Erfinder: **Krause, Heinz, Ing. grad.**
Nordendstrasse 115
W-8089 Emmering(DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Kammleitungs- bzw. Interdigitalleitungsfilter gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Das Dokument D1 (USA 3 836 881) offenbart ein in der Art von Kammleitungs bzw. Interdigitalleitungsfiltern ausgebildetes Filter für kurze elektromagnetische Wellen, bei dem die Resonatoren derart angeordnet sind, daß ihre Kopplung als Leitungskopplung wirkt, worin die Innenleiter der Resonatoren als Helix-Resonatoren ausgebildet sind (siehe Spalte 1, Zeilen 8-19, und auch Fig. 1).

Der Unterschied zwischen D1 und der Gegenstand des Anspruchs 1 liegt darin, daß die in D1 benutzten Resonatoren nicht ebene Spiralen sind. Die Funktion eines Helix-Resonators und eines Resonators mit ebener Spirale ist in D2 ("Review of the Electrical Communication Laboratories, Band 24, Nrs. 9-10, September-Oktober 1976, Seiten 776-786; I. Nishi et al.: "Spiral Resonator for PCM-400 M system") angegeben.

Filter der eingangs genannten Art sind aus der Literaturstelle "Band-Pass and Band-Stop Microwave Filter using $\lambda/4$ Circular Cylindrical Real Resonators", Fujitsu Scientific Technical Journal, Vol. 4, No. 3, S. 29 bis 52, (Autoren Dy Juhio Ito, Takeshi Meguro) bekannt.

Beim beweglichen Funk, Richtfunk und Satellitenfunk werden u.a. Sende-Empfangsweichen und ZF-Bandpässe mit hoher Selektivität und geringen Verlusten benötigt.

Neben der Forderung nach hoher Resonatorgüte werden speziell beim beweglichen Funk, wie z.B. beim Autotelefon, kleines Volumen, geringes Gewicht und kostengünstige Herstellungsverfahren für die Massenproduktion verlangt.

Bisher wurden solche Filter mit Helix-Resonatoren gemäß der Literaturstelle B.K. Dube "The Design of Filters Using Helical Resonators in VHF-Band, J. Instn. Electronics Telecom. Engrs., Vol. 22, No. 2, 1976, S. 77 bis 79". oder mit Resonatoren in Form von Metallstäben z.B. als Kamm- oder Interdigitalfiltern gemäß der einleitend genannten Literaturstelle aufgebaut, wobei als Dielektrikum neben Luft auch Keramik, z.B. nach der US-PS 4 431 977, verwendet wird, was die Metallstablänge und das Volumen um den Faktor $\sqrt{\epsilon}$ verkleinert, wenn ϵ die Dielektrizitätskonstante der Keramik ist. Außerdem sind Filter bekannt, bei denen auf Keramiksubstrat planare Spiralspulen mit diskreten Kondensatoren zu Serienkreisen ergänzt und zu einem Bandpaß zusammengeschaltet werden. In dieser Technik werden weder hohe Resonatorgüten noch eine kostengünstige Herstellung erreicht.

Ebenso erfordern Helixfilter relativ großen Fertigungsaufwand und viele Einzelteile. Die mit Metallstäben aufgebauten Filter mit Luftdielelektrikum sind voluminös, die mit Keramikdielelektrikum relativ schwer, was besonders bei tragbaren Geräten nicht erwünscht ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Realisierungsmöglichkeiten von Filtern nach Art von Kammleitungs- bzw. Interdigitalleitungsfiltern anzugeben, die hochwertige elektrische Eigenschaften aufweisen und die bei kleiner Baugröße möglichst kostengünstig herstellbar sind.

Diese Aufgabe wird für Filter nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 erfindungsgemäß nach dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Anhand von Ausführungsbeispielen wird nachstehend die Erfindung noch näher erläutert.

