(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5月31日(31.05.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/096783 A1

(51) 国際特許分類:
H03H 9/25 (2006.01) *H03H 9/64* (2006.01)
H03H 9/145 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/035180

(22) 国際出願日： 2017年9月28日(28.09.2017)

(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 2016-227322 2016年11月22日(22.11.2016) 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: 岸本 諭卓 (KISHIMOTO, Yutaka); 〒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). 木村 哲也 (KIMURA, Tetsuya); 〒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).

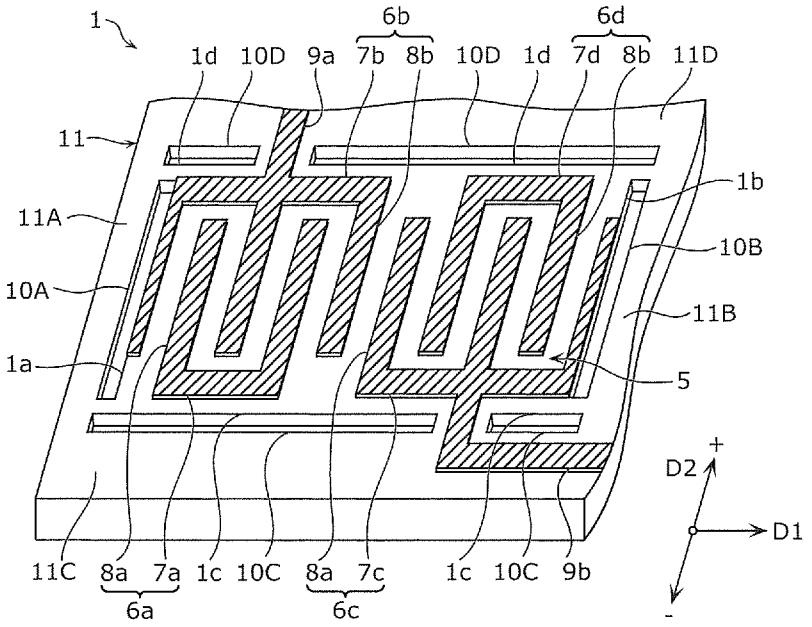
(74) 代理人: 吉川 修一, 外 (YOSHIKAWA, Shuichi et al.); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目3番10号タナカ・イトーピア新大阪ビル6階新居国際特許事務所内 Osaka (JP).

(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,

(54) **Title:** ELASTIC WAVE DEVICE, FRONT END CIRCUIT, AND COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称： 弾性波装置、フロントエンド回路および通信装置

[図1]



(57) **Abstract:** An elastic wave device (1) comprises a piezoelectric substrate (11) and an IDT electrode (5) provided on the piezoelectric substrate (11). The IDT electrode (5) has busbar electrodes (7a, 7c (or 7b, 7d)) that extend in an elastic wave propagation direction (D1), and a plurality of electrode fingers (8a (or 8b)) that are connected to the busbar electrodes (7a, 7c (or 7b, 7d)) and that extend in an orthogonal direction (D2) that is orthogonal to the elastic wave propagation direction (D1). The piezoelectric substrate (11) has grooves (10C, 10D) formed along the elastic wave propagation direction (D1). The grooves (10C (or 10D)) are provided on the side opposite, in the orthogonal direction (D2) seen from the busbar

WO 2018/096783 A1

[続葉有]

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

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

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

electrodes (7a, 7c (or 7b, 7d)), the side where the plurality of electrode fingers (8a (or 8b)) are formed.

(57) 要約：弾性波装置（１）は、圧電基板（１１）と、圧電基板（１１）に設けられたＩＤＴ電極（５）と、を備える。ＩＤＴ電極（５）は、弾性波伝搬方向（Ｄ１）に延びるバスバー電極（７ａ、７ｃ（あるいは７ｂ、７ｄ））と、バスバー電極（７ａ、７ｃ（あるいは７ｂ、７ｄ））に接続されて弾性波伝搬方向（Ｄ１）の直交方向（Ｄ２）に延びる複数の電極指（８ａ（あるいは８ｂ））とを有している。圧電基板（１１）は、弾性波伝搬方向（Ｄ１）に沿って形成された溝（１０Ｃ、１０Ｄ）を有し、溝（１０Ｃ（あるいは１０Ｄ））は、直交方向（Ｄ２）においてバスバー電極（７ａ、７ｃ（あるいは７ｂ、７ｄ））から見て、複数の電極指（８ａ（あるいは８ｂ））が形成されている側と反対側に設けられている。

明　細　書

発明の名称 ： 弾性波装置、フロントエンド回路および通信装置

技術分野

[0001] 本発明は、ＩＤＴ（ＩｎｔｅｒＤｉｇｉｔａｌ　Ｔｒａｎｓｄｕｃｅｒ）電極を有する弾性波装置、この弾性波装置を有するフロントエンド回路および通信装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、共振子や帯域フィルタとして弾性波装置が広く用いられている。

[0003] この弾性波装置の一例として、特許文献１には、互いに対向する一対の端面で弾性波を反射する端面反射型の弾性波装置が開示されている。特許文献１の弾性波装置では、弾性波伝搬方向において、ＩＤＴ電極の両外側に溝を設けることで、対向する一対の端面を形成している。そして、この一対の端面を用いて弾性波を反射することで、弾性波伝搬方向に伝搬する弾性波を弾性波装置内に閉じ込めている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第２００５／０５０８３６号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献１に示す弾性波装置では、弾性波伝搬方向に伝搬する弾性波を反射し閉じ込めることはできるが、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波を閉じ込めることができず、弾性波が弾性波装置の外部に漏洩するという問題がある。

[0006] そこで本発明は、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる弾性波装置等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

[0007] 本発明の一態様に係る弾性波装置は、圧電基板と、圧電基板に設けられたＩＤＴ電極と、を備える弾性波装置であって、ＩＤＴ電極は、弾性波伝搬方向に延びるバスバー電極と、バスバー電極に接続されて弾性波伝搬方向の直交方向に延びる複数の電極指とを有し、圧電基板は、弾性波伝搬方向に沿って形成された、少なくとも１以上の溝を有し、少なくとも１以上の溝は、直交方向においてバスバー電極から見て、複数の電極指が形成されている側と反対側に設けられている。

[0008] このように、弾性波装置は、弾性波伝搬方向に沿って形成された溝を有しているので、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波を、溝を用いて反射することができる。これにより、弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0009] また、少なくとも１以上の溝は、複数の溝で構成され、複数の溝は、直交方向に互いに対向していてもよい。

[0010] これによれば、弾性波装置は、直交方向に互いに対向する複数の溝を有しているので、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波を、溝を用いて反射し、複数の溝の間に閉じ込めることができる。これにより、弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0011] また、圧電基板は、支持基板と、支持基板上に位置する圧電層と、支持基板と圧電層との間に設けられた中間層と、を有し、ＩＤＴ電極は、圧電層上に設けられ、少なくとも１以上の溝は、圧電層から中間層の少なくとも一部に至るまで形成されていてもよい。

[0012] これによれば、圧電層、および、中間層の少なくとも一部を伝搬する弾性波を、溝を用いて反射することができる。これにより、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0013] また、圧電基板は、支持基板と、支持基板上に位置する圧電層と、支持基板と圧電層との間に設けられた中間層と、を有し、ＩＤＴ電極は、圧電層上に設けられ、少なくとも１以上の溝は、圧電層には形成されず、中間層の少なくとも一部に形成されていてもよい。

[0014] これによれば、中間層の少なくとも一部を伝搬する弾性波を、溝を用いて反射することができる。これにより、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0015] また、弾性波装置の中間層は、粒界を有していてもよい。

[0016] 例えば、中間層を伝搬する弾性波の一部が粒界によって散乱し、弾性波伝搬方向と異なる方向に弾性波が伝搬する場合であっても、本発明の弾性波装置は、弾性波伝搬方向に沿って形成された溝を有しているので、上記弾性波を反射することができる。これにより、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0017] また、中間層は、圧電層に接していてもよい。

[0018] これによって、圧電層を伝搬する弾性波のエネルギーが、厚み方向に漏洩するのを防止することができる。

[0019] また、中間層が粒界を有している場合には、圧電層に接する中間層を伝搬する弾性波の一部が散乱し、弾性波伝搬方向と異なる方向に弾性波が伝搬する場合であっても、本発明の弾性波装置は、弾性波伝搬方向の直交方向に互いに対向する溝を有しているので、上記弾性波を反射することができる。これにより、弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0020] また、中間層は、１または複数のSiO_2層を含んでいてもよい。

[0021] 例えば、SiO_2層を伝搬する弾性波の一部が散乱し、弾性波伝搬方向と異なる方向に弾性波が伝搬される場合であっても、本発明の弾性波装置は、弾性波伝搬方向に沿って形成された溝を有しているので、上記弾性波を反射することができる。これにより、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0022] また、中間層は、圧電層を伝搬する弾性波音速よりも、伝搬するバルク波音速が低速であり、支持基板は、圧電層を伝搬する弾性波音速よりも、伝搬するバルク波音速が高速であってもよい。

[0023] これによれば、圧電層から中間層に伝搬した弾性波を、支持基板と中間層との界面で反射し、圧電層に戻すことができる。これにより、弾性波エネル

ギーを圧電層内に効率的に閉じ込めることができる。

[0024] また、中間層は、圧電層を伝搬する弾性波音速よりも、伝搬するバルク波音速が低速である低音速膜と、圧電層を伝搬する弾性波音速よりも、伝搬するバルク波音速が高速である高音速膜とを有し、低音速膜は、圧電層と支持基板との間に設けられ、高音速膜は、低音速膜と支持基板との間に設けられていてもよい。

[0025] これによれば、圧電層から低音速膜に伝搬した弾性波を、高音速膜と低音速膜との界面で反射し、圧電層に戻すことができる。これにより、弾性波エネルギーを圧電層内に効率的に閉じ込めることができる。

[0026] また、中間層は、低音響インピーダンス層、および、低音響インピーダンス層よりも音響インピーダンスが高い高音響インピーダンス層のそれぞれが、少なくとも１層以上積層されており、低音響インピーダンス層の少なくとも１層は、高音響インピーダンス層よりも圧電層側に設けられていてもよい。

[0027] これによれば、圧電層から中間層に伝搬した弾性波を、低音響インピーダンス層と高音響インピーダンス層との界面で反射し、圧電層に戻すことができる。これにより、弾性波エネルギーを圧電層内に効率的に閉じ込めることができる。

[0028] また、少なくとも１以上の溝は、圧電層から中間層を経て支持基板の一部に至るまで形成されている。

[0029] このように、溝を支持基板の一部に至るまで形成することで、圧電層および中間層を伝搬する弾性波を、溝を用いて反射することができる。これにより、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0030] また、圧電基板には、ＩＤＴ電極に接続する入出力配線が設けられ、少なくとも１以上の溝は、入出力配線と異なる位置に設けられていてもよい。

[0031] これによれば、入出力配線の引き回しによる配線ロスを抑制しつつ、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波を、溝を用いて反射することがで

きる。これにより、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0032] また、圧電基板には、ＩＤＴ電極に接続する入出力配線が設けられ、入出力配線は、溝を迂回して形成されていてもよい。

[0033] これによれば、溝の長さを長くすることができ、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波を、広い範囲で反射することができる。これにより、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0034] さらに、圧電基板は、直交方向に沿って形成された、少なくとも１以上の溝を有し、直交方向に形成された少なくとも１以上の溝は、弾性波伝搬方向において、複数の電極指の最外に位置する電極指よりも外側に設けられていてもよい。

[0035] このように、弾性波装置は、直交方向に沿って形成された溝を有しているので、弾性波伝搬方向に伝搬する弾性波を、溝の側面で反射することができる。これにより、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0036] また、直交方向に沿って形成された少なくとも１以上の溝は、複数の溝で構成され、当該複数の溝は、弾性波伝搬方向に互いに対向していてもよい。

[0037] これによれば、弾性波装置は、弾性波伝搬方向に互いに対向する複数の溝を有しているので、弾性波伝搬方向に伝搬する弾性波を、溝を用いて反射し、複数の溝の間に閉じ込めることができる。これにより、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0038] また、ＩＤＴ電極は、弾性波伝搬方向に沿って形成された複数の溝と、直交方向に沿って形成された複数の溝と、によって囲まれていてもよい。

[0039] これにより、圧電層の主面に沿う全方位の弾性波を、溝を用いて反射し、複数の溝で囲まれた領域内に閉じ込めることができる。これにより、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波が外部に漏洩することを抑制するこ

とができる。

[0040] また、本発明の一態様に係るフロントエンド回路は、上記弾性波装置を備える。

[0041] これにより、弾性波の漏洩が抑制されたフロントエンド回路を提供することができる。

[0042] また、本発明の一態様に係る通信装置は、高周波信号を処理する信号処理回路と、上記フロントエンド回路と、を備える。

[0043] これにより、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波の漏洩が抑制された通信装置を提供することができる。

発明の効果

[0044] 本発明によれば、弾性波装置、高周波フロントエンド回路、または通信装置における弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波の外部への漏洩を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0045] [図1]図１は、実施の形態１に係る弾性波装置の斜視図である。

