

(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  
2021年3月4日(04.03.2021)



(10) 国際公開番号

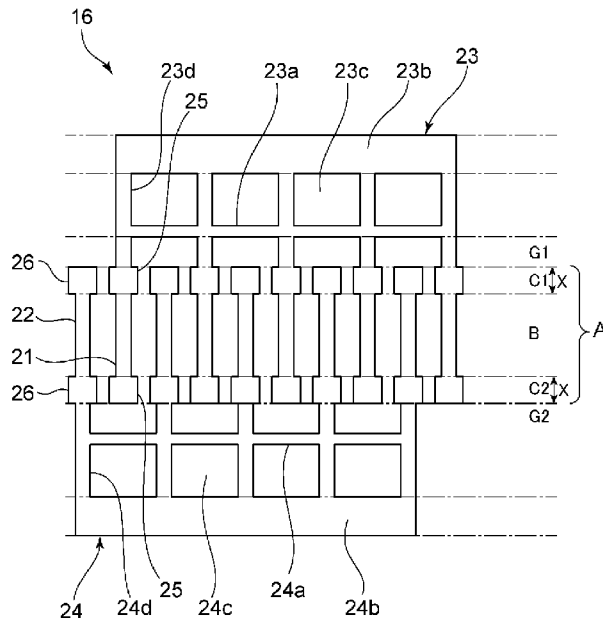
WO 2021/039639 A1

- (51) 国際特許分類: *H03H 9/145* (2006.01) *H03H 9/25* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/031658
- (22) 国際出願日: 2020年8月21日(21.08.2020)
- (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 2019-158337 2019年8月30日(30.08.2019) 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: 大門 克也 (DAIMON, Katsuya); 〒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). 瀧川 和大 (TAKIGAWA, Kazuhiro); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所 (MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028 大阪府大阪市中央区常盤町1丁目3番8号 中央大通F Nビル Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置

図4



(57) Abstract: Provided is an elastic wave device having an elastic wave resonator and a vertical coupling type elastic wave resonator filter, the elastic wave device being able to more effectively suppress a transverse mode. This elastic wave device 1 comprises an elastic wave resonator 5 and a vertical coupling type elastic wave resonator filter 6. The length dimension along the extension direction of electrode fingers 21, 22 of first and second edge regions C1, C2 in an IDT electrode is less than in the case of the elastic wave resonator 5 in the vertical coupling type elastic wave resonator filter 6.



WO 2021/039639 A1

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約: 弾性波共振子と縦結合型弾性波共振子フィルタとを有する弾性波装置であって、横モードをより一層効果的に抑制することができる、弾性波装置を提供する。弾性波共振子5と縦結合型弾性波共振子フィルタ6とを備え、IDT電極における第1, 第2のエッジ領域C1, C2の電極指21, 22の延びる方向に沿う寸法である長さが、縦結合型弾性波共振子フィルタ6において、弾性波共振子5の場合よりも短くされている、弾性波装置1。

## 明 細 書

**発明の名称**：弾性波装置

**技術分野**

[0001] 本発明は、交叉領域内において両端に低音速領域としての第1、第2のエッジ領域が設けられている構造を有する弾性波装置に関する。

**背景技術**

[0002] 下記の特許文献1に記載の弾性波装置では、ピストンモードを形成して横モードリップルの抑制が図られている。より具体的には、IDT電極において、隣り合う電極指が弾性波伝搬方向において重なり合っている領域を交叉領域とする。交叉領域が中央領域と、中央領域の電極指の延びる方向外側に配置された第1、第2のエッジ領域とを有する。この第1、第2のエッジ領域の音速が、中央領域における音速よりも低められている。そして、第1、第2のエッジ領域の外側に、中央領域よりも高音速の領域が設けられている。それによって、ピストンモードが形成されている。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0003] 特許文献1：特許第5503020号公報

**発明の概要**

**発明が解決しようとする課題**

[0004] 特許文献1に記載の弾性波装置では、ピストンモードを形成することにより、横モードリップルの抑制が図られている。

[0005] しかしながら、弾性波共振子と、縦結合型弾性波共振子フィルタとを有する弾性波装置において、弾性波共振子及び縦結合型弾性波共振子フィルタの双方において、第1、第2のエッジ領域を設けた場合、横モードを十分に抑制することができないことがあった。

[0006] 本発明の目的は、弾性波共振子と縦結合型弾性波共振子フィルタとを有する弾性波装置であって、横モードをより一層効果的に抑制することができる

、弾性波装置を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る弾性波装置は、第1の圧電基板において構成されており、IDT電極を有する弾性波共振子と、第2の圧電基板において構成されており、複数のIDT電極を有する縦結合型弾性波共振子フィルタとを備え、前記弾性波共振子の前記IDT電極及び前記縦結合型弾性波共振子フィルタの前記IDT電極が、それぞれ複数本の電極指を有し、かつ前記電極指同士が弾性波伝搬方向において交叉している交叉領域を有し、該交叉領域が、中央領域と、前記電極指の延びる方向において前記中央領域の両外側に設けられており、前記中央領域よりも音速が低い第1、第2のエッジ領域とを有し、前記第1、第2のエッジ領域の前記電極指の延びる方向外側に配置されており、前記中央領域よりも音速が高い第1、第2のギャップ領域が設けられており、前記第1、第2のエッジ領域において、前記電極指の延びる方向に沿う寸法を長さとしたときに、前記縦結合型弾性波共振子フィルタにおける前記第1、第2のエッジ領域の長さが、前記弾性波共振子における前記第1、第2のエッジ領域の長さよりも短い。

### 発明の効果

[0008] 本発明に係る弾性波装置によれば、弾性波共振子及び縦結合型弾性波共振子フィルタのいずれにおいても、横モードを効果的に抑圧することができる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の回路図である。  
[図2]図2は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置における弾性波共振子の構造を説明するための正面断面図である。  
[図3]図3は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置における弾性波共振子の電極配置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の実施形態に係る弾性波装置における弾性波共振子のIDT電極を示す平面図である。

[図5]図5は、図4に示したIDT電極の要部を拡大して示す部分切り欠き平面図である。

[図6]図6は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置における縦結合型弾性波共振子フィルタの電極配置を説明するための模式的平面図である。

[図7]図7(a)及び図7(b)は、第1の実施形態に係る弾性波装置の弾性波共振子のIDT電極の要部及び縦結合型弾性波共振子フィルタのIDT電極の要部を示す、各部分切り欠き平面図である。

[図8]図8(a)は、第1の実施形態に係る弾性波装置における弾性波共振子のインピーダンス特性を示す図であり、図8(b)はS11特性を示す図である。

[図9]図9は、実施例1に係る弾性波装置における弾性波共振子の第1、第2のエッジ領域の長さ、横モードリップルの強度であるリップル強度との関係を示す図である。

[図10]図10は、実施例1における縦結合型弾性波共振子フィルタの第1、第2のエッジ領域の長さ、横モードリップルの強度であるリップル強度との関係を示す図である。

[図11]図11は、LiNbO<sub>3</sub>膜を用いた実施例2の弾性波装置における弾性波共振子の第1、第2のエッジ領域の長さ、横モードリップルの強度であるリップル強度との関係を示す図である。

