

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6589824号  
(P6589824)

(45) 発行日 令和1年10月16日 (2019. 10. 16)

(24) 登録日 令和1年9月27日 (2019. 9. 27)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>H03H</b>	<b>9/72</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H03H</b> 9/72
<b>H03H</b>	<b>9/64</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H03H</b> 9/64 Z
<b>H03H</b>	<b>9/145</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H03H</b> 9/145 D
<b>H04B</b>	<b>1/525</b>	<b>(2015.01)</b>	<b>H04B</b> 1/525

請求項の数 10 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2016-216201 (P2016-216201)	(73) 特許権者	000006231
(22) 出願日	平成28年11月4日 (2016. 11. 4)		株式会社村田製作所
(65) 公開番号	特開2018-74539 (P2018-74539A)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(43) 公開日	平成30年5月10日 (2018. 5. 10)	(74) 代理人	100189430
審査請求日	平成30年6月7日 (2018. 6. 7)		弁理士 吉川 修一
		(74) 代理人	100190805
			弁理士 傍島 正朗
		(72) 発明者	高田 俊明
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内
		審査官	石田 昌敏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチプレクサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高周波信号が入出力される共通端子、第1端子および第2端子と、  
 第1周波数帯域を通過帯域とし、前記共通端子および前記第1端子に接続された第1フィルタ回路と、  
 前記第1周波数帯域と異なる第2周波数帯域を通過帯域とし、前記共通端子および前記第2端子に接続された第2フィルタ回路と、  
 前記共通端子と前記第1端子とを結ぶ経路上にあって前記共通端子側に位置する第1ノードおよび前記第1端子側に位置する第2ノードに接続され、前記経路上を流れる所定の周波数帯域の成分を相殺するためのキャンセル回路と、を備え、  
 前記第1端子は送信側端子であり、  
 前記キャンセル回路は、  
 一端が前記第1ノードに接続された容量素子と、  
 一端が前記容量素子の他端に接続され、他端が容量素子を介さずに前記第2ノードに接続された縦結合型共振器と、を有し、  
 前記第1ノード側を前記キャンセル回路の出力側とし、前記第2ノード側を前記キャンセル回路の入力側とした場合、前記キャンセル回路の前記第2周波数帯域における出力インピーダンスは、前記キャンセル回路の前記第2周波数帯域における入力インピーダンスよりも高い、  
 マルチプレクサ。

10

20

**【請求項 2】**

前記第 1 ノードは、前記共通端子である、  
請求項 1 に記載のマルチプレクサ。

**【請求項 3】**

前記第 1 周波数帯域は、前記第 2 周波数帯域よりも低周波数側に位置し、  
前記所定の周波数帯域は、前記第 2 周波数帯域に含まれ、  
前記縦結合型共振器の挿入損失が極小となる周波数は、前記第 2 周波数帯域近傍に位置する、  
請求項 1 または 2 に記載のマルチプレクサ。

**【請求項 4】**

前記第 1 フィルタ回路は、複数の弾性波共振子で構成されたラダー型の弾性波フィルタ回路である、  
請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のマルチプレクサ。

**【請求項 5】**

前記第 1 フィルタ回路は、前記第 1 端子から前記共通端子へ高周波信号を伝搬する送信側フィルタであり、  
前記第 2 フィルタ回路は、前記共通端子から前記第 2 端子へ高周波信号を伝搬する受信側フィルタであり、  
前記経路上であって、前記第 1 端子と前記第 2 ノードとの間には、直列腕共振子が接続されている、  
請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のマルチプレクサ。

**【請求項 6】**

前記第 1 フィルタ回路は、圧電性を有する基板上に形成された複数の第 1 I D T 電極で構成された弾性表面波フィルタであり、  
前記縦結合型共振器は、前記基板上に形成された複数の第 2 I D T 電極で構成された弾性表面波共振器である、  
請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のマルチプレクサ。

**【請求項 7】**

前記容量素子は、前記基板上に形成された櫛歯状電極で構成されている、  
請求項 6 に記載のマルチプレクサ。

**【請求項 8】**

前記複数の第 1 I D T 電極は、第 1 電極膜で形成され、  
前記複数の第 1 I D T 電極を接続する第 1 配線は、前記第 1 電極膜と第 2 電極膜との積層体で形成され、  
前記第 1 ノード、前記容量素子、前記複数の第 2 I D T 電極、および前記第 2 ノードを接続する第 2 配線は、前記第 1 電極膜と同一の膜厚を有する、  
請求項 6 または 7 に記載のマルチプレクサ。

**【請求項 9】**

前記第 1 フィルタ回路は、直列腕共振子と並列腕共振子とで構成されたラダー型の弾性表面波フィルタであり、  
前記基板の平面視において、前記縦結合型共振器における弾性表面波の伝搬経路を伝搬方向に延長した領域は、前記並列腕共振子における弾性表面波の伝搬経路および前記直列腕共振子における弾性表面波の伝搬経路と重ならない、  
請求項 6 ～ 8 のいずれか 1 項に記載のマルチプレクサ。

**【請求項 10】**

前記第 2 フィルタ回路は、前記基板上に形成された複数の第 3 I D T 電極で構成された弾性表面波フィルタであり、  
前記縦結合型共振器に接続されるグランド配線は、前記第 1 フィルタ回路に接続されるグランド電極と前記基板上で接続され、前記第 2 フィルタ回路に接続されるグランド電極と前記基板上で接続されない、

10

20

30

40

50

請求項 6 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のマルチプレクサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フィルタ回路を備えるマルチプレクサに関する。

【背景技術】

【0002】

近年の携帯電話には、一端末で複数の周波数帯域および複数の無線方式、いわゆるマルチバンド化およびマルチモード化に対応することが要求されている。これに対応すべく、1つのアンテナの直下には、複数の無線搬送周波数を有する高周波信号を分波するマルチプレクサが配置される。

10

【0003】

図 8 は、特許文献 1 に記載されたデュプレクサの回路構成図である。同図に示されたデュプレクサ 600 は、分波器と、キャンセル回路 640 とを備える。分波器は、送信側フィルタ回路と受信側フィルタ回路とを有している。キャンセル回路 640 は、縦結合型弾性波共振器 646 と、静電容量 642 および 644 とで構成され、送信側フィルタ回路を流れる所定の周波数帯域の成分に対して、逆位相かつ同振幅の相殺成分を生成する。上記構成により、挿入損失を増大させることなく、分波器のアイソレーション特性またはフィルタの減衰特性を向上させることができるとしている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2013 - 118611 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に記載されたデュプレクサ 600 では、縦結合型弾性波共振器 646 のアンテナ端子側および送信端子側の両方に静電容量 642 および 644 が配置されているので、キャンセル回路 640 を含むデュプレクサ 600 が大型化してしまう。さらに、キャンセル回路 640 に必要な静電容量を確保しつつ、キャンセル回路 640 の容量素子を縦結合型弾性波共振器 646 の両側に直列分配すると、容量素子 1 つあたりの静電容量が大きくなり、インピーダンスが下がってしまう。このため、受信側フィルタの通過帯域と縦結合型弾性波共振器 646 の共振レスポンス帯域とが重なってしまう場合に、受信側フィルタにおいて通過帯域内リップルを発生させ、帯域幅を減少させてしまう。

