

(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 3 月 25 日(25.03.2010)

PCT

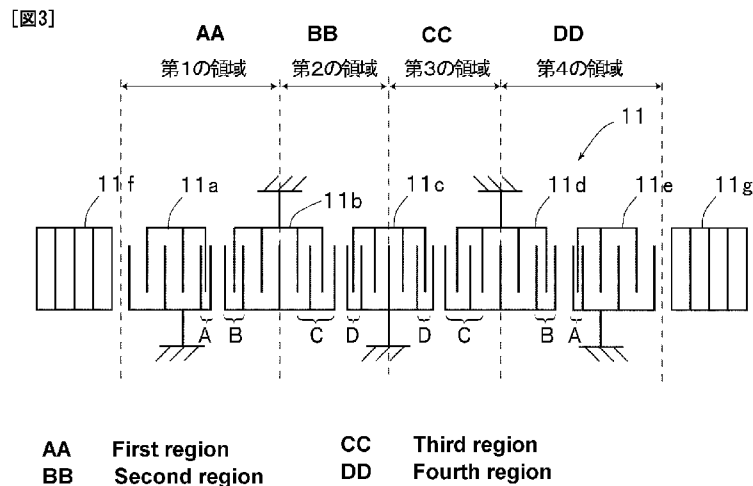
(10) 国際公開番号
WO 2010/032377 A1

- (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/JP2009/003950
- (22) 国際出願日: 2009 年 8 月 19 日(19.08.2009)
- (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 2008-243143 2008 年 9 月 22 日(22.09.2008) JP
特願 2008-243144 2008 年 9 月 22 日(22.09.2008) 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).
- (74) 代理人: 宮▲崎▼主税(MIYAZAKI, Chikara); 〒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).
- (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, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

[続葉有]

(54) Title: ELASTIC WAVE FILTER DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波フィルタ装置



(57) Abstract: A 5-IDT type longitudinally-coupled resonator type elastic wave filter device with narrowly-pitched electrode finger sections improves steepness of the filter characteristics. It is a 5-IDT type longitudinally-coupled resonator type elastic wave filter device (1) having first through a fifth IDTs (11a-11e) wherein, when the total numbers of the electrode fingers provided at the narrowly-pitched electrode finger sections in a first region (R1) and a fourth region (R4) are denoted respectively as N_x , and the total numbers of the electrode fingers provided at the narrowly-pitched electrode finger sections in a second region (R2) and a third region (R3) are denoted respectively as N_y , the average value of the cycles of the electrode fingers is set greater for the narrowly-pitched electrode finger sections in the regions with the greater total numbers between the total numbers N_x of the electrode fingers and the total numbers N_y of the electrode fingers than the narrowly-pitched electrode finger sections in the regions with the smaller total numbers, and cycles of the electrode fingers are set narrower for the IDT electrodes that are included in the regions with the greater total numbers out of the first, the third, and the fifth IDT electrodes (11a, 11c, 11e) than the IDT electrodes that are included in the regions with the smaller total numbers of electrode fingers, except at the parts where the narrowly-pitched electrode finger sections are provided.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/032377 A1



CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, 添付公開書類:
TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

狭ピッチ電極指部を有する 5 IDT 型の縦結合共振子型弾性波フィルタ装置において、フィルタ特性の急峻性を高める。第 1～第 5 の IDT 11a～11e を有する 5 IDT 型の縦結合共振子型の弾性波フィルタ装置 1 であって、第 1 の領域 R1 及び第 4 の領域 R4 における狭ピッチ電極指部における電極指の総数をそれぞれ N_x 、第 2 の領域 R2 及び第 3 の領域 R3 における狭ピッチ電極指部の電極指の総数をそれぞれ N_y としたときに、電極指の総数 N_x と電極指の総数 N_y うち電極指の総数が多い方の領域にある狭ピッチ電極指部は、電極指の総数が少ない方の領域にある狭ピッチ電極指部よりも、電極指の周期の平均値が大きくされており、第 1、第 3 及び第 5 の IDT 電極 11a、11c、11e のうち、電極指の総数が多い方の領域に含まれる IDT 電極が、電極指の総数が少ない方の領域に含まれる IDT 電極よりも狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が小さくされている、弾性波フィルタ装置。

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、例えば、携帯電話機のＲＦ段帯域フィルタなどに用いられる弾性波フィルタ装置に関し、より詳細には、第１～第５のＩＤＴ電極を有する縦結合共振子型の弾性波フィルタ装置に関する。

背景技術

[0002] 帯域フィルタでは、通過帯域と阻止域との間の領域におけるフィルタ特性の急峻性を高めることが強く求められている。下記の特許文献１には、フィルタ特性の急峻性を高め得る弾性波表面波フィルタ装置が開示されている。特許文献１に記載の弾性表面波フィルタ装置では、３ＩＤＴ型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部に直列または並列に弾性波共振子が接続されている。直列または並列に接続された弾性波共振子の共振周波数や反共振周波数の位置をコントロールすることにより、通過帯域低域側及び通過帯域高域側におけるフィルタ特性の急峻性が高められている。

[0003] しかしながら、このような弾性波共振子の周波数特性を利用した方法では、急峻性改善効果は弾性波共振子のＱ値に依存する。ここで、弾性波共振子のＱ値は、圧電基板材料や電極材料でほぼ決定される。従って、弾性波共振子のＱ値を高めることによりフィルタ特性の急峻性をより一層高めるには、限界があった。

[0004] 他方、下記の特許文献２には、平衡－不平衡変換機能を有する５ＩＤＴ型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ装置が開示されている。図２６は、特許文献２に記載の弾性表面波フィルタ装置を示す模式的平面図である。弾性表面波フィルタ装置１００１は、圧電基板１００２を有する。圧電基板１００２上に、図示の電極構造が形成されている。この電極構造は、不平衡端子１００３と、第１、第２の平衡端子１００４、１００５との間に接続されている。不平衡端子１００３に、５ＩＤＴ型の縦結合共振子型弾性波フィルタ

部 1010 が接続されている。縦結合共振子型弾性波フィルタ部 1010 は、第 1～第 5 の IDT 電極 1011～1015 と、反射器 1016, 1017 とを有する。ここでは、第 1～第 5 の IDT 電極 1011～1015 は、他の IDT 電極に隣接している側の端部に、それぞれ、狭ピッチ電極指部 N1011、N1012a、N1012b、N1013a、N1013b、N1014a、N1014b 及び N1015 を有している。

[0005] また、縦結合共振子型弾性波フィルタ部 1010 の後段には、弾性表面波共振子 1021, 1022 がそれぞれ接続されている。

[0006] ここでは、第 1 の平衡端子 1004 に接続されている第 1 の IDT 電極 1011 及び第 2 の平衡端子 1005 に接続されている第 5 の IDT 電極 1015 の狭ピッチ電極指部 N1011, N1015 と、第 3 の IDT 電極 1013 の狭ピッチ電極指部 N1013a, N1013b とにおいて、狭ピッチ電極指部における電極指の本数が多い側の狭ピッチ電極指部の電極指ピッチが、狭ピッチ電極指部における電極指の本数が少ない方の狭ピッチ電極指部の電極指ピッチよりも大きくされている。それによって、通過帯域内におけるリップルを低減することができるとされている。しかしながら、このような構成では、フィルタ特性の急峻性を十分に高めることはできなかった。

[0007] また、下記の特許文献 3 には、狭ピッチ電極指部を有しない 5 IDT 型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ装置が開示されている。ここでは、中央に位置する IDT 電極における電極指の本数及び電極指ピッチが、中央に位置する IDT 電極の両側の IDT 電極における電極指の本数及び電極指ピッチよりも小さくされている。それによって、通過帯域低域側における阻止域の減衰量を拡大し、フィルタ特性の急峻性を高めることができるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献 1：特開平 4－54011 号公報

特許文献 2：WO2006/068086A1

特許文献3：WO 2007/083503 A 1

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0009] 上記のように、特許文献 1 に記載の弾性表面波フィルタ装置では、フィルタ特性の急峻性を高めるのに限度があった。従って、近年求められているフィルタ特性の高い急峻性を実現することはできなかった。
- [0010] 他方、特許文献 2 に記載の縦結合共振子型の弾性表面波フィルタ装置では、上記のように狭ピッチ電極指部における電極指ピッチや電極指の本数をコントロールすることにより、通過帯域内に表れるリップルの抑圧が図られているにすぎなかった。特許文献 2 では、フィルタ特性の急峻性を高める構成については特に言及されていない。
- [0011] また、特許文献 3 に記載の弾性表面波フィルタ装置では、狭ピッチ電極指部を有しない縦結合共振子型の弾性表面波フィルタ装置において、中央の I D T 電極における電極指の本数及び電極指ピッチと、両側の I D T 電極における電極指の本数及び電極指ピッチを調整することにより、フィルタ特性の急峻性を高め得る旨が示されている。しかしながら、なおフィルタ特性の急峻性は十分に高くはなく、より一層の改善が求められていた。
- [0012] 本発明の目的は、上述した従来技術の現状に鑑み、狭ピッチ電極指部を有する 5 I D T 型の縦結合共振子型弾性波フィルタ装置において、フィルタ特性の急峻性をより一層高めることにある。

課題を解決するための手段

- [0013] 本発明に係る弾性波フィルタ装置は、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順に配置された第 1 ～第 5 の I D T 電極と、前記第 1 ～第 5 の I D T 電極が設けられている領域の弾性波伝搬方向両側に配置された第 1、第 2 の反射器とを備え、前記第 1 ～第 5 の I D T 電極と前記第 1、第 2 の反射器とにより縦結合共振子型弾性波フィルタ部が構成されており、前記第 1 ～第 5 の I D T 電極は、他の I D T 電極に隣接している端部に、電極指の周期が残りの部分における電極指の周期よりも小さくされてい

る狭ピッチ電極指部とを有する。ここで、前記第 1 の I D T 電極と、前記第 2 の I D T 電極における弾性波伝搬方向の中央部から前記第 1 の I D T 電極側部分とからなる領域を第 1 の領域、前記第 2 の I D T 電極における弾性波伝搬方向の中央部から前記第 3 の I D T 電極側の部分と、前記第 3 の I D T 電極における弾性波伝搬方向の中央部から前記第 2 の I D T 電極側の部分とからなる領域を第 2 の領域、前記第 3 の I D T 電極における弾性波伝搬方向の中央部から前記第 4 の I D T 電極側の部分と、前記第 4 の I D T 電極における弾性波伝搬方向の中央部から前記第 3 の I D T 電極側の部分とからなる領域を第 3 の領域、前記第 4 の I D T 電極における弾性波伝搬方向の中央部から前記第 5 の I D T 電極側の部分と、前記第 5 の I D T 電極とからなる領域を第 4 の領域とする。本発明では、前記第 1 の領域における狭ピッチ電極指部の電極指の総数及び前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の総数をそれぞれ N_x 、前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の総数及び前記第 3 の領域における狭ピッチ電極指部の電極指の総数を N_y としたときに、電極指の総数 N_x と電極指の総数 N_y とは異なっており、電極指の総数 N_x と電極指の総数 N_y のうち前記電極指の総数が多いほうの領域にある狭ピッチ電極指部は、電極指の総数が少ないほうの領域にある狭ピッチ電極指部より、電極指の周期の平均値が大きくされており、前記第 1 の I D T 電極、前記第 3 の I D T 電極、および前記第 5 の I D T 電極のうち、前記電極指の総数が多いほうの領域に含まれる I D T 電極が、前記電極指の総数が少ないほうの領域に含まれる I D T 電極よりも、狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が小さくされている。

[0014] 本発明に係る弾性波フィルタ装置の第 1 の特定の局面では、前記第 1 の領域における狭ピッチ電極指部は、前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部より電極指の総数が少なくされており、前記第 3 の領域における狭ピッチ電極指部は、前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部より電極指の総数が多くされている。

[0015] 上記第 1 の特定の局面でのある実施態様では、前記第 2 の I D T 電極の前

記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第 1 及び第 5 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも小さくされている。

[0016] 上記第 1 の特定の局面の他の実施態様では、前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、前記第 1 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 3 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、前記第 3 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 5 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第 1 及び第 5 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも小さくされている。

[0017] 上記第 1 の特定の局面の別の実施態様では、前記第 1 の I D T 電極の前記

第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 3 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、前記第 3 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 5 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第 1 及び第 5 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも小さくされている。

[0018] 上記第 1 の特定の局面のさらに他の実施態様では、前記第 1 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 3 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、前記第 3 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 5 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、前記第 1 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 3 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、前記第 3 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 5 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第 1 及び第 5 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも小さくされている。

[0019] 本発明の第 1 の局面のさらに別の実施態様では、前記第 1 の I D T 電極の

前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 3 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、前記第 3 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 5 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、前記第 1 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 3 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、前記第 3 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 5 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第 1 及び第 5 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも小さくされている。

[0020] 本発明の第 2 の特定の局面では、前記第 1 の領域における狭ピッチ電極指部は、前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部より電極指の総数が多くされており、前記第 3 の領域における狭ピッチ電極指部は、前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部より電極指の総数が少なくされている。

[0021] 本発明の第2の特定の局面のある実施態様では、前記第2のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第2のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、前記第4のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第4のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、前記第2のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第2のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、前記第4のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第4のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、前記第3のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第1及び第5のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも大きくされている。

[0022] 第2の特定の局面の他の実施態様では、前記第2のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第2のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、前記第4のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第4のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、前記第1のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第3のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、前記第3のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第5のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、前記第3のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第1及び第5のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも大きくされている。

[0023] 本発明の第2の特定の局面の別の実施態様では、前記第1のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第3のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、前記第3のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第5のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、前記第2のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第2のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、前記第4のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第4のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、前記第3のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第1及び第5のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも大きくされている。

[0024] 本発明の第2の特定の局面のさらに他の特定の実施態様では、前記第1のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第3のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、前記第3のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第5のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、前記第1のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第3のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、前記第3のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第5のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、前記第3のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第1及び第5のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも大きくされてい

る。

[0025] 本発明の第2の特定の局面のさらに別の実施態様によれば、前記第1のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第3のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、前記第2のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第2のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、前記第4のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第4のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、前記第3のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第5のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、前記第1のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第3のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、前記第2のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第2のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、前記第4のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第4のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、前記第3のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第5のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、前記第3のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第1及び第5のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも大きくされている。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、第1～第5のIDT電極を有する5IDT型の弾性波装

置において、上記電極指の総数 N_x と電極指の総数 N_y とが異なるため、通過帯域低域側におけるフィルタ特性の急峻性を効果的に高めることが可能となる。

[0027] また、上記電極指の総数 N_x と電極指の総数 N_y のうち電極指の総数が多い方の領域にある狭ピッチ電極指部は、電極指の総数が少ない方の領域にある狭ピッチ電極指部よりも電極指の周期の平均値が大きくされているため、通過帯域内におけるスパイクリップルを低減することも可能となる。

[0028] さらに、上記第 1、第 3 及び第 5 の I D T 電極のうち、電極指の総数が多い方の領域に含まれる I D T 電極が、電極指の総数が少ない方の領域に含まれる I D T 電極よりも狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が小さくされているため、通過帯域低域側におけるフィルタ特性の急峻性をより効果的に高めることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1] 図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る弾性波フィルタ装置を示す模式的平面図である。

[図2] 図 2 は、本発明において狭ピッチ電極指部の位置を特定するための 5 I D T 型の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の概略構成を示す図である。

[図3] 図 3 は、本発明の第 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狭ピッチ電極指部の構造を説明するための模式的平面図である。

[図4] 図 4 は、本発明の第 1 の実施形態及び比較例の弾性波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図である。

[図5] 図 5 は、5 I D T 型の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の 0 次モード、2 次モード及び I D T 電極－I D T 電極間モードの共振点を説明するための図である。

[図6] 図 6 は、本発明の第 1 の実施形態において、狭ピッチ電極指部 B における電極指の本数と、狭ピッチ電極指部 C における電極指の本数とを異ならせた場合のリップル Y 及びリップル Z の変化を示す図である。

[図7] 図7は、本発明の第1の実施形態において、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期とを変化させた場合の共振モードの変化を示す図である。

[図8] 図8は、本発明の第1の実施形態において、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期とを変化させた場合の共振モードの変化を示し、特に、リップルZの変化を示す図である。

[図9] 図9は、本発明の第1の実施形態において、第1及び第5のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の電極指部における電極指の周期と、第3のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の電極指部における電極指の周期とを変化させた場合のリップルY及びリップルZの変化を示す図である。

[図10] 図10は、本発明の第1の実施形態の変形例における5IDT型の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の狭ピッチ電極指部の構造を説明するための模式的平面図である。

[図11] 図11は、本発明の第1の実施形態の変形例において、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数と、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数とを異ならせた場合のリップルY及びリップルZの変化を示す図である。

[図12] 図12は、本発明の第1の実施形態の変形例において、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期とを変化させた場合の共振モードの変化を示す図である。

[図13] 図13は、本発明の第1の実施形態の変形例において、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期とを変化させた場合の共振モードの変化を示し、特に、リップルZの変化を示す図である。

[図14] 図14は、本発明の第1の実施形態の変形例において、第1及び第5のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の電極指部における電極指の周期と、第3のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の電極指部における電極指の周期とを変化させた場合のリップルY及びリップルZの変化を示す図である。

[図15] 図15は、本発明の第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の狭ピッチ電極指部の構造を説明するための模式的平面図である。

[図16] 図16は、本発明の第2の実施形態及び比較例の弾性波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図である。

[図17] 図17は、本発明の第2の実施形態において、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数と、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数とを異ならせた場合のリップルY及びリップルZの変化を示す図である。

[図18] 図18は、本発明の第2の実施形態において、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期とを変化させた場合の共振モードの変化を示す図である。

[図19] 図19は、本発明の第2の実施形態において、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期とを変化させた場合の共振モードの変化を示し、特に、リップルZの変化を示す図である。

[図20] 図20は、本発明の第2の実施形態において、第1及び第5のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期と、第3のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期とを変化させた場合のリップルY及びリップルZの変化を示す図である。

[図21] 図21は、本発明の第2の実施形態の変形例における5IDT型の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の狭ピッチ電極指部の構造を説明するための模式的平面図である。

[図22] 図22は、本発明の第2の実施形態の変形例において、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数と、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数とを異ならせた場合のリップルY及びリップルZの変化を示す図である。

[図23] 図23は、本発明の第2の実施形態の変形例において、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期とを変化させた場合の共振モードの変化を示す図である。

[図24] 図24は、本発明の第2の実施形態の変形例において、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期とを変化させた場合の共振モードの変化を示し、特に、リップルZの変化を示す図である。

[図25] 図25は、本発明の第2の実施形態の変形例において、第1及び第5のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期と、第3のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期とを変化させた場合のリップルY及びリップルZの変化を示す図である。

[図26] 図26は、従来の弾性波フィルタ装置の一例を説明するための模式的平面図である。

[図27] 図27は、本発明の第3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狭ピッチ電極指部の構造を説明するための模式的平面図である。

[図28] 図28は、本発明の第3の実施形態及び比較例の弾性波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図である。

[図29] 図29は、本発明の第3の実施形態の変形例における第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部の狭ピッチ電極指部の構造を説明するための模式的平面図である。

発明を実施するための形態

[0030] 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。

[0031] [本発明の第1の実施形態に係る弾性波フィルタ装置]

図1は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波フィルタ装置を示す模式的平面図である。本実施形態の弾性波フィルタ装置1は、圧電基板2を有する。圧電基板2上に図示の電極構造が形成されており、それによって、平衡－不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置が構成されている。

