

(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9月1日(01.09.2022)



(10) 国際公開番号

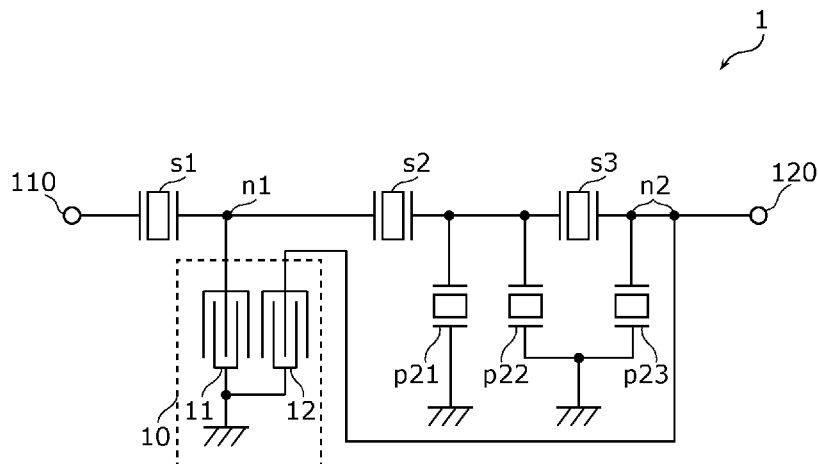
WO 2022/181578 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/17 (2006.01) *H03H 9/64* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/007114
- (22) 国際出願日: 2022年2月22日(22.02.2022)
- (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 2021-027380 2021年2月24日(24.02.2021) 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: 野口 明(NOGUCHI, Akira); 〒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, JM, 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,

(54) Title: ELASTIC WAVE FILTER

(54) 発明の名称: 弾性波フィルタ

図 1



(57) **Abstract:** This elastic wave filter (1) comprises: a filter circuit connected to input/output terminals (110 and 120); and a cancel circuit (10) connected in parallel with at least a portion of a first path connecting the input/output terminal (110) and the input/output terminal (120). The filter circuit has: one or more serial arm resonators arranged on the first path; and one or more parallel arm resonators arranged between the first path and the ground. The cancel circuit (10) has: elastic wave resonators (11 and 12) arranged side-by-side in the elastic wave propagation direction. At least one of the elastic wave resonators (11 and 12) is connected to the ground, and the antiresonance frequency of said at least one of the elastic wave resonators is present in the passband of the filter circuit.

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)）

(57) 要約：弾性波フィルタ（1）は、入出力端子（1 1 0および1 2 0）に接続されたフィルタ回路と、入出力端子（1 1 0）と入出力端子（1 2 0）とを結ぶ第1経路の少なくとも一部と並列に接続されたキャンセル回路（1 0）と、を備え、フィルタ回路は、第1経路上に配置された1以上の直列腕共振子と、第1経路とグランドとの間に配置された1以上の並列腕共振子と、を有し、キャンセル回路（1 0）は、弾性波伝搬方向に並置された弾性波共振子（1 1および1 2）を有し、弾性波共振子（1 1および1 2）の少なくとも1つはグランドに接続されており、かつ当該少なくとも1つの反共振周波数は、フィルタ回路の通過帯域内に位置している。

明 細 書

発明の名称：弾性波フィルタ

技術分野

[0001] 本発明は、弾性波フィルタに関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、送信側フィルタおよび受信側フィルタを備えるマルチプレクサの回路構成が開示されている。送信側フィルタの入出力端子には、送信側フィルタを流れる所定の周波数帯域の成分を相殺するための付加回路が接続されている。これによれば、送信側フィルタの所定の周波数帯域における減衰特性を改善できる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 8 - 7 4 5 3 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献 1 に記載されたマルチプレクサでは、送信側フィルタの減衰特性は改善されるが、送信側フィルタおよび受信側フィルタとは別個に付加回路が配置されているので、送信側フィルタおよびマルチプレクサが大型化してしまう。

[0005] 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、減衰特性を改善しつつ小型化された弾性波フィルタ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

[0006] 本発明の一態様に係る弾性波フィルタは、第 1 端子および第 2 端子に接続された第 1 回路と、第 1 端子と第 2 端子とを結ぶ第 1 経路の少なくとも一部と並列に接続された第 2 回路と、を備え、第 1 回路は、第 1 経路上に配置された 1 以上の直列腕共振子と、第 1 経路とグランドとの間に配置された 1 以

上の並列腕共振子と、を有し、第2回路は、弾性波伝搬方向に並置された複数の第1弾性波共振子を有し、複数の第1弾性波共振子の少なくとも1つはグラウンドに接続されており、かつ当該少なくとも1つの反共振周波数は、第1回路の通過帯域内に位置している。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、減衰特性を改善しつつ小型化された弾性波フィルタを提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、実施の形態に係る弾性波フィルタの回路構成図である。

[図2A]図2Aは、実施の形態に係る弾性波共振子の構造の第1例を表す平面図および断面図である。

[図2B]図2Bは、実施の形態に係る弾性波共振子の構造の第2例を表す断面図である。

[図3]図3は、ラダー型の弾性波フィルタの基本的な動作原理を説明する回路構成図および周波数特性を表すグラフである。

[図4]図4は、比較例1に係る弾性波フィルタの回路構成図である。

[図5]図5は、実施例および比較例に係る弾性波フィルタの通過特性を比較したグラフである。

[図6]図6は、比較例2に係る弾性波フィルタの回路構成図である。

[図7]図7は、変形例1に係る弾性波フィルタの回路構成図である。

[図8]図8は、変形例2に係る弾性波フィルタの回路構成図である。

[図9]図9は、実施の形態に係る弾性波フィルタの縦結合型弾性波共振子、並列腕共振子、および直列腕共振子のIDTピッチの関係を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0009] 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。

[0010] また、本開示において、「接続される」とは、接続端子および／または配線導体で直接接続される場合だけでなく、他の回路素子を介して電氣的に接続される場合も含むことを意味する。また、「AとBとの間に接続される」とは、AおよびBを結ぶ経路上でAおよびBと接続されることを意味する。

[0011] (実施の形態)

[1. 弾性波フィルタ1の回路構成]

図1は、実施の形態に係る弾性波フィルタ1の回路構成図である。同図に示すように、弾性波フィルタ1は、入出力端子110および120と、直列腕共振子s1、s2およびs3と、並列腕共振子p21、p22およびp23と、キャンセル回路10と、を備える。

[0012] 直列腕共振子s1、s2およびs3のそれぞれは、弾性波共振子であり、入出力端子110（第1端子）と入出力端子120（第2端子）とを結ぶ第1経路上に配置されている。

[0013] 並列腕共振子p21、p22およびp23のそれぞれは、弾性波共振子であり、上記第1経路上のノードとグラウンドとの間に配置されている。

[0014] キャンセル回路10は、第2回路の一例であり、ノードn1およびノードn2を結ぶ第2経路上に配置された縦結合型の弾性波共振子11および12を有している。言い換えれば、キャンセル回路10は、第1経路の少なくとも一部と並列に接続されている。ノードn1は、直列腕共振子s1と直列腕共振子s2とを結ぶ配線上のノードであり、ノードn2は、直列腕共振子s3と入出力端子120とを結ぶ配線上のノードである。弾性波共振子11および12は、それぞれ、第1弾性波共振子の一例であり、弾性波伝搬方向に並置されている。弾性波共振子11および12のそれぞれは、圧電性を有する基板上に形成されたIDT電極で構成された弾性波共振子である。弾性波

共振子 1 1 を構成する I D T 電極は、互いに対向する 2 つの楕形電極で構成されており、一方の楕形電極はノード n 1 に接続され、他方の楕形電極はグラウンドに接続されている。また、弾性波共振子 1 2 を構成する I D T 電極は、互いに対向する 2 つの楕形電極で構成されており、一方の楕形電極はノード n 2 に接続され、他方の楕形電極はグラウンドに接続されている。

[0015] なお、弾性波共振子 1 1 および 1 2 の弾性波伝搬方向に隣接する位置に、反射器が配置されていてもよい。

[0016] また、キャンセル回路 1 0 は、弾性波型共振子 1 1 および 1 2 の代わりに、I D T 電極間での表面波の伝搬を利用して信号を伝達するトランスバーサル型の弾性波共振子を有していてもよい。

[0017] なお、キャンセル回路 1 0 が接続されるノード n 1 および n 2 は、上記第 1 経路上のノードであって、少なくとも 1 つの直列腕共振子を介して配置されていけばよい。

[0018] なお、本実施の形態において、ノード n 1 とノード n 2 とは、異なる 2 つのノードである。異なる 2 つのノードとは、当該 2 つのノードがインピーダンス素子（インダクタ、キャパシタ、抵抗または共振子など）を介して接続されていることを意味する。

[0019] 弾性波フィルタ 1 において、直列腕共振子 s 1、s 2 および s 3、並列腕共振子 p 2 1、p 2 2 および p 2 3、ならびに、弾性波共振子 1 1 は、第 1 回路（フィルタ回路）を構成している。弾性波共振子 1 1 の反共振周波数は、上記フィルタ回路の通過帯域内に位置している。

