

(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
2022年1月13日(13.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/009692 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/145 (2006.01) *H03H 9/72* (2006.01)
H03H 9/64 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/024085
- (22) 国際出願日: 2021年6月25日(25.06.2021)
- (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 2020-117950 2020年7月8日(08.07.2020) 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: 小村 知久 (KOMURA, Tomohisa);
〒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

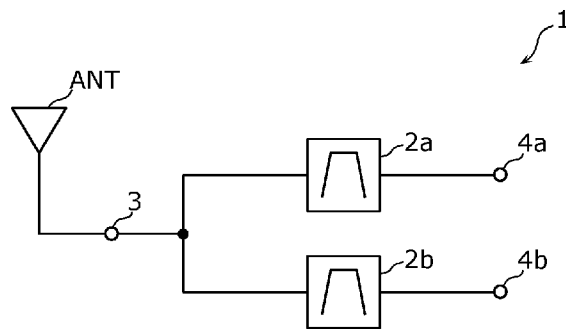
目 3 番 10 号タナカ・イトーピア新大阪ビル
6 階新居国際特許事務所内 Osaka (JP).

- (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,
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, IT, 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,

(54) Title: MULTIPLEXER

(54) 発明の名称: マルチプレクサ

【図1】



(57) **Abstract:** This multiplexer (1) is provided with a first filter and a second filter (2a and 2b) which share a common connection at a common terminal (3); the passband of the second filter (2b) overlaps, at least partially, with a band 0.75-0.8 times the passband of the first filter (2a); and among a plurality of elastic wave resonators provided in the first filter (2a), a first elastic wave resonator connected nearest to the common terminal (3) satisfies at least one of the conditions (i), (ii) and (iii) below. (i) The repeat pitch of the reflector / the repeat pitch of the IDT electrode ≥ 1.01 . (ii) The distance between the IDT electrode and the reflector $>$ the repeat pitch of the reflector. (iii) The number of pairs of the plurality of electrode fingers of the IDT electrode ≤ 50 pairs.

[続葉有]

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)）

(57) 要約：マルチプレクサ（1）は、共通端子（3）で共通接続された第1フィルタおよび第2フィルタ（2 aおよび2 b）を備え、第2フィルタ（2 b）の通過帯域は、第1フィルタ（2 a）の通過帯域の0.75倍から0.8倍の帯域と少なくとも一部が重なり、第1フィルタ（2 a）が備える複数の弾性波共振子のうち共通端子（3）に最も近く接続された第1弾性波共振子は、以下の（i）、（i i）および（i i i）のうちの少なくとも1つの条件を満たす。（i）反射器の繰り返しピッチ／IDT電極の繰り返しピッチ ≥ 1.01 。（i i）IDT電極と反射器との距離 $>$ 反射器の繰り返しピッチ。（i i i）IDT電極の複数の電極指の対数 ≤ 50 対。

明 細 書

発明の名称：マルチプレクサ

技術分野

[0001] 本発明は、マルチプレクサに関する。

背景技術

[0002] 近年、携帯電話端末等の通信装置について、1つの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およびマルチモードに対応するため、高周波信号を周波数帯域ごとに分離（分波）するマルチプレクサ（分波器）が広く用いられている。

[0003] 特許文献1には、このようなマルチプレクサとして、リーキー波をメインモードとする弾性波フィルタを含む複数のフィルタからなるマルチプレクサが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2016／208670号

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、リーキー波をメインモードとする弾性波フィルタにおける弾性波共振子では、メイン帯域に対して0.75倍から0.8倍の周波数帯域に不要波（レイリー波）リップルが生じる。このような弾性波共振子を用いた弾性波フィルタを共通端子に接続したマルチプレクサにおいて、当該共通端子に共通接続された他のフィルタの通過帯域にレイリー波リップルの周波数が含まれる場合、当該他のフィルタの通過特性が劣化するという問題がある。

[0006] そこで、本発明は、弾性波共振子のレイリー波リップルによる通過帯域内の挿入損失の劣化を抑制できるマルチプレクサ等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

[0007] 本発明の一態様に係るマルチプレクサは、共通端子、第1入出力端子および第2入出力端子と、前記共通端子と前記第1入出力端子との間に接続される第1フィルタと、前記共通端子と前記第2入出力端子との間に接続される第2フィルタと、を備え、前記第2フィルタの通過帯域は、前記第1フィルタの通過帯域の0.75倍から0.8倍の帯域と少なくとも一部が重なり、前記第1フィルタは、複数の弾性波共振子を備え、前記複数の弾性波共振子のうち前記共通端子に最も近く接続された第1弾性波共振子は、圧電体層を有する基板上に形成された、IDT電極と、前記IDT電極と弾性波伝搬方向に隣り合って配置された反射器と、を備え、前記IDT電極は、前記弾性波伝搬方向と交差する方向に延伸し、互いに平行に配置された複数の電極指で構成され、前記反射器は、前記弾性波伝搬方向と交差する方向に延伸し、互いに平行に配置された複数の反射電極指で構成され、前記第1弾性波共振子は、以下の(i)、(ii)および(iii)のうちの少なくとも1つの条件を満たす。(i) 前記複数の反射電極指の繰り返しピッチ/前記複数の電極指の繰り返しピッチ ≥ 1.01 。(ii) 前記複数の電極指のうち前記反射器に最近接する電極指の中心と前記複数の反射電極指のうち前記IDT電極に最近接する反射電極指の中心との距離>前記複数の反射電極指の繰り返しピッチ。(iii) 前記複数の電極指の対数 ≤ 50 対。

発明の効果

[0008] 本発明に係るマルチプレクサによれば、弾性波共振子のレイリー波リップルによる通過帯域内の挿入損失の劣化を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、実施の形態に係るマルチプレクサの一例を示す構成図である。
[図2]図2は、実施の形態に係る第1フィルタの一例を示す回路構成図である。
[図3]図3は、実施の形態に係る弾性波共振子の電極構成を模式的に表す平面図および断面図である。

[図4]図4は、対数とレイリー波リップルのリターンロスとの関係を示すグラフである。

[図5]図5は、波長比とレイリー波リップルのリターンロスとの関係を示すグラフである。

[図6]図6は、IRGAPとレイリー波リップルのリターンロスとの関係を示すグラフである。

[図7]図7は、比較例に係る第1フィルタの通過特性を示すグラフである。

[図8]図8は、比較例に係る第1フィルタの共通端子側から見たリターンロス特性を示すグラフである。

[図9]図9は、実施例および比較例に係る第1フィルタの共通端子側から見たリターンロス特性を比較したグラフである。

[図10]図10は、実施例および比較例に係る第2フィルタに接続された増幅回路のゲイン特性を示すグラフである。

[図11]図11は、実施の形態に係る第1フィルタの変形例を示す回路構成図である。

[図12]図12は、実施の形態に係る第1フィルタの変形例を示す回路構成図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施の形態について、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。

[0011] (実施の形態)

[1. マルチプレクサの構成]

図1は、実施の形態に係るマルチプレクサ1の一例を示す構成図である。図1には、マルチプレクサ1の共通端子3に接続されたアンテナ素子ANTも図示されている。アンテナ素子ANTは、例えばLTE (Long Term Evolution) 等の通信規格に準拠したマルチバンド対応のアンテナである。

[0012] マルチプレクサ1は、弾性波フィルタを用いた分波／合波回路である。マルチプレクサ1は、入出力端子として、共通端子3ならびに入出力端子4aおよび4bを備える。入出力端子4aは第1入出力端子の一例であり、入出力端子4bは第2入出力端子の一例である。マルチプレクサ1は、フィルタ2aおよび2bを備え、それぞれの一方側（上記入出力端子4aおよび4b側とは異なる側）が共通端子3に共通接続されている。

[0013] 共通端子3は、フィルタ2aおよび2bに共通に設けられ、マルチプレクサ1の内部でフィルタ2aおよび2bに接続されている。また、共通端子3は、マルチプレクサ1の外部でアンテナ素子ANTに接続される。つまり、共通端子3は、マルチプレクサ1のアンテナ端子でもある。

[0014] 入出力端子4aは、フィルタ2aに対応して設けられ、マルチプレクサ1の内部でフィルタ2aに接続されている。入出力端子4bは、フィルタ2bに対応して設けられ、マルチプレクサ1の内部でフィルタ2bに接続されている。また、入出力端子4aおよび4bは、マルチプレクサ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。

[0015] フィルタ2aは、共通端子3と入出力端子4aとの間に接続される第1フィルタである。フィルタ2aは、弾性波を用いた弾性波フィルタ（例えば受信フィルタ）であり、その通過帯域は、例えばLTEのBand 7 Rx（2

