

(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  
2018年2月8日(08.02.2018)



(10) 国際公開番号

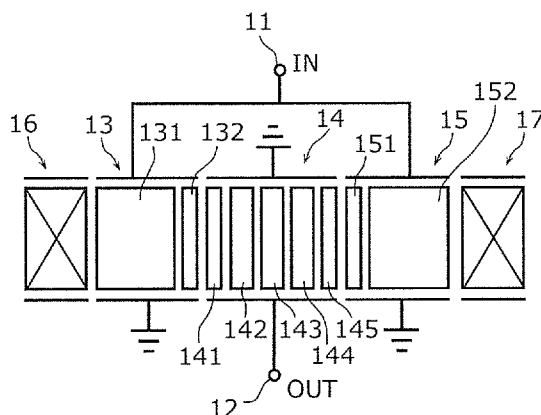
WO 2018/025962 A1

- (51) 国際特許分類:  
H03H 9/145 (2006.01) H03H 9/72 (2006.01)  
H03H 9/64 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/028269
- (22) 国際出願日: 2017年8月3日(03.08.2017)
- (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 2016-155018 2016年8月5日(05.08.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所  
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/  
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1  
丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 前田 健太(MAEDA, Kenta); 〒6178555  
京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株  
式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 吉川 修一, 外(YOSHIKAWA, Shuichi et  
al.); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 5 丁  
目 3 番 10 号 タナカ・イトーピア新大阪ビル  
6 階新居国際特許事務所内 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER, HIGH-FREQUENCY MODULE, AND MULTIPLEXER

(54) 発明の名称: 弾性表面波フィルタ、高周波モジュールおよびマルチプレクサ

図4



(57) Abstract: This surface acoustic wave filter is provided with resonators (13, 14, 15), wherein: the resonator (14) includes four or more regions having different electrode finger pitches; the electrode finger pitch is constant in each of the four or more regions; and among the four or more regions, the electrode finger pitch in regions (142-144) other than first regions (141, 145) located at both ends of the resonator in a direction in which surface acoustic waves propagate is greater than the electrode finger pitch in the first regions (141, 145), and the electrode finger pitch in a second region (142) adjacent to the first region (141) is different from the electrode finger pitch in a third region (144) adjacent to the first region (145).

(57) 要約: 弾性表面波フィルタは、共振子(13、14、15)を備え、共振子(14)は、電極指のピッチが異なる4つ以上の領域を有し、4つ以上の領域のそれぞれでは電極指のピッチは一定であり、4つ以上の領域のうち、共振子の弾性表面波の伝搬方向の両端側に配置された第1の領域(141、145)における電極指のピッチよりも、第1の領域(141、145)以外の領域(142~144)における電極指のピッチは大きく、第1の領域(141)に隣接する第2の領域(142)における電極指のピッチと、第1の領域(145)に隣接する第3の領域(144)における電極指のピッチとは、異なっている。

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

弾性表面波フィルタ、高周波モジュールおよびマルチプレクサ

### 技術分野

[0001] 本発明は、弾性表面波フィルタおよび弾性表面波フィルタを用いた高周波モジュール等に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、移動体通信機器の回路モジュールとして、弾性表面波（Surface Acoustic Wave：SAW）フィルタが使用された高周波モジュールが開発されている。近年の通信周波数帯域の広帯域化に伴い、高周波モジュールの受信感度の向上のため、受信回路モジュールには低損失かつ低雑音化の要求が高まっている。そのため、高周波モジュールは、弾性表面波フィルタの後段または前段に、低雑音増幅器（Low Noise Amplifier：LNA）等の他の部品を備えている（例えば、特許文献1参照）。

[0003] 一般的に、高周波モジュールに他の部品が接続されている場合には、他の部品に接続された側の弾性表面波フィルタの出力端におけるインピーダンス（出力インピーダンス）が他の部品の入力端におけるインピーダンス（入力インピーダンス）に整合するように、弾性表面波フィルタの出力インピーダンスを調整する。

[0004] 弾性表面波フィルタの出力インピーダンスの調整は、一般的に、弾性表面波フィルタを構成する共振子におけるIDT（InterDigital Transducer）電極の交叉幅、電極指のピッチまたは対数等を変更してIDT電極の容量を変化させることにより行われている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2008-301223号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、IDT (InterDigital Transducer) 電極の交叉幅、電極指のピッチまたは対数等を変更することにより、弾性表面波フィルタの出力インピーダンスを調整する場合、低損失特性を維持しつつで通過帯域幅を拡大させることは難しいという問題が生じていた。

[0007] 上記課題に鑑み、本発明は、広帯域化、低損失化を実現しつつ、弾性表面波フィルタの出力インピーダンスを調整することができる弾性表面波フィルタおよび高周波モジュールおよびマルチプレクサを提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するために、本発明にかかる弾性表面波フィルタの一態様は、縦結合型の弾性表面波フィルタであって、前記弾性表面波フィルタは、弾性表面波の伝搬方向に連続して配置された複数の共振子を備え、前記複数の共振子のそれぞれは、バスバー電極と前記バスバー電極に接続された互いに平行な複数の電極指とを有する一対の楕形電極を有し、一対の前記楕形電極は、前記複数の電極指が前記弾性表面波伝搬方向に交互に位置するように配置されており、前記複数の共振子のうち前記弾性表面波フィルタの出力端子に接続された第1の共振子は、前記電極指のピッチが異なる4つ以上の領域を有し、前記4つ以上の領域のそれぞれでは前記電極指のピッチは一定であり、前記4つ以上の領域のうち、前記共振子の弾性表面波の伝搬方向の両端側に配置された一対の第1の領域における前記電極指のピッチよりも、前記一対の第1の領域以外の領域における前記電極指のピッチは大きく、前記一対の第1の領域の一方に隣接する第2の領域における前記電極指のピッチと、前記一対の第1の領域の他方に隣接する第3の領域における前記電極指のピッチとは、異なっている。

[0009] これにより、弾性表面波フィルタの出力インピーダンスを、抵抗、容量性および誘導性のインピーダンスを含めて調整することができる。したがって

、スミスチャートにおいて、弾性表面波フィルタの出力インピーダンスを2以上の方向に移動させることができる。これにより、通過帯域幅を狭小化させることなく、弾性表面波フィルタの出力インピーダンスを調整することができる。

[0010] また、前記第3の領域における前記電極指のピッチは、前記第2の領域における前記電極指のピッチよりも大きくてもよい。

[0011] これにより、弾性表面波フィルタの出力インピーダンスを、抵抗だけでなく誘導性のインピーダンスに移動させることができる。

[0012] また、前記第2の領域における前記電極指のピッチは、前記第3の領域における前記電極指のピッチよりも大きくてもよい。

[0013] これにより、弾性表面波フィルタの出力インピーダンスを、抵抗だけでなく容量性のインピーダンスに移動させることができる。

[0014] また、前記4つ以上の領域とは、5つの領域であってもよい。

[0015] これにより、電極指のピッチを4つの領域ごとに異なる値とする場合に比べて、弾性表面波フィルタの出力インピーダンスをより細かく調整することができる。

[0016] また、前記5つの領域のうちの中央に配置された第4の領域における前記電極指のピッチは、前記第2の領域における前記電極指のピッチおよび前記第3の領域における前記電極指のピッチの少なくともいずれかよりも小さくてもよい。

[0017] これにより、弾性表面波フィルタの出力インピーダンスを、誘導性に移動させることができる。

[0018] また、前記一対の第1の領域以外の領域のそれぞれにおける前記電極指の対数は、同数であってもよい。

[0019] これにより、電極指の対数が同数の場合であっても、スミスチャートにおいて、弾性表面波フィルタの出力インピーダンスを2以上の方向に移動させることができる。

[0020] また、上記目的を達成するために、本発明にかかる高周波モジュールの一

態様は、上述した特徴を有する弾性表面波フィルタと、前記弾性表面波フィルタに接続され、前記弾性表面波フィルタを通過した高周波信号を増幅する低雑音増幅器とを備える。

[0021] これにより、スミスチャートにおいて、弾性表面波フィルタの出力インピーダンスを2以上の方向に移動させることで、高周波モジュールの通過帯域幅を狭小化させることなく、出力インピーダンスを調整することができる。

[0022] また、上記目的を達成するために、本発明にかかるマルチプレクサの一態様は、上述した特徴を有する弾性表面波フィルタを複数備え、前記複数の弾性表面波フィルタのそれぞれは、共通端子に接続されている。

[0023] これにより、スミスチャートにおいて、弾性表面波フィルタの出力インピーダンスを2以上の方向に移動させることで、マルチプレクサの通過帯域幅を狭小化させることなく、出力インピーダンスを調整することができる。

### 発明の効果

[0024] 本発明によれば、通過帯域幅を狭小化させることなく、弾性表面波フィルタの出力インピーダンスを調整することができる弾性表面波フィルタおよび高周波モジュールおよびマルチプレクサを提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0025] [図1]図1は、実施の形態1にかかる高周波モジュールの構成を示す概念図である。

[図2A]図2Aは、実施の形態1にかかる弾性表面波フィルタの構成を示す概略図である。

[図2B]図2Bは、図2Aに示した弾性表面波フィルタの構成の具体例を示す概略図である。

[図3]図3は、一般的な弾性表面波フィルタの構成を示す概略図であり、(a)は平面図、(b)は(a)に示した一点鎖線における矢視断面図である。

[図4]図4は、実施の形態1にかかる弾性表面波フィルタの構成を示す概略図である。

[図5]図5は、実施の形態1にかかる弾性表面波フィルタの1つの共振子の構

成を示す概略図である。

[図6]図6は、比較例にかかる弾性表面波フィルタの出力インピーダンス特性を示す図である。

[図7]図7は、実施の形態1における実施例1にかかる弾性表面波フィルタの出力インピーダンス特性を示す図である。

[図8]図8は、実施の形態1における実施例2にかかる弾性表面波フィルタの出力インピーダンス特性を示す図である。

[図9]図9は、実施の形態1における実施例3にかかる弾性表面波フィルタの出力インピーダンス特性を示す図である。

[図10]図10は、実施の形態1における実施例4にかかる弾性表面波フィルタの出力インピーダンス特性を示す図である。

[図11A]図11Aは、実施の形態1にかかる弾性表面波フィルタの出力インピーダンス特性を示す図である。

[図11B]図11Bは、実施の形態1にかかる弾性表面波フィルタの通過特性を示す図である。

[図11C]図11Cは、実施の形態1にかかる弾性表面波フィルタの通過特性を示す図である。

[図11D]図11Dは、実施の形態1にかかる弾性表面波フィルタの通過特性を示す図である。

[図12]図12は、実施の形態2における実施例5にかかる弾性表面波フィルタの出力インピーダンス特性を示す図である。

[図13]図13は、実施の形態2における実施例6にかかる弾性表面波フィルタの出力インピーダンス特性を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、いずれも本発明の好ましい一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される、数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態などは一例であって本発明を限定する主旨ではない

。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本発明の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

[0027] また、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略または簡略化する。また、図示した電極構造では、本発明の理解を容易とするために、共振子および反射器における電極指の本数を実際の電極指の本数よりも少なく図示している。また、図示したスミスチャートでは、弾性表面波フィルタの通過帯域における出力インピーダンスの部分を太線で示している。

[0028] (実施の形態1)

以下、実施の形態について、図1～図11Dを用いて説明する。

[0029] [1. 弾性表面波フィルタおよび高周波モジュールの構成]

はじめに、本実施の形態にかかる高周波モジュール1の構成について説明する。図1は、本実施の形態にかかる高周波モジュール1の構成を示す概念図である。

[0030] 図1に示すように、本実施の形態にかかる高周波モジュール1は、弾性表面波フィルタ10と低雑音増幅器(Low Noise Amplifier: LNA)20とを備えている。弾性表面波フィルタ10は、一旦がアンテナ(図示せず)に接続され、他端が低雑音増幅器20に接続されている。低雑音増幅器20は、受信後の微弱な電波をできるだけ雑音を増加させずに増幅する増幅器である。