30

【0006】

そこで、本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、キャンセル回路が並列接続された第 1 フィルタ回路の減衰特性を改善するとともに、第 1 フィルタ回路と共通端子で接続された第 2 フィルタ回路の通過特性を改善する小型のマルチプレクサを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の一態様に係るマルチプレクサは、高周波信号が入出力される共通端子、第 1 端子および第 2 端子と、第 1 周波数帯域を通過帯域とし、前記共通端子および前記第 1 端子に接続された第 1 フィルタ回路と、前記第 1 周波数帯域と異なる第 2 周波数帯域を通過帯域とし、前記共通端子および前記第 2 端子に接続された第 2 フィルタ回路と、前記共通端子と前記第 1 端子とを結ぶ経路上にあって前記共通端子側に位置する第 1 ノードおよび前記第 1 端子側に位置する第 2 ノードに接続され、前記経路上を流れる所定の周波数帯域の成分を相殺するためのキャンセル回路と、を備え、前記キャンセル回路は、一端が前記第 1 ノードに接続された容量素子と、一端が前記容量素子の他端に接続され、他端が容量素子を介さずに前記第 2 ノードに接続された縦結合型共振器と

50

、を有し、前記第1ノード側から前記キャンセル回路を見た場合の前記第2周波数帯域におけるインピーダンスは、前記第2ノード側から前記キャンセル回路を見た場合の前記第2周波数帯域におけるインピーダンスよりも高い。

【0008】

第1フィルタ回路の所定の周波数帯域における減衰特性を改善すべく、上記経路上を流れる所定の周波数帯域の成分に対する相殺成分を生成するキャンセル回路が、第1フィルタ回路に並列接続される。このキャンセル回路としては、上記所定の周波数帯域のみを低損失とすることに有利な縦結合型共振器が用いられる。ここで、上記相殺成分を、上記経路上の上記成分と同振幅かつ逆位相に調整するため、キャンセル回路には、振幅および位相調整用の容量素子が直列付加される。キャンセル回路に直列付加される容量素子として

10

【0009】

これに対して、本構成によれば、キャンセル回路の容量素子は、縦結合型共振器の第2ノード側には配置されず、第1ノード側のみに配置される。これにより、容量素子が縦結合型共振器の両端に分配配置された場合（容量素子が2つ直列配置された場合）と同じ静電容量を確保するには、直列配置された2つの容量素子の1つよりも小さな静電容量を有する容量素子を、縦結合共振器の共通端子側のみに配置すればよい。これにより、2つの容量素子が配置されたキャンセル回路と比較して、キャンセル回路を小型化できる。

【0010】

20

また、所定の静電容量が必要なキャンセル回路において、容量素子を縦結合共振器の共通端子側の第1ノード側のみに配置することにより、第1ノード側からキャンセル回路を見た場合のインピーダンスを、第2ノード側からキャンセル回路を見た場合のインピーダンスよりも大きくできる。ここで、本構成では、キャンセル回路の上記インピーダンスを、第2フィルタ回路の通過帯域（第2周波数帯域）におけるインピーダンスとしている。このため、共通端子から入力された第2周波数帯域の信号が第1フィルタ側に漏洩することを抑制できる。

【0011】

以上より、マルチプレクサ回路を小型化しつつ、第1フィルタ回路の減衰特性を改善するとともに第2フィルタ回路の通過特性を改善できる。

30

【0012】

また、前記第1ノードは、前記共通端子であってもよい。

【0013】

これにより、所定の静電容量が必要なキャンセル回路において、容量素子を縦結合共振器の共通端子側のみに配置することにより、共通端子側からキャンセル回路を見た場合のインピーダンスを、第2ノード側からキャンセル回路を見た場合のインピーダンスよりも大きくできる。よって、共通端子から入力された第2周波数帯域の信号が第1フィルタ側に漏洩することを、より効果的に抑制できる。

【0014】

また、前記第1周波数帯域は、前記第2周波数帯域よりも低周波数側に位置し、前記所定の周波数帯域は、前記第2周波数帯域に含まれ、前記縦結合型共振器の挿入損失が極小となる周波数は、前記第2周波数帯域近傍に位置してもよい。

40

【0015】

第1フィルタ回路の通過帯域（第1周波数帯域）よりも高周波側の減衰特性を改善するために、縦結合型共振器の挿入損失が極小となる周波数を含む上記所定の周波数帯域を、第2周波数帯域に設定した場合、第2フィルタ回路の通過特性が劣化することが懸念される。これに対して、共通端子側（第1ノード）からキャンセル回路を見た場合の第2周波数帯域におけるインピーダンスは、第2ノード側からキャンセル回路を見た場合の第2周波数帯域におけるインピーダンスよりも高いので、第2フィルタ回路の通過特性を改善できる。さらに、第1フィルタ回路の第2周波数帯域における減衰特性が改善されるので、

50

第1フィルタ回路と第2フィルタ回路とのアイソレーション特性が改善される。また、第1周波数帯域に、上記所定の周波数帯域が設定されないので、第1フィルタ回路の通過特性の劣化が回避される。

【0016】

また、前記第1フィルタ回路は、複数の弾性波共振子で構成されたラダー型の弾性波フィルタ回路であってもよい。

【0017】

第1フィルタ回路が、ラダー型の弾性波フィルタ回路である場合、第1フィルタ回路の減衰帯域では位相が複雑に変化しないので、第1フィルタ回路の上記経路上を流れる成分と逆位相の成分を、縦結合型共振器で形成しやすい。よって、第1フィルタ回路の減衰特性の改善効果、および、第1フィルタ回路と第2フィルタ回路とのアイソレーション特性の改善効果が、より発揮される。

【0018】

また、前記第1フィルタ回路は、前記第1端子から前記共通端子へ高周波信号を伝搬する送信側フィルタであり、前記第2フィルタ回路は、前記共通端子から前記第2端子へ高周波信号を伝搬する受信側フィルタであり、前記経路上であって、前記第1端子と前記第2ノードとの間には、直列腕共振子が接続されていてもよい。

【0019】

これにより、送信側フィルタおよび受信側フィルタが共通端子で接続されたデュプレクサが構成される。ここで、送信側端子(第1端子)から印加された電力およびサージは、直列腕共振子を最初に通過することとなるため、キャンセル回路の縦結合型共振器に印加される信号強度が小さくなる。つまり、デュプレクサの耐電力性および耐サージ性を高めることが可能となる。

【0020】

また、前記第1フィルタ回路は、圧電性を有する基板上に形成された複数の第1IDT電極で構成された弾性表面波フィルタであり、前記縦結合型共振器は、前記基板上に形成された複数の第2IDT電極で構成された弾性表面波共振器であってもよい。

【0021】

これにより、第1フィルタ回路と縦結合型共振器とが、同じ圧電基板上に形成された弾性表面波共振子で構成されるので、マルチプレクサを小型化できる。

【0022】

また、前記容量素子は、前記基板上に形成された櫛歯状電極で構成されていてもよい。

【0023】

これにより、第1フィルタ回路とキャンセル回路とが、同じ圧電基板上に形成されるので、マルチプレクサを小型化できる。

【0024】

また、前記複数の第1IDT電極は、第1電極膜で形成され、前記複数の第1IDT電極を接続する第1配線は、前記第1電極膜と第2電極膜との積層体で形成され、前記第1ノード、前記容量素子、前記複数の第2IDT電極、および前記第2ノードを接続する第2配線は、前記第1電極膜と同一の膜厚を有してもよい。

【0025】

第1IDT(Interdigital Transducer)電極間を接続する第1配線は、第1フィルタ回路の通過帯域における低損失性を確保すべく、2層配線で構成されている。これに対して、キャンセル回路の第2配線は、キャンセル回路を流れる相殺成分が小振幅であることから、抵抗分が増えても大きな問題は生じないので単層配線でよい。よって、第2配線を細線化できるので、チップサイズを小型化できる。

【0026】

また、前記第1フィルタ回路は、直列腕共振子と並列腕共振子とで構成されたラダー型の弾性表面波フィルタであり、前記基板の平面視において、前記縦結合型共振器における弾性表面波の伝搬経路を伝搬方向に延長した領域は、前記並列腕共振子における弾性表面

