

(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
2015 年 10 月 15 日(15.10.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/156232 A1

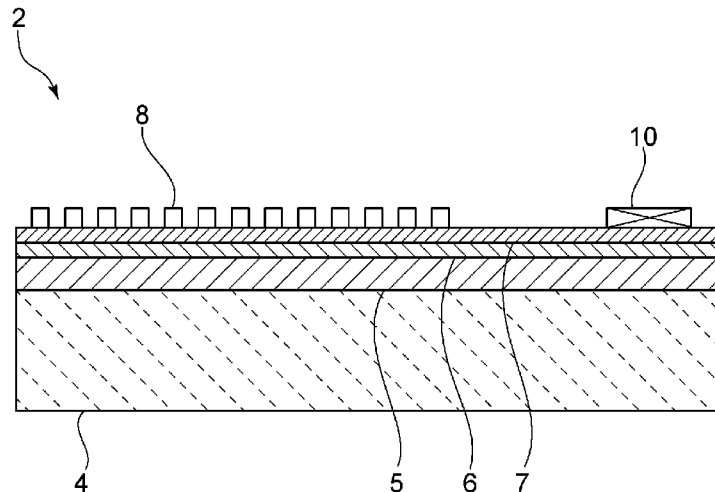
- (51) 国際特許分類:
H03H 9/145 (2006.01) *H03H 9/64* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/060652
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 3 日(03.04.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-082090 2014 年 4 月 11 日(11.04.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 太田川 真則(OTAGAWA, Masanori); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 木戸 俊介(KIDO, Syunsuke); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 岩本 英樹(IWAMOTO, Hideki); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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,

[続葉有]

(54) Title: ELASTIC WAVE FILTER DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波フィルタ装置

図2



(57) Abstract: Provided is an elastic wave filter device which has excellent productivity and does not easily cause spuriousness in each mode of an elastic wave in a comb-shaped capacitive electrode within a passband. An elastic surface wave filter device as a filter having a structure in which a high sound speed material (5), a low sound speed film (6), a piezoelectric film (7), and an IDT electrode (8) are stacked in this order, wherein a comb-shaped capacitive electrode (10) electrically connected to the filter is provided on the piezoelectric film (7). In the modes of an elastic surface wave generated in the comb-shaped capacitive element (10) with a wavelength determined by the electrode finger pitch of the comb-shaped capacitive electrode (10) as λ_c , $V_{C-(P+SV)} < V_{C-SH} < V_{C-HO}$ is satisfied where $V_{C-(P+SV)}$ is the sound speed of a P+SV wave, V_{C-SH} is the sound speed of an SH wave, and V_{C-HO} is the sound speed in a high-order mode located on the lowest frequency side among high-order modes of the SH wave, and in arbitrarily defined θ and ψ when the propagation direction of the elastic surface wave generated in the comb-shaped capacitive electrode (10) is represented as $(0^\circ, \theta, \psi)$ by an Euler angle with respect to a crystal of the piezoelectric film, $V_{C-(P+SV)}/\lambda_c < f_{F-L}$ and $V_{C-SH}/\lambda_c > f_{F-H}$, or $V_{C-SH}/\lambda_c < f_{F-L}$ and $V_{C-HO}/\lambda_c > f_{F-H}$ is satisfied where f_{F-L} is the cutoff frequency on the low frequency side of the filter, f_{F-H} is the cutoff frequency on the high frequency side.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/156232 A1



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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

通過帯域内にくし型容量電極における弾性波の各モードのスプリアスが生じ難く、生産性に優れた弾性波フィルタ装置を提供する。 高音速材 5、低音速膜 6、圧電膜 7 及び I D T 電極 8 がこの順序で積層されている構造を有するフィルタとしての弾性表面波フィルタ装置であって、上記圧電膜 7 上に、フィルタに電氣的に接続されるくし型容量電極 10 が設けられている。前記くし型容量電極 10 の電極指ピッチで定まる波長を λ_c とし、前記くし型容量電極 10 で発生する弾性表面波のモードにおいて、 $P+SV$ 波の音速を $V_{C-(P+SV)}$ 、 SH 波の音速を V_{C-SH} 、 SH 波の高次モードのうち最も低い周波数側に位置している高次モードの音速を V_{C-HO} としたときに、 $V_{C-(P+SV)} < V_{C-SH} < V_{C-HO}$ であり、前記フィルタの低周波数側のカットオフ周波数を f_{F-L} 、高周波数側のカットオフ周波数を f_{F-H} とし、前記くし型容量電極 10 で発生する弾性表面波の伝搬方向を、圧電膜の結晶に対するオイラー角で $(0^\circ, \theta, \psi)$ と表したとき、任意の θ と ψ において、 $V_{C-(P+SV)} / \lambda_c < f_{F-L}$ かつ $V_{C-SH} / \lambda_c > f_{F-H}$ 、または $V_{C-SH} / \lambda_c < f_{F-L}$ かつ $V_{C-HO} / \lambda_c > f_{F-H}$ とされている。

明 細 書

発明の名称：弾性波フィルタ装置

技術分野

[0001] 本発明は、帯域通過型の弾性波フィルタ装置に関し、特に、高音速材上に低音速膜、圧電膜及びＩＤＴ電極が積層されている構造を有する弾性波フィルタ装置に関する。

背景技術

[0002] 下記の特許文献１には、支持基板上に、ＡＩＮ膜、ＳｉＯ₂膜、ＬｉＴａＯ₃膜及びＡＩを主体とするＩＤＴ電極を積層してなる弾性表面波フィルタが開示されている。高音速膜であるＡＩＮ膜と、圧電膜であるＬｉＴａＯ₃膜との間に低音速膜であるＳｉＯ₂膜が積層されている。従って、高周波化に対応でき、Ｑ値を高めることができるとされている。

[0003] 他方、下記の特許文献２には、弾性表面波フィルタを用いたデュプレクサが開示されている。このデュプレクサの送信フィルタでは、弾性表面波共振子に橋絡容量としてくし型容量電極が接続されている。

[0004] 下記の特許文献３には、弾性境界波フィルタ装置が開示されている。この弾性境界波装置においては、弾性境界波フィルタにくし型容量電極が接続されている。ここでは、弾性境界波の音速を V_m 、くし型容量電極の電極指の延びる方向と直交する方向における、第１，第２の媒質の遅い横波音速のうち、遅い横波の音速を V_c とした場合、 $V_m/\lambda_m < V_c/\lambda_c$ とされている。なお、 λ_m は弾性表面波の波長、 λ_c は上記遅い横波の波長である。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：ＷＯ１２／０８６６３９