[図12]図12は、LiNbO<sub>3</sub>膜を用いた実施例2における縦結合型弾性波共振子フィルタの第1、第2のエッジ領域の長さ、横モードリップルの強度であるリップル強度との関係を示す図である。

[図13]図13は、本発明の第2の実施形態に係る弾性波装置の回路図である。

[図14]図14は、本発明の第2の実施形態に係る弾性波装置におけるIDT電極の変形例を説明するための平面図である。

[図15]図15は、本発明の第2の実施形態に係る弾性波装置におけるIDT電極のさらに他の変形例を説明するための平面図である。

## 発明を実施するための形態

- [0010] 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。
- [0011] なお、本明細書に記載の各実施形態は、例示的なものであり、異なる実施形態間において、構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることを指摘しておく。
- [0012] 図1は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の回路図である。
- [0013] 弾性波装置1は、デュプレクサであり、受信フィルタ2及び送信フィルタ3を有する。アンテナ端子4に、受信フィルタ2及び送信フィルタ3の一端が接続されている。受信フィルタ2及び送信フィルタ3は、それぞれ、弾性波フィルタである。受信フィルタ2では、縦結合型弾性波共振子フィルタ6に直列に1ポート型の弾性波共振子5が接続されている。送信フィルタ3は、複数の直列腕共振子S1～S3と、複数の並列腕共振子P1, P2とを有する。直列腕共振子S1～S3及び並列腕共振子P1, P2は、それぞれ、1ポート型弾性波共振子からなる。すなわち、送信フィルタ3は、複数の弾性波共振子を有するラダー型フィルタである。
- [0014] 受信フィルタ2の弾性波共振子5及び縦結合型弾性波共振子フィルタ6において、ピストンモードを形成するために、IDT電極の交叉領域内に、第1, 第2のエッジ領域が設けられている。この第1, 第2のエッジ領域の長さが、弾性波共振子5と縦結合型弾性波共振子フィルタ6とで異なっている。それによって、横モードをより効果的に抑圧することができる。以下、弾性波共振子5及び縦結合型弾性波共振子フィルタ6の構造をより詳細に説明する。
- [0015] 図2は、弾性波共振子5の構造を説明するための正面断面図である。弾性波共振子5では、第1の圧電基板15上に、IDT電極16及び反射器17, 18が設けられている。図3はIDT電極16及び反射器17, 18が設けられている部分を示す模式的平面図である。IDT電極16の弾性波伝搬方向両側に反射器17, 18が設けられており、それによって、1ポート型

弾性波共振子が構成されている。

- [0016] なお、図2に示すように、第1の圧電基板15では、支持基板11、高音速材料層としての高音速膜12、低音速材料層としての低音速膜13及び圧電膜14がこの順序で積層されている。圧電膜14上に、IDT電極16が積層されている。第1の実施形態では、圧電膜14はタンタル酸リチウム単結晶膜からなる。
- [0017] 支持基板11はSi、SiC等の半導体や、酸化アルミニウム、水晶等の絶縁体からなる。支持基板11の材料は特に限定されない。
- [0018] 高音速膜12は、高音速材料からなる。また低音速膜13は低音速材料からなる。
- [0019] 高音速材料とは、伝搬するバルク波の音速が、圧電膜14を伝搬する弾性波の音速よりも高い材料をいう。このような高音速材料としては、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素、シリコン、サファイア、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、水晶、アルミナ、ジルコニア、コーズライト、ムライト、ステアタイト、フォルステライト、マグネシア、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜またはダイヤモンド、上記材料を主成分とする媒質、上記材料の混合物を主成分とする媒質等の様々な材料を用いることができる。
- [0020] 低音速材料とは、伝搬するバルク波の音速が、圧電膜14を伝搬するバルク波の音速よりも低い材料をいう。このような低音速材料としては、酸化ケイ素、ガラス、酸窒化ケイ素、酸化タンタル、また、酸化ケイ素にフッ素や炭素やホウ素、水素、あるいはシラノール基を加えた化合物、上記材料を主成分とする媒質等の様々な材料を用いることができる。
- [0021] なお、高音速材料層が支持基板を兼ねていてもよい。
- [0022] 図4は、弾性波共振子5のIDT電極16を示す平面図であり、図5は、図4の要部を拡大して示す部分切り欠き平面図である。IDT電極16は、複数本の第1の電極指21と、複数本の第2の電極指22とを有する。複数本の第1の電極指21と複数本の第2の電極指22とは、互いに間挿しあつ

ている。第1の電極指21の基端が、第1のバスバー23に連ねられている。第1のバスバー23には、弾性波伝搬方向に沿って配置された複数の開口部23cが形成されている。この開口部23cよりも後述する交叉領域側の部分が内側バスバー部23aである。開口部23cの交叉幅方向外側の領域が外側バスバー部23bである。連結部23dは、第1の電極指21を延長した部分に位置している。連結部23dは、内側バスバー部23aと外側バスバー部23bとを連結している。

[0023] 第2の電極指22の基端は、第2のバスバー24に連ねられている。第2のバスバー24は、第1のバスバー23と同様に構成されている。すなわち、第2のバスバー24は、内側バスバー部24a、外側バスバー部24b、複数の開口部24c及び複数の連結部24dを有する。

[0024] なお、第1のバスバー23および第2のバスバー24には、内側バスバー部23a、24a、外側バスバー部23b、24b及び開口部23c、24cは形成されていなくともよい。

[0025] 第1の電極指21と第2の電極指22とが弾性波伝搬方向において重なっている領域が交叉領域Aである。交叉領域Aは、中央領域Bと、中央領域Bの第1、第2の電極指21、22の延びる方向外側に位置している第1、第2のエッジ領域C1、C2とを有する。第1、第2のエッジ領域C1、C2においては、第1の電極指21及び第2の電極指22に、太幅部25、26が設けられている。すなわち、第1、第2のエッジ領域C1、C2における第1、第2の電極指21、22の幅は、中央領域Bにおける第1、第2の電極指21、22の幅よりも大きい。なお、電極指の幅とは、第1、第2の電極指21、22の延びる方向と直交する方向の寸法をいうものとする。

[0026] ここで、第1、第2のエッジ領域C1、C2の、第1、第2の電極指21、22が延びる方向の寸法を第1、第2のエッジ領域C1、C2の長さXとする。太幅部25、26は、この長さXにわたり設けられている。