[0020] なお、本実施の形態において、フィルタの通過帯域とは、（１）フィルタに適用される通信バンドの規格帯域、または、（２）フィルタの低域遮断周波数（ f_{1L} ）以上かつ高域遮断周波数（ f_{1H} ）以下の周波数帯域、のいずれかであると定義される。なお、低域遮断周波数 f_{1L} および高域遮断周波数 f_{1H} は、それぞれ、フィルタの通過特性において挿入損失の最小値に比べて、例えば 3 d B だけ挿入損失が大きくなる低域側周波数および高域側周波数である。

[0021] キャンセル回路 10 は、フィルタ回路を通過する所定の周波数帯域の信号と略逆位相の信号を弾性波共振子 11 および 12 において生成することが可能である。これにより、キャンセル回路 10 は、第 1 経路上を流れる所定の周波数帯域の信号を抑制することが可能となる。

[0022] 弾性波フィルタ 1 の上記構成によれば、キャンセル回路 10 により、フィルタ回路の所定の減衰帯域の減衰量を改善できる。また、弾性波共振子 11 を、ノード n1 とグラウンドとの間に配置されるべきフィルタ回路の並列腕共振子として機能させることが可能となるので、フィルタ回路の並列腕共振子の数を削減できる。よって、減衰特性が改善された小型の弾性波フィルタ 1 を実現できる。

[0023] さらに、弾性波フィルタ 1 において、弾性波共振子 11 の共振周波数は、フィルタ回路の通過帯域よりも低周波側に位置していることが望ましい。

[0024] これによれば、弾性波共振子 11 の共振周波数を、フィルタ回路の低周波側の減衰量を確保するための並列腕共振子として機能させることができる。

[0025] なお、弾性波フィルタ 1 を構成する直列腕共振子は 1 以上であればよく、また、弾性波フィルタ 1 を構成する並列腕共振子は 1 以上であればよく、弾性波フィルタ 1 は、いわゆるラダー型のフィルタであればよい。

[0026] ここで、直列腕共振子 s1、s2 および s3、並列腕共振子 p21、p22 および p23、ならびに弾性波共振子 11 および 12 の基本構造について説明する。

[0027] [2. 弾性波共振子の構造]

図 2A は、実施の形態に係る弾性波共振子の構造の第 1 例を表す概略図であり、(a) は平面図、(b) および (c) は、(a) に示した一点鎖線における断面図である。図 2A には、弾性波フィルタ 1 を構成する直列腕共振子、並列腕共振子および弾性波共振子の基本構造を有する弾性波共振子 100 が例示されている。なお、図 2A に示された弾性波共振子 100 は、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、電極を構成する電極指の本数および長さなどは、これに限定されない。

- [0028] 弾性波共振子100は、圧電性を有する基板5と、楕形電極100aおよび100bとで構成されている。
- [0029] 図2Aの(a)に示すように、基板5の上には、互いに対向する一对の楕形電極100aおよび100bが形成されている。楕形電極100aは、互いに平行な複数の電極指150aと、複数の電極指150aを接続するバスバー電極160aとで構成されている。また、楕形電極100bは、互いに平行な複数の電極指150bと、複数の電極指150bを接続するバスバー電極160bとで構成されている。複数の電極指150aおよび150bは、弾性波伝搬方向(X軸方向)と直交する方向に沿って形成されている。
- [0030] また、複数の電極指150aおよび150b、ならびに、バスバー電極160aおよび160bで構成されるIDT(InterDigital Transducer)電極54は、図2Aの(b)に示すように、密着層540と主電極層542との積層構造となっている。
- [0031] 密着層540は、基板5と主電極層542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540の膜厚は、例えば、12nmである。
- [0032] 主電極層542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542の膜厚は、例えば162nmである。
- [0033] 保護層55は、楕形電極100aおよび100bを覆うように形成されている。保護層55は、主電極層542を外部環境から保護する、周波数温度特性を調整する、および、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誘電体膜である。保護層55の厚さは、例えば25nmである。
- [0034] なお、密着層540、主電極層542および保護層55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54は、上記積層構造でなくてもよい。IDT電極54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 55 は、形成されていなくてもよい。

[0035] 次に、基板 5 の積層構造について説明する。

[0036] 図 2A の (c) に示すように、基板 5 は、高音速支持基板 51 と、低音速膜 52 と、圧電膜 53 とを備え、高音速支持基板 51、低音速膜 52 および圧電膜 53 がこの順で積層された構造を有している。

[0037] 圧電膜 53 は、例えば 50° 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 (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リチウムタンタレート単結晶、またはセラミックスであって、X 軸方向に弾性表面波が伝搬する単結晶またはセラミックス) からなる。圧電膜 53 は、例えば、厚みが 600 nm である。なお、各フィルタの要求仕様により、圧電膜 53 として使用される圧電単結晶の材料およびカット角が適宜選択される。

[0038] 高音速支持基板 51 は、低音速膜 52、圧電膜 53 ならびに IDT 電極 54 を支持する基板である。高音速支持基板 51 は、さらに、圧電膜 53 を伝搬する表面波および境界波などの弾性波よりも、高音速支持基板 51 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 53 および低音速膜 52 が積層されている部分に閉じ込め、高音速支持基板 51 より下方に漏れないように機能する。高音速支持基板 51 は、例えば、シリコン基板であり、厚みは、例えば $200\text{ }\mu\text{m}$ である。

[0039] 低音速膜 52 は、圧電膜 53 を伝搬するバルク波よりも、低音速膜 52 中のバルク波の音速が低速となる膜であり、圧電膜 53 と高音速支持基板 51 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 電極外への漏れが抑制される。低音速膜 52 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。

[0040] なお、基板 5 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 値が高い弾性波共振子を構成し得る

ので、当該弾性波共振子を用いて、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。

[0041] なお、高音速支持基板 51 は、支持基板と、圧電膜 53 を伝搬する表面波および境界波などの弾性波よりも、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、支持基板には、サファイア、リチウムタンタレート、リチウムニオブेट、および水晶等の圧電体、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、およびフォルステライト等の各種セラミック、ガラス等の誘電体、シリコンおよび窒化ガリウム等の半導体、ならびに樹脂基板等を用いることができる。また、高音速膜には、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、ダイヤモンド、これらの材料を主成分とする媒質、これらの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。

[0042] また、図 2B は、実施の形態に係る弾性波共振子の構造の第 2 例を模式的に表す断面図である。図 2A に示した弾性波共振子 100 では、IDT 電極 54 が、圧電膜 53 を有する基板 5 上に形成された例を示したが、当該 IDT 電極 54 が形成される基板は、図 2B に示すように、圧電体層の単層からなる圧電単結晶基板 57 であってもよい。圧電単結晶基板 57 は、例えば、 LiNbO_3 の圧電単結晶で構成されている。本変形例に係る弾性波共振子 100 は、 LiNbO_3 の圧電単結晶基板 57 と、IDT 電極 54 と、圧電単結晶基板 57 上および IDT 電極 54 上に形成された保護層 55 と、で構成されている。

[0043] 上述した圧電膜 53 および圧電単結晶基板 57 は、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、カット角、および、厚みを変更してもよい。上述したカット角以外のカット角を有する LiTaO_3 圧電基板などを用いた弾性波共振子 100 であっても、上述した圧電膜 53 を用いた弾性波共振子 100 と同様の効果を奏することができる。

- [0044] また、IDT電極54が形成される基板は、支持基板と、エネルギー閉じ込め層と、圧電膜がこの順で積層された構造を有していてもよい。圧電膜上にIDT電極54が形成される。圧電膜は、例えば、 LiTaO_3 圧電単結晶または圧電セラミックスが用いられる。支持基板は、圧電膜、エネルギー閉じ込め層、およびIDT電極54を支持する基板である。
- [0045] エネルギー閉じ込め層は1層または複数の層からなり、その少なくとも1つの層を伝搬する弾性バルク波の速度は、圧電膜近傍を伝搬する弾性波の速度よりも大きい。例えば、低音速層と、高音速層との積層構造となってもよい。低音速層は、圧電膜を伝搬する弾性波の音速よりも、低音速層中のバルク波の音速が低速となる膜である。高音速層は、圧電膜を伝搬する弾性波の音速よりも、高音速層中のバルク波の音速が高速となる膜である。なお、支持基板を高音速層としてもよい。
- [0046] また、エネルギー閉じ込め層は、音響インピーダンスが相対的に低い低音響インピーダンス層と、音響インピーダンスが相対的に高い高音響インピーダンス層とが、交互に積層された構成を有する音響インピーダンス層であってもよい。
- [0047] ここで、弾性波共振子100を構成するIDT電極の電極パラメータの一例（実施例）について説明する。
- [0048] 弾性波共振子の波長とは、図2Aの(b)に示すIDT電極54を構成する複数の電極指150aまたは150bの繰り返し周期である波長 λ で規定される。また、電極指ピッチは、波長 λ の $1/2$ であり、楕形電極100aおよび100bを構成する電極指150aおよび150bのライン幅を W とし、隣り合う電極指150aと電極指150b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、一对の楕形電極100aおよび100bの交叉幅 L は、図2Aの(a)に示すように、電極指150aと電極指150bとの弾性波伝搬方向(X軸方向)から見た場合の重複する電極指の長さである。また、各弾性波共振子の電極デューティは、複数の電極指150aおよび150bのライン幅占有率であり、複数の電極指150aお

