

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年7月2日(02.07.2020)



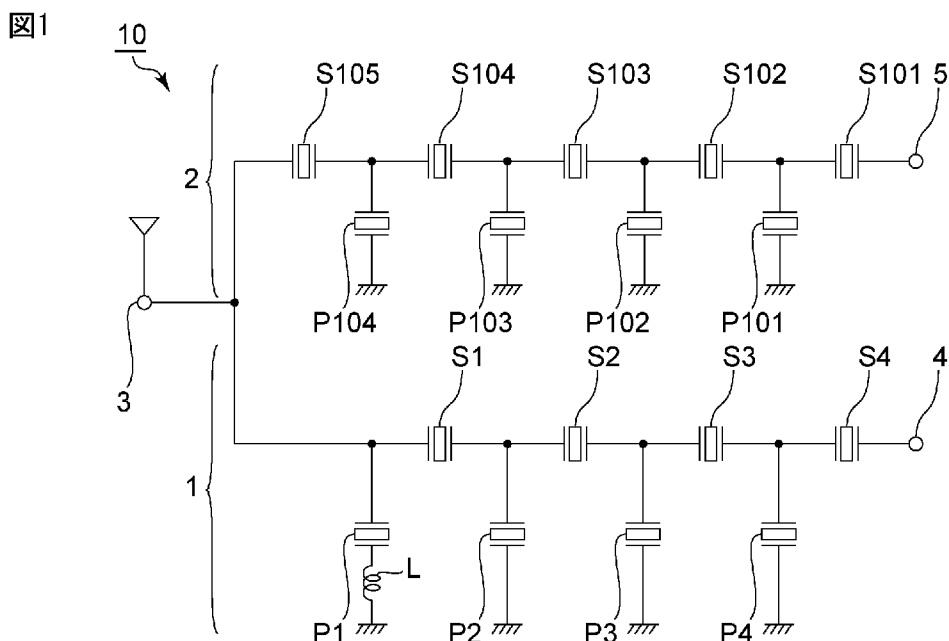
(10) 国際公開番号

WO 2020/137263 A1

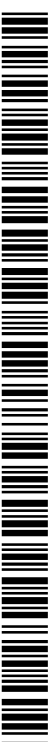
- (51) 国際特許分類:
H03H 9/145 (2006.01) *H03H 9/64* (2006.01)
H03H 9/25 (2006.01) *H03H 9/72* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/045254
- (22) 国際出願日: 2019年11月19日(19.11.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
 特願 2018-241300 2018年12月25日(25.12.2018) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
 (MURATA MANUFACTURING 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: 長田 淳仁 (OSADA, Junji); 〒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). 中橋 憲
 彦 (NAKHASHI, Norihiko); 〒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: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許
 事務所 (MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028
 大阪府大阪市中央区常盤町 1 丁目 3 番 8
 号 中央大通 F N ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
 護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: FILTER DEVICE

(54) 発明の名称: フィルタ装置



(57) **Abstract:** The present invention provides a filter device with excellent filter characteristics that, without causing degradation of the filter characteristics of one bandpass type filter connected in common, can suppress the effect of a response due to a Rayleigh wave with respect to a pass band of another bandpass type filter. This filter device 10 comprises: a common connection terminal 3; a first bandpass type filter 1 that is connected to the common connection terminal 3, and that has an inductor L; and a second bandpass type filter 2 that is connected to the common connection terminal 3, and that is positioned at a lower side of the pass band than the first bandpass type filter 1. The filter device 10 uses SH waves. The first bandpass type filter 1 is a ladder type filter. Serial arm resonators S1 to S4 and parallel arm resonators P1 to P4 each have an IDT electrode. The inductor L is serially connected to the parallel arm resonator P1 having the smallest



WO 2020/137263 A1

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

electrode finger pitch of the IDT electrode among the parallel arm resonators P1 to P4 of the first bandpass type filter 1.

(57) 要約 : 共通接続された一方の帯域通過型フィルタのフィルタ特性の劣化を招かずして、他方の帯域通過型フィルタの通過帯域に対するレイリー波によるレスポンスの影響を抑制することができ、フィルタ特性に優れたフィルタ装置を提供する。フィルタ装置10は、共通接続端子3と、共通接続端子3に接続されており、インダクタLを有する第1の帯域通過型フィルタ1と、共通接続端子3に接続されており、第1の帯域通過型フィルタ1よりも通過帯域が低域側に位置する第2の帯域通過型フィルタ2とを備える。フィルタ装置10はSH波を利用している。第1の帯域通過型フィルタ1はラダー型フィルタである。直列腕共振子S1~S4及び並列腕共振子P1~P4はそれぞれIDT電極を有する。第1の帯域通過型フィルタ1の並列腕共振子P1~P4のうちIDT電極の電極指ピッチが最も小さい並列腕共振子P1に直列にインダクタLが接続されている。

明 細 書

発明の名称：フィルタ装置

技術分野

[0001] 本発明は、フィルタ装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、複数のバンドパスフィルタが入出力端子に共通接続されたマルチプレクサなどのフィルタ装置が携帯電話機などに広く用いられている。下記の特許文献1には、フィルタ装置の一例として、ラダー型バンドパスフィルタ及び多重モード結合型バンドパスフィルタが入出力端子に共通接続された分波器が開示されている。ラダー型バンドパスフィルタの直列腕共振子及び並列腕共振子は、弾性波共振子である。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-081068号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] バンドパスフィルタが主モードとしてSH波を利用している場合、そのバンドパスフィルタの弾性波共振子においては、不要波であるレイリー波によるレスポンスが生じる。特許文献1のように、複数のバンドパスフィルタが入出力端子に共通接続されている場合には、一方のバンドパスフィルタにおけるレイリー波によるレスポンスが、他方のバンドパスフィルタの通過帯域内に生じることがある。この場合には、共通接続されたバンドパスフィルタの通過帯域内にリップルが生じ、挿入損失が大きくなり、フィルタ特性が劣化することとなる。

[0005] 特に、バンドパスフィルタの弾性波共振子が構成された圧電性基板が、高音速層及び圧電体層を含む積層構造を有する場合には、上記レイリー波に起因するリップルが大きくなり、フィルタ特性が大きく劣化することとなる。

レイリー波によるレスポンスを抑制しようとしても、レイリー波のレスポンスが生じるバンドパスフィルタ自体のフィルタ特性が劣化するおそれもある。

[0006] 本発明の目的は、共通接続された一方の帯域通過型フィルタのフィルタ特性の劣化を招かずして、他方の帯域通過型フィルタの通過帯域に対するレイリー波によるレスポンスの影響を抑制することができ、フィルタ特性に優れたフィルタ装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係るフィルタ装置のある広い局面では、共通接続端子と、前記共通接続端子に接続されており、圧電性基板と、前記圧電性基板上において構成されている複数の弾性波共振子と、インダクタと、を有する第1の帯域通過型フィルタと、前記共通接続端子に接続されており、通過帯域が前記第1の帯域通過型フィルタの通過帯域よりも低域側に位置する第2の帯域通過型フィルタとを備え、SH波を利用しており、前記第1の帯域通過型フィルタが直列腕共振子及び複数の並列腕共振子を有するラダー型フィルタであり、前記直列腕共振子及び前記複数の並列腕共振子が、それぞれIDT電極を有する弾性波共振子であり、前記第1の帯域通過型フィルタの前記複数の並列腕共振子のうち前記IDT電極の電極指ピッチが最も小さい並列腕共振子に、直列に前記インダクタが接続されている。

[0008] 本発明に係るフィルタ装置の他の広い局面では、共通接続端子と、前記共通接続端子に接続されており、圧電性基板と、前記圧電性基板上において構成されている複数の弾性波共振子と、インダクタと、を有する第1の帯域通過型フィルタと、前記共通接続端子に接続されており、通過帯域が前記第1の帯域通過型フィルタの通過帯域よりも低域側に位置する第2の帯域通過型フィルタとを備え、前記圧電性基板は、オイラー角(ϕ , θ , ψ)における θ が $-54^\circ \sim -42^\circ$ であるタンタル酸リチウム層を有し、前記第1の帯域通過型フィルタが直列腕共振子及び複数の並列腕共振子を有するラダー型フィルタであり、前記直列腕共振子及び前記複数の並列腕共振子が、それぞ

れ I D T 電極を有する弾性波共振子であり、前記第 1 の帯域通過型フィルタの前記複数の並列腕共振子のうち前記 I D T 電極の電極指ピッチが最も小さい並列腕共振子に、直列に前記インダクタが接続されている。

[0009] 本発明に係るフィルタ装置の他の広い局面では、共通接続端子と、前記共通接続端子に接続されており、圧電性基板と、前記圧電性基板上において構成されている複数の弾性波共振子と、インダクタと、を有する第 1 の帯域通過型フィルタと、前記共通接続端子に接続されており、通過帯域が前記第 1 の帯域通過型フィルタの通過帯域よりも低域側に位置する第 2 の帯域通過型フィルタとを備え、S H 波を利用しており、前記第 1 の帯域通過型フィルタが並列腕共振子及び複数の直列腕共振子を有するラダー型フィルタであり、前記複数の直列腕共振子及び前記並列腕共振子が、それぞれ I D T 電極を有する弾性波共振子であり、前記第 1 の帯域通過型フィルタの前記複数の直列腕共振子のうち前記 I D T 電極の電極指ピッチが最も小さい直列腕共振子の前記共通接続端子側に、直列に前記インダクタが接続されている。

[0010] 本発明に係るフィルタ装置の他の広い局面では、共通接続端子と、前記共通接続端子に接続されており、圧電性基板と、前記圧電性基板上において構成されている複数の弾性波共振子と、インダクタとを有する第 1 の帯域通過型フィルタと、前記共通接続端子に接続されており、通過帯域が前記第 1 の帯域通過型フィルタの通過帯域よりも低域側に位置する第 2 の帯域通過型フィルタとを備え、前記圧電性基板は、オイラー角 (ϕ , θ , ϕ) における θ が $-54^{\circ} \sim -42^{\circ}$ であるタンタル酸リチウム層を有し、前記第 1 の帯域通過型フィルタが並列腕共振子及び複数の直列腕共振子を有するラダー型フィルタであり、前記複数の直列腕共振子及び前記並列腕共振子が、それぞれ I D T 電極を有する弾性波共振子であり、前記第 1 の帯域通過型フィルタの前記複数の直列腕共振子のうち前記 I D T 電極の電極指ピッチが最も小さい直列腕共振子の前記共通接続端子側に、直列に前記インダクタが接続されている。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、共通接続された一方の帯域通過型フィルタのフィルタ特性の劣化を招かずして、他方の帯域通過型フィルタの通過帯域に対するレイリー波によるレスポンスの影響を抑制することができ、フィルタ特性に優れたフィルタ装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係るフィルタ装置の回路図である。
- [図2]図2は、本発明の第1の実施形態における第1の帯域通過型フィルタの弾性波共振子の平面図である。
- [図3]図3は、第1の比較例のフィルタ装置の減衰量周波数特性を示す図である。
- [図4]図4は、第1の比較例及び第2の比較例における第1の帯域通過型フィルタの減衰量周波数特性を示す図である。
- [図5]図5は、第3の比較例のフィルタ装置の減衰量周波数特性を示す図である。
- [図6]図6は、本発明の第1の実施形態に係るフィルタ装置の減衰量周波数特性を示す図である。
- [図7]図7は、本発明の第1の実施形態及び第1の比較例における第1の帯域通過型フィルタの減衰量周波数特性を示す図である。
- [図8]図8は、本発明の第1の実施形態及び第1の比較例における第1の帯域通過型フィルタのリターンロスを示す図である。
- [図9]図9は、本発明の第1の実施形態の第1の変形例に係るフィルタ装置の回路図である。
- [図10]図10は、本発明の第1の実施形態の第2の変形例に係るフィルタ装置の回路図である。
- [図11]図11は、本発明の第1の実施形態の第3の変形例における弾性波共振子の正面断面図である。
- [図12]図12は、本発明の第1の実施形態の第4の変形例における弾性波共振子の正面断面図である。

[図13]図13は、本発明の第1の実施形態の第5の変形例における弾性波共振子の正面断面図である。

[図14]図14は、本発明の第2の実施形態に係るフィルタ装置の回路図である。

[図15]図15は、第4の比較例のフィルタ装置の減衰量周波数特性を示す図である。

[図16]図16は、第4の比較例及び第5の比較例における第1の帯域通過型フィルタの減衰量周波数特性を示す図である。

[図17]図17は、第6の比較例のフィルタ装置の減衰量周波数特性を示す図である。

[図18]図18は、本発明の第2の実施形態に係るフィルタ装置の減衰量周波数特性を示す図である。

[図19]図19は、本発明の第2の実施形態及び第4の比較例における第1の帯域通過型フィルタの減衰量周波数特性を示す図である。

[図20]図20は、本発明の第2の実施形態及び第4の比較例における第1の帯域通過型フィルタのリターンロスを示す図である。

[図21]図21は、本発明の第2の実施形態の変形例に係るフィルタ装置の回路図である。

[図22]図22は、本発明の第3の実施形態に係るフィルタ装置の模式図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

[0014] なお、本明細書に記載の各実施形態は、例示的なものであり、異なる実施形態間において、構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることを指摘しておく。

[0015] 図1は、本発明の第1の実施形態に係るフィルタ装置の回路図である。

[0016] フィルタ装置10は、共通接続端子3と、共通接続端子3に共通接続され

ている第1の帯域通過型フィルタ1及び第2の帯域通過型フィルタ2とを有する。第2の帯域通過型フィルタ2の通過帯域は、第1の帯域通過型フィルタ1の通過帯域よりも低域側に位置する。本実施形態では、共通接続端子3はアンテナに接続されるアンテナ端子である。フィルタ装置10はデュプレクサであり、第1の帯域通過型フィルタ1は受信フィルタであり、第2の帯域通過型フィルタ2は送信フィルタである。