10

20

30

40

50

波の伝搬経路および前記直列腕共振子における弾性表面波の伝搬経路と重ならなくてもよい。

【0027】

キャンセル回路で生成される相殺成分は小振幅であるため、縦結合型共振器と、第1フィルタ回路の直列腕共振子および並列腕共振子との伝送路を並べて配置すると、上記相殺成分が上記直列腕共振子および並列腕共振子の弾性表面波に干渉され、上記相殺成分の位相特性が影響されて、第1フィルタ回路の減衰特性が悪化する。これに対して、上記構成によれば、第1フィルタ回路の減衰特性を改善できる。

【0028】

また、前記第2フィルタ回路は、前記基板上に形成された複数の第3IDT電極で構成された弾性表面波フィルタであり、前記縦結合型共振器に接続されるグランド配線は、前記第1フィルタ回路に接続されるグランド電極と前記基板上で接続され、前記第2フィルタ回路に接続されるグランド電極と前記基板上で接続されなくてもよい。

【0029】

これにより、縦結合型共振器に接続されるグランド配線が、第1フィルタ回路に接続されるグランド電極に接続されているので、縦結合型共振器と第1フィルタ回路とのグランド電極を圧電基板上で共有でき、チップサイズの小型化が可能となる。一方、縦結合型共振器に接続されるグランド配線が、第2フィルタ回路に接続されるグランド電極に接続されていないので、縦結合型共振器のレスポンスがグランド電極を介して第2フィルタに回り込むことを回避できるので、第2フィルタ回路の通過特性の劣化を回避できる。

【発明の効果】

【0030】

本発明によれば、キャンセル回路が並列接続された第1フィルタ回路の減衰特性が改善されるとともに、第1フィルタ回路と共通端子で接続された第2フィルタ回路の通過特性が改善された小型のマルチプレクサを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】実施の形態に係るマルチプレクサおよびその周辺回路の回路構成図である。

【図2】実施例に係るマルチプレクサの具体的回路構成図である。

【図3】比較例に係るマルチプレクサの具体的回路構成図である。

【図4A】実施例および比較例に係る送信側フィルタの通過特性を比較したグラフである。

【図4B】実施例および比較例に係る受信側フィルタの通過特性を比較したグラフである。

【図4C】実施例および比較例に係るマルチプレクサのアイソレーション特性を比較したグラフである。

【図5】実施例に係るキャンセル回路の通過特性を表すグラフである。

【図6】実施の形態に係るマルチプレクサの電極レイアウトを表すチップ平面図である。

【図7】実施の形態の変形例に係るマルチプレクサの電極レイアウトを表すチップ平面図である。

【図8】特許文献1に記載されたデュプレクサの回路構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下、本発明の実施の形態について、実施例および図面を用いて詳細に説明する。なお、以下で説明する実施例は、いずれも包括的または具体的な例を示すものである。以下の実施例で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置および接続形態などは、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。以下の実施例における構成要素のうち、独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。また、図面に示される構成要素の大きさまたは大きさの比は、必ずしも厳密ではない。

【0033】

(実施の形態)

[ 1. マルチプレクサの基本回路構成 ]

図 1 は、実施の形態に係るマルチプレクサ 1 およびその周辺回路の回路構成図である。同図には、本実施の形態に係るマルチプレクサ 1 と、アンテナ素子 2 と、整合用インダクタ 3 とが示されている。

【 0 0 3 4 】

マルチプレクサ 1 は、送信側フィルタ 1 0 と、受信側フィルタ 2 0 と、キャンセル回路 3 0 と、共通端子 1 0 0 と、送信側端子 ( 第 1 端子 ) 1 1 0 と、受信側端子 ( 第 2 端子 ) 1 2 0 とを備える。送信側フィルタ 1 0 と受信側フィルタ 2 0 とは、共通端子 1 0 0 で共通接続されている。この構成により、マルチプレクサ 1 は、アンテナ素子 2 にて受信した高周波信号を、共通端子 1 0 0 および受信側フィルタ 2 0 を経由して受信側端子 1 2 0 から出力し、送信側端子 1 1 0 から入力された高周波信号を送信側フィルタ 1 0 および共通端子 1 0 0 を経由してアンテナ素子 2 へ出力するデュプレクサとして機能する。

10

【 0 0 3 5 】

なお、送信側端子 1 1 0 および受信側端子 1 2 0 には、高周波信号を増幅する増幅回路または高周波信号処理回路 ( R F I C ) などが接続される。また、共通端子 1 0 0 は、アンテナ素子 2 に接続されている必要はなく、スイッチ回路を介してアンテナ素子 2 に接続されていてもよい。また、共通端子 1 0 0 と、送信側フィルタ 1 0 および受信側フィルタ 2 0 との間に、インピーダンス整合用のインダクタまたはキャパシタなどが挿入されていてもよい。

20

【 0 0 3 6 】

送信側フィルタ 1 0 は、第 1 周波数帯域を通過帯域とし、共通端子 1 0 0 および送信側端子 1 1 0 に接続された第 1 フィルタ回路である。

【 0 0 3 7 】

受信側フィルタ 2 0 は、第 1 周波数帯域と異なる第 2 周波数帯域を通過帯域とし、共通端子 1 0 0 および受信側端子 1 2 0 に接続された第 2 フィルタ回路である。

【 0 0 3 8 】

なお、第 1 周波数帯域と第 2 周波数帯域との周波数の高低関係はいずれであってもよいが、本実施の形態では、第 2 周波数帯域が第 1 周波数帯域よりも高い、つまり、受信側フィルタ 2 0 の通過帯域が、送信側フィルタ 1 0 の通過帯域よりも高い回路構成を例示する。

30

【 0 0 3 9 】

キャンセル回路 3 0 は、共通端子 1 0 0 ( 第 1 ノード ) 、および、共通端子 1 0 0 と送信側端子 1 1 0 とを結ぶ経路上のノード N ( 第 2 ノード ) に接続され、当該経路上を流れる所定の周波数帯域の成分を相殺するための回路である。

【 0 0 4 0 】

より具体的には、キャンセル回路 3 0 は、縦結合型共振器 3 1 と、容量素子 3 2 とを備える。縦結合型共振器 3 1 は、弾性波共振子 3 1 a および 3 1 b で構成され、一端 ( 弾性波共振子 3 1 a ) が容量素子 3 2 の他端に接続され、他端 ( 弾性波共振子 3 1 b ) が容量素子を介さずにノード N に接続されている。容量素子 3 2 は、一端が共通端子 1 0 0 に接続されている。

40

【 0 0 4 1 】

ここで、共通端子 1 0 0 側からキャンセル回路 3 0 を見た場合の第 2 周波数帯域におけるインピーダンスは、ノード N 側からキャンセル回路 3 0 を見た場合の第 2 周波数帯域におけるインピーダンスよりも高い。

【 0 0 4 2 】

上記構成によれば、送信側フィルタ 1 0 の第 1 周波数帯域よりも高周波側における所定の周波数帯域の減衰特性を改善すべく、上記経路上を流れる所定の周波数帯域の成分の相殺成分を生成するキャンセル回路 3 0 が、送信側フィルタ 1 0 に並列接続されている。キャンセル回路 3 0 としては、広帯域にわたる他の周波数帯域と比して上記所定の周波数帯

50

域のみを低損失とすることに有利な縦結合型共振器 31 が用いられる。ここで、上記相殺成分を、上記経路上を流れる所定の周波数帯域の上記成分と同振幅かつ逆位相に調整するため、キャンセル回路 30 には、振幅および位相調整用の容量素子 32 が直列付加されている。