[図2A]図２Ａ、実施の形態１に係る弾性波装置の平面図である。

[図2B]図２Ｂは、図２Ａの弾性波装置をＩＩＢ－ＩＩＢ線で切断した場合の切断面を示す切断正面図である。

[図2C]図２Ｃは、図２Ａの弾性波装置をＩＩＣ－ＩＩＣ線で切断した場合の切断面を示す切断側面図である。

[図3]図３は、実施の形態１に係る弾性波装置の中間層を弾性波が伝搬する様子を示す図である。

[図4]図４は、実施の形態１の変形例１に係る弾性波装置の切断側面図である。

[図5]図５は、実施の形態１の変形例２に係る弾性波装置の切断側面図である。

[図6]図６は、実施の形態２に係る弾性波装置の平面図である。

[図7A]図７Ａは、実施の形態３に係る弾性波装置の平面図である。

[図7B]図７Ｂは、実施の形態３の変形例に係る弾性波装置の平面図である。

[図8]図８は、実施の形態４に係る弾性波装置の切断側面図である。

[図9]図９は、実施の形態５に係る弾性波装置の切断側面図である。

[図10]図１０は、実施の形態６に係るフロントエンド回路および通信装置を示す回路構成図である。

[図11]図１１は、その他の形態における弾性波装置の切断側面図である。

[図12]図１２は、その他の形態における弾性波装置の切断側面図である。

発明を実施するための形態

[0046] 以下、本発明の実施の形態について、実施の形態および図面を用いて詳細に説明する。なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的または具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置および接続形態などは、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。以下の実施の形態における構成要素のうち、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。また、図面に示される構成要素の大きさまたは大きさの比は、必ずしも厳密ではない。

[0047] （実施の形態１）

［１－１．弾性波装置の構成］

図１は、実施の形態１に係る弾性波装置１の斜視図である。図２Ａは、弾性波装置１の平面図である。図２Ｂは、図２Ａの弾性波装置１をＩＩＢ－ＩＩＢ線で切断した場合の切断面を示す切断正面図である。図２Ｃは、図２Ａの弾性波装置１をＩＩＣ－ＩＩＣ線で切断した場合の切断面を示す切断側面図である。

[0048] 弾性波装置１は、図１、図２Ａおよび図２Ｂに示すように、弾性波伝搬方向Ｄ１に互いに対向する一対の端面１ａ、１ｂを有する。また、弾性波装置１は、図１、図２Ａおよび図２Ｃに示すように、弾性波伝搬方向Ｄ１の直交方向Ｄ２に互いに対向する一対の端面１ｃ、１ｄを有する。弾性波装置１は、端面１ａ～１ｄを用いて弾性表面波を反射させる端面反射型の弾性波装置

である。

[0049] 弾性波装置１は、圧電基板１１と、圧電基板１１に設けられた櫛歯状電極６ａ、６ｂ、６ｃ、６ｄを有するＩＤＴ電極５とを備える。圧電基板１１は、支持基板２と、支持基板２上に設けられた中間層３と、中間層３上に設けられた圧電層４とによって構成される。ＩＤＴ電極５は、圧電層４上に設けられている。

[0050] 支持基板２は、図２Ｂおよび図２Ｃに示すように、互いに対向する一方主面２ａおよび他方主面２ｂを有する。支持基板２は、圧電層４を伝搬する弾性波音速よりも、伝搬するバルク波音速が高速となる材料によって形成される。支持基板２の材料としては、例えば、Ｓｉなどの半導体、サファイア、$LiTaO_3$（以下、「ＬＴ」と称する）、$LiNbO_3$（以下、「ＬＮ」と称する）、ガラスなどが挙げられる。これらの材料は、単独で用いてもよく、複数を併用してもよい。

[0051] 中間層３は、支持基板２の一方主面２ａ上に設けられている。また、中間層３は、後述する圧電層４の直下に位置し、圧電層４に接している。中間層３が圧電層に接していることで、圧電層４を伝搬する弾性波のエネルギーが、厚み方向に漏洩するのを防止することができる。

[0052] 中間層３は、圧電層４を伝搬する弾性波音速よりも、伝搬するバルク波音速が低速となる材料によって形成される。中間層３は、例えば、多結晶、アモルファスまたは一軸配向された膜により形成され、結晶粒子Ｇ１および粒界Ｇ２を有している（図３参照）。

[0053] 具体的には、中間層３はSiO_2層により形成されている。もっとも、中間層３を形成する材料としては、SiO_2の他に、窒化ケイ素、窒化アルミニウムなどを用いることができる。これらは、単独で用いてもよく、複数を併用してもよい。また、支持基板２との密着性を高める観点からは、中間層３を構成する材料として、SiO_2を用いることが望ましい。

[0054] なお、中間層３は、複数の層が積層された多層構造を有していてもよい。その場合には、積層方向において、最も支持基板２側に位置する層が、Ｓｉ

O_2により構成されることが望ましい。さらに、中間層３は弾性波が伝搬する領域（例えば、ＩＤＴ電極５や反射器が存在する領域）の直下のみにパターニングされた中間層３があってもよい。そして、弾性波の伝搬する領域外（例えば、ＩＤＴ電極５の外側の領域）に形成された中間層３からなるものであってもよい。すなわち図２Ｂ、２Ｃに示す中間層３は面内で同一の構造を取っていなくても良い。この場合、波を伝搬する領域直下に形成された中間層３は上に述べた適宜の材料であることが好ましく、弾性波を伝搬する領域外に形成された中間層３は任意の材料であって良い。

[0055] 圧電層４は、中間層３上に設けられている。圧電層４は薄膜状であり、圧電層４の厚みは、弾性波の波長をλとした場合に、例えば、厚み１λであることが望ましい。その場合、弾性波をより励振させることができる。

[0056] 圧電層４は、互いに対向する一方主面４ａおよび他方主面４ｂを有している。圧電層４の他方主面４ｂは、中間層３側に位置している。圧電層４は、ＬＴにより構成されている。もっとも、圧電層４を構成する材料としては、ＬＮなどの他の圧電単結晶を用いてもよいし、圧電セラミックスを用いてもよい。

[0057] ＩＤＴ電極５は、圧電層４の一方主面４ａ上に設けられている。弾性波装置１は、ＩＤＴ電極５により励振される弾性波として、ＳＨ波を主成分とする弾性表面波を利用している。もっとも励振される波は、ＳＨ波またはラム波（Ｓ０モード、Ｓ１モード、Ａ１モード、Ａ０モード）などの板波を含む弾性波であれば良い。ここで言う板波とは、励振される板波の波長を１λとした場合に、膜厚１λ程度以下の圧電薄板に励振される種々の波を総称している。以下の「板波」も同様の意味である。

[0058] 図１および図２Ａに示すように、ＩＤＴ電極５の一部である一対の櫛歯状電極６ａ、６ｂは互いに対向している。また、ＩＤＴ電極５の一部である一対の櫛歯状電極６ｃ、６ｄは互いに対向している。櫛歯状電極６ａ、６ｂのそれぞれは、弾性波伝搬方向Ｄ１に延びるバスバー電極７ａ、７ｂと、直交方向Ｄ２に延びる複数の電極指８ａ、８ｂとを有している。櫛歯状電極６ｃ

、６ｄのそれぞれは、弾性波伝搬方向Ｄ１に延びるバスバー電極７ｃ、７ｄと、直交方向Ｄ２に延びる複数の電極指８ａ、８ｂとを有している。複数の電極指８ａは、バスバー電極７ａ、７ｃに接続されており、複数の電極指８ｂは、バスバー電極７ｂ、７ｄに接続されている。複数の電極指８ａと複数の電極指８ｂとは、互いに間挿し合っている。複数の電極指８ａ、８ｂのうち、弾性波伝搬方向Ｄ１の最外（最も外側）に位置する両端部の電極指８ａ、８ｂの幅は、λ／８である。両端部の電極指８ａ、８ｂと異なる中央部の電極指８ａ、８ｂの幅は、λ／４である。

[0059] ＩＤＴ電極５を構成する材料としては、例えば、Ｃｕ、Ｎｉ、Ｎｉ－Ｃｒ合金、Ａｌ－Ｃｕ合金、Ｔｉ、Ａｌ、Ｐｔなどの適宜の金属または合金が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、複数を併用してもよい。また、ＩＤＴ電極５は、複数の金属膜を積層してなる積層金属膜により構成されていてもよい。なお、圧電層４の一方主面４ａ上に、ＩＤＴ電極５を覆うように温度調整膜としてのSiO_2膜が設けられてもよい。バスバー電極７ａ～７ｄの厚みは、電極指８ａ、８ｂの厚みよりも厚く形成されていてもよい。

[0060] 圧電基板１１には、ＩＤＴ電極５に接続され、ＩＤＴ電極５に電力を供給する入出力配線９ａ、９ｂが設けられている。具体的には、入出力配線９ａは櫛歯状電極６ｂのバスバー電極７ｂに接続され、入出力配線９ｂは櫛歯状電極６ｃのバスバー電極７ｃに接続されている。

[0061] 本実施の形態の弾性波装置１では、図１および図２Ａに示すように、圧電基板１１に複数の溝１０Ａ、１０Ｂ、および、複数の溝１０Ｃ、１０Ｄが設けられている。

[0062] 溝１０Ａ、１０Ｂのそれぞれは、直交方向Ｄ２に沿って形成され、弾性波伝搬方向Ｄ１に互いに対向している。溝１０Ｃ、１０Ｄのそれぞれは、弾性波伝搬方向Ｄ１に沿って形成され、直交方向Ｄ２に互いに対向している。溝１０Ａ～１０Ｄは、ＩＤＴ電極５の外側を囲むように設けられている。溝１０Ａ～１０Ｄのそれぞれの外側には、溝外基板部１１Ａ、１１Ｂ、１１Ｃ、１１Ｄが形成されている。

[0063] 溝１０Ａ、１０Ｂのそれぞれは、弾性波伝搬方向Ｄ１において、複数の電極指８ａ、８ｂの最外に位置する電極指８ａ、８ｂよりも外側に設けられている。また、溝１０Ａ、１０Ｂのそれぞれは、弾性波装置１を平面視した場合（一方主面４ａに垂直な方向から見た場合）に、最外に位置する電極指８ａ、８ｂと隣接している。

[0064] 溝１０Ｃは、直交方向Ｄ２においてバスバー電極７ａ、７ｃから見て、複数の電極指８ａが形成されている側と反対側（直交方向Ｄ２のマイナス側）に設けられている。溝１０Ｃは、平面視した場合に、バスバー電極７ａ、７ｃから所定距離ｉ１離れ、バスバー電極７ａ、７ｃに平行に形成されている。また、溝１０Ｃは、長手方向に２つに分けられ、入出力配線９ｂを避けるように入出力配線９ｂと異なる位置に設けられている。溝１０Ｃは、バスバー電極７ａ、７ｃの合計の長さよりも長く形成されていてもよい。

[0065] 溝１０Ｄは、直交方向Ｄ２において、バスバー電極７ｂ、７ｄから見て、複数の電極指８ｂが形成されている側と反対側（直交方向Ｄ２のプラス側）に設けられている。溝１０Ｄは、平面視した場合に、バスバー電極７ｂ、７ｄから所定距離ｉ２離れ、バスバー電極７ｂ、７ｄに平行に形成されている。所定距離ｉ１およびｉ２は等しく、例えばｉ１＝ｉ２＝λ／８である。また、溝１０Ｄは、長手方向に２つに分けられ、入出力配線９ａを避けるように入出力配線９ａと異なる位置に設けられている。溝１０Ｄは、バスバー電極７ｂ、７ｄの合計の長さよりも長く形成されていてもよい。

[0066] また、図２Ｂおよび図２Ｃに示すように、溝１０Ａ～１０Ｄのそれぞれは、圧電層４から中間層３の一部に至るまで形成されている。具体的には、溝１０Ａ～１０Ｄのそれぞれは、両側面１０ａおよび底部１０ｂを有し、底部１０ｂは支持基板２に到達しておらず、圧電層４の他方主面４ｂと支持基板２の一方主面２ａとの間に位置している。

[0067] 本実施の形態の弾性波装置１では、溝１０Ａの両側面１０ａのうち、最外の電極指８ｂの近くに位置する側面１０ａが端面１ａとなり、溝１０Ｂの両側面１０ａのうち、最外の電極指８ａの近くに位置する側面１０ａが端面１

ｂとなる。また、弾性波装置１では、溝１０Ｃの両側面１０ａのうち、バスバー電極７ａ、７ｃの近くに位置する側面１０ａが端面１ｃとなり、溝１０Ｄの両側面１０ａのうち、バスバー電極７ｂ、７ｄの近くに位置する側面１０ａが端面１ｄとなる。互いに対向する端面１ａ、１ｂは、弾性波伝搬方向Ｄ１に伝搬する弾性波を反射して端面１ａ、１ｂ間に閉じ込めることができる。互いに対向する端面１ｃ、１ｄは、弾性波伝搬方向Ｄ１と異なる方向（例えば直交方向Ｄ２）に伝搬する弾性波を反射して端面１ｃ、１ｄ間に閉じ込めることができる。また、弾性波装置１では、ＩＤＴ電極５が端面１ａ～１ｄによって囲まれており、圧電層４の一方主面４ａに沿う全方位の弾性波を、端面１ａ～１ｄで反射し、端面１ａ～１ｄにて囲まれる領域内に閉じ込めることができる。

[0068] なお、一方主面４ａと端面１ａとの角度（溝１０Ａ側に形成される角度）、および、一方主面４ａと端面１ｂとの角度（溝１０Ｂ側に形成される角度）は、それぞれ、７０度以上９０度以下であることが望ましい。また、一方主面４ａと端面１ｃとの角度（溝１０Ｃ側に形成される角度）、および、一方主面４ａと端面１ｄとの角度（溝１０Ｄ側に形成される角度）は、それぞれ、７０度以上９０度以下であることが望ましい。この構造により、端面１ａ～１ｄで囲まれる領域内に、弾性波を効果的に閉じ込めることができる。

