

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年9月10日(10.09.2020)



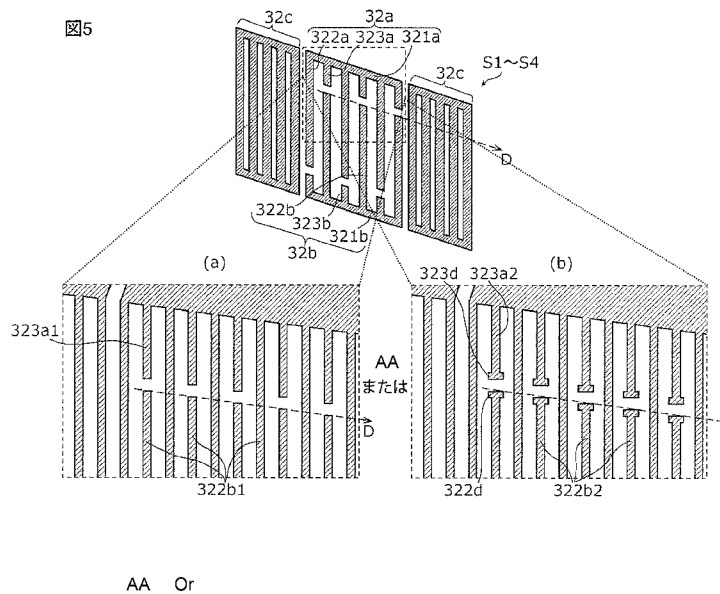
(10) 国際公開番号

WO 2020/179906 A1

- (51) 国際特許分類:
H01P 1/205 (2006.01) *H03H 9/64* (2006.01)
H03H 9/145 (2006.01) *H03H 9/72* (2006.01)
H03H 9/25 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/009637
- (22) 国際出願日: 2020年3月6日(06.03.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-040590 2019年3月6日(06.03.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
- JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 中村 健太郎 (NAKAMURA, Kentaro);
〒6178555 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 Kyoto (JP).
太田 憲良 (OTA, Noriyoshi); 〒6178555 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 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 吉川 修一, 外 (YOSHIKAWA, Shuichi et al.); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 5 丁目 3 番 10 号 タナカ・イトーピア新大阪ビル 6 階新居国際特許事務所内 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: FILTER, MULTIPLEXER, HIGH-FREQUENCY FRONT-END CIRCUIT, AND COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: フィルタ、マルチプレクサ、高周波フロントエンド回路及び通信装置



(57) Abstract: This filter (12) has serial resonators (S1-S4) that are arranged on a signal path; IDT electrodes constituting the serial resonators (S1-S4) each comprise a first electrode digit having an odd-shaped part and/or a second electrode digit having no odd-shaped part; in an IDT electrode constituting one or more serial resonators among the serial resonators (S1-S4), the direction D in which the plurality of electrode digits are connected to each other at the respective other ends thereof intersects with a direction of elastic wave propagation; and in said IDT electrode, the first electrode digit and the

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

second electrode digit are arranged in a given sequence in a first portion and a second portion.

- (57) 要約: フィルタ (12) は、信号経路上に配置された直列共振子 (S1 ~ S4) を有し、直列共振子 (S1 ~ S4) を構成する I D T 電極は、異型部を有する第1電極指および異型部を有しない第2電極指の少なくとも一方で構成されており、直列共振子 (S1 ~ S4) のうち1以上の直列共振子を構成する I D T 電極において、複数の電極指のそれぞれ他端同士を結ぶ方向Dは、弾性波伝搬方向と交差しており、当該 I D T 電極は、第1部分と第2部分とで第1電極指と第2電極指とが一定の並び順で配置されている。

明 細 書

発明の名称：

フィルタ、マルチプレクサ、高周波フロントエンド回路及び通信装置

技術分野

[0001] 本発明は、フィルタ、マルチプレクサ、高周波フロントエンド回路及び通信装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、いわゆる傾斜型 I D T 電極部、すなわち電極指交差部が弾性波伝搬方向に対して斜めに形成された I D T 電極部を用いることにより、横モードを抑制することが知られている。

[0003] この傾斜型 I D T 電極部は、特に、支持基板上に高音速膜、低音速膜、圧電膜及び I D T 電極をこの順序で積層してなる弾性波装置に適用されると有効である。上記の積層型基板を用いた弾性波装置は Q 値を高めることが可能な一方、周波数特性上、横モードリップルが現れるためである。

[0004] 一方で、このような傾斜型 I D T 電極部においては、電極指と、対向するバスバーまたはオフセット電極指との間に位置するギャップ部に定在波が発生し、その影響で共振周波数付近にリップルが生じる。そこで、電極指先端部に、弾性波伝搬方向に突出した異型部をさらに設けることで、共振周波数付近のリップルを低減する技術が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。先端部に異型部を設けた電極指を、本明細書では異型フィンガと言う。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1：国際公開第 2 0 1 5 / 0 9 8 7 5 6 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 傾斜 I D T 電極部における電極指を異型フィンガとした共振子では、共振周波数付近のリップルは抑制できるが、反共振周波数付近に異型フィンガに

起因するリップルが生じてしまう。

[0007] 複数のフィルタを用いて構成されるマルチプレクサでは、一のフィルタが有する共振子の反共振周波数付近のリップルが他のフィルタの通過帯域に位置することがある。その場合、一のフィルタの共振子の反共振周波数付近に生じるリップルが、他のフィルタの通過帯域における特性を損なう要因になり得る。

[0008] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、共振周波数付近のリップルおよび反共振周波数付近のリップルの双方を抑制できるフィルタ、およびそのようなフィルタを用いたマルチプレクサ、高周波フロントエンド回路及び通信装置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

[0009] 上記目的を達成するために、本発明の一態様に係るフィルタは、一対の入出力端子と、前記一対の入出力端子間を結ぶ信号経路上に配置された1以上の直列共振子と、を有し、前記1以上の直列共振子のそれぞれは、圧電体層を有する基板上に形成された一対の櫛歯状電極からなるIDT電極を有し、前記1以上の直列共振子のそれぞれが有する前記一対の櫛歯状電極のそれぞれは、弾性波伝搬方向の直交方向に延びるように配置された複数の電極指と、前記複数の電極指のそれぞれの一端同士を接続するバスバー電極と、で構成され、前記1以上の直列共振子のそれぞれを構成する前記IDT電極は、前記複数の電極指のうち他端における電極指幅が中央部における電極指幅よりも広い第1電極指、および、前記他端における電極指幅が中央部における電極指幅以下である第2電極指、の少なくとも一方で構成されており、前記1以上の直列共振子は、1以上の第1直列共振子を含み、前記1以上の第1直列共振子のそれぞれを構成する前記IDT電極において、前記複数の電極指のそれぞれの前記他端同士を結ぶ方向は、前記弾性波伝搬方向と交差しており、前記1以上の第1直列共振子のそれぞれを構成する前記IDT電極は、第1部分と第2部分を有し、当該IDT電極において、前記第1部分では前記第1電極指と前記第2電極指とが一定の並び順で配置されており、前記

第2部分では前記第1電極指と前記第2電極指とが前記一定の並び順で配置されている。

発明の効果

[0010] 本発明に係るフィルタによれば、第1直列共振子を構成するIDT電極において、第1電極指（異型フィンガ）と第2電極指（異型部を有しないフィンガ）とが混在して配置される。そのため、すべての電極指を第1電極指とした場合に増大しやすい反共振周波数付近のリップル、およびすべての電極指を第2電極指とした場合に増大しやすい共振周波数付近のリップルの双方が抑制される。その結果、共振周波数付近のリップルおよび反共振周波数付近のリップルの双方を抑制できるフィルタが得られる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、実施の形態1に係るクワッドプレクサの構成図である。

[図2]図2は、Band 1及び3に割り当てられた周波数帯域を説明する図である。

[図3]図3は、実施の形態1に係るフィルタの回路構成図である。

[図4]図4は、実施の形態1に係る共振子を模式的に表す平面図及び断面図である。

[図5]図5は、参考例に係るフィルタにおける直列共振子のIDT電極の平面図である。

[図6]図6は、参考例に係るフィルタを用いたクワッドプレクサの通過特性およびアイソレーション特性を示すグラフである。

[図7A]図7Aは、参考例に係るフィルタを用いたクワッドプレクサのアイソレーション特性を拡大して示すグラフである。

[図7B]図7Bは、参考例に係るフィルタを用いたクワッドプレクサのエネルギー損失を拡大して示すグラフである。

[図8A]図8Aは、実施例に係るフィルタのIDT電極における第1電極指および第2電極指の配置の一例を示す平面図である。

[図8B]図8Bは、実施例に係るフィルタのIDT電極における第1電極指お

よび第 2 電極指の配置の他の一例を示す平面図である。

[図9A]図 9 A は、実施例に係るフィルタを用いたクワッドプレクサの通過特性を、参考例と比べて示すグラフである。

[図9B]図 9 B は、実施例に係るフィルタを用いたクワッドプレクサのアイソレーション特性を、参考例と比べて示すグラフである。

[図9C]図 9 C は、実施例に係るフィルタを用いたクワッドプレクサのエネルギー損失を、参考例と比べて示すグラフである。

[図10]図 1 0 は、実施の形態 1 の変形例に係るフィルタの回路構成図である。

[図11]図 1 1 は、実施の形態 2 に係る高周波フロントエンド回路の構成図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施の形態について、実施例及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の形態は、いずれも包括的または具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置及び接続形態などは、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。以下の実施の形態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。また、各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略または簡略化する場合がある。また、以下の実施の形態において、「接続される」とは、直接接続される場合だけでなく、他の素子等を介して電氣的に接続される場合も含まれる。

[0013] (実施の形態 1)

本実施の形態では、マルチプレクサとして、クワッドプレクサを例に説明する。

[0014] [1. マルチプレクサの基本構成]

図 1 は、本実施の形態に係るクワッドプレクサ 1 の構成図である。なお、

同図には、クワッドプレクサ１の共通端子Port 1に接続されるアンテナ素子２も図示されている。

[0015] クワッドプレクサ１は、通過帯域が互いに異なる複数のフィルタ（ここでは４つのフィルタ１１、１２、２１及び２２）を備え、これら複数のフィルタのアンテナ側の端子が共通端子Port 1で束ねられたマルチプレクサ（分波器）である。

[0016] 具体的には、図１に示すように、クワッドプレクサ１は、共通端子Port 1と、４つの個別端子Port 1 1、１２、２１及び２２と、４つのフィルタ１１、１２、２１及び２２と、を有する。

[0017] 共通端子Port 1は、４つのフィルタ１１、１２、２１及び２２に共通に設けられ、クワッドプレクサ１の内部でこれらフィルタ１１、１２、２１及び２２に接続されている。また、共通端子Port 1は、クワッドプレクサ１の外部でアンテナ素子２に接続される。つまり、共通端子Port 1は、クワッドプレクサ１のアンテナ端子でもある。

[0018] 個別端子Port 1 1、１２、２１及び２２は、この順に、４つのフィルタ１１、１２、２１及び２２に個別に対応して設けられ、クワッドプレクサ１の内部で対応するフィルタに接続されている。また、個別端子Port 1 1、１２、２１及び２２は、クワッドプレクサ１の外部で、増幅回路等（図示せず）を介してRF信号処理回路（RFIC: Radio Frequency Integrated Circuit、図示せず）に接続される。

[0019] フィルタ１１は、共通端子Port 1と個別端子Port 1 1とを結ぶ経路上に配置され、本実施の形態では、LTE (Long Term Evolution) のBand 3における下り周波数帯（受信帯域）を通過帯域とする受信フィルタである。本実施の形態において、フィルタ１１は、共通端子Port 1と第２端子（ここでは個別端子Port 1 1）とを結ぶ第２経路上に配置された第２フィルタに相当する。

[0020] フィルタ１２は、共通端子Port 1と個別端子Port 1 2とを結ぶ経

路上に配置され、本実施の形態では、LTEのBand 3における上り周波数帯（送信帯域）を通過帯域とする送信フィルタである。本実施の形態において、フィルタ12は、共通端子Port 1と第1端子（ここでは個別端子Port 12）とを結ぶ第1経路上に配置された第1フィルタに相当する。

[0021] フィルタ21は、共通端子Port 1と個別端子Port 21とを結ぶ経路上に配置され、本実施の形態では、LTEのBand 1における下り周波数帯（受信帯域）を通過帯域とする受信フィルタである。

[0022] フィルタ22は、共通端子Port 1と個別端子Port 22とを結ぶ経路上に配置され、本実施の形態では、LTEのBand 1における上り周波数帯（送信帯域）を通過帯域とする送信フィルタである。

[0023] これらフィルタ11とフィルタ12とは、LTEのBand 3を通過帯域とするアンバランス型のデュプレクサ10を構成する。また、フィルタ21とフィルタ22とは、LTEのBand 1を通過帯域とするアンバランス型のデュプレクサ20を構成する。つまり、本実施の形態に係るクワッドプレクサ1は、LTEのBand 3を通過帯域とするデュプレクサ10の共通端子（アンテナ端子）とLTEのBand 1を通過帯域とするデュプレクサ20の共通端子（アンテナ端子）とが、共通端子Port 1で共通化された構成である。本実施の形態では、デュプレクサ10を通過する信号経路とデュプレクサ20を通過する信号経路とは、ノードNで接続されている。つまり、ノードNは、これら2つの信号経路を束ねる点である。