#### 【0043】

キャンセル回路に直列付加される容量素子としては、一般に、キャンセル回路が並列接続されるフィルタ回路とキャンセル回路とのインピーダンス整合を考慮して、縦結合型共振器の両端に分配配置されることが考えられる。

#### 【0044】

これに対して、本実施の形態に係るマルチプレクサ 1 の構成によれば、キャンセル回路 30 の容量素子は、縦結合型共振器 31 のノード N 側には配置されず、共通端子 100 側のみに配置される。これにより、容量素子が縦結合型共振器の両端に分配配置された従来構成（容量素子が 2 つ直列配置された場合）と同じ静電容量を確保するには、直列配置された 2 つの容量素子の 1 つよりも小さな静電容量を有する容量素子 32 を、縦結合型共振器 31 の共通端子 100 側のみに配置すればよい。これにより、2 つの容量素子が配置された従来のキャンセル回路と比較して、キャンセル回路 30 を小型化できる。

#### 【0045】

また、所定の静電容量が必要なキャンセル回路において、容量素子 32 を縦結合型共振器 31 の共通端子 100 側のみに配置することにより、共通端子 100 側からキャンセル回路 30 を見た場合のインピーダンスを、ノード N 側からキャンセル回路 30 を見た場合のインピーダンスよりも大きくできる。ここで、本実施の形態に係るマルチプレクサ 1 では、キャンセル回路 30 の上記インピーダンスを、受信側フィルタ 20 の通過帯域（第 2 周波数帯域）におけるインピーダンスとしている。つまり、共通端子 100 側からキャンセル回路 30 を見た場合の第 2 周波数帯域におけるインピーダンスは、ノード N 側からキャンセル回路 30 を見た場合の第 2 周波数帯域におけるインピーダンスよりも大きい。このため、共通端子 100 から入力された第 2 周波数帯域の信号が送信側フィルタ 10 の方へ漏洩することを抑制できる。

#### 【0046】

以上より、マルチプレクサ 1 を小型化しつつ、送信側フィルタ 10 の上記所定の周波数帯域の減衰特性を改善するとともに、受信側フィルタ 20 の通過特性を改善することが可能となる。

#### 【0047】

なお、本実施の形態では、キャンセル回路 30 は、共通端子 100、および、ノード N に接続された構成を例示したが、本発明に係るキャンセル回路は、共通端子 100 に直接接続されず、送信側フィルタ 10 を構成する直列腕共振器 12s1 ~ 14s2 を結ぶ各直列腕上のノード（第 1 ノード）と、ノード N（第 2 ノード）とに接続されていてもよい。つまり、キャンセル回路は、共通端子 100 と送信側端子 110 とを結ぶ経路上にあって共通端子 100 側に位置する第 1 ノードおよび送信側端子 110 側に位置する第 2 ノードに接続されていればよい。この構成においても、本実施の形態に係るキャンセル回路 30 およびマルチプレクサ 1 が有する効果と同様の効果が奏され、送信側フィルタ 10 の上記所定の周波数帯域の減衰特性を改善するとともに、受信側フィルタ 20 の通過特性を改善することが可能となる。

#### 【0048】

以下、本実施の形態に係るマルチプレクサ 1 の具体的回路構成例を示し、マルチプレクサ 1 について詳細に説明する。

#### 【0049】

##### [ 2 . マルチプレクサの回路構成例 ]

図 2 は、実施例に係るマルチプレクサ 1 の具体的回路構成の一例を示す図である。同図に示されたマルチプレクサ 1 は、図 1 と同様に、送信側フィルタ 10 と、受信側フィルタ 20 と、キャンセル回路 30 と、共通端子 100 と、送信側端子 110 と、受信側端子 1

10

20

30

40

50



20とを備える。

【0050】

送信側フィルタ10は、複数の弾性波共振子で構成されたラダー型の弾性波フィルタ回路であり、直列腕共振子11s、12s1、12s2、13s1、13s2、14s1および14s2と、並列腕共振子11p、12p1、12p2および13pと、を備える。本構成により、送信側フィルタ10は、例えば、LTE(Long Term Evolution)規格のBand 8の送信フィルタ(送信(第1周波数)帯域: 880 - 915 MHz)に適用される。

【0051】

送信側フィルタ10がラダー型の弾性波フィルタ回路であることにより、送信側フィルタ10の減衰帯域では位相が複雑に変化しないので、送信側フィルタ10の上記経路上を流れる成分に対して逆位相の成分を、縦結合型共振器31で形成しやすい。よって、送信側フィルタ10の減衰特性の改善効果、および、送信側フィルタ10と受信側フィルタ20とのアイソレーション特性の改善効果が、より発揮される。

【0052】

さらに、直列腕共振子11s~14s2および並列腕共振子11p~13pのそれぞれは、圧電基板上に形成されたIDT電極で構成されている。つまり、送信側フィルタ10は、上記圧電基板上に形成された複数の第1IDT電極で構成された弾性表面波フィルタである。

【0053】

受信側フィルタ20は、複数の弾性波共振子で構成された弾性波フィルタ回路であり、直列腕共振子21sおよび22sと、並列腕共振子21pおよび22pと、縦結合型共振器23Lとを備える。縦結合型共振器23Lは、並列接続された縦結合型共振器23L1および23L2で構成され、縦結合型共振器23L1および23L2のそれぞれは、弾性波伝搬方向に沿って並べられた5つの弾性波共振子で構成されている。本構成により、受信側フィルタ20は、例えば、LTE規格のBand 8の受信フィルタ(受信(第2周波数)帯域: 925 - 960 MHz)に適用される。なお、直列腕共振子21sおよび22s、並列腕共振子21pおよび22p、ならびに縦結合型共振器23Lを構成する弾性波共振子のそれぞれは、圧電基板上に形成されたIDT電極で構成されている。つまり、受信側フィルタ20は、圧電基板上に形成された複数のIDT電極で構成された弾性表面波フィルタである。

【0054】

キャンセル回路30は、縦結合型共振器31と、容量素子32とを備える。なお、図2では、容量素子32を弾性波共振子で表しているが、これは、容量素子32は、弾性表面波共振子(例えば、1ポート共振器)のような容量性を有する弾性波共振子で実現してもよいという意味である。

【0055】

縦結合型共振器31は、弾性波伝搬方向に沿って並べられた2つの弾性波共振子31aおよび31bで構成されている。縦結合型共振器31の一端(弾性波共振子31a)が容量素子32の他端に接続され、縦結合型共振器31の他端(弾性波共振子31b)が容量素子を介さずにノードNに接続されている。さらに、弾性波共振子31aおよび31bのそれぞれは、送信側フィルタ10が形成された圧電基板上に形成されたIDT電極で構成されている。つまり、キャンセル回路30は、上記圧電基板上に形成された複数の第2IDT電極で構成された弾性表面波共振器である。弾性波共振子31aを構成するIDT電極は、互いに対向する2つの櫛形電極で構成されており、一方の櫛形電極は容量素子32の他端に接続され、他方の櫛形電極はグランド電極に接続されている。また、弾性波共振子31bを構成するIDT電極は、互いに対向する2つの櫛形電極で構成されており、一方の櫛形電極はノードNに接続され、他方の櫛形電極はグランド電極に接続されている。

【0056】

送信側フィルタ10と縦結合型共振器31とが、同一の圧電基板上に形成されているこ

10

20

30

40

50

とにより、マルチプレクサ 1 を小型化できる。

【 0 0 5 7 】

なお、本実施例では、ノード N と送信側端子 1 1 0 との間に、送信側フィルタ 1 0 を構成する直列腕共振子 1 1 s が配置されている。これにより、送信側端子 1 1 0 から印加された電力およびサージは、直列腕共振子 1 1 s を最初に通過することとなるため、キャンセル回路 3 0 の縦結合型共振器 3 1 に印加される信号強度が小さくなる。つまり、マルチプレクサ 1 の、耐電力性および耐サージ性を高めることが可能となる。

