

(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  
2019年1月24日(24.01.2019)



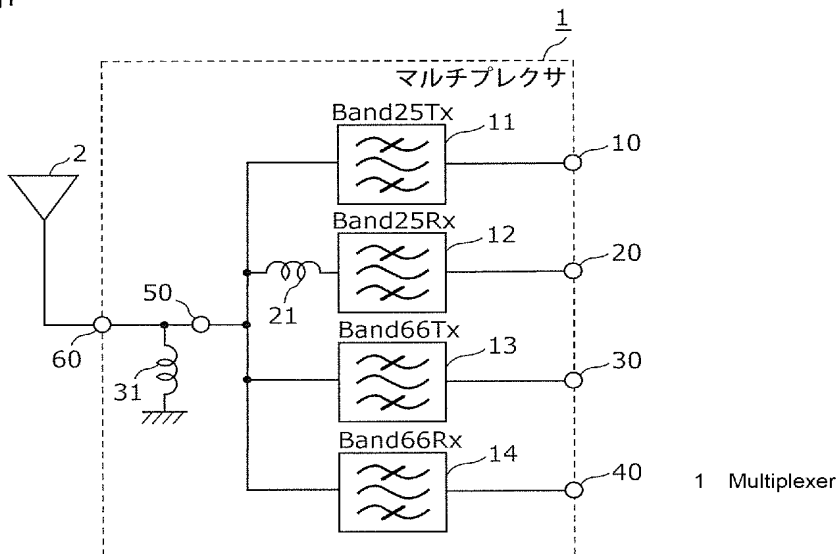
(10) 国際公開番号  
WO 2019/017422 A1

- (51) 国際特許分類: *H03H 9/72* (2006.01) *H03H 9/25* (2006.01)  
*H03H 9/145* (2006.01)
- (72) 発明者: 高峰 裕一 (TAKAMINE, Yuichi);  
〒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).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/027060
- (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).
- (22) 国際出願日: 2018年7月19日(19.07.2018)
- (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 2017-141349 2017年7月20日(20.07.2017) 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, 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,
- (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).

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

(54) 発明の名称: マルチプレクサ、高周波フロントエンド回路および通信装置

図1



(57) Abstract: This multiplexer (1) is provided with a reception-side filter (12) and a reception-side filter (14) having a higher pass band frequency than the reception-side filter (12), wherein: the reception-side filter (12) has a serial arm resonator (101) disposed on a first path and parallel arm resonators (151-153) disposed on a path connecting the first path and the ground; the direction D of connecting tips of a plurality of electrode fingers that constitute each of the resonators crosses the elastic wave propagation direction at a predetermined angle; and the parallel arm resonator (151) closest to a common connection electrode (50) does not include a third electrode finger (atypical finger), while the other parallel arm resonators (152, 153) include the third electrode finger (atypical finger).



WO 2019/017422 A1

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, 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))

---

(57) 要約: マルチプレクサ(1)は、受信側フィルタ(12)と、通過帯域の周波数が受信側フィルタ(12)より高い受信側フィルタ(14)と、を備え、受信側フィルタ(12)は、第1経路上に配置された直列腕共振子(101)、及び、第1経路とグラウンドとを結ぶ経路上に配置された並列腕共振子(151~153)とを有し、各共振子を構成する複数の電極指の先端を結ぶ方向Dは弾性波伝搬方向と所定の角度で交叉しており、共通接続端子(50)に最も近い並列腕共振子(151)は、第3電極指(異型フィンガ)を含まず、その他の並列腕共振子(152および153)は、第3電極指(異型フィンガ)を含む。

## 明 細 書

発明の名称：

マルチプレクサ、高周波フロントエンド回路および通信装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、弾性波フィルタを備えるマルチプレクサ、高周波フロントエンド回路および通信装置に関する。

### 背景技術

[0002] 近年の携帯電話端末等の通信装置は、一端末で複数の周波数帯域および複数の無線方式、いわゆるマルチバンド化およびマルチモード化に対応することが要求されている。これに対応すべく、通信装置の1つのアンテナの直下には、複数の無線搬送周波数を有する高周波信号を分波するマルチプレクサが配置される。マルチプレクサを構成する複数の帯域通過型フィルタとしては、通過帯域内における低損失性および通過帯域周辺における通過特性の急峻性を特徴とする弾性波フィルタが用いられる（例えば、特許文献1参照）。

[0003] 特許文献1には、複数の弾性表面波フィルタが共通接続端子に接続された構成を有する弾性表面波装置（SAWデュプレクサ）が開示されている。当該弾性表面波装置では、一の弾性表面波フィルタを共通接続端子側から見たインピーダンスと、当該一の弾性表面波フィルタ以外の弾性表面波フィルタを共通接続端子側から見た合成インピーダンスとを複素共役の関係にすることで、弾性表面波装置の共通接続端子側から見たインピーダンスを特性インピーダンスに整合させている。これにより、弾性表面波装置の挿入損失の劣化を低減している。

### 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] 従来技術に係る弾性表面波装置では、上記一の弾性表面波フィルタの共通接続端子側から見たインピーダンスを、よりショート側に配置させるべく、複数の並列腕共振子のうち共通接続端子に最も近い位置に配置された並列腕共振子の容量を、他の並列腕共振子に比べて大きくしている。これに起因して、当該一の弾性表面波フィルタの通過帯域の低周波側の急峻性を悪化させないように、複数の並列腕共振子のうち共通接続端子に最も近い位置に配置された並列腕共振子の共振周波数を、他の並列腕共振子の共振周波数よりも低くしている。そのため、通過帯域外の高周波側の阻止域に生じるべきストップバンドリップルが、通過帯域内の高周波端に生じてしまい、当該弾性表面波フィルタの通過帯域幅が狭小化するという問題がある。

[0006] そこで、本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、弾性表面波フィルタの通過帯域幅が狭小化するのを抑制することができるマルチプレクサ、高周波フロントエンド回路およ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

[0007] 上記目的を達成するために、本発明の一態様に係るマルチプレクサは、共通接続端子、第1端子及び第2端子と、前記共通接続端子と前記第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、前記共通接続端子と前記第2端子とを結ぶ第2経路上に配置された第2フィルタと、を備え、前記第1フィルタは、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を結ぶ経路上に配置された2以上の並列腕共振子と、を有し、前記1以上の直列腕共振子および前記2以上の並列腕共振子の各共振子は、基板上に形成された一对の櫛歯状電極からなるIDT電極および反射器を有し、前記2以上の並列腕共振子の各共振子が有する前記IDT電極は、複数の第1電極指と、前記第1電極指と間挿し合っている複数の第2電極指とを有し、前記複数の第1電極指の先端を結ぶ方向及び前記複数の第2電極指の先端を結ぶ方向は、弾性波伝搬方向と交叉しており、前記2以上の並

列腕共振子を構成する前記 I D T 電極は、前記複数の第 1 電極指および前記複数の第 2 電極指のうち前記先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 3 電極指、および、前記先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 4 電極指、の少なくとも一方で構成されており、前記 2 以上の並列腕共振子のうち前記共通接続端子に最も近い並列腕共振子を構成する前記複数の第 1 の電極指および前記複数の第 2 の電極指に占める前記第 4 電極指の本数比率は、その他の並列腕共振子が有する前記複数の第 1 の電極指および前記複数の第 2 の電極指に占める前記第 4 電極指の本数比率よりも高い。

[0008] 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、いわゆるストップバンドリップルが発生し、かつ周波数が低くなるため、通過帯域内の伝送特性を劣化させる場合がある。この対策として、I D T 電極の複数の電極指のそれぞれのバスバー電極と接続された一端と反対側の先端同士を結ぶ方向が、弾性波伝搬方向と交叉するように、I D T 電極の交叉幅に重み付けをした交叉幅重み付け I D T 電極が用いられる。また、この交叉幅重み付け I D T と組み合わせて、通過帯域内の挿入損失をさらに改善するため、電極指先端の電極指幅を電極指中央部の電極指幅よりも広くした、いわゆる異型フィンガが用いられる。この構成により、I D T 電極において、いわゆる横モードリップルが発生するのを抑制することができる。

[0009] また、交叉幅重み付け I D T 電極および異型フィンガが用いられた 1 ポートの弾性表面波で構成された第 1 フィルタにおいて、当該第 1 フィルタの共通接続端子に最も近い並列腕共振子について、当該並列腕共振子を構成する全ての電極指に対する異型フィンガの本数割合を、その他の並列腕共振子の異型フィンガの本数割合より低くする。この構成により、第 1 フィルタを構成する全ての並列腕共振子の異型フィンガの本数割合を同等とした場合と比較して、通過帯域高域側において、第 1 フィルタのフィルタ特性が劣化するのを抑制することができる。

- [0010] また、IDT、圧電膜、低音速膜、高音速膜および支持基板の積層構造の基板上に各共振子のIDT電極が形成されているので、当該IDT電極を含む各共振子のQ値を高い値に維持できる。
- [0011] これにより、弾性表面波フィルタの通過帯域幅が狭小化するのを抑制することができる。
- [0012] また、前記2以上の並列腕共振子のうち前記共通接続端子に最も近い並列腕共振子を構成する前記第3電極指の本数は、その他の並列腕共振子を構成する前記第3電極指の本数よりも少なくてもよい。
- [0013] これにより、第1フィルタの共通接続端子に最も近い並列腕共振子について、異型フィンガの本数割合を、その他の並列腕共振子の異型フィンガの本数割合より低くし、かつ、第1フィルタの共通接続端子に最も近い並列腕共振子を構成する異型フィンガの本数を、その他の並列腕共振子の異型フィンガの本数より少なくするので、各並列腕共振子を構成する各IDT電極の対数および交叉幅などの電極パラメータが異なっても、通過帯域内のリップルを効果的に抑制することが可能となる。したがって、弾性表面波フィルタの通過帯域幅が狭小化するのを抑制することができる。
- [0014] また、前記2以上の並列腕共振子のうち前記共通接続端子に最も近い並列腕共振子の前記IDT電極は、前記第3電極指を含まず、前記その他の並列腕共振子の前記IDT電極は、前記第3電極指を含んでもよい。
- [0015] これにより、通過帯域内のリップルを最も効果的に抑制することが可能となる。したがって、弾性表面波フィルタの通過帯域幅が狭小化するのを抑制することができる。
- [0016] また、前記複数の第1電極指の先端を結ぶ方向と、前記複数の第2電極指の先端を結ぶ方向とは、交叉していなくてもよい。
- [0017] IDT電極の複数の第1電極指の先端同士を結ぶ方向と、複数の第2電極指の先端同士を結ぶ方向とが交叉していない、いわゆる傾斜型IDTを用いることにより、いわゆる横モードリップルが発生するのを抑制するとともに、通過帯域内の伝送特性の劣化を抑制することができる。したがって、弾性

表面波フィルタの通過帯域幅が狭小化するのを抑制することができる。

[0018] また、アンテナに接続されるアンテナ接続端子と前記共通接続端子との間の接続経路に接続された第1インダクタンス素子を有してもよい。

[0019] これにより、共通端子から見たマルチプレクサの複素インピーダンスを微調整することができる。

[0020] また、前記共通接続端子と前記第1フィルタとの間の接続経路に直列接続された第2インダクタンス素子を有してもよい。

[0021] これにより、第1フィルタの通過帯域外の帯域を通過帯域とするフィルタのインピーダンスは誘導性となるので、共通接続端子から見たマルチプレクサの複素インピーダンスを誘導性側方向へと微調整することが可能となる。また、複素共役の関係を利用して、共通接続端子から見たマルチプレクサの複素インピーダンスを特性インピーダンスに調整することができる。

[0022] また、前記第1フィルタは、前記1以上の直列腕共振子及び前記2以上の並列腕共振子で構成されるラダー型のフィルタ構造を有してもよい。

[0023] これにより、第1フィルタの低損失性を確保しつつ、通過帯域内のリップルを抑制することが可能となる。したがって、弾性表面波フィルタの通過帯域幅が狭小化するのを抑制することができる。