[0024] ここで、本実施の形態に係るクワッドプレクサ1の通過帯域であるLTEのBand 1及び3に割り当てられた周波数帯域について、説明する。なお、以下では、周波数帯域の範囲について、A以上B以下を示す数値範囲をA～Bのように簡略化して記載する。

[0025] 図2は、Band 1及び3に割り当てられた周波数帯域を説明する図である。なお、以降、「LTEのBand」を単に「Band」と記載し、各Bandの受信帯域（Rx）及び送信帯域（Tx）を、例えばBand 1の受信帯域（Rx）については「Band 1 Rx帯」のように、バンド名とその

末尾に付加された受信帯域または送信帯域を示す文言とで簡略化して記載する場合がある。

[0026] 同図に示すように、Band 1は、送信帯域に1920～1980MHzが割り当てられ、受信帯域に2110～2170MHzが割り当てられている。Band 3は、送信帯域に1710～1785MHzが割り当てられ、受信帯域に1805～1880MHzが割り当てられている。したがって、フィルタ11、12、21及び22のフィルタ特性としては、同図の実線で示すような、対応するBandの送信帯域または受信帯域を通過させ、他の帯域を減衰させるような特性が求められる。

[0027] 以上のように、クワッドプレクサ1は、低周波側のフィルタ12（第1フィルタ）と、通過帯域の周波数がフィルタ12より高い高周波側のフィルタ11（第2フィルタ）と、を備える。また、クワッドプレクサ1は、フィルタ12を含む2つのフィルタ（本実施の形態では、フィルタ11及び12）を備えるデュプレクサ10、及び、フィルタ22を含む2つのフィルタ（本実施の形態では、フィルタ21及び22）を備えるデュプレクサ20によって構成されている。

[0028] なお、2つのデュプレクサ10及び20の通過帯域は、Band 3及び1の組み合わせに限らず、例えば、Band 25及び66の組み合わせ、あるいは、Band 3及び7の組み合わせなどであってもかまわない。また、クワッドプレクサ1において、各フィルタ11、12、21及び21とノードNとを結ぶ経路上あるいはノードNと共通端子Port 1とを結ぶ経路上等に、インピーダンス整合用のインダクタ等のインピーダンス素子が接続されていてもかまわない。

[0029] [2. フィルタの基本構成]

次に、各フィルタ11、12、21及び21の基本構成について、Band 3Txを通過帯域とするフィルタ12（第1フィルタ）の基本構成を例に説明する。

[0030] 図3は、フィルタ12の回路構成図である。同図に示すように、フィルタ

12は、直列共振子S1～S4と、並列共振子P1～P4と、インダクタL1～L3と、を備える。

[0031] 直列共振子S1～S4は、共通端子Port1と個別端子Port12とを結ぶ信号経路（直列腕）上に、個別端子Port12側からこの順に互いに直列に接続されている。また、並列共振子P1～P4は、個別端子Port12および直列共振子S1～S4の各接続点と、基準端子（グランド）とを結ぶ経路（並列腕）上に互いに並列に接続されている。具体的には、並列共振子P1は、インダクタL1を介して基準端子に接続され、並列共振子P2、P3は、インダクタL2を介して基準端子に接続され、並列共振子P4は、インダクタL3を介して基準端子に接続されている。直列共振子S1～S4及び並列共振子P1～P4の上記接続構成により、フィルタ12は、ラダー型のバンドパスフィルタを構成している。

[0032] このように、フィルタ12（第1フィルタ）は、信号経路上に配置された2以上の直列共振子（本実施の形態では4つの直列共振子S1～S4）、及び、信号経路と基準端子（グランド）とを結ぶ経路上に配置された1以上の並列共振子（本実施の形態では、4つの並列共振子P1～P4）で構成されるラダー型のフィルタ構造を有する。

[0033] なお、フィルタ12の直列共振子及び並列共振子の数は、それぞれ、4個ずつに限定されず、直列共振子が2個以上かつ並列共振子が1個以上あればよい。

[0034] また、並列共振子P1～P4は、インダクタL1～L3を介さずに、基準端子に直接接続されていてもよい。また、直列腕上あるいは並列腕上に、インダクタ及びキャパシタ等のインピーダンス素子が挿入または接続されていてもよい。

[0035] また、図3では、並列共振子P2、P3が接続される基準端子（グランド）が共通化され、並列共振子P1が接続される基準端子およびP4が接続される基準端子が個別化されているが、共通化されている基準端子及び個別化されている基準端子は、これに限らず、例えば、フィルタ12の実装レイア

ウトの制約等によって適宜選択され得る。

[0036] また、ラダー型のフィルタ構造を構成する直列共振子 $S1 \sim S4$ のうち、最も共通端子 $Port1$ に近い直列共振子 $S4$ の共通端子 $Port1$ 側のノードに、並列共振子が接続されていてもよい。また、最も個別端子 $Port12$ に近い直列共振子 $S1$ の個別端子 $Port12$ 側のノードに接続されている並列共振子 $P1$ は、省略されてもよい。

[0037] [3. 共振子の基本構造]

次に、フィルタ12（第1フィルタ）を構成する各共振子（直列共振子及び並列共振子）の基本構造について説明する。本実施の形態では、当該共振子は、弾性表面波（SAW: Surface Acoustic Wave）共振子である。

[0038] なお、他のフィルタ11、21及び22は、上記の構成に限定されず、要求されるフィルタ特性等に応じて適宜設計され得る。具体的には、フィルタ11、21及び22は、ラダー型のフィルタ構造を有さなくてもよく、例えば縦結合型のフィルタ構造であってもかまわない。また、フィルタ11、21及び22を構成する各共振子は、SAW共振子に限らず、例えば、BAW（Bulk Acoustic Wave）共振子であってもかまわない。さらには、フィルタ11、21及び22は、共振子を用いずに構成されていてもよく、例えば、LC共振フィルタあるいは誘電体フィルタであってもかまわない。

[0039] 図4は、本実施の形態に係るフィルタ12の共振子を模式的に表す平面図及び断面図である。同図には、フィルタ12を構成する複数の共振子を代表して、直列共振子 $S1$ の構造を表す平面模式図及び断面模式図が例示されている。なお、図4に示された直列共振子 $S1$ は、上記複数の共振子の典型的な構造を説明するためのものであって、電極を構成する電極指の本数や長さなどは、これに限定されない。また、図4では示していないが、電極指は、先端部に異型部を有する異型フィンガであってもよい。

[0040] 図4の平面図に示すように、直列共振子 $S1$ は、互いに対向する一対の櫛

歯状電極 3 2 a 及び 3 2 b と、一対の櫛歯状電極 3 2 a 及び 3 2 b に対して弾性波の伝搬方向に配置された反射器 3 2 c と、を有する。一対の櫛歯状電極 3 2 a 及び 3 2 b は、I D T 電極 (I n t e r D i g i t a l T r a n s d u c e r) 電極を構成している。なお、実装レイアウトの制約等によって、一対の反射器 3 2 c のうち一方が配置されていなくてもよい。

[0041] 櫛歯状電極 3 2 a は、櫛歯形状に配置され、互いに平行な複数の電極指 3 2 2 a および複数のオフセット電極指 3 2 3 a と、複数の電極指 3 2 2 a のそれぞれの一端同士及び複数のオフセット電極指 3 2 3 a のそれぞれの一端同士を接続するバスバー電極 3 2 1 a とで構成されている。また、櫛歯状電極 3 2 b は、櫛歯形状に配置され、互いに平行な複数の電極指 3 2 2 b および複数のオフセット電極指 3 2 3 b と、複数の電極指 3 2 2 b のそれぞれの一端同士及び複数のオフセット電極指 3 2 3 b のそれぞれの一端同士を接続するバスバー電極 3 2 1 b とで構成されている。複数の電極指 3 2 2 a 及び 3 2 2 b ならびに複数のオフセット電極指 3 2 3 a 及び 3 2 3 b は、弾性波伝搬方向 (X 軸方向) の直交方向に延びるように形成されている。また、電極指 3 2 2 a とオフセット電極指 3 2 3 b とは、上記直交方向において対向し、電極指 3 2 2 b とオフセット電極指 3 2 3 a とは、上記直交方向において対向している。

[0042] ここで、複数の電極指 3 2 2 a のそれぞれの他端同士 (複数の電極指 3 2 2 a のそれぞれのバスバー電極 3 2 1 a と接続されていない端部同士) を結ぶ方向 D は、弾性波伝搬方向 (X 軸方向) と所定の角度で交差している。また、複数の電極指 3 2 2 b のそれぞれの他端同士 (複数の電極指 3 2 2 b のそれぞれのバスバー電極 3 2 1 b と接続されていない端部同士) を結ぶ方向 D は、弾性波伝搬方向 (X 軸方向) と上記所定の角度で交差している。この形状により、直列共振子 S 1 ~ S 4 及び並列共振子 P 1 ~ P 4 を構成する各 I D T 電極は、弾性波伝搬方向と複数の電極指の並び方向とが交差する、いわゆる傾斜 I D T となっている。

[0043] 圧電体層を用いて形成された 1 ポートの弾性表面波を利用した共振子では

、共振周波数と反共振周波数との間に、いわゆる横モードリップルが発生し、通過帯域内の伝送特性を劣化させる場合がある。本実施の形態に係るフィルタ 12 では、この対策として、各共振子の I D T 電極には傾斜 I D T が採用されている。

[0044] 一对の反射器 32c は、一对の櫛歯状電極 32a 及び 32b に対して上記方向 D に配置されている。具体的には、一对の反射器 32c は、上記方向 D において、一对の櫛歯状電極 32a 及び 32b を挟むように配置されている。各反射器 32c は、互いに平行な複数の反射電極指、当該複数の反射電極指を接続する反射器バスバー電極と、で構成されている。一对の反射器 32c は、反射器バスバー電極が上記方向 D に沿って形成されている。

[0045] このように構成された一对の反射器 32c は、伝搬される弾性波の定在波を、共振子（ここでは直列共振子 S1）の外部に漏らすことなく閉じ込めることができる。これにより、当該共振子は、一对の櫛歯状電極 32a 及び 32b の電極ピッチ、対数及び交叉幅等で規定される通過帯域の高周波信号を低損失で伝搬し、通過帯域外の高周波信号を高減衰させることが可能となる。

[0046] また、複数の電極指 322a 及び 322b、複数のオフセット電極指 323a 及び 323b、ならびに、バスバー電極 321a 及び 321b で構成される I D T 電極は、図 4 の断面図に示すように、密着層 324 と主電極層 325 との積層構造となっている。また、反射器 32c の断面構造は、I D T 電極の断面構造と同様のため、以下ではその説明を省略する。

[0047] 密着層 324 は、圧電体層 327 と主電極層 325 との密着性を向上させるための層であり、材料として、例えば、Ti が用いられる。密着層 324 の膜厚は、例えば、12nm である。

[0048] 主電極層 325 は、材料として、例えば、Cu を 1% 含有した Al が用いられる。主電極層 325 の膜厚は、例えば 162nm である。

[0049] 保護層 326 は、I D T 電極を覆うように形成されている。保護層 326 は、主電極層 325 を外部環境から保護する、周波数温度特性を調整する、

及び、耐湿性を高めるなどを目的とする層であり、例えば、二酸化ケイ素を主成分とする膜である。保護層 326 の膜厚は、例えば 25 nm である。

[0050] なお、密着層 324、主電極層 325 及び保護層 326 を構成する材料は、上述した材料に限定されない。さらに、IDT 電極は、上記積層構造でなくてもよい。IDT 電極は、例えば、Ti、Al、Cu、Pt、Au、Ag、Pd などの金属又は合金から構成されてもよく、また、上記の金属または合金から構成される複数の積層体から構成されてもよい。また、保護層 326 は、形成されていなくてもよい。

[0051] このような IDT 電極ならびに反射器 32c は、次に説明する基板 320 の主面上に配置されている。以下、基板 320 の積層構造について説明する。

[0052] 図 4 の下段に示すように、基板 320 は、高音速支持基板 329 と、低音速膜 328 と、圧電体層 327 とを備え、高音速支持基板 329、低音速膜 328 及び圧電体層 327 がこの順で積層された構造を有している。

[0053] 圧電体層 327 は、IDT 電極ならびに反射器 32c が主面上に配置された圧電膜である。圧電体層 327 は、例えば、 50° Y カット X 伝搬 LiTaO₃ 圧電単結晶または圧電セラミックス（X 軸を中心軸として Y 軸から 50° 回転した軸を法線とする面で切断したタンタル酸リチウム単結晶またはセラミックス）からなる。圧電体層 327 の厚みは、IDT 電極の電極ピッチで定まる弾性波の波長を λ とした場合、 3.5λ 以下であり、例えば、600 nm である。

[0054] 高音速支持基板 329 は、低音速膜 328、圧電体層 327 ならびに IDT 電極を支持する基板である。高音速支持基板 329 は、さらに、圧電体層 327 を伝搬する表面波や境界波の弾性波よりも、高音速支持基板 329 中のバルク波の音速が高速となる基板であり、弾性表面波を圧電体層 327 及び低音速膜 328 が積層されている部分に閉じ込め、高音速支持基板 329 より下方に漏れないように機能する。高音速支持基板 329 は、例えば、シ