【 0 0 5 8 】

なお、縦結合型共振器 3 1 を構成する弾性波共振子 ( I D T 電極 ) の個数は、2 個に限定されず、キャンセル回路 3 0 として必要な通過特性に応じて適宜決定されればよい。

10

【 0 0 5 9 】

容量素子 3 2 は、一端が共通端子 1 0 0 に接続され、他端が縦結合型共振器 3 1 の一端 ( 弾性波共振子 3 1 a ) に接続されている。なお、容量素子 3 2 は、送信側フィルタ 1 0 および縦結合型共振器 3 1 が形成された圧電基板上に形成された櫛歯状電極で構成されている。

【 0 0 6 0 】

送信側フィルタ 1 0、縦結合型共振器 3 1 および容量素子 3 2 が、同一の圧電基板上に形成されていることにより、マルチプレクサ 1 を小型化できる。

【 0 0 6 1 】

図 3 は、比較例に係るマルチプレクサ 5 0 0 の具体的回路構成図である。同図に示されたマルチプレクサ 5 0 0 は、送信側フィルタ 1 0 と、受信側フィルタ 2 0 と、キャンセル回路 5 3 0 と、共通端子 1 0 0 と、送信側端子 1 1 0 と、受信側端子 1 2 0 とを備える。同図に示されたマルチプレクサ 5 0 0 は、実施例に係るマルチプレクサ 1 と比較して、キャンセル回路の構成のみが異なる。以下、比較例に係るマルチプレクサ 5 0 0 について、実施例に係るマルチプレクサ 1 と同じ点は説明を省略し、異なる点を中心に説明する。

20

【 0 0 6 2 】

キャンセル回路 5 3 0 は、縦結合型共振器 3 1 と、容量素子 3 2 a および 3 2 b とを備える。

【 0 0 6 3 】

キャンセル回路 5 3 0 の縦結合型共振器 3 1 は、弾性波伝搬方向に沿って並べられた 2 つの弾性波共振子 3 1 a および 3 1 b で構成されている。縦結合型共振器 3 1 の一端 ( 弾性波共振子 3 1 a ) が容量素子 3 2 a の他端に接続され、縦結合型共振器 3 1 の他端 ( 弾性波共振子 3 1 b ) が容量素子 3 2 b の他端に接続されている。さらに、弾性波共振子 3 1 a および 3 1 b のそれぞれは、送信側フィルタ 1 0 が形成された圧電基板上に形成された I D T 電極で構成されている。弾性波共振子 3 1 a を構成する I D T 電極は、互いに対向する 2 つの櫛形電極で構成されており、一方の櫛形電極は容量素子 3 2 a の他端に接続され、他方の櫛形電極はグランド電極に接続されている。また、弾性波共振子 3 1 b を構成する I D T 電極は、互いに対向する 2 つの櫛形電極で構成されており、一方の櫛形電極は容量素子 3 2 b の他端に接続され、他方の櫛形電極はグランド電極に接続されている。

30

【 0 0 6 4 】

容量素子 3 2 a は、一端が共通端子 1 0 0 に接続され、他端が縦結合型共振器 3 1 の一端 ( 弾性波共振子 3 1 a ) に接続されている。また、容量素子 3 2 b は、一端がノード N に接続され、他端が縦結合型共振器 3 1 の他端 ( 弾性波共振子 3 1 b ) に接続されている。

40

【 0 0 6 5 】

一般に、図 3 に示された比較例に係るマルチプレクサ 5 0 0 の構成のように、キャンセル回路 5 3 0 が並列接続される送信側フィルタ 1 0 とキャンセル回路 5 3 0 とのインピーダンス整合を考慮して、縦結合型共振器 3 1 の両端に、容量素子 3 2 a および 3 2 b が分配配置される。

【 0 0 6 6 】

50

これに対して、実施例に係るマルチプレクサ 1 の構成では、送信側フィルタ 10 の第 1 周波数帯域よりも高周波側における所定の周波数帯域の減衰特性を改善すべく、上記経路上を流れる所定の周波数帯域の成分の相殺成分を生成するキャンセル回路 30 が、送信側フィルタ 10 に並列接続されている。ここで、上記相殺成分を、上記経路上を流れる第 2 周波数帯域の上記成分と同振幅かつ逆位相に調整するため、キャンセル回路 30 には、振幅および位相調整用の容量素子 32 が直列付加されている。

【0067】

本実施例に係るマルチプレクサ 1 の構成によれば、キャンセル回路 30 の容量素子 32 は、縦結合型共振器 31 のノード N 側には配置されず、共通端子 100 側のみに配置される。これにより、容量素子 32 a および 32 b が縦結合型共振器 31 の両端に分配（直列）配置された比較例と同じ静電容量を確保するには、直列配置された 2 つの容量素子 32 a および 32 b のいずれかよりも小さな静電容量を有する容量素子 32 を、縦結合型共振器 31 の共通端子 100 側のみに配置すればよい。

10

【0068】

これにより、2 つの容量素子 32 a および 32 b が、縦結合型共振器 31 の両端に分配（直列）配置された従来のキャンセル回路 530 と比較して、キャンセル回路 30 を小型化できる。

【0069】

また、所定の静電容量が必要なキャンセル回路において、容量素子 32 を縦結合型共振器 31 の共通端子 100 側のみに配置することにより、共通端子 100 側からキャンセル回路 30 を見た場合のインピーダンスを、ノード N 側からキャンセル回路 30 を見た場合のインピーダンスよりも大きくできる。ここで、本実施例に係るマルチプレクサ 1 では、キャンセル回路 30 の上記インピーダンスを、受信側フィルタ 20 の通過帯域（第 2 周波数帯域）におけるインピーダンスとしている。つまり、共通端子 100 側からキャンセル回路 30 を見た場合の第 2 周波数帯域におけるインピーダンスは、ノード N 側からキャンセル回路 30 を見た場合の第 2 周波数帯域におけるインピーダンスよりも大きい。このため、共通端子 100 から入力された第 2 周波数帯域の信号が送信側フィルタ 10 の方へ漏洩することを抑制できる。

20

【0070】

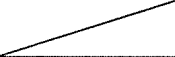
[ 3 . 実施例および比較例に係るマルチプレクサの特性比較 ]

30

図 4 A は、実施例および比較例に係る送信側フィルタ 10 の通過特性を比較したグラフである。また、図 4 B は、実施例および比較例に係る受信側フィルタ 20 の通過特性を比較したグラフである。また、図 4 C は、実施例および比較例に係るマルチプレクサのアイソレーション特性を比較したグラフである。また、図 5 は、実施例に係るキャンセル回路 30 の通過特性を表すグラフである。また、表 1 に、実施例および比較例に係るキャンセル回路の電極パラメータを示す。

【0071】

【表 1】

		実施例	比較例
容量素子 (32または32a) (共通端子100側)	交叉幅 ( $\mu\text{m}$ )	12	30
	対数 (対)	15	15
容量素子 (32b) (ノードN側)	交叉幅 ( $\mu\text{m}$ )		19
	対数 (対)		13
弾性波共振子 31a (共通端子100側)	交叉幅 ( $\mu\text{m}$ )	47	47
	対数 (対)	5	5
弾性波共振子 31b (ノードN側)	交叉幅 ( $\mu\text{m}$ )	47	47
	対数 (対)	7	7