[0032] 本実施形態の弾性波フィルタ装置1は、携帯電話機のUMTS-Band 2の受信側フィルタとして用いられるものである。UMTS-Band 2の送

信周波数帯域は1.850～1.910GHzであり、受信側周波数帯域は、1.930～1.990GHzである。

[0033] 弾性波フィルタ装置1は、不平衡端子3と、第1、第2の平衡端子4、5とを有する。不平衡端子3側のインピーダンスは50Ωであり、第1、第2の平衡端子4、5側のインピーダンスは100Ωである。すなわち、弾性波フィルタ装置1は、平衡－不平衡変換機能だけでなく、インピーダンス変換機能をも有している。

[0034] 圧電基板2は、適宜の圧電単結晶または圧電セラミックスからなるが、本実施形態では、 $40^{\circ} \pm 5^{\circ}$ YカットX伝搬のLiTaO₃基板からなる。

[0035] 圧電基板2上に形成されている電極構造は、本実施形態では、Alからなるが、Au、Cu、Pt、W、Taなどの様々な金属もしくは合金により形成され得る。またこれらの電極構造は、単一の金属膜により形成されていてもよく、複数の金属膜を積層してなる積層金属膜により形成されていてもよい。

[0036] 不平衡端子3と、第1の平衡端子4との間には、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11が接続されている。また、不平衡端子3と第2の平衡端子5との間には、5IDT型の第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部12が接続されている。

[0037] 第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11と不平衡端子3との間には、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11に直列に弾性波共振子13が接続されている。弾性波共振子13は、直列トラップを形成するために設けられている。

[0038] 第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11の出力側の第1の平衡端子4との間の接続点とグラウンド電位との間には、並列トラップを形成するために弾性波共振子14が接続されている。

[0039] 第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部12と不平衡端子3との間には、第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部12に直列に弾性波共振子15が接続されている。弾性波共振子15は、直列トラップを形成するために設けら

れている。

- [0040] 第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部12の出力側の第2の平衡端子5との間の接続点とグラウンド電位との間には、並列トラップを形成するために弾性波共振子16が接続されている。
- [0041] 第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11は、弾性波伝搬方向に沿って、順に配置された第1～第5のIDT電極11a～11eを有する。IDT電極11a～11eが設けられている領域の弾性波伝搬方向における両側には、第1、第2の反射器11f、11gが形成されている。
- [0042] 第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部12も、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11と同様に、第1～第5のIDT電極12a～12eと、第1、第2の反射器12f、12gとを有する。もともと、第1の平衡端子4から取り出される信号と第2の平衡端子5から取り出される信号の位相が180度異なるように、第1～第5のIDT電極11a～11eと、第1～第5のIDT電極12a～12eとが構成されている。具体的には、第2、第4のIDT電極11b、11dの位相に対し、第2、第4の12b、12eの位相が反転されており、それによって、第1、第2の平衡端子4、5から取り出される信号の位相が180度異ならされている。
- [0043] 第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11では、第1、第3、第5のIDT電極11a、11c、11eの各一端が共通接続され、弾性波共振子13を介して不平衡端子3に接続されている。第1、第3及び第5のIDT電極11a、11c、11eの各他端はグラウンド電位に接続されている。
- [0044] 第2、第4のIDT電極11b、11dの各一端がグラウンド電位に接続されており、各他端が共通接続され、第1の平衡端子4に接続されている。
- [0045] 第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部12側も同様に構成されており、第1、第3及び第5のIDT電極12a、12c、12eの各一端が共通接続され、直列トラップを形成するための弾性波共振子15を介して不平衡端子3に接続されている。IDT電極12a、12c及び12eの各他端はグラウンド電位に接続されている。

- [0046] 第2及び第4のIDT電極12b, 12dの各一端はグラウンド電位に接続されており、他端同士が共通接続され、第2の平衡端子5に接続されている。
- [0047] 上記弾性波共振子13～16は、いずれも1ポート型弾性波共振子であり、IDT電極と、IDT電極の弾性波伝搬方向における両側に配置された第1, 第2の反射器とを有する。
- [0048] 弾性波共振子13～16は、通過帯域外における減衰量を拡大するために設けられている。より詳細には、弾性波共振子13, 15の共振給周波数が、弾性波フィルタ装置1の通過帯域内に位置されており、反共振周波数は通過帯域高域側端部近傍の減衰域に配置されている。それによって、通過帯域高域側の減衰域における減衰量の拡大が図られている。
- [0049] 他方、弾性波共振子14, 16の共振周波数が通過帯域の低周波側端部近傍の減衰域に配置されており、反共振周波数は通過帯域内に配置されている。従って、弾性波フィルタ装置1の通過帯域よりも低周波側の減衰域において、減衰量が拡大される。
- [0050] 本実施形態の弾性波フィルタ装置1の特徴は、第1, 第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11, 12の第1～第5のIDT電極11a～11e, 12a～12eの構造にある。これを、図2～図9を参照して説明する。
- [0051] なお、図1では、第1, 第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11, 12の第1～第5のIDT電極11a～11e及び12a～12eにおける電極指間のピッチは全て等しいように図示されているが、本実施形態の弾性波フィルタ装置では、実際には、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11は、図3に示す構造を有する。
- [0052] 図3に示すように、第1～第5のIDT電極11a～11eは、IDT電極同士が隣り合っている端部に、相対的に電極指ピッチが残りの部分よりも狭い狭ピッチ電極指部を有する。これをより詳細に説明するために、このような狭ピッチ電極指部が設けられていない仮想の5IDT型の縦結合共振子型弾性波フィルタ部10を図2に示し、図2に示す仮想の5IDT型の縦結

合共振子型弾性波フィルタ部10を基に図3の構造を説明する。

[0053] 図2では、狭ピッチ電極指部が設けられている位置を特定するために、第1～第5のIDT電極10a～10eにおける狭ピッチ電極指部が設けられる端部をそれぞれA～D部分としている。具体的には、第1のIDT電極の第2のIDT電極側の端部をA部分としている。同様に、第5のIDT電極10eの第4のIDT電極10d側の端部近傍部分をA部分としている。第2、第4のIDT電極10b、10dの外側端部すなわち第1、第5のIDT電極10aまたは10eに隣接する端部をB部分としている。第2、第4のIDT電極10b、10dの内側端部すなわち第3のIDT電極10cに隣接する側の端部をそれぞれC部分としている。そして、中央に位置する第3のIDT電極の両側の端部近傍部分をD部分としている。

[0054] 本実施形態では、図3に示すように、上記A部分～D部分に狭ピッチ電極指部が設けられている。以下の説明において、A部分、B部分、C部分及びD部分のそれぞれに設けられた狭ピッチ電極指部を、それぞれ狭ピッチ電極指部A、狭ピッチ電極指部B、狭ピッチ電極指部C及び狭ピッチ電極指部Dとする。

[0055] なお、本明細書において、狭ピッチ電極指部とは、狭ピッチ電極指部以外のIDT電極内の残りの電極指部のピッチに対して電極指間ピッチが相対的に狭い電極指部をいうものとする。

[0056] 図3に示されているように、狭ピッチ電極指部はIDT電極同士が隣り合っている部分に設けられており、両側にIDT電極が位置する第2、第4のIDT電極11b、11dや第3のIDT電極11cでは、IDT電極の両端部に狭ピッチ電極指部が設けられている。

[0057] 本実施形態の特徴は、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11において、第2のIDT電極11b及び第4のIDT電極11dの第1または第5のIDT電極11a、11e側の端部の狭ピッチ電極指部、すなわち狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数が、第2、第4のIDT電極11b及び11dの第3のIDT電極11c側の狭ピッチ電極指部すなわち狭ピッチ電

極指部Cにおける電極指の本数よりも少なくされており、かつ狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期が、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも小さくされており、第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、第1及び第5のIDT電極11a, 11eの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも小さくされていることにある。第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部12も第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11と同様に構成されている。それによって、弾性波フィルタ装置1では、通過帯域低域側におけるフィルタ特性の急峻性が効果的に高められる。これを、図4～図8を参照して説明する。図4は、本実施形態の弾性波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図であり、実線が本実施形態の結果を示し、破線は比較例として用意した弾性波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図である。上記実施形態及び比較例における電極構造の詳細は以下の通りである。

[0058] 第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11の仕様：

なお、以下において、IDT電極の電極指のピッチで定まる波長を λ_I とする。

[0059] 電極指交差幅 = $1.5 \cdot 2 \lambda_I$

第1, 第5のIDT電極11a, 11e：電極指の本数各40本、但し、40本の内5本が狭ピッチ電極指部Aの電極指

第3のIDT電極11c：電極指の本数79本、但し、両端にそれぞれ5本の電極指を有する狭ピッチ電極指部Dが設けられている。

[0060] 第2, 第4のIDT電極11b, 11d：電極指の本数43本、但し、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数が3本であり、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数が7本であり、残りの部分における電極指の本数が各33本とされている。

[0061] 第1, 第2の反射器11f, 11gにおける電極指の本数：各65本

メタライゼーションレシオ：0.68

電極膜厚： $0.091 \lambda_I$

[0062] また、第2、第4のIDT電極11b、11dの狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期は、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも0.13 μm 小さくされている。

[0063] 第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部D以外の部分における電極指の周期は、第1、第5のIDT電極11a、11eの狭ピッチ電極指部A以外の部分における電極指の周期よりも0.01 μm 小さくされている。

[0064] 狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期は、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも0.13 μm 小さくされている。

[0065] 第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部12は、前述したように、一部のIDT電極の位相が反転されていることを除いては、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11と同様に構成されている。

[0066] 弾性波共振子13、15の仕様：

なお、以下において、IDT電極の電極指のピッチで定まる波長を λ_{II} とする。

電極指交差幅：11.0 λ_{II}

IDT電極における電極指の本数：71本

反射器における電極指の本数：各18本

メタライゼーションレシオ：0.60

電極膜厚：0.095 λ_{II}

弾性波共振子14、16の仕様：

なお、以下において、IDT電極の電極指のピッチで定まる波長を λ_{III} とする。

電極指交差幅：15.0 λ_{III}

IDT電極における電極指の本数：111本

反射器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：0.091 λ_{III}

なお、比較例として、狭ピッチ電極指部D及び狭ピッチ電極指部Cにおけ

る電極指の本数がいずれも4本とされており、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Cの周期とが同一とされていることを除いては、上記実施形態と同様にして構成された弾性波フィルタ装置を用意した。

[0067] 図4から明らかなように、本実施形態によれば、比較例に対し、通過帯域である $1.930 \sim 1.990 \text{ GHz}$ の低域側端部近傍における急峻性が高められていることがわかる。すなわち、 1.930 GHz 近傍の阻止域、より具体的には、 $1.900 \sim 1.930 \text{ GHz}$ の周波数帯域において、急峻性が高められ、フィルタ特性のスルーレベルに対し、損失が 3.5 dB から 47.0 dB に至る周波数間隔が、実施形態によれば、比較例に比べて 2.5 MHz 狭くなっている。この周波数間隔が狭くなると、製造ばらつきによる周波数ばらつきに対する交差が大きくなる。さらに、周囲温度が変化したとしても、挿入損失や減衰量の劣化が小さい弾性波フィルタ装置1を提供することができる。

[0068] 上記のように、本実施形態において、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数及び電極指の周期を、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数及び周期よりも少なくまたは小さくしたことにより、上記のように通過帯域低域側近傍のフィルタ特性の急峻性が高められる理由を説明する。

[0069] 図5は、上記比較例の弾性波フィルタ装置1において、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部のみの電気的特性を示し、 1Ω に終端し、特性インピーダンスを除去して、共振モードの共振点を表わしたものである。図5において、 X_1 が0次モード、 X_2 が2次モード、及び X_3 がIDT電極-IDT電極間に弾性波のエネルギー分布のピークを有する共振モードすなわちIDT電極-IDT電極間モードの共振特性が表われている部分である。2次モードの共振点は、通過帯域外に配置され、通過帯域の形成には寄与していない。すなわち、5IDT型の上記縦結合共振子型弾性波フィルタ部では、0次モードの共振点と、IDT電極-IDT電極間モードの共振点とにより通過帯域を形成している。

[0070] この比較例に対し、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数と、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数とを異ならせた場合の上記共振モードの変化を図6に示す。図6において、実線は上記比較例と同様に、狭ピッチ電極指部B及び狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数がいずれも4本である場合の結果を示す。他方、破線は狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数が3本であり、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数が5本の場合の結果を示す。一点鎖線は、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数が3本であり、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数が7本である場合の結果を示す。狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数と、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数との差が大きくなるに従って、通過帯域低域側端部近傍において大きなリップルYが発生することがわかる。リップルYは、0次モードの共振点と、2次モードの共振点の間に発生する。従って、設計パラメータを調整し、リップルYの周波数位置を調整することにより、リップルYを通過帯域低域側のスロープ部分に位置させることができる。すなわち、リップルYを利用して、通過帯域低域側におけるフィルタ特性の急峻性を高めることができる。

[0071] もっとも、同時に、0次モードの共振点と、IDT電極－IDT電極間モードの共振点との間にもリップルZが発生している。リップルZが発生すると、通過帯域内に大きなスパイク状リップルが表われることとなる。従って、リップルZを低減することが求められる。

[0072] そこで、リップルZを低減する手法について検討した結果、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期と異ならせることが有効であることを見出した。

[0073] 図7は、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Cの周期とを異ならせた場合の共振モードの変化を示す図である。

[0074] 図7において、実線は、狭ピッチ電極指部Bの周期と、狭ピッチ電極指部Cの狭ピッチ電極指部とが同じである場合の結果を示し、破線は狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期が、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周

期よりも $0.04\mu\text{m}$ 小さくされている場合の結果を示し、一点鎖線は、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期が狭ピッチ電極指部Cに比べて $0.08\mu\text{m}$ 小さくされている場合の結果を示す。

[0075] 図7から明らかなように、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を、狭ピッチ電極指部Cの周期よりも小さくすることにより、リップルZを低減し得ることがわかる。特に、両者の電極指の周期の差を大きくすることにより、リップルZをより一層小さくし得ることがわかる。

[0076] なお、図7では、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期に対して小さくしたが、逆に、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期に対して大きくすると、リップルZは大きくなってしまう。すなわち、狭ピッチ電極指部B及び狭ピッチ電極指部Cの内、狭ピッチ電極指部における電極指の本数を小さくした側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期を相対的に小さくすることにより、リップルZを低減しつつ、リップルYを利用してフィルタ特性の急峻性を効果的に高めることができる。

[0077] 従って、上記実施形態とは逆に、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数が、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数よりも多くされている場合には、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも大きくすればよく、この場合においても、上記実施形態と同様の効果が得られる。

[0078] また、上記狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期と狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期とが等しくとも、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期を異ならせることにより、同様の効果を得ることができる。これを図8を参照して説明する。

[0079] 図8は、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期を狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期に対して異ならせた場合のリップルYの変化を示す図である。ここでは、狭ピッチ電極指部B及び狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期及びピッチは等しくされている。

[0080] 図8において実線は、狭ピッチ電極指部A及び狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期が同じである場合の結果を示し、破線は、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期に比べて、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期を $0.04\mu\text{m}$ 小さくした場合の結果を、一点破線は狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期を狭ピッチ電極指部Dに比べて $0.08\mu\text{m}$ 小さくした場合の結果を示す。図8から明らかなように、狭ピッチ電極指部Dに比べて、狭ピッチ電極指部Aの周期を小さくしていくにつれて、すなわち周期の差を大きくするにつれ、リップルZがより一層小さくなることがわかる。

[0081] 図8では、狭ピッチ電極指部Dに対し、狭ピッチ電極指部Aの周期を小さくしたが、逆に、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期を狭ピッチ電極指部Dに対して相対的に大きくすると、リップルZが大きくなってしまう。すなわち、狭ピッチ電極指部Aと狭ピッチ電極指部Dとのうち、狭ピッチ電極指部Bと狭ピッチ電極指部Cとのうちの電極指の本数が少ない方と対向する方の部分における電極指の周期を小さくすることが必要である。

[0082] 図7及び図8から明らかなように、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも小さくするか、または狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期を、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期よりも小さくすることにより、リップルZを低減し得るものの、この場合は、リップルYも小さくなる傾向にある。リップルYが小さくなると、通過帯域低域側の急峻性を改善する効果が小さくなる。

[0083] そこで、さらに検討した結果、リップルYを大きくするには、第1、第3及び第5のIDT電極11a、11c、11eの狭ピッチ電極指部以外の残りの電極指部すなわちフィルタの周波数を決定するメインの電極指部における電極指の周期を調整することが効果的であることを見出した。

[0084] 図9は、第1のIDT電極11a及び第5のIDT電極11eにおける電極指の周期と、第3のIDT電極11cにおける電極指の周期を異ならせた場合のリップルY及びリップルZの変化を示す図である。より具体的には、図9において、実線は第3のIDT電極11cと第1、第5のIDT電極1

1 a、1 1 eの狭ピッチ電極指部以外の部分（メインの電極指部）における電極指の周期が等しい場合の結果を示し、破線は、中央の I D T 電極である第 3 の I D T 電極 1 1 c における電極指の周期を第 1、第 5 の I D T 電極 1 1 a、1 1 e における電極指の周期よりも $0.03\ \mu\text{m}$ 小さくした場合の結果を、一点鎖線は、中央の第 3 の I D T 電極 1 1 c における電極指の周期を第 1、第 5 の I D T 電極 1 1 a、1 1 e のメインの電極指部における電極指の周期よりも $0.06\ \mu\text{m}$ 小さくした場合の結果を示す。

[0085] 図 9 から明らかなように、第 1、第 5 の I D T 電極 1 1 a、1 1 e と、第 3 の I D T 電極 1 1 c における電極指の周期の差が大きくなるにつれて、リップル Y が大きくなっていくことがわかる。この場合、リップル Z はほとんど変化しない。従って、第 3 の I D T 電極 1 1 c の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期を、第 1、第 5 の I D T 電極 1 1 a、1 1 e の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期と異ならせることが望ましいことがわかる。

[0086] なお、図 9 では、第 1 及び第 5 の I D T 電極 1 1 a、1 1 e に対し、第 3 の I D T 電極 1 1 c の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期を相対的に小さくしたが、逆に、第 1、第 5 の I D T 電極 1 1 a、1 1 e の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期を相対的に大きくした場合には、リップル Y が小さくなってしまう。すなわち、リップル Y を大きくするためには、狭ピッチ電極指部 B 及び狭ピッチ電極指部 C のうちの電極指の本数が少ない方の部分と対向する I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外のメインの電極指部における電極指の周期を相対的に大きくすることが必要である。従って、狭ピッチ電極指部 B における電極指の本数が狭ピッチ電極指部 C における電極指の本数よりも多い場合には、第 1、第 5 の I D T 電極 1 1 a、1 1 e の狭ピッチ電極指部以外のメインの電極指部における電極指の周期を、第 3 の I D T 電極 1 1 c の狭ピッチ電極指部以外のメインの電極指部における電極指の周期よりも小さくすることが望ましい。

[0087] 次に、上記実施形態の変形例を図 10～図 14 を参照して説明する。図 1

0は、上記実施形態の変形例に係る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11の狭ピッチ電極指部の構造を説明するための模式的平面図である。

[0088] 本変形例では、上記実施形態と狭ピッチ電極指部における電極指の本数及び周期の関係が逆とされている。すなわち、図10に示すように、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数が狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数よりも多くされており、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期は、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも大きくされている。そして、第1、第5のIDT電極11a、11eの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも小さくされている。それによって、上記実施形態と同様にリップルYを大きくしてフィルタ特性の低域側における急峻性を高めることができ、しかも、リップルZを低減することができる。これを、図11～図14に示す。

[0089] 図11は、狭ピッチ電極指部B、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数を異ならせた場合のリップルY及びリップルZの変化を示す図である。図11において、実線が狭ピッチ電極指部B及び狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数がいずれも4本とされている場合の結果を、破線が狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数を5本、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数を3本とした場合の結果を示し、一点鎖線は、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数を7本、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数を3本とした場合の結果を示す。

