

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2022-101220

(P2022-101220A)

(43)公開日 令和4年7月6日(2022.7.6)

(51)国際特許分類		F I		テーマコード(参考)
H 0 1 P	1/203(2006.01)	H 0 1 P	1/203	5 J 0 0 6
H 0 1 P	1/205(2006.01)	H 0 1 P	1/205	K

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全24頁)

(21)出願番号	特願2020-215674(P2020-215674)	(71)出願人	000003067 T D K 株式会社 東京都中央区日本橋二丁目5番1号
(22)出願日	令和2年12月24日(2020.12.24)	(74)代理人	110002907 特許業務法人イトーシン国際特許事務所
		(72)発明者	厚地 穂乃佳 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K 株式会社内
		(72)発明者	芦田 裕太 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K 株式会社内
		(72)発明者	易 龍飛 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K 株式会社内
		(72)発明者	松丸 宜紀

最終頁に続く

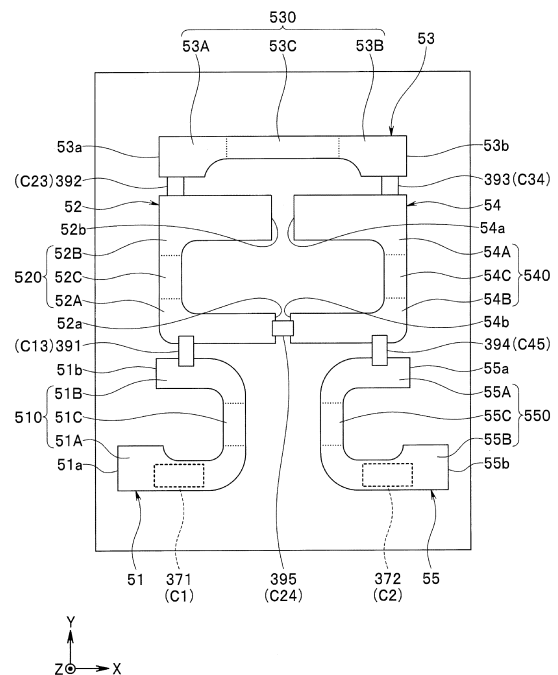
(54)【発明の名称】 バンドパスフィルタ

(57)【要約】

【課題】複数の両端開放型共振器を含むバンドパスフィルタを小型化する。

【解決手段】バンドパスフィルタ1は、第1の入出力ポート3と、第2の入出力ポート4と、共振器51~55と、積層体2とを備えている。積層体2は、積層された誘電体層31~38を含んでいる。共振器51~55の各々は、積層体2内の導体の線路によって構成された両端開放型共振器である。共振器51, 52, 54, 55の各々は、複数の誘電体層の積層方向に直交する方向に互いに離れた位置に配置された第1の線路部分および第2の線路部分と、第1の線路部分と第2の線路部分とを接続する第3の線路部分とを含む共振器導体部を有している。第1ないし第3の線路部分は、第1の線路部分と第2の線路部分との間の空間を囲むように延在している。

【選択図】図13



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 の入出力ポートと、  
第 2 の入出力ポートと、  
回路構成上前記第 1 の入出力ポートと前記第 2 の入出力ポートの間に設けられ、回路構成上隣接する 2 つの共振器が電磁結合するように構成された複数の共振器と、  
前記第 1 の入出力ポート、前記第 2 の入出力ポートおよび前記複数の共振器を一体化するための積層体とを備え、  
前記積層体は、積層された複数の誘電体層を含み、  
前記複数の共振器の各々は、前記積層体内の導体の線路によって構成された両端開放型共振器であり、  
前記複数の共振器のうちの少なくとも 1 つは、前記複数の誘電体層の積層方向に直交する方向に互いに離れた位置に配置された第 1 の線路部分および第 2 の線路部分と、前記第 1 の線路部分と前記第 2 の線路部分とを接続する第 3 の線路部分とを含む共振器導体部を有し、  
前記第 1 ないし第 3 の線路部分は、前記第 1 の線路部分と前記第 2 の線路部分との間の空間を囲むように延在していることを特徴とするバンドパスフィルタ。

## 【請求項 2】

前記複数の共振器は、回路構成上前記第 1 の入出力ポートに最も近い第 1 の共振器と、回路構成上前記第 2 の入出力ポートに最も近い第 2 の共振器と、回路構成上前記第 1 の共振器と前記第 2 の共振器との間に設けられた少なくとも 1 つの中間共振器とを含むことを特徴とする請求項 1 記載のバンドパスフィルタ。

## 【請求項 3】

前記第 1 および第 2 の共振器は、それぞれ、前記共振器導体部を有していることを特徴とする請求項 2 記載のバンドパスフィルタ。

## 【請求項 4】

前記第 1 の共振器の前記共振器導体部の前記第 3 の線路部分と、前記第 2 の共振器の前記共振器導体部の前記第 3 の線路部分は、隣接し且つそれぞれ前記積層方向に直交する同一の方向に沿って延在していることを特徴とする請求項 3 記載のバンドパスフィルタ。

## 【請求項 5】

前記少なくとも 1 つの中間共振器は、複数の中間共振器であり、  
前記複数の中間共振器の少なくとも 1 つは、前記共振器導体部を有していることを特徴とする請求項 2 ないし 4 のいずれかに記載のバンドパスフィルタ。

## 【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの中間共振器は、第 3 の共振器、第 4 の共振器および第 5 の共振器であり、  
前記第 4 の共振器は、回路構成上前記第 3 の共振器と前記第 5 の共振器の間に設けられ、  
前記第 3 および第 5 の共振器は、それぞれ、前記共振器導体部を有していることを特徴とする請求項 2 ないし 4 のいずれかに記載のバンドパスフィルタ。

## 【請求項 7】

更に、少なくとも 1 つのキャパシタを備え、  
前記第 1 および第 2 の線路部分の各々は、前記共振器導体部の長手方向において前記第 3 の線路部分から最も遠い位置にある端部を有し、  
前記少なくとも 1 つのキャパシタは、前記長手方向において前記第 3 の線路部分に向かって前記端部から離れた位置において前記共振器導体部に接続されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載のバンドパスフィルタ。

## 【請求項 8】

前記第 1 の線路部分は、短手方向の寸法が一定の第 1 の幅一定部分を含み、  
前記第 2 の線路部分は、短手方向の寸法が一定の第 2 の幅一定部分を含み、  
前記第 3 の線路部分の短手方向の寸法は、前記第 1 および第 2 の幅一定部分の各々の短手

10

20

30

40

50

方向の寸法よりも小さいことを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載のバンドパスフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の共振器を含むバンドパスフィルタに関する。

【背景技術】

【0002】

現在、第 5 世代移動通信システム（以下、5G と言う。）を用いた通信サービスが提供され始めている。5G では、10GHz 以上の周波数帯域、特に、10～30GHz の準ミリ波帯や 30～300GHz のミリ波帯の利用が想定されている。 10

【0003】

通信装置に用いられる電子部品の一つには、複数の共振器を備えたバンドパスフィルタがある。複数の共振器の各々は、例えば、一方向に長い導体部を有している。特に小型の通信装置に用いられるバンドパスフィルタには、小型化が求められる。

【0004】

特許文献 1 には、一端が接地され他端が開放された U 字型ストリップライン共振器が 2 つ形成され、且つ U 字型ストリップライン共振器の接地側同士が隣り合うように配置されたバンドパスフィルタが開示されている。特許文献 2 には、一端が開放され他端が短絡されたコの字型の共振器電極が 2 つ形成され、且つ共振器電極の開放端側同士が隣り合うように配置されたバンドパスフィルタが開示されている。特許文献 1, 2 に開示されたバンドパスフィルタでは、共振器を構成する導体を折り曲げることによって、バンドパスフィルタを小型化している。 20

【0005】

特許文献 3 には、細幅部と細幅部の両側に位置する 2 つの幅広部とを含む共振器導体部を有する直線形状の共振器が形成されたバンドパスフィルタが開示されている。上記の構成の共振器は、ステップインピーダンス共振器（以下、SIR とも記す。）の一種である。特許文献 3 の共振器は、両端開放型の 1/2 波長共振器である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 10 - 209708 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 266696 号公報

【特許文献 3】特開 2020 - 57920 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

複数の 1/2 波長共振器を含むバンドパスフィルタでは、1/2 波長共振器が長いため、小型化することが難しいという問題点があった。特許文献 3 では、SIR を用いて共振器導体部を短くすることによって、バンドパスフィルタを小型化している。しかし、このバンドパスフィルタには、小型化の観点から、改善の余地があった。 40

【0008】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、複数の両端開放型共振器を含むバンドパスフィルタであって、小型化が可能なパスフィルタを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明のバンドパスフィルタは、第 1 の入出力ポートと、第 2 の入出力ポートと、回路構成上第 1 の入出力ポートと第 2 の入出力ポートの間に設けられ、回路構成上隣接する 2 つの共振器が電磁結合するように構成された複数の共振器と、第 1 の入出力ポート、第 2 の入出力ポートおよび複数の共振器を一体化するための積層体とを備えている。積層体は、 50

積層された複数の誘電体層を含んでいる。

【0010】

複数の共振器の各々は、積層体内の導体の線路によって構成された両端開放型共振器である。複数の共振器のうちの少なくとも1つは、複数の誘電体層の積層方向に直交する方向に互いに離れた位置に配置された第1の線路部分および第2の線路部分と、第1の線路部分と第2の線路部分とを接続する第3の線路部分を含む共振器導体部を有している。第1ないし第3の線路部分は、第1の線路部分と第2の線路部分との間の空間を囲むように延在している。

【0011】

本発明のバンドパスフィルタにおいて、複数の共振器は、回路構成上第1の入出力ポートに最も近い第1の共振器と、回路構成上第2の入出力ポートに最も近い第2の共振器と、回路構成上第1の共振器と第2の共振器との間に設けられた少なくとも1つの中間共振器とを含んでいてもよい。この場合、第1および第2の共振器は、それぞれ、前記共振器導体部を有していてもよい。また、第1の共振器の前記共振器導体部の第3の線路部分と、第2の共振器の前記共振器導体部の第3の線路部分は、隣接し且つそれぞれ積層方向に直交する同一の方向に沿って延在していてもよい。

10

【0012】

また、複数の共振器が少なくとも1つの中間共振器を含んでいる場合、少なくとも1つの中間共振器は、複数の中間共振器であってもよい。この場合、複数の中間共振器の少なくとも1つは、前記共振器導体部を有していてもよい。あるいは、少なくとも1つの中間共振器は、第3の共振器、第4の共振器および第5の共振器であってもよい。第4の共振器は、回路構成上第3の共振器と第5の共振器の間に設けられている。この場合、第3および第5の共振器は、それぞれ、前記共振器導体部を有していてもよい。

