

(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
2010年4月1日(01.04.2010)

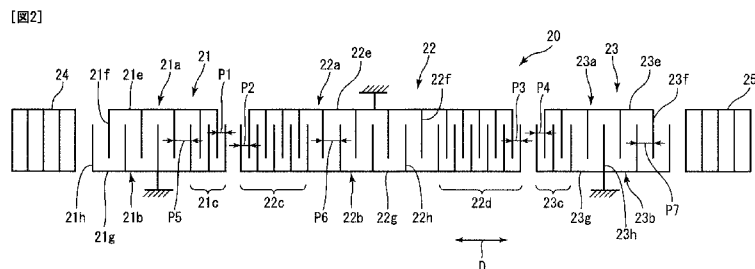
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/035372 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/145 (2006.01) H03H 9/64 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/002912
- (22) 国際出願日: 2009年6月25日(25.06.2009)
- (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 2008-244506 2008年9月24日(24.09.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高峰裕一 (TAKAMINE, Yuichi) [JP/JP]; 〒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).
- (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))
- (74) 代理人: 宮▲崎▼主税, 外(MIYAZAKI, Chikara et al.); 〒5400012 大阪府大阪市中央区谷町1丁目5番4号 大同生命ビル6階 Osaka (JP).

(54) Title: ACOUSTIC WAVE FILTER DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波フィルタ装置



(57) Abstract: Provided is an acoustic wave filter device with a very steep filter characteristic. An acoustic wave filter device (1) is provided with a longitudinally coupled resonator acoustic wave filter portion (20). The longitudinally coupled resonator acoustic wave filter portion (20) comprises a first to third IDT electrodes (21-23) each comprising multiple electrode fingers (21f-23f, 21h-23h), and a first and second reflectors (24, 25). Each of the first to third IDT Electrodes (21-23) comprises, at an end thereof adjacent to another IDT electrode in the direction of propagation of an acoustic wave, a narrow-pitch portion (21c, 22c, 22d, 23c) in which the pitch of electrode fingers is narrower than the pitch of electrode fingers in the remaining portion of the IDT electrode. The number of electrode fingers (22f, 22h) in the narrow pitch portion (22c) located on the first IDT electrode (21) side of the second IDT electrode (22) and the number of electrode fingers (22f, 22h) in the narrow pitch portion (22d) located on the third IDT electrode (23) side of the second IDT electrode (22) are different from each other.

(57) 要約: フィルタ特性の急峻性が高い弾性波フィルタ装置を提供する。弾性波フィルタ装置1は、縦結合共振子型弾性波フィルタ部20を備えている。縦結合共振子型弾性波フィルタ部20は、それぞれ複数本の電極指21f~23f、21h~23hを有する第1~第3のIDT電極21~23と、第1及び第2の反射器24、25とを有する。第1~第3のIDT電極21~23のそれぞれは、他のIDT電極と弾性波伝搬方向に隣接している端部に、該IDT電極の残りの部分の電極指の周期よりも電極指の周期が小さい狭ピッチ部21c、22c、22d、23cを有する。第2のIDT電極22の第1のIDT電極21側に位置する狭ピッチ部22cにおける電極指22f、22hの本数と、第2のIDT電極22の第3のIDT電極23側に位置する狭ピッチ部22dにおける電極指の本数22f、22hとが相互に異なっている。

WO 2010/035372 A1

明 細 書

発明の名称： 弾性波フィルタ装置

技術分野

[0001] 本発明は、弾性波フィルタ装置に関し、特に、弾性波伝搬方向に沿って配列されている第１～第３のＩＤＴ電極を有する３ＩＤＴ型の縦結合共振子型弾性波フィルタ装置に関する。

背景技術

[0002] 縦結合共振子型弾性波フィルタ部を有する弾性波フィルタ装置は、小型・軽量でフィルタ特性が優れているため、近年、携帯通信端末のＲＦ段やＩＦ段のフィルタなどとして多用されている。例えば、下記の特許文献１には、３ＩＤＴ型の縦結合共振子型弾性波フィルタ部を有する弾性波フィルタ装置の一例が開示されている。

[0003] 図１７は、特許文献１に開示された弾性波フィルタ装置の構成図である。図１７に示すように、弾性波フィルタ装置１００は、直列に接続された第１及び第２の３ＩＤＴ型縦結合共振子型弾性波フィルタ部１０１、１０２を備えている。第１の３ＩＤＴ型縦結合共振子型弾性波フィルタ部１０１と第２の３ＩＤＴ型縦結合共振子型弾性波フィルタ部１０２との間の接続点１０３とグラウンド電位との間には、弾性波共振子１０４が接続されている。

[0004] 弾性波フィルタ装置１００では、弾性波共振子１０４は、弾性波共振子１０４の共振周波数が、第１及び第２の３ＩＤＴ型縦結合共振子型弾性波フィルタ部１０１、１０２の通過帯域と阻止帯域との間の過渡帯域内に位置するように構成されている。これにより、フィルタ特性の急峻性が改善されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開平４－５４０１１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記の特許文献 1 に開示されているように、接続点 103 とグラウンド電位との間に弾性波共振子 104 が接続された弾性波フィルタ装置 100 では、フィルタ特性の急峻性は、弾性波共振子 104 の Q 値に大きく依存する。フィルタ特性の急峻性をより高くするためには、弾性波共振子 104 の Q 値をより大きくする必要がある。しかしながら、弾性波共振子 104 の Q 値は、圧電基板や電極材料によりほぼ決定されるため、弾性波共振子 104 の Q 値を大きくすることには限界があった。従って、弾性波共振子 104 を設けることのみによっては、近年求められているようなフィルタ特性のさらに高い急峻性を実現することは困難であった。

[0007] 本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解決し、フィルタ特性の急峻性が高い弾性波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

[0008] 本発明のある広域な局面では、弾性波フィルタ装置は、圧電基板と、縦結合共振子型弾性波フィルタ部とを備えている。縦結合共振子型弾性波フィルタ部は、第 1 ～ 第 3 の I D T 電極と、第 1 及び第 2 の反射器とを有する。第 1 ～ 第 3 の I D T 電極は、圧電基板上において弾性波伝搬方向に沿って形成されている。第 1 ～ 第 3 の I D T 電極は、それぞれ複数本の電極指を有する。第 1 及び第 2 の反射器は、圧電基板上において第 1 ～ 第 3 の I D T 電極が形成された領域の弾性波伝搬方向の両側に形成されている。第 1 ～ 第 3 の I D T 電極のそれぞれは、他の I D T 電極と弾性波伝搬方向に隣接している端部に、該 I D T 電極の残りの部分の電極指の周期よりも電極指の周期が小さい狭ピッチ部を有する。第 2 の I D T 電極の第 1 の I D T 電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数と、第 2 の I D T 電極の第 3 の I D T 電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数とが相互に異なっている。

[0009] 本発明のある特定の局面では、第 2 の I D T 電極の第 1 の I D T 電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数と、第 2 の I D T 電極の第 3 の I D T 電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数とが、2 本以上異な

っている。この構成によれば、フィルタ特性の急峻性をより高くすることができる。

[0010] 本発明の他の特定の局面では、第1のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の周期と、第3のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の周期とが相互に異なっている。この構成によれば、通過帯域内におけるスパイクリップルを抑圧することができ、良好な周波数特性を得ることができる。

[0011] 本発明の別の特定の局面では、第2のIDT電極の第1のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数が、第2のIDT電極の第3のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数よりも少なく、第1のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の周期が、第3のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の周期よりも小さい。この構成によれば、通過帯域と阻止帯域との間の過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性を高めると共に、通過帯域内におけるスパイクリップルを抑圧することができる。

[0012] 本発明のさらに他の特定の局面では、第2のIDT電極の第1のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数が、第2のIDT電極の第3のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数よりも少なく、第1のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の周期と第3のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の周期とのうちの少なくとも一方が一定ではなく、第1のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の周期の平均値が、第3のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の周期の平均値よりも小さい。この構成によれば、通過帯域と阻止帯域との間の過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性を高めると共に、通過帯域内におけるスパイクリップルを抑圧することができる。

本発明のさらに別の特定の局面では、第1のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の本数と、第3のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の本数とが相互に異なっている。

[0013] 本発明の他の特定の広域な局面では、弾性波フィルタ装置は、圧電基板と、縦結合共振子型弾性波フィルタ部とを備えている。縦結合共振子型弾性波

フィルタ部は、第１～第３のＩＤＴ電極と、第１及び第２の反射器とを有する。第１～第３のＩＤＴ電極は、圧電基板上において弾性波伝搬方向に沿って形成されている。第１～第３のＩＤＴ電極は、それぞれ複数本の電極指を有する。第１及び第２の反射器は、圧電基板上において第１～第３のＩＤＴ電極が形成された領域の弾性波伝搬方向の両側に形成されている。第１～第３のＩＤＴ電極のそれぞれは、他のＩＤＴ電極と弾性波伝搬方向に隣接している端部に、該ＩＤＴ電極の残りの部分の電極指の周期よりも電極指の周期が小さい狭ピッチ部を有する。第１のＩＤＴ電極の狭ピッチ部における電極指の本数と、第３のＩＤＴ電極の狭ピッチ部における電極指の本数とが相互に異なっている。

[0014] 本発明のまた他の特定の局面では、第１のＩＤＴ電極の狭ピッチ部における電極指の本数と、第３のＩＤＴ電極の狭ピッチ部における電極指の本数とが、２本以上異なっている。この構成によれば、フィルタ特性の急峻性をより高くすることができる。

[0015] 本発明のまた別の特定の局面では、第２のＩＤＴ電極の第１のＩＤＴ電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の周期と、第２のＩＤＴ電極の第３のＩＤＴ電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の周期とが相互に異なっている。この構成によれば、通過帯域内におけるスパイクリップルを抑圧することができ、良好な周波数特性を得ることができる。

[0016] 本発明のさらにまた他の特定の局面では、第１のＩＤＴ電極の狭ピッチ部における電極指の本数が、第３のＩＤＴ電極の狭ピッチ部における電極指の本数よりも少なく、第２のＩＤＴ電極の第１のＩＤＴ電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の周期が、第２のＩＤＴ電極の第３のＩＤＴ電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の周期よりも小さい。この構成によれば、通過帯域と阻止帯域との間の過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性を高めると共に、通過帯域内におけるスパイクリップルを抑圧することができる。

[0017] 本発明のさらにまた別の特定の局面では、第１のＩＤＴ電極の狭ピッチ部

における電極指の本数が、第3のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の本数よりも少なく、第2のIDT電極の第1のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の周期と第2のIDT電極の第3のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の周期とのうちの少なくとも一方が一定ではなく、第2のIDT電極の第1のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の周期の平均値が、第2のIDT電極の第3のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の周期の平均値よりも小さい。この構成によれば、通過帯域と阻止帯域との間の過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性を高めると共に、通過帯域内におけるスパイクリップルを抑圧することができる。

[0018] 本発明のまたさらに他の特定の局面では、第1～第3のIDT電極の狭ピッチ部は、縦結合共振子型弾性波フィルタ部の1次の共振モードに起因する減衰極の周波数が、縦結合共振子型弾性波フィルタ部の通過帯域と阻止帯域との間に位置する過渡帯域内に位置するように構成されている。

発明の効果

[0019] 本発明では、第2のIDT電極の第1のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数と、第2のIDT電極の第3のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数とが相互に異なっているか、または第1のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の本数と、第3のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の本数とが相互に異なっているので、縦結合共振子型弾性波フィルタ部において1次の共振モードが発生し、この1次の共振モードにより通過帯域と阻止帯域との間に位置する過渡帯域における挿入損失が増大するため、フィルタ特性の急峻性を高めることができ、よって、良好なフィルタ特性を有する弾性波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

[0020] [図1] 図1は、第1の実施形態に係る弾性波フィルタ装置の模式的構成図である。

[図2] 図2は、第1の実施形態における第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ

部の模式的構成図である。

[図3] 図3は、第1の実施形態における第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の模式的構成図である。

[図4] 図4は、第1の実施例及び第1の比較例のそれぞれにおける弾性波フィルタ装置の挿入損失を表すグラフである。

[図5] 図5は、第2及び第3の実施例並びに第1の比較例のそれぞれにおける第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を表すグラフである。

[図6] 図6は、第4及び第5の実施例並びに第2の実施例のそれぞれにおける第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を表すグラフである。

[図7] 図7は、狭ピッチ部が設けられていない3 IDT型の縦結合共振子型弾性波フィルタ部における各共振モードの電流分布を表す模式図である。図7 (a) は、0次の共振モードの電流分布を表す模式図である。図7 (b) は、2次の共振モードの電流分布を表す模式図である。図7 (c) は、1-1間の共振モードの電流分布を表す模式図である。図7 (d) は、1次の共振モードの電流分布を表す模式図である。

[図8] 図8は、第1の比較例の弾性波フィルタ装置において縦結合共振子型弾性波フィルタ部のみの電気的特性を取り出し、特性インピーダンスを外して共振モードの共振点を確認した図である。

[図9] 図9は、インピーダンスを1 Ω とした場合の、狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数と、第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数との差と、1次の共振モードに起因する減衰極の大きさとの関係を表すグラフである。

[図10] 図10は、参考例における第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を表すグラフである。

[図11] 図11は、第2の実施形態における第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の略図的構成図である。

[図12] 図12は、第2の実施形態における第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の略図的構成図である。

[図13] 図13は、第6及び第7の実施例並びに第2の比較例のそれぞれにおける第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を表すグラフである。

[図14] 図14は、第8及び第9の実施例並びに第6の実施例のそれぞれにおける第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を表すグラフである。

[図15] 図15は、インピーダンスを 1Ω とした場合の、狭ピッチ部21c、31cにおける電極指の本数と、狭ピッチ部23c、33cにおける電極指の本数との差と、1次の共振モードに起因する減衰極の大きさとの関係を表すグラフである。

[図16] 図16は、第10の実施例及び第1の比較例のそれぞれにおける弾性波フィルタ装置の挿入損失を表すグラフである。

[図17] 図17は、特許文献1に開示された縦結合共振子型弾性波フィルタ装置の構成図である。

発明を実施するための形態

[0021] 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。

[0022] (第1の実施形態)

本実施形態に係る弾性波フィルタ装置1は、平衡－不平衡変換機能を有するUMTS-band 2用受信フィルタである。弾性波フィルタ装置1では、不平衡信号端子2のインピーダンスが 50Ω 、第1及び第2の平衡信号端子3、4のインピーダンスが 100Ω である。UMTS-band 2用受信フィルタの送信周波数帯域は $1.85\sim 1.91\text{GHz}$ であり、受信周波数帯域は $1.93\sim 1.99\text{GHz}$ である。