Es zeigen in der Zeichnung

- Fig. 1a die Draufsicht auf ein bekanntes Filter das als Kammleitungsfilter ausgebildet ist,
- Fig. 1b das Filter nach Fig. 1a im Aufriß,
- Fig. 2a ein Spiralresonatorfilter mit vier planaren Resonatoren,
- Fig. 2b den Aufriß und den Seitenriß eines Filters nach Fig. 2a,
- Fig. 3 ein vereinfachtes Ersatzschaltbild eines Filters nach Fig. 2 mit vier Schwingkreisen,
- Fig. 4a die Draufsicht und den Seitenriß eines Spiralresonatorfilters mit vier planaren Resonatoren auf einem Trägermaterial T mit einer Überkopplung Ü,
- Fig. 4b den Aufriß eines Filters nach Fig. 4a,
- Fig. 5 den Aufriß und den Seitenriß eines Spiralresonatorfilters mit vier planaren Resonatoren auf einer doppelt-kaschierten Leiterplatte L,
- Fig. 6 ein vereinfachtes elektrisches Ersatzschaltbild der Filter nach den Fig. 4a, 4b und 5,
- Fig. 7 eine fünfkreisige Spiralresonatoranordnung in rechteckiger Ausführung der Spiralen,
- Fig. 8 den Aufriß und die Seitenansicht eines fünfkreisigen Spiralresonatorfilters, dessen Resonatoren gegenüber den Fig. 2 bis 7 um 90° gedreht sind,
- Fig. 9 ein fünfkreisiges Spiralresonatorfilter mit 90° gedrehten Einzelresonatoren und einer Innen-Massung M der Spiralen,
- Fig. 10 eine vierkreisige Spiralresonatoranordnung mit planaren Einzelresonatoren und einer Innen-

messung der einzelnen Resonatoren,
 Fig. 11 die Betriebsdämpfung a_B und die Reflexionsdämpfung a_r eines Vierkreisfilters nach Fig. 4a, b
 als Funktion der Frequenz f .

Im Ausführungsbeispiel von Fig. 1 ist zum raschen Verständnis nochmals der Stand der Technik
 5 dargestellt, wie er beispielsweise in der eingangs genannten Literaturstelle "Fujitsu Scientific Technical
 Journal, Vol. 4, Nr. 3, Seite 29 bis 52" angegeben ist. Als Beispiel ist dargestellt ein Kammleitungsfilter, das
 mit den sogenannten Interdigitalfiltern bekanntlich an sich wirkungsgleich ist. Beim Kammleitungsfilter sind
 die Innenleiter nach Art eines Kammes angeordnet und münden auf der gleichen Gehäusefläche ein,
 während beim Interdigitalfilter die Innenleiter abwechselnd auf gegenüberliegende Gehäuseflächen einmün-
 10 den. Im Beispiel von Fig. 1a und Fig. 1b sind vier Resonatoren R_1 bis R_4 vorgesehen. Sie haben etwa die
 Länge $\lambda/4$. Die Resonatoren R_1 bis R_4 sind im Gehäuse G angeordnet und an ihren Stirnseiten sind die
 Kapazitäten CV_1 bis CV_4 zu erkennen, die entweder tatsächlich geschaltet sein können oder die auch
 symbolisch die Streukapazitäten der Innenleiter R_1 bis R_4 darstellen. Die Resonatoren R_1 bis R_4 haben den
 Durchmesser d . An den ersten Resonator R_1 mündet eine Eingangsleitung E , die in der Regel als
 15 Koaxialleitung ausgebildet ist. Der Innenleiter dieser Koaxialleitung ist fest mit dem Resonator R_1 verbun-
 den, der Außenleiter fest mit dem Gehäuse G verbunden. Entsprechend dazu ist am Resonator R_4 die
 Ausgangsleitung A zu erkennen, deren Innenleiter mit dem Resonator R_4 verbunden ist, während der
 Außenleiter ebenfalls mit dem Gehäuse G verbunden ist. Erkennbar ist auch durch die Bezugszeichen K_1 ,
 K_2 und K_3 daß die Kopplung zwischen den Resonatoren als Leitungskopplung wirkt wie dies auch bei
 20 Interdigitalfiltern der Fall ist.

Diese Art der Filterrealisierung hat jedoch den Nachteil, daß sie einen verhältnismäßig großen Raumbe-
 darf hat und gegebenenfalls auch verhältnismäßig schwer wird.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 2a und 2b sind nun Spiralresonatoren SpR_1 bis SpR_4 verwendet, die
 als flache, ebene Spiralen ausgebildet sind und die ebenfalls im Gehäuse G untergebracht sind. Auch
 25 zwischen diesen Spiralen besteht eine Leitungskopplung K_1 , K_2 und K_3 . Die Eingangsleitung E und die
 Ausgangsleitung A ist ebenfalls zu erkennen. Im Aufriß von Fig. 2b ist zu erkennen, daß dort Abstimm-
 schrauben A_1 bis A_4 vorgesehen sind, die im speziellen Ausführungsbeispiel senkrecht stehen auf dem
 Ebenen der Spiralen und deren Längsachse etwa durch das Zentrum der Spiralen geht.