[0090] 図11から明らかなように、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数を狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数に対して相対的に多くしていくほど、リップルYを大きくし得ることがわかる。

[0091] もっとも、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数を狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数に対して相対的に多くしていくほどリップルZも大きくなっている。

[0092] 図12は、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期とリップルY及びリップルZの関係を示す図である。図12において、実線が、狭ピッチ電極指部B及び狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期が同一である場合の結果を示し、破線が狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を、相対的に $0.04\mu\text{m}$ 広くした場合の結果を示し、一点鎖線は、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を相対的に $0.08\mu\text{m}$ 大きくした場合の結果を示す。

[0093] 図12から明らかなように、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を相対的に大きくしていくに従って、所望でないリップルZを小さくすることができ、その場合リップルYの大きさはさほど変化していないことがわかる。

[0094] 図13は、本変形例において、狭ピッチ電極指部A及び狭ピッチ電極指部Dの電極指のピッチを変化した場合のリップルZの変化を示す図であり、実線は狭ピッチ電極指部A及び狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期が同じである場合の結果を示し、破線は狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期が狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期に対して相対的に $0.04\mu\text{m}$ 大きい場合の結果を示し、一点鎖線は、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期が狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期に対して相対的に $0.08\mu\text{m}$ 大きい場合の結果を示す。

[0095] 図13から明らかなように、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期を大きくしていくにつれて、すなわち狭ピッチ電極指部における電極指の本数が狭ピッチ電極指部Cに比べて相対的に多い狭ピッチ電極指部Bに対向している狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期を、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期よりも大きくすることにより、リップルZを小さくしていくことができることがわかる。

[0096] 図14は、本変形例において、第3のIDT電極11cと、第1、第5のIDT電極11a、11eとの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期とリップルYとの関係を示す図である。

[0097] 図14において、第3のIDT電極11cと、第1、第5のIDT電極11a、11eの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期を全て等しくした場合の結果を示し、破線は、第3のIDT電極11cにおける電極指の周期を相対的に0.03 μm 大きくした場合の結果を示し、一点鎖線は、第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期を相対的に0.06 μm 大きくした場合の結果を示す。

[0098] 図14から明らかなように、図9の場合と同様に、狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期を第1のIDT電極11a及び第5のIDT電極11eと、第3のIDT電極11cとで異ならせることにより、リップルYの大きさもコントロールし得ることがわかる。この場合においても、狭ピッチ電極指部における電極指の本数が相対的に大きい狭ピッチ電極指部Bに対向している部分側の第1、第5のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期を、狭ピッチ電極指部における電極指の本数が相対的に少ない狭ピッチ電極指部Cに対向している第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも小さくすることにより、リップルYを大きくし得ることがわかる。それによって、フィルタ特性の急峻性を効果的に高めることができる。

[0099] なお、上記変形例では、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも大きく設定する例について説明したが、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも大きくする代わりに、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期を狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期よりも大きく設定してもよい。

[0100] なお、本発明では、狭ピッチ電極指部における電極指の周期が一定である場合について説明した。但し、狭ピッチ電極指部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、狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、特表2002-528987号公報に記載のように徐々に変化していてもよいし、特開2003-243965号公報に記載のように、狭ピッチ

電極指部に、電極指の周期が異なる部分が複数設けられていてもよい。このように、狭ピッチ電極指部における電極指の周期が一定ではない場合は、狭ピッチ電極指部における電極指の周期の平均値が上記実施形態において説明した大小関係を満足していれば、本発明の効果が得られる。すなわち、本発明において、狭ピッチ電極指部における電極指の周期とは、狭ピッチ電極指部における電極指の周期が一定ではない場合は、狭ピッチ電極指部における電極指の周期の平均値を意味する。

[0101] また、上記実施形態及び変形例では、弾性表面波を利用した弾性表面波フィルタ装置につき説明したが、本発明は、電極構造に特徴を有するものであるため、弾性表面波だけでなく、弾性境界波を利用した弾性境界波フィルタ装置にも同様に適用することができ、同様にフィルタ特性の急峻性を高めることができる。

[0102] [本発明の第2の実施形態に係る弾性波フィルタ装置]

以下に、本発明の第2の実施形態について説明する。なお、第2の実施形態も第1の実施形態と同じく、図1に示した構造を有しているので、第1の実施形態と共通する部分は、同一符号を使用することで、説明を省略する。

[0103] 図15に示すように、本実施形態の特徴は、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11において、第1及び第5のIDT電極11a、11eの端部に設けられた狭ピッチ電極指部、すなわち狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数が、第3のIDT電極11cの両端部に設けられた狭ピッチ電極指部、すなわち、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数よりも少なく、第2及び第4のIDT電極11b、11dの第1及び第5のIDT電極11a、11e側の端部に設けられた狭ピッチ電極指部、すなわち、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期が、第2及び第4のIDT電極11b、11dの第3のIDT電極11c側の端部に設けられた狭ピッチ電極指部、すなわち、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも小さく、第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部B、C以外の部分における電極指の周期が、第1及び第5のIDT電極11a、11eの狭ピッチ電極指部A以外の部分

における電極指の周期よりも小さいことにある。第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部12も第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11と同様に構成されている。これにより、弾性波フィルタ装置1では、通過帯域低域側におけるフィルタ特性の急峻性が効果的に高められる。これを、図16～図19を参照して説明する。

[0104] 図16は、本実施形態の弾性波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図であり、実線が本実施形態の結果を示し、一点破線は比較例として用意した弾性波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図である。上記実施形態及び比較例における電極構造の詳細は以下の通りである。なお、以下において、IDT電極の電極指の周期で定まる波長を λ_I とする。

[0105] 第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11の仕様：

電極指交差幅＝ $14.9\lambda_I$

第1、第5のIDT電極11a、11e：電極指の本数各37本、但し、37本の内3本が狭ピッチ電極指部Aの電極指

第3のIDT電極11c：電極指の本数85本、但し、両端にそれぞれ7本の電極指を有する狭ピッチ電極指部Dが設けられている。

[0106] 第2、第4のIDT電極11b、11d：電極指の本数41本、但し、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数が4本であり、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数が4本であり、残りの部分における電極指の本数が33本とされている。

[0107] 第1、第2の反射器11f、11gにおける電極指の本数：各65本
メタライゼーションレシオ：0.68

電極膜厚： $0.091\lambda_I$

第2、第4のIDT電極11b、11dの狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期は、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも $0.14\mu\text{m}$ 小さい。

[0108] 第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部D以外の部分における電極指の周期は、第1、第5のIDT電極11a、11eの狭ピッチ電極指部A以

外の部分における電極指の周期よりも $0.01\ \mu\text{m}$ 小さくされている。

[0109] 第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部12は、前述したように、一部のIDT電極の位相が反転されていることを除いては、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11と同様に構成されている。

[0110] なお、比較例として、狭ピッチ電極指部D及び狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数がいずれも4本とされており、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Cの周期とが同一とされていることを除いては、上記実施形態と同様にして構成された弾性波フィルタ装置を用意した。

[0111] 図16から明らかなように、本実施形態によれば、比較例に対し、通過帯域である $1.930\sim 1.990\text{ GHz}$ の低域側端部近傍における急峻性が高められていることがわかる。すなわち、 1.930 GHz 近傍の阻止域、より具体的には、 $1.900\sim 1.930\text{ GHz}$ の周波数帯域において、急峻性が高められ、フィルタ特性のスルーレベルに対し、損失が 3.5 dB から 47.0 dB に至る周波数間隔が、実施形態によれば、比較例に比べて 2.1 MHz 狭くなっている。この周波数間隔が狭くなると、製造ばらつきによる周波数ばらつきに対する交差が大きくなる。さらに、周囲温度が変化したとしても、挿入損失や減衰量の劣化が小さい弾性波フィルタ装置1を提供することができる。

[0112] この比較例に対し、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数と、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数とを異ならせた場合の上記共振モードの変化を図17に示す。図17において、実線は上記比較例と同様に、狭ピッチ電極指部B及び狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数がいずれも4本である場合の結果を示す。破線は狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数が3本であり、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数が5本の場合の結果を示す。一点鎖線は、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数が3本であり、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数が7本である場合の結果を示す。

- [0113] 図17に示す結果から、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数と、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数との差が大きくなるに従って、通過帯域低域側端部近傍において大きなリップルYが発生することがわかる。リップルYは、0次モードの共振点と、2次モードの共振点の間に発生する。従って、設計パラメータを調整し、リップルYの周波数位置を調整することにより、リップルYを通過帯域低域側のスロープ部分に位置させることができる。すなわち、リップルYを利用して、通過帯域低域側におけるフィルタ特性の急峻性を高めることができる。
- [0114] もっとも、同時に、0次モードの共振点と、IDT電極-IDT電極間モードの共振点との間にもリップルZが発生している。リップルZが発生すると、通過帯域内に大きなスパイク状リップルが表われることとなる。従って、リップルZを低減することが求められる。
- [0115] そこで、リップルZを低減する手法について検討した結果、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期と異ならせることが有効であることを見出した。
- [0116] 図18は、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Cの周期とを異ならせた場合の共振モードの変化を示す図である。
- [0117] 図18において、実線は、狭ピッチ電極指部Bの周期と、狭ピッチ電極指部Cの狭ピッチ電極指部とが同じである場合の結果を示し、破線は狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期が、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも0.04 μm 小さい場合の結果を示し、一点鎖線は、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期が狭ピッチ電極指部Cに比べて0.08 μm 小さい場合の結果を示す。
- [0118] 図18から明らかなように、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を、狭ピッチ電極指部Cの周期よりも小さくすることにより、リップルZを低減し得ることがわかる。特に、両者の電極指の周期の差を大きくすることにより、リップルZをより一層小さくし得ることがわかる。
- [0119] なお、図18では、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を狭ピッチ

電極指部Cにおける電極指の周期に対して小さくしたが、逆に、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期に対して大きくすると、リップルZは大きくなってしまふ。すなわち、狭ピッチ電極指部B及び狭ピッチ電極指部Cのうち、狭ピッチ電極指部Aと狭ピッチ電極指部Dとのうちの電極指の本数が少ない方に対向する狭ピッチ電極指部の周期を相対的に小さくすることにより、リップルZを低減しつつ、リップルYを利用してフィルタ特性の急峻性を効果的に高めることができる。

[0120] 従って、上記実施形態とは逆に、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数が、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数よりも多くされている場合には、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも大きくすればよく、この場合においても、上記実施形態と同様に、リップルZを低減しつつ、リップルYを利用してフィルタ特性の急峻性を効果的に高めることができる。

[0121] また、上記狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期と狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期とが等しくとも、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期を異ならせることにより、同様に、リップルZを低減することができる。これを図19を参照して説明する。

[0122] 図19は、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期を狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期に対して異ならせた場合のリップルYの変化を示す図である。ここでは、狭ピッチ電極指部B及び狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期及びピッチは等しくされている。

[0123] 図19において実線は、狭ピッチ電極指部A及び狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期が同じである場合の結果を示し、破線は、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期に比べて、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期を $0.04\mu\text{m}$ 小さくした場合の結果を、一点破線は狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期を狭ピッチ電極指部Dに比べて $0.08\mu\text{m}$ 小さくした場合の結果を示す。図19から明らかなように、狭ピッチ電極指部Dに

比べて、狭ピッチ電極指部Aの周期を小さくしていくにつれて、すなわち周期の差を大きくするにつれ、リップルZがより一層小さくなることがわかる。

[0124] 図19では、狭ピッチ電極指部Dに対し、狭ピッチ電極指部Aの周期を小さくしたが、逆に、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期を狭ピッチ電極指部Dに対して相対的に大きくすると、リップルZが大きくなってしまう。すなわち、狭ピッチ電極指部Aと狭ピッチ電極指部Dとのうち、電極指の本数が少ない方の狭ピッチ電極指部における電極指の周期を小さくすることが必要である。

[0125] 図18及び図19から明らかなように、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも小さくするか、または狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期を、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期よりも小さくすることにより、リップルZを低減し得るものの、この場合は、リップルYも小さくなる傾向にある。リップルYが小さくなると、通過帯域低域側の急峻性を改善する効果が小さくなる。

[0126] そこで、さらに検討した結果、リップルZを小さくすることなく、リップルYを大きくするには、第1、第3及び第5のIDT電極11a、11c、11eの狭ピッチ電極指部以外の残りの電極指部すなわちフィルタの周波数を決定するメインの電極指部における電極指の周期を調整することが効果的であることを見出した。

[0127] 図20は、第1のIDT電極11a及び第5のIDT電極11eのメインの電極指部における電極指の周期と、第3のIDT電極11cのメインの電極指部における電極指の周期を異ならせた場合のリップルY及びリップルZの変化を示す図である。より具体的には、図20において、実線は第3のIDT電極11cと第1、第5のIDT電極11a、11eの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が等しい場合の結果を示し、破線は、中央のIDT電極である第3のIDT電極11cにおける電極指の周期を第1、第5のIDT電極11a、11eにおける電極指の周期よりも0.03 μ

m小さくした場合の結果を、一点鎖線は、中央の第3のIDT電極11cにおける電極指の周期を第1、第5のIDT電極11a、11eのメインの電極指部における電極指の周期よりも0.06 μ m小さくした場合の結果を示す。

[0128] 図20から明らかなように、第1、第5のIDT電極11a、11eと、第3のIDT電極11cにおける電極指の周期の差が大きくなるにつれて、リップルYが大きくなっていくことがわかる。この場合、リップルZはほとんど変化しない。従って、第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期を、第1、第5のIDT電極11a、11eの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期と異ならせることが望ましいことがわかる。

[0129] なお、図20では、第1及び第5のIDT電極11a、11eに対し、第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期を相対的に小さくしたが、逆に、第1、第5のIDT電極11a、11eの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期を相対的に大きくした場合には、リップルYが小さくなってしまう。すなわち、リップルYを大きくするためには、第1及び第3のIDT電極11a、11cのうち、狭ピッチ電極指部の電極指の本数が多い方のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外のメインの電極指部における電極指の周期を相対的に小さくすることが必要である。従って、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数が狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数よりも多い場合には、第1、第5のIDT電極11a、11eの狭ピッチ電極指部以外のメインの電極指部における電極指の周期を、第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部以外のメインの電極指部における電極指の周期よりも小さくすることが望ましい。

[0130] 次に、上記実施形態の変形例を図21～図25を参照して説明する。図21は、上記実施形態の変形例に係る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11の狭ピッチ電極指部の構造を説明するための模式的平面図である。

[0131] 本変形例では、上記実施形態と狭ピッチ電極指部における電極指の本数及び周期の関係が逆とされている。すなわち、図21に示すように、本変形例では、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数が、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数よりも多く、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期が、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも大きく、第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部B、C以外の部分における電極指の周期が、第1及び第5のIDT電極11a、11eの狭ピッチ電極指部A以外の部分における電極指の周期よりも大きい。これにより、上記実施形態と同様にリップルYを大きくしてフィルタ特性の低域側における急峻性を高めることができ、しかも、リップルZを低減することができる。これを、図22～図25に示す。

[0132] 図22は、狭ピッチ電極指部A、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数を異ならせた場合のリップルY及びリップルZの変化を示す図である。図22において、実線が狭ピッチ電極指部A及び狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数がいずれも4本とされている場合の結果を、破線が狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数を7本、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数を3本とした場合の結果を示し、一点鎖線は、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数を9本、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数を3本とした場合の結果を示す。

[0133] 図22から明らかなように、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数を狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数に対して相対的に多くしていくほど、リップルYを大きくし得ることがわかる。

[0134] もっとも、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数を狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数に対して相対的に多くしていくほどリップルZも大きくなっている。

[0135] 図23は、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期と、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期とリップルY及びリップルZの関係を示す図である。図23において、実線が、狭ピッチ電極指部B及び狭ピッチ電極指部C

における電極指の周期が同一である場合の結果を示し、破線が狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を、相対的に $0.02\mu\text{m}$ 広くした場合の結果を示し、一点鎖線は、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を相対的に $0.04\mu\text{m}$ 大きくした場合の結果を示す。

[0136] 図23から明らかなように、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を相対的に大きくしていくに従って、所望でないリップルZを小さくすることができ、その場合リップルYの大きさはさほど変化していないことがわかる。

[0137] 図24は、本変形例において、狭ピッチ電極指部A及び狭ピッチ電極指部Dの電極指の周期を変化した場合のリップルZの変化を示す図であり、実線は狭ピッチ電極指部A及び狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期が同じである場合の結果を示し、破線は狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期が狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期に対して相対的に $0.02\mu\text{m}$ 大きい場合の結果を示し、一点鎖線は、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期が狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期に対して相対的に $0.04\mu\text{m}$ 大きい場合の結果を示す。

[0138] 図24から明らかなように、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期を相対的に大きくしていくにつれて、リップルZが小さくなることがわかる。すなわち、狭ピッチ電極指部Aと狭ピッチ電極指部Dとのうち電極指の本数が多い方の狭ピッチ電極指部における電極指の周期を大きくするほどリップルZが小さくなることがわかる。

[0139] 図25は、本変形例において、第3のIDT電極11cと、第1、第5のIDT電極11a、11eとの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期とリップルYとの関係を示す図である。

[0140] 図25において、第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期と、第1、第5のIDT電極11a、11eの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期とを等しくした場合の結果を示し、破線は、第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部以外の部分にお

る電極指の周期を、第1、第5のIDT電極11a、11eの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも $0.03\mu\text{m}$ 大きくした場合の結果を示し、一点鎖線は、第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期を、第1、第5のIDT電極11a、11eの狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも $0.06\mu\text{m}$ 大きくした場合の結果を示す。

[0141] 図25から明らかなように、図20の場合と同様に、狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期を第1のIDT電極11a及び第5のIDT電極11eと、第3のIDT電極11cとで異ならせることにより、リップルYの大きさもコントロールし得ることがわかる。具体的には、第1、第5のIDT電極11a、11e及び第3のIDT電極11cのうち、狭ピッチ電極指部における電極指の本数が多い方のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期を、他方のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも小さくすることにより、リップルYを大きくし得ることがわかる。それによって、フィルタ特性の急峻性を効果的に高めることができる。

[0142] なお、上記変形例では、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも大きく設定する例について説明したが、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期を狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも大きくする代わりに、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期を狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期よりも大きく設定してもよい。

[0143] [本発明の第3の実施形態に係る弾性波フィルタ装置]

以下に、本発明の第3の実施形態について説明する。なお、第3の実施形態も第1の実施形態と同じく、図1に示した構造を有しているので、第1の実施形態と共通する部分は、同一符号を使用することで、説明を省略する。

[0144] 図27に示すように、本実施形態の特徴は、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11において、第2のIDT電極11b及び第4のIDT電極1

1 dの第1または第5のIDT電極11a, 11e側の端部の狭ピッチ電極指部、すなわち狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数が、第2, 第4のIDT電極11b及び11dの第3のIDT電極11c側の狭ピッチ電極指部すなわち狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数よりも少なくされており、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期が、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも小さくされており、第1及び第5のIDT電極11a, 11eの端部に設けられた狭ピッチ電極指部、すなわち狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数が、第3のIDT電極11cの両端部に設けられた狭ピッチ電極指部、すなわち、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数よりも少なく、狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期が、狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期よりも小さく、第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部B, C以外の部分における電極指の周期が、第1及び第5のIDT電極11a, 11eの狭ピッチ電極指部A以外の部分における電極指の周期よりも小さいことにある。第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部12も第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11と同様に構成されている。これにより、弾性波フィルタ装置1では、通過帯域低域側におけるフィルタ特性の急峻性が効果的に高められる。これを、図28を参照して説明する。