[0023] 本実施形態の弾性波フィルタ装置1は、例えば弾性表面波や弾性境界波などの弾性波を利用した弾性波フィルタ装置である。図1に本実施形態の弾性波フィルタ装置1の模式的構成図を示す。なお、図1では、IDT電極やグレーティング反射器は簡略的に描画されており、描画されているIDT電極

やグレーティング反射器における電極指の本数は実際における電極指の本数よりも少ない。また、図1では、第1及び第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部20、30のIDT電極及びグレーティング反射器は、矩形内に「×」記号が付された記号により模式的に描画している。

[0024] 図1に示すように、弾性波フィルタ装置1は、圧電基板9を備えている。本実施形態では、圧電基板9は、 $40 \pm 5^\circ$ YカットX伝搬LiTaO₃により構成されている。もっとも、圧電基板9は、LiTaO₃以外の他の圧電基板材料により構成されていてもよい。他の圧電基板材料としては、例えば、LiNbO₃などが挙げられる。

[0025] 圧電基板9の上には、第1及び第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部20、30と、第1及び第2の直列共振子10、15と、第1及び第2の並列共振子40、45とが形成されている。本実施形態では、第1及び第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部20、30と、第1及び第2の直列共振子10、15と、第1及び第2の並列共振子40、45とは、Al電極により形成されている。もっとも、各フィルタ部及び共振子は、Au、Ag、CuなどのAl以外の導電材料により形成されていてもよく、また、複数の導電層の積層体により構成されていてもよい。

[0026] 第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部20は、不平衡信号端子2と、第1の平衡信号端子3との間に接続されている。一方、第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部30は、不平衡信号端子2と、第2の平衡信号端子4との間に接続されている。

[0027] 不平衡信号端子2と第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部20との間には、第1の直列共振子10が接続されている。第1の直列共振子10は、互いに間挿し合う一対のくし歯電極を有するIDT電極11と、IDT電極11の弾性波伝搬方向の両側に配置された第1及び第2のグレーティング反射器12、13とを備えている。

[0028] 一方、不平衡信号端子2と第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部30との間には、第2の直列共振子15が接続されている。第2の直列共振子15

は、互いに間挿し合う一対のくし歯電極を有する I D T 電極 1 6 と、 I D T 電極 1 6 の弾性波伝搬方向の両側に配置された第 1 及び第 2 のグレーティング反射器 1 7, 1 8 とを備えている。

[0029] 第 1 及び第 2 の直列共振子 1 0, 1 5 は、第 1 及び第 2 の直列共振子 1 0, 1 5 の共振周波数が第 1 及び第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 2 0, 3 0 の通過帯域内に位置し、第 1 及び第 2 の直列共振子 1 0, 1 5 の反共振周波数が第 1 及び第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 2 0, 3 0 の通過帯域と阻止帯域との間の過渡帯域内に位置するように構成されている。これにより、過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性が高められている。

[0030] 第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 2 0 と第 1 の平衡信号端子 3 との間の接続点 5 とグラウンド電位との間には、第 1 の並列共振子 4 0 が接続されている。第 1 の並列共振子 4 0 は、互いに間挿し合う一対のくし歯電極を有する I D T 電極 4 1 と、 I D T 電極 4 1 の弾性波伝搬方向の両側に配置された第 1 及び第 2 のグレーティング反射器 4 2, 4 3 とを備えている。

[0031] 一方、第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 3 0 と第 2 の平衡信号端子 4 との間の接続点 6 とグラウンド電位との間には、第 2 の並列共振子 4 5 が接続されている。第 2 の並列共振子 4 5 は、互いに間挿し合う一対のくし歯電極を有する I D T 電極 4 6 と、 I D T 電極 4 6 の弾性波伝搬方向の両側に配置された第 1 及び第 2 のグレーティング反射器 4 7, 4 8 とを備えている。

[0032] 第 1 及び第 2 の並列共振子 4 0, 4 5 は、第 1 及び第 2 の並列共振子 4 0, 4 5 の反共振周波数が第 1 及び第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 2 0, 3 0 の通過帯域内に位置し、第 1 及び第 2 の並列共振子 4 0, 4 5 の共振周波数が第 1 及び第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 2 0, 3 0 の通過帯域低域側の帯域外に位置するように構成されている。これにより、過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性が高められている。

[0033] 次に、第 1 及び第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 2 0, 3 0 の構成について説明する。図 2 に第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 2 0 の模

式的構成図を示し、図3に第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部30の模式的構成図を示す。

[0034] 図1及び図2に示すように、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部20は、圧電基板9上において弾性波伝搬方向Dに沿ってこの順番で形成されている第1～第3のIDT電極21～23を備えている。第1～第3のIDT電極21～23が設けられた領域の弾性波伝搬方向Dの両側には、第1及び第2のグレーティング反射器24、25が形成されている。

[0035] 図2に示すように、第1のIDT電極21は、互いに間挿し合う第1及び第2のくし歯電極21a、21bを有する。第1及び第2のくし歯電極21a、21bは、バスバー21e、21gと、複数の電極指21f、21hとを有する。第1のIDT電極21の第2のIDT電極22と弾性波伝搬方向Dに隣接している端部には、狭ピッチ部21cが形成されている。狭ピッチ部21cにおける電極指21f、21hの周期P1は、第1のIDT電極21の狭ピッチ部21c以外の部分の電極指21f、21hの周期P5よりも小さくされている。なお、本明細書において、電極指の周期とは、隣接する電極指の弾性波伝搬方向Dに沿った中心間距離を意味する。

[0036] 第2のIDT電極22は、互いに間挿し合う第1及び第2のくし歯電極22a、22bを有する。第1及び第2のくし歯電極22a、22bは、バスバー22e、22gと、複数の電極指22f、22hとを有する。第2のIDT電極22の第1のIDT電極21と弾性波伝搬方向Dに隣接している端部には、第1のIDT電極側狭ピッチ部22cが形成されている。また、第2のIDT電極22の第3のIDT電極23と弾性波伝搬方向Dに隣接している端部には、第3のIDT電極側狭ピッチ部22dが形成されている。第1のIDT電極側狭ピッチ部22cにおける電極指22f、22hの周期P2は、第2のIDT電極22の第1のIDT電極側狭ピッチ部22cと第3のIDT電極側狭ピッチ部22dとを除いた残りの部分の電極指22f、22hの周期P6よりも小さくされている。同様に、第3のIDT電極側狭ピッチ部22dにおける電極指22f、22hの周期P3も、第2のIDT電

極 2 2 の第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 c と第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 d とを除いた残りの部分の電極指 2 2 f、2 2 h の周期 P 6 よりも小さくされている。

[0037] 第 3 の I D T 電極 2 3 は、互いに間挿し合う第 1 及び第 2 のくし歯電極 2 3 a、2 3 b を有する。第 1 及び第 2 のくし歯電極 2 3 a、2 3 b は、バスバー 2 3 e、2 3 g と、複数の電極指 2 3 f、2 3 h とを有する。第 3 の I D T 電極 2 3 の第 2 の I D T 電極 2 2 と弾性波伝搬方向 D に隣接している端部には、狭ピッチ部 2 3 c が形成されている。狭ピッチ部 2 3 c における電極指 2 3 f、2 3 h の周期 P 4 は、第 3 の I D T 電極 2 3 の狭ピッチ部 2 3 c 以外の部分の電極指 2 3 f、2 3 h の周期 P 7 よりも小さくされている。

[0038] 第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 3 0 は、第 2 の I D T 電極の平衡端子側のくし歯電極の位相が異なること以外は上記第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 2 0 と実質的に同じ構成を有している。詳細には、図 1 及び図 3 に示すように、第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 3 0 は、圧電基板 9 上において弾性波伝搬方向 D に沿ってこの順番で形成されている第 1 ～第 3 の I D T 電極 3 1 ～3 3 を備えている。第 1 ～第 3 の I D T 電極 3 1 ～3 3 が設けられた領域の弾性波伝搬方向 D の両側には、第 1 及び第 2 のグレーティング反射器 3 4、3 5 が形成されている。

[0039] 図 3 に示すように、第 1 の I D T 電極 3 1 は、互いに間挿し合う第 1 及び第 2 のくし歯電極 3 1 a、3 1 b を有する。第 1 及び第 2 のくし歯電極 3 1 a、3 1 b は、バスバー 3 1 e、3 1 g と、複数の電極指 3 1 f、3 1 h とを有する。第 1 の I D T 電極 3 1 の第 2 の I D T 電極 3 2 と弾性波伝搬方向 D に隣接している端部には、狭ピッチ部 3 1 c が形成されている。狭ピッチ部 3 1 c における電極指 3 1 f、3 1 h の周期 P 1 1 は、第 1 の I D T 電極 3 1 の狭ピッチ部 3 1 c 以外の部分の電極指 3 1 f、3 1 h の周期 P 1 5 よりも小さくされている。

[0040] 第 2 の I D T 電極 3 2 は、互いに間挿し合う第 1 及び第 2 のくし歯電極 3 2 a、3 2 b を有する。第 1 及び第 2 のくし歯電極 3 2 a、3 2 b は、バス

バー 32 e、32 g と、複数の電極指 32 f、32 h とを有する。第 2 の I D T 電極 32 の第 1 の I D T 電極 31 と弾性波伝搬方向 D に隣接している端部には、第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 32 c が形成されている。また、第 2 の I D T 電極 32 の第 3 の I D T 電極 33 と弾性波伝搬方向 D に隣接している端部には、第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 32 d が形成されている。第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 32 c における電極指 32 f、32 h の周期 P 12 は、第 2 の I D T 電極 32 の第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 32 c と第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 32 d とを除いた残りの部分の電極指 32 f、32 h の周期 P 16 よりも小さくされている。同様に、第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 32 d における電極指 32 f、32 h の周期 P 13 も、第 2 の I D T 電極 32 の第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 32 c と第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 32 d とを除いた残りの部分の電極指 32 f、32 h の周期 P 16 よりも小さくされている。

[0041] 第 3 の I D T 電極 33 は、互いに間挿し合う第 1 及び第 2 のくし歯電極 33 a、33 b を有する。第 1 及び第 2 のくし歯電極 33 a、33 b のそれぞれは、バスバー 33 e、33 g と、複数の電極指 33 f、33 h とを有する。第 3 の I D T 電極 33 の第 2 の I D T 電極 32 と弾性波伝搬方向 D に隣接している端部には、狭ピッチ部 33 c が形成されている。狭ピッチ部 33 c における電極指 33 f、33 h の周期 P 14 は、第 3 の I D T 電極 33 の狭ピッチ部 33 c 以外の部分の電極指 33 f、33 h の周期 P 17 よりも小さくされている。

[0042] (第 1 の実施例)

第 1 の実施例として、上記の第 1 の実施形態の弾性波フィルタ装置 1 を以下の設計パラメータに基づいて作製し、挿入損失を測定した。

[0043] 第 1 及び第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 20, 30 ;

交叉幅 : 30.4 λ (λ : I D T 電極の周期により決定される波長 = 2.0405 μm)

第 1 及び第 3 の I D T 電極 21, 23, 31, 33 における電極指の本数

: 39本

狭ピッチ部21c、23c、31c、33cにおける電極指の本数: 5本

狭ピッチ部21c、31cにおける電極指の周期P1, P11: 1.88
85 μm

狭ピッチ部23c、33cにおける電極指の周期P4, P14: 1.97
85 μm (狭ピッチ部21c、31cにおける電極指の周期よりも0.09
 μm 小さい)

第2のIDT電極22における電極指の本数: 43本

第2のIDT電極32における電極指の本数: 43本

第1のIDT電極側狭ピッチ部22cにおける電極指の本数: 3本

第1のIDT電極側狭ピッチ部32cにおける電極指の本数: 3本

第3のIDT電極側狭ピッチ部22dにおける電極指の本数: 7本

第3のIDT電極側狭ピッチ部32dにおける電極指の本数: 7本

第1及び第3のIDT電極側狭ピッチ部22c、32c、22d、32d
における電極指の周期P2, P12, P3, P13: 2.0118 μm

第1及び第2のグレーティング反射器24, 25, 34, 35における電
極指の本数: 65本

メタライゼーションレシオ: 0.68

電極膜厚: 0.091 λ

第1及び第2の直列共振子10, 15;

交叉幅: 11.0 λ ($\lambda = 1.9528 \mu\text{m}$)

IDT電極11, 16における電極指の本数: 71本

第1及び第2のグレーティング反射器12, 13, 17, 18における電
極指の本数: 18本

メタライゼーションレシオ: 0.60

電極膜厚: 0.095 λ

第1及び第2の並列共振子40, 45;

交叉幅: 15.0 λ ($\lambda = 2.0476 \mu\text{m}$)

I D T電極 4 1, 4 6における電極指の本数 : 1 1 1 本

第 1 及び第 2 のグレーティング反射器 4 2, 4 3, 4 7, 4 8 における電極指の本数 : 1 8 本

メタライゼーションレシオ : 0. 6 0

電極膜厚 : 0. 0 9 1 λ

また、第 1 の比較例として、第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 c、3 2 c における電極指の本数と、第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 d、3 2 d における電極指の本数とが共に 4 本であり、狭ピッチ部 2 1 c、3 1 c における電極指の周期 P_1 が狭ピッチ部 2 3 c、3 3 c における電極指の周期 P_4 と等しいこと以外は上記第 1 の実施例と同じ設計パラメータの弾性波フィルタ装置を作製し、挿入損失を測定した。

[0044] 図 4 に第 1 の実施例及び第 1 の比較例のそれぞれにおける弾性波フィルタ装置の挿入損失を示す。なお、図 4 において、実線は第 1 の実施例の弾性波フィルタ装置の挿入損失を示し、一点鎖線が第 1 の比較例の弾性波フィルタ装置の挿入損失を示す。

[0045] 図 4 に示すように、第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 c、3 2 c における電極指の本数と、第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 d、3 2 d における電極指の本数とが異なる第 1 の実施例の方が、第 1 の比較例よりも低域側過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性が高かった。具体的には、低域側過渡帯域において、挿入損失が 3. 5 d B となる周波数から挿入損失が 4 7 d B となる周波数までの間の間隔が、第 1 の実施例の方が第 1 の比較例よりも 2 M H z 小さくなっていた。この結果から、第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 c、3 2 c における電極指の本数と、第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 d、3 2 d における電極指の本数とを異ならしめることにより過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性を高めることができることがわかる。

[0046] また、狭ピッチ部 2 1 c、3 1 c における電極指の周期が狭ピッチ部 2 3 c、3 3 c における電極指の周期よりも 0. 0 9 μ m 小さくされている第 1 の実施例では、通過帯域に大きなスパイクリップルが観察されなかった。こ