[0031] なお、弾性表面波フィルタ10において、入力インピーダンスとは、高周波モジュール1の入力端子IN側から弾性表面波フィルタ10をみたときの弾性表面波フィルタ10のインピーダンスのことをいう。つまり、図1に矢印で示したSAW(Surface Acoustic Wave)入力側インピーダンスのことをいう。また、出力インピーダンスとは、高周波信号の出力先である低雑音増幅器20が接続された端子(図示せず)から弾性表

面波フィルタ 10 をみたときの弾性表面波フィルタ 10 のインピーダンスのことをいう。つまり、図 1 に矢印で示した SAW 出力側インピーダンスのことをいう。

[0032] 弾性表面波フィルタ 10 は、縦結合型の弾性表面波フィルタである。図 2 A に示すように、弾性表面波フィルタ 10 は、入力端子 11 と出力端子 12 との間に、共振子 13、共振子 14 および共振子 15 と、反射器 16 および反射器 17 とを備えている。共振子 13、共振子 14 および共振子 15 は、反射器 16 側から反射器 17 側へと、この順に配置されている。

[0033] 図 2 B に示すように、共振子 13 は、2 つの IDT 電極 13 a および 13 b が組み合わされた構成をしている。共振子 13 の IDT 電極 13 a は、入力端子 11 に接続されている。IDT 電極 13 b は、グラウンドに接続されている。同様に、共振子 15 は、2 つの IDT 電極 15 a および 15 b が組み合わされた構成をしている。共振子 15 の IDT 電極 15 a は、入力端子 11 に接続されている。IDT 電極 15 b は、グラウンドに接続されている。また、共振子 13 と共振子 15 との間に配置された共振子 14 は、2 つの IDT 電極 14 a および 14 b が組み合わされた構成をしている。共振子 14 の IDT 電極 14 a は、グラウンドに接続されている。IDT 電極 14 b は、出力端子 12 に接続されている。

[0034] また、反射器 16 は、2 つのバスバー電極 16 a およびバスバー電極 16 b と、バスバー電極 16 a とバスバー電極 16 b との間に複数設けられ、バスバー電極 16 a およびバスバー電極 16 b にそれぞれ両端が接続された電極指 16 c とを備えている。同様に、反射器 17 は、2 つのバスバー電極 17 a およびバスバー電極 17 b と、バスバー電極 17 a とバスバー電極 17 b との間に複数設けられ、バスバー電極 17 a およびバスバー電極 17 b にそれぞれ両端が接続された電極指 17 c とを備えている。

[0035] ここで、共振子の構成について、一般的な共振子 100 を用いてより詳細に説明する。図 3 は、一般的な弾性表面波フィルタの構成を示す概略図であり、(a) は平面図、(b) は (a) に示した一点鎖線における矢視断面図

である。

[0036] 図3の(a)および(b)に示すように、共振子100は、圧電基板123と、楕円形状を有する電極（楕円電極）であるIDT電極101aおよびIDT電極101bとで構成されている。

[0037] 圧電基板123は、例えば、所定のカット角で切断された $\text{LiNbO}_3$ の単結晶からなる。圧電基板123では、所定の方向に弾性表面波が伝搬する。

[0038] 図3の(a)に示すように、圧電基板123の上には、対向する一对のIDT電極101aおよびIDT電極101bが形成されている。IDT電極101aは、互いに平行な複数の電極指110aと、複数の電極指110aを接続するバスバー電極111aとで構成されている。また、IDT電極101bは、互いに平行な複数の電極指110bと、複数の電極指110bを接続するバスバー電極111bとで構成されている。IDT電極101aとIDT電極101bとは、互いの複数の電極指110aおよび110bが弾性表面波伝搬方向に交互に位置するように配置されている。すなわち、IDT電極101aとIDT電極101bとは、IDT電極101aの複数の電極指110aのそれぞれの間に、IDT電極101bの複数の電極指110bのそれぞれが配置される構成となっている。

[0039] また、IDT電極101aおよびIDT電極101bは、図3の(b)に示すように、密着層124aと主電極層124bとが積層された構造となっている。

[0040] 密着層124aは、圧電基板123と主電極層124bとの密着性を向上させるための層であり、材料としては、例えば、 $\text{NiCr}$ が用いられる。

[0041] 主電極層124bは、材料として、例えば、 $\text{Pt}$ が用いられる。主電極層124bは、1つの層で構成された単層構造であってもよいし、複数の層が積層された積層構造であってもよい。

[0042] 保護層125は、IDT電極101aおよびIDT電極101bを覆うように形成されている。保護層125は、主電極層124bを外部環境から保護する、周波数温度特性を調整する、および、耐湿性を高めるなどを目的と

する層である。保護層 125 は、例えば、二酸化ケイ素を主成分とする膜である。保護層 125 は、単層構造であってもよいし積層構造であってもよい。

[0043] なお、密着層 124 a、主電極層 124 b および保護層 125 を構成する材料は、上述した材料に限定されない。さらに、IDT 電極 101 a および IDT 電極 101 b は、上記積層構造でなくてもよい。IDT 電極 101 a および IDT 電極 101 b は、例えば、Ti、Al、Cu、Pt、Au、Ag、Pd などの金属又は合金から構成されてもよく、また、上記の金属又は合金から構成される層が複数積層された積層構造で構成されてもよい。また、保護層 125 は、形成されていなくてもよい。

[0044] ここで、IDT 電極 101 a および IDT 電極 101 b の設計パラメータについて説明する。図 3 の (b) に示す  $\lambda$  は、IDT 電極 101 a および IDT 電極 101 b を構成する電極指 110 a および電極指 110 b のピッチという。弾性表面波フィルタにおいて、波長は、IDT 電極 101 a および IDT 電極 101 b を構成する複数の電極指 110 a および電極指 110 b のピッチ  $\lambda$  で規定される。ピッチ  $\lambda$  とは、詳細には、同一のバスバー電極に接続された隣り合う電極指において、一方の電極指の幅の中央から他方の電極指の幅の中央までの長さのことをいう。例えば、図 3 の (b) では、バスバー電極 111 a に接続された一の電極指 110 a の幅の中央から、当該一の電極指 110 a が接続されたバスバー電極 111 a と同一のバスバー電極 111 a に接続され、一の電極指 110 a に隣り合う他の電極指 110 a の幅の中央までの長さである。

[0045] なお、図 3 の (b) に示す  $W$  は、共振子 100 における IDT 電極 101 a の電極指 110 a および IDT 電極 101 b の電極指 110 b の幅のことをいう。また、図 3 の (b) に示す  $S$  は、電極指 110 a と電極指 110 b との間隔のことをいう。また、図 3 の (a) に示す  $L$  は、IDT 電極 101 a および IDT 電極 101 b の交叉幅といい、IDT 電極 101 a の電極指 110 a と IDT 電極 101 b の電極指 110 b とが重複する電極指の長さ

のことをいう。また、対数とは、電極指 1 1 0 a または電極指 1 1 0 b の本数のことをいう。

[0046] なお、共振子 1 0 0 の構造は、図 3 の (a) および (b) に記載された構造に限定されない。また、本実施の形態にかかる共振子 1 3、共振子 1 4 および共振子 1 5 は、上述した構成に限らない。共振子 1 3、共振子 1 4 および共振子 1 5 は、以下に示すように、電極指のピッチおよび対数がそれぞれ異なる構成であってもよい。

[0047] 図 2 A および図 2 B に示した 3 つの共振子 1 3、共振子 1 4 および共振子 1 5 のうち、弾性表面波フィルタ 1 0 の出力端子 1 2 に接続された共振子 1 4 は、反射器 1 6 側から反射器 1 7 側へと順に、電極指のピッチが異なる 5 つの領域 1 4 1 ~ 1 4 5 を有している。

[0048] 図 4 は、共振子 1 4 の構成を示す概略図であり、ピッチの異なる領域ごとに領域を分割して構成を示している。図 5 は、共振子 1 4 の構成をより具体的に示す概略図である。

[0049] 詳細には、共振子 1 4 は、図 4 に示すように、共振子 1 4 において弾性表面波の伝搬方向の両端側に配置された第 1 の領域 1 4 1 および 1 4 5 と、第 1 の領域 1 4 1 に隣接する第 2 の領域 1 4 2 と、第 1 の領域 1 4 5 に隣接する第 3 の領域 1 4 4 と、第 2 の領域 1 4 2 と第 3 の領域 1 4 4 との間の領域である第 4 の領域 1 4 3 とを有している。

[0050] また、共振子 1 4 は、図 5 に示すように、I D T 電極 1 4 a と I D T 電極 1 4 b とで構成されている。I D T 電極 1 4 a および I D T 電極 1 4 b は、本発明における楕形電極に相当する。I D T 電極 1 4 a と I D T 電極 1 4 b とで、一对の楕形電極を成している。

[0051] I D T 電極 1 4 a は、領域 1 4 1 ~ 1 4 5 に共通して配置されたバスバー電極 1 4 0 a を有している。また、I D T 電極 1 4 a は、領域 1 4 1 ~ 1 4 5 のそれぞれにおいてバスバー電極 1 4 0 a に一端が接続された、複数の電極指 1 4 1 a、1 4 2 a、1 4 3 a、1 4 4 a および 1 4 5 a を有している。

- [0052] 同様に、IDT電極14bは、領域141～145に共通して配置されたバスバー電極140bを有している。また、IDT電極14bは、領域141～145のそれぞれにおいてバスバー電極140bに一端が接続された、複数の電極指141b、142b、143b、144bおよび145bを有している。電極指のピッチは、領域141～145で異なっている。
- [0053] なお、第1の領域141および145は、他の領域よりもピッチが狭い、いわゆる狭ピッチ領域である。また、狭ピッチ領域以外の第2の領域、第3の領域および第4の領域は、電極指のピッチが狭ピッチ領域における電極指のピッチよりも大きい、いわゆるメインピッチ領域である。
- [0054] ここで、図5に示すように、第1の領域141における電極指のピッチを $\lambda 1$ 、第2の領域142における電極指のピッチを $\lambda 2$ 、第4の領域143における電極指のピッチを $\lambda 3$ 、第3の領域144における電極指のピッチを $\lambda 4$ 、第1の領域145における電極指のピッチを $\lambda 5$ とする。それぞれの領域における電極指のピッチの関係は、以下のとおりである。
- [0055] 第2の領域142、第3の領域144および第4の領域143のそれぞれにおける電極指のピッチ $\lambda 2$ 、 $\lambda 4$ および $\lambda 3$ は、第1の領域141および145における電極指のピッチ $\lambda 1$ 、 $\lambda 5$ よりも大きい。また、第2の領域142における電極指のピッチ $\lambda 2$ と、第3の領域144における電極指のピッチ $\lambda 4$ とは、異なっている。
- [0056] 例えば、第2の領域142における電極指のピッチ $\lambda 2$ は、第3の領域144における電極指のピッチ $\lambda 4$ よりも小さい。つまり、 $\lambda 2 < \lambda 4$ の関係を満たすように、第2の領域142の電極指142aおよび142bと第3の領域144の電極指144aおよび144bが形成されている。一例として、 $\lambda 2 = 5.00 \mu\text{m}$ 、 $\lambda 4 = 5.20 \mu\text{m}$ である。また、第2の領域142における電極指142aおよび142bの対数は3、第3の領域144における電極指144aおよび144bの対数は5である。
- [0057] これにより、後に詳述するように、弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスは、誘導性側に変化する。