[0017] なお、第1の帯域通過型フィルタ1及び第2の帯域通過型フィルタ2は、受信フィルタ及び送信フィルタのうちいずれであってもよく、例えば、第1の帯域通過型フィルタ1及び第2の帯域通過型フィルタ2が両方とも受信フィルタであってもよい。フィルタ装置10は、第1の帯域通過型フィルタ1及び第2の帯域通過型フィルタ2を含む3つ以上の帯域通過型フィルタが共通接続端子3に接続された、マルチプレクサであってもよい。

[0018] 図1に示すように、第1の帯域通過型フィルタ1は、複数の直列腕共振子及び複数の並列腕共振子を有するラダー型フィルタである。複数の直列腕共振子及び複数の並列腕共振子は、いずれも弾性波共振子である。

[0019] 第1の帯域通過型フィルタ1は、共通接続端子3に接続されており、かつ共通接続端子3以外の第1の信号端子4にも接続されている。共通接続端子3と第1の信号端子4との間に、直列腕共振子S1、直列腕共振子S2、直列腕共振子S3及び直列腕共振子S4が互いに直列に接続されている。複数の直列腕共振子のうち、直列腕共振子S1が最も共通接続端子3側に配置されている。

[0020] 共通接続端子3と直列腕共振子S1との間の接続点とグラウンド電位との間には、並列腕共振子P1が接続されている。直列腕共振子S1と直列腕共振子S2との間の接続点とグラウンド電位との間には、並列腕共振子P2が接続されている。直列腕共振子S2と直列腕共振子S3との間の接続点とグラウンド電位との間には、並列腕共振子P3が接続されている。直列腕共振子S3と直列腕共振子S4との間の接続点とグラウンド電位との間には、並列腕共振子P4が接続されている。本実施形態では、最も共通接続端子3側

に配置された弾性波共振子は、並列腕共振子 P 1 である。

[0021] 第 1 の帯域通過型フィルタ 1 は、並列腕共振子 P 1 のグラウンド電位側に直列に接続されている、インダクタ L を有する。インダクタ L は、チップインダクタ、あるいは、フィルタチップ上の配線またはパッケージ上の配線により形成してもよい。

[0022] 他方、第 2 の帯域通過型フィルタ 2 の回路構成は特に限定されないが、本実施形態では、第 2 の帯域通過型フィルタ 2 はラダー型フィルタである。第 2 の帯域通過型フィルタ 2 は、共通接続端子 3 に接続されており、かつ共通接続端子 3 以外の第 2 の信号端子 5 にも接続されている。共通接続端子 3 と第 2 の信号端子 5 とを結ぶ直列腕に、直列腕共振子 S 1 0 1、直列腕共振子 S 1 0 2、直列腕共振子 S 1 0 3、直列腕共振子 S 1 0 4 及び直列腕共振子 S 1 0 5 が配置されている。各直列腕共振子の間の接続点とグラウンド電位とを結ぶ各並列腕に、並列腕共振子 P 1 0 1、並列腕共振子 P 1 0 2、並列腕共振子 P 1 0 3 及び並列腕共振子 P 1 0 4 がそれぞれ配置されている。なお、第 2 の帯域通過型フィルタ 2 は縦結合共振子型弾性波フィルタなどであってもよい。

[0023] ここで、第 1 の帯域通過型フィルタは圧電性基板 6 を有する。圧電性基板 6 上において、上記複数の弾性波共振子が構成されている。以下において、第 1 の帯域通過型フィルタ 1 の弾性波共振子の詳細を説明する。

[0024] 図 2 は、第 1 の実施形態における第 1 の帯域通過型フィルタの弾性波共振子の平面図である。なお、図 2 に示す弾性波共振子は、最も共通接続端子側に配置されている並列腕共振子 P 1 である。図 2 において、並列腕共振子 P 1 に接続された配線は省略している。

[0025] 並列腕共振子 P 1 は、圧電性基板 6 と、圧電性基板 6 上に設けられている I D T 電極 7 とを有する。I D T 電極 7 に交流電圧を印加することにより、弾性波が励振される。圧電性基板 6 上における I D T 電極 7 の弾性波伝搬方向両側に、一对の反射器 8 及び反射器 9 が設けられている。

[0026] 圧電性基板 6 は、本実施形態では圧電体層のみからなる圧電基板である。

より具体的には、圧電性基板 6 はタンタル酸リチウム基板である。もっとも、圧電性基板 6 は圧電体層を含む積層体であってもよい。

[0027] IDT 電極 7 は、対向し合う第 1 のバスバー 13 及び第 2 のバスバー 14 を有する。IDT 電極 7 は、第 1 のバスバー 13 にそれぞれ一端が接続された複数の第 1 の電極指 15 を有する。さらに、IDT 電極 7 は、第 2 のバスバー 14 にそれぞれ一端が接続された複数の第 2 の電極指 16 を有する。複数の第 1 の電極指 15 と複数の第 2 の電極指 16 とは互いに間挿し合っている。

[0028] IDT 電極 7 は、複数の金属層が積層された積層金属膜からなってもよく、あるいは単層の金属膜からなってもよい。反射器 8 及び反射器 9 も、IDT 電極 7 と同様の材料からなる。

[0029] 並列腕共振子 P1 以外の各弾性波共振子も同様に、圧電性基板 6 上に設けられた IDT 電極及び反射器を有する。本実施形態においては、第 1 の帯域通過型フィルタ 1 の並列腕共振子における IDT 電極の電極指ピッチのうち、最も共通接続端子 3 側に配置されている並列腕共振子 P1 における IDT 電極 7 の電極指ピッチが最も小さい。より具体的には、並列腕共振子 P1 における IDT 電極 7 の電極指ピッチは、第 1 の帯域通過型フィルタ 1 の他のどの並列腕共振子における IDT 電極の電極指ピッチよりも小さい。なお、電極指ピッチとは、隣り合う電極指における電極指中心間距離をいう。この並列腕共振子 P1 に直列に上記インダクタ L が接続されている。インダクタ L のインダクタンスは特に限定されないが、本実施形態では 1.5 nH である。

[0030] 第 1 の帯域通過型フィルタ 1 の各弾性波共振子においては、主モードとして、SH タイプの表面波であるリーキー波が励振される。本実施形態のフィルタ装置 10 は SH 波の一種であるリーキー波を利用している。なお、第 1 の帯域通過型フィルタ 1 においては、不要波であるレイリー波のレスポンスも生じることとなる。

[0031] 第 1 の帯域通過型フィルタ 1 及び第 2 の帯域通過型フィルタ 2 は同一チッ

プ内において構成されている。本明細書において、同一チップ内において構成されているとは、同じ圧電性基板6において構成されていることをいう。なお、第1の帯域通過型フィルタ1及び第2の帯域通過型フィルタ2は、異なる基板において構成されていてもよい。

[0032] 本実施形態の特徴は、SH波を利用しており、第1の帯域通過型フィルタ1の複数の並列腕共振子のうちIDT電極の電極指ピッチが最も小さい並列腕共振子P1に、直列にインダクタが接続されていることにある。それによって、第1の帯域通過型フィルタ1のフィルタ特性の劣化を招かずして、第2の帯域通過型フィルタ2の通過帯域に対するレイリー波によるレスポンスの影響を抑制することができる。これを、本実施形態と第1～第3の比較例とを比較することにより、以下において説明する。

[0033] 第1の比較例は、インダクタを有しない点と、最も共通接続端子側に配置された並列腕共振子におけるIDT電極の電極指ピッチが他の並列腕共振子におけるIDT電極の電極指ピッチと同じである点とにおいて、第1の実施形態と異なる。第2の比較例は、最も共通接続端子側に配置された並列腕共振子におけるIDT電極の電極指ピッチが他の並列腕共振子におけるIDT電極の電極指ピッチと同じである点において第1の実施形態と異なる。第3の比較例は、インダクタを有しない点において第1の実施形態と異なる。

[0034] 第1の実施形態の構成を有するフィルタ装置及び第1～第3の比較例のフィルタ装置をそれぞれ作製した。各フィルタ装置の条件は以下の通りである。

[0035] 通信バンド…Band 66

第1の帯域通過型フィルタの通過帯域…2110MHz～2200MHz

第2の帯域通過型フィルタの通過帯域…1710MHz～1780MHz

圧電性基板の材料…タンタル酸リチウム(LiTaO₃)

圧電性基板のオイラー角…(0°±5°, θ, 0°±5°)、θ - 54°
～-42°

[0036] なお、上記オイラー角における0°±5°は、-5°以上、5°以下の範

囲内であることを示す。第1の実施形態及び第2の比較例におけるインダクタのインダクタンスは1.5 nHとした。

[0037] 第1の実施形態及び第3の比較例における第1の帯域通過型フィルタの各弾性波共振子の設計パラメータは下記の表1に示す通りである。他方、第1の比較例及び第2の比較例における第1の帯域通過型フィルタの各弾性波共振子の設計パラメータは下記の表2に示す通りである。ここで、IDT電極において、弾性波伝搬方向に見て第1の電極指及び第2の電極指が重なり合う領域を交叉領域とする。交叉領域の、弾性波伝搬方向に直交する方向に沿う寸法を交叉幅とする。表1及び表2における波長は、IDT電極の電極指ピッチにより規定される波長である。

[0038] [表1]

【表1】

	直列腕共振子				並列腕共振子			
	S 1	S 2	S 3	S 4	P 1	P 2	P 3	P 4
IDT電極の電極指の対数(対)	100	110	125	110	50	67	57	62
交叉幅(μm)	38	37	53	38	39	59	40	48
IDT電極のデューティ	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
IDT電極における波長(μm)	1.75	1.77	1.78	1.77	1.84	1.86	1.85	1.85

[0039] [表2]

【表2】

	直列腕共振子				並列腕共振子			
	S 1	S 2	S 3	S 4	P 1	P 2	P 3	P 4
IDT電極の電極指の対数(対)	100	110	125	110	50	67	57	62
交叉幅(μm)	38	37	53	38	39	59	40	48
IDT電極のデューティ	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
IDT電極における波長(μm)	1.75	1.77	1.78	1.77	1.85	1.86	1.85	1.85

[0040] 図3は、第1の比較例のフィルタ装置の減衰量周波数特性を示す図である。実線は第1の帯域通過型フィルタの結果を示し、一点鎖線は第2の帯域通過型フィルタの結果を示す。図3中の矢印R1は、第1の比較例におけるレイリー波のレスポンスを示す。図3以外の図面においても同様である。

[0041] 図3に示すように、第1の比較例においては、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域W2内にリップルが生じていることがわかる。このリップルは、矢印R1で示すレイリー波のレスポンスの周波数において生じている。この

ように、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域 W_2 内に生じるリップルは、第1の帯域通過型フィルタにおけるレイリー波に起因する。

[0042] 図4は、第1の比較例及び第2の比較例における第1の帯域通過型フィルタの減衰量周波数特性を示す図である。図4において、実線は第2の比較例の結果を示し、破線は第1の比較例の結果を示す。矢印R2は第2の比較例におけるレイリー波のレスポンスを示す。

[0043] 図4中の矢印R1及び矢印R2で示すように、第1の比較例及び第2の比較例においては、第1の帯域通過型フィルタにおけるレイリー波によるレスポンスの周波数は変わらないことがわかる。第2の比較例においては、第1の比較例とは異なり、最も共通接続端子側に配置された並列腕共振子に直列にインダクタが接続されている。このように、並列腕共振子にインダクタを接続したことによっては、レイリー波によるレスポンスの周波数は変化しないことがわかる。なお、第2の比較例の減衰極の周波数は、第1の比較例の減衰極の周波数よりも低くなっている。

[0044] 図5は、第3の比較例のフィルタ装置の減衰量周波数特性を示す図である。実線は第1の帯域通過型フィルタの結果を示し、一点鎖線は第2の帯域通過型フィルタの結果を示す。矢印R3は第3の比較例におけるレイリー波のレスポンスを示す。

[0045] 図5に示すように、第3の比較例においては、レイリー波に起因するリップルは、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域 W_2 外に位置している。第3の比較例では、第1の実施形態と同様に、最も共通接続端子側に配置された並列腕共振子におけるIDT電極の電極指ピッチが、第1の帯域通過型フィルタの他のどの並列腕共振子におけるIDT電極の電極指ピッチよりも小さい。そのため、矢印R3で示す、第1の帯域通過型フィルタにおけるレイリー波によるレスポンスの周波数が第1の比較例とは異なっている。

[0046] しかしながら、第3の比較例においては、図3に示した第1の比較例よりも、第1の帯域通過型フィルタの通過帯域 W_1 における挿入損失が大きくなっている。より具体的には、第1の比較例においては、挿入損失は -5.4

d Bであり、第2の比較例においては、挿入損失は -5.6 dBである。なお、本明細書において、通過帯域における挿入損失とは、通過帯域において絶対値が最も大きい挿入損失をいう。このように、第3の比較例では、第1の帯域通過型フィルタのフィルタ特性は劣化している。

[0047] 図6は、第1の実施形態に係るフィルタ装置の減衰量周波数特性を示す図である。図6においては、実線は第1の帯域通過型フィルタの結果を示し、一点鎖線は第2の帯域通過型フィルタの結果を示す。矢印R0は第1の実施形態におけるレイリー波のレスポンスを示す。図6以外の図面においても同様である。

[0048] 図6に示すように、第1の実施形態においては、レイリー波に起因するリップルは、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域 $W2$ 外に位置している。第1の実施形態では、最も共通接続端子側に配置された並列腕共振子におけるIDT電極の電極指ピッチが、第1の帯域通過型フィルタの他のどの並列腕共振子におけるIDT電極の電極指ピッチよりも小さい。それによって、矢印R0で示す第1の帯域通過型フィルタにおけるレイリー波によるレスポンスの周波数を、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域 $W2$ 内の周波数と異ならせることができる。