[0027] 他方、第1、第2のエッジ領域C1、C2の音速は、上記太幅部25、26が設けられているため、中央領域Bの音速よりも低められている。そして

、第1、第2のエッジ領域C1、C2の第1、第2の電極指21、22が延びる方向外側には、第1、第2のギャップ領域G1、G2が設けられている。

[0028] 上記第1、第2のギャップ領域G1、G2及び第1、第2のバスバー23、24の開口部23c、24cが設けられている領域の音速は、第1、第2のエッジ領域C1、C2の音速よりも高い。したがって、ピストンモードが形成され、横モードリップルを抑圧することができる。なお、第1、第2のバスバー23、24の開口部23c、24cは設けられていなくとも良い。第1、第2のギャップ領域G1、G2の音速が第1、第2のエッジ領域C1、C2の音速よりも高ければ、ピストンモードが形成される。

[0029] 図4及び図5を参照して弾性波共振子5のIDT電極16の構造を説明したが、図1に示した縦結合型弾性波共振子フィルタ6のIDT電極も同様の構造を有する。図6は縦結合型弾性波共振子フィルタ6の複数のIDT電極が設けられている部分を示す模式的平面図である。第2の圧電基板を兼ねている第1の圧電基板上に、図6に示す電極構造が設けられており、それによって、縦結合型弾性波共振子フィルタ6が構成されている。なお、第1の圧電基板でなく、第1の圧電基板と異なる第2の圧電基板上に縦結合型弾性波共振子フィルタ6が構成されていてもよい。縦結合型弾性波共振子フィルタ6では、複数のIDT電極6a～6cが弾性波伝搬方向に沿って配置されている。IDT電極6a～6cが設けられている領域の弾性波伝搬方向外側に、反射器6d、6eが配置されている。複数のIDT電極6a～6cの数は特に限定されない。

[0030] 縦結合型弾性波共振子フィルタ6の複数のIDT電極の6a～6cにおいても、図4及び図5に示したIDT電極16と同様に、ピストンモードを形成するように、交叉領域Aが中央領域Bと第1、第2のエッジ領域C1、C2とを有する。

[0031] 図7(a)及び図7(b)に示すように、本実施形態の特徴は、縦結合型弾性波共振子フィルタ6におけるIDT電極6a～6cの第1、第2のエッ

ジ領域C 1, C 2の長さXが、弾性波共振子5のIDT電極16における第1, 第2のエッジ領域C 1, C 2の長さXよりも短いことにある。それによって、横モードリップルを弾性波共振子5及び縦結合型弾性波共振子フィルタ6の双方において効果的に抑圧することができる。

[0032] 本願発明者らは、弾性波共振子と縦結合型弾性波共振子フィルタとを備える複合型の弾性波装置において、第1, 第2のエッジ領域を設けて横モードリップルの抑圧を図った場合に、双方において十分に横モードを抑圧し得ないことがあることを見出した。そして、弾性波共振子と縦結合型弾性波共振子フィルタとでは、第1, 第2のエッジ領域の長さにより、横モードリップルの抑圧効果が異なることを見出し、本発明をなすに至った。これを図8～図12を参照して説明する。

[0033] [実施例1]

第1の実施形態に係る弾性波装置として、以下の実施例1の弾性波装置を作製した。弾性波共振子5の第1の圧電基板15と縦結合型弾性波共振子フィルタ6が構成される圧電基板を同一圧電基板とした。支持基板11としてSi基板を用いた。高音速膜12として窒化ケイ素膜を用いた。高音速膜12の厚みは900nmとした。低音速膜13として、酸化ケイ素膜を用いた。低音速膜13の厚みは600nmとした。

[0034] 圧電膜14として、50° YカットX伝搬のLiTaO<sub>3</sub>膜を用いた。膜厚は600nmとした。

[0035] IDT電極16及び反射器17, 18を構成する電極材料として、AlCu膜を用いた。厚みは100nmとした。このAlCu膜と圧電膜14との間に、厚み12nmのTi層を密着層として設けた。AlCu膜上に密着層として、厚み4nmのTi層を設けた。IDT電極16上に保護膜として、酸化ケイ素膜を積層した。酸化ケイ素膜の厚みは35nmとした。

[0036] IDT電極16の中央領域Bにおけるデューティーは0.45とし、第1, 第2のエッジ領域C 1, C 2におけるデューティーは0.7とした。IDT電極の電極指ピッチで定まる波長λは2μmとした。

- [0037] 他方、縦結合型弾性波共振子フィルタ6においても、IDT電極及び保護膜は同様に構成した。
- [0038] 図8(a)、図8(b)はそれぞれ、上記実施例1における弾性波共振子のインピーダンス特性及びS11特性を示す図である。図8(b)のS11特性において、矢印Pで示す複数のリップルが現れている。
- [0039] 複数のリップルのうち、最も大きなリップルの強度をリップル強度とした。
- [0040] そして、上記実施例1において、第1、第2のエッジ領域C1、C2の長さを $0.2\lambda$ 以上、 $1.2\lambda$ 以下の範囲で変化させた。
- [0041] 図9は、弾性波共振子5における第1、第2のエッジ領域C1、C2の長さ、リップル強度との関係を示す図である。図10は、縦結合型弾性波共振子フィルタ6における第1、第2のエッジ領域C1、C2の長さ、リップル強度との関係を示す図である。
- [0042] 図9から明らかなように、弾性波共振子5では、第1、第2のエッジ領域C1、C2の長さが $0.3\lambda$ であることが最も好ましく、リップル強度が最も小さいことがわかる。また、第1、第2のエッジ領域C1、C2の長さが、 $0.2\lambda$ 以上、 $0.5\lambda$ 以下であれば、リップル強度を $1.0\text{ dB}$ 以下と、小さくし得ることがわかる。他方、縦結合型弾性波共振子フィルタ6では、第1、第2のエッジ領域C1、C2の長さが $0.2\lambda$ の場合に、リップル強度が最も小さいことがわかる。また、第1、第2のエッジ領域C1、C2の長さが、 $0.15\lambda$ 以上、 $0.25\lambda$ 以下であれば、リップル強度を $0.4\text{ dB}$ と、非常に小さくし得ることがわかる。
- [0043] 図9及び図10より、縦結合型弾性波共振子フィルタ6における第1、第2のエッジ領域C1、C2の長さXを、弾性波共振子5における第1、第2のエッジ領域C1、C2の長さXよりも短くすれば、縦結合型弾性波共振子フィルタ6及び弾性波共振子5の双方において、横モードによるリップルを効果的に抑圧し得ることがわかる。
- [0044] 上記のように、縦結合型弾性波共振子フィルタにおいて、第1、第2のエ