- [0058] なお、第2の領域142における電極指のピッチ $\lambda_2$ と第3の領域144における電極指のピッチ $\lambda_4$ との関係は、第3の領域144における電極指のピッチ $\lambda_4$ が、第2の領域142における電極指のピッチ $\lambda_2$ よりも小さいとしてもよい。つまり、 $\lambda_4 < \lambda_2$ の関係を満たすように、第2の領域142の電極指142aおよび142bと第3の領域144の電極指144aおよび144bを形成してもよい。一例として、 $\lambda_2 = 5.30 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_4 = 5.14 \mu\text{m}$ としてもよい。また、第2の領域142における電極指142aおよび142bの対数を3、第3の領域144における電極指144aおよび144bの対数を5としてもよい。
- [0059] これにより、後に詳述するように、弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスは、容量性側に変化する。
- [0060] また、第4の領域143における電極指のピッチ $\lambda_3$ は、第2の領域142における電極指のピッチ $\lambda_2$ および第3の領域144における電極指のピッチ $\lambda_4$ のすくなくともいずれかよりも小さい。一例として、 $\lambda_3 = 5.09 \mu\text{m}$ である。また、第4の領域143における電極指143aおよび143bの対数は2である。
- [0061] これにより、後に詳述するように、弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスは、容量性側に変化する。
- [0062] なお、第1の領域141における電極指のピッチ $\lambda_1$ と、第1の領域145における電極指のピッチ $\lambda_5$ は、 $\lambda_1 < \lambda_2$ および $\lambda_1 < \lambda_4$ 、並びに、 $\lambda_5 < \lambda_2$ および $\lambda_5 < \lambda_4$ の関係を満たしていれば、同一であってもよいし異なってもよい。一例として、 $\lambda_1 = 4.69 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_5 = 4.77 \mu\text{m}$ である。また、第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指の対数は、一例として、それぞれ3、2、5である。
- [0063] なお、共振子14の各領域における電極指の対数は、上述した対数に限らず、変更してもよい。
- [0064] また、共振子14に隣接する共振子13は、反射器16側から反射器17側へと順に、電極指のピッチが異なる2つの領域131および132を有し

ている。つまり、領域 1 3 2 は、弾性表面波フィルタ 1 0 における中央側、すなわち、共振子 1 4 に近い位置に配置されている。領域 1 3 1 は、弾性表面波フィルタ 1 0 における外側、すなわち、反射器 1 6 に近い側に配置されている。

[0065] 領域 1 3 2 における電極指のピッチは、領域 1 3 1 における電極指のピッチよりも小さく形成されている。領域 1 3 2 は、いわゆる狭ピッチ領域である。例えば、領域 1 3 1 における電極指のピッチは  $5.15 \mu\text{m}$ 、領域 1 3 2 における電極指のピッチは  $4.61 \mu\text{m}$  である。また、領域 1 3 1 における電極指の対数は 22、領域 1 3 2 における電極指の対数は 3 である。

[0066] また、共振子 1 4 に隣接し、共振子 1 4 に対して共振子 1 3 と反対側に配置された共振子 1 5 は、反射器 1 6 側から反射器 1 7 側へと順に、電極指のピッチが異なる 2 つの領域 1 5 1 および 1 5 2 を有している。つまり、領域 1 5 1 は、弾性表面波フィルタ 1 0 における中央側、すなわち、共振子 1 4 に近い位置に配置されている。領域 1 5 2 は、弾性表面波フィルタ 1 0 における外側、すなわち、反射器 1 7 に近い側に配置されている。

[0067] 領域 1 5 1 における電極指のピッチは、領域 1 5 2 における電極指のピッチよりも小さく形成されている。領域 1 5 1 は、いわゆる狭ピッチ領域である。例えば、領域 1 5 1 における電極指のピッチは  $4.87 \mu\text{m}$ 、領域 1 5 2 における電極指のピッチは  $5.12 \mu\text{m}$  である。また、領域 1 5 1 における電極指の対数は 5、領域 1 5 2 における電極指の対数は 20 である。

[0068] なお、領域 1 3 2 および 1 5 1 における電極指のピッチは、共振子 1 4 における第 1 の領域 1 4 1 または 1 4 5 と同一であってもよいし、異なってもよい。また、領域 1 3 1 および領域 1 5 2 における電極指のピッチは、同一であってもよいし異なってもよい。また、各領域における電極指の対数は、上述した対数に限らず、変更してもよい。例えば、後述するように、各領域における電極指の対数は、同一であってもよい。

[0069] [2. 弾性表面波フィルタのインピーダンス特性]

次に、本実施の形態にかかる弾性表面波フィルタ 1 0 の出力インピーダン

ス特性について説明する。以下では、共振子 1 4 の第 2 の領域 1 4 2、第 3 の領域 1 4 4、第 4 の領域 1 4 3 における電極指のピッチ  $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$  の関係を、 $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4$ （実施例 1）、 $\lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$ （実施例 2）、 $\lambda_3 < \lambda_4 < \lambda_2$ （実施例 3）、 $\lambda_4 < \lambda_3 < \lambda_2$ （実施例 4）とするときの出力インピーダンスについて説明する。

[0070] [2-1. 比較例]

はじめに、本実施の形態にかかる弾性表面波フィルタにおける出力インピーダンスについて理解を容易にするために、比較例にかかる弾性表面波フィルタ 1 0 のインピーダンス特性について説明する。図 6 は、比較例にかかる弾性表面波フィルタ 1 0 の出力インピーダンス特性を示す図である。

[0071] 比較例として、第 2 の領域 1 4 2、第 3 の領域 1 4 4、第 4 の領域 1 4 3 における電極指のピッチ  $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$  を同一とし、この同一の電極指のピッチを小、中、大と変更した場合の弾性表面波フィルタ 1 0 の出力インピーダンスについて説明する。

[0072] ここで、電極指のピッチが小のときの当該電極指のピッチは、 $5.08 \mu\text{m}$  である。電極指のピッチが中のときの当該電極指のピッチは、 $5.02 \mu\text{m}$  である。電極指のピッチが大のときの当該電極指のピッチは、 $5.14 \mu\text{m}$  である。また、第 1 の領域 1 4 1 における電極指のピッチ  $\lambda_1$  は、 $\lambda_1 = 4.69 \mu\text{m}$ 、第 1 の領域 1 4 5 における電極指のピッチ  $\lambda_5$  は、 $4.77 \mu\text{m}$  である。また、第 2 の領域 1 4 2、第 3 の領域 1 4 4、第 4 の領域 1 4 3 における電極指の対数は、一例として、それぞれ 3、2、5 である。また、このときの第 1 の領域 1 4 1 および 1 4 5 における電極指の本数は、それぞれ 3 本および 8 本である。

[0073] なお、図 6 において、電極指のピッチを小、中、大の場合の弾性表面波フィルタ 1 0 の出力インピーダンスを、それぞれ破線、一点鎖線、実線で示している。

[0074] 共振子 1 4 の電極指のピッチを小、中、大と大きくするにつれて、弾性表面波フィルタ 1 0 の通過帯域内における出力インピーダンスは、図 6 に示す

スミスチャートにおいて、左から右の方向に移動している。すなわち、共振子 14 の電極指のピッチを小、中、大と大きくするにつれて、弾性表面波フィルタ 10 の通過帯域内における出力インピーダンスは、増加することがわかる。詳細には、出力インピーダンスの実数成分が増加することがわかる。

[0075] つまり、第 2 の領域 142、第 3 の領域 144、第 4 の領域 143 における電極指のピッチ  $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$  を増加することにより、4 の抵抗を増加することができる。

[0076] [2-2. 実施例 1]

次に、共振子 14 の第 2 の領域 142、第 3 の領域 144、第 4 の領域 143 における電極指のピッチの関係が  $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4$  である場合の弾性表面波フィルタ 10 の出力インピーダンス特性について説明する。なお、第 1 の領域 141 および 145 における電極指のピッチ  $\lambda_1$  および  $\lambda_5$  については、上述した比較例のときの値から変更しないものとする。つまり、電極指のピッチ  $\lambda_1$  および  $\lambda_5$  は、第 2 の領域 142、第 3 の領域 144、第 4 の領域 143 における電極指のピッチ  $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$  よりも小さい。

[0077] 図 7 は、本実施例にかかる弾性表面波フィルタ 10 の出力インピーダンス特性を示す図である。図 7 において、電極指のピッチを変更しない場合を破線、電極指のピッチのみを変更した場合を一点鎖線、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合を実線で示している。

[0078] ここで、電極指のピッチを変更しない場合とは、比較例に示した電極指のピッチを小の時の構成から変更していない場合である。また、電極指のピッチのみを変更した場合とは、比較例に示した電極指のピッチが小のときから中のときに変更した場合である。電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合とは、第 2 の領域 142、第 3 の領域 144、第 4 の領域 143 における電極指のピッチ  $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$  を、電極指のピッチの関係が  $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4$  となるように変更した場合である。例えば、 $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4$  を満たす電極指のピッチとして、 $\lambda_2 = 5$ 、

$00\mu\text{m}$ 、 $\lambda_3 = 4.80\mu\text{m}$ 、 $\lambda_4 = 5.19\mu\text{m}$ とする。また、第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指の対数は、一例として、それぞれ3、2、5である。なお、このときの第1の領域141および145における電極指の本数は、それぞれ3本および8本である。

[0079] 図7に示すように、電極指のピッチを $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4$ の関係となるように変更した場合、弾性表面波フィルタ10の通過帯域内における出力インピーダンスは、電極指のピッチを変更しない場合に比べて、図7に示したスミスチャートにおいて右の方向および上の方向に移動する。すなわち、弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスは、スミスチャートにおいて、電極指のピッチのみを変更した比較例の場合とは異なり、右上の方向に移動する。

[0080] これは、共振子14の電極指のピッチの関係が $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4$ となるように電極指のピッチを変更することにより、弾性表面波フィルタ10の通過帯域内における出力インピーダンスは、抵抗が大きくなるとともに容量性のインピーダンスに移動することを示している。

[0081] したがって、電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$ の関係が $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4$ となるように第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$ を変更することにより、抵抗および容量性のインピーダンスが大きくなるように弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスを調整することができる。

[0082] [2-3. 実施例2]

次に、共振子14の第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指のピッチの関係が $\lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$ の場合の弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンス特性について説明する。なお、本実施例においても、実施例1と同様、電極指のピッチ $\lambda_1$ および $\lambda_5$ は、第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$ よりも小さい。

[0083] 図8は、本実施例にかかる弾性表面波フィルタの出力インピーダンス特性を示す図である。図8において、電極指のピッチを変更しない場合を破線、電極指のピッチのみを変更した場合を一点鎖線、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合を実線で示している。

[0084] ここで、電極指のピッチを変更しない場合および電極指のピッチのみを変更した場合については、実施例1の場合と同様である。電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合とは、第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$ を、電極指のピッチの関係が $\lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$ となるように変更した場合である。例えば、 $\lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$ を満たす電極指のピッチとして、 $\lambda_2 = 4.90 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_3 = 5.00 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_4 = 5.19 \mu\text{m}$ とする。なお、第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指の対数は、実施例1と同様、一例として、それぞれ3、2、5である。また、第1の領域141および145における電極指の本数は、それぞれ3本および8本である。

[0085] 図8に示すように、電極指のピッチを上述のように変更した場合、弾性表面波フィルタ10の通過帯域内における出力インピーダンスは、電極指のピッチを変更しない場合に比べて、図8に示したスミスチャートにおいて右の方向に移動する。このとき、スミスチャートにおける上方向への移動は、実施例1の場合と比べて小さい。

[0086] これは、共振子14の電極指のピッチの関係が $\lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$ となるように電極指のピッチを変更することにより、弾性表面波フィルタ10の通過帯域内における出力インピーダンスは、抵抗が大きくなっていることを示している。また、容量性への移動もあるものの、実施例1の場合よりも容量性への移動が弱くなっていることを示している。

[0087] したがって、電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$ の関係が $\lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$ となるように第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143にお

ける電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$ を変更することにより、抵抗が大きく、かつ、容量性のインピーダンスが若干大きくなるように弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスを調整することができる。

[0088] [2-4. 実施例3]

次に、共振子14の第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指のピッチの関係が $\lambda_3 < \lambda_4 < \lambda_2$ の場合の弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンス特性について説明する。なお、本実施例においても、実施例1と同様、電極指のピッチ $\lambda_1$ および $\lambda_5$ は、第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$ よりも小さい。

[0089] 図9は、本実施例にかかる弾性表面波フィルタの出力インピーダンス特性を示す図である。図9において、電極指のピッチを変更しない場合を破線、電極指のピッチのみを変更した場合を一点鎖線、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合を実線で示している。