特許文献２：ＷＯ１２／１１４５９３

特許文献３：ＷＯ０６／１２３５１８

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 特許文献 1 に記載の積層構造を有する弾性表面波フィルタにおいて、特許文献 2 に記載のようなくし型容量電極を設けると、弾性表面波フィルタの通過帯域内において所望でないスプリアスが生じることがわかった。
- [0007] 特許文献 3 では、弾性表面波装置ではなく弾性境界波装置において、くし型容量電極で発生した弾性境界波の影響が抑制されているにすぎない。また、 V_c / λ_c を大きくする必要があった。そのため、くし型容量電極における電極指のピッチが非常に小さくなる。従って、実際には、製造が非常に困難であるという問題があった。
- [0008] 本発明の目的は、くし型容量電極によるスプリアスの影響が生じ難く、製造が容易な弾性波フィルタ装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0009] 本発明に係る弾性波フィルタ装置は、高音速材と、前記高音速材上に積層されている低音速膜と、前記低音速膜上に積層されている圧電膜と、前記圧電膜上に形成されており、フィルタを構成している I D T 電極と、前記圧電膜上に形成されており、前記フィルタに電氣的に接続されているくし型容量電極とを備える。
- [0010] 本発明では、前記高音速材を伝搬するバルク波音速は、前記圧電膜を伝搬するバルク波の音速よりも高速である。前記低音速膜を伝搬するバルク波音速は、前記圧電膜を伝搬するバルク波音速よりも低速である。
- [0011] ここで、前記くし型容量電極の電極指ピッチで定まる波長を λ_c とする。前記くし型容量電極で発生する弾性波のモードにおいて、 $P + S V$ 波の音速を $V_{C-(P+SV)}$ 、 $S H$ 波の音速を V_{C-SH} 、 $S H$ 波の高次モードのうち最も低い周波数側に位置している高次モードの音速を V_{C-H0} とする。本発明では、 $V_{C-(P+SV)} < V_{C-SH} < V_{C-H0}$ である。
- [0012] 前記フィルタの低周波数側のカットオフ周波数を f_{F-L} 、高周波数側のカットオフ周波数を f_{F-H} とし、前記くし型容量電極で発生する弾性波の伝搬方向を、圧電膜の結晶に対するオイラー角で $(0^\circ, \theta, \phi)$ と表す。任意の θ

と ϕ において、 $V_{C-(P+SV)} / \lambda_C < f_{F-L}$ かつ $V_{C-SH} / \lambda_C > f_{F-H}$ 、または $V_{C-SH} / \lambda_C < f_{F-L}$ かつ $V_{C-HO} / \lambda_C > f_{F-H}$ とされている。

[0013] 本発明に係る弾性波フィルタ装置では、好ましくは、前記くし型容量電極で発生する弾性波の伝搬方位であるオイラー角の ϕ が 86° 以上、 94° 以下の範囲にある。

[0014] 本発明に係る弾性波フィルタ装置では、より好ましくは、 $V_{C-(P+SV)} / \lambda_C < f_{F-L}$ かつ $V_{C-HO} / \lambda_C > f_{F-H}$ である。

[0015] 本発明に係る弾性波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記高音速材が高音速膜であり、該高音速膜が上面に積層されている支持基板をさらに備える。

[0016] 本発明に係る弾性波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記高音速材が、高音速基板からなる。

[0017] 本発明に係る弾性波フィルタ装置の別の特定の局面では、前記くし型容量電極が対向し合っている一対のバスバーを有し、前記IDT電極が、前記くし型容量電極から前記バスバーが延びる方向においてギャップを隔てて配置されている第1のIDT電極を有し、前記第1のIDT電極が対向し合っている一対のバスバーを有し、前記第1のIDT電極における弾性波の伝搬方向と前記バスバーとがなす角度を前記第1のIDT電極の傾斜角度とし、前記第1のIDT電極の傾斜角度を X° としたときに、前記くし型容量電極で発生する弾性波の伝搬方位であるオイラー角の ϕ が $(90^\circ + X^\circ - 5^\circ)$ 以上、 $(90^\circ + X^\circ + 5^\circ)$ 以下の範囲内にある。

[0018] 本発明に係る弾性波フィルタ装置のさらに別の特定の局面では、前記くし型容量電極の前記バスバーが、前記第1のIDT電極の弾性波の伝搬方向に垂直に延びている。

[0019] 本発明に係る弾性波フィルタ装置のさらに別の特定の局面では、前記IDT電極が、前記第1のIDT電極に接続されている第2のIDT電極を有し、前記第2のIDT電極が、前記第1のIDT電極の前記バスバーに平行に延びており、かつ対向し合っている一対のバスバーを有し、前記くし型容量

電極の側方に、前記第2のIDT電極が配置されている。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、高音速材、低音速膜及び圧電膜を積層した構造を有する弾性波フィルタ装置において、通過帯域内において、くし型容量電極で生じる振動モードに基づくスプリアスが生じ難い。また、くし型容量電極を容易に形成することができる。よって、フィルタ特性が良好であり生産性に優れた弾性波フィルタ装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図1は、本発明の一実施形態の弾性表面波フィルタ装置を有するデュプレクサの回路図である。

[図2]図2は、本発明の一実施形態に係る弾性表面波フィルタ装置の構造を略図的に示す正面断面図である。

[図3]図3は、くし型容量電極における伝搬方位 ψ を説明するための模式図である。

[図4]図4(a)は、くし型容量電極における伝搬方位 ψ が 0° である場合の電極構造の模式的平面図であり、図4(b)はくし型容量電極のインピーダンス一周波数特性を示す図である。

[図5]図5(a)は、くし型容量電極における伝搬方位 ψ が 45° である場合の電極構造の模式的平面図であり、図5(b)はくし型容量電極のインピーダンス一周波数特性を示す図である。

[図6]図6(a)は、くし型容量電極における伝搬方位 ψ が 90° である場合の電極構造の模式的平面図であり、図6(b)はくし型容量電極のインピーダンス一周波数特性を示す図である。

[図7]図7は、くし型容量電極における電極指ピッチで定まる波長を変化させた場合のインピーダンス一周波数特性の変化を示す図である。

[図8]図8は、本発明の一実施形態に係る弾性表面波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図である。

[図9]図9は、図12に示したフィルタ特性を有する弾性表面波フィルタ装置

で用いられているくし型容量電極単体のインピーダンス－周波数特性を示す図である。

[図10]図10は、オイラー角の θ を -40° とし、伝搬方位 ϕ を変化させた場合のくし型容量電極において発生する各モードの比帯域幅BWの変化を示す図である。

[図11]図11は、オイラー角の θ を -40° とし、伝搬方位 ϕ を変化させた場合のくし型容量電極において発生する各モードの音速の変化を示す図である。

[図12]図12は、伝搬方位 $\phi = 90^\circ$ とし、 θ を変化させた場合のくし型容量電極における各振動モードの比帯域幅BWの変化を示す図である。

[図13]図13は、伝搬方位 $\phi = 90^\circ$ とし、 θ を変化させた場合のくし型容量電極における各振動モードの音速の変化を示す図である。

[図14]図14は、本発明の弾性表面波フィルタ装置の変形例を示す正面断面図である。

[図15]図15は、第2の実施形態の弾性波フィルタ装置を模式的に示す部分切り欠き平面図である。

[図16]図16は、比較例の弾性波フィルタ装置を模式的に示す部分切り欠き平面図である。

[図17]図17は、本発明の第3の実施形態としての弾性境界波装置を示す模式的正面断面図である。

[図18]図18は、三媒質構造の弾性境界波装置を示す模式的正面断面図である。

発明を実施するための形態

[0022] 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。

[0023] 図1は、本発明の一実施形態に係る弾性表面波フィルタ装置を有するデュプレクサの回路図である。デュプレクサ1は、送信フィルタを構成している弾性表面波フィルタ装置2と、受信フィルタ3とを有する。この送信フィル

タを構成している弾性表面波フィルタ装置２が、本発明の一実施形態に係る弾性表面波フィルタ装置である。

[0024] 弾性表面波フィルタ装置２は、特に限定されないが、ラダー型回路構成を有する。すなわち、複数の直列腕共振子 $S1a \sim S1c$ 、 $S2a$ 、 $S2b$ 、 $S3$ 、 $S4a \sim S4c$ と、並列腕共振子 $P1a$ 、 $P1b \sim P4a$ 、 $P4b$ を有する。直列腕共振子 $S2a$ 、 $S2b$ に並列に橋絡容量 C が接続されている。