In Fig. 3 ist das elektrische Ersatzschaltbild dargestellt, das also vier Resonanzkreise 1, 2, 3 und 4
 30 enthält. Der Eingang E und der Ausgang A sind als angezapfte Spulen dargestellt um die transformatori-
 sche Wirkung der Anzapfung ebenfalls symbolisch darzustellen.

Der wesentliche Vorteil der planaren Spiralresonatoren besteht jedoch darin, daß jeweils der gesamte
 Resonatorsatz eines Filters in Stanz-, Formätz- oder Gußtechnik sowie auf kaschierten Leiterplatten präzise
 und kostengünstig hergestellt werden kann, was z.B. bei den Filtern mit Helixresonatoren grundsätzlich
 35 nicht möglich ist. Zur Konzipierung können alle Entwurfsverfahren für LeitungsfILTER (z.B. Fujitsu Scientific
 Technical Journal, Vol. 4 Nr. 3, S. 29 bis 52) angewandt werden, wobei der Kopplungsabstand K_1 - K_3
 zwischen den Spiralen abhängig ist von der gewählten Spiralform und dem Windungssinn und experimen-
 tell ermittelt werden muß. Ebenso ist eine geringe Verkürzung der Spiralenlänge gegenüber einem
 gestreckten Resonator erforderlich wegen der zwischen den Spiralwindungen auftretenden zusätzlichen
 40 Kapazität C_w .

Fig. 2 zeigt also ein zwischen Eingang E und Ausgang A liegendes unversteilertes Filter mit einem
 geätzten oder gestanzten oder funkenenerodierten kompakten Resonatorsatz SpR_1 - SpR_4 , eingebaut in ein
 Gehäuse G und umgeben von einem Dielektrikum D_1 , welches hier z.B. Luft ist. Eine Frequenzabstimmung
 ist durch die Schrauben A_1 - A_4 möglich. Die vereinfachte Ersatzschaltung mit vier Schwingkreisen zeigt die
 45 schon erläuterte Fig. 3.

In den Fig. 4a, 4b und 5 sind weitere vorteilhafte Ausführungsformen gezeigt. Auch bei diesen
 Ausführungsbeispielen sind wirkungsgleiche Teile mit den gleichen Bezugshinweisen wie in den vorherge-
 henden Figuren bezeichnet, so daß hierauf nicht mehr im einzelnen eingegangen werden muß. In den Fig.
 4a, 4b und 5 sind im Aufriß, in der Seitenansicht und in Fig. 4a auch der Draufsicht Spiralresonatorfilter mit
 50 einer Überkopplung $\ddot{U}_1$ bzw. $\ddot{U}_2$ gezeigt. Das zugehörige elektrische Ersatzschaltbild ist in Fig. 6 gezeich-
 net. Die Überkopplung $\ddot{U}_1$ führt vom Eingang E zu einem Anschlußpunkt S_1 , die Überkopplung $\ddot{U}_2$ die als
 Beispiel gezeigt und die im Ausführungsmuster nicht realisiert ist - führt von einem Anschlußpunkt S_2 zum
 Ausgang A . Wenn solche Überkopplungen nicht unmittelbar vom Eingang zum ersten Resonator SpR_1
 führen bzw. analog dazu auch eine Überkopplung $\ddot{U}_2$ nicht unmittelbar zum Ausgang A führt, dann lassen
 55 sich mit solchen Maßnahmen bekanntlich Dämpfungspole in der Filtercharakteristik erzeugen. Im speziellen
 sind im Ausführungsbeispiel der Fig. 5 zwei Resonatorsätze SpR_1 bis SpR_4 parallel geschaltet. Die beiden
 Resonatorsätze haben die gleiche Geometrie und durch die Parallelschaltung der einzelnen Leiterteile
 werden die Verluste verringert und damit die Güte der Resonatoren erhöht. In Fig. 6 sind die einzelnen

Resonatoren wieder mit 1 bis 4 bezeichnet, die zugehörigen Induktivitäten mit L_1 bis L_4 und die zugehörigen Kapazitäten C_1 bis C_4 . Die Einkoppelkapazität ist mit C_{K1} und die Auskoppelkapazität mit C_{K2} bezeichnet. Zwischen den einzelnen Resonanzkreisen liegen Induktivitäten im Längszweig der Schaltung, die noch mit L_{K1} bzw. L_{K2} kenntlich gemacht sind. Eine kapazitive Überkopplung C_U , die vom Eingang zum Resonanzkreis 2 geschaltet ist, veranschaulicht die Wirkung der Überkopplung $\dot{U}_1$.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 4 wurde der komplette Resonatorsatz zur Vermeidung von mechanischen Schwingungen zusätzlich auf einer verlustarmen z.B. Teflon-Trägerplatte T punktuell befestigt ins Gehäuse G eingebaut. In der Trägerplatte T sind ferner Bohrungen für die Abstimmeelemente A_1 bis A_4 und die Ankoppelstützpunkte S_1 und S_2 eingearbeitet.

