

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

**特開2019-146025  
(P2019-146025A)**

(43) 公開日 **令和1年8月29日(2019.8.29)**

(51) Int. Cl.		F I	テーマコード (参考)
<b>H03H 9/72 (2006.01)</b>		H03H 9/72	5J097
<b>H03H 9/70 (2006.01)</b>		H03H 9/70	5J108

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2018-28685 (P2018-28685)  
 (22) 出願日 平成30年2月21日 (2018.2.21)

(71) 出願人 000204284  
 太陽誘電株式会社  
 東京都中央区京橋二丁目7番19号  
 (74) 代理人 100087480  
 弁理士 片山 修平  
 (72) 発明者 伊藤 大喜  
 東京都青梅市新町六丁目16番地3 太陽  
 誘電モバイルテクノロジー株式会社内  
 (72) 発明者 岡本 泰久  
 東京都青梅市新町六丁目16番地3 太陽  
 誘電モバイルテクノロジー株式会社内  
 (72) 発明者 黒▲柳▼ ▲琢▼真  
 東京都青梅市新町六丁目16番地3 太陽  
 誘電モバイルテクノロジー株式会社内

最終頁に続く

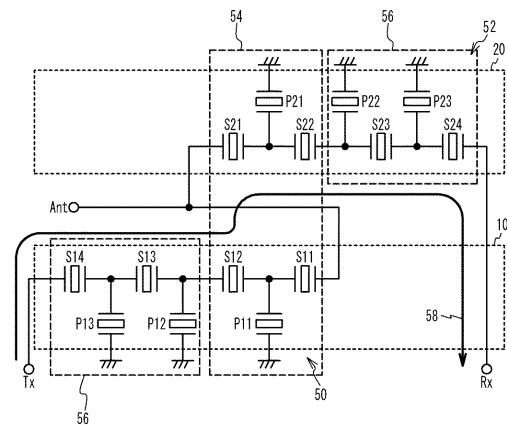
(54) 【発明の名称】 マルチプレクサ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 アイソレーション特性を向上及び小型化するマルチプレクサを提供する。

【解決手段】 送信フィルタ50はラダー型フィルタであり、直列共振器S11からS14および並列共振器P11からP13を有している。直列共振器S11からS14は、共通端子Antと送信端子Txとの間に直列に接続されている。並列共振器P11からP13は共通端子Antと送信端子Txとの間に並列に接続されている。受信フィルタ52は、ラダー型フィルタであり、直列共振器S21からS24および並列共振器P21からP23を有している。直列共振器S21からS24は共通端子Antと受信端子Rxとの間に直列に接続されている。並列共振器P21からP23は共通端子Antと受信端子Rxとの間に並列に接続されている。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 面を有する第 1 基板と、

前記第 1 面と空隙を挟み対向する第 2 面を有する第 2 基板と、

前記第 1 面に設けられ、共通端子と第 1 端子との間に第 1 配線の少なくとも一部を介し直列に接続された 1 または複数の第 1 直列共振器と、前記共通端子と前記第 1 端子との間に前記第 1 配線の少なくとも一部を介し並列に接続された 1 または複数の第 1 並列共振器とを含む第 1 フィルタと、

前記第 2 面に設けられ、前記共通端子と第 2 端子との間に第 2 配線の少なくとも一部を介し直列に接続された 1 または複数の第 2 直列共振器と、前記共通端子と前記第 2 端子との間に前記第 2 配線の少なくとも一部を介し並列に接続された 1 または複数の第 2 並列共振器とを含み、

前記 1 または複数の第 2 直列共振器および前記 1 または複数の第 2 並列共振器のうち 1 または複数の第 1 共振器の少なくとも一部および / または前記 1 または複数の第 1 共振器に隣接する第 2 配線の少なくとも一部は、前記 1 または複数の第 1 直列共振器の少なくとも一部、前記 1 または複数の第 1 並列共振器の少なくとも一部、および / または前記第 1 配線の少なくとも一部と平面視において重なり、

前記 1 または複数の第 2 直列共振器および前記 1 または複数の第 2 並列共振器のうち前記 1 または複数の第 1 共振器以外の 1 または複数の第 2 共振器および / または前記 1 または複数の第 2 共振器に隣接する第 2 配線は、前記 1 または複数の第 1 直列共振器、前記 1 または複数の第 1 並列共振器、および / または前記第 1 配線と平面視において重ならず、

前記 1 または複数の第 2 直列共振器および前記 1 または複数の第 2 並列共振器を接続関係がミラー対称の基本区間の等価回路で表したとき、前記 1 または複数の第 1 共振器が含まれる 1 または複数の第 1 基本区間の直列共振器および並列共振器の静電容量値をそれぞれ  $C_{s1}$  および  $C_{p1}$  とし、

前記 1 または複数の第 2 共振器が含まれ、前記 1 または複数の第 1 共振器が含まれない 1 または複数の第 2 基本区間の直列共振器および並列共振器の静電容量値をそれぞれ  $C_{s2}$  および  $C_{p2}$  としたとき、 $C_{p1} / C_{s1}$  の少なくとも 1 つは  $C_{p2} / C_{s2}$  の少なくとも 1 つより小さい、第 2 フィルタと、

を備えるマルチプレクサ。

## 【請求項 2】

前記  $C_{p1} / C_{s1}$  の最大値は前記  $C_{p2} / C_{s2}$  の最小値より小さい請求項 1 に記載のマルチプレクサ。

## 【請求項 3】

前記  $C_{p1} / C_{s1}$  の相乗平均は前記  $C_{p2} / C_{s2}$  の相乗平均より小さい請求項 1 に記載のマルチプレクサ。

## 【請求項 4】

前記 1 または複数の第 1 共振器の少なくとも一部は、前記 1 または複数の第 1 直列共振器の少なくとも一部、および / または前記 1 または複数の第 1 並列共振器の少なくとも一部と平面視において重なる、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のマルチプレクサ。

## 【請求項 5】

前記 1 または複数の第 2 共振器は、前記 1 または複数の第 2 直列共振器のうち最も前記第 2 端子側に電氣的に接続された第 2 直列共振器および前記 1 または複数の第 2 並列共振器のうち最も前記第 2 端子側に電氣的に接続された第 2 並列共振器を含む請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のマルチプレクサ。

## 【請求項 6】

前記 1 または複数の第 1 共振器の全ては、前記 1 または複数の第 2 共振器より前記共通端子側に電氣的に接続されている請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のマルチプレクサ。

## 【請求項 7】

。

10

20

30

40

50

前記接続関係がミラー対称の基本区間の等価回路は、

1 または複数の合成直列共振器と1 または複数の合成並列共振器とが交互に接続されるように、前記1 または複数の第2直列共振器および前記1 または複数の第2並列共振器を合成し、

両側に静電容量値が  $C_{mp1}$  の第1合成並列共振器および静電容量値が  $C_{mp2}$  の第2合成並列共振器が接続されている静電容量値が  $C_{ms}$  の合成直列共振器を、前記第1合成並列共振器側の静電容量値が  $C_{ms} \times (C_{mp1} + C_{mp2}) / C_{mp2}$  の分割直列共振器と、前記第2合成並列共振器側の静電容量値が  $C_{ms} \times (C_{mp1} + C_{mp2}) / C_{mp1}$  の分割直列共振器と、に直列に分割することにより、前記1 または複数の合成直列共振器を1 または複数の分割直列共振器に分割し、

10

両側に静電容量値が  $C_{ds1}$  の第1分割直列共振器および静電容量値が  $C_{ds2}$  の第2分割直列共振器が接続されている静電容量値が  $C_{mp}$  の合成並列共振器を、前記第1分割直列共振器側の静電容量値が  $C_{mp} \times C_{ds1} / (C_{ds1} + C_{ds2})$  の分割並列共振器と、前記第2分割直列共振器側の静電容量値が  $C_{mp} \times C_{ds2} / (C_{ds1} + C_{ds2})$  の分割並列共振器と、に並列に分割することにより、前記1 または複数の合成並列共振器を1 または複数の分割並列共振器に分割し、

前記1 または複数の分割直列共振器をそれぞれ1 または複数の基本区間の直列共振器とし、前記1 または複数の分割並列共振器をそれぞれ1 または複数の基本区間の並列共振器とすることにより算出される請求項1から6のいずれか一項に記載のマルチプレクサ。

【請求項8】

20

前記1 または複数の第1直列共振器および前記1 または複数の第1並列共振器のうち1 または複数の第3共振器の少なくとも一部および / または前記1 または複数の第3共振器に隣接する第1配線の少なくとも一部は、前記1 または複数の第2直列共振器の少なくとも一部、前記1 または複数の第2並列共振器の少なくとも一部、および / または前記第2配線の少なくとも一部と平面視において重なり、

前記1 または複数の第1直列共振器および前記1 または複数の第1並列共振器のうち前記1 または複数の第3共振器以外の1 または複数の第4共振器および / または前記1 または複数の第4共振器に隣接する第2配線は、前記1 または複数の第2直列共振器、前記1 または複数の第2並列共振器、および / または前記第2配線と平面視において重ならず、

前記1 または複数の第1直列共振器および前記1 または複数の第1並列共振器を接続関係がミラー対称の基本区間の等価回路で表したとき、前記1 または複数の第3共振器が含まれる1 または複数の第3基本区間の直列共振器および並列共振器の静電容量値をそれぞれ  $C_{s3}$  および  $C_{p3}$  とし、

30

前記1 または複数の第4共振器が含まれ、前記1 または複数の第3共振器が含まれない1 または複数の第4基本区間の直列共振器および並列共振器の静電容量値をそれぞれ  $C_{s4}$  および  $C_{p4}$  としたとき、 $C_{p3} / C_{s3}$  の少なくとも1つは  $C_{p4} / C_{s4}$  の少なくとも1つより小さい、請求項1から7のいずれか一項に記載のマルチプレクサ。

【請求項9】

前記1 または複数の第1共振器の少なくとも一部は、前記1 または複数の第1直列共振器の少なくとも一部、および / または前記1 または複数の第1並列共振器の少なくとも一部と平面視において重なり、

40

前記1 または複数の第3共振器の少なくとも一部は、前記1 または複数の第2直列共振器の少なくとも一部、および / または前記1 または複数の第2並列共振器の少なくとも一部と平面視において重なる、請求項8に記載のマルチプレクサ。

【請求項10】

前記1 または複数の第1共振器の全ては、前記1 または複数の第2共振器より前記共通端子側に電気的に接続され、

前記1 または複数の第3共振器の全ては、前記1 または複数の第4共振器より前記共通端子側に電気的に接続されている請求項8または9に記載のマルチプレクサ。

【発明の詳細な説明】

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、マルチプレクサに関し、例えば複数の基板にそれぞれ設けられたフィルタを有するマルチプレクサに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

フィルタが形成された2つの基板をフィルタが形成された面が空隙を挟み対向するように搭載することが知られている（例えば特許文献1）。特許文献1には、平面視において2つのフィルタが重なるように設けること、および平面視において2つのフィルタを重ならないように設けることが記載されている。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2007-67617号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

2つのフィルタが重なるように設けると、フィルタ間が干渉し、アイソレーション特性は劣化する。2つのフィルタを重ならないように設けると、小型化が難しくなる。

## 【0005】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、アイソレーション特性を向上させかつ小型化を可能とすることを目的とする。

20

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明は、第1面を有する第1基板と、前記第1面と空隙を挟み対向する第2面を有する第2基板と、前記第1面に設けられ、共通端子と第1端子との間に第1配線の少なくとも一部を介し直列に接続された1または複数の第1直列共振器と、前記共通端子と前記第1端子との間に前記第1配線の少なくとも一部を介し並列に接続された1または複数の第1並列共振器とを含む第1フィルタと、前記第2面に設けられ、前記共通端子と第2端子との間に第2配線の少なくとも一部を介し直列に接続された1または複数の第2直列共振器と、前記共通端子と前記第2端子との間に前記第2配線の少なくとも一部を介し並列に接続された1または複数の第2並列共振器とを含み、前記1または複数の第2直列共振器および前記1または複数の第2並列共振器のうち1または複数の第1共振器の少なくとも一部および/または前記1または複数の第1共振器に隣接する第2配線の少なくとも一部は、前記1または複数の第1直列共振器の少なくとも一部、前記1または複数の第1並列共振器の少なくとも一部、および/または前記第1配線の少なくとも一部と平面視において重なり、前記1または複数の第2直列共振器および前記1または複数の第2並列共振器のうち前記1または複数の第1共振器以外の1または複数の第2共振器および/または前記1または複数の第2共振器に隣接する第2配線は、前記1または複数の第1直列共振器、前記1または複数の第1並列共振器、および/または前記第1配線と平面視において重ならず、前記1または複数の第2直列共振器および前記1または複数の第2並列共振器を接続関係がミラー対称の基本区間の等価回路で表したとき、前記1または複数の第1共振器が含まれる1または複数の第1基本区間の直列共振器および並列共振器の静電容量値をそれぞれ $C_{s1}$ および $C_{p1}$ とし、前記1または複数の第2共振器が含まれ、前記1または複数の第1共振器が含まれない1または複数の第2基本区間の直列共振器および並列共振器の静電容量値をそれぞれ $C_{s2}$ および $C_{p2}$ としたとき、 $C_{p1}/C_{s1}$ の少なくとも1つは $C_{p2}/C_{s2}$ の少なくとも1つより小さい、第2フィルタと、を備えるマルチプレクサである。

30

40

## 【0007】

上記構成において、前記 $C_{p1}/C_{s1}$ の最大値は前記 $C_{p2}/C_{s2}$ の最小値より小

50

さい構成とすることができる。

【 0 0 0 8 】

上記構成において、前記  $C p 1 / C s 1$  の相乗平均は前記  $C p 2 / C s 2$  の相乗平均より小さい構成とすることができる。

【 0 0 0 9 】

上記構成において、前記 1 または複数の第 1 共振器の少なくとも一部は、前記 1 または複数の第 1 直列共振器の少なくとも一部、および / または前記 1 または複数の第 1 並列共振器の少なくとも一部と平面視において重なる構成とすることができる。