[0025] 直列腕共振子 $S1a \sim S4c$ 、及び並列腕共振子 $P1a \sim P4b$ は、それぞれ、弾性表面波共振子により構成されている。また、橋絡容量 C は、後述するようにくし型容量電極からなる。

[0026] 図２は、上記弾性表面波フィルタ装置２の具体的な構造を略図的に示す正面断面図である。

[0027] 弾性表面波フィルタ装置２は、支持基板４を有する。支持基板４は、本実施形態では、 $LiTaO_3$ 基板からなる。もっとも、支持基板４を構成する材料は特に限定されず、適宜の絶縁体、圧電体、半導体などを用いて形成することができる。

[0028] 支持基板４上に、高音速膜５が積層されている。高音速膜５上に、低音速膜６が積層されている。低音速膜６上に、圧電膜７が積層されている。この圧電膜７上に、弾性表面波共振子を構成するために、 IDT 電極８が形成されている。すなわち、 IDT 電極８は、前述した弾性表面波フィルタ装置２の弾性表面波共振子を構成するために設けられている。

[0029] 他方、 IDT 電極８と隔てられて、略図的に示すくし型容量電極１０が圧電膜７上に形成されている。このくし型容量電極１０は、前述した橋絡容量 C を構成するものである。

[0030] 上記高音速膜５は、本実施形態では AlN からなる。高音速膜５を伝搬するバルク波の音速は、圧電膜７を伝搬するバルク波の音速よりも高い。このような関係を満たす限り高音速膜５は AlN に限らず、適宜の絶縁体や半導体で形成することができる。

- [0031] 低音速膜 6 は、本実施形態では、 SiO_2 からなる。低音速膜 6 を伝搬するバルク波の音速は、圧電膜 7 を伝搬する音速よりも低い。このような関係を満たす限り、低音速膜 6 は、 SiO_2 以外の適宜の絶縁体や半導体などで形成することができる。
- [0032] 圧電膜 7 は、本実施形態では、 50° 回転 Y カットの LiTaO_3 膜からなる。もっとも、圧電膜 7 は、 LiTaO_3 に限らず、 LiNbO_3 などの適宜の圧電単結晶により形成することができる。
- [0033] IDT 電極 8 及びくし型容量電極 10 は、Al からなる。もっとも Al を主体とする適宜の合金を用いてもよい。あるいは、Al 以外の他の金属もしくは合金を用いてもよい。また、金属が積層されていてもよい。
- [0034] 上記高音速膜 5、低音速膜 6 及び圧電膜 7 が積層されている構造では、特許文献 1 の記載のように、高周波化が容易であり、かつ Q を高めることができる。
- [0035] 他方、弾性表面波フィルタ装置 2 では、図 1 に示す橋絡容量 C の接続によりフィルタ特性の向上が図られる。
- [0036] もっとも、橋絡容量 C を構成している、くし型容量電極 10 において、所望でない弾性表面波が励振される。図 3 に示すように、くし型容量電極 10 は、一方電位に接続される複数本の電極指 11 と、他方電位に接続される複数本の電極指 12 とを有する。
- [0037] 上記くし型容量電極 10 の電極指ピッチで定まる波長を λ_c とする。また、くし型容量電極で発生する弾性表面波のモードにおいて、P+SV 波の音速を $V_{C-(P+SV)}$ 、SH 波の音速を V_{C-SH} 、SH 波の高次モードのうち、最も低い周波数側に位置している高次モードの音速を V_{C-HO} とする。この場合、 $V_{C-(P+SV)} < V_{C-SH} < V_{C-HO}$ である。なお、本実施形態では、P+SV 波は、レイリー波である。
- [0038] また、上記弾性表面波フィルタ装置 2 における通過帯域、すなわち IDT 電極 8 などを用いて構成されているバンドパスフィルタの通過帯域の低周波数側のカットオフ周波数を f_{F-L} とし、高周波数側のカットオフ周波数を f_{F-H}

θ_H とする。また、くし型容量電極 10 で発生する弾性表面波の伝搬方位を、圧電膜 7 の結晶に対するオイラー角で $(0^\circ, \theta, \phi)$ と表す。本実施形態では、 $\theta = -40^\circ$ となる。また、 ϕ は、図 3 に示すように、くし型容量電極 10 の電極指 11, 12 と直交する方向を表す。任意の θ 及び ϕ において、 $V_{C-(P+SV)}/\lambda_C < f_{F-L}$ かつ $V_{C-SH}/\lambda_C > f_{F-H}$ 、または $V_{C-SH}/\lambda_C < f_{F-L}$ かつ $V_{C-HO}/\lambda_C > f_{F-H}$ とされている。

[0039] 本実施形態の弾性表面波フィルタ装置 2 では、上記のように、「 $V_{C-(P+SV)}/\lambda_C < f_{F-L}$ かつ $V_{C-SH}/\lambda_C > f_{F-H}$ 」または「 $V_{C-SH}/\lambda_C < f_{F-L}$ かつ $V_{C-HO}/\lambda_C > f_{F-H}$ 」とされているため、くし型容量電極 10 により励振される弾性表面波の各モードによるスプリアスが、弾性表面波フィルタ装置 2 の通過帯域内に生じ難い。従って、フィルタ特性を高めることができる。また、くし型容量電極 10 の電極指ピッチをさほど小さくせずともよい。よって、くし型容量電極 10 を容易に形成することができ、弾性表面波フィルタ装置 2 の生産性を高めることができる。これを、以下においてより詳細に説明する。

[0040] 図 4 (a) は、上記くし型容量電極 10 における弾性表面波の伝搬方位が $(0^\circ, -40^\circ, 0^\circ)$ である場合の弾性表面波フィルタ装置 2 の電極構造の模式的平面図である。

[0041] 図 4 (a) では、くし型容量電極 10 における ϕ が 0° である。図 5 (a) ではくし型容量電極 10 の ϕ が 45° とされている。図 6 (a) では、 ϕ が 90° とされている。

[0042] なお、図 4 (a)、図 5 (a) 及び図 6 (a) では、上記弾性表面波フィルタ装置 2 のくし型容量電極 10 とくし型容量電極 10 に接続されている配線パターンのみを模式的に示している。

[0043] 上記伝搬方位 ϕ が 0° 、 45° または 90° とされた各くし型容量電極を有する弾性表面波フィルタ装置 2 を以下のようにして設計した。

[0044] 電極厚み = 160 nm

圧電膜 7 の厚み = 500 nm

低音速膜 6 の厚み = 700 nm

高音速膜 5 の厚み = 1340 nm

支持基板 4 の厚み = 350 μ m

くし型容量電極 10 における電極指ピッチで定まる波長 = 1.8 μ m

[0045] 上記各くし型容量電極におけるインピーダンスー周波数特性を図 4 (b)、図 5 (b) 及び図 6 (b) に示す。図 4 (b) では、SH 波の基本モードによる応答 SH と、高次モードによる応答 H が現れている。

[0046] 図 5 (b) では、レイリー波による応答 R、SH 波の基本モードによる応答 SH、高次モードによる応答 H が現れている。

[0047] 図 6 (b) では、伝搬方位 ψ が 90° であるため、SH 波の基本モードによる影響はみられず、レイリー波による応答 R と、高次モードによる応答 H が現れている。