[0024] また、前記第1フィルタは、さらに、前記第1経路上に配置された縦結合型のフィルタ構造を有してもよい。

[0025] これにより、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。

[0026] また、前記基板は、前記IDT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。

[0027] これにより、圧電体層を有する基板上に形成されたIDT電極を含む各共振子のQ値を高い値に維持できる。

- [0028] また、前記第1フィルタを含む2つのフィルタを備える第1デュプレクサ、及び、第2デュプレクサによって構成されていてもよい。
- [0029] これにより、複数のデュプレクサを備えるマルチプレクサについて、通過帯域内のリップルを抑制することができる。したがって、弾性表面波フィルタの通過帯域幅が狭小化するのを抑制することができる。
- [0030] 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、上述した特徴を有するマルチプレクサと、前記マルチプレクサに接続された増幅回路と、を備える。
- [0031] これにより、通過帯域内のリップルを抑制し、弾性表面波フィルタの通過帯域幅が狭小化するの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。
- [0032] 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述した特徴を有する高周波フロントエンド回路と、を備える。
- [0033] これにより、通過帯域内のリップルを抑制し、弾性表面波フィルタの通過帯域幅が狭小化するのを抑制することができる通信装置を提供できる。

### 発明の効果

- [0034] 本発明に係るマルチプレクサ、高周波フロントエンド回路および通信装置によれば、弾性表面波フィルタの通過帯域幅が狭小化するのを抑制することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0035] [図1]図1は、実施の形態1に係るマルチプレクサの回路構成図である。
- [図2]図2は、実施の形態1に係るマルチプレクサを構成するBand 25の受信側フィルタの回路構成図である。
- [図3A]図3Aは、実施の形態1に係るBand 25の受信側フィルタの共振子を模式的に表す概略構成図であり、(a)は平面図、(b)および(c)は断面図である。



[図3B]図3Bは、Band 25の受信側フィルタの共振子の他の例を模式的に表す断面図である。

[図4]図4は、実施の形態1に係るBand 25の受信側フィルタのIDT電極の平面図である。

[図5A]図5Aは、実施の形態1に係るマルチプレクサにおけるBand 25の受信側フィルタの伝送特性を示すグラフである。

[図5B]図5Bは、図5Aの一部を拡大したグラフである。

[図6A]図6Aは、実施の形態1に係るマルチプレクサにおけるBand 25の受信側フィルタの、インダクタンス素子を接続する前のインピーダンス特性を示すスミスチャートである。

[図6B]図6Bは、実施の形態1に係るマルチプレクサにおけるBand 25の受信側フィルタの、インダクタンス素子を接続した後のインピーダンス特性を示すスミスチャートである。

[図7]図7は、実施の形態1および比較例に係るBand 25の受信側フィルタの通過特性を比較したグラフである。

[図8]図8は、実施の形態1に係るBand 25の受信側フィルタの共通接続端子に最も近い並列腕共振子の共振特性を、比較例と比べて示すグラフである。

[図9A]図9Aは、実施の形態1に係るBand 25の受信側フィルタの共通接続端子に最も近い並列腕共振子の共振特性を、比較例と比べて示すグラフである。

[図9B]図9Bは、実施の形態1に係るBand 25の受信側フィルタの共通接続端子に最も近い並列腕共振子の反射特性を、比較例と比べて示すグラフである。

[図10]図10は、変形例に係るマルチプレクサの回路構成図である。

[図11]図11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**

[0036] 以下、本発明の実施の形態について、実施の形態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。

[0037] (実施の形態1)

[1. マルチプレクサの基本構成]

本実施の形態では、TD-LTE (Time Division Long Term Evolution) 規格のBand 25 (送信通過帯域: 1850-1915MHz、受信通過帯域: 1930-1995MHz) およびBand 66 (送信通過帯域: 1710-1780MHz、受信通過帯域: 2010-2200MHz) に適用されるクワッドプレクサについて例示する。

[0038] 本実施の形態に係るマルチプレクサ1は、Band 25用デュプレクサとBand 66用デュプレクサとが共通接続端子50で接続されたクワッドプレクサである。

[0039] 図1は、本実施の形態に係るマルチプレクサ1の回路構成図である。同図に示すように、マルチプレクサ1は、送信側フィルタ11および13と、受信側フィルタ12および14と、インダクタンス素子21と、送信入力端子10および30と、受信出力端子20および40と、共通接続端子50と、アンテナ接続端子60とを備えている。送信側フィルタ11および受信側フィルタ12により、第1のデュプレクサであるBand 25用デュプレクサが構成されている。送信側フィルタ13および受信側フィルタ14により、第2のデュプレクサであるBand 66用デュプレクサが構成されている。

[0040] また、マルチプレクサ1は、アンテナ接続端子60においてアンテナ素子

2に接続されている。アンテナ接続端子60と共通接続端子50との接続経路と、基準端子であるグランドとの間には、インダクタンス素子31が接続されている。本実施の形態において、インダクタンス素子31は第1インダクタンス素子である。これにより、共通端子から見たマルチプレクサの複素インピーダンスを微調整することが可能となる。なお、インダクタンス素子31は、アンテナ接続端子60と共通接続端子50との接続経路に直列に接続されていてもよい。共通端子とアンテナ素子との間に小さなインダクタンス値を有する第1インダクタンス素子を接続することにより、共通端子から見たマルチプレクサの複素インピーダンスを誘導側方向へと微調整することができる。また、インダクタンス素子31は、マルチプレクサ1に含めた構成としてもよいし、マルチプレクサ1に外付けされた構成であってもよい。

[0041] 送信側フィルタ11は、送信回路（RFICなど）で生成された送信波を、送信入力端子10を經由して入力し、当該送信波をBand 25の送信通過帯域（1850-1915MHz：第1の通過帯域）でフィルタリングして共通接続端子50へ出力する非平衡入力-非平衡出力型の帯域通過型フィルタである。送信側フィルタ11は、本発明における第2フィルタである。

[0042] 受信側フィルタ12は、共通接続端子50から入力された受信波を入力し、当該受信波をBand 25の受信通過帯域（1930-1995MHz：第2の通過帯域）でフィルタリングして受信出力端子20へ出力する非平衡入力-非平衡出力型の帯域通過型フィルタである。受信側フィルタ12は、本発明における第1フィルタである。

[0043] また、受信側フィルタ12と共通接続端子50との間には、インダクタンス素子21が直列接続されている。本実施の形態において、インダクタンス素子21は第2インダクタンス素子である。インダクタンス素子21が受信側フィルタ12の共通接続端子50側に接続されることにより、受信側フィルタ12の通過帯域外の帯域を通過帯域とする送信側フィルタ11および13ならびに受信側フィルタ14の通過帯域に相当する、受信側フィルタ12の通過帯域におけるインピーダンスは誘導性となる。

- [0044] 送信側フィルタ13は、送信回路（RFICなど）で生成された送信波を、送信入力端子30を經由して入力し、当該送信波をBand66の送信通過帯域（1710-1780MHz：第3の通過帯域）でフィルタリングして共通接続端子50へ出力する非平衡入力-非平衡出力型の帯域通過型フィルタである。送信側フィルタ13は、本発明における第2フィルタである。
- [0045] 受信側フィルタ14は、共通接続端子50から入力された受信波を入力し、当該受信波をBand66の受信通過帯域（2010-2200MHz：第4の通過帯域）でフィルタリングして受信出力端子40へ出力する非平衡入力-非平衡出力型の帯域通過型フィルタである。受信側フィルタ14は、本発明における第2フィルタである。
- [0046] 送信側フィルタ11および13ならびに受信側フィルタ14は、共通接続端子50に直接接続されている。
- [0047] 送信入力端子10および30ならびに受信出力端子20および40は、送信側フィルタ11および13ならびに受信側フィルタ12および14にそれぞれ対応して設けられている。また、送信入力端子10および30ならびに受信出力端子20および40は、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。
- [0048] なお、インダクタンス素子21は、受信側フィルタ12と共通接続端子50との間に限らず、受信側フィルタ14と共通接続端子50との間に直列接続されていてもよい。
- [0049] [2. フィルタの基本構成]
- 次に、送信側フィルタ11および13ならびに受信側フィルタ12および14の基本構成について、Band25Rxを通過帯域とする受信側フィルタ12の基本構成を例に説明する。
- [0050] 図2は、本実施の形態に係るマルチプレクサ1を構成するBand25の受信側フィルタ12の回路構成図である。図2に示すように、受信側フィル

タ 1 2 は、直列腕共振子 1 0 1 と、並列腕共振子 1 5 1 ~ 1 5 3 と、縦結合型フィルタ部 1 0 3 が 2 つ並列に接続された縦結合型フィルタ部とを備える。

[0051] 直列腕共振子 1 0 1 は、受信入力端子 6 2 と受信出力端子 2 0 とを結ぶ第 1 経路（直列腕）に直列に接続されている。また、並列腕共振子 1 5 1 ~ 1 5 3 は、受信入力端子 6 2 と直列腕共振子 1 0 1、直列腕共振子 1 0 1 と縦結合型フィルタ部、縦結合型フィルタ部と受信出力端子 2 0 のそれぞれの接続点と、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。並列腕共振子 1 5 1 ~ 1 5 3 は、基準端子に直接接続されている。直列腕共振子 1 0 1 および並列腕共振子 1 5 1 ~ 1 5 3 の上記接続構成により、受信側フィルタ 1 2 は、ラダー型のバンドパスフィルタを有している。

[0052] 縦結合型フィルタ部 1 0 3 は、受信入力端子 6 2 と受信出力端子 2 0 との間に配置された縦結合型のフィルタ構造を有する。縦結合型フィルタ部 1 0 3 は、直列腕共振子 1 0 1 の受信出力端子 2 0 側に、並列に 2 つ配置されている。各縦結合型フィルタ部 1 0 3 は、5 つの I D T 1 0 3 a ~ 1 0 3 e とその両端に配置された反射器（図示せず）とで構成されている。なお、図 2 では、反射器の図示を省略している。縦結合型フィルタ部 1 0 3 が配置される位置は、上述した位置に限定されず、例えば、受信入力端子 6 2 と直列腕共振子 1 0 1 との間であってかまわない。

[0053] 受信入力端子 6 2 は、インダクタンス素子 2 1（図 1 参照）を介して共通接続端子 5 0（図 1 参照）に接続されている。また、図 2 に示すように、受信入力端子 6 2 は、並列腕共振子 1 5 1 に接続されている。

[0054] このように、受信側フィルタ 1 2 は、第 1 経路上に配置された 1 以上の直列腕共振子（本実施の形態では直列腕共振子 1 0 1）、および、第 1 経路と基準端子（グランド）とを結ぶ経路上に配置された 2 以上の並列腕共振子（本実施の形態では、3 つの並列腕共振子 1 5 1 ~ 1 5 3）で構成されるラダー型のフィルタ構造、および縦結合型フィルタ部を有する。

[0055] なお、受信側フィルタ12の直列腕共振子および並列腕共振子の数は、上述した数に限定されず、直列腕共振子が1以上、並列腕共振子が2以上であればよい。

[0056] また、並列腕共振子151～153は、インダクタンス素子を介して基準端子に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、インダクタンス素子およびキャパシタンス素子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。

[0057] また、図2に示した受信側フィルタ12では、並列腕共振子151～153が接続される基準端子（グランド）は個別化されているが、並列腕共振子151～153が接続される基準端子は共通化されていてもよい。共通化されている基準端子および個別化されている基準端子は、例えば、受信側フィルタ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。

[0058] なお、送信側フィルタ11および13ならびに受信側フィルタ14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、送信側フィルタ11および13ならびに受信側フィルタ14は、ラダー型のフィルタ構造を有する構成であってもよいし、有さない構成であってもよい。また、送信側フィルタ11および13ならびに受信側フィルタ14は、縦結合型のフィルタ構造を有する構成であってもよいし、有さない構成であってもよい。また、送信側フィルタ11および13ならびに受信側フィルタ14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、送信側フィルタ11および13ならびに受信側フィルタ14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。

[0059] [3. 共振子の基本構成]

次に、受信側フィルタ12を構成する各共振子（直列腕共振子および並列腕共振子）の基本構成について説明する。本実施の形態では、共振子は、弾性表面波 (SAW: Surface Acoustic Wave) 共振子

である。

[0060] 図3Aは、本実施の形態に係るBand 25の受信側フィルタ12の共振子を模式的に表す概略構成図であり、(a)は平面図、(b)および(c)は断面図である。図3Aの(b)は、(c)の一部を拡大した図である。図3Aの(a)～(c)には、受信側フィルタ12を構成する複数の共振子のうち、共通接続端子50に最も近い並列腕共振子151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3Aの(a)～(c)に示された並列腕共振子151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。