[0090] ここで、電極指のピッチを変更しない場合および電極指のピッチのみを変更した場合については、実施例1の場合と同様である。電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合とは、第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$ を、電極指のピッチの関係が $\lambda_3 < \lambda_4 < \lambda_2$ となるように変更した場合である。例えば、 $\lambda_3 < \lambda_4 < \lambda_2$ を満たす電極指のピッチとして、 $\lambda_2 = 5.29 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_3 = 5.09 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_4 = 5.14 \mu\text{m}$ とする。なお、第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指の対数は、実施例1と同様、一例として、それぞれ3、2、5である。また、第1の領域141および145における電極指の本数は、それぞれ3本および8本である。

[0091] 図9に示すように、電極指のピッチを上述のように変更した場合、弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスは、電極指のピッチを変更しない場

合に比べて、図9に示したスミスチャートにおいて右の方向および下の方向に移動する。すなわち、弾性表面波フィルタ10の通過帯域内における出力インピーダンスは、スミスチャートにおいて、電極指のピッチのみを変更した比較例の場合とは異なり、右下の方向に移動する。

[0092] これは、共振子14の電極指のピッチの関係が $\lambda_3 < \lambda_4 < \lambda_2$ となるように電極指のピッチを変更することにより、弾性表面波フィルタ10の通過帯域内における出力インピーダンスは、抵抗が大きくなるとともに誘導性に移動することを示している。

[0093] したがって、電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$ の関係が $\lambda_3 < \lambda_4 < \lambda_2$ となるように第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$ を変更することにより、抵抗および誘導性のインピーダンスが大きくなるように弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスを調整することができる。

[0094] [2-5. 実施例4]

次に、共振子14の第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指のピッチの関係が $\lambda_4 < \lambda_3 < \lambda_2$ の場合の弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンス特性について説明する。なお、本実施例においても、実施例1と同様、電極指のピッチ $\lambda_1$ および $\lambda_5$ は、第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$ よりも小さい。

[0095] 図10は、本実施例にかかる弾性表面波フィルタの出力インピーダンス特性を示す図である。図10において、電極指のピッチを変更しない場合を破線、電極指のピッチのみを変更した場合を一点鎖線、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合を実線で示している。

[0096] ここで、電極指のピッチを変更しない場合および電極指のピッチのみを変更した場合については、実施例1の場合と同様である。電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合とは、第2

の領域 1 4 2、第 3 の領域 1 4 4、第 4 の領域 1 4 3 における電極指のピッチ  $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$  を、電極指のピッチの関係が  $\lambda_4 < \lambda_3 < \lambda_2$  となるように変更した場合である。例えば、 $\lambda_4 < \lambda_3 < \lambda_2$  を満たす電極指のピッチとして、 $\lambda_2 = 5.29 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_3 = 5.16 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_4 = 5.14 \mu\text{m}$  とする。なお、第 2 の領域 1 4 2、第 3 の領域 1 4 4、第 4 の領域 1 4 3 における電極指の対数は、実施例 1 と同様、一例として、それぞれ 3、2、5 である。また、第 1 の領域 1 4 1 および 1 4 5 における電極指の本数は、それぞれ 3 本および 8 本である。

[0097] 図 10 に示すように、電極指のピッチを上述のように変更した場合、弾性表面波フィルタ 10 の出力インピーダンスは、電極指のピッチを変更しない場合に比べて、図 10 に示したスミスチャートにおいて右の方向および下の方向に移動する。すなわち、弾性表面波フィルタ 10 の通過帯域内における出力インピーダンスは、スミスチャートにおいて、電極指のピッチのみを変更した比較例の場合とは異なり、右下の方向に移動する。このとき、スミスチャートにおける下方向への移動は、実施例 3 の場合と比べて大きい。

[0098] これは、共振子 14 の電極指のピッチの関係が  $\lambda_4 < \lambda_3 < \lambda_2$  となるように電極指のピッチを変更することにより、弾性表面波フィルタ 10 の通過帯域内における出力インピーダンスは、抵抗が大きくなるとともに、実施例 3 の場合よりも大きく誘導性に移動することを示している。

[0099] したがって、電極指のピッチ  $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$  の関係が  $\lambda_4 < \lambda_3 < \lambda_2$  となるように第 2 の領域 1 4 2、第 3 の領域 1 4 4、第 4 の領域 1 4 3 における電極指のピッチ  $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$  を変更することにより、抵抗が大きく、かつ、容量性のインピーダンスがより大きくなるように弾性表面波フィルタ 10 の出力インピーダンスを調整することができる。

[0100] [3. 弾性表面波フィルタの伝送特性]

次に、弾性表面波フィルタ 10 の伝送特性について説明する。以下では、共振子 14 の電極指のピッチを変更しない場合、共振子 14 の交叉幅を変更する場合、および、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッ

チとなるように変更する場合について説明する。

[0101] 図 1 1 A は、本実施の形態にかかる弾性表面波フィルタの出力インピーダンス特性を示す図である。図 1 1 A において、電極指のピッチを変更しない場合を破線、電極指の交叉幅を変更した場合を一点鎖線、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合を実線で示している。

[0102] ここで、電極指のピッチを変更しない場合とは、比較例に示した電極指のピッチを小のときの構成から変更していない場合である。また、電極指の交叉幅を変更した場合とは、比較例に示した電極指のピッチが小のときの構成から交叉幅のみを変更した場合である。電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合とは、第 2 の領域 1 4 2、第 3 の領域 1 4 4、第 4 の領域 1 4 3 における電極指のピッチ  $\lambda 2$ 、 $\lambda 4$ 、 $\lambda 3$  を、電極指のピッチの関係が  $\lambda 3 < \lambda 4 < \lambda 2$  となるように変更した場合である。例えば、 $\lambda 3 < \lambda 4 < \lambda 2$  を満たす電極指のピッチとして、 $\lambda 2 = 5.07 \mu\text{m}$ 、 $\lambda 3 = 5.02 \mu\text{m}$ 、 $\lambda 4 = 5.06 \mu\text{m}$  とする。

[0103] 図 1 1 A に示すように、電極指の交叉幅を変更した場合には、比較例に示した電極指のピッチを小としたときに比べて、弾性表面波フィルタ 1 0 の通過帯域内における出力インピーダンスは、スミスチャート上において右の方向に移動する。また、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合、弾性表面波フィルタ 1 0 の出力インピーダンスは、電極指のピッチを変更しない場合に比べて、図 1 1 A に示したスミスチャートにおいてさらに右の方向に移動する。

[0104] つまり、電極指の交叉幅を変更した場合も電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合も、弾性表面波フィルタ 1 0 の通過帯域内における出力インピーダンスは増加する。電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更する場合のほうが、電極指の交叉幅を変更する場合よりも、弾性表面波フィルタ 1 0 の出力インピーダンスをより大きく変化させることができる。

[0105] また、図 1 1 B～図 1 1 D は、本実施の形態 1 にかかる弾性表面波フィルタ 1 0 の通過特性を示す図である。なお、図 1 1 C は、帯域幅の変化を分かりやすくするために、不整合損失を除去したときの弾性表面波フィルタ 1 0 の通過特性を示している。図 1 1 B～図 1 1 D において、電極指のピッチを変更しない場合を破線、電極指の交叉幅を変更した場合を一点鎖線、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合を実線で示している。

[0106] 図 1 1 B および図 1 1 C に示すように、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合、電極指のピッチを変更しない場合および電極指の交叉幅を変更した場合と比べて、弾性表面波フィルタ 1 0 の通過帯域幅は広がっている。特に、図 1 1 C を見ると分かり易いように、低周波側の通過帯域が広がっている。したがって、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更することは、電極指の交叉幅を変更するよりも広帯域化に有効である。

[0107] これは、図 1 1 D に示すように、弾性表面波フィルタ 1 0 の 0 次の共振モードの共振周波数および 2 次の共振モードの共振周波数が低周波側に移動するためである。図 1 1 D に示すように、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合の弾性表面波フィルタ 1 0 の通過特性は、電極指のピッチを変更しない場合および電極指の交叉幅を変更した場合の弾性表面波フィルタの通過特性に比べて、0 次の共振モードの共振周波数が低周波側に移動する。したがって、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合、弾性表面波フィルタ 1 0 の通過帯域幅は、電極指のピッチを変更しない場合および電極指の交叉幅を変更した場合の弾性表面波フィルタの通過特性よりも拡大する。

[0108] また、0 次の共振モードの共振周波数および 2 次の共振モードの共振周波数の両方が低周波側に移動する。このとき、2 次の共振モードの共振周波数のほうが 0 次の共振モードの共振周波数よりも低周波数側に移動する。したがって、0 次の共振モードと 2 次の共振モードの共振周波数の間隔は広がる

ため、これらの共振モードの結合は弱まる。

[0109] また、0次の共振モードと2次の共振モードの結合は弱まるため、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合の弾性表面波フィルタ10では、通過帯域内における入力インピーダンスは、図11Aに示したように、電極指のピッチを変更しない場合および電極指の交叉幅を変更した場合の弾性表面波フィルタの入力インピーダンスと比べてスミスチャートの中心から外れることとなる。つまり、弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスは、抵抗が増加する方向に変化する。

[0110] このように、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更することにより、弾性表面波フィルタ10の通過帯域幅を広げつつ、出力インピーダンスを変更することができる。つまり、弾性表面波フィルタ10の通過特性を劣化させることなく、弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスを調整することができる。また、弾性表面波フィルタ10の電極指の交叉幅を変更する場合よりも、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更するほうが、より通過特性を良好に保ちながら出力インピーダンスを調整することができる。

[0111] [4. 効果等]

以上、本実施の形態にかかる弾性表面波フィルタ10によると、弾性表面波フィルタ10の通過特性を劣化させることなく、弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスを調整することができる。

[0112] このとき、共振子14の第2の領域142および第3の領域144における電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ の関係を、 $\lambda_2 < \lambda_4$ とすることにより、弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスを、抵抗だけでなく誘導性のインピーダンスに移動させることができる。また、電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ の関係を、 $\lambda_4 < \lambda_2$ とすることにより、弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスを、抵抗だけでなく容量性のインピーダンスに移動させることができる。

[0113] また、共振子14の第4の領域143における電極指のピッチ $\lambda_3$ を、第

2の領域142および第3の領域144における電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ よりも小さくすることにより、弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスを、誘導性に移動させることができる。

[0114] このように、本実施の形態にかかる弾性表面波フィルタ10によると、出力インピーダンスを2以上の方向に移動させることができる。すなわち、弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスを、抵抗、容量性および誘導性のインピーダンスを含めて調整することができる。

[0115] なお、本実施の形態では、共振子14を電極指ピッチの異なる5つの領域に分割するとしたが、5つの領域に限らず、4つの領域でもよいし、6つ以上の領域であってもよい。電極指のピッチを5つの領域ごとに異なる値とすることにより、4つの領域とする場合に比べて、弾性表面波フィルタ10の出力インピーダンスをより細かく調整することができる。

[0116] また、本実施の形態では、弾性表面波フィルタ10は共振子を3つ備える構成としたが、共振子の数はこれに限らず変更してもよい。例えば、弾性表面波フィルタは、5つの共振子を備えてもよい。

[0117] また、電極指のピッチおよび電極指の対数は、上述したものに限らず適宜変更してもよい。また、第4の領域における電極指のピッチは、第2の領域および第3の領域のいずれか一方における電極指のピッチよりも小さくてもよいし、両方の領域における電極指のピッチよりも小さくてもよい。

[0118] (実施の形態2)

次に、実施の形態2について説明する。本実施の形態にかかる高周波モジュール1が実施の形態1にかかる高周波モジュール1と異なる点は、第1の領域以外の領域のそれぞれにおける電極指の対数が同数である点である。

[0119] 以下、本実施の形態にかかる弾性表面波フィルタ10について、上述した実施の形態1の実施例1における弾性表面波フィルタ10と比較しながら説明する。なお、実施例1では、共振子14の第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指のピッチの関係が $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4$ である弾性表面波フィルタ10について説明した。実施例1における弾性