620-2690MHz)である。

[0016] フィルタ2bは、共通端子3と入出力端子4bとの間に接続される第2フィルタである。フィルタ2bは、弾性波を用いた弾性波フィルタ（例えば受信フィルタ）であり、その通過帯域は、例えばLTEのBand1Rx（2110-2170MHz）である。フィルタ2bの通過帯域は、フィルタ2aの通過帯域の0.75倍から0.8倍の帯域と少なくとも一部が重なる。具体的には、フィルタ2bの通過帯域は、フィルタ2aの通過帯域の下限周波数の0.75倍から、フィルタ2aの通過帯域の上限周波数の0.8倍までの周波数帯域と少なくとも一部が重なる。なお、フィルタ2aおよび2bの通過帯域は、フィルタ2bの通過帯域がフィルタ2aの通過帯域の0.75倍から0.8倍の帯域と少なくとも一部が重なるのであれば、Band7RxおよびBand1Rxの組み合わせに限らない。なお、通過帯域は、設計値に基づく（理論またはシミュレーション）計算によって、あるいは実際の製品に対する評価試験によって、あるいは実際の製品の仕様書等に基づいて、特定されうる。

[0017] なお、マルチプレクサ1において共通端子3に接続されるフィルタの数は、3つ以上であってもよい。また、マルチプレクサ1には、送信フィルタおよび受信フィルタの両方が含まれていてもよいし、マルチプレクサ1は、複数の送信フィルタのみ、または、複数の受信フィルタのみで構成されていてもよい。

[0018] [2. フィルタの構成]

次に、実施の形態に係るフィルタ2aの構成について説明する。

[0019] 図2は、実施の形態に係る第1フィルタ（フィルタ2a）の一例を示す回路構成図である。

[0020] フィルタ2aは、複数の弾性波共振子を備える。フィルタ2aは、複数の弾性波共振子として、例えば、共通端子3と入出力端子4aとを結ぶ経路上に配置された複数の直列腕共振子と、当該経路上に設けられたノードとグラウンドとの間に配置された複数の並列腕共振子とを備える。ノードとは、素子

と素子、または、素子と端子の間の接続点である。フィルタ 2 a は、例えばラダー型のフィルタである。なお、フィルタ 2 a における複数の弾性波共振子の数および配置等は図 2 に示されるものに限らない。

[0021] フィルタ 2 a は、上記複数の直列腕共振子として、例えば、互いに直列接続された直列腕共振子 S 1、S 2、S 3 および S 4 を有する。直列腕共振子 S 1 は、共通端子 3 と入出力端子 4 a とを結ぶ経路上に配置された直列腕共振子であり、フィルタ 2 a における複数の弾性波共振子のうち共通端子 3 に最も近く接続された第 1 弾性波共振子の一例である。なお、共通端子 3 に最も近く接続された第 1 弾性波共振子とは、共通端子 3 との間の信号経路上に他の共振子が接続されていないことを意味する。なお、共通端子 3 と第 1 弾性波共振子との間の信号経路上に共振子以外の素子（例えばインダクタ等）が接続されていてもよい。また、フィルタ 2 a は、上記複数の並列腕共振子として、直列腕共振子 S 1 および S 2 の間のノードとグラウンドとの間に接続された並列腕共振子 P 1、直列腕共振子 S 2 および S 3 の間のノードとグラウンドとの間に接続された並列腕共振子 P 2、直列腕共振子 S 3 および S 4 の間のノードとグラウンドとの間に接続された並列腕共振子 P 3、ならびに、直列腕共振子 S 4 および入出力端子 4 a の間のノードとグラウンドとの間に接続された並列腕共振子 P 4 を有する。

[0022] 直列腕共振子 S 1、S 2、S 3 および S 4 ならびに並列腕共振子 P 1、P 2、P 3 および P 4 は、フィルタ 2 a の通過帯域を構成する共振子である。具体的には、直列腕共振子 S 1、S 2、S 3 および S 4 の共振周波数および並列腕共振子 P 1、P 2、P 3 および P 4 の反共振周波数がフィルタ 2 a の通過帯域の中心周波数付近に位置するように設計される。また、直列腕共振子 S 1、S 2、S 3 および S 4 の反共振周波数が当該通過帯域の高域側近傍の減衰極に、並列腕共振子 P 1、P 2、P 3 および P 4 の共振周波数が当該通過帯域の低域側近傍の減衰極に位置するように設計される。このようにして、フィルタ 2 a の通過帯域は形成される。

[0023] また、図 2 に示されるフィルタ 2 a では、直列腕共振子 S 4 は、1 つの共

振子が分割された複数の（ここでは2つの）分割共振子によって構成されている。詳細な説明は省略するが、1つの共振子が複数の分割共振子によって構成されることで、IMD（Inter Modulation Distortion）特性を改善することができる。

[0024] 少なくとも直列腕共振子S1は、リーキー波などのSH波を主成分とする弾性波を励振するIDT電極によって構成される。ここでは、フィルタ2aにおける複数の弾性波共振子（直列腕共振子S1、S2、S3およびS4ならびに並列腕共振子P1、P2、P3およびP4）のそれぞれが、リーキー波などのSH波を主成分とする弾性波を励振するIDT電極によって構成される。

[0025] 複数の弾性波共振子のそれぞれのIDT電極は、圧電体層を有する基板（圧電性を有する基板）上に形成され、当該基板は、IDT電極が一方の主面上に形成された圧電体層と、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、高音速支持基板と圧電体層との間に配置され、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、を備える。フィルタ2aを構成する各弾性波共振子がこのような積層構造を有することで、フィルタ2aにおいてレイリー波リップルが発生する。

[0026] [3. 弾性波共振子の基本構造]

次に、フィルタ2aを構成する各弾性波共振子の基本構造について説明する。

[0027] 図3は、実施の形態に係る弾性波共振子10の電極構成を模式的に表す平面図および断面図である。図3には、フィルタ2aにおける複数の弾性波共振子として、弾性波共振子10を一例にその構造を表す平面模式図および断面模式図が例示されている。なお、図3に示される弾性波共振子10は、フィルタ2aにおける複数の弾性波共振子の典型的な構造を説明するためのものであって、電極を構成する複数の電極指の本数や長さなどは、これに限定されない。

[0028] 弾性波共振子10は、圧電基板100と、電極110と、保護層113とで形成され、これらの構成要素で構成されたIDT電極11と、反射器12と、を備える。本実施の形態に係る弾性波共振子10は、IDT電極11、反射器12、および圧電基板100で構成された弾性表面波（SAW：Surface Acoustic Wave）共振子である。

[0029] 図3の平面図に示されるように、IDT電極11は、弾性波伝搬方向と交差する方向に延伸し、互いに平行に配置された複数の電極指で構成される。IDT電極11は、互いに対向する一对の櫛歯状電極11Aおよび11Bを有している。櫛歯状電極11Aは、弾性波伝搬方向と交差する方向に延びるように配置された複数の電極指11aと、複数の電極指11aのそれぞれ的一端同士を接続するバスバー電極11cとで構成されている。櫛歯状電極11Bは、弾性波伝搬方向と交差する方向に延びるように配置された複数の電極指11bと、複数の電極指11bのそれぞれ的一端同士を接続するバスバー電極11cとで構成されている。

[0030] IDT電極11および反射器12を構成する電極110は、図3の断面図に示すように、密着層111と主電極層112との積層構造となっている。

[0031] 密着層111は、圧電基板100と主電極層112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111の膜厚は、例えば12nmである。

[0032] 主電極層112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112の膜厚は、例えば162nmである。

[0033] 保護層113は、電極110を覆うように形成されている。保護層113は、主電極層112を外部環境から保護すること、周波数温度特性を調整すること、および、耐湿性を高めることなどを目的とする層であり、例えば二酸化ケイ素（SiO₂）を主成分とする膜である。保護層113の膜厚は、例えば25nmである。

[0034] なお、密着層111、主電極層112および保護層113を構成する材料は、上述した材料に限定されない。さらに、電極110は、上記積層構造で

なくてもよい。電極 110 は、例えば、Ti、Al、Cu、Pt、Au、Ag、Pd などの金属また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 113 は、形成されていなくてもよい。

[0035] 圧電基板 100 は、IDT 電極 11 および反射器 12 が主面上に配置された圧電体層を有する基板である。具体的には、圧電基板 100 は、高音速支持基板と、低音速膜と、圧電膜（圧電体層）とがこの順で積層された積層構造を有する圧電性基板である。圧電膜は、例えば、 42° Y カット X 伝搬 LiTaO_3 圧電単結晶または圧電セラミックスからなる。 LiTaO_3 圧電単結晶は、カット角は $30^\circ \sim 60^\circ$ であればよい。このとき、SH 波をメインモードとして利用することができる。圧電膜は、厚みが例えば 600 nm である。高音速支持基板は、低音速膜、圧電膜および IDT 電極を支持する基板である。高音速支持基板は、さらに、圧電膜を伝搬する表面波または境界波の弾性波よりも、高音速支持基板中のバルク波の音速が高速となる基板であり、弾性表面波を圧電膜および低音速膜が積層されている部分に閉じ込め、高音速支持基板より下方に漏れないように機能する。高音速支持基板は、例えば、シリコン基板であり、厚みは、例えば $200 \mu\text{m}$ である。低音速膜は、圧電膜を伝搬するバルク波よりも、低音速膜中のバルク波の音速が低速となる膜であり、圧電膜と高音速支持基板との間に配置される。この構造と、弾性波が本質的に低音速な媒質にエネルギーが集中するという性質とにより、弾性表面波エネルギーの IDT 電極 11 外への漏れが抑制される。低音速膜は、例えば二酸化ケイ素を主成分とする膜であり、厚みは、例えば 670 nm である。なお、低音速膜の間に、Ti または Ni などからなる接合層を含んでいてもよい。低音速膜は複数の低音速材料からなる多層構造であってもよい。この積層構造によれば、圧電基板 100 を単層で使用する構造と比較して、共振周波数およ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。

