



(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 2063/98
(22) Anmeldetag: 09.12.1998
(42) Beginn der Patentdauer: 15.12.2002
(45) Ausgabetag: 25.08.2003

(51) Int. Cl.⁷: **H03H 9/54**
H03H 9/46, H01P 1/205

(30) Priorität:
03.11.1998 US 106901 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
US 5793267A EP 0704924A1

(73) Patentinhaber:
SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.
SUWON-SI (KR).

(72) Erfinder:
MOON MYOUNG LIB
SEOUL (KR).
HA JONG SOO
SEOUL (KR).

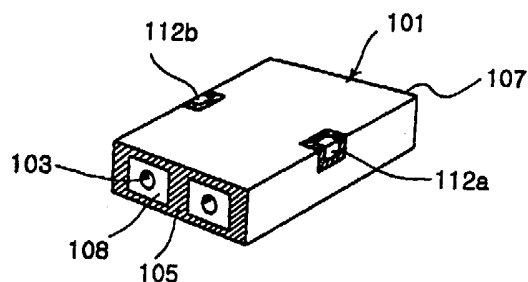
(54) DIELEKTRISCHES FILTER UND DUPLEX-FILTER

AT 410 868 B

(57) Dielektrisches Filter mit einem dielektrischen Block (101), der eine erste Fläche (105), eine dieser ersten Fläche (105) gegenüberliegende zweite Fläche (107) und sich zwischen der ersten Fläche (105) und der zweiten Fläche (107) erstreckende Seitenflächen aufweist, wobei die zweite Fläche (107) und die Seitenflächen mit einem leitfähigen Material beschichtet sind, und wobei sich im Block (101) von der ersten Fläche (105) zur zweiten Fläche (107) zueinander parallele Resonanzlöcher (103) erstrecken, deren innen liegende Wandungen ebenfalls mit leitfähigem Material beschichtet sind, mit an den Seitenflächen vorgesehenen Ein- und Ausgangselektroden (112a, 112b), die durch isoliert vom leitfähigen Material der Seitenflächen vorgesehene leitende Flächen gebildet sind, und eine elektromagnetische Kopplung mit den Resonanzlöchern (103) vorsehen, und mit zumindest einem ersten Leiternmuster (108) auf der ersten Fläche (105), das mit dem leitfähigen Material auf den inneren Wandungen der Resonanzlöcher (103) verbunden ist und eine Ladekapazität sowie eine elektromagnetische Kopplung zwischen den durch die Resonanzlöcher (103) definierten benachbarten Resonatoren bildet; im leitfähigen Material auf der zweiten

Fläche (107) ist ferner in Abstand von den Resonanzlöchern (103) zumindest eine beschichtungsfreie, offene, eine elektromagnetische Kopplung (M_{12} ; M_{12} , M_{23}) mit benachbarten Resonatoren definierende Zone vorgesehen.

FIG. 3



Die Erfindung betrifft ein dielektrisches Filter mit einem dielektrischen Block, der eine erste Fläche, eine dieser ersten Fläche gegenüberliegende zweite Fläche und sich zwischen der ersten Fläche und der zweiten Fläche erstreckende Seitenflächen aufweist, wobei die zweite Fläche und die Seitenflächen mit einem leitfähigen Material beschichtet sind, und wobei sich im Block von der ersten Fläche zur zweiten Fläche zueinander parallele Resonanzlöcher erstrecken, deren innen liegende Wandungen ebenfalls mit leitfähigem Material beschichtet sind, mit an den Seitenflächen vorgesehenen Ein- und Ausgangselektroden, die durch isoliert vom leitfähigen Material der Seitenflächen vorgesehene leitende Flächen gebildet sind, und eine elektromagnetische Kopplung mit den Resonanzlöchern vorsehen, und mit zumindest einem ersten Leitermuster auf der ersten Fläche, das mit dem leitfähigen Material auf den inneren Wandungen der Resonanzlöcher verbunden ist und eine Ladekapazität sowie eine elektromagnetische Kopplung zwischen den durch die Resonanzlöcher definierten benachbarten Resonatoren bildet.

Weiters bezieht sich die Erfindung auf ein dielektrisches Duplex-Filter mit einem dielektrischen Block, der eine erste Fläche, eine dieser ersten Fläche gegenüberliegende zweite Fläche und sich zwischen der ersten Fläche und der zweiten Fläche erstreckende Seitenflächen aufweist, und der zwei zur Filterung verschiedener Signale vorgesehene Filterbereiche enthält, die je mindestens einen Resonator mit mehreren Resonanzlöchern aufweisen, die sich durch den Block parallel zueinander von der ersten Fläche des Blocks zur zweiten Fläche erstrecken, und deren innen liegende Wandungen ebenso wie die zweite Fläche und die Seitenflächen mit leitfähigem Material beschichtet sind, wobei an den Seitenflächen Ein- und Ausgangselektroden vorgesehen sind, die durch isoliert vom leitfähigen Material der Seitenflächen vorgesehene leitende Flächen gebildet sind, die eine elektromagnetische Kopplung mit den Resonanzlöchern bilden, und wobei zwischen den zwei Filterbereichen eine isoliert vorgesehene Antennenfläche vorgesehen ist, die eine elektromagnetische Kopplung mit den Resonatoren definiert.

In letzter Zeit ersetzt das mobile Kommunikationssystem unter Verwendung von Hochfrequenzbändern (HF) das Kommunikationssystem über Leitungen. Daher wird die Nachfrage nach mobilen Kommunikationsgeräten immer größer, wobei auch von Bedeutung ist, dass der Anwender das Endgerät überallhin mitnimmt. Daher ist es notwendig, die Leistungsfähigkeit der mobilen Kommunikationsapparate zu verbessern und eine Verkleinerung und ein leichtes Gewicht zu erreichen, wobei es erwünscht ist, jede Komponente des mobilen Kommunikationsapparates zu verkleinern, um gleichzeitig eine verbesserte Leistungsfähigkeit und eine kompakte, leichte Konstruktion zu erreichen. Zu diesem Zweck wird häufig ein vereinheitlichtes dielektrisches Filter verwendet. Im Allgemeinen sind in einem dielektrischen Filter mehrere dielektrische Blöcke miteinander verbunden, wobei an jeden von ihnen ein Koaxialresonator vorgesehen ist, wodurch die gewünschten Bandpasseigenschaften des HF-Bandes erreicht werden. In einem einheitlichen dielektrischen Filter sind in einem einzelnen dielektrischen Block mehrere Koaxialresonatoren ausgebildet, wodurch die Bandpasseigenschaften erreicht werden. Dieses einheitliche dielektrische Filter ist sowohl im Empfangsteil als auch im Sendeteil vorgesehen, so dass die übertragenen und empfangenen Funkwellen gefiltert werden können. Das erforderliche Durchlassband liegt etwa bei 20-30 MHz.

Um die Probleme bei der Miniaturisierung von dielektrischen Filtern zu verdeutlichen, sollen nachfolgend herkömmliche Filter anhand der Fig. 1 und 2 erläutert werden.

Fig. 1 ist eine schaubildliche Ansicht eines herkömmlichen dielektrischen Filters, das einen quaderförmigen dielektrischen Block 1 mit einer ersten Fläche 5 und einer zweiten Fläche 7, die einander gegenüberliegen sowie mit Seitenflächen zwischen der ersten Fläche 5 und der zweiten Fläche 7 enthält. Im dielektrischen Block 1 befinden sich Resonanzlöcher 3, die parallel zueinander angeordnet sind und durch die erste Fläche 5 und zweite Fläche 7 führen. Die Seitenflächen, welche zwischen der ersten Fläche 5 und der zweiten Fläche 7 verlaufen, sind mit einem leitfähigen Material beschichtet, um eine Erdungselektrode zu bilden. Die erste Fläche 5 des dielektrischen Blocks 1 bildet eine offene Zone, die nicht mit leitfähigem Material beschichtet ist. Weiters sind die innenliegenden Wandungen der Resonanzlöcher 3 mit einem leitfähigen Material beschichtet, um innere Elektroden zu bilden.

Rund um jedes Resonanzloch 3 ist an der ersten Fläche 5 ein Leitermuster 8 mit einer bestimmten Breite ausgebildet. Das Leitermuster 8 ist mit der inneren Elektrode des Resonanzlochs 3 verbundenen, um eine Ladekapazität und eine Kopplungskapazität zu bilden. Die Resonanz-

frequenz des Resonators wird durch das Resonanzloch 3 und die Ladekapazität festgelegt, wogegen die Kopplungskapazität die beiden Resonatoren miteinander koppelt. Weiters sind im Bereich der Seitenflächen, zwischen der ersten Fläche 5 und der zweiten Fläche 7 eine Eingangsklemme 12a und eine Ausgangsklemme 12b isoliert vorgesehen.

5 Bei diesem Filter ändern sich die Filtercharakteristika entsprechend der Kopplungskapazität und der Resonanzfrequenz des Resonators, welche von der Ladekapazität und dem Resonanzloch 3 bestimmt werden. Daher werden die Filtereigenschaften durch die Größe des Leitermusters 8 bestimmt, welches die Ladekapazität und die Kopplungskapazität definiert. Die Ladekapazität wird hauptsächlich vom Abstand zwischen der Seitenfläche des dielektrischen Blocks 1 und dem Leitermuster 8 der ersten Fläche 5 bestimmt. Um daher die Filtereigenschaften des einheitlichen dielektrischen Filters einzustellen, müssen der Abstand zwischen der Erdungselektrode und dem Leitermuster 8 und der Abstand zwischen den benachbarten Leitermustern 8 eingestellt werden, indem die Größe des Leitermusters 8 eingestellt wird.

15 Die Größe des mobilen Kommunikationsapparates muss jedoch auf ein Minimum reduziert werden, um ihn leicht tragen zu können. Daher muss auch das dielektrische Filter so klein wie möglich gestaltet werden. Zu diesem Zweck muss die Größe des dielektrischen Blocks 1 reduziert werden, wozu die Abstände zwischen den Resonanzlöchern 3 und zwischen den Resonanzlöchern 3 und der Seitenfläche zu verkürzen sind; dies bedeutet jedoch, dass die Größe der ersten Fläche 5 reduziert werden muss.

20 Daher muss das Leitermuster 8 der ersten Fläche 5 verkleinert werden. Wenn die Größe des Leitermusters 8 reduziert wird, ist es schwierig, das Filter mit den erforderlichen Filtereigenschaften herzustellen. Um weiters das dielektrische Filter zu verkleinern, muss der Abstand zwischen den Leitermustern 8 verkleinert werden. Im Allgemeinen werden die Erdungselektrode und das Leitermuster 8 der ersten Fläche 5 in einem Siebdruckverfahren hergestellt. Dieses Siebdruckverfahren weist einen Fehlerbereich von 25-30 μm in der Linienbreite auf. Wenn daher die Leitermuster 8 um zwei Resonanzlöcher 3 abgebildet werden, um ein verkleinertes Filter zu erzeugen, stößt die Reduktion der Größe des Leitermusters 8 und des Abstandes zwischen dem Leitermuster 8 und der Erdungselektrode an eine Grenze, und daher kann die gewünschte Größe der Ladekapazität nicht erreicht werden. Wenn weiters der Abstand zwischen den Leitermustern 8 durch Reduktion der Größe der ersten Fläche 5 verkleinert wird, kann es aufgrund von Fehlern beim Siebdruckverfahren zu Kurzschlüssen des Leitermusters 8 kommen.