表面波フィルタ 10 では、電極指のピッチは、 $\lambda_2 = 5.00 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_3 = 4.79 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_4 = 5.19 \mu\text{m}$ とした。また、第2の領域 142、第3の領域 144、第4の領域 143における電極指の本数は、一例として、それぞれ3、2、5とした。なお、このときの第1の領域 141および145における電極指の本数は、それぞれ3本および8本とした。

[0120] 以下では、共振子 14 の第2の領域 142、第3の領域 144、第4の領域 143における電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$ の関係を、 $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4$ （実施例5）、 $\lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$ （実施例6）として、第2の領域 142、第3の領域 144、第4の領域 143における電極指の対数を同一とするときの出力インピーダンスについて説明する。

[0121] [5. 実施例5]

まず、共振子 14 における電極指のピッチの関係が $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4$ であって、かつ、第2の領域 142、第3の領域 144、第4の領域 143における電極指の対数が同一の場合の弾性表面波フィルタ 10 の出力インピーダンス特性について説明する。

[0122] 図 12 は、本実施例にかかる弾性表面波フィルタ 10 の出力インピーダンス特性を示す図である。図 12 において、電極指のピッチを変更しない場合を破線、電極指のピッチのみを変更した場合を一点鎖線、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合を実線で示している。

[0123] ここで、電極指のピッチを変更しない場合とは、実施例 1 と同様、比較例に示した電極指のピッチを小の時の構成から変更していない場合である。また、電極指のピッチのみを変更した場合とは、比較例に示した電極指のピッチが小のときから中のときに変更した場合である。電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合とは、第2の領域 142、第3の領域 144、第4の領域 143における電極指のピッチ $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$ を、電極指のピッチの関係が $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4$ となるように変更した場合である。例えば、 $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4$ を満たす電極指のピッチと

して、 $\lambda_2 = 5.00 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_3 = 4.79 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_4 = 5.19 \mu\text{m}$ とする。また、第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指の本数は同一であり、一例として、それぞれ6本である。なお、このときの第1の領域141および145における電極指の本数は、それぞれ3本および8本である。

[0124] 図12に示すように、第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指の本数を同一にして、電極指のピッチを $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4$ の関係となるように変更した場合、弾性表面波フィルタ10の通過帯域内における出力インピーダンスは、電極指のピッチを変更しない場合に比べて、図12に示したスミスチャートにおいて右上の方向に移動する。

[0125] これは、共振子14の電極指のピッチの関係が $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4$ となるように電極指のピッチを変更することにより、弾性表面波フィルタ10の通過帯域内における出力インピーダンスは、抵抗が大きくなるとともに容量性のインピーダンスに移動することを示している。

[0126] また、本実施例にかかる弾性表面波フィルタ10の通過帯域内における出力インピーダンスは、図7に示した実施例1における弾性表面波フィルタ10と比較すると、全体的に変化が小さいものの、実施例1における弾性表面波フィルタ10の通過帯域内における出力インピーダンスよりも、若干誘導性のインピーダンスへ変化している。これは、第4の領域143における電極指の対数を2から3に増加し、第3の領域144における電極指の対数を5から3に減少したことにより、スミスチャートにおいて通過帯域内における出力インピーダンスが左方向へ回転する変化を示したためであるといえる。なお、図12において、スミスチャートにおける出力インピーダンスの巻きは広がっているため、通過帯域内における出力インピーダンスにばらつきが生じやすいともいえる。

[0127] このように、第2の領域142、第3の領域144、第4の領域143における電極指の対数を同数にすることにより、弾性表面波フィルタ10の通過帯域内における出力インピーダンスを微調整することができる。これによ

り、弾性表面波フィルタ 10 の通過特性を劣化させることなく、弾性表面波フィルタ 10 の出力インピーダンスを調整することができる。

[0128] [ 6. 実施例 6 ]

次に、共振子 14 における電極指のピッチの関係が  $\lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$  であって、かつ、第 2 の領域 142、第 3 の領域 144、第 4 の領域 143 における電極指の対数が同一の場合の弾性表面波フィルタ 10 の出力インピーダンス特性について説明する。

[0129] 図 13 は、本実施例にかかる弾性表面波フィルタ 10 の出力インピーダンス特性を示す図である。図 13 において、電極指のピッチを変更しない場合を破線、電極指のピッチのみを変更した場合を一点鎖線、電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合を実線で示している。

[0130] ここで、電極指のピッチを変更しない場合とは、実施例 1 と同様、比較例に示した電極指のピッチを小の時の構成から変更していない場合である。また、電極指のピッチのみを変更した場合とは、比較例に示した電極指のピッチが小のときから中のときに変更した場合である。電極指のピッチを複数の領域ごとに分割して異なるピッチとなるように変更した場合とは、第 2 の領域 142、第 3 の領域 144、第 4 の領域 143 における電極指のピッチ  $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_3$  を、電極指のピッチの関係が  $\lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$  となるように変更した場合である。例えば、 $\lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$  を満たす電極指のピッチとして、 $\lambda_2 = 4.89 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_3 = 5.00 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_4 = 5.19 \mu\text{m}$  とする。また、実施例 5 と同様、第 2 の領域 142、第 3 の領域 144、第 4 の領域 143 における電極指の本数は同一であり、一例として、それぞれ 6 本である。なお、このときの第 1 の領域 141 および 145 における電極指の本数は、それぞれ 3 本および 8 本である。

[0131] 図 13 に示すように、第 2 の領域 142、第 3 の領域 144、第 4 の領域 143 における電極指の本数を同一にして、電極指のピッチを  $\lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$  の関係となるように変更した場合、弾性表面波フィルタ 10 の通過帯域

内における出力インピーダンスは、電極指のピッチを変更しない場合に比べて、図 13 に示したスミスチャートにおいて右の方向に移動する。これは、共振子 14 の電極指のピッチの関係が  $\lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$  となるように電極指のピッチを変更することにより、弾性表面波フィルタ 10 の通過帯域内における出力インピーダンスは、抵抗が大きくなることを示している。

[0132] また、本実施例にかかる弾性表面波フィルタ 10 の出力インピーダンスは、図 8 に示した実施例 2 における弾性表面波フィルタ 10 と比較すると、実施例 5 の場合と同様、全体的に変化が小さいものの、実施例 2 における弾性表面波フィルタ 10 の通過帯域内における出力インピーダンスよりも容量性への移動が大きくなっている。これは、第 4 の領域 143 における電極指の対数を 2 から 3 に増加し、第 3 の領域 144 における電極指の対数を 5 から 3 に減少したことにより、スミスチャートにおいて通過帯域内における出力インピーダンスが左方向へ回転する変化を示したためであるといえる。つまり、電極指の対数を同数にすることにより、第 3 の領域 144 における電極指のピッチが示す誘導性のインピーダンスへの変化が小さくなる。なお、図 13 において、スミスチャートにおける通過帯域内における出力インピーダンスの巻きは広がっているため、出力インピーダンスにばらつきが生じやすいともいえる。

[0133] このように、第 2 の領域 142、第 3 の領域 144、第 4 の領域 143 における電極指の対数を同数にすることにより、弾性表面波フィルタ 10 の出力インピーダンスを容量性および誘導性にバランスよく調整することができる。すなわち、スミスチャートにおいて、弾性表面波フィルタの出力インピーダンスを 2 以上の方向に移動させることができる。

[0134] したがって、第 2 の領域 142、第 3 の領域 144、第 4 の領域 143 における電極指のピッチを変更することだけでなく、第 2 の領域 142、第 3 の領域 144、第 4 の領域 143 における電極指の対数を変更することによっても、弾性表面波フィルタ 10 の出力インピーダンスを調整することができる。

[0135] (その他の実施の形態)

なお、本発明は、上述した実施の形態に記載した構成に限定されるものではなく、例えば以下に示す変形例のように、適宜変更を加えてもよい。

[0136] 例えば、上述した実施の形態にかかる弾性表面波フィルタは、高周波モジュールに用いられてもよい。このとき、図1に示したように、弾性表面波フィルタ10は、弾性表面波フィルタ10を通過した高周波信号を増幅する低雑音増幅器20に接続されていてもよい。

[0137] また、上述した実施の形態にかかる弾性表面波フィルタは、マルチプレクサに用いられてもよい。この場合、マルチプレクサは、複数の弾性表面波フィルタを有し、複数の弾性表面波フィルタのそれぞれは、共通端子に接続されている構成となっている。

[0138] また、上述した実施の形態では、共振子を電極指ピッチの異なる5つの領域に分割するとしたが、5つの領域に限らず、4つの領域でもよいし、6つ以上の領域であってもよい。

[0139] また、本実施の形態では、弾性表面波フィルタ10は共振子を3つ備える構成としたが、共振子の数はこれに限らず変更してもよい。例えば、弾性表面波フィルタは、5つの共振子を備えてもよい。

[0140] また、電極指のピッチおよび電極指の対数は、上述したものに限らず適宜変更してもよい。また、第4の領域における電極指のピッチは、第2の領域および第3の領域のいずれか一方における電極指のピッチよりも小さくてもよいし、両方の領域における電極指のピッチよりも小さくてもよい。

[0141] また、上述した実施の形態では、弾性表面波フィルタに用いられる3つの共振子のうち中央部分に配置された共振子が、電極指のピッチの異なる4つ以上の領域を有するとした。しかし、これに限らず、当該共振子は、4つの領域を有してもよいし、3つ以上の領域を含む構成であればさらに領域数を多くしてもよい。

[0142] また、電極指のピッチの異なる3つ以上の領域を有する共振子は1つに限らず、弾性表面波フィルタに用いられる3つの共振子のうちの両端に配置さ

れた2つの共振子であってもよい。この場合、2つの共振子の対応する各領域における電極指のピッチを同一にしてもよいし、異ならせてもよい。また、2つの共振子の対応する各領域における電極指の対数を同一にしてもよいし、異ならせてもよい。

[0143] また、共振子を構成する基板、電極、保護層等の材料は、上述したものに限らず、適宜変更してもよい。また、各共振子の電極指のピッチおよび対数は、上述した条件をみたすものであれば変更してもよい。

[0144] その他、上述の実施の形態及び変形例に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態、又は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で上述の実施の形態及び変形例における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本発明に含まれる。

### 産業上の利用可能性

[0145] 本発明は、弾性表面波フィルタを用いた高周波モジュール、デュプレクサ、マルチプレクサ、受信装置等に利用することができる。

### 符号の説明

[0146] 1 高周波モジュール  
10 弾性表面波フィルタ  
11 入力端子  
12 出力端子  
13、14、15、100 共振子  
13a、13b、14a、14b、15a、15b、101a、101b  
IDT電極  
16、17 反射器  
16a、16b、17a、17b、111a、111b、140a、140b  
バスバー電極  
110a、110b、141a、141b、142a、142b、143a、143b、144a、144b、145a、145b 電極指  
123 圧電基板

1 2 4 a 密着層

1 2 4 b 主電極層

1 2 5 保護層

1 3 1、1 3 2、1 5 1、1 5 2 領域

1 4 1、1 4 5 第1の領域

1 4 2 第2の領域

1 4 3 第4の領域

1 4 4 第3の領域

## 請求の範囲

### [請求項1]

縦結合型の弾性表面波フィルタであって、

前記弾性表面波フィルタは、弾性表面波の伝搬方向に連続して配置された複数の共振子を備え、

前記複数の共振子のそれぞれは、バスバー電極と前記バスバー電極に接続された互いに平行な複数の電極指とを有する一対の櫛形電極を有し、

一対の前記櫛形電極は、互いの前記複数の電極指が前記弾性表面波伝搬方向に交互に位置するように配置されており、

前記複数の共振子のうち前記弾性表面波フィルタの出力端子に接続された第1の共振子は、前記電極指のピッチが異なる4つ以上の領域を有し、前記4つ以上の領域のそれぞれでは前記電極指のピッチは一定であり、

前記4つ以上の領域のうち、前記共振子の弾性表面波の伝搬方向の両端側に配置された一対の第1の領域における前記電極指のピッチよりも、前記一対の第1の領域以外の領域における前記電極指のピッチは大きく、