[0049] 図7は、第1の実施形態及び第1の比較例における第1の帯域通過型フィルタの減衰量周波数特性を示す図である。図8は、第1の実施形態及び第1の比較例における第1の帯域通過型フィルタのリターンロスを示す図である。図7及び図8においては、実線は第1の実施形態の結果を示し、破線は第1の比較例の結果を示す。

[0050] 上述したように、第1の比較例においては、レイリー波のレスポンスが第2の帯域通過型フィルタの通過帯域 $W2$ 内に生じていた。これに対して、図7及び図8に示すように、第1の実施形態においては、第1の比較例よりも、レイリー波によるレスポンスの周波数が高くなっていることがわかる。従って、上記のように、レイリー波に起因するリップルを、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域 $W2$ 外に位置させることができる。

[0051] 図6に戻り、第1の実施形態では、第1の帯域通過型フィルタの挿入損失は -5.4 dBである。第1の実施形態においては、第1の帯域通過型フィルタの挿入損失が第3の比較例よりも小さく、かつ第1の比較例よりも劣化していない。第1の実施形態では、IDT電極の電極指ピッチが最も小さい並列腕共振子にインダクタが直列に接続されている。それによって、挿入損失の劣化を抑制することができる。このように、第1の実施形態においては、第1の帯域通過型フィルタのフィルタ特性の劣化を招かずして、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域 W_2 に対するレイリー波によるレスポンスの影響を抑制することができる。

[0052] なお、図4及び図7に示すように、第1の実施形態においては、第2の比較例よりも、第1の帯域通過型フィルタの減衰極が高域側に位置しており、第1の帯域通過型フィルタの通過帯域 W_1 に近い。それによって、通過帯域 W_1 の端部付近における急峻性の劣化を抑制することができる。本明細書において急峻性が高いとは、通過帯域の端部付近において、ある一定の減衰量の変化量に対して、周波数の変化量が小さいことをいう。

[0053] ところで、図1に示す、共通接続された第2の帯域通過型フィルタ2に対する、第1の帯域通過型フィルタ1の不要波の影響のうち、最も共通接続端子3側の弾性波共振子の不要波の影響が最も大きい。本実施形態のように、第1の帯域通過型フィルタ1において、最も共通接続端子3側に配置された並列腕共振子P1におけるIDT電極7の電極指ピッチが最も小さいことが好ましい。それによって、第2の帯域通過型フィルタ2に対するレイリー波によるレスポンスの影響をより一層抑制することができる。

[0054] 第1の実施形態においては、インダクタLは並列腕共振子P1のグラウンド電位側に、直列に接続されている。なお、インダクタLは、IDT電極の電極指ピッチが最も小さい並列腕共振子に、直列に接続されていればよい。このような例として、以下において、第1の実施形態の第1の変形例及び第2の変形例を示す。第1の変形例及び第2の変形例においても、第1の実施形態と同様に、第1の帯域通過型フィルタのフィルタ特性の劣化を招かずし

て、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域に対するレイリー波によるレスポンスの影響を抑制することができる。

[0055] 図9に示す第1の変形例における第1の帯域通過型フィルタ21Aでは、並列腕共振子P1の共通接続端子3側に、直列にインダクタLが接続されている。なお、インダクタLは、直列腕共振子S1と共通接続端子3との間には接続されていない。より具体的には、共通接続端子3と直列腕共振子S1との間の接続点であって、並列腕共振子P1が接続されている接続点と、並列腕共振子P1との間に、インダクタLが接続されている。

[0056] 図10に示す第2の変形例における第1の帯域通過型フィルタ21Bでは、IDT電極7の電極指ピッチが最も小さい並列腕共振子P22は、共通接続端子3に2番目に近い並列腕共振子である。インダクタLは、直列腕共振子S1と直列腕共振子S2との間の接続点と、並列腕共振子P22との間に接続されている。なお、最も共通接続端子3側に配置された並列腕共振子P21には、インダクタは接続されていない。このように、IDT電極7の電極指ピッチが最も小さい並列腕共振子P22の配置は特に限定されない。もっとも、上述したように、IDT電極7の電極指ピッチが最も小さい並列腕共振子P22は、最も共通接続端子3側に配置されていることが好ましい。

[0057] 第1の実施形態では、圧電性基板6は圧電体層のみからなる圧電基板である。なお、これに限られず、圧電性基板は積層体であってもよい。フィルタ装置がSH波を利用するものであればよい。以下において、圧電性基板の構成のみが第1の実施形態と異なる、第1の実施形態の第3～第5の変形例を示す。第3～第5の変形例においても、第1の実施形態と同様に、第1の帯域通過型フィルタのフィルタ特性の劣化を招かずして、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域に対するレイリー波によるレスポンスの影響を抑制することができる。

[0058] 図11に示す第3の変形例においては、圧電性基板26Aは、高音速材料層と、高音速材料層上に設けられている圧電体層25とを有する。圧電体層25がオイラー角($0^\circ \pm 5^\circ$, θ , $0^\circ \pm 5^\circ$)であり、 θ が $-54^\circ \sim$

−42°であるタンタル酸リチウム層である場合、SH波が優勢に励振される。高音速部材層は相対的に高音速な層である。より具体的には、高音速材料層を伝搬するバルク波の音速は、圧電体層25を伝搬する弾性波の音速よりも高い。本変形例においては、高音速材料層は高音速支持基板22Aである。圧電体層25は、高音速支持基板22A上に直接的に設けられている。

[0059] 高音速支持基板22Aの材料としては、例えば、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素、シリコン、サファイア、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、水晶、アルミナ、ジルコニア、コーズライト、ムライト、ステアタイト、フォルステライト、マグネシア、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜またはダイヤモンドなど、上記材料を主成分とする媒質を用いることができる。

[0060] 本変形例のように、圧電性基板26Aが圧電体層25及び高音速材料層を含む積層体である場合には、圧電体層25の材料はタンタル酸リチウムには限られない。圧電体層25の材料は、例えば、ニオブ酸リチウムなどであってもよい。

[0061] 本変形例においては、圧電性基板26Aが、高音速材料層及び圧電体層25が積層された積層構造を有するため、弾性波のエネルギーを圧電体層25側に効果的に閉じ込めることができる。

[0062] 図12に示す第4の変形例においては、圧電性基板26Bは、高音速支持基板22Aと、高音速支持基板22A上に設けられている低音速膜24と、低音速膜24上に設けられている圧電体層25とを有する。低音速膜24は相対的に低音速な膜である。より具体的には、低音速膜24を伝搬するバルク波の音速は、圧電体層25を伝搬するバルク波の音速よりも低い。

[0063] 低音速膜24の材料としては、酸窒化ケイ素、酸化タンタル、酸化ケイ素、また、酸化ケイ素にフッ素や炭素やホウ素を加えた化合物など、上記材料を主成分とした媒質を用いることもできる。

[0064] 本変形例においては、圧電性基板26Bが、高音速支持基板22A、低音速膜24及び圧電体層25がこの順序で積層された積層構造を有するため、

弾性波のエネルギーを圧電体層 25 側に効果的に閉じ込めることができる。

[0065] 図 13 に示す第 5 の変形例においては、圧電性基板 26C は、支持基板 22B と、支持基板 22B 上に設けられている高音速材料層と、高音速材料層上に設けられている低音速膜 24 と、低音速膜 24 上に設けられている圧電体層 25 とを有する。本変形例においては、高音速材料層は高音速膜 23 である。圧電体層 25 は、高音速膜 23 上に低音速膜 24 を介して間接的に設けられている。高音速材料層が高音速膜 23 である場合には、支持基板 22B は相対的に高音速ではなくともよい。

[0066] 高音速膜 23 の材料としては、例えば、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素、シリコン、サファイア、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、水晶、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、フォルステライト、マグネシア、DLC 膜またはダイヤモンドなど、上記材料を主成分とする媒質を用いることができる。

[0067] 支持基板 22B の材料としては、例えば、酸化アルミニウム、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、水晶などの圧電体、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、フォルステライトなどの各種セラミック、サファイア、ダイヤモンド、ガラスなどの誘電体、シリコン、窒化ガリウム等の半導体または樹脂などを用いることができる。

[0068] 本変形例においても、圧電性基板 26C が、高音速膜 23、低音速膜 24 及び圧電体層 25 がこの順序で積層された積層構造を有するため、弾性波のエネルギーを圧電体層 25 側に効果的に閉じ込めることができる。

[0069] 図 14 は、第 2 の実施形態に係るフィルタ装置の回路図である。

[0070] 本実施形態では、第 1 の帯域通過型フィルタ 31 の構成が第 1 の実施形態と異なる。上記の点以外においては、本実施形態のフィルタ装置は第 1 の実施形態のフィルタ装置 10 と同様の構成を有する。

[0071] より具体的には、第 1 の帯域通過型フィルタ 31 においては、共通接続端子 3 と第 1 の信号端子 4 との間に、直列腕共振子 S31、直列腕共振子 S3

2、直列腕共振子S33、直列腕共振子S34及び直列腕共振子S35が互いに直列に接続されている。複数の直列腕共振子のうち、直列腕共振子S31が最も共通接続端子3側に配置されている。

[0072] 直列腕共振子S31と直列腕共振子S32との間の接続点とグラウンド電位との間には、並列腕共振子P31が接続されている。直列腕共振子S32と直列腕共振子S33との間の接続点とグラウンド電位との間には、並列腕共振子P32が接続されている。直列腕共振子S33と直列腕共振子S34との間の接続点とグラウンド電位との間には、並列腕共振子P33が接続されている。直列腕共振子S34と直列腕共振子S35との間の接続点とグラウンド電位との間には、並列腕共振子P34が接続されている。

[0073] 本実施形態では、最も共通接続端子3側に配置された弾性波共振子は、直列腕共振子S31である。第1の帯域通過型フィルタ31の直列腕共振子におけるIDT電極の電極指ピッチのうち、最も共通接続端子3側に配置されている直列腕共振子S31におけるIDT電極の電極指ピッチが最も小さい。より具体的には、直列腕共振子S31におけるIDT電極の電極指ピッチは、第1の帯域通過型フィルタ31の他のどの直列腕共振子におけるIDT電極の電極指ピッチよりも小さい。この直列腕共振子S31の共通接続端子3側に、直列にインダクタLが接続されている。インダクタLのインダクタンスは、本実施形態では1.5nHである。

[0074] 本実施形態の特徴は、SH波を利用しており、第1の帯域通過型フィルタ31の複数の直列腕共振子のうちIDT電極の電極指ピッチが最も小さい直列腕共振子S31の共通接続端子3側に、直列にインダクタLが接続されていることにある。それによって、第1の帯域通過型フィルタ31のフィルタ特性の劣化を招かずして、第2の帯域通過型フィルタ2の通過帯域に対するレイリー波によるレスポンスの影響を抑制することができる。これを、本実施形態と第4～第6の比較例とを比較することにより、以下において説明する。

[0075] 第4の比較例は、インダクタを有しない点と、最も共通接続端子側に配置

された直列腕共振子における I D T 電極の電極指ピッチとが第 2 の実施形態と異なる。第 5 の比較例は、最も共通接続端子側に配置された直列腕共振子における I D T 電極の電極指ピッチが第 2 の実施形態と異なる。第 6 の比較例は、インダクタを有しない点において第 2 の実施形態と異なる。

[0076] 第 2 の実施形態の構成を有するフィルタ装置及び第 4 ～第 6 の比較例のフィルタ装置をそれぞれ作製した。各フィルタ装置の条件は以下の通りである。

[0077] 通信バンド… B a n d 6 6

第 1 の帯域通過型フィルタの通過帯域… 2 1 1 0 M H z ～ 2 2 0 0 M H z

第 2 の帯域通過型フィルタの通過帯域… 1 7 1 0 M H z ～ 1 7 8 0 M H z

圧電性基板の材料… タンタル酸リチウム (L i T a O ₃)

圧電性基板のオイラー角… (0 ° ± 5 ° , θ , 0 ° ± 5 °) 、 θ − 5 4 ° ～ − 4 2 °

[0078] 第 2 の実施形態及び第 5 の比較例におけるインダクタのインダクタンスは 1 . 5 n H とした。

[0079] 第 2 の実施形態及び第 6 の比較例における第 1 の帯域通過型フィルタの各弾性波共振子の設計パラメータは下記の表 3 に示す通りである。他方、第 4 の比較例及び第 5 の比較例における第 1 の帯域通過型フィルタの各弾性波共振子の設計パラメータは下記の表 4 に示す通りである。

[0080] [表 3]

【表 3】

	直列腕共振子					並列腕共振子			
	S 3 1	S 3 2	S 3 3	S 3 4	S 3 5	P 3 1	P 3 2	P 3 3	P 3 4
I D T 電極の電極指の対数(対)	165	100	110	125	110	50	67	57	62
交叉幅(μm)	71	38	37	53	38	39	59	40	48
I D T 電極のデューティ	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
I D T 電極における波長(μm)	1.74	1.75	1.77	1.78	1.77	1.85	1.86	1.85	1.85

[0081]

[表4]

【表 4】

	直列腕共振子					並列腕共振子			
	S 3 1	S 3 2	S 3 3	S 3 4	S 3 5	P 3 1	P 3 2	P 3 3	P 3 4
I D T電極の電極指の対数(対)	165	100	110	125	110	50	67	57	62
交叉幅(μm)	71	38	37	53	38	39	59	40	48
I D T電極のデューティ	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
I D T電極における波長(μm)	1.75	1.75	1.77	1.78	1.77	1.85	1.86	1.85	1.85

[0082] 図15は、第4の比較例のフィルタ装置の減衰量周波数特性を示す図である。実線は第1の帯域通過型フィルタの結果を示し、一点鎖線は第2の帯域通過型フィルタの結果を示す。矢印R4は、第4の比較例におけるレイリー波のレスポンスを示す。図15以外の図面においても同様である。