[0145] 図28は、本実施形態の弾性波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図であり、実線が本実施形態の結果を示し、一点破線は比較例として用意した弾性波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図である。上記実施形態及び比較例における電極構造の詳細は以下の通りである。なお、以下において、IDT電極の電極指の周期で定まる波長を λ_I とする。

[0146] 第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11の仕様：

電極指交差幅 = $16.9\lambda_I$

第1, 第5のIDT電極11a, 11e：電極指の本数各42本、但し、42本の内3本が狭ピッチ電極指部Aの電極指

第3のIDT電極11c：電極指の本数55本、但し、両端にそれぞれ5本の電極指を有する狭ピッチ電極指部Dが設けられている。

第2, 第4のIDT電極11b, 11d: 電極指の本数43本、但し、狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数が3本であり、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数が7本であり、残りの部分における電極指の本数が33本とされている。

第1, 第2の反射器11f, 11gにおける電極指の本数: 各65本
メタライゼーションレシオ: 0.68

電極膜厚: 0.091λ

[0147] 第2, 第4のIDT電極11b, 11dの狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期は、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも $0.177\mu\text{m}$ 小さい。

第1, 第5のIDT電極11a, 11eの狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期は、第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期よりも $0.076\mu\text{m}$ 小さい。

[0148] 第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部D以外の部分における電極指の周期は、第1, 第5のIDT電極11a, 11eの狭ピッチ電極指部A以外の部分における電極指の周期よりも $0.01\mu\text{m}$ 小さくされている。

[0149] 第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部12は、前述したように、一部のIDT電極の位相が反転されていることを除いては、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11と同様に構成されている。

なお、比較例として、狭ピッチ電極指部A～Dにおける電極指の本数がいずれも4本とされており、狭ピッチ電極指部A～Dにおける電極指の周期がことを除いては、上記実施形態と同様にして構成された弾性波フィルタ装置を用意した。

[0150] 図28から明らかなように、本実施形態によれば、比較例に対し、通過帯域である $1.930\sim 1.990\text{GHz}$ の低域側端部近傍における急峻性が高められていることがわかる。すなわち、 1.930GHz 近傍の阻止域、より具体的には、 $1.900\sim 1.930\text{GHz}$ の周波数帯域において、急峻性が高められ、フィルタ特性のスルーレベルに対し、損失が 3.5dB か

ら 47. 0 dB に至る周波数間隔が、実施形態によれば、比較例に比べて 3. 8 MHz 狭くなっている。この周波数間隔が狭くなると、製造ばらつきによる周波数ばらつきに対する交差が大きくなる。さらに、周囲温度がばらついても、挿入損失や減衰量の劣化が小さい弾性波フィルタ装置 1 を提供することができる。

[0151] 第 3 の実施形態においても、第 1、第 2 の実施形態と同様に、電極指の本数と周期の大小関係を逆にすることにより、同様の効果を奏する変形例を得ることができる。すなわち、第 3 の実施形態の変形例では、図 29 に示すように、狭ピッチ電極指部 B における電極指の本数が狭ピッチ電極指部 C における電極指の本数よりも多くされており、狭ピッチ電極指部 B における電極指の周期は、狭ピッチ電極指部 C における電極指の周期よりも大きくされている。そして、狭ピッチ電極指部 A における電極指の本数が狭ピッチ電極指部 D における電極指の本数よりも多くされており、狭ピッチ電極指部 A における電極指の周期は、狭ピッチ電極指部 D における電極指の周期よりも大きくされている。さらに、第 1、第 5 の IDT 電極 11a, 11e の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、第 3 の IDT 電極 11c の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも小さくされている。それによって、第 3 の実施形態と同様にリップル Y を大きくしてフィルタ特性の低域側における急峻性を高めることができ、しかも、リップル Z を低減することができる。

[0152] 具体的には、以下のように、第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部 11 の仕様の一部を変更すればよい。

第 1、第 5 の IDT 電極 11a, 11e : 電極指の本数各 42 本、但し、42 本の内 5 本が狭ピッチ電極指部 A の電極指である。

第 3 の IDT 電極 11c : 電極指の本数 55 本、但し、両端にそれぞれ 3 本の電極指を有する狭ピッチ電極指部 D が設けられている。

第 2、第 4 の IDT 電極 11b, 11d : 電極指の本数 43 本、但し、狭ピッチ電極指部 B における電極指の本数が 7 本であり、狭ピッチ電極指部

Cにおける電極指の本数が3本であり、残りの部分における電極指の本数が33本とされている。

[0153] 第2, 第4のIDT電極11b, 11dの狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期は、狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期よりも0.177 μm 大きい。

第1, 第5のIDT電極11a, 11eの狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期は、第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期よりも0.076 μm 大きい。

[0154] 第3のIDT電極11cの狭ピッチ電極指部D以外の部分における電極指の周期は、第1, 第5のIDT電極11a, 11eの狭ピッチ電極指部A以外の部分における電極指の周期よりも0.01 μm 大きくされている。

第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ部12も、一部のIDT電極の位相が反転されていることを除いては、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ部11と同様に構成すればよい。

[0155] 従って、上記第1～3の実施形態及び変形例の結果をまとめると、以下の条件を満たすように、狭ピッチ電極指部A～Dにおける電極指の本数、周期並びに第3のIDT電極11cと第1, 第5のIDT電極11a, 11eにおける狭ピッチ電極指部以外のメインの電極指部における電極指の周期を設計すればよいことがわかる。

[0156] 構成1（第1の特定の局面における上記第1の実施形態に相当）

1) 狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数<狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数

2) 狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期<狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期、または

狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期<狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期

3) 第1, 第5のIDT電極11a, 11eのメインの電極指部における電極指の周期>第3のIDT電極11cのメインの電極指部における電極指

の周期

[0157] 構成 2 (第 1 の特定の局面における上記第 2 の実施形態に相当)

1) 狭ピッチ電極指部 A における電極指の本数 < 狭ピッチ電極指部 D における電極指の本数

2) 狭ピッチ電極指部 B における電極指の周期 < 狭ピッチ電極指部 C における電極指の周期、または

狭ピッチ電極指部 A における電極指の周期 < 狭ピッチ電極指部 D における電極指の周期

3) 第 1, 第 5 の I D T 電極 1 1 a, 1 1 e のメインの電極指部における電極指の周期 > 第 3 の I D T 電極 1 1 c のメインの電極指部における電極指の周期

[0158] 構成 3 (第 1 の特定の局面における上記第 3 の実施形態に相当)

1) 狭ピッチ電極指部 B における電極指の本数 < 狭ピッチ電極指部 C における電極指の本数

2) 狭ピッチ電極指部 A における電極指の本数 < 狭ピッチ電極指部 D における電極指の本数

3) 狭ピッチ電極指部 B における電極指の周期 < 狭ピッチ電極指部 C における電極指の周期

4) 狭ピッチ電極指部 A における電極指の周期 < 狭ピッチ電極指部 D における電極指の周期

5) 第 1, 第 5 の I D T 電極 1 1 a, 1 1 e のメインの電極指部における電極指の周期 > 第 3 の I D T 電極 1 1 c のメインの電極指部における電極指の周期

[0159] 構成 4 (第 2 の特定の局面における上記第 1 の実施形態の変形例に相当)

1) 狭ピッチ電極指部 B における電極指の本数 > 狭ピッチ電極指部 C における電極指の本数

2) 狭ピッチ電極指部 B における電極指の周期 > 狭ピッチ電極指部 C における電極指の周期、または

狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期>狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期

3) 第1, 第5のIDT電極11a, 11eのメインの電極指部における電極指の周期<第3のIDT電極11cのメインの電極指部における電極指の周期

[0160] 構成5 (第2の特定の局面における上記第2の実施形態の変形例に相当)

1) 狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数>狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数

2) 狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期>狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期、または

狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期>狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期

3) 第1, 第5のIDT電極11a, 11eのメインの電極指部における電極指の周期<第3のIDT電極11cのメインの電極指部における電極指の周期

[0161] 構成6 (第2の特定の局面における上記第3の実施形態の変形例に相当)

1) 狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の本数>狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の本数

2) 狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の本数>狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の本数

3) 狭ピッチ電極指部Bにおける電極指の周期>狭ピッチ電極指部Cにおける電極指の周期

4) 狭ピッチ電極指部Aにおける電極指の周期>狭ピッチ電極指部Dにおける電極指の周期

5) 第1, 第5のIDT電極11a, 11eのメインの電極指部における電極指の周期<第3のIDT電極11cのメインの電極指部における電極指の周期

[0162] 本発明に係る弾性波フィルタ装置における電極指の本数および周期の関係

を、図3を参照して要約する。図3に示すように、第1のIDT電極11aと、第2のIDT電極11bにおける弾性波伝搬方向の中央部から第1のIDT電極11a側部分とからなる領域を第1の領域とする。第2のIDT電極11bにおける弾性波伝搬方向の中央部から第3のIDT電極11c側の部分と、第3のIDT電極11cにおける、弾性波伝搬方向中央部から第2のIDT電極11b側の部分とからなる領域を第2の領域とする。第3のIDT電極11cにおける、弾性波伝搬方向中央部から第4のIDT電極11d側の部分と、第4のIDT電極11dにおける、弾性波伝搬方向中央部から第3のIDT電極11c側の部分とからなる領域を第3の領域とする。さらに、第4のIDT電極11dにおける、弾性波伝搬方向中央部から第5のIDT電極11e側の部分と、第5のIDT電極11eとからなる領域を第4の領域とする。

[0163] 上記構成1～3をまとめると、第1の特定の局面で提供される弾性波フィルタ装置は、第1の領域における狭ピッチ電極指部A及びBの電極指の総数が、第2の領域における狭ピッチ電極指部C及びDの電極指の総数よりも少なくされており、第3の領域における狭ピッチ電極指部C及びDの電極指の総数は、第4の領域における狭ピッチ電極指部A及びBの電極指の総数よりも多くされている。ここで、第1の領域における狭ピッチ電極指部の電極指の総数及び第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の総数をそれぞれ N_x 、前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の総数及び第3の領域における狭ピッチ電極指部の電極指の総数をそれぞれ N_y としたときに、電極指の総数 N_x と電極指の総数 N_y とのうち電極指の総数が多い方の領域にある狭ピッチ電極指部は、電極指の総数が少ない方の領域にある狭ピッチ電極指部よりも、電極指の周期の平均値が大きくされており、第1のIDT電極11a、第3のIDT電極11c及び第5のIDT電極11eのうち、電極指の総数が多い方の領域に含まれるIDT電極が、電極指の総数が少ない方の領域に含まれるIDT電極よりも、狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が小さくされていることになる。

[0164] 上記構成4～構成6をまとめると、第2の特定の局面で提供される弾性波フィルタ装置は、第1の領域における狭ピッチ電極指部A及びBの電極指の総数が、第2の領域における狭ピッチ電極指部C及びDの電極指の総数よりも少なくされており、第3の領域における狭ピッチ電極指部C及びDの電極指の総数は、第4の領域における狭ピッチ電極指部A及びBの電極指の総数よりも多くされている。ここで、第1の領域における狭ピッチ電極指部A及びBの電極指の総数及び第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の総数をそれぞれ N_x 、前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の総数及び第3の領域における狭ピッチ電極指部の電極指の総数をそれぞれ N_y としたときに、電極指の総数 N_x と電極指の総数 N_y とのうち電極指の総数が多い方の領域にある狭ピッチ電極指部は、電極指の総数が少ない方の領域にある狭ピッチ電極指部よりも、電極指の周期の平均値が大きくされており、第1のIDT電極11a、第3のIDT電極11c及び第5のIDT電極11eのうち、電極指の総数が多い方の領域に含まれるIDT電極が、電極指の総数が少ない方の領域に含まれるIDT電極よりも、狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が小さくされていることになる。

[0165] さらに、第1の特定の局面及び第2の特定の局面により提供される弾性表面波装置における電極指の本数および周期の関係を総合すると、前記第1の領域における狭ピッチ電極指部の電極指の総数及び前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の総数をそれぞれ N_x 、前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の総数及び前記第3の領域における狭ピッチ電極指部の電極指の総数を N_y としたときに電極指の総数 N_x と電極指の総数 N_y とは異っており、電極指の総数 N_x と電極指の総数 N_y のうち前記電極指の総数が多いほうの領域にある狭ピッチ電極指部は、電極指の総数が少ないほうの領域にある狭ピッチ電極指部より、電極指の周期の平均値が大きくされており、前記第1のIDT電極、前記第3のIDT電極、および前記第5のIDT電極のうち、前記電極指の総数が多いほうの領域に

含まれる I D T 電極が、前記電極指の総数が少ないほうの領域に含まれる I D T 電極よりも、狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が小さくされている構成であればよいことがわかる。

符号の説明

- [0166]
- 1 … 弾性波フィルタ装置
 - 2 … 圧電基板
 - 3 … 不平衡端子
 - 4 … 第 1 の平衡端子
 - 5 … 第 2 の平衡端子
 - 1 0 … 縦結合共振子型弾性波フィルタ部
 - 1 0 a … 第 1 の I D T 電極
 - 1 0 b … 第 2 の I D T 電極
 - 1 0 c … 第 3 の I D T 電極
 - 1 0 d … 第 4 の I D T 電極
 - 1 0 e … 第 5 の I D T 電極
 - 1 1 … 第 1 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部
 - 1 1 a … 第 1 の I D T 電極
 - 1 1 b … 第 2 の I D T 電極
 - 1 1 c … 第 3 の I D T 電極
 - 1 1 d … 第 4 の I D T 電極
 - 1 1 e … 第 5 の I D T 電極
 - 1 1 f … 第 1 の反射器
 - 1 1 g … 第 2 の反射器
 - 1 2 … 第 2 の縦結合共振子型弾性波フィルタ部
 - 1 2 a … 第 1 の I D T 電極
 - 1 2 b … 第 2 の I D T 電極
 - 1 2 c … 第 3 の I D T 電極
 - 1 2 d … 第 4 の I D T 電極

1 2 e ... 第5のIDT電極

1 2 f ... 第1の反射器

1 2 g ... 第2の反射器

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順に配置された第1～第5のIDT電極と、

前記第1～第5のIDT電極が設けられている領域の弾性波伝搬方向両側に配置された第1、第2の反射器とを備え、

前記第1～第5のIDT電極と前記第1、第2の反射器とにより縦結合共振子型弾性波フィルタ部が構成されており、

前記第1～第5のIDT電極は、他のIDT電極に隣接している端部に、電極指の周期が残りの部分における電極指の周期よりも小さくされている狭ピッチ電極指部とを有し、

前記第1のIDT電極と、前記第2のIDT電極における弾性波伝搬方向の中央部から前記第1のIDT電極側部分とからなる領域を第1の領域、

前記第2のIDT電極における弾性波伝搬方向の中央部から前記第3のIDT電極側の部分と、前記第3のIDT電極における弾性波伝搬方向の中央部から前記第2のIDT電極側の部分とからなる領域を第2の領域、

前記第3のIDT電極における弾性波伝搬方向の中央部から前記第4のIDT電極側の部分と、前記第4のIDT電極における弾性波伝搬方向の中央部から前記第3のIDT電極側の部分とからなる領域を第3の領域、

前記第4のIDT電極における弾性波伝搬方向の中央部から前記第5のIDT電極側の部分と、前記第5のIDT電極とからなる領域を第4の領域とすると、

前記第1の領域における狭ピッチ電極指部の電極指の総数及び前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の総数をそれぞれ $N \times$ 、前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の

総数及び前記第 3 の領域における狭ピッチ電極指部の電極指の総数を N_y としたときに、電極指の総数 N_x と電極指の総数 N_y とは異なっており、

電極指の総数 N_x と電極指の総数 N_y のうち前記電極指の総数が多いほうの領域にある狭ピッチ電極指部は、電極指の総数が少ないほうの領域にある狭ピッチ電極指部より、電極指の周期の平均値が大きくされており、

前記第 1 の I D T 電極、前記第 3 の I D T 電極、および前記第 5 の I D T 電極のうち、前記電極指の総数が多いほうの領域に含まれる I D T 電極が、前記電極指の総数が少ないほうの領域に含まれる I D T 電極よりも、狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が小さくされている、弾性波フィルタ装置。

[請求項2]

前記第 1 の領域における狭ピッチ電極指部は、前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部より電極指の総数が少なくされており、

前記第 3 の領域における狭ピッチ電極指部は、前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部より電極指の総数が多くされている、請求項 1 に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項3]

前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、

前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、

前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、

前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域におけ

る狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、

前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第 1 及び第 5 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも小さくされている、請求項 2 に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項 4]

前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、

前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、

前記第 1 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 3 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、

前記第 3 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 5 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、

前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第 1 及び第 5 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも小さくされている、請求項 2 に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項 5]

前記第 1 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 3 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、

前記第 3 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 5 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、

前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部にお

ける電極指の周期は、前記第2のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、

前記第4のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第4のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、

前記第3のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第1及び第5のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも小さくされている、請求項2に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項6]

前記第1のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第3のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、

前記第3のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第5のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、

前記第1のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第3のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、

前記第3のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第5のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、

前記第3のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第1及び第5のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも小さくされている、請求項2に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項7]

前記第1のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第3のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、

前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、

前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、

前記第 3 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 5 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、

前記第 1 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 3 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、

前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、

前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、

前記第 3 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 5 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、

前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第 1 及び第 5 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも小さくされている、請求項 2 に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項 8]

前記第 1 の領域における狭ピッチ電極指部は、前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部より電極指の総数が多くされており、

前記第 3 の領域における狭ピッチ電極指部は、前記第 4 の領域にお

ける狭ピッチ電極指部より電極指の総数が少なくされている、請求項 1 に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項9]

前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、

前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、

前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、

前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、

前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第 1 及び第 5 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも大きくされている、請求項 8 に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項10]

前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、

前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、

前記第 1 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 3 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、

前記第 3 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部にお

ける電極指の周期は、前記第5のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、

前記第3のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第1及び第5のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも大きくされている、請求項8に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項11]

前記第1のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第3のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、

前記第3のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第5のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、

前記第2のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第2のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、

前記第4のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第4のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、

前記第3のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第1及び第5のIDT電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも大きくされている、請求項8に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項12]

前記第1のIDT電極の前記第1の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第3のIDT電極の前記第2の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、

前記第3のIDT電極の前記第3の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第5のIDT電極の前記第4の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、

前記第 1 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 3 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、

前記第 3 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 5 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、

前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第 1 及び第 5 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも大きくされている、請求項 8 に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項 13]

前記第 1 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 3 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、

前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より多くされており、

前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、

前記第 3 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の本数は、前記第 5 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の本数より少なくされており、

前記第 1 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 3 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、