[0061] 図3Aの(a)に示すように、並列腕共振子151は、互いに対向する一对の櫛歯状電極32aおよび32bと、一对の櫛歯状電極32aおよび32bに対して弾性波の伝搬方向に配置された反射器32cとを有する。一对の櫛歯状電極32aおよび32bは、IDT電極(InterDigital Transducer)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、一对の反射器32cのうち一方が配置されていなくてもよい。

[0062] 櫛歯状電極32aは、櫛歯形状に配置され、互いに平行な複数の電極指322aおよび複数のオフセット電極指323aと、複数の電極指322aのそれぞれの一端同士および複数のオフセット電極指323aのそれぞれの一端同士を接続するバスバー電極321aとで構成されている。本実施の形態において、複数の電極指322aは第1電極指である。

[0063] また、櫛歯状電極32bは、櫛歯形状に配置され、互いに平行な複数の電極指322bおよび複数のオフセット電極指323bと、複数の電極指322bのそれぞれの一端同士および複数のオフセット電極指323bのそれぞれの一端同士を接続するバスバー電極321bとで構成されている。本実施の形態において、複数の電極指322bは第2電極指である。

[0064] 複数の電極指322aおよび322bならびに複数のオフセット電極指3

2 3 a および 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、上述した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、上述した直交方向において対向している。また、複数の電極指 3 2 2 a と複数の電極指 3 2 2 b とは、弾性波伝搬方向（X 軸方向）に交互に配置されている。つまり、複数の電極指 3 2 2 a と複数の電極指 3 2 2 b とは、間挿し合っている。

[0065] ここで、複数の電極指 3 2 2 a のそれぞれの先端同士（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 のそれぞれの先端同士（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）と上述した所定の角度で交差している。つまり、並列腕共振子 1 5 1 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叉するように交叉幅に重み付けがされた、交叉幅重み付け I D T となっている。さらに、図 3 A の（a）に示す並列腕共振子 1 5 1 は、電極指 3 2 2 a の先端同士を結ぶ方向と、電極指 3 2 2 b の先端同士を結ぶ方向とが交叉しない傾斜型 I D T により構成されている。直列腕共振子 1 0 1、並列腕共振子 1 5 2 および 1 5 3 についても、並列腕共振子 1 5 1 と同様、各 I D T 電極は傾斜型 I D T により構成されている。

[0066] 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受信側フィルタ 1 2 では、この対策として、各共振子の I D T 電極には傾斜型 I D T が採用されている。なお、直列腕共振子 1 0 1、並列腕共振子 1 5 1 ~ 1 5 3 は、傾斜型 I D T 電極に限らず、電極指 3 2 2 a の先端同士を結ぶ方向と、電極指 3 2 2 b の先端同士を結ぶ方向とが交叉するように交叉幅に重み付けがされた、交叉幅重み付け I D T 電極であってもよい。例えば、I D



T電極において弾性波伝搬方向の一端側から他端側に行くにつれて交叉幅が減少するように交叉幅に重み付けがされた交叉幅重み付けIDT電極であってもよい。

[0067] 一对の反射器32cは、一对の櫛歯状電極32aおよび32bに対して上述した方向Dに配置されている。具体的には、一对の反射器32cは、上述した方向Dにおいて、一对の櫛歯状電極32aおよび32bを挟むように配置されている。各反射器32cは、グレーティング構造である。一对の反射器32cは、反射器バスバー電極が上述した方向Dに沿って形成されている。

[0068] 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（ここでは並列腕共振子151）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および32bの電極ピッチ、対数およ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。

[0069] また、一对の櫛歯状電極32aおよび32b（複数の電極指322aおよび322b、複数のオフセット電極指323aおよび323b、ならびに、バスバー電極321aおよび321b）で構成されるIDT電極は、図3Aの(b)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、IDT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。

[0070] 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。

[0071] 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。

[0072] 保護層326は、IDT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、

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膜である。保護層 326 の膜厚は、例えば 25 nm である。

[0073] なお、密着層 324、主電極層 325 および保護層 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、上述した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、上述した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。

[0074] 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。

[0075] 図 3A の (c) 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 および圧電体層 327 がこの順で積層された構造を有している。

[0076] 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 LiTaO<sub>3</sub> 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  $\lambda$  とした場合、 $3.5\lambda$  以下であり、例えば、600 nm である。

[0077] 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 および低音速膜 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) 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、シリコン、サファイア、リチウムタンタレート、リチウムニオブイト、または水晶等の圧電体、(2) アルミナ、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) 上述した各材料を主成分とする材料、ならびに、(5) 上述した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。

[0078] 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、弾性波は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 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  $\lambda$  とした場合、 $2\lambda$  以下であり、例えば  $670\ \text{nm}$  である。

[0079] 基板 320 の上述した積層構造によれば、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。

[0080] 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、リチウムニオブイト、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、ガラス等の誘電体またはシリコン、サファイア、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、上述した材料を主成分とする媒質、上述した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。

[0081] また、図3Bは、Band 25の受信側フィルタ12の共振子の他の例を模式的に表す断面図である。図3Aに示した共振子では、共振子を構成するIDT電極が、圧電体層327を有する圧電基板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、図3Bに示すように、圧電体層の単層からなる圧電基板57であってもよい。圧電基板57は、例えば、 $\text{LiNbO}_3$ の圧電単結晶で構成されている。

[0082] 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、 $\text{LiTaO}_3$ 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。

[0083] 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。

[0084] 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。

[0085] また、上述した本実施の形態に係る圧電体層327は、 $50^\circ$  YカットX伝搬 $\text{LiTaO}_3$ 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、および厚みを変更してもよく、上述したカット角以外のカット角を有するLiTaO<sub>3</sub>圧電基板またはLiNbO<sub>3</sub>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。

[0086] 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の一例（実施例）について説明する。

[0087] 弾性表面波共振子の波長とは、図3Aの(b)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 $\lambda$ で規定される。また、電極ピッチは、波長 $\lambda$ の $1/2$ であり、櫛歯状電極32aおよび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および32bの交叉幅Lは、図3Aの(a)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ーは、複数の電極指322aおよび322bのライン幅占有率であり、複数の電極指322aおよび322b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。

[0088] 表1に、実施例に係る受信側フィルタ12を構成する直列腕共振子101、並列腕共振子151～153の電極パラメータ（波長 $\lambda$ 、交叉幅L、対数N、および電極デューティーR）の詳細を示す。この構成では、並列腕共振子151は、並列腕共振子152および153に比べて容量が大きくなるため、並列腕共振子151～153の中で最も周波数が低い共振子となる。

[0089]

[表1]

	直列腕共振子 101	並列腕共振子 151	並列腕共振子 152	並列腕共振子 153
波長 $\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	1.9228	2.0207	1.9937	1.9810
交叉幅L ( $\mu\text{m}$ )	15.1	33.2	16.1	14.7
対数N	80	242	160	118
電極デューティーR	0.5	0.5	0.5	0.5

[0090] また、表2に、実施例に係る受信側フィルタ12を構成する縦結合型フィルタ部103のIDT103a~103eの電極パラメータ（波長 $\lambda$ 、交叉幅L、対数N、および電極デューティーR）の詳細を示す。なお、IDT103a~103eは、波長 $\lambda_1$ のメインピッチ領域と、 $\lambda_1$ よりも小さい波長 $\lambda_2$ の狭ピッチ領域とを有している。IDT103aおよび103eのそれぞれと、IDT103aおよび103eのそれぞれに最も近い反射器との間の距離は、 $0.53\lambda R$ である。

[0091] [表2]

	IDT 103a	IDT 103b	IDT 103c	IDT 103d	IDT 103e
メインピッチ 波長 $\lambda_1$ ( $\mu\text{m}$ )	1.9876	1.9391	1.9694	1.9391	1.9876
狭ピッチ 波長 $\lambda_2$ ( $\mu\text{m}$ )	1.7704	1.8334 (103a側) 1.876 (103c側)	1.8971	1.8334 (103e側) 1.876 (103c側)	1.7704
メインピッチ 対数N1	20.5	12.5	17.0	12.5	20.5
狭ピッチ 対数N2	1.5	1.0 (103a側) 3.5 (103c側)	4.0	1.0 (103e側) 3.5 (103c側)	1.5
電極デューティー R	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

[0092] なお、上述した実施例では、受信側フィルタ12において、全ての直列腕共振子および並列腕共振子が、傾斜型IDTで構成されているものとしているが、受信側フィルタ12を構成する共振子のうち、少なくとも並列腕共振

子 151～153 が傾斜型 I D T で構成されていればよい。また、傾斜型 I D T に限られず、他の交叉幅重み付け I D T であってもよい。

[0093] また、上述した実施例では、全ての直列腕共振子および並列腕共振子が、オフセット電極指を有しているものとしているが、これに限られず、各共振子はオフセット電極指を有していなくてもよい。

[0094] また、送信側フィルタ 11 および 13 ならびに受信側フィルタ 14 を構成する直列腕共振子、並列腕共振子および縦結合型フィルタ部を構成する各 I D T は、傾斜型 I D T、または他の交叉幅重み付け I D T であってもよいし、交叉幅が重み付けされていない I D T であってもよい。

[0095] [4. 実施例と比較例とで異なる共振子構造]

ここでは、本実施の形態の実施例に係る受信側フィルタ 12 において、並列腕共振子 151 と、それ以外の並列腕共振子 152 および 153 とでは、異なる共振子構造を有することを説明する。また、マルチプレクサ 1 との比較のために、後述する比較例に係るマルチプレクサの受信側フィルタ 12 の構成についても説明する。

[0096] なお、直列腕共振子 101 および縦結合型フィルタ部 103 の各 I D T は、上述したように、傾斜型 I D T、または交叉幅重み付け I D T であってもよいし、交叉幅が重み付けされていない I D T であってもよい。以下では、直列腕共振子 101 は並列腕共振子 152 および 153 と同様の構成として、並列腕共振子 152 および 153 と併せて説明する。

[0097] 図 4 は、本実施の形態に係る B a n d 25 の受信側フィルタ 12 の I D T 電極の平面図であり、(a) は I D T 電極の全体構造を示す図、(b) は並列腕共振子 151 の I D T 電極の一部を拡大した図、(c) は直列腕共振子 101、並列腕共振子 152 および 153 の I D T 電極の一部を拡大した図である。

[0098] 図 4 の (a) ～ (c) に示すように、本実施例に係る受信側フィルタ 12 では、並列腕共振子 152 および 153 ならびに直列腕共振子 101 は傾斜型 I D T で構成され、一对の櫛歯状電極 32 a および 32 b を構成する電極

指 3 2 2 a および 3 2 2 b (図 4 の (c) に示す端部 3 2 2 d を有する 3 2 2 b 2) ならびにオフセット電極指 3 2 3 a (図 4 の (c) に示す端部 3 2 3 d を有する 3 2 3 a 2) および 3 2 3 b は、第 3 電極指である。つまり、並列腕共振子 1 5 2 および 1 5 3 ならびに直列腕共振子 1 0 1 のそれぞれを構成する複数の電極指 3 2 2 a および 3 2 2 b ならびにオフセット電極指 3 2 3 a および 3 2 3 b は、端部の電極指幅が中央部における電極指幅よりも広い。

[0099] ここで、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を有する電極指は、異型フィンガと定義される。

[0100] 一方、並列腕共振子 1 5 1 も傾斜型 I D T で構成されるが、一对の櫛歯状電極 3 2 a および 3 2 b を構成する電極指 3 2 2 a および 3 2 2 b (図 4 の (b) に示す 3 2 2 b 1) ならびにオフセット電極指 3 2 3 a (図 4 の (b) に示す 3 2 3 a 1) および 3 2 3 b は、第 4 電極指である。つまり、並列腕共振子 1 5 1 を構成する複数の電極指 3 2 2 a および 3 2 2 b ならびにオフセット電極指 3 2 3 a および 3 2 3 b は、端部の電極指幅が中央部における電極指幅以下であり、いわゆる異型フィンガとはなっていない。