[0083] 図15に示すように、第4の比較例においては、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域W2内にリップルが生じていることがわかる。このリップルは、矢印R4で示すレイリー波のレスポンスの周波数において生じている。このように、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域W2内に生じるリップルは、第1の帯域通過型フィルタにおけるレイリー波に起因する。

[0084] 図16は、第4の比較例及び第5の比較例における第1の帯域通過型フィルタの減衰量周波数特性を示す図である。図16において、実線は第5の比較例の結果を示し、破線は第4の比較例の結果を示す。矢印R5は第5の比較例におけるレイリー波のレスポンスを示す。

[0085] 図16中の矢印R4及び矢印R5で示すように、第4の比較例及び第5の比較例においては、第1の帯域通過型フィルタにおけるレイリー波によるレスポンスの周波数は変わらないことがわかる。第5の比較例においては、第4の比較例とは異なり、最も共通接続端子側に配置された直列腕共振子の共通接続端子側に直列にインダクタが接続されている。このように、直列腕共振子にインダクタを接続したことによっては、レイリー波によるレスポンスの周波数は変化しないことがわかる。

[0086] 図17は、第6の比較例のフィルタ装置の減衰量周波数特性を示す図である。実線は第1の帯域通過型フィルタの結果を示し、一点鎖線は第2の帯域通過型フィルタの結果を示す。矢印R6は第6の比較例におけるレイリー波

のレスポンスを示す。

[0087] 図17に示すように、第6の比較例においては、レイリー波に起因するリップルは、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域 W_2 外に位置している。第6の比較例では、第2の実施形態と同様に、最も共通接続端子側に配置された直列腕共振子におけるIDT電極の電極指ピッチが、第1の帯域通過型フィルタの他のどの直列腕共振子におけるIDT電極の電極指ピッチよりも小さい。そのため、矢印R6で示す、第1の帯域通過型フィルタにおけるレイリー波によるレスポンスの周波数が第4の比較例とは異なっている。

[0088] しかしながら、第6の比較例においては、図15に示した第4の比較例よりも、第1の帯域通過型フィルタの挿入損失が大きくなっている。より具体的には、第4の比較例においては、挿入損失は -5.4 dBであり、第6の比較例においては、挿入損失は -5.5 dBである。このように、第6の比較例では、第1の帯域通過型フィルタのフィルタ特性は劣化している。

[0089] 図18は、第2の実施形態に係るフィルタ装置の減衰量周波数特性を示す図である。図18においては、実線は第1の帯域通過型フィルタの結果を示し、一点鎖線は第2の帯域通過型フィルタの結果を示す。矢印R30は第2の実施形態におけるレイリー波のレスポンスを示す。図18以外の図面においても同様である。

[0090] 図18に示すように、第2の実施形態においては、レイリー波に起因するリップルは、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域 W_2 外に位置している。第2の実施形態では、最も共通接続端子側に配置された直列腕共振子におけるIDT電極の電極指ピッチが、第1の帯域通過型フィルタの他のどの直列腕共振子におけるIDT電極の電極指ピッチよりも小さい。それによって、矢印R30で示す第1の帯域通過型フィルタにおけるレイリー波によるレスポンスの周波数を、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域 W_2 内の周波数と異ならせることができる。なお、最も共通接続端子側に配置された直列腕共振子以外の直列腕共振子におけるIDT電極の電極指ピッチが最も小さくともよい。

[0091] 図19は、第2の実施形態及び第4の比較例における第1の帯域通過型フィルタの減衰量周波数特性を示す図である。図20は、第2の実施形態及び第4の比較例における第1の帯域通過型フィルタのリターンロスを示す図である。図19及び図20においては、実線は第2の実施形態の結果を示し、破線は第4の比較例の結果を示す。

[0092] 上述したように、第4の比較例においては、レイリー波のレスポンスが第2の帯域通過型フィルタの通過帯域 W_2 内に生じていた。これに対して、図19及び図20に示すように、第2の実施形態においては、第4の比較例よりも、レイリー波によるレスポンスの周波数が高くなっていることがわかる。従って、上記のように、レイリー波に起因するリップルを、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域 W_2 外に位置させることができる。

[0093] 図18に戻り、第2の実施形態では、第1の帯域通過型フィルタの通過帯域 W_1 における挿入損失は -5.1 dBである。第2の実施形態においては、第1の帯域通過型フィルタの通過帯域 W_1 における挿入損失が第6の比較例及び第4の比較例よりも小さい。第2の実施形態では、IDT電極の電極指ピッチが最も小さい直列腕共振子の共通接続端子側にインダクタが直列に接続されている。それによって、通過帯域 W_1 における挿入損失の劣化を抑制することができる。このように、第2の実施形態においては、第1の帯域通過型フィルタのフィルタ特性の劣化を招かずして、第2の帯域通過型フィルタの通過帯域 W_2 に対するレイリー波によるレスポンスの影響を抑制することができる。

[0094] 図14に示す本実施形態のように、第1の帯域通過型フィルタ31において、最も共通接続端子3側に配置された直列腕共振子 S_{31} におけるIDT電極7の電極指ピッチが最も小さいことが好ましい。それによって、第2の帯域通過型フィルタ2に対するレイリー波によるレスポンスの影響をより一層抑制することができる。

[0095] なお、インダクタ L は、IDT電極の電極指ピッチが最も小さい直列腕共振子の共通接続端子側に、直列に接続されていればよい。このような例とし

て、以下において、第2の実施形態の変形例を示す。

[0096] 図21に示す変形例における第1の帯域通過型フィルタ41では、IDT電極の電極指ピッチが最も小さい直列腕共振子S42は、共通接続端子3に2番目に近い直列腕共振子である。この直列腕共振子S42の共通接続端子3側に直列にインダクタLが接続されている。より具体的には、直列腕共振子S41と直列腕共振子S42との間の接続点であって、並列腕共振子P31が接続されている接続点と、直列腕共振子S42との間に、インダクタLが接続されている。このように、IDT電極7の電極指ピッチが最も小さい直列腕共振子S42の配置は特に限定されない。もっとも、上述したように、IDT電極の電極指ピッチが最も小さい直列腕共振子S42は、最も共通接続端子3側に配置されていることが好ましい。

[0097] 本変形例においても、第2の実施形態と同様に、第1の帯域通過型フィルタ41のフィルタ特性の劣化を招かずして、第2の帯域通過型フィルタ2の通過帯域に対するレイリー波によるレスポンスの影響を抑制することができる。

[0098] 図22は、第3の実施形態に係るフィルタ装置の模式図である。

[0099] 第3の実施形態のフィルタ装置50は、共通接続端子3に3つ以上の帯域通過型フィルタが共通接続されたマルチプレクサである。より具体的には、フィルタ装置50は、共通接続端子3に共通接続された、第1の帯域通過型フィルタ1と、第2の帯域通過型フィルタ2と、第3の帯域通過型フィルタ53とを有する。第1の帯域通過型フィルタ1及び第2の帯域通過型フィルタ2は、第1の実施形態における第1の帯域通過型フィルタ1及び第2の帯域通過型フィルタ2と同様との構成を有する。他方、第3の帯域通過型フィルタ53の回路構成は特に限定されない。

[0100] フィルタ装置50がマルチプレクサの場合であっても、第1の実施形態、第2の実施形態またはこれらの各変形例と同様の第1の帯域通過型フィルタ及び第2の帯域通過型フィルタを有していればよい。共通接続端子3に共通接続された帯域通過型フィルタの個数は特に限定されない。本実施形態のフ

フィルタ装置 50 の共通接続端子 3 には、第 1 の帯域通過型フィルタ 1、第 2 の帯域通過型フィルタ 2 及び第 3 の帯域通過型フィルタ 53 以外の帯域通過型フィルタも接続されている。

[0101] 本実施形態のフィルタ装置 50 は、第 1 の実施形態と同様の第 1 の帯域通過型フィルタ 1 及び第 2 の帯域通過型フィルタ 2 を有する。従って、第 1 の実施形態と同様に、第 1 の帯域通過型フィルタ 1 のフィルタ特性の劣化を招かずして、第 2 の帯域通過型フィルタ 2 の通過帯域に対するレイリー波によるレスポンスの影響を抑制することができる。

符号の説明

- [0102] 1…第 1 の帯域通過型フィルタ
2…第 2 の帯域通過型フィルタ
3…共通接続端子
4…第 1 の信号端子
5…第 2 の信号端子
6…圧電性基板
7…IDT 電極
8…反射器
9…反射器
10…フィルタ装置
13…第 1 のバスバー
14…第 2 のバスバー
15…第 1 の電極指
16…第 2 の電極指
21A, 21B…第 1 の帯域通過型フィルタ
22A…高音速支持基板
22B…支持基板
23…高音速膜
24…低音速膜

25…圧電体層

26A～26C…圧電性基板

31, 41…第1の帯域通過型フィルタ

50…フィルタ装置

53…第3の帯域通過型フィルタ

L…インダクタ

P1～P3、P21, P22, P31～P34, P101～P104…並列
腕共振子

S1～S4、S31～S35, S41, S42, S101～S105…直列
腕共振子

請求の範囲

[請求項1]

共通接続端子と、

前記共通接続端子に接続されており、圧電性基板と、前記圧電性基板上において構成されている複数の弾性波共振子と、インダクタと、を有する第1の帯域通過型フィルタと、

前記共通接続端子に接続されており、通過帯域が前記第1の帯域通過型フィルタの通過帯域よりも低域側に位置する第2の帯域通過型フィルタと、

を備え、

S H波を利用しており、

前記第1の帯域通過型フィルタが直列腕共振子及び複数の並列腕共振子を有するラダー型フィルタであり、前記直列腕共振子及び前記複数の並列腕共振子が、それぞれI D T電極を有する弾性波共振子であり、

前記第1の帯域通過型フィルタの前記複数の並列腕共振子のうち前記I D T電極の電極指ピッチが最も小さい並列腕共振子に、直列に前記インダクタが接続されている、フィルタ装置。

[請求項2]

共通接続端子と、

前記共通接続端子に接続されており、圧電性基板と、前記圧電性基板上において構成されている複数の弾性波共振子と、インダクタと、を有する第1の帯域通過型フィルタと、

前記共通接続端子に接続されており、通過帯域が前記第1の帯域通過型フィルタの通過帯域よりも低域側に位置する第2の帯域通過型フィルタと、

を備え、

前記圧電性基板は、オイラー角 (ϕ, θ, ψ) における θ が $-54^\circ \sim -42^\circ$ であるタンタル酸リチウム層を有し、

前記第1の帯域通過型フィルタが直列腕共振子及び複数の並列腕共

振子を有するラダー型フィルタであり、前記直列腕共振子及び前記複数の並列腕共振子が、それぞれ I D T 電極を有する弾性波共振子であり、

前記第 1 の帯域通過型フィルタの前記複数の並列腕共振子のうち前記 I D T 電極の電極指ピッチが最も小さい並列腕共振子に、直列に前記インダクタが接続されている、フィルタ装置。

[請求項3]

共通接続端子と、

前記共通接続端子に接続されており、圧電性基板と、前記圧電性基板上において構成されている複数の弾性波共振子と、インダクタと、を有する第 1 の帯域通過型フィルタと、

前記共通接続端子に接続されており、通過帯域が前記第 1 の帯域通過型フィルタの通過帯域よりも低域側に位置する第 2 の帯域通過型フィルタと、

を備え、

S H 波を利用しており、

前記第 1 の帯域通過型フィルタが並列腕共振子及び複数の直列腕共振子を有するラダー型フィルタであり、前記複数の直列腕共振子及び前記並列腕共振子が、それぞれ I D T 電極を有する弾性波共振子であり、

前記第 1 の帯域通過型フィルタの前記複数の直列腕共振子のうち前記 I D T 電極の電極指ピッチが最も小さい直列腕共振子の前記共通接続端子側に、直列に前記インダクタが接続されている、フィルタ装置。

[請求項4]

共通接続端子と、

前記共通接続端子に接続されており、圧電性基板と、前記圧電性基板上において構成されている複数の弾性波共振子と、インダクタと、を有する第 1 の帯域通過型フィルタと、

前記共通接続端子に接続されており、通過帯域が前記第 1 の帯域通

過型フィルタの通過帯域よりも低域側に位置する第2の帯域通過型フィルタと、

を備え、

前記圧電性基板は、オイラー角 (ϕ , θ , ψ) における θ が $-54^\circ \sim -42^\circ$ であるタンタル酸リチウム層を有し、

前記第1の帯域通過型フィルタが並列腕共振子及び複数の直列腕共振子を有するラダー型フィルタであり、前記複数の直列腕共振子及び前記並列腕共振子が、それぞれIDT電極を有する弾性波共振子であり、

前記第1の帯域通過型フィルタの前記複数の直列腕共振子のうち前記IDT電極の電極指ピッチが最も小さい直列腕共振子の前記共通接続端子側に、直列に前記インダクタが接続されている、フィルタ装置。

[請求項5] 前記IDT電極の電極指ピッチが最も小さい前記並列腕共振子の前記共通接続端子側に、直列に前記インダクタが接続されている、請求項1または2に記載のフィルタ装置。

[請求項6] 前記IDT電極の電極指ピッチが最も小さい前記並列腕共振子のグラウンド電位側に、直列に前記インダクタが接続されている、請求項1または2に記載のフィルタ装置。

[請求項7] 前記IDT電極の電極指ピッチが最も小さい前記並列腕共振子が、前記複数の弾性波共振子のうち最も前記共通接続端子側に配置されている、請求項1、2、5または6のいずれか1項に記載のフィルタ装置。