25 Fig. 2 ist eine schaubildliche Ansicht eines herkömmlichen dielektrischen Duplex-Filters zum Filtern der Sende- und Empfangssignale des mobilen Kommunikationsapparates. Wie das dielektrische Filter von Fig. 1 enthält auch das dielektrische Duplex-Filter einen dielektrischen Block 1 mit sich durch ihn hindurch erstreckenden, zueinander parallelen Resonanzlöchern 3, eine erste Fläche 5 und eine zweite Fläche 7, sowie Seitenflächen zwischen der ersten Fläche 5 und der zweiten Fläche 7. An der zweiten Fläche 7 und an den Seitenflächen befinden sich Erdungselektroden (in der Zeichnung nicht dargestellt). Weiters sind in den Resonanzlöchern 3 Innenelektroden ausgebildet, um einen Resonator zu bilden.

40 Rund um die Resonanzlöcher 3 der ersten Fläche 5 ist ein Leitermuster 8 mit einer bestimmten Breite ausgebildet. Eine Ladekapazität wird zwischen der Erdungselektrode und dem Leitermuster 8 gebildet, wogegen zwischen den Leitermustern von benachbarten Resonanzlöchern 3 eine Kopplungskapazität gebildet wird. Weiters ist die erste Fläche 5 mit einer Antennenelektrode 14 und mit Empfangs- und Sendeelektroden 12a bzw. 12b ausgestattet.

45 Bei diesem bekannten dielektrischen Duplex-Filter gehören die drei Resonanzlöcher des linken Teils der ersten Fläche 5 zum Empfangsbereich, wogegen die vier Resonanzlöcher des rechten Teils zum Sendebereich gehören. Unter dieser Bedingung bilden die entsprechenden Resonanzlöcher Resonatoren und Ladekapazitäten.

50 Im Allgemeinen ist in einem dielektrischen Duplex-Filter das HF-Band des Sendebereichs niedriger als das HF-Band des Empfangsbereichs. Daher ist zwischen den Resonanzlöchern 3 des Empfangsbereichs eine elektrische Feldwirkung dominant, wogegen zwischen den Resonanzlöchern 3 des Sendebereichs eine Magnetfeldwirkung dominant ist. Demgemäß definieren die Resonatoren des Empfangsbereichs eine kapazitive Kopplung, wogegen die Resonatoren des Sendebereichs eine induktive Kopplung bilden. Beim dielektrisch Duplex-Filter von Fig. 2 hängt wie beim dielektrischen Filter von Fig. 1 die Kopplung zwischen den Resonatoren und die Bestimmung der

Resonanzfrequenz von der Größe des Leitermusters 8 der ersten Fläche 5 ab. Die Eigenschaften des dielektrisch Duplex-Filters ändern sich demgemäß, abhängig vom Abstand zwischen dem Leitermuster 8 und der Erdungselektrode und vom Abstand zwischen den Leitermustern 8. Wie beim dielektrischen Filter in Fig. 1 muss jedoch, um ein miniaturisiertes Filter zu erzeugen, die Dicke des dielektrischen Blocks 1 klein sein, und die Zwischenräume zwischen den Resonanzlöchern 3 müssen eng gemacht werden. In einem solchen verkleinerten Filter ist jedoch die Größe der ersten Fläche 5 reduziert, und daher stößt die Reduktion des Zwischenraums zwischen dem Leitermuster 8 und der Zwischenräume zwischen den benachbarten Leitermustern 8 an eine Grenze, die es unmöglich macht, die gewünschten Filtereigenschaften zu erhalten.

Ähnliche Probleme ergeben sich bei den dielektrischen Filtern gemäß der US 5 793 267 A und der EP 704 924 A1, bei denen jeweils zwei Resonator-, d.h. Filterbereiche, übereinander angeordnet sind, wobei in jedem Filterbereich die Resonatorlöcher auf einer ersten Seite von z.B. rechteckigen Leiterzonen lokal umgeben sind, während die gegenüberliegende zweite Fläche ebenso wie die Block-Seitenflächen leitend beschichtet sind.

Ziel der Erfindung ist nun die Überwindung der beschriebenen Nachteile der herkömmlichen Techniken, und es sollen ein dielektrisches Filter bzw. Duplex-Filter wie eingangs angegeben vorgesehen werden, bei welchen durch Ermöglichen von zusätzlichen induktiven bzw. kapazitiven Kopplungen, eine Miniaturisierung ermöglicht wird, wobei auch die Filtereigenschaften leicht eingestellt werden können.

Das erfindungsgemäße dielektrische Filter der eingangs angeführten Art ist demgemäß dadurch gekennzeichnet, dass im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche in Abstand von den Resonanzlöchern zumindest eine beschichtungsfreie, offene, eine elektromagnetische Kopplung mit benachbarten Resonatoren definierende Zone vorgesehen ist.

Mit Hilfe der angeführten offenen Zonen im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche des dielektrischen Blocks können kapazitive und induktive Kopplungen hinzugefügt werden, wodurch die Größe des ersten Leitermusters, das um die Resonanzlöcher herum auf der ersten Fläche vorliegt, reduziert werden kann. Dabei können auch Fehler beim Aufbringen des leitfähigen Materials mit Hilfe von Drucktechniken vermieden werden. In der Folge kann das dielektrische Filter sehr klein und leichtgewichtig hergestellt werden. Überdies ermöglichen es die offenen Zonen an der zweiten Fläche, durch Einstellen ihrer Größe die Werte für die jeweilige Kapazität oder Induktivität zu justieren, um so die gewünschten Filtereigenschaften zu definieren. Dabei ist auch eine Feineinstellung der Resonanzfrequenz möglich, wie nachstehend noch näher erläutert werden wird.

Im Einzelnen ist es weiters von besonderem Vorteil, wenn auf der ersten Fläche des dielektrischen Blocks parallel zur Reihe der Resonanzlöcher und in Abstand von den Resonanzlöchern mindestens ein zweites Leitermuster vorgesehen ist, um eine elektromagnetische Kopplung mit benachbarten Resonatoren zu bilden. Mit Hilfe des zweiten Leitermusters kann insbesondere eine Kopplungskapazität definiert werden, um die Filtereigenschaften auch dadurch zu bestimmen.

In ähnlicher Weise kann eine Kopplungskapazität mit entsprechenden Resonatoren erzielt werden, wenn auf der ersten Fläche des dielektrischen Blocks zwischen den Resonanzlöchern ein drittes Leitermuster angebracht ist, um eine elektromagnetische Kopplung mit benachbarten Resonatoren zu bilden. Dabei ist es zur Erzielung bestimmter Filtereigenschaften auch vorteilhaft, wenn das zwischen den Resonanzlöchern angebrachte dritte Leitermuster mit dem leitfähigen Material auf den Seitenflächen des dielektrischen Blocks verbunden ist.

Eine vorteilhafte Ausführungsform ist weiters dadurch gekennzeichnet, dass auf der ersten Fläche des dielektrischen Blocks zur Einstellung der Resonanzfrequenzen der Resonatoren ein sich vom leitfähigen Material der Seitenflächen des dielektrischen Blocks zu den Enden der Resonanzlöcher hin erstreckendes viertes Leitermuster angeordnet ist.

Für eine besonders starke induktive Kopplung ist es ferner günstig, wenn die im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche vorgesehene offene Zone parallel zur Reihe der Resonanzlöcher in Abstand von den Resonanzlöchern angeordnet ist. Insbesondere ist es in diesem Zusammenhang von Vorteil, wenn im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche vorgesehene offene Zonen ober- und unterhalb der Resonanzlöcher parallel zur Reihe der Resonanzlöcher angeordnet sind.

Eine Erhöhung der induktiven Kopplung zwischen benachbarten Resonanzflächen kann auch erzielt werden, wenn die im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche vorgesehene offene Zone zwischen den Resonanzlöchern in Abstand von ihnen angeordnet ist.

Schließlich ist es hier ferner günstig, wenn sich die im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche vorgesehene offene Zone zur Einstellung der Resonanzfrequenz der Resonatoren von einer der Seitenflächen des dielektrischen Blocks in Richtung zu den Enden der Resonanzlöcher hin erstreckt.

5 Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist das dielektrische Duplex-Filter der eingangs angegebenen Art dadurch gekennzeichnet, dass durch mindestens eine beschichtungsfreie offene Zone im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche in Abstand von den Resonanzlöchern und ein mit dem leitfähigen Material auf den inneren Wandungen der Resonanzlöcher verbundenes erstes Leitermuster auf der ersten Fläche Kopplungsinduktivitäten sowie Lade- und Kopplungskapazitäten
10 mit benachbarten Resonatoren definiert sind. Auch hier wird durch die angegebenen Maßnahmen eine zusätzliche Möglichkeit zur Bestimmung der Filtereigenschaften, durch Einstellung von induktiven und kapazitiven Kopplungen, erzielt.

Dabei ist es auch hier von Vorteil, wenn auf der ersten Fläche des Blocks parallel zur Reihe von Resonanzlöchern und in Abstand von diesen mindestens ein zweites Leitermuster zur Bildung einer elektromagnetischen, insbesondere kapazitiven Kopplung mit benachbarten Resonatoren
15 vorgesehen ist.

Andererseits ist es günstig, wenn auf der ersten Fläche des Blocks zwischen den Resonanzlöchern ein drittes Leitermuster zur Bildung einer elektromagnetischen Kopplung zwischen benachbarten Resonatoren vorgesehen ist. Dabei ist es weiters günstig, wenn das zwischen den Resonanzlöchern angebrachte dritte Leitermuster mit dem leitfähigen Material auf den Seitenflächen des dielektrischen Blocks verbunden ist.
20

Es hat sich auch als vorteilhaft herausgestellt, wenn sich auf der ersten Fläche des Blocks zur Einstellung der Resonanzfrequenz der Resonatoren zumindest ein viertes Leitermuster vom leitfähigen Material einer Seitenfläche in Richtung zu den Enden der Resonanzlöcher erstreckt.

25 Zur Erzielung einer starken induktiven Kopplung an der zweiten Fläche des dielektrischen Körpers ist es günstig, wenn die im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche vorgesehene offene Zone parallel zur Reihe der Resonanzlöcher und in Abstand von diesen angeordnet ist. Dabei ist es weiters von besonderem Vorteil, wenn im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche vorgesehene offene Zonen parallel zur Reihe von Resonanzlöchern ober- und unterhalb von diesen angeordnet sind.
30

Eine Erhöhung der induktiven Kopplung kann auch erhalten werden, wenn im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche vorgesehene offene Zonen zwischen den Resonanzlöchern in Abstand von diesen vorgesehen sind. Zur Feineinstellung der Resonanzfrequenz ist es schließlich von Vorteil, wenn im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche vorgesehene offene Zonen zwischen
35 den Enden der Resonanzlöcher und dem leitfähigen Material einer der Seitenflächen des Blocks verlaufen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen noch weiter erläutert. Es zeigen: Fig. 1 eine schaubildliche Darstellung eines herkömmlichen dielektrischen Filters; Fig. 2 eine schaubildliche Darstellung eines herkömmlichen dielektrischen Duplex-Filters zum Filtern der Sende- und Empfangssignale des mobilen Kommunikationsapparates; Fig. 3 eine schaubildliche Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen dielektrischen Filters; die Fig. 4A bis 4D verschiedene Ausführungsformen der zweiten Fläche des Filters von Fig. 3; die Fig. 5A bis 5D verschiedene Ausführungsformen der ersten Fläche des Filters von Fig. 3; Fig. 6 ein Ersatzschaltbild des dielektrischen Filters von Fig. 3; Fig. 7 eine
45 schaubildliche Darstellung einer anderen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen dielektrischen Filters; die Fig. 8A bis 8C verschiedene Ausführungsformen der zweiten Fläche des Filters von Fig. 7; die Fig. 9A bis 9C verschiedenen Ausführungsformen der ersten Fläche des Filters von Fig. 7; Fig. 10 ein Ersatzschaltbild des dielektrischen Filters von Fig. 7; Fig. 11 eine schaubildliche Darstellung eines dielektrischen Duplex-Filters gemäß der Erfindung; die Fig. 12A bis 12D verschiedene Ausführungsformen der zweiten Fläche des Duplex-Filters von Fig. 11; die Fig. 13A bis 13C verschiedene Ausführungsformen der ersten Fläche des Duplex-Filters von Fig. 11; und
50 Fig. 14 ein Ersatzschaltbild des dielektrischen Duplex-Filters von Fig. 11.