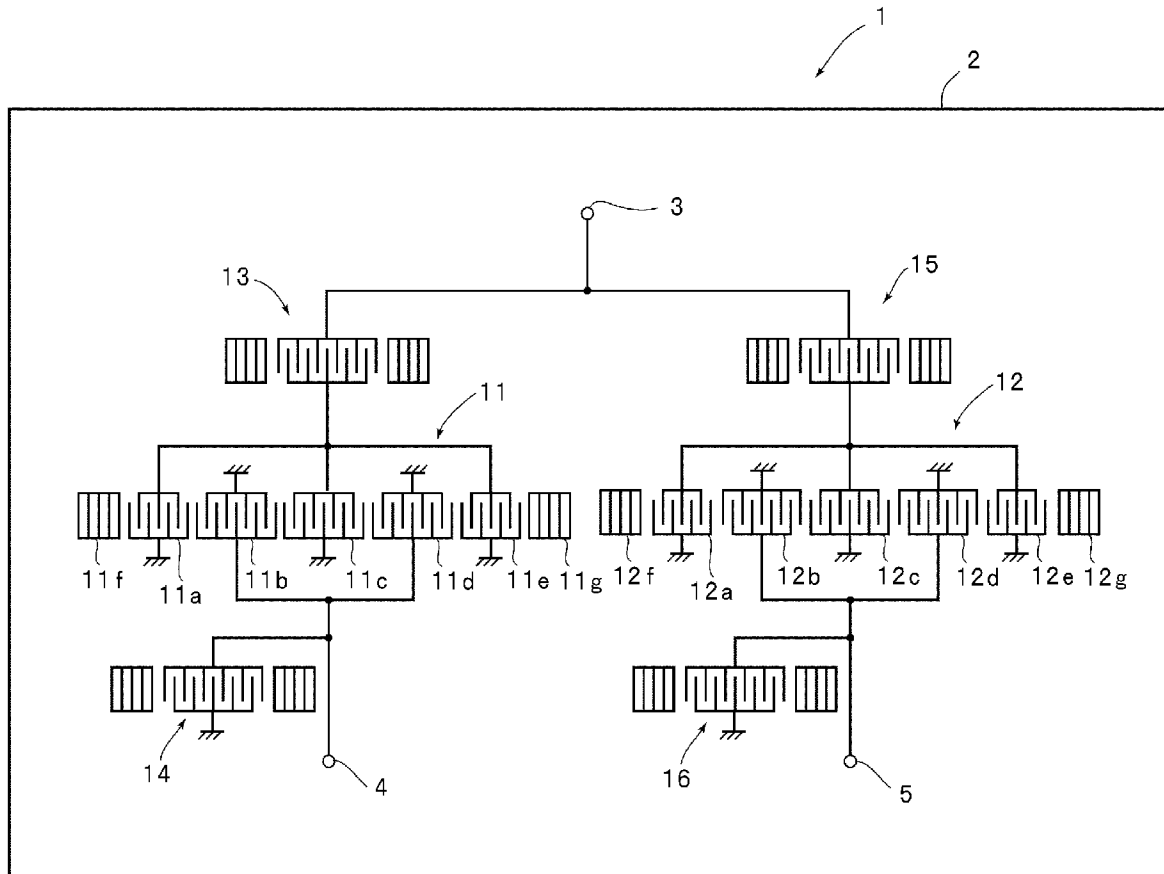
前記第 2 の I D T 電極の前記第 1 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 2 の I D T 電極の前記第 2 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より大きくされており、

前記第 4 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 4 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、

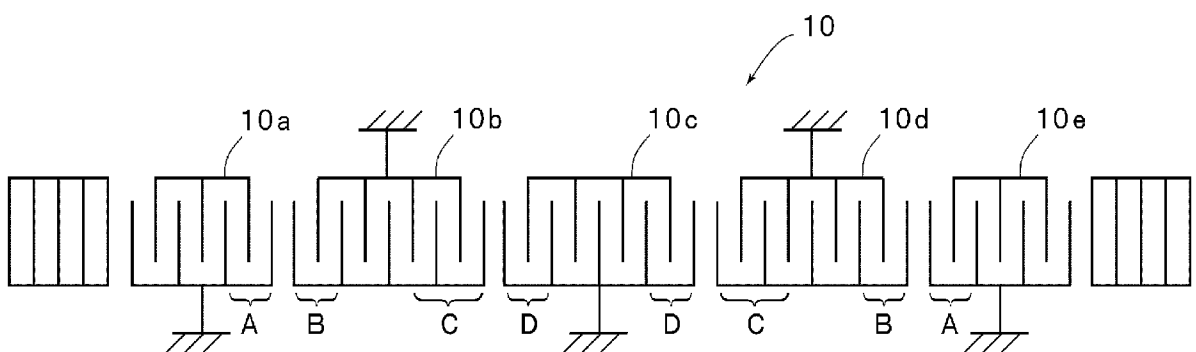
前記第 3 の I D T 電極の前記第 3 の領域側の狭ピッチ電極指部における電極指の周期は、前記第 5 の I D T 電極の前記第 4 の領域における狭ピッチ電極指部における電極指の周期より小さくされており、

前記第 3 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期が、前記第 1 及び第 5 の I D T 電極の狭ピッチ電極指部以外の部分における電極指の周期よりも大きくされている、請求項 8 に記載の弾性波フィルタ装置。

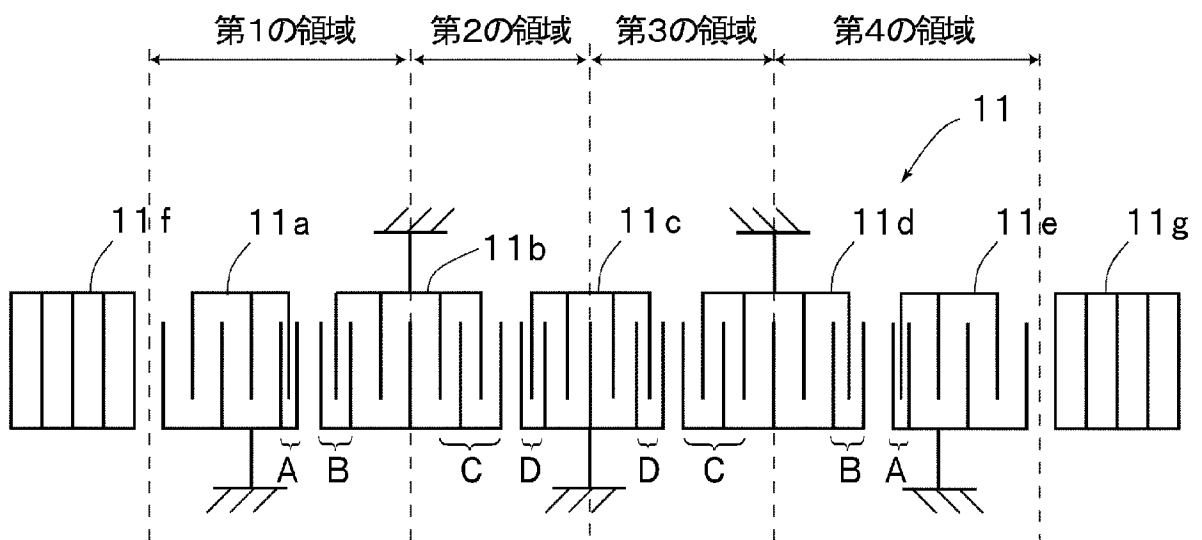
[図1]



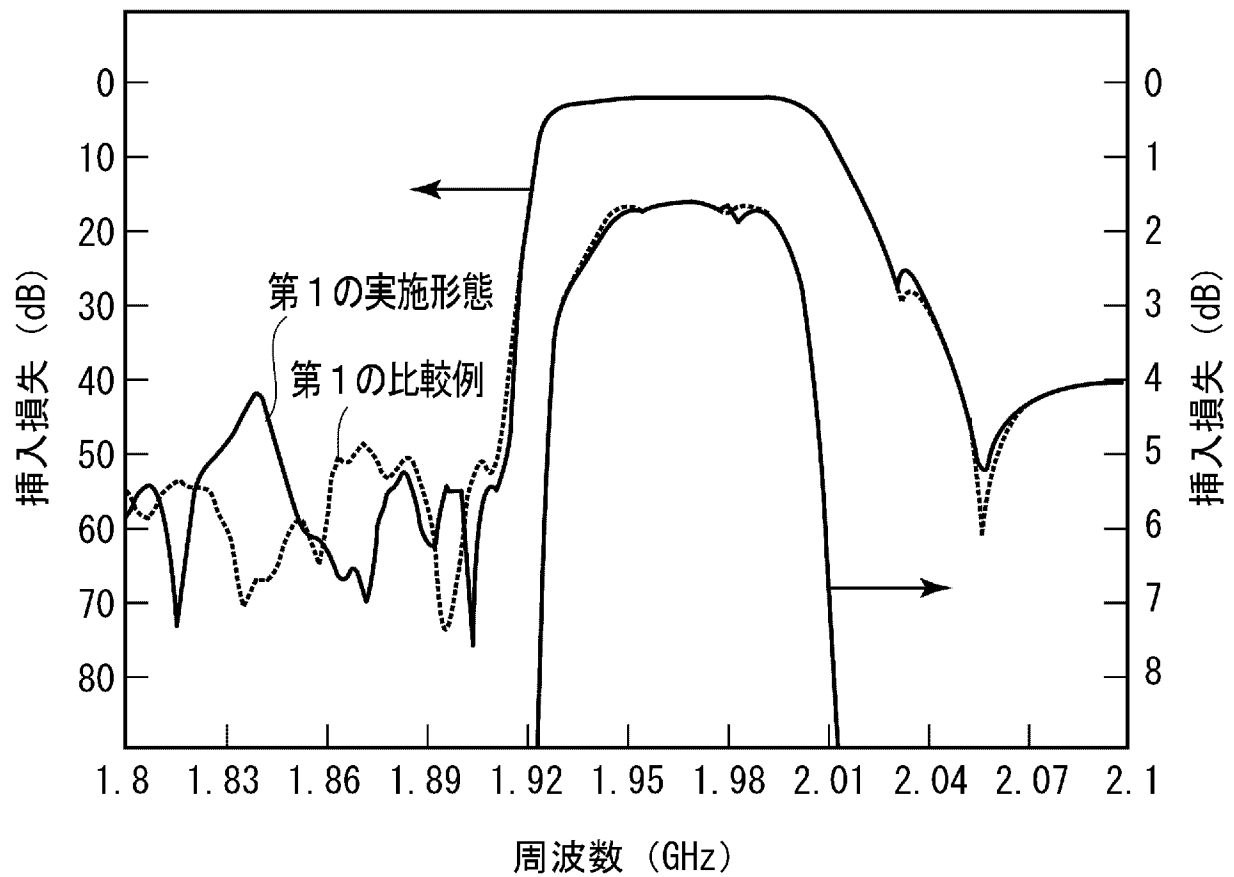
[図2]



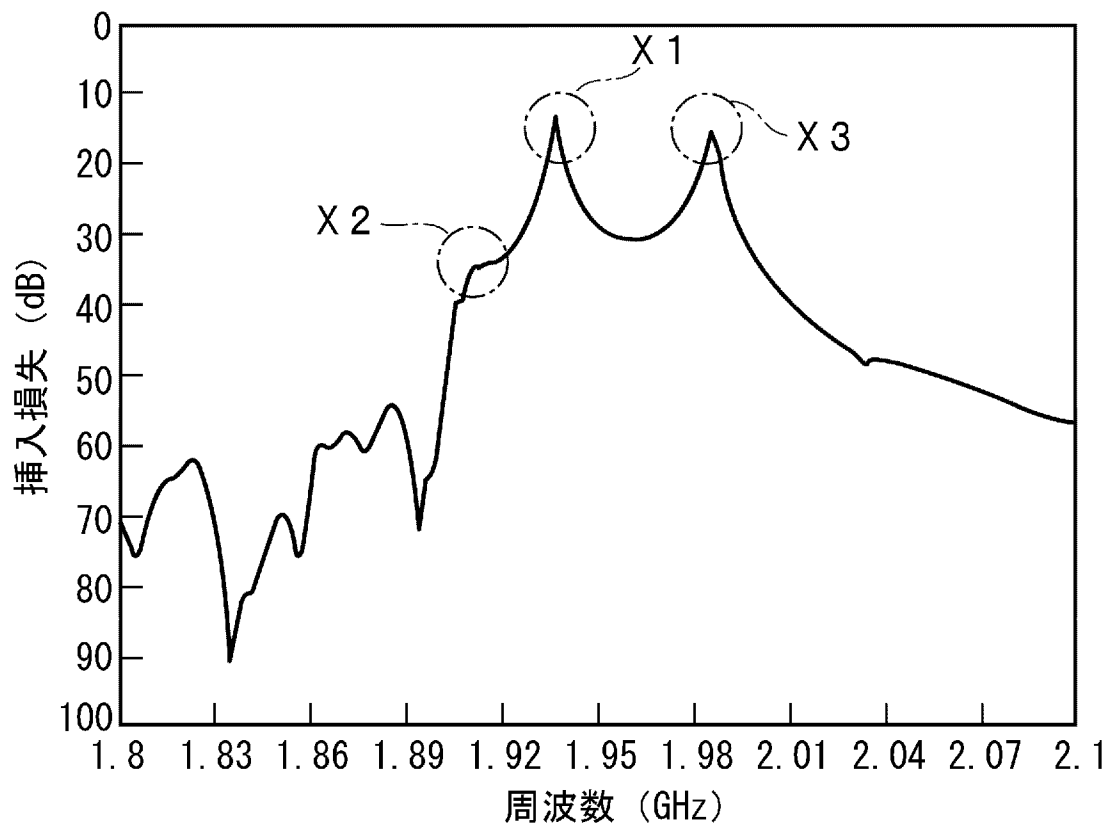
[図3]



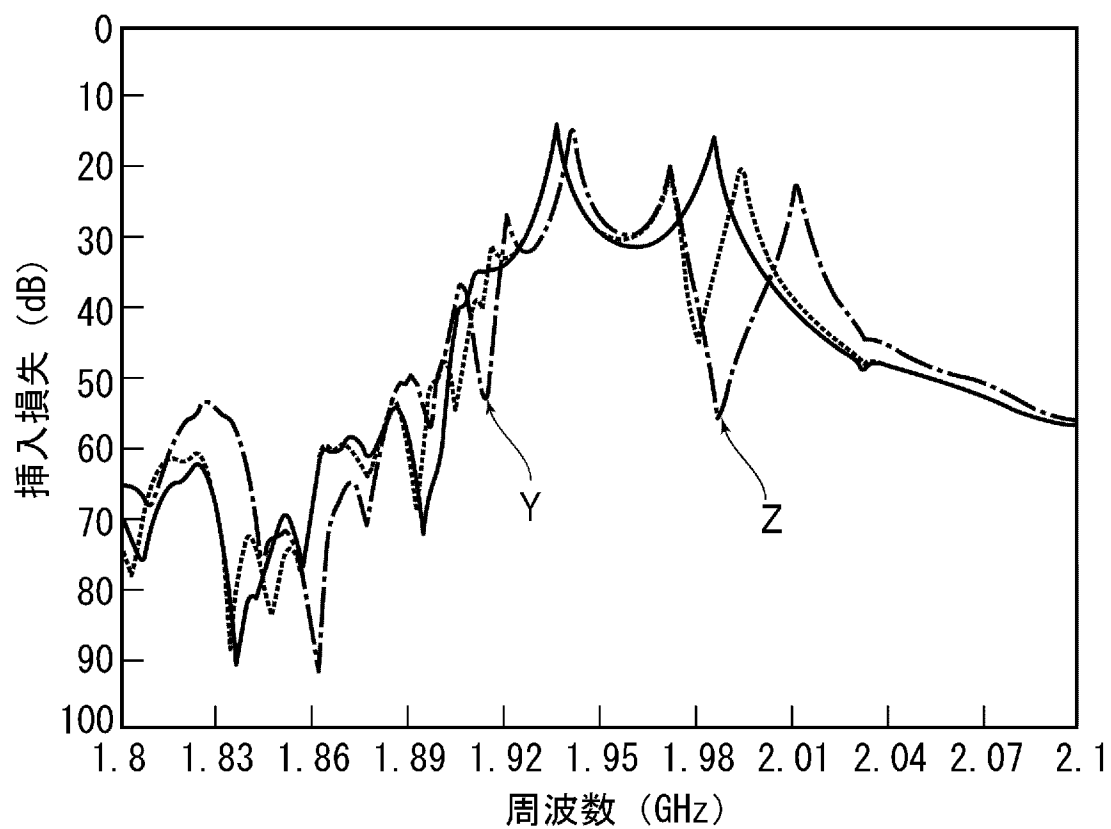
[図4]



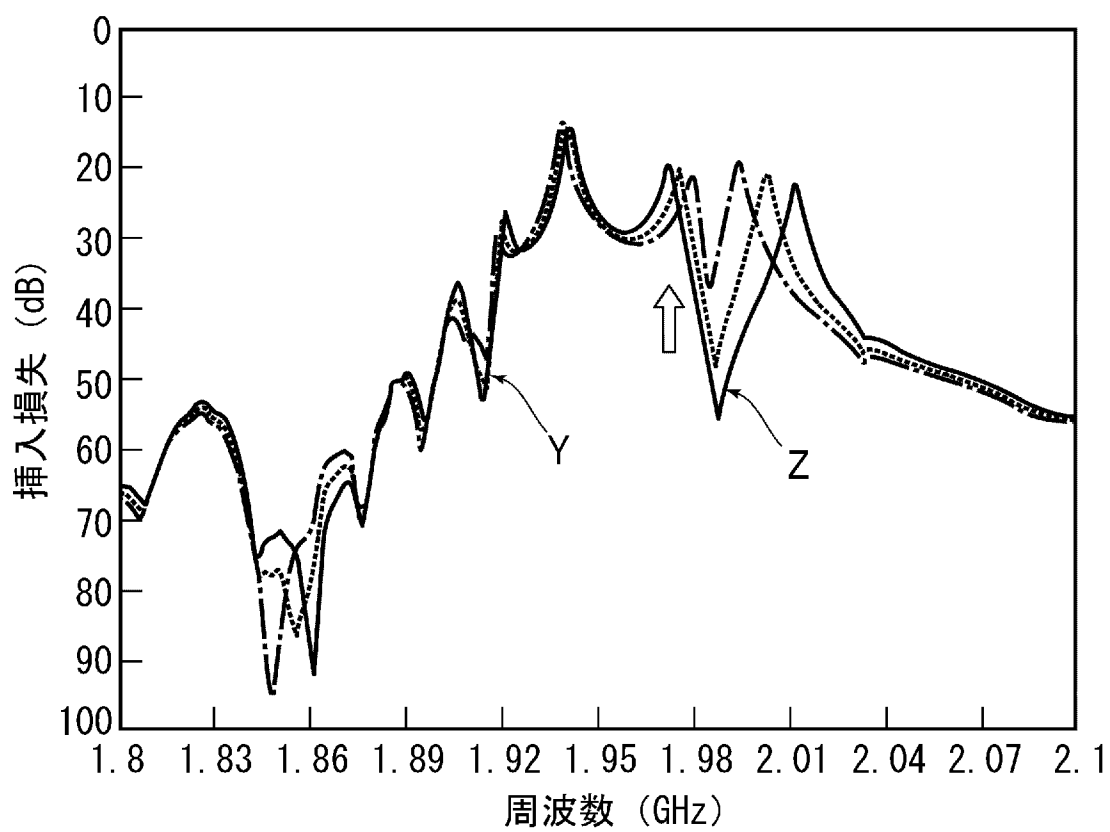
[図5]