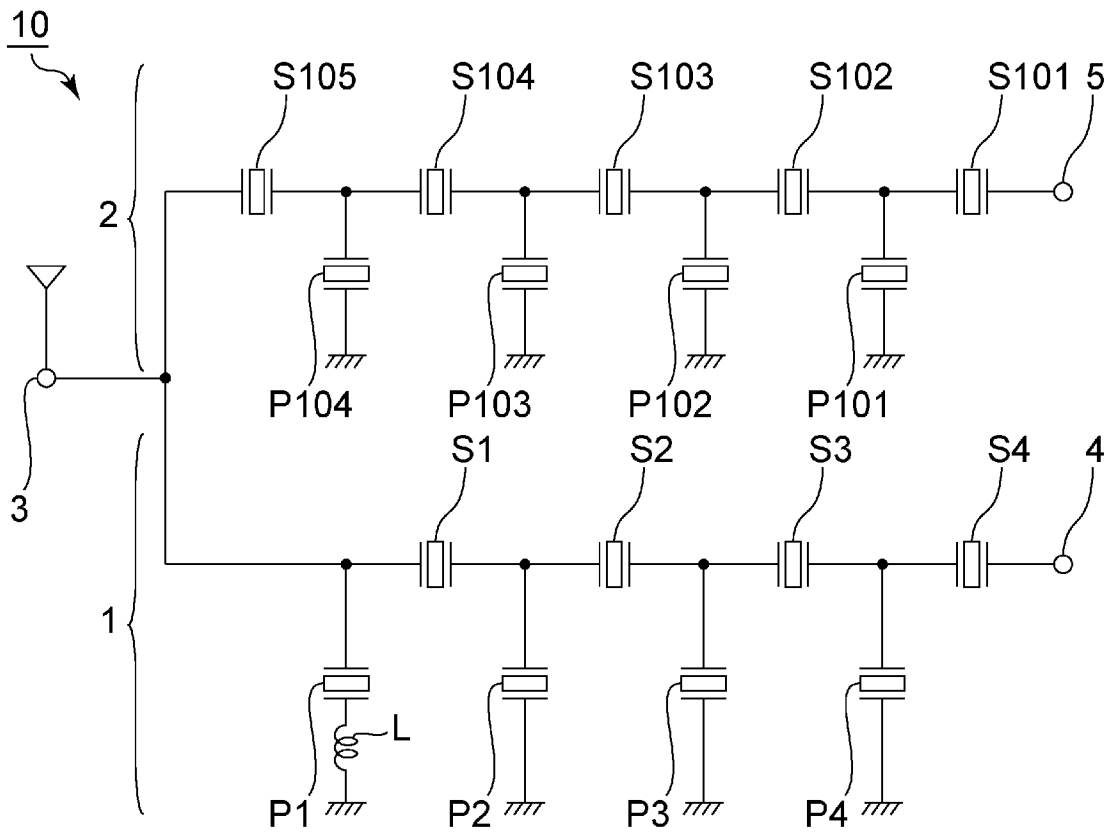
[請求項8] 前記IDT電極の電極指ピッチが最も小さい前記直列腕共振子が、前記複数の弾性波共振子のうち最も前記共通接続端子側に配置されている、請求項3または4に記載のフィルタ装置。

[請求項9] 前記圧電性基板がタンタル酸リチウム基板である、請求項1～8のいずれか1項に記載のフィルタ装置。

- [請求項10] 前記圧電性基板が、高音速材料層と、前記高音速材料層上に直接的または間接的に設けられている圧電体層と、を有し、
前記高音速材料層を伝搬するバルク波の音速が、前記圧電体層を伝搬する弾性波の音速よりも高い、請求項1～8のいずれか1項に記載のフィルタ装置。
- [請求項11] 前記高音速材料層が高音速支持基板である、請求項10に記載のフィルタ装置。
- [請求項12] 前記圧電性基板が支持基板をさらに有し、
前記高音速材料層が、前記支持基板と前記圧電体層との間に設けられている高音速膜である、請求項10に記載のフィルタ装置。
- [請求項13] 前記圧電性基板が、前記高音速材料層と前記圧電体層との間に設けられている低音速膜をさらに有し、
前記低音速膜を伝搬するバルク波の音速が、前記圧電体層を伝搬するバルク波の音速よりも低い、請求項10～12のいずれか1項に記載のフィルタ装置。
- [請求項14] 前記共通接続端子に、前記第1の帯域通過型フィルタ及び前記第2の帯域通過型フィルタと共通接続された少なくとも1つの帯域通過型フィルタをさらに備える、請求項1～13のいずれか1項に記載のフィルタ装置。

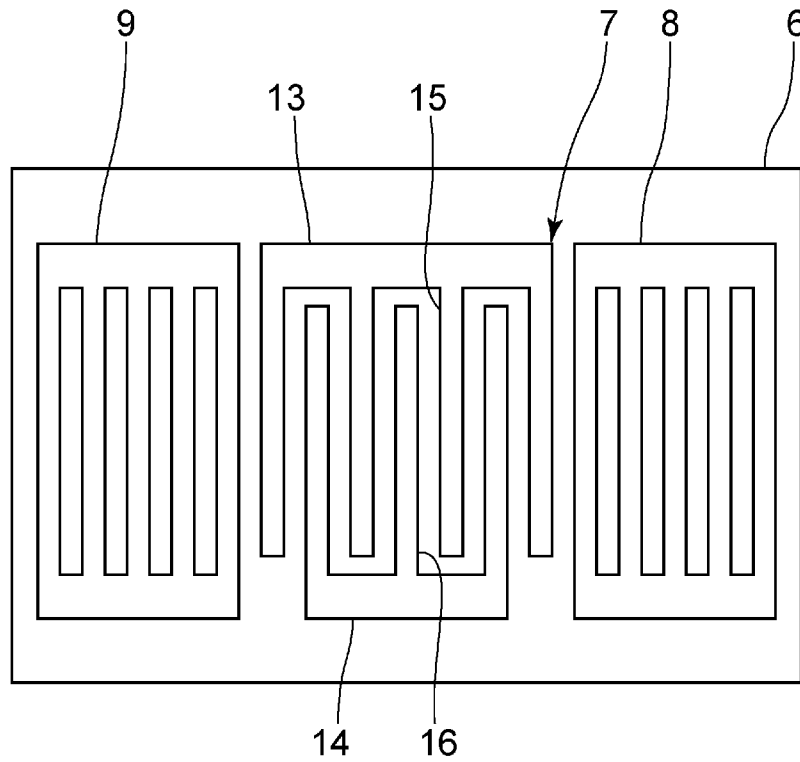
[図1]

図1



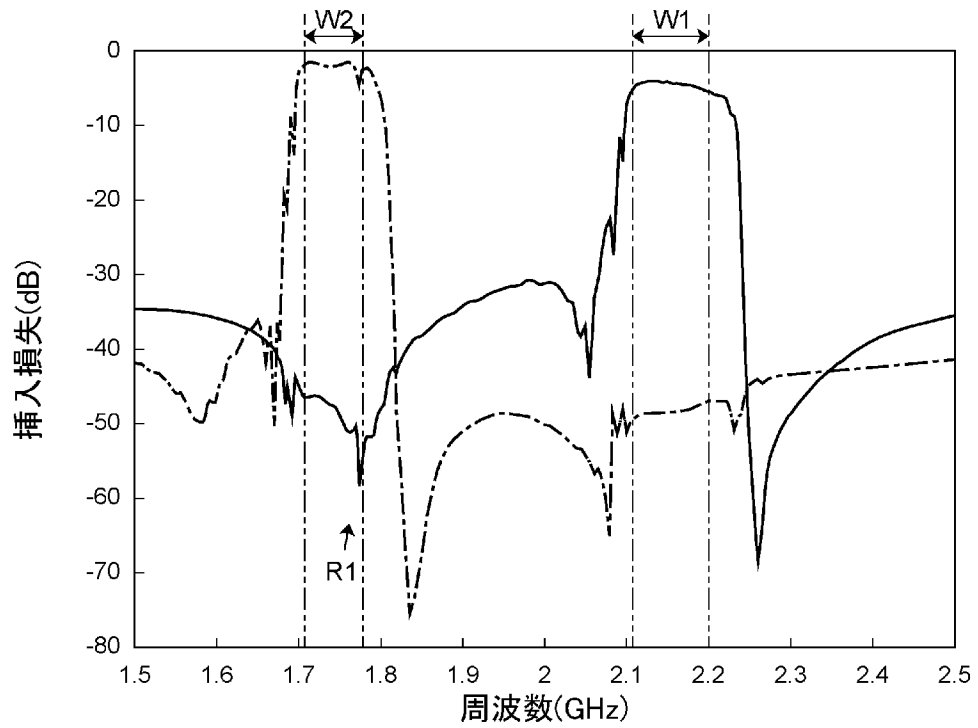
[図2]

図2



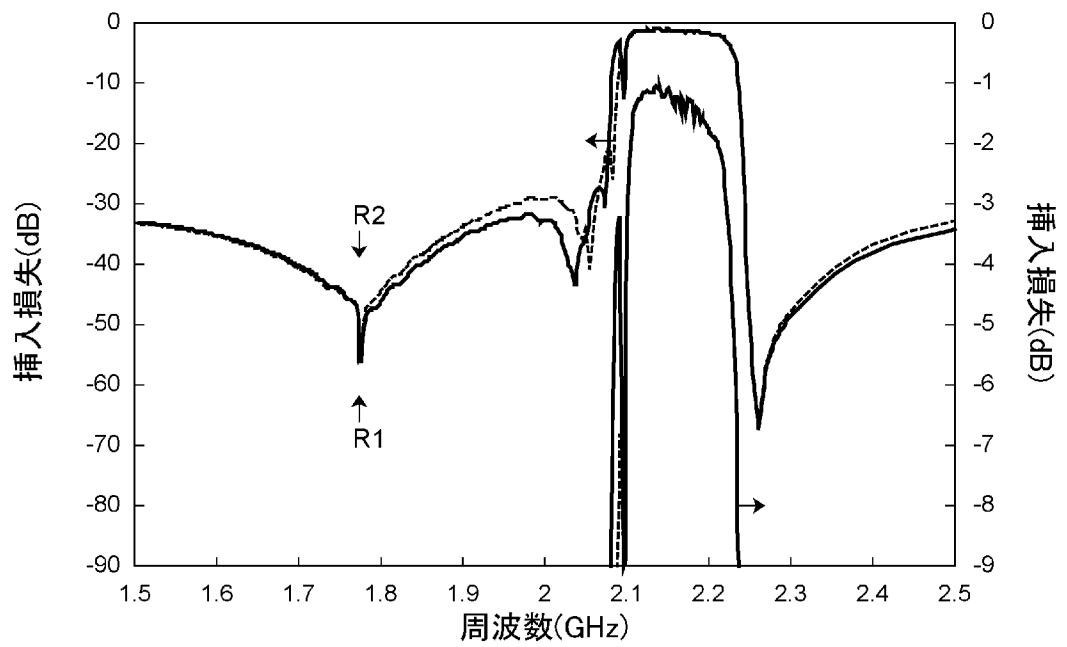
[図3]

図3



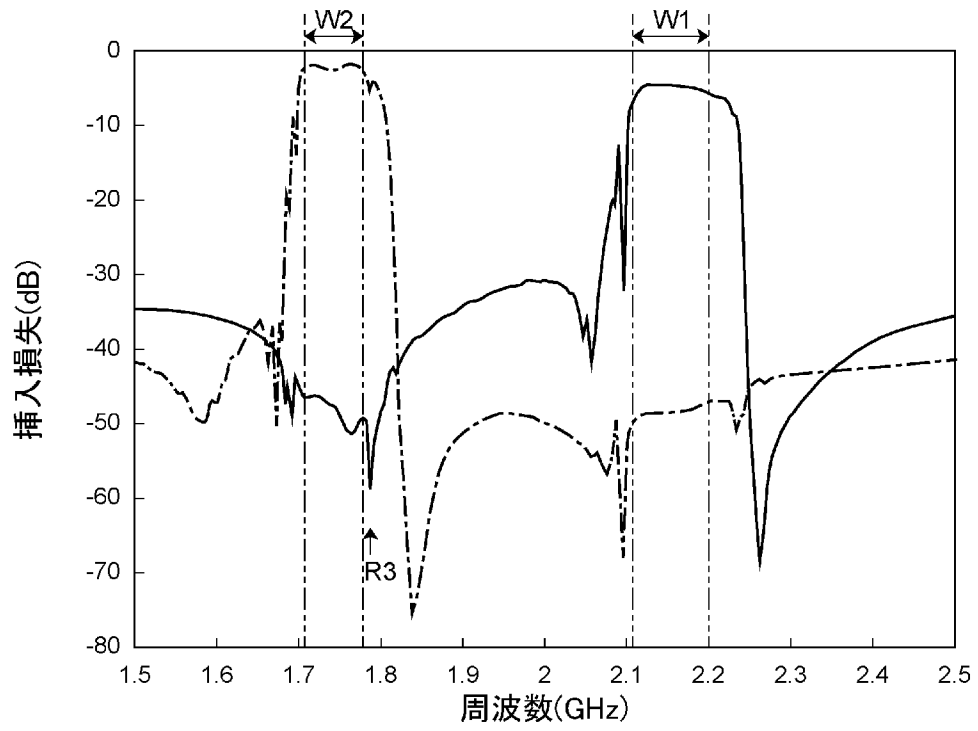
[図4]