[0048] 上記のように、伝搬方位を 0° 、 45° または 90° と変化させたとしても、くし型容量電極 10 においては、間挿し合う複数本の電極指 11, 12 を有するため、弾性表面波の各モードが励振されている。

[0049] 他方、図 7 は、上記くし型容量電極 10 における伝搬方位を 90° とした構成において、電極指のピッチで定まる波長を 1.7 μ m、1.8 μ m、2.1 μ m または 2.3 μ m と変化させた場合のインピーダンスー周波数特性を示す。図 7 から明らかなように、伝搬方位 $\psi = 90^\circ$ の場合 SH 波の基本波による応答は現れていない。

[0050] また、レイリー波及び高次モードによる応答が、上記波長を変化させた場合においても、現れていることがわかる。また、くし型容量電極 10 における波長が短くなるほど、言い換えれば電極指ピッチが小さくなるほど、応答が高域側にシフトしていることがわかる。

[0051] 図 4 (a) ~ 図 7 から明らかなように、くし型容量電極 10 においても、弾性表面波の各モードが励振されることがわかる。

[0052] 圧電膜 7 が、回転 Y カットの LiTaO₃ や LiNbO₃ である場合には、本実施形態の構造で発生する弾性表面波のモードは、上記のようにレイリー

波すなわち縦波＋S V波によるモード、S H波の基本波によるモード、S H波の高次モードの3種類となる。ただし、高次モードは、高周波数側に複数発生する。この複数の高次モードの音速や比帯域幅は様々である。さらに、上記積層構造を構成している各層の材料や厚みによっても、高次モードの現れ方は変化する。本実施形態では、発生する複数の高次モードのうち、スプリアス応答として無視できない大きさのモードであって、かつ最も低周波数側に位置しているモードを以下、高次モードとする。この無視できない大きさとは、比帯域幅で0.01%以上の応答をいうものとする。また、最も低周波数側に発生する高次モードのみを扱うのは、通過帯域が高次モードよりも低周波数側に位置されることになるからである。

[0053] なお、比帯域幅 $BW = \{ (\text{反共振周波数} - \text{共振周波数}) / \text{共振周波数} \} \times 100 (\%)$ で求められる値である。

[0054] 本実施形態では、任意の θ 及び ϕ において、条件1： $[V_{C-(P+SV)} / \lambda_C < f_{F-L}$ かつ $V_{C-SH} / \lambda_C > f_{F-H}]$ 、または条件2： $[V_{C-SH} / \lambda_C < f_{F-L}$ かつ $V_{C-HO} / \lambda_C > f_{F-H}]$ のいずれかの条件を満たすように、くし型容量電極10の波長 λ_C が決定されている。そのため、くし型容量電極10により発生する表面波のスプリアスが通過帯域内に発生することがない。すなわち、図7に示したように、くし型容量電極10の波長 λ_C を変化させると、くし型容量電極10で生じる各モードの周波数位置が変化する。従って、くし型容量電極10の波長 λ_C を、上記条件1または条件2を満たすように選択することにより、くし型容量電極10により生じた弾性表面波のスプリアスを、フィルタの通過帯域外に位置させることができる。より具体的には、条件1では、 $V_{C-(P+SV)} / \lambda_C < f_{F-L}$ であるため、くし型容量電極10で生じるレイリー波による応答は、通過帯域低域側のカットオフ周波数よりも低い周波数域に位置することとなる。従って、レイリー波による応答がスプリアスとなって通過帯域内に現れない。また、 $V_{C-SH} / \lambda_C > f_{F-H}$ であるため、くし型容量電極10で生じるS H波の基本波による応答は、通過帯域高域側のカットオフ周波数 f_{F-H} よりも高域側に位置する。従って、S H波の

基本波による応答がスプリアスとなって通過帯域内に現れない。高次モードによる応答はそれより高い周波数であるため通過帯域内に現れない。

[0055] 条件2では、 $V_{C-SH}/\lambda_c < f_{F-L}$ であるため、くし型容量電極10で生じるSH波の基本波による応答が通過帯域よりも低い周波数域に位置する。くし型容量電極10で生じるレイリー波の応答は、SH波の基本波による応答よりも低い周波数域に位置しているため、スプリアスとなって通過帯域内に現れない。また、くし型容量電極10で生じる高次モードによる応答は、 $V_{C-HO}/\lambda_c > f_{F-H}$ であるため、通過帯域の高域側のカットオフ周波数よりも高い周波数域に位置される。従って、高次モードによるスプリアスも通過帯域内に現れない。

[0056] 上記のように、バンドパスフィルタの通過帯域すなわち弾性表面波フィルタ装置2の通過帯域の低域側に、条件1ではレイリー波による応答を位置させ、通過帯域よりも高域側にSH波の応答を位置させる。条件2では、通過帯域よりも低域側にSH波による応答を位置させ、高域側に高次モードによる応答を位置させている。それによって、通過帯域内におけるくし型容量電極10で生じたモードによるスプリアスの影響が生じ難くされている。

[0057] よって、本実施形態の弾性表面波フィルタ装置2では、くし型容量電極10により生じた弾性表面波の各モードによるスプリアスが通過帯域内に現れ難い。また、前述した特許文献3では、 $V_m/\lambda_m < V_c/\lambda_c$ とされているため、くし型容量電極による波長 λ_c を小さく、すなわち電極指ピッチを小さくしなければならなかった。そのため、くし型容量電極10を容易にかつ安定に形成するのが困難であった。

[0058] これに対して、本実施形態では、くし型容量電極10の波長 λ_c は、条件1または条件2を満たすように構成されればよい。そのため、特許文献3に記載の構成に比べて、電極指ピッチを大きくすることができる。従って、くし型容量電極10を容易に形成でき、弾性表面波フィルタ装置2の生産性を高めることができる。

[0059] 図8は、上記実施形態の弾性表面波フィルタ装置2のフィルタ特性を示す

図である。もっとも、くし型容量電極 10 のインピーダンス－周波数特性は図 9 に示す通りとした。すなわち、くし型容量電極 10 におけるオイラー角の ϕ は 90° とし、波長を $\lambda_c = 2.2 \mu\text{m}$ とした。このようにして図 1 に示したデュプレクサ 1 の送信フィルタとしての弾性表面波フィルタ装置 2 を構成した。なお、このデュプレクサは Band 2 用のデュプレクサであり、送信フィルタとしての弾性表面波フィルタ装置 2 の通過帯域は、 $1850 \sim 1910 \text{ MHz}$ である。

[0060] 本実施形態において、レイリー波の音速 $V_{C-(P+SV)}$ は約 2700 m/秒 であり、高次モードの音速 V_{C-HO} は約 5170 m/秒 である。Band 2 の通過帯域の低域側のカットオフ周波数 f_{F-L} は約 1850 MHz であり、高域側のカットオフ周波数 f_{F-H} は約 1910 MHz である。従って、本実施形態では、 $1.46 < \lambda_c < 2.70 (\mu\text{m})$ とすればよい。そこで上記フィルタ装置では、 $\lambda_c = 2.2 \mu\text{m}$ とした。

[0061] 他方、図 9 は、この弾性表面波フィルタ装置 2 に用いられているくし型容量電極単体のインピーダンス－周波数特性を示す。図 9 から明らかなように、レイリー波による応答 R は、 1300 MHz 付近に、高次モードによる応答 H は 2350 MHz 付近に現れており、SH 波の基本波による応答は現れていないことがわかる。よって、図 8 に示すフィルタ特性では、上記くし型容量電極 10 により励振された各モードによる応答が、通過帯域内スプリアスとなっていないことがわかる。