Um das Frequenzband eines dielektrischen Filters oder Duplex-Filters fein einzustellen, muss der Abstand zwischen der Erdungselektrode der Seitenfläche des dielektrischen Blocks und dem Leitermuster an der vorderen, ersten Fläche des dielektrischen Blocks (verbunden mit der inneren
55

Elektrode, die innerhalb der Resonanzlöcher ausgebildet ist) eingestellt werden. In einem miniaturisierten dielektrischen Filter sind jedoch die Größe des dielektrischen Blocks und die Größe der vorderen und hinteren Flächen reduziert, und daher sind dem Einstellen der Größe des Leitermusters, welches mit der inneren Elektrode der Resonanzlöcher verbunden ist, herkömmlicherweise
 5 Grenzen gesetzt. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann jedoch die Größe des dielektrischen Blocks weiter verkleinert werden, verglichen mit herkömmlichen Filtern, und die Leitermuster, welche mit den inneren Elektroden der Resonanzlöcher verbunden sind, sind an der vorderen, ersten Fläche verglichen mit herkömmlichen Filtern in geringerer Größe ausgebildet. Weiters ist an der hinteren Fläche eine Induktivitäts-Einstellung vorgesehen. So wird ein miniaturisiertes dielektrisches Filter mit geringem Gewicht realisiert.
 10

Weiters sind in einem dielektrischen Filter oder in einem dielektrischen Duplex-Filter, in welchem drei oder mehr Resonanzlöcher ausgebildet sind, ein Induktivitäts-Einstellabschnitt und ein Kapazitätseinstellabschnitt an der hinteren Fläche des dielektrischen-Blocks gebildet. Auf diese Weise werden nicht nur eine induktive Kopplung und eine kapazitive Kopplung, sondern auch eine
 15 induktive Kreuzkopplung mit nicht-benachbarten Resonatoren gebildet, wodurch die Filtereigenschaften kontrolliert werden.

Diese Einstellabschnitte beinhalten: einen ersten Einstellabschnitt zur Bestimmung der Größe der induktiven Kopplung und zur Bildung der induktiven Kreuzkopplung; und einen zweiten Einstellabschnitt (einen Abschnitt zur Einstellung der Resonanzfrequenz) zur Feineinstellung der
 20 Größe der Ladekapazität.

Fig. 3 ist eine schaubildliche Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen dielektrischen Filters. Die Fig. 4A bis 4D stellen verschiedene Varianten der zweiten Fläche, d.h. der hinteren Fläche, des Filters von Fig. 3 dar. Die Fig. 5A bis 5D stellen Varianten der ersten Fläche, d.h. der vorderen Fläche, des Filters von Fig. 3 dar.
 25

Das in Fig. 3 dargestellte dielektrische Filter weist einen etwa quaderförmigen Block 101 mit gegenüberliegenden ersten und zweiten Flächen 105 und 107 auf. Die zweite Fläche 107 und die Seitenflächen zwischen der ersten Fläche 105 und der zweiten Fläche 107 sind mit einem leitfähigen Material beschichtet, um eine Erdungselektrode zu bilden. Innerhalb des dielektrischen Blocks sind zwei zueinander parallele Resonanzlöcher 103 ausgebildet, die sich durch die erste Fläche 105 und zweite Fläche 107 erstrecken, um Resonatoren zu bilden. Wenngleich in der Zeichnung
 30 nicht ersichtlich, sind die Innenwände der Resonanzlöcher 103 mit einem leitfähigen Material beschichtet, um innere Elektroden zu bilden.

Die erste Fläche 105, d.h. die vordere Fläche des dielektrischen Blocks 101, ist eine offene Zone ohne Beschichtung mit einem leitfähigen Material. Ein erstes Leitermuster 108 ist um jedes der Resonanzlöcher 103 ausgebildet. Eine Ladekapazität ist zwischen dem Leitermuster 108 und der Erdungselektrode gebildet, um die Resonanzfrequenz zu bestimmen. Eine Kopplungskapazität ist zwischen den Leitermustern 108 gebildet, um die Bandbreite des Filters zu bestimmen.
 35

Wie in Fig. 4A bis 4D dargestellt, ist an der zweiten Fläche 107, d.h. der hinteren Fläche des dielektrischen Blocks 101, mindestens eine offene, beschichtungsfreie Zone 120; 120a, 120b; 125 ausgebildet, die von den Resonanzlöchern 103 getrennt ist. Bei der Bildung der offenen Zone 120 wird eine Maske verwendet, wenn das leitfähige Material an der zweiten Seite Fläche 107 durch Anwendung eines Siebdruckverfahrens aufgebracht wird, damit die relevante Fläche abgedeckt wird. Wenn daher das leitfähige Material aufgebracht wird, kann gleichzeitig die offene Zone 120 gebildet werden.
 40

Die Fig. 4A-4D stellen Beispiele für die offene Zone dar. In Fig. 4A ist die offene Zone 120 parallel zur Reihe der Resonanzlöcher 103 ausgebildet. In Fig. 4B ist die offene Zone 120 ebenfalls parallel zur Reihe der Resonanzlöcher 103 ausgebildet, jedoch reicht die offene Zone 120 in einer T-Form bis zwischen die Resonanzlöcher 103. In Fig. 4C sind zwei offene Zonen 120a, 120b parallel zur Reihe der Resonanzlöcher 103 oberhalb und unterhalb von diesen ausgebildet. In
 50 Fig. 4D sind zwei offene Zonen 125 zur Frequenzeinstellung jeweils oberhalb der Resonanzlöcher 103 in einer kurzen Form ausgebildet.

Fig. 6 zeigt ein Ersatzschaltbild für das dielektrische Filter von Fig. 3. Dabei sind Resonatoren R_1 , R_2 und Kopplungskondensatoren C_{01} , C_{02} ersichtlich, die zwischen Eingangs- und Ausgangsanschlüssen 112a und 112b (vgl. auch Fig. 3) gebildet sind. Das Bezugszeichen C_{12} bezeichnet eine Kopplungskapazität zwischen den Resonatoren R_1 und R_2 , und M_{12} bezeichnet eine induktive
 55

Kopplung zwischen den Resonatoren R_1 und R_2 . Die Kopplungskapazität C_{12} ist zwischen den Leitermustern 108 gebildet, welche an der ersten Fläche 105 des dielektrischen Blocks 101 gebildet sind. Die induktive Kopplung M_{12} wird durch die offene Zone 120 der zweiten Fläche 107 gebildet. Wenn in dieser Ersatzschaltung Eingangssignale am Eingangsanschluss 112b angelegt werden, werden elektrische Felder in den beiden Resonanzlöchern 103 gebildet, wodurch die Resonatoren aktiviert werden. Unter dieser Bedingung steigt aufgrund der offenen Zone 120 der zweiten Fläche 107 die induktive Kopplung M_{12} mehr an als im Fall, wenn die offene Zone 120 fehlt. Die Anstiegsrate der induktiven Kopplung M_{12} wird durch Variation der Länge und der Breite der offenen Zone 120 eingestellt. Wenn die Länge und Breite der offenen Zone 120 vergrößert werden, steigt die Kopplungsinduktivität.

Wenn die offene Zone 120 zwischen den Resonanzlöchern 103 wie in Fig. 4B dargestellt ausgebildet ist, verursacht die offene Zone 120 eine Erhöhung der induktiven Kopplung M_{12} zwischen den beiden Resonanzlöchern 103, wodurch die Eigenschaften des dielektrischen Filters verbessert werden.

Es ist also zusätzlich zur Kopplungskapazität C_{12} zwischen den Leitermustern 108 aufgrund der offenen Zone 120 an der zweiten Fläche auch die Kopplungsinduktivität M_{12} vorhanden. Durch Einstellen der Länge und Breite der offenen Zone 120 kann daher die Größe der induktiven Kopplung M_{12} gesteuert werden, und demgemäß können die Kapazität und Induktivität eingestellt werden, was bei herkömmlichen Filtern nicht möglich ist.

Die offenen Zonen 125 in Fig. 4D dienen andererseits zur Feineinstellung der Resonanzfrequenz. Wie in den Figuren 4A bis 4C werden diese offenen Zonen 125 während des Auftragens des leitfähigen Materials gleichzeitig durch Verwendung einer Maske gebildet. Gemäß Fig. 4D sind die offenen Zonen 125 nur oberhalb der Resonanzlöcher 103 ausgebildet, aber ihre Positionen sind nicht auf jene gemäß der Zeichnung beschränkt: Offene Zonen können auch unterhalb der Resonanzlöcher 103 gebildet sein, oder sie können an den Seiten der Resonanzlöcher 103 ausgebildet sein. Hier können die offenen Einstell-Zonen 125 an die inneren Elektroden der Resonanzlöcher 103 anschließen, sie können jedoch von den inneren Elektroden getrennt sein, so dass sie sich entlang der Seitenflächen des dielektrischen Blocks 101 erstrecken. Sie können weiters mit den seitlichen Erdungselektroden verbunden sein.

Im Fall der offenen Zone 120 in Fig. 4A ist außerdem deren Position nicht auf jene der Zeichnung beschränkt, sondern sie kann sich auch unterhalb der Resonanzlöcher 103 befinden.

Die Ausführungsformen sind somit nicht auf die in den Fig. 4A bis 4D gezeigten Beispiele beschränkt. Die offenen Frequenzeinstell-Zonen 125 von Fig. 4D können wie gezeigt unabhängig gebildet werden, sie können aber auch gleichzeitig mit den offenen Zonen 120 der Fig. 4A bis 4C gebildet werden.

Die Fig. 5A bis 5D zeigen Beispiele für Ausbildungen der ersten Fläche 105 des dielektrischen Filters von Fig. 3, welche mit den Strukturen der zweiten Fläche gemäß den Fig. 4A bis 4D verschieden kombiniert werden können.

In Fig. 5A ist ein zweites Leitermuster 130 mit einer bestimmten Breite parallel zur Reihe der Resonanzlöcher 103 der ersten Fläche 105 über diesen gebildet. Das zweite Leitermuster 130 behält einen bestimmten Abstand von den Resonanzlöchern 103 bei, um eine Kopplungskapazität mit dem Resonator zu bilden, wodurch es möglich wird, die Eigenschaften des dielektrischen Filters zu steuern. Unter dieser Bedingung kann das zweite Leitermuster 130 oberhalb und/oder unterhalb der Resonanzlöcher 103 gebildet sein.