図4



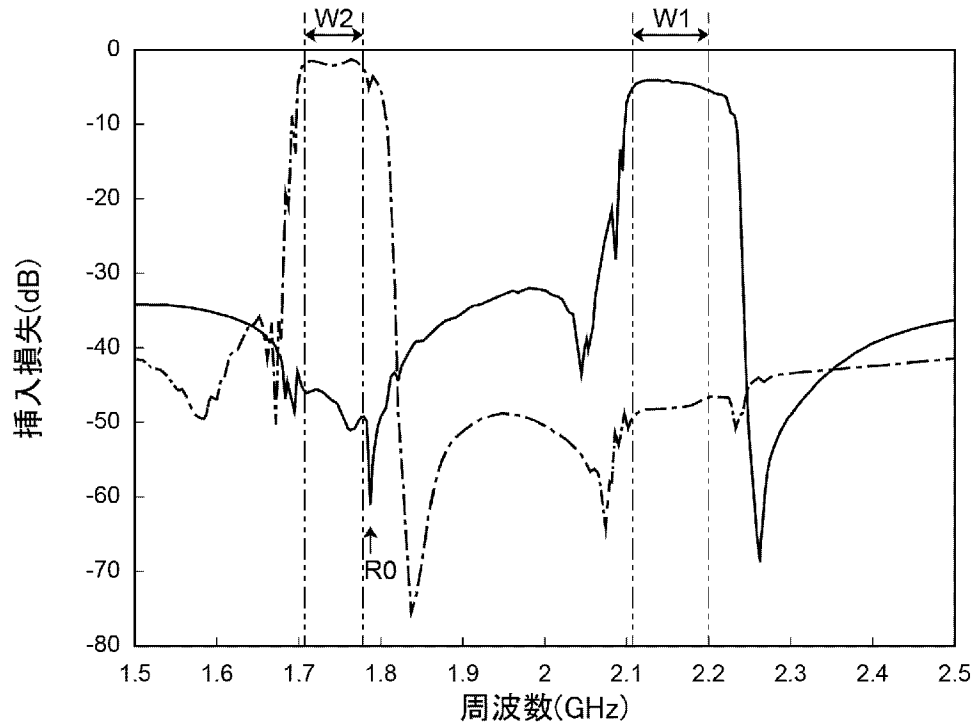
[図5]

図5



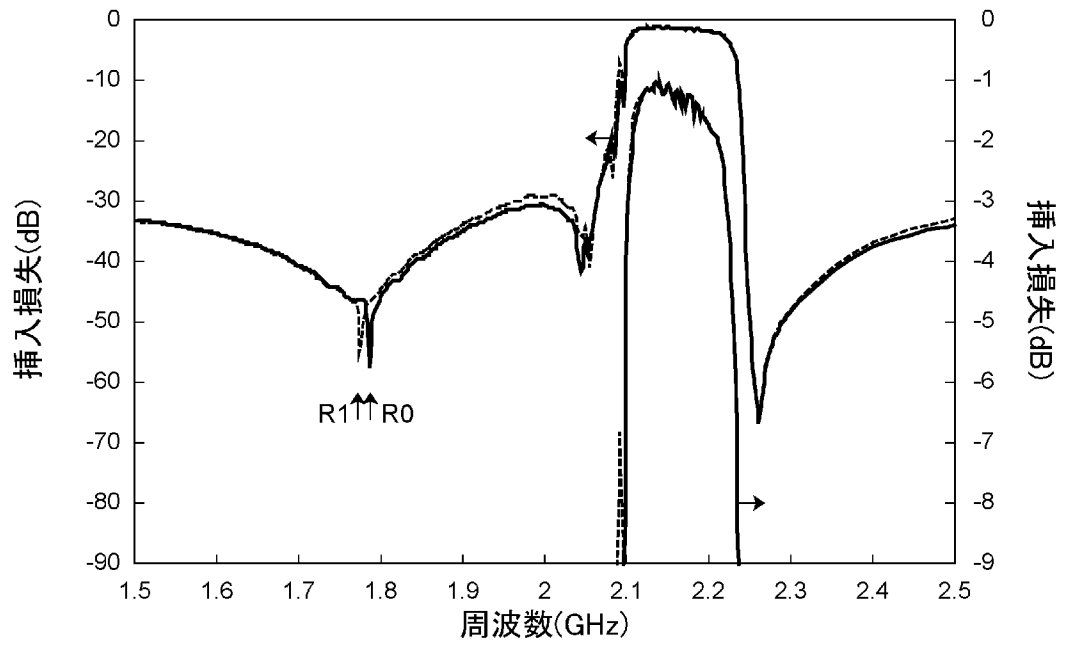
[図6]

図6



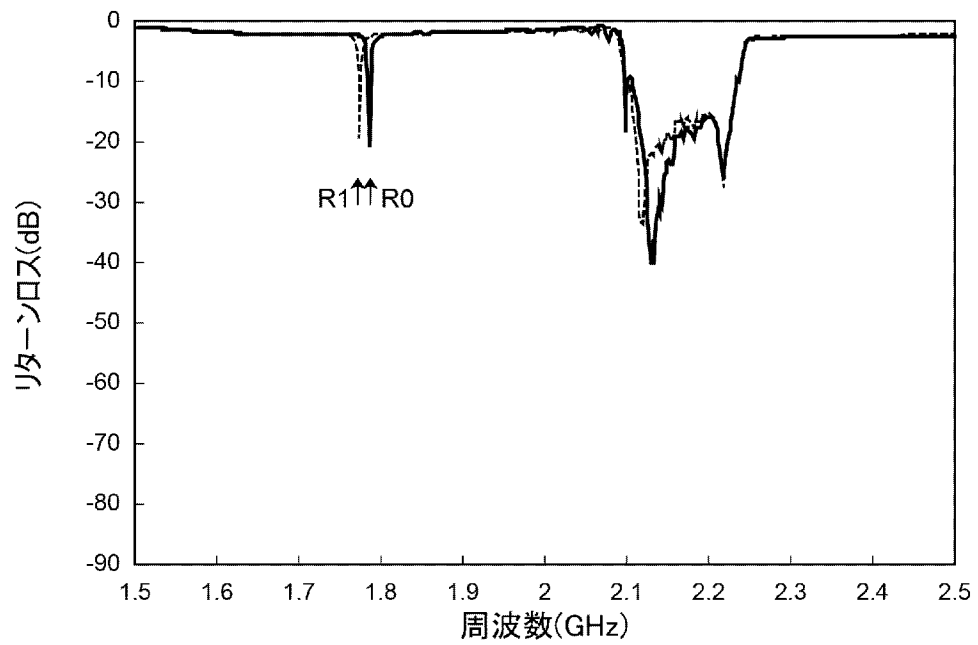
[図7]

図7



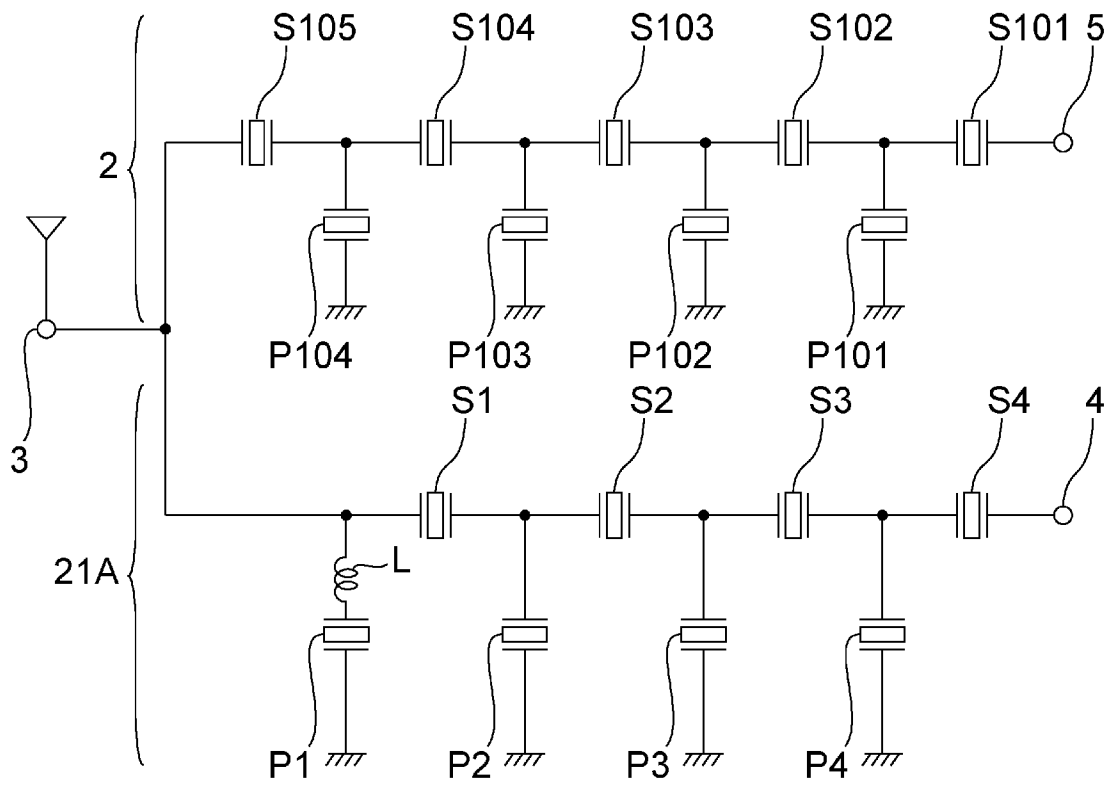
[図8]

図8



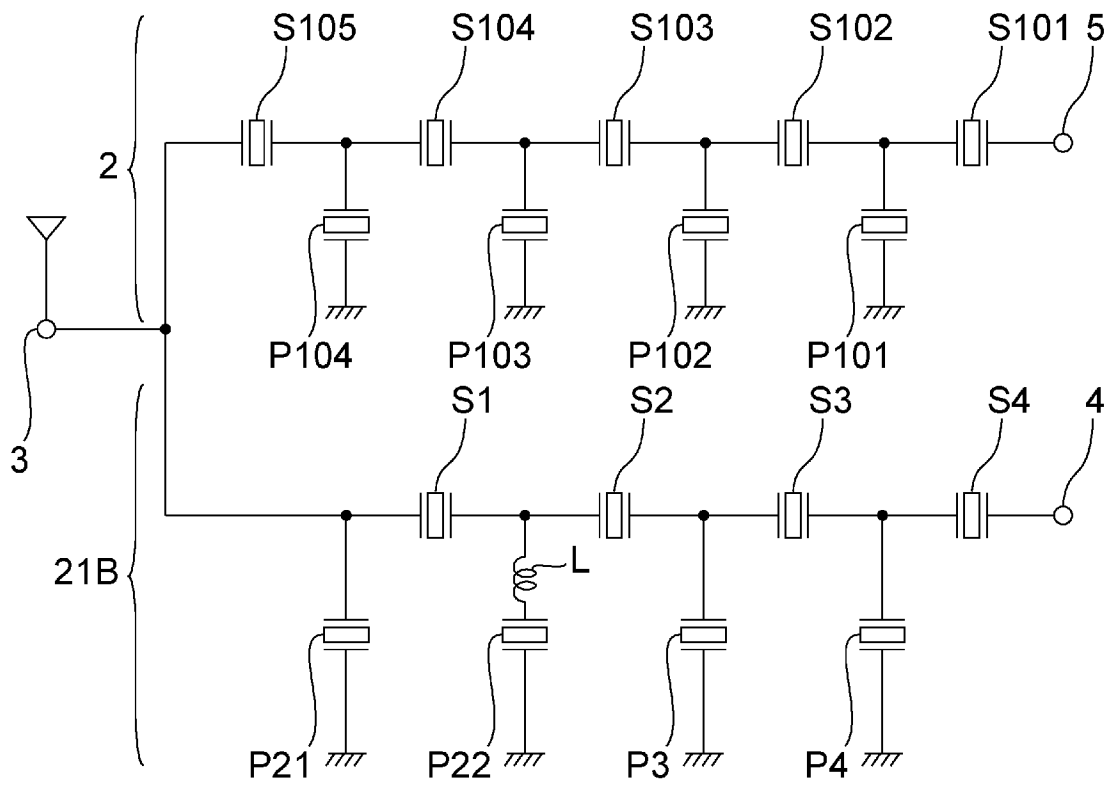
[図9]

図9



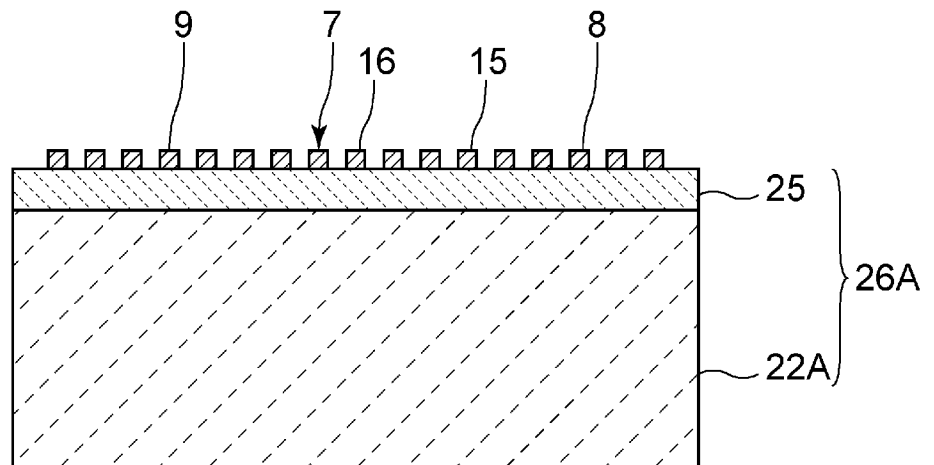
[図10]