[0101] また、比較例に係るマルチプレクサの受信側フィルタ 1 2 は、実施例に係るマルチプレクサ 1 の受信側フィルタ 1 2 と同様、受信入力端子 6 2 と受信出力端子 2 0 との間に、直列腕共振子 1 0 1、並列腕共振子 1 5 1 ~ 1 5 3、および、縦結合型フィルタ部 1 0 3 が並列に 2 つ接続された縦結合型フィルタ部を有している。比較例に係るマルチプレクサの受信側フィルタ 1 2 において、直列腕共振子 1 0 1、並列腕共振子 1 5 1 ~ 1 5 3 および縦結合型フィルタ部 1 0 3 の各 I D T 1 0 3 a ~ 1 0 3 e のそれぞれの電極パラメータは、表 1 および表 2 に示された本実施例に係る直列腕共振子 1 0 1、並列腕共振子 1 5 1 ~ 1 5 3 および縦結合型フィルタ部 1 0 3 の各 I D T 1 0 3 a ~ 1 0 3 e のそれぞれの電極パラメータと同じである。

[0102] 比較例に係る受信側フィルタ 1 2 が本実施の形態に係る受信側フィルタ 1



2と異なる点は、並列腕共振子151において、一对の櫛歯状電極32aおよび32bを構成する電極指322aおよび322bならびにオフセット電極指323aおよび323bが、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3電極指（異型フィンガ）となっている点である。

[0103] つまり、本実施例に係る受信側フィルタ12では、共通接続端子50に最も近い並列腕共振子151の電極指は、第4電極指で構成され、第3電極指（異型フィンガ）を有していない。また、並列腕共振子152および153の電極指は、第3電極指（異型フィンガ）で構成されている。直列腕共振子101の電極指も、第3電極指（異型フィンガ）で構成されている。

[0104] これに対して、比較例に係る受信側フィルタ12では、直列腕共振子101および並列腕共振子151～153の電極指は、第3電極指（異型フィンガ）で構成されている。

[0105] なお、本実施の形態に係る受信側フィルタ12では、並列腕共振子151の電極指は、第3電極指（異型フィンガ）を有していない構成に限らず、第3電極指を有している構成であってもよい。このとき、並列腕共振子151の電極指に占める第4電極指の本数比率が、並列腕共振子152および153の電極指に占める第4電極指の本数比率よりも高い構成とすればよい。また、並列腕共振子151の電極指に占める第3電極指の本数が、並列腕共振子152および153の電極指に占める第3電極指の本数よりも少ない構成としてもよい。

[0106] 以下、本実施例に係るマルチプレクサ1によって奏される効果について、比較例に係るマルチプレクサと比較しながら説明する。

[0107] [5. 実施例および比較例に係るマルチプレクサの特性比較]

図5Aは、本実施の形態に係るマルチプレクサ1におけるBand 25の受信側フィルタの伝送特性を示すグラフである。図5Bは、図5Aの一部を拡大したグラフである。

[0108] 図5Aおよび図5Bでは、本実施例に係るマルチプレクサ1の構成から受信側フィルタ12だけを取り出して測定した伝送特性を示している。また、

図5 Aおよび図5 Bには、比較例として、上述したように並列腕共振子1 5 1に異型フィンガを設けたときの受信側フィルタ1 2の伝送特性を示している。具体的には、図5 Aおよび図5 Bには、受信側フィルタ1 2を経由する経路の通過特性が示されており、より具体的には、共通接続端子5 0に入力される信号の強度に対する、受信入力端子6 2から出力される信号の強度の比である挿入損失が示されている。

[0109] 図5 Aにおいて破線で囲んだ領域に示すように、本実施例に係る受信側フィルタ1 2では、通過帯域高周波側に発生する減衰極は、比較例に係る受信側フィルタ1 2の場合に比べて高周波側にシフトしている。これにより、本実施例に係る受信側フィルタ1 2の通過帯域幅は、図5 Bに示すように、挿入損失が3 dBとなる場合において約1 MHz 広くなっている。なお、これ以外の電気的特性、特に通過帯域低周波側の急峻性は、実施例に係る受信側フィルタ1 2と比較例に係る受信側フィルタ1 2とでは、ほとんど変わっていない。

[0110] 通過帯域幅が広がると、温度や加工バラつきによる特性バラつきに対する許容範囲が広がる。したがって、本実施例に係る受信側フィルタ1 2によると、マルチプレクサ1の良品率を向上させたり、挿入損失をより小さくすることができる。

[0111] このことは、次のような理由による。図6 Aは、本実施の形態に係るマルチプレクサ1におけるBand 2 5の受信側フィルタ1 2の、インダクタンス素子2 1を接続する前のインピーダンス特性を示すスミスチャートである。図6 Bは、本実施の形態に係るマルチプレクサ1におけるBand 2 5の受信側フィルタ1 2の、インダクタンス素子2 1を接続した後のインピーダンス特性を示すスミスチャートである。なお、図6 Aおよび図6 Bに示すマーカ1および2は送信側フィルタ1 3の通過帯域、マーカ3および4は送信側フィルタ1 1の通過帯域、マーカ5および6は受信側フィルタ1 4の通過帯域、マーカ7および8は受信側フィルタ1 2の通過帯域を示している。

[0112] 上述したように、受信側フィルタ1 2と共通接続端子5 0との間にインダ

クタン素子 21 を直列に接続した状態でマルチプレクサ 1 のアンテナ接続端子 60 と共通接続端子 50 とのインピーダンスの整合をとる場合、共通接続端子 50 に接続された送信側フィルタ 11 および 13 ならびに受信側フィルタ 12 および 14 の通過帯域のインピーダンスは、図 6 A に示すインピーダンスから、図 6 B に示すインピーダンスのように、誘導性側に移動させる必要がある。ここで、インダクタ素子 21 の値をできるだけ小さくするためには、インダクタ素子 21 を接続する前のマルチプレクサ 1 において、送信側フィルタ 11 および 13 ならびに受信側フィルタ 12 および 14 の通過帯域のインピーダンスを、図 6 A に示すように、可能な限りショート付近（スミスチャートの左端）に配置する必要がある。

[0113] そして、送信側フィルタ 11 および 13 ならびに受信側フィルタ 12 および 14 の通過帯域のインピーダンスを、可能な限りショート付近（スミスチャートの左端）に配置するには、受信側フィルタ 12 の共通接続端子 50 に最も近い並列腕共振子 151 の容量を、並列腕共振子 152 および 153 の容量よりも大きくする必要がある。

[0114] ここで、一般に、並列腕共振子は、通過帯域低周波側の急峻性を向上する目的にも用いられるが、通過帯域低周波側の急峻性を向上するためには、並列腕共振子の共振点を通過帯域のごく近傍の周波数に配置する必要がある。しかし、容量が大きい並列腕共振子 151 について、共振点を通過帯域の近傍の周波数に配置すると、ロスが悪化してしまう。

[0115] 図 7 は、本実施の形態および比較例に係る Band 25 の受信側フィルタ 12 の通過特性を比較したグラフである。図 7 において、比較例の波形（実線）は、本実施の形態の波形（破線）に比べて、共通接続端子 50 に最も近い位置に配置された並列腕共振子 151 の波長を  $0.02 \mu\text{m}$  小さくして共振点を通過帯域の近傍の周波数に近づけた場合の特性を表している。

[0116] 図 7 に示すように、並列腕共振子 151 の共振点を通過帯域の近傍の周波数に近づけた場合には、通過帯域低周波側においてロスが大きく悪化していることがわかる。

- [0117] したがって、通過帯域低周波側のロスの悪化を抑制するには、並列腕共振子 151 の共振点の周波数を、並列腕共振子 152 および 153 の共振点の周波数に比べて低くする必要がある。
- [0118] 図 8 は、実施の形態 1 に係る Band 25 の受信側フィルタ 12 の並列腕共振子 151、152 および 153 の共振特性を示すグラフである。図 8 において、(a) は受信側フィルタ 12 の挿入損失、(b) は並列腕共振子 151、152 および 153 のインピーダンスの周波数特性（いわゆるインピーダンス特性）を示している。
- [0119] 図 8 の (b) に示すように、並列腕共振子 151 の共振周波数  $f_{rp151}$  を、並列腕共振子 152 の共振周波数  $f_{rp152}$  および並列腕共振子 153 の共振周波数  $f_{rp153}$  に比べて低くすることにより、図 8 の (a) に示すように、受信側フィルタ 12 の通過帯域低周波側のロスの悪化を抑制することができる。
- [0120] 一方、その弊害として、図 8 の (b) に示すように、並列腕共振子 151 では、通過帯域の高周波側にストップバンドリップルが生じる（破線丸の領域）。ストップバンドリップルとは、共振子の反射器に起因して、通過帯域以外の阻止域、例えば、共振子の反共振点より周波数が高い側に生じるさざ波状のインピーダンスの乱れである。これにより、受信側フィルタ 12 の高周波側の通過帯域幅が狭くなるという問題がある。
- [0121] 詳細には、並列腕共振子 151 において、反射器 32c は、伝搬された弾性表面波を外部に漏らさずに閉じ込めるために、共振子の共振周波数を含む所定の帯域において高い反射係数を有するように設計されている。
- [0122] このとき、反射係数が高い所定の帯域の周辺帯域には、反射器 32c に起因する、反射係数が大きくなったり小さくなったりを繰り返す反射係数の跳ね返りが発生する。
- [0123] SAW 共振子では、この反射係数の跳ね返りにより、図 8 の (b) に破線の丸で示したように、反共振点よりも周波数が高い側（すなわち、共振周波数  $f_r$  および反共振周波数  $f_a$  のいずれよりも高域側）において、インピー

ダンス特性にリップルが生じる。

[0124] 一般的に、ラダー型のフィルタ構造を有するフィルタでは、直列腕共振子の共振周波数  $f_{rs}$  と並列腕共振子の反共振周波数  $f_{ap}$  とを略一致させることで、 $f_{rs}$  および  $f_{ap}$  を通過帯域の中心周波数とする帯域通過型フィルタを構成する。ラダー型のフィルタ構造においてSAW共振子を並列腕共振子として用いると、帯域通過型フィルタの高域側において、上述した反射器32cに起因するストップバンドリップルが発生する。

[0125] 具体的には、本実施の形態において比較例として示したように、受信側フィルタ12の並列腕共振子151のIDT電極を構成する電極指を、直列腕共振子101、並列腕共振子152および153のIDT電極を構成する電極指と同様に、第3電極指（異型フィンガ）とした場合、受信側フィルタ12の高域側にリップルが生じる。

[0126] これに対して、実施例に係る構成では、受信側フィルタ12の並列腕共振子151のIDT電極を構成する電極指を、並列腕共振子152および153のIDT電極を構成する電極指と異ならせ、第4電極指（異型フィンガなし）としている。これにより、受信側フィルタ12の高域側に発生したストップバンドリップルを、より高周波側にシフトさせるとともに、ストップバンドリップルの大きさを小さくすることができる。このことについて図9Aおよび図9Bを用いて説明する。

[0127] 図9Aは、実施の形態1に係るBand25の受信側フィルタ12の共通接続端子50に最も近い並列腕共振子151の共振特性を、比較例と比べて示すグラフである。図9Bは、実施の形態1に係るBand25の受信側フィルタ12の共通接続端子50に最も近い並列腕共振子151の反射特性を、比較例と比べて示すグラフである。具体的には、図9Aには、第3電極指（異型フィンガ）で構成された比較例に係る並列腕共振子151の共振特性（破線）と、第4電極指（異型フィンガなし）で構成された実施例に係る並列腕共振子151の共振特性（実線）とが示されている。また、図9Bには、第3電極指（異型フィンガ）で構成された比較例に係る並列腕共振子15

1の反射特性（破線）と、第4電極指（異型フィンガなし）で構成された実施例に係る並列腕共振子151の反射特性（実線）とが示されている。この反射特性は、共通接続端子50から受信側フィルタ12に入力された信号の強度に対して、共通接続端子50に出力された信号の強度比である反射損失（リターンロス）が示されている。

[0128] 並列腕共振子151が、圧電体層227、低音速膜228、および高音速支持基板329の積層構造の基板に傾斜型IDTの構造を有する場合、比較例として示したように、IDT電極が第3電極指（異型フィンガ）を有する構成とすることにより、図9Aに示すように、共振子のQ特性は向上するが、反共振点よりも高周波側には、ストップバンドリップルが大きく発生する。