よび150b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。また、楕形電極100aおよび100bの高さを h としている。以降では、波長 λ 、電極指ピッチ、交叉幅 L 、電極デューティ、IDT電極54の高さ h 等、弾性波共振子のIDT電極の形状に関するパラメータは、電極パラメータと定義される。

[0049] [3. 弾性波フィルタの動作原理]

次に、本実施の形態に係るラダー型の弾性波フィルタ1の動作原理について説明する。

[0050] 図3は、ラダー型の弾性波フィルタの基本的な動作原理を説明する回路構成図および周波数特性を表すグラフである。なお、図3に示された動作原理は、実施の形態に係る弾性波フィルタ1のうちのフィルタ回路の動作原理を示すものである。

[0051] 図3の(a)に示された弾性波フィルタは、1つの直列腕共振子16および1つの並列腕共振子26で構成された基本的なラダー型フィルタである。図3の(b)に示すように、並列腕共振子26は、共振特性において共振周波数 f_{rp} および反共振周波数 f_{ap} ($> f_{rp}$)を有している。また、直列腕共振子16は、共振特性において共振周波数 f_{rs} および反共振周波数 f_{as} ($> f_{rs} > f_{rp}$)を有している。

[0052] ラダー型の弾性波共振子を用いてバンドパスフィルタを構成するにあたり、一般的には、並列腕共振子26の反共振周波数 f_{ap} と直列腕共振子16の共振周波数 f_{rs} とを近接させる。これにより、並列腕共振子26のインピーダンスが0に近づく共振周波数 f_{rp} 近傍は、低周波側阻止域（低周波側減衰帯域）となる。また、これより周波数が増加すると、反共振周波数 f_{ap} 近傍で並列腕共振子26のインピーダンスが高くなり、かつ、共振周波数 f_{rs} 近傍で直列腕共振子16のインピーダンスが0に近づく。これにより、反共振周波数 f_{ap} ～共振周波数 f_{rs} の近傍では、入出力端子110から入出力端子120への信号経路において信号通過域（通過帯域）となる。これにより、弾性波共振子の電極パラメータおよび電気機械結合係数を反

映した通過帯域を形成することが可能となる。さらに、周波数が高くなり、反共振周波数 f_{as} 近傍になると、直列腕共振子 16 のインピーダンスが高くなり、高周波側阻止域（高周波側減衰帯域）となる。

[0053] 上記動作原理を有する弾性波フィルタにおいて、入出力端子 110 から高周波信号が入力されると、入出力端子 110 と基準端子との間で電位差が生じ、これにより、圧電体層が歪むことで弾性表面波が発生する。ここで、IDT 電極 54 の波長 λ と、通過帯域の波長とを略一致させておくことにより、通過させたい周波数成分を有する高周波信号のみが当該弾性波フィルタを通過する。

[0054] なお、並列腕共振子および直列腕共振子で構成される共振段の段数は、要求仕様に応じて、適宜最適化される。一般的に、複数の共振段で弾性波フィルタが構成される場合には、複数の並列腕共振子の反共振周波数 f_{ap} および複数の直列腕共振子の共振周波数 f_{rs} を通過帯域内またはその近傍に配置する。また、複数の並列腕共振子の共振周波数 f_{rp} を低周波側阻止域に配置し、複数の直列腕共振子の反共振周波数 f_{as} を高周波側阻止域に配置する。

[0055] [4. 実施例および比較例に係る弾性波フィルタの特性比較]

次に、実施の形態（実施例）に係る弾性波フィルタ 1 と、比較例 1 に係る弾性波フィルタ 500 との特性比較について示す。

[0056] 図 4 は、比較例 1 に係る弾性波フィルタ 500 の回路構成図である。一方、実施例に係る弾性波フィルタ 1 の回路構成は、図 1 に示された回路構成と同じである。ただし、実施例に係る弾性波フィルタ 1 のキャンセル回路 10 には、弾性波共振子 11 および 12 の弾性波伝搬方向に隣接する位置に反射器が配置されている。

[0057] 図 4 に示すように、比較例 1 に係る弾性波フィルタ 500 は、入出力端子 110 および 120 と、直列腕共振子 s_1 、 s_2 および s_3 と、並列腕共振子 p_1 、 p_{21} 、 p_{22} および p_{23} と、を備える。比較例 1 に係る弾性波フィルタ 500 は、実施例に係る弾性波フィルタ 1 と比較して、キャンセル

回路 10 の代わりに並列腕共振子 p1 が配置されている点異なる。つまり、比較例 1 に係る弾性波フィルタ 500 は、キャンセル回路を有さないラダー型の弾性波フィルタである。

[0058] 表 1 に、実施例および比較例 1 に係る弾性波フィルタの主なパラメータを示す。

[0059] [表1]

	実施例	比較例 1
利用する弾性波	低音速レイリー波	
通過帯域	Band12 アップリンク：699-716MHz	
キャンセル回路 構成	反射器／弾性波共振子 11／弾 性波共振子 12／反射器	無し
電極指ピッチ (μm)	4.454/4.454/4.454/4.454	
対数 (対)	5/95/5/5	
交叉幅 (μm)	197	

[0060] なお、表 1 に記載されたパラメータは一例であり、表 1 に示された数値に限定されない。例えば、キャンセル回路 10 を構成する弾性波共振子 11 および 12、ならびに反射器の電極指ピッチは、それぞれ異なってもよい。また、弾性波共振子 11 および 12 の対数の大小関係は逆であってもよい。ただし、キャンセル回路 10 で生成される略逆位相のキャンセル信号は、第 1 経路を通過する通過帯域信号よりも非常に小さいため、キャンセル信号を取り出す側の弾性波共振子 12 の対数は弾性波共振子 11 の対数よりも小さいことが望ましい。

[0061] 図 5 は、実施例に係る弾性波フィルタ 1 および比較例 1 に係る弾性波フィルタ 500 の通過特性を比較したグラフである。同図には、弾性波フィルタ 1 の入出力端子 110ー入出力端子 120 間の通過特性（挿入損失：実線）、弾性波フィルタ 500 の入出力端子 110ー入出力端子 120 間の通過特性（挿入損失：粗破線）、および弾性波フィルタ 1 が有する弾性波共振子 11 のノード n1 から見た反射特性（反射損失：細破線）が示されている。

[0062] 図5に示すように、実施例に係る弾性波フィルタ1および比較例1に係る弾性波フィルタ500の通過特性は、いずれも通過帯域（699－716MHz）において低損失であり、有意的な差異は見られない。これは、弾性波フィルタ1の弾性波共振子11が、弾性波フィルタ500の並列腕共振子p1と同様の機能を有しているためと解される。すなわち、弾性波共振子11の反射特性に示されるように、反射損失の極大点である反共振周波数は、弾性波フィルタ1の通過帯域内に位置しており、反射損失の極小点である共振周波数は、弾性波フィルタ1の通過帯域よりも低周波側に位置している。つまり、弾性波共振子11は、ラダー型の弾性波フィルタ1を構成する並列腕共振子として機能している。

[0063] 一方、実施例に係る弾性波フィルタ1および比較例1に係る弾性波フィルタ500の通過帯域よりも高周波側の減衰帯域（Band12のダウンリンク：729－746MHz）では、弾性波フィルタ1の方が弾性波フィルタ500よりも減衰量が大きくなっている。これは、弾性波フィルタ1が有するキャンセル回路10が、第1経路を通過する上記減衰帯域の信号と略逆位相のキャンセル信号を生成し、第1経路を通過する上記減衰帯域の信号を抑制しているためと解される。

[0064] 図6は、比較例2に係る弾性波フィルタ600の回路構成図である。同図に示すように、比較例2に係る弾性波フィルタ600は、入出力端子110および120と、直列腕共振子s1、s2およびs3と、並列腕共振子p1、p21、p22およびp23と、キャンセル回路610と、を備える。比較例2に係る弾性波フィルタ600は、実施例に係る弾性波フィルタ1と比較して、キャンセル回路10の代わりに並列腕共振子p1およびキャンセル回路610が配置されている点が異なる。また、比較例2に係る弾性波フィルタ600は、比較例1に係る弾性波フィルタ500と比較して、キャンセル回路610が付加されている点が異なる。