リコン基板であり、厚みは、例えば $125\mu\text{m}$ である。なお、高音速支持基板 329 は、(1) 炭化ケイ素、シリコン、リチウムタンタレート、リチウムニオブेट、または水晶等の圧電体、(2) アルミナ、サファイア、ジルコニア、コージライト、ムライト、ステアタイト、またはフォルステライト等の各種セラミック、(3) マグネシア、ダイヤモンド、(4) 上記各材料を主成分とする材料、ならびに、(5) 上記各材料の混合物を主成分とする材料、のいずれかで構成されていてもよい。

[0055] 低音速膜 328 は、圧電体層 327 を伝搬する弾性波の音速よりも、低音速膜 328 中のバルク波の音速が低速となる膜であり、圧電体層 327 と高音速支持基板 329 との間に配置される。この構造と、弾性波のエネルギーが本質的に低音速な媒質に集中するという性質とにより、弾性表面波のエネルギーの I D T 電極外への漏れが抑制される。低音速膜 328 は、例えば、二酸化ケイ素を主成分とする膜である。低音速膜 328 の厚みは、I D T 電極の電極ピッチで定まる弾性波の波長を λ とした場合、 2λ 以下であり、例えば 670nm である。

[0056] 基板 320 の上記積層構造によれば、圧電基板を単層で使用している従来の構造と比較して、共振周波数及び反共振周波数における Q 値を大幅に高めることが可能となる。すなわち、Q 値が高い弾性表面波共振子を構成し得るので、当該弾性表面波共振子を用いて、挿入損失が小さいフィルタを構成することが可能となる。

[0057] なお、高音速支持基板 329 は、支持基板と、圧電体層 327 を伝搬する表面波や境界波の弾性波よりも、伝搬するバルク波の音速が高速となる高音速膜とが積層された構造を有していてもよい。この場合、支持基板は、リチウムタンタレート、リチウムニオブेट、水晶等の圧電体、アルミナ、マグネシア、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、ジルコニア、コージライト、ムライト、ステアタイト、フォルステライト等の各種セラミック、ガラス、サファイア等の誘電体またはシリコン、窒化ガリウム等の半導体及び樹脂基板等を用いることができる。また、高音速膜は、窒化アルミニウム

、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素、DLC膜またはダイヤモンド、上記材料を主成分とする媒質、上記材料の混合物を主成分とする媒質等、様々な高音速材料を用いることができる。

[0058] なお、本実施の形態では、フィルタ12を構成するIDT電極は、圧電体層327を有する基板320上に形成された例を示したが、当該IDT電極が形成される基板は、圧電体層327の単層からなる圧電基板であってもよい。この場合の圧電基板は、例えば、 LiTaO_3 の圧電単結晶、または、 LiNbO_3 などの他の圧電単結晶で構成される。

[0059] また、フィルタ12を構成するIDT電極が形成される基板は、圧電体層を有する限り、全体が圧電体層からなるものの他、支持基板上に圧電体層が積層されている構造を用いてもよい。

[0060] また、上記本実施の形態に係る圧電体層327は、 50° YカットX伝搬 LiTaO_3 単結晶を使用したものであるが、単結晶材料のカット角はこれに限定されない。つまり、弾性波フィルタ装置の要求通過特性などに応じて、適宜、積層構造、材料、及び厚みを変更してもよく、上記以外のカット角を有する LiTaO_3 圧電基板または LiNbO_3 圧電基板などを用いた弾性表面波フィルタであっても、同様の効果を奏することが可能となる。

[0061] ここで、弾性表面波共振子を構成するIDT電極の電極パラメータについて説明する。

[0062] 弾性表面波共振子の波長とは、図4の中段に示すIDT電極を構成する複数の電極指322aまたは322bの繰り返し周期である波長 λ で規定される。また、電極ピッチは、波長 λ の $1/2$ であり、櫛歯状電極32a及び32bを構成する電極指322aおよび322bのライン幅をWとし、隣り合う電極指322aと電極指322bとの間のスペース幅をSとした場合、 $(W+S)$ で定義される。また、一对の櫛歯状電極32a及び32bの交叉幅Lは、図4の上段に示すように、電極指322aと電極指322bとの方向Dから見た場合の重複する電極指長さである。また、各共振子の電極デューティは、複数の電極指322a及び322bのライン幅占有率であり、複

数の電極指 3 2 2 a 及び 3 2 2 b のライン幅とスペース幅との加算値に対する当該ライン幅の割合であり、 $W / (W + S)$ で定義される。

[0063] なお、上記では、直列共振子 S 1 が傾斜 I D T で構成されている例を説明したが、これに限られず、全ての直列共振子および並列共振子が傾斜 I D T で構成されていてもよく、直列共振子のみが傾斜 I D T で構成されていてもよい。

[0064] また、上記では、直列共振子 S 1 がオフセット電極指を有している例を説明したが、これに限られず、全ての直列共振子および並列共振子がオフセット電極指を有していてもよい、オフセット電極指を有していない共振子があってもよい。

[0065] [4 . 参考例に係るフィルタにおける共振子構造]

先述したように、傾斜 I D T 電極部を有する共振子では、共振周波数付近にリップルが生じ、傾斜 I D T 電極部における電極指を異型フィンガとした共振子では、共振周波数付近のリップルは抑制できるが、反共振周波数付近にリップルが生じやすい。

[0066] そこで、まず、図 3 のフィルタ 1 2 の直列共振子 S 1 ～ S 4 の各々において、オフセット電極指を含むすべての電極指が異型フィンガであるかまたは異型フィンガでないかのいずれかである参考例 1 ～ 4 を設定し、特性を比較した。

[0067] 図 5 は、参考例 1 ～ 4 に係るフィルタ 1 2 における直列共振子 S 1 ～ S 4 の I D T 電極の平面図である。

[0068] 参考例 1 ～ 4 に係るフィルタ 1 2 では、直列共振子 S 1 ～ S 4 の各々において、共振子ごとにすべての電極指 3 2 2 a、3 2 2 b およびオフセット電極指 3 2 3 a、3 2 3 b が異型フィンガでないか（図 5 の（a））異型フィンガであるか（図 5 の（b））のいずれかである。ここで、異型フィンガとは、複数の電極指のうちバスバー電極と接続されていない端部の電極指幅が電極指中央部の電極指幅よりも広い形状になっている（つまり、異型部を有する）電極指である。

[0069] 図5の(a)に示されるように、すべての電極指が異型フィンガでない共振子では、すべてのオフセット電極指3 2 3 a 1および電極指3 2 2 b 1は、端部の電極指幅が中央部における電極指幅以下である第2電極指となっている。当該共振子では、すべての電極指3 2 2 aおよびオフセット電極指3 2 3 bもまた、第2電極指となっている(図示せず)。

[0070] 一方、図5の(b)に示されるように、すべての電極指が異型フィンガである共振子では、すべてのオフセット電極指3 2 3 a 2および電極指3 2 2 b 2は、異型部3 2 3 d、3 2 2 dをそれぞれ有し、端部の電極指幅が中央部における電極指幅よりも広い第1電極指となっている。当該共振子では、すべての電極指3 2 2 aおよびオフセット電極指3 2 3 bもまた、第1電極指となっている(図示せず)。

[0071] 表1は、参考例1～4において、すべての電極指(オフセット電極指を含む)が異型フィンガである共振子の配置を表している。以下の説明では、異型部を有しない電極指(オフセット電極指を含む)の形状を「異型部が除去されている」という文言で表す。この文言は、異型部を有しない電極指の形状と異型フィンガの形状とを区別するためだけに用いられ、製造の手順を限定しない。つまり、異型部が除去された電極指は、もともと異型部を有しない形状にパターンニングされたものであってもよい。

[0072] 表1では、参考例1～4について、共振子ごとの異型部の除去率を表している。表1において、異型部の除去率が0%であるとは、共振子のすべての電極指(オフセット電極指を含む)が異型フィンガであることを意味し、異型部の除去率が100%であるとは、共振子のすべての電極指(オフセット電極指を含む)が異型部を有しないことを意味する。

[0073] [表1]

異型部の除去率	共振子 S4	共振子 S3	共振子 S2	共振子 S1
参考例 1	0%	0%	0%	0%
参考例 2	0%	100%	0%	0%
参考例 3	100%	100%	100%	100%
参考例 4	0%	100%	0%	100%

[0074] [5. 参考例に係るフィルタを用いたクワッドプレクサの特性比較]

参考例 1 ～ 4 の各々のフィルタをフィルタ 1 2 として用いたクワッドプレクサ 1 (以下、単に参考例 1 ～ 4 という) における通過特性およびアイソレーション特性について説明する。

[0075] まず、参考例 1 について説明する。

[0076] 図 6 は、参考例 1 における、個別端子 Port 1 2 - 共通端子 Port 1 間の通過特性、および個別端子 Port 1 2 - 個別端子 Port 1 1 間のアイソレーション特性の一例を示すグラフである。

[0077] 具体的には、同図には、フィルタ 1 2 (Band 3 Tx 用フィルタ) を経由する経路の通過特性、およびフィルタ 1 2 およびフィルタ 1 1 (Band 3 Rx 用フィルタ) を経由する経路のアイソレーション特性が示されている。より具体的には、個別端子 Port 1 2 に入力された信号の強度に対する共通端子 Port 1 から出力された信号の強度比である挿入損失、および個別端子 Port 1 2 に入力された信号の強度に対する個別端子 Port 1 1 から出力された信号の強度比であるアイソレーションが示されている。

[0078] 図 6 に示される通過特性およびアイソレーション特性のいずれにも、Band 3 の受信帯域 (Band 3 Rx) の高域端においてリップルが見られる。当該リップルは、参考例 1 のフィルタ 1 2 単体での特性において反共振周波数付近で生じるリップル (図示せず) と、周波数で一致していることから、フィルタ 1 2 に起因していることが分かる。

[0079] このように、クワッドプレクサ 1 においてすべての共振子のすべての電極指 (オフセット電極指を含む) が異型フィンガであるフィルタ 1 2 を用いることは、他のフィルタ (例えば、フィルタ 1 1) の通過帯域における特性を損なう要因になり得る。

[0080] 図 7 A は、参考例 1 ～ 4 における、個別端子 Port 1 2 - 個別端子 Port 1 1 間のアイソレーション特性の一例を拡大して示すグラフである。

[0081] 図 7 B は、参考例 1、3、4 における、個別端子 Port 1 2 - 共通端子 Port 1 間のエネルギー損失の一例を拡大して示すグラフである。ここで

、エネルギー損失とは、通過損失から整合損を除いた経路内での電力消費を言う。

[0082] 参考例3では、参考例1とは逆に、フィルタ12において、すべての共振子のすべての電極指（オフセット電極指を含む）で異型部が除去されている。参考例3では、Band 3 Rxの高域端においてアイソレーション特性に生じるリップルが小さい反面、Band 3 Tx内でのエネルギー損失が大きい。

[0083] また、参考例2では、フィルタ12において、直列共振子S2のすべての電極指（オフセット電極指を含む）で異型部が除去され、かつ直列共振子S1、S3、S4のすべての電極指（オフセット電極指を含む）が異型部を有する。参考例2では、Band 3 Rxの高域端においてアイソレーション特性に参考例1と同じ程度のリップルが生じている。

[0084] また、参考例4では、フィルタ12において、直列共振子S2、S4のすべての電極指（オフセット電極指を含む）で異型部が除去され、かつ直列共振子S1、S3のすべての電極指（オフセット電極指を含む）が異型部を有する。参考例4では、Band 3 Rxの高域端においてアイソレーション特性に生じるリップルは参考例3と同じ程度に小さいが、Band 3 Tx内でのエネルギー損失が参考例1と比べて大きくなっている。

[0085] このように、1つの直列共振子（ここでは直列共振子S2）のみで異型部の除去率を100%とした参考例2では参考例1での問題が解決できず、2つの直列共振子（ここでは直列共振子S2、S4）で異型部の除去率を100%とした参考例4では参考例3での問題が生じてしまう。

[0086] つまり、異型部の除去率を、共振子ごとに0%（まったく除去しない）および100%（すべて除去する）のいずれかとする設定では、通過帯域内での損失と反共振周波数付近でのリップルとの双方において優れた特性を得ることができない。

[0087] [6. 実施例に係るフィルタの構成]

そこで、本発明者らは、異型部の除去率を、直列共振子S1、S3におい

て0%より大きく100%より小さい中間的な値とし（言い換えれば、異型部を間引し）、直列共振子S2、S4において0%（まったく除去しない）とした構成について検討した。具体的には、直列共振子S1、S3の両方の異型部を除去率50%、75%で間引いたフィルタをそれぞれ実施例1、2として設定した。

[0088] 実施例1、2において、直列共振子S2、S4は、異型部を有する第1電極指で構成された第2直列共振子の一例であり、直列共振子S1、S3は、異型部を有する第1電極指と異型部を有しない第2電極指とで構成された第1直列共振子の一例である。

[0089] なお、実施例1、2では、簡明のため、第2直列共振子（直列共振子S2、S4）は第1電極指のみで構成されている（除去率が0%である）とするが、この例には限られず、第2直列共振子は、例えば、数本程度の第2電極指を有していてもよい。