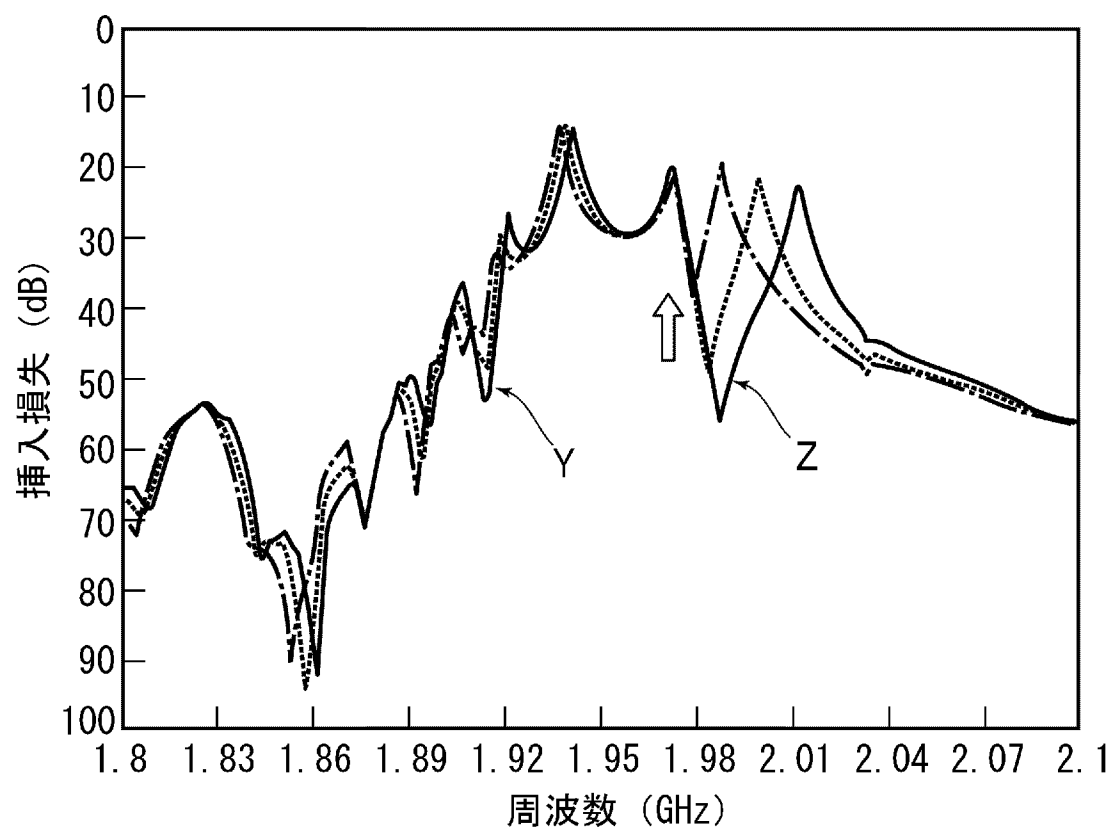
[図6]



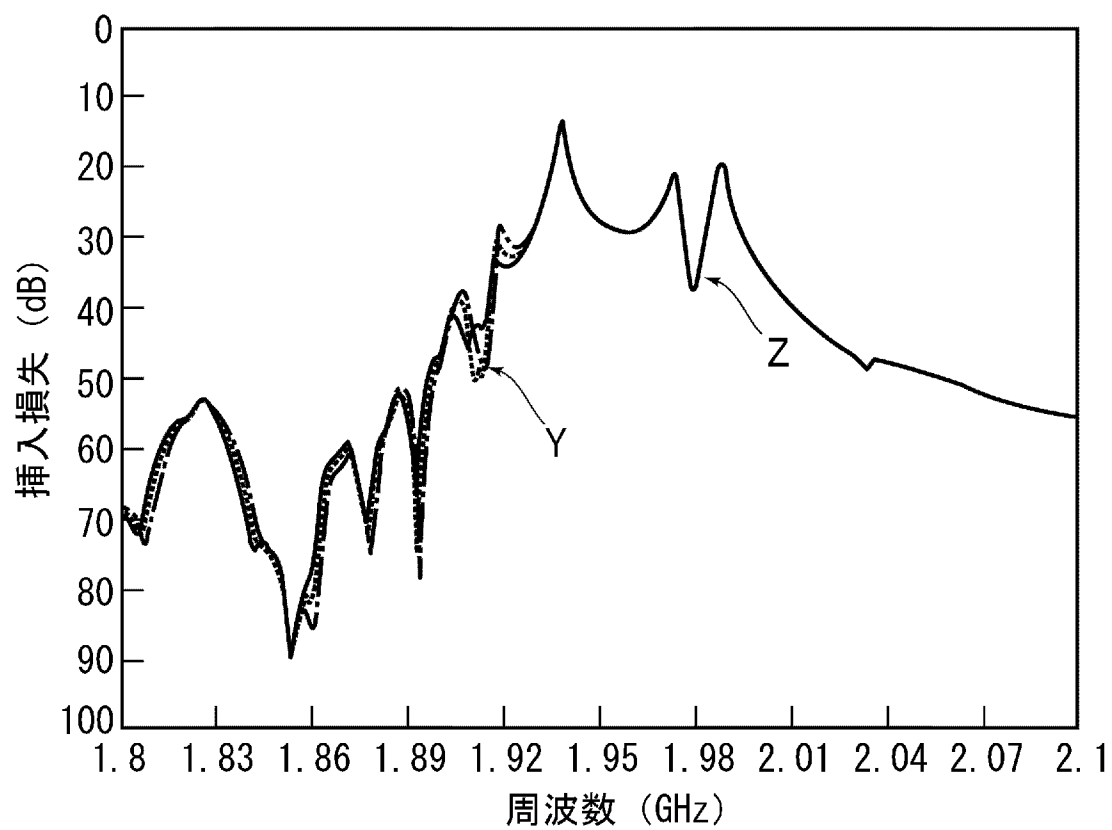
[図7]



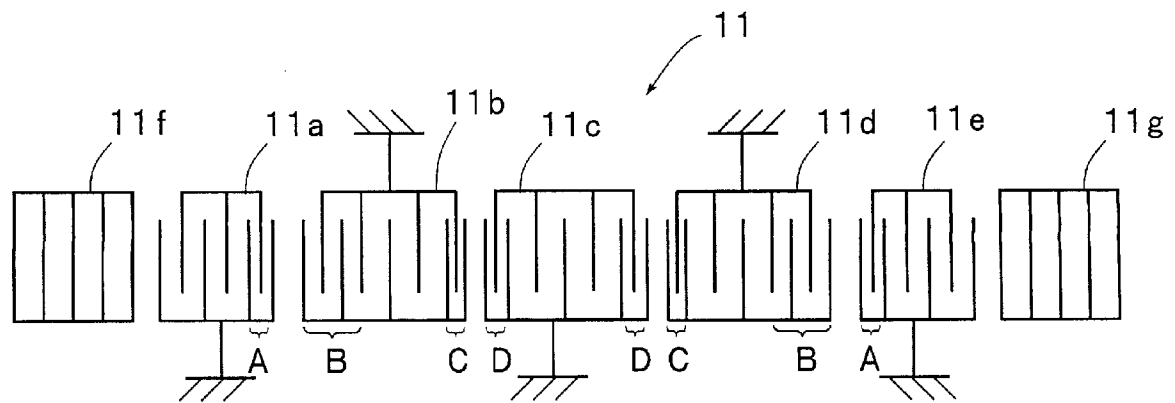
[図8]



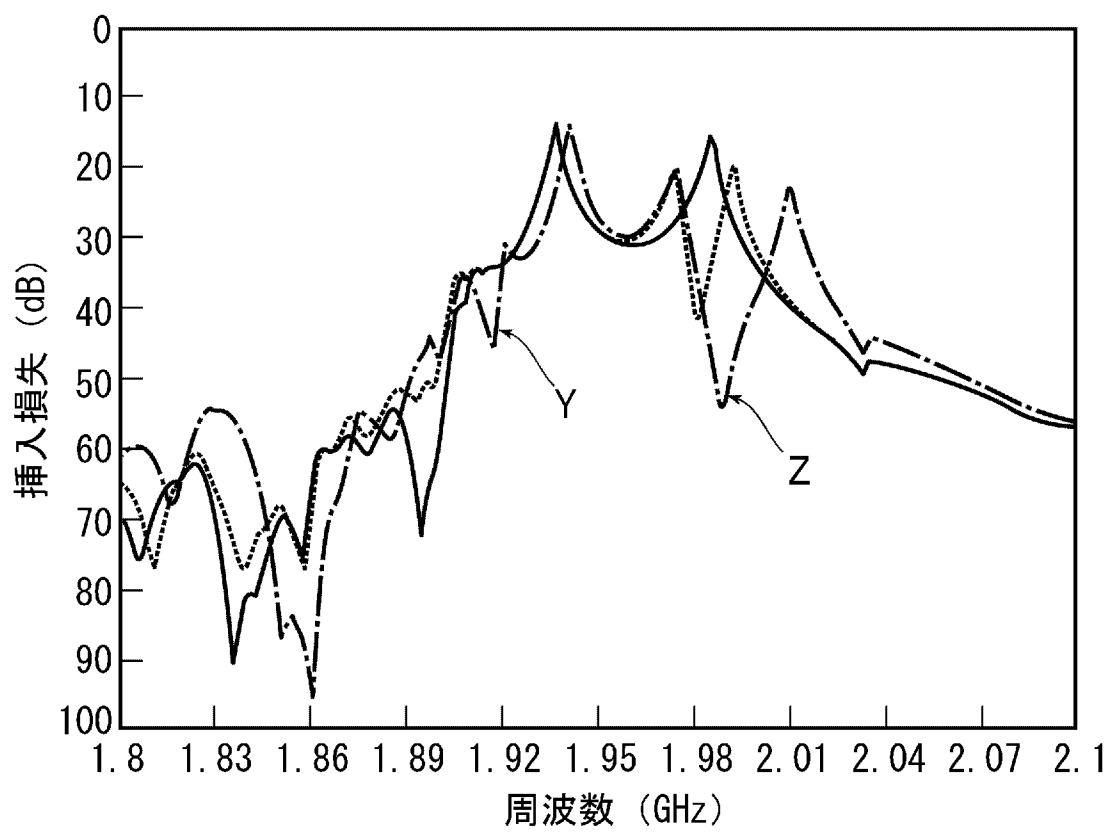
[図9]



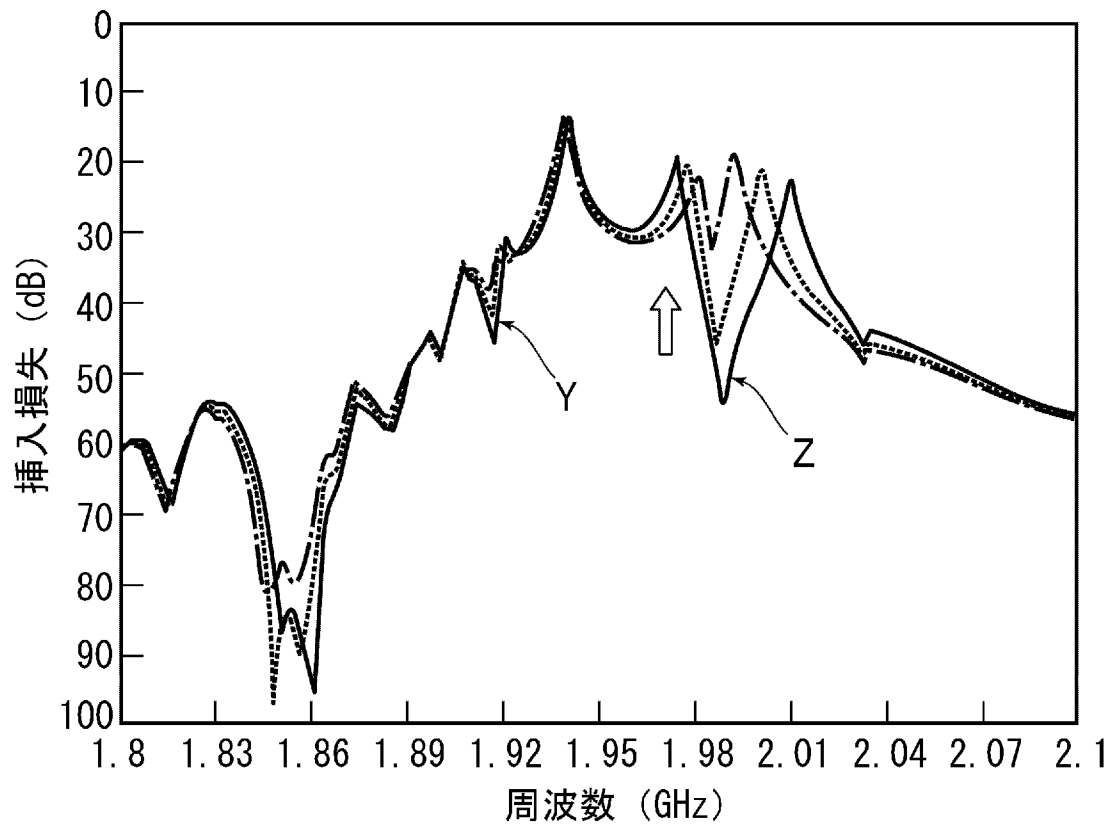
[図10]



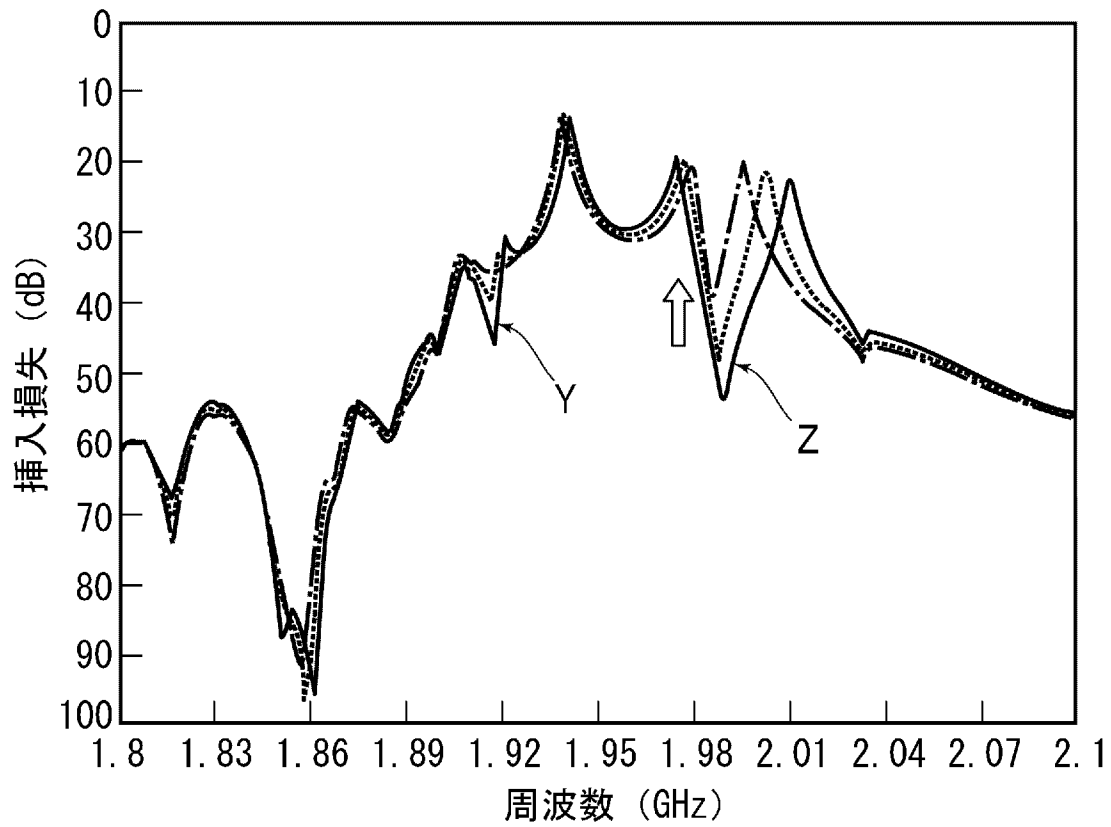
[図11]



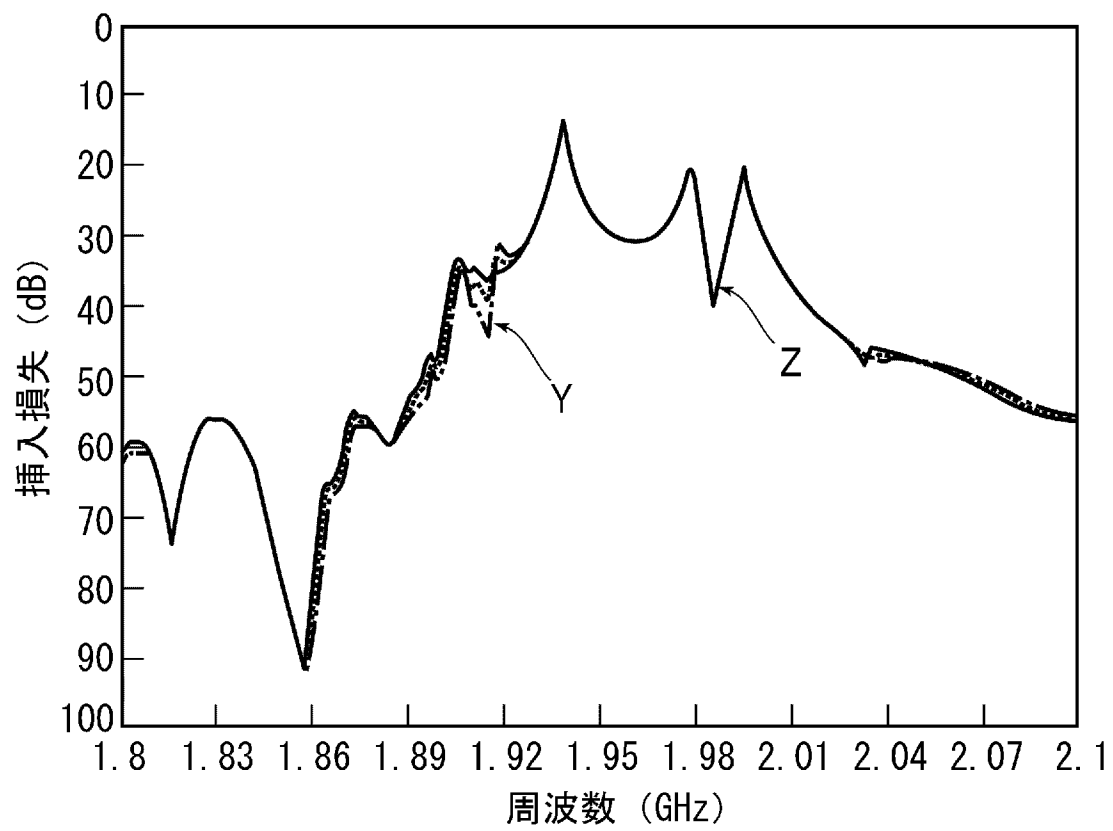
[図12]



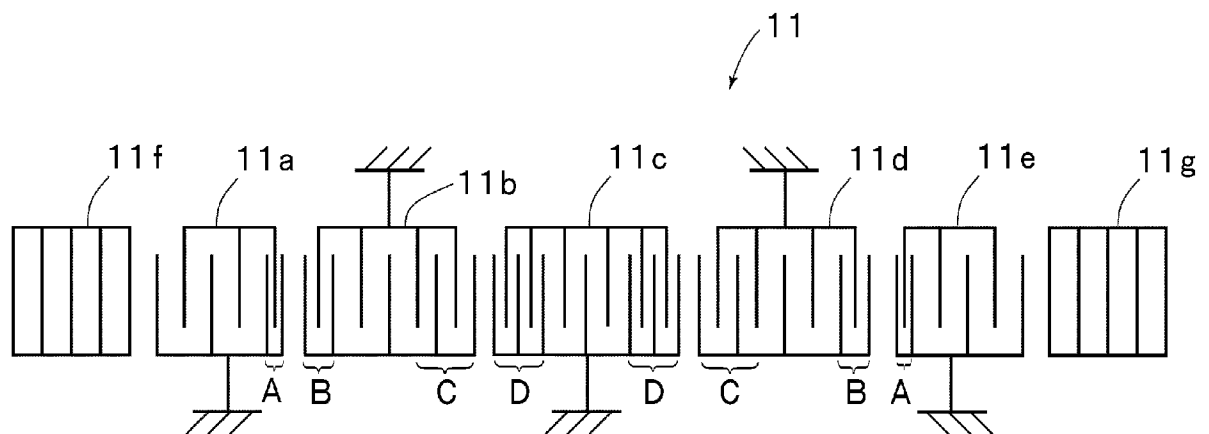
[図13]