[0069] 弾性波装置１の製造方法としては、例えば、以下に示す方法により製造することができる。まず、支持基板２、中間層３、圧電層４およびＩＤＴ電極５がこの順に積層された積層体を形成する。次に、上記積層体を構成する圧電層４および中間層３の一部をエッチングで除去する。このエッチングによって、溝１０Ａ～１０Ｄを形成する。上記エッチングの手法としては、ＩＣＰ－ＲＩＥ法によりエッチングすることが望ましい。ＩＣＰ－ＲＩＥ法によりエッチングする場合、溝１０Ａ～１０Ｄを高精度に作製することができる。

[0070] ［１－２．効果等］

本実施の形態に係る弾性波装置１は、圧電基板１１と、圧電基板１１に設

けられたＩＤＴ電極５と、を備える。ＩＤＴ電極５は、弾性波伝搬方向Ｄ１に延びるバスバー電極７ａ、７ｃ（あるいは７ｂ、７ｄ）と、バスバー電極７ａ、７ｃ（あるいは７ｂ、７ｄ）に接続されて弾性波伝搬方向Ｄ１の直交方向Ｄ２に延びる複数の電極指８ａ（あるいは８ｂ）とを有している。圧電基板１１は、弾性波伝搬方向Ｄ１に沿って形成された少なくとも１以上の溝１０Ｃ、１０Ｄを有し、溝１０Ｃ（あるいは１０Ｄ）のそれぞれは、直交方向Ｄ２においてバスバー電極７ａ、７ｃ（あるいは７ｂ、７ｄ）から見て、複数の電極指８ａ（あるいは８ｂ）が形成されている側と反対側に設けられている。

[0071] このように、圧電基板１１に、弾性波伝搬方向Ｄ１に沿って形成された溝１０Ｃ、１０Ｄを設けることで、弾性波伝搬方向Ｄ１と異なる方向に伝搬する弾性波を、溝１０Ｃ、１０Ｄの側面１０ａ（端面１ｃ、１ｄ）で反射させ、溝１０Ｃ、１０Ｄ間に閉じ込めることができる。これにより、弾性波装置１において、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0072] なお、溝１０Ｃ、１０Ｄは、圧電基板１１に必ずしも複数形成されている必要はない。弾性波装置１は、少なくとも１つ以上の溝を有することで、弾性波伝搬方向Ｄ１と異なる方向に伝搬する弾性波を反射して戻す効果を有する。

[0073] また、弾性波装置１の圧電基板１１は、支持基板２と、支持基板２上に位置する圧電層４と、支持基板２と圧電層４との間に設けられた中間層３と、を有しており、ＩＤＴ電極５は、圧電層４上に設けられている。そして、溝１０Ｃ、１０Ｄのそれぞれは、圧電層４から中間層３の少なくとも一部に至るまで形成されている。

[0074] このように、溝１０Ｃ、１０Ｄを、圧電層４、および、中間層３の少なくとも１部に形成することで、圧電層４のみに溝を設けた場合に比べて、圧電層４および中間層３を伝搬する弾性波を溝１０Ｃ、１０Ｄで反射することができる。これにより、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波が外部

に漏洩することを抑制することができる。なお、溝１０Ｃ、１０Ｄは、中間層３の厚み方向の一部に限られず、中間層３を貫通する深さまで形成されていてもよい。

[0075] また、本実施の形態の弾性波装置１は、図３に示すように、中間層３が結晶粒子Ｇ１および粒界Ｇ２によって形成されている場合であっても、弾性波伝搬方向と異なる方向に伝搬する弾性波の漏洩を抑制することができる。例えば、中間層３を伝搬する弾性波の一部が粒界Ｇ２によって散乱し、弾性波伝搬方向Ｄ１と異なる方向に弾性波が伝搬される場合であっても、弾性波装置１は溝１０Ｃ、１０Ｄを有しているので、溝１０Ｃ、１０Ｄを用いて上記弾性波を反射し、溝１０Ｃ、１０Ｄ間に弾性波エネルギーを閉じ込めることができる。

[0076] また、弾性波装置１のＩＤＴ電極５は、弾性波伝搬方向Ｄ１に沿って形成された複数の溝１０Ｃ、１０Ｄと、直交方向Ｄ２に沿って形成された複数の溝１０Ａ、１０Ｂと、によって囲まれている。

[0077] これにより、圧電層４の一方主面４ａに沿う全方位の弾性波が、溝１０Ａ～１０Ｄの側面で反射され、弾性波の漏洩を抑制することができる。

[0078] また、弾性波装置１は、溝１０Ａ～１０Ｄが支持基板２の他方主面２ｂまで到達せず、分断されていない構造となっている。すなわち、弾性波装置１は、溝１０Ａ～１０Ｄのそれぞれの外側に、溝外基板部１１Ａ、１１Ｂ、１１Ｃ、１１Ｄを有している。溝外基板部１１Ａ～１１Ｄは、圧電基板１１に接し、圧電基板１１と同じ材料により構成されている。例えば、圧電基板１１が実装基板として用いられる場合、溝外基板部１１Ａ～１１Ｄ上に他の素子や、回路部分を設けることができる。そのため、この弾性波装置１では、他の素子や回路部分と再接続をする必要がなく、電気的接続を簡略化することができる。また、溝外基板部１１Ａ～１１Ｄ上に、他の素子や、回路部分を設けることができるため、弾性波装置１が搭載される電子部品を小型化することができる。

[0079] ［１－３．変形例１］

図４は、実施の形態１の変形例１に係る弾性波装置１Ａの切断側面図である。

[0080] 変形例１の弾性波装置１Ａでは、溝１０Ｃによって形成される端面１ｃが、バスバー電極７ａ、７ｃに近接し、バスバー電極７ａ、７ｃの側面と面一となるように形成されている。また、溝１０Ｄによって形成される端面１ｄが、バスバー電極７ｂ、７ｄに近接し、バスバー電極７ｂ、７ｄの側面と面一となるように形成されている。

[0081] このように、溝１０Ｃ、１０Ｄをバスバー電極７ａ～７ｄに近接して設けることで、弾性波装置１Ａを小型化することができる。また、弾性波伝搬方向Ｄ１と異なる方向に伝搬する弾性波をバスバー電極７ａ～７ｄに近い位置で反射することができるので、弾性波を効率よく閉じ込めることができる。

[0082] ［１－４．変形例２］

図５は、実施の形態１の変形例２に係る弾性波装置１Ｂの切断側面図である。

[0083] 変形例２の弾性波装置１Ｂでは、溝１０Ｃ、１０Ｄのそれぞれが、圧電層４から中間層３を経て支持基板２の一部に至るまで形成されている。具体的には、溝１０Ｃ、１０Ｄが、圧電層４の一方主面４ａから、支持基板２の一方主面２ａと他方主面２ｂの間に至る深さまで形成されている。

[0084] 例えば、圧電層４、中間層３および支持基板２の材質がそれぞれ異なる場合、各材質の線膨張係数の違いにより、温度変化によるひずみが生じやすくなる。それに対し、変形例２の弾性波装置１Ｂでは、支持基板２の一部に至るまで溝１０Ｃ、１０Ｄが形成されているので、温度変化によるひずみを小さくすることができる。また、弾性波が支持基板２にしみ出している場合は、溝１０Ｃ、１０Ｄを支持基板２の一部に至らせることで、より弾性波の閉じ込め効率を向上することができる。

[0085] なお、弾性波装置１Ｂでは、中間層３が低音速膜３４によって構成され、支持基板２が高音速支持基板で構成されていてもよい。

[0086] 低音速膜とは、圧電層４を伝搬する弾性波音速よりも、伝搬するバルク波

音速が低速でいる膜である。高音速支持基板とは、圧電層４を伝搬する弾性波音速よりも、伝搬するバルク波音速が高速である支持基板である。

[0087] 具体的には、高音速支持基板上に音速が相対的に低い低音速膜が積層され、この低音速膜上に圧電層４が積層されている。中間層３は、弾性波が伝搬する領域（例えばＩＤＴ電極５や反射器が存在する領域直下のみ）に低音速膜がパターニングされていてもよい。そして、弾性波が伝搬する領域外（例えばＩＤＴ電極５の外側の領域外）には、適宜の材料（例えばSiO_2）が形成されているものであってもよい。また、中間層３と高音速支持基板の間に適宜の材料が形成されていても良い。

[0088] 上記の高音速支持基板は、弾性波エネルギーを高音速支持基板中に閉じ込める機能を有している。つまり、弾性波エネルギーは、高音速支持基板の上方よりも上側の領域（圧電層及び低音速膜まで含む領域）に閉じ込めることが可能となる。

[0089] 低音速膜としては、酸化ケイ素、ガラス、酸窒化ケイ素、酸化タンタル、酸化ケイ素にフッ素または炭素またはホウ素を加えた化合物、または、上記各材料を主成分とする材料のいずれかからなる。

[0090] 高音速支持基板としては、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、シリコン、サファイア、リチウムタンタレート、リチュウムニオベイト、水晶等の圧電体、アルミナ、ジルコニア、コージライト、ムライト、ステアタイト、フォルステライト等の各種セラミック、マグネシアダイヤモンド、または、上記各材料を主成分とする材料、上記各材料の混合物を主成分とする材料のいずれかからなる。

[0091] 弾性波装置１Ｂにおいて、溝１０Ａ～１０Ｄは、圧電層４の一方主面４ａから低音速膜を経て、高音速支持基板の一部に至るまで形成されている。本実施の形態のように中間層３が低音速膜で構成された構造である場合、弾性波エネルギーは高音速支持基板の上方よりも上側の領域（圧電層４および低音速膜まで含む領域）に閉じ込められているので、溝１０Ａ～１０Ｄは高音速支持基板の一部にまで形成されることが望ましい。

[0092] なお、弾性波装置１Ｂにおける溝１０Ｃ、１０Ｄの形成方法としては、まず、エッチングにより圧電層４および中間層３を除去する。次に、ダイシングにより支持基板２の一部を除去し、溝１０Ｃ、１０Ｄを形成する。これにより、圧電層４から支持基板２の一部までに至る溝１０Ｃ、１０Ｄを形成することができる。

[0093] （実施の形態２）

図６は、実施の形態２に係る弾性波装置１Ｃの平面図である。

[0094] 弾性波装置１Ｃは、ＩＤＴ電極５、５ｔが直交方向Ｄ２に２つ並んで配置されている。そして、一方のＩＤＴ電極５に対応して溝１０Ａ、１０Ｂ、１０Ｃ、１０Ｄが形成され、もう一方のＩＤＴ電極５ｔに対応して溝１０Ａｔ、１０Ｂｔ、１０Ｃｔ、１０Ｄｔが形成されている。

[0095] もう一方のＩＤＴ電極５ｔの構成は、実施の形態１のＩＤＴ電極５とほぼ同じ構成であり、重複する説明を省略する。また、もう一方のＩＤＴ電極５ｔに対応する溝１０Ａｔ、１０Ｂｔ、１０Ｃｔ、１０Ｄｔのそれぞれの構成は、実施の形態１の溝１０Ａ、１０Ｂ、１０Ｃ、１０Ｄとほぼ同じであり、重複する説明を省略する。

[0096] この弾性波装置１Ｃでは、ＩＤＴ電極５、５ｔが入出力配線９ａを介して直列に接続されている。具体的には、ＩＤＴ電極５の櫛歯状電極６ｂと、ＩＤＴ電極５ｔの櫛歯状電極６ｃとが、入出力配線９ａによって接続されている。また、ＩＤＴ電極５の櫛歯状電極６ｃに入出力配線９ｂが接続されている。ＩＤＴ電極５ｔの櫛歯状電極６ｂに入出力配線９ｃが接続されている。溝１０Ｃｔは入出力配線９ａを避けるように、溝１０Ｄｔは入出力配線９ｃを避けるように設けられている。すなわち、溝１０Ｃｔ、１０Ｄｔのそれぞれは、入出力配線９ａ、９ｃと異なる位置に設けられている。

[0097] 本実施の形態に係る弾性波装置１Ｃは、圧電基板１１と、圧電基板１１に設けられたＩＤＴ電極５およびＩＤＴ電極５ｔと、を備える。ＩＤＴ電極５、５ｔは、弾性波伝搬方向Ｄ１に延びるバスバー電極７ａ、７ｃ（あるいは７ｂ、７ｄ）と、バスバー電極７ａ、７ｃ（あるいは７ｂ、７ｄ）に接続さ

れて弾性波伝搬方向Ｄ１の直交方向Ｄ２に延びる複数の電極指８ａ（あるいは８ｂ）とを有している。圧電基板１１は、弾性波伝搬方向Ｄ１に沿って形成された複数の溝１０Ｃ、１０Ｄ、および、複数の溝１０Ｃｔ、１０Ｄｔを有し、複数の溝１０Ｃ（あるいは１０Ｄ、１０Ｃｔ、１０Ｄｔ）のそれぞれは、直交方向Ｄ２においてバスバー電極７ａ、７ｃ（あるいは７ｂ、７ｄ）から見て、複数の電極指８ａ（あるいは８ｂ）が形成されている側と反対側に設けられている。