20

【0013】

また、本発明のバンドパスフィルタは、更に、少なくとも1つのキャパシタを備えていてもよい。この場合、第1および第2の線路部分の各々は、前記共振器導体部の長手方向において第3の線路部分から最も遠い位置にある端部を有していてもよい。少なくとも1つのキャパシタは、長手方向において第3の線路部分に向かって前記端部から離れた位置において前記共振器導体部に接続されていてもよい。

【0014】

また、本発明のバンドパスフィルタにおいて、第1の線路部分は、短手方向の寸法が一定の第1の幅一定部分を含んでいてもよく、第2の線路部分は、短手方向の寸法が一定の第2の幅一定部分を含んでいてもよい。この場合、第3の線路部分の短手方向の寸法は、第1および第2の幅一定部分の各々の短手方向の寸法よりも小さくてもよい。

30

【発明の効果】

【0015】

本発明のバンドパスフィルタでは、複数の共振器のうちの少なくとも1つは、複数の誘電体層の積層方向に直交する方向に互いに離れた位置に配置された第1の線路部分および第2の線路部分と、第1の線路部分と第2の線路部分とを接続する第3の線路部分を含む共振器導体部を有している。第1ないし第3の線路部分は、第1の線路部分と第2の線路部分との間の空間を囲むように延在している。これにより、本発明のバンドパスフィルタによれば、小型化することが可能になるという効果を奏する。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るバンドパスフィルタの構造を示す斜視図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係るバンドパスフィルタの回路構成を示す回路図である。

【図3】図1に示した積層体における1層目の誘電体層のパターン形成面を示す説明図である。

50

【図 4】図 1 に示した積層体における 2 層目の誘電体層のパターン形成面を示す説明図である。

【図 5】図 1 に示した積層体における 3 層目の誘電体層のパターン形成面を示す説明図である。

【図 6】図 1 に示した積層体における 4 層目の誘電体層のパターン形成面を示す説明図である。

【図 7】図 1 に示した積層体における 5 層目および 6 層目の誘電体層のパターン形成面を示す説明図である。

【図 8】図 1 に示した積層体における 7 層目の誘電体層のパターン形成面を示す説明図である。

10

【図 9】図 1 に示した積層体における 8 層目の誘電体層のパターン形成面を示す説明図である。

【図 10】図 1 に示した積層体における 9 層目の誘電体層のパターン形成面を示す説明図である。

【図 11】図 1 に示した積層体における 10 層目ないし 17 層目の誘電体層のパターン形成面を示す説明図である。

【図 12】図 1 に示した積層体における 18 層目の誘電体層のパターン形成面を示す説明図である。

【図 13】本発明の第 1 の実施の形態に係るバンドパスフィルタの要部を示す平面図である。

20

【図 14】シミュレーションによって求めたバンドパスフィルタの挿入損失および反射損失の周波数特性の一例を示す特性図である。

【図 15】図 14 に示した挿入損失の周波数特性の一部を拡大して示す特性図である。

【図 16】図 14 に示した反射損失の周波数特性の一部を拡大して示す特性図である。

【図 17】本発明の第 2 の実施の形態に係るバンドパスフィルタの構造を示す斜視図である。

【図 18】本発明の第 2 の実施の形態における 8 層目の誘電体層のパターン形成面を示す説明図である。

【図 19】本発明の第 2 の実施の形態に係るバンドパスフィルタの要部を示す平面図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0017】

[第 1 の実施の形態]

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。始めに、図 1 および図 2 を参照して、本発明の第 1 の実施の形態に係るバンドパスフィルタの構成について説明する。図 1 は、本実施の形態に係るバンドパスフィルタの構造を示す斜視図である。図 2 は、本実施の形態に係るバンドパスフィルタの回路構成を示す回路図である。

【0018】

図 1 および図 2 に示したように、本実施の形態に係るバンドパスフィルタ 1 は、第 1 の入出力ポート 3 と、第 2 の入出力ポート 4 と、回路構成上隣接する 2 つの共振器が電磁結合するように構成された複数の共振器と、第 1 の入出力ポート 3、第 2 の入出力ポート 4 および複数の共振器を一体化するための積層体 2 とを備えている。積層体 2 は、積層された複数の誘電体層を含んでいる。複数の共振器の各々は、積層体 2 内の導体の線路によって構成された両端開放型共振器であり且つ 1/2 波長共振器である。なお、本出願において、「回路構成上」という表現は、物理的な構成における配置ではなく、回路図上での配置を指すために用いている。

40

【0019】

ここで、図 1 に示したように、X 方向、Y 方向および Z 方向を定義する。X 方向、Y 方向および Z 方向は、互いに直交する。本実施の形態では、複数の誘電体層の積層方向（図 1 では上側に向かう方向）を、Z 方向とする。また、X 方向とは反対の方向を - X 方向とし

50

、Y方向とは反対の方向を - Y方向とし、Z方向とは反対の方向を - Z方向とする。

【0020】

積層体2は、直方体形状を有している。積層体2は、Z方向における積層体2の両端に位置する下面2Aおよび上面2Bと、下面2Aと上面2Bを接続する4つの側面2C, 2D, 2E, 2Fを有している。下面2Aは、積層体2における-Z方向の端に位置する。上面2Bは、積層体2におけるZ方向の端に位置する。側面2Cは、積層体2における-X方向の端に位置する。側面2Dは、積層体2におけるX方向の端に位置する。側面2Eは、積層体2における-Y方向の端に位置する。側面2Fは、積層体2におけるY方向の端に位置する。

【0021】

複数の共振器は、回路構成上、第1の入出力ポート3と第2の入出力ポート4の間に設けられている。図2に示したように、本実施の形態では特に、複数の共振器は、5個の共振器51, 52, 53, 54, 55である。5個の共振器51, 52, 53, 54, 55は、回路構成上、第1の入出力ポート3側からこの順に配置されている。共振器51は、回路構成上第1の入出力ポート3に最も近く、共振器55は、回路構成上第2の入出力ポート4に最も近い。共振器51は、本発明における「第1の共振器」に対応する。共振器55は、本発明における「第2の共振器」に対応する。

【0022】

共振器52~54は、回路構成上、共振器51と共振器55との間に設けられている。共振器52~54は、本発明における「中間共振器」に対応する。共振器53は、回路構成上、共振器52と共振器54の間に設けられている。共振器52は、本発明における「第3の共振器」に対応する。共振器53は、本発明における「第4の共振器」に対応する。共振器54は、本発明における「第5の共振器」に対応する。

【0023】

共振器51~55は、共振器51, 52が回路構成上隣接して電磁結合し、共振器52, 53が回路構成上隣接して電磁結合し、共振器53, 54が回路構成上隣接して電磁結合し、共振器54, 55が回路構成上隣接して電磁結合するように構成されている。また、本実施の形態では特に、回路構成上隣接する2つの共振器の間の電磁結合は、容量結合である。

【0024】

バンドパスフィルタ1は、共振器51, 52間の容量結合を実現するキャパシタC12と、共振器52, 53間の容量結合を実現するキャパシタC23と、共振器53, 54間の容量結合を実現するキャパシタC34と、共振器54, 55間の容量結合を実現するキャパシタC45とを備えている。

【0025】

ここで、回路構成上隣接する2つの共振器が結合するように構成された3つ以上の共振器を備えたバンドパスフィルタにおける、回路構成上隣接しない2つの共振器の間の電磁結合を飛び越し結合と言う。本実施の形態に係るバンドパスフィルタ1は、以下で説明するように、2つの飛び越し結合を有している。

【0026】

本実施の形態では、5個の共振器51~55のうち回路構成上第1の入出力ポート3に最も近い共振器51と、5個の共振器51~55のうち回路構成上第2の入出力ポート4に最も近い共振器55は、回路構成上隣接していないが磁気結合している。

【0027】

また、本実施の形態では、5個の共振器51~55のうち回路構成上第1の入出力ポート3に2番目に近い共振器52と、5個の共振器51~55のうち回路構成上第2の入出力ポート4に2番目に近い共振器54は、回路構成上隣接していないが容量結合している。バンドパスフィルタ1は、更に、共振器52, 54間の容量結合を実現するキャパシタC24を備えている。

【0028】

10

20

30

40

50

バンドパスフィルタ 1 は、更に、第 1 の入出力ポート 3 と共振器 5 1 との間に設けられたキャパシタ C 1 と、第 2 の入出力ポート 4 と共振器 5 5 との間に設けられたキャパシタ C 2 とを備えている。

【 0 0 2 9 】

バンドパスフィルタ 1 は、更に、シールド 6 と、第 1 の仕切り部 7 と、第 2 の仕切り部 8 とを備えている。シールド 6 は、導体よりなり、積層体 2 に一体化されている。また、シールド 6 は、グランドに接続されている。シールド 6 は、バンドパスフィルタ 1 の周囲へ電磁波が放射されることを防止する機能を有する。シールド 6 は、5 個の共振器を囲むように配置されている。第 1 の仕切り部 7 と第 2 の仕切り部 8 の各々は、導体よりなり、積層体 2 内に設けられて、シールド 6 に電氣的に接続されている。

10

【 0 0 3 0 】

第 1 の仕切り部 7 は、Z 方向に延びている。また、第 1 の仕切り部 7 は、積層体 2 を構成する 2 つ以上の誘電体層を貫通している。第 1 の仕切り部 7 は、TE モードを抑制する機能を有する。本実施の形態では、第 1 の仕切り部 7 は、それぞれ積層体 2 を構成する 2 つ以上の誘電体層を貫通する複数の第 1 のスルーホール列を含んでいる。図 1 では、個々の第 1 のスルーホール列を円柱で表している。複数の第 1 のスルーホール列の各々は、直列に接続された 2 つ以上のスルーホールを含んでいる。複数の第 1 のスルーホール列の各々は、Z 方向に延びている。また、複数の第 1 のスルーホール列は、Y 方向に並ぶように配列されている。本実施の形態では、第 1 のスルーホール列の数は 4 である。

【 0 0 3 1 】

第 2 の仕切り部 8 は、Z 方向に延びている。また、第 2 の仕切り部 8 は、積層体 2 を構成する 2 つ以上の誘電体層を貫通している。本実施の形態では、第 2 の仕切り部 8 は、それぞれ積層体 2 を構成する 2 つ以上の誘電体層を貫通する複数の第 2 のスルーホール列を含んでいる。図 1 では、個々の第 2 のスルーホール列を円柱で表している。複数のスルーホール列の各々は、直列に接続された 2 つ以上のスルーホールを含んでいる。複数の第 2 のスルーホール列の各々は、Z 方向に延びている。また、複数の第 2 のスルーホール列は、X 方向に並ぶように配列されている。本実施の形態では、第 2 のスルーホール列の数は 4 である。