In Fig. 5 wurde als Beispiel der Resonatorsatz auf einer doppelkaschierten, verlustarmen Leiterplatte L realisiert. Bei dieser Lösung ist je nach Art des verwendeten Dielektrikums eine geringere Güte als bei reinem Luftdielektrikum zu erwarten.

Das Ersatzschaltbild für die Realisierungen nach den Fig. 4 und 5 ist in Fig. 6 wiedergegeben. Ihnen können einige weitere vorteilhafte Details entnommen werden. Aus der zu Fig. 6 gehörenden charakteristischen Funktion

$$\varphi(p) = K \frac{(p^2 + a^2) \prod_{v=1}^4 (p^2 + \Omega_{ov}^2)}{p^3 (p^2 + \Omega_{\infty}^2)}$$

ersieht man eine endliche Polstelle, die durch die Überkopplung C_U (Fig. 6) bzw. $\dot{U}_1$ realisiert wird.

Eine weitere Polstelle wäre z.B. durch die Überkopplung $\dot{U}_2$ von SpR_4 nach SpR_3 (Fig. 4) möglich. Zur Konzipierung von Filtern aus $\lambda/4$ -Resonatoren z.B. mit Luftdielektrikum sind folgende Gesichtspunkte zu beachten.

Die Leiterlänge der Spirale ist inklusive der Wirkung eines Verkürzungsfaktors gleich $\lambda/4$. Die dazu korrespondierende Frequenz ist auf die Mitte des Durchlaßbereiches bezogen.

Der Wellenwiderstand Z wird zweckmäßig mit 50...150 gewählt. Z ist bei rechteckigem Querschnitt des Leiters bekanntlich von der Leiterbreite und -dicke sowie von dessen Abstand zum Metallgehäuse abhängig und kann nach bekannten Methoden wie in der Strip-Line-Technik berechnet werden.

Die Resonatorgüten sind wesentlich von der Beschaffenheit und Leitfähigkeit der Oberfläche und dem Filtervolumen abhängig. Zwei etwa im Abstand der Leiterbreite parallel aufgebaute Resonatoranordnungen gleicher Geometrie (nach Fig. 5) bringen Güteverbesserungen bis zu 30 %.

In den Fig. 7 bis 10 sind weitere mögliche Ausführungsvarianten nur noch schematisch dargestellt, da die Wirkungsweise im vorstehenden bereits beschrieben wurde.

Zum Beispiel braucht die Geometrie der Resonatoren nicht auf Spiralen mit stetigem Verlauf beschränkt bleiben. Die Resonatoren können ggfs. auch in rechteckiger Form wie in Fig. 7 gezeigt oder mit unterschiedlichem Leitungsquerschnitt - angepaßt an die Strombelegung des Resonators - realisiert werden. Ebenso ist eine 90°-Drehung der Spiralen SpR_1 bis SpR_5 , wie in Fig. 8 oder Fig. 9 dargestellt, möglich. Als gemeinsamer Fußpunkt der Spiralen können auch die Spiralenmittelpunkte M wie in den Fig. 9 und Fig. 10 gewählt werden. Im Beispiel der Fig. 10 ist eine Trägerplatte 6 zur Aufnahme der Masseanschlüsse M und der Resonatoren SpR_1 bis SpR_4 verwendet.

Fig. 11 zeigt den gemessenen Verlauf der Betriebsdämpfung a_B und der Reflexionsdämpfung a_r in Abhängigkeit von der Frequenz f eines bei 900 MHz realisierten Filters nach Fig. 4. Der Durchlaßbereich liegt etwa zwischen 935 MHz und 970 MHz. Im frequenztieferen Sperrbereich, also etwa bei 910 MHz tritt ein Dämpfungspol der Betriebsdämpfung a_B auf, so daß erkennbar ist, daß Versteilerungen des Betriebsdämpfungsverlaufes jederzeit möglich sind.