前記一対の第1の領域の一方に隣接する第2の領域における前記電極指のピッチと、前記一対の第1の領域の他方に隣接する第3の領域における前記電極指のピッチとは、異なっている、

弾性表面波フィルタ。

### [請求項2]

前記第3の領域における前記電極指のピッチは、前記第2の領域における前記電極指のピッチよりも大きい、

請求項1に記載の弾性表面波フィルタ。

### [請求項3]

前記第2の領域における前記電極指のピッチは、前記第3の領域における前記電極指のピッチよりも大きい、

請求項1に記載の弾性表面波フィルタ。

### [請求項4]

前記4つ以上の領域とは、5つの領域である、

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の弾性表面波フィルタ。

[請求項5] 前記 5 つの領域のうちの中央に配置された第 4 の領域における前記電極指のピッチは、前記第 2 の領域における前記電極指のピッチおよび前記第 3 の領域における前記電極指のピッチの少なくともいずれかよりも小さい、

請求項 4 に記載の弾性表面波フィルタ。

[請求項6] 前記一対の第 1 の領域以外の領域のそれぞれにおける前記電極指の対数は、同数である、

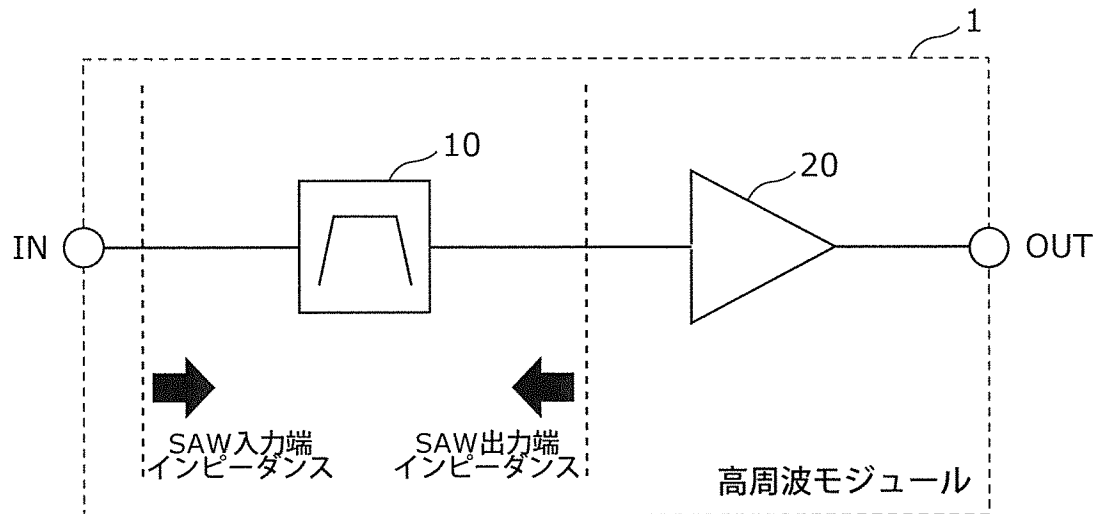
請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の弾性表面波フィルタ。

[請求項7] 請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の弾性表面波フィルタと、  
前記弾性表面波フィルタに接続され、前記弾性表面波フィルタを通過した高周波信号を増幅する低雑音増幅器とを備える、  
高周波モジュール。

[請求項8] 請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の弾性表面波フィルタを複数備え、前記複数の弾性表面波フィルタのそれぞれは、共通端子に接続されている、  
マルチプレクサ。

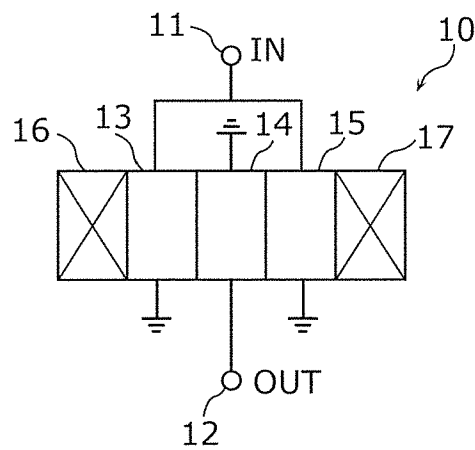
[図1]

図1



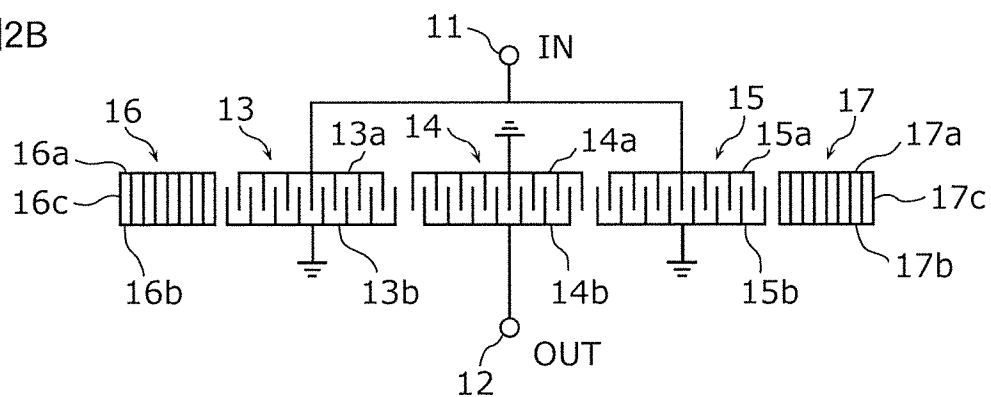
[図2A]

図2A



[図2B]

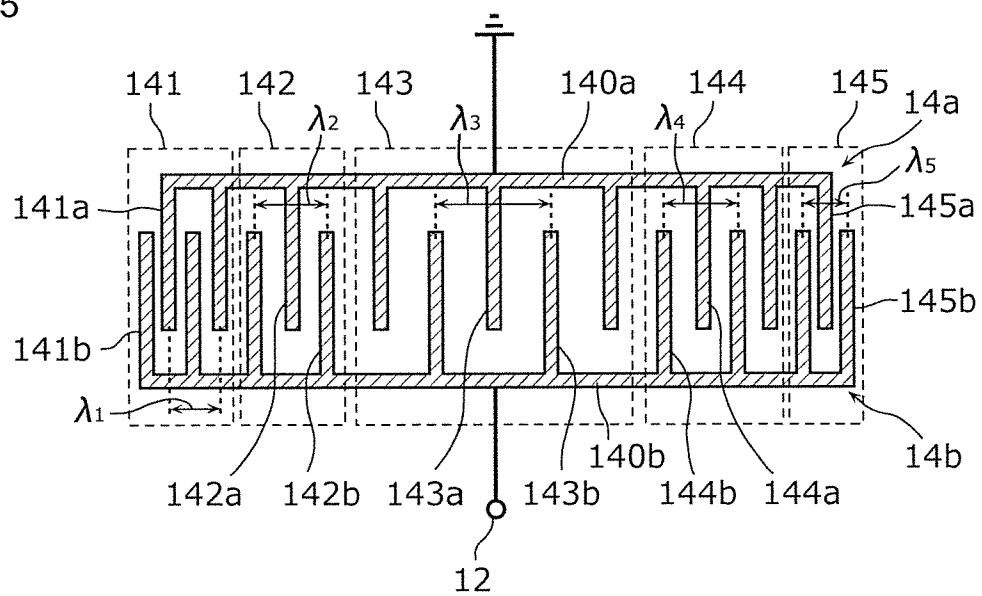
図2B





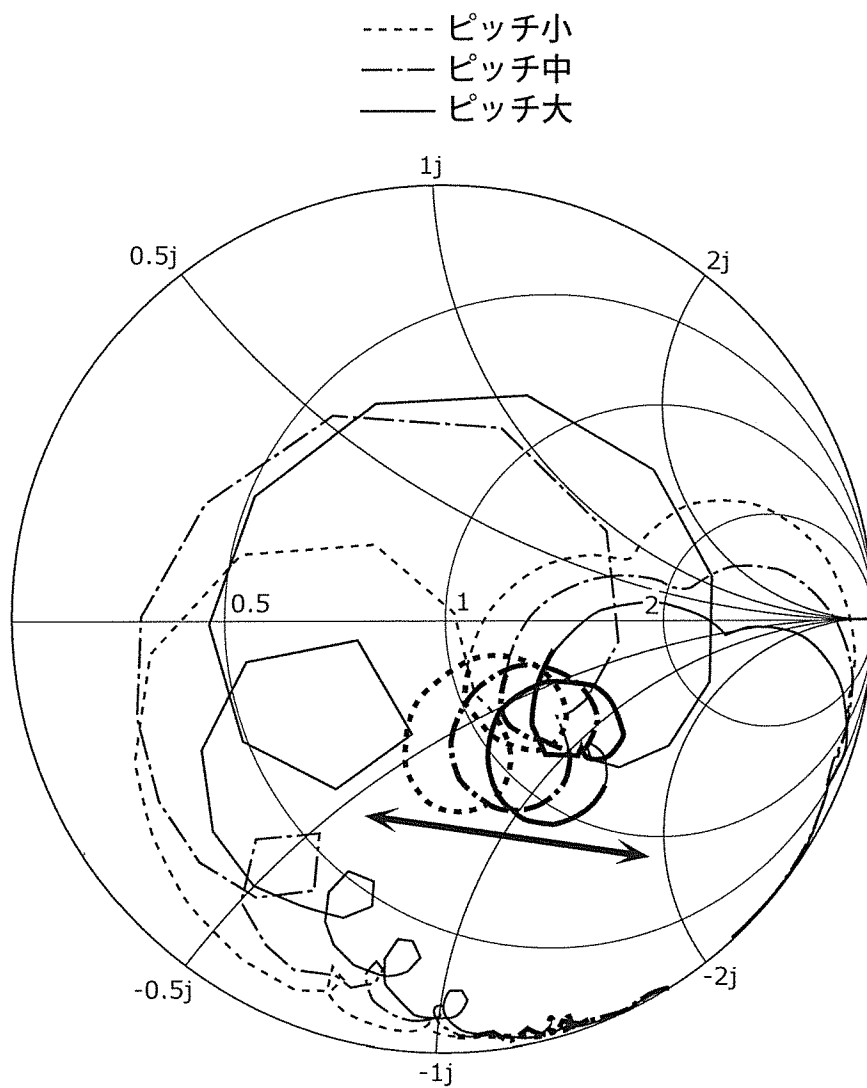
[図5]

図5



[図6]

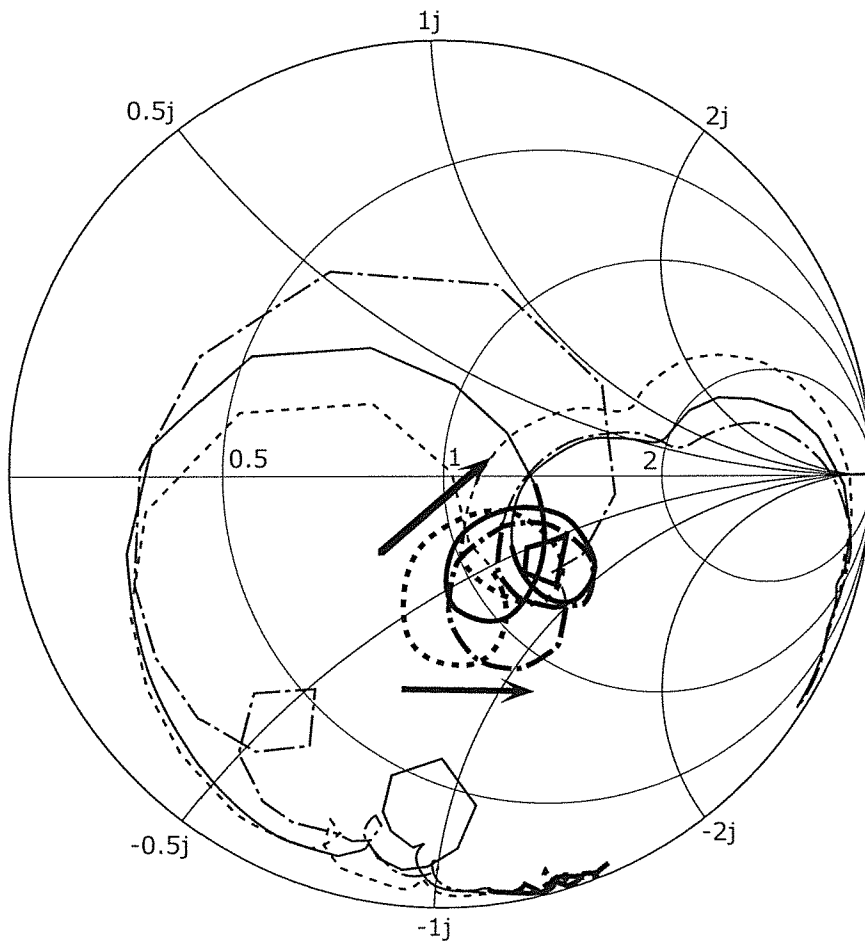
図6



[図7]