[0098] このように、２つのＩＤＴ電極５、５ｔを有する場合であっても、ＩＤＴ電極５、５ｔのそれぞれに対応して溝１０Ｃ、１０Ｄ、１０Ｃｔ、１０Ｄｔを設けることで、弾性波伝搬方向Ｄ１と異なる方向に伝搬する弾性波を、溝１０Ｃ、１０Ｄの端面１ｃ、１ｄ、または、溝１０Ｃｔ、１０Ｄｔの端面１ｃ、１ｄで反射し、溝１０Ｃ、１０Ｄ間または溝１０Ｃｔ、１０Ｄｔ間に閉じ込めることができる。これにより、弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0099] （実施の形態３）

図７Ａは、実施の形態３に係る弾性波装置１Ｄの平面図である。

[0100] 弾性波装置１Ｄでは、入出力配線９ａが溝１０Ｄを迂回して形成されている。弾性波装置１ＤにおけるＩＤＴ電極５、５ｔの構成は、実施の形態２とほぼ同じであり、重複する説明を省略する。

[0101] この弾性波装置１Ｄでは、一方のＩＤＴ電極５ともう一方のＩＤＴ電極５ｔの間に位置する溝１０Ｄが１本であり、溝１０ＤがＩＤＴ電極５とＩＤＴ電極５ｔとで兼用されている。そして、ＩＤＴ電極５の櫛歯状電極６ｂと、ＩＤＴ電極５ｔの櫛歯状電極６ｃとが、入出力配線９ａによって接続されている。入出力配線９ａは、溝１０Ｄを避けるように形成されている。

[0102] 本実施の形態に係る弾性波装置１Ｄは、弾性波伝搬方向Ｄ１に沿って形成された複数の溝１０Ｃ、１０Ｄ、１０Ｄｔを有し、複数の溝１０Ｃ（あるいは１０Ｄ、１０Ｄｔ）のそれぞれは、直交方向Ｄ２においてバスバー電極７ａ、７ｃ（あるいは７ｂ、７ｄ）から見て、複数の電極指８ａ（あるいは８

ｂ）が形成されている側と反対側に設けられている。

[0103] このように、２つのＩＤＴ電極５、５ｔを有する場合であっても、ＩＤＴ電極５、５ｔのそれぞれに対応して溝１０Ｃ、１０Ｄ、１０Ｄｔを設けることで、弾性波伝搬方向Ｄ１と異なる方向に伝搬する弾性波を、溝１０Ｃ、１０Ｄの端面１ｃ、１ｄ、または、溝１０Ｄ、１０Ｄｔの端面１ｃ、１ｄで反射し、溝１０Ｃ、１０Ｄ間または溝１０Ｄ、１０Ｄｔ間に閉じ込めることができる。これにより、弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0104] 図７Ｂは、実施の形態３の変形例に係る弾性波装置１Ｅの平面図である。

[0105] 変形例の弾性波装置１Ｅでは、入出力配線がバスバー電極から引き出され、溝１０Ｃ、１０Ｄ、１０Ｄｔを迂回して形成されている。溝１０Ｃ、１０Ｄ、１０Ｄｔのそれぞれは、一本の溝により形成されている。

[0106] 具体的には、入出力配線９ｂは、ＩＤＴ電極５のバスバー電極７ａから引き出され、溝１０Ｃを迂回するように形成されている。入出力配線９ａは、ＩＤＴ電極５ｔのバスバー電極７ｃから引き出され、溝１０Ｄを迂回し、ＩＤＴ電極５のバスバー電極７ｄに接続されている。入出力配線９ｃは、溝１０Ｄｔを迂回し、ＩＤＴ電極５ｔのバスバー電極７ｂに接続されている。

[0107] 変形例の弾性波装置１Ｅでは、ＩＤＴ電極５、５ｔのそれぞれに対応して溝１０Ｃ、１０Ｄ、１０Ｄｔを設けることで、弾性波伝搬方向Ｄ１と異なる方向に伝搬する弾性波を、溝１０Ｃ、１０Ｄのそれぞれの端面１ｃ、１ｄ、または、溝１０Ｄ、１０Ｄｔのそれぞれの端面１ｃ、１ｄで反射し、溝１０Ｃ、１０Ｄ間または溝１０Ｄ、１０Ｄｔ間に閉じ込めることができる。これにより、弾性波が外部に漏洩することを抑制することができる。

[0108] また、ＩＤＴ電極５、５ｔ間の溝１０Ｄを兼用して１本とすることで、弾性波装置１Ｅの直交方向Ｄ２の寸法を小さくすることができ、弾性波装置１Ｅを小型化することができる。

[0109] （実施の形態４）

図８は、実施の形態４に係る弾性波装置１Ｆの切断側面図である。この切

断側面図は、図２Ｃで示す切断面と同じ位置で弾性波装置１Ｆを切断した場合の側面図である。

[0110] 図８に示すように、弾性波装置１Ｆでは、中間層３が、高音速膜３３および低音速膜３４によって構成されている。具体的には、支持基板２上に音速が相対的に高い高音速膜３３が積層され、高音速膜３３上に音速が相対的に低い低音速膜３４が積層され、低音速膜３４上に圧電層４が積層されている。中間層３は、弾性波が伝搬する領域（例えばＩＤＴ電極５や反射器が存在する領域直下のみ）に高音速膜３３と低音速膜３４がパターニングされていてもよい。そして、弾性波が伝搬する領域外（例えばＩＤＴ電極５の外側の領域外）には、適宜の材料、例えばSiO_2が形成されているものであってもよい。また、中間層３と支持基板２の間に適宜の材料が形成されていても良い。

[0111] 高音速膜３３は、弾性波が高音速膜３３より下側に漏れないように、弾性波を圧電層４および低音速膜３４が積層されている部分に閉じ込める機能を有している。高音速膜３３は、例えば窒化アルミニウムからなる。もっとも、上記弾性波を閉じ込め得る限り、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素、ＤＬＣ膜またはダイヤモンド、これらの材料を主成分とする媒質、これらの材料の混合物を主成分とする媒質等のさまざまな高音速材料を用いることができる。弾性波を圧電層４および低音速膜３４が積層されている部分に閉じ込めるには、高音速膜３３の膜厚は厚いほど望ましく、弾性波の波長λの０．１倍以上、さらには１．５倍以上であることが望ましい。

[0112] 低音速膜３４は酸化ケイ素からなる。もっとも、低音速膜３４を構成する材料としては圧電層４を伝搬するバルク波よりも低音速のバルク波音速を有する適宜の材料を用いることができる。このような材料としては、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を加えた化合物など、上記材料を主成分とした媒質を用いることができる。

[0113] なお、高音速膜３３とは、圧電層４を伝搬する表面波や境界波の弾性波よりも、高音速膜３３中のバルク波の音速が高速となる膜をいうものとする。また、低音速膜３４とは、圧電層４を伝搬するバルク波よりも、低音速膜３４中のバルク波の音速が低速となる膜をいうものとする。

[0114] 弾性波装置１Ｆにおいて、溝１０Ａ～１０Ｄは、圧電層４の一方主面４ａから低音速膜３４を経て、高音速膜３３の一部に至るまで形成されている。本実施の形態のように中間層３が高音速膜３３に低音速膜３４を積層した構造である場合、溝１０Ａ～１０Ｄは高音速膜３３の一部にまで形成されることが望ましい。

[0115] このように、圧電基板１１を、圧電層４、低音速膜３４、および、高音速膜３３で形成することで、圧電層４から低音速膜３４に伝搬した弾性波を、高音速膜３３と低音速膜３４との界面で反射し、圧電層４に戻すことができる。これにより、弾性波エネルギーを圧電層４内に効率的に閉じ込めることができる。

[0116] （実施の形態５）

図９は、実施の形態５に係る弾性波装置１Ｇの切断側面図である。この切断側面図は、図２Ｃで示す切断面と同じ位置で弾性波装置１Ｆを切断した場合の側面図である。

[0117] 図９に示すように、弾性波装置１Ｇでは、中間層３が複数の音響インピーダンス層を有する音響反射層となっている。具体的には、中間層３は、低音響インピーダンス層４２ａ、４２ｃ、４２ｅ、４２ｇと、高音響インピーダンス層４２ｂ、４２ｄ、４２ｆとを有する。中間層３は、弾性波が伝搬する領域（例えばＩＤＴ電極５や反射器が存在する領域直下のみ）に低音響インピーダンス層４２ａ、４２ｃ、４２ｅ、４２ｇと高音響インピーダンス層４２ｂ、４２ｄ、４２ｆがパターニングされている。そして、弾性波が伝搬する領域外（例えば、ＩＤＴ電極５の外側の領域）には適宜の材料、例えばSiO_2が形成されているものであってもよい。また、中間層３と支持基板２の間に適宜の材料が形成されていても良い。

[0118] 高音響インピーダンス層４２ｂ、４２ｄ、４２ｆの音響インピーダンスは、低音響インピーダンス層４２ａ、４２ｃ、４２ｅ、４２ｇの音響インピーダンスよりも高い。弾性波装置１Ｇでは、支持基板２の一方主面２ａ上に、低音響インピーダンス層４２ａが積層され、その上に、高音響インピーダンス層４２ｂ、４２ｄ、４２ｆと、低音響インピーダンス層４２ｃ、４２ｅ、４２ｇとが、積層方向において交互に配置されている。

[0119] そのため、圧電層４から中間層３に伝搬した弾性波を、低音響インピーダンス層４２ａ、４２ｃ、４２ｅの上方表面である高音響インピーダンス層４２ｂ、４２ｄ、４２ｆの界面で反射させ、圧電層４に戻すことができる。これにより、弾性波エネルギーを圧電層４内に効率的に閉じ込めることができる。

[0120] 低音響インピーダンス層４２ａ、４２ｃ、４２ｅ、４２ｇは、SiO_2により構成されている。もっとも、低音響インピーダンス層４２ａ、４２ｃ、４２ｅ、４２ｇは、SiO_2やＡｌなどにより構成されていてもよい。これらは、単独で用いてもよく、複数を併用してもよい。

[0121] 高音響インピーダンス層４２ｂ、４２ｄ、４２ｆは、ＳｉＮにより構成されている。もっとも、高音響インピーダンス層４２ｂ、４２ｄ、４２ｆは、Ｗ、Ｐｔ、ＬＴ、Al_2O_3、Ta_2O_5、ＬＮ、ＡｌＮまたはＺｎＯなどにより構成されていてもよい。これらは、単独で用いてもよく、複数を併用してもよい。

[0122] 弾性波装置１Ｇにおいて、積層方向において最も支持基板２側に位置する層は、低音響インピーダンス層４２ａであるSiO_2によって形成されている。そのため、弾性波装置１Ｇでは、中間層３と、支持基板２との密着性が高められている。

[0123] また、例えば、最も支持基板２側に位置する低音響インピーダンス層４２ａが、結晶粒子Ｇ１および粒界Ｇ２を有するSiO_2で形成されている場合であっても、弾性波装置１Ｇは溝１０Ｃ、１０Ｄを有しているので、弾性波伝搬方向Ｄ１と異なる方向に伝搬する弾性波を反射し、溝１０Ｃ、１０Ｄ間に

閉じ込めることができる。

[0124] また、弾性波装置１Ｇでは、溝１０Ａ～１０Ｄは、圧電層４の一方主面４ａから、低音響インピーダンス層４２ａの一部に至るまで形成されている。なぜならば、圧電層４から中間層３に伝搬した弾性波を、低音響インピーダンス層４２ａ、４２ｃ、４２ｅの上方表面である高音響インピーダンス層４２ｂ、４２ｄ、４２ｆの界面で反射させ、圧電層４に戻すことができるので、支持基板２まで溝を至らせる必要はないからである。

[0125] 本実施の形態のように中間層３が多層構造である場合、積層方向の最も支持基板２側に位置する層の一部にまで溝１０Ａ～１０Ｄが形成されることが望ましい。

[0126] なお、弾性波装置１Ｇでは、溝１０Ａ～１０Ｄが、圧電層４の一方主面４ａから、支持基板２の一方主面２ａと他方主面２ｂとの間に至るまで形成されていてもよい。圧電層４、中間層３および支持基板２の材質がそれぞれ異なる場合、各材質における線膨張係数の違いによって、温度変化によるひずみが生じやすくなるが、支持基板２の一部まで溝１０Ａ～１０Ｄが形成されることで、温度変化によるひずみを小さくすることができる。

[0127] なお、本実施の形態においては、低音響インピーダンス層および高音響インピーダンス層の積層数は特に限定されない。また、低音響インピーダンス層と、高音響インピーダンス層とが、積層方向において交互に配置されていなくてもよい。もっとも、圧電層４内における弾性波の閉じ込め効率を高める観点からは、低音響インピーダンス層のうち少なくとも１層が、高音響インピーダンス層のうち少なくとも１層より、圧電層４側に設けられていることが望ましい。

[0128] （実施の形態６）

図１０は、実施の形態６に係るフロントエンド回路１０８および通信装置１０９を示す回路構成図である。

[0129] このフロントエンド回路１０８および通信装置１０９では、第１フィルタ１１１および第２フィルタ１１２に、実施の形態１に係る弾性波装置１が含

まれている。

[0130] 図１０に示すフロントエンド回路１０８および通信装置１０９では、入力された信号を増幅するため、第１端子１１６とＲＦＩＣ１０４との間、および、第２端子１１７とＲＦＩＣ１０４との間にそれぞれＬＮＡ（Ｌｏｗ Ｎｏｉｓｅ Ａｍｐｌｉｆｉｅｒ）１０３が設けられている。また、アンテナ素子１０２との接続状態を切り替えるため、第１フィルタ１１１とアンテナ共通端子１１５との間、および、第２フィルタ１１２とアンテナ共通端子１１５との間にマルチポートスイッチ１０５が設けられている。マルチポートスイッチ１０５は、同時にＯＮ／ＯＦＦすることができるスイッチであり、第１フィルタ１１１がアンテナ共通端子１１５に接続されているとき、すなわち、第１フィルタ１１１が信号処理をしている場合に、第２フィルタ１１２もアンテナ共通端子１１５に接続されるようにすることができる。