20

【 0 0 3 2 】

次に、図 1 および図 2 を参照して、共振器 5 1 ~ 5 5 の構成について詳しく説明する。共振器 5 1 , 5 2 , 5 3 , 5 4 , 5 5 は、それぞれ共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 3 0 , 5 4 0 , 5 5 0 を有している。共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 3 0 , 5 4 0 , 5 5 0 の各々は、複数の誘電体層の積層方向すなわち Z 方向に直交する方向に延びている。

30

【 0 0 3 3 】

前述のように、共振器 5 1 ~ 5 5 の各々は、両端開放型共振器である。そのため、共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 3 0 , 5 4 0 , 5 5 0 の各々の両端は、開放されている。共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 3 0 , 5 4 0 , 5 5 0 の各々は、バンドパスフィルタ 1 の通過帯域の中心周波数に対応する波長の  $1/2$  またはそれに近い長さを有している。

【 0 0 3 4 】

共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 3 0 , 5 4 0 , 5 5 0 の各々は、Z 方向に直交する方向に互いに離れた位置に配置された第 1 の線路部分および第 2 の線路部分と、第 1 の線路部分と第 2 の線路部分とを接続する第 3 の線路部分とを含んでいる。

40

【 0 0 3 5 】

以下、共振器導体部 5 1 0 の第 1 の線路部分、第 2 の線路部分および第 3 の線路部分を、それぞれ符号 5 1 A , 5 1 B , 5 1 C を用いて表す。また、共振器導体部 5 2 0 の第 1 の線路部分、第 2 の線路部分および第 3 の線路部分を、それぞれ符号 5 2 A , 5 2 B , 5 2 C を用いて表す。また、共振器導体部 5 3 0 の第 1 の線路部分、第 2 の線路部分および第 3 の線路部分を、それぞれ符号 5 3 A , 5 3 B , 5 3 C を用いて表す。また、共振器導体部 5 4 0 の第 1 の線路部分、第 2 の線路部分および第 3 の線路部分を、それぞれ符号 5 4 A , 5 4 B , 5 4 C を用いて表す。また、共振器導体部 5 5 0 の第 1 の線路部分、第 2 の

50

線路部分および第 3 の線路部分を、それぞれ符号 5 5 A , 5 5 B , 5 5 C を用いて表す。

【 0 0 3 6 】

次に、図 3 ないし図 1 2 を参照して、積層体 2 を構成する複数の誘電体層と、この複数の誘電体層に形成された複数の導体層および複数のスルーホール構成の一例について説明する。この例では、積層体 2 は、積層された 1 8 層の誘電体層を有している。以下、この 1 8 層の誘電体層を、下から順に 1 層目ないし 1 8 層目の誘電体層と呼ぶ。また、1 層目ないし 1 8 層目の誘電体層を符号 3 1 ~ 4 8 で表す。図 3 ないし図 1 2 において、複数の円は複数のスルーホールを表している。

【 0 0 3 7 】

図 3 は、1 層目の誘電体層 3 1 のパターン形成面を示している。誘電体層 3 1 のパターン形成面には、第 1 の入出力ポート 3 を構成する導体層 3 1 1 と、第 2 の入出力ポート 4 を構成する導体層 3 1 2 と、シールド 6 を構成する導体層 3 1 3 , 3 1 4 , 3 1 5 , 3 1 6 とが形成されている。

10

【 0 0 3 8 】

また、誘電体層 3 1 には、導体層 3 1 1 に接続されたスルーホール 3 1 T 1 と、導体層 3 1 2 に接続されたスルーホール 3 1 T 2 と、シールド 6 を構成する複数のスルーホール 6 T 1 が形成されている。図 3 では、複数のスルーホール 6 T 1 のうちの任意の 1 つを、符号 6 T 1 を付した円で表し、他のスルーホール 6 T 1 を、符号を付していない複数の円で表している。なお、これ以降の説明で使用する図 3 と同様の図においても、シールド 6 を構成する複数のスルーホールについては、図 3 と同様の表し方を用いる。複数のスルーホール 6 T 1 の各々は、導体層 3 1 3 ~ 3 1 6 のいずれかに接続されている。

20

【 0 0 3 9 】

図 4 は、2 層目の誘電体層 3 2 のパターン形成面を示している。誘電体層 3 2 のパターン形成面には、シールド 6 を構成する導体層 3 2 1 が形成されている。

【 0 0 4 0 】

また、誘電体層 3 2 には、スルーホール 3 2 T 1 , 3 2 T 2 が形成されている。スルーホール 3 2 T 1 , 3 2 T 2 には、それぞれ、図 3 に示したスルーホール 3 1 T 1 , 3 1 T 2 が接続されている。

【 0 0 4 1 】

誘電体層 3 2 には、更に、シールド 6 を構成する複数のスルーホール 6 T 2 と、第 1 の仕切り部 7 を構成する 4 つのスルーホール 7 T 2 と、第 2 の仕切り部 8 を構成する 4 つのスルーホール 8 T 2 とが形成されている。複数のスルーホール 6 T 2 の一部と、4 つのスルーホール 7 T 2 と、4 つのスルーホール 8 T 2 と、図 3 に示した複数のスルーホール 6 T 1 の一部は、導体層 3 2 1 に接続されている。複数のスルーホール 6 T 2 のうち導体層 3 2 1 に接続されていない複数のスルーホールは、複数のスルーホール 6 T 1 のうち導体層 3 2 1 に接続されていない複数のスルーホールに接続されている。

30

【 0 0 4 2 】

図 5 は、3 層目の誘電体層 3 3 のパターン形成面を示している。誘電体層 3 3 には、スルーホール 3 3 T 1 , 3 3 T 2 が形成されている。スルーホール 3 3 T 1 , 3 3 T 2 には、それぞれ、図 4 に示したスルーホール 3 2 T 1 , 3 2 T 2 が接続されている。

40

【 0 0 4 3 】

誘電体層 3 3 には、更に、シールド 6 を構成する複数のスルーホール 6 T 3 と、第 1 の仕切り部 7 を構成する 4 つのスルーホール 7 T 3 と、第 2 の仕切り部 8 を構成する 4 つのスルーホール 8 T 3 とが形成されている。複数のスルーホール 6 T 3 には、図 4 に示した複数のスルーホール 6 T 2 が接続されている。4 つのスルーホール 7 T 3 には、図 4 に示した 4 つのスルーホール 7 T 2 が接続されている。4 つのスルーホール 8 T 3 には、図 4 に示した 4 つのスルーホール 8 T 2 が接続されている。

【 0 0 4 4 】

図 6 は、4 層目の誘電体層 3 4 のパターン形成面を示している。誘電体層 3 4 のパターン形成面には、2 つの導体層 3 4 1 , 3 4 2 が形成されている。導体層 3 4 1 には、図 5 に

50



示したスルーホール 3 3 T 1 が接続されている。導体層 3 4 2 には、図 5 に示したスルーホール 3 3 T 2 が接続されている。

【 0 0 4 5 】

また、誘電体層 3 4 には、導体層 3 4 1 に接続されたスルーホール 3 4 T 1 と、導体層 3 4 2 に接続されたスルーホール 3 4 T 2 が形成されている。

【 0 0 4 6 】

誘電体層 3 4 には、更に、シールド 6 を構成する複数のスルーホール 6 T 4 と、第 1 の仕切り部 7 を構成する 4 つのスルーホール 7 T 4 と、第 2 の仕切り部 8 を構成する 4 つのスルーホール 8 T 4 とが形成されている。複数のスルーホール 6 T 4 には、図 5 に示した複数のスルーホール 6 T 3 が接続されている。4 つのスルーホール 7 T 4 には、図 5 に示した 4 つのスルーホール 7 T 3 が接続されている。4 つのスルーホール 8 T 4 には、図 5 に示した 4 つのスルーホール 8 T 3 が接続されている。

10

【 0 0 4 7 】

図 7 は、5 層目および 6 層目の誘電体層 3 5 , 3 6 のパターン形成面を示している。誘電体層 3 5 , 3 6 の各々には、スルーホール 3 5 T 1 , 3 5 T 2 が形成されている。5 層目の誘電体層 3 5 に形成されたスルーホール 3 5 T 1 , 3 5 T 2 には、それぞれ、図 6 に示したスルーホール 3 4 T 1 , 3 4 T 2 が接続されている。

【 0 0 4 8 】

誘電体層 3 5 , 3 6 の各々には、更に、シールド 6 を構成する複数のスルーホール 6 T 5 と、第 1 の仕切り部 7 を構成する 4 つのスルーホール 7 T 5 と、第 2 の仕切り部 8 を構成する 4 つのスルーホール 8 T 5 とが形成されている。5 層目の誘電体層 3 5 に形成された複数のスルーホール 6 T 5 には、図 6 に示した複数のスルーホール 6 T 4 が接続されている。5 層目の誘電体層 3 5 に形成された 4 つのスルーホール 7 T 5 には、図 6 に示した 4 つのスルーホール 7 T 4 が接続されている。5 層目の誘電体層 3 5 に形成された 4 つのスルーホール 8 T 5 には、図 6 に示した 4 つのスルーホール 8 T 4 が接続されている。

20

【 0 0 4 9 】

また、誘電体層 3 5 , 3 6 では、上下に隣接する同じ符号のスルーホール同士が互いに接続されている。

【 0 0 5 0 】

図 8 は、7 層目の誘電体層 3 7 のパターン形成面を示している。誘電体層 3 7 のパターン形成面には、図 2 に示したキャパシタ C 1 を構成するための導体層 3 7 1 と、図 2 に示したキャパシタ C 2 を構成するための導体層 3 7 2 とが形成されている。導体層 3 7 1 には、6 層目の誘電体層 3 6 に形成されたスルーホール 3 5 T 1 が接続されている。導体層 3 7 2 には、6 層目の誘電体層 3 6 に形成されたスルーホール 3 5 T 2 が接続されている。

30

【 0 0 5 1 】

また、誘電体層 3 7 には、シールド 6 を構成する複数のスルーホール 6 T 7 と、第 1 の仕切り部 7 を構成する 4 つのスルーホール 7 T 7 と、第 2 の仕切り部 8 を構成する 4 つのスルーホール 8 T 7 とが形成されている。複数のスルーホール 6 T 7 には、6 層目の誘電体層 3 6 に形成された複数のスルーホール 6 T 5 が接続されている。4 つのスルーホール 7 T 7 には、6 層目の誘電体層 3 6 に形成された 4 つのスルーホール 7 T 5 が接続されている。4 つのスルーホール 8 T 7 には、6 層目の誘電体層 3 6 に形成された 4 つのスルーホール 8 T 5 が接続されている。