Es kommt hinzu, daß die vorstehend beschriebenen Filter, insbesondere auch im Frequenzbereich des Verkehrsfunkes, bei guten elektrischen Eigenschaften ein verhältnismäßig kleines Volumen benötigen. Die als Spiralresonatoren ausgebildeten Resonatoren haben eine Verkürzung der elektrischen Baulänge zur Folge, was gerade auch in fahrbaren Anlagen als vorteilhaft anzusehen ist.

Patentansprüche

1. In der Art von Kammleitungs- bzw. Interdigitalleitungsfiltern ausgebildetes Filter für kurze elektroma-

gnetsiche Wellen, bei dem die Resonatoren derart angeordnet sind, daß ihre Kopplung als Leitungskopplung ($K_1 \dots K_3$) wirkt,

und bei dem eine Einkopplung (E) und eine Auskopplung (A) vorgesehen sind und bei dem die Innenleiter der Resonatoren ($R_1 \dots R_4$) als ebene Spirale ($SpR_1 \dots SpR_4$) ausgebildet sind und bei dem
5 Abstimmeelemente ($A_1 \dots A_4$) vorgesehen sind, die in den Feldraum der Spiralresonatoren ($SpR_1 \dots SpR_4$) eintauchen,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Einkopplung (E) bzw. die Auskopplung (A) derart ausgebildet ist, daß wenigstens ein Resonator (SpR_1) überbrückt ist.

10 2. Filter nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß zwei Resonatoren ($SpR_1 \dots SpR_4$) gleicher Geometrie parallel geschaltet sind.

15 3. Filter nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Abstimmeelemente ($A_1 \dots A_4$) als Abstimmungsschrauben ausgebildet sind, deren Längsachse senkrecht steht zur Ebene der Spiralresonatoren ($SpR_1 \dots SpR_4$) und die Spirale etwa mittig durchdringt.

20 4. Filter nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Form der Spirale (SpR_1) abweicht von der stetigen Form.

25 5. Filter nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Spirale (SpR_1) als rechteckförmiger Linienzug ausgebildet ist.

6. Filter nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

30 daß der Leiterquerschnitt der Spirale (SpR_1) sich stetig oder sprunghaft ändert.

7. Filter nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

35 daß die Spiralresonatoren ($SpR_1 \dots SpR_4$) derart angeordnet sind, daß die von den Spiralen gebildeten Ebenen in der gleichen Ebene liegen.

8. Filter nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

40 daß die Spiralresonatoren ($SpR_1 \dots SpR_5$) derart angeordnet sind, daß die von den Spiralen gebildeten Ebenen zueinander parallel verlaufen.

Claims

45 1. Filter for short electromagnetic waves formed as a comb line or interdigital line filter, in which the resonators are arranged such that their coupling acts as a line coupling ($K_1 \dots K_3$), and in which an input coupling lead (E) and an output coupling lead (A) are provided, and in which the inner conductors of the resonators ($R_1 \dots R_4$) are formed as flat spirals ($SpR_1 \dots SpR_4$), and in which tuning elements ($A_1 \dots A_4$) which extend into the field space of the spiral resonators ($SpR_1 \dots SpR_4$) are provided, characterised in that the input coupling lead (E) and the output coupling lead (A) are formed in such a
50 way that at least one resonator (SpR_1) is bridged.

2. Filter according to Claim 1, characterised in that two resonators ($SpR_1 \dots SpR_4$) of identical geometry are connected in parallel.

55 3. Filter according to Claim 1 or 2, characterised in that the tuning elements ($A_1 \dots A_4$) are formed as tuning screws whose longitudinal axis is perpendicular to the plane of the spiral resonators ($SpR_1 \dots SpR_4$) and penetrates the spiral approximately in the centre.

4. Filter according to Claim 1 or 2, characterised in that the form of the spiral (SpR_1) deviates from the constant form.
5. Filter according to Claim 1 or 2, characterised in that the spiral (SpR_1) is formed as a rectangular line.
6. Filter according to Claim 1 or 2, characterised in that the line cross-section of the spiral (SpR_1) changes gradually or suddenly.
7. Filter according to Claim 1 or 2, characterised in that the spiral resonators ($SpR_1 \dots SpR_4$) are arranged in such a way that the planes formed by the spirals lie in the same plane.
8. Filter according to Claim 1 or 2, characterised in that the spiral resonators ($SpR_1 \dots SpR_5$) are arranged in such a way that the planes formed by the spirals extend parallel to one another.