[0065] キャンセル回路610は、付加回路の一例であり、ノードn1およびノードn2を結ぶ第2経路上に配置された縦結合型の弾性波共振子611および

612を有している。弾性波共振子611および612は、弾性波伝搬方向に並置されている。弾性波共振子611および612のそれぞれは、圧電性を有する基板上に形成されたIDT電極で構成された弾性波共振子である。弾性波共振子611を構成するIDT電極は、互いに対向する2つの楕形電極で構成されており、一方の楕形電極はノードn1に接続され、他方の楕形電極はグラウンドに接続されている。また、弾性波共振子612を構成するIDT電極は、互いに対向する2つの楕形電極で構成されており、一方の楕形電極はノードn2に接続され、他方の楕形電極はグラウンドに接続されている。なお、弾性波共振子611および612の反共振周波数は、上記フィルタ回路の通過帯域外に位置している。

[0066] 上記構成により、キャンセル回路610は、フィルタ回路を通過する所定の周波数帯域の信号と略逆位相のキャンセル信号を弾性波共振子611および612において生成する。これにより、キャンセル回路610は、第1経路上を流れる所定の周波数帯域の信号を抑制し、フィルタ回路の所定の減衰帯域の減衰量を改善できる。比較例2に係る弾性波フィルタ600の入出力端子110ー入出力端子120間の通過特性は、図5に示された弾性波フィルタ1の入出力端子110ー入出力端子120間の通過特性と同様となる。

[0067] 従来の弾性波フィルタでは、比較例2に係る弾性波フィルタ600のように、キャンセル回路を構成する弾性波共振子の反共振周波数は、弾性波フィルタの通過帯域内に配置しない。

[0068] これに対し、実施例に係る弾性波フィルタ1では、キャンセル回路10を構成する弾性波共振子11の反共振周波数を弾性波フィルタ1の通過帯域内に配置している。これにより、弾性波共振子11をラダー型フィルタの並列腕共振子として機能させている。また、弾性波共振子11とは異なる弾性波共振子12から略逆位相のキャンセル信号を取り出すことで、当該キャンセル信号を取り出すことのみに用いられる、キャンセル回路10と第1経路とを接続する配線を削減しつつ、第1経路を流れる不要信号を抑制することができる。これにより、実施例に係る弾性波フィルタ1は、比較例2に係る弾

性波フィルタ 600 と比較して、少なくとも 1 つの並列腕共振子を省略できるので、所定の周波数帯域の減衰特性を改善しつつ、小型化を実現できる。

[0069] なお、実施例に係る弾性波フィルタ 1 において、弾性波共振子 11 だけでなく、弾性波共振子 12 も、ラダー型フィルタの並列腕共振子として機能してもよい。すなわち、弾性波共振子 12 の反共振周波数は、フィルタ回路の通過帯域内に位置していてもよい。つまり、弾性波フィルタ 1 において、キャンセル回路 10 を構成する複数の弾性波共振子のそれぞれが、並列腕共振子として機能してもよい。

[0070] これによれば、ラダー型フィルタ回路の並列腕共振子の数をより削減できるので、より小型化を促進できる。また、略逆位相のキャンセル信号を複数のノードから出力できるので、フィルタ回路の減衰特性を高精度に改善できる。

[0071] また、実施例に係る弾性波フィルタ 1 において、弾性波共振子 12 がラダー型フィルタの並列腕共振子として機能する場合には、直列腕共振子 s3 と入出力端子 120 とを結ぶ配線上のノード n2 に、2 つの並列腕共振子が接続されていることとなる。つまり、弾性波フィルタ 1 において、ノード n2 に接続された複数の並列腕共振子を有し、当該複数の並列腕共振子の 1 つが縦結合型の弾性波共振子として機能してもよい。

[0072] これによれば、直列腕経路の同一ノードに、複数の並列腕共振子が接続されているので、フィルタ回路の通過帯域よりも低周波側の減衰帯域の減衰量を大きくできる。

[0073] [5. 変形例 1 に係る弾性波フィルタ 1A の特性比較]

図 7 は、変形例 1 に係る弾性波フィルタ 1A の回路構成図である。同図に示すように、変形例 1 に係る弾性波フィルタ 1A は、入出力端子 110 および 120 と、直列腕共振子 s1、s2 および s3 と、並列腕共振子 p21、p22 および p23 と、キャンセル回路 10 と、容量素子 C1 と、を備える。本変形例に係る弾性波フィルタ 1A は、実施例に係る弾性波フィルタ 1 と比較して、容量素子 C1 が付加されている点が異なる。以下、変形例 1 に係

る弾性波フィルタ 1 A について、実施例に係る弾性波フィルタ 1 と同じ構成については説明を省略し、異なる構成を中心に説明する。

[0074] キャンセル回路 10 は、ノード n 1 およびノード n 2 を結ぶ第 2 経路上に配置された弾性波共振子 11 および 12 を有している。

[0075] 容量素子 C 1 は、リアクタンス素子の一例であり、弾性波共振子 12 とノード n 2 との間に接続されている。容量素子 C 1 は、ノード n 2 からキャンセル回路 10 を見た場合のインピーダンスを調整することによりキャンセル回路 10 で生成されたキャンセル信号の振幅および位相を調整することが可能である。

[0076] 弾性波共振子 11 を構成する I D T 電極は、互いに対向する 2 つの楕形電極で構成されており、一方の楕形電極はノード n 1 に接続され、他方の楕形電極はグラウンドに接続されている。また、弾性波共振子 12 を構成する I D T 電極は、互いに対向する 2 つの楕形電極で構成されており、一方の楕形電極は容量素子 C 1 の一端に接続され、他方の楕形電極はグラウンドに接続されている。容量素子 C 1 の他端は、ノード n 2 に接続されている。

[0077] 上記構成によれば、容量素子 C 1 により、キャンセル回路 10 にて生成されたキャンセル信号の位相および振幅を調整できるので、弾性波フィルタ 1 A の減衰特性を高精度に改善できる。

[0078] なお、容量素子 C 1 は、弾性波共振子 11 とノード n 1 との間に接続されていてもよく、また、弾性波共振子 11 とノード n 1 との間および弾性波共振子 12 とノード n 2 との間の双方に配置されていてもよい。また、容量素子 C 1 は、インダクタンス素子であってもよい。

[0079] [6. 変形例 2 に係る弾性波フィルタ 1 B の特性比較]

図 8 は、変形例 2 に係る弾性波フィルタ 1 B の回路構成図である。同図に示すように、変形例 2 に係る弾性波フィルタ 1 B は、入出力端子 110 および 120 と、直列腕共振子 s 1、s 2 および s 3 と、並列腕共振子 p 21、p 22 および p 23 と、キャンセル回路 10 B と、を備える。本変形例に係る弾性波フィルタ 1 B は、実施例に係る弾性波フィルタ 1 と比較して、キャ

ンセル回路 10B の回路構成が異なる。以下、変形例 2 に係る弾性波フィルタ 1B について、実施例に係る弾性波フィルタ 1 と同じ構成については説明を省略し、異なる構成を中心に説明する。

[0080] キャンセル回路 10B は、付加回路の一例であり、ノード n1 およびノード n2 を結ぶ第 2 経路上に配置された 3 つの弾性波共振子 13、14 および 15 を有している。弾性波共振子 13、14 および 15 は、それぞれ、第 1 弾性波共振子の一例であり、弾性波伝搬方向に、この順で並置されている。弾性波共振子 13、14 および 15 のそれぞれは、圧電性を有する基板上に形成された I D T 電極で構成された弾性波共振子である。

[0081] 弾性波共振子 14 を構成する I D T 電極は、互いに対向する 2 つの楕形電極で構成されており、一方の楕形電極はノード n1 に接続され、他方の楕形電極はグラウンドに接続されている。また、弾性波共振子 13 を構成する I D T 電極は、互いに対向する 2 つの楕形電極で構成されており、一方の楕形電極はノード n2 に接続され、他方の楕形電極はグラウンドに接続されている。また、弾性波共振子 15 を構成する I D T 電極は、互いに対向する 2 つの楕形電極で構成されており、一方の楕形電極はノード n2 に接続され、他方の楕形電極はグラウンドに接続されている。なお、弾性波共振子 13～15 の弾性波伝搬方向に隣接する位置に、反射器が配置されていてもよい。

[0082] 上記構成によれば、キャンセル回路 10B にて、フィルタ回路を流れる所定の減衰帯域の高周波信号に対して略逆位相のキャンセル信号を生成するバリエーションが増えるので、弾性波フィルタ 1B の減衰特性をより向上できる。

[0083] [7. 縦結合型弾性波共振子、並列腕共振子および直列腕共振子の I D T ピッチの関係]

図 9 は、実施の形態に係る弾性波フィルタ 1 の縦結合型弾性波共振子、並列腕共振子、および直列腕共振子の I D T ピッチの関係を説明する図である。同図に示すように、複数の直列腕共振子 s1、s2 および s3 の反共振周波数 f_{as} は、フィルタ回路の通過帯域よりも高周波側近傍に位置している