40

【 0 0 5 2 】

図 9 は、8 層目の誘電体層 3 8 のパターン形成面を示している。誘電体層 3 8 のパターン形成面には、それぞれ導体の線路によって構成された共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 3 0 , 5 4 0 , 5 5 0 が形成されている。共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 3 0 , 5 4 0 , 5 5 0 の形状および配置については、後で詳しく説明する。

【 0 0 5 3 】

また、誘電体層 3 8 には、シールド 6 を構成する複数のスルーホール 6 T 8 と、第 1 の仕切り部 7 を構成する 4 つのスルーホール 7 T 8 と、第 2 の仕切り部 8 を構成する 4 つのス

50

ルーホール 8 T 8 とが形成されている。複数のスルーホール 6 T 8 は、共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 3 0 , 5 4 0 , 5 5 0 の周囲に配置されている。4 つのスルーホール 7 T 8 は、共振器導体部 5 1 0 と共振器導体部 5 5 0 との間に配置されている。4 つのスルーホール 8 T 8 は、共振器導体部 5 2 0 , 5 4 0 によって囲まれた空間に配置されている。複数のスルーホール 6 T 8 には、図 8 に示した複数のスルーホール 6 T 7 が接続されている。4 つのスルーホール 7 T 8 には、図 8 に示した 4 つのスルーホール 7 T 7 が接続されている。4 つのスルーホール 8 T 8 には、図 8 に示した 4 つのスルーホール 8 T 7 が接続されている。

【 0 0 5 4 】

図 1 0 は、9 層目の誘電体層 3 9 のパターン形成面を示している。誘電体層 3 9 のパターン形成面には、それぞれ図 2 に示したキャパシタ C 1 2 , C 2 3 , C 3 4 , C 4 5 , C 2 4 を構成するための導体層 3 9 1 , 3 9 2 , 3 9 3 , 3 9 4 , 3 9 5 が形成されている。

10

【 0 0 5 5 】

また、誘電体層 3 9 には、シールド 6 を構成する複数のスルーホール 6 T 9 と、第 1 の仕切り部 7 を構成する 4 つのスルーホール 7 T 9 と、第 2 の仕切り部 8 を構成する 4 つのスルーホール 8 T 9 とが形成されている。複数のスルーホール 6 T 9 には、図 9 に示した複数のスルーホール 6 T 8 が接続されている。4 つのスルーホール 7 T 9 には、図 9 に示した 4 つのスルーホール 7 T 8 が接続されている。4 つのスルーホール 8 T 9 には、図 9 に示した 4 つのスルーホール 8 T 8 が接続されている。

【 0 0 5 6 】

図 1 1 は、1 0 層目ないし 1 7 層目の誘電体層 4 0 ~ 4 7 のパターン形成面を示している。誘電体層 4 0 ~ 4 7 の各々には、シールド 6 を構成する複数のスルーホール 6 T 1 0 と、第 1 の仕切り部 7 を構成する 4 つのスルーホール 7 T 1 0 と、第 2 の仕切り部 8 を構成する 4 つのスルーホール 8 T 1 0 とが形成されている。1 0 層目の誘電体層 4 0 に形成された複数のスルーホール 6 T 1 0 には、図 1 0 に示した複数のスルーホール 6 T 9 が接続されている。1 0 層目の誘電体層 4 0 に形成された 4 つのスルーホール 7 T 1 0 には、図 1 0 に示した 4 つのスルーホール 7 T 9 が接続されている。1 0 層目の誘電体層 4 0 に形成された 4 つのスルーホール 8 T 1 0 には、図 1 0 に示した 4 つのスルーホール 8 T 9 が接続されている。

20

【 0 0 5 7 】

誘電体層 4 0 ~ 4 7 では、上下に隣接する同じ符号のスルーホール同士が互いに接続されている。

30

【 0 0 5 8 】

図 1 2 は、1 8 層目の誘電体層 4 8 のパターン形成面を示している。誘電体層 4 8 のパターン形成面には、シールド 6 を構成する導体層 4 8 1 が形成されている。導体層 4 8 1 には、1 7 層目の誘電体層 4 7 に形成されたスルーホール 6 T 1 0 , 7 T 1 0 , 8 T 1 0 が接続されている。

【 0 0 5 9 】

本実施の形態に係るバンドパスフィルタ 1 は、1 層目の誘電体層 3 1 のパターン形成面が積層体 2 の下面 2 A になるように、1 層目ないし 1 8 層目の誘電体層 3 1 ~ 4 8 が積層されて構成される。1 8 層目の誘電体層 4 8 におけるパターン形成面とは反対側の面は、積層体 2 の上面 2 B になる。

40

【 0 0 6 0 】

次に、図 1 3 を参照して、共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 3 0 , 5 4 0 , 5 5 0 の形状および配置について説明する。図 1 3 は、バンドパスフィルタ 1 の要部を示す平面図である。共振器 5 1 ~ 5 5 のそれぞれの共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 3 0 , 5 4 0 , 5 5 0 は、Z 方向に関して、積層体 2 内の同じ位置に配置されている。

【 0 0 6 1 】

共振器導体部 5 1 0 は、Y 方向に離れた位置に配置された第 1 の線路部分 5 1 A および第 2 の線路部分 5 1 B と、第 1 の線路部分 5 1 A と第 2 の線路部分 5 1 B とを接続する第 3

50

の線路部分 5 1 C とを含んでいる。図 1 3 では、第 1 の線路部分 5 1 A と第 3 の線路部分 5 1 C との境界と、第 2 の線路部分 5 1 B と第 3 の線路部分 5 1 C との境界を、それぞれ点線で示している。第 1 ないし第 3 の線路部分 5 1 A ~ 5 1 C は、第 1 の線路部分 5 1 A と第 2 の線路部分 5 1 B との間の空間を囲むように延在している。具体的には、共振器導体部 5 1 0 の全体すなわち第 1 ないし第 3 の線路部分 5 1 A ~ 5 1 C は、Z 方向から見て、上記空間を囲む U 字形状を有している。第 1 および第 2 の線路部分 5 1 A , 5 1 B の各々の大部分は、X 方向に沿って延在している。第 3 の線路部分 5 1 C は、Y 方向に沿って延在している。

【 0 0 6 2 】

第 1 の線路部分 5 1 A は、共振器導体部 5 1 0 の長手方向において第 3 の線路部分 5 1 C から最も遠い位置にある端部 5 1 a を有している。第 2 の線路部分 5 1 B は、共振器導体部 5 1 0 の長手方向において第 3 の線路部分 5 1 C から最も遠い位置にある端部 5 1 b を有している。

10

【 0 0 6 3 】

ここで、各線路部分の短手方向の寸法を、幅と言う。第 1 の線路部分 5 1 A は、幅が一定の第 1 の幅一定部分を含んでいる。第 2 の線路部分 5 1 B は、幅が一定の第 2 の幅一定部分を含んでいる。第 3 の線路部分 5 1 C の幅は、第 1 および第 2 の幅一定部分の各々の幅よりも小さい。本実施の形態では特に、第 1 の線路部分 5 1 A は、第 1 の幅一定部分として、端部 5 1 a を含む部分と、この部分と第 3 の線路部分 5 1 C との間に位置する部分とを含んでいる。第 2 の幅一定部分は、端部 5 1 b を含んでいる。第 3 の線路部分 5 1 C の幅は、第 3 の線路部分 5 1 C の長手方向の位置によらずに一定である。また、第 3 の線路部分 5 1 C の幅は、第 1 の線路部分 5 1 A の最大の幅および第 2 の線路部分 5 1 B の最大の幅よりも小さく、且つ第 1 の線路部分 5 1 A の最小の幅および第 2 の線路部分 5 1 B の最小の幅と等しい。

20

【 0 0 6 4 】

共振器導体部 5 2 0 は、Y 方向に離れた位置に配置された第 1 の線路部分 5 2 A および第 2 の線路部分 5 2 B と、第 1 の線路部分 5 2 A と第 2 の線路部分 5 2 B とを接続する第 3 の線路部分 5 2 C とを含んでいる。図 1 3 では、第 1 の線路部分 5 2 A と第 3 の線路部分 5 2 C との境界と、第 2 の線路部分 5 2 B と第 3 の線路部分 5 2 C との境界を、それぞれ点線で示している。第 1 ないし第 3 の線路部分 5 2 A ~ 5 2 C は、第 1 の線路部分 5 2 A と第 2 の線路部分 5 2 B との間の空間を囲むように延在している。具体的には、共振器導体部 5 2 0 の全体すなわち第 1 ないし第 3 の線路部分 5 2 A ~ 5 2 C は、Z 方向から見て、上記空間を囲む U 字形状を有している。第 1 および第 2 の線路部分 5 2 A , 5 2 B の各々の大部分は、X 方向に沿って延在している。第 3 の線路部分 5 2 C は、Y 方向に沿って延在している。

30

【 0 0 6 5 】

第 1 の線路部分 5 2 A は、共振器導体部 5 2 0 の長手方向において第 3 の線路部分 5 2 C から最も遠い位置にある端部 5 2 a を有している。第 2 の線路部分 5 2 B は、共振器導体部 5 2 0 の長手方向において第 3 の線路部分 5 2 C から最も遠い位置にある端部 5 2 b を有している。

40

【 0 0 6 6 】

第 1 の線路部分 5 2 A は、幅が一定の第 1 の幅一定部分を含んでいる。第 2 の線路部分 5 2 B は、幅が一定の第 2 の幅一定部分を含んでいる。第 3 の線路部分 5 2 C の幅は、第 1 および第 2 の幅一定部分の各々の幅よりも小さい。本実施の形態では特に、第 1 の幅一定部分は、端部 5 2 a を含んでいる。第 2 の幅一定部分は、端部 5 2 b を含んでいる。第 3 の線路部分 5 2 C の幅は、第 3 の線路部分 5 2 C の長手方向の位置によらずに一定である。また、第 3 の線路部分 5 2 C の幅は、第 1 の線路部分 5 2 A の最大の幅および第 2 の線路部分 5 2 B の最大の幅よりも小さく、且つ第 1 の線路部分 5 2 A の最小の幅および第 2 の線路部分 5 2 B の最小の幅と等しい。

【 0 0 6 7 】

50

共振器導体部 5 3 0 は、X 方向に離れた位置に配置された第 1 の線路部分 5 3 A および第 2 の線路部分 5 3 B と、第 1 の線路部分 5 3 A と第 2 の線路部分 5 3 B とを接続する第 3 の線路部分 5 3 C とを含んでいる。図 1 3 では、第 1 の線路部分 5 3 A と第 3 の線路部分 5 3 C との境界と、第 2 の線路部分 5 3 B と第 3 の線路部分 5 3 C との境界を、それぞれ点線で示している。共振器導体部 5 3 0 の全体すなわち第 1 ないし第 3 の線路部分 5 3 A ~ 5 3 C は、X 方向に沿って延在している。