の結果から、第1のIDT電極側狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数が第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数と異なっている場合であっても、狭ピッチ部21c、31cにおける電極指の周期を狭ピッチ部23c、33cにおける電極指の周期よりも小さくすることによって、通過帯域におけるスパイクリップルを抑圧でき、通過帯域における良好な周波数特性と過渡帯域におけるフィルタ特性の高い急峻性とを両立できることがわかる。

[0047] (第2及び第3の実施例)

第2の実施例として、狭ピッチ部21c、31cにおける電極指の周期 P_1 を、狭ピッチ部23c、33cにおける電極指の周期 P_4 とを等しくしたこと以外は、上記第1の実施例と同様の設計パラメータの弾性波フィルタ装置を作製した。そして、第2の実施例の弾性波フィルタ装置における第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を測定した。

また、第3の実施例として、第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数を5本にしたこと以外は、上記の第2の実施例と同様の設計パラメータの弾性波フィルタ装置を作製した。そして、第3の実施例の弾性波フィルタ装置における第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を測定した。

[0048] 図5に第2及び第3の実施例並びに第1の比較例のそれぞれにおける第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を示す。なお、図5において、実線が第2の実施例における第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を示し、一点鎖線が第3の実施例における第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を示し、二点鎖線が第1の比較例における第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を示す。

[0049] 図5に示すように、第1のIDT電極側狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数と、第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数とが異なる第2及び第3の実施例では、周波数1.92GHz付近に1次の共振モードに起因する減衰極が確認された。また、第3のID

T電極側狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数と第1のIDT電極側狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数との差が4本である第2の実施例の方が、第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数と第1のIDT電極側狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数との差が2本である第3の実施例よりも大きな減衰極が確認された。この結果から、第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数と第1のIDT電極側狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数との差を大きくすることにより、1次の共振モードに起因する減衰極を大きくできるため、過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性をより高めることができることがわかる。

[0050] また、第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数と第1のIDT電極側狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数とが異なる第2及び第3の実施例では、周波数1.98GHz付近にスパイクリップルが確認された。また、第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数と第1のIDT電極側狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数の差が4本である第2の実施例の方が、第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数と第1のIDT電極側狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数との差が2本である第3の実施例よりも大きなスパイクリップルが確認された。

[0051] (第4及び第5の実施例)

第4及び第5の実施例として、狭ピッチ部21c、31cにおける電極指の周期P1、P11と狭ピッチ部23c、33cにおける電極指の周期P4、P14との差を変更したこと以外は、上記の第1の実施例と同様の設計パラメータの弾性波フィルタ装置を作製した。具体的には、第4の実施例では、狭ピッチ部21c、31cにおける電極指の周期P1、P11を狭ピッチ部23c、33cにおける電極指の周期P4、P14よりも0.04μm小さくした。第5の実施例では、狭ピッチ部21c、31cにおける電極指の周期P1、P11を狭ピッチ部23c、33cにおける電極指の周期P4、

P 1 4 よりも 0. 0 2 μ m 小さくした。

[0052] そして、第 4 及び第 5 の実施例の弾性波フィルタ装置のそれぞれにおける第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を測定した。測定結果を図 6 に示す。なお、図 6 において、実線は第 4 の実施例における第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を示し、一点鎖線が上記第 2 の実施例における第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を示し、二点鎖線が第 5 の実施例における第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を示す。

[0053] 図 6 に示すように、狭ピッチ部 2 1 c、3 1 c における電極指の周期 P 1, P 1 1 が狭ピッチ部 2 3 c、3 3 c における電極指の周期 P 4, P 1 4 よりも 0. 0 4 μ m 小さい第 4 の実施例の方が、周期 P 1, P 1 1 が周期 P 4, P 1 4 よりも 0. 0 2 μ m 小さい第 5 の実施例よりもスパイクリップルが小さかった。この結果から、狭ピッチ部 2 1 c、3 1 c における電極指の周期 P 1, P 1 1 と狭ピッチ部 2 3 c、3 3 c における電極指の周期 P 4, P 1 4 との差を大きくすることにより通過帯域におけるスパイクリップルを小さくできることがわかる。

[0054] なお、参考例として、狭ピッチ部 2 1 c、3 1 c における電極指の周期 P 1, P 1 1 を狭ピッチ部 2 3 c、3 3 c における電極指の周期 P 4, P 1 4 よりも大きくしたこと以外は上記の第 1 の実施例と同様の設計パラメータの弾性波フィルタ装置を作製し、その弾性波フィルタ装置における第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を測定した。この場合は、第 2 の実施例よりも大きなスパイクリップルが確認された。この結果から、第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 c、3 2 c における電極指の本数が第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 d、3 2 d における電極指の本数よりも少ない場合は、狭ピッチ部 2 1 c、3 1 c における電極指の周期 P 1, P 1 1 を狭ピッチ部 2 3 c、3 3 c における電極指の周期 P 4, P 1 4 よりも小さくすることにより通過帯域内におけるスパイクリップルを効果的に抑圧できることがわかる。

- [0055] 図7に左右対称に設計された縦結合共振子型弾性波フィルタで発生する、各共振モードの電流分布を示す。3つのIDT電極を有する縦結合共振子型弾性波フィルタでは、図7(a)に示す電流分布により発生する0次の共振モードと、図7(b)に示す電流分布により発生する2次の共振モードと、図7(c)に示す、IDT電極が隣り合う箇所にピークを持つ電流分布により発生する共振モード（以下、「I-I間共振モード」とする。）との3つの共振モードにより通過帯域が形成される。
- [0056] 図8は、上記の第1の比較例の弾性波フィルタ装置において縦結合共振子型弾性波フィルタ部のみの電気的特性を取り出し、特性インピーダンスを外して共振モードの共振点を確認した図である。図8において、0次の共振モードの共振点（周波数約1.935GHz）を符号Aで示す。2次の共振モードの共振点（周波数約1.91GHz）を符号Cで示す。I-I間共振モードの共振点（周波数約1.99GHz）を符号Bで示す。
- [0057] 従来、縦結合共振子型弾性波フィルタの設計パラメータは、左右対称となるように設定されることが一般的であった。それは、縦結合共振子型弾性波フィルタの設計パラメータを左右非対称となるように設計すると、0次の共振モードの共振点と2次の共振モードの共振点との間に共振点が位置する1次の共振モードが生じることにより、減衰極が発生するためである。
- [0058] より具体的に説明すると、左右対称な設計パラメータを有する3つのIDT電極を有する縦結合共振子型弾性波フィルタにおいては、図7(d)から明らかなように、1次の共振モードの電流分布は、中央に位置するIDT電極のほぼ中央部を境に電流の符号が逆となるので、中央に位置するIDT電極に電流が流れなくなる。従って、1次の共振モードに相当する減衰極が発生しない。それに対して、何らかの設計パラメータを左右非対称にした場合、1次の共振モードに相当する減衰極が発生する。この1次の共振モードに起因する減衰極は通過帯域内に発生するため、従来は、1次の共振モードが発生しないように、設計パラメータは左右対称に設定されるのが一般的であった。

[0059] それに対して本実施形態では、第2のIDT電極22、32の第1のIDT電極側狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数と第2のIDT電極22、32の第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数とが相互に異なっている。具体的には、本実施形態では、第2のIDT電極22、32の第1のIDT電極側狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数が第2のIDT電極22、32の第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数よりも少なくされている。このため、第1及び第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部20、30において、0次の共振モード、2次の共振モード及びI-I間共振モードに加えて1次の共振モードが発生する。本実施形態では、第1のIDT電極側狭ピッチ部22c、32c及び第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dは、この1次の共振モードに起因するリップル（減衰極）が第1及び第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部20、30の低域側の過渡帯域内に位置するように構成されている。このため、低域側の過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性が高められている。

[0060] 具体的には、本実施形態では、1次の共振モードに起因する減衰極が0次の共振モードと2次の共振モードとの間の低域側過渡帯域内に位置している。従って、低域側過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性が高められている。

[0061] このように、過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性を高くすることによって、周波数に対する製造公差が大きくなり、弾性波フィルタ装置1の製造が容易となる。また、弾性波フィルタ装置1の温度が変化した場合のフィルタ特性の変化を小さくすることができる。

[0062] 上述のように、第1のIDT電極側狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数と第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数とを相互に異ならしめることにより、過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性を高めることができる。しかしながら、この場合、第1及び第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部20、30において、第1のIDT電極側

狭ピッチ部 22c、32c における電極指の本数と第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 22d、32d における電極指の本数とを相互に異ならしめて左右非対称とすることにより I - I 間共振モードの共振点の位置がずれてしまうことに起因して通過帯域にスパイクリップルが生じる傾向にある。

[0063] それに対して本実施形態では、第 1 の I D T 電極 21、31 の狭ピッチ部 21c、31c における電極指の周期 P1 と、第 3 の I D T 電極 23、33 の狭ピッチ部 23c、33c における電極指の周期 P4 とが相互に異ならしめられている。具体的には、周期 P1 が周期 P4 よりも小さくされている。これにより、第 1 及び第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 20、30 において左右対称性が崩れることにより I - I 間共振モードの共振点の位置がずれてしまうことに起因する通過帯域のスパイクリップルを抑圧することができる。

[0064] すなわち、第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 22c、32c における電極指の本数が第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 22d、32d における電極指の本数よりも少なくされており、かつ狭ピッチ部 21c、31c における電極指の周期 P1 が狭ピッチ部 23c、33c における電極指の周期 P4 よりも小さくされているため、過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性が高められると共に、通過帯域内におけるスパイクリップルを抑圧することができる。

[0065] なお、フィルタ特性の急峻性をより高める観点からは、第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 22c、32c における電極指の本数と、第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 22d、32d における電極指の本数との差を大きくすることが好ましい。

[0066] 狭ピッチ部 22c、32c における電極指の本数と、狭ピッチ部 22d、32d における電極指の本数との差を何本以上とすることが好ましいかを確認した結果を図 9 に示す。図 9 は、インピーダンスを 1 Ω とした場合の、狭ピッチ部 22c、32c における電極指の本数と、狭ピッチ部 22d、32d における電極指の本数との差と、1 次の共振モードに起因する減衰極の大きさとの関係を表すグラフである。

[0067] 通過帯域低域側の過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性を改善するためには、少なくとも減衰極の大きさを5 dB以上とすることが好ましい。図9に示すように、減衰極の大きさを5 dB以上とするためには、狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数と、狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数との差を2本以上とする必要があることがわかる。この結果より、狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数と、狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数との差を2本以上とすることが好ましいことがわかる。

[0068] 通過帯域内に発生するスパイクリップルの大きさを抑制するために好ましい周期P1と周期P4との差の最適範囲は、狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数と、狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数との差によって異なる。このため、通過帯域内に発生するスパイクリップルの大きさを抑制するために好ましい周期P1と周期P4との差は、一概には規定できない。

[0069] なお、上記の第1の実施形態では、狭ピッチ部22c、32c、22d、32dにおける電極指の周期が一定である例について説明した。但し、狭ピッチ部22c、32c、22d、32dにおける電極指の周期は必ずしも一定でなくてもよい。例えば、特表2002-528987号公報に記載のように、狭ピッチ部22c、32c、22d、32dにおける電極指の周期を徐々に変化させても良い。また、特開2003-243965号公報に記載のように、狭ピッチ部22c、32c、22d、32dに電極指のピッチが相互に異なる部分を複数設けても良い。これらのように、狭ピッチ部22c、32c、22d、32dにおける電極指の周期が一定ではない場合は、狭ピッチ部22c、32c、22d、32dにおける電極指の周期の平均値を上記の第1の実施形態と同様に設定することにより、通過帯域に位置するスパイクリップルを抑圧する事ができる。

[0070] 具体的には、狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の本数が狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の本数よりも少ない場合には、狭ピッチ部

2 1 c、3 1 cにおける電極指の周期の平均値を、狭ピッチ部 2 3 c、3 3 cにおける電極指の周期の平均値よりも小さくすることにより、上記の第 1 の実施形態と同様に、通過帯域のスパイクリップルを抑圧することができる。

[0071] 上記の第 1 の実施形態では、狭ピッチ部 2 2 cにおける電極指の本数と狭ピッチ部 2 2 dにおける電極指の本数とを相互に異ならせる事によって左右非対称性を実現する例について説明した。左右非対称性を実現する手段としては、上記手段以外にも、例えば、第 1 の I D T 電極の狭ピッチ部以外の部分における電極指の本数と、第 3 の I D T 電極の狭ピッチ部以外の部分における電極指の本数とを相互に異ならしめる手段も挙げられる。

[0072] そこで、参考例として、上記第 1 の実施例の第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 2 0において、狭ピッチ部 2 2 cにおける電極指の本数と狭ピッチ部 2 2 dにおける電極指の本数とを同じにし、第 1 の I D T 電極 2 1 の狭ピッチ部 2 1 c以外の部分の電極指の本数を 4 本減らし、第 3 の I D T 電極 2 3 の狭ピッチ部 2 3 c以外の部分の電極指の本数を 4 本増やした弾性波フィルタ装置を作成し、挿入損失を測定した。また、比較として、狭ピッチ部 2 2 cにおける電極指の本数と狭ピッチ部 2 2 dにおける電極指の本数とを同じにすると共に、第 1 の I D T 電極 2 1 の狭ピッチ部 2 1 c以外の部分の電極指の本数と第 3 の I D T 電極 2 3 の狭ピッチ部 2 3 c以外の部分の電極指の本数とも同じにした弾性波フィルタ装置を作成し、挿入損失を測定した。その結果を図 1 0 に示す。なお、図 1 0 では、参考例に係る弾性波フィルタ装置の挿入損失を実線で示し、比較例に係る弾性波フィルタ装置の挿入損失を破線で示している。

[0073] 図 1 0 に示す結果からわかるように、第 1 の I D T 電極の狭ピッチ部以外の部分における電極指の本数と、第 3 の I D T 電極の狭ピッチ部以外の部分における電極指の本数とを相互に異ならしめた場合であっても、1. 9 2 G H z 付近には大きなリップル（減衰極）が観察されなかった。すなわち、1 次の共振モードに相当する減衰極は観察されなかった。この結果から、第 1

の I D T 電極の狭ピッチ部以外の部分における電極指の本数と、第 3 の I D T 電極の狭ピッチ部以外の部分における電極指の本数とを相互に異ならしめることによって、過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性を高めることはできず、過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性を高めるためには、狭ピッチ部における電極指の本数を異ならしめることにより左右非対称性を実現することが必要であることがわかる。