図10



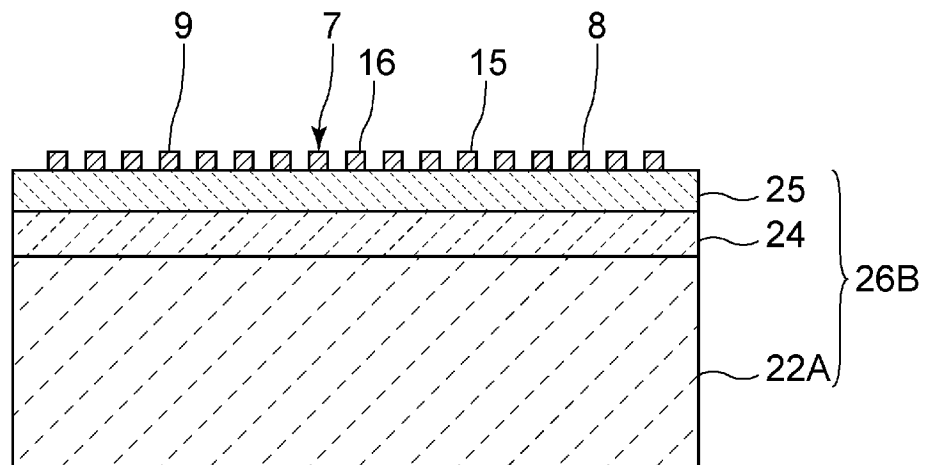
[図11]

図11



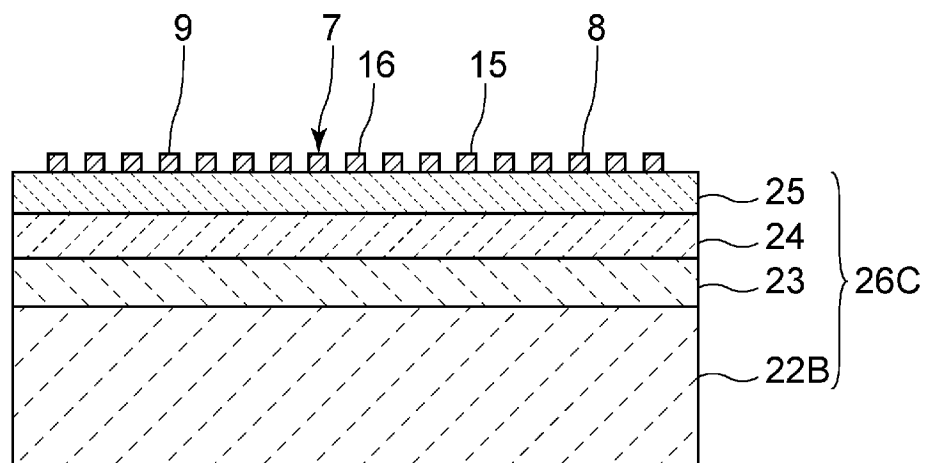
[図12]

図12



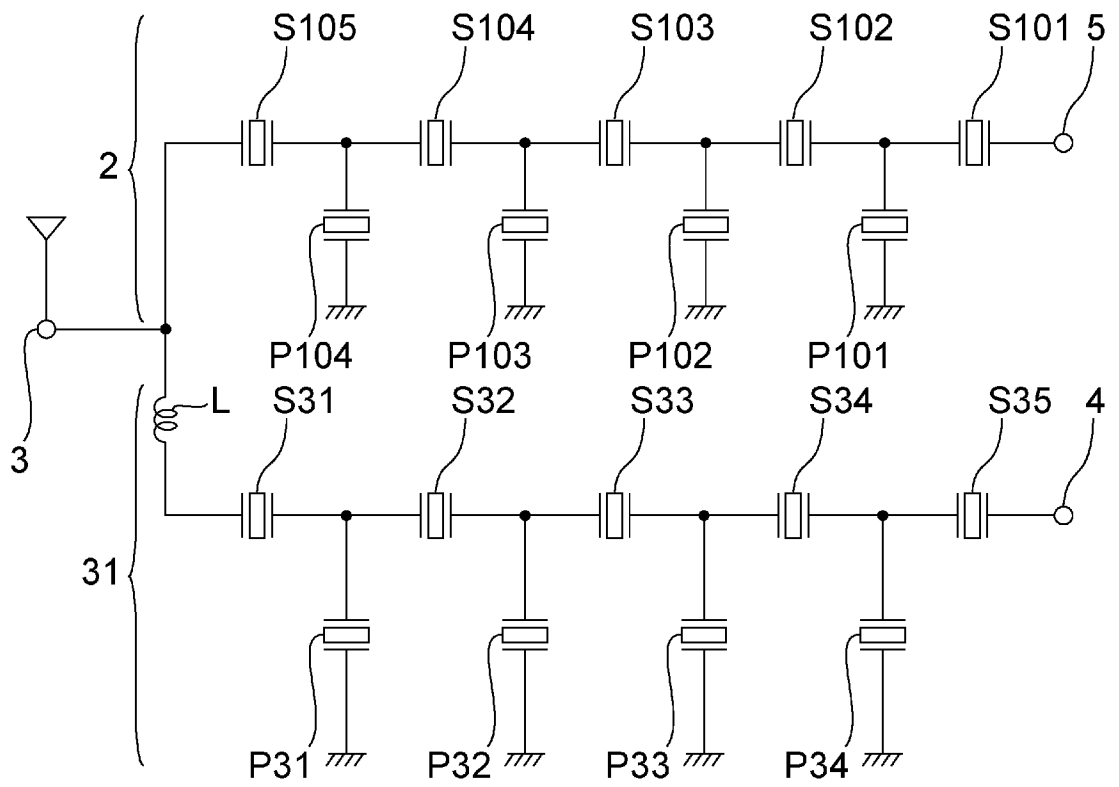
[図13]

図13



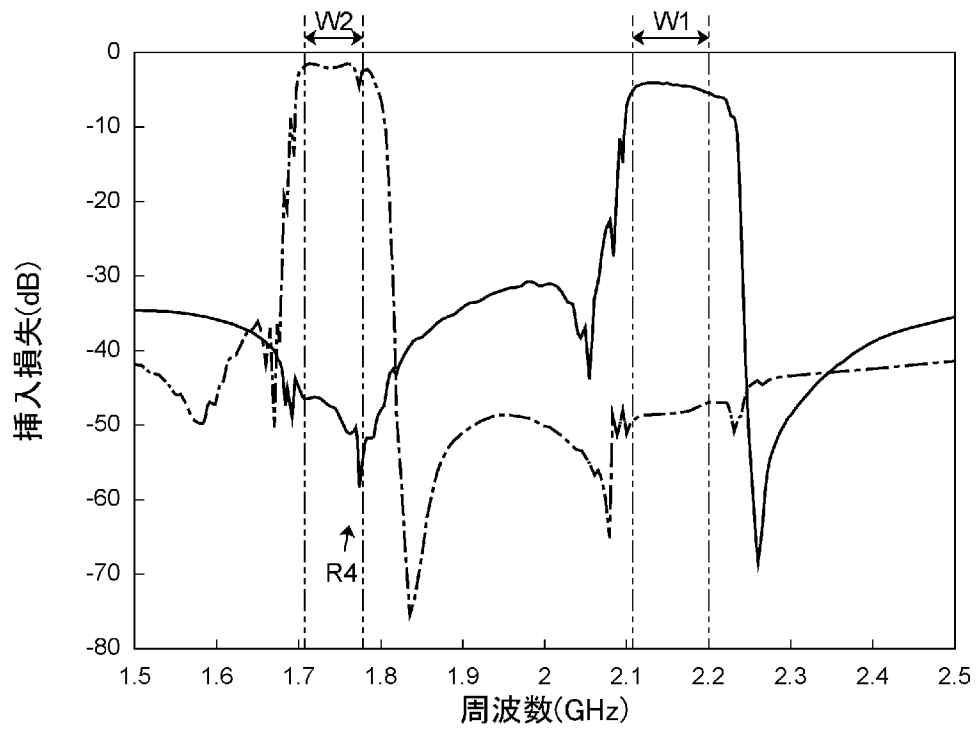
[図14]

図14



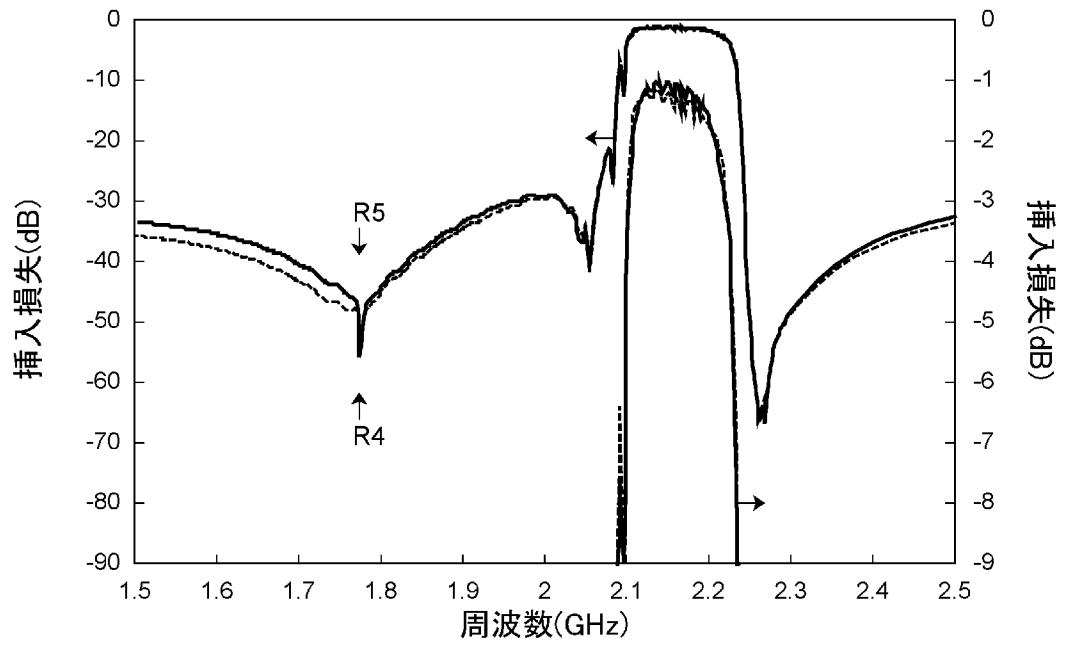
[図15]

図15



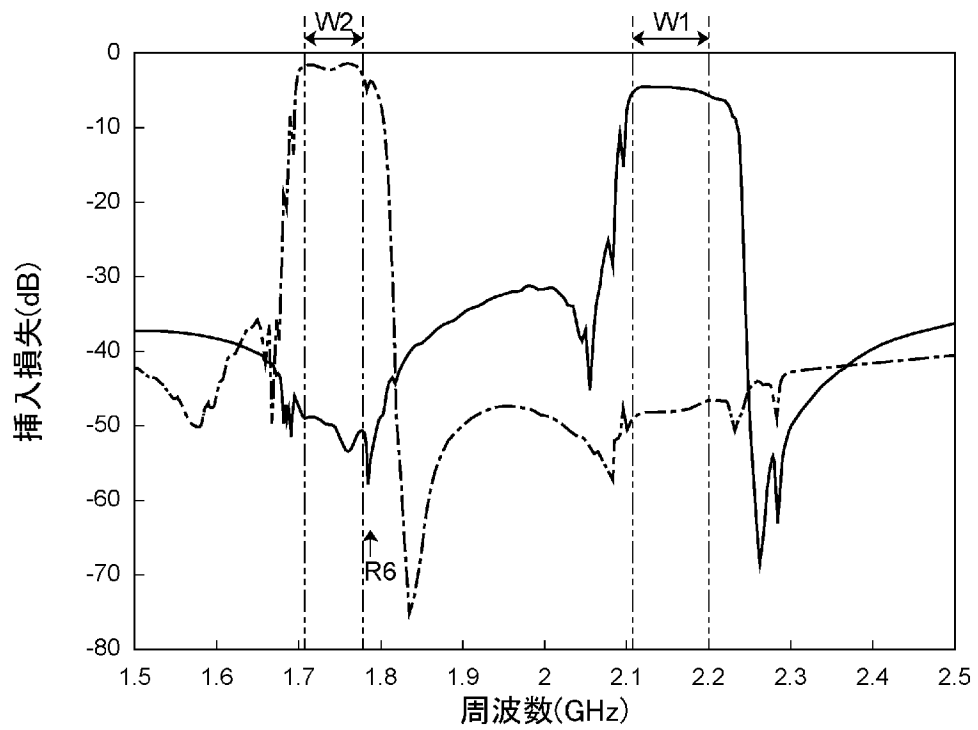
[図16]

図16



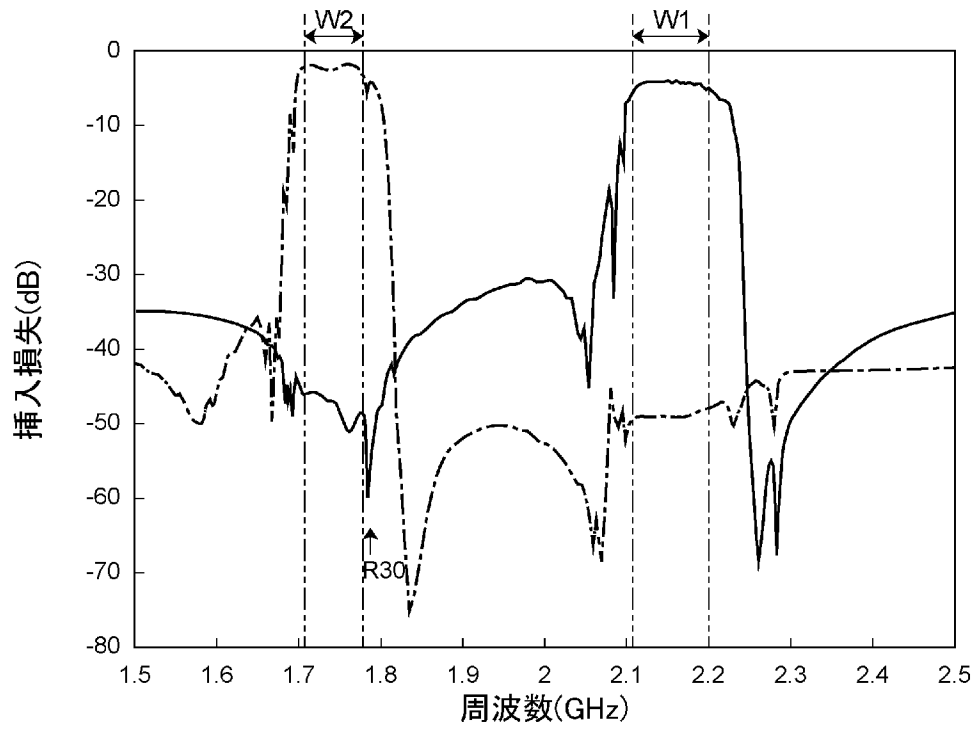
[図17]