Revendications

1. Filtre agencé selon la technique des filtres de ligne en peigne ou des filtres de ligne interdigitées pour des ondes électromagnétiques courtes et dans lequel les résonateurs sont disposés de telle sorte que leur couplage agit à la manière d'un couplage de ligne ($K_1 \dots K_3$), et dans lequel il est prévu un couplage (E) et un découplage (A) et dans lequel le conducteur intérieur des résonateurs ($R_1 \dots R_4$) est agencé sous la forme de spirales planes ($SpR_1 \dots SpR_4$) et dans lequel il est prévu des éléments de réglage d'accord ($A_1 \dots A_4$), qui pénètrent dans l'espace du champ des résonateurs en spirale ($SpR_1 \dots SpR_4$), caractérisé par le fait que le couplage (E) ou le découplage (A) est agencé de telle sorte qu'au moins un résonateur (SpR_1) est shunté.
2. Filtre suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que deux résonateurs ($SpR_1 \dots SpR_4$) possédant une même géométrie sont branchés en parallèle.
3. Filtre suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que les éléments de réglage d'accord ($A_1 \dots A_4$) sont agencés sous la forme de vis de réglage d'accord, dont l'axe longitudinal est perpendiculaire au plan des résonateurs spiraux ($SpR_1 \dots SpR_4$) et traverse la spirale approximativement en son centre.
4. Filtre suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que la forme de la spirale (SpR_1) diffère de la forme continue.
5. Filtre suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que la spirale (SpR_1) a un tracé rectangulaire.
6. Filtre suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que la section transversale du conducteur de la spirale (SpR_1) varie continûment ou de façon brusque.
7. Filtre suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que les résonateurs en spirale ($SpR_1 \dots SpR_4$) sont disposés de telle sorte que les plans formés par les spirales sont confondus.
8. Filtre suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que les résonateurs en spirale ($SpR_1 \dots SpR_4$) sont disposés de telle sorte que les plans formés par les spirales sont parallèles entre eux.