[0074] なお、第 1 の実施形態では、U M T S - b a n d 2 用受信フィルタとして使用される弾性波フィルタ装置について説明したが、本発明に係る弾性波フィルタ装置は、U M T S - b a n d 2 用受信フィルタ以外としても使用できる。本発明に係る弾性波フィルタ装置は、例えば、携帯通信端末の R F 段や I F 段のフィルタなどとしても好適に用いられる。また、本発明に係る弾性波フィルタ装置は、平衡－不平衡変換機能を有さないものであってもよい。

[0075] （第 2 の実施形態）

本実施形態では、狭ピッチ部 2 1 c、3 1 c、2 2 c、3 2 c、2 2 d、3 2 d、2 3 c、3 3 c の構成を除いては上記の第 1 の実施形態に係る弾性波フィルタ装置 1 と同様の構成を有する弾性波フィルタ装置について説明する。なお、本実施形態の説明において、上記の第 1 の実施形態と実質的に共通の機能を有する部材を共通の符号で参照し、説明を省略する。また、図 1 を共通に参照する。

[0076] 図 1 1 は、第 2 の実施形態の第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 2 0 の略図的構成図である。図 1 2 は、第 2 の実施形態の第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 3 0 の略図的構成図である。図 1 1 及び図 1 2 に示すように、本実施形態では、上記の第 1 の実施形態とは異なり、第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 c、3 2 c における電極指の本数と、第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 d、3 2 d における電極指の本数とは同じとされている。一方、第 1 の I D T 電極 2 1、3 1 の狭ピッチ部 2 1 c、3 1 c における電極指の本数と、第 3 の I D T 電極 2 3、3 3 の狭ピッチ部 2 3 c、3 3 c における電極指の本数とが相互に異ならしめられている。具体的には、狭ピッチ

部 2 1 c、3 1 cにおける電極指の本数は、狭ピッチ部 2 3 c、3 3 cにおける電極指の本数よりも少なくされている。

[0077] この構成においても、第 1 及び第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 2 0、3 0において 1 次の共振モードが発生する。本実施形態では、この 1 次の共振モードに起因する減衰極（周波数特性のピーク）が第 1 及び第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 2 0、3 0の過渡帯域内に位置するように狭ピッチ部 2 1 c、3 1 c、2 2 c、3 2 c、2 2 d、3 2 d、2 3 c、3 3 cが構成されている。従って、上記の第 1 の実施形態と同様に、過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性が高められている。

[0078] なお、本実施形態のように、第 1 の I D T 電極 2 1、3 1 の狭ピッチ部 2 1 c、3 1 cにおける電極指の本数と、第 3 の I D T 電極 2 3、3 3 の狭ピッチ部 2 3 c、3 3 cにおける電極指の本数とが相互に異なる場合においても、1 次の共振モードが発生することに起因するスパイクリップルが通過帯域に生じる傾向にある。

[0079] それに対して本実施形態では、第 2 の I D T 電極 2 2、3 2における第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 c、3 2 cにおける電極指の周期 P 2 と、第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 d、3 2 dにおける電極指の周期 P 3 とが相互に異ならしめられている。具体的には、周期 P 2 が周期 P 3 よりも小さくされている。これにより、第 1 及び第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 2 0、3 0において 1 次の共振モードが発生することに起因する通過帯域のスパイクリップルを抑圧することができる。

[0080] すなわち、第 1 の I D T 電極 2 1、3 1 の狭ピッチ部 2 1 c、3 1 cにおける電極指の本数が第 3 の I D T 電極 2 3、3 3 の狭ピッチ部 2 3 c、3 3 cにおける電極指の本数よりも少なくされており、かつ周期 P 2 が周期 P 3 よりも小さくされているため、過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性が高められると共に、通過帯域内におけるスパイクリップルを抑圧することができる。

[0081] なお、フィルタ特性の急峻性をより高める観点からは、第 1 の I D T 電極

21, 31の狭ピッチ部21c、31cにおける電極指の本数と、第3のIDT電極23, 33の狭ピッチ部23c、33cにおける電極指の本数との差を大きくすることが好ましい。

[0082] (第6及び第7の実施例)

第6の実施例として、上記の第2の実施形態における第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部20を以下の設計パラメータに基づいて作製し、挿入損失を測定した。

[0083] 交叉幅：30.4 λ (λ ：IDT電極の周期により決定される波長＝2.0118 μm)

第1のIDT電極21における電極指の本数：37本

第3のIDT電極23における電極指の本数：41本

狭ピッチ部21cにおける電極指の本数：3本

狭ピッチ部23cにおける電極指の本数：7本

狭ピッチ部21c、23cにおける電極指の周期P1, P4：1.9220 μm

第2のIDT電極22における電極指の本数：43本

狭ピッチ部22c、22dにおける電極指の本数：4本

第1のIDT電極側狭ピッチ部22cにおける電極指の周期P2：1.8269 μm

第3のIDT電極側狭ピッチ部22dにおける電極指の周期P3：1.8269 μm (第1のIDT電極側狭ピッチ部22cにおける電極指の周期と等しい)

第1及び第2のグレーティング反射器24, 25, 34, 35における電極指の本数：65本

メタライゼーションレシオ：0.68

電極膜厚：0.091 λ

また、第7の実施例として、上記の第6の実施例とは狭ピッチ部21c、23cにおける電極指の本数のみが異なる第1の縦結合共振子型弾性波フィ

ルタ部 20 を作製し、挿入損失を測定した。具体的には、第 7 の実施例では、狭ピッチ部 21 c における電極指の本数を 4 本とし、狭ピッチ部 23 c における電極指の本数を 6 本とした。

[0084] また、第 2 の比較例として、狭ピッチ部 21 c、23 c における電極指の本数を共に 5 本としたこと以外は上記の第 6 の実施例と同様の設計パラメータに基づいて第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部を作製し、挿入損失を測定した。

[0085] 第 6 及び第 7 の実施例並びに第 2 の比較例における第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を図 13 に示す。なお、図 13 において、実線が第 6 の実施例における第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を示し、一点鎖線が第 7 の実施例における第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を示し、二点鎖線が第 2 の比較例における第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を示す。

[0086] 図 13 に示すように、狭ピッチ部 21 c における電極指の本数と狭ピッチ部 23 c における電極指の本数とが異なる第 6 及び第 7 の実施例では、周波数 1.92 GHz 付近に 1 次の共振モードに起因する減衰極が確認された。狭ピッチ部 21 c における電極指の本数と狭ピッチ部 23 c における電極指の本数との差が 4 本である第 6 の実施例の方が、狭ピッチ部 21 c における電極指の本数と狭ピッチ部 23 c における電極指の本数との差が 2 本である第 7 の実施例よりも大きな減衰極が確認された。この結果から、狭ピッチ部 21 c における電極指の本数と狭ピッチ部 23 c における電極指の本数との差を大きくすることにより、1 次の共振モードに起因する減衰極を大きくできるため、過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性をより高めることができることがわかる。

[0087] 狭ピッチ部 21 c における電極指の本数と狭ピッチ部 23 c における電極指の本数とが異なる第 6 及び第 7 の実施例では、周波数 1.98 GHz 付近にスパイクリップルが確認された。狭ピッチ部 21 c における電極指の本数と狭ピッチ部 23 c における電極指の本数との差が 4 本である第 6 の実施例

の方が、狭ピッチ部 2 1 c における電極指の本数と狭ピッチ部 2 3 c における電極指の本数との差が 2 本である第 7 の実施例よりも大きなスパイクリップが確認された。

[0088] (第 8 及び第 9 の実施例)

第 8 及び第 9 の実施例として、第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 c における電極指の周期 P 2 と、第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 d における電極指の周期 P 3 との差以外は、上記の第 6 の実施例と同様の設計パラメータの第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部を作製した。具体的には、第 8 の実施例では、第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 c における電極指の周期 P 2 を第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 d における電極指の周期 P 3 よりも $0.04\ \mu\text{m}$ 小さくした。第 9 の実施例では、第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 c における電極指の周期 P 2 を第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 d における電極指の周期 P 3 よりも $0.02\ \mu\text{m}$ 小さくした。

[0089] そして、第 8 及び第 9 の実施例の第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を測定した。測定結果を図 1 4 に示す。なお、図 1 4 において、実線は第 8 の実施例における第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を示し、一点鎖線が第 9 の実施例における第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を示し、二点鎖線が第 6 の実施例における第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の挿入損失を示す。

[0090] 図 1 4 に示すように、第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 c における電極指の周期 P 2 が第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 d における電極指の周期 P 3 よりも $0.04\ \mu\text{m}$ 小さい第 8 の実施例の方が、周期 P 2 が周期 P 3 よりも $0.02\ \mu\text{m}$ 小さい第 9 の実施例よりもスパイクリップが小さかった。この結果から、第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 c における電極指の周期 P 2 と第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 d における電極指の周期 P 3 との差を大きくすることにより通過帯域におけるスパイクリップを小さくできることがわかる。

[0091] 以下に、狭ピッチ部 2 1 c、3 1 c における電極指の本数と、狭ピッチ部

23c、33cにおける電極指の本数との差を何本以上とすることが好ましいかを確認した結果を図15に示す。図15は、インピーダンスを1Ωとした場合の、狭ピッチ部21c、31cにおける電極指の本数と、狭ピッチ部23c、33cにおける電極指の本数との差と、1次の共振モードに起因する減衰極の大きさとの関係を表すグラフである。

[0092] 通過帯域低域側の過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性を改善するためには、少なくとも減衰極の大きさを5dB以上とすることが好ましい。図15に示すように、減衰極の大きさを5dB以上とするためには、狭ピッチ部21c、31cにおける電極指の本数と、狭ピッチ部23c、33cにおける電極指の本数との差を2本以上とする必要があることがわかる。この結果より、狭ピッチ部21c、31cにおける電極指の本数と、狭ピッチ部23c、33cにおける電極指の本数との差を2本以上とすることが好ましいことがわかる。

[0093] 通過帯域内に発生するスパイクリップルの大きさを抑制するために好ましい周期P2と周期P3との差の最適範囲は、狭ピッチ部21c、31cにおける電極指の本数と、狭ピッチ部23c、33cにおける電極指の本数との差によって異なる。このため、通過帯域内に発生するスパイクリップルの大きさを抑制するために好ましい周期P2と周期P3との差は、一概には規定できない。

[0094] なお、上記の第2の実施形態では、狭ピッチ部21c、31c、23c、33cにおける電極指の周期が一定である例について説明した。但し、狭ピッチ部21c、31c、23c、33cにおける電極指の周期は必ずしも一定でなくてもよい。例えば、狭ピッチ部21c、31c、23c、33cにおける電極指の周期を徐々に変化させても良い。また、狭ピッチ部21c、31c、23c、33cに電極指のピッチが相互に異なる部分を複数設けても良い。これらのように、狭ピッチ部21c、31c、23c、33cにおける電極指の周期が一定ではない場合は、狭ピッチ部21c、31c、23c、33cにおける電極指の周期の平均値を上記の第2の実施形態と同様に

設定することにより、通過帯域に位置するスパイクリップルを抑圧することができる。

[0095] 具体的には、狭ピッチ部 2 1 c、3 1 c における電極指の本数が狭ピッチ部 2 3 c、3 3 c における電極指の本数よりも少ない場合には、狭ピッチ部 2 1 c、3 1 c における電極指の周期の平均値を、狭ピッチ部 2 3 c、3 3 c における電極指の周期の平均値よりも小さくすることにより、上記の第 2 の実施形態と同様に、通過帯域のスパイクリップルを抑圧することができる。

[0096] (第 10 の実施例)

第 10 の実施例として、下記パラメータ以外は、上記第 1 の実施例と同様の設計パラメータを有する弾性波フィルタ装置を作製し、挿入損失を測定した。

第 1 及び第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 2 0, 3 0 ;

交叉幅 : 3 2. 9 λ (λ : I D T 電極の周期により決定される波長 = 2. 0 4 1 2 μ m)

第 1 の I D T 電極 2 1, 3 1 における電極指の本数 : 3 8 本

狭ピッチ部 2 1 c、3 1 c における電極指の本数 : 3 本

第 2 の I D T 電極 2 2, 3 2 における電極指の本数 : 4 3 本

第 1 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 c、3 2 c における電極指の本数 : 3 本

第 3 の I D T 電極側狭ピッチ部 2 2 d、3 2 d における電極指の本数 : 7 本

第 3 の I D T 電極 2 3, 3 3 における電極指の本数 : 4 2 本

狭ピッチ部 2 3 c、3 3 c における電極指の本数 : 7 本

狭ピッチ部 2 1 c、3 1 c における電極指の周期 P 1, P 1 1 : 1. 9 5 6 0 μ m (狭ピッチ部 2 3 c、3 3 c における電極指の周期よりも 0. 0 8 5 μ m 小さい)

狭ピッチ部 2 3 c、3 3 c における電極指の周期 P 4, P 1 4 : 2. 0 4

10 μm

第1のIDT電極側狭ピッチ部22c、32cにおける電極指の周期P2、P12: 1.7461 μm (第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の周期よりも0.087 μm 小さい)

第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dにおける電極指の周期P3、P13: 1.8331 μm

[0097] 図16に第10の実施例における弾性波フィルタ装置の挿入損失を、上記第1の比較例における弾性波フィルタ装置の挿入損失と共に示す。なお、図10において、実線は、第10の実施例の弾性波フィルタの挿入損失を示し、一点破線が第1の比較例の弾性波フィルタ装置の挿入損失を示す。

[0098] 図10に示すように、第1のIDT電極側狭ピッチ部22c、32cの方が、第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dよりも、電極指の本数が少ないと共に電極指の周期が小さく、かつ、狭ピッチ部21c、31cの方が、狭ピッチ部23c、33cよりも、電極指の本数が少ないと共に電極指の周期が小さい第10の実施例の方が、第1の比較例よりも、低域側過渡帯域におけるフィルタ特性の急峻性が高かった。具体的には、低域側過渡帯域において、挿入損失が3.5 dBとなる周波数から挿入損失が47 dBとなる周波数までの間の間隔が、第10の実施例の方が第1の比較例よりも3.7 MHz小さくなっていた。また、第10の実施例では、通過帯域に大きなスパイクリップルが観察されなかった。

[0099] この結果から、第1のIDT電極側狭ピッチ部22c、32cの方が、第3のIDT電極側狭ピッチ部22d、32dよりも、電極指の本数が少ないと共に電極指の周期が小さく、かつ、狭ピッチ部21c、31cの方が、狭ピッチ部23c、33cよりも、電極指の本数が少ないと共に電極指の周期が小さい場合は、通過帯域における良好な周波数特性と過渡帯域におけるフィルタ特性の高い急峻性とを両立できることがわかる。