【 0 0 6 8 】

第 1 の線路部分 5 3 A は、共振器導体部 5 3 0 の長手方向において第 3 の線路部分 5 3 C から最も遠い位置にある端部 5 3 a を有している。第 2 の線路部分 5 3 B は、共振器導体部 5 3 0 の長手方向において第 3 の線路部分 5 3 C から最も遠い位置にある端部 5 3 b を有している。

10

【 0 0 6 9 】

第 1 の線路部分 5 3 A は、幅が一定の第 1 の幅一定部分を含んでいる。第 2 の線路部分 5 3 B は、幅が一定の第 2 の幅一定部分を含んでいる。第 3 の線路部分 5 3 C の幅は、第 1 および第 2 の幅一定部分の各々の幅よりも小さい。本実施の形態では特に、第 1 の幅一定部分は、端部 5 3 a を含んでいる。第 2 の幅一定部分は、端部 5 3 b を含んでいる。第 3 の線路部分 5 3 C の幅は、第 3 の線路部分 5 3 C の長手方向の位置によらずに一定である。また、第 3 の線路部分 5 3 C の幅は、第 1 の線路部分 5 3 A の最大の幅および第 2 の線路部分 5 3 B の最大の幅よりも小さく、且つ第 1 の線路部分 5 3 A の最小の幅および第 2 の線路部分 5 3 B の最小の幅と等しい。

20

【 0 0 7 0 】

共振器導体部 5 2 0 と共振器導体部 5 4 0 は、YZ 平面に対して対称な形状を有している。共振器導体部 5 2 0 の第 1 ないし第 3 の線路部分 5 2 A ~ 5 2 C についての説明中の共振器導体部 5 2 0、第 1 の線路部分 5 2 A、第 2 の線路部分 5 2 B および第 3 の線路部分 5 2 C を、それぞれ共振器導体部 5 4 0、第 1 の線路部分 5 4 A、第 2 の線路部分 5 4 B および第 3 の線路部分 5 4 C に置き換えれば、共振器導体部 5 4 0 の第 1 ないし第 3 の線路部分 5 4 A ~ 5 4 C についての説明になる。

【 0 0 7 1 】

第 1 の線路部分 5 4 A は、共振器導体部 5 4 0 の長手方向において第 3 の線路部分 5 4 C から最も遠い位置にある端部 5 4 a を有している。第 2 の線路部分 5 4 B は、共振器導体部 5 4 0 の長手方向において第 3 の線路部分 5 4 C から最も遠い位置にある端部 5 4 b を有している。

30

【 0 0 7 2 】

第 1 の線路部分 5 4 A は、幅が一定の第 1 の幅一定部分を含んでいる。第 2 の線路部分 5 4 B は、幅が一定の第 2 の幅一定部分を含んでいる。第 3 の線路部分 5 4 C の幅は、第 1 および第 2 の幅一定部分の各々の幅よりも小さい。本実施の形態では特に、第 1 の幅一定部分は、端部 5 4 a を含んでいる。第 2 の幅一定部分は、端部 5 4 b を含んでいる。第 3 の線路部分 5 4 C の幅は、第 3 の線路部分 5 4 C の長手方向の位置によらずに一定である。また、第 3 の線路部分 5 4 C の幅は、第 1 の線路部分 5 4 A の最大の幅および第 2 の線路部分 5 2 B の最大の幅よりも小さく、且つ第 1 の線路部分 5 4 A の最小の幅および第 2 の線路部分 5 4 B の最小の幅と等しい。

40

【 0 0 7 3 】

共振器導体部 5 1 0 と共振器導体部 5 5 0 は、YZ 平面に対して対称な形状を有している。共振器導体部 5 1 0 の第 1 ないし第 3 の線路部分 5 1 A ~ 5 1 C についての説明中の共振器導体部 5 1 0、第 1 の線路部分 5 1 A、第 2 の線路部分 5 1 B および第 3 の線路部分 5 1 C を、それぞれ共振器導体部 5 5 0、第 1 の線路部分 5 5 A、第 2 の線路部分 5 5 B および第 3 の線路部分 5 5 C に置き換えれば、共振器導体部 5 5 0 の第 1 ないし第 3 の線路部分 5 5 A ~ 5 5 C についての説明になる。

【 0 0 7 4 】

第 1 の線路部分 5 5 A は、共振器導体部 5 5 0 の長手方向において第 3 の線路部分 5 5 C

50

から最も遠い位置にある端部 5 5 a を有している。第 2 の線路部分 5 5 B は、共振器導体部 5 5 0 の長手方向において第 3 の線路部分 5 5 C から最も遠い位置にある端部 5 5 b を有している。

【 0 0 7 5 】

第 1 の線路部分 5 5 A は、幅が一定の第 1 の幅一定部分を含んでいる。第 2 の線路部分 5 5 B は、幅が一定の第 2 の幅一定部分を含んでいる。第 3 の線路部分 5 5 C の幅は、第 1 および第 2 の幅一定部分の各々の幅よりも小さい。本実施の形態では特に、第 1 の幅一定部分は、端部 5 5 a を含んでいる。第 2 の線路部分 5 5 B は、第 2 の幅一定部分として、端部 5 5 b を含む部分と、この部分と第 3 の線路部分 5 5 C との間に位置する部分とを含んでいる。第 3 の線路部分 5 5 C の幅は、第 3 の線路部分 5 5 C の長手方向の位置によらずに一定である。また、第 3 の線路部分 5 5 C の幅は、第 1 の線路部分 5 5 A の最大の幅および第 2 の線路部分 5 5 B の最大の幅よりも小さく、且つ第 1 の線路部分 5 5 A の最小の幅および第 2 の線路部分 5 5 B の最小の幅と等しい。

10

【 0 0 7 6 】

共振器導体部 5 5 0 は、共振器導体部 5 1 0 の X 方向の先に配置されている。共振器導体部 5 2 0 , 5 4 0 は、それぞれ共振器導体部 5 1 0 , 5 5 0 の Y 方向の先に配置されている。共振器導体部 5 3 0 は、共振器導体部 5 2 0 , 5 4 0 の Y 方向の先に配置されている。

【 0 0 7 7 】

共振器導体部 5 1 0 では、第 2 の線路部分 5 1 B は、第 1 の線路部分 5 1 A の Y 方向の先に配置されている。共振器導体部 5 2 0 では、第 2 の線路部分 5 2 B は、第 1 の線路部分 5 2 A の Y 方向の先に配置されている。共振器導体部 5 3 0 では、第 2 の線路部分 5 3 B は、第 1 の線路部分 5 3 A の X 方向の先に配置されている。共振器導体部 5 4 0 では、第 2 の線路部分 5 4 B は、第 1 の線路部分 5 4 A の - Y 方向の先に配置されている。共振器導体部 5 5 0 では、第 2 の線路部分 5 5 B は、第 1 の線路部分 5 5 A の - Y 方向の先に配置されている。

20

【 0 0 7 8 】

共振器導体部 5 1 0 の第 2 の線路部分 5 1 B と、共振器導体部 5 2 0 の第 1 の線路部分 5 2 A は、隣接し且つキャパシタ C 1 2 によって結合している。共振器導体部 5 2 0 の第 2 の線路部分 5 2 B と、共振器導体部 5 3 0 の第 1 の線路部分 5 3 A は、隣接し且つキャパシタ C 2 3 によって結合している。共振器導体部 5 3 0 の第 2 の線路部分 5 3 B と、共振器導体部 5 4 0 の第 1 の線路部分 5 4 A は、隣接し且つキャパシタ C 3 4 によって結合している。共振器導体部 5 4 0 の第 2 の線路部分 5 4 B と、共振器導体部 5 5 0 の第 1 の線路部分 5 5 A は、隣接し且つキャパシタ C 4 5 によって結合している。

30

【 0 0 7 9 】

共振器導体部 5 1 0 の第 3 の線路部分 5 1 C と、共振器導体部 5 5 0 の第 3 の線路部分 5 5 C は、隣接し且つそれぞれ Y 方向に沿って延在している。これにより、共振器 5 1 と共振器 5 5 は、磁気結合している。

【 0 0 8 0 】

共振器導体部 5 2 0 の第 1 の線路部分 5 2 A と、共振器導体部 5 4 0 の第 2 の線路部分 5 4 B は、端部 5 2 a と端部 5 4 b が X 方向に隣接するように配置され且つキャパシタ C 2 4 によって結合している。共振器導体部 5 2 0 の第 2 の線路部分 5 2 B と、共振器導体部 5 4 0 の第 1 の線路部分 5 4 A は、端部 5 2 b と端部 5 4 a が X 方向に隣接するように配置されている。

40

【 0 0 8 1 】

次に、図 2 ないし図 1 3 を参照して、バンドパスフィルタ 1 の構成要素と、積層体 2 の内部の構成要素との対応関係について説明する。第 1 の入出力ポート 3 を構成する導体層 3 1 1 は、スルーホール 3 1 T 1 , 3 2 T 1 , 3 3 T 1、導体層 3 4 1 およびスルーホール 3 5 T 1 を介して、図 8 に示した導体層 3 7 1 に接続されている。図 1 3 に示したように、導体層 3 7 1 は、誘電体層 3 7 を介して、共振器導体部 5 1 0 の第 1 の線路部分 5 1 A

50

に対向している。図 2 に示したキャパシタ C 1 は、導体層 3 7 1 と共振器導体部 5 1 0 と、これらの間の誘電体層 3 7 とによって構成されている。キャパシタ C 1 は、共振器導体部 5 1 0 の長手方向において端部 5 1 a から第 3 の線路部分 5 1 C に向かって離れた位置において、共振器導体部 5 1 0 の第 1 の線路部分 5 1 A に接続されている。

【 0 0 8 2 】

第 2 の入出力ポート 4 を構成する導体層 3 1 2 は、スルーホール 3 1 T 2 , 3 2 T 2 , 3 3 T 2 、導体層 3 4 2 およびスルーホール 3 5 T 2 を介して、図 8 に示した導体層 3 7 2 に接続されている。図 1 3 に示したように、導体層 3 7 2 は、誘電体層 3 7 を介して、共振器導体部 5 5 0 の第 2 の線路部分 5 5 B に対向している。図 2 に示したキャパシタ C 2 は、導体層 3 7 2 と共振器導体部 5 5 0 と、これらの間の誘電体層 3 7 とによって構成さ

10

【 0 0 8 3 】

図 1 3 に示したように、導体層 3 9 1 は、誘電体層 3 8 を介して、共振器導体部 5 1 0 の第 2 の線路部分 5 1 B と、共振器導体部 5 2 0 の第 1 の線路部分 5 2 A とに対向している。図 2 に示したキャパシタ C 1 2 は、導体層 3 9 1 と、共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 と、これらの間の誘電体層 3 8 とによって構成されている。キャパシタ C 1 2 は、共振器導体部 5 1 0 の長手方向において端部 5 1 b から第 3 の線路部分 5 1 C に向かって離れた位置において、共振器導体部 5 1 0 の第 2 の線路部分 5 1 B に接続されている。また、キャ