。この中で反共振周波数 f_{as} が通過帯域に近い直列腕共振子ほど I D T ピッチは大きい。また、複数の並列腕共振子 p_{21} 、 p_{22} および p_{23} の反共振周波数 f_{ap} は、フィルタ回路の通過帯域内に位置している。この中で反共振周波数 f_{ap} が低周波側に位置する並列腕共振子ほど I D T ピッチは大きい。

[0084] これより、複数の弾性波共振子 11 および 12 の少なくとも 1 つの反共振周波数は、複数の並列腕共振子の反共振周波数のうちで最低の反共振周波数と、複数の直列腕共振子の反共振周波数のうちで最低の反共振周波数との間に位置することが望ましい。

[0085] つまり、複数の弾性波共振子 11 および 12 の少なくとも 1 つが有する I D T 電極の電極指ピッチは、複数の直列腕共振子 s_1 、 s_2 および s_3 のうち反共振周波数 (f_{as}) が最も低い直列腕共振子が有する I D T 電極の電極指ピッチ以上であり、かつ、複数の並列腕共振子 p_{21} 、 p_{22} および p_{23} のうち反共振周波数 (f_{ap}) が最も低い並列腕共振子が有する I D T 電極の電極指ピッチ以下であることが望ましい。

[0086] これによれば、キャンセル回路 10 により、フィルタ回路の所定の減衰帯域の減衰量を改善できるとともに、弾性波共振子 11 および 12 の少なくとも 1 つをフィルタ回路の並列腕共振子として機能させることが可能となるので、フィルタ回路の並列腕共振子の数を削減できる。よって、減衰特性が改善された小型の弾性波フィルタ 1 を実現できる。

[0087] なお、本実施の形態において、各弾性波共振子の I D T ピッチとは、当該弾性波共振子を構成する I D T 電極において、隣接する 2 つの電極指のピッチを平均したものである。平均化された I D T ピッチは、例えば、I D T 電極の弾性波伝搬方向の寸法を電極指本数で除することで取得される。

[0088] (効果等)

本実施の形態に係る弾性波フィルタ 1 は、入出力端子 110 および 120 に接続されたフィルタ回路と、入出力端子 110 と入出力端子 120 とを結ぶ第 1 経路の少なくとも一部と並列に接続されたキャンセル回路 10 と、を

備え、フィルタ回路は、第1経路上に配置された1以上の直列腕共振子と、第1経路とグランドとの間に配置された1以上の並列腕共振子と、を有し、キャンセル回路10は、弾性波伝搬方向に並置された縦結合型の弾性波共振子11および12を有し、弾性波共振子11および12の少なくとも1つはグランドに接続されており、かつ当該少なくとも1つの反共振周波数は、フィルタ回路の通過帯域内に位置している。

[0089] 上記構成によれば、キャンセル回路10により、フィルタ回路の所定の減衰帯域の減衰量を改善できる。また、弾性波共振子11および12の少なくとも1つを、フィルタ回路のノードn1とグランドとの間に配置されるべき並列腕共振子として機能させることが可能となるので、フィルタ回路の並列腕共振子の数を削減できる。よって、減衰特性が改善された小型の弾性波フィルタ1を実現できる。

[0090] また、弾性波フィルタ1において、弾性波共振子11および12の少なくとも1つの共振周波数は、フィルタ回路の通過帯域よりも低周波側に位置していてもよい。

[0091] これによれば、弾性波共振子11および12の少なくとも1つをフィルタ回路の並列腕共振子として機能させることが可能となるので、フィルタ回路の低周波側の減衰帯域の減衰量を改善できる。

[0092] また、弾性波フィルタ1において、弾性波共振子11および12の少なくとも1つは、フィルタ回路を構成する1以上の並列腕共振子の1つであってもよい。

[0093] これによれば、弾性波共振子11および12の少なくとも1つが並列腕共振子を兼用するので、弾性波フィルタ1を小型化できる。

[0094] また、弾性波フィルタ1において、弾性波共振子11および12は、弾性波共振器を構成していてもよい。

[0095] これによれば、キャンセル回路にて、フィルタ回路を流れる所定の減衰帯域の高周波信号に対して略逆位相の高周波信号を生成し易くなり、フィルタ回路を流れる所定の減衰帯域の高周波信号を効果的に抑制することが可能と

なる。

[0096] また、変形例 2 に係る弾性波フィルタ 1 B において、キャンセル回路 1 O B は、3 つの縦結合型弾性波共振子で構成されていてもよい。

[0097] これによれば、キャンセル回路 1 O B にて、フィルタ回路を流れる所定の減衰帯域の高周波信号に対して略逆位相の高周波信号を生成させるバリエーションが増えるので、フィルタ回路の減衰特性をより向上できる。

[0098] また、変形例 1 に係る弾性波フィルタ 1 A は、さらに、弾性波共振子 1 1 および 1 2 のいずれかに接続されたリアクタンス素子を有してもよい。

[0099] これによれば、リアクタンス素子により、キャンセル回路 1 O にて生成された略逆位相の信号振幅を調整できるので、フィルタ回路の減衰特性を高精度に改善できる。

[0100] また、弾性波フィルタ 1 において、フィルタ回路は同一のノードに接続された複数の並列腕共振子を有し、当該複数の並列腕共振子の 1 つは、弾性波共振子 1 2 であってもよい。

[0101] これによれば、直列腕経路の同一ノードに、複数の並列腕共振子が接続されているので、フィルタ回路の通過帯域よりも低周波側の減衰帯域の減衰量を大きくできる。

[0102] また、弾性波フィルタ 1 において、フィルタ回路は、第 1 経路上に配置された 1 以上の直列腕共振子と、複数の並列腕共振子と、を有し、弾性波共振子 1 1 および 1 2 のそれぞれの反共振周波数は、フィルタ回路の通過帯域内に位置しており、弾性波共振子 1 1 および 1 2 のそれぞれは、上記複数の並列腕共振子の 1 つであってもよい。

[0103] これによれば、ラダー型のフィルタ回路の並列腕共振子の数をより削減できるので、より小型化を促進できる。また、略逆位相のキャンセル信号を複数のノードから出力できるので、フィルタ回路の減衰特性を高精度に改善できる。

[0104] また、弾性波フィルタ 1 において、フィルタ回路は、第 1 経路上に配置された複数の直列腕共振子と、複数の並列腕共振子と、を有し、弾性波共振子

１１および１２、複数の直列腕共振子、および複数の並列腕共振子のそれぞれは、圧電性を有する基板上に形成されたＩＤＴ電極を有し、ＩＤＴ電極は、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と、当該複数の電極指を構成する電極指の一方端同士を接続するバスバー電極とで構成された楕形電極を一对有し、弾性波共振子１１および１２の少なくとも１つが有するＩＤＴ電極の電極指ピッチは、複数の直列腕共振子のうち反共振周波数が最も低い直列腕共振子が有するＩＤＴ電極の電極指ピッチ以上であり、かつ、複数の並列腕共振子のうち反共振周波数が最も低い並列腕共振子が有するＩＤＴ電極の電極指ピッチ以下であってもよい。

[0105] これによれば、キャンセル回路１０により、フィルタ回路の所定の減衰帯域の減衰量を改善できるとともに、弾性波共振子１１および１２の少なくとも１つをフィルタ回路の並列腕共振子として機能させることが可能となるので、フィルタ回路の並列腕共振子の数を削減できる。よって、減衰特性が改善された小型の弾性波フィルタ１を実現できる。

[0106] （その他の変形例など）

以上、弾性波フィルタについて、実施の形態を挙げて説明したが、本発明の弾性波フィルタは、上記実施の形態に限定されるものではない。上記実施の形態における任意の構成要素を組み合わせ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、上記実施の形態に係る弾性波フィルタを内蔵した各種機器も本発明に含まれる。

[0107] なお、上記実施の形態に係る弾性波フィルタを構成する弾性波共振子は、例えば、上述した弾性表面波（ＳＡＷ：Ｓｕｒｆａｃｅ Ａｃｏｕｓｔｉｃ Ｗａｖｅ）共振子であるが、ＳＡＷには、表面波だけでなく境界波も含まれる。

[0108] また、上記実施の形態に係る弾性波フィルタを構成する弾性波共振子は、例えばＢＡＷ（Ｂｕｌｋ Ａｃｏｕｓｔｉｃ Ｗａｖｅ）を用いた共振子であってもよい。

[0109] また、例えば、弾性波フィルタにおいて、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

[0110] 本発明は、マルチバンド化およびマルチモード化された周波数規格に適用できる、低損失および高減衰の弾性波フィルタとして、携帯電話などの通信機器に広く利用できる。