[0090] 図8A、図8Bは、実施例1、2に係るフィルタ12における第1直列共振子（直列共振子S1、S3）のIDT電極の一例を示す平面図であり、図5に示される構成を、櫛歯状電極32a、32bの全体について、より簡略に示している。図8A、図8Bには、異型部の除去率がそれぞれ50%、75%となる異型部322d、323dの配置の一例が示されている。ここで、異型部の除去率とは、IDT電極を構成するすべての電極指およびオフセット電極指に占める、異型部を有しない電極指およびオフセット電極指の割合を言う。

[0091] 図8Aでは、2本の電極指ごとに1本の電極指で異型部が除去されていることから、除去率は50%である。図8Bでは、4本の電極指ごとに3本の電極指において異型部が除去されていることから、除去率は75%である。

[0092] 図8A、図8Bのいずれの例においても、異型部は周期的に除去されている。ここで、異型部が周期的に除去されているとは、IDT電極の第1部分と第2部分とで、異型部322d、323dを有する第1電極指と異型部322d、323dを有しない第2電極指とが同じ一定の並び順で配置されて

いることを意味する。図 8 A の例では、第 1 電極指が 2 本、第 2 電極指が 2 本、第 1 電極指が 2 本の並び順で、交互に配置されている。図 8 B の例では、第 1 電極指が 1 本、第 2 電極指が 2 本、第 1 電極指が 1 本の並び順で交互に配置されている。交互に配置される第 1 電極指および第 2 電極指は、1 本でもよいし、複数本でもよい。第 1 部分および第 2 部分において、第 1 電極指（群）と第 2 電極指（群）は 1 回以上、交互に配置されていればよい。

[0093] 図 8 A、図 8 B の例では、I D T 電極の全体を弾性波伝搬方向に分割した部分 A 1 ～ A 4 のいずれの部分においても、第 1 電極指と第 2 電極指とが一定の並び順で配置されている。この例では、部分 A 1 ～ A 4 のうちの 2 つの部分が I D T 電極の第 1 部分、第 2 部分の一例である。例えば、部分 A 1、A 2 を I D T 電極の第 1 部分、第 2 部分として考えた場合、第 1 部分（部分 A 1）と第 2 部分（部分 A 2）とは、弾性波伝搬方向に隣接している。すなわち、第 1 部分と第 2 部分からなる領域において、第 1 電極指と第 2 電極指が交互に配置されるパターンが、少なくとも 2 回以上繰り返されている。言い換えると、第 1 部分と第 2 部分からなる領域において、第 1 電極指が周期的に間引きされている。

[0094] なお、I D T 電極の全体にわたって、第 1 電極指と第 2 電極指とが同じ一定並び順で配置されていることは必須ではない。例えば、図 8 A、図 8 B の部分 A 3、A 4 における第 1 電極指と第 2 電極指との並び順が、部分 A 1、A 2 における第 1 電極指と第 2 電極指との並び順と異なってもよい。

[0095] また、第 1 電極指と第 2 電極指との並び順が等しい I D T 電極の第 1 部分と第 2 部分とが隣接していることも、必須ではない。例えば、第 1 電極指と第 2 電極指との並び順が等しい第 1 部分と第 2 部分との間に、並び順が規定されない 1 以上の電極指があってもよい。

[0096] [7. 実施例に係るフィルタを用いたクワッドプレクサの特性比較]

以下、実施例 1、2 に係るフィルタをフィルタ 1 2 として用いたクワッドプレクサ 1（以下、単に実施例 1、2 と言う）における通過特性およびアイソレーション特性について説明する。

- [0097] 図9Aは、実施例1、2における、個別端子Port12ー共通端子Port1間の通過特性の一例を、参考例1、4と対比して示すグラフである。具体的には、同図には、フィルタ12（Band3Tx用フィルタ）を経由する経路の通過特性が示されている。より具体的には、個別端子Port12に入力された信号の強度に対する共通端子Port1から出力された信号の強度比である挿入損失が示されている。
- [0098] 図9Bは、実施例1、2における、個別端子Port12ー個別端子Port11間のアイソレーション特性の一例を、参考例1、4と対比して示すグラフである。具体的には、同図には、フィルタ12およびフィルタ11（Band3Rx用フィルタ）を経由する経路のアイソレーション特性が示されている。より具体的には、個別端子Port12に入力された信号の強度に対する個別端子Port11から出力された信号の強度比であるアイソレーションが示されている。
- [0099] 図9Cは、実施例1、2における、個別端子Port12ー共通端子Port1間のエネルギー損失の一例を、参考例1、4と対比して示すグラフである。具体的には、同図には、フィルタ12（Band3Tx用フィルタ）を経由する経路の通過特性が示されている。より具体的には、個別端子Port12に入力された信号の強度に対する共通端子Port1から出力された信号の強度比である挿入損失から整合損を除いた経路内での電力消費が示されている。
- [0100] 図9A、図9B、図9Cに見られるように、参考例1ではBand3Rx帯域の高域端においてアイソレーション特性に大きなリップルが生じており、参考例4ではBand3Tx帯域において挿入損失が増大している。参考例4でのBand3Tx帯域における挿入損失の増大は直列共振子S1、S3に起因している。
- [0101] Band3Rx帯域の高域端においてアイソレーション特性に生じるリップルは、参考例1で最も大きく（最も悪く）、実施例1、実施例2、参考例4の順により小さく（より良好に）なっており、実施例2では、参考例4と

ほぼ同等のレベルになっている。また、Band 3Tx帯域における挿入損失およびエネルギー損失は、いずれも参考例4で最も大きく（最も悪く）、実施例2、実施例1、参考例1の順により小さく（より良好に）になっている。

[0102] この結果を、参考例4でのアイソレーション特性に生じるリップルおよび参考例1での挿入損失をそれぞれリップルおよび挿入損失のリファレンスとして、表2に総括する。

[0103] 表2に総括されるように、参考例1ではアイソレーション特性に生じるリップルが大きく、参考例4では挿入損失が大きく、いずれもアイソレーション特性と挿入損失の両方に優れた特性を得ることができない。これに対し、実施例1、2では、参考例1と比べて小さいリップルと、参考例4と比べて小さい挿入損失とにより、アイソレーション特性と挿入損失の両方に優れた特性を得ることができる。特に実施例2でのリップルは、参考例4とほぼ同等のレベルにまで抑制される。

[0104] [表2]

異型部の除去率	共振子 S4	共振子 S3	共振子 S2	共振子 S1	リップル	挿入損失
参考例 1	0%	0%	0%	0%	×	◎
参考例 4	0%	100%	0%	100%	◎	×
実施例 1	0%	50%	0%	50%	○	○
実施例 2	0%	75%	0%	75%	◎	○

[0105] この結果から、フィルタを構成する複数の直列共振子のうちの1以上の直列共振子において、IDT電極の第1部分と第2部分とで、第1電極指と第2電極指とを同じ一定の並び順で配置することにより、リップルと挿入損失の両方が小さいフィルタが得られる。

[0106] IDT電極の第1部分と第2部分とで、第1電極指と第2電極指とを同じ一定の並び順で配置する直列共振子は、フィルタを構成する複数の直列共振子のうち、反共振周波数が最も低い直列共振子（つまり、フィルタの通過域端部の急峻性を形成する共振子）以外の直列共振子としてもよい。これにより、フィルタの通過特性の急峻性を損なわずに、反共振周波数付近のリップ

ルと挿入損失の両方に優れたフィルタを得ることができる。

[0107] [8. 変形例に係るフィルタの構成]

上記実施の形態 1 では、第 1 フィルタ（実施の形態 1 ではフィルタ 1 2）について、ラダー型のフィルタ構造のみを有する構成を例に説明した。しかし、第 1 フィルタは、ラダー型のフィルタ構造に加え、さらに縦結合型のフィルタ構造を有してもかまわない。そこで、本変形例では、このようなフィルタ構造を有する第 1 フィルタを備えるクワッドプレクサについて説明する。なお、クワッドプレクサが備える複数のフィルタのうち、第 1 フィルタ以外のフィルタについては、実施の形態 1 と同様の構成を有するため、説明を省略する。

[0108] 図 1 0 は、実施の形態 1 の変形例に係るフィルタ 1 2 A（第 1 フィルタ）の回路構成図である。

[0109] 同図に示すように、フィルタ 1 2 A は、直列共振子 S 6 及び S 7 と、並列共振子 P 5 及び P 6 と、縦結合共振器 S 5 と、を備える。つまり、フィルタ 1 2 A は、ラダー型のフィルタ構造に縦結合共振器 S 5 が付加されたフィルタである。

[0110] 縦結合共振器 S 5 は、共通端子 P o r t 1 と個別端子 P o r t 1 2 との間に配置された縦結合型のフィルタ構造を有する。本実施の形態では、縦結合共振器 S 5 は、直列共振子 S 6 の個別端子 P o r t 1 2 側に配置されており、9 つの I D T とその両端に配置された反射器とで構成されている。なお、縦結合共振器 S 5 が配置される位置は、これに限定されず、例えば、直列共振子 S 7 と直列共振子 S 6 との間、あるいは、直列共振子 S 7 の共通端子 P o r t 1 側であってもかまわない。

[0111] 以上のように構成された第 1 フィルタ（本変形例ではフィルタ 1 2 A）を備えるクワッドプレクサであっても、実施の形態 1 と同様に、直列共振子 S 6、S 7 のうち少なくとも一方の共振子において、I D T 電極の第 1 部分と第 2 部分とで、第 1 電極指と第 2 電極指とを同じ一定の並び順で配置することにより、反共振周波数付近のリップルと挿入損失の両方に優れたフィルタ

を得ることができる。

[0112] I D T電極の第1部分と第2部分とで、第1電極指と第2電極指とを同じ一定の並び順で配置する直列共振子は、直列共振子S6、S7のうち、反共振周波数が最も低い直列共振子（つまり、フィルタの通過域の端部を形成する共振子）以外の直列共振子としてもよい。これにより、フィルタの通過特性の急峻性を損なわずに、反共振周波数付近のリップルと挿入損失の両方に優れたフィルタを得ることができる。

[0113] また、本実施の形態に係るフィルタ12Aによれば、縦結合型のフィルタ構造を有することにより、減衰強化等の要求されるフィルタ特性に適応することが可能となる。

[0114] （実施の形態2）

上記実施の形態1及びその変形例に係るクワッドプレクサは、高周波フロントエンド回路、さらには当該高周波フロントエンド回路を備える通信装置に適用することもできる。そこで、本実施の形態では、このような高周波フロントエンド回路及び通信装置について説明する。

[0115] 図11は、実施の形態2に係る高周波フロントエンド回路30の構成図である。なお、同図には、高周波フロントエンド回路30と接続される各構成要素（アンテナ素子2、RF信号処理回路（RFIC）3、及び、ベースバンド信号処理回路（BBIC）4）についても併せて図示されている。高周波フロントエンド回路30と、RF信号処理回路3と、ベースバンド信号処理回路4とは、通信装置40を構成している。

[0116] 高周波フロントエンド回路30は、実施の形態1に係るクワッドプレクサ1と、受信側スイッチ13及び送信側スイッチ23と、ローノイズアンプ回路14と、パワーアンプ回路24と、を備える。

[0117] 受信側スイッチ13は、クワッドプレクサ1の受信端子である個別端子Port11及びPort21に個別に接続された2つの選択端子、ならびに、ローノイズアンプ回路14に接続された共通端子を有するスイッチ回路である。

- [0118] 送信側スイッチ23は、クワッドプレクサ1の送信端子である個別端子Port12及びPort22に個別に接続された2つの選択端子、ならびに、パワーアンプ回路24に接続された共通端子を有するスイッチ回路である。
- [0119] これら受信側スイッチ13及び送信側スイッチ23は、それぞれ、制御部（図示せず）からの制御信号にしたがって、共通端子と所定のバンドに対応する信号経路とを接続し、例えば、SPDT（Single Pole Double Throw）型のスイッチによって構成される。なお、共通端子と接続される選択端子は1つに限らず、複数であってもかまわない。つまり、高周波フロントエンド回路30は、キャリアアグリゲーションに対応してもかまわない。
- [0120] ローノイズアンプ回路14は、アンテナ素子2、クワッドプレクサ1及び受信側スイッチ13を経由した高周波信号（ここでは高周波受信信号）を増幅し、RF信号処理回路3へ出力する受信増幅回路である。
- [0121] パワーアンプ回路24は、RF信号処理回路3から出力された高周波信号（ここでは高周波送信信号）を増幅し、送信側スイッチ23及びクワッドプレクサ1を経由してアンテナ素子2に出力する送信増幅回路である。
- [0122] RF信号処理回路3は、アンテナ素子2から受信信号経路を介して入力された高周波受信信号を、ダウンコンバートなどにより信号処理し、当該信号処理して生成された受信信号をベースバンド信号処理回路4へ出力する。また、RF信号処理回路3は、ベースバンド信号処理回路4から入力された送信信号をアップコンバートなどにより信号処理し、当該信号処理して生成された高周波送信信号をパワーアンプ回路24へ出力する。RF信号処理回路3は、例えば、RFICである。
- [0123] ベースバンド信号処理回路4で処理された信号は、例えば、画像信号として画像表示のために、または、音声信号として通話のために使用される。
- [0124] なお、高周波フロントエンド回路30は、上述した各構成要素の間に、他の回路素子を備えていてもよい。