20

【 0 0 8 4 】

図 1 3 に示したように、導体層 3 9 2 は、誘電体層 3 8 を介して、共振器導体部 5 2 0 の第 2 の線路部分 5 2 B と、共振器導体部 5 3 0 の第 1 の線路部分 5 3 A の近傍に配置されている。図 2 に示したキャパシタ C 2 3 は、導体層 3 9 2 と、共振器導体部 5 2 0 , 5 3 0 と、これらの間の誘電体層 3 8 とによって構成されている。キャパシタ C 2 3 は、共振器導体部 5 2 0 の長手方向において端部 5 2 b から第 3 の線路部分 5 2 C に向かって離れた位置において、共振器導体部 5 2 0 の第 2 の線路部分 5 2 B に接続されている。また、

30

【 0 0 8 5 】

図 1 3 に示したように、導体層 3 9 3 は、誘電体層 3 8 を介して、共振器導体部 5 3 0 の第 2 の線路部分 5 3 B と、共振器導体部 5 4 0 の第 1 の線路部分 5 4 A の近傍に配置されている。図 2 に示したキャパシタ C 3 4 は、導体層 3 9 3 と、共振器導体部 5 3 0 , 5 4 0 と、これらの間の誘電体層 3 8 とによって構成されている。キャパシタ C 3 4 は、共振器導体部 5 3 0 の長手方向において端部 5 3 b から第 3 の線路部分 5 3 C に向かって離れた位置において、共振器導体部 5 3 0 の第 2 の線路部分 5 3 B に接続されている。また、

40

【 0 0 8 6 】

図 1 3 に示したように、導体層 3 9 4 は、誘電体層 3 8 を介して、共振器導体部 5 4 0 の第 2 の線路部分 5 4 B と、共振器導体部 5 5 0 の第 1 の線路部分 5 5 A とに対向している。図 2 に示したキャパシタ C 4 5 は、導体層 3 9 4 と、共振器導体部 5 4 0 , 5 5 0 と、これらの間の誘電体層 3 8 とによって構成されている。キャパシタ C 4 5 は、共振器導体部 5 4 0 の長手方向において端部 5 4 b から第 3 の線路部分 5 4 C に向かって離れた位置において、共振器導体部 5 4 0 の第 2 の線路部分 5 4 B に接続されている。また、キャ

50

シタ C 4 5 は、共振器導体部 5 5 0 の長手方向において端部 5 5 a から第 3 の線路部分 5 5 C に向かって離れた位置において、共振器導体部 5 5 0 の第 1 の線路部分 5 5 A に接続されている。

【 0 0 8 7 】

図 1 3 に示したように、導体層 3 9 5 は、誘電体層 3 8 を介して、共振器導体部 5 2 0 の第 1 の線路部分 5 2 A と、共振器導体部 5 4 0 の第 2 の線路部分 5 4 B とに対向している。図 2 に示したキャパシタ C 2 4 は、導体層 3 9 5 と、共振器導体部 5 2 0 , 5 4 0 と、これらの間の誘電体層 3 8 とによって構成されている。

【 0 0 8 8 】

第 1 の仕切り部 7 の 4 つの第 1 のスルーホール列の各々は、スルーホール 7 T 2 , 7 T 3 , 7 T 4 , 7 T 5 , 7 T 7 , 7 T 8 , 7 T 9 , 7 T 1 0 が、Z 方向に直列に接続されることによって構成されている。図 3 ないし図 1 2 に示した例では、第 1 の仕切り部 7 は、共振器導体部 5 1 0 と共振器導体部 5 5 0 の間を通過するように延びて、導体層 3 2 1 と導体層 4 8 1 とに接している。

【 0 0 8 9 】

第 2 の仕切り部 8 の 4 つの第 2 のスルーホール列の各々は、スルーホール 8 T 2 , 8 T 3 , 8 T 4 , 8 T 5 , 8 T 7 , 8 T 8 , 8 T 9 , 8 T 1 0 が、Z 方向に直列に接続されることによって構成されている。図 3 ないし図 1 2 に示した例では、第 2 の仕切り部 8 は、共振器導体部 5 2 0 と共振器導体部 5 4 0 とによって囲まれた空間の間を通過するように延びて、導体層 3 2 1 と導体層 4 8 1 とに接している。

【 0 0 9 0 】

シールド 6 は、導体層 3 1 3 ~ 3 1 6 , 3 2 1 , 4 8 1 とスルーホール 6 T 1 , 6 T 2 , 6 T 3 , 6 T 4 , 6 T 5 , 6 T 7 , 6 T 8 , 6 T 9 , 6 T 1 0 が接続されることによって構成されている。

【 0 0 9 1 】

本実施の形態に係るバンドパスフィルタ 1 は、例えば、通過帯域が 1 0 ~ 3 0 G H z の準ミリ波帯または 3 0 ~ 3 0 0 G H z のミリ波帯に存在するように設計および構成される。

【 0 0 9 2 】

次に、本実施の形態に係るバンドパスフィルタ 1 の作用および効果について説明する。本実施の形態に係るバンドパスフィルタ 1 は、両端開放型の共振器 5 1 , 5 2 , 5 3 , 5 4 , 5 5 を備えている。共振器 5 1 , 5 2 , 5 3 , 5 4 , 5 5 は、それぞれ、共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 3 0 , 5 4 0 , 5 5 0 を有している。共振器導体部 5 3 0 を除く共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 4 0 , 5 5 0 は、いずれも、本発明における「共振器導体部」に対応する特定の共振器導体部である。共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 4 0 , 5 5 0 は、それぞれ、第 1 の線路部分と第 2 の線路部分との間の空間を囲むように延在している第 1 ないし第 3 の線路部分を含んでいる。これにより、本実施の形態によれば、全ての共振器導体部が直線形状である場合に比べて、バンドパスフィルタ 1 を小型化することができる。

【 0 0 9 3 】

なお、本実施の形態では、共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 4 0 , 5 5 0 は、それぞれ、Z 方向から見て U 字形状を有している。しかし、共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 4 0 , 5 5 0 の形状は、U 字形状に限らず、C 字形状、アーチ形状等の形状であってもよい。例えば、第 1 の線路部分と第 2 の線路部分は、平行ではなくてもよい。共振器導体部の長さを同じにして比較すると、上記のいずれの形状においても、共振器導体部の形状が直線形状または L 字形状の場合に比べて、共振器導体部を配置するための面積を小さくすることができる。

【 0 0 9 4 】

また、本実施の形態では、U 字形状を有する共振器導体部の数は、4 つである。しかし、U 字形状を有する共振器導体部の数が 1 つであっても、全ての共振器導体部が直線形状である場合に比べて、バンドパスフィルタ 1 を小型化することができる。

## 【 0 0 9 5 】

また、本実施の形態では、共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 3 0 , 5 4 0 , 5 5 0 のいずれにおいても、第 3 の線路部分の幅は、第 1 の線路部分の第 1 の幅一定部分および第 2 の線路部分の第 2 の幅一定部分の各々の幅よりも小さい。このような第 3 の線路部分を含む共振器 5 1 ~ 5 5 は、いずれも、ステップインピーダンス共振器（以下、S I R とも記す。）の一種である。本実施の形態によれば、共振器 5 1 ~ 5 5 を S I R とすることにより、共振器導体部の長さを短くすることができる。これによっても、本実施の形態によれば、バンドパスフィルタ 1 を小型化することができる。

## 【 0 0 9 6 】

また、本実施の形態では、回路構成上第 1 の入出力ポート 3 に最も近い共振器 5 1 の共振器導体部 5 1 0 と、回路構成上第 2 の入出力ポート 4 に最も近い共振器 5 5 の共振器導体部 5 5 0 を、X 方向に沿って配置しながら、回路構成上共振器 5 1 と共振器 5 5 との間に設けられた中間共振器すなわち共振器 5 2 ~ 5 4 の共振器導体部 5 2 0 , 5 3 0 , 5 4 0 を、共振器導体部 5 1 0 , 5 5 0 の Y 方向の先に配置している。X 方向は、積層体 2 の複数の誘電体層の積層方向に直交する第 1 の方向であり、Y 方向は、積層体 2 の複数の誘電体層の積層方向に直交する第 2 の方向である。本実施の形態によれば、共振器導体部 5 1 0 , 5 2 0 , 5 3 0 , 5 4 0 , 5 5 0 を第 1 の方向と第 2 の方向に配列することにより、全ての共振器導体部を一行に並べる場合に比べて、バンドパスフィルタ 1 を小型化することができる。

## 【 0 0 9 7 】

また、本実施の形態では、共振器 5 1 の共振器導体部 5 1 0 の第 3 の線路部分 5 1 C と、共振器 5 5 の共振器導体部 5 5 0 の第 3 の線路部分 5 5 C は、平行になるように、隣接し且つそれぞれ Y 方向に沿って延在している。本実施の形態によれば、上述のように共振器導体部 5 2 0 , 5 3 0 , 5 4 0 を共振器導体部 5 1 0 , 5 5 0 の Y 方向の先に配置することにより、共振器 5 1 , 5 5 間の飛び越し結合を容易に実現することができる。

## 【 0 0 9 8 】

また、本実施の形態では、キャパシタ C 1 , C 2 , C 1 2 , C 2 3 , C 3 4 , C 4 5 は、それぞれ、対応する共振器導体部の両端から離れた位置において対応する共振器導体部に接続されている。これらのキャパシタの接続位置は、高次モードにおける電圧最小点およびその近傍であることが好ましい。これにより、高次モードを抑制することが可能になる。高次モードは、2 次モードであってもよい。

## 【 0 0 9 9 】

次に、シミュレーションによって求めた本実施の形態に係るバンドパスフィルタ 1 の特性の一例を示す。シミュレーションでは、本実施の形態に係るバンドパスフィルタ 1 のモデルを用いて、バンドパスフィルタ 1 の挿入損失の周波数特性と反射損失の周波数特性を求めた。シミュレーションでは、バンドパスフィルタ 1 の通過帯域の中心周波数が約 2 6 G H z になるように、バンドパスフィルタ 1 を設計した。

## 【 0 1 0 0 】

図 1 4 は、挿入損失および反射損失の周波数特性の一例を示す特性図である。図 1 5 は、図 1 4 に示した挿入損失の周波数特性の一部を拡大して示す特性図である。図 1 6 は、図 1 4 に示した反射損失の周波数特性の一部を拡大して示す特性図である。図 1 4 ないし図 1 6 の横軸は周波数を示している。図 1 4 の縦軸は減衰量を示し、図 1 5 の縦軸は挿入損失を示し、図 1 6 の縦軸は反射損失を示している。図 1 4 において、符号 8 1 を付した曲線は挿入損失の周波数特性を示し、符号 8 2 を付した曲線は反射損失の周波数特性を示している。