【 0 0 1 0 】

上記構成において、前記 1 または複数の第 2 共振器は、前記 1 または複数の第 2 直列共振器のうち最も前記第 2 端子側に電氣的に接続された第 2 直列共振器および前記 1 または複数の第 2 並列共振器のうち最も前記第 2 端子側に電氣的に接続された第 2 並列共振器を含む構成とすることができる。

10

【 0 0 1 1 】

上記構成において、前記 1 または複数の第 1 共振器の全ては、前記 1 または複数の第 2 共振器より前記共通端子側に電氣的に接続されている構成とすることができる。

【 0 0 1 2 】

上記構成において、前記接続関係がミラー対称の基本区間の等価回路は、1 または複数の合成直列共振器と 1 または複数の合成並列共振器とが交互に接続されるように、前記 1 または複数の第 2 直列共振器および前記 1 または複数の第 2 並列共振器を合成し、両側に静電容量値が  $C m p 1$  の第 1 合成並列共振器および静電容量値が  $C m p 2$  の第 2 合成並列共振器が接続されている静電容量値が  $C m s$  の合成直列共振器を、前記第 1 合成並列共振器側の静電容量値が  $C m s \times (C m p 1 + C m p 2) / C m p 2$  の分割直列共振器と、前記第 2 合成並列共振器側の静電容量値が  $C m s \times (C m p 1 + C m p 2) / C m p 1$  の分割直列共振器と、に直列に分割することにより、前記 1 または複数の合成直列共振器を 1 または複数の分割直列共振器に分割し、両側に静電容量値が  $C d s 1$  の第 1 分割直列共振器および静電容量値が  $C d s 2$  の第 2 分割直列共振器が接続されている静電容量値が  $C m p$  の合成並列共振器を、前記第 1 分割直列共振器側の静電容量値が  $C m p \times C d s 1 / (C d s 1 + C d s 2)$  の分割並列共振器と、前記第 2 分割直列共振器側の静電容量値が  $C m p \times C d s 2 / (C d s 1 + C d s 2)$  の分割並列共振器と、に並列に分割することにより、前記 1 または複数の合成並列共振器を 1 または複数の分割並列共振器に分割し、前記 1 または複数の分割直列共振器をそれぞれ 1 または複数の基本区間の直列共振器とし、前記 1 または複数の分割並列共振器をそれぞれ 1 または複数の基本区間の並列共振器とすることにより算出される構成とすることができる。

20

30

【 0 0 1 3 】

上記構成において、前記 1 または複数の第 1 直列共振器および前記 1 または複数の第 1 並列共振器のうち 1 または複数の第 3 共振器の少なくとも一部および / または前記 1 または複数の第 3 共振器に隣接する第 1 配線の少なくとも一部は、前記 1 または複数の第 2 直列共振器の少なくとも一部、前記 1 または複数の第 2 並列共振器の少なくとも一部、および / または前記第 2 配線の少なくとも一部と平面視において重なり、前記 1 または複数の第 1 直列共振器および前記 1 または複数の第 1 並列共振器のうち前記 1 または複数の第 3 共振器以外の 1 または複数の第 4 共振器および / または前記 1 または複数の第 4 共振器に隣接する第 2 配線は、前記 1 または複数の第 2 直列共振器、前記 1 または複数の第 2 並列共振器、および / または前記第 2 配線と平面視において重ならず、前記 1 または複数の第 1 直列共振器および前記 1 または複数の第 1 並列共振器を接続関係がミラー対称の基本区間の等価回路で表したとき、前記 1 または複数の第 3 共振器が含まれる 1 または複数の第 3 基本区間の直列共振器および並列共振器の静電容量値をそれぞれ  $C s 3$  および  $C p 3$  とし、前記 1 または複数の第 4 共振器が含まれ、前記 1 または複数の第 3 共振器が含まれない 1 または複数の第 4 基本区間の直列共振器および並列共振器の静電容量値をそれぞれ  $C s 4$  および  $C p 4$  としたとき、 $C p 3 / C s 3$  の少なくとも 1 つは  $C p 4 / C s 4$  の少な

40

50

くとも1つより小さい構成とすることができる。

【0014】

上記構成において、前記1または複数の第1共振器の少なくとも一部は、前記1または複数の第1直列共振器の少なくとも一部、および/または前記1または複数の第1並列共振器の少なくとも一部と平面視において重なり、前記1または複数の第3共振器の少なくとも一部は、前記1または複数の第2直列共振器の少なくとも一部、および/または前記1または複数の第2並列共振器の少なくとも一部と平面視において重なる構成とすることができる。

【0015】

上記構成において、前記1または複数の第1共振器の全ては、前記1または複数の第2共振器より前記共通端子側に電氣的に接続され、前記1または複数の第3共振器の全ては、前記1または複数の第4共振器より前記共通端子側に電氣的に接続されている構成とすることができる。

10

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、アイソレーション特性を向上させかつ小型化を可能とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】図1は、実施例1に係るマルチプレクサの回路図である。

20

【図2】図2は、実施例1に係るマルチプレクサの断面図である。

【図3】図3(a)は、実施例1における弾性波共振器12の平面図であり、図3(b)は、実施例1における弾性波共振器22の断面図である。

【図4】図4は、シミュレーションにおける等価回路を示す図である。

【図5】図5は、シミュレーションにおけるフィルタの等価回路を示す回路図である。

【図6】図6は、シミュレーションにおけるサンプルAからEの静電容量を示す図である。

【図7】図7は、シミュレーションにおいて基本区間1段での $C_p / C_s$ に対する減衰量を示す図である。

【図8】図8(a)および図8(b)は、シミュレーションにおけるそれぞれ通過特性およびアイソレーション特性を示す図である。

30

【図9】図9(a)から図9(c)は、シミュレーションにおけるアイソレーション特性を示す図である。

【図10】図10(a)および図10(b)は、シミュレーションにおける基本区間64から66の $C_p / C_s$ に対するそれぞれ送信帯域側および受信帯域側のアイソレーションの最悪値を示す図である。

【図11】図11(a)および図11(b)は、任意に接続された直列共振器および並列共振器を合成する方法を示す回路図である。

【図12】図12(a)から図12(c)は、基本区間に分解する方法について説明する図である。

40

【図13】図13は、実施例1における基板10の上面を示す平面図である。

【図14】図14は、実施例1における基板20の下面を上から透視した平面図である。

【図15】図15は、実施例1に係るマルチプレクサの平面図である。

【図16】図16は、実施例1の変形例1に係るマルチプレクサの平面図である。

【図17】図17は、実施例1の変形例2に係るマルチプレクサの平面図である。

【図18】図18(a)から図18(c)は、範囲を分ける方法1を示す回路図である。

【図19】図19(a)から図19(c)は、範囲を分ける方法2を示す回路図である。

【図20】図20(a)から図20(c)は、範囲を分ける方法3を示す回路図である。

【図21】図21(a)から図21(c)は、範囲を分ける方法4を示す回路図である。

【図22】図22(a)および図22(b)は、範囲を分ける方法5を示す回路図である

50

。【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面を参照し本発明の実施例について説明する。

【実施例1】

【0019】

図1は、実施例1に係るマルチプレクサの回路図である。図1に示すように、共通端子A n tと送信端子T xとの間に送信フィルタ50が接続されている。共通端子A n tと受信端子R xとの間に受信フィルタ52が接続されている。送信フィルタ50の通過帯域と受信フィルタ52の通過帯域とは重なっていない。送信フィルタ50は送信端子T xに入力した高周波信号のうち送信帯域の信号を共通端子A n tに出力し、他の周波数の信号を抑圧する。受信フィルタ52は共通端子A n tに入力した高周波信号のうち受信帯域の信号を受信端子R xに出力し他の周波数の信号を抑圧する。

10

【0020】

送信フィルタ50はラダー型フィルタであり、直列共振器S11からS14および並列共振器P11からP13を有している。直列共振器S11からS14は共通端子A n tと送信端子T xとの間に直列に接続されている。並列共振器P11からP13は共通端子A n tと送信端子T xとの間に並列に接続されている。受信フィルタ52はラダー型フィルタであり、直列共振器S21からS24および並列共振器P21からP23を有している。直列共振器S21からS24は共通端子A n tと受信端子R xとの間に直列に接続されている。並列共振器P21からP23は共通端子A n tと受信端子R xとの間に並列に接続されている。

20

【0021】

図2は、実施例1に係るマルチプレクサの断面図である。図2に示すように、基板10上に基板20が搭載されている。基板10は支持基板10aと圧電基板10bとを有する。支持基板10aは例えばサファイア基板、スピネル基板、アルミナ基板、水晶基板またはシリコン基板である。圧電基板10bは、例えばタンタル酸リチウム基板またはニオブ酸リチウム基板である。圧電基板10bは支持基板10aの上面に接合されている。圧電基板10bと支持基板10aの接合面は平面であり平坦である。基板10は圧電基板であり支持基板に接合されていなくてもよい。

30

【0022】

基板10の上面に弾性波共振器12および配線14が設けられている。基板10の下面に端子18が設けられている。端子18は、弾性波共振器12および22を外部と接続するためのフットパッドである。基板10を貫通するようにビア配線16が設けられている。ビア配線16は、配線14と端子18とを電気的に接続する。配線14、ビア配線16および端子18は例えば銅層、アルミニウム層または金属等の金属層である。端子18は、共通端子A n t、送信端子T x、受信端子R xおよびグランド端子を含む。

【0023】

基板20の下面に弾性波共振器22および配線24が設けられている。基板20は、例えばサファイア基板、スピネル基板、アルミナ基板、ガラス基板、水晶基板またはシリコン基板である。配線24は例えば銅層、アルミニウム層または金属等の金属層である。基板10の配線14と基板20の配線24はバンプ26を介し接合されている。基板10の上面と基板20の下面とは空隙28を介し対向する。

40

【0024】

基板10の上面の周縁に環状電極32が設けられている。基板10上に基板20を囲むように封止部30が設けられている。封止部30は環状電極32に接合されている。封止部30は、例えば半田等の金属または樹脂等の絶縁体である。基板20および封止部30の上面にリッド34が設けられている。リッド34は、例えばコパール等の金属板または絶縁体板である。封止部30およびリッド34を覆うように保護膜36が設けられている。保護膜36は例えばニッケル等の金属膜または絶縁膜である。

50

## 【 0 0 2 5 】

図 3 ( a ) は、実施例 1 における弾性波共振器 1 2 の平面図であり、図 3 ( b ) は、実施例 1 における弾性波共振器 2 2 の断面図である。図 3 ( a ) に示すように、弾性波共振器 1 2 は弾性表面波共振器である。基板 1 0 の圧電基板 1 0 b 上に I D T ( Interdigital Transducer ) 4 0 と反射器 4 2 が形成されている。I D T 4 0 は、互いに対向する 1 対の櫛型電極 4 0 a を有する。櫛型電極 4 0 a は、複数の電極指 4 0 b と複数の電極指 4 0 b を接続するバスバー 4 0 c とを有する。反射器 4 2 は、I D T 4 0 の両側に設けられている。I D T 4 0 が基板 1 0 に弾性表面波を励振する。I D T 4 0 および反射器 4 2 は例えばアルミニウム膜または銅膜により形成される。基板 1 0 上に I D T 4 0 および反射器 4 2 を覆うように保護膜または温度補償膜が設けられていてもよい。

10

## 【 0 0 2 6 】

弾性表面波共振器の静電容量値は、一对の櫛型電極 4 0 a 間の静電容量値であり、一对の櫛型電極 4 0 a の電極指 4 0 b が重なる開口長と電極指 4 0 b の対数との積にほぼ比例する。

## 【 0 0 2 7 】

図 3 ( b ) に示すように、弾性波共振器 2 2 は圧電薄膜共振器である。基板 2 0 上に圧電膜 4 6 が設けられている。圧電膜 4 6 を挟むように下部電極 4 4 および上部電極 4 8 が設けられている。下部電極 4 4 と基板 2 0 との間に空隙 4 5 が形成されている。圧電膜 4 6 の少なくとも一部を挟み下部電極 4 4 と上部電極 4 8 とが対向する領域が共振領域 4 7 である。共振領域 4 7 内の下部電極 4 4 および上部電極 4 8 は圧電膜 4 6 内に、厚み縦振動モードの弾性波を励振する。下部電極 4 4 および上部電極 4 8 は例えばルテニウム膜等の金属膜である。圧電膜 4 6 は例えば窒化アルミニウム膜である。

20

## 【 0 0 2 8 】

圧電薄膜共振器の静電容量値は、下部電極 4 4 と上部電極 4 8 との間の静電容量値であり、共振領域 4 7 の面積を圧電膜 4 6 の膜厚で除した値にほぼ比例する。

## 【 0 0 2 9 】

弾性波共振器 1 2 および 2 2 は、弾性波を励振する電極を含む。このため、弾性波の励振を阻害しないように、弾性波共振器 1 2 および 2 2 は空隙 2 8 に覆われている。

## 【 0 0 3 0 】

図 1 の送信フィルタ 5 0 は基板 1 0 の上面に設けられている。直列共振器 S 1 1 から S 1 4 および並列共振器 P 1 1 から P 1 3 は弾性波共振器 1 2 である。受信フィルタ 5 2 は基板 2 0 の下面に設けられている。直列共振器 S 2 1 から S 2 4 および並列共振器 P 2 1 から P 2 3 は弾性波共振器 2 2 である。送信フィルタ 5 0 のうち範囲 5 4 内の直列共振器 S 1 1、S 1 2 および並列共振器 P 1 1 は、受信フィルタ 5 2 のうち範囲 5 4 内の直列共振器 S 2 1、S 2 2 および並列共振器 P 2 1 と平面視において重なっている。送信フィルタ 5 0 のうち範囲 5 6 内の直列共振器 S 1 3、S 1 4、並列共振器 P 1 2 および P 1 3 は、受信フィルタ 5 2 のいずれの弾性波共振器 2 2 とも重なっていない。受信フィルタ 5 2 のうち範囲 5 6 内の直列共振器 S 2 3、S 2 4、並列共振器 P 2 2 および P 2 3 は、送信フィルタ 5 0 のいずれの弾性波共振器 1 2 とも重なっていない。