10

## 【0072】

ここで、本実施例では、送信側フィルタ10の通過帯域(第1周波数帯域)は、受信側フィルタ20の通過帯域(第2周波数帯域)よりも低周波数側に位置し、キャンセル回路30の挿入損失極小点を有する共振レスポンス周波数は、第2周波数帯域の高域端に位置する。

20

## 【0073】

まず、図4Aに示すように、実施例および比較例に係る送信側フィルタ10の送信側端子110-共通端子100における通過特性は、送信帯域(880-915MHz)において良好な通過特性を有している。また、受信帯域(925-960MHz)においても、実施例および比較例において良好な減衰特性が確保されている。また、図4Cに示すように、実施例および比較例における送受信フィルタ間のアイソレーション特性は、送信帯域(880-915MHz)および受信帯域(925-960MHz)において良好な特性となっている。これは、実施例および比較例に係るキャンセル回路が、(1)960MHz近傍に挿入損失の極小点を有する共振レスポンスを有する、(2)容量素子により送信側フィルタ10を通過する960MHz近傍の成分と同振幅および逆位相の相殺成分が生成される、ことにより、送信側フィルタ10の減衰特性改善および送受信アイソレーション特性改善に対しては、有効に機能していると判断できる。

30

## 【0074】

これに対して、図4Bに示すように、実施例および比較例に係る受信側フィルタ20の受信側端子120-共通端子100における通過特性の比較では、比較例に係る受信側フィルタ20の方が、通過帯域における帯域幅が狭くなっている。具体的には、比較例では、受信帯域の高域チャンネル側近傍のロスが劣化している。例えば、挿入損失2.0dBの帯域幅で比較すると、実施例では41.8MHzの帯域幅であるのに対して、比較例では40.9MHzの帯域幅となっている。つまり、実施例のほうが広帯域となっている。特に、弾性表面波フィルタの場合、温度変化による特性変化を考慮して帯域幅を確保する必要があるため、この帯域幅の差異は大きなフィルタ特性の差異となる。

40

## 【0075】

比較例に係る容量素子32aの静電容量(交叉幅×対数)は、実施例に係る容量素子32の静電容量(交叉幅×対数)より大きく、インピーダンスが低くなっている。このため、受信側フィルタ20が、キャンセル回路530の縦結合型共振器31で発生させた高域チャンネル側近傍(960MHz近傍)の共振レスポンスの影響を受けやすくなる。つまり、キャンセル回路530の共通端子側から見たインピーダンスが、キャンセル回路530のノードN側から見たインピーダンスよりも高く設定されていない。このため、高域チャンネル側近傍の高周波成分がキャンセル回路530へ漏洩してしまい、受信側フィルタ20

50

への当該高周波成分の伝搬ロスを大きくしてしまう。これにより、共通端子100を通して受信側フィルタ20の通過帯域の高域側に上記共振レスポンスに起因したリップルが発生し、帯域幅が狭くなる。

#### 【0076】

これに対して、実施例では、縦結合型共振器31のノードN側には容量素子がなく、その代わりに、縦結合型共振器31の共通端子100側に、比較例に係る容量素子32aよりも静電容量（交叉幅×対数）の小さい容量素子32が付加されている。つまり、キャンセル回路30の共通端子100側から見たインピーダンスが、キャンセル回路30のノードN側から見たインピーダンスよりも高く設定されている。このため、高域チャネル側近傍の高周波成分がキャンセル回路30へ漏洩せず、受信側フィルタ20への当該高周波成分の伝搬ロスを小さくできる。これにより、共通端子100を通して受信側フィルタ20の通過帯域の高域側に上記共振レスポンスに起因したリップルの発生を抑制できるので、帯域幅を広く確保できる。

#### 【0077】

一方、実施例では、ノードNと縦結合型共振器31との間には容量素子が接続されていないが、図5に示すように、縦結合型共振器31の共振レスポンス（960MHz近傍）は、送信通過帯域から高周波側に大きく離れているため、送信側フィルタ10の帯域幅を劣化させることはない。

#### 【0078】

また、実施例では、キャンセル回路30には、容量素子が1つしか配置されておらず、送信側フィルタ10の主信号の振幅と合うように、容量素子32だけで振幅を合わせることとなる。このため、比較例と比べて、容量素子32のインピーダンスを高くできる。よって、実施例に係るマルチプレクサ1では、共通端子100と縦結合型共振器31との間のみ、容量素子32を直列接続する構成により、受信側フィルタ20の帯域幅を劣化させず、かつ、チップサイズの小型化を実現できる。

#### 【0079】

##### [4. マルチプレクサの電極レイアウト構成]

図6は、実施の形態に係るマルチプレクサ1の電極レイアウトを表すチップ平面図である。同図に示すように、圧電基板40上に、送信側フィルタ10、受信側フィルタ20、およびキャンセル回路30のIDT電極および櫛歯状電極、ならびにそれらを接続する配線および外部接続電極が配置されている。なお、マルチプレクサ1の各構成要素が1枚の圧電基板40上に形成されていることから、マルチプレクサ1を、WLP (Wafer Level Package) 構造で実現することが可能となる。

#### 【0080】

図6に示すように、圧電基板40の表面下方（Y軸負方向）領域に、送信側フィルタ10を構成する直列腕共振子11s~14s2のIDT電極、並列腕共振子11p~13pのIDT電極、それらを接続する第1配線、送信側フィルタ10の送信側電極Tx（送信側端子110）、およびグランド電極GNDが形成されている。さらに、圧電基板40の表面下方（Y軸負方向）領域には、キャンセル回路30を構成する縦結合型共振器31のIDT電極、容量素子32の櫛歯状電極、それらを接続する配線、およびグランド電極51（GND）が形成されている。

#### 【0081】

また、圧電基板40の表面上方（Y軸正方向）領域に、受信側フィルタ20を構成する直列腕共振子21sおよび22sのIDT電極、並列腕共振子21pおよび22pのIDT電極、縦結合型共振器23LのIDT電極、それらを接続する配線、受信側フィルタ20の受信側電極Rx（受信側端子120）、およびグランド電極GNDが形成されている。

#### 【0082】

また、圧電基板40の表面上であって、送信側フィルタ10およびキャンセル回路30が形成された領域と、受信側フィルタ20が形成された領域との間に、アンテナ接続電極

(Ant)が配置されている。

【0083】

ここで、本実施の形態に係るマルチプレクサ1では、図6に示すように、圧電基板40の平面視において、縦結合型共振器31における弾性表面波の伝搬経路を伝搬方向(X軸方向)に延長した領域Dは、送信側フィルタ10および受信側フィルタ20を構成する並列腕共振子における弾性表面波の伝搬経路および直列腕共振子における弾性表面波の伝搬経路と重ならない。キャンセル回路30で生成される相殺成分は小振幅であるため、縦結合型共振器31と、送信側フィルタ10の直列腕共振子および並列腕共振子との伝送路を並べて配置すると、上記相殺成分が上記直列腕共振子および並列腕共振子の弾性表面波に干渉され、上記相殺成分の位相特性が影響されて、送信側フィルタ10の減衰特性が悪化する。これに対して、上記構成によれば、送信側フィルタ10の減衰特性を改善できる。

10

【0084】

また、図6では、容量素子32を構成する櫛歯電極の各電極指は、他のIDT電極の電極指と同じ方向に形成されているが、容量素子32を構成する櫛歯電極の各電極指を、他のIDT電極の電極指の形成方向と交差する方向に形成してもよい。これにより、容量素子32が、他のIDT電極で励振された高周波信号に干渉されることを抑制できる。

【0085】

また、送信側フィルタ10を構成する複数のIDT電極は、第1電極膜で形成されている。一方、送信側フィルタ10を構成する複数のIDT電極を接続する第1配線は、上記第1電極膜と第2電極膜との積層体で形成されている。さらに、キャンセル回路30内において、共通端子100、容量素子32、弾性波共振子31aおよび31bを構成するIDT電極、およびノードNを接続する第2配線は、上記第1電極膜と同一の膜厚を有している。