[0131] このような回路構成を有するフロントエンド回路１０８および通信装置１０９においても上記実施の形態と同様に、弾性波の漏洩を抑制することができる。

[0132] また、上記実施の形態では、第１フィルタ１１１を受信フィルタとしているが、それに限られず、弾性波装置１を含む第１フィルタ１１１を送信フィルタとしてもよい。例えば、送信フィルタである第１フィルタ１１１とＲＦＩＣ１０４との間に位置するＬＮＡ１０３をＰＡ（Ｐｏｗｅｒ Ａｍｐｌｉｆｉｅｒ）に置き換えることで、送受信可能な通信装置１０９を構成することができる。

[0133] また、フロントエンド回路１０８および通信装置１０９を構成する各フィルタは、弾性表面波フィルタに限られず、弾性境界波フィルタであってもよい。これによっても、上記実施の形態に係る弾性波装置１等が有する効果と同様の効果が奏される。

[0134] （その他の形態）

以上、本発明に係る弾性波装置１～１Ｇ、フロントエンド回路１０８および通信装置１０９について、実施の形態および変形例に基づいて説明したが

、本発明は、上記実施の形態および変形例に限定されるものではない。上記実施の形態および変形例における任意の構成要素を組み合わせて実現される別の実施の形態や、上記実施の形態に対して本発明の主旨を逸脱しない範囲で当業者が思いつく各種変形を施して得られる変形例や、本発明に係る弾性波装置を内蔵した各種機器も本発明に含まれる。

[0135] 図１１は、その他の形態に係る弾性波装置１Ｈの切断側面図である。この切断側面図は、図２Ｂで示す切断面と同じ位置で弾性波装置１Ｈを切断した場合の側面図である。

[0136] 弾性波装置１Ｈでは、溝１０Ａ、１０Ｂのそれぞれが、中間層３のみに形成されている。具体的には、溝１０Ａ、１０Ｂが、圧電層４には形成されず、中間層３の一部に形成されている。この弾性波装置１Ｈでは、圧電基板１１の中間層３に溝１０Ａ、１０Ｂが形成され、溝１０Ａの端面１ａおよび溝１０Ｂの端面１ｂを用いて、弾性波伝搬方向Ｄ１に伝搬する弾性波を反射し、弾性波を溝１０Ａと溝１０Ｂとの間に閉じ込めている。

[0137] この構造によれば、配線の引き回しが容易になり、また、圧電基板１１上に反射器を設置することが可能となる。また、ＩＤＴ電極５の内側に溝１０Ａ、１０Ｂを配置することが可能となり、閉じ込め効率を向上させることができる。また、圧電層４で中間層３を封止できるので、例えば、中間層３がSiO_2で形成されている場合、中間層３の劣化を抑制することができる。なお、溝１０Ａ、１０Ｂは、中間層３の少なくとも一部に形成されていればよい。

[0138] 図１２は、その他の形態に係る弾性波装置１Ｉの切断側面図である。この切断側面図は、図２Ｃで示す切断面と同じ位置で弾性波装置１Ｉを切断した場合の側面図である。

[0139] 弾性波装置１Ｉでは、溝１０Ｃ、１０Ｄのそれぞれが、中間層３のみに形成されている。具体的には、溝１０Ｃ、１０Ｄが、圧電層４には形成されず、中間層３の一部に形成されている。この弾性波装置１Ｉでは、圧電基板１１の中間層３に溝１０Ｃ、１０Ｄが形成され、溝１０Ｃの端面１ｃおよび溝

１０Ｄの端面１ｄを用いて、弾性波伝搬方向Ｄ１と異なる方向（例えば直交方向Ｄ２）に伝搬する弾性波を反射し、弾性波を溝１０Ｃと溝１０Ｄとの間に閉じ込めている。

[0140] この構造によれば、配線の引き回しが容易になり、また、圧電基板１１上に反射器を設置することが可能となる。また、ＩＤＴ電極５の内側に溝１０Ｃ、１０Ｃを配置することが可能となり、閉じ込め効率を向上させることができる。また、圧電層４で中間層３を封止できるので、例えば、中間層３がSiO_2で形成されている場合、中間層３の劣化を抑制することができる。なお、溝１０Ｃ、１０Ｄは、中間層３の少なくとも一部に形成されていればよい。

[0141] また、実施の形態１では、圧電基板１１を圧電層４、支持基板２および中間層３で構成しているが、それに限られず、圧電基板１１を一体物とし、例えば圧電セラミック材料で形成してもよい。

[0142] また、実施の形態１では、一対の溝１０Ａ、１０Ｂを、ＩＤＴ電極５の外側に設けているが、それに限られず、溝１０Ａ，１０Ｂに置き換えて一対の反射器を設けてもよい。その場合であっても、弾性波装置は、直交方向Ｄ２に互いに対向する溝１０Ｃ、１０Ｄを有しているので、弾性波伝搬方向Ｄ１と異なる方向の弾性波の漏洩を抑制することができる。また、溝１０Ｃ、１０Ｄを有する弾性波装置は、例えば直交方向Ｄ２においてＩＤＴ電極５の外側に一対の反射器を設けた場合に比べて、弾性波装置を小型化することが可能である。

[0143] 本実施の形態における弾性波装置１～１ＧのＩＤＴ電極５は、縦結合型でもよいし、横結合型でもよいし、トランスバーサル型でもよい。

[0144] 本実施の形態では、圧電基板上の入出力配線９ａ～９ｃをＩＤＴ電極５、５ｔに接続しているが、それに限られず、ボンディングワイヤを入出力配線としてＩＤＴ電極５、５ｔに接続してもよい。

[0145] また、本実施の形態の弾性波装置１は、圧電薄膜に溝（端面）が無く、中間層だけに溝（端面）を有する形態であっても良い。中間層とは圧電薄膜直

下の層から支持基板に至るまでの層（複数層含む）を指す。この場合も、中間層に存在する弾性波を、中間層の溝（端面）で反射させることができ、弾性波閉じ込め効率を向上することができる。

産業上の利用可能性

[0146] 本発明の弾性波装置は、さまざまな電子機器や通信機器に広く用いられる。電子機器としては、例えば、センサーがある。通信機器としては、例えば、本発明の弾性波装置を含むデュプレクサ、ＰＡ、ＬＮＡ、スイッチを含む通信モジュール機器、その通信モジュール機器を含む移動体通信機器やヘルスケア通信機器等がある。移動体通信機器としては、携帯電話、スマートフォン、カーナビ等がある。ヘルスケア通信機器としては、体重計や体脂肪計等がある。ヘルスケア通信機器や移動体通信機器は、アンテナ、ＲＦモジュール、ＬＳＩ、ディスプレイ、入力部、電源等を備えている。

符号の説明

[0147] １、１Ａ、１Ｂ、１Ｃ、１Ｄ、１Ｅ、１Ｆ、１Ｇ、１Ｈ、１Ｉ　弾性波装置

１ａ、１ｂ、１ｃ、１ｄ　端面

２　支持基板

２ａ　支持基板の一方主面

２ｂ　支持基板の他方主面

３　中間層

４　圧電層

４ａ　圧電層の一方主面

４ｂ　圧電層の他方主面

５、５ｔ　ＩＤＴ電極

６ａ、６ｂ、６ｃ、６ｄ　櫛歯状電極

７ａ、７ｂ、７ｃ、７ｄ　バスバー電極

８ａ、８ｂ　電極指

９ａ、９ｂ、９ｃ　入出力配線

１０Ａ、１０Ｂ、１０Ｃ、１０Ｄ、１０Ａｔ、１０Ｂｔ、１０Ｃｔ、１０Ｄｔ　溝

１０ａ　　溝の側面

１０ｂ　　溝の底部

１１　　圧電基板

１１Ａ、１１Ｂ、１１Ｃ、１１Ｄ　溝外基板部

３３　高音速膜

３４　低音速膜

４２ａ、４２ｃ、４２ｅ、４２ｇ　低音響インピーダンス層

４２ｂ、４２ｄ、４２ｆ　高音響インピーダンス層

１０２　アンテナ素子

１０３　ＬＮＡ

１０４　ＲＦＩＣ

１０５　スイッチ

１０８　フロントエンド回路

１０９　通信装置

１１１、１１２　フィルタ

１１５、１１６、１１７　端子

Ｄ１　　弾性波伝搬方向

Ｄ２　　直交方向

Ｇ１　　結晶粒子

Ｇ２　　粒界

ｉ１、ｉ２　所定距離

請求の範囲

[請求項1] 圧電基板と、前記圧電基板に設けられたＩＤＴ電極と、を備える弾性波装置であって、

前記ＩＤＴ電極は、弾性波伝搬方向に延びるバスバー電極と、前記バスバー電極に接続されて前記弾性波伝搬方向の直交方向に延びる複数の電極指とを有し、

前記圧電基板は、前記弾性波伝搬方向に沿って形成された、少なくとも１以上の溝を有し、

前記少なくとも１以上の溝は、前記直交方向において前記バスバー電極から見て、前記複数の電極指が形成されている側と反対側に設けられている、

弾性波装置。

[請求項2] 前記少なくとも１以上の溝は、複数の溝で構成され、

前記複数の溝は、前記直交方向に互いに対向している、

請求項１に記載の弾性波装置。

[請求項3] 前記圧電基板は、支持基板と、前記支持基板上に位置する圧電層と、前記支持基板と前記圧電層との間に設けられた中間層と、を有し、

前記ＩＤＴ電極は、前記圧電層上に設けられ、

前記少なくとも１以上の溝は、前記圧電層から前記中間層の少なくとも一部に至るまで形成されている、

請求項１または２に記載の弾性波装置。

[請求項4] 前記圧電基板は、支持基板と、前記支持基板上に位置する圧電層と、前記支持基板と前記圧電層との間に設けられた中間層と、を有し、

前記ＩＤＴ電極は、前記圧電層上に設けられ、

前記少なくとも１以上の溝は、前記圧電層には形成されず、前記中間層の少なくとも一部に形成されている、

請求項１または２に記載の弾性波装置。

[請求項5] 前記中間層は、粒界を有している、

請求項３または４に記載の弾性波装置。

[請求項6] 前記中間層は、前記圧電層に接している、

請求項３～５のいずれか１項に記載の弾性波装置。

[請求項7] 前記中間層は、１または複数のSiO_2層を含む、

請求項３～６のいずれか１項に記載の弾性波装置。

[請求項8] 前記中間層は、前記圧電層を伝搬する弾性波音速よりも、伝搬するバルク波音速が低速であり、

前記支持基板は、前記圧電層を伝搬する弾性波音速よりも、伝搬するバルク波音速が高速である、

請求項３～６のいずれか１項に記載の弾性波装置。

[請求項9] 前記中間層は、前記圧電層を伝搬する弾性波音速よりも、伝搬するバルク波音速が低速である低音速膜と、前記圧電層を伝搬する弾性波音速よりも、伝搬するバルク波音速が高速である高音速膜とを有し、

前記低音速膜は、前記圧電層と前記支持基板との間に設けられ、

前記高音速膜は、前記低音速膜と前記支持基板との間に設けられている、

請求項３～６のいずれか１項に記載の弾性波装置。

[請求項10] 前記中間層は、低音響インピーダンス層、および、前記低音響インピーダンス層よりも音響インピーダンスが高い高音響インピーダンス層のそれぞれが、少なくとも１層以上積層されており、