30

## 【 0 0 3 1 】

送信端子 T x から入力した受信帯域の信号は送信フィルタ 5 0 により抑圧される。範囲 5 4 において、送信フィルタ 5 0 と受信フィルタ 5 2 とが重なっていると、送信フィルタ 5 0 から空隙 2 8 を介し受信フィルタ 5 2 に信号が漏れる。これにより、図 1 の矢印 5 8 のように、送信端子 T x から受信端子 R x に受信帯域の信号が漏れる。よって、アイソレーション特性は劣化する。送信フィルタ 5 0 と受信フィルタ 5 2 とを平面視において重ならないように設けることにより、アイソレーション特性を改善できる。しかしながら、マルチプレクサが大型化してしまう。送信フィルタ 5 0 と受信フィルタ 5 2 とを平面視において重なるように設けることにより、小型化できる。しかしながらアイソレーション特性が劣化してしまう。そこで、送信フィルタ 5 0 の一部と受信フィルタ 5 2 の一部が平面視において重なるようにする。これにより、アイソレーション特性を抑制しかつ小型化が可

40

50



能となる。

【 0 0 3 2 】

[ シミュレーション ]

送信フィルタ 5 0 の一部と受信フィルタ 5 2 の一部が平面視において重ねた場合に、直列共振器および並列共振器の静電容量の好ましい関係についてシミュレーションした。シミュレーションでは、LTE (Long Term Evolution) バンド 7 (送信帯域：2 5 0 0 MHz - 2 5 7 0 MHz、受信帯域：2 6 2 0 MHz - 2 6 9 0 MHz) を想定した弾性波共振器 1 2 および 2 2 を用いた。

【 0 0 3 3 】

図 4 は、シミュレーションにおける等価回路を示す図である。図 4 に示すように、共通端子 Ant とグランドとの間にインダクタ L が電氣的に接続されている。インダクタ L は整合回路である。送信フィルタ 5 0 と受信フィルタ 5 2 とが平面視において重なっていることを等価的に表すため、送信フィルタ 5 0 と受信フィルタ 5 2 との間にキャパシタ C 1 および C 2 が電氣的に接続されているとした。キャパシタ C 1 は、直列共振器 S 1 1 と S 1 2 との間のノードと、直列共振器 S 2 1 と S 2 2 との間のノードと、の間に電氣的に接続されている。キャパシタ C 2 は、直列共振器 S 1 2 と S 1 3 との間のノードと、直列共振器 S 2 2 と S 2 3 との間のノードと、の間に電氣的に接続されている。キャパシタ C 1 および C 2 の静電容量値を各々 0 . 1 p F とした。

10

【 0 0 3 4 】

送信フィルタ 5 0 および受信フィルタ 5 2 を基本区間に分解し、直列共振器と並列共振器との静電容量比を変えた。図 5 は、シミュレーションにおけるフィルタの等価回路を示す回路図である。図 5 に示すように、フィルタ 5 1 は、端子 T 1 と T 2 との間に接続されている。フィルタ 5 1 は、送信フィルタ 5 0 および受信フィルタ 5 2 である。

20

【 0 0 3 5 】

フィルタ 5 1 を基本区間 6 1 から 6 6 の 6 区間に分解する。基本区間 6 1 と 6 2 とは接続関係が線 7 1 に対しミラー対称である。基本区間 6 2 と 6 3 とは接続関係が線 7 2 に対しミラー対称である。同様に、基本区間 6 3 から 6 6 は接続関係が線 7 3 から 7 5 に対しミラー対称である。このような基本区間に分解すると、直列共振器 S 2 は直列共振器 S 2 a と S 2 b とに直列に分割される。直列共振器 S 3 は直列共振器 S 3 a と S 3 b とに直列に分割される。並列共振器 P 1 は共振器 P 1 a と P 1 b とに並列に分割される。並列共振器 P 2 は並列共振器 P 2 a と P 2 b とに並列に分割される。並列共振器 P 3 は並列共振器 P 3 a と P 3 b とに並列に分割される。図 1 の例では、範囲 5 4 に相当する (すなわち送信フィルタ 5 0 と受信フィルタ 5 2 とが重なっている) 基本区間は基本区間 6 1 から 6 3 である。範囲 5 6 に相当する (すなわち送信フィルタ 5 0 と受信フィルタ 5 2 とが重なっていない) 基本区間は基本区間 6 4 から 6 6 である。図 1 では、並列共振器 P 1 2 および P 2 2 は、範囲 5 6 に含まれるが、直列共振器 S 1 2 および S 2 2 が範囲 5 4 に含まれる。このため、基本区間 6 3 は範囲 5 4 に含まれるとした。

30

【 0 0 3 6 】

静電容量値が  $C_s$  の直列共振器 S を静電容量値が  $C_{s a}$  の共振器 S a と静電容量値が  $C_{s b}$  の共振器 S b とに直列に分割した場合の静電容量値の関係は、 $C_s = (C_{s a} \cdot C_{s b}) / (C_{s a} + C_{s b})$  である。静電容量値が  $C_p$  の並列共振器 P を静電容量値が  $C_{p a}$  の共振器 P a と静電容量値が  $C_{p b}$  の共振器 P b とに並列に分割した場合の静電容量値の関係は、 $C_p = C_{p a} + C_{p b}$  である。

40

【 0 0 3 7 】

図 6 は、シミュレーションにおけるサンプル A から E の静電容量を示す図である。基本区間 6 1 から 6 6 における直列共振器および並列共振器の静電容量値をそれぞれ  $C_s$  および  $C_p$  とした。サンプル A から C は比較例に相当し、サンプル D および E は実施例に相当する。図 6 に示すように、サンプル C では、基本区間 6 1 から 6 6 における  $C_s$  および  $C_p$  は各々 1 p F である。 $C_p / C_s$  は 1、 $C_p \times C_s$  は  $1 \text{ p F}^2$  である。基本区間 6 1 から 6 6 について相乗平均した  $C_p / C_s$  は 1、 $C_p \times C_s$  は  $1 \text{ p F}^2$  である。 $C_p / C_s$

50

の相乗平均は、基本区間 6 1 から 6 6 の  $C_p / C_s$  を乗じた後 6 乗根することにより求める。

【 0 0 3 8 】

サンプル A では、範囲 5 4 の基本区間 6 1 から 6 3 の  $C_s$  および  $C_p$  は、それぞれ  $1 / 1.3 p F$  および  $1.3 p F$  であり、 $C_p / C_s$  は  $1.3$  であり、 $C_p \times C_s$  は  $1 p F^2$  である。範囲 5 6 の基本区間 6 4 から 6 6 の  $C_s$  および  $C_p$  は、それぞれ  $1.3 p F$  および  $1 / 1.3 p F$  であり、 $C_p / C_s$  は  $1 / 1.3$  であり、 $C_p \times C_s$  は  $1 p F^2$  である。基本区間 6 1 から 6 6 の  $C_p / C_s$  の相乗平均および  $C_p \times C_s$  の相乗平均は、それぞれ  $1$  および  $1 p F^2$  である。サンプル B では、基本区間 6 1 から 6 3 の  $C_s$  および  $C_p$  は、それぞれ  $1 / 1.1 p F$  および  $1.1 p F$  であり、 $C_p / C_s$  は  $1.1$  である。基本区間 6 4 から 6 6 の  $C_s$  および  $C_p$  は、それぞれ  $1.1 p F$  および  $1 / 1.1 p F$  であり、 $C_p / C_s$  は  $1 / 1.1$  である。

10

【 0 0 3 9 】

サンプル D では、基本区間 6 1 から 6 3 の  $C_s$  および  $C_p$  は、それぞれ  $1 / 0.9 p F$  および  $0.9 p F$  であり、 $C_p / C_s$  は  $0.9$  である。基本区間 6 4 から 6 6 の  $C_s$  および  $C_p$  は、それぞれ  $0.9 p F$  および  $1 / 0.9 p F$  であり、 $C_p / C_s$  は  $1 / 0.9$  である。サンプル E では、基本区間 6 1 から 6 3 の  $C_s$  および  $C_p$  は、それぞれ  $1 / 0.7 p F$  および  $0.7 p F$  であり、 $C_p / C_s$  は  $0.7$  である。基本区間 6 4 から 6 6 の  $C_s$  および  $C_p$  は、それぞれ  $0.7 p F$  および  $1 / 0.7 p F$  であり、 $C_p / C_s$  は  $1 / 0.7$  である。

20

【 0 0 4 0 】

基本区間 6 1 から 6 6 における  $C_p / C_s$  の相乗平均をサンプル A から E において同じとする理由を説明する。図 7 は、シミュレーションにおいて基本区間 1 段での  $C_p / C_s$  に対する減衰量を示す図である。図 7 に示すように、 $C_p / C_s$  が大きくなると  $1880 \text{ MHz}$  における減衰量が大きくなる。このように、フィルタ特性は  $C_p / C_s$  に依存する。そこで、フィルタ特性を変化させないため、サンプル A から E における基本区間 6 1 から 6 6 の  $C_p / C_s$  の相乗平均を同じ  $1 p F^2$  とした。

【 0 0 4 1 】

図 8 ( a ) および図 8 ( b ) は、シミュレーションにおけるそれぞれ通過特性およびアイソレーション特性を示す図である。図 8 ( a ) は、マルチプレクサにおける送信フィルタ 5 0 および受信フィルタ 5 2 の通過特性を示す。図 8 ( b ) は、送信端子  $T_x$  から受信端子  $R_x$  へのアイソレーション特性を示す。LTE バンド 7 の送信帯域 7 6 および受信帯域 7 8 を図示している。シミュレーションでは LTE バンド 7 に完全には最適化されていない。

30

【 0 0 4 2 】

図 8 ( a ) に示すように、送信フィルタ 5 0 および受信フィルタ 5 2 の通過帯域における通過特性はサンプル A から E でほとんど変わらない。これは、サンプル A から E で  $C_p / C_s$  の相乗平均を同じにしたためである。送信フィルタ 5 0 の受信帯域 7 8 における減衰量はサンプル E から A の順に大きい。サンプル D および E の減衰量はサンプル A から C の減衰量より大きい。受信フィルタ 5 2 の送信帯域 7 6 における減衰量はサンプル E から A の順に大きい。図 8 ( b ) に示すように、アイソレーション特性は、サンプル E から A の順によくなる。サンプル D および E のアイソレーション特性はサンプル A から C のアイソレーション特性より良好である。

40

【 0 0 4 3 】

図 9 ( a ) から図 9 ( c ) は、シミュレーションにおけるアイソレーション特性を示す図である。図 9 ( a ) は、図 8 ( b ) の送信帯域 7 6 および受信帯域 7 8 付近の拡大図である。図 9 ( b ) および図 9 ( c ) は、図 9 ( a ) のそれぞれ範囲 6 8 および 6 9 の拡大図である。

【 0 0 4 4 】

図 9 ( a ) に示すように、送信帯域 7 6 および受信帯域 7 8 におけるアイソレーション

50

特性はサンプルEからAの順によくなる。図9(b)に示すように、範囲68(送信帯域76側においてアイソレーションが最悪となる周波数付近)ではサンプルEはサンプルCに比べアイソレーションの最悪値は4.3dB改善している。図9(c)に示すように、範囲69(受信帯域78側においてアイソレーションが最悪となる周波数付近)ではサンプルEはサンプルCに比べアイソレーションは4.9dB改善している。

【0045】

基本区間61から66の $C_p / C_s$ の相乗平均を0.8、1.0および1.2とし、アイソレーションの最悪値を送信帯域76側および受信帯域78側でシミュレーションした。図10(a)および図10(b)は、シミュレーションにおける基本区間64から66の $C_p / C_s$ に対するそれぞれ送信帯域側および受信帯域側のアイソレーションの最悪値を示す図である。

10

【0046】

図10(a)および図10(b)に示すように、基本区間61から66の $C_p / C_s$ の相乗平均が大きくなると、アイソレーションは改善する。また、範囲56の基本区間64から66における $C_p / C_s$ が大きくなるとアイソレーションは改善する。基本区間64から66における $C_p / C_s$ が大きいサンプルは基本区間61から63における $C_p / C_s$ が相対的に小さなサンプルである。

【0047】

以上のように、基本区間61から63の $C_p / C_s$ を基本区間64から66の $C_p / C_s$ より小さくしたサンプルDおよびEは、サンプルAからCに比べ通過帯域の通過特性を劣化させることなく、アイソレーション特性を改善できる。これは、送信フィルタ50の範囲56の基本区間64から66における $C_p / C_s$ を範囲54の基本区間61から63における $C_p / C_s$ より大きくすることで、送信端子Txから入力した受信帯域の信号を基本区間64から66により抑圧できるためである。また、受信フィルタ52の範囲56の基本区間64から66における $C_p / C_s$ を範囲54の基本区間61から63における $C_p / C_s$ より大きくすると、基本区間61から63において受信フィルタ52に漏れた送信帯域の信号を基本区間64から66により抑圧できるためである。

20

【0048】

任意に接続された直列共振器および並列共振器を等価的に基本区間に分解する方法について説明する。図11(a)および図11(b)は、任意に接続された直列共振器および並列共振器を合成する方法を示す回路図である。図11(a)に示すように、端子T1とT2との間に直列共振器S1-1、S1-2、S2-1およびS2-2が直列に接続されている。直列共振器S1-2とS2-1との間のノードN1とグランドとの間に並列共振器P1-1およびP1-2が直列に接続されている。ノードN2とグランドとの間に並列共振器P1-3が接続されている。