ッジ領域の長さが短くなっても横モードを抑制し得るのは以下の理由による  
と考えられる。通常の弾性波共振子（1ポート型共振子）と縦結合型弾性波  
共振子フィルタとを比べた場合、IDT電極における波長が同じであっても  
、縦結合型弾性波共振子フィルタでは反射器を利用してモードを形成してい  
るため、通常の弾性波共振子よりも低い周波数側に共振モードを生じさせる  
ことができる。そのため、通常の弾性波共振子に比べて、縦結合型弾性波共  
振子フィルタでは中央領域における音速が低くなっており、それに従って、  
第1、第2のエッジ領域の音速も低くなっている。IDT電極の中央領域及  
び第1、第2のエッジ領域において、音速が同様に低下した場合、相対的な  
音速差は大きくなる。そのため、縦結合型弾性波共振子フィルタでは、第1  
、第2のエッジ領域の長さが通常の弾性波共振子の場合よりも短くとも、横  
モードを抑制することができる。

[0045] [実施例2]

実施例2では、圧電膜として $128.5^\circ$  Yの $\text{LiNbO}_3$ を用いた。厚み  
は $125\text{nm}$ とした。IDT電極は圧電膜上に設けられており、圧電膜側か  
ら、NiCr、Pt、Ti、AlCu、Tiの順に積層し、各膜厚は $10\text{nm}$   
、 $30\text{nm}$ 、 $30\text{nm}$ 、 $200\text{nm}$ 、 $10\text{nm}$ となる。また、IDT電極  
を覆うように $\text{SiO}_2$ からなる第1の保護膜が設けられている。膜厚は $600$   
 $\text{nm}$ とした。 $\text{SiO}_2$ 膜としての第1の保護膜上に、第2の保護膜としてSi  
N膜が設けられている。膜厚は $25\text{nm}$ とした。

[0046] 図11は、実施例2における弾性波共振子5の第1、第2のエッジ領域C  
1、C2の長さ、リップル強度との関係を示す図である。図12は、実施  
例2における縦結合型弾性波共振子フィルタ6の第1、第2のエッジ領域C  
1、C2の長さ、リップル強度との関係を示す図である。

[0047] 図11から明らかなように、弾性波共振子5では、第1、第2のエッジ領  
域C1、C2の長さが、 $0.3\lambda$ の場合、リップル強度が最も小さい。さら  
に、第1、第2のエッジ領域C1、C2の長さが、 $0.25\lambda$ 以上、 $0.3$   
 $\lambda$ 以下であれば、リップル強度を $1.0\text{dB}$ 以下と小さくし得ることがわ

かる。また、図12から明らかなように、縦結合型弾性波共振子フィルタ6では、第1、第2のエッジ領域C1、C2の長さが、 $0.15\lambda$ である時に、リップル強度が最も小さい。さらに、第1、第2のエッジ領域C1、C2の長さが、 $0.1\lambda$ 以上、 $0.25\lambda$ 以下であれば、リップル強度を $0.5\text{ dB}$ 程度と非常に小さくし得ることがわかる。

[0048] 図11及び図12から明らかなように、圧電膜14として $\text{LiNbO}_3$ を用いた場合において、縦結合型弾性波共振子フィルタ6における第1、第2のエッジ領域C1、C2の長さを、弾性波共振子5における第1、第2のエッジ領域C1、C2の長さよりも短くすることにより、双方におけるリップル強度を効果的に小さくし得ることがわかる。

[0049] 図13は本発明の第2の実施形態に係る弾性波装置の回路図である。弾性波装置31では、縦結合型弾性波共振子フィルタ32に直列に弾性波共振子33が接続されている。この弾性波装置31は、単一の帯域通過型フィルタである。本発明は、このような単一の帯域通過型フィルタにも適用することができる。すなわち、弾性波共振子と、縦結合型弾性波共振子フィルタとを備える様々な弾性波装置に広く本発明を適用することができる。

[0050] また、第1の実施形態では太幅部を設けることにより第1、第2のエッジ領域C1、C2の音速が低められていたが、図14に示すように、第1、第2のエッジ領域C1、C2において、質量付加膜25A、26Aを積層してもよい。図14において、ハッチングを付して示した部分が質量付加膜25A、26Aが積層されている部分である。質量付加膜25A、26Aの積層により、第1、第2のエッジ領域C1、C2の音速を低めることができる。このような質量付加膜25A、26Aの材料としては、酸化ケイ素や酸窒化ケイ素等の絶縁体や、Ni、W等の金属もしくは合金を用いることができる。また、質量付加膜25A、26Aが、隣り合う電極指間の領域に至るように、弾性波伝搬方向に沿ってストライプ状に設けられてもよい。その場合には、質量付加膜25A、26Aの材料としては、絶縁性材料を用いる必要がある。なお、弾性波共振子5および縦結合型弾性波共振子フィルタ6におい

て質量付加膜 25A, 26A を設けてピストンモードを形成する場合、弾性波共振子 5 の第 1, 第 2 のエッジ領域 C1, C2 における質量付加膜 25A, 26A の厚みと、縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 の第 1, 第 2 のエッジ領域 C1, C2 における質量付加膜 25A, 26A の厚みとは同じであってもよい。

[0051] また、質量付加膜は、第 1, 第 2 のエッジ領域において電極指の圧電基板側とは反対側の面に積層してもよいし、電極指と圧電基板との間に積層されてもよい。質量付加膜を電極指と圧電基板との間に積層する場合には、質量付加膜が第 1, 第 2 のエッジ領域から第 1, 第 2 のギャップ領域を経て、バスバーと圧電体基板との間まで至るように延びていてもよい。

[0052] さらに、質量付加膜は、IDT 電極および圧電基板を覆うように形成される誘電体膜により代用されてもよい。この場合、第 1, 第 2 のエッジ領域における誘電体膜の厚みは、中央領域における誘電体膜の厚みより厚くなっている。この構成によっても、第 1, 第 2 のエッジ領域の音速を中央領域よりも低くできる。

[0053] さらに、図 15 に示すように、第 1, 第 2 の電極指 21, 22 の中央領域 B において、ハッチングを付して示すように、音速を高める高速化膜 27, 28 を積層してもよい。この場合、第 1, 第 2 のエッジ領域 C1, C2 には、上記高速化膜 27, 28 を設けない。それによって第 1, 第 2 のエッジ領域 C1, C2 の音速を相対的に低くしてもよい。なお、高速化膜とは、高速化膜中を伝搬するバルク波の音速が、圧電膜を伝搬する弾性波の音速より速い膜のことを指し、上記高速化膜 27, 28 の材料としては、 $Al_2O_3$ 、SiN、AlN 等を挙げることができる。図 15 に示した高速化膜 27, 28 は、第 1, 第 2 の電極指 21, 22 上に積層されていたが、第 1, 第 2 の電極指 21, 22 間の領域をも埋めるように設けられてもよい。すなわち、中央領域 B において、弾性波伝搬方向に延びるように、高速化膜 27, 28 が設けられていてもよい。この場合、高速化膜 27, 28 は一体であってもよい。なお、弾性波共振子 5 および縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 において