符号の説明

[0100] 1…弾性波フィルタ装置

2…不平衡信号端子
3…第1の平衡信号端子
4…第2の平衡信号端子
5, 6…接続点
9…圧電基板
10…第1の直列共振子
15…第2の直列共振子
11, 16…IDT電極
12, 13, 17, 18…グレーティング反射器
20…第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部
30…第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部
21, 31…第1のIDT電極
21a、31a…第1のくし歯電極
21b、31b…第2のくし歯電極
21c、31c…第1のIDT電極の狭ピッチ部
21e、21g、31e、31g…バスバー
21f、21h、31f、31h…電極指
22, 32…第2のIDT電極
22a、32a…第1のくし歯電極
22b、32b…第2のくし歯電極
22c、32c…第1のIDT電極側狭ピッチ部
22d、32d…第3のIDT電極側狭ピッチ部
22e、22g、32e、32g…バスバー
22f、22h、32f、32h…電極指
23, 33…第3のIDT電極
23a、33a…第1のくし歯電極
23b、33b…第2のくし歯電極
23c、33c…第3のIDT電極の狭ピッチ部

2 3 e、2 3 g、3 3 e、3 3 g…バスバー

2 3 f、2 3 h、3 3 f、3 3 h…電極指

2 4、3 4…第1のグレーティング反射器

2 5、3 5…第2のグレーティング反射器

4 0…第1の並列共振子

4 5…第2の並列共振子

4 1、4 6…I D T電極

4 2、4 3、4 7、4 8…グレーティング反射器

P 1、P 1 1…第1のI D T電極の狭ピッチ部における電極指の周期

P 2、P 1 2…第2のI D T電極の第1のI D T電極側狭ピッチ部における電極指の周期

P 3、P 1 3…第2のI D T電極の第3のI D T電極側狭ピッチ部における電極指の周期

P 4、P 1 4…第3のI D T電極の狭ピッチ部における電極指の周期

P 5、P 1 5…第1のI D T電極の狭ピッチ部以外の部分における電極指の周期

P 6、P 1 6…第2のI D T電極の第1のI D T電極側狭ピッチ部及び第3のI D T電極側狭ピッチ部以外の部分における電極指の周期

P 7、P 1 7…第3のI D T電極の狭ピッチ部以外の部分における電極指の周期

請求の範囲

[請求項1]

圧電基板と、

前記圧電基板上において弾性波伝搬方向に沿って形成されており、それぞれ複数本の電極指を有する第1～第3のIDT電極と、前記圧電基板上において前記第1～第3のIDT電極が形成された領域の弾性波伝搬方向の両側に形成された第1及び第2の反射器とを有する縦結合共振子型弾性波フィルタ部とを備えており、

前記第1～第3のIDT電極のそれぞれは、他のIDT電極と弾性波伝搬方向に隣接している端部に、該IDT電極の残りの部分の電極指の周期よりも電極指の周期が小さい狭ピッチ部を有しており、

前記第2のIDT電極の前記第1のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数と、前記第2のIDT電極の前記第3のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数とが相互に異なっている、弾性波フィルタ装置。

[請求項2]

前記第2のIDT電極の前記第1のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数と、前記第2のIDT電極の前記第3のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数とが、2本以上異なっている、請求項1に記載の弾性波フィルタ。

[請求項3]

前記第1のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の周期と、前記第3のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の周期とが相互に異なっている、請求項1または2に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項4]

前記第2のIDT電極の前記第1のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数が、前記第2のIDT電極の前記第3のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数よりも少なく、前記第1のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の周期が、前記第3のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の周期よりも小さい、請求項3に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項5]

前記第2のIDT電極の前記第1のIDT電極側に位置する狭ピッ

チ部における電極指の本数が、前記第 2 の I D T 電極の前記第 3 の I D T 電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の本数よりも少なく、前記第 1 の I D T 電極の狭ピッチ部における電極指の周期と前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ部における電極指の周期とのうちの少なくとも一方が一定ではなく、前記第 1 の I D T 電極の狭ピッチ部における電極指の周期の平均値が、前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ部における電極指の周期の平均値よりも小さい、請求項 3 に記載の弾性波フィルタ。

[請求項6]

圧電基板と、

前記圧電基板上において弾性波伝搬方向に沿って形成されており、それぞれ複数本の電極指を有する第 1 ～第 3 の I D T 電極と、前記圧電基板上において前記第 1 ～第 3 の I D T 電極が形成された領域の弾性波伝搬方向の両側に形成された第 1 及び第 2 の反射器と有する縦結合共振子型弾性波フィルタ部とを備えており、

前記第 1 ～第 3 の I D T 電極のそれぞれは、他の I D T 電極と弾性波伝搬方向に隣接している端部に、該 I D T 電極の残りの部分の電極指の周期よりも電極指の周期が小さい狭ピッチ部を有しており、

前記第 1 の I D T 電極の狭ピッチ部における電極指の本数と、前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ部における電極指の本数とが相互に異なっている、弾性波フィルタ装置。

[請求項7]

前記第 1 の I D T 電極の狭ピッチ部における電極指の本数と、前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ部における電極指の本数とが相互に異なっている、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項8]

前記第 1 の I D T 電極の狭ピッチ部における電極指の本数と、前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ部における電極指の本数とが、2 本以上異なっている、請求項 6 または 7 に記載の弾性波フィルタ。

[請求項9]

前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の I D T 電極側に位置する狭ピッ

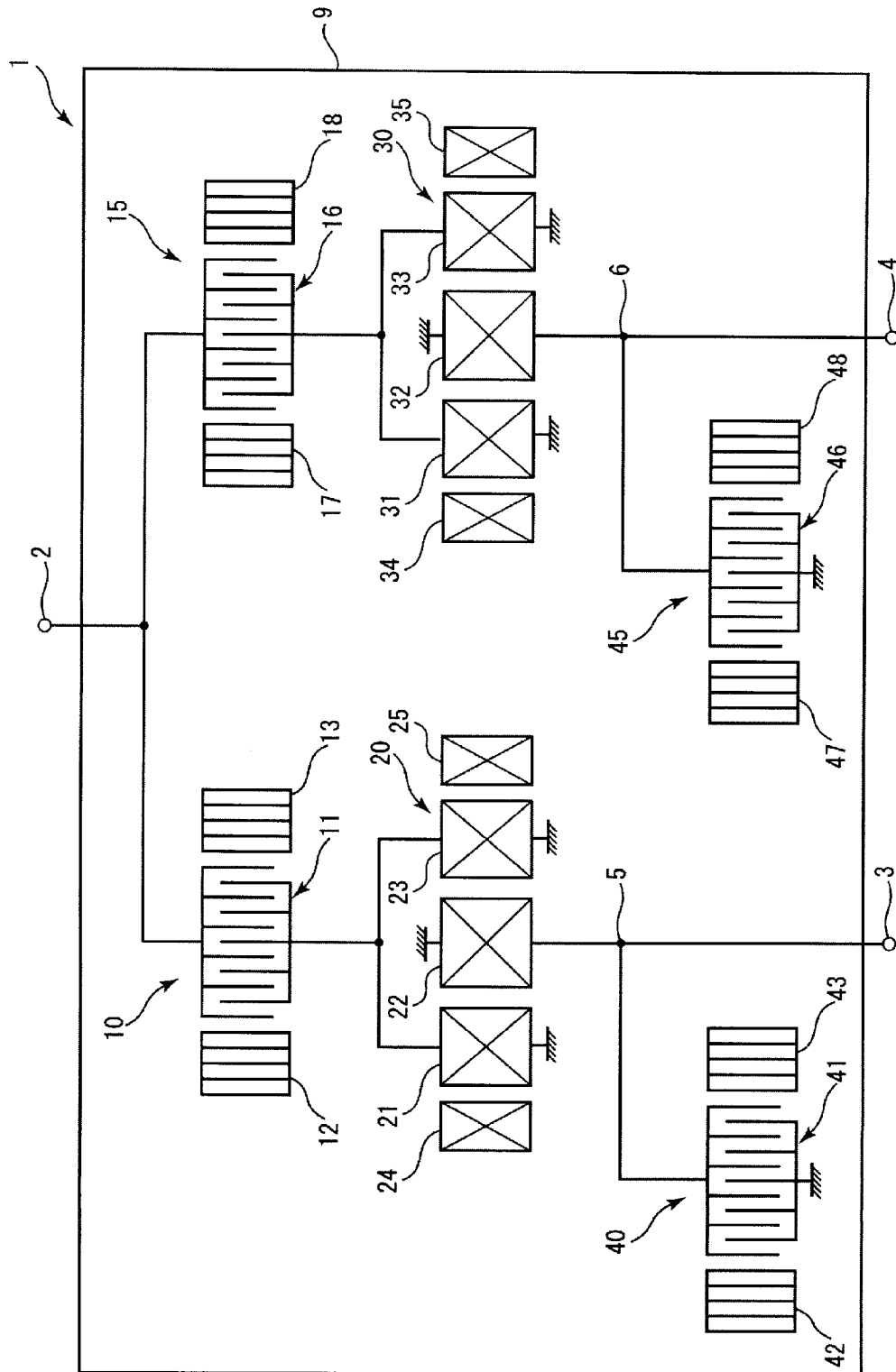
チ部における電極指の周期と、前記第2のIDT電極の前記第3のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の周期とが相互に異なっている、請求項6～8のいずれか一項に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項10] 前記第1のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の本数が、前記第3のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の本数よりも少なく、前記第2のIDT電極の前記第1のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の周期が、前記第2のIDT電極の前記第3のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の周期よりも小さい、請求項9に記載の弾性波フィルタ装置。

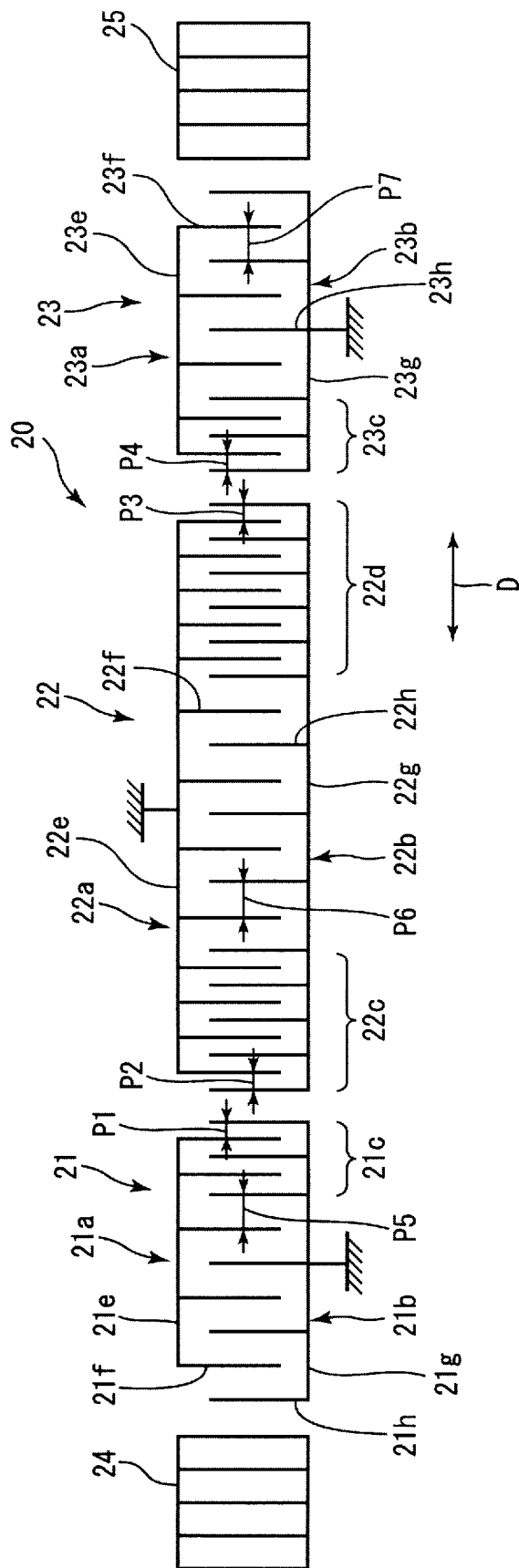
[請求項11] 前記第1のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の本数が、前記第3のIDT電極の狭ピッチ部における電極指の本数よりも少なく、前記第2のIDT電極の前記第1のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の周期と前記第2のIDT電極の前記第3のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の周期とのうちの少なくとも一方が一定ではなく、前記第2のIDT電極の前記第1のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の周期の平均値が、前記第2のIDT電極の前記第3のIDT電極側に位置する狭ピッチ部における電極指の周期の平均値よりも小さい、請求項9に記載の弾性波フィルタ。

[請求項12] 前記第1～第3のIDT電極の狭ピッチ部は、前記縦結合共振子型弾性波フィルタ部の1次の共振モードに起因する減衰極の周波数が、前記縦結合共振子型弾性波フィルタ部の通過帯域と阻止帯域との間に位置する過渡帯域内に位置するように構成されている、請求項1～11のいずれか一項に記載の弾性波フィルタ装置。

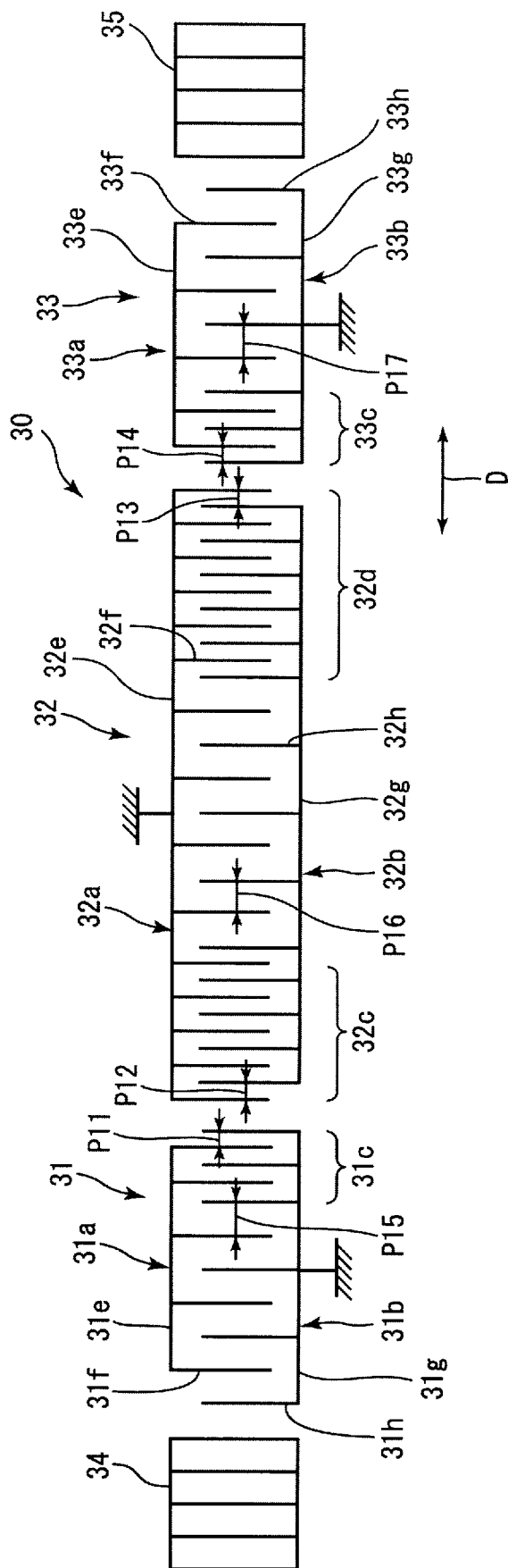
[図1]