30

【0049】

図11(b)に示すように、直列共振器S1-1およびS1-2を合成し等価的に合成直列共振器 $S_{m1}$ とする。直列共振器S2-1およびS2-2を合成し等価的に合成直列共振器 $S_{m2}$ とする。並列共振器P1-1からP1-3を合成し等価的に合成並列共振器 $P_{m1}$ とする。合成直列共振器 $S_{m1}$ の静電容量値 $C_{ms1}$ は、直列共振器S1-1およびS1-2のそれぞれ静電容量値 $C_{s11}$ および $C_{s12}$ を用い、 $C_{ms1} = (C_{s11} \cdot C_{s12}) / (C_{s11} + C_{s12})$ となる。合成直列共振器 $S_{m2}$ の静電容量値も同様に算出できる。合成並列共振器 $P_{m1}$ の静電容量値 $C_{mp1}$ は、並列共振器P1-1からP1-3のそれぞれの静電容量値 $C_{p11}$ から $C_{p13}$ を用い、 $C_{mp1} = C_{p13} + (C_{p11} \cdot C_{p12}) / (C_{p11} + C_{p12})$ となる。

40

【0050】

図12(a)から図12(c)は、基本区間に分解する方法について説明する図である。図12(a)に示すように、直列共振器および並列共振器を合成することにより、合成直列共振器 $S_{m1}$ から $S_{m3}$ と合成並列共振器 $P_{m1}$ および $P_{m2}$ とが互い違いに接続される。

50

## 【 0 0 5 1 】

図 1 2 ( b ) に示すように、図 1 2 ( a ) において合成並列共振器に挟まれた合成直列共振器は両側に接続された合成並列共振器の静電容量値の比で直列に分割する。例えば、合成直列共振器  $S_{m2}$  は、合成並列共振器  $P_{m1}$  と  $P_{m2}$  に挟まれている。合成直列共振器  $S_{m2}$ 、合成並列共振器  $P_{m1}$  および  $P_{m2}$  の静電容量値をそれぞれ  $C_{ms2}$ 、 $C_{mp1}$  および  $C_{mp2}$  とする。合成直列共振器  $S_{m2}$  が直列に分割された分割直列共振器  $S_{d2a}$  および  $S_{d2b}$  の静電容量値をそれぞれ  $C_{ds2a}$  および  $C_{ds2b}$  とする。このとき、 $C_{ds2a} = C_{ms2} \times (C_{mp1} + C_{mp2}) / C_{mp2}$  および  $C_{ds2b} = C_{ms2} \times (C_{mp1} + C_{mp2}) / C_{mp1}$  となる。合成直列共振器  $S_{m3}$  も同様に分割直列共振器  $S_{d3a}$  および  $S_{d3b}$  に直列に分割される。合成直列共振器  $S_{m1}$  は片側に合成並列共振器が接続されていないため分割しないが、分割直列共振器  $S_{d1}$  とする。

10

## 【 0 0 5 2 】

次に、図 1 2 ( c ) に示すように、図 1 2 ( b ) において分割直列共振器に挟まれた合成並列共振器は両側に接続された分割直列共振器の静電容量値の比で並列に分割する。例えば、合成直列共振器  $S_{m1}$  は、分割直列共振器  $S_{d1}$  と  $S_{d2a}$  に挟まれている。合成並列共振器  $P_{m1}$  が並列に分割された分割並列共振器  $P_{d1a}$  および  $P_{d1b}$  の静電容量値をそれぞれ  $C_{dp1a}$  および  $C_{dp1b}$  とする。このとき、 $C_{dp1a} = C_{mp1} \times C_{ds1} / (C_{ds1} + C_{ds2a})$  および  $C_{dp1b} = C_{mp1} \times C_{ds2a} / (C_{ds1} + C_{ds2a})$  となる。合成並列共振器  $P_{m2}$  は、分割直列共振器  $S_{d2b}$  と  $S_{d3a}$  に挟まれている。合成並列共振器  $P_{m2}$  が並列に分割された分割並列共振器  $P_{d2a}$  および  $P_{d2b}$  の静電容量値をそれぞれ  $C_{dp2a}$  および  $C_{dp2b}$  とする。このとき、 $C_{dp2a} = C_{mp2} \times C_{ds2b} / (C_{ds2b} + C_{ds3a})$  および  $C_{dp2b} = C_{mp2} \times C_{ds3a} / (C_{ds2b} + C_{ds3a})$  となる。

20

## 【 0 0 5 3 】

以上のように、任意に接続された直列共振器と並列共振器を基本区間で等価的に表すことができる。

## 【 0 0 5 4 】

図 1 3 は、実施例 1 における基板 1 0 の上面を示す平面図である。図 1 3 において、弾性波共振器 1 2 の大きさを誇張して図示している。図 1 3 に示すように、基板 1 0 上に弾性波共振器 1 2 および配線 1 4 が設けられている。配線 1 4 にビア配線 1 6 およびバンプ 2 6 が接続されている。パッド  $P_{a1}$ 、 $P_{t1}$ 、 $P_{r1}$  および  $P_{g1}$  は、それぞれ共通端子  $A_{nt}$ 、送信端子  $T_x$ 、受信端子  $R_x$  およびグランド端子にビア配線 1 6 を介し接続される。パッド  $P_{a1}$  と  $P_{t1}$  との間に直列に直列共振器  $S_{11}$  から  $S_{14}$ 、並列に並列共振器  $P_{11}$  から  $P_{13}$  が配線 1 4 を介し接続されている。直列共振器  $S_{11}$  から  $S_{14}$  および並列共振器  $P_{11}$  から  $P_{13}$  は送信フィルタ 5 0 を形成する。

30

## 【 0 0 5 5 】

図 1 4 は、実施例 1 における基板 2 0 の下面を上から透視した平面図である。図 1 4 において、弾性波共振器 2 2 の大きさを誇張して図示している。図 1 4 に示すように、基板 2 0 上に弾性波共振器 2 2 および配線 2 4 が設けられている。配線 2 4 にバンプ 2 6 が接続されている。パッド  $P_{a2}$ 、 $P_{r2}$  および  $P_{g2}$  は、それぞれ共通端子  $A_{nt}$ 、受信端子  $R_x$  およびグランド端子にバンプ 2 6、配線 1 4 およびビア配線 1 6 を介し接続される。パッド  $P_{a2}$  と  $P_{r2}$  との間に直列に直列共振器  $S_{21}$  から  $S_{24}$ 、並列に並列共振器  $P_{21}$  から  $P_{23}$  が配線 2 4 を介し接続されている。直列共振器  $S_{21}$  から  $S_{24}$  および並列共振器  $P_{21}$  から  $P_{23}$  は受信フィルタ 5 2 を形成する。

40

## 【 0 0 5 6 】

図 1 5 は、実施例 1 に係るマルチプレクサの平面図である。基板 1 0 に基板 2 0 の弾性波共振器 2 2 および配線 2 4 を重ねて図示している。弾性波共振器 1 2 および配線 1 4 と弾性波共振器 2 2 および配線 2 4 とが重なる領域を太線 5 5 で示している。図 1 5 に示すように、送信フィルタ 5 0 の並列共振器  $P_{11}$  の一部と受信フィルタ 5 2 の直列共振器  $S_{21}$  の一部が平面視において重なっている。直列共振器  $S_{11}$  の一部と並列共振器  $P_{21}$

50

の一部とが平面視において重なっている。直列共振器 S 1 2 の一部と並列共振器 P 2 2 の一部とが平面視において重なっている。並列共振器 P 1 2 の一部と直列共振器 S 2 2 の一部とが平面視において重なっている。

【 0 0 5 7 】

隣の弾性波共振器 1 2 (または 2 2) までの配線 1 4 (または 2 4) が弾性波共振器 2 2 (または 1 2) および / または配線 2 4 (または 1 4) に重なっている弾性波共振器 1 2 (または 2 2) を範囲 5 4 に含まれるとする場合 (すなわち配線を考慮する場合)、並列共振器 P 1 1、P 1 2 および直列共振器 S 1 1 - S 1 3 が弾性波共振器 2 2 および / または配線 2 4 と重なる。同様に、並列共振器 P 2 1、P 2 2 および直列共振器 S 2 1 - S 2 3 が弾性波共振器 1 2 および / または配線 1 4 と重なる。よって、送信フィルタ 5 0 および受信フィルタ 5 2 とともに、基本区間 6 1 から 6 5 が範囲 5 4 に含まれ、基本区間 6 6 が範囲 5 6 に含まれる。そこで、基本区間 6 6 おける  $C_p / C_s$  を、基本区間 6 1 から 6 5 における  $C_p / C_s$  より大きくする。これにより、アイソレーション特性を改善できる。

10

【 0 0 5 8 】

配線 1 4 を考慮せず、弾性波共振器 2 2 (または 1 2) と重なっている弾性波共振器 1 2 (または 2 2) を範囲 5 4 に含まれるとする場合、並列共振器 P 1 1、P 1 2 および直列共振器 S 1 1、S 1 2 が弾性波共振器 2 2 と重なる。同様に、並列共振器 P 2 1、P 2 2 および直列共振器 S 2 1、S 2 2 が弾性波共振器 1 2 と重なる。よって、送信フィルタ 5 0 および受信フィルタ 5 2 とともに、基本区間 6 1 から 6 4 が範囲 5 4 に含まれ、基本区間 6 5 および 6 6 が範囲 5 6 に含まれる。そこで、基本区間 6 5 および 6 6 おける  $C_p / C_s$  を、基本区間 6 1 から 6 4 における  $C_p / C_s$  より大きくする。これにより、アイソレーション特性を改善できる。

20

【 0 0 5 9 】

図 1 6 は、実施例 1 の変形例 1 に係るマルチプレクサの平面図である。図 1 6 に示すように、送信フィルタ 5 0 の並列共振器 P 1 1 の一部と受信フィルタ 5 2 の直列共振器 S 2 1 の一部が平面視において重なっている。直列共振器 S 1 1 の一部と並列共振器 P 2 1 の一部とが平面視において重なっている。直列共振器 S 1 2 の一部と直列共振器 S 2 2 の一部とが平面視において重なっている。

【 0 0 6 0 】

隣の弾性波共振器 1 2 (または 2 2) までの配線 1 4 (または 2 4) を考慮して範囲 5 4 を定める場合、並列共振器 P 1 1 および直列共振器 S 1 1 - S 1 2 が弾性波共振器 2 2 および / または配線 2 4 と重なる。よって、送信フィルタ 5 0 では、基本区間 6 1 から 6 3 が範囲 5 4 に含まれ、基本区間 6 4 から 6 6 が範囲 5 6 に含まれる。そこで、基本区間 6 4 から 6 6 おける  $C_p / C_s$  を、基本区間 6 1 から 6 3 における  $C_p / C_s$  より大きくする。これにより、アイソレーション特性を改善できる。

30

【 0 0 6 1 】

受信フィルタ 5 2 では、並列共振器 P 2 1、P 2 2、直列共振器 S 2 1 および S 2 2 が弾性波共振器 1 2 および / または配線 1 4 と重なる。それで、受信フィルタ 5 2 では、基本区間 6 1 から 6 4 が範囲 5 4 に含まれ、基本区間 6 5 および 6 6 が範囲 5 6 に含まれる。そこで、基本区間 6 5 および 6 6 おける  $C_p / C_s$  を、基本区間 6 1 から 6 4 における  $C_p / C_s$  より大きくする。これにより、アイソレーション特性を改善できる。

40

【 0 0 6 2 】

配線 1 4 を考慮せず範囲 5 4 を定める場合、並列共振器 P 1 1、直列共振器 S 1 1 および S 1 2 が弾性波共振器 2 2 と重なる。同様に、並列共振器 P 2 1、直列共振器 S 2 1 および S 2 2 が弾性波共振器 1 2 と重なる。よって、送信フィルタ 5 0 および受信フィルタ 5 2 とともに、基本区間 6 1 から 6 3 が範囲 5 4 に含まれ、基本区間 6 4 から 6 6 が範囲 5 6 に含まれる。そこで、基本区間 6 4 から 6 6 おける  $C_p / C_s$  を、基本区間 6 1 から 6 3 における  $C_p / C_s$  より大きくする。これにより、アイソレーション特性を改善できる。

【 0 0 6 3 】

図 1 7 は、実施例 1 の変形例 2 に係るマルチプレクサの平面図である。図 1 7 に示すよ

50

うに、送信フィルタ 5 0 の並列共振器 P 1 1 の一部と受信フィルタ 5 2 の直列共振器 S 2 1 の一部が平面視において重なっている。直列共振器 S 1 1 の一部と並列共振器 P 2 1 の一部とが平面視において重なっている。

【 0 0 6 4 】

配線を考慮して範囲 5 4 を定める場合、並列共振器 P 1 1 および直列共振器 S 1 1 - S 1 2 が弾性波共振器 2 2 および / または配線 2 4 と重なる。並列共振器 P 2 1、P 2 2、直列共振器 S 2 1 および S 2 2 が弾性波共振器 1 2 および / または配線 1 4 と重なる。よって、図 1 6 の場合と同様に、送信フィルタ 5 0 では、基本区間 6 4 から 6 6 おける  $C_p / C_s$  を、基本区間 6 1 から 6 3 における  $C_p / C_s$  より大きくする。受信フィルタ 5 2 では、基本区間 6 5 および 6 6 おける  $C_p / C_s$  を、基本区間 6 1 から 6 4 における  $C_p / C_s$  より大きくする。これにより、アイソレーション特性を改善できる。

10

【 0 0 6 5 】

配線 1 4 を考慮せず範囲 5 4 を定める場合、並列共振器 P 1 1 および直列共振器 S 1 1 が弾性波共振器 2 2 と重なる。同様に、並列共振器 P 2 1 および直列共振器 S 2 2 が弾性波共振器 1 2 と重なる。よって、送信フィルタ 5 0 および受信フィルタ 5 2 とともに、基本区間 6 1 および 6 2 が範囲 5 4 に含まれ、基本区間 6 3 から 6 6 が範囲 5 6 に含まれる。そこで、基本区間 6 3 から 6 6 おける  $C_p / C_s$  を、基本区間 6 1 および 6 2 における  $C_p / C_s$  より大きくする。これにより、アイソレーション特性を改善できる。