[0129] これに対して、実施例として示したように、並列腕共振子151のIDT電極が第3電極指（異型フィンガ）を有さない第4電極指（異型フィンガなし）のみの構成の場合、図9Aに示すように、共振特性は劣化するものの、図9Bに示すように、ストップバンドリップルは、より高周波側にシフトする。なお、この共振特性の劣化は、並列腕共振子151の共振点の周波数が他の並列腕共振子152および153の共振点の周波数に比べて低くされているため、受信側フィルタ12の特性、特に通過帯域低周波側の急峻性に影響を与えるものではない。また、リップルのレベル（大きさ）は小さくなり、リターンロスは低減する。これにより、実施例に係る受信側フィルタ12の通過帯域は、比較例に対して広くなる。また、ストップバンドリップルは、受信側フィルタ12の高周波側の阻止域において発生するため、受信側フィルタ12の通過帯域に対して影響を与えない。

[0130] このように、本実施例にかかるマルチプレクサ1では、並列腕共振子151の異型フィンガの本数比率を、並列腕共振子152および153よりも低くしている。これにより、受信側フィルタ12のストップバンドリップルを高周波側にシフトするとともに小さくできるので、低周波側の受信側フィルタ12の通過帯域幅が狭小化するのを抑制することができる。

- [0131] なお、本発明に係るマルチプレクサは上記構成に限定されない。例えば、上記実施例に係る受信側フィルタ12において、共通接続端子50に最も近い並列腕共振子151を構成する電極指に占める第4電極指の本数比率が、その他の並列腕共振子152および153を構成する電極指に占める第4電極指の本数比率より高くてもよい。
- [0132] これにより、受信側フィルタ12を構成する全ての並列腕共振子151～153の異型フィンガの本数割合を同等とした場合と比較して、受信側フィルタ12の通過帯域高周波側に発生するリップルを抑制することができる。これにより、受信側フィルタ12の通過帯域幅が狭小化するのを抑制することができる。
- [0133] さらに、上述したように、実施例に係る受信側フィルタ12において、共通接続端子50に最も近い並列腕共振子151を構成するIDT電極における第3電極指（異型フィンガ）の本数が、その他の並列腕共振子152および153を構成するIDT電極における第3電極指（異型フィンガ）の本数より少なくてもよい。
- [0134] これにより、各並列腕共振子を構成する各IDT電極の対数および交叉幅などの電極パラメータが異なっても、受信側フィルタ14の通過帯域内のリップルを効果的に抑制することが可能となる。
- [0135] （変形例）  
本発明に係るマルチプレクサは、上述した実施の形態1に示したように、共通接続端子50とアンテナ接続端子60との接続経路と基準端子との間にインダクタンス素子31が接続された構成に限らない。
- [0136] 図10は、実施の形態1の変形例に係るマルチプレクサ1aの回路構成図である。本変形例に係るマルチプレクサ1aは、図10に示すように、例えば、共通接続端子50とアンテナ接続端子60との接続経路に直列にインダクタンス素子31が接続された構成である。
- [0137] この構成であっても、上述したように、受信側フィルタ12のストップバンドリップルを小さくすることにより、低周波側の受信側フィルタ12のフ

フィルタ特性を劣化させることなく、高周波側の受信側フィルタ 14 の通過帯域内のリップルを抑制することができる。

[0138] なお、共通接続端子 50 とアンテナ接続端子 60 との間には、1 つのインダクタンス素子が接続された構成に限らず、複数のインダクタンス素子が接続された構成であってもよい。また、インダクタンス素子に限らずキャパシタンス素子が接続された構成であってもよい。また、インダクタンス素子およびキャパシタンス素子は、共通接続端子 50 とアンテナ接続端子 60 との間に直列に接続されていてもよいし、共通接続端子 50 とアンテナ接続端子 60 との接続経路と基準端子との間に接続されていてもよい。

[0139] (実施の形態 2)

上述した実施の形態 1 およびその変形例に係るマルチプレクサは、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および通信装置について説明する。

[0140] 図 11 は、実施の形態 2 に係る高周波フロントエンド回路 5 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 5 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、および、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 5 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 6 を構成している。

[0141] 高周波フロントエンド回路 5 は、実施の形態 1 に係るマルチプレクサ 1 と、受信側スイッチ 80 および送信側スイッチ 70 と、ローノイズアンプ回路 81 と、パワーアンプ回路 71 と、を備える。

[0142] 送信側スイッチ 70 は、マルチプレクサ 1 の送信入力端子 10 および 30 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 71 に接続された共通端子を有するスイッチ回路である。

[0143] 受信側スイッチ 80 は、マルチプレクサ 1 の受信出力端子 20 および 40 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 81



に接続された共通端子を有するスイッチ回路である。

- [0144] これら送信側スイッチ70および受信側スイッチ80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5は、キャリアアグリゲーションに対応してもかまわない。
- [0145] パワーアンプ回路71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70およびマルチプレクサ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。
- [0146] ローノイズアンプ回路81は、アンテナ素子2、マルチプレクサ1および受信側スイッチ80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。
- [0147] 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71へ出力する。RF信号処理回路3は、例えば、RFICである。
- [0148] 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。
- [0149] なお、高周波フロントエンド回路5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。
- [0150] 以上のように構成された高周波フロントエンド回路5および通信装置6によれば、上述した実施の形態1に係るマルチプレクサ1を備えることにより、通過帯域内のリップルを抑制することができる。

[0151] なお、高周波フロントエンド回路5は、実施の形態1に係るマルチプレクサ1に代わり、実施の形態1の変形例に係るマルチプレクサ1aを備えてもかまわない。

[0152] また、通信装置6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。

[0153] (その他の変形例など)

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

[0154] 例えば、上記説明では、マルチプレクサとして、クワッドプレクサを例に説明したが、本発明は、例えば、3つのフィルタのアンテナ接続端子が共通化されたトリプレクサや、6つのフィルタのアンテナ接続端子が共通化されたヘキサプレクサについても適用することができる。つまり、マルチプレクサは、2以上のフィルタを備えていればよい。

[0155] また、マルチプレクサは、送信側フィルタおよび受信側フィルタの双方を備える構成に限らず、送信側フィルタのみ、または、受信側フィルタのみを備える構成であってもかまわない。

[0156] また、上述した実施の形態1では、受信側フィルタ12が第1フィルタに相当するとして説明した。つまり、第1フィルタは、実施の形態1では受信フィルタであった。しかし、本発明は、第1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フィルタは、送信側フィルタであってもよい。

### 産業上の利用可能性

[0157] 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、フロントエンド回路および通信装置として、携帯電話などの通信機器に広く利用できる。

### 符号の説明

- [0158] 1、1 a マルチプレクサ
- 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)
- 5 高周波フロントエンド回路
- 6 通信装置
- 10、30 送信入力端子
- 11、13 送信側フィルタ
- 12、14 受信側フィルタ
- 20、40 受信出力端子
- 21 インダクタンス素子 (第2インダクタンス素子)
- 31 インダクタンス素子 (第1インダクタンス素子)
- 32 a、32 b 櫛歯状電極
- 32 c 反射器
- 50 共通接続端子
- 54 IDT電極
- 55、326 保護層
- 57 圧電基板
- 60 アンテナ接続端子
- 62 受信入力端子
- 70 送信側スイッチ
- 71 パワーアンプ回路
- 80 受信側スイッチ
- 81 ローノイズアンプ回路
- 101 直列腕共振子
- 103 縦結合型フィルタ部
- 103 a、103 b、103 c、103 d、103 e IDT
- 151、152、153 並列腕共振子

- 3 2 0 基板
- 3 2 1 a、3 2 1 b バスバー電極
- 3 2 2 a 電極指（第1電極指）
- 3 2 2 b 電極指（第2電極指）
- 3 2 2 d、3 2 3 d 端部
- 3 2 3 a、3 2 3 b、3 2 3 a 1、3 2 3 a 2 オフセット電極指
- 3 2 4 密着層
- 3 2 5 主電極層
- 3 2 7 圧電体層
- 3 2 8 低音速膜
- 3 2 9 高音速支持基板

## 請求の範囲

[請求項1]

共通接続端子、第1端子及び第2端子と、  
前記共通接続端子と前記第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、  
前記共通接続端子と前記第2端子とを結ぶ第2経路上に配置された第2フィルタと、を備え、  
前記第1フィルタは、  
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経路とグランドとを結ぶ経路上に配置された2以上の並列腕共振子と、  
を有し、  
前記1以上の直列腕共振子および前記2以上の並列腕共振子の各共振子は、基板上に形成された一对の櫛歯状電極からなるIDT電極および反射器を有し、  
前記2以上の並列腕共振子の各共振子が有する前記IDT電極は、  
複数の第1電極指と、前記第1電極指と間挿し合っている複数の第2電極指とを有し、  
前記複数の第1電極指の先端を結ぶ方向及び前記複数の第2電極指の先端を結ぶ方向は、弾性波伝搬方向と交叉しており、  
前記複数の第1電極指および前記複数の第2電極指は、先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3電極指、および、先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4電極指、の少なくとも一方で構成されており、  
前記2以上の並列腕共振子のうち前記共通接続端子に最も近い並列腕共振子を構成する前記複数の第1の電極指および前記複数の第2の電極指に占める前記第4電極指の本数比率は、その他の前記2以上の並列腕共振子が有する前記複数の第1の電極指および前記複数の第2の電極指に占める前記第4電極指の本数比率よりも高い、

マルチプレクサ。

- [請求項2] 前記2以上の並列腕共振子のうち前記共通接続端子に最も近い並列腕共振子を構成する前記第3電極指の本数は、その他の前記2以上の並列腕共振子を構成する前記第3電極指の本数よりも少ない、  
請求項1に記載のマルチプレクサ。
- [請求項3] 前記2以上の並列腕共振子のうち前記共通接続端子に最も近い並列腕共振子の前記IDT電極は、前記第3電極指を含まず、  
前記その他の並列腕共振子の前記IDT電極は、前記第3電極指を含む、  
請求項1または2に記載のマルチプレクサ。
- [請求項4] 前記複数の第1電極指の先端を結ぶ方向と、前記複数の第2電極指の先端を結ぶ方向とは、交叉していない、  
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] アンテナに接続されるアンテナ接続端子と前記共通接続端子との間の接続経路に接続された第1インダクタンス素子を有する、  
請求項1～4のいずれか1項に記載のマルチプレクサ。
- [請求項6] 前記共通接続端子と前記第1フィルタとの間の接続経路に直列接続された第2インダクタンス素子を有する、  
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フィルタは、前記1以上の直列腕共振子及び前記2以上の並列腕共振子で構成されるラダー型のフィルタ構造を有する、  
請求項1～6のいずれか1項に記載のマルチプレクサ。
- [請求項8] 前記第1フィルタは、さらに、前記第1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1～7のいずれか1項に記載のマルチプレクサ。
- [請求項9] 前記基板は、  
前記IDT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、を備える、

請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載のマルチプレクサ。

[請求項10]

前記第 1 フィルタを含む 2 つのフィルタを備える第 1 デュプレクサ、及び、第 2 デュプレクサによって構成されている、

請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載のマルチプレクサ。

[請求項11]

請求項 1～10 のいずれか 1 項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]