前記低音響インピーダンス層の少なくとも１層は、前記高音響インピーダンス層よりも前記圧電層側に設けられている、

請求項３～６のいずれか１項に記載の弾性波装置。

[請求項11] 前記少なくとも１以上の溝は、前記圧電層から前記中間層を経て前記支持基板の一部に至るまで形成されている、

請求項８～１０のいずれか１項に記載の弾性波装置。

[請求項12] 前記圧電基板には、前記ＩＤＴ電極に接続する入出力配線が設けられ、

前記少なくとも１以上の溝は、前記入出力配線と異なる位置に設けられている、

請求項１～１１のいずれか１項に記載の弾性波装置。

[請求項13] 前記圧電基板には、前記ＩＤＴ電極に接続する入出力配線が設けられ、

前記入出力配線は、前記溝を迂回して形成されている、

請求項１～１１のいずれか１項に記載の弾性波装置。

[請求項14] さらに、

前記圧電基板は、前記直交方向に沿って形成された、少なくとも１以上の溝を有し、

前記直交方向に形成された少なくとも１以上の溝は、前記弾性波伝搬方向において、前記複数の電極指の最外に位置する電極指よりも外側に設けられている、

請求項１～１３のいずれか１項に記載の弾性波装置。

[請求項15] 前記直交方向に沿って形成された少なくとも１以上の溝は、複数の溝で構成され、

当該複数の溝は、前記弾性波伝搬方向に互いに対向している、

請求項１４に記載の弾性波装置。

[請求項16] 前記ＩＤＴ電極は、前記弾性波伝搬方向に沿って形成された複数の前記溝と、前記直交方向に沿って形成された複数の前記溝と、によって囲まれている、

請求項１５に記載の弾性波装置。

[請求項17] 請求項１～１６のいずれか１項に記載の弾性波装置を備える、

フロントエンド回路。

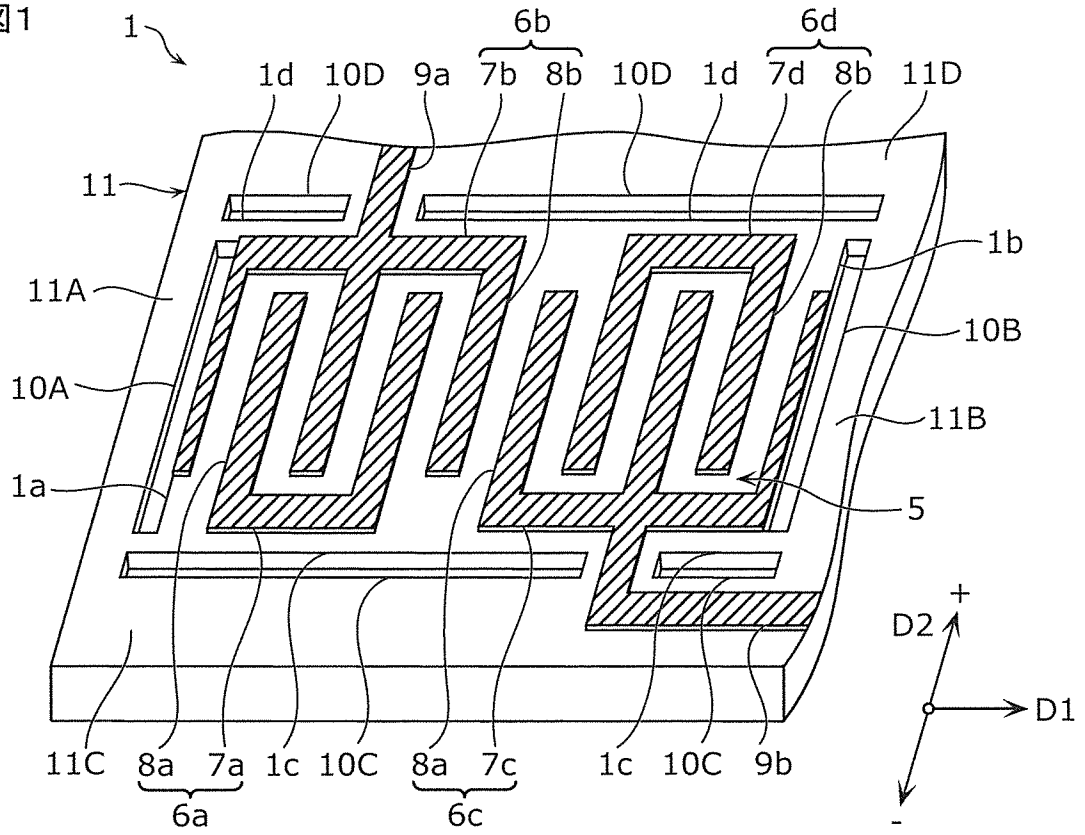
[請求項18] 請求項１７に記載のフロントエンド回路と、

高周波信号を処理する信号処理回路と、

を備える通信装置。

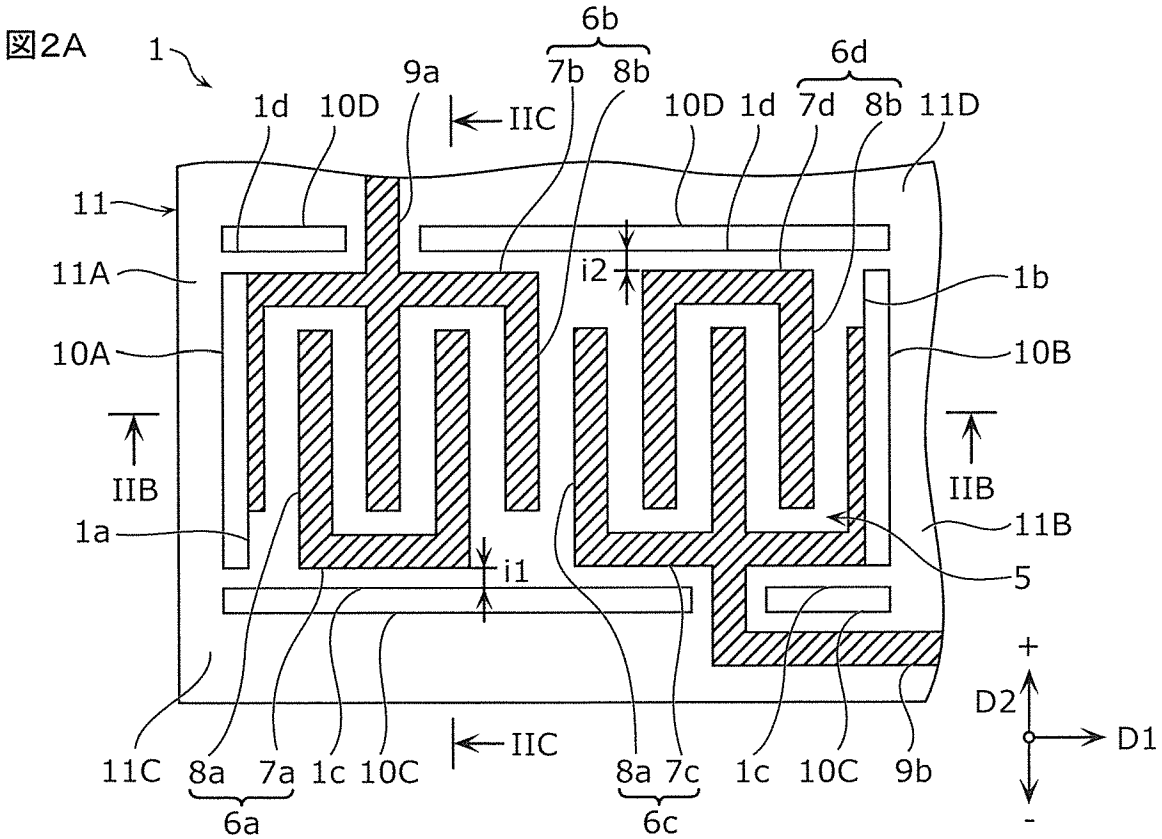
[図1]

図1


1
6b
6d
1d
10D
9a
7b
8b
10D
1d
7d
8b
11D
11
1b
11A
10B
10A
11B
1a
5
+
D2
D1
-
11C
8a
7a
1c
10C
8a
7c
1c
10C
9b
6a
6c

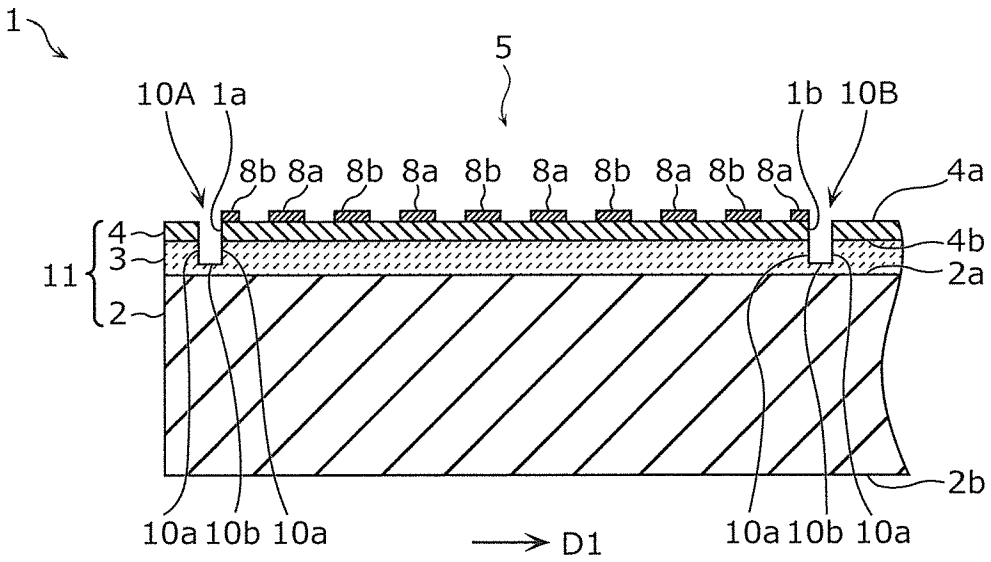
[図2A]

図2A


1
6b
6d
9a
7b
8b
1d
10D
IIC
10D
1d
7d
8b
11D
11
i2
11A
1b
10A
10B
IIB
IIB
1a
11B
i1
5
+
D2
D1
-
IIC
11C
8a
7a
1c
10C
8a
7c
1c
10C
9b
6a
6c

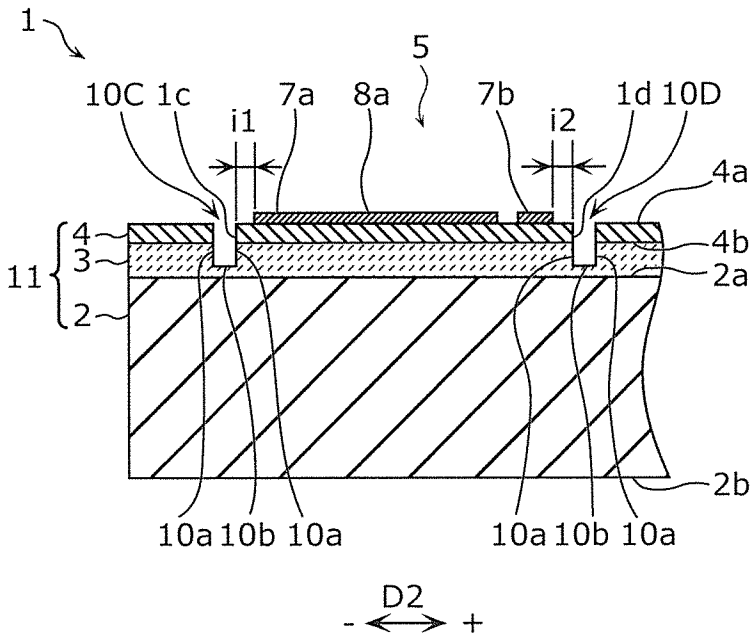
[図2B]

図2B



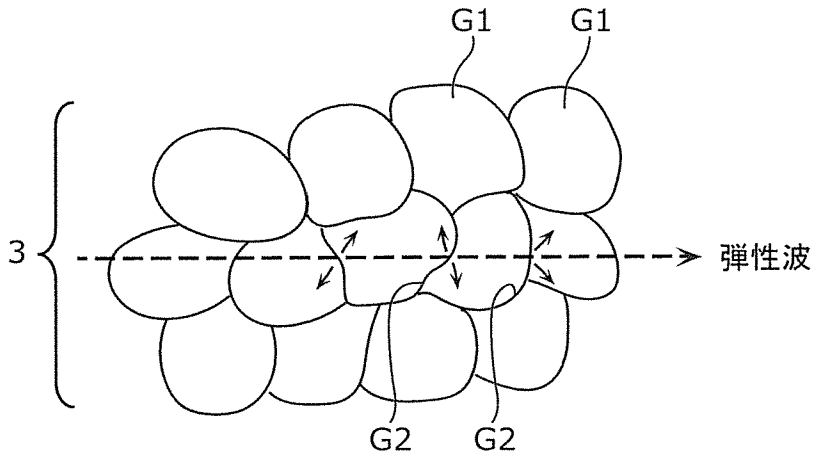
[図2C]

図2C



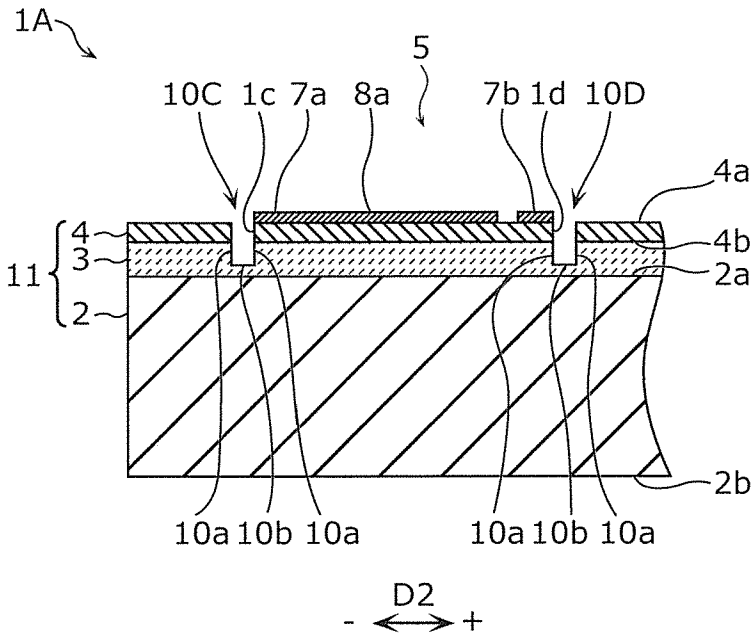
[図3]