高速化膜 27, 28 を設けてピストンモードを形成する場合、弾性波共振子 5 の中央領域 B における高速化膜 27, 28 の厚みと、縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 の中央領域 B における高速化膜 27, 28 の厚みとは同じであってもよい。

[0054] また、高速化膜 27, 28 は第 1, 第 2 のエッジ領域 C 1, C 2 に設けられていてもよい。この場合、第 1, 第 2 のエッジ領域 C 1, C 2 における高速化膜 27, 28 の膜厚が、中央領域 B における高速化膜 27, 28 の膜厚より薄い。このような構成によっても、第 1, 第 2 のエッジ領域 C 1, C 2 の音速を中央領域 B よりも低くできる。

[0055] 上記の通り、本発明において、第 1, 第 2 のエッジ領域 C 1, C 2 の音速を中央領域 B の音速よりも低める構成は特に限定されない。

[0056] また、上記圧電基板において、高音速材料層が、支持基板であってもよい。すなわち、高音速材料からなる支持基板が用いられてもよい。

[0057] また、第 1, 第 2 の実施形態においては、互いに直列に接続された弾性波共振子と縦結合型弾性波共振子フィルタとにおいて、縦結合型弾性波共振子フィルタにおけるエッジ領域の長さが弾性波共振子におけるエッジ領域の長さより短い例を示した。しかしながら、本発明が適用されるのはこの例に限られない。例えば、本発明は、図 1 に示した送信フィルタ 3 に含まれる直列腕共振子 S 1 ~ S 3、並列腕共振子 P 1, P 2 のうち少なくとも 1 つの弾性波共振子と、受信フィルタ 2 に含まれる縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 とに適用されてもよい。具体的には、縦結合型弾性波共振子フィルタ 6 における第 1, 第 2 のエッジ領域 C 1, C 2 の長さが直列腕共振子 S 1 ~ S 3、並列腕共振子 P 1, P 2 のうち少なくとも 1 つの弾性波共振子における第 1, 第 2 のエッジ領域 C 1, C 2 の長さより短くてもよい。すなわち、本発明は、1 以上の 1 ポート型弾性波共振子と、1 以上の縦結合型弾性波共振子フィルタとを含む弾性波装置であれば適用することができ、エッジ領域の長さを変える弾性波共振子と縦結合型弾性波共振子フィルタとは弾性波装置のどのような場所に形成されていてもよい。

## 符号の説明

- [0058] 1…弾性波装置
- 2…受信フィルタ
- 3…送信フィルタ
- 4…アンテナ端子
- 5…弾性波共振子
- 6…縦結合型弾性波共振子フィルタ
- 6 a～6 c…I D T電極
- 6 d, 6 e…反射器
- 1 1…支持基板
- 1 2…高音速膜
- 1 3…低音速膜
- 1 4…圧電膜
- 1 5…第1の圧電基板
- 1 6…I D T電極
- 1 7, 1 8…反射器
- 2 1…第1の電極指
- 2 2…第2の電極指
- 2 3…第1のバスバー
- 2 3 a…内側バスバー部
- 2 3 b…外側バスバー部
- 2 3 c…開口部
- 2 3 d…連結部
- 2 4…第2のバスバー
- 2 4 a…内側バスバー部
- 2 4 b…外側バスバー部
- 2 4 c…開口部
- 2 4 d…連結部

- 25, 26…太幅部
- 25A, 26A…質量付加膜
- 27, 28…高速化膜
- 31…弾性波装置
- 32…縦結合型弾性波共振子フィルタ
- 33…弾性波共振子
- P1, P2…並列腕共振子
- S1～S3…直列腕共振子

## 請求の範囲

- [請求項1] 第1の圧電基板において構成されており、IDT電極を有する弾性波共振子と、
- 第2の圧電基板において構成されており、複数のIDT電極を有する縦結合型弾性波共振子フィルタとを備え、
- 前記弾性波共振子の前記IDT電極及び前記縦結合型弾性波共振子フィルタの前記IDT電極が、それぞれ複数本の電極指を有し、かつ前記電極指同士が弾性波伝搬方向において交叉している交叉領域を有し、該交叉領域が、中央領域と、前記電極指の延びる方向において前記中央領域の両外側に設けられており、前記中央領域よりも音速が低い第1、第2のエッジ領域とを有し、前記第1、第2のエッジ領域の前記電極指の延びる方向外側に配置されており、前記中央領域よりも音速が高い第1、第2のギャップ領域が設けられており、
- 前記第1、第2のエッジ領域において、前記電極指の延びる方向に沿う寸法を長さとしたときに、前記縦結合型弾性波共振子フィルタにおける前記第1、第2のエッジ領域の長さが、前記弾性波共振子における前記第1、第2のエッジ領域の長さよりも短い、弾性波装置。
- [請求項2] 前記第1の圧電基板と前記第2の圧電基板とが同一圧電基板である、請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項3] 前記第2の圧電基板が前記第1の圧電基板とは別の圧電基板である、請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項4] 前記第1、第2のエッジ領域における前記電極指の幅が、前記中央領域における前記電極指の幅よりも大きい、請求項1～3のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項5] 前記第1、第2のエッジ領域において、前記電極指に積層されている質量付加膜が設けられている、請求項1～3のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項6] 前記弾性波共振子において設けられた前記質量付加膜の厚みが、前

記縦結合型弾性波共振子フィルタにおいて設けられている前記質量付加膜の厚みと同じである、請求項5に記載の弾性波装置。

[請求項7] 前記中央領域において、前記電極指に高速化膜が積層されている、請求項1～3のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項8] 前記第1, 第2の圧電基板が、高音速材料層及び圧電膜がこの順序で積層された積層体であり、前記高音速材料層を伝搬するバルク波の音速が、前記圧電膜を伝搬する弾性波の音速よりも高い、請求項1～7のいずれか1項に記載の弾性波装置。

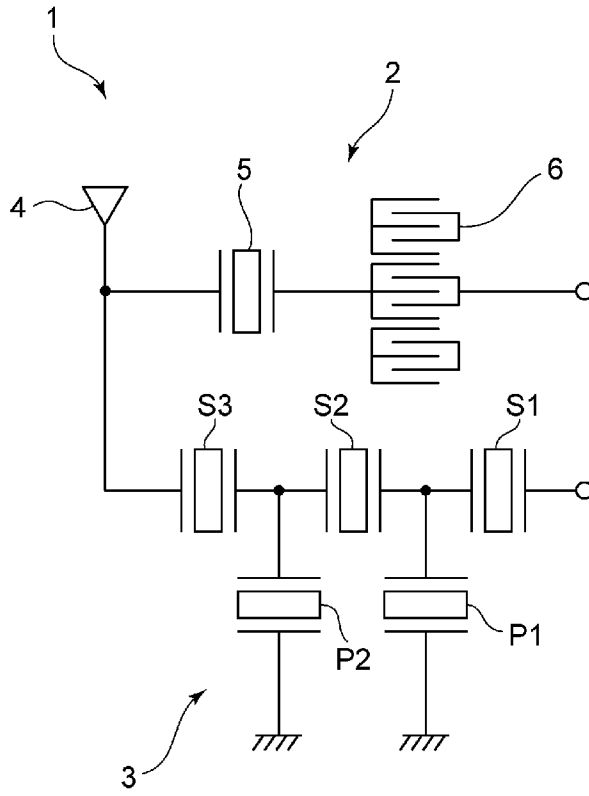
[請求項9] 前記第1, 第2の圧電基板が、前記高音速材料層と前記圧電膜との間に設けられている低音速膜をさらに含み、