[0125] 以上のように構成された高周波フロントエンド回路30及び通信装置40によれば、上記実施の形態1に係るクワッドプレкса1を備えることにより、アイソレーション特性に生じるリップルと通過損失の両方に優れた特性が得られる。

[0126] なお、高周波フロントエンド回路30は、実施の形態1に係るクワッドプレкса1に代わり、実施の形態1の変形例に係るクワッドプレксаを備えてもかまわない。

[0127] また、通信装置40は、高周波信号の処理方式に応じて、ベースバンド信号処理回路(BBIC)4を備えていなくてもよい。

[0128] (その他の実施の形態)

以上、本発明の実施の形態に係るフィルタ、マルチプレкса、高周波フロントエンド回路及び通信装置について、実施の形態及びその変形例を挙げて説明したが、本発明は、上記実施の形態及び変形例における任意の構成要素を組み合わせることで実現される別の実施の形態や、上記実施の形態に対して本発明の主旨を逸脱しない範囲で当業者が思いつく各種変形を施して得られる変形例や、本発明に係る高周波フロントエンド回路及び通信装置を内蔵した各種機器も本発明に含まれる。

[0129] 例えば、上記説明では、マルチプレксаとして、クワッドプレксаを例に説明したが、本発明は、例えば、3つのフィルタのアンテナ端子が共通化されたトリプレксаや、6つのフィルタのアンテナ端子が共通化されたヘキサプレксаについても適用することができる。つまり、マルチプレксаは、2以上のフィルタを備えていればよい。

[0130] さらに、マルチプレксаは、送信フィルタ及び受信フィルタの双方を備える構成に限らず、送信フィルタのみ、または、受信フィルタのみを備える構成であってもかまわない。

[0131] また、上記実施の形態1では、フィルタ12が第1フィルタに相当し、フィルタ11が第2フィルタに相当するとして説明した。つまり、第1及び第2フィルタは、上記実施の形態1ではそれぞれ送信フィルタおよび受信フィ

ルタであった。しかし、本発明は、第1フィルタのストップバンドリップルが第2フィルタの通過帯域内に位置するマルチプレクサであれば、第1及び第2フィルタの用途等に限定されず、適用することができる。このため、第1及び第2フィルタは、双方が送信フィルタであってもよい。

[0132] (まとめ)

以上説明したように、本発明の一態様に係るフィルタは、一对の入出力端子と、前記一对の入出力端子間を結ぶ信号経路上に配置された1以上の直列共振子と、を有し、前記1以上の直列共振子のそれぞれは、圧電体層を有する基板上に形成された一对の櫛歯状電極からなるIDT電極を有し、前記1以上の直列共振子のそれぞれが有する前記一对の櫛歯状電極のそれぞれは、弾性波伝搬方向の直交方向に延びるように配置された複数の電極指と、前記複数の電極指のそれぞれ的一端同士を接続するバスバー電極と、で構成され、前記1以上の直列共振子のそれぞれを構成する前記IDT電極は、前記複数の電極指のうち前記他端における電極指幅が中央部における電極指幅よりも広い第1電極指、および、前記他端における電極指幅が中央部における電極指幅以下である第2電極指、の少なくとも一方で構成されており、前記1以上の直列共振子は、1以上の第1直列共振子を含み、前記1以上の第1直列共振子のそれぞれを構成する前記IDT電極において、前記複数の電極指のそれぞれ他端同士を結ぶ方向は、前記弾性波伝搬方向と交差しており、前記1以上の第1直列共振子のそれぞれを構成する前記IDT電極は、第1部分と第2部分を有し、当該IDT電極において、前記第1部分では前記第1電極指と前記第2電極指とが一定の並び順で配置されており、前記第2部分では前記第1電極指と前記第2電極指とが前記一定の並び順で配置されている。

[0133] また、前記第1部分と前記第2部分とは、前記弾性波伝搬方向に隣接しているとしてもよい。

[0134] また、前記1以上の第1直列共振子のそれぞれを構成する前記IDT電極の全体にわたって、前記第1部分と前記第2部分とが繰り返し配置されてい

るとしてもよい。

[0135] これにより、フィルタの第1直列共振子を構成するIDT電極において、第1電極指（異型フィンガ）と第2電極指（異型部を有しない電極指）とが混在して配置される。そのため、すべての電極指を第1電極指とした場合に増大しやすい反共振周波数付近のリップル、およびすべての電極指を第2電極指とした場合に増大しやすい共振周波数付近のリップルの双方が抑制される。その結果、共振周波数付近のリップルおよび反共振周波数付近のリップルの双方を抑制できるフィルタが得られる。

[0136] また、前記1以上の直列共振子は、前記一对の入出力端子間を結ぶ信号経路上に配置された1以上の第2直列共振子を、さらに含み、前記1以上の第2直列共振子のそれぞれを構成する前記IDT電極は、前記第1電極指で構成されているとしてもよい。

[0137] また、前記1以上の第1直列共振子のそれぞれは、前記1以上の直列共振子のうち、反共振周波数が最も低い直列共振子以外の直列共振子であるとしてもよい。

[0138] これにより、反共振周波数が最も低い直列共振子、すなわちフィルタの通過域端部の急峻性を形成するための直列共振子以外の直列共振子において、第1電極指と第2電極指とを混在させる。その結果、フィルタの通過特性の急峻性を損なわずに、反共振周波数付近のリップルと挿入損失の両方に優れたフィルタを得ることができる。

[0139] また、前記フィルタは、前記信号経路とグラウンドとを結ぶ経路上に配置された1以上の並列共振子をさらに有し、ラダー型のフィルタ構造を有しているとしてもよい。

[0140] これにより、低損失性等の要求されるフィルタ特性に適應することが可能となる。

[0141] また、前記信号経路上に配置された縦結合型のフィルタ構造を有しているもよい。

[0142] これにより、減衰強化等の要求されるフィルタ特性に適應することが可能

となる。

[0143] また、前記基板は、前記 I D T 電極が一方の主面上に形成された圧電体層と、前記圧電体層を伝搬する弾性波音速よりも、伝搬するバルク波音速が高速である高音速支持基板と、前記高音速支持基板と前記圧電体層との間に配置され、前記圧電体層を伝搬する弾性波音速よりも、伝搬するバルク波音速が低速である低音速膜と、を備えてもよい。

[0144] これにより、圧電体層を有する基板上に形成された I D T 電極を含む各共振子の Q 値を高い値に維持できる。

[0145] また、本発明の一態様に係るマルチプレクサは、共通端子、第 1 端子及び第 2 端子と、前記共通端子と前記第 1 端子とを結ぶ第 1 経路上に配置された第 1 フィルタと、前記共通端子と前記第 2 端子とを結ぶ第 2 経路上に配置され、通過帯域の周波数が前記第 1 フィルタの通過帯域より高い第 2 フィルタと、を備え、前記第 1 フィルタが前述したフィルタである。

[0146] これにより、第 2 経路における挿入損失および第 1 端子と第 2 端子との間のアイソレーションの双方に優れたマルチプレクサが得られる。

[0147] また、前記第 1 フィルタの通過帯域は、L T E (L o n g T e r m E v o l u t i o n) の B a n d 3 における上り周波数帯であり、前記第 2 フィルタの通過帯域は、前記 L T E の B a n d 1 における上り周波数帯であってもよい。

[0148] 第 1 フィルタの通過帯域が L T E の B a n d 3 における上り周波数帯であり、第 2 フィルタの通過帯域が L T E の B a n d 1 における上り周波数帯である場合、第 2 フィルタの通過帯域内のリップルが増大しやすい。このため、第 1 フィルタの共通端子に最も近い直列共振子を、上述した条件を満たすように構成することにより、当該リップルの増大を効果的に抑制することができる。

[0149] また、本発明の一態様に係る高周波フロントエンド回路は、上記いずれかのマルチプレクサと、前記マルチプレクサに接続された増幅回路と、を備える。

[0150] これにより、通過帯域内のリップルを抑制することができる高周波フロントエンド回路を提供できる。

[0151] また、本発明の一態様に係る通信装置は、アンテナ素子で送受信される高周波信号を処理するRF信号処理回路と、前記アンテナ素子と前記RF信号処理回路との間で前記高周波信号を伝達する上記高周波フロントエンド回路と、を備える。

[0152] これにより、通過帯域内のリップルを抑制することができる通信装置を提供できる。

産業上の利用可能性

[0153] 本発明は、マルチバンドシステムに適用できるフィルタ、マルチプレクサ、フロントエンド回路及び通信装置として、携帯電話などの通信機器に広く利用できる。

符号の説明

- [0154]
- 1 クワッドプレクサ
 - 2 アンテナ素子
 - 3 RF信号処理回路(RFIC)
 - 4 ベースバンド信号処理回路(BBIC)
 - 10、20 デュプレクサ
 - 11、12、12A、21、22 フィルタ
 - 13 受信側スイッチ
 - 14 ローノイズアンプ回路
 - 23 送信側スイッチ
 - 24 パワーアンプ回路
 - 30 高周波フロントエンド回路
 - 32a、32b 櫛歯状電極
 - 32c 反射器
 - 40 通信装置
 - 320 基板

3 2 1 a、3 2 1 b バスバー電極

3 2 2 a、3 2 2 b、3 2 2 b 1、3 2 2 b 2 電極指

3 2 2 d、3 2 3 d 異型部

3 2 3 a、3 2 3 a 1、3 2 3 a 2、3 2 3 b オフセット電極指

3 2 4 密着層

3 2 5 主電極層

3 2 6 保護層

3 2 7 圧電体層

3 2 8 低音速膜

3 2 9 高音速支持基板

P o r t 1 共通端子

P o r t 1 1、P o r t 1 2、P o r t 2 1、P o r t 2 2 個別端子

P 1 ～ P 6 並列共振子

S 1 ～ S 4、S 6、S 7 直列共振子

S 5 縦結合共振器

請求の範囲

[請求項1]

一対の入出力端子と、

前記一対の入出力端子間を結ぶ信号経路上に配置された1以上の直列共振子と、を有し、

前記1以上の直列共振子のそれぞれは、圧電体層を有する基板上に形成された一対の櫛歯状電極からなるIDT電極を有し、

前記1以上の直列共振子のそれぞれが有する前記一対の櫛歯状電極のそれぞれは、

弾性波伝搬方向の直交方向に延びるように配置された複数の電極指と、

前記複数の電極指のそれぞれの一端同士を接続するバスバー電極と、で構成され、

前記1以上の直列共振子のそれぞれを構成する前記IDT電極は、前記複数の電極指のうち他端における電極指幅が中央部における電極指幅よりも広い第1電極指、および、前記他端における電極指幅が中央部における電極指幅以下である第2電極指、の少なくとも一方で構成されており、

前記1以上の直列共振子は、1以上の第1直列共振子を含み、

前記1以上の第1直列共振子のそれぞれを構成する前記IDT電極において、前記複数の電極指のそれぞれの前記他端同士を結ぶ方向は、前記弾性波伝搬方向と交差しており、

前記1以上の第1直列共振子のそれぞれを構成する前記IDT電極は、第1部分と第2部分を有し、当該IDT電極において、前記第1部分では前記第1電極指と前記第2電極指とが一定の並び順で配置されており、前記第2部分では前記第1電極指と前記第2電極指とが前記一定の並び順で配置されている、

フィルタ。

[請求項2]

前記第1部分と前記第2部分とは、前記弾性波伝搬方向に隣接して

いる、

請求項 1 に記載のフィルタ。

[請求項3] 前記 1 以上の第 1 直列共振子のそれぞれを構成する前記 I D T 電極の全体にわたって、前記第 1 部分と前記第 2 部分とが繰り返し配置されている、

請求項 2 に記載のフィルタ。

[請求項4] 前記 1 以上の直列共振子は、前記一対の入出力端子間を結ぶ信号経路上に配置された 1 以上の第 2 直列共振子を、さらに含み、

前記 1 以上の第 2 直列共振子のそれぞれを構成する前記 I D T 電極は、前記第 1 電極指で構成されている、

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のフィルタ。

[請求項5] 前記 1 以上の第 1 直列共振子のそれぞれは、前記 1 以上の直列共振子のうち、反共振周波数が最も低い直列共振子以外の直列共振子である、

請求項 4 に記載のフィルタ。

[請求項6] 前記フィルタは、前記信号経路とグランドとを結ぶ経路上に配置された 1 以上の並列共振子をさらに有し、ラダー型のフィルタ構造を有する、

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のフィルタ。

[請求項7] 前記フィルタは、前記信号経路上に配置された縦結合型のフィルタ構造を有する、

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のフィルタ。

[請求項8] 前記基板は、

前記 I D T 電極が一方の主面上に形成された圧電体層と、

前記圧電体層を伝搬する弾性波音速よりも、伝搬するバルク波音速が高速である高音速支持基板と、

前記高音速支持基板と前記圧電体層との間に配置され、前記圧電体層を伝搬するバルク音速よりも、伝搬するバルク波音速が低速である

低音速膜と、を備える、

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のフィルタ。

[請求項9]