[0036] なお、高音速支持基板は、支持基板と、圧電膜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、サファイア、リチウムタンタレート、リチウムニオブ、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、コーズライト、ムライト、ステアタイト、フォスフェイト等の各種セラミック、ガラス等の誘電体またはシリコン、窒化ガリウム等の半導体およ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。

[0037] なお、圧電基板100の上記積層構造において例示した各層の材料などは一例であり、例えば、要求される高周波伝搬特性のうち重視すべき特性に応じて変更されるものである。

[0038] 反射器12は、IDT電極11と弾性波伝搬方向に隣り合って配置されている。反射器12は、弾性波伝搬方向と交差する方向に延びるように配置された複数の反射電極指12aと、複数の反射電極指12aの一端同士を接続するバスバー電極12cとで構成されている。

[0039] ここで、図3に示されるように、複数の電極指11aおよび11bのうち反射器12に最近接する電極指（例えば電極指11a）の中心と、複数の反射電極指12aのうちIDT電極11に最近接する反射電極指12aの中心との距離を、IDT-反射器ギャップ（IRGAPとも呼ぶ）と定義する。また、弾性波伝搬方向へ電極指11a、電極指11b、電極指11a、電極指11b、・・・と繰り返される複数の電極指11aおよび11bの繰り返しピッチの2倍を、IDT波長（ λ_{IDT} とも呼ぶ）と定義する。なお、IDT波長は、複数の電極指11aおよび11bのうちの複数の電極指11aのみに着目した場合には、複数の電極指11aの繰り返しピッチであるとも言え

、複数の電極指 1 1 b のみに着目した場合には、複数の電極指 1 1 b の繰り返しピッチであるとも言える。また、複数の反射電極指 1 2 a の繰り返しピッチの 2 倍を、反射器波長 (λ_{REF} と呼ぶ) と定義する。

[0040] なお、複数の電極指 1 1 a および 1 1 b の繰り返しピッチは、弾性波伝搬方向における、複数の電極指 1 1 a および 1 1 b の最も一方端側の電極指と他方端側の電極指との距離を、複数の電極指 1 1 a および 1 1 b の本数 - 1 本で除した値として求めることができる。同じように、複数の反射電極指 1 2 a の繰り返しピッチは、弾性波伝搬方向における、複数の反射電極指 1 2 a の最も一方端側の反射電極指と他方端側の反射電極指との距離を、複数の反射電極指 1 2 a の本数 - 1 本で除した値として求めることができる。

[0041] また、複数の電極指 1 1 a および 1 1 b の各々のピッチは、均等のピッチでなくてもよい。同じように、複数の反射電極指 1 2 a の各々のピッチは、均等のピッチでなくてもよい。すなわち、繰り返しピッチは、必ずしも一定のピッチが繰り返されなくてもよい。

[0042] また、複数の電極指 1 1 a および 1 1 b の対数とは、対をなす電極指 1 1 a および電極指 1 1 b の数であり、複数の電極指 1 1 a および 1 1 b の総数の概ね半数である。例えば、対数を N とし、複数の電極指 1 1 a および 1 1 b の総数を M とすると、 $M = (N + 1) \times 2$ を満たす。すなわち、櫛歯状電極 1 1 A および 1 1 B の一方の 1 つの電極指の先端部分と当該先端部分に対向する他方のバスバー電極とで挟まれる領域の数が 0.5 対に相当する。

[0043] [4. レイリー波リップルの影響]

ここで、フィルタ 2 a に発生するレイリー波リップルの影響について説明する。フィルタ 2 a におけるレイリー波リップルの発生周波数は、フィルタ 2 a の通過帯域に含まれる周波数の 0.76 倍の周波数となり、フィルタ 2 a の加工ばらつきを考慮すると 0.75 倍から 0.8 倍の周波数となる。フィルタ 2 a と共通端子 3 に共通接続されたフィルタ 2 b は、フィルタ 2 a におけるレイリー波リップルの発生周波数を含む通過帯域を有する。このため、フィルタ 2 a の通過帯域 (Band Rx) に含まれる周波数の 0.75

倍から0.8倍の周波数と重複するフィルタ2bの通過帯域（Band 1 Rx）においてレイリー波リップルが発生する。このレイリー波リップルが発生した周波数では、共通端子3からフィルタ2aを見た場合の反射係数が悪化（低下）、言い換えると、リターンロスが増加する。レイリー波リップルが発生した周波数でのリターンロスを、以下レイリー波リップルのリターンロスともいう。マルチプレクサ1では、レイリー波リップルが発生した周波数がフィルタ2bの通過帯域に含まれるため、フィルタ2bの通過帯域内にレイリー波リップルに起因したリップルが発生する。このように、共通端子3からフィルタ2aを見た場合のレイリー波リップルのリターンロスが増加し、これに伴いフィルタ2bの通過帯域内の挿入損失が悪化する。

[0044] 本発明者は、鋭意検討の結果、フィルタ2bの挿入損失を劣化させている要因が上述したレイリー波リップルであり、フィルタ2aにおける複数の弾性波共振子のうち共通端子3に最も近く接続された直列腕共振子S1が以下の(i)、(ii)および(iii)のうちの少なくとも1つの条件を満たすことで、レイリー波リップルのリターンロスを小さくでき、ひいては、フィルタ2bの通過帯域内の挿入損失の劣化を抑制できることを見出した。

[0045] (i) 複数の反射電極指12aの繰り返しピッチ／複数の電極指11aおよび11bの繰り返しピッチ $=\lambda_{REF}/\lambda_{IDT} \geq 1.01$

(ii) $IR_{GAP} > \text{複数の反射電極指12aの繰り返しピッチ} (0.5\lambda_{REF})$

(iii) 複数の電極指11aおよび11bの対数 ≤ 50 対

[0046] 直列腕共振子S1は、複数の弾性波共振子のうち共通端子3に最も近く接続されているため、複数の弾性波共振子のうちフィルタ2aと共通端子3において共通接続されたフィルタ2bに最も近く接続されることになる。これは、直列腕共振子S1が、複数の弾性波共振子のうちフィルタ2bに最も影響を与えやすい弾性波共振子であることを意味する。このため、直列腕共振子S1に着目し、直列腕共振子S1が上記(i)、上記(ii)および上記(iii)のうちの少なくとも1つの条件を満たすようにすることで、フィ

ルタ 2 b の通過帯域内の挿入損失の劣化を効果的に抑制できる。

[0047] [5. 対数についての条件]

まずは、複数の弾性波共振子のうち共通端子 3 に最も近く接続されている直列腕共振子 S 1 が上記 (i i i) の条件 (対数についての条件) を満たすことで、共通端子 3 からフィルタ 2 a を見た場合のレイリー波リップルのリターンロス小さくできることを、図 4 を用いて説明する。

[0048] 図 4 は、対数とレイリー波リップルのリターンロスとの関係を示すグラフである。なお、ここでは、 $\lambda_{REF}/\lambda_{IDT}$ (波長比とも呼ぶ) を 1. 0 とし、IRGAP を λ_{REF} の 0. 5 倍としている。すなわち、ここでは、直列腕共振子 S 1 は上記 (i) および上記 (i i) の条件を満たしていないとする。

[0049] 例えば、実験およびシミュレーション等によって、レイリー波リップルのリターンロスが 0. 5 dB 以下となることで、フィルタ 2 b の挿入損失の劣化を約 0. 15 dB 以内に収めることができることがわかっている。そのため、ここでは、レイリー波リップルのリターンロスを 0. 5 dB 以下とすることを 1 つの目安としている。なお、レイリー波リップルのリターンロスを 0. 5 dB 以下にするというのは一例であって、0. 5 dB 以下にすることは必須ではなく、例えば、0. 6 dB 等を目安にしてもよい。図 4 に示されるように、複数の電極指 11 a および 11 b の対数が少ないほどレイリー波リップルのリターンロスが小さくなっていき、傾向として複数の電極指 11 a および 11 b の対数が 50 対以下でレイリー波リップルのリターンロスが 0. 5 dB 以下となることがわかる。これにより、フィルタ 2 b の通過帯域内の挿入損失の劣化を約 0. 15 dB 以内に収めることができる。

[0050] このように、複数の弾性波共振子のうち共通端子 3 に最も近く接続されている直列腕共振子 S 1 が少なくとも上記 (i i i) の条件を満たすことで、共通端子 3 からフィルタ 2 a を見た場合のレイリー波リップルのリターンロスを小さくできる。したがって、弾性波共振子のレイリー波リップルによる、フィルタ 2 b の通過帯域内の挿入損失の劣化を抑制できる。

[0051] [6. 波長比についての条件]