前記低音速膜を伝搬するバルク波の音速が、前記圧電膜を伝搬するバルク波の音速よりも低い、請求項8に記載の弾性波装置。

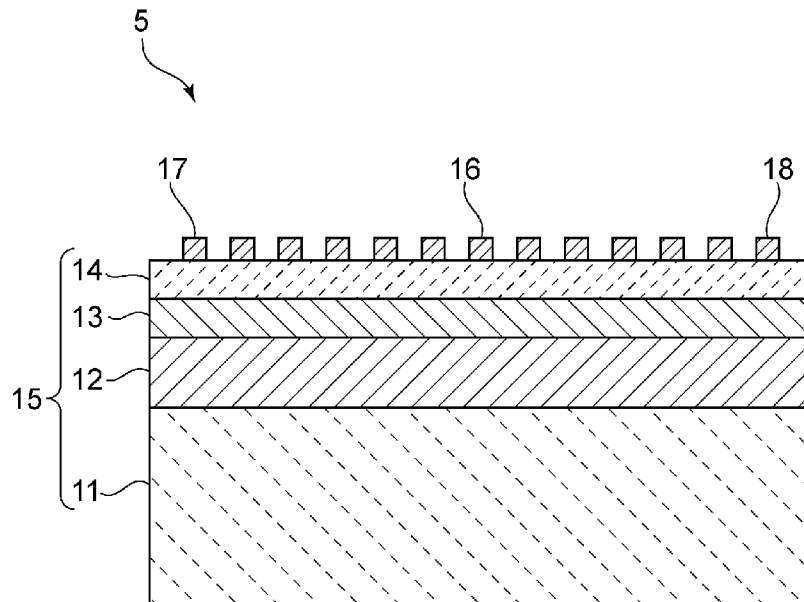
[請求項10] 前記高音速材料層が高音速材料からなる支持基板である、請求項8または9に記載の弾性波装置。