[0062] 本実施形態の構造において、オイラー角の θ を -40° に固定し、くし型容量電極における伝搬方位 ϕ を変化させ、各モードの比帯域幅 BW (%) と、音速とを求めた。結果を図 10、図 11 に示す。図 10 はくし型容量電極 10 における伝搬方位 ϕ を変化させた場合の各モードの比帯域幅 BW (%) の変化を示す図である。図 11 は、伝搬方位 ϕ を変化させた場合の各モードの音速の変化を示す図である。

[0063] 図 12 は、伝搬方位 ϕ を 90° に固定し、オイラー角の θ を変化させた場合の各モードの比帯域幅 BW (%) の変化を示し、図 13 は音速の変化を示

す図である。なお、図10～図13において、丸印で示されるデータがレイリー波のモード、四角形で示されるデータがSH波のモード、白抜きの三角形で示されるデータが高次モード、である。

[0064] 図10及び図11から、伝搬方位 ψ が変化すると、各モードの比帯域幅BWは変化しているが、音速は常に $V_{C-(P+SV)} < V_{C-SH} < V_{C-HO}$ となることがわかる。

[0065] また、図12及び図13から明らかなように、 θ を変化させた場合においても、同様に、 $V_{C-(P+SV)} < V_{C-SH} < V_{C-HO}$ の関係であることがわかる。

[0066] 図10及び図12から明らかなように、任意の θ において、 ψ が $90^\circ \pm 4^\circ$ 以内の範囲、すなわち ψ が 86° 以上、 94° 以下であれば、SH波の基本波の比帯域幅BWは0.01%以下である。従って、好ましくは、 ψ は 86° 以上、 94° 以下である。それによって、SH波の基本波の応答を無視することができる。

[0067] この場合には、 $V_{C-(P+SV)} / \lambda_C < f_{F-L}$ かつ $V_{C-HO} / \lambda_C > f_{F-H}$ の条件を満たすように波長 λ_C を選択すればよい。それによって、くし型容量電極10により発生するスプリアスの影響をより確実に回避することができる。

[0068] なお、上述した実施形態では、弾性表面波フィルタ装置2は、ラダー型回路構成を有していたが、本発明の弾性表面波フィルタ装置における回路構成は特に限定されない。すなわち、ラダー型回路構成に限らず、縦結合共振子型やラチス型などの様々な回路構成の弾性表面波フィルタ装置に、本発明を適用することができる。この場合、くし型容量電極は、上記橋絡容量Cとして機能するものに限定されない。すなわち、バンドパスフィルタに静電容量を接続してなる構成に広く本発明を適用することができる。

[0069] また、上記実施形態では、支持基板4上に高音速材としての高音速膜5が積層されていたが、図14に示すように、支持基板4を用いずに、高音速基板5Aを用いてもよい。高音速基板5Aは、高音速膜5と同様に伝搬するバルク波の音速が高速である適宜の材料で形成することができる。

[0070] 前述したように、くし型容量電極10における伝搬方位 $\psi = 90^\circ$ の場合

には、SH波の基本波による応答は無視することができる。

[0071] 図15は、第2の実施形態の弾性波フィルタ装置を模式的に示す部分切り欠き平面図である。図16は、比較例の弾性波フィルタ装置を模式的に示す部分切り欠き平面図である。

[0072] 図15に示すように、第2の実施形態の弾性波フィルタ装置は、くし型容量電極20と第1、第2のIDT電極8A、8Bとを有する。くし型容量電極20は、互いに平行に延びている一対のバスバー20a、20bを有する。くし型容量電極20からバスバー20a、20bが延びる方向においてギャップを隔てて、第1のIDT電極8Aが配置されている。くし型容量電極20の側方には、第2のIDT電極8Bが配置されている。第1のIDT電極8A、8Bにおける弾性波の伝搬方向は、くし型容量電極20のバスバー20a、20bが延びる方向に垂直な方向である。

[0073] 第1のIDT電極8Aは、第2のIDT電極8Bに接続されている。第1のIDT電極8Aは、互いに平行に延びている一対のバスバー8Aa、8Abを有する。第2のIDT電極8Bも、互いに平行に延びている一対のバスバー8Ba、8Bbを有する。バスバー8Aa、8Abとバスバー8Ba、8Bbとは、互いに平行に延びている。

[0074] ここで、IDT電極8A及び8Bにおける弾性波の伝搬方向とバスバー8Aa、8Ab及びバスバー8Ba、8Bbとがそれぞれなす角度をIDT電極8A及び8Bの傾斜角度とする。このとき、IDT電極8A、8Bの傾斜角度は X° である。同様に、くし型容量電極20で発生する弾性波の伝搬方向とバスバー20a、20bとがなす角度を傾斜角度とする。このとき、くし型容量電極20の傾斜角度も X° である。すなわち、くし型容量電極20の伝搬方位 ϕ は、 $90^\circ + X^\circ$ である。なお、IDT電極8A、8Bの傾斜角度を X° とした場合に、くし型容量電極20の伝搬方位 ϕ は、 $(90^\circ + X^\circ) \pm 5^\circ$ の範囲内、すなわち、 $(90^\circ + X^\circ - 5^\circ)$ 以上、 $(90^\circ + X^\circ + 5^\circ)$ 以下の範囲内であれば特性上問題ない。

また、上記同様、 ϕ が 86° 以上、 94° 以下の範囲にあれば、SH波の基

本波の比帯域幅BWは0.01%以下となるため、なお好ましい。

[0075] ここで、バスバー20aは、第1のIDT電極8A側の端部20a1を有する。バスバー20bは、第1のIDT電極8A側の端部20b1を有する。端部20a1と端部20b1とは、バスバー20a, 20bが延びる方向に垂直な方向から、角度 X° だけ傾斜した仮想線Y上に位置する。すなわち、IDT電極8Aのバスバー8Aaに平行に延びる線上に、端部20a1と端部20b1とが位置する。

[0076] 他方、図16に示す比較例の弾性波フィルタ装置では、くし型容量電極30の構成が、本実施形態のくし型容量電極20と異なる。くし型容量電極30の弾性波伝搬方位 ψ は、 90° である。より具体的には、くし型容量電極30のバスバー30a, 30bは、第1のIDT電極8A, 8Bにおける弾性波の伝搬方向に垂直に延びている。バスバー30a, 30bは、くし型容量電極30における弾性波の伝搬方向に対して傾斜していない。なお、くし型容量電極30の容量と、くし型容量電極20の容量とは等しい。

[0077] 比較例の弾性波フィルタ装置では、くし型容量電極30のバスバー30bの端部30b1と第1のIDT電極8Aとの間の距離よりも、バスバー30aの端部30a1と第1のIDT電極8Aとの間の距離の方が長い。このように、端部30a1とIDT電極8Aとの距離が長いため、第1のIDT電極8A, 8B及びくし型容量電極30を配置する面積が大きくなる。

[0078] これに対して、本実施形態では、第1のIDT電極8Aの傾斜角度を X° としたときに、くし型容量電極20の伝搬方位 ψ は $90^\circ + X^\circ$ である。よって、くし型容量電極30と同じ容量としつつ、IDT電極8Aのバスバー8Aaに平行に延びる線上に、端部20a1と端部20b1とを位置させることができる。よって、端部20a1とIDT電極8Aとの間の距離と、端部20b1と第1のIDT電極8Aとの間の距離とを等しくすることができる。従って、容量を小さくすることなく、第1のIDT電極8A, 8B及びくし型容量電極20を配置する面積を小さくすることができる。