【 0 0 6 6 】

[ 範囲 5 4 と 5 6 とを分ける方法 1 ]

20

次に、基本区間 6 1 から 6 6 を範囲 5 4 および 5 6 に分ける方法の例を説明する。並列共振器間の直列共振器が直列に分割されている例である。図 1 8 ( a ) から図 1 8 ( c ) は、範囲を分ける方法 1 を示す回路図である。図 1 8 ( a ) に示すように、直列共振器 S 2 が直列共振器 S 2 - 1 から S 2 - 3 に直列に分割されている。直列共振器 S 2 - 1 から S 2 - 3 のうち直列共振器 S 2 - 1 は範囲 5 4 に含まれている。すなわち直列共振器 S 2 - 1 は他のフィルタの弾性波共振器と重なっている。直列共振器 S 2 - 2 および S 2 - 3 は範囲 5 6 に含まれる。すなわち直列共振器 S 2 - 2 および S 2 - 3 は他のフィルタの弾性波共振器と重なっていない。

【 0 0 6 7 】

図 1 8 ( b ) に示すように、範囲 5 6 内の直列共振器 S 2 - 2 と S 2 - 3 ( 図 1 8 ( a ) の太点線 ) を合成し直列共振器 S 2 - 2 3 とする。直列共振器 S 2 - 2 3 は範囲 5 6 に含まれる。

30

【 0 0 6 8 】

図 1 8 ( c ) に示すように、等価的に基本区間 6 1 から 6 6 に分解するとき、基本区間 6 2 の直列共振器は S 2 - 1 とし、基本区間 6 3 の直列共振器は S 2 - 2 3 とする。直列共振器 S 2 のうち、範囲 5 4 の直列共振器 S 2 - 1 と、範囲 5 6 の直列共振器 S 2 - 2 および S 2 - 3 と、は合成していない。このため、直列共振器 S 2 - 1 が含まれる基本区間 6 2 を範囲 5 4 とし、直列共振器 S 2 - 2 および S 2 - 3 が含まれる基本区間 6 3 を範囲 5 6 とする。これにより、基本区間 6 1 および 6 2 を範囲 5 4 とし、基本区間 6 3 から 6 6 を範囲 5 6 とする。

40

【 0 0 6 9 】

図 1 8 ( a ) から図 1 8 ( c ) のように、隣接する並列共振器 P 1 と P 2 との間の直列共振器 S 2 が複数の直列共振器 S 2 - 1 から S 2 - 3 に分割され、直列共振器 S 2 - 1 から S 2 - 3 のうち範囲 5 4 の方の直列共振器 S 2 - 1 が範囲 5 4 に含まれ範囲 5 6 の方の直列共振器 S 2 - 2 および S 2 - 3 が範囲 5 6 に含まれる。このとき、直列共振器 S 2 を基本区間 6 2 の直列共振器 S 2 a と基本区間 6 3 の直列共振器 S 2 b に分割する ( 図 5 参照 ) ときに、直列共振器 S 2 a および S 2 b をそれぞれ直列共振器 S 2 - 1 と S 2 - 2 3 としてもよい。

【 0 0 7 0 】

[ 範囲 5 4 と 5 6 とを分ける方法 2 ]

50

直列共振器間の並列共振器が並列に分割されている例である。図19(a)から図19(c)は、範囲を分ける方法2を示す回路図である。図19(a)に示すように、並列共振器P2が並列共振器P2-1からP2-3に分割されている。並列共振器P2-2とP2-3は直列に接続されている。並列共振器P2-1と、並列共振器P2-2およびP2-3と、は並列に接続されている。並列共振器P2-1は範囲54に含まれる。並列共振器P2-2およびP2-3は範囲56に含まれる。

【0071】

図19(b)に示すように、並列共振器P2-2とP2-3(図19(a)の太点線)を等価的に合成し並列共振器P2-23とする。並列共振器P2-23は範囲56に含まれる。

【0072】

図19(c)に示すように、等価的に基本区間61から66に分解するとき、基本区間63の並列共振器をP2-1とし、基本区間64の並列共振器をP2-23とする。並列共振器P2のうち、範囲54の並列共振器P2-1と、範囲56の並列共振器P2-2およびP2-3と、は合成していない。このため、並列共振器P2-1が含まれる基本区間63を範囲54とし、並列共振器P2-2およびP2-3が含まれる基本区間64を範囲56とする。これにより、基本区間61から63を範囲54とし、基本区間64から66を範囲56とする。

【0073】

図19(a)から図19(c)のように、隣接する直列共振器S2とS3との間の並列共振器P2が複数の並列共振器P2-1からP2-3に分割され、並列共振器P2-1からP2-3のうち範囲54の方の並列共振器P2-1が範囲54に含まれ範囲56の方の並列共振器P2-2およびP2-3が範囲56に含まれる。このとき、並列共振器P2を基本区間63の並列共振器P2aと基本区間64の並列共振器P2bに分割する(図5参照)ときに、並列共振器P2aおよびP2bをそれぞれ並列共振器P2-1とP2-23としてもよい。

【0074】

[範囲54と56とを分ける方法3]

直列共振器間の並列共振器が並列に分割されている例である。図20(a)から図20(c)は、範囲を分ける方法3を示す回路図である。図20(a)に示すように、回路は図19(a)と同じである。並列共振器P2-1およびP2-2は範囲54に含まれている。並列共振器P2-3は範囲56に含まれる。

【0075】

図20(b)に示すように、直列分割された並列共振器P2-2およびP2-3のうち一部は範囲54に含まれ、他は範囲56に含まれる。この場合、並列共振器P2-3は範囲54に含まれるとする。

【0076】

図20(c)に示すように、並列共振器P2-1からP2-3を合成し、その後は図12(a)から図12(c)と同じ方法で基本区間61から66に分解する。並列共振器P2は範囲54に含まれるため、基本区間61から64を範囲54とし、基本区間65および66を範囲56とする。

【0077】

図20(a)から図20(c)のように、隣接する直列共振器S2とS3との間の並列共振器P2が並列に分割され、並列に分割された一方の並列共振器がさらに並列共振器P2-2およびP2-3に分割されている場合、並列共振器P2-2とP2-3とが異なる範囲54および56の場合、並列共振器P2-2およびP2-3はいずれも範囲54に含まれているとする。この場合、並列共振器P2-2およびP2-3はいずれも範囲56に含まれているとしてもよい。

【0078】

[範囲54と56とを分ける方法4]

10

20

30

40

50

図 2 1 ( a ) から図 2 1 ( c ) は、範囲を分ける方法 4 を示す回路図である。図 2 1 ( a ) に示すように、回路は図 1 9 ( a ) と同じである。直列共振器 S 1 から S 3 および並列共振器 P 1 は範囲 5 4 に含まれている。直列共振器 S 4 並列共振器 P 2 - 1 から P 3 は範囲 5 6 に含まれている。このように、直列共振器 S 3 は範囲 5 4 であるが並列共振器 P 3 は範囲 5 6 である。

【 0 0 7 9 】

図 2 1 ( b ) に示すように、交互に接続される並列共振器と直列共振器のうち並列共振器が範囲 5 6 の場合、直列共振器 S 3 は範囲 5 6 とする。

【 0 0 8 0 】

図 2 1 ( c ) に示すように、並列共振器 P 2 - 1 から P 2 - 3 を合成し、その後は図 1 2 ( a ) から図 1 2 ( c ) と同じ方法で基本区間 6 1 から 6 6 に分解する。直列共振器 S 2 は範囲 5 4 に含まれるため、基本区間 6 1 から 6 3 を範囲 5 4 とし、基本区間 6 4 から 6 6 を範囲 5 6 とする。

【 0 0 8 1 】

図 2 1 ( a ) から図 2 1 ( c ) のように、隣接する直列共振器 S 2 と S 3 とは範囲 5 4 に含まれるが直列共振器 S 2 と S 3 との間の並列共振器 P 2 が範囲 5 6 に含まれる場合、直列共振器 S 3 は範囲 5 6 に含まれるとしてもよい。この場合、並列共振器 P 2 および直列共振器 S 3 はいずれも範囲 5 4 に含まれているとしてもよい。

【 0 0 8 2 】

[ 範囲 5 4 と 5 6 とを分ける方法 5 ]

配線の一部が範囲 5 4 に含まれる例である。図 2 2 ( a ) から図 2 2 ( b ) は、範囲を分ける方法 5 を示す回路図である。図 2 2 ( a ) に示すように、回路は、図 1 8 ( a ) と同じである。直列共振器 S 2 が分割された直列共振器 S 2 - 1 から S 2 - 3 のうち直列共振器 S 2 - 1 は範囲 5 4 に含まれ、直列共振器 S 2 - 2 および S 2 - 3 は範囲 5 6 に含まれている。直列共振器 S 2 - 2 および S 2 - 3 の間の配線 1 4 a が範囲 5 4 に含まれている。すなわち、他のフィルタの弾性波共振器と重なっている。

【 0 0 8 3 】

図 2 2 ( b ) に示すように、直列共振器 S 2 - 2 および S 2 - 3 は配線 1 4 a を含め範囲 5 6 に含まれているとする。その後は、図 1 8 ( b ) および図 1 8 ( c ) と同様に、基本区間 6 1 から 6 6 に分解する。

【 0 0 8 4 】

図 2 2 ( a ) および図 2 2 ( b ) のように、隣接する共振器 ( 直列共振器 S 2 - 2 および S 2 - 3 ) がともに他のフィルタの弾性波共振器および配線と重なっていない場合、隣接する共振器間の配線 1 4 a の一部が他のフィルタの弾性波共振器および / または配線と重なっていても、隣接する共振器は範囲 5 6 に含まれているとしてもよい。この場合、隣接する共振器はともに範囲 5 4 に含まれるとしてもよい。

【 0 0 8 5 】

送信フィルタ 5 0 および受信フィルタ 5 2 の直列共振器および並列共振器を等価的に基本区間 6 1 から 6 6 に分割する方法、および基本区間 6 1 から 6 6 を範囲 5 4 および 5 6 に分ける方法は、図 1 1 ( a ) から図 1 2 ( c ) の方法を原則とし、図 1 8 ( a ) から図 2 2 ( b ) の方法を例外として用いてもよい。

【 0 0 8 6 】

以上のように、実施例 1 およびその変形例によれば、基板 2 0 ( 第 1 基板 ) の下面 ( 第 1 面 ) と基板 1 0 ( 第 2 基板 ) の上面 ( 第 2 面 ) とが空隙 2 8 を挟み対向している。受信フィルタ 5 2 ( 第 1 フィルタ ) は、基板 2 0 の下面に設けられ、共通端子 A n t と受信端子 R x ( 第 1 端子 ) との間に配線 2 4 ( 第 1 配線 ) の少なくとも一部を介し直列に接続された 1 または複数の直列共振器 S 2 1 から S 2 4 ( 第 1 直列共振器 ) と、共通端子 A n t と受信端子 R x との間に配線 2 4 の少なくとも一部を介し並列に接続された 1 または複数の並列共振器 P 2 1 から P 2 3 ( 第 1 並列共振器 ) とを含む。送信フィルタ 5 0 ( 第 2 フィルタ ) は、基板 1 0 の上面に設けられ、共通端子 A n t と送信端子 T x ( 第 2 端子 ) と

10

20

30

40

50



の間に配線 1 4 (第 2 配線) の少なくとも一部を介し直列に接続された 1 または複数の直列共振器 S 1 1 から S 1 4 (第 2 直列共振器) と、共通端子 A n t と送信端子 T x との間に配線 1 4 の少なくとも一部を介し並列に接続された 1 または複数の並列共振器 P 1 1 から P 1 3 (第 2 並列共振器) とを含む。

【 0 0 8 7 】

図 1 5 から図 1 7 のように、直列共振器 S 1 1 から S 1 4 および並列共振器 P 1 1 から P 1 3 のうち 1 または複数の第 1 共振器 (例えば図 1 5 の S 1 1、S 1 2、P 1 1 および P 1 2) の少なくとも一部は、直列共振器 S 2 1 から S 2 4 および並列共振器 P 2 1 から P 2 3 の少なくとも一部と平面視において重なる。直列共振器 S 1 1 から S 1 4 および並列共振器 P 1 1 から P 1 3 のうち 1 または複数の第 1 共振器以外の 1 または複数の第 2 共振器 (例えば図 1 5 の S 1 3、S 1 4、P 1 2 および P 1 3) は、直列共振器 S 2 1 から S 2 4 および並列共振器 P 2 1 から P 2 3 と平面視において重ならない。

10

【 0 0 8 8 】

直列共振器 S 1 1 から S 1 4 および並列共振器 P 1 1 から P 1 3 を接続関係がミラー対称の基本区間の等価回路で表したとき、1 または複数の第 1 共振器 (例えば図 1 5 の S 1 1、S 1 2、P 1 1 および P 1 2) が含まれる 1 または複数の第 1 基本区間 (例えば図 5 の基本区間 6 1 から 6 3) の直列共振器および並列共振器の静電容量値をそれぞれ  $C_{s1}$  および  $C_{p1}$  とする。1 または複数の第 2 共振器 (例えば図 1 5 の S 1 3、S 1 4、P 1 2 および P 1 3) が含まれ、1 または複数の第 1 共振器が含まれない 1 または複数の第 2 基本区間 (例えば図 5 の基本区間 6 4 から 6 5) の直列共振器および並列共振器の静電容量値をそれぞれ  $C_{s2}$  および  $C_{p2}$  とする。このとき、図 1 4 のように、 $C_{p1} / C_{s1}$  の少なくとも 1 つを  $C_{p2} / C_{s2}$  の少なくとも 1 つより小さくする。

20

【 0 0 8 9 】

これにより、 $C_{p2} / C_{s2}$  の大きい基本区間 6 4 から 6 6 において、送信フィルタ 5 0 の受信帯域の信号を抑圧できる。よって、アイソレーション特性を向上できる。また、基本区間 6 1 から 6 3 の  $C_{p1} / C_{s1}$  と小さくする。これにより、送信フィルタ 5 0 全体の  $C_{p} / C_{s}$  の相乗平均を、送信フィルタ 5 0 の所望の特性が得られるように設定できる。