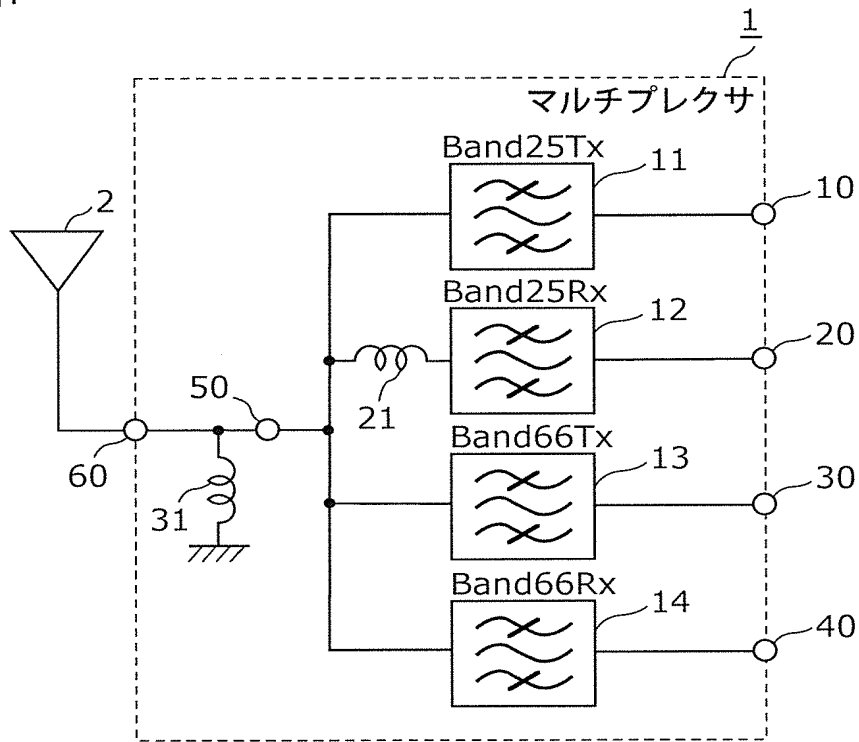
アンテナ素子で送受信される高周波信号を処理する R F 信号処理回路と、

前記アンテナ素子と前記 R F 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。

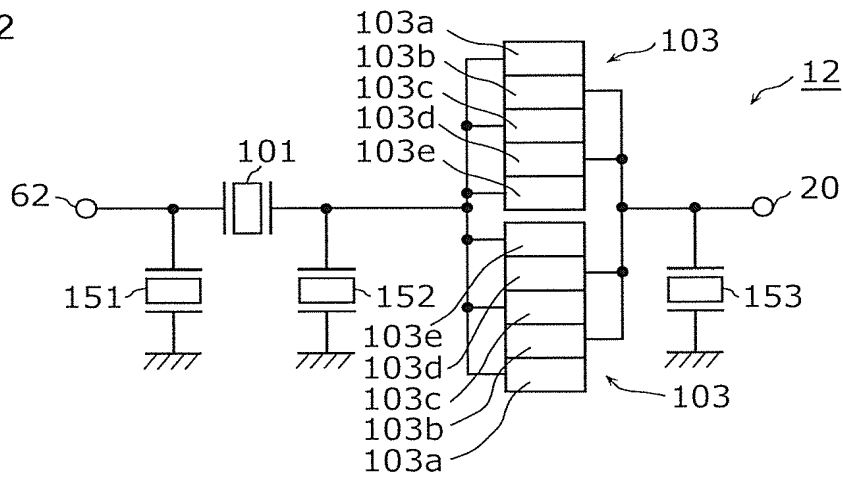
[図1]

図1



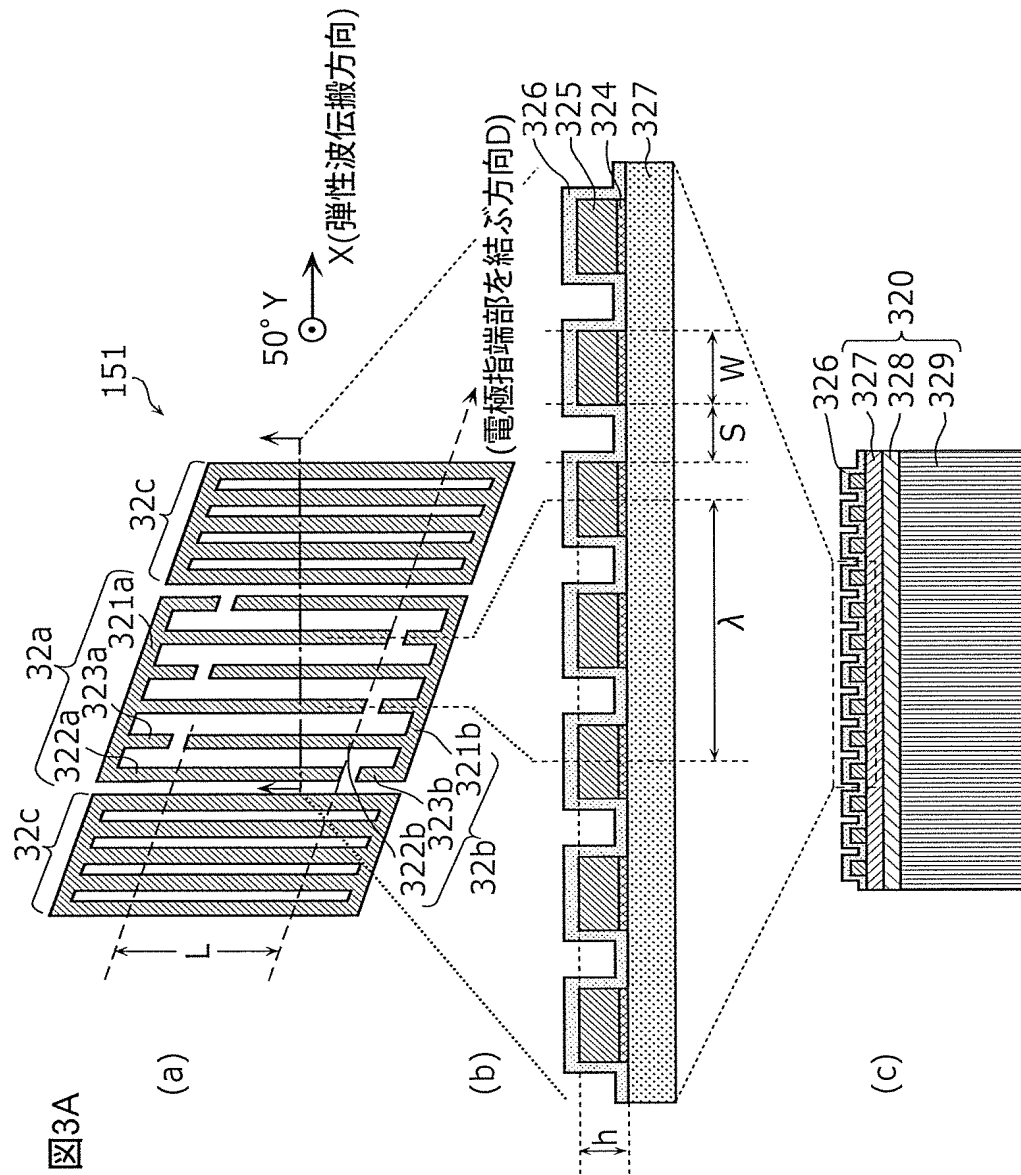
[図2]

図2





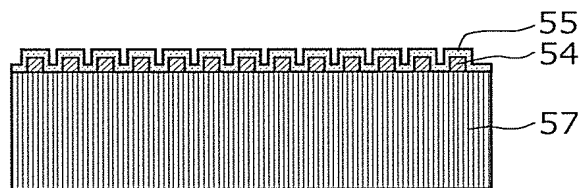
[図3A]



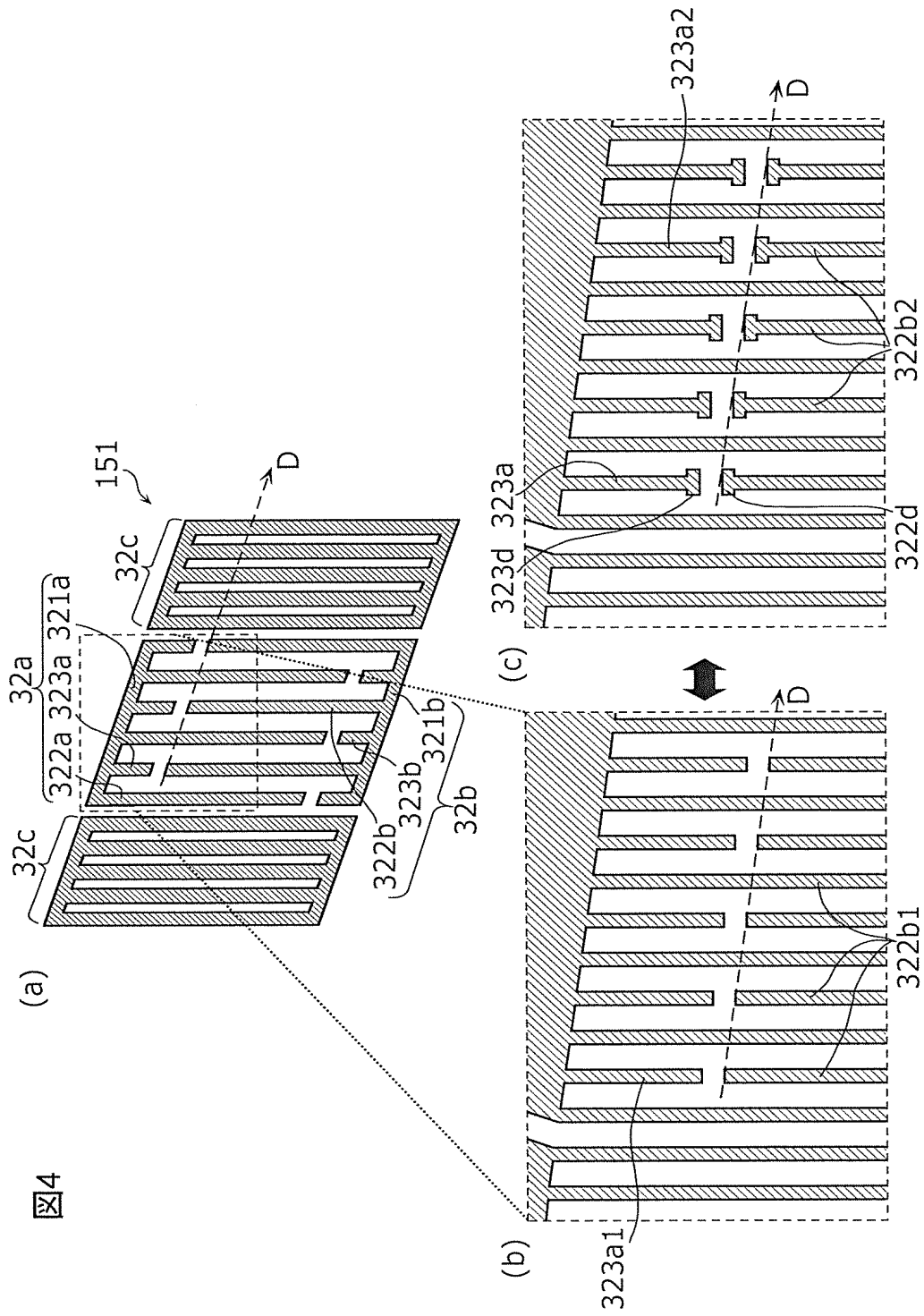
[図3A]

[図3B]

[図3B]

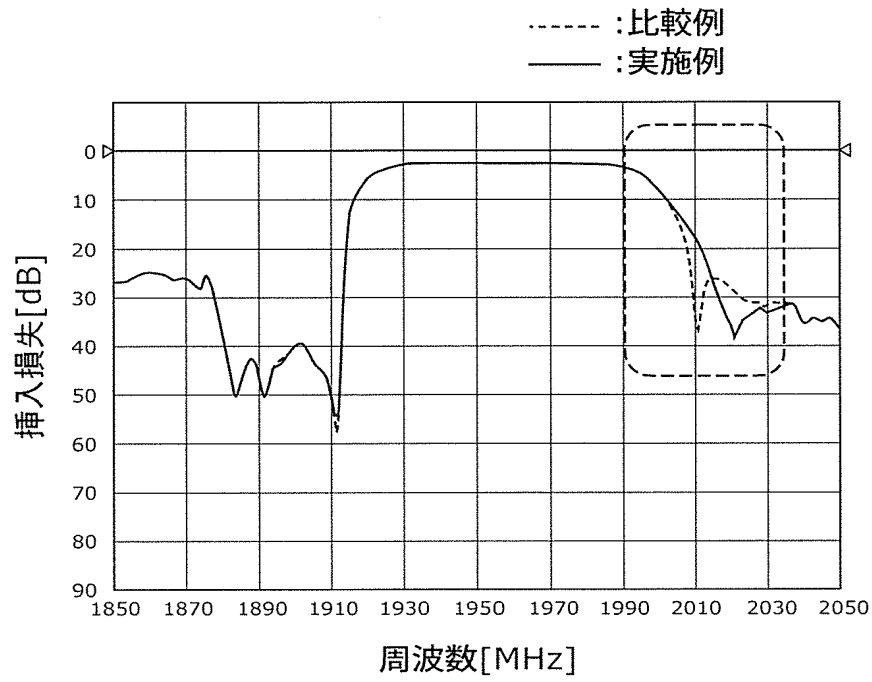


[圖4]