FIG 1a

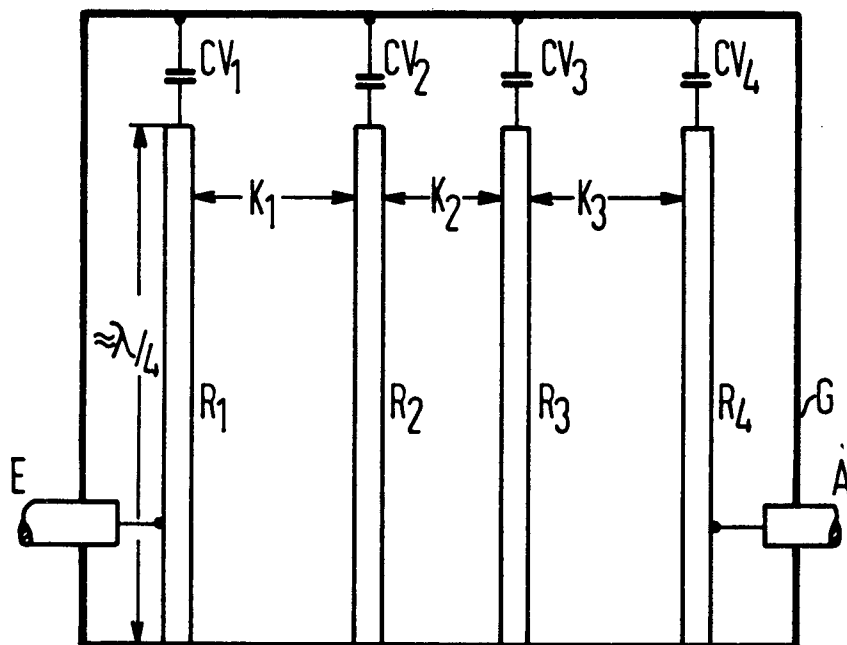


FIG 1b

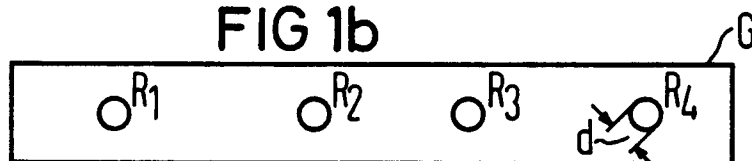


FIG 2a

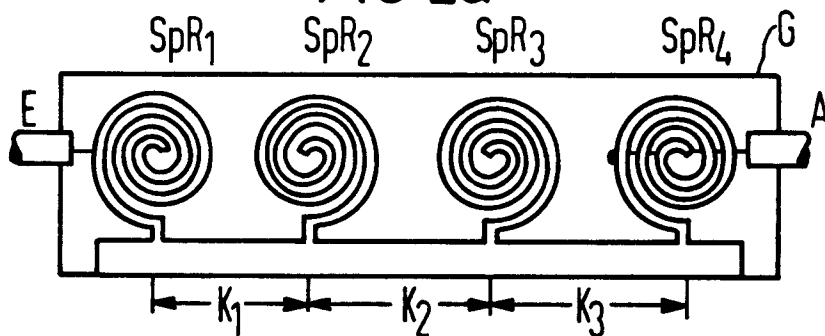


FIG 2b

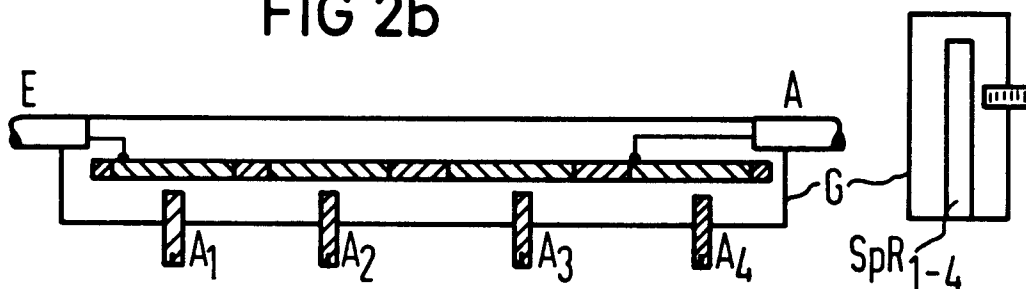


FIG 3

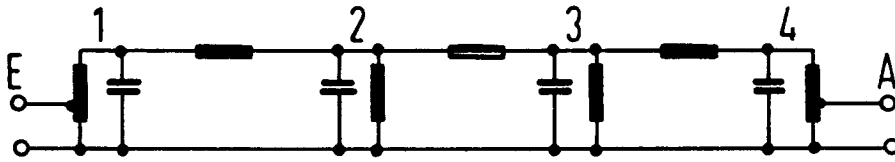


FIG 4a

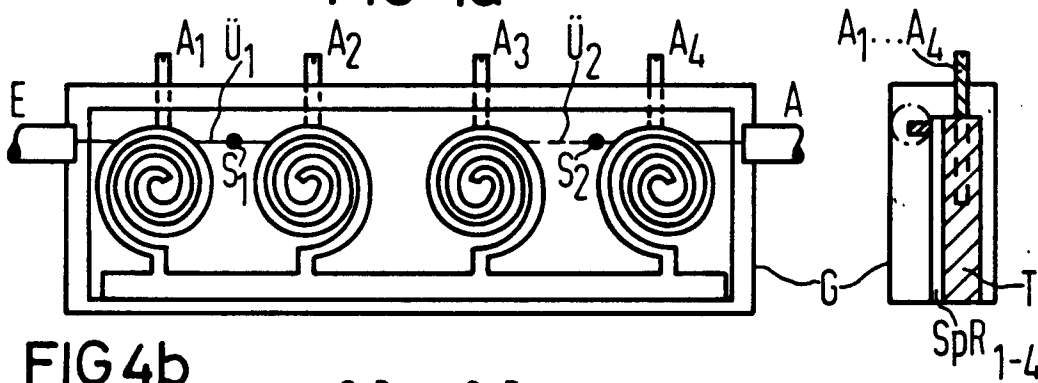


FIG 4b