## 【 0 1 0 1 】

## [ 第 2 の実施の形態 ]

次に、図 1 7 ないし図 1 9 を参照して、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。図 1 7 は、本実施の形態に係るバンドパスフィルタの構造を示す斜視図である。図 1 8 は、本実施の形態における 8 層目の誘電体層のパターン形成面を示す説明図である。図 1 9 は



、本実施の形態に係るバンドパスフィルタの要部を示す平面図である。

【0102】

本実施の形態に係るバンドパスフィルタ1は、以下の点で第1の実施の形態と異なっている。本実施の形態では、バンドパスフィルタ1の共振器51, 52, 53, 54, 55は、それぞれ、第1の実施の形態における共振器導体部510, 520, 530, 540, 550の代わりに、共振器導体部1510, 1520, 1530, 1540, 1550を有している。共振器導体部1510, 1520, 1530, 1540, 1550の各々は、複数の誘電体層の積層方向すなわちZ方向に直交する方向に延びている。

【0103】

共振器導体部1510, 1520, 1530, 1540, 1550の各々の両端は、開放されている。共振器導体部1510, 1520, 1530, 1540, 1550の各々は、バンドパスフィルタ1の通過帯域の中心周波数に対応する波長の1/2またはそれに近い長さを有している。

【0104】

共振器導体部1510, 1520, 1530, 1540, 1550の各々は、Z方向に直交する方向に互いに離れた位置に配置された第1の線路部分および第2の線路部分と、第1の線路部分と第2の線路部分とを接続する第3の線路部分とを含んでいる。

【0105】

以下、共振器導体部1510の第1の線路部分、第2の線路部分および第3の線路部分を、それぞれ符号151A, 151B, 151Cを用いて表す。また、共振器導体部1520の第1の線路部分、第2の線路部分および第3の線路部分を、それぞれ符号152A, 152B, 152Cを用いて表す。また、共振器導体部1530の第1の線路部分、第2の線路部分および第3の線路部分を、それぞれ符号153A, 153B, 153Cを用いて表す。また、共振器導体部1540の第1の線路部分、第2の線路部分および第3の線路部分を、それぞれ符号154A, 154B, 154Cを用いて表す。また、共振器導体部1550の第1の線路部分、第2の線路部分および第3の線路部分を、それぞれ符号155A, 155B, 155Cを用いて表す。

【0106】

また、本実施の形態では、バンドパスフィルタ1の積層体2は、第1の実施の形態における8層目の誘電体層38の代わりに、8層目の誘電体層138を有している。図18に示したように、誘電体層138のパターン形成面には、それぞれ導体の線路によって構成された共振器導体部1510, 1520, 1530, 1540, 1550が形成されている。

【0107】

また、誘電体層138には、シールド6を構成する複数のスルーホール6T18と、第1の仕切り部7を構成する4つのスルーホール7T18と、第2の仕切り部8を構成する4つのスルーホール8T18とが形成されている。複数のスルーホール6T18は、共振器導体部1510, 1520, 1530, 1540, 1550の周囲に配置されている。4つのスルーホール7T18は、共振器導体部1510と共振器導体部1550との間に配置されている。4つのスルーホール8T18は、共振器導体部1520, 1540によって囲まれた空間に配置されている。

【0108】

共振器導体部1510, 1520, 1530, 1540, 1550およびスルーホール6T18, 7T18, 8T18と積層体2の内部の他の構成要素との関係は、第1の実施の形態における共振器導体部510, 520, 530, 540, 550およびスルーホール6T8, 7T8, 8T8と積層体2の内部の他の構成要素との関係と同じである。

【0109】

共振器導体部1510, 1520, 1530, 1540, 1550に含まれる全ての線路部分の配置は、基本的には、第1の実施の形態における共振器導体部510, 520, 530, 540, 550に含まれる全ての線路部分の配置と同じである。

10

20

30

40

50

## 【0110】

本実施の形態では、共振器導体部1510の全体すなわち第1ないし第3の線路部分151A~151Cは、Z方向から見て、第1の線路部分151Aと第2の線路部分151Bとの間の空間を囲むC字形状を有している。第1の線路部分151Aは、共振器導体部1510の長手方向において第3の線路部分151Cから最も遠い位置にある端部151aを有している。第2の線路部分151Bは、共振器導体部1510の長手方向において第3の線路部分151Cから最も遠い位置にある端部151bを有している。

## 【0111】

また、共振器導体部1520の全体すなわち第1ないし第3の線路部分152A~152Cは、Z方向から見て、第1の線路部分152Aと第2の線路部分152Bとの間の空間を囲むC字形状を有している。第1の線路部分152Aは、共振器導体部1520の長手方向において第3の線路部分152Cから最も遠い位置にある端部152aを有している。第2の線路部分152Bは、共振器導体部1520の長手方向において第3の線路部分152Cから最も遠い位置にある端部152bを有している。

10

## 【0112】

また、共振器導体部1530の全体すなわち第1ないし第3の線路部分153A~153Cは、X方向に沿って延在している。第1の線路部分153Aは、共振器導体部1530の長手方向において第3の線路部分153Cから最も遠い位置にある端部153aを有している。第2の線路部分153Bは、共振器導体部1530の長手方向において第3の線路部分153Cから最も遠い位置にある端部153bを有している。

20

## 【0113】

また、共振器導体部1540の全体すなわち第1ないし第3の線路部分154A~154Cは、Z方向から見て、第1の線路部分154Aと第2の線路部分154Bとの間の空間を囲むC字形状を有している。第1の線路部分154Aは、共振器導体部1540の長手方向において第3の線路部分154Cから最も遠い位置にある端部154aを有している。第2の線路部分154Bは、共振器導体部1540の長手方向において第3の線路部分154Cから最も遠い位置にある端部154bを有している。

## 【0114】

また、共振器導体部1550の全体すなわち第1ないし第3の線路部分155A~155Cは、Z方向から見て、第1の線路部分155Aと第2の線路部分155Bとの間の空間を囲むC字形状を有している。第1の線路部分155Aは、共振器導体部1550の長手方向において第3の線路部分155Cから最も遠い位置にある端部155aを有している。第2の線路部分155Bは、共振器導体部1550の長手方向において第3の線路部分155Cから最も遠い位置にある端部155bを有している。

30

## 【0115】

共振器導体部1510, 1520, 1530, 1540, 1550のいずれにおいても、第1の線路部分は、幅が一定の第1の幅一定部分を有し、第2の線路部分は、幅が一定の第2の幅一定部分を有し、第3の線路部分の幅は、第1および第2の幅一定部分の各々の幅よりも小さい。

## 【0116】

本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

40

## 【0117】

なお、本発明は、上記各実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、共振器の数や構成は、各実施の形態に示したものに限らず、特許請求の範囲を満たすものであればよい。共振器の数は、3つでもよいし、4つでもよいし、6つ以上でもよい。

## 【符号の説明】

## 【0118】

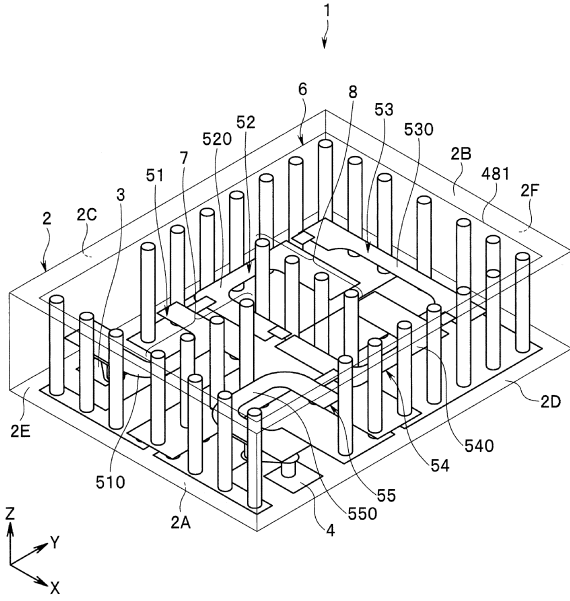
1...バンドパスフィルタ、2...積層体、3...第1の入出力ポート、4...第2の入出力ポート、6...シールド、7...第1の仕切り部、8...第2の仕切り部、51, 52, 53, 54

50

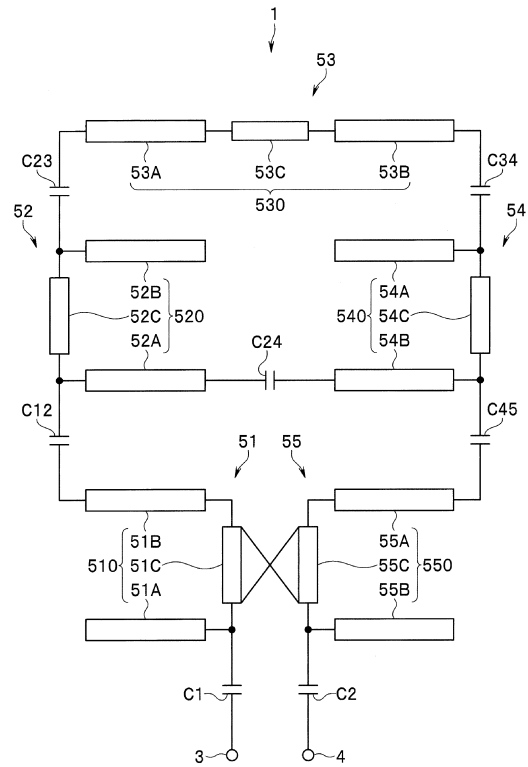
, 55 ... 共振器、510, 520, 530, 540, 550 ... 共振器導体部、51A, 52A, 53A, 54A, 55A ... 第1の線路部分、51B, 52B, 53B, 54B, 55B ... 第2の線路部分、51C, 52C, 53C, 54C, 55C ... 共振器、C1, C2, C12, C23, C24, C34, C45 ... キャパシタ。