[請求項11] 前記高音速材料層が高音速材料からなる高音速膜であり、前記高音速材料層を支持している支持基板をさらに備える、請求項8または9に記載の弾性波装置。

[図1]  
図1

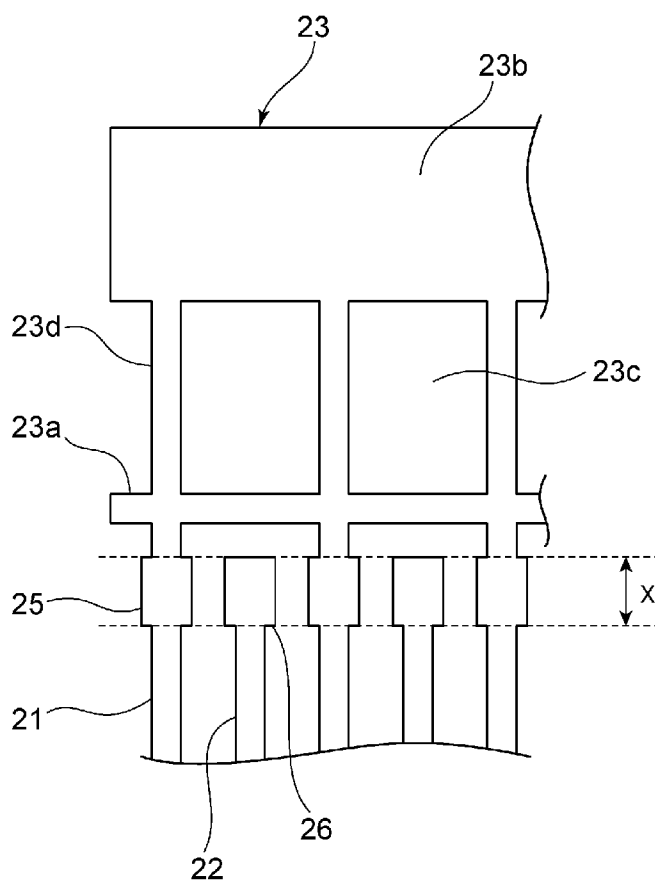


[図2]  
図2

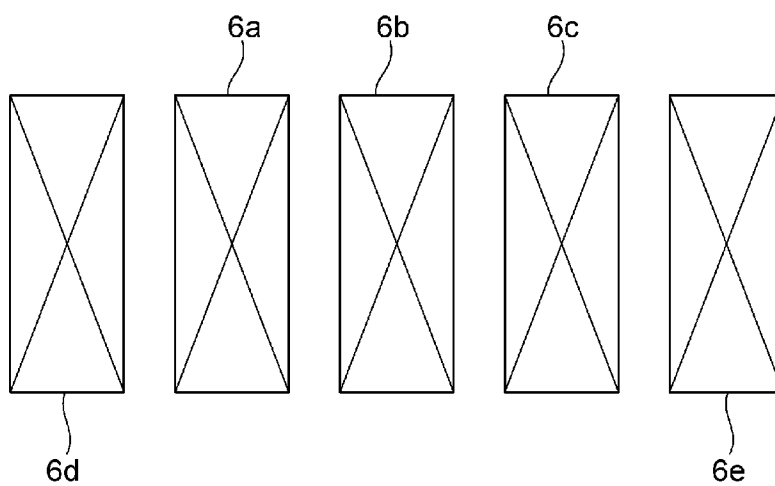




[図5]  
図5



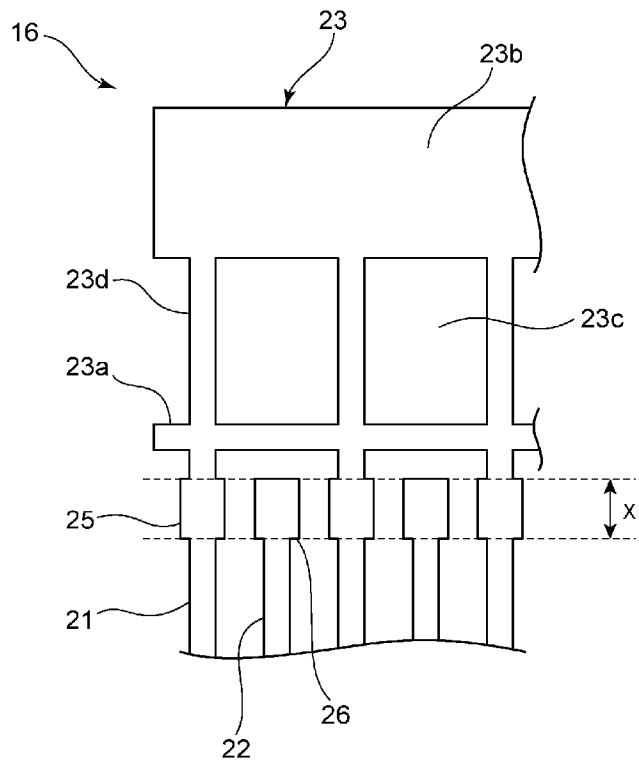
[図6]  
図6



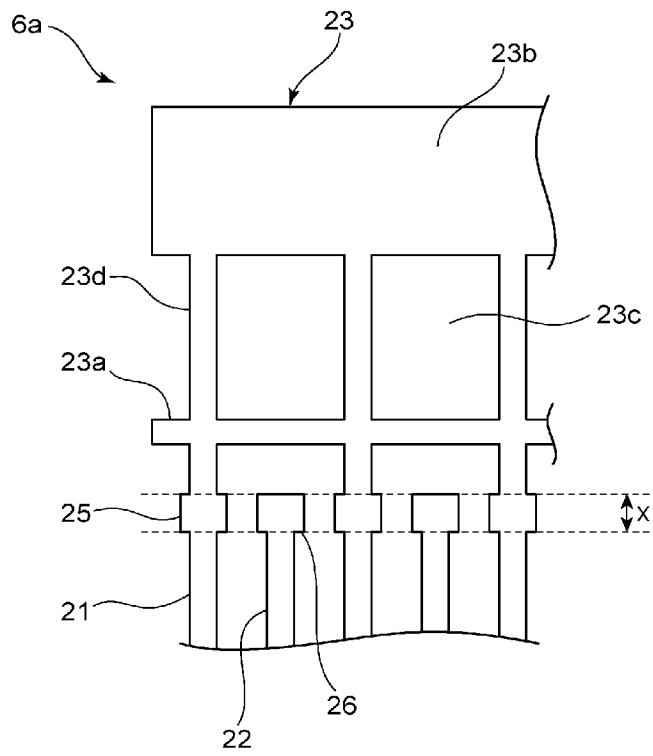
[図7]

図7

(a)

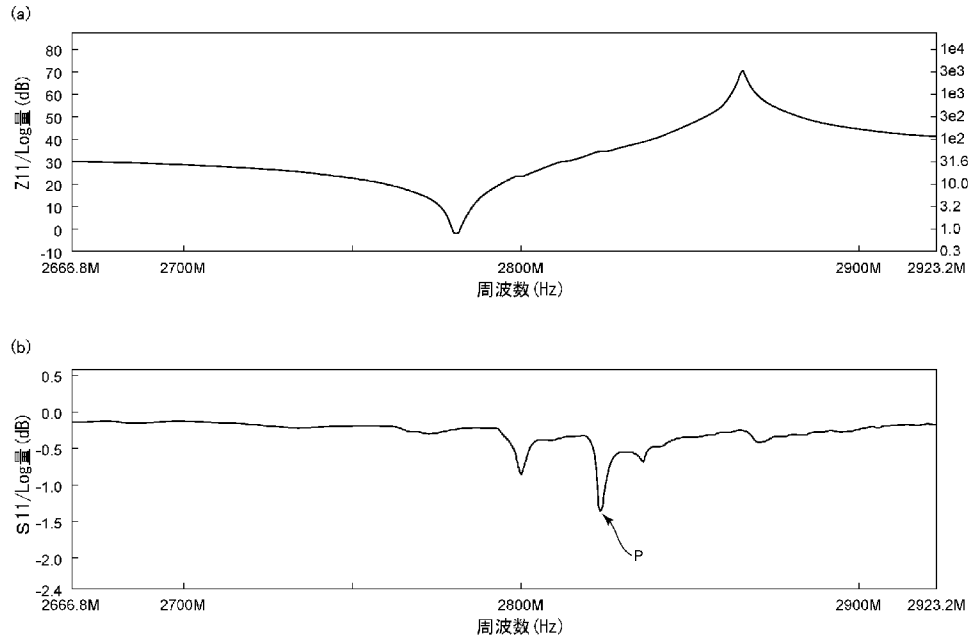


(b)



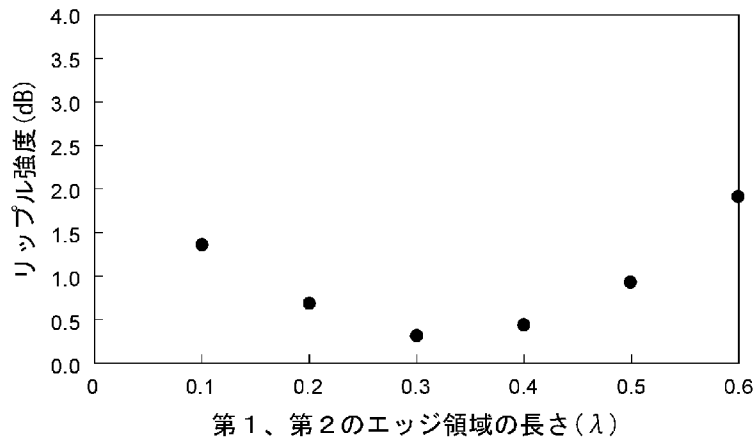
[図8]

図8



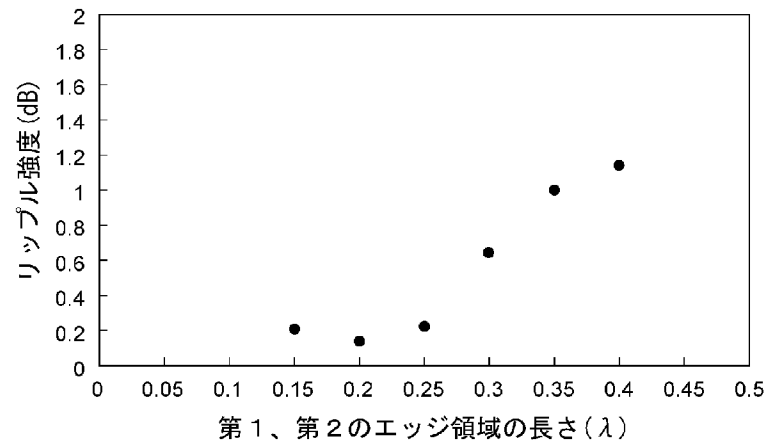
[図9]