20

【0086】

上記第1配線は、送信側フィルタ10の通過帯域における低損失性を確保すべく、2層配線(積層体)で構成されている。これに対して、キャンセル回路30の第2配線は、キャンセル回路30を流れる相殺成分が小振幅であることから、抵抗分が増えても大きな問題は生じないので、単層配線でよい。よって、上記第2配線を細線化できるので、チップサイズを小型化できる。

【0087】

30

図7は、実施の形態の変形例に係るマルチプレクサの電極レイアウトを表すチップ平面図である。同図に示された電極レイアウトは、図6に示された電極レイアウトと比較して、キャンセル回路30を構成する縦結合型共振器31および容量素子32の配置レイアウトが異なる。以下、本変形例に係る電極レイアウトについて、図6に示された実施の形態に係る電極レイアウトと同じ点は説明を省略し、異なる点を中心に説明する。

【0088】

ここで、本変形例に係るマルチプレクサでは、図7に示すように、圧電基板40の平面視において、縦結合型共振器31における弾性表面波の伝搬経路を伝搬方向に延長した領域は、送信側フィルタ10を構成する並列腕共振子11pにおける弾性表面波の伝搬経路と重なり、送信側フィルタ10を構成する直列腕共振子における弾性表面波の伝搬経路と重ならない。

40

【0089】

送信側フィルタ10は、直列腕共振子および並列腕共振子からなるラダー型フィルタであるため、並列腕共振子の共振点は通過帯域(第1周波数帯域)の低域側の減衰極を形成し、並列腕共振子の反共振点および直列腕共振子の共振点は通過帯域(第1周波数帯域)を形成し、直列腕共振子の反共振点は通過帯域(第1周波数帯域)の高域側の減衰極を形成する。また、縦結合型共振器31の共振レスポンスは、受信側フィルタ20の通過帯域(第2周波数帯域)の高域端に設定されている。上記のような共振点および反共振点の周波数関係から、縦結合型共振器31の共振レスポンスの周波数は、送信側フィルタ10の直列腕共振子の共振周波数(反共振周波数)と近い関係にあり、送信側フィルタ10の並

50

列腕共振子の共振周波数（反共振周波数）とは遠い関係にある。

【0090】

このため、キャンセル回路30で生成される相殺成分は小振幅であるため、縦結合型共振器31と、送信側フィルタ10の直列腕共振子との伝送路を並べて配置すると、上記相殺成分が上記直列腕共振子の弾性表面波に干渉される。一方、縦結合型共振器31と、送信側フィルタ10の並列腕共振子との伝送路を並べて配置しても、上記相殺成分が上記直列腕共振子の弾性表面波に干渉されにくい。これにより、本変形例の構成によれば、マルチプレクサのチップレイアウトの自由度が高まり、チップサイズを小型化しつつ、送信側フィルタ10の減衰特性を改善できる。

【0091】

また、本変形例では、縦結合型共振器31に接続されるグランド配線は、送信側フィルタ10に接続されるグランド電極52と圧電基板40上で接続され、受信側フィルタ20に接続されるグランド電極と圧電基板40上で接続されていない。

【0092】

これにより、縦結合型共振器31に接続されるグランド配線が、送信側フィルタ10に接続されるグランド電極52に接続されているので、縦結合型共振器31と送信側フィルタ10とのグランド電極を圧電基板40上で共有でき、チップサイズの小型化が可能となる。一方、縦結合型共振器31に接続されるグランド配線が、受信側フィルタ20に接続されるグランド電極に接続されていないので、縦結合型共振器31の共振レスポンスがグランド電極を介して受信側フィルタに回り込むことを回避できるので、受信側フィルタ20の通過特性の劣化を回避できる。

【0093】

なお、本変形例では、容量素子32は、櫛歯状電極で形成されておらず、圧電基板40上で対向する2つの配線で構成されている。容量素子32については、必要とされる容量値に応じて、適宜、櫛歯状電極または平行平板型電極などを選択すればよい。

【0094】

（その他の変形例など）

以上、本発明の実施の形態に係るマルチプレクサについて、デュプレクサの実施例を挙げて説明したが、本発明は、上記実施例には限定されない。例えば、上記実施例に次のような変形を施した態様も、本発明に含まれ得る。

【0095】

例えば、上記実施例に係る圧電基板40は、少なくとも一部に圧電性を有する基板であってもよい。上記基板は、例えば、表面に圧電薄膜を備え、当該圧電薄膜と音速の異なる膜、および支持基板などの積層体で構成されていてもよい。また、上記基板は、基板全体に圧電性を有していても良い。この場合、上記基板は、圧電体層一層からなる圧電基板となる。

【0096】

また、本発明に係るマルチプレクサは、実施例のようなBand 8のデュプレクサに限られない。例えば、本発明に係るマルチプレクサは、2つのバンドについてそれぞれ送受信を行うクワッドプレクサ、さらには3以上のバンドについて送受信を行うマルチプレクサであってもよい。さらに、本発明に係るマルチプレクサは、複数の受信周波数帯域を有する分波器、または、複数の送信周波数帯域を有する合波器として適用できる。

【0097】

また、上記実施の形態では、マルチプレクサを構成する送信側フィルタ、受信側フィルタ、および縦結合型共振器として、IDT電極を有する弾性表面波フィルタを例示した。しかしながら、本発明に係るマルチプレクサを構成する各フィルタおよび共振器は、弾性境界波やBAW(Bulk Acoustic Wave)を用いた弾性波フィルタおよび弾性波共振器であってもよい。これによっても、上記実施の形態に係るマルチプレクサが有する効果と同様の効果を奏することが可能である。

【0098】

また、例えば、マルチプレクサにおいて、各構成要素の間に、インダクタやキャパシタが接続されていてもかまわない。なお、当該インダクタには、各構成要素間を繋ぐ配線による配線インダクタが含まれてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0099】

本発明は、マルチバンド化された周波数規格に適用できる低損失かつ高アイソレーションのマルチプレクサとして、携帯電話などの通信機器に広く利用できる。

【符号の説明】

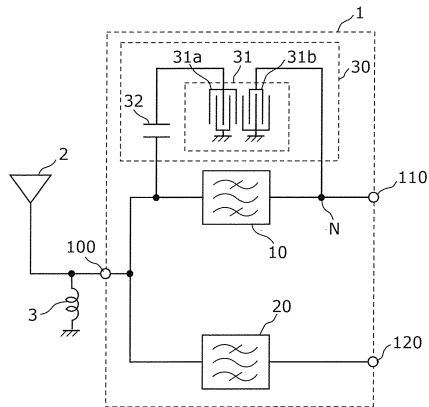
【0100】

1、500	マルチプレクサ	10
2	アンテナ素子	
3	整合用インダクタ	
10	送信側フィルタ	
11p、12p1、12p2、13p、21p、22p	並列腕共振子	
11s、12s1、12s2、13s1、13s2、14s1、14s2、21s、22s	直列腕共振子	
20	受信側フィルタ	
23L、23L1、23L2、31	縦結合型共振器	
30、530、640	キャンセル回路	
31a、31b	弾性波共振子	20
32、32a、32b	容量素子	
40	圧電基板	
51、52	グランド電極	
100	共通端子	
110	送信側端子	
120	受信側端子	
600	デュプレクサ	
642、644	静電容量	
646	縦結合型弾性波共振器	