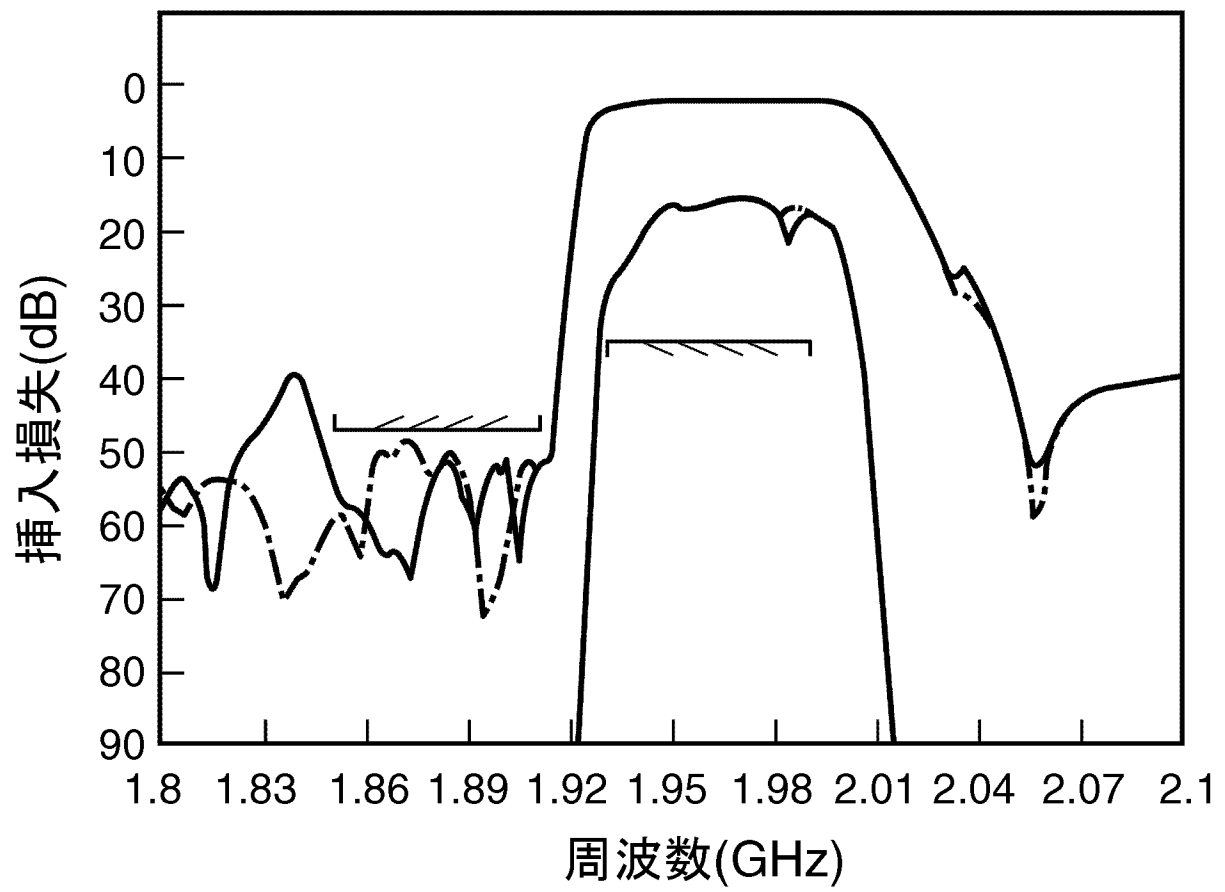
[図14]



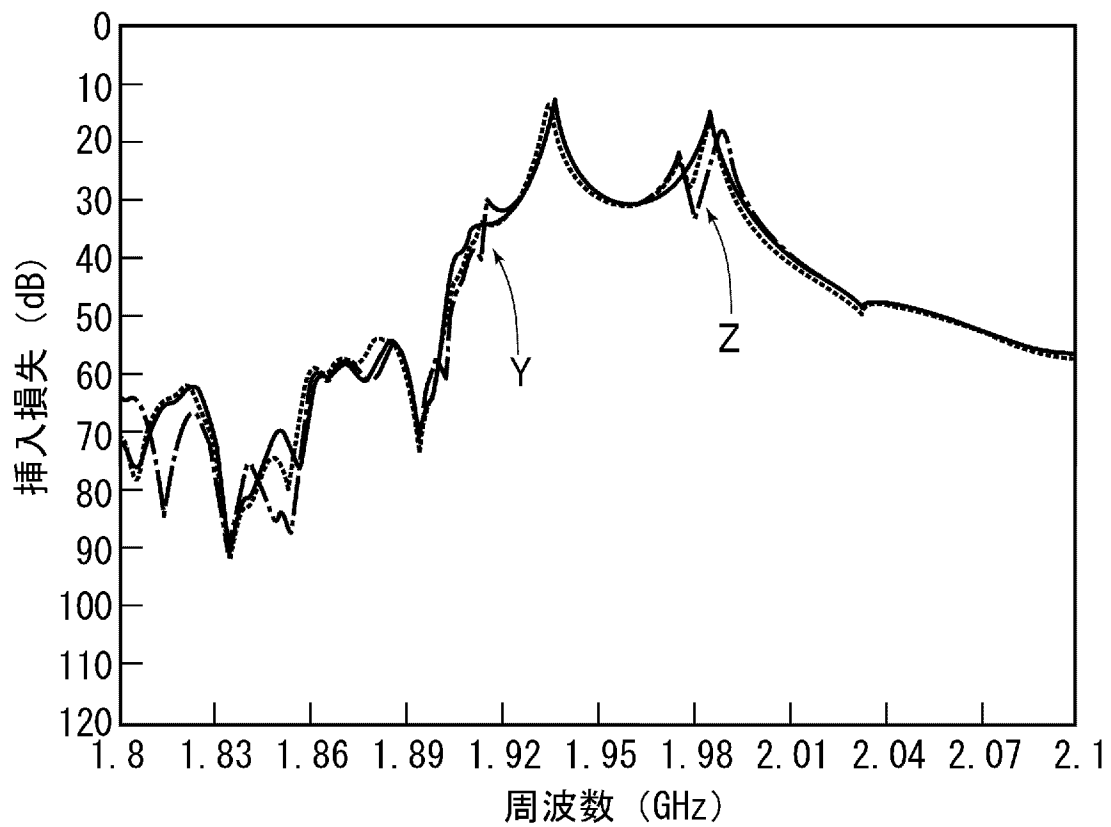
[図15]



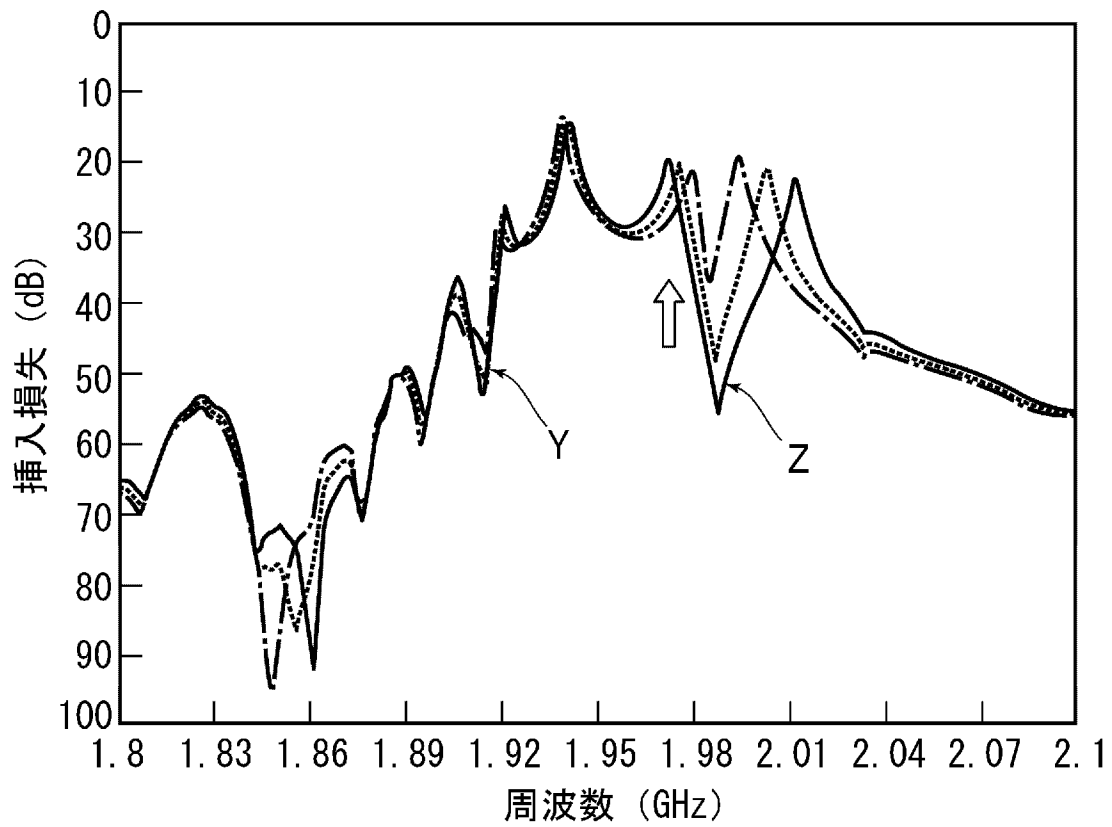
[図16]



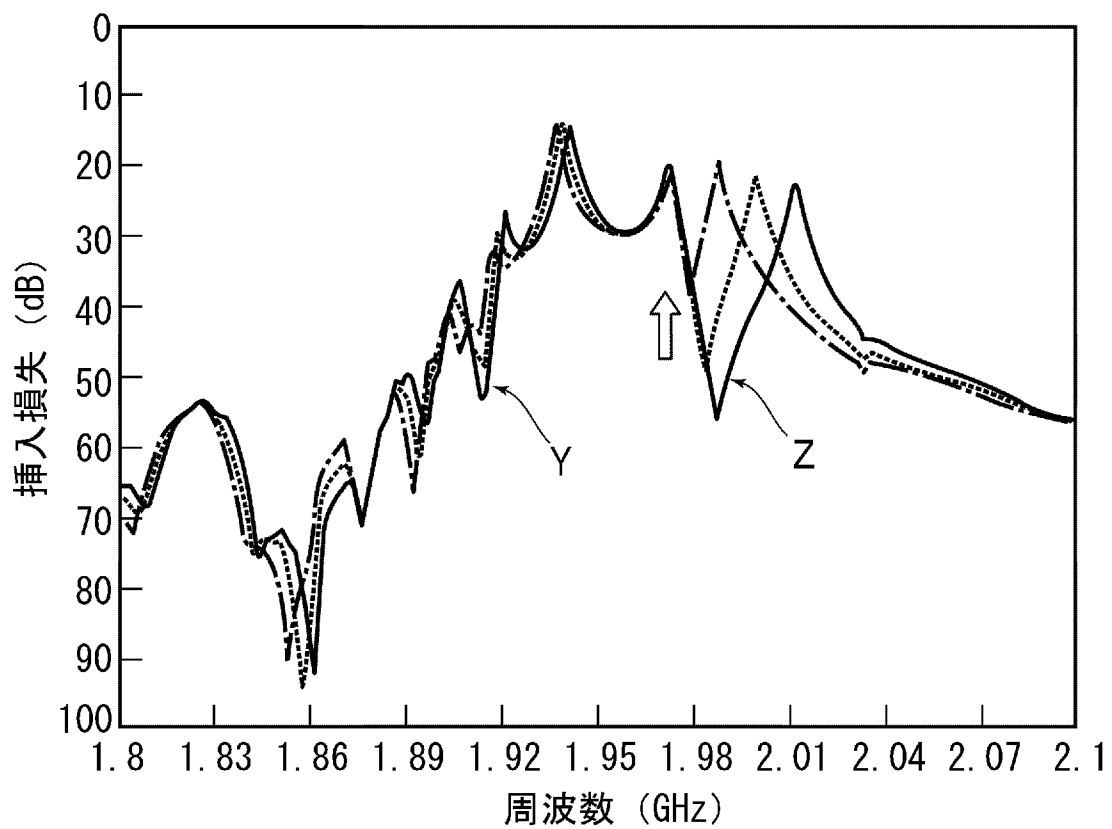
[図17]



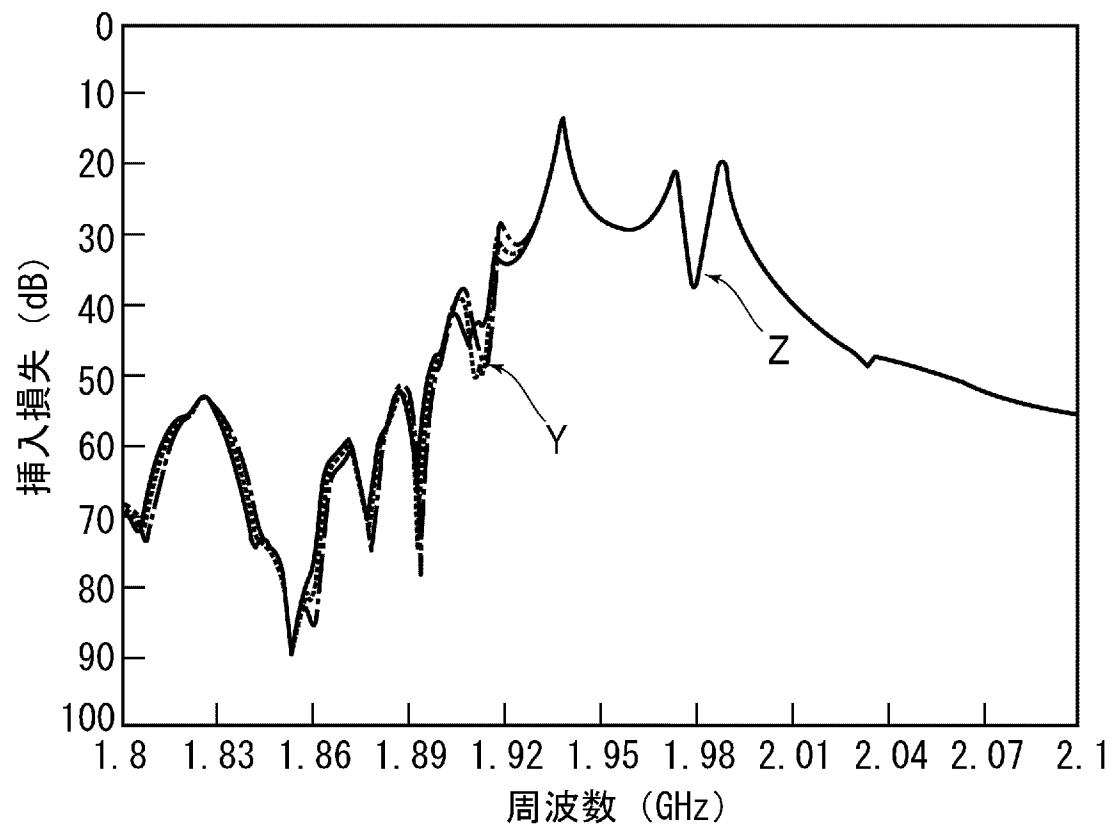
[図18]



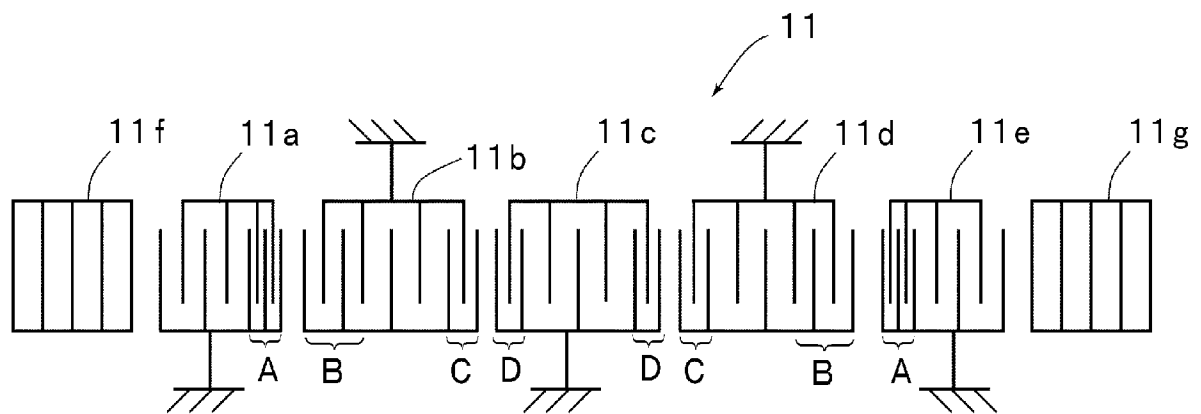
[図19]



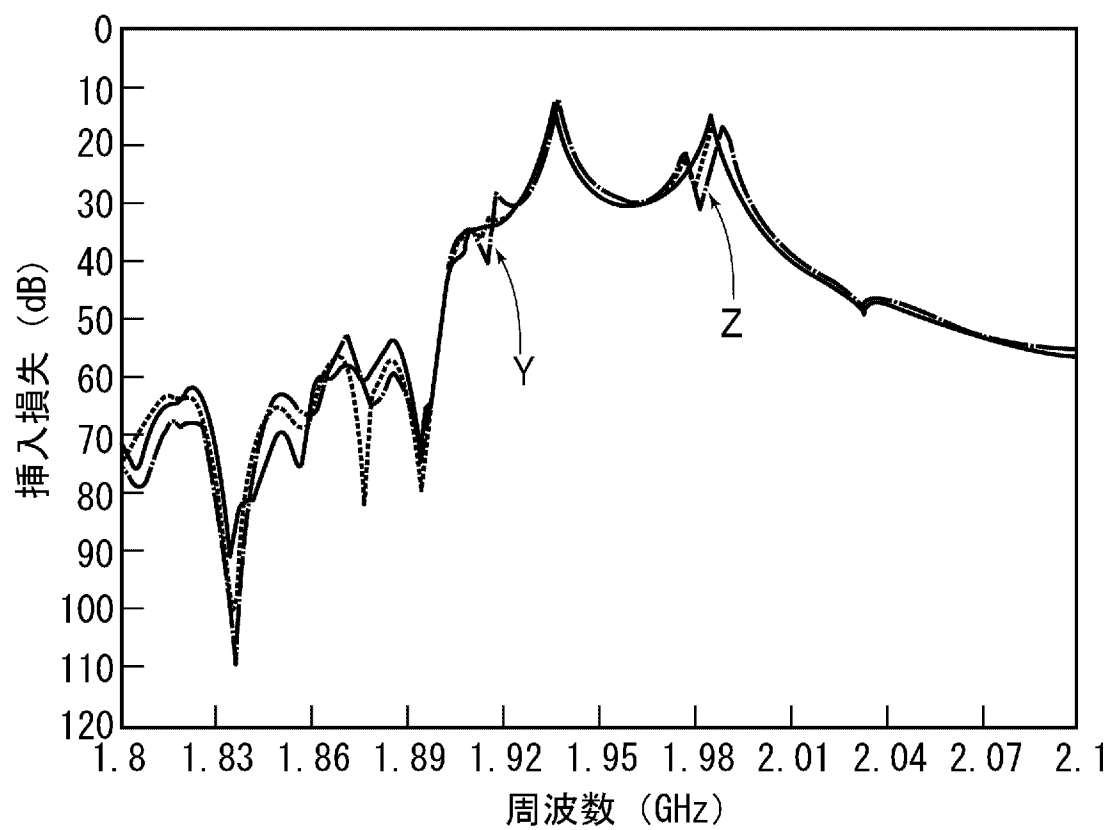
[図20]