図7

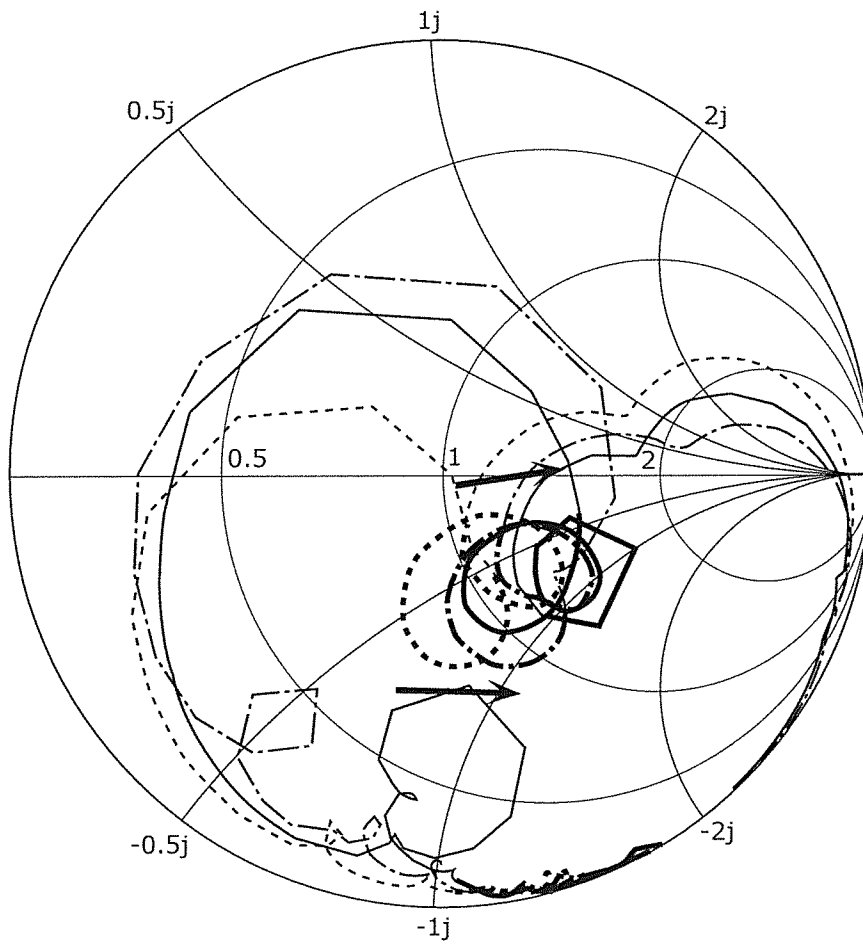
----- ピッチ変更前  
 - - - - - ピッチ分割せずピッチ変更  
 ———— ピッチ分割後( $\lambda_3, \lambda_7 < \lambda_5 < \lambda_4 < \lambda_6$ )



[図8]

図8

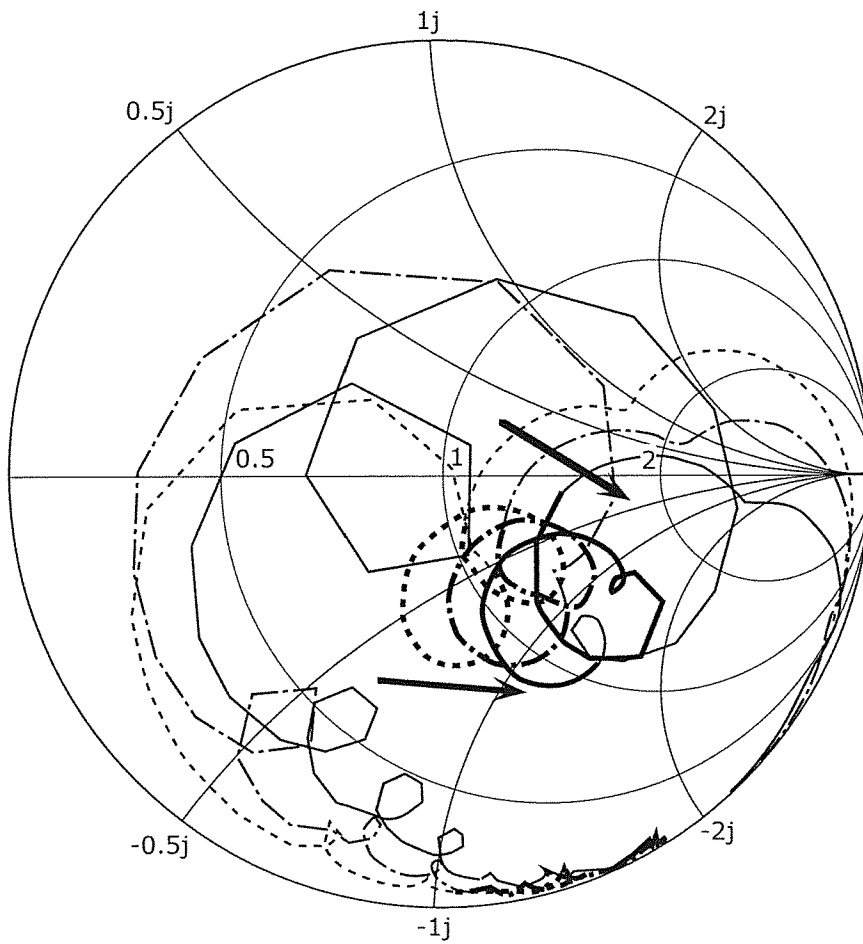
----- ピッチ変更前  
 - - - - - ピッチ分割せずピッチ変更  
 ———— ピッチ分割後( $\lambda_3, \lambda_7 < \lambda_4 < \lambda_5 < \lambda_6$ )



[図9]

図9

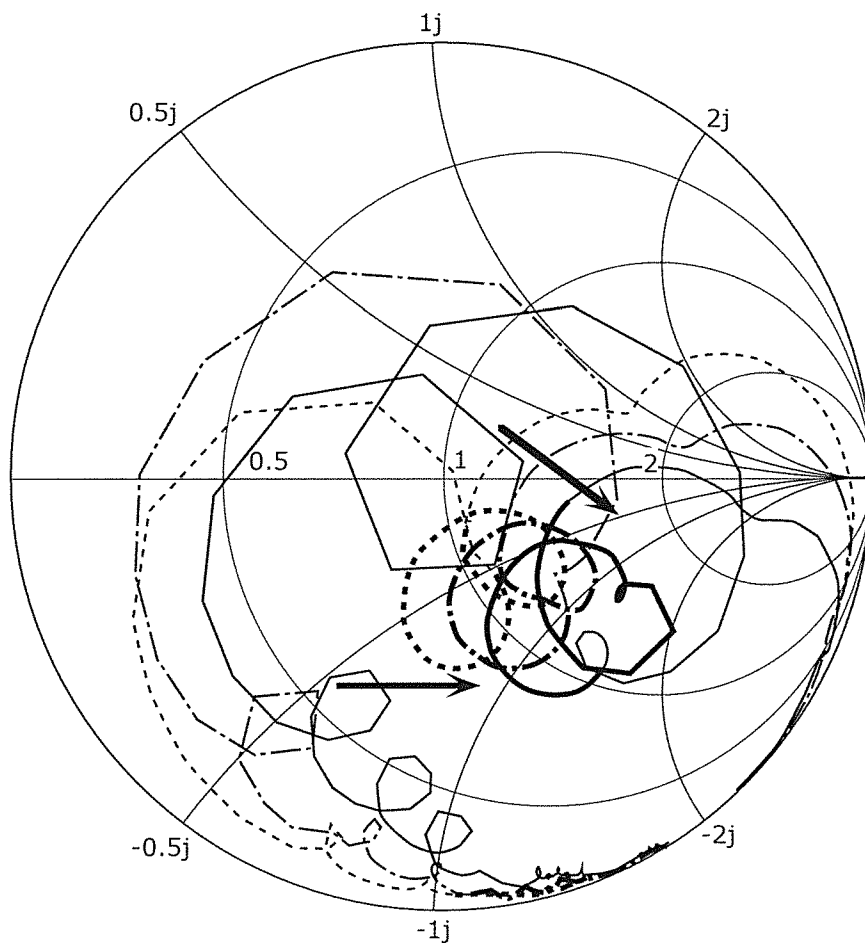
----- ピッチ変更前  
 - - - - - ピッチ分割せずピッチ変更  
 ———— ピッチ分割後( $\lambda_3, \lambda_7 < \lambda_5 < \lambda_6 < \lambda_4$ )



[図10]

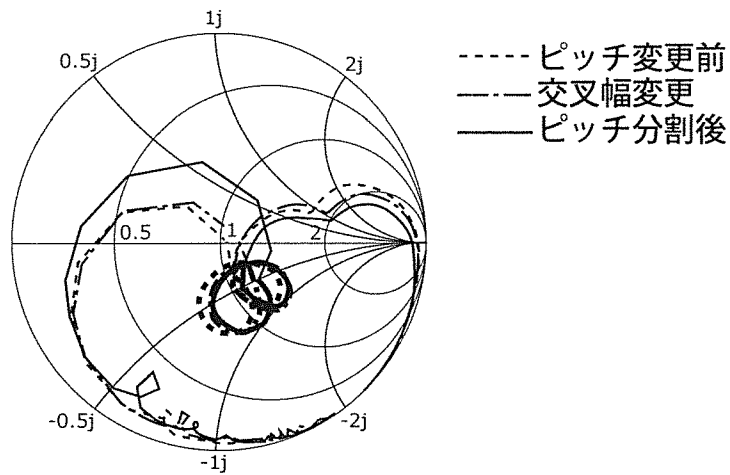
図10

----- ピッチ変更前  
- - - - - ピッチ分割せずピッチ変更  
——— ピッチ分割後( $\lambda_3, \lambda_7 < \lambda_6 < \lambda_5 < \lambda_4$ )



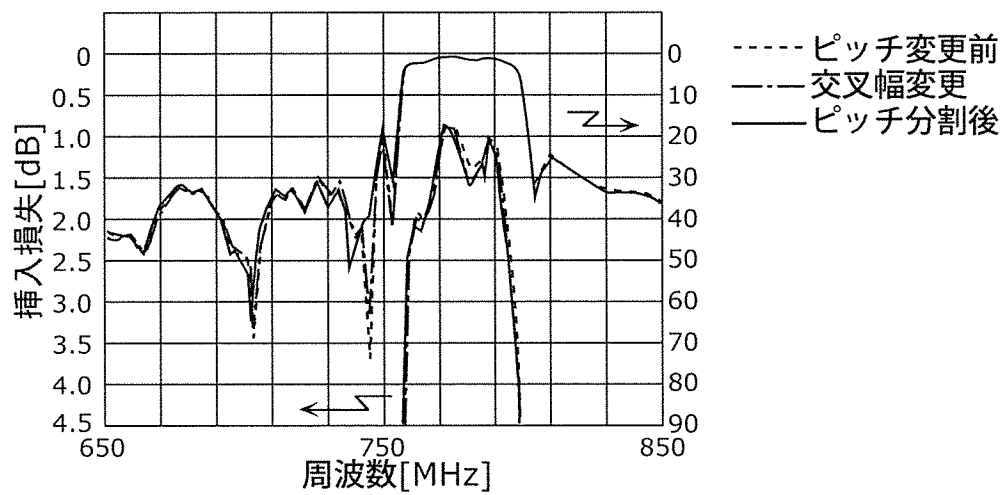
[図11A]