【図面】

【図1】



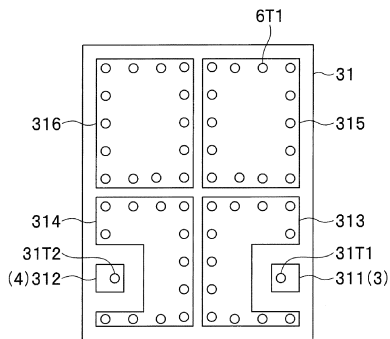
【図2】



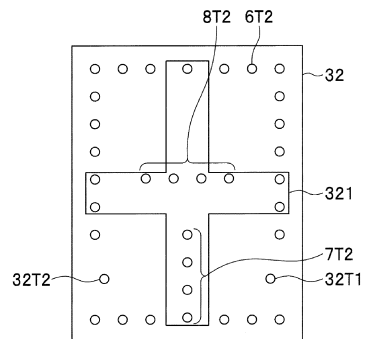
10

20

【図3】



【図4】

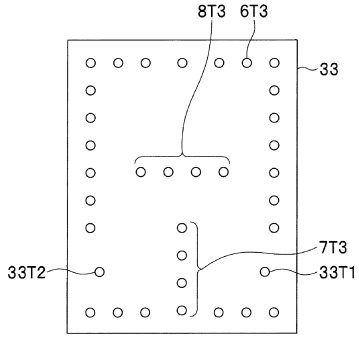


30

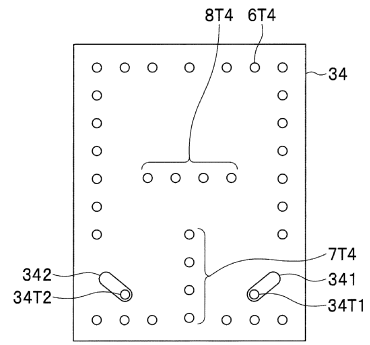
40

50

【 図 5 】

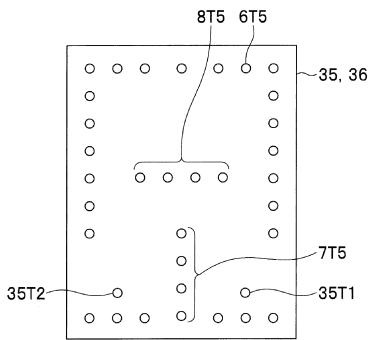


【 図 6 】

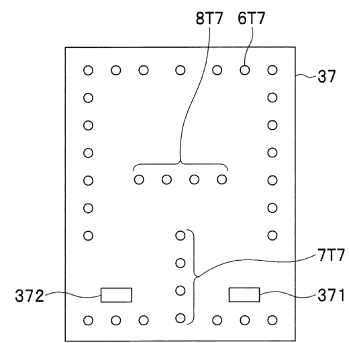


10

【 図 7 】



【 図 8 】



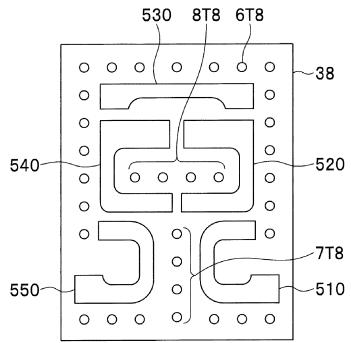
20

30

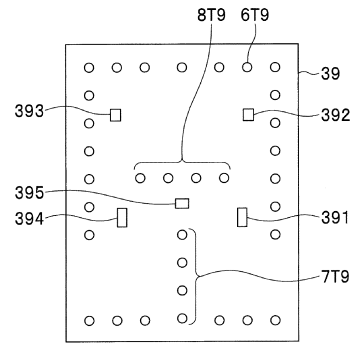
40

50

【 図 9 】

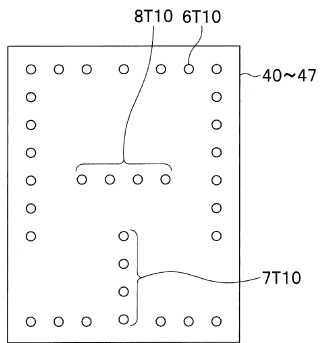


【 図 10 】

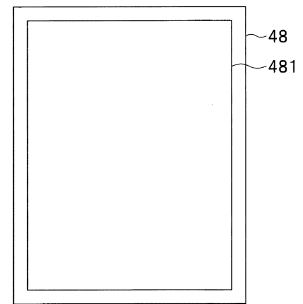


10

【 図 11 】



【 図 12 】



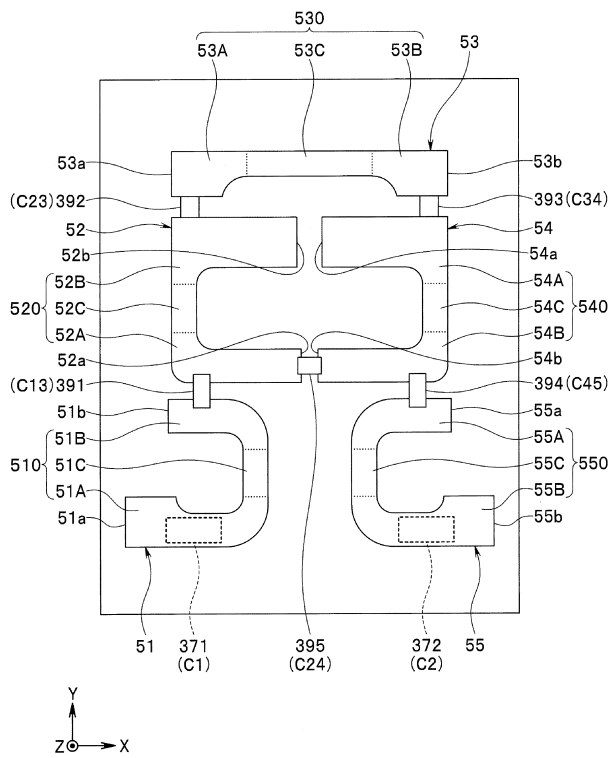
20

30

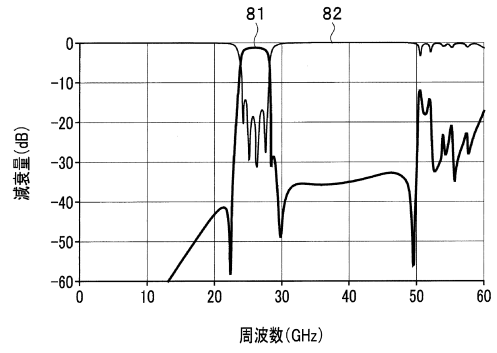
40

50

【 図 1 3 】



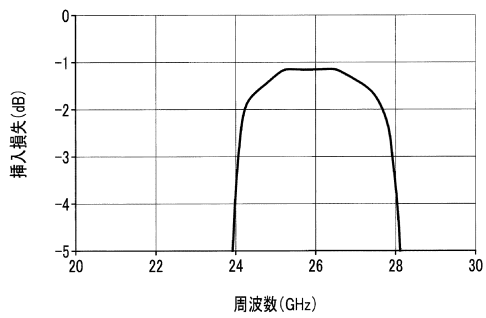
【 図 1 4 】



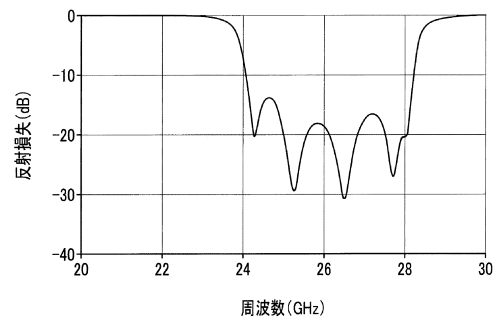
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

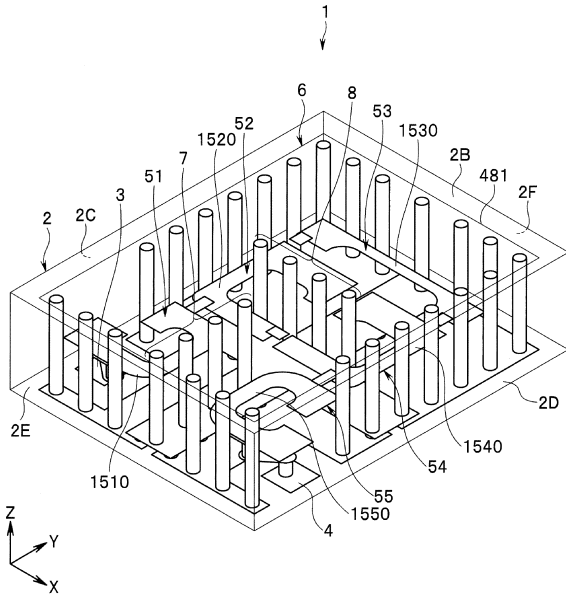


30

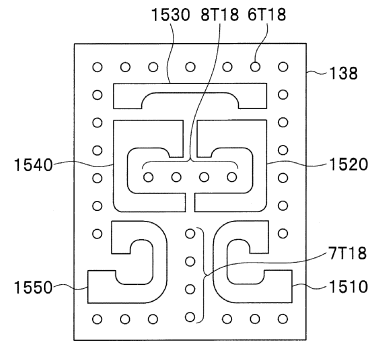
40

50

【 図 1 7 】



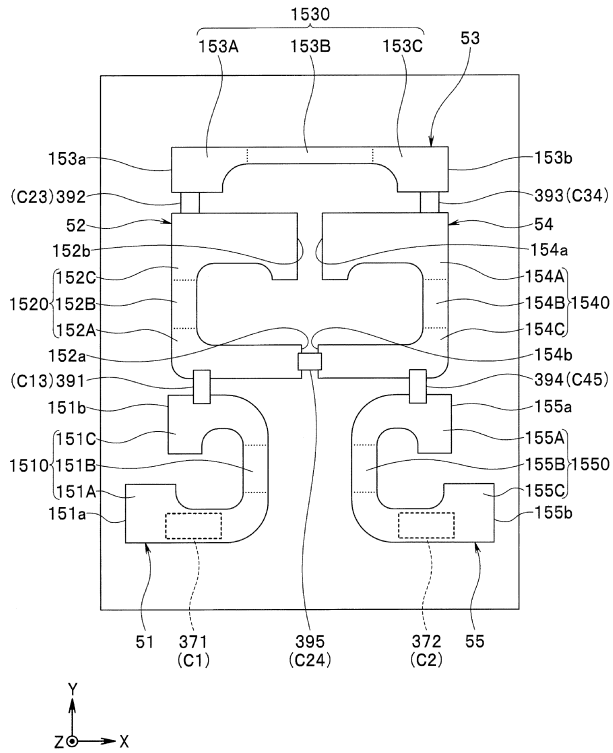
【 図 1 8 】



10

20

【 図 1 9 】



30

40

50

---

フロントページの続き

東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K 株式会社内

(72)発明者 澤口 修平

東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K 株式会社内

(72)発明者 立松 雅大

東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K 株式会社内

(72)発明者 戸蒔 重光

東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K 株式会社内

Fターム(参考) 5J006 HB05 HB12 HB13 JA01 JA13 LA23 NA08 NB07 NC02 PA01