共通端子、第 1 端子及び第 2 端子と、

前記共通端子と前記第 1 端子とを結ぶ第 1 経路上に配置された第 1 フィルタと、

前記共通端子と前記第 2 端子とを結ぶ第 2 経路上に配置され、通過帯域の周波数が前記第 1 フィルタの通過帯域より高い第 2 フィルタと、を備え、

前記第 1 フィルタが請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載のフィルタである、

マルチプレクサ。

[請求項10]

前記第 1 フィルタの通過帯域は、LTE (Long Term Evolution) の Band 3 における上り周波数帯であり、

前記第 2 フィルタの通過帯域は、前記 LTE の Band 3 における下り周波数帯である、

請求項 9 に記載のマルチプレクサ。

[請求項11]

請求項 9 または 10 に記載のマルチプレクサと、

前記マルチプレクサに接続された増幅回路と、

を備える高周波フロントエンド回路。

[請求項12]

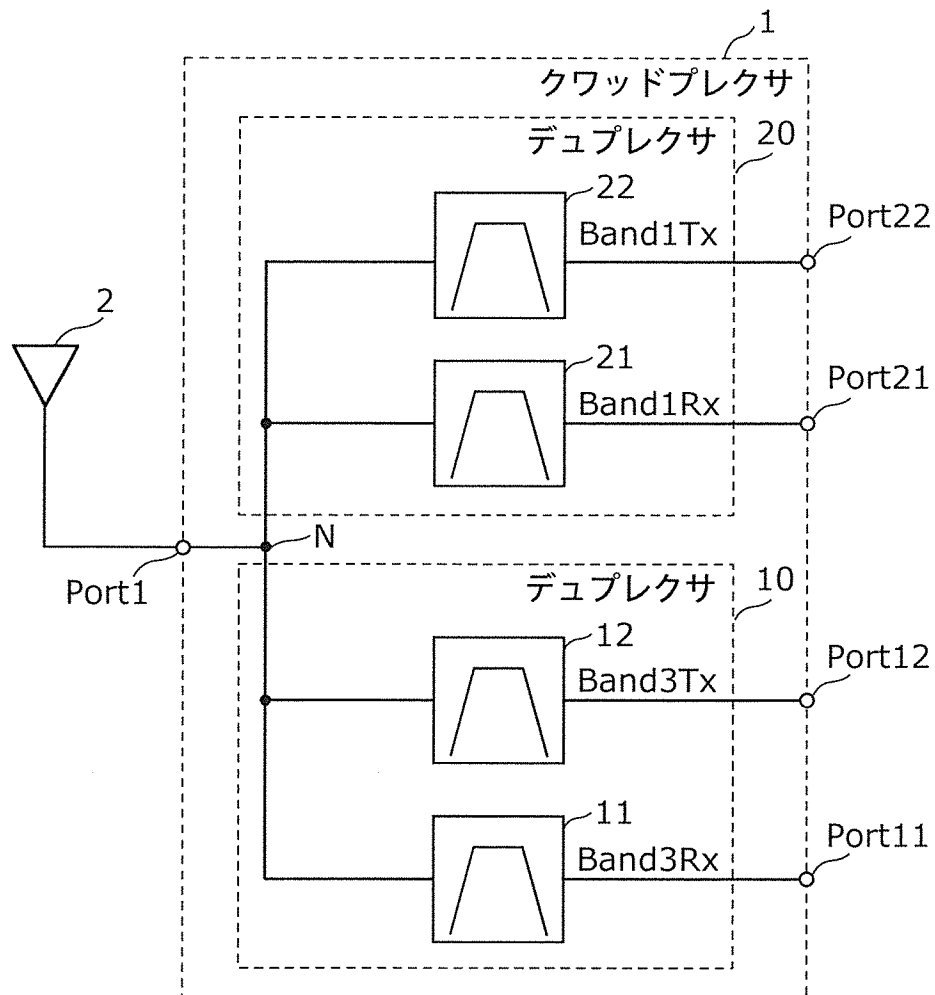
アンテナ素子で送受信される高周波信号を処理する RF 信号処理回路と、

前記アンテナ素子と前記 RF 信号処理回路との間で前記高周波信号を伝達する請求項 11 に記載の高周波フロントエンド回路と、

を備える通信装置。

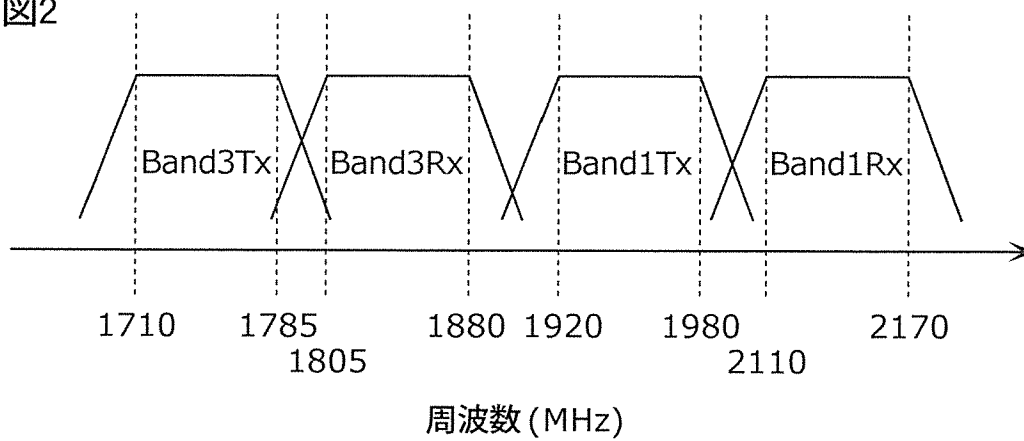
[図1]

図1



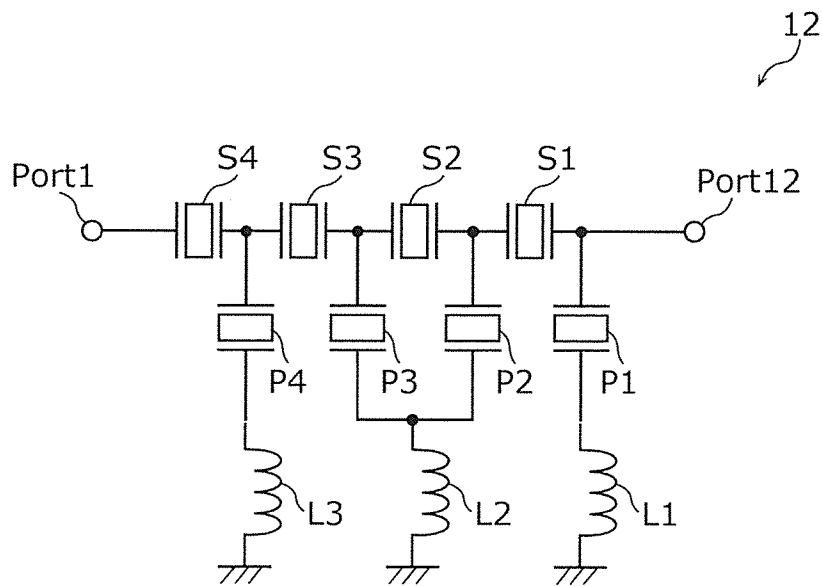
[図2]

図2

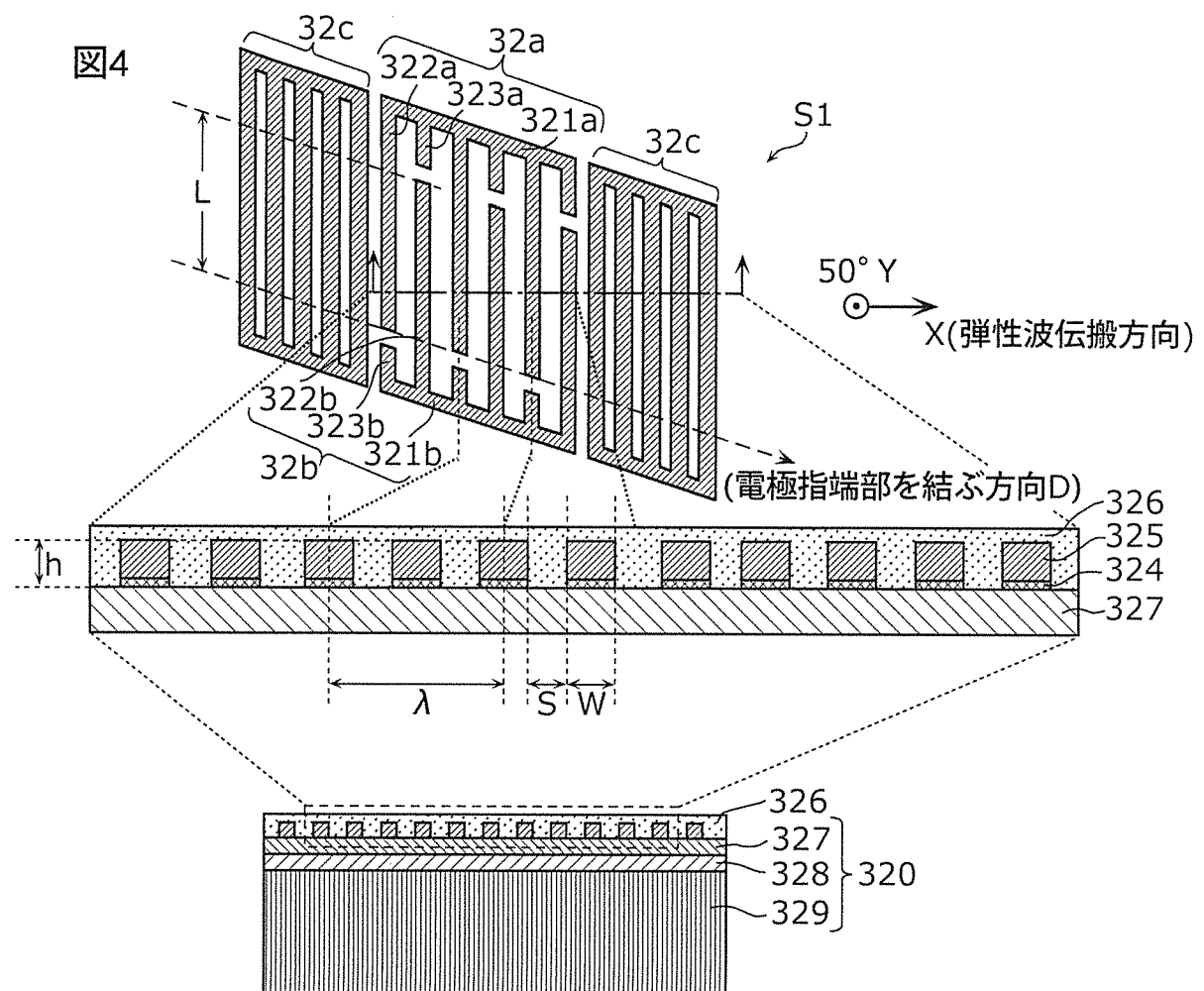


[図3]

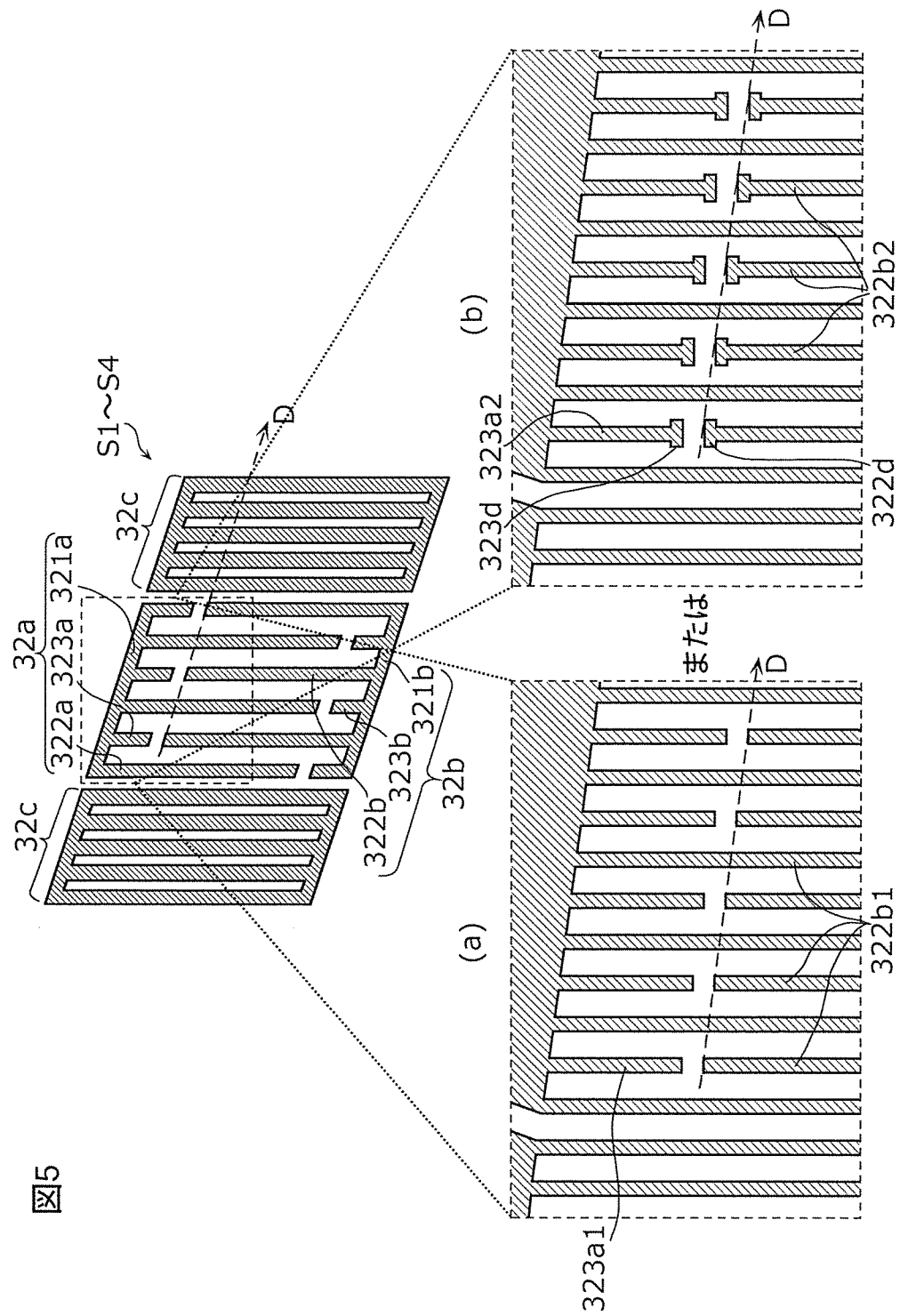
図3



[図4]