図3


G1
G1
3
弾性波
G2
G2

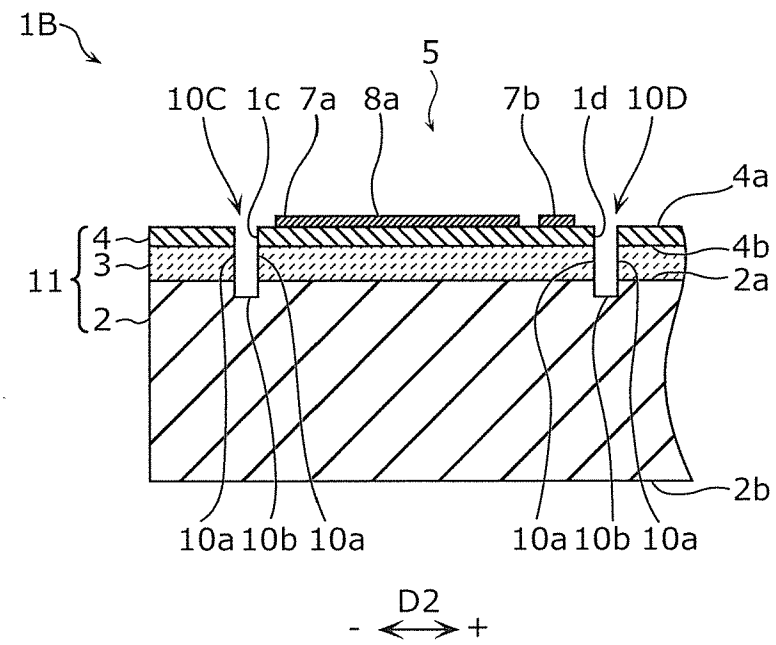
[図4]

図4


1A
5
10C 1c 7a 8a 7b 1d 10D
4a
4
3
11
2
4b
2a
2b
10a 10b 10a 10a 10b 10a
D2
- +

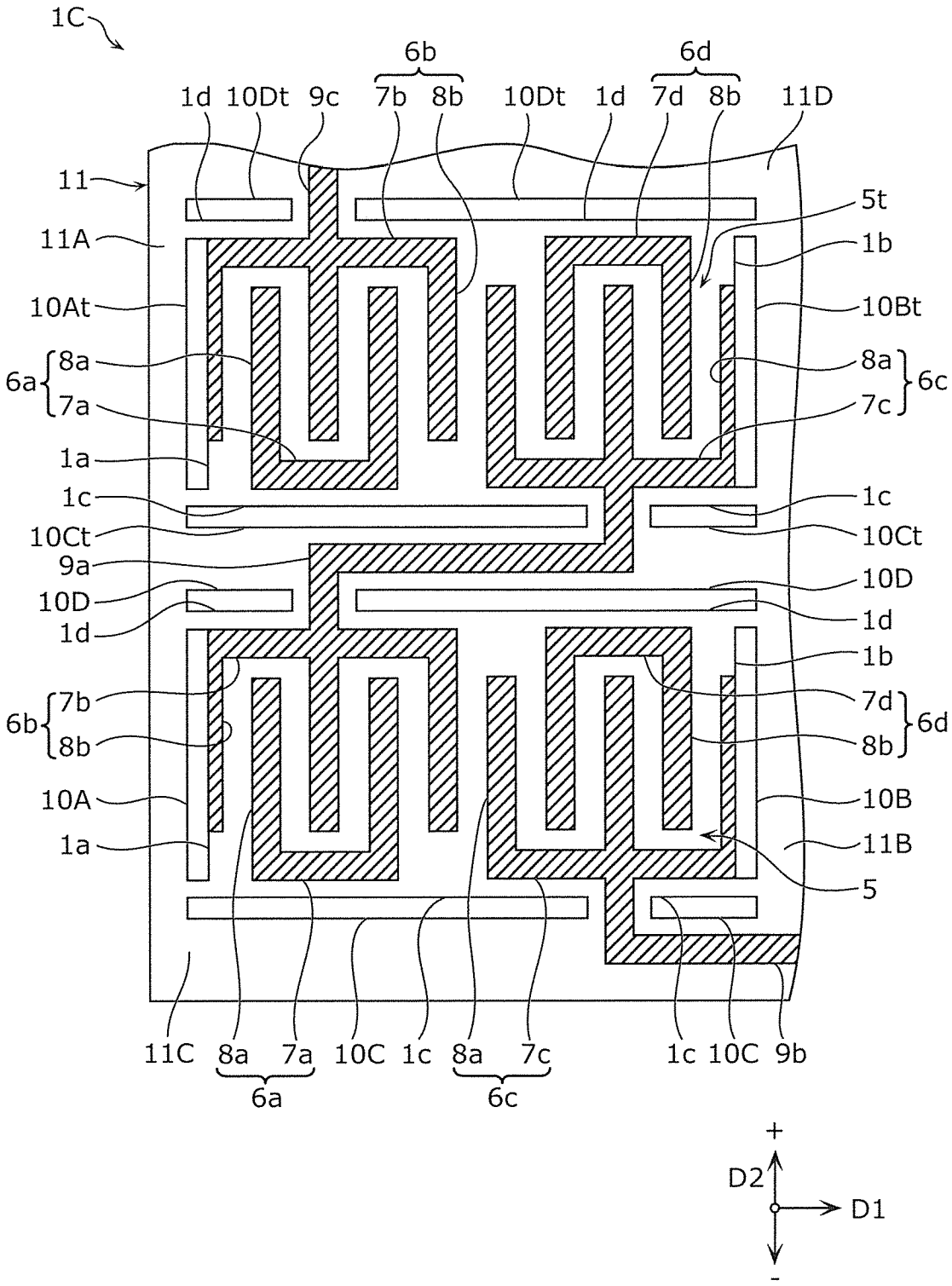
[図5]

図5


1B
5
10C
1c
7a
8a
7b
1d
10D
4a
4
3
11
2
4b
2a
2b
10a
10b
10a
10a
10b
10a
D2
-
+

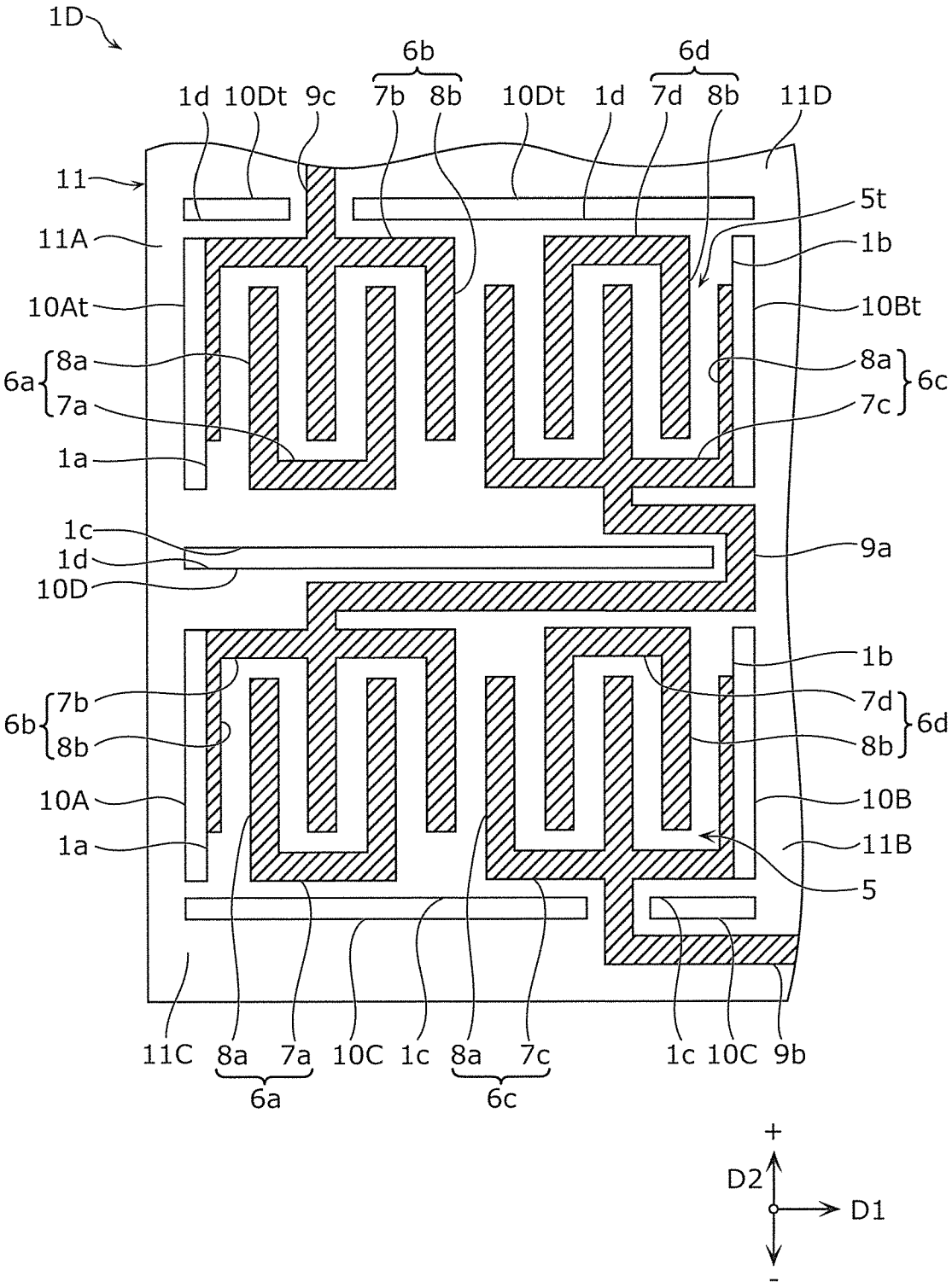
[図6]

図6


1C
6b
6d
1d 10Dt 9c 7b 8b 10Dt 1d 7d 8b 11D
11
11A
10At
6a
8a
7a
1a
1c
10Ct
9a
10D
1d
6b
7b
8b
10A
1a
5t
1b
10Bt
8a
7c
6c
1c
10Ct
10D
1d
1b
7d
8b
6d
10B
11B
5
11C 8a 7a 10C 1c 8a 7c 1c 10C 9b
6a
6c
+
D2
D1
-

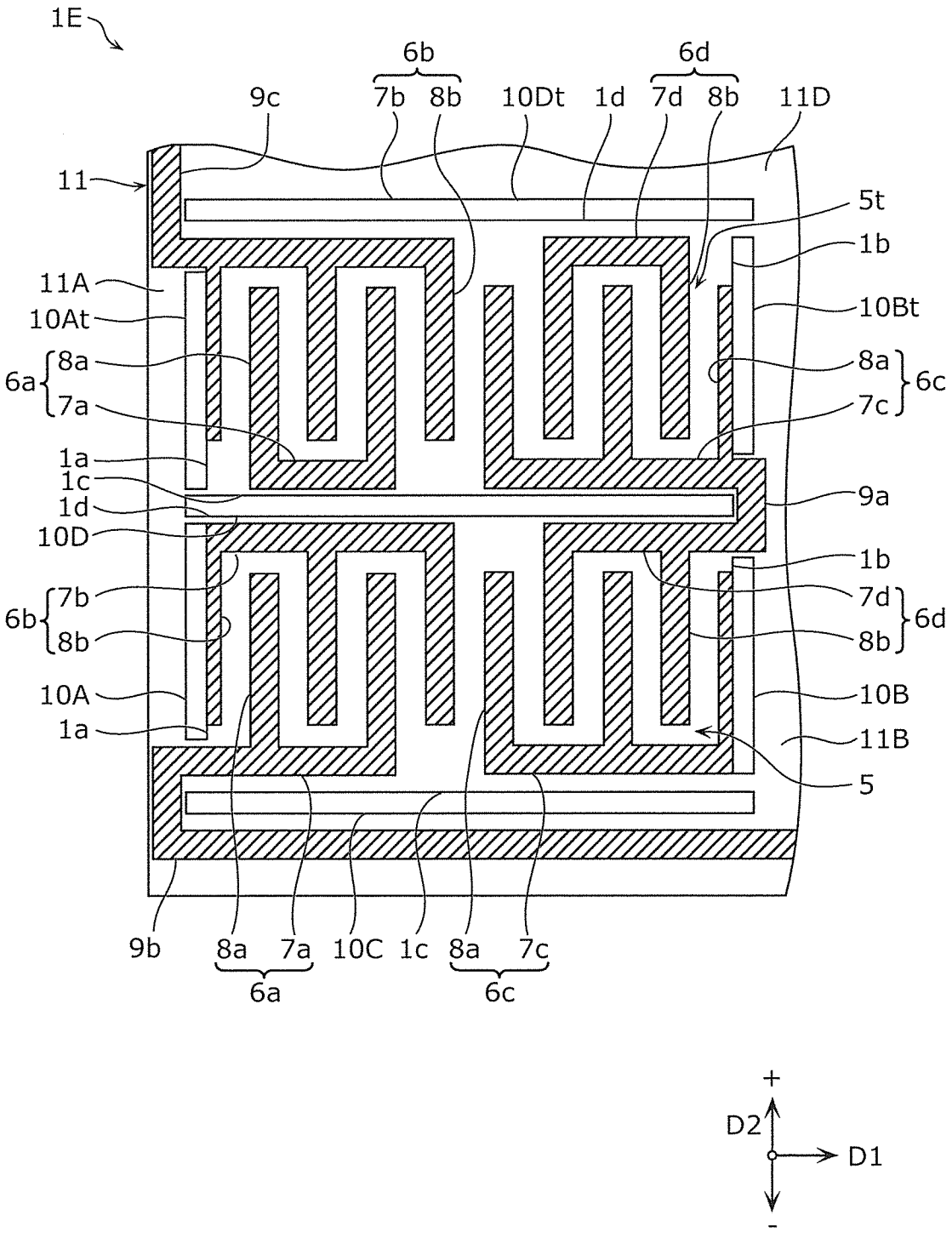
[図7A]