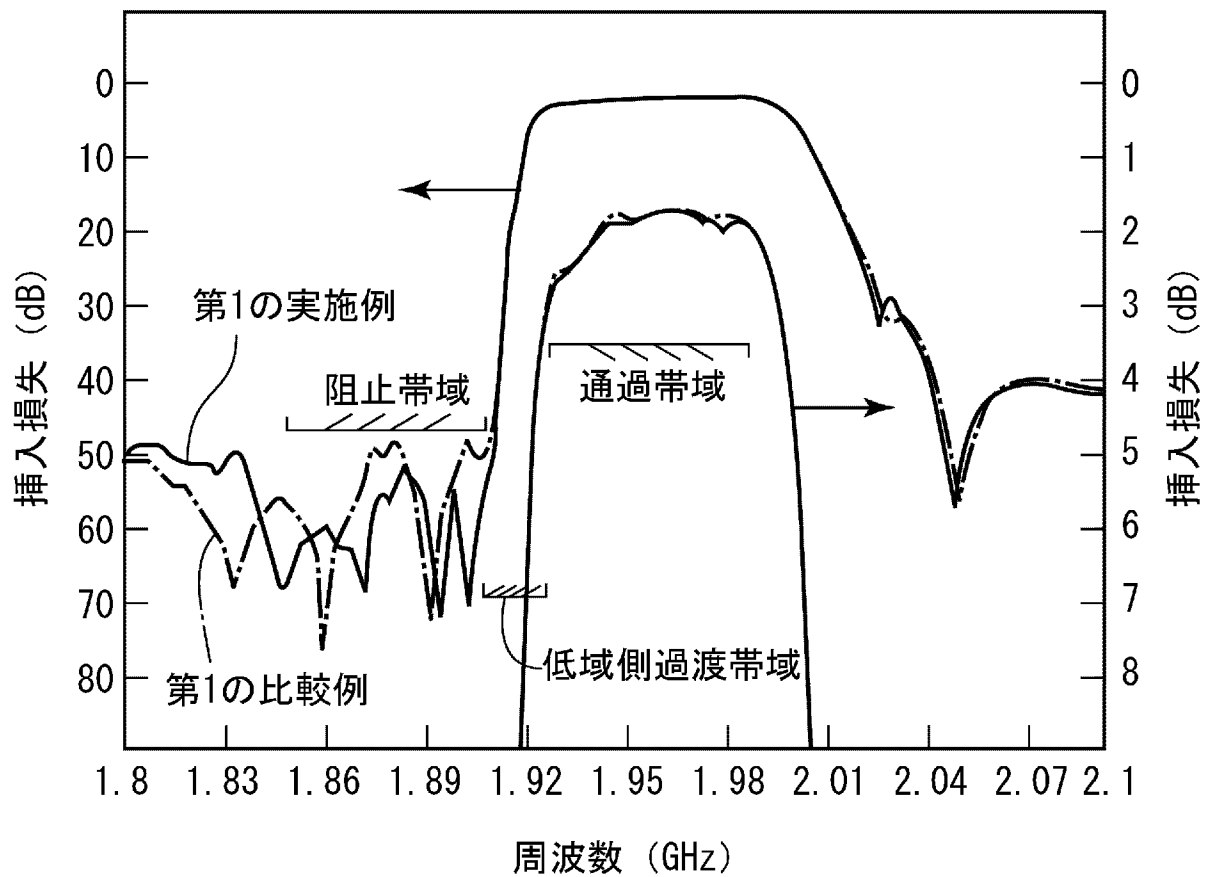
[図2]



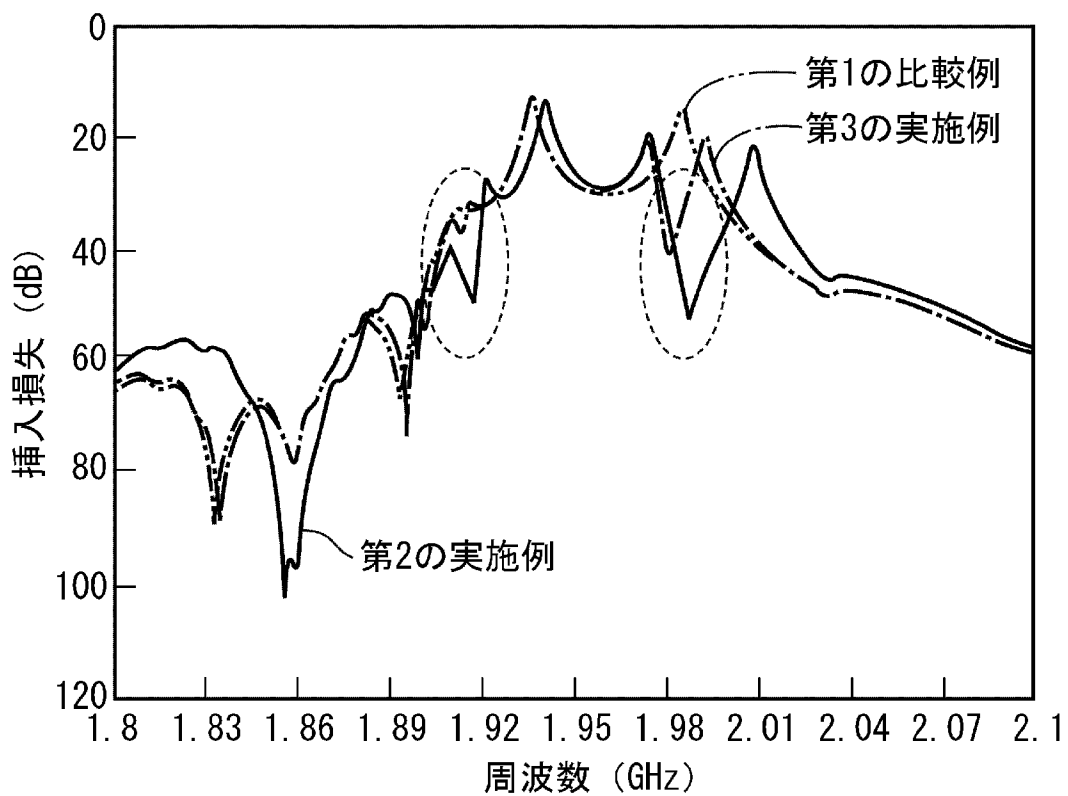
[図3]



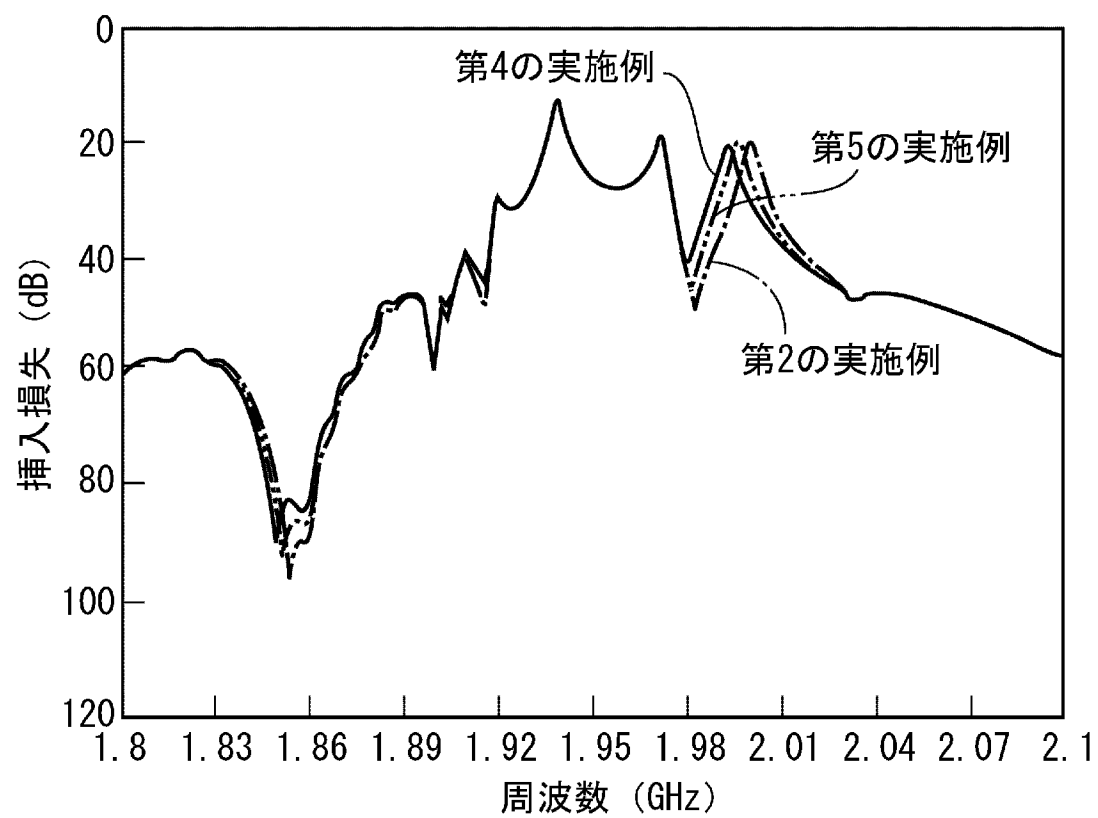
[図4]



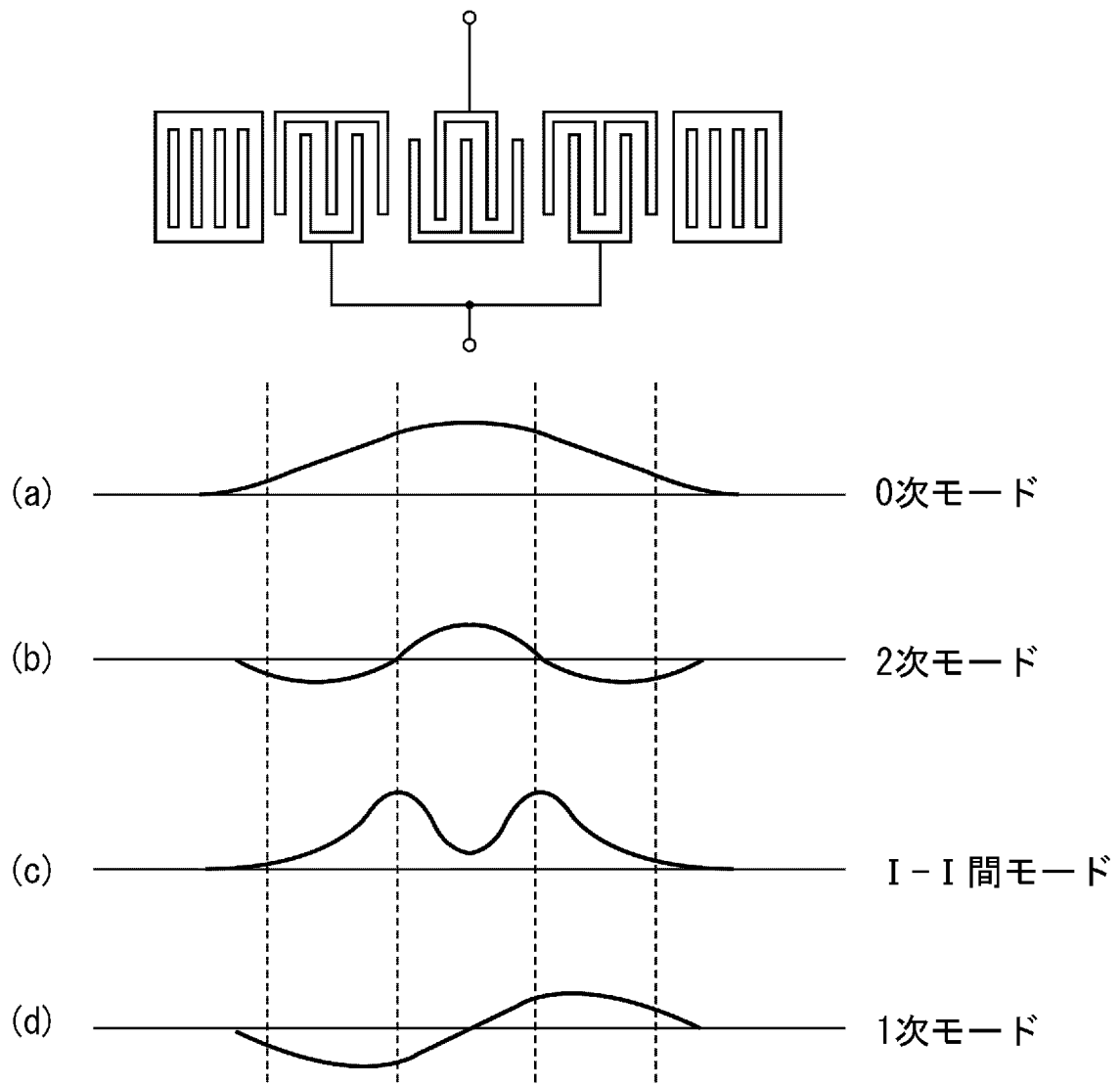
[図5]