【 0 0 9 0 】

1 または複数の第 1 共振器の  $C_{p1} / C_{s1}$  の最大値は 1 または複数の第 2 共振器の  $C_{p2} / C_{s2}$  の最小値より小さいことが好ましい。1 または複数の第 1 共振器の  $C_{p1} / C_{s1}$  の相乗平均は 1 または複数の第 2 共振器の  $C_{p2} / C_{s2}$  の相乗平均より小さいことがより好ましい。

30

【 0 0 9 1 】

図 1 5 から図 1 7 において説明したように、1 または複数の第 1 共振器 (例えば図 1 5 の S 1 1、S 1 2、P 1 1 および P 1 2) の少なくとも一部は、直列共振器 S 2 1 から S 2 4 の少なくとも一部、および / または 1 または複数の並列共振器 P 1 1 から P 1 3 の少なくとも一部と平面視において重なるとしてもよい。

【 0 0 9 2 】

また、1 または複数の第 1 共振器の少なくとも一部および / または 1 または複数の第 1 共振器に隣接する配線 2 4 の少なくとも一部は、直列共振器 S 1 1 から S 1 4 の少なくとも一部、並列共振器 P 1 1 から P 1 3 の少なくとも一部、および / または配線 1 4 の少なくとも一部と平面視において重なるとしてもよい。1 または複数の第 1 共振器以外の 1 または複数の第 2 共振器および / または 1 または複数の第 2 共振器に隣接する配線 1 4 は、1 または複数の直列共振器 S 1 1 から S 1 4、並列共振器 P 1 1 から P 1 3、および / または配線 2 4 と平面視において重なるとしてもよい。

40

【 0 0 9 3 】

なお、共振器に隣接する配線は、隣接する共振器または端子との間の配線である。例えば図 1 において、直列共振器 S 2 1 に隣接する配線は、直列共振器 S 2 1 と共通端子 A n t の間の配線、直列共振器 S 2 1 と S 2 2 との間の配線、および直列共振器 S 2 1 と並列

50

共振器 P 2 1 との間の配線である。これらの配線は、直列共振器 S 1 1 とほぼ同じ電位であり、基板 1 0 の共振器および / または配線と平面視において重なると、高周波信号が受信フィルタ 5 2 と干渉してしまう。

【 0 0 9 4 】

図 1 5 から図 1 7 のように、1 または複数の第 2 共振器は、直列共振器 S 2 1 から S 2 4 のうち最も送信端子 T x 側に電氣的に接続された直列共振器 S 2 4 および並列共振器 P 2 1 から P 2 3 のうち最も送信端子 T x 側に電氣的に接続された並列共振器 P 2 3 を含む。これにより、少なくとも基本区間 6 6 において、受信帯域の信号を抑圧できる。

【 0 0 9 5 】

1 または複数の第 1 共振器の全ては、1 または複数の第 2 共振器より共通端子 A n t 側に電氣的に接続されている。これにより、送信端子 T x 側の基本区間において、受信帯域の信号を抑圧できる。よって、アイソレーション特性をより向上できる。

10

【 0 0 9 6 】

接続関係がミラー対称の基本区間の等価回路は、以下のように算出する。図 1 1 ( a ) および図 1 1 ( b ) のように、1 または複数の合成直列共振器 S m 1 および S m 2 と 1 または複数の合成並列共振器 P m 1 とが交互に接続されるように、1 または複数の直列共振器 S 1 - 1、S 1 - 2、S 2 - 1、S 2 - 2 および 1 または複数の並列共振器 P 1 - 1 から P 1 - 3 を合成する。

【 0 0 9 7 】

次に、図 1 2 ( a ) および図 1 2 ( b ) のように、両側に静電容量値が C m p 1 の合成並列共振器 P m 1 ( 第 1 合成並列共振器 ) および静電容量値が C m p 2 の合成並列共振器 P m 2 ( 第 2 合成並列共振器 ) が接続されている静電容量値が C m s の合成直列共振器 S m 2 を、合成並列共振器 P m 1 側の静電容量値が C m s x ( C m p 1 + C m p 2 ) / C m p 2 の分割直列共振器 S d 2 a と、合成並列共振器 P m 2 側の静電容量値が C m s x ( C m p 1 + C m p 2 ) / C m p 1 の分割直列共振器 S d 2 b と、に直列に分割する。このように、1 または複数の合成直列共振器 S m 1 から S m 3 を 1 または複数の分割直列共振器 S d 1 から S d 3 b に分割する。

20

【 0 0 9 8 】

次に、両側に静電容量値が C d s 1 の分割直列共振器 S d 1 ( 第 1 分割直列共振器 ) および静電容量値が C d s 2 の分割直列共振器 S d 2 a ( 第 2 分割直列共振器 ) が接続されている静電容量値が C m p の合成並列共振器 P m 1 を、分割直列共振器 S d 1 側の静電容量値が C m p x C d s 1 / ( C d s 1 + C d s 2 ) の分割並列共振器 P d 1 a と、分割直列共振器 S d 2 a 側の静電容量値が C m p x C d s 2 / ( C d s 1 + C d s 2 ) の分割並列共振器 P d 1 b と、に並列に分割する。このように、1 または複数の合成並列共振器 P m 1 および P m 2 を 1 または複数の分割並列共振器 P d 1 a から P d 2 b に分割する。

30

【 0 0 9 9 】

図 5 のように、1 または複数の分割直列共振器をそれぞれ 1 または複数の基本区間 6 1 から 6 6 の直列共振器とし、1 または複数の分割並列共振器をそれぞれ 1 または複数の基本区間 6 1 から 6 6 の並列共振器とする。これにより、接続関係がミラー対称の基本区間 6 1 から 6 6 の等価回路が算出される。

40

【 0 1 0 0 】

第 2 端子が送信端子 T x であり、第 2 フィルタが送信フィルタ 5 0 のとき、受信フィルタ 5 2 と平面視において重なる 1 または複数の第 1 基本区間 ( 例えば基本区間 6 1 から 6 3 ) のうち最も送信端子 T x に電氣的に近い基本区間 6 3 の C p 1 / C s 1 は、他の第 1 基本区間 6 1 および 6 2 の C p 1 / C s 1 より大きい。送信端子 T x に近い基本区間 6 3 において受信帯域の信号を抑圧できる。

【 0 1 0 1 】

さらに、1 または複数の第 1 基本区間 6 1 から 6 3 の C p 1 / C s 1 は、共通端子 A n t 側に行くにしたがい小さくなる。これにより、より送信端子 T x に近い基本区間 6 1 から 6 3 において受信帯域の信号を抑圧できる。

50

## 【 0 1 0 2 】

直列共振器 S 2 1 から S 2 4 および並列共振器 P 2 1 から P 2 3 のうち 1 または複数の第 3 共振器 (例えば図 1 5 の S 2 1、S 2 2、P 2 1 および P 2 2) の少なくとも一部は、直列共振器 S 1 1 から S 1 4 の少なくとも一部、および / または並列共振器 P 1 1 から P 1 3 の少なくとも一部と平面視において重なる。直列共振器 S 2 1 から S 2 4 および並列共振器 P 2 1 から P 2 3 のうち 1 または複数の第 3 共振器以外の 1 または複数の第 4 共振器 (例えば図 1 5 の S 2 3、S 2 4 および P 2 3) は、直列共振器 S 1 1 から S 1 4 および / または並列共振器 P 1 1 から P 1 3 と平面視において重ならない。

## 【 0 1 0 3 】

直列共振器 S 1 1 から S 1 4 および並列共振器 P 1 1 から P 1 3 を接続関係がミラー対称の基本区間 6 1 から 6 6 の等価回路で表したとき、1 または複数の第 3 共振器が含まれる 1 または複数の第 3 基本区間 6 1 から 6 3 の直列共振器および並列共振器の静電容量値をそれぞれ  $C_{s3}$  および  $C_{p3}$  とする。1 または複数の第 4 共振器が含まれ、1 または複数の第 3 共振器が含まれない 1 または複数の第 4 基本区間 6 4 から 6 6 の直列共振器および並列共振器の静電容量値をそれぞれ  $C_{s4}$  および  $C_{p4}$  とする。このとき、第 3 共振器の少なくとも 1 つの  $C_{p3} / C_{s3}$  を第 4 共振器の少なくとも 1 つの  $C_{p4} / C_{s4}$  より小さくする。

## 【 0 1 0 4 】

これにより、 $C_{p4} / C_{s4}$  大きい基本区間 6 4 から 6 6 において、受信フィルタ 5 2 の送信帯域の信号を抑圧できる。よって、アイソレーション特性を向上できる。また、基本区間 6 1 から 6 3 の  $C_{p3} / C_{s3}$  を小さくする。これにより、受信フィルタ 5 2 全体の  $C_{p} / C_{s}$  を、受信フィルタ 5 2 の所望の特性が得られるように設定できる。

## 【 0 1 0 5 】

1 または複数の第 3 共振器の  $C_{p3} / C_{s3}$  の最大値は 1 または複数の第 4 共振器の  $C_{p4} / C_{s4}$  の最小値より小さいことが好ましい。1 または複数の第 3 共振器の  $C_{p3} / C_{s3}$  の相乗平均は 1 または複数の第 4 共振器の  $C_{p4} / C_{s4}$  の相乗平均より小さいことがより好ましい。

## 【 0 1 0 6 】

1 または複数の第 3 共振器の少なくとも一部および / または 1 または複数の第 3 共振器に隣接する配線 1 4 の少なくとも一部は、直列共振器 S 2 1 から S 2 4 の少なくとも一部、並列共振器 P 2 1 から P 2 3 の少なくとも一部、および / または配線 2 4 の少なくとも一部と平面視において重なればよい。1 または複数の第 3 共振器以外の 1 または複数の第 4 共振器および / または 1 または複数の第 4 共振器に隣接する配線 2 4 は、1 または複数の直列共振器 S 2 1 から S 2 4、並列共振器 P 2 1 から P 2 3、および / または配線 1 4 と平面視において重ならなければよい。

## 【 0 1 0 7 】

図 1 5 から図 1 7 のように、1 または複数の第 4 共振器は、直列共振器 S 1 1 から S 1 4 のうち最も受信端子 R x 側に電氣的に接続された直列共振器 S 1 4 および並列共振器 P 1 1 から P 1 3 のうち最も受信端子 R x 側に電氣的に接続された並列共振器 P 1 3 を含む。これにより、少なくとも基本区間 6 6 において、送信帯域の信号を抑圧できる。

## 【 0 1 0 8 】

1 または複数の第 3 共振器の全ては、1 または複数の第 4 共振器より共通端子 A n t 側に電氣的に接続されている。これにより、受信端子 R x 側の基本区間において、送信帯域の信号を抑圧できる。よって、アイソレーション特性をより向上できる。

## 【 0 1 0 9 】

第 1 端子が受信端子 R x であり、第 1 フィルタが受信フィルタ 5 2 のとき、送信フィルタ 5 0 と平面視において重なる 1 または複数の第 3 基本区間 (例えば基本区間 6 1 から 6 3) のうち最も共通端子 A n t に電氣的に近い基本区間 6 1 の  $C_{p1} / C_{s1}$  は、他の第 3 基本区間 6 2 および 6 3 の  $C_{p1} / C_{s1}$  より大きい。これにより、共通端子 A n t に近い基本区間 6 3 において送信帯域の信号を抑圧できる。

10

20

30

40

50

## 【0110】

さらに、1または複数の第3基本区間61から63の $C_{p1}/C_{s1}$ は、共通端子Ant側に行くにしたがい大きくなる。これにより、より共通端子Antに近い基本区間61から63において送信帯域の信号を抑圧できる。

## 【0111】

実施例1およびその変形例においては、第1フィルタを受信フィルタ52および第2フィルタを送信フィルタ50として説明したが、第1フィルタが送信フィルタ50であり、第2フィルタが受信フィルタ52でもよい。ラダー型フィルタを構成する直列共振器および並列共振器の個数は任意に設定することができる。第1フィルタおよび第2フィルタの弾性波共振器は両方が弾性表面波共振器でもよく、両方が圧電薄膜共振器でもよい。基板20を囲むように封止部30が設けられている例を説明したが、封止部30は設けられていなくてもよい。マルチプレクサとしてデュプレクサの例を説明したが、マルチプレクサは、トリプレクサまたはクワッドプレクサでもよい。第1フィルタおよび第2フィルタはマルチプレクサの少なくとも2つのフィルタであればよい。

10

## 【0112】

以上、本発明の実施例について詳述したが、本発明はかかる特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

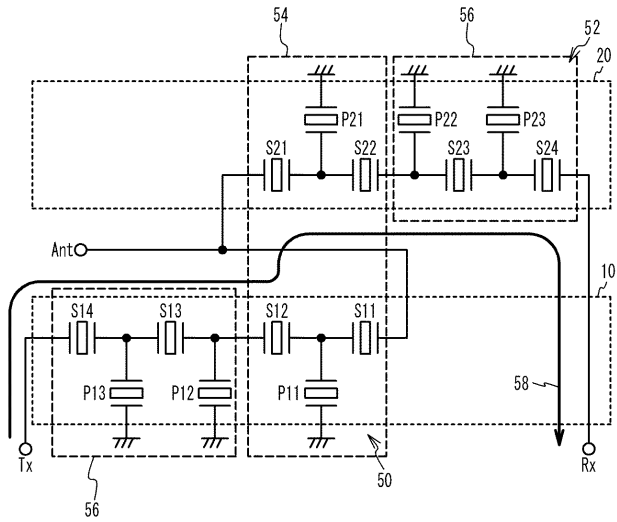
## 【符号の説明】

## 【0113】

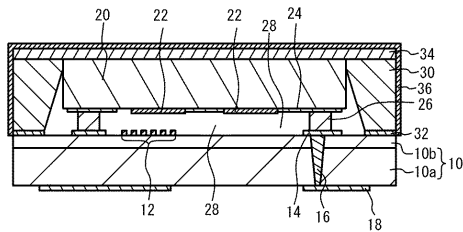
- 10、20 基板
- 12、22 弾性波共振器
- 14、24 配線
- 16 ピア配線
- 18 端子
- 26 パンプ
- 28 空隙
- 50 送信フィルタ
- 52 受信フィルタ