図7A


1D
6b
6d
1d 10Dt 9c 7b 8b 10Dt 1d 7d 8b 11D
11
11A
10At
6a
8a
7a
1a
1c
1d
10D
6b
7b
8b
10A
1a
11C 8a 7a 10C 1c 8a 7c 1c 10C 9b
6a
6c
5t
1b
10Bt
8a
7c
6c
9a
1b
7d
8b
6d
10B
11B
5
+
D2
D1
-

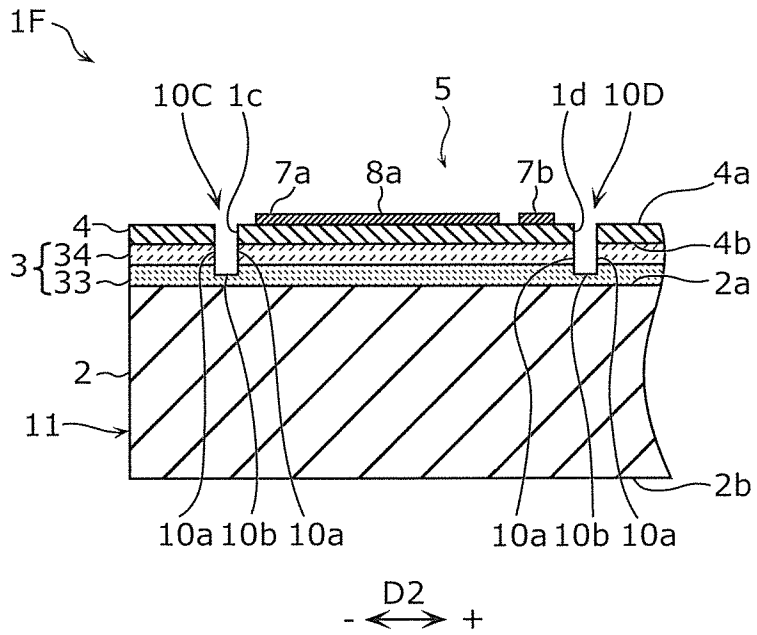
[図7B]

図7B


1E
6b
6d
9c
7b
8b
10Dt
1d
7d
8b
11D
11
5t
1b
11A
10At
10Bt
6a
8a
7a
8a
6c
7c
1a
1c
1d
10D
9a
1b
6b
7b
8b
7d
8b
6d
10A
1a
10B
11B
5
9b
8a
7a
10C
1c
8a
7c
6a
6c
+
D2
D1
-

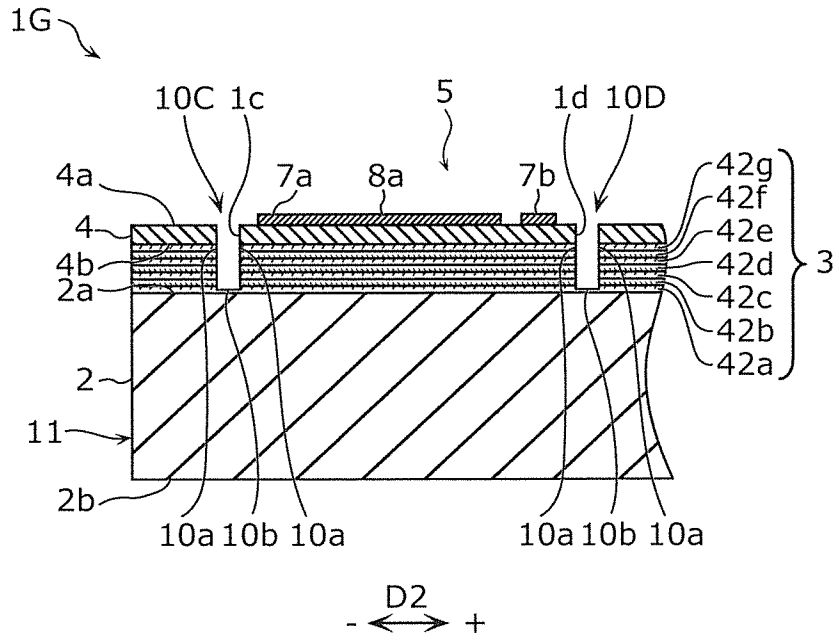
[図8]

図8


1F
10C 1c
5
1d 10D
7a
8a
7b
4a
4
4b
3
34
33
2a
2
11
2b
10a 10b 10a
10a 10b 10a
D2
-
+

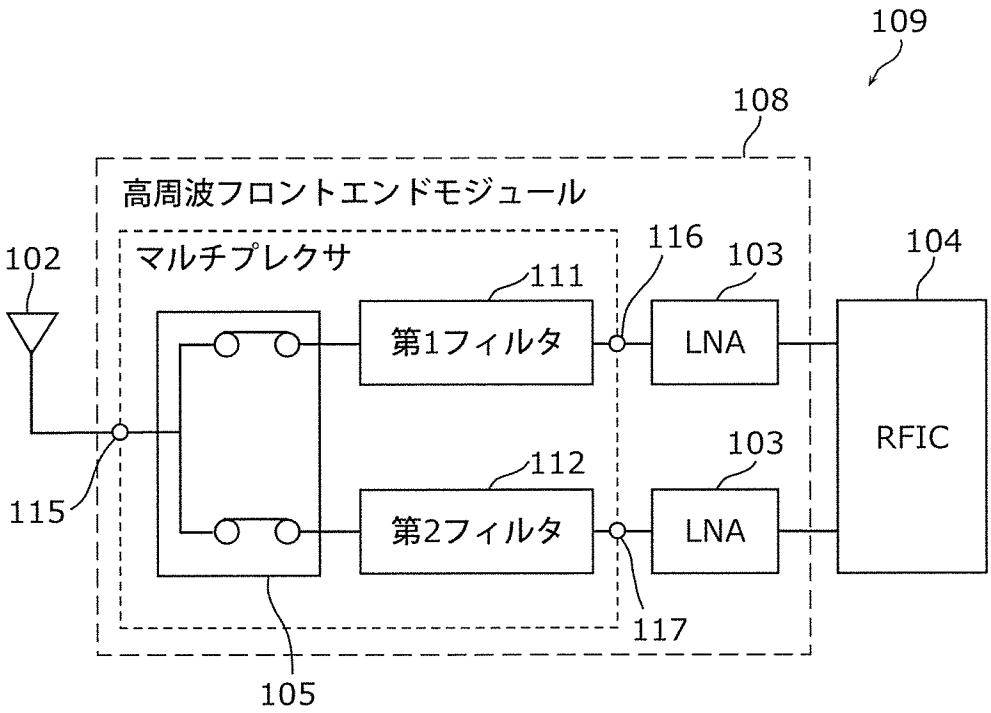
[図9]

図9


1G
10C 1c
5
1d 10D
4a
7a
8a
7b
42g
42f
42e
42d
42c
42b
42a
3
4
4b
2a
2
11
2b
10a 10b 10a
10a 10b 10a
D2
-
+

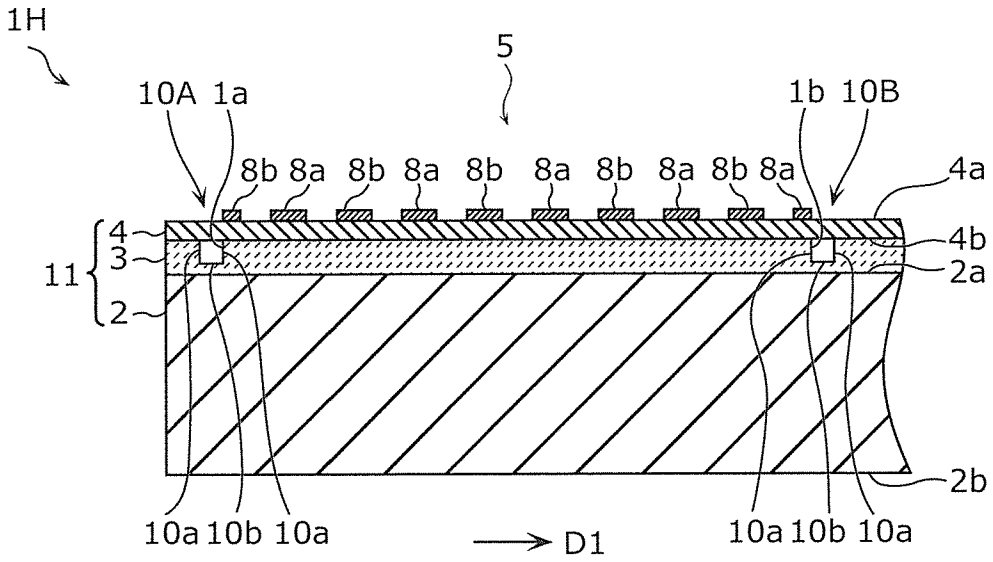
[図10]

図10



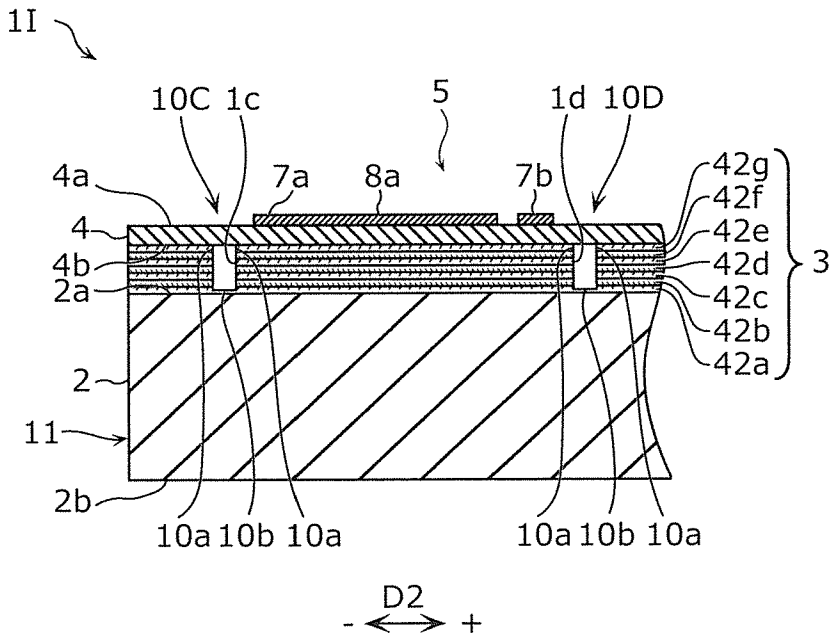
[図11]

図11



[図12]

図12


1I
10C
1c
5
1d
10D
4a
7a
8a
7b
42g
42f
42e
42d
42c
42b
42a
3
4
4b
2a
2
11
2b
10a
10b
10a
10a
10b
10a
D2
-
+

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/035180

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H03H9/25(2006.01)i, 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)
Int.Cl. H03H9/25, H03H9/145, H03H9/64

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	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	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.
X Y A	JP 04-065910 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 02 March 1992, page 2, upper left column, line 8 to lower left column, line 7 (Family: none)	1 1-3, 5-18 4
Y A	WO 2005/050836 A1 (MURATA MANUFACTURING CO.) 02 June 2005, paragraphs [0050]-[0058], [0078]-[0080], [0090], fig. 5, 7 (Family: none)	1-3, 5-18 4

☒ 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 17 November 2017	Date of mailing of the international search report 28 November 2017
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/JP2017/035180

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-121228 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 11 May 2006, paragraphs [0025], [0026], [0050] (Family: none)	5-8
Y	WO 2011/046117 A1 (MURATA MANUFACTURING CO.) 21 April 2011, paragraph [0047] & US 2012/0194032 A1, paragraph [0110] & EP 2490333 A1 & CN 102577120 A	8, 11-18
Y	WO 2012/086639 A1 (MURATA MANUFACTURING CO.) 28 June 2012, paragraph [0036] & US 2013/0285768 A1, paragraph [0066] & EP 2658123 A1 & CN 103262410 A	9,11-18
Y	WO 2012/086441 A1 (MURATA MANUFACTURING CO.) 28 June 2012, paragraph [0021] & US 2014/0152146 A1, paragraph [0036] & EP 2658122 A1 & CN 103283147 A	10-18

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０３５１８０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H03H9/25(2006.01)i, 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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H03H9/25, H03H9/145, H03H9/64

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

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y A	JP 04-065910 A (セイコーエプソン株式会社) 1992.03.02, 第２頁左上欄第８行－左下欄第７行（ファミリーなし）	1 1-3, 5-18 4
Y A	WO 2005/050836 A1 (株式会社村田製作所) 2005.06.02, 段落[0050]-[0058], [0078]-[0080], [0090], [図５], [図７]（ファミリーなし）	1-3, 5-18 4

☑　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	国際調査報告の発送日
１７．１１．２０１７	２８．１１．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｗ　４５３９
▲高▼須　甲斐
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	JP 2006-121228 A (セイコーエプソン株式会社) 2006.05.11, 段落[0025]-[0026], [0050] (ファミリーなし)	5-18
Y	WO 2011/046117 A1 (株式会社村田製作所) 2011.04.21, 段落[0047] & US 2012/0194032 A1, 段落[0110] & EP 2490333 A1 & CN 102577120 A	8, 11-18
Y	WO 2012/086639 A1 (株式会社村田製作所) 2012.06.28, 段落[0036] & US 2013/0285768 A1, 段落[0066] & EP 2658123 A1 & CN 103262410 A	9, 11-18
Y	WO 2012/086441 A1 (株式会社村田製作所) 2012.06.28, 段落[0021] & US 2014/0152146 A1, 段落[0036] & EP 2658122 A1 & CN 103283147 A	10-18