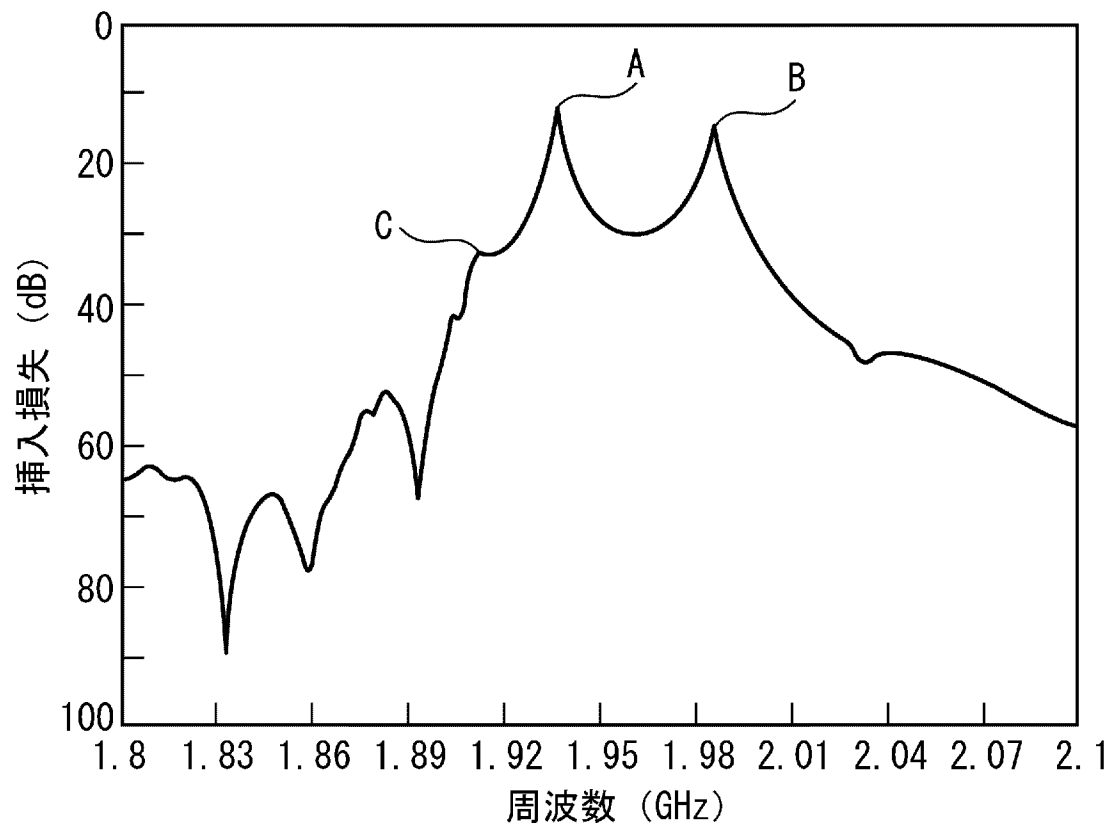
[図6]



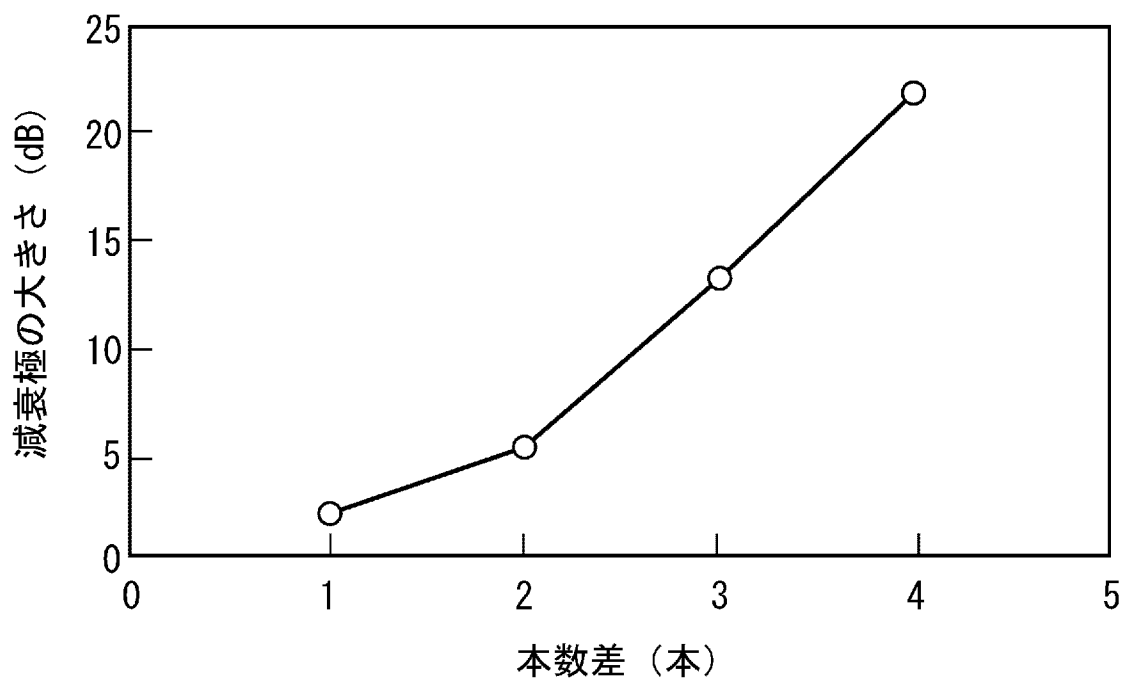
[図7]



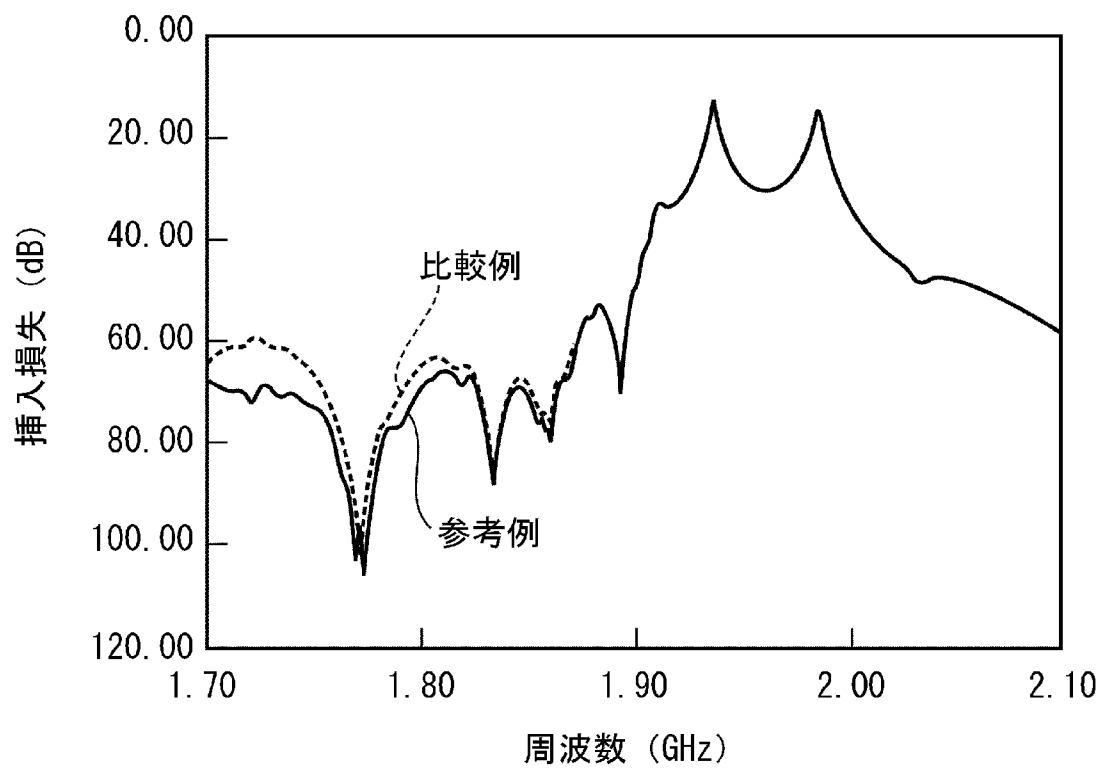
[図8]



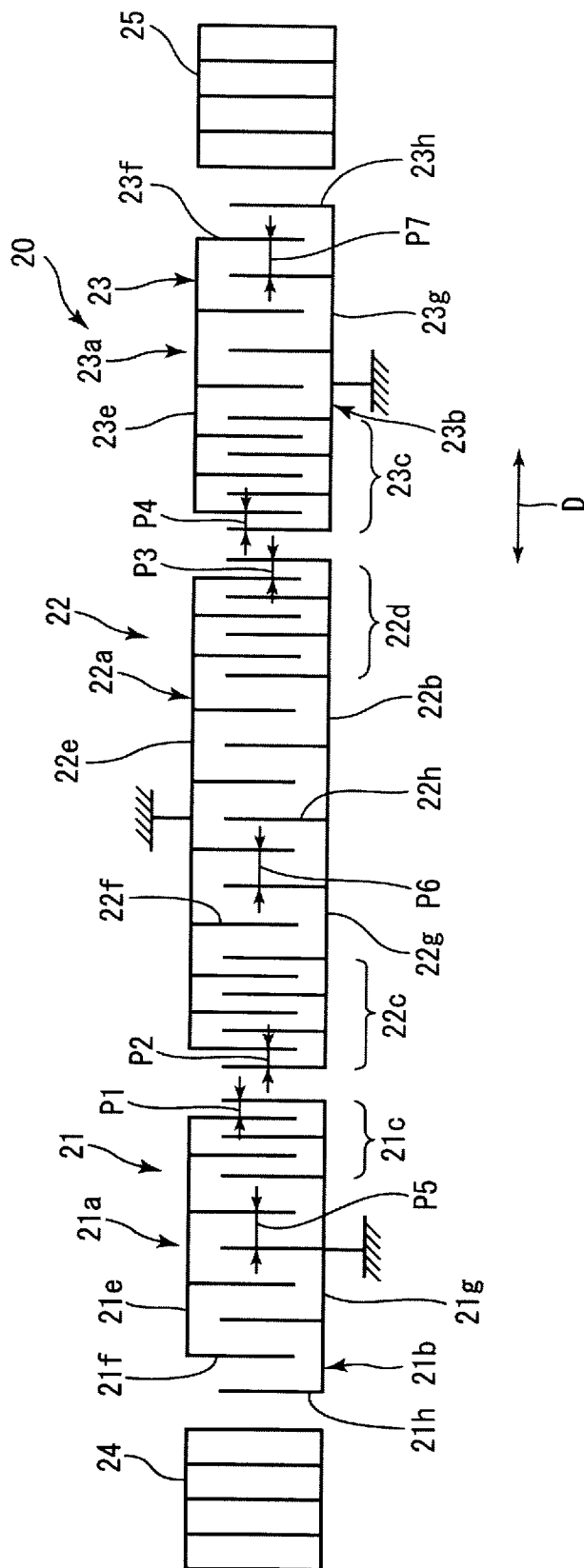
[図9]



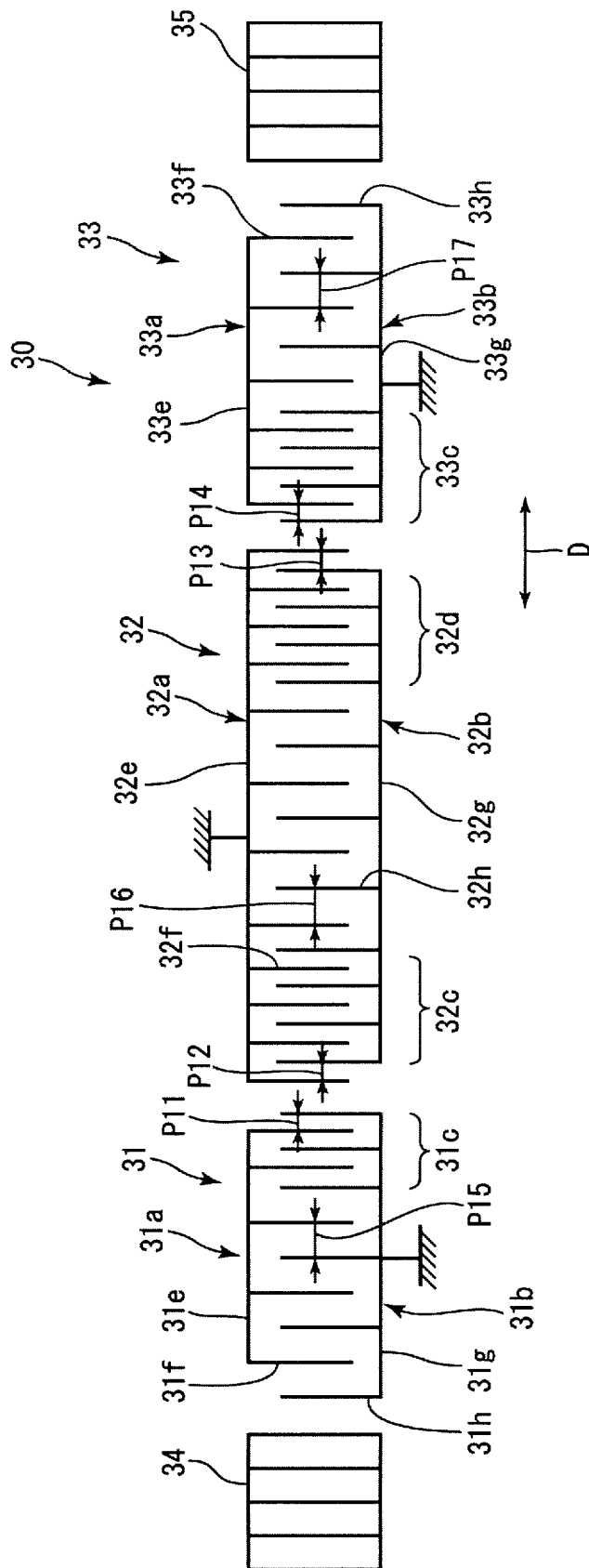
[図10]