次に、複数の弾性波共振子のうち共通端子 3 に最も近く接続されている直列腕共振子 S 1 が上記 (i) の条件 (波長比についての条件) を満たすことで、共通端子 3 からフィルタ 2 a を見た場合のレイリー波リップルのリターンロス小さくできることを、図 5 を用いて説明する。

[0052] 図 5 は、波長比とレイリー波リップルのリターンロスとの関係を示すグラフである。なお、ここでは、 $IRGAP$ を λ_{REF} の 0.5 倍とし、複数の電極指の対数を 80 対としている。すなわち、ここでは、直列腕共振子 S 1 は、上記 (ii) および上記 (iii) の条件を満たしていないとする。

[0053] 図 5 に示されるように、波長比が大きいほどレイリー波リップルのリターンロスが小さくなっていき、波長比が 1.01 以上のとき、具体的には、1.013 (図 5 における細い破線)、1.024 (図 5 における太い破線) および 1.035 (図 5 における太い点線) のときに、レイリー波リップルのリターンロスが 0.5 dB 以下となっていることがわかる。これにより、フィルタ 2 b の通過帯域内の挿入損失の劣化を約 0.15 dB 以内に収めることができる。

[0054] このように、複数の弾性波共振子のうち共通端子 3 に最も近く接続されている直列腕共振子 S 1 が少なくとも上記 (i) の条件を満たすことで、共通端子 3 からフィルタ 2 a を見た場合のレイリー波リップルのリターンロスを小さくできる。したがって、弾性波共振子のレイリー波リップルによる、フィルタ 2 b の通過帯域内の挿入損失の劣化を抑制できる。

[0055] [7. $IRGAP$ についての条件]

次に、複数の弾性波共振子のうち共通端子 3 に最も近く接続されている直列腕共振子 S 1 が上記 (ii) の条件である $IRGAP$ についての条件を満たすことで、共通端子 3 からフィルタ 2 a を見た場合のレイリー波リップルのリターンロスを小さくできることを、図 6 を用いて説明する。

[0056] 図 6 は、 $IRGAP$ とレイリー波リップルのリターンロスとの関係を示すグラフである。なお、ここでは、波長比を 1.0 とし、複数の電極指の対数を 80 対としている。すなわち、ここでは、直列腕共振子 S 1 は、上記 (i

）および上記（ $i\ i\ i$ ）の条件を満たしていないとする。

[0057] 図6に示されるように、 $IRGAP$ が大きいほどレイリー波リップルのリターンロスが小さくなっていき、 $IRGAP$ が λ_{REF} の0.5倍よりも大きいとき、具体的には、 $IRGAP$ が λ_{REF} の0.6倍（図6における太い点線）のときに、レイリー波リップルのリターンロスが0.5 dB以下となることがわかる。これにより、フィルタ2bの通過帯域内の挿入損失の劣化を約0.15 dB以内に収めることができる。

[0058] このように、複数の弾性波共振子のうち共通端子3に最も近く接続されている直列腕共振子S1が少なくとも上記（ $i\ i$ ）の条件を満たすことで、共通端子3からフィルタ2aを見た場合のレイリー波リップルのリターンロスを小さくできる。したがって、弾性波共振子のレイリー波リップルによる、フィルタ2bの通過帯域内の挿入損失の劣化を抑制できる。

[0059] [8. 実施例および比較例の比較]

次に、複数の弾性波共振子のうち共通端子3に最も近く接続されている直列腕共振子S1が上記（ i ）の条件を満たしている実施例と、複数の弾性波共振子のうち共通端子3に最も近く接続されている直列腕共振子S1が上記（ i ）、上記（ $i\ i$ ）および上記（ $i\ i\ i$ ）のいずれの条件も満たしていない比較例とを比較結果を図7から図10を用いて説明する。

[0060] まずは、比較例について説明する。

[0061] 比較例では、直列腕共振子S1について、波長比が1.002、 $IRGAP$ が λ_{REF} の0.45倍、複数の電極指11aおよび11bの対数が150.5対となっており、直列腕共振子S1は、上記（ i ）、上記（ $i\ i$ ）および上記（ $i\ i\ i$ ）のいずれの条件も満たしていない。

[0062] 図7は、比較例に係る第1フィルタ（フィルタ2a）の通過特性を示すグラフである。

[0063] 図8は、比較例に係る第1フィルタ（フィルタ2a）の共通端子3側から見たリターンロス特性を示すグラフである。

[0064] 比較例では、直列腕共振子S1が、上記（ i ）、上記（ $i\ i$ ）および上記

(i i i) のいずれの条件も満たしていないため、図 7 の破線の丸で囲った箇所のように、フィルタ 2 a の通過帯域 (B a n d 7 R x) に含まれる周波数の約 0. 7 6 倍の周波数と重複するフィルタ 2 b の通過帯域 (B a n d 1 R x) においてレイリー波リップルが発生していることがわかる。このレイリー波リップルが発生した周波数では、共通端子 3 からフィルタ 2 a を見た場合の反射係数が悪化 (低下) 、言い換えると、リターンロスが増加するため、図 8 の破線の丸で囲った箇所のように、約 1. 7 d B とレイリー波リップルのリターンロスが大きくなっていることがわかる。

[0065] 次に、実施例について比較例と比較しながら説明する。

[0066] 実施例では、直列腕共振子 S 1 について、波長比が 1. 0 2 5、I R G A P が λ_{REF} の 0. 5 倍、複数の電極指 1 1 a および 1 1 b の対数が 8 5 対となっており、直列腕共振子 S 1 は、上記 (i) の条件を満たしている。

[0067] 図 9 は、実施例および比較例に係る第 1 フィルタ (フィルタ 2 a) の共通端子 3 側から見たリターンロス特性を比較したグラフである。

[0068] 図 1 0 は、実施例および比較例に係る第 2 フィルタ (フィルタ 2 b) に接続された増幅回路のゲイン特性を示すグラフである。

[0069] 実施例では、直列腕共振子 S 1 が、上記 (i) の条件を満たしているため、図示はしていないが、フィルタ 2 a の通過帯域 (B a n d 7 R x) に含まれる周波数の約 0. 7 6 倍の周波数と重複するフィルタ 2 b の通過帯域 (B a n d 1 R x) において発生するレイリー波リップルが小さくなる。このため、図 9 に示されるように、比較例 (図 9 における破線) では約 1. 7 d B となっているレイリー波リップルのリターンロスが、実施例 (図 9 における実線) では約 0. 6 d B と大きく改善していることがわかる。その結果、実施例では、比較例と比べてフィルタ 2 b の通過帯域内の挿入損失の劣化を抑制することができる。図 1 0 の破線の丸で囲った箇所示されるように、比較例 (図 1 0 における破線) では、フィルタ 2 b の通過帯域内の挿入損失の劣化によって、フィルタ 2 b に接続された増幅回路のゲインも劣化しているが、実施例 (図 1 0 における実線) では、比較例と比べてフィルタ 2 b に接

続された増幅回路のゲインも大きく改善していることがわかる。

[0070] なお、複数の弾性波共振子のうち共通端子 3 に最も近く接続されている直列腕共振子 S 1 が上記 (i)、上記 (i i) および上記 (i i i) のうちのいずれか 1 つの条件を満たしているときに、弾性波共振子のレイリー波リップルによる、フィルタ 2 b の通過帯域内の挿入損失の劣化を抑制できることを示したが、直列腕共振子 S 1 が上記 (i)、上記 (i i) および上記 (i i i) のうちの 2 つの条件、または、その全ての条件を満たす場合には、さらなる改善を図ることができる。

[0071] [9. 変形例]

なお、フィルタ 2 a は、図 2 に示される構成に限らず、例えば、図 1 1 または図 1 2 に示されるような構成であってもよい。

[0072] 図 1 1 および図 1 2 は、実施の形態に係る第 1 フィルタ (フィルタ 2 a) の変形例を示す回路構成図である。

[0073] 図 1 1 に示されるように、フィルタ 2 a は、縦結合型共振器 M 1 を備えていてもよい。図 1 1 に示されるフィルタ 2 a は、図 2 に示されるフィルタ 2 a と同じように、直列腕共振子 S 1 および S 2 ならびに並列腕共振子 P 1 を備え、直列腕共振子 S 2 と入出力端子 4 a とを結ぶ経路上に縦結合型共振器 M 1 が配置されている。この場合、フィルタ 2 a が備える複数の弾性波共振子のうち第 1 弾性波共振子 (ここでは直列腕共振子 S 1) を除く少なくとも 1 つの弾性波共振子は、縦結合型共振器 M 1 を構成する。例えば、縦結合型共振器 M 1 は、縦結合共振子 N 1、N 2、N 3、N 4 および N 5 を備える 5 電極型の縦結合型共振器であり、上記少なくとも 1 つの弾性波共振子は、縦結合共振子 N 1、N 2、N 3、N 4 および N 5 となる。

[0074] 例えば、図 1 1 に示されるフィルタ 2 a は、直列腕共振子 S 2 および並列腕共振子 P 1 を備えていなくてもよい。つまり、フィルタ 2 a は、直列腕共振子 S 1 および縦結合型共振器 M 1 のみからなるフィルタであってもよい。この場合、フィルタ 2 a は、直列腕共振子 S 1 ならびに縦結合型共振器 M 1 を構成する縦結合共振子 N 1、N 2、N 3、N 4 および N 5 を備え、すなわ