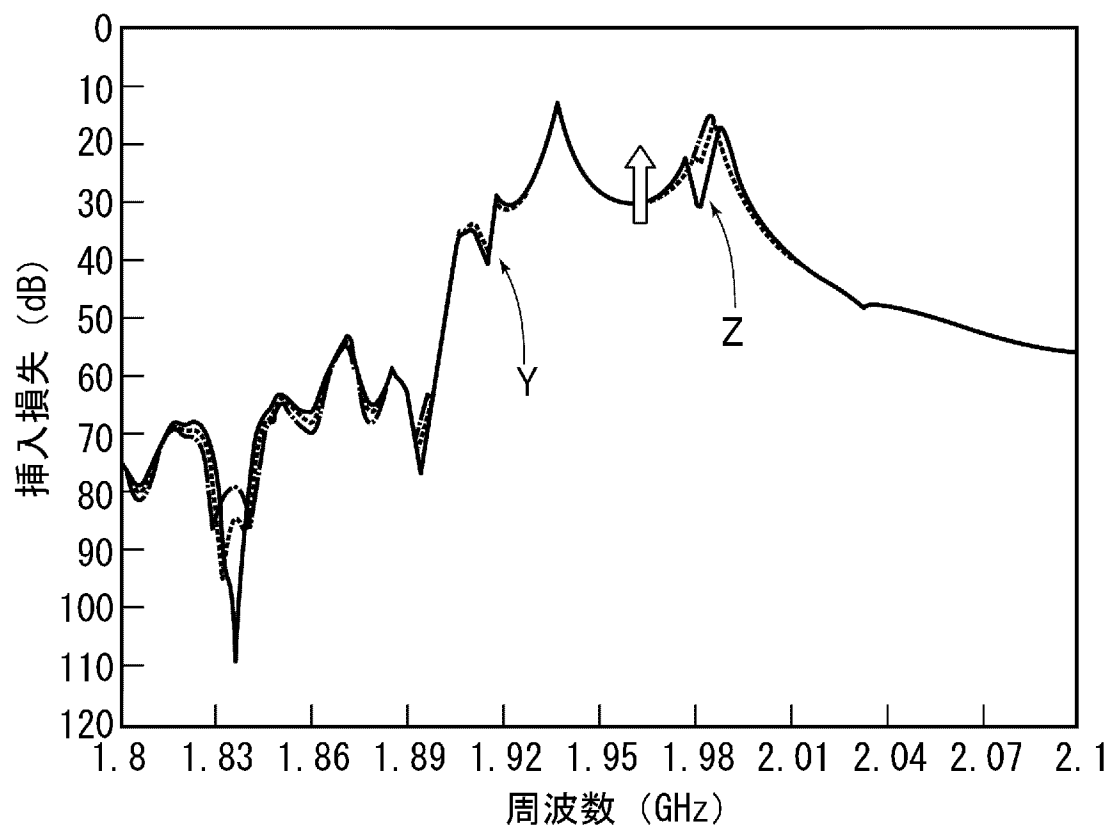
[図21]



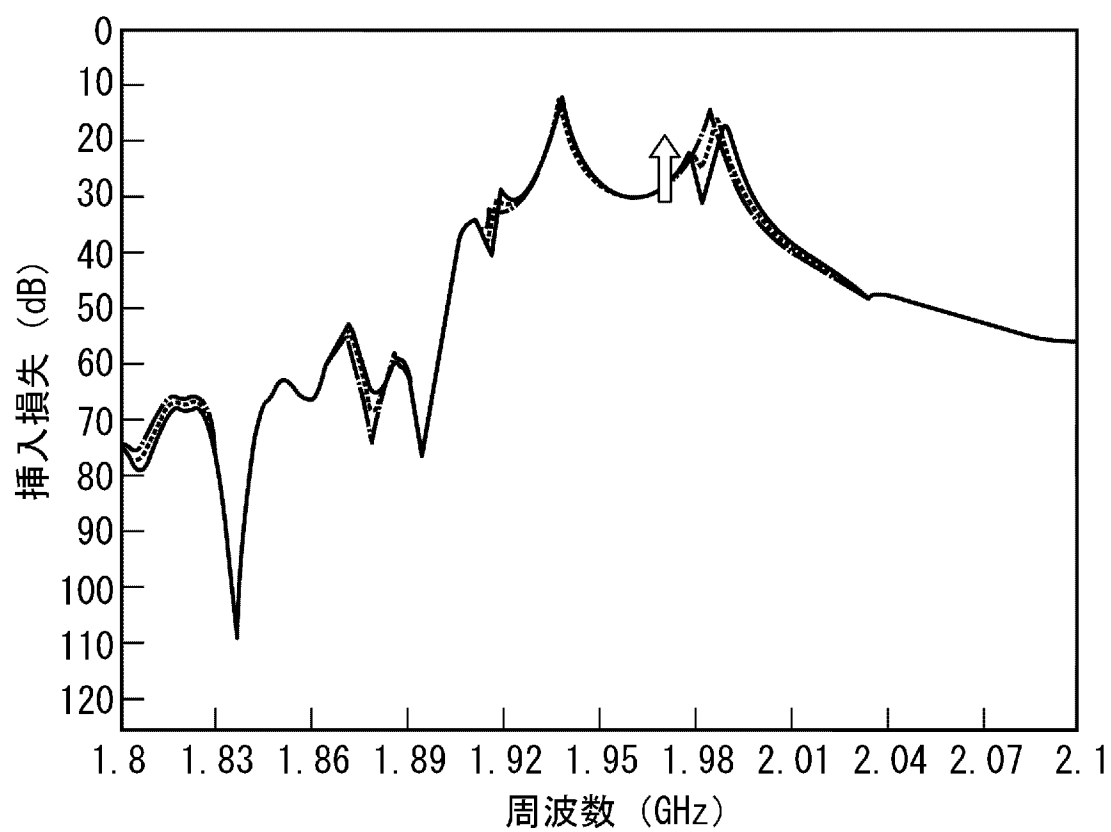
[図22]



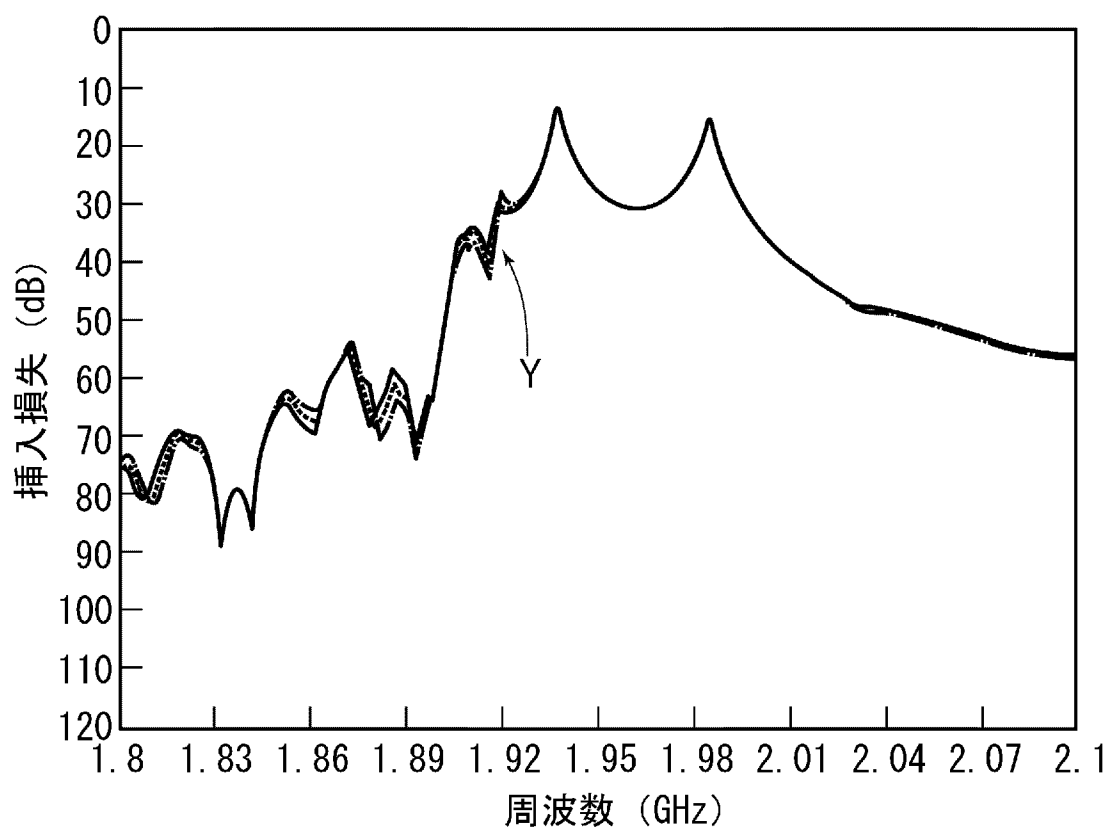
[図23]



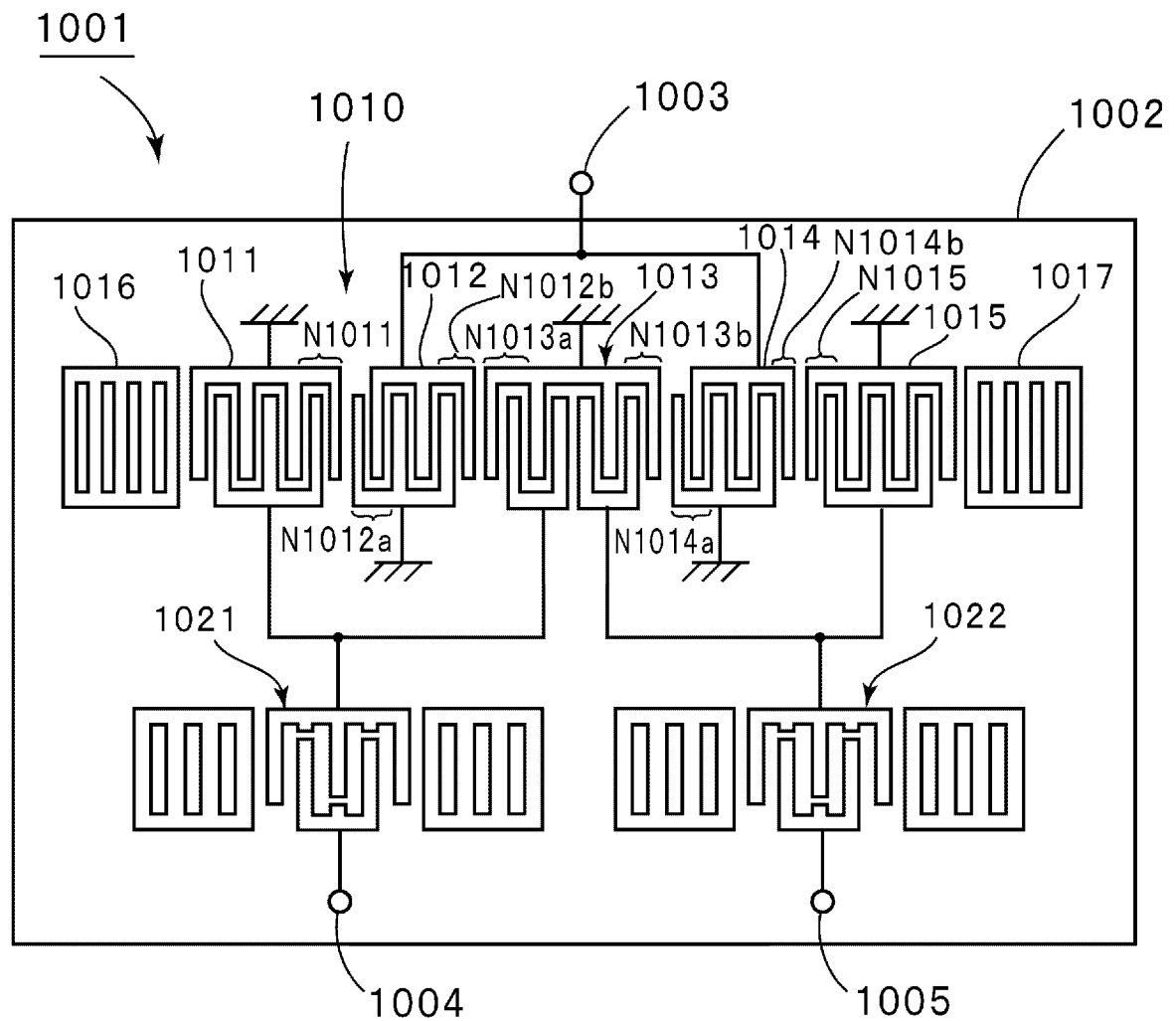
[図24]



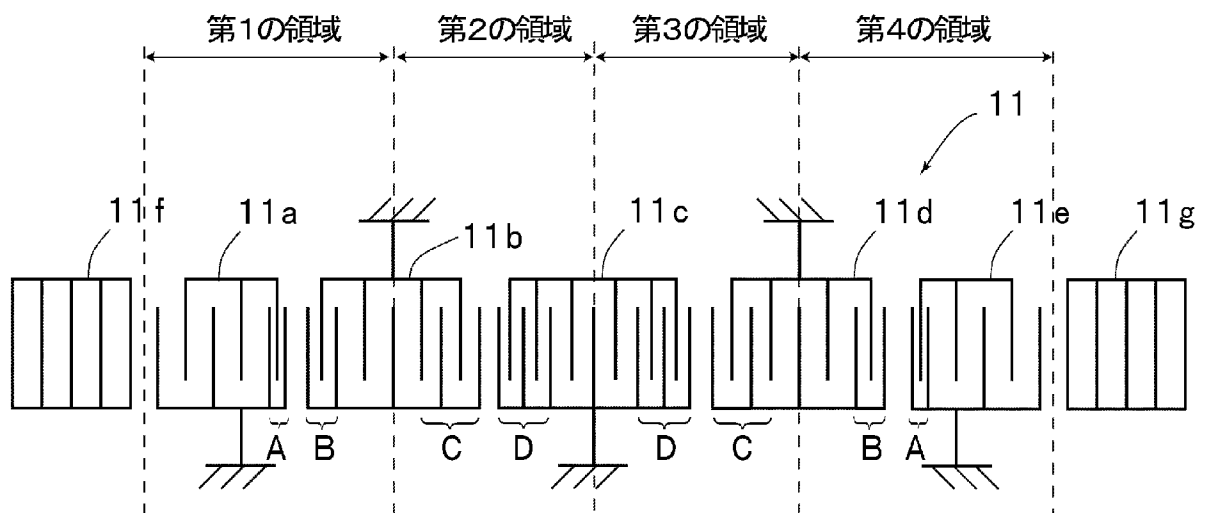
[図25]



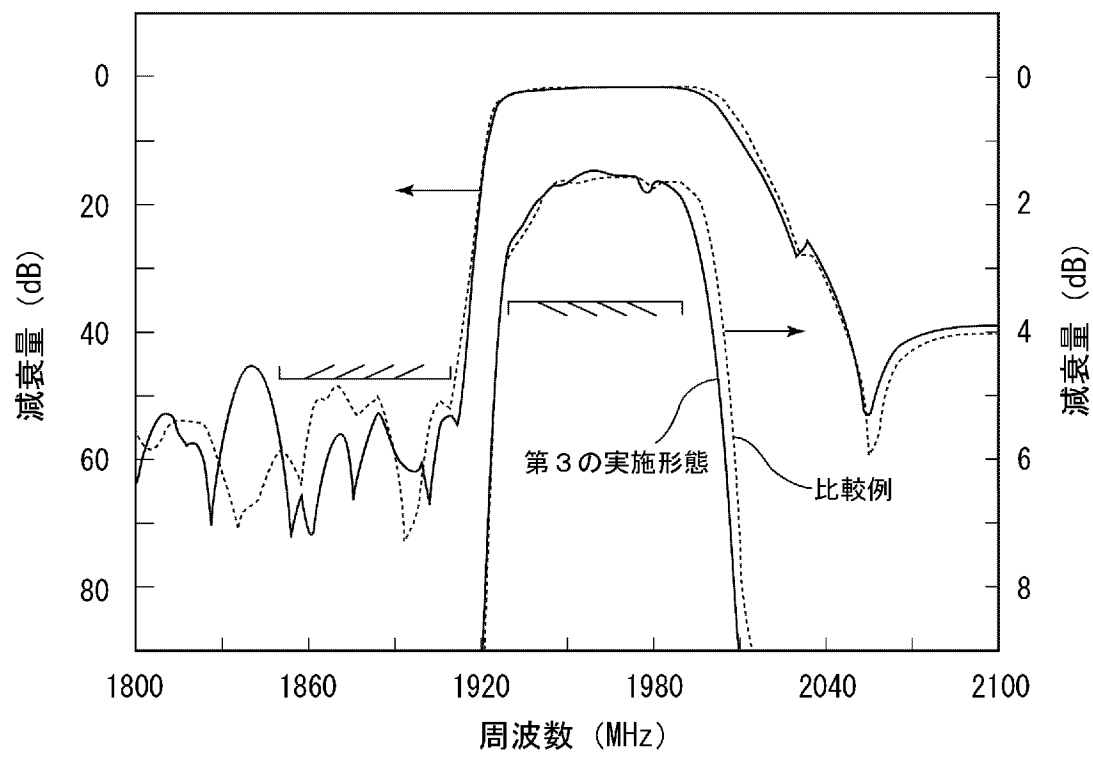
[図26]



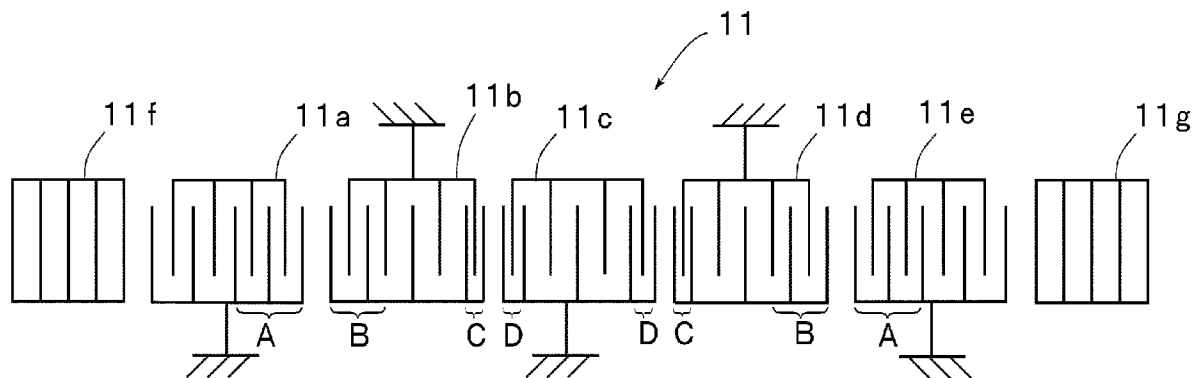
[図27]



[図28]



[図29]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/003950

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.
Y	WO 2007/083503 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 26 July, 2007 (26.07.07), Par. Nos. [0016] to [0035]; Fig. 1 & US 2008/0122552 A1 & EP 1830467 A1	1-13
Y	WO 2006/068086 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 29 June, 2006 (29.06.06), Par. Nos. [0006] to [0012], [0026] to [0060] & US 2007/0229194 A1 & EP 1830466 A1	1-13

☐ 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 September, 2009 (04.09.09)

Date of mailing of the international search report
29 September, 2009 (29.09.09)

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
Y	WO 2007/083503 A1（株式会社村田製作所）2007.07.26, [0016]-[0035]、図1 & US 2008/0122552 A1 & EP 1830467 A1	1-13
Y	WO 2006/068086 A1（株式会社村田製作所）2006.06.29, [0006]-[0012], [0026]-[0060] & US 2007/0229194 A1 & EP 1830466 A1	1-13

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 9 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 9 . 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）

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