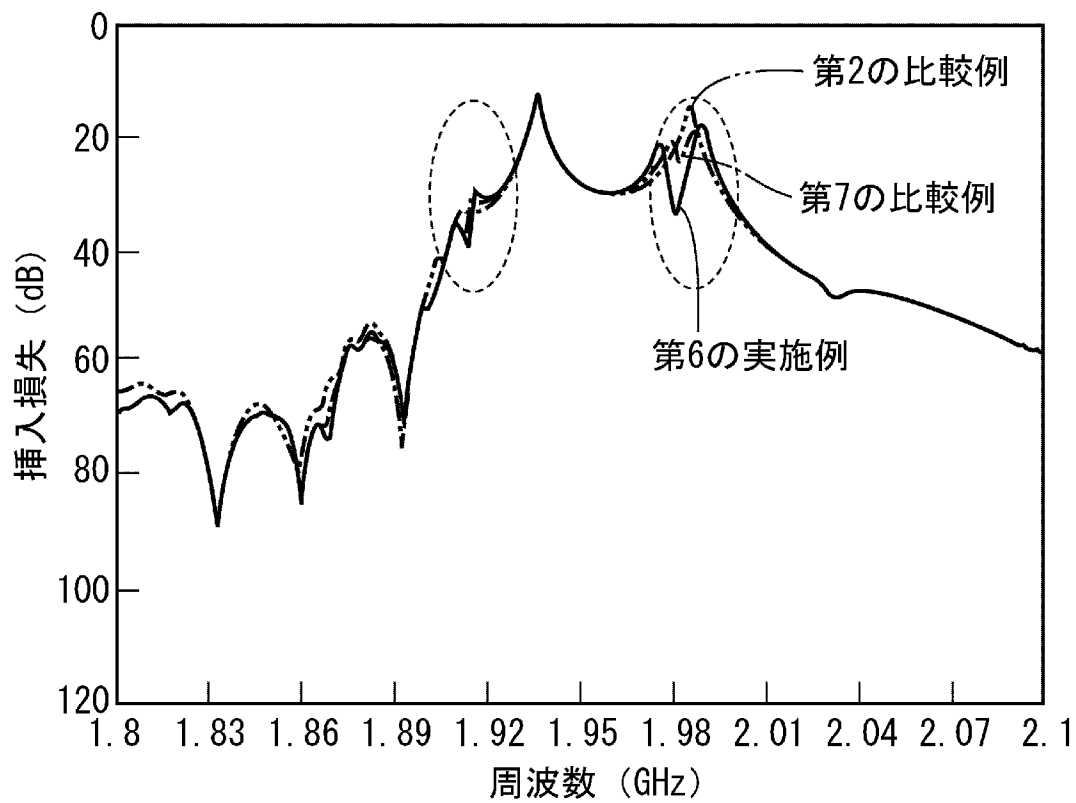
[図11]



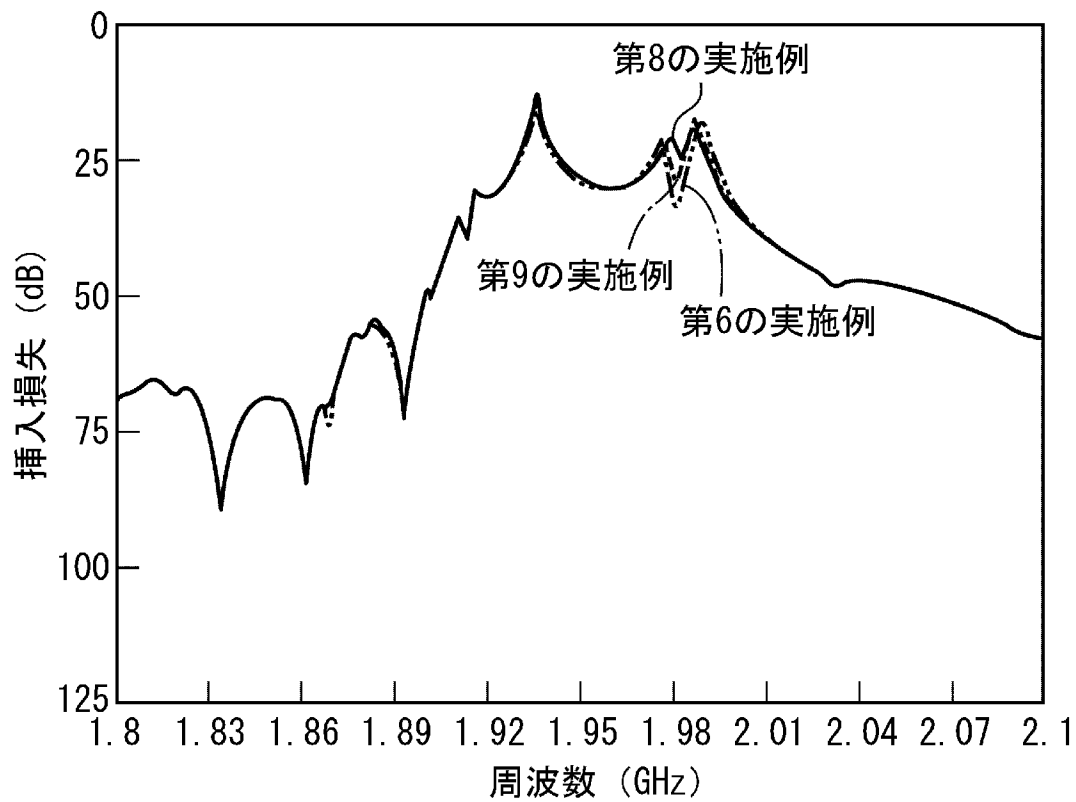
[図12]



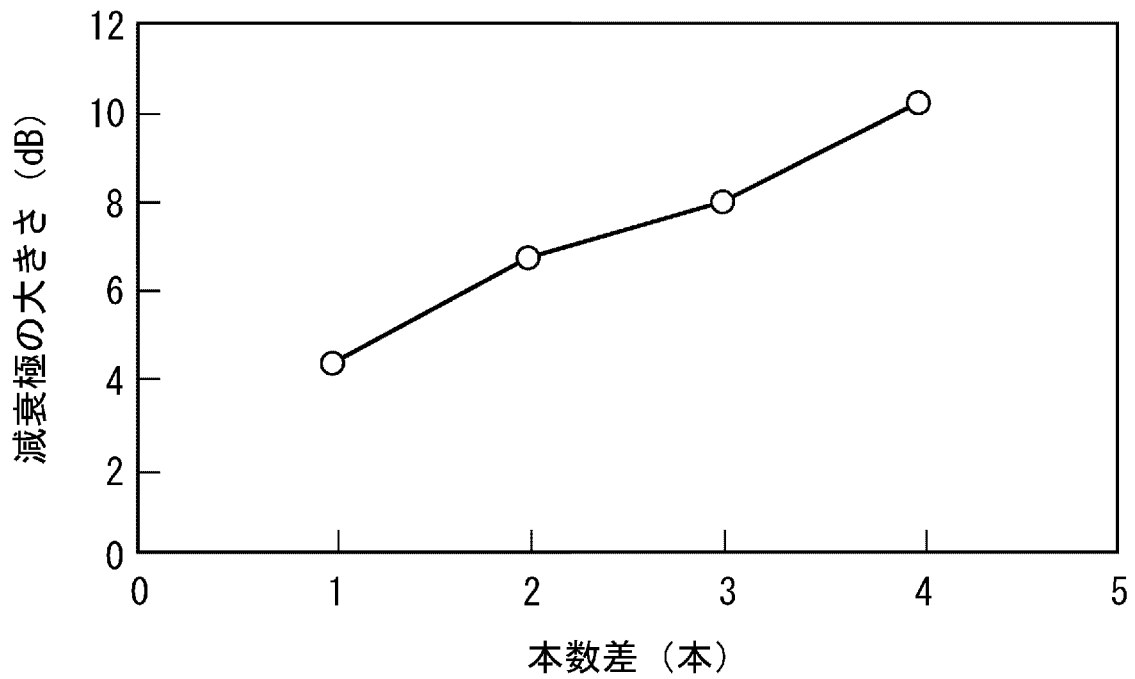
[図13]



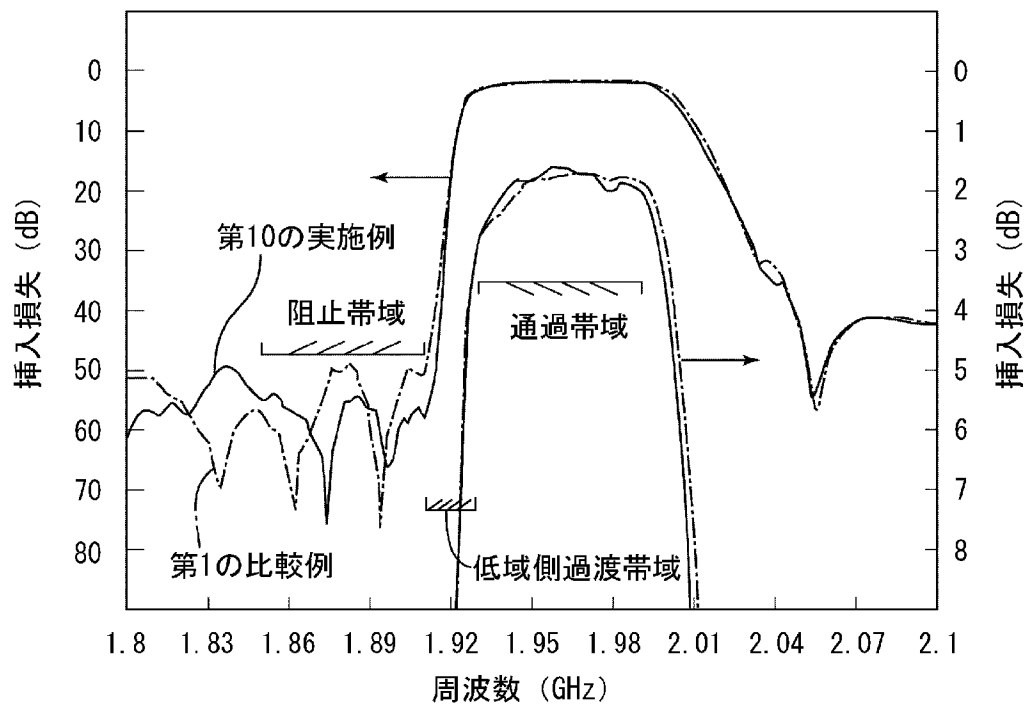
[図14]



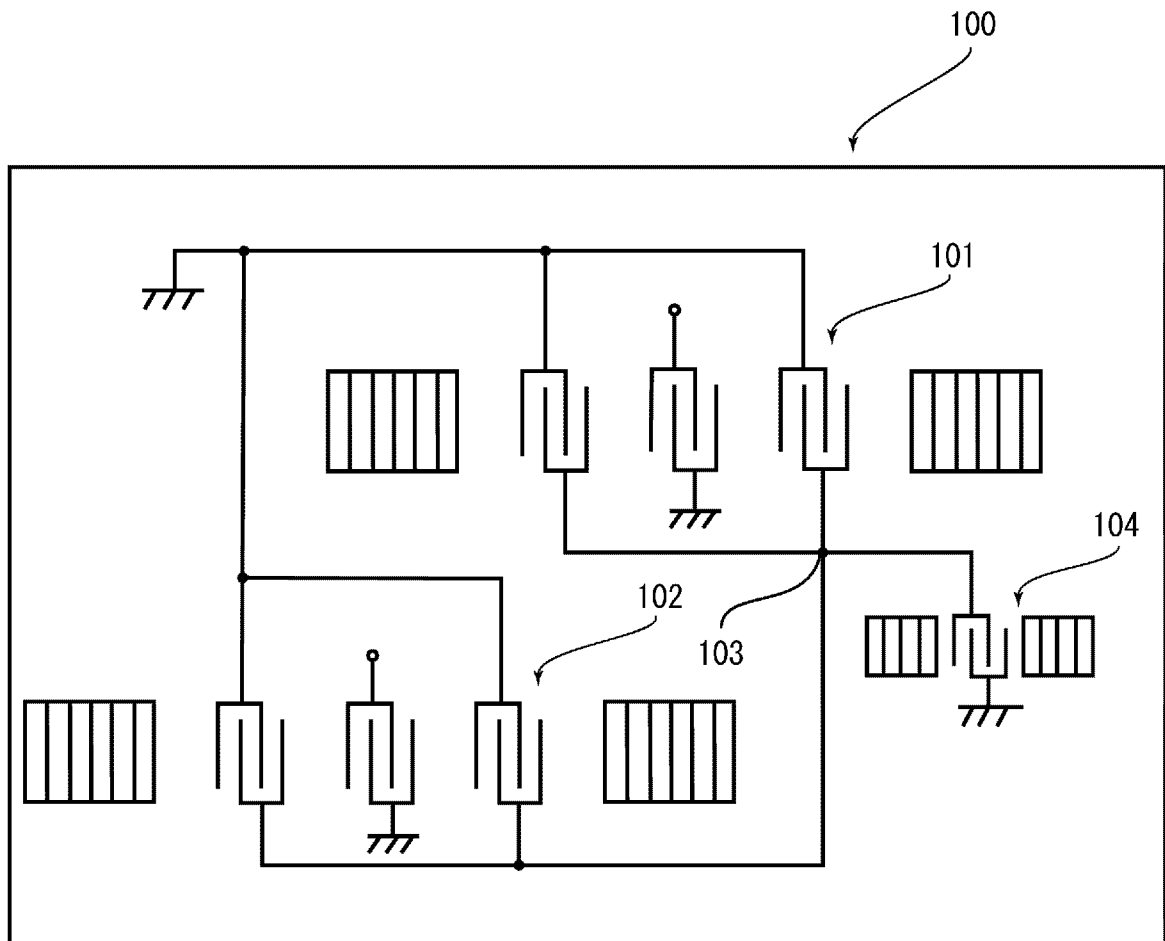
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/002912

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H9/145(2006.01) i, H03H9/64(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)

H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-H03H9/76

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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.
X Y	JP 2002-84163 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 22 March, 2002 (22.03.02), Par. Nos. [0023] to [0033], [0066] to [0069]; Fig. 1 & US 2002/0000898 A1 & EP 1158672 A2	1-4, 6-10, 12 5, 11
Y	WO 00/25423 A1 (EPCOS AG.), 04 May, 2000 (04.05.00), Figs. 3, 4; page 7, line 14 to page 9, line 2 & JP 2002-528987 A & US 6420946 B1 & EP 1125364 A1	5, 11
A	WO 2008/038502 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 03 April, 2008 (03.04.08), Fig. 1; Par. Nos. [0025] to [0044], [0060] & US 2009/0160574 A1	1-12

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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
04 August, 2009 (04.08.09)

Date of mailing of the international search report
25 August, 2009 (25.08.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H03H9/145(2006.01)i, H03H9/64(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（I P C））

Int.Cl. H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-H03H9/76

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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
X Y	JP 2002-84163 A（株式会社村田製作所）2002.03.22, 【0023】－【0033】、【0066】－【0069】、図1 & US 2002/0000898 A1 & EP 1158672 A2	1-4, 6-10, 12 5, 11
Y	WO 00/25423 A1（EPCOS AG）2000.05.04, FIG. 3, 4, 7 ページ 1 4 行目－9 ページ 2 行目 & JP 2002-528987 A & US 6420946 B1 & EP 1125364 A1	5, 11

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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
「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

0 4 . 0 8 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

2 5 . 0 8 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

畑中 博幸

5 W

4 4 4 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 7 6

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 2008/038502 A1 (株式会社村田製作所) 2008. 04. 03, 図 1、[0025]-[0044], [0060] & US 2009/0160574 A1	1-12