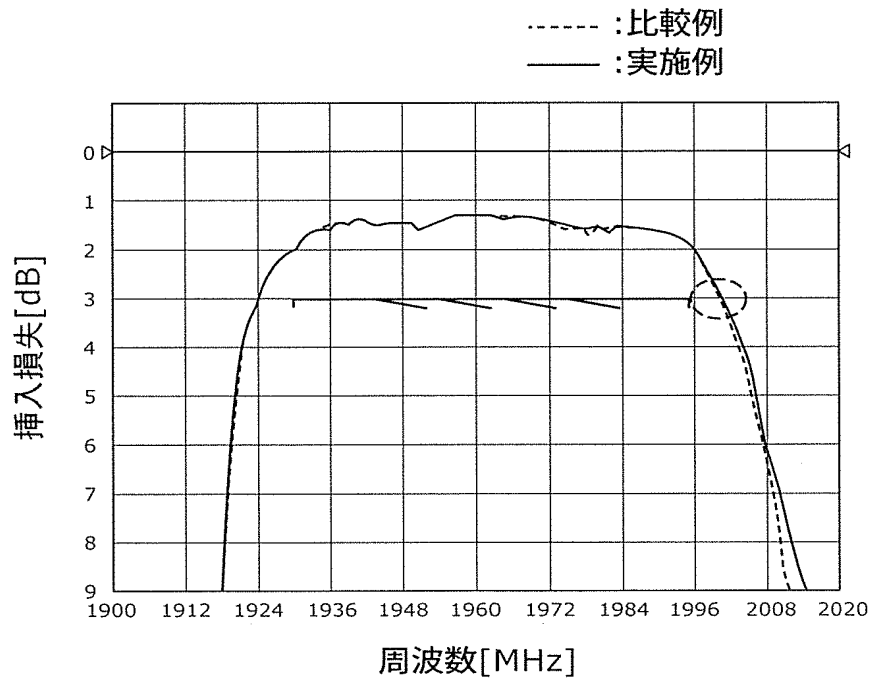
[図5A]

図5A



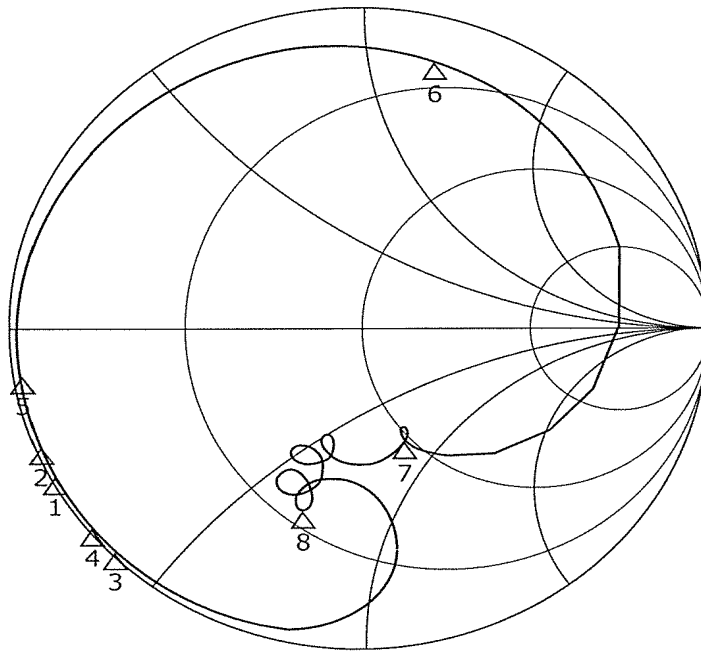
[図5B]

図5B



[]6A]

6A

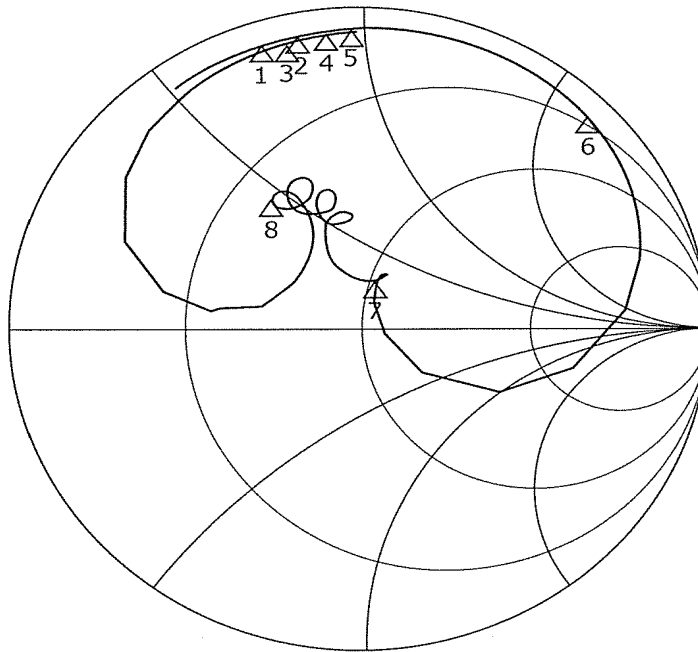


START 1500.00 MHz

STOP 2300.00 MHz

[]6B]

6B

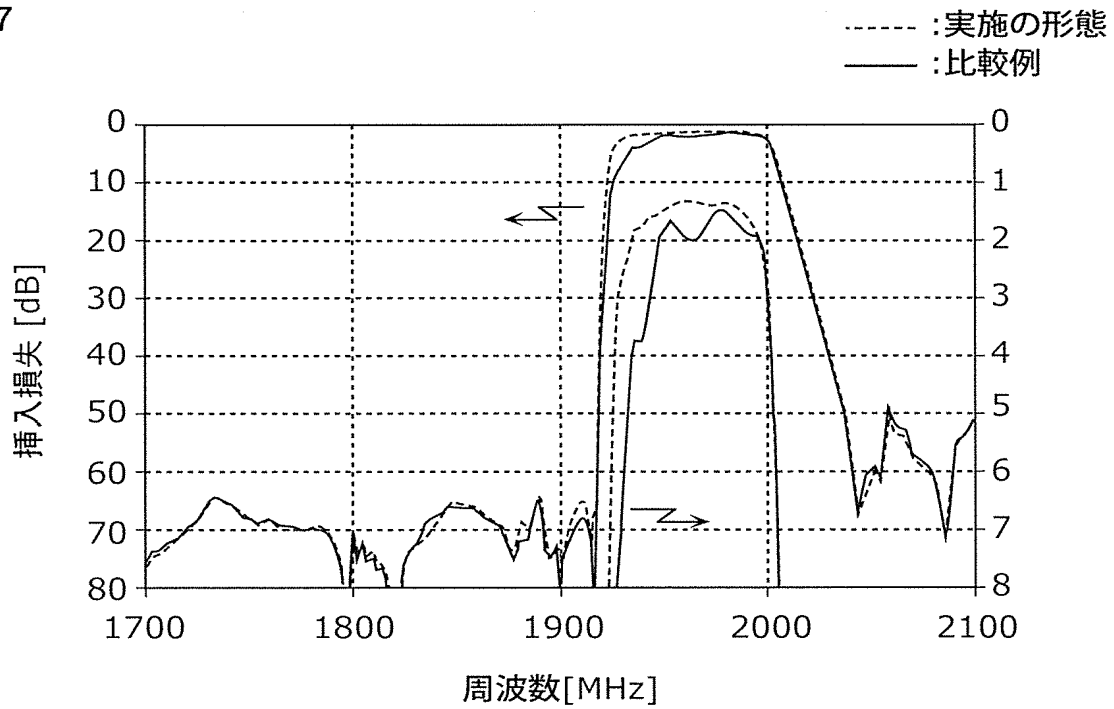


START 1500.00 MHz

STOP 2300.00 MHz

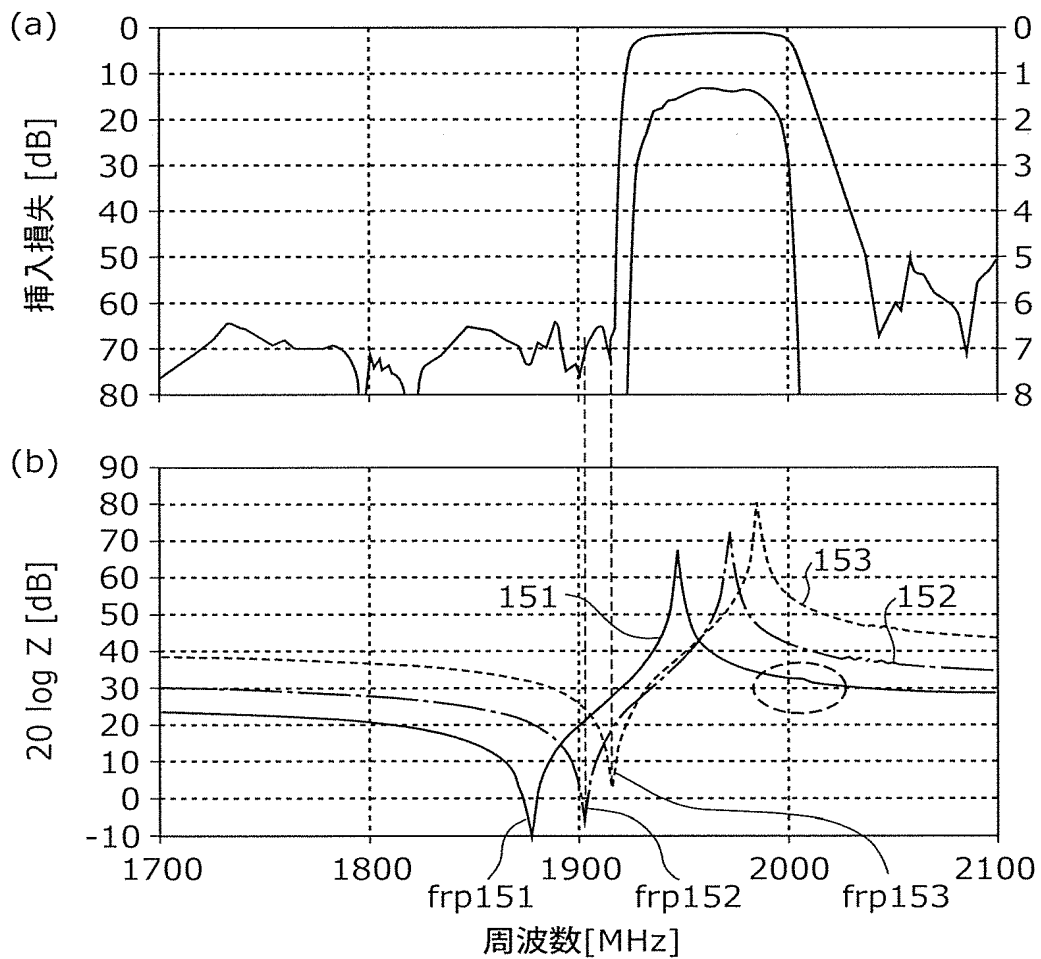
[図7]

図7



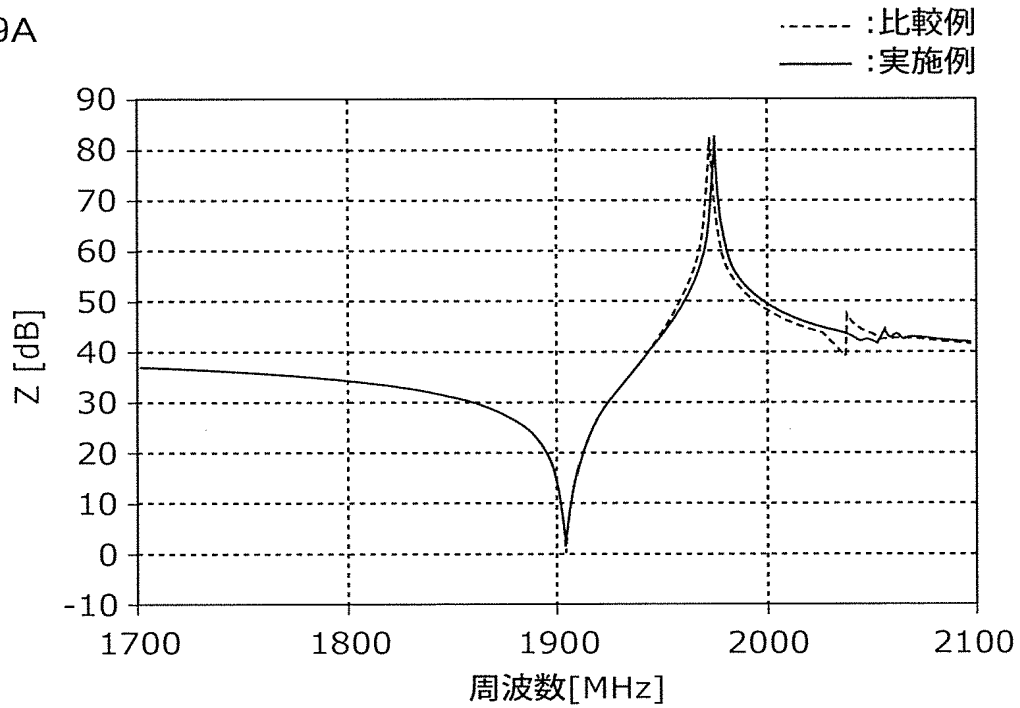
[図8]