In Fig. 5B ist ein drittes Leitermuster 131 zwischen den Resonanzlöchern 103 ausgebildet. Das dritte Leitermuster 131 bildet Kopplungskapazitäten mit den entsprechenden Resonatoren, um eine neue Kopplungskapazität für das gesamte dielektrische Filter vorzusehen. Das dritte Leitermuster 132 gemäß Fig. 5C ist mit der Seitenflächen-Erdungselektrode des dielektrischen Blocks verbunden.

In Fig. 5D ist ein viertes Leitermuster 135 zur Einstellung der Resonanzfrequenz ähnlich wie in Fig. 4D dargestellt. Die Resonanzfrequenz wird durch Wahl der Gesamtfläche des vierten Leitermusters 135 oder durch Wahl des Abstandes von den Resonanzlöchern 103 eingestellt. Auch hier sind die Strukturen nicht auf die in der Zeichnung dargestellten beschränkt. Die vierten Leitermuster können oberhalb oder unterhalb der Resonanzlöcher 103 gebildet sein, oder sie können an den Seiten der Resonanzlöcher 103 vorgesehen sein. Sie können weiters mit den Erdungselektroden

der Seitenflächen verbunden oder von diesen isoliert sein. Obwohl die vierten Leitermuster 135 mit den ersten Leitermustern 108 verbunden sein können, sollten sie doch vorzugsweise voneinander getrennt sein.

5 Beim Filter wie vorstehend beschrieben kann das Dämpfungsverhältnis des Dämpfungspunktes durch Bildung einer offenen Zone 120 an der zweiten Fläche 107, d.h. an der hinteren Fläche, des dielektrischen Filters gesteuert werden, und daher können die Filtereigenschaften leicht eingestellt werden. Weiters ist eine Mehrzahl von Leitermustern in einer kleinen Größe an der ersten Fläche 105 des dielektrischen Blocks 101 möglich, um die Kapazität und Induktivität des dielektrischen Filters zu steuern. Dadurch ist es nicht nur möglich, eine Verkleinerung gegenüber
10 herkömmlichen Geräten zu erreichen, sondern es können auch Defekte aufgrund von Druckfehlern beim Aufbringen der elektrischen Beschichtungen eliminiert werden.

Die Fig. 7 bis 10 zeigen eine weitere Ausführungsform eines dielektrischen Filters, wobei die Darstellung in Fig. 7 jener von Fig. 3 entspricht und einen dielektrischen Block 201 mit drei hindurchgehenden Resonanzlöchern 203, einer vorderen (ersten) Fläche 205 und einer hinteren
15 (zweiten) Fläche 207, einem ersten Leitermuster 208 an der ersten Fläche 205 sowie Ein- und Ausgangsanschlüsse 212a, 212b zeigt. Die Fig. 8A bis 8C stellen die zweite Fläche 207 des Filters von Fig. 7 in verschiedenen Ausgestaltungen dar. Der dielektrische Block 201 in Fig. 7 ist gleich jenem von Fig. 3, abgesehen von der verschiedenen Anzahl der Resonanzlöcher 203, so dass sich eine neuerliche Beschreibung der Struktur erübrigen kann.

20 Die Fig. 8A bis 8C stellen Beispiele für offenen Zonen 220 bzw. 220a, 220b dar, die an einer zweiten Fläche 207 des dielektrischen Blocks 201 ausgebildet sind. In Fig. 8A ist eine streifenförmige, erste offene Zone 220 an der zweiten Fläche 207 parallel zur Reihe der Resonanzlöcher 203 oberhalb von diesen ausgebildet. Weiters sind zweite offene Zonen 225a und 225b im rechten Winkel zur ersten offenen Zone 220 vorgesehen, die sich zu den Resonanzlöchern 203 hin erstrecken. Die zweiten offenen Zonen 225a können in Verbindung mit der ersten offenen Zone 220
25 ausgebildet sein oder nicht. Die zweiten offenen Zonen 225a und 225b dienen zum Einstellen der Resonanzfrequenz, wobei durch Einstellung ihrer Längen die Ladekapazität eingestellt werden kann, wodurch die Einstellung der Resonanzfrequenz möglich wird.

Die erste offene Zone 220 und die zweite offene Zone 225a und 225b werden gleichzeitig mit
30 der leitfähigen Schicht auf der zweiten Fläche 207 hergestellt, indem beim Beschichten bestimmte Regionen mit einer Maske abgedeckt werden.

Wenngleich gemäß Fig. 8A sowohl die erste offene Zone 220 als auch die zweiten offenen Zonen 225a und 225b - vorzugsweise gleichzeitig - vorgesehen werden, ist es doch möglich, nur die erste offene Zone 220 oder nur die zweiten offenen Zonen 225a und 225b zu bilden. Weiters
35 sind hinsichtlich Größe, Form und Anzahl der die Resonanzfrequenz einstellenden zweiten offenen Flächen 225a und 225b die verschiedensten Möglichkeiten geben.

In Fig. 8B sind die offenen Zonen 220a und 220b oberhalb und unterhalb der Resonanzlöcher 203 parallel zur Reihe der Resonanzlöcher 203 vorgesehen.

40 In Fig. 8C sind die offenen Zonen 220a und 220b oberhalb bzw. unterhalb der Resonanzlöcher 203 so gebildet, dass die eine offene Zone 220a oberhalb des linken und mittleren Resonanzlochs 203 und die andere offene Zone 220b unterhalb des mittleren und rechten Resonanzlochs 203 vorliegt. Wenngleich in den Fig. 8B und 8C nicht dargestellt, ist es doch möglich, die die Resonanzfrequenz einstellenden zweiten offenen Zonen 225a, 225b wie in Fig. 8A gezeigt, vorzusehen.

45 Die Maßnahmen gemäß den Fig. 8B und 8C sind zur Erreichung des gleichen Effekts wie jene gemäß Fig. 8A vorgesehen, wobei der einzige Unterschied in der unterschiedlichen Größe der Kopplungsinduktivitäten besteht.

Fig. 10 zeigt ein Ersatzschaltbild des dielektrischen Filters von Fig. 7. Selbst wenn die Formen der offenen Zonen 220 voneinander verschieden sind, hat die Ersatzschaltung den gleichen Aufbau und daher wird sie auf Basis der Beispiele von Fig. 8A bis 8C beschrieben.

50 Der Aufbau der Schaltungen von Fig. 10 und Fig. 6 ist bis auf die Kapazität C_{13} und die Induktivität M_{13} gleich. Daher wird hier auf eine gesamte Beschreibung der Fig. 10 verzichtet, und es werden nur die Unterschiede beschrieben. Die erste offene Zone 220 von Fig. 8A bildet nicht nur induktive Kopplungen M_{12} und M_{23} mit den benachbarten Resonatoren R_1 , R_2 bzw. R_2 , R_3 , sondern auch induktive Kreuzkopplungen M_{13} mit nicht-benachbarten Resonatoren R_1 , R_3 .

55 Diese induktiven Kreuzkopplungen M_{13} bewirken zusammen mit den induktiven Kopplungen

M_{12} und M_{23} einen Anstieg der Gesamtinduktivität des dielektrischen Filters. Daher kann die Gesamtinduktivität des dielektrischen Filters durch Einstellung der Größe der ersten offenen Zone 220 definiert werden, so dass die Eigenschaften des dielektrischen Filters leicht bestimmt werden können.

5 Wenn vier oder mehr Resonatoren vorgesehen sind, sind induktive Kreuzkopplungen, anders als bei benachbarten Resonatoren, mit allen nicht-benachbarten Resonatoren gebildet, und daher können noch mehr induktive Kreuzkopplungen erzielt werden.

Die zweite offene Zone 225a, 225b in Fig. 8A erhöht die Ladekapazitäten C_1 , C_2 und C_3 der Resonatoren R_1 , R_2 und R_3 . Ihre Aufgabe ist das Senken der Resonanzfrequenz des jeweiligen Resonators in Bezug auf ein gegebenes Durchkontaktierungs-Resonatorloch. Daher kann die Resonanzfrequenz durch Kontrolle der Größe der zweiten offenen Zone 225a, 225b eingestellt werden.

Die Größen der Kopplungsinduktivitäten M_{12} und M_{23} und der induktiven Kreuzkopplung M_{13} erhöhen sich proportional zu den Breiten und Längen der ersten offenen Zonen 220, wogegen die Resonanzfrequenz proportional zur Vergrößerung der Flächen der zweiten offenen Zonen 225a, 225b abnimmt.

Die Fig. 9A bis 9C zeigen Varianten der ersten Fläche 205 des dielektrischen Blocks, die vergleichbar jenen von Fig. 5A, 5B und 5D sind. In Fig. 9A und 9B sind ein zweites Leitermuster 230 bzw. ein drittes Leitermuster 231 zur Bildung von Kopplungskapazitäten mit benachbarten Resonatoren vorgesehen. In Fig. 9C ist ein viertes Leitermuster 235 für das Einstellen der Resonanzfrequenz vorgesehen. Die Resonanzfrequenz des Resonators kann durch Einstellen der Größe des vierten Leitermuster 235 und durch Einstellen des Zwischenraumes zwischen dem vierten Leitermuster 235 und dem Ende des Resonanzlochs 203 eingestellt werden. Die Formen und Positionen der Leitermuster sind auch hier nicht auf jene beschränkt, die in den Zeichnungsfiguren dargestellt sind, sondern können auch anders sein.

Fig. 11 ist eine schaubildliche Ansicht eines dielektrischen Duplex-Filters in einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie gezeigt weist dieses dielektrischen Duplex-Filter wieder einen etwa quaderförmigen dielektrischen Block 301 mit einander gegenüberliegenden ersten und zweiten Flächen 305 bzw. 307 auf. Durch den dielektrischen Block 301 verlaufen mehrere Resonanzlöcher 303 parallel zueinander von der ersten Fläche 305 zur zweiten Fläche 307. Erdungselektroden sind an der zweiten (hinteren) Fläche 307 und an den Seitenflächen zwischen der ersten Fläche 305 und der zweiten Fläche 307 durch leitfähige Beschichtungen gebildet. Innere Elektroden sind an den Innenwandungen der Resonanzlöcher 203 gebildet, wodurch sie Resonatoren bilden. Die erste Fläche 305 ist weiters im Wesentlichen offen, d.h. ohne leitfähiges Material, ausgebildet.

Rund um die Resonanzlöcher 303 der ersten Fläche 305 ist ein erstes Leitermuster 308 ausgebildet, das jeweils mit den inneren Elektroden der Resonanzlöcher 303 verbunden ist, um Ladekapazitäten C_1 bis C_7 (s. Fig. 14) mit den Erdungselektroden des dielektrischen Blocks 301 und Kopplungskapazitäten zu bilden. Die erste Fläche 305 ist weiters mit Sende- und Empfangsanschlüssen, d.h. Ein- und Ausgangselektroden 312a und 312b, und mit einer Antennen(anchluss)fläche 314 versehen.