符号の説明

[0111] 1、1 A、1 B、5 0 0、6 0 0 弾性波フィルタ
5 基板
1 0、1 0 B、6 1 0 キャンセル回路
1 1、1 2、1 3、1 4、1 5、6 1 1、6 1 2 弾性波共振子
1 6、s 1、s 2、s 3 直列腕共振子
2 6、p 1、p 2 1、p 2 2、p 2 3 並列腕共振子
5 1 高音速支持基板
5 2 低音速膜
5 3 圧電膜
5 4 I D T 電極
5 5 保護層
5 7 圧電単結晶基板
1 0 0 弾性波共振子
1 0 0 a、1 0 0 b 楕形電極
1 1 0、1 2 0 入出力端子
1 5 0 a、1 5 0 b 電極指
1 6 0 a、1 6 0 b バスバー電極
5 4 0 密着層
5 4 2 主電極層
C 1 容量素子

n 1、 n 2 ノード

請求の範囲

- [請求項1] 第1端子および第2端子に接続された第1回路と、
前記第1端子と前記第2端子とを結ぶ第1経路の少なくとも一部と
並列に接続された第2回路と、を備え、
前記第1回路は、
前記第1経路上に配置された1以上の直列腕共振子と、
前記第1経路とグラウンドとの間に配置された1以上の並列腕共振子
と、を有し、
前記第2回路は、弾性波伝搬方向に並置された複数の第1弾性波共
振子を有し、
前記複数の第1弾性波共振子の少なくとも1つはグラウンドに接続さ
れており、かつ当該少なくとも1つの反共振周波数は、前記第1回路
の通過帯域内に位置している、
弾性波フィルタ。
- [請求項2] 前記複数の第1弾性波共振子の前記少なくとも1つの共振周波数は
、前記第1回路の通過帯域よりも低周波側に位置している、
請求項1に記載の弾性波フィルタ。
- [請求項3] 前記複数の第1弾性波共振子の1つの反共振周波数は、前記第1回
路の通過帯域内に位置しており、
前記複数の第1弾性波共振子の前記1つは、前記1以上の並列腕共
振子の1つである、
請求項1または2に記載の弾性波フィルタ。
- [請求項4] 前記複数の第1弾性波共振子は、縦結合型共振器を構成している、
請求項1～3のいずれか1項に記載の弾性波フィルタ。
- [請求項5] 前記複数の第1弾性波共振子は、3つの第1弾性波共振子で構成さ
れている、
請求項4に記載の弾性波フィルタ。
- [請求項6] さらに、

前記複数の第1弾性波共振子の1つに接続されたりアクタンス素子を有する、

請求項1～4のいずれか1項に記載の弾性波フィルタ。

[請求項7]

前記1以上の並列腕共振子は、複数の並列腕共振子であり、

前記複数の並列腕共振子のうち、2以上の並列腕共振子は、

前記第1経路上の同一ノードに接続されており、

前記2以上の並列腕共振子のうち1つは、前記複数の第1弾性波共振子である、

請求項1～6のいずれか1項に記載の弾性波フィルタ。

[請求項8]

前記1以上の並列腕共振子は、複数の並列腕共振子であり、

前記複数の第1弾性波共振子のうち、2以上の第1弾性波共振子のそれぞれの反共振周波数は、前記第1回路の通過帯域内に位置しており、

前記2以上の第1弾性波共振子のそれぞれは、前記複数の並列腕共振子である、

請求項1～7のいずれか1項に記載の弾性波フィルタ。

[請求項9]

前記第1回路は、

前記第1経路上に配置された複数の直列腕共振子と、

前記第1経路とグランドとの間に配置された複数の並列腕共振子と、を有し、

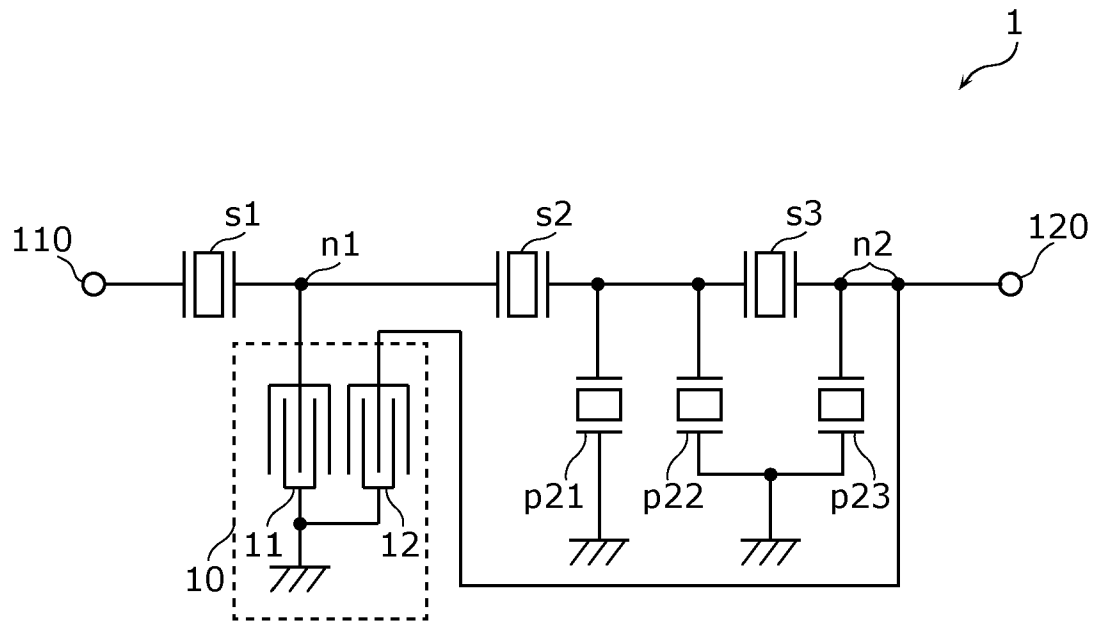
前記複数の第1弾性波共振子、前記複数の直列腕共振子、および前記複数の並列腕共振子のそれぞれは、圧電性を有する基板上に形成されたIDT (InterDigital Transducer) 電極を有し、

前記IDT電極は、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と、当該複数の電極指を構成する電極指の一方端同士を接続するバスバー電極とで構成された櫛形電極を一对有し、

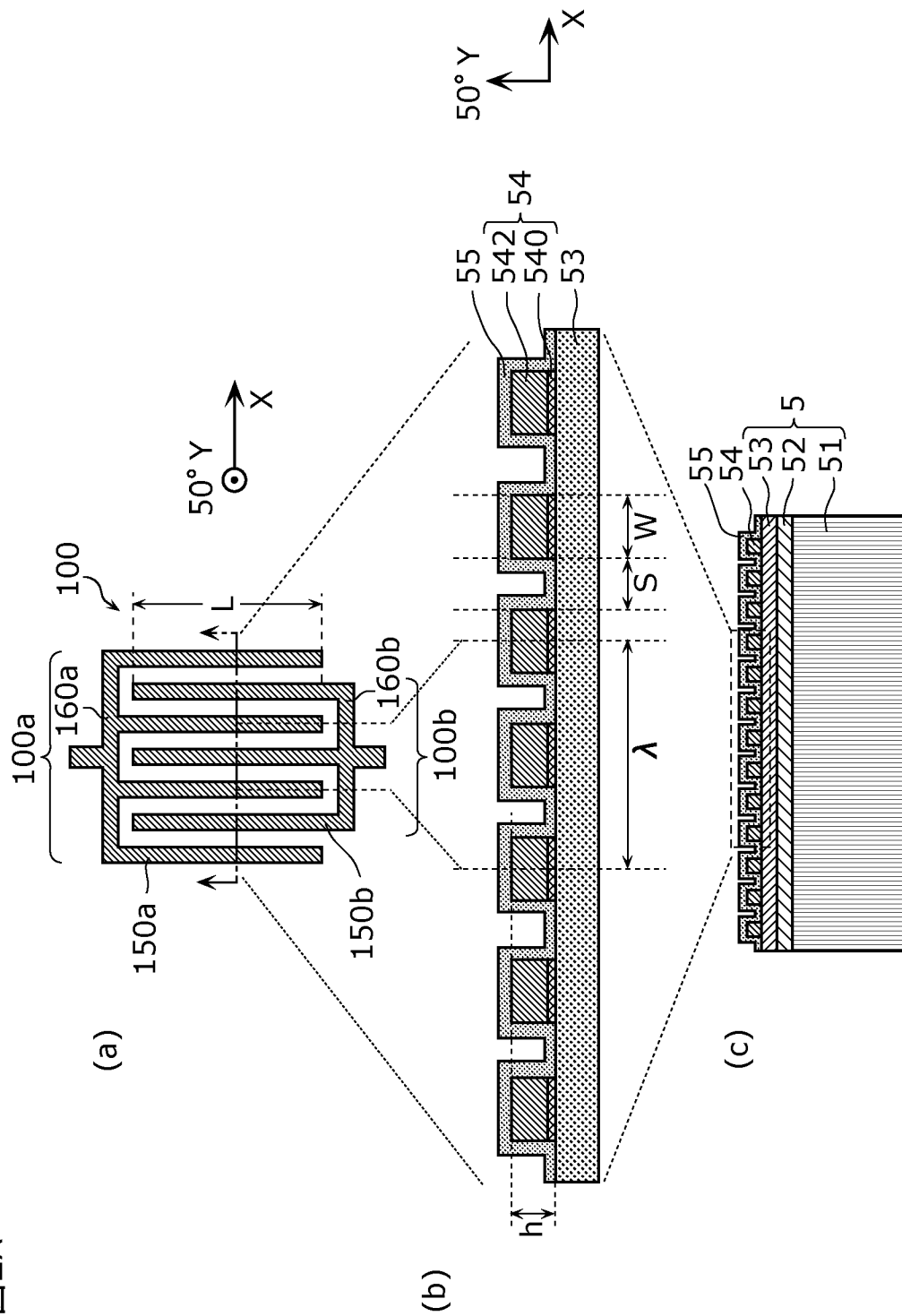
前記複数の第 1 弾性波共振子の少なくとも 1 つが有する I D T 電極の電極指ピッチは、前記複数の直列腕共振子のうち反共振周波数が最も低い直列腕共振子が有する I D T 電極の電極指ピッチ以上であり、かつ、前記複数の並列腕共振子のうち反共振周波数が最も低い並列腕共振子が有する I D T 電極の電極指ピッチ以下である、