図11A



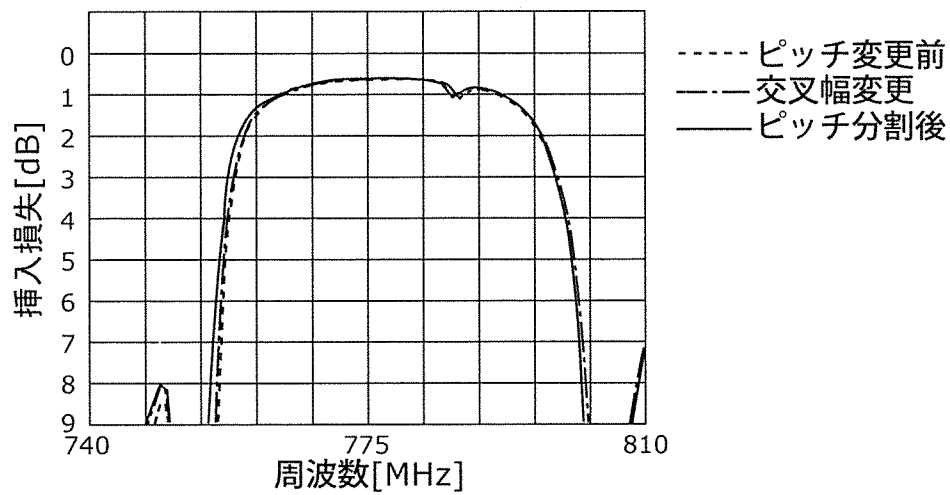
[図11B]

図11B



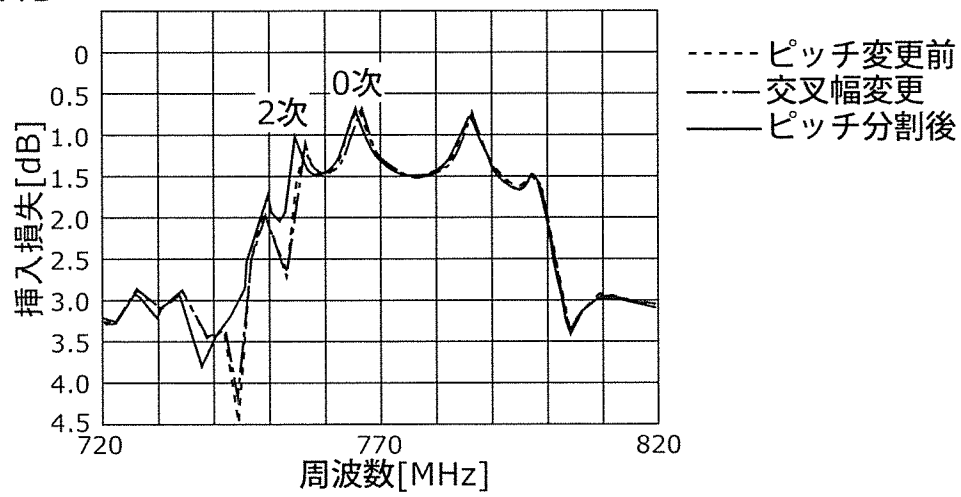
[図11C]

図11C



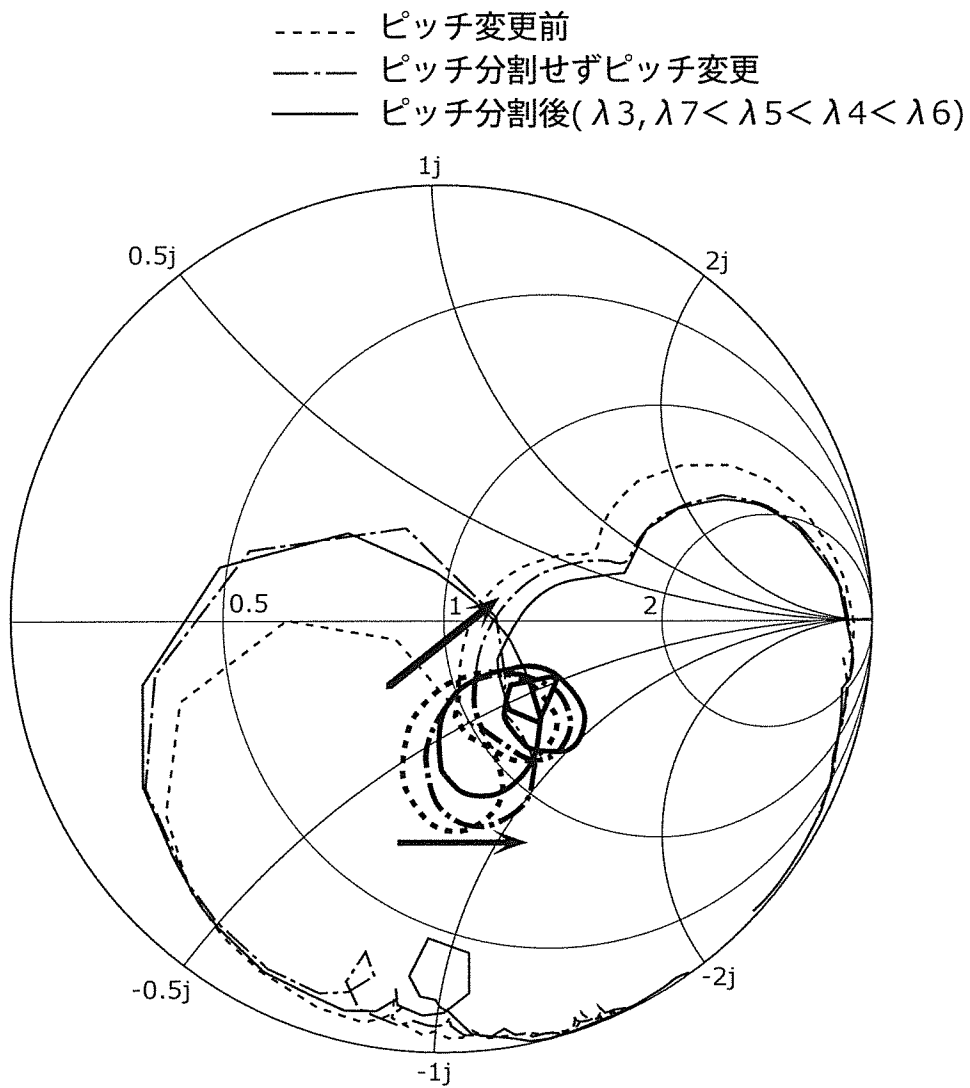
[図11D]

図11D



[図12]

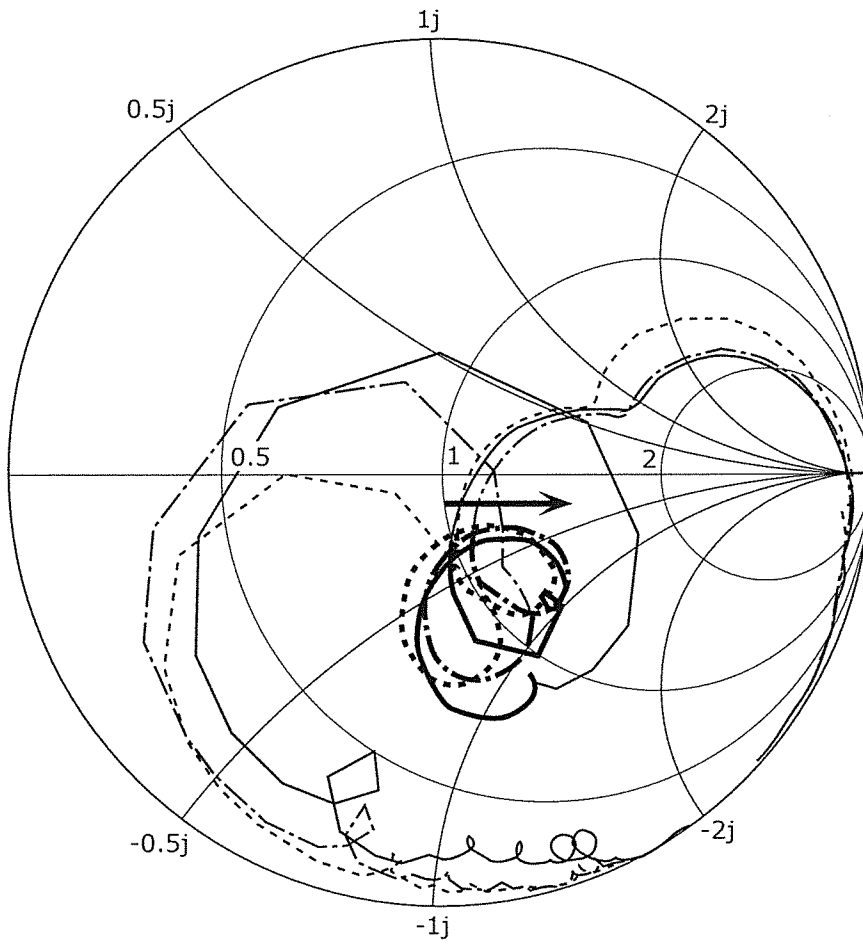
図12



[図13]

図13

----- ピッチ変更前  
- - - - - ピッチ分割せずピッチ変更  
——— ピッチ分割後( $\lambda_3, \lambda_7 < \lambda_4 < \lambda_5 < \lambda_6$ )



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/028269

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H9/145(2006.01)i, H03H9/64(2006.01)i, H03H9/72(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)

H03H9/145, H03H9/64, H03H9/72

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 | 1996-2017 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2017 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2017 |

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2008-035092 A (Kyocera Corp.),<br>14 February 2008 (14.02.2008),<br>fig. 1, 5<br>(Family: none)                                             | 1-8                   |
| A         | JP 2008-252678 A (TDK Corp.),<br>16 October 2008 (16.10.2008),<br>fig. 1, 10, 17<br>& US 2008/0238576 A1<br>fig. 1, 10, 17<br>& CN 101277100 A | 1-8                   |

☒ 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  
06 October 2017 (06.10.17)

Date of mailing of the international search report  
17 October 2017 (17.10.17)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2017/028269

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                      | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2002-084163 A (Murata Mfg. Co., Ltd.),<br>22 March 2002 (22.03.2002),<br>paragraphs [0029], [0066], [0093]; fig. 1, 17,<br>26<br>& US 2002/0000898 A1<br>paragraphs [0061], [0113], [0145]; fig. 1, 17,<br>26<br>& EP 1158672 A2 & CN 1333596 A<br>& KR 10-0434413 B | 1-8                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H03H9/145(2006.01)i, H03H9/64(2006.01)i, H03H9/72(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H03H9/145, H03H9/64, H03H9/72

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2017年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2017年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2017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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2008-035092 A（京セラ株式会社）2008.02.14, [図1], [図5]（ファミリーなし）                                                          | 1-8            |
| A               | JP 2008-252678 A（TDK株式会社）2008.10.16, [図1], [図10], [図17] & US 2008/0238576 A1, [図1], [図10], [図17] & CN 101277100 A | 1-8            |

☒ 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

06.10.2017

国際調査報告の発送日

17.10.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

石田 昌敏

5W

4181

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                                                                           |                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2002-084163 A (株式会社村田製作所) 2002.03.22, 段落<br>[0029], [0066], [0093], [図 1], [図 17], [図 26] & US 2002/0000898<br>A1, 段落[0061], [0113], [0145], [図 1], [図 17], [図 26] & EP 1158672<br>A2 & CN 1333596 A & KR 10-0434413 B | 1-8            |