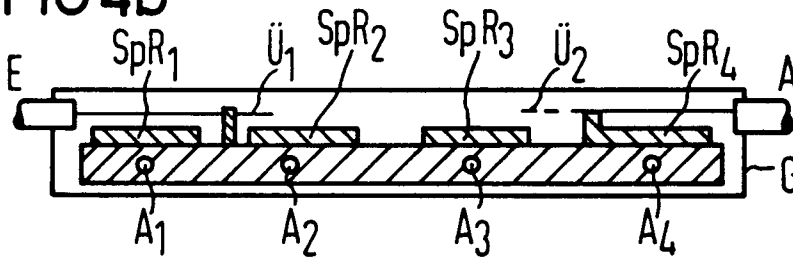


FIG 5

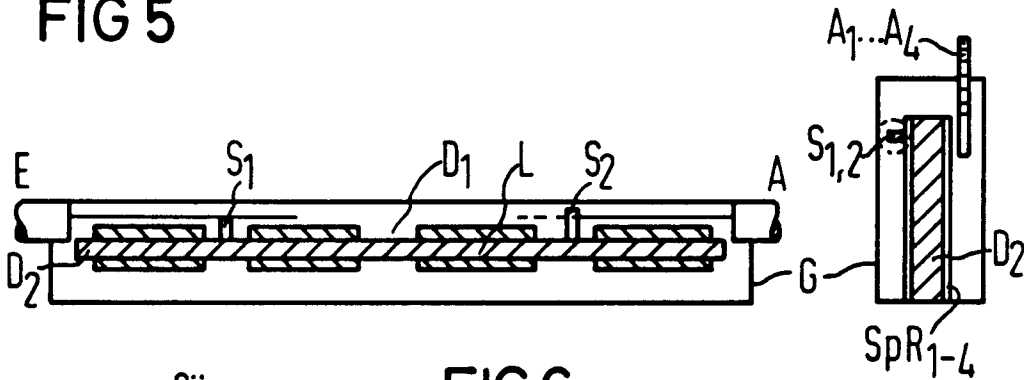


FIG 6

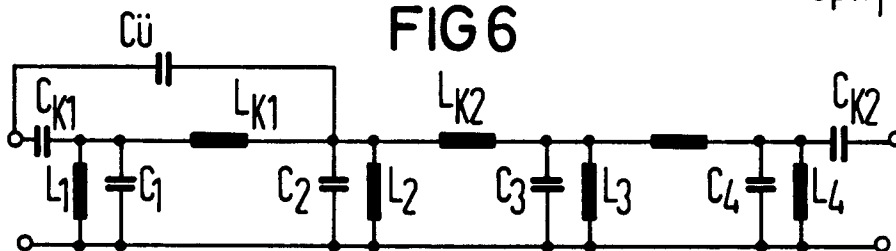


FIG 7



FIG 8

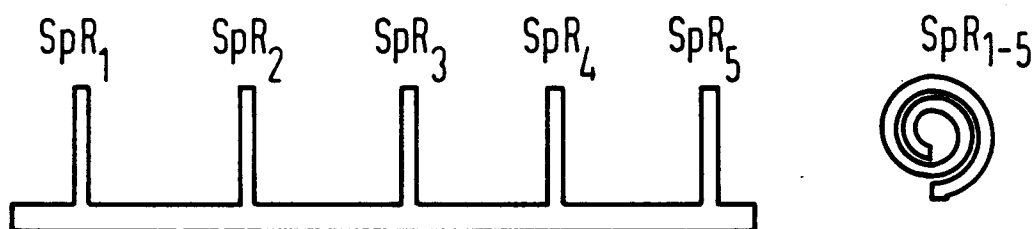


FIG 9

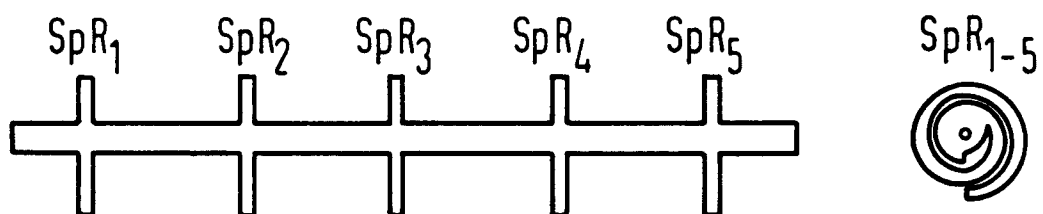


FIG 10

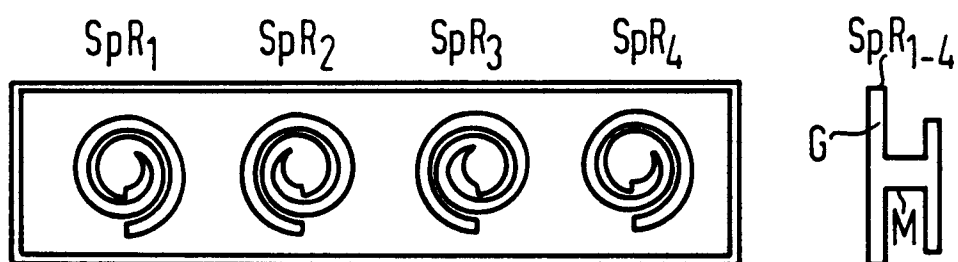


FIG 11