20

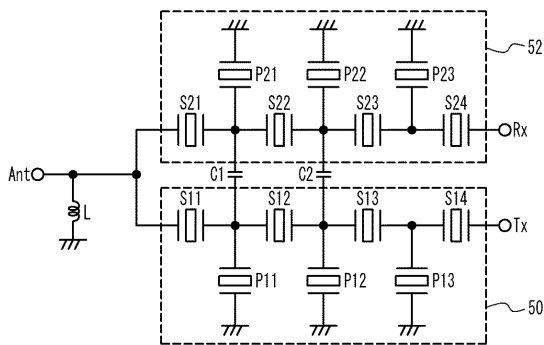
【図1】



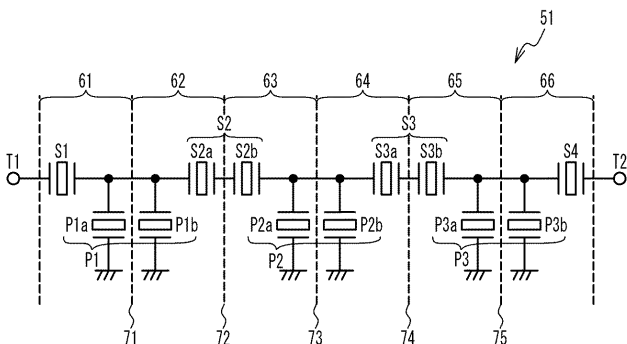
【図2】



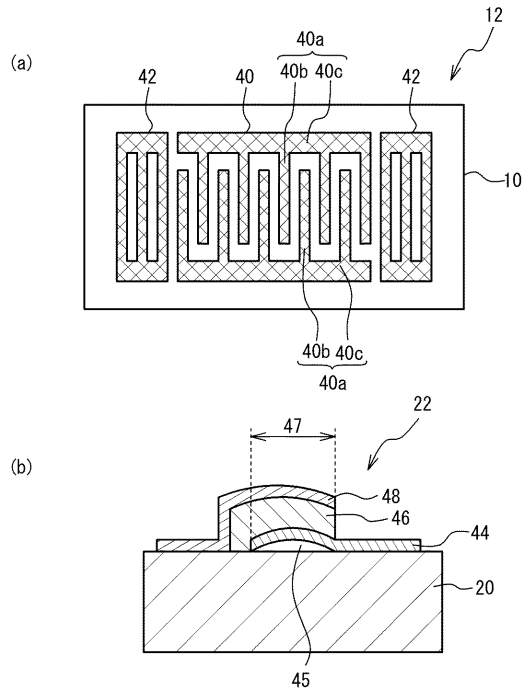
【図4】



【図5】



【図3】



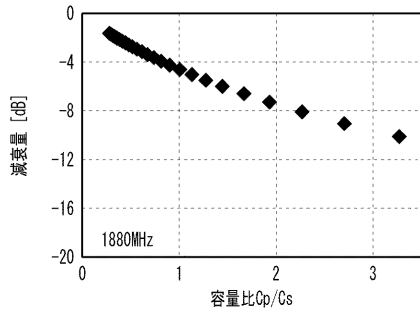
【図6】

	範囲54の基本区間61, 62, 63			
	Cs [pF]	Cp [pF]	Cp/Cs	Cp × Cs [pF <sup>2</sup> ]
サンプ #A	$\frac{1}{\sqrt{1.3}}$	$\sqrt{1.3}$	1.30	1.00
サンプ #B	$\frac{1}{\sqrt{1.1}}$	$\sqrt{1.1}$	1.10	1.00
サンプ #C	1.00	1.00	1.00	1.00
サンプ #D	$\frac{1}{\sqrt{0.9}}$	$\sqrt{0.9}$	0.9	1.00
サンプ #E	$\frac{1}{\sqrt{0.7}}$	$\sqrt{0.7}$	0.7	1.00

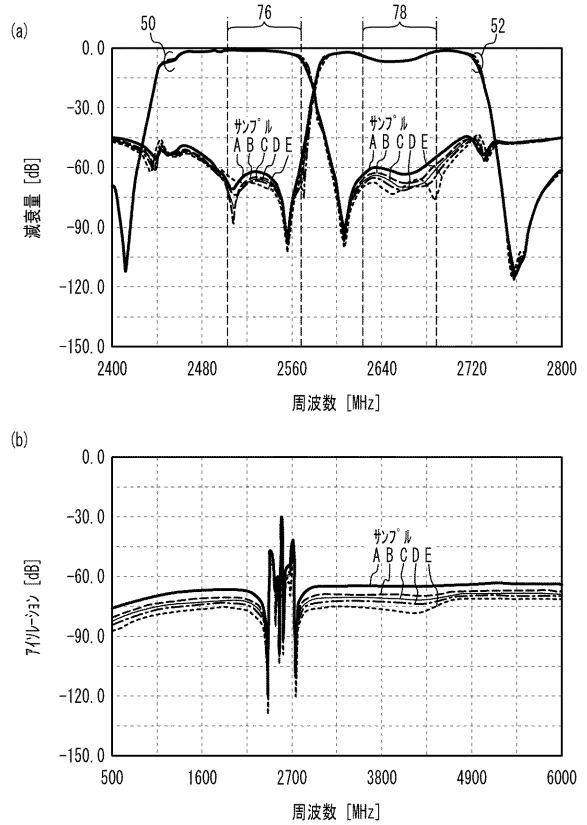
	範囲56の基本区間64, 65, 66			
	Cs [pF]	Cp [pF]	Cp/Cs	Cp × Cs [pF <sup>2</sup> ]
サンプ #A	$\sqrt{1.3}$	$\frac{1}{\sqrt{1.3}}$	$\frac{1}{1.3}$	1.00
サンプ #B	$\sqrt{1.1}$	$\frac{1}{\sqrt{1.1}}$	$\frac{1}{1.1}$	1.00
サンプ #C	1.00	1.00	1.00	1.00
サンプ #D	$\sqrt{0.9}$	$\frac{1}{\sqrt{0.9}}$	$\frac{1}{0.9}$	1.00
サンプ #E	$\sqrt{0.7}$	$\frac{1}{\sqrt{0.7}}$	$\frac{1}{0.7}$	1.00

	基本区間61-66	
	Cp/Cs	Cp × Cs [pF <sup>2</sup> ]
サンプ #A	1.00	1.00
サンプ #B	1.00	1.00
サンプ #C	1.00	1.00
サンプ #D	1.00	1.00
サンプ #E	1.00	1.00