図17



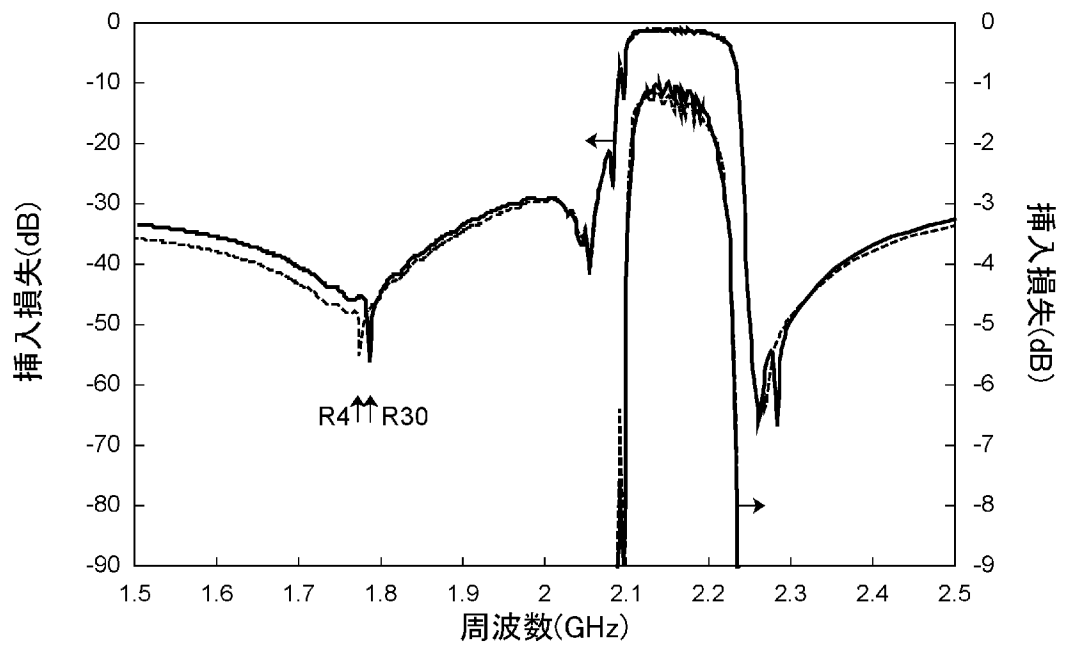
[図18]

図18



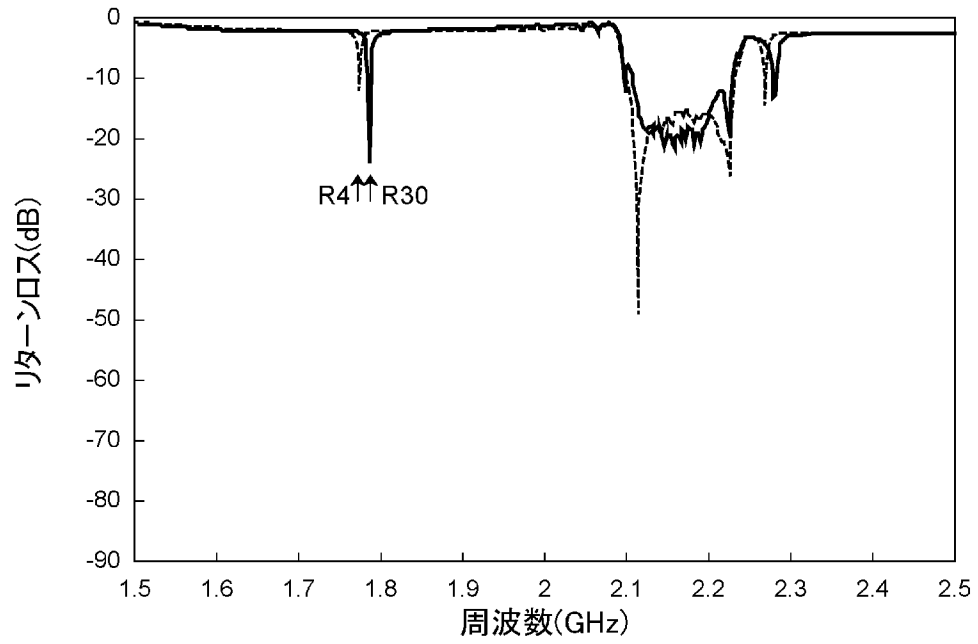
[図19]

図19



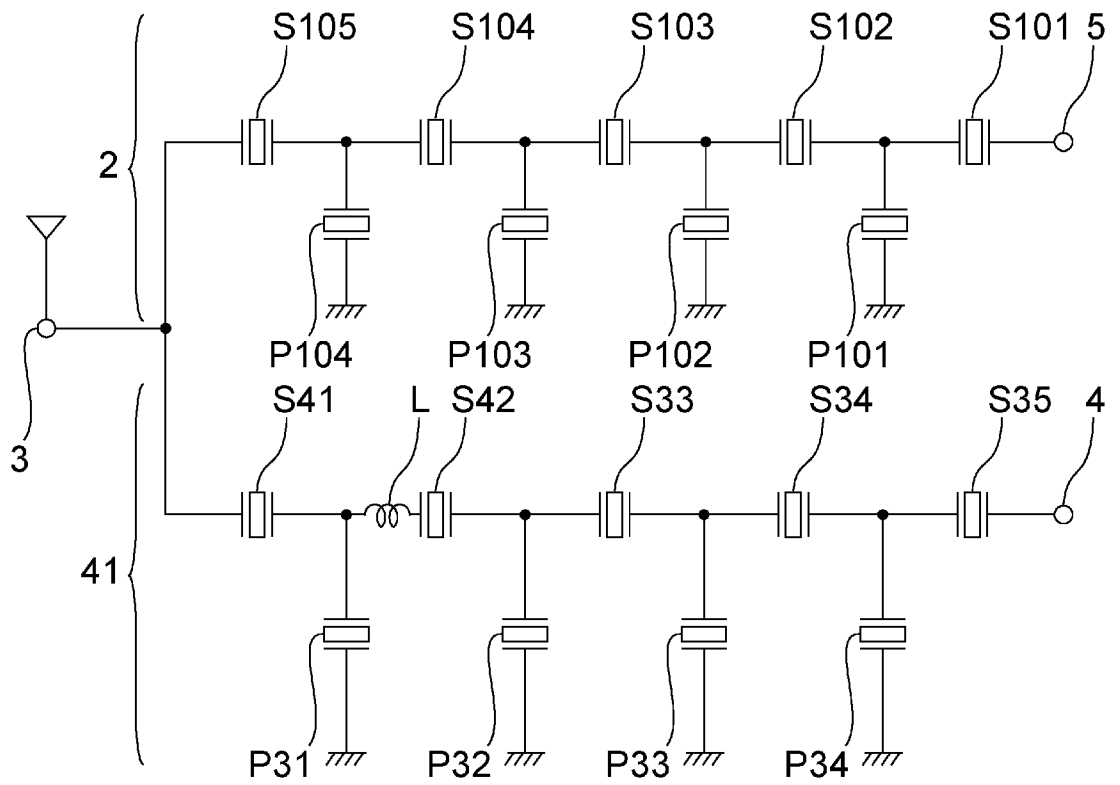
[図20]

図20



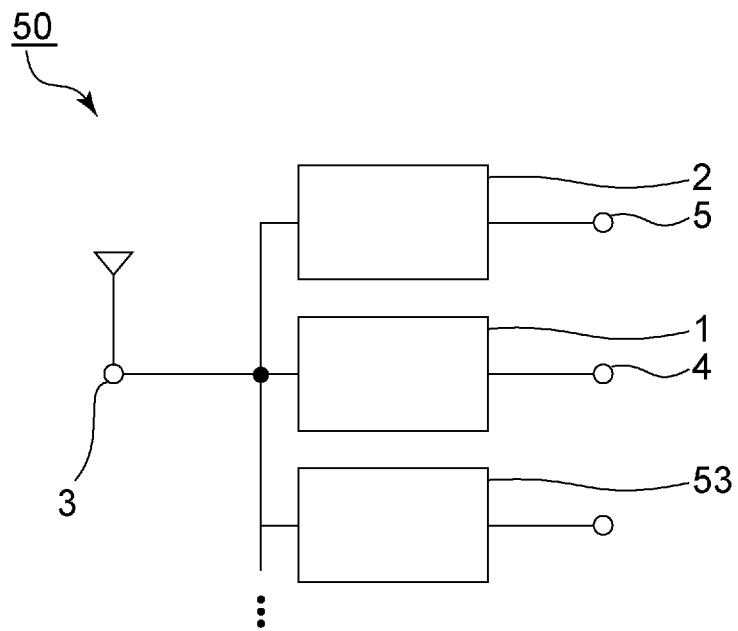
[図21]

図21



[図22]

図22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/045254

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 Int. Cl. H03H9/145 (2006.01) i, H03H9/25 (2006.01) i, H03H9/64 (2006.01) i,
 H03H9/72 (2006.01) i
 FI: H03H9/72, H03H9/64 Z, H03H9/25 C, H03H9/145 C
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 Int. Cl. H03H9/145, H03H9/25, H03H9/64, H03H9/72

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-160562 A (KYOCERA CORP.) 10 July 2008, paragraphs [0033]-[0054], fig. 1	1-14
A	WO 2017/038679 A1 (KYOCERA CORP.) 09 March 2017, paragraphs [0145]-[0164], fig. 13	1-14
A	WO 2018/139598 A1 (KYOCERA CORP.) 02 August 2018, paragraphs [0160]-[0178], fig. 10	1-14
A	JP 2015-092782 A (MURATA MFG. CO., LTD.) 14 May 2015, paragraphs [0031], [0032]	1-14
A	JP 2015-073331 A (MURATA MFG. CO., LTD.) 16 April 2015, paragraphs [0015], [0016], fig. 17, 18	1-14

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 29.01.2020	Date of mailing of the international search report 10.02.2020
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/045254

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2008-160562 A	10.07.2008	US 2008/0150652 A1 paragraphs [0020]- [0042], fig. 1 EP 1940022 A2 KR 10-2008-0059530 A CN 101212211 A	
WO 2017/038679 A1	09.03.2017	US 2018/0254763 A1 paragraphs [0185]- [0207], fig. 13 CN 107852148 A	
WO 2018/139598 A1	02.08.2018	CN 110178308 A paragraphs [0188]- [0207], fig. 10	
JP 2015-092782 A	14.05.2015	US 2014/0203893 A1 paragraphs [0066], [0067] EP 2763315 A1 KR 10-2014-0064916 A CN 103891138 A	
JP 2015-073331 A	16.04.2015	US 2013/0285768 A1 paragraphs [0016], [0017], fig. 17, 18 EP 2658123 A1 CN 103262410 A KR 10-2013-0086378 A	

<p>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 9/25(2006.01)i; H03H 9/64(2006.01)i; H03H 9/72(2006.01)i FI: H03H9/72; H03H9/64 Z; H03H9/25 C; H03H9/145 C</p>										
<p>B. 調査を行った分野</p>										
<p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H03H9/145; H03H9/25; H03H9/64; H03H9/72</p>										
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年									
<p>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）</p>										
<p>C. 関連すると認められる文献</p>										
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 2008-160562 A（京セラ株式会社）10.07.2008（2008 - 07 - 10） 段落[0033]-[0054], [図1]	1-14								
A	WO 2017/038679 A1（京セラ株式会社）09.03.2017（2017 - 03 - 09） 段落[0145]-[0164], [図13]	1-14								
A	WO 2018/139598 A1（京セラ株式会社）02.08.2018（2018 - 08 - 02） 段落[0160]-[0178], [図10]	1-14								
A	JP 2015-092782 A（株式会社村田製作所）14.05.2015（2015 - 05 - 14） 段落[0031]-[0032]	1-14								
A	JP 2015-073331 A（株式会社村田製作所）16.04.2015（2015 - 04 - 16） 段落[0015]-[0016], [図17]-[図18]	1-14								
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>										
* 引用文献のカテゴリー	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>									
“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										
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日									
29.01.2020	10.02.2020									
名称及びあて先	権限のある職員（特許庁審査官）									
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	石田 昌敏 5W 4181									
	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/JP2019/045254

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2008-160562	A	10.07.2008	US	2008/0150652	A1	
					段落[0020]-[0042], [図1]		
				EP	1940022	A2	
				KR	10-2008-0059530	A	
				CN	101212211	A	

WO	2017/038679	A1	09.03.2017	US	2018/0254763	A1	
					段落[0185]-[0207], [図13]		
				CN	107852148	A	

WO	2018/139598	A1	02.08.2018	CN	110178308	A	
					段落[0188]-[0207], [図10]		

JP	2015-092782	A	14.05.2015	US	2014/0203893	A1	
					段落[0066]-[0067]		
				EP	2763315	A1	
				KR	10-2014-0064916	A	
				CN	103891138	A	

JP	2015-073331	A	16.04.2015	US	2013/0285768	A1	
					段落[0016]-[0017], [図17]- [図18]		
				EP	2658123	A1	
				CN	103262410	A	
				KR	10-2013-0086378	A	