[0079] なお、くし型容量電極20のバスバー20a, 20bは、第1のIDT電

極 8 A における弾性波の伝搬方向に必ずしも垂直に延びていなくともよい。

[0080] 上述してきた各実施形態では弾性表面波装置につき説明したが、本発明は、弾性境界波装置などの他の弾性波装置にも適用することができ、その場合であっても同様の効果を得ることができる。図 17 は、第 3 の実施形態としての弾性境界波装置 43 を示す模式的正面断面図である。弾性境界波を励振するために、圧電膜 45 と圧電膜 45 上に積層された誘電体膜 44 との界面に I D T 電極 46 が形成されている。

[0081] また、図 18 は、いわゆる三媒質構造の弾性境界波装置 47 の模式的正面断面図である。圧電膜 45 と誘電体膜 48 との界面に I D T 電極 46 が形成されている。さらに、誘電体膜 48 上に誘電体膜 48 よりも横波音速が速い誘電体 49 が積層されている。それによって、いわゆる三媒質構造の弾性境界波装置が構成されている。

[0082] 弾性境界波装置 43, 47 のように、弾性境界波装置においても、第 1 の実施形態の弾性表面波フィルタ装置 2 と同様の効果を得ることができる。

符号の説明

- [0083] 1…デュプレクサ
2…弾性表面波フィルタ装置
3…受信フィルタ
4…支持基板
5…高音速膜
5 A…高音速基板
6…低音速膜
7…圧電膜
8, 8 A, 8 B… I D T 電極
8 B a, 8 B b, 8 A a, 8 A b…バスバー
10…くし型容量電極
11, 12…電極指
20…くし型容量電極

20 a, 20 b …バスバー

20 a 1, 20 b 1 …端部

30 …くし型容量電極

30 a, 30 b …バスバー

30 a 1, 30 b 1 …端部

43 …弾性境界波装置

44, 48, 49 …誘電体膜

45 …圧電膜

46 …IDT電極

47 …三媒質構造の弾性境界波装置

C …橋絡容量

S1 a ~ S1 c, S2 a, S2 b, S3, S4 a ~ S4 c …直列腕共振子

P1 a, P1 b ~ P4 a, P4 b …並列腕共振子

請求の範囲

[請求項1]

高音速材と、
 前記高音速材上に積層されている低音速膜と、
 前記低音速膜上に積層されている圧電膜と、
 前記圧電膜上に形成されており、フィルタを構成しているIDT電極と、

前記圧電膜上に形成されており、前記フィルタに電氣的に接続されているくし型容量電極とを備え、

前記高音速材を伝搬するバルク波音速は、前記圧電膜を伝搬するバルク波の音速よりも高速であり、前記低音速膜を伝搬するバルク波音速は、前記圧電膜を伝搬するバルク波音速よりも低速であり、

前記くし型容量電極の電極指ピッチで定まる波長を λ_c とし、前記くし型容量電極で発生する弾性波のモードにおいて、P+SV波の音速を $V_{C-(P+SV)}$ 、SH波の音速を V_{C-SH} 、SH波の高次モードのうち最も低い周波数側に位置している高次モードの音速を V_{C-HO} としたときに、 $V_{C-(P+SV)} < V_{C-SH} < V_{C-HO}$ であり、

前記フィルタの低周波数側のカットオフ周波数を f_{F-L} 、高周波数側のカットオフ周波数を f_{F-H} とし、前記くし型容量電極で発生する弾性波の伝搬方向を、圧電膜の結晶に対するオイラー角で(0° , θ , ϕ)と表したとき、任意の θ と ϕ において、 $V_{C-(P+SV)} / \lambda_c < f_{F-L}$ かつ $V_{C-SH} / \lambda_c > f_{F-H}$ 、または $V_{C-SH} / \lambda_c < f_{F-L}$ かつ $V_{C-HO} / \lambda_c > f_{F-H}$ とされている、弾性波フィルタ装置。

[請求項2]

前記くし型容量電極で発生する弾性波の伝搬方位であるオイラー角の ϕ が 86° 以上、 94° 以下の範囲にある、請求項1に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項3]

$V_{C-(P+SV)} / \lambda_c < f_{F-L}$ かつ $V_{C-HO} / \lambda_c > f_{F-H}$ である、請求項2に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項4]

前記高音速材が高音速膜であり、該高音速膜が上面に積層されてい

る支持基板をさらに備える、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項5] 前記高音速材が、高音速基板からなる、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の弾性波フィルタ装置。

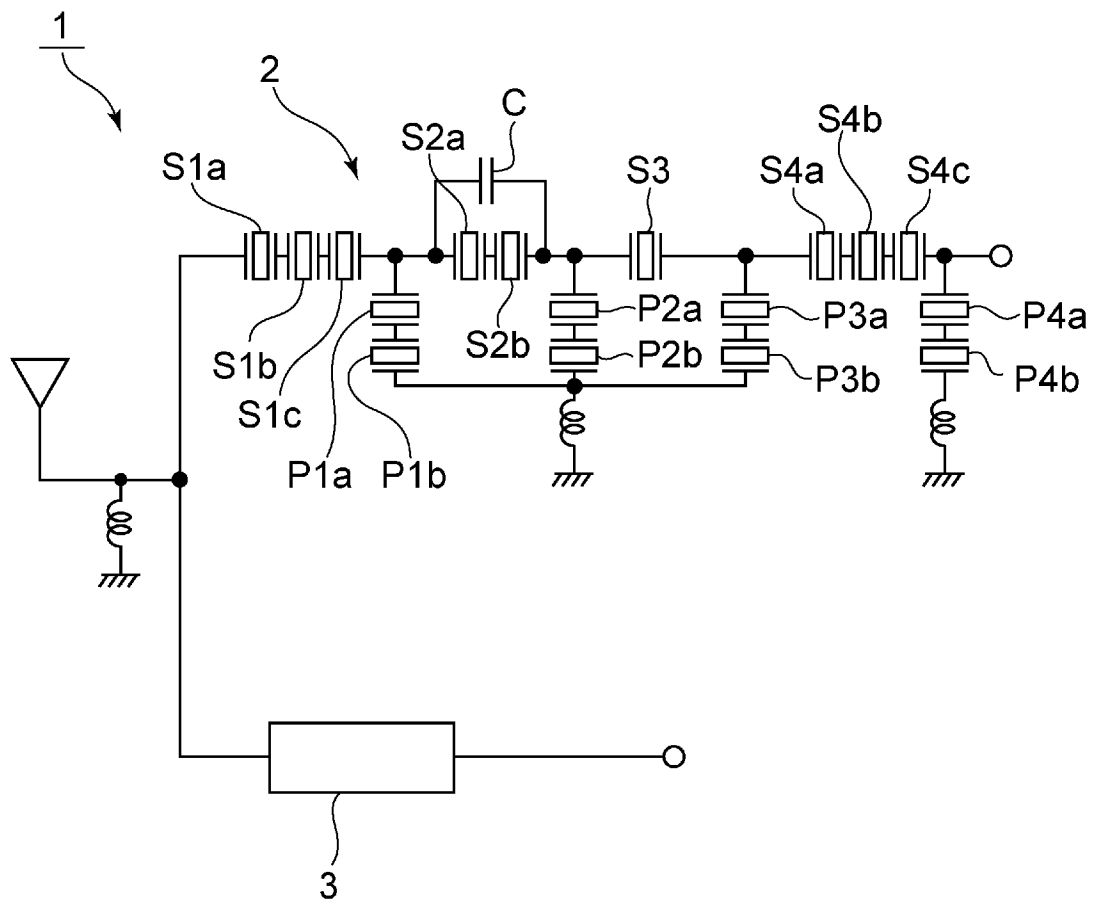
[請求項6] 前記くし型容量電極が対向し合っている一対のバスバーを有し、前記 I D T 電極が、前記くし型容量電極から前記バスバーが延びる方向においてギャップを隔てて配置されている第 1 の I D T 電極を有し、
前記第 1 の I D T 電極が対向し合っている一対のバスバーを有し、前記第 1 の I D T 電極における弾性波の伝搬方向と前記バスバーとがなす角度を前記第 1 の I D T 電極の傾斜角度とし、前記第 1 の I D T 電極の傾斜角度を X° としたときに、前記くし型容量電極で発生する弾性波の伝搬方位であるオイラー角の ϕ が $(90^{\circ} + X^{\circ} - 5^{\circ})$ 以上、 $(90^{\circ} + X^{\circ} + 5^{\circ})$ 以下の範囲内にある、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項7] 前記くし型容量電極の前記バスバーが、前記第 1 の I D T 電極の弾性波の伝搬方向に垂直に延びている、請求項 6 に記載の弾性波フィルタ装置。