Das dielektrische Duplex-Filter gemäß Fig. 11 beinhaltet zwei Filterbereiche. Der eine, erste Filterbereich filtert Empfangssignale vom Antennenanschluss 314, und der andere, zweite Filterbereich filtert Sendesignale, die über den Antennenanschluss 314 gesendet werden. Im Allgemeinen müssen im dielektrischen Filter die Sende- und Empfangsbereiche nicht speziell voneinander unterschieden sein. Bei dielektrischen Duplex-Filtern gleichen Aufbaus können die Empfangs- und Sendebereiche je nach den Produkten verschiedenartig vorgesehen sein. Beim vorliegenden Duplex-Filter sind der Sende- und Empfangsbereich in spezifischen Formen dargestellt, dies soll jedoch den Umfang der Erfindung nicht einschränken.

Beim dielektrischen Duplex-Filter von Fig. 11 sind die drei Resonanzlöcher 303, die sich links vom Antennenanschluss 314 befinden, der Filterbereich für den Empfang von HF-Signalen von außen, wogegen die vier Resonanzlöcher, die sich rechts vom Antennenanschluss 314 befinden, der Filterbereich für das Senden von HF-Signalen sind. Der Empfangsfilterbereich hat die Durchlasseigenschaft für die Empfangsfrequenz, wogegen er die Sendefrequenz sperrt. Der Sendefrequenzbereich andererseits, hat eine Durchlasseigenschaft für die Sendefrequenz, wogegen er die

Empfangsfrequenz sperrt.

Die Fig. 12A bis 12D stellen Beispiele für offene Zonen an der zweiten Fläche 307 dar. Wie dargestellt sind zwischen den Resonanzlöchern 303 des Empfangsfilterbereichs erste offene beschichtungsfreie Zonen 327 von bestimmter Breite und Länge neben zwei Resonanzlöchern 303 gebildet. Unterhalb des am weitesten rechts befindlichen Resonanzlochs 303 des Empfangsfilterbereichs ist eine andere offene Zone 328 ausgebildet. Diese offenen Zonen 327, 328 sind unter Einhaltung eines bestimmten Abstandes von den Resonanzlöchern 303 angeordnet, damit sie von den Resonanzlöchern 303 elektrische isoliert sind. Die zweite offene Zone 328 kann sich ober- oder unterhalb des jeweiligen Resonanzlochs 303 befinden.

Im Sendefilterbereich sind streifenförmige offene Zonen 320a, 320b ober- und unterhalb der Resonanzlöcher 303 jeweils parallel zur Reihe der Resonanzlöcher 303 unter Einhaltung eines bestimmten Abstandes von den Resonanzlöchern 303 ausgebildet. Die Positionen dieser offenen Zonen 320a und 320b sind nicht auf die zweite Fläche 307 beschränkt, sondern können auch an den Seitenflächen angeordnet sein. Alternativ kann eine solche offenen Zone 320 auch bloß oberhalb oder unterhalb der Resonanzlöcher 303 angeordnet sein.

Fig. 14 ist ein Ersatzschaltbild des dielektrischen Duplex-Filters von Fig. 11. Das dielektrische Duplex-Filter von Fig. 12A wird unter Bezugnahme auf diese Fig. 14 beschrieben.

In Fig. 12A sind die vertikalen offenen Zonen 327 zwischen den Resonanzlöchern 303 des Empfangsfilterbereichs, für ein Erhöhen der Kopplungskapazitäten C_{12} und C_{23} mit den Resonatoren des Empfangsfilterbereichs vorgesehen. In dem Maß, in dem ihre Flächen vergrößert werden, erhöhen sich die Kopplungskapazitäten. So können die gewünschten Filtereigenschaften durch Einstellen der Kopplungskapazitäten C_{12} und C_{23} durch die Einstellung der Flächen der ersten offenen Zonen 327 eingestellt werden. Weiters kann die Resonanzfrequenz durch Variation der Fläche der horizontalen, unteren offenen Zone 328 eingestellt werden. Hier wird in dem Maß, wie die Fläche dieser offenen Zone 328 vergrößert wird, die Resonanzfrequenz abgesenkt. Die Bildung dieser offenen Zone 328 hat die gleiche Wirkung wie eine Vergrößerung des ersten Leiternusters 308 an der ersten Fläche 305, welches mit den inneren Elektroden der Resonanzlöcher 303 des Empfangsfilterbereichs verbunden ist. Im Prinzip verlängert es die Länge des Resonators, wodurch die Resonanzfrequenz gesenkt wird.

Wie bei den dielektrischen Filtern gemäß Fig. 3 und 7 bilden die streifenförmigen offenen Zonen 320a und 320b des Sendefilterbereichs nicht nur Kopplungsinduktivitäten M_{45} , M_{46} und M_{47} mit den benachbarten Resonatoren, sondern auch induktive Kreuzkopplungen, z.B. M_{46} und M_{47} . In Fig. 14 sind diese induktiven Kreuzkopplungen M_{46} und M_{47} für einen bestimmten Resonator R_4 dargestellt, aber die induktive Kreuzkopplung ist bei allen Resonatoren R_4 , R_5 , R_6 und R_7 vorhanden, und daher wird die gesamte induktive Kopplung im Sendebereich stark erhöht. Die induktive Kopplung wird in dem Maß erhöht, in dem die Flächen der streifenförmigen offenen Zonen 320a und 320b vergrößert und die Zwischenräume zwischen diesen offenen Zonen 320a, 320b und den Resonanzlöchern 303 verengt werden. Wie im Empfangsfilterbereich können daher die gewünschten Eigenschaften durch Einstellen der Größe der streifenförmigen offenen Zonen 320a, 320b und durch Einstellen der erwähnten Zwischenräume erhalten werden.

In Fig. 12B ist ein weiteres Beispiel der offenen Zonen dargestellt. Hier sind die streifenförmigen offenen Zonen 320a und 320b oberhalb der Resonanzlöcher 303 in zwei Streifen parallel zur Reihe der Resonanzlöcher 303 angeordnet, während zwischen den mittleren Resonanzlöchern 303 des Sendebereichs noch eine andere offenen Zone 330 gebildet ist, um die kapazitive Kopplung für Resonatoren benachbart dieser offenen Zone 330 stark zu erhöhen.

In Fig. 12C ist eine durchgehende streifenförmige offene Zone 320 oberhalb der Resonanzlöcher 303 des Sendefilterbereichs parallel zur Reihe dieser Resonanzlöcher 303 gebildet. Wie in Fig. 8A sind vertikale offenen Zonen 325a, 325b jeweils oberhalb und unterhalb jedes der Resonanzlöcher 303 des Sendefilterbereichs gebildet, um eine Feineinstellung der Resonanzfrequenz vorzusehen, und sie werden gleichzeitig mit der Bildung der Erdungselektrode durch Aufbringen eines leitfähigen Materials unter Verwendung einer Maske - wie die anderen offenen Zonen - hergestellt. Die Resonanzfrequenz kann durch Einstellung der Größe der offenen Zonen 325a, 325b und des Zwischenraumes zwischen den Enden der Resonanzlöcher und diesen offenen Zonen 325a, 325b eingestellt werden. Wie bei den anderen Beispielen können die die Resonanzfrequenz einstellenden vertikalen offenen Zonen 325a, 325b einzeln an der zweiten Fläche oder

5 oberhalb oder unterhalb der Resonanzlöcher 303 ausgebildet sein. Weiters können sie an den Seiten der Resonanzlöcher 303 ausgebildet sein, d.h. die Positionen dieser offenen Zonen sind nicht auf bestimmte Stellen beschränkt. Weiters können, wie in den Figuren dargestellt ist, diese offenen Zonen 325a, 325b an die Erdungselektroden der Seitenflächen des dielektrischen Blocks 301 direkt anschließen oder von ihnen beabstandet sein.

10 In Fig. 12D, sind im Sendefilterbereich eine streifenförmig, offene Zone 320a oberhalb der beiden am weitesten links befindlichen Resonanzlöcher 303 und eine weitere streifenförmige offene Zone 320b unterhalb der beiden am weitesten rechts befindlichen Resonanzlöcher 303 parallel zur Reihe der Resonanzlöcher 303 angeordnet. In diesem Fall ist keine induktive Kreuzkopplung vorhanden, jedoch wird die induktive Kopplung für die benachbarten Resonanzlöcher 303 erhöht, wodurch es möglich wird, die gewünschten Eigenschaften zu erhalten. Obwohl dies in der Zeichnung nicht dargestellt ist, kann in den Anordnungen gemäß Fig. 12B und 12D weiters zusätzlich zu den beiden offenen Zonen-Stücken 320a, 320b eine offene Zone vorgesehen sein, die drei Resonanzlöcher 303 bedeckt, so dass induktive Kopplungen mit den benachbarten Resonatoren und induktive Kreuzkopplungen mit nicht-benachbarten Resonatoren erhalten werden.

15 In Fig. 13A bis 13C sind Ausführungsformen der ersten Fläche 305 des dielektrischen Blocks ähnlich jenen von Fig. 5A bis 5B und 5D sowie Fig. 9A bis 9C gezeigt, wobei die ersten Leitermuster 308 rund um die Resonanzlöcher 303 des Empfangsfilterbereichs und des Sendefilterbereichs gebildet sind. Daher werden die Strukturen der ersten Fläche 305 hier nicht weiter beschrieben. Die entsprechenden Beispiele in den Fig. 13A bis 13B können mit den Varianten von Fig. 12A bis 12D beliebig kombiniert werden, und so können sehr unterschiedliche Filterstrukturen erzeugt werden.

20 Die oben beschriebenen offenen Zonen sind nicht auf bestimmte Positionen, Formen und Größen beschränkt. Die oben beschriebenen Beispiele sind nur angeführt, um die vorliegende Erfindung besser verständlich zu machen. Weiters ist auch die Anzahl der Resonanzlöcher nicht beschränkt.