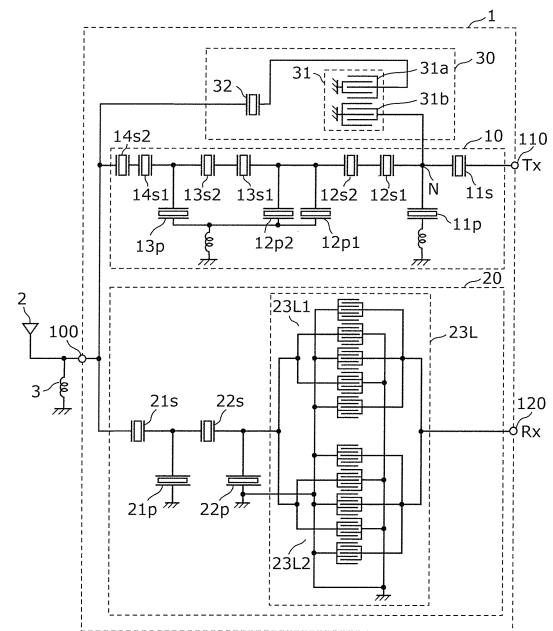
【図 1】

図1



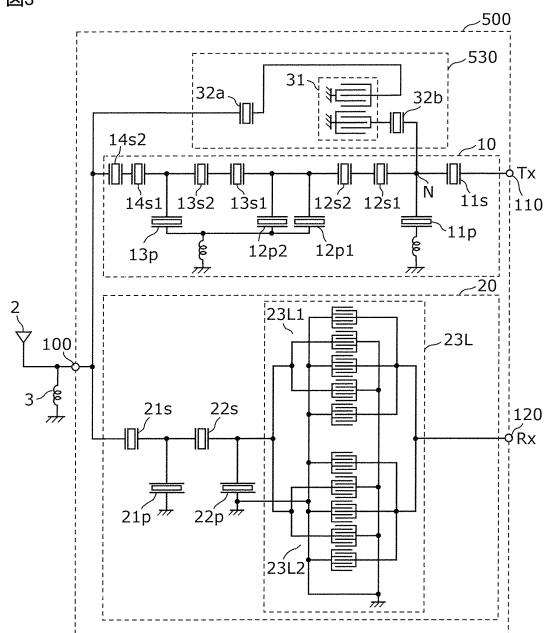
【図 2】

図2



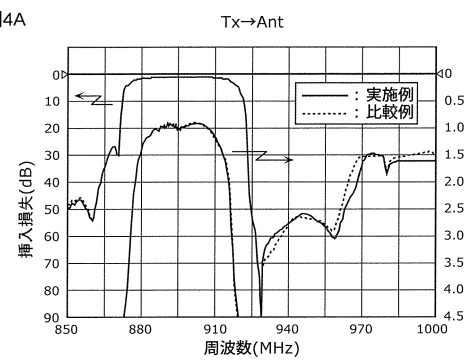
【図 3】

図3



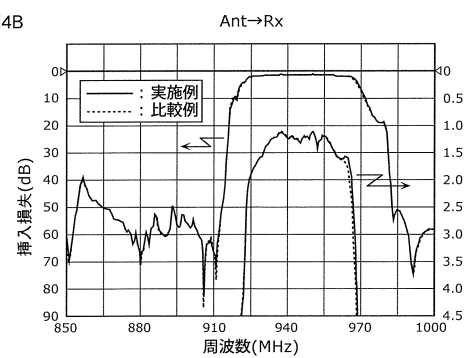
【図 4 A】

図4A



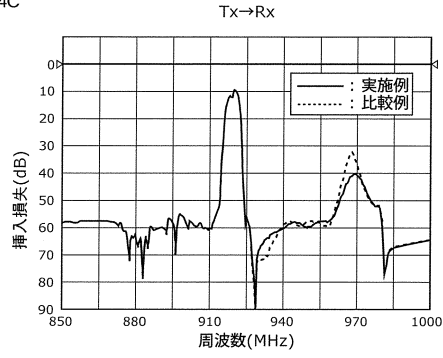
【図 4 B】

図4B



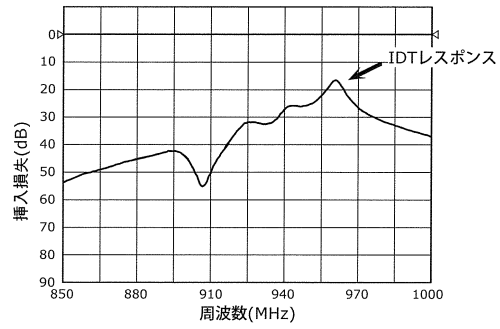
【図 4 C】

図4C



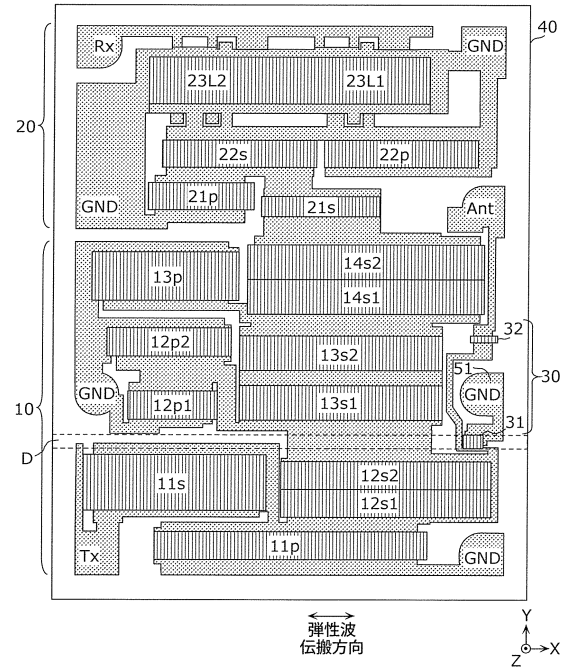
【図 5】

図5



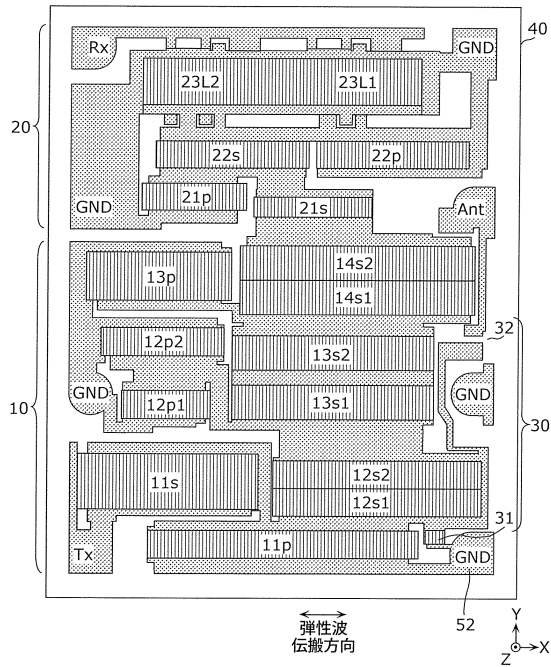
【図 6】

図6



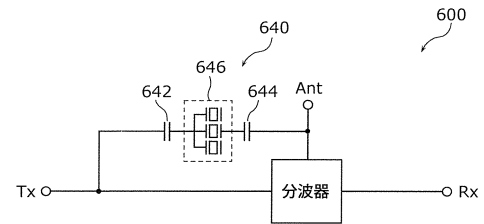
【図 7】

図7



【図 8】

図8



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-118611(JP,A)  
特開2013-157839(JP,A)  
国際公開第2007/049699(WO,A1)  
特開2006-014296(JP,A)  
特開2013-247466(JP,A)  
特開2014-171210(JP,A)  
特開2015-220700(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H 9/00 - 9/76