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の弾性波フィルタ。

图 1



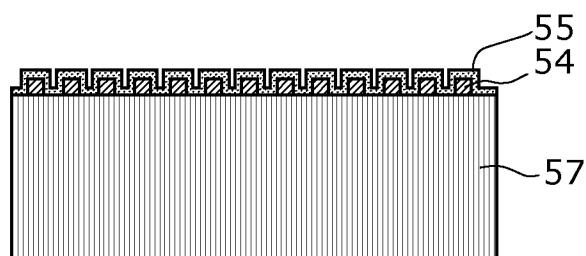
[図2A]



[図2A]

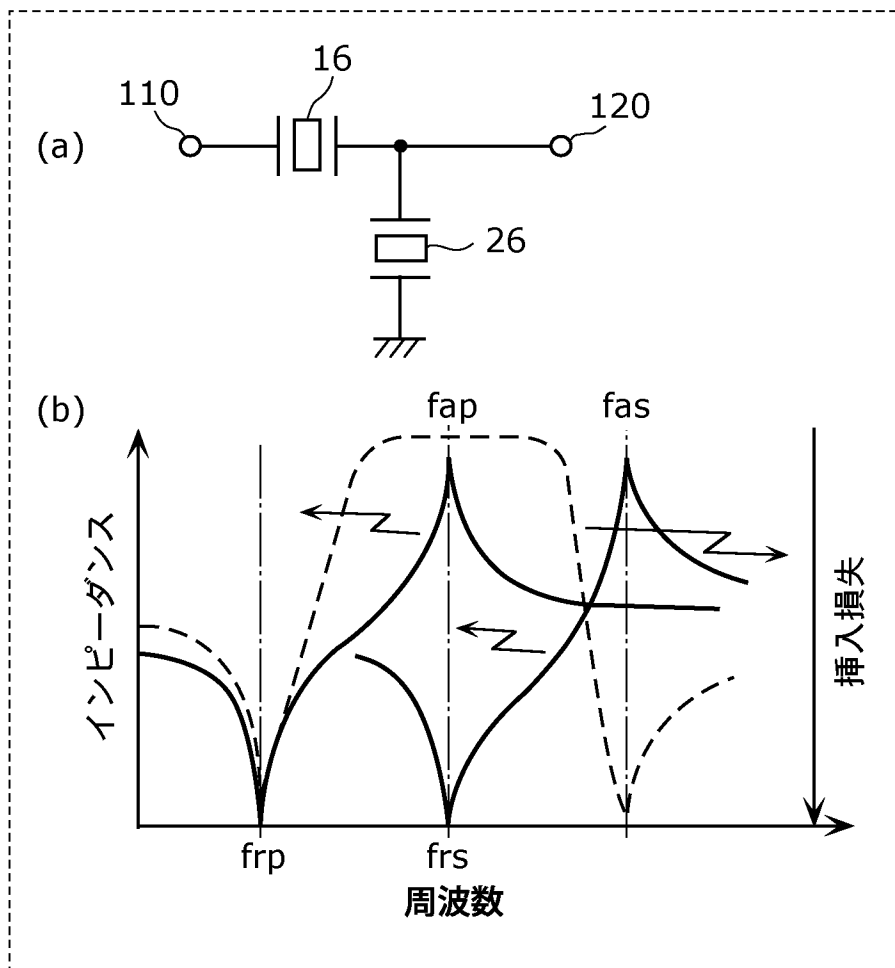
[図2B]

[図2B]



[図3]

図3



[図4]

図4

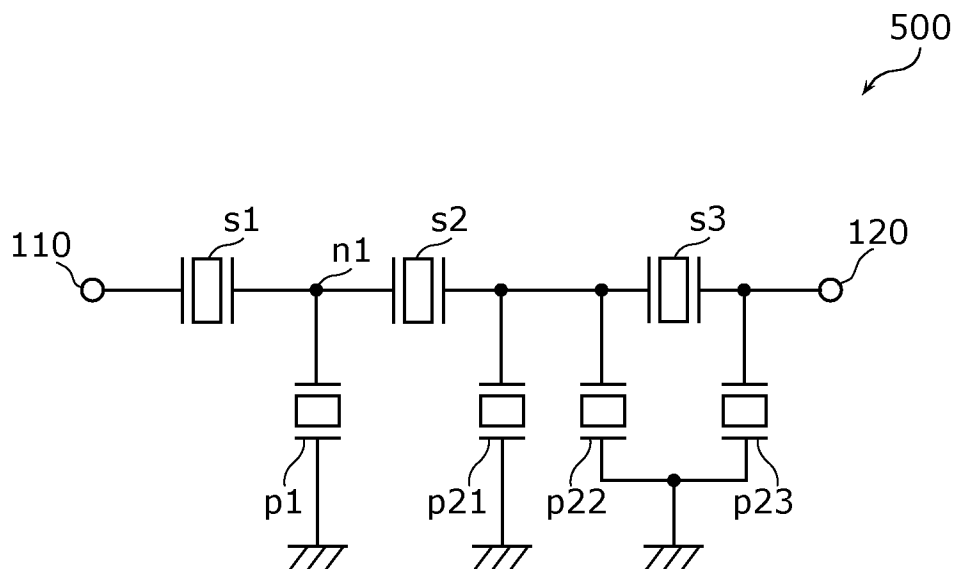
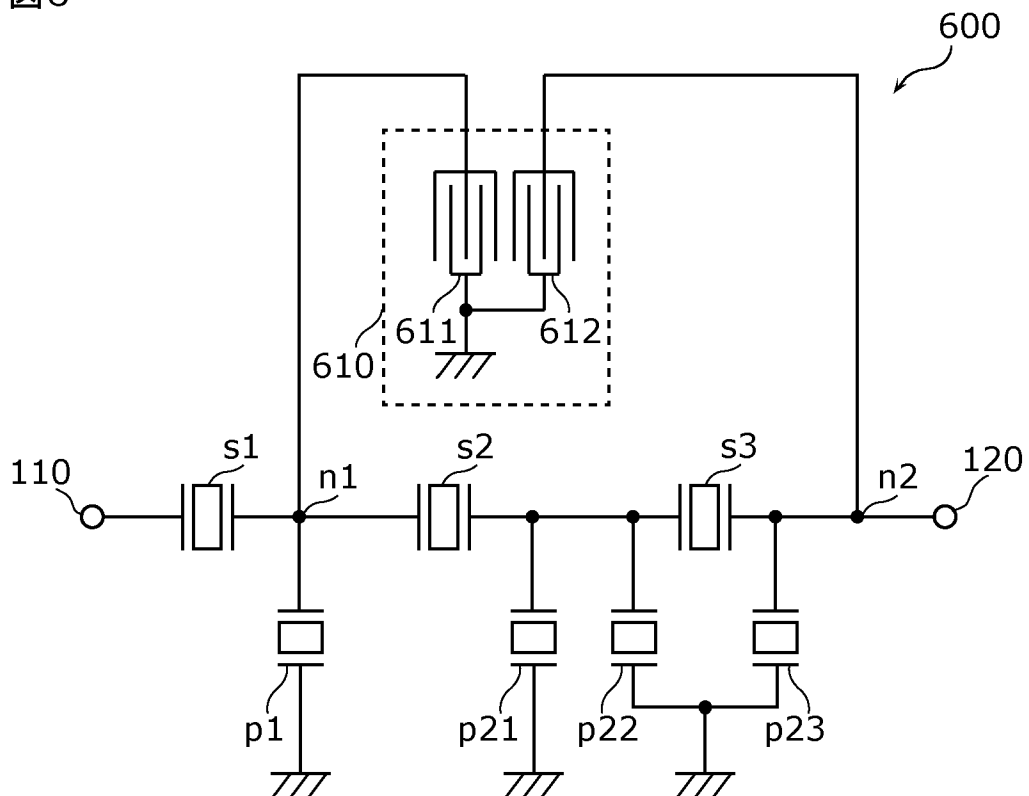
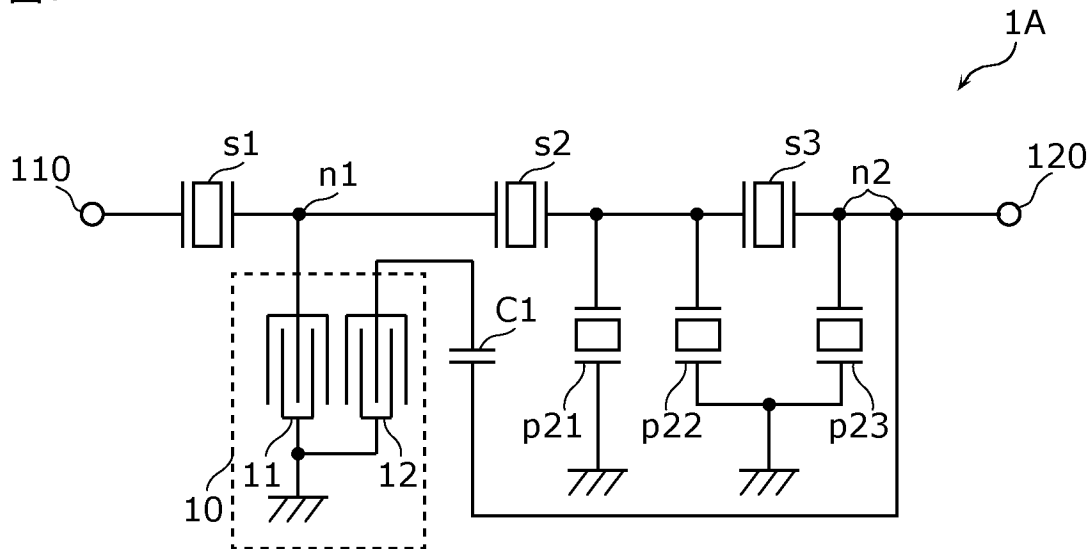