PATENTANSPRÜCHE:

- 30
1. Dielektrisches Filter mit einem dielektrischen Block, der eine erste Fläche, eine dieser ersten Fläche gegenüberliegende zweite Fläche und sich zwischen der ersten Fläche und der zweiten Fläche erstreckende Seitenflächen aufweist, wobei die zweite Fläche und die Seitenflächen mit einem leitfähigen Material beschichtet sind, und wobei sich im Block von 35 der ersten Fläche zur zweiten Fläche zueinander parallele Resonanzlöcher erstrecken, deren innen liegende Wandungen ebenfalls mit leitfähigem Material beschichtet sind, mit an den Seitenflächen vorgesehenen Ein- und Ausgangselektroden, die durch isoliert vom leitfähigen Material der Seitenflächen vorgesehene leitende Flächen gebildet sind, und eine elektromagnetische Kopplung mit den Resonanzlöchern vorsehen, und mit zumindest einem ersten Leitermuster auf der ersten Fläche, das mit dem leitfähigen Material auf den inneren Wandungen der Resonanzlöcher verbunden ist und eine Ladekapazität sowie eine elektromagnetische Kopplung zwischen den durch die Resonanzlöcher definierten benachbarten Resonatoren bildet, dadurch gekennzeichnet, dass im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche (107; 207) in Abstand von den Resonanzlöchern (103; 203) zumindest eine beschichtungsfreie, offene, eine elektromagnetische Kopplung (M_{12} ; M_{12} , M_{23}) mit benachbarten Resonatoren definierende Zone (120; 120a, 120b; 125; 220; 220a, 220b; 225, 225b) vorgesehen ist.
 2. Dielektrisches Filter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf der ersten Fläche (105; 205) des dielektrischen Blocks (101; 201) parallel zur Reihe der Resonanzlöcher (103; 203) und in Abstand von den Resonanzlöchern (103; 203) mindestens ein zweites Leitermuster (130; 230) vorgesehen ist, um eine elektromagnetische Kopplung mit benachbarten Resonatoren zu bilden (Fig. 5A; Fig. 9A).
 3. Dielektrisches Filter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf der ersten Fläche (105; 205) des dielektrischen Blocks zwischen den Resonanzlöchern (103; 203) ein 55 drittes Leitermuster (131; 132, 231) angebracht ist, um eine elektromagnetische Kopplung

- mit benachbarten Resonatoren zu bilden (Fig. 5A; Fig. 9A).
4. Dielektrisches Filter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das zwischen den Resonanzlöchern (103) angebrachte dritte Leitermuster (132) mit dem leitfähigen Material auf den Seitenflächen des dielektrischen Blocks verbunden ist (Fig. 5C).
 5. Dielektrisches Filter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf der ersten Fläche des dielektrischen Blocks zur Einstellung der Resonanzfrequenzen der Resonatoren ein sich vom leitfähigen Material der Seitenflächen des dielektrischen Blocks zu den Enden der Resonanzlöcher (103; 203) hin erstreckendes viertes Leitermuster (135; 235) angeordnet ist (Fig. 5D; Fig. 9C).
 10. Dielektrisches Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche (107; 207) vorgesehene offene Zone (120; 220) parallel zur Reihe der Resonanzlöcher (103; 203) in Abstand von den Resonanzlöchern (103; 203) angeordnet ist (Fig. 4A; Fig. 8A).
 15. Dielektrisches Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche (107; 207) vorgesehene offene Zonen (120a, 120b; 220a, 220b) ober- und unterhalb der Resonanzlöcher (103; 203) parallel zur Reihe der Resonanzlöcher (103; 203) angeordnet sind (Fig. 4C; Fig. 8B).
 20. Dielektrisches Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche (107) vorgesehene offene Zone (120) zwischen den Resonanzlöchern (103) in Abstand von ihnen angeordnet ist (Fig. 4B).
 25. Dielektrisches Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche (107; 207) vorgesehene offene Zone (125; 225a, 225b) zur Einstellung der Resonanzfrequenz der Resonatoren von einer der Seitenflächen des dielektrischen Blocks (101; 201) in Richtung zu den Enden der Resonanzlöcher (103; 203) hin erstreckt (Fig. 4D; Fig. 8A).
 30. Dielektrisches Duplex-Filter mit einem dielektrischen Block, der eine erste Fläche, eine dieser ersten Fläche gegenüberliegende zweite Fläche und sich zwischen der ersten Fläche und der zweiten Fläche erstreckende Seitenflächen aufweist, und der zwei zur Filterung verschiedener Signale vorgesehene Filterbereiche enthält, die je mindestens einen Resonator mit mehreren Resonanzlöchern aufweisen, die sich durch den Block parallel zueinander von der ersten Fläche des Blocks zur zweiten Fläche erstrecken, und deren innen liegende Wandungen ebenso wie die zweite Fläche und die Seitenflächen mit leitfähigem Material beschichtet sind, wobei an den Seitenflächen Ein- und Ausgangselektroden vorgesehen sind, die durch isoliert vom leitfähigen Material der Seitenflächen vorgesehene leitende Flächen gebildet sind, die eine elektromagnetische Kopplung mit den Resonanzlöchern bilden, und wobei zwischen den zwei Filterbereichen eine isoliert vorgesehene Antennenfläche vorgesehen ist, die eine elektromagnetische Kopplung mit den Resonatoren definiert, dadurch gekennzeichnet, dass durch mindestens eine beschichtungsfreie offene Zone (327, 328, 320a, 320b, 330, 325a, 325b) im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche (307) in Abstand von den Resonanzlöchern (303) und mit dem leitfähigen Material auf den inneren Wandungen der Resonanzlöcher (303) verbundenes erstes Leitermuster (308) auf der ersten Fläche (305) Kopplungsinduktivitäten ($M_{12}, M_{23}, \dots, M_{67}, M_{46}, M_{47}$) sowie Lade- und Kopplungskapazitäten ($C_1, C_2, C_3, \dots, C_7; C_{12}, C_{23} \dots C_{67}$) mit benachbarten Resonatoren (R_1, R_2, \dots, R_7) definiert sind.
 45. Dielektrisches Duplex-Filter nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass auf der ersten Fläche (305) des Blocks (301) parallel zur Reihe von Resonanzlöchern (303) und in Abstand von diesen mindestens ein zweites Leitermuster (330) zur Bildung einer elektromagnetischen, insbesondere kapazitiven Kopplung mit benachbarten Resonatoren vorgesehen ist (Fig. 13A).
 50. Dielektrisches Duplex-Filter nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass auf der ersten Fläche (305) des Blocks (301) zwischen den Resonanzlöchern (303) ein drittes Leitermuster (331) zur Bildung einer elektromagnetischen Kopplung zwischen benachbarten Resonatoren vorgesehen ist (Fig. 13B).
 55. Dielektrisches Duplex-Filter nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das zwischen den Resonanzlöchern angebrachte dritte Leitermuster mit dem leitfähigen Material

auf den Seitenflächen des dielektrischen Blocks verbunden ist.

- 5
14. Dielektrisches Duplex-Filter nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass sich auf der ersten Fläche (305) des Blocks (301) zur Einstellung der Resonanzfrequenz der Resonatoren zumindest ein viertes Leitermuster (335) vom leitfähigen Material einer Seitenfläche in Richtung zu den Enden der Resonanzlöcher (303) erstreckt (Fig. 13C).
15. Dielektrisches Duplex-Filter nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche vorgesehene offene Zone (320; 320a, 320b) parallel zur Reihe der Resonanzlöcher (303) und in Abstand von diesen angeordnet ist.
- 10
16. Dielektrisches Duplex-Filter nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche vorgesehene offene Zonen (320a, 320b) parallel zur Reihe von Resonanzlöchern (303) ober- und unterhalb von diesen angeordnet sind.
17. Dielektrisches Duplex-Filter nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche vorgesehene offene Zonen (327) zwischen den Resonanzlöchern (303) in Abstand von diesen vorgesehen sind.
- 15
18. Dielektrisches Duplex-Filter nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass im leitfähigen Material auf der zweiten Fläche vorgesehene offene Zonen (325a, 325b) zwischen den Enden der Resonanzlöcher (303) und dem leitfähigen Material einer der Seitenflächen des Blocks (301) verlaufen.
- 20

HIEZU 14 BLATT ZEICHNUNGEN

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

STAND DER TECHNIK

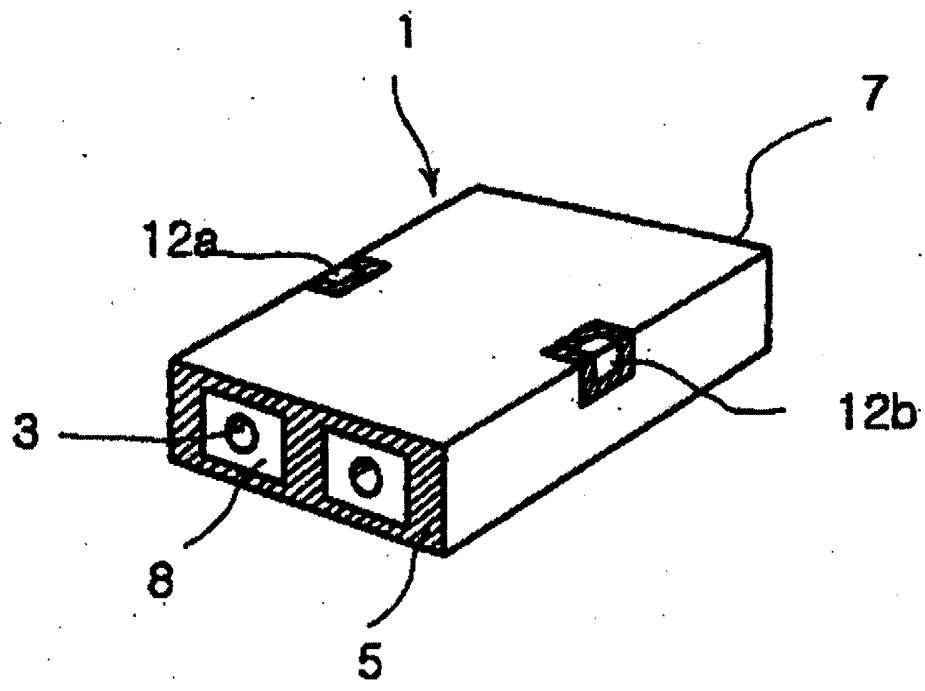


FIG. 2

STAND DER TECHNIK

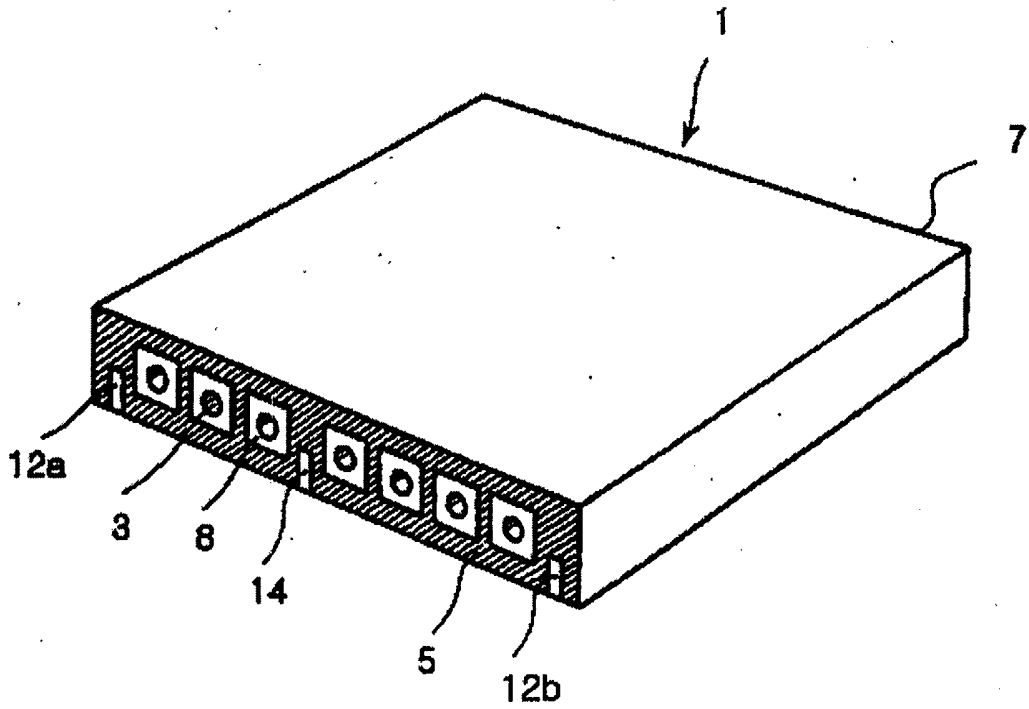
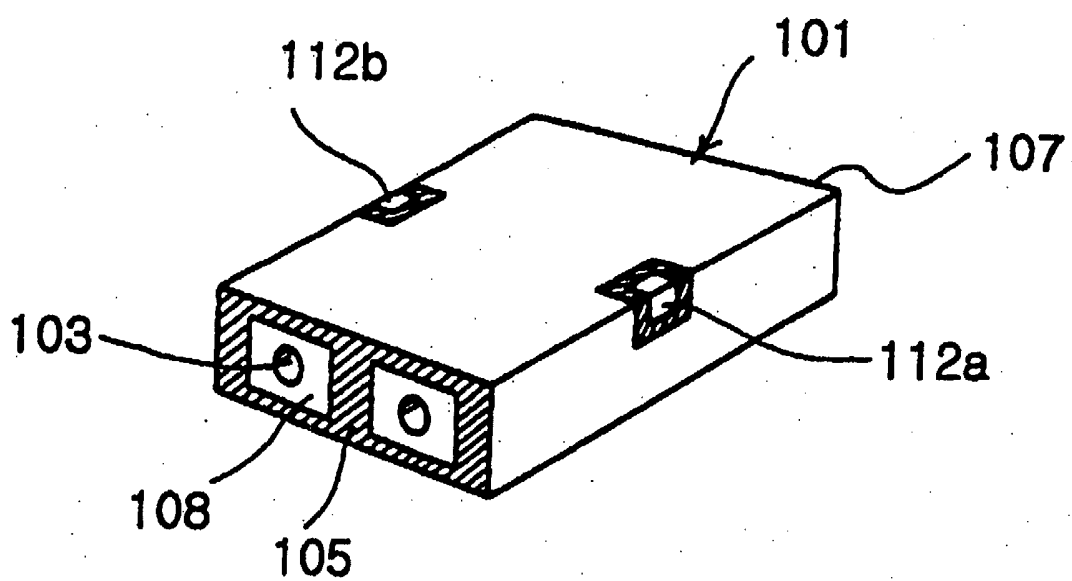