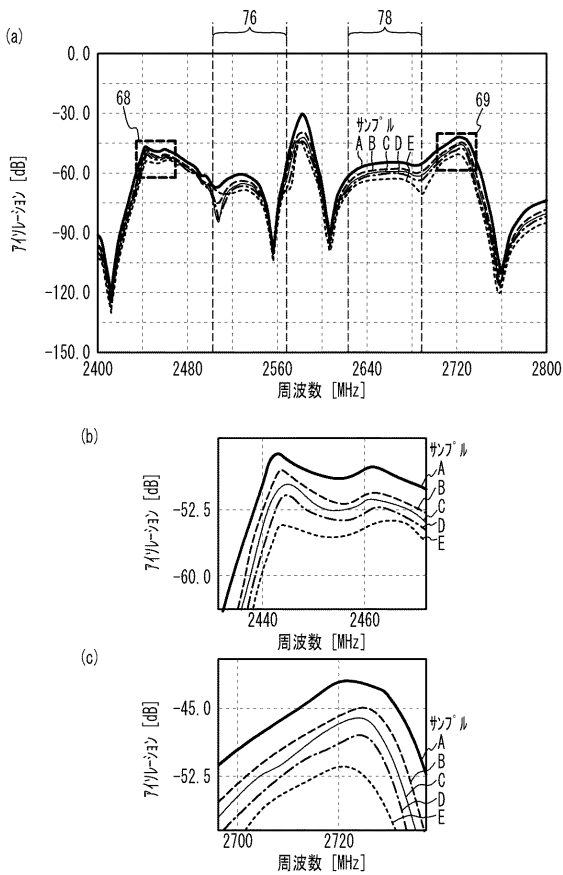
【 図 7 】



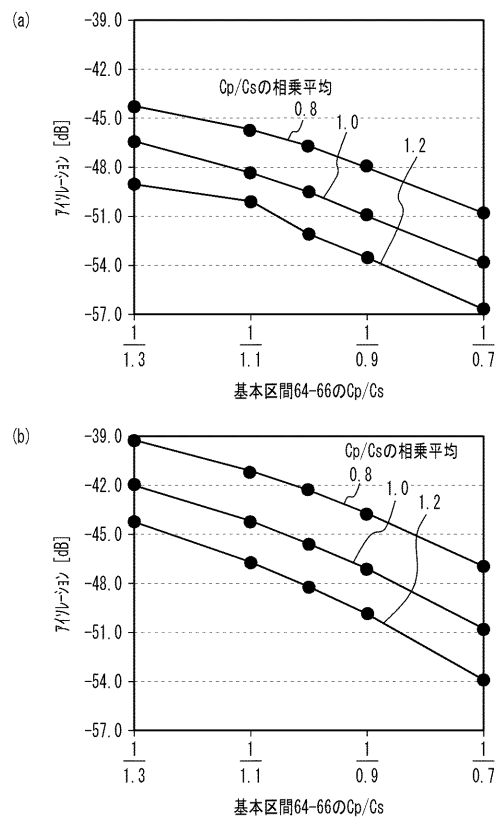
【 図 8 】



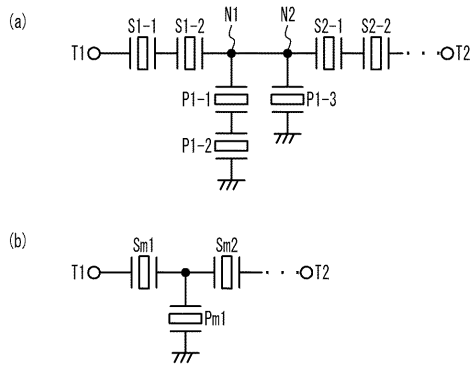
【 図 9 】



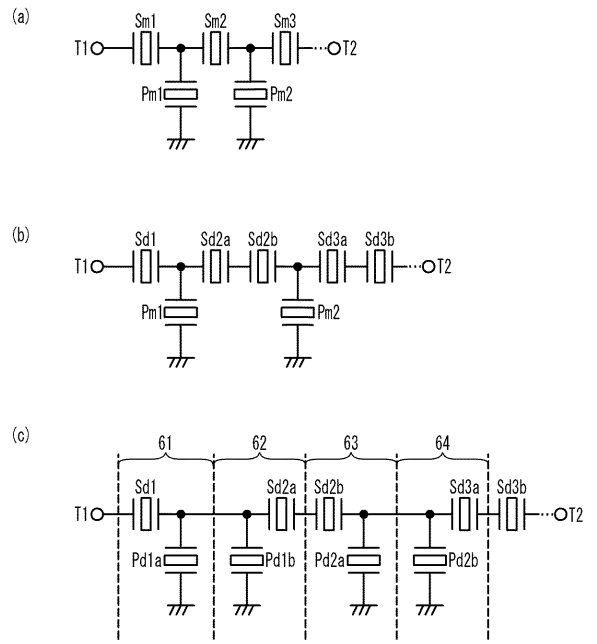
【 図 10 】



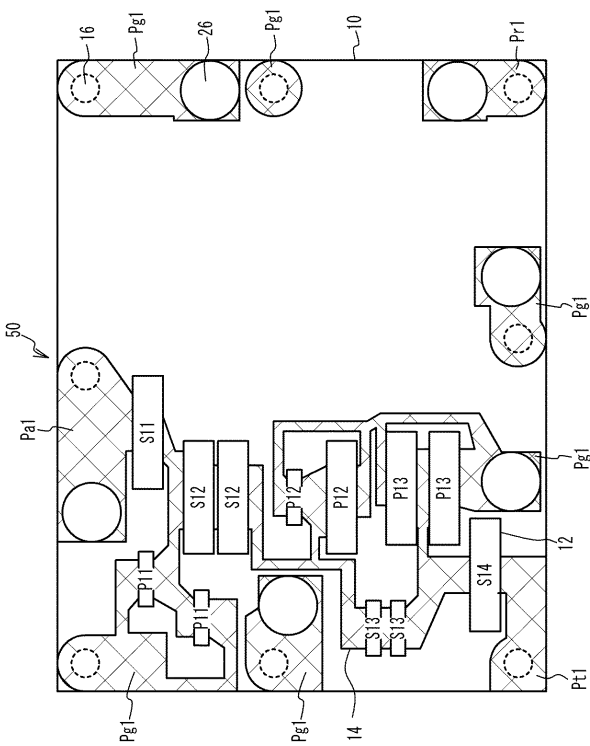
【図 1 1】



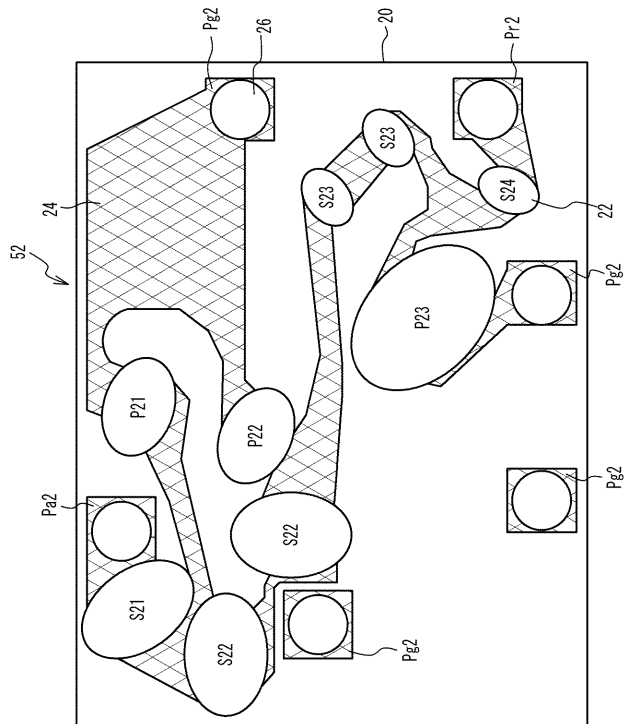
【図 1 2】



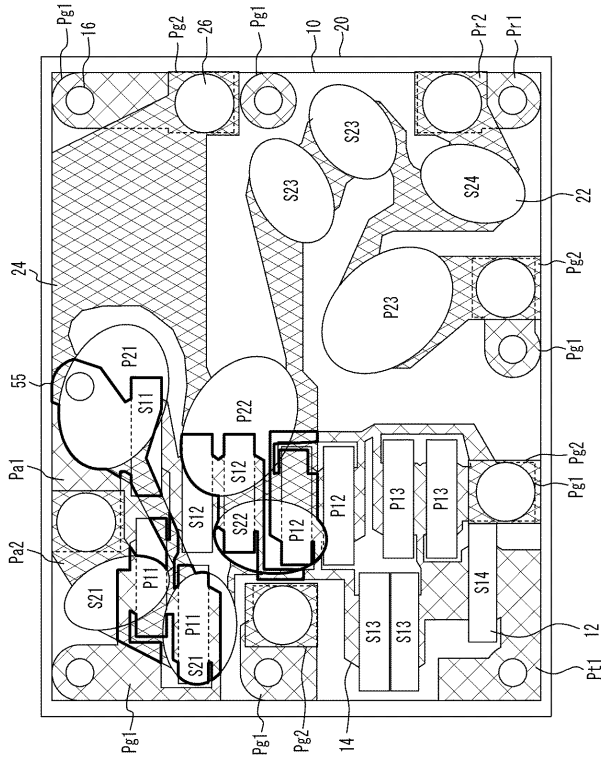
【図 1 3】



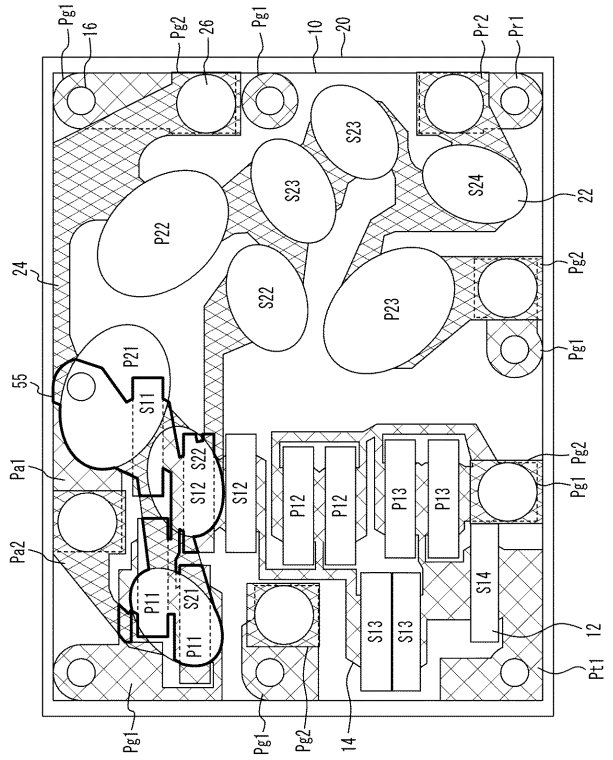
【図 1 4】



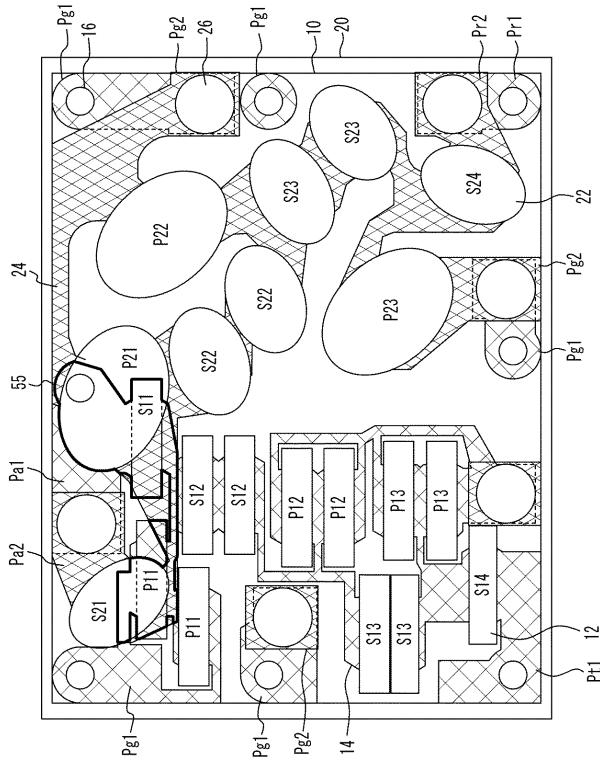
【 図 1 5 】



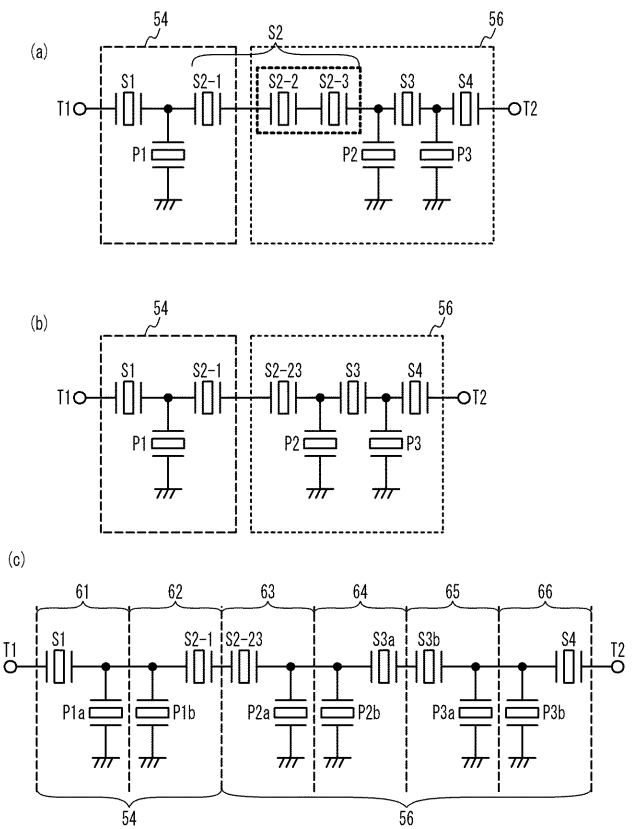
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】

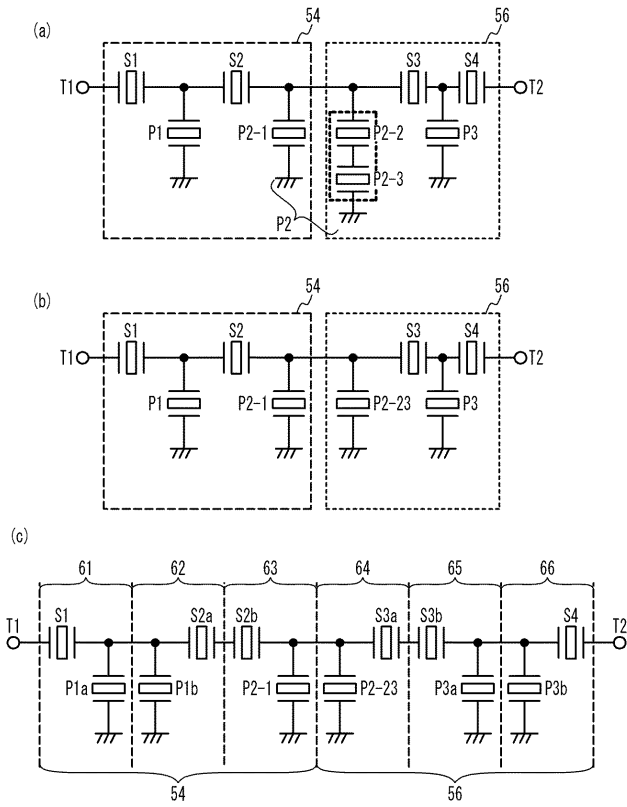


【 図 1 8 】

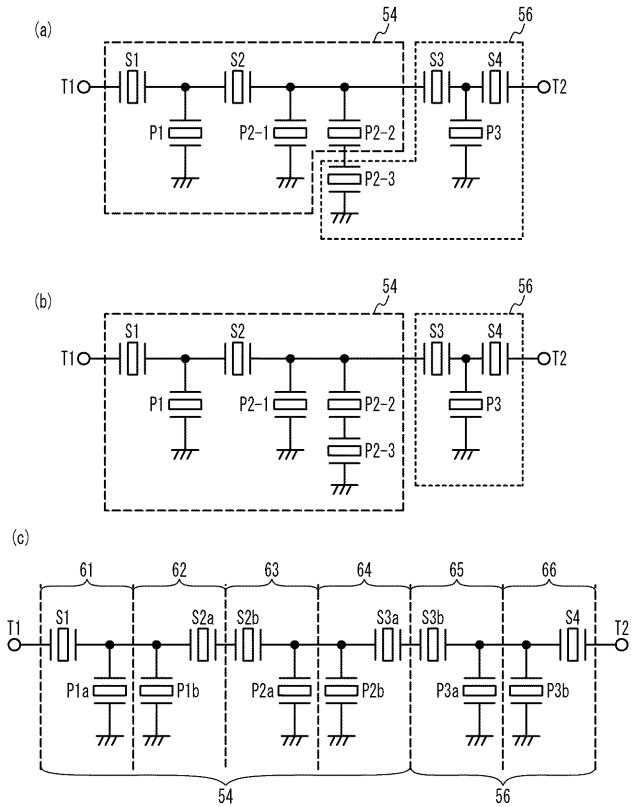




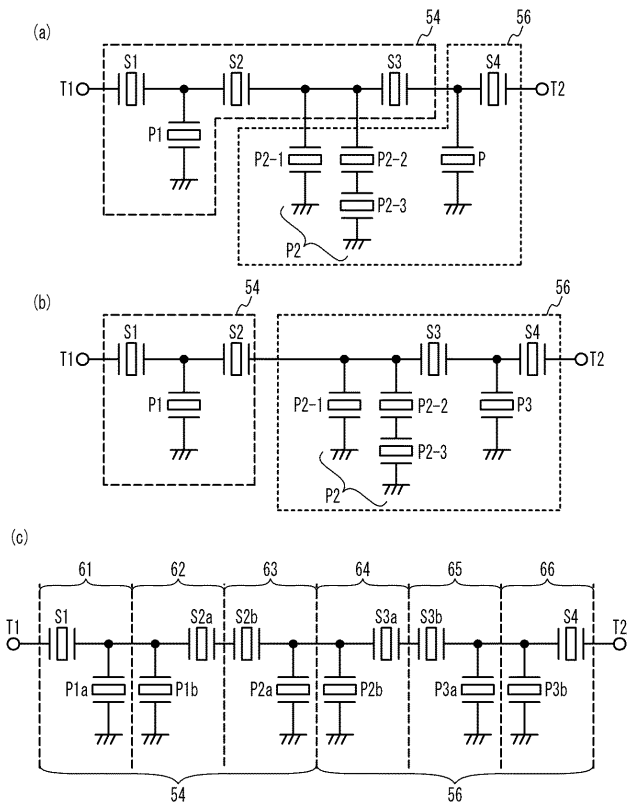
【図 19】



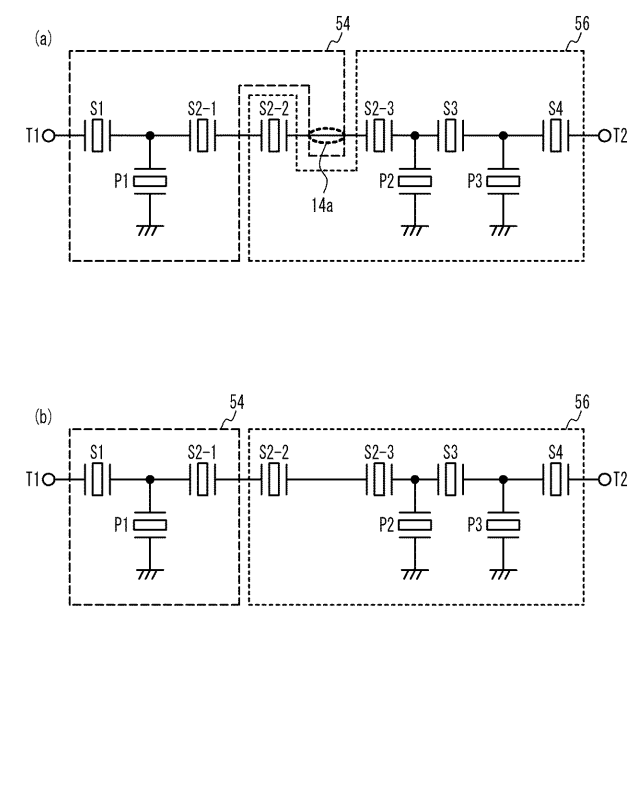
【図 20】



【図 21】



【図 22】



---

フロントページの続き

(72)発明者 井坂 史章

東京都青梅市新町六丁目 1 6 番地 3 太陽誘電モバイルテクノロジー株式会社内

Fターム(参考) 5J097 AA17 AA29 BB02 BB15 BB17 CC03 CC04 DD29 EE08 FF04

HA04 JJ06 JJ09 KK04 KK09 KK10

5J108 AA07 BB08 CC01 DD01 KK04