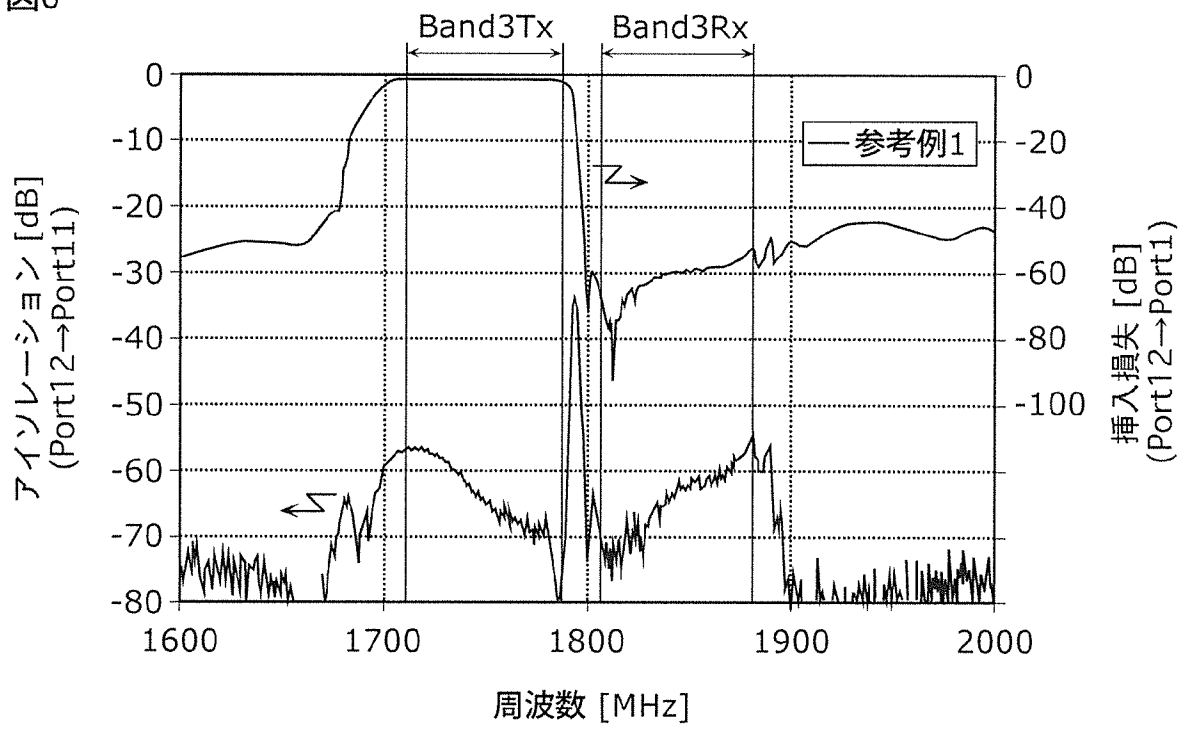


[図5]



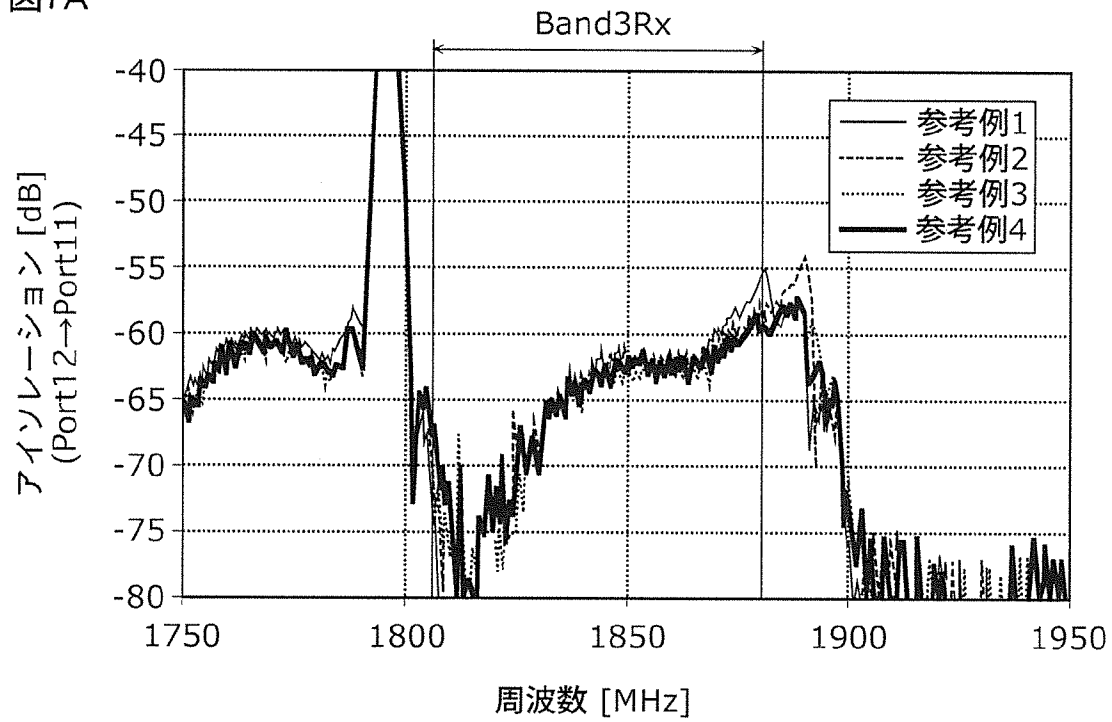
[図6]

図6



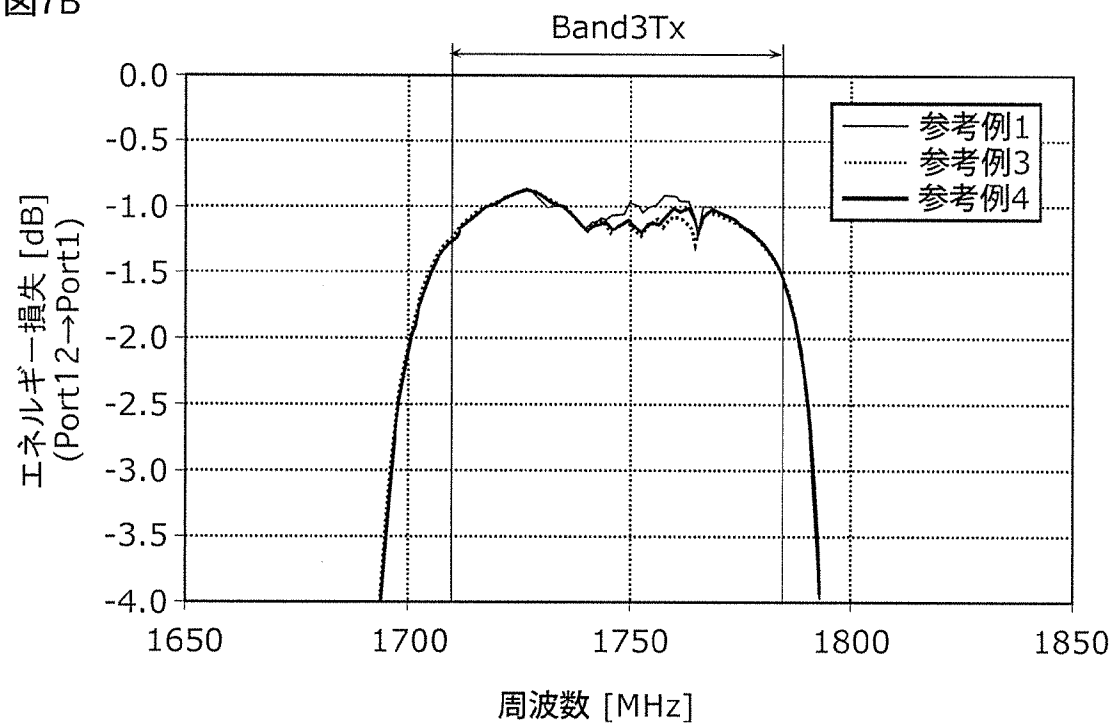
[図7A]

図7A

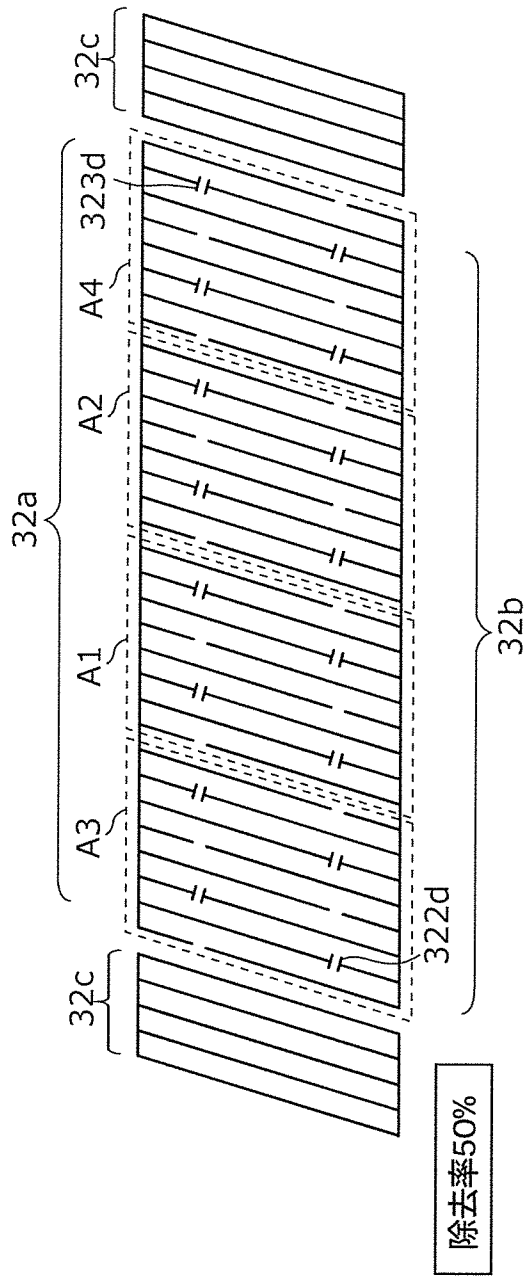


[図7B]

図7B



[図8A]



[図8B]