FIG. 3



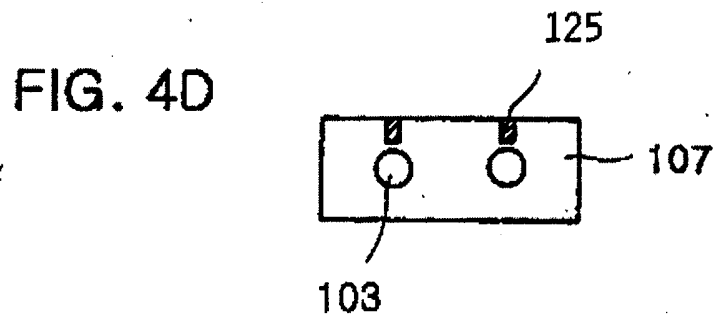
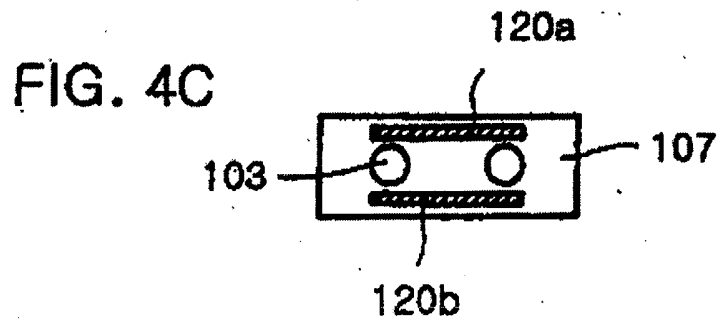
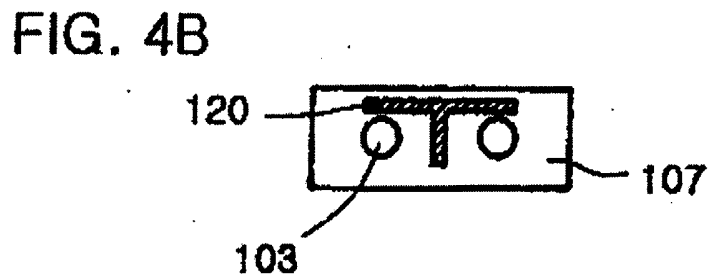
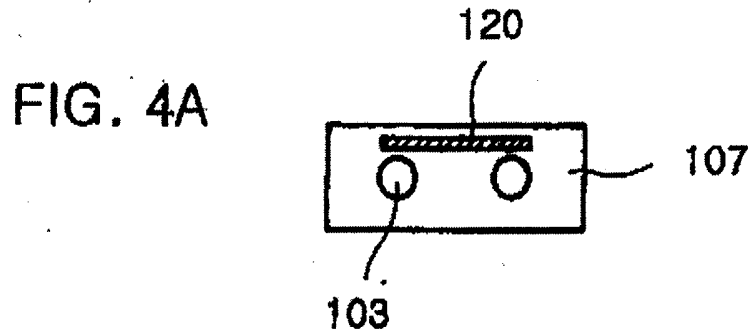


FIG. 5A

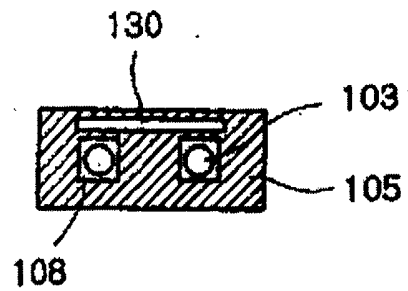


FIG. 5B

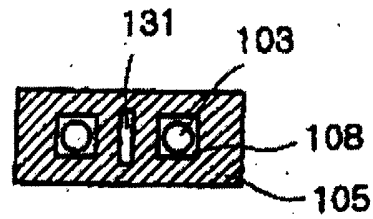


FIG. 5C

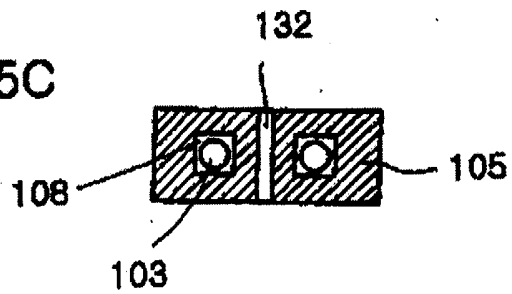


FIG. 5D

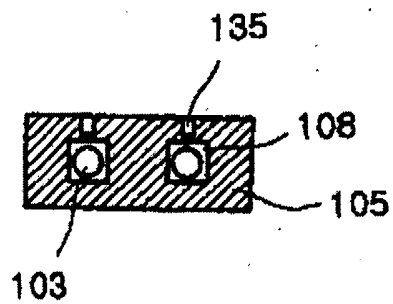


FIG. 6

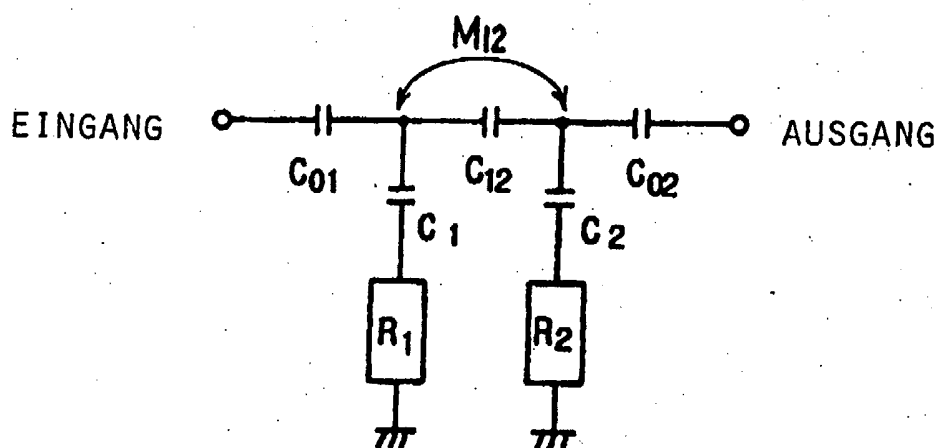


FIG. 7

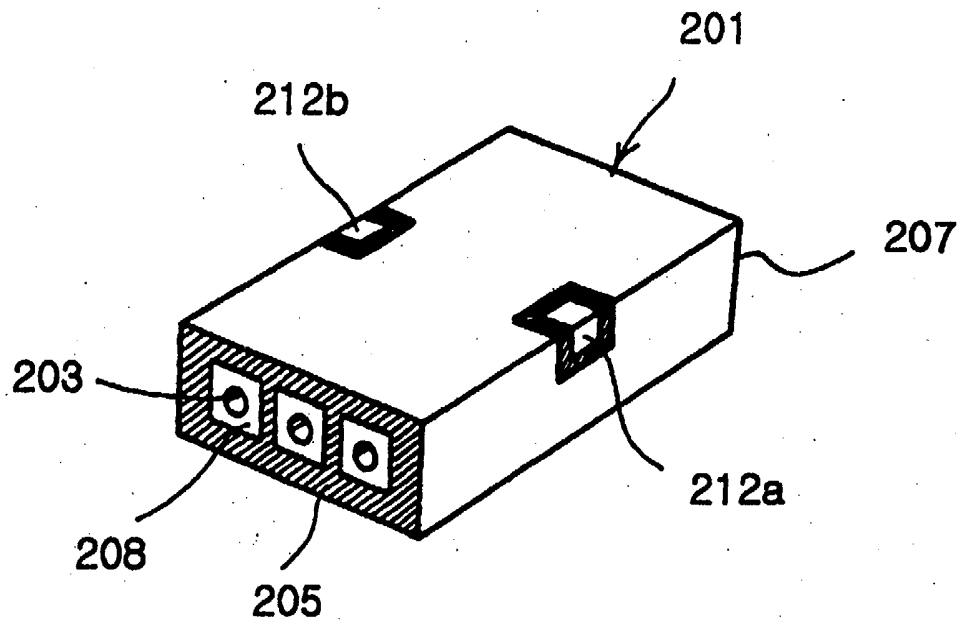


FIG. 8A

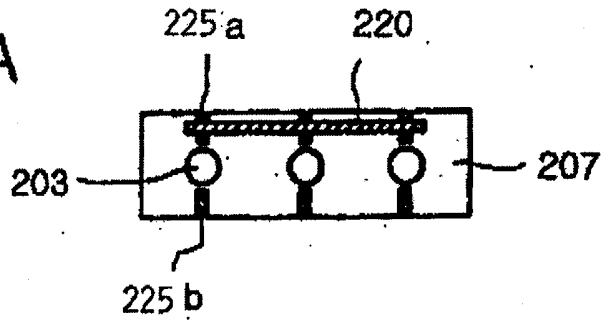


FIG. 8B

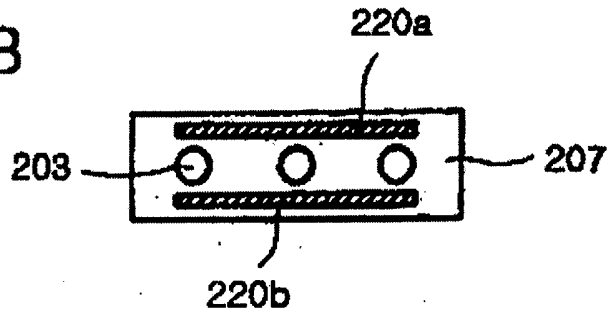
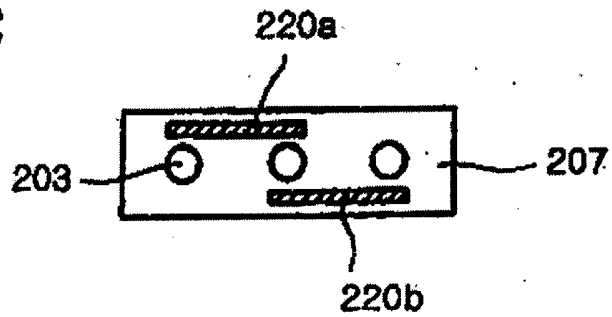