ち、複数の弾性波共振子を備えることになり、直列腕共振子 S 1 は、複数の弾性波共振子のうち共通端子 3 に最も近く接続されている第 1 弾性波共振子となる。

[0075] また、図 2 および図 1 1 では、フィルタ 2 a における複数の弾性波共振子のうち共通端子 3 に最も近く接続されている第 1 弾性波共振子は、共通端子 3 と入出力端子 4 a とを結ぶ経路上に配置された直列腕共振子 S 1 であるが、図 1 2 に示される変形例では、フィルタ 2 a における複数の弾性波共振子のうち共通端子 3 に最も近く接続されている第 1 弾性波共振子は、共通端子 3 と入出力端子 4 a とを結ぶ経路上のノードとグランドとの間に接続された並列腕共振子 P 1 である。なお、図 1 2 に示される変形例において、第 1 弾性波共振子は、並列腕共振子 P 1 および直列腕共振子 S 2 の両方であってもよい。直列腕共振子 S 2 は、並列腕共振子 P 1 と同じノードに接続されており、並列腕共振子 P 1 と同じように、共通端子 3 に最も近く接続されているといえるためである。このため、並列腕共振子 P 1 および直列腕共振子 S 2 の両方が、上記 (i)、上記 (i i) および上記 (i i i) のうちの少なくとも 1 つの条件を満たしていてもよい。あるいは、図 1 2 に示される変形例において、直列腕共振子 S 2 だけが、上記 (i)、上記 (i i) および上記 (i i i) のうちの少なくとも 1 つの条件を満たしていてもよい。つまり、図 1 2 に示される変形例において、並列腕共振子 P 1 は、上記 (i)、上記 (i i) および上記 (i i i) のうちのいずれの条件も満たしていなくてもよい。

[0076] [10. まとめ]

以上説明したように、マルチプレクサ 1 は、共通端子 3、入出力端子 4 a および 4 b と、共通端子 3 と入出力端子 4 a との間に接続されるフィルタ 2 a と、共通端子 3 と入出力端子 4 b との間に接続されるフィルタ 2 b と、を備える。フィルタ 2 b の通過帯域は、フィルタ 2 a の通過帯域の 0.75 倍から 0.8 倍の帯域と少なくとも一部が重なる。フィルタ 2 a は、複数の弾性波共振子を備え、複数の弾性波共振子のうち共通端子 3 に最も近く接続さ

れた第1弾性波共振子は、圧電体層を有する基板上に形成された、IDT電極11と、IDT電極11と弾性波伝搬方向に隣り合って配置された反射器12と、を備える。IDT電極11は、弾性波伝搬方向と交差する方向に延伸し、互いに平行に配置された複数の電極指11aおよび11bで構成される。反射器12は、弾性波伝搬方向と交差する方向に延伸し、互いに平行に配置された複数の反射電極指12aで構成される。第1弾性波共振子は、以下の(i)、(ii)および(iii)のうちの少なくとも1つの条件を満たす。(i) 複数の反射電極指12aの繰り返しピッチ／複数の電極指11aおよび11bの繰り返しピッチ ≥ 1.01 。(ii) 複数の電極指11aおよび11bのうち反射器12に最近接する電極指の中心と複数の反射電極指12aのうちIDT電極11に最近接する反射電極指12aの中心との距離(IRGAP)>複数の反射電極指12aの繰り返しピッチ。(iii) 複数の電極指11aおよび11bの対数 ≤ 50 対。

[0077] これによれば、共通端子3からフィルタ2aを見た場合のレイリー波リップルのリターンロス小さくでき、弾性波共振子のレイリー波リップルによる、フィルタ2bの通過帯域内の挿入損失の劣化を抑制できる。

[0078] 例えば、マルチプレクサ1は、上記(i)、上記(ii)および上記(iii)のうちの少なくとも2つの条件を満たしていてもよい。さらに、例えば、マルチプレクサ1は、上記(i)、上記(ii)および上記(iii)の全ての条件を満たしていてもよい。

[0079] これによれば、共通端子3からフィルタ2aを見た場合のレイリー波リップルのリターンロスをさらに小さくでき、弾性波共振子のレイリー波リップルによる、フィルタ2bの通過帯域内の挿入損失の劣化をさらに抑制できる。

[0080] 例えば、第1弾性波共振子は、図2または図11に示されるように、共通端子3と入出力端子4aとを結ぶ経路上に配置された直列腕共振子S1であってもよいし、図12に示されるように、共通端子3と入出力端子4aとを結ぶ経路上のノードとグラウンドとの間に接続された並列腕共振子P1であっ

てもよい。

[0081] 例えば、フィルタ 2 a は、図 2 に示されるように、ラダー型フィルタであってもよい。

[0082] 例えば、図 1 1 に示されるように、複数の弾性波共振子のうちの第 1 弾性波共振子を除く少なくとも 1 つの弾性波共振子は、縦結合型共振器 M 1 を構成していてもよい。

[0083] (その他の実施の形態)

以上、本発明の実施の形態に係るマルチプレクサ 1 について説明したが、本発明は、上記実施の形態における任意の構成要素を組み合わせて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も本発明に含まれる。

[0084] 例えば、実施の形態に係るマルチプレクサ 1 は、高周波フロントエンド回路、さらには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が可能である。マルチプレクサ 1 が適用された高周波フロントエンド回路および通信装置を内蔵した各種機器も本発明に含まれる。

[0085] 例えば、実施の形態に係るフィルタ 2 a における複数の弾性波共振子の数は、2 つであってもよい。

[0086] 例えば、実施の形態に係るフィルタ 2 b は、弾性波フィルタでなくともよく、LC フィルタ等であってもよい。

産業上の利用可能性

[0087] 本発明は、マルチバンドシステムに適用できる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

[0088] 1 マルチプレクサ
2 a、2 b フィルタ
3 共通端子
4 a、4 b 入出力端子

- 1 0 弾性波共振子
- 1 1 I D T 電極
- 1 1 a、1 1 b 電極指
- 1 1 A、1 1 B 櫛歯状電極
- 1 1 c、1 2 c バスバー電極
- 1 2 反射器
- 1 2 a 反射電極指
- 1 0 0 圧電基板
- 1 1 0 電極
- 1 1 1 密着層
- 1 1 2 主電極層
- 1 1 3 保護膜
- A N T アンテナ素子
- M 1 縦結合型共振器
- N 1、N 2、N 3、N 4、N 5 縦結合共振子
- P 1、P 2、P 3、P 4 並列腕共振子
- S 1、S 2、S 3、S 4 直列腕共振子

請求の範囲

[請求項1]

共通端子、第1入出力端子および第2入出力端子と、
 前記共通端子と前記第1入出力端子との間に接続される第1フィルタと、
 前記共通端子と前記第2入出力端子との間に接続される第2フィルタと、を備え、
 前記第2フィルタの通過帯域は、前記第1フィルタの通過帯域の0.75倍から0.8倍の帯域と少なくとも一部が重なり、
 前記第1フィルタは、複数の弾性波共振子を備え、
 前記複数の弾性波共振子のうち前記共通端子に最も近く接続された第1弾性波共振子は、圧電体層を有する基板上に形成された、IDT電極と、前記IDT電極と弾性波伝搬方向に隣り合って配置された反射器と、を備え、
 前記IDT電極は、前記弾性波伝搬方向と交差する方向に延伸し、互いに平行に配置された複数の電極指で構成され、
 前記反射器は、前記弾性波伝搬方向と交差する方向に延伸し、互いに平行に配置された複数の反射電極指で構成され、
 前記第1弾性波共振子は、以下の(i)、(ii)および(iii)のうちの少なくとも1つの条件を満たす
 (i) 前記複数の反射電極指の繰り返しピッチ／前記複数の電極指の繰り返しピッチ ≥ 1.01
 (ii) 前記複数の電極指のうち前記反射器に最近接する電極指の中心と前記複数の反射電極指のうち前記IDT電極に最近接する反射電極指の中心との距離 $>$ 前記複数の反射電極指の繰り返しピッチ
 (iii) 前記複数の電極指の対数 ≤ 50 対
 マルチプレクサ。

[請求項2]

前記第1弾性波共振子は、前記(i)、前記(ii)および前記(iii)のうちの少なくとも2つの条件を満たす

請求項 1 に記載のマルチプレクサ。

[請求項3] 前記第 1 弾性波共振子は、前記 (i)、前記 (i i) および前記 (i i i) の全ての条件を満たす

請求項 1 に記載のマルチプレクサ。

[請求項4] 前記第 1 弾性波共振子は、前記共通端子と前記第 1 入出力端子とを結ぶ経路上に配置された直列腕共振子である

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 弾性波共振子は、前記共通端子と前記第 1 入出力端子とを結ぶ経路上のノードとグラウンドとの間に接続された並列腕共振子である