[請求項8] 前記 I D T 電極が、前記第 1 の I D T 電極に接続されている第 2 の I D T 電極を有し、前記第 2 の I D T 電極が、前記第 1 の I D T 電極の前記バスバーに平行に延びており、かつ対向し合っている一対のバスバーを有し、
前記くし型容量電極の側方に、前記第 2 の I D T 電極が配置されている、請求項 6 に記載の弾性波フィルタ装置。

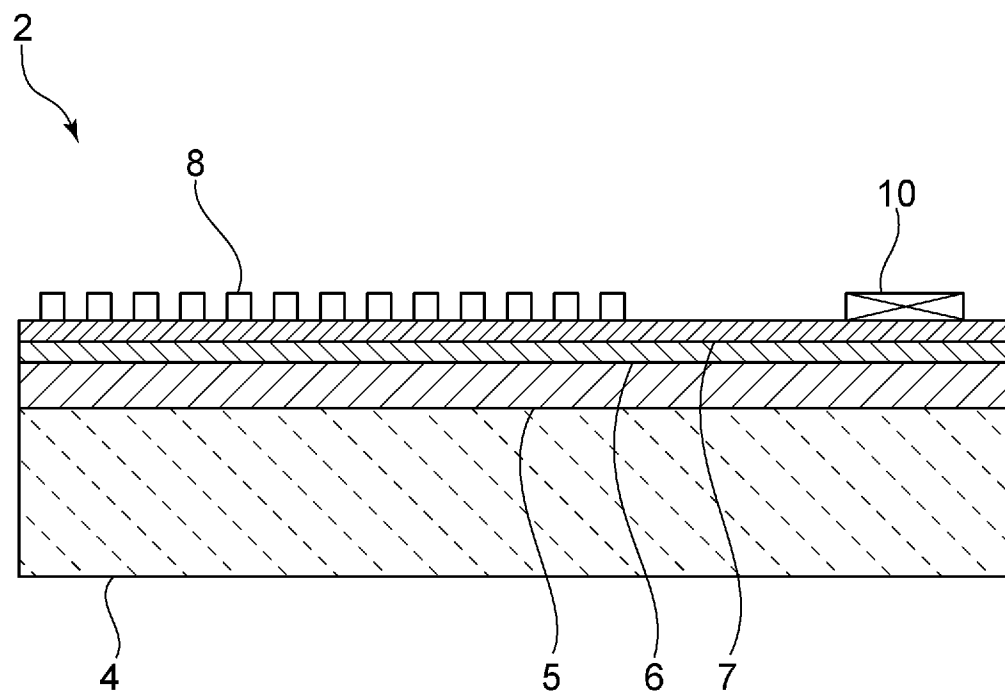
[図1]

図1



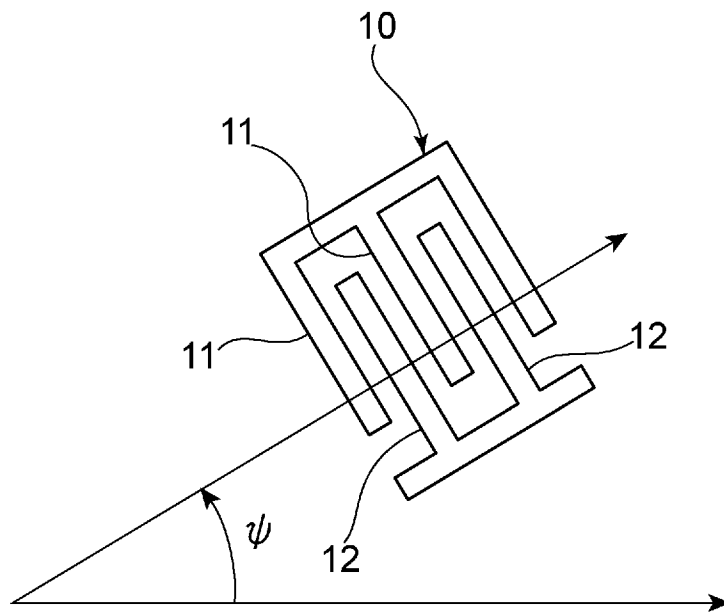
[図2]

図2



[図3]

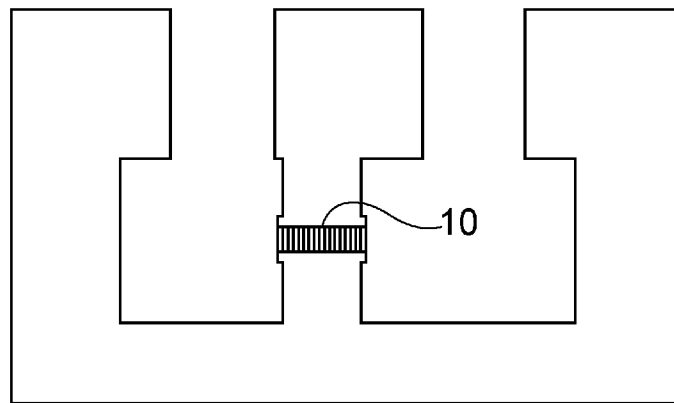
図3



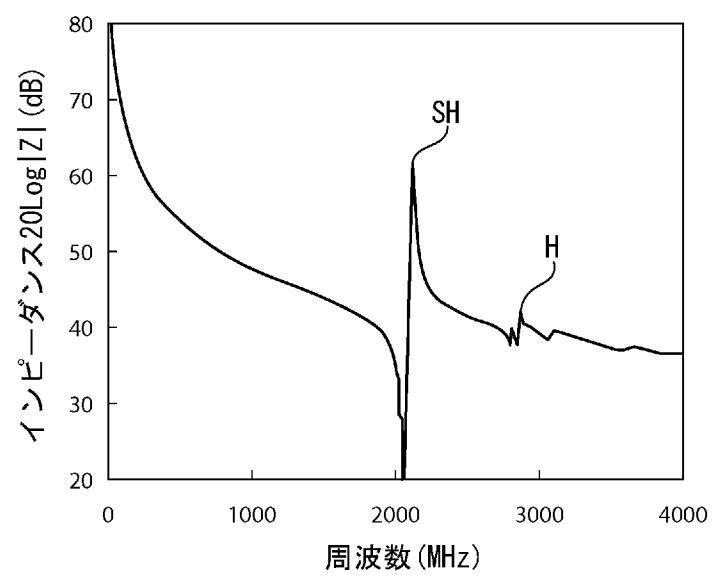
[図4]