図5



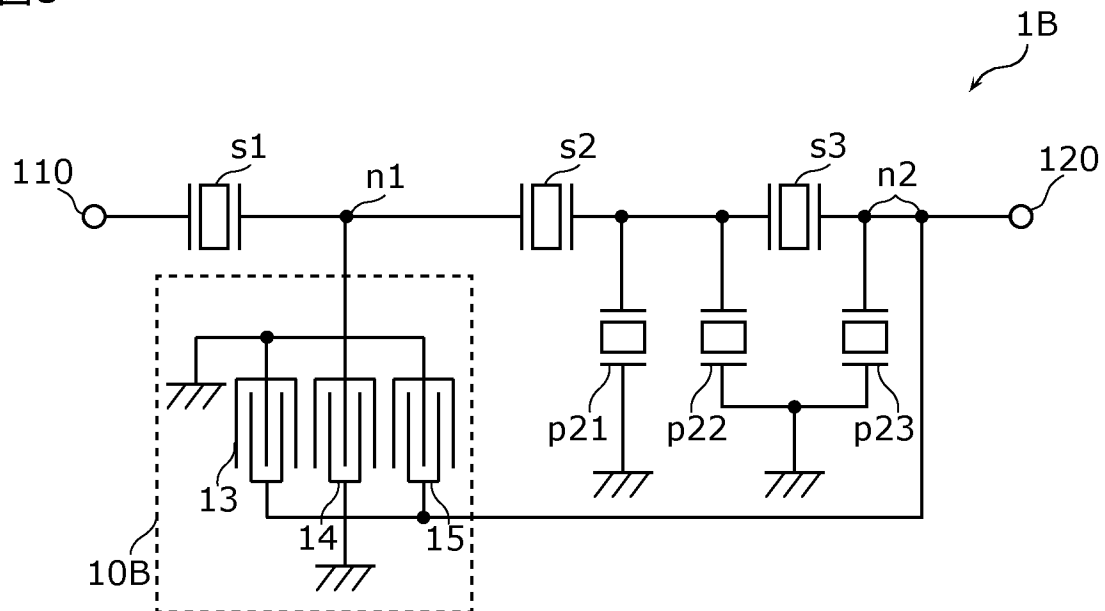
[図7]

図7



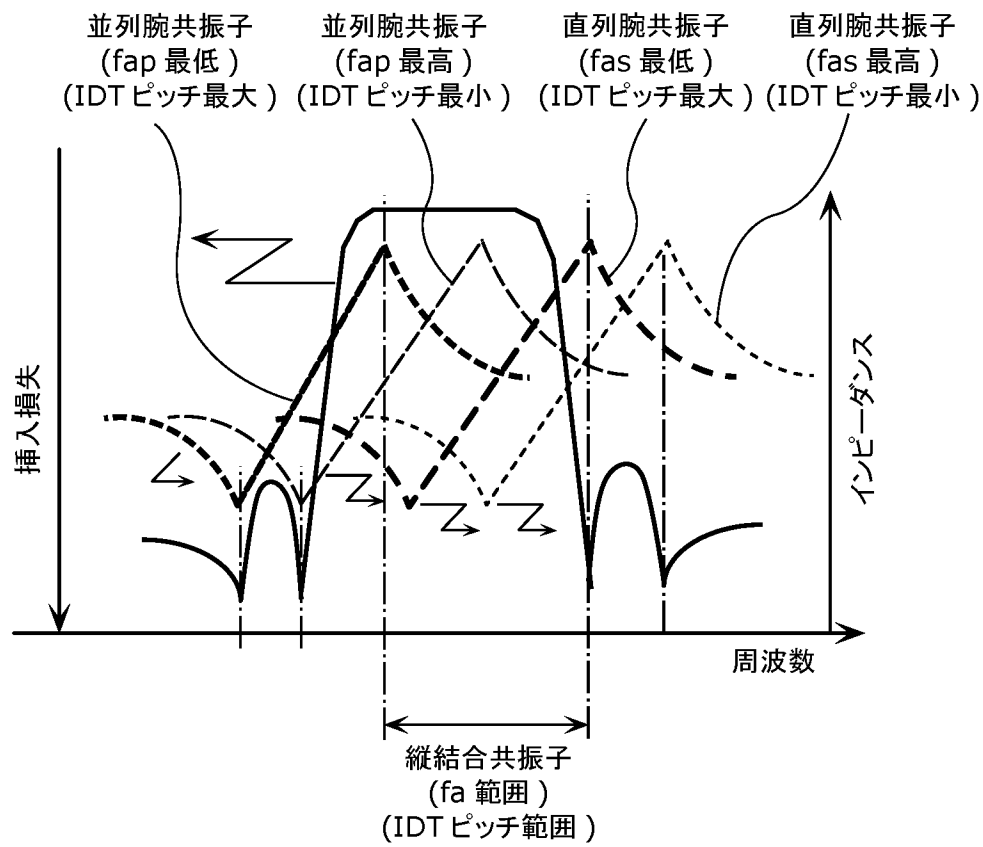
[図8]

図8



[図9]

図9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/007114

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H03H 9/17**(2006.01)i; **H03H 9/64**(2006.01)i

FI: H03H9/64 Z; H03H9/17 F

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)

H03H9/17; H03H9/64

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	JP 2018-88678 A (SKYWORKS SOLUTIONS, INC.) 07 June 2018 (2018-06-07) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2021-16116 A (MURATA MFG. CO., LTD.) 12 February 2021 (2021-02-12) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2018-78489 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 17 May 2018 (2018-05-17) entire text, all drawings	1-9

☐ 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

“T” 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

15 April 2022

Date of mailing of the international search report

26 April 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
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/JP2022/007114

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2018-88678	A	07 June 2018	US	2018/0152191	A1	
				entire text, all drawings			
JP	2021-16116	A	12 February 2021	US	2021/0021256	A1	
				entire text, all drawings			
				CN	112242827	A	
JP	2018-78489	A	17 May 2018	US	2018/0131348	A1	
				entire text, all drawings			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H03H 9/17(2006.01)i; H03H 9/64(2006.01)i FI: H03H9/64 Z; H03H9/17 F		
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）） H03H9/17; H03H9/64		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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	JP 2018-88678 A（スカイワークス ソリューションズ、インコーポレイテッド） 07.06.2018（2018-06-07） 全文, 全図	1-9
A	JP 2021-16116 A（株式会社村田製作所）12.02.2021（2021-02-12） 全文, 全図	1-9
A	JP 2018-78489 A（太陽誘電株式会社）17.05.2018（2018-05-17） 全文, 全図	1-9
☐ 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 15.04.2022		国際調査報告の発送日 26.04.2022
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/JP2022/007114

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2018-88678	A	07.06.2018	US	2018/0152191	A1	
				全文, 全図			
JP	2021-16116	A	12.02.2021	US	2021/0021256	A1	
				全文, 全図			
				CN	112242827	A	
JP	2018-78489	A	17.05.2018	US	2018/0131348	A1	
				全文, 全図			