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6] 前記第 1 フィルタは、ラダー型フィルタである

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のマルチプレクサ。

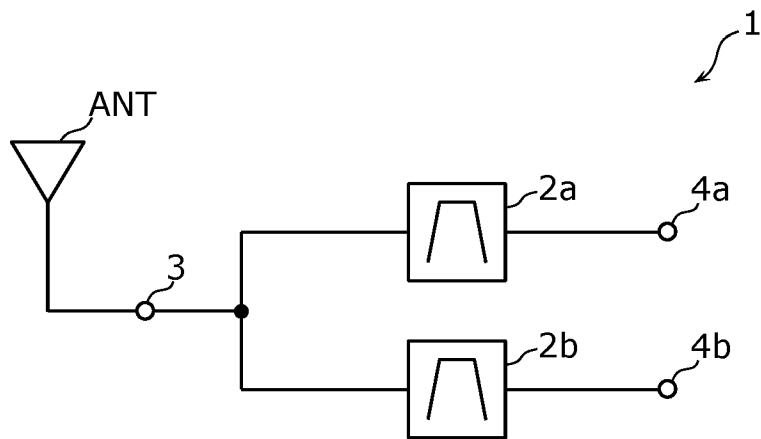
[請求項7] 前記第 1 フィルタには、縦結合型共振器が含まれ、

前記複数の弾性波共振子のうちの前記第 1 弾性波共振子を除く少なくとも 1 つの弾性波共振子は、前記縦結合型共振器を構成する

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のマルチプレクサ。

[図1]

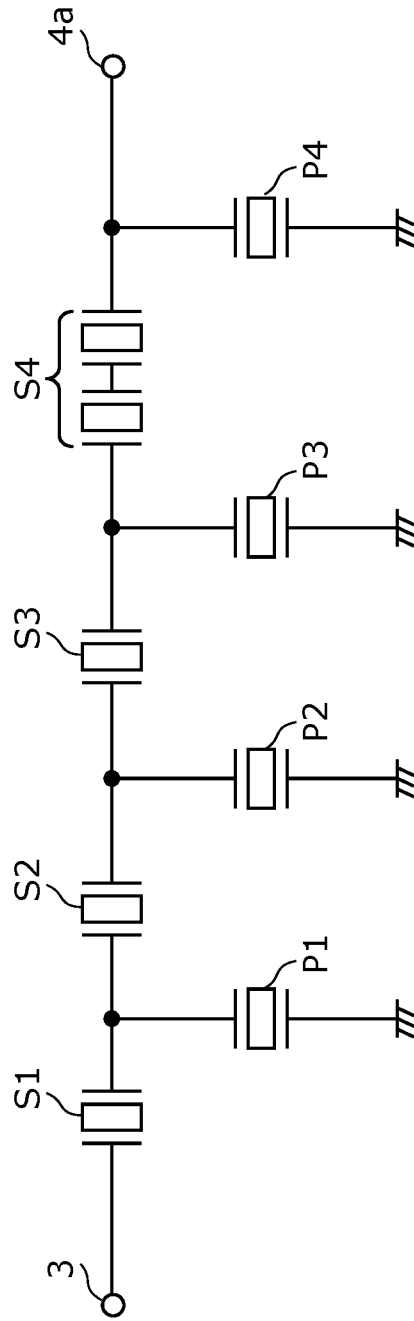
図1



[図2]

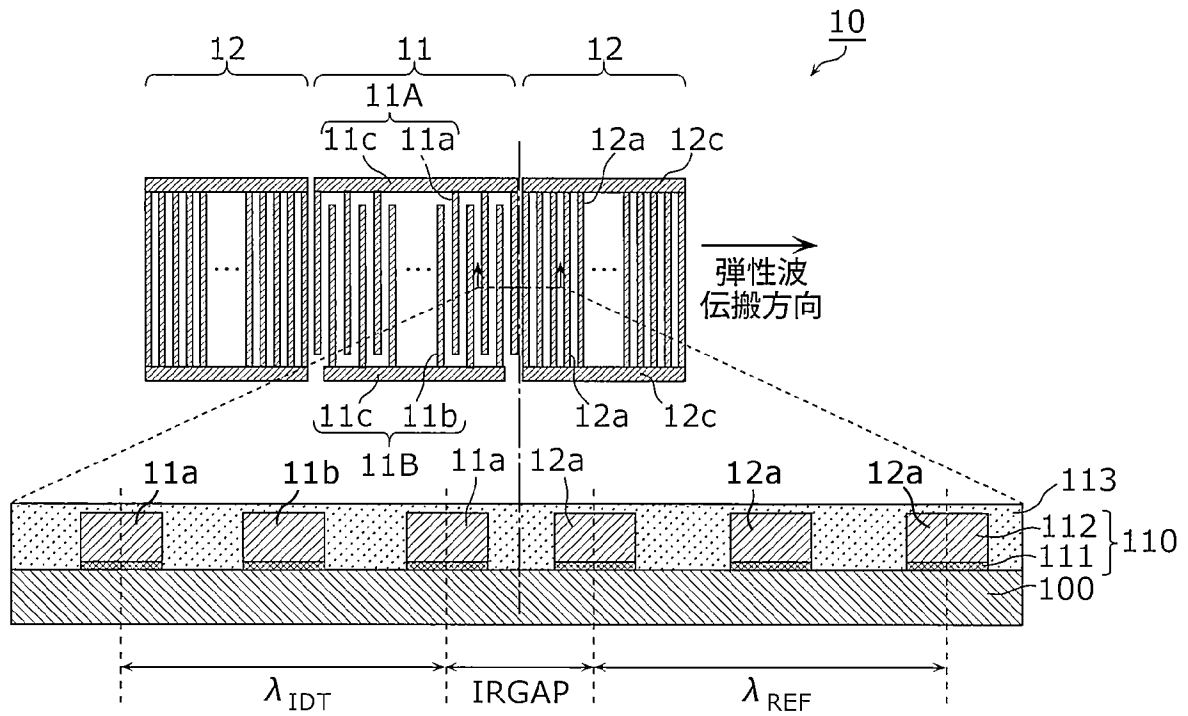
2a

図2



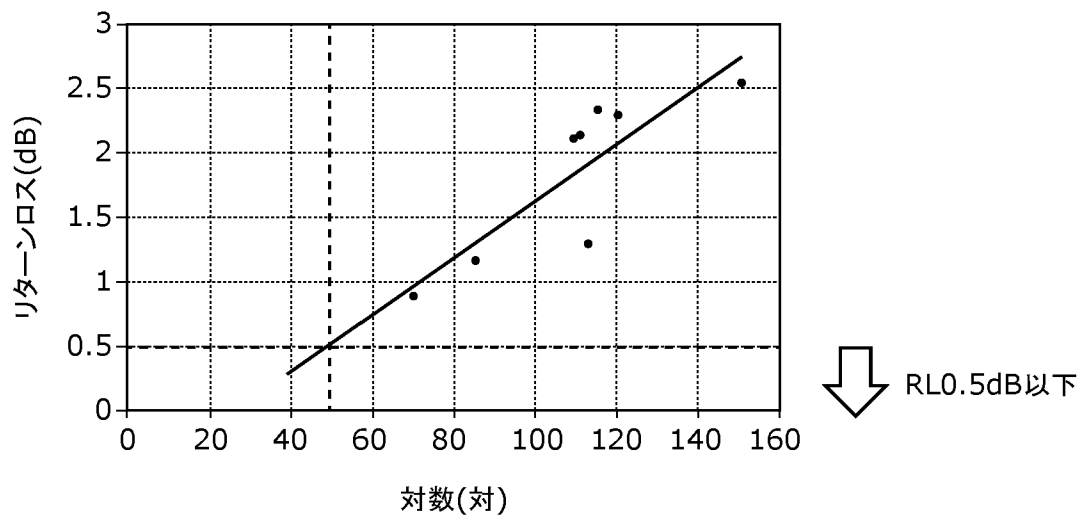
[図3]

図3



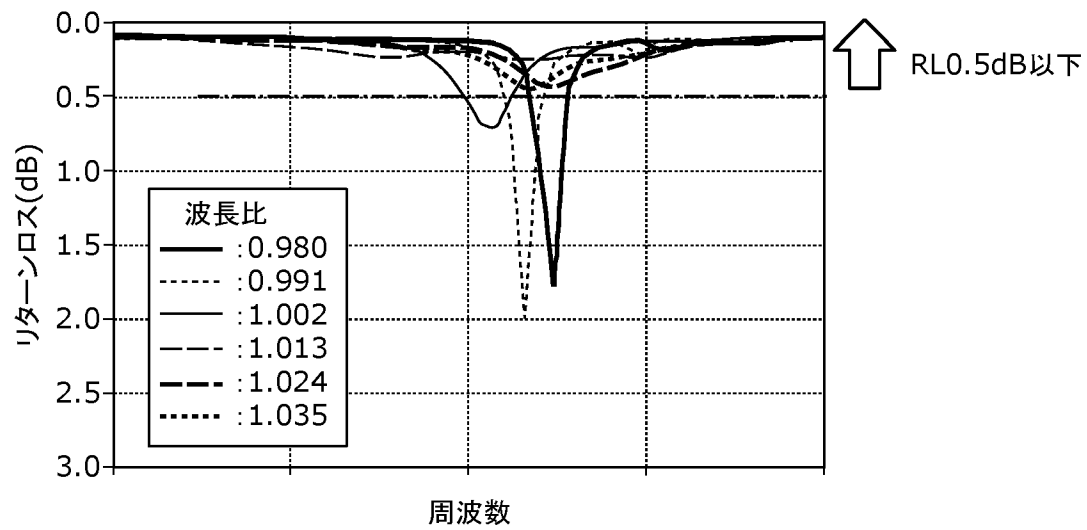
[図4]