図9

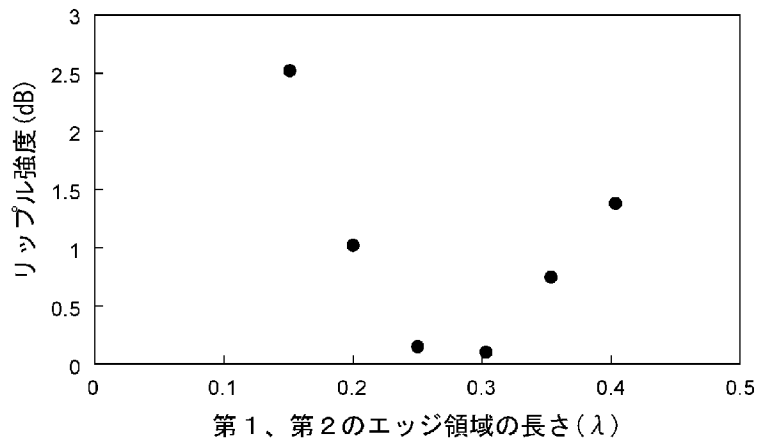


[図10]

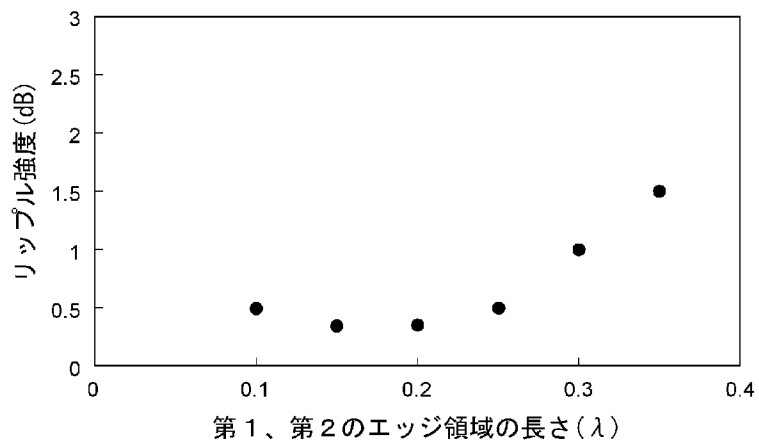
図10



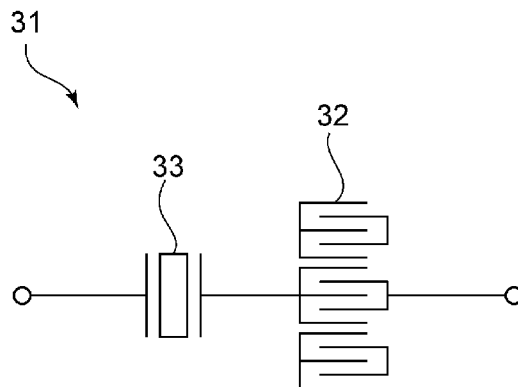
[図11]  
図11



[図12]  
図12



[図13]  
図13





**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2020/031658

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. H03H9/145 (2006.01) i, H03H9/25 (2006.01) i  
 FI: H03H9/145Z, H03H9/25C, H03H9/145C

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 Int.Cl. H03H9/145, H03H9/25

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2018/225650 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 13.12.2018 (2018-12-13), paragraphs [0019]-[0022], [0046]-[0048], [0078], fig. 1-3	1-11
A	WO 2018/003338 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 04.01.2018 (2018-01-04), paragraphs [0019]-[0043], fig. 1-4	1-11
A	WO 2016/208446 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 29.12.2016 (2016-12-29), paragraphs [0031]-[0034], [0057], [0058], [0151], fig. 1(a)-2, 23-26, 28(b)	1-11
A	WO 2015/182522 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 03.12.2015 (2015-12-03), paragraphs [0031]-[0049], [0081], [0082], fig. 1, 6	1-11

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  
 18.09.2020

Date of mailing of the international search report  
 06.10.2020

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

Authorized officer  
  
 Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/JP2020/031658

WO 2018/225650 A1	13.12.2018	US 2020/0067489 A1 paragraphs [0030]-[0033], [0057]-[0059], [0091], fig. 1-3 KR 10-2019-0133052 A CN 110663174 A
WO 2018/003338 A1	04.01.2018	US 2019/0131954 A1 paragraphs [0038]-[0062], fig. 1-4 DE 112017003190 T5 CN 109328431 A
WO 2016/208446 A1	29.12.2016	US 2018/0097508 A1 paragraphs [0059]-[0062], [0085], [0086], [0183], fig. 1A-2, 23-26, 28B DE 112016002880 T5 KR 10-2017-0134623 A CN 107615654 A
WO 2015/182522 A1	03.12.2015	US 2017/0047905 A1 paragraphs [0042]-[0060], [0100]-[0102], fig. 1, 6 DE 112015002497 T5 KR 10-2016-0145742 A CN 106464229 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H03H 9/145(2006.01)i; H03H 9/25(2006.01)i FI: H03H9/145 Z; H03H9/25 C; H03H9/145 C		
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）） H03H9/145; H03H9/25 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2018/225650 A1（株式会社村田製作所）13.12.2018（2018-12-13） 段落[0019]-[0022], [0046]-[0048], [0078], 図1-3	1-11
A	WO 2018/003338 A1（株式会社村田製作所）04.01.2018（2018-01-04） 段落[0019]-[0043], 図1-4	1-11
A	WO 2016/208446 A1（株式会社村田製作所）29.12.2016（2016-12-29） 段落[0031]-[0034], [0057]-[0058], [0151], 図1(a)-2, 23-26, 28(b)	1-11
A	WO 2015/182522 A1（株式会社村田製作所）03.12.2015（2015-12-03） 段落[0031]-[0049], [0081]-[0082], 図1, 6	1-11
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “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 18.09.2020	国際調査報告の発送日 06.10.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 志津木 康 5W 1787 電話番号 03-3581-1101 内線 3576	

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/031658

引用文献			公表日	パテントファミリー文献		公表日
WO	2018/225650	A1	13.12.2018	US 2020/0067489	A1	
				段落[0030]-[0033], [0057]-[0059], [0091], 図1-3		
				KR 10-2019-0133052	A	
				CN 110663174	A	
-----						
WO	2018/003338	A1	04.01.2018	US 2019/0131954	A1	
				段落[0038]-[0062], 図1-4		
				DE 112017003190	T5	
				CN 109328431	A	
-----						
WO	2016/208446	A1	29.12.2016	US 2018/0097508	A1	
				段落[0059]-[0062], [0085]-[0086], [0183], 図1A-2, 23-26, 28B		
				DE 112016002880	T5	
				KR 10-2017-0134623	A	
				CN 107615654	A	
-----						
WO	2015/182522	A1	03.12.2015	US 2017/0047905	A1	
				段落[0042]-[0060], [0100]-[0102], 図1, 6		
				DE 112015002497	T5	
				KR 10-2016-0145742	A	
				CN 106464229	A	
-----						