図4

(a)



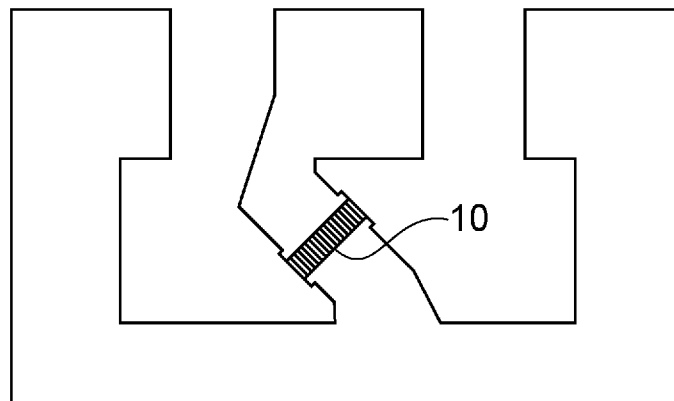
(b)



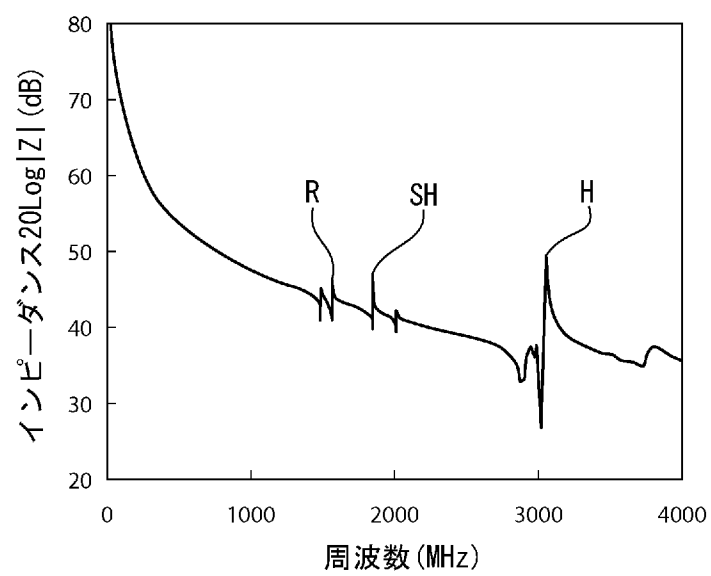
[図5]

図5

(a)



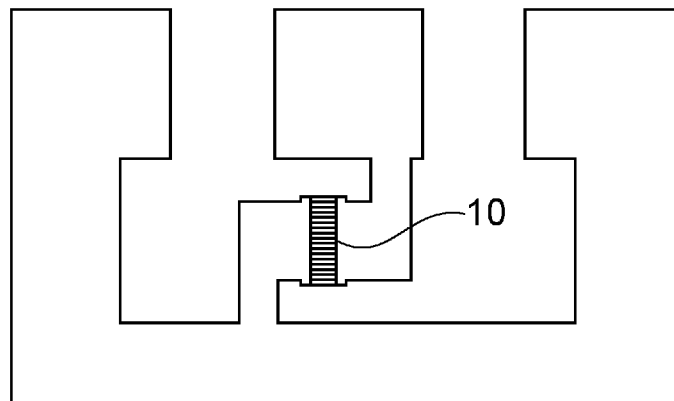
(b)



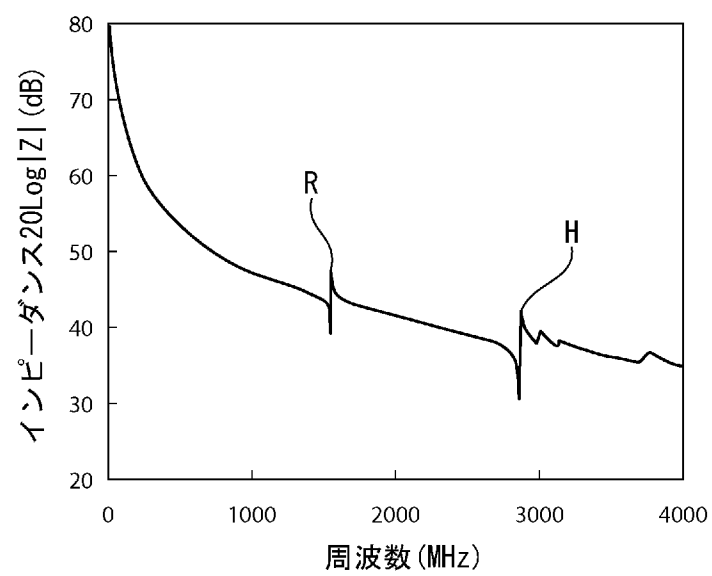
[図6]

図6

(a)

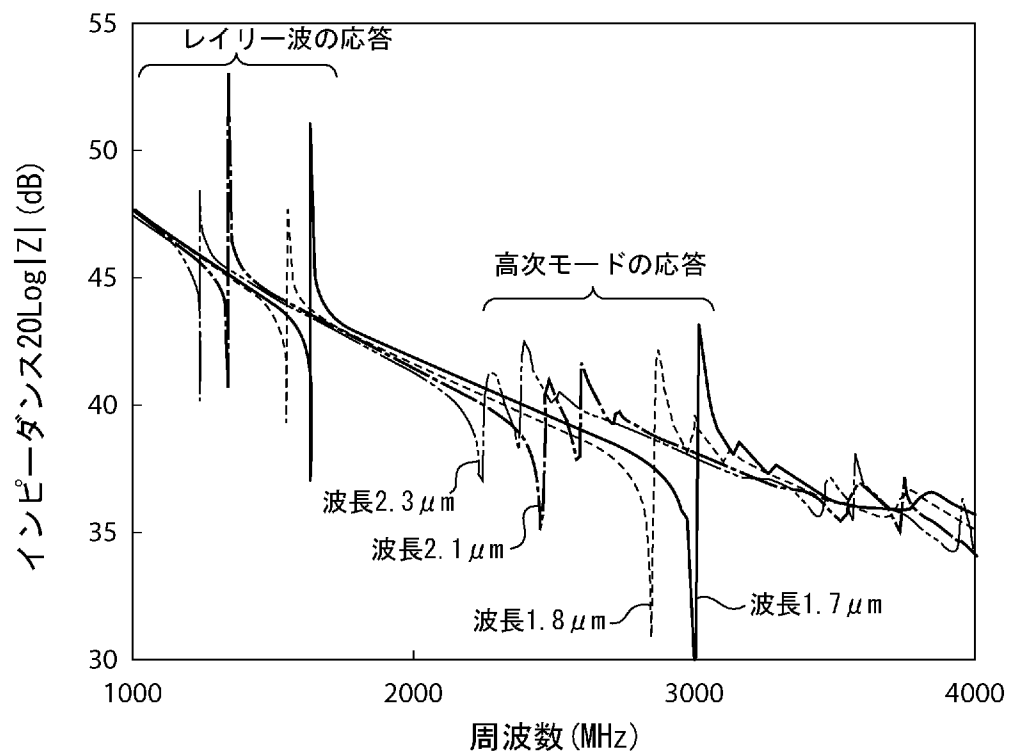


(b)