図4



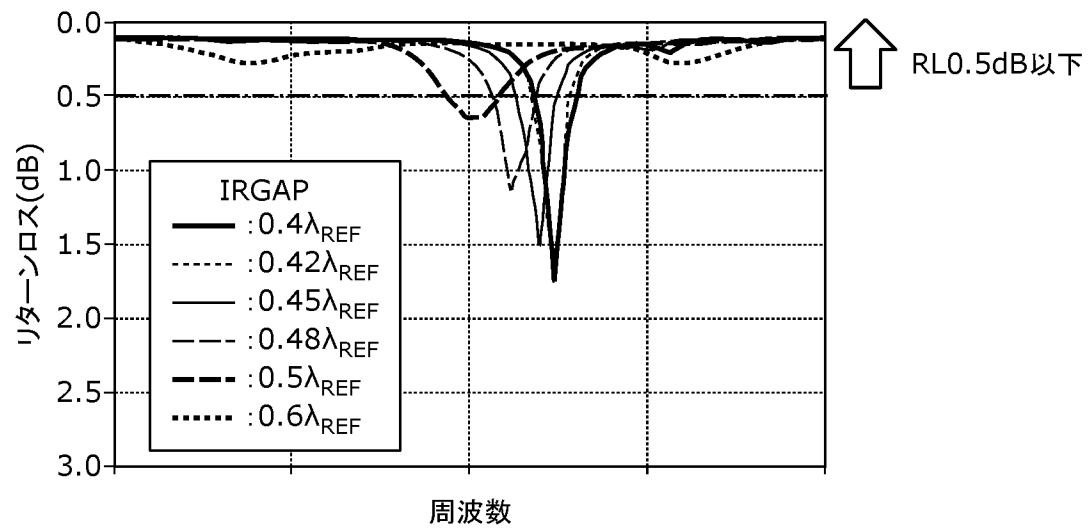
[図5]

図5



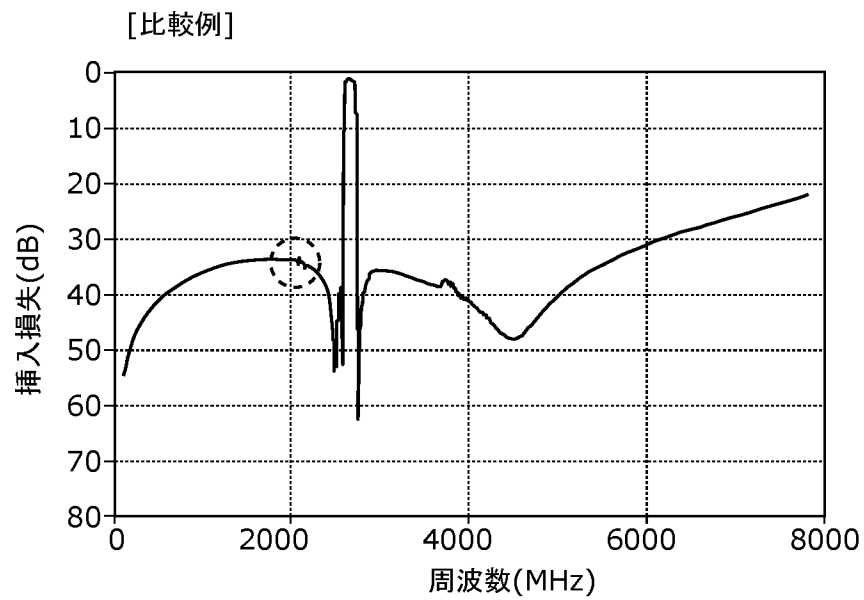
[図6]

図6



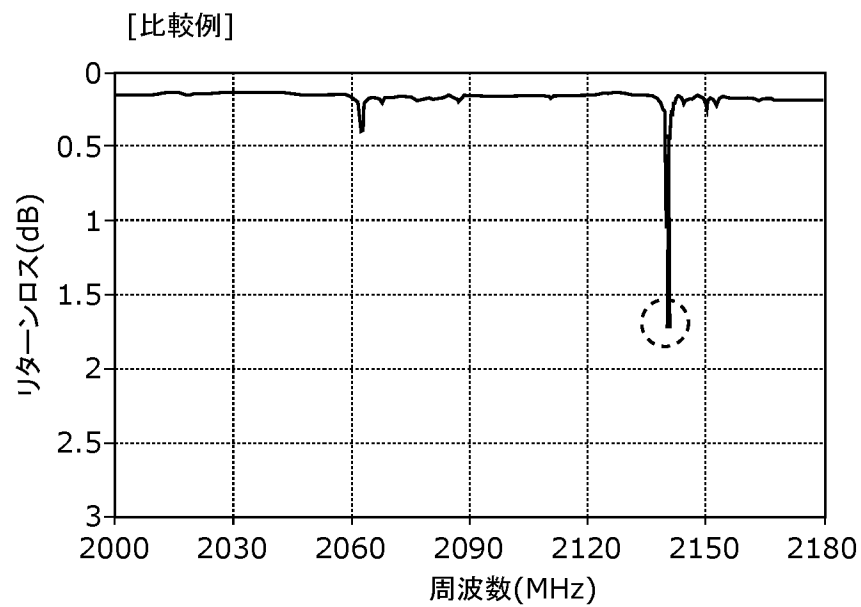
[図7]

図7



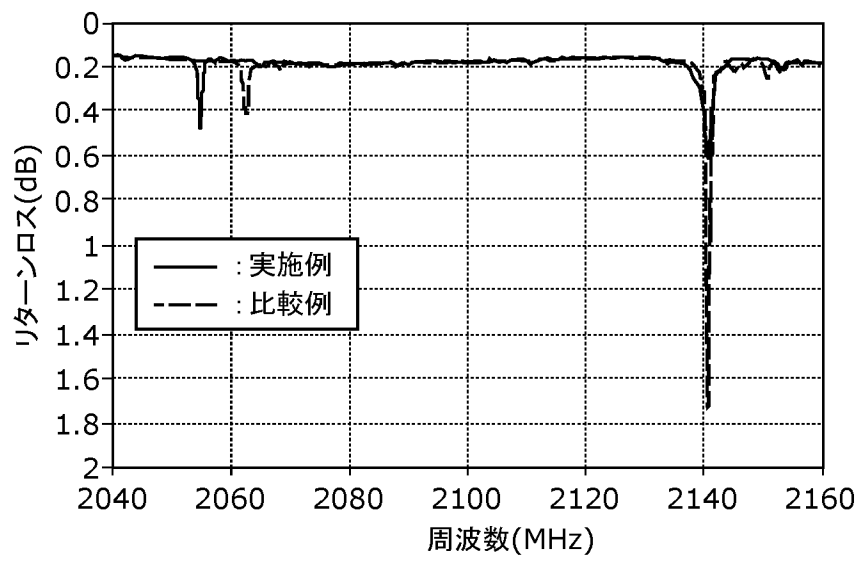
[図8]

図8



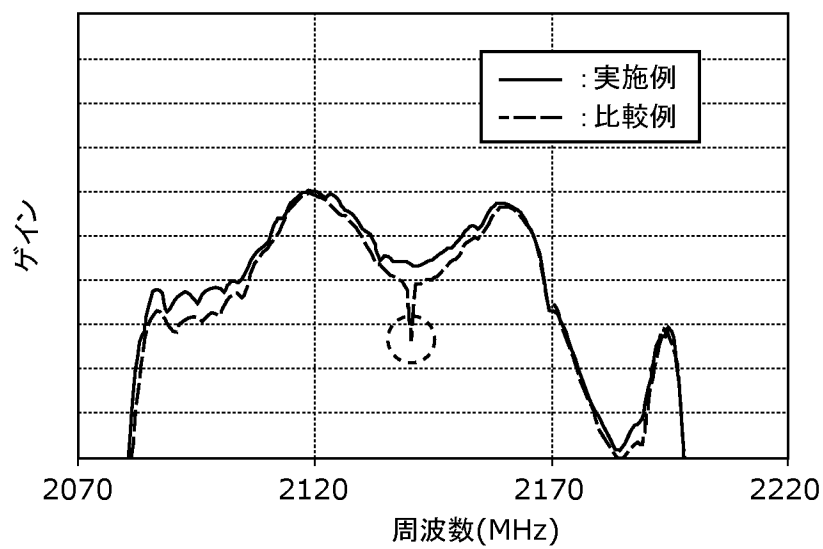
[図9]