FIG. 8C



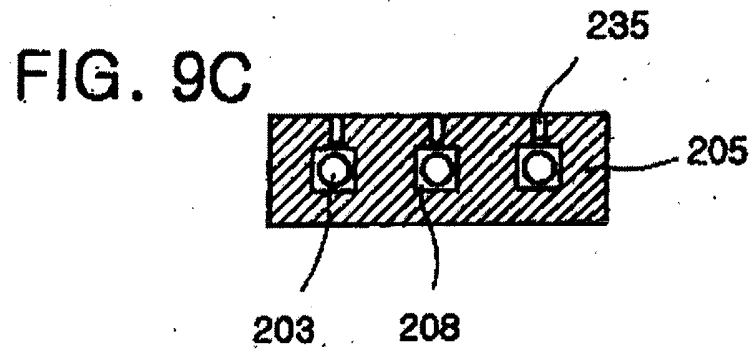
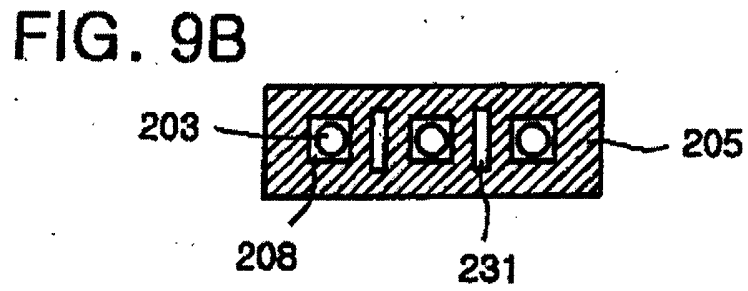
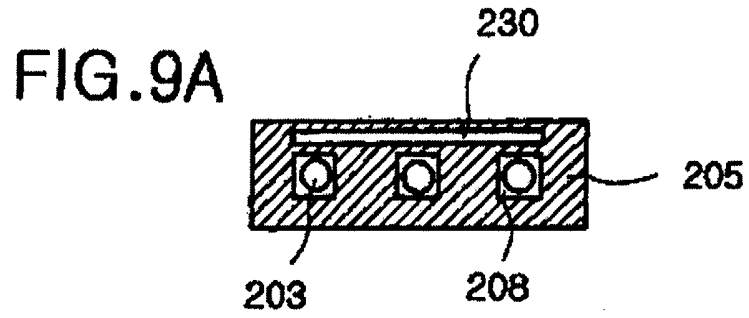


FIG. 10

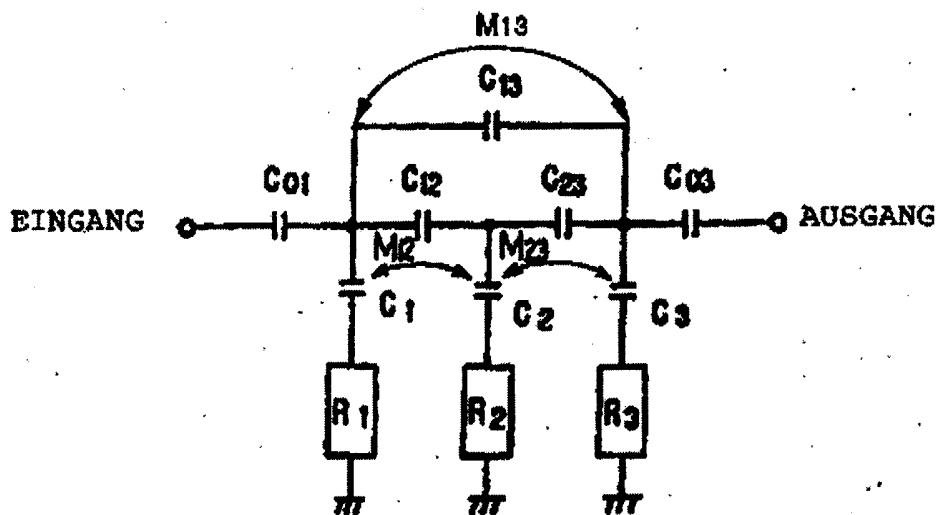


FIG. 11

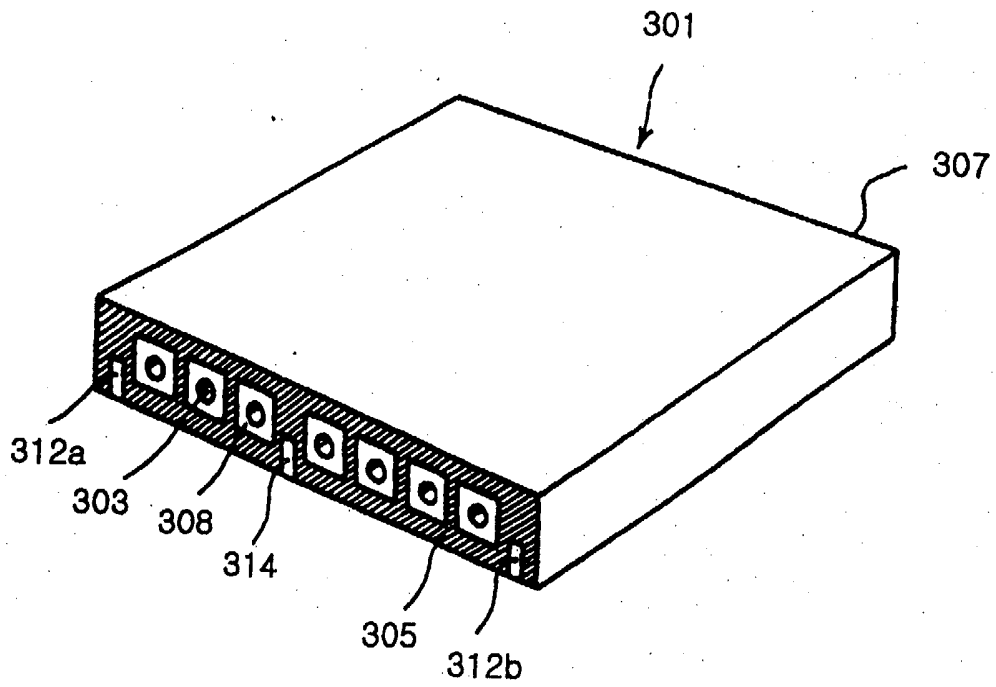


FIG. 12A

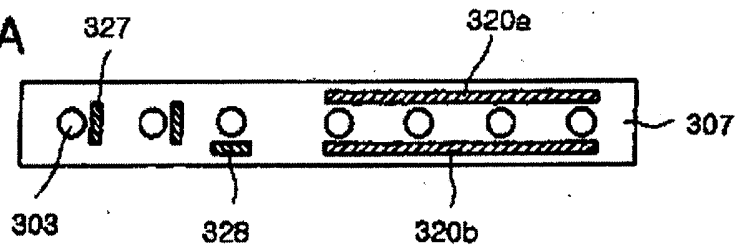


FIG. 12B

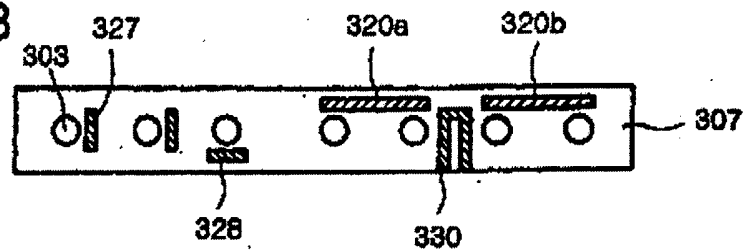


FIG. 12C

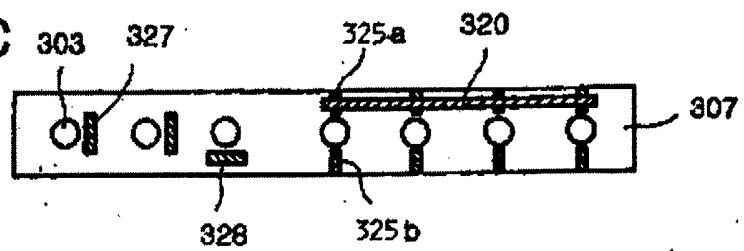


FIG. 12D

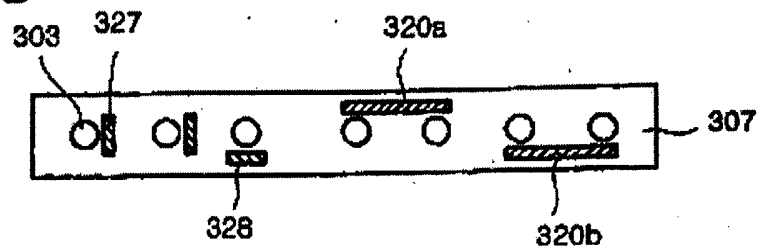


FIG. 13A

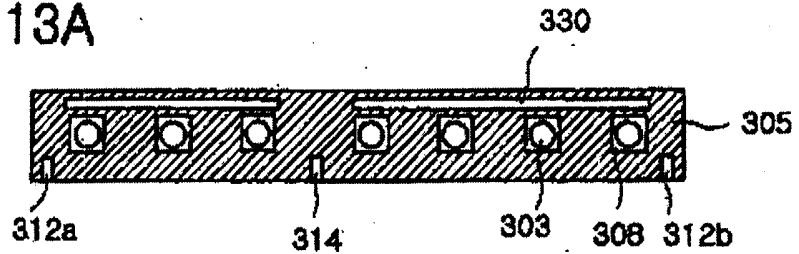


FIG. 13B

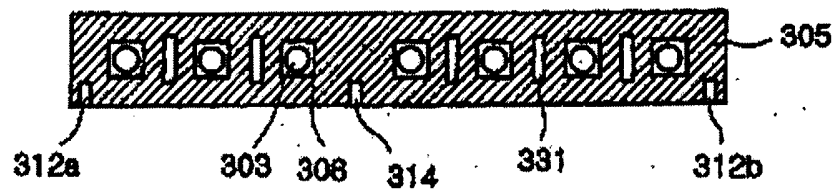


FIG. 13C

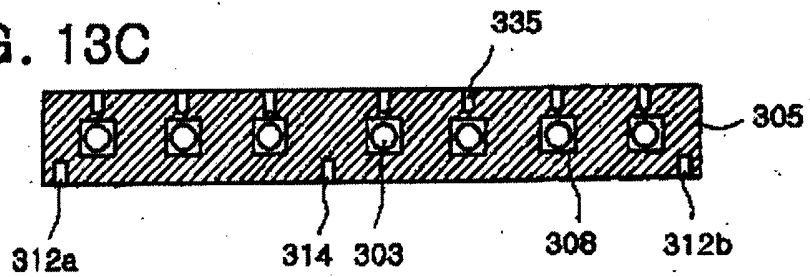


FIG. 14