図8



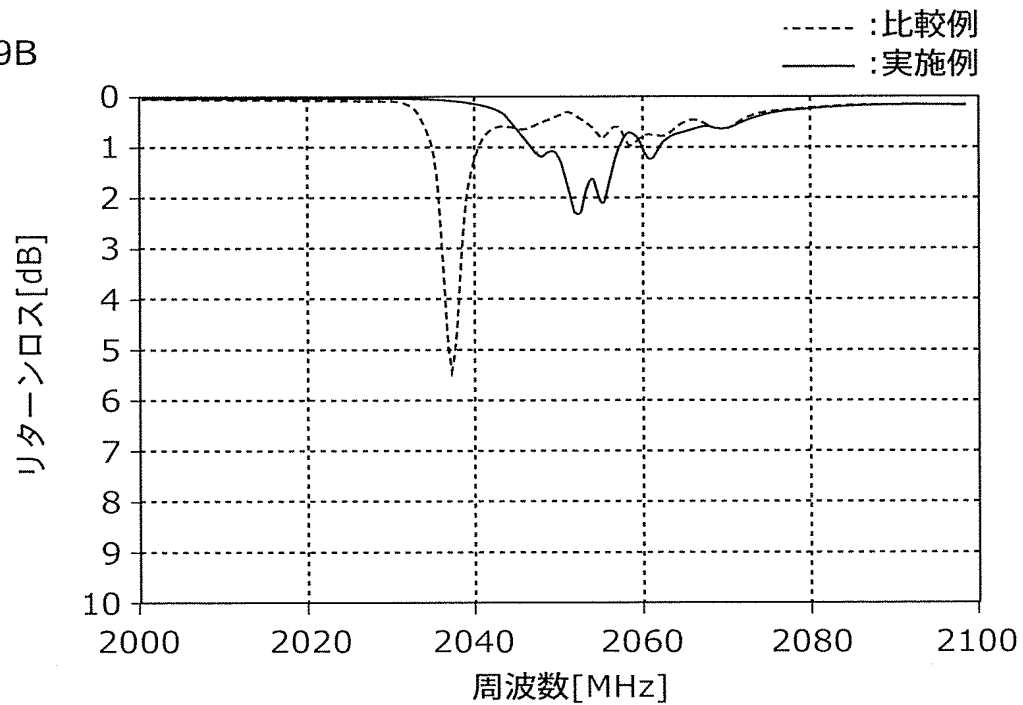
[図9A]

図9A



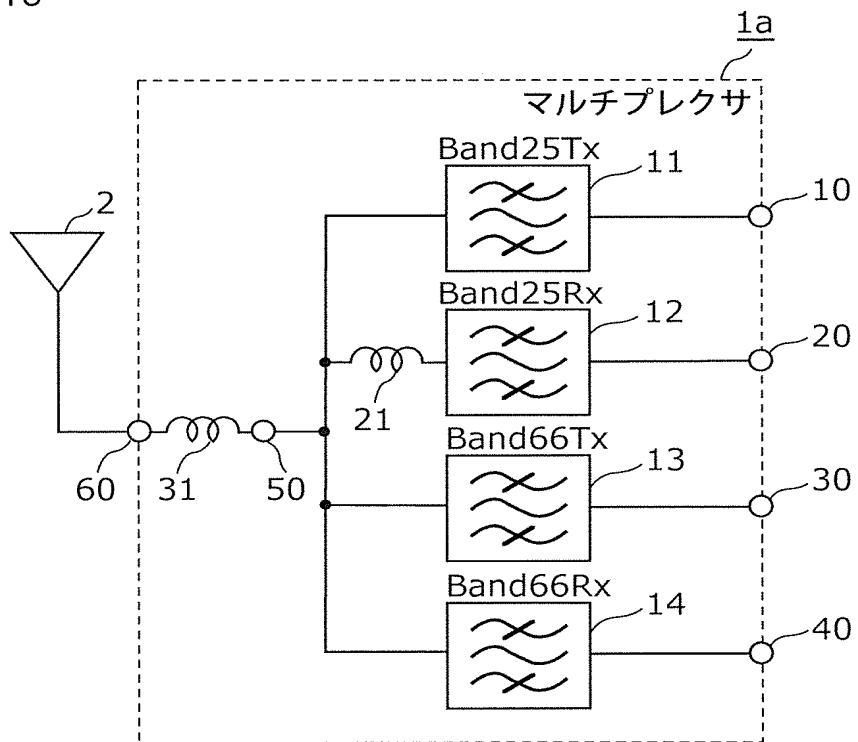
[図9B]

図9B



[図10]

図10



[図11]

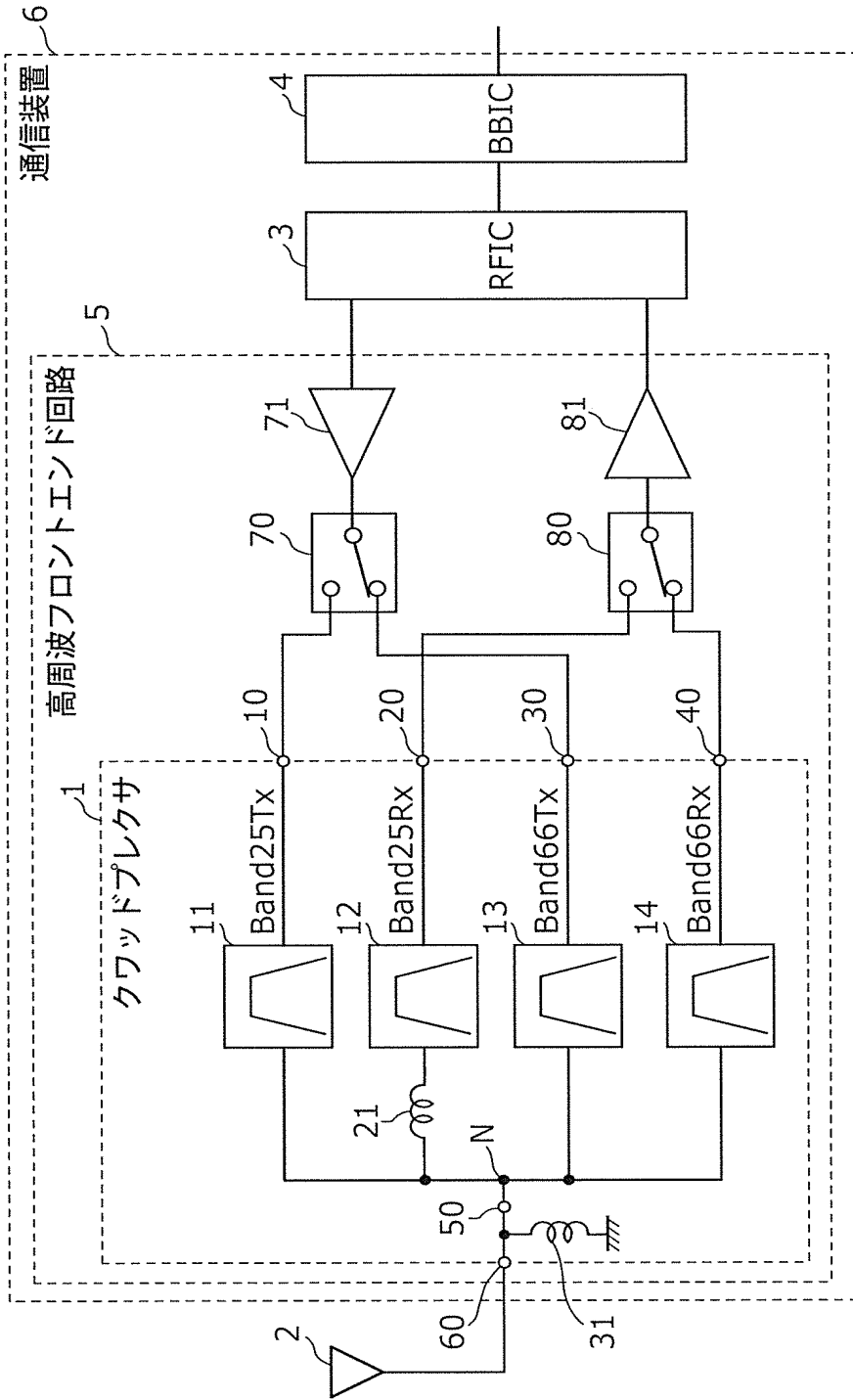


図11



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/027060

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. H03H9/72 (2006.01) i, H03H9/145 (2006.01) i, H03H9/25 (2006.01) i

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)

Int.Cl. H03H9/72, H03H9/145, H03H9/25

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 2011-182220 A (PANASONIC CORP.) 15 September 2011, paragraphs [0010]-[0012], fig. 1 & US 2011/0215883 A1, paragraphs [0018]-[0019], fig. 1	1-12
A	JP 2016-119569 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 30 June 2016, paragraph [0044], fig. 13 & US 2016/0182010 A1, paragraph [0072], fig. 13A-13B	1-12

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search  
11 September 2018 (11.09.2018)

Date of mailing of the international search report  
25 September 2018 (25.09.2018)

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/JP2018/027060

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/064238 A1 (KYOCERA CORP.) 07 May 2015, paragraphs [0014]-[0039], fig. 1 & US 2016/0261038 A1, paragraphs [0037]-[0062], fig. 1	1-12
A	WO 2015/182522 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 03 December 2015, paragraphs [0031]-[0056], fig. 1 & US 2017/0047905 A1, paragraphs [0042]-[0067], fig. 1 & CN 106464229 A	1-12
A	WO 2016/208670 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 29 December 2016, paragraphs [0029]-[0036], fig. 1 & US 2018/0109243 A1, paragraphs [0061]-[0068], fig. 1	1-12
P, A	WO 2018/003273 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 04 January 2018, paragraphs [0084]-[0090], fig. 5A-5B (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. H03H9/72(2006.01)i, H03H9/145(2006.01)i, H03H9/25(2006.01)i

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))  
 Int.Cl. H03H9/72, H03H9/145, H03H9/25

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 2011-182220 A (パナソニック株式会社) 2011.09.15, [0010]-[0012], 図1 & US 2011/0215883 A1, [0018]-[0019], 図1	1-12
A	JP 2016-119569 A (太陽誘電株式会社) 2016.06.30, [0044], 図13 & US 2016/0182010 A1, [0072], 図13A-図13B	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	の日の後に公表された文献
「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	「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 11.09.2018	国際調査報告の発送日 25.09.2018
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) ▲高▼橋 徳浩 電話番号 03-3581-1101 内線 3576

C (続き) . 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 2015/064238 A1 (京セラ株式会社) 2015.05.07, [0014]-[0039], 図1 & US 2016/0261038 A1, [0037]-[0062], 図1	1-12
A	WO 2015/182522 A1 (株式会社村田製作所) 2015.12.03, [0031]-[0056], 図1 & US 2017/0047905 A1, [0042]-[0067], 図1 & CN 106464229 A	1-12
A	WO 2016/208670 A1 (株式会社村田製作所) 2016.12.29, [0029]-[0036], 図1 & US 2018/0109243 A1, [0061]-[0068], 図1	1-12
P, A	WO 2018/003273 A1 (株式会社村田製作所) 2018.01.04, [0084]-[0090], 図5A-図5B (ファミリーなし)	1-12