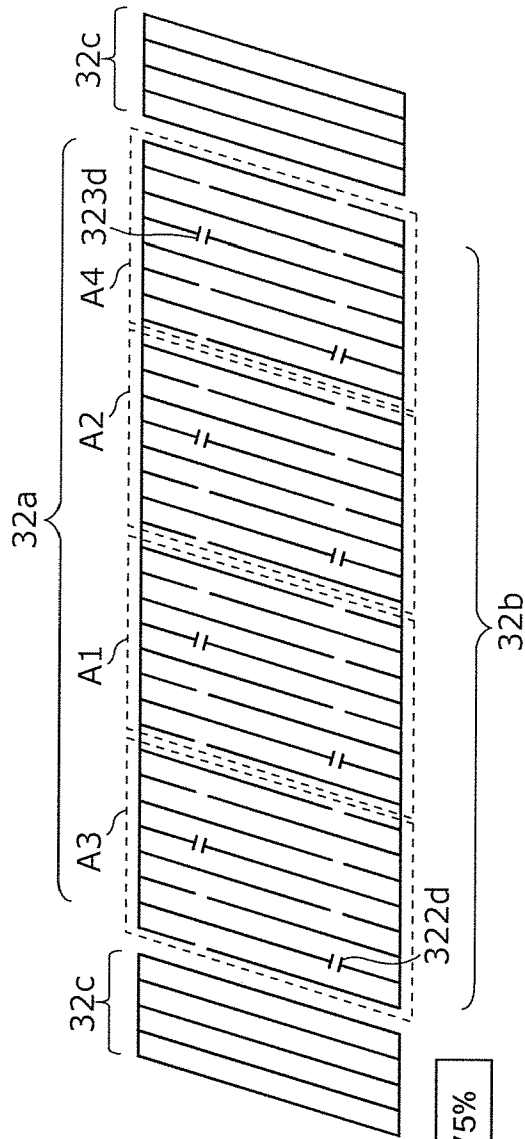
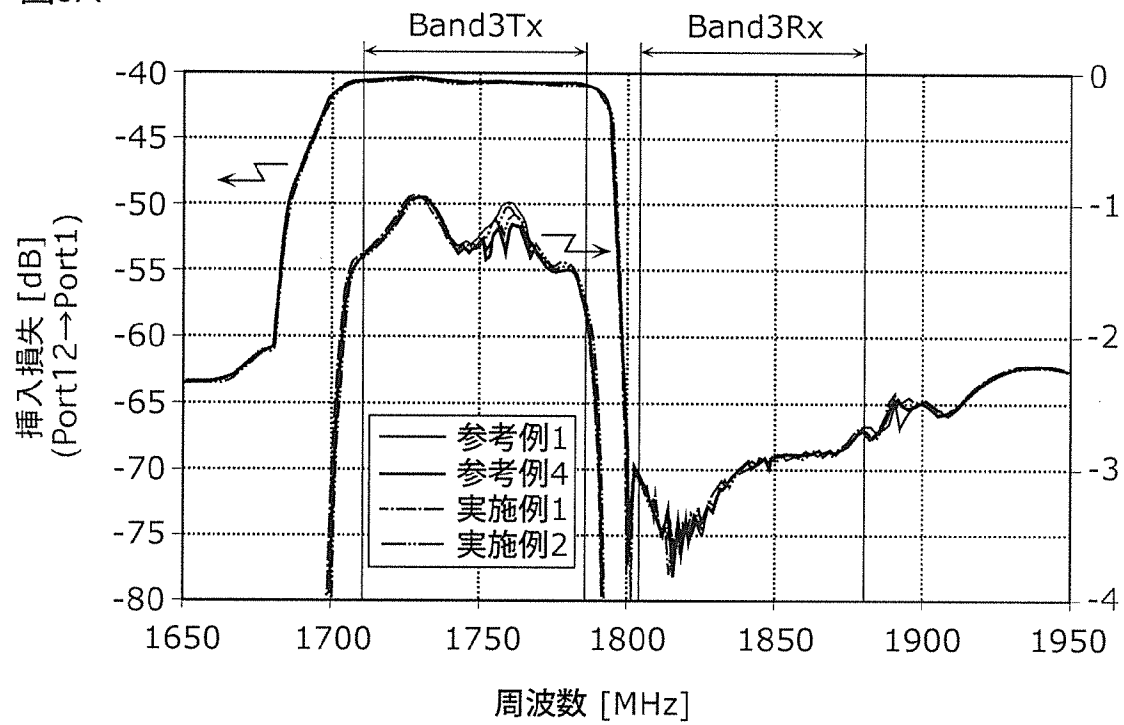


図8B

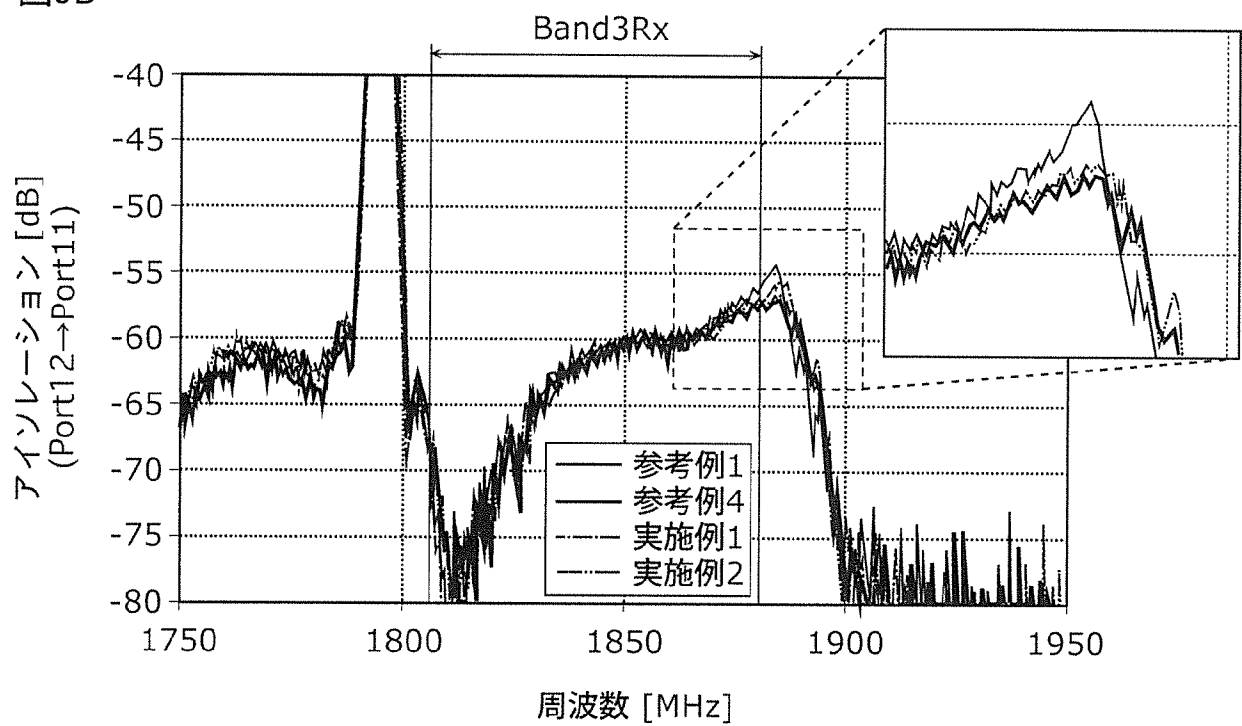
[図9A]

図9A

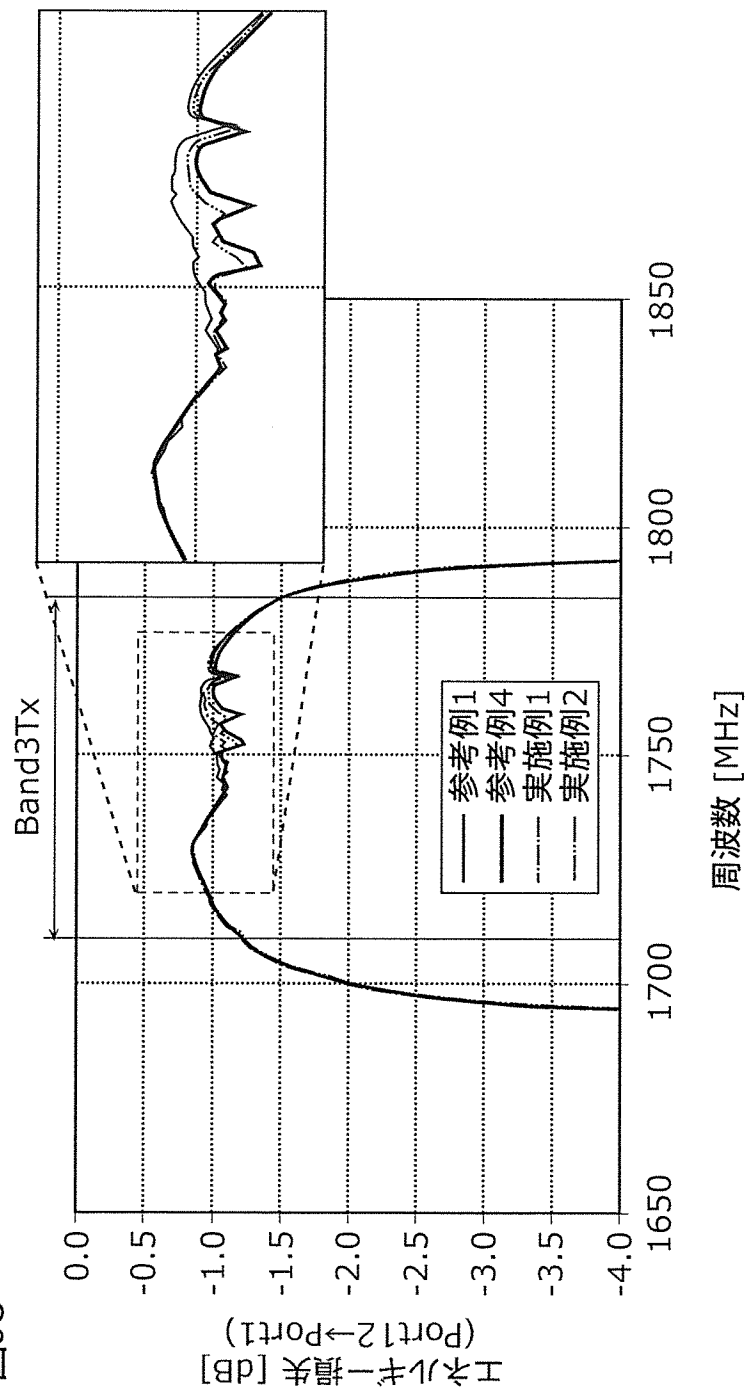


[図9B]

図9B



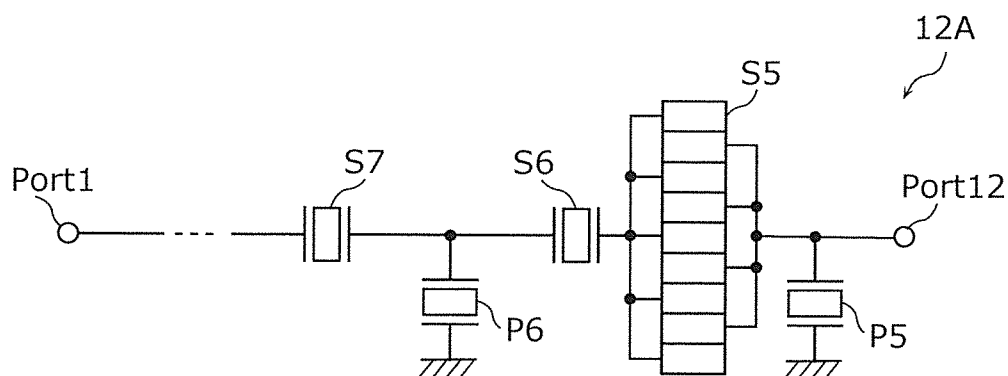
[図9C]



[図9C]

[図10]

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/009637

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01P 1/205(2006.01)i; H03H 9/145(2006.01)i; H03H 9/25(2006.01)i; H03H 9/64(2006.01)i; H03H 9/72(2006.01)i

FI: H03H9/145 Z; H03H9/64 Z; H03H9/72; H01P1/205 A; H03H9/25 C

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01P1/205; H03H9/145; H03H9/25; H03H9/64; H03H9/72

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2018/003273 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 04.01.2018 (2018-01-04) paragraphs [0086]-[0089], fig. 1-5	1-12
A	WO 2016/208236 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 29.12.2016 (2016-12-29) entire text, all drawings	1-12
A	JP 2011-182220 A (PANASONIC CORP.) 15.09.2011 (2011-09-15) entire text, all drawings	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 May 2020 (18.05.2020)

Date of mailing of the international search report

26 May 2020 (26.05.2020)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/009637

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2018/003273 A1	04 Jan. 2018	US 2019/0123721 A1 paragraphs [0098]- [0101], fig. 1-5 DE 112017003220 T CN 109417379 A	
WO 2016/208236 A1	29 Dec. 2016	US 2018/0102755 A1 entire text, all drawings CN 107636961 A	
JP 2011-182220 A	15 Sep. 2011	US 2011/0215883 A1 entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01P 1/205(2006.01)i; H03H 9/145(2006.01)i; H03H 9/25(2006.01)i; H03H 9/64(2006.01)i; H03H 9/72(2006.01)i FI: H03H9/145 Z; H03H9/64 Z; H03H9/72; H01P1/205 A; H03H9/25 C		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01P1/205; H03H9/145; H03H9/25; H03H9/64; H03H9/72		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2018/003273 A1（株式会社村田製作所）04.01.2018（2018-01-04） [0086]-[0089], 図1-5	1-12
A	WO 2016/208236 A1（株式会社村田製作所）29.12.2016（2016-12-29） 全文, 全図	1-12
A	JP 2011-182220 A（パナソニック株式会社）15.09.2011（2011-09-15） 全文, 全図	1-12
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 18.05.2020		国際調査報告の発送日 26.05.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 橋本 和志 5W 4183 電話番号 03-3581-1101 内線 3576

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/009637

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2018/003273	A1	04.01.2018	US	2019/0123721	A1	
				[0098]-[0101], 図1-5			
				DE	112017003220	T	
				CN	109417379	A	
WO	2016/208236	A1	29.12.2016	US	2018/0102755	A1	
				全文, 全図			
				CN	107636961	A	
JP	2011-182220	A	15.09.2011	US	2011/0215883	A1	
				全文, 全図			