図9



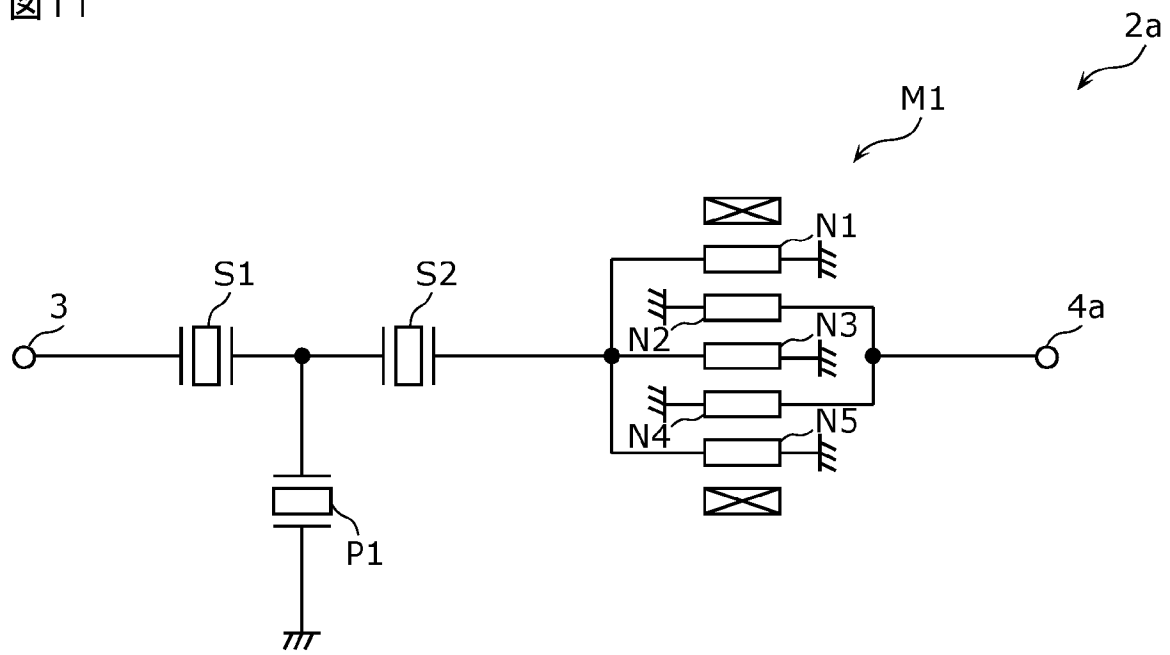
[図10]

図10



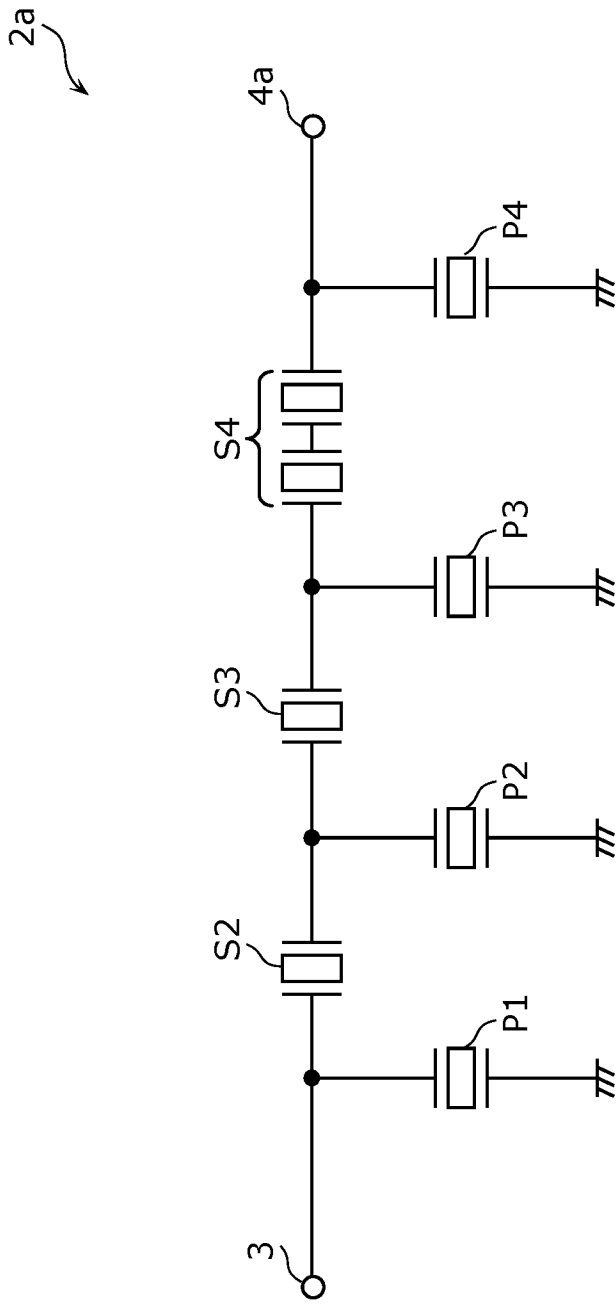
[図11]

図11



[図12]

図12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/024085

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H 9/145(2006.01)i; H03H 9/64(2006.01)i; H03H 9/72(2006.01)i

FI: H03H9/72; H03H9/145 D; H03H9/145 Z; H03H9/64 Z

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)

H03H9/145; 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 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
Y	WO 2019/220853 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 21 November 2019 (2019-11-21) paragraphs [0013]- [0056], [0062]-[0067], [0089], [0114], fig. 1-4, 7	1-7
Y	JP 2020-96291 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 18 June 2020 (2020-06-18) paragraphs [0041]-[0054], fig. 9	1-7
Y	WO 2005/107069 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 10 November 2005 (2005-11-10) paragraph [0012], fig. 2	1-7
Y	WO 2018/168439 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 20 September 2018 (2018-09-20) paragraphs [0031]- [0033], fig. 3	1-7
Y	WO 2016/208447 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 29 December 2016 (2016-12-29) paragraph [0053], fig. 2	5



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 August 2021 (18.08.2021)

Date of mailing of the international search report

31 August 2021 (31.08.2021)

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

International application No.

PCT/JP2021/024085

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-74562 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 10 May 2018 (2018-05-10) paragraphs [0063]-[0086], fig. 1A-1B	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/024085

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2019/220853 A1	21 Nov. 2019	(Family: none)	
JP 2020-96291 A	18 Jun. 2020	(Family: none)	
WO 2005/107069 A1	10 Nov. 2005	US 2008/0018417 A1 paragraph [0024], fig. 2 CN 1947334 A KR 10-2007-0005008 A	
WO 2018/168439 A1	20 Sep. 2018	US 2019/0379351 A1 paragraphs [0065]- [0067], fig. 3 CN 110383688 A	
WO 2016/208447 A1	29 Dec. 2016	US 2018/0123556 A1 paragraph [0064], fig. 2 KR 10-2018-0009354 A CN 107710615 A	
JP 2018-74562 A	10 May 2018	US 2018/0019509 A1 paragraphs [0097]- [0120], fig. 1A-1B DE 102017115705 A1 CN 107623503 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H03H 9/145(2006.01)i; H03H 9/64(2006.01)i; H03H 9/72(2006.01)i FI: H03H9/72; H03H9/145 D; H03H9/145 Z; H03H9/64 Z		
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）） H03H9/145; 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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
Y	WO 2019/220853 A1（株式会社村田製作所）21.11.2019（2019-11-21） [0013]-[0056], [0062]-[0067], [0089], [0114], 図1-図4, 図7	1-7
Y	JP 2020-96291 A（太陽誘電株式会社）18.06.2020（2020-06-18） [0041]-[0054], 図9	1-7
Y	WO 2005/107069 A1（松下電器産業株式会社）10.11.2005（2005-11-10） [0012], 図2	1-7
Y	WO 2018/168439 A1（株式会社村田製作所）20.09.2018（2018-09-20） [0031]-[0033], 図3	1-7
Y	WO 2016/208447 A1（株式会社村田製作所）29.12.2016（2016-12-29） [0053], 図2	5
A	JP 2018-74562 A（株式会社村田製作所）10.05.2018（2018-05-10） [0063]-[0086], 図1A-図1B	1-7
☐ 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、一般的な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 18.08.2021		国際調査報告の発送日 31.08.2021
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） ▲高▼橋 徳浩 5W 4877 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/JP2021/024085

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2019/220853	A1	21.11.2019	(ファミリーなし)	
JP	2020-96291	A	18.06.2020	(ファミリーなし)	
WO	2005/107069	A1	10.11.2005	US 2008/0018417	A1
				[0024], 図2	
				CN 1947334	A
				KR 10-2007-0005008	A
WO	2018/168439	A1	20.09.2018	US 2019/0379351	A1
				[0065]-[0067], 図3	
				CN 110383688	A
WO	2016/208447	A1	29.12.2016	US 2018/0123556	A1
				[0064], 図2	
				KR 10-2018-0009354	A
				CN 107710615	A
JP	2018-74562	A	10.05.2018	US 2018/0019509	A1
				[0097]-[0120], 図1A-図1B	
				DE 102017115705	A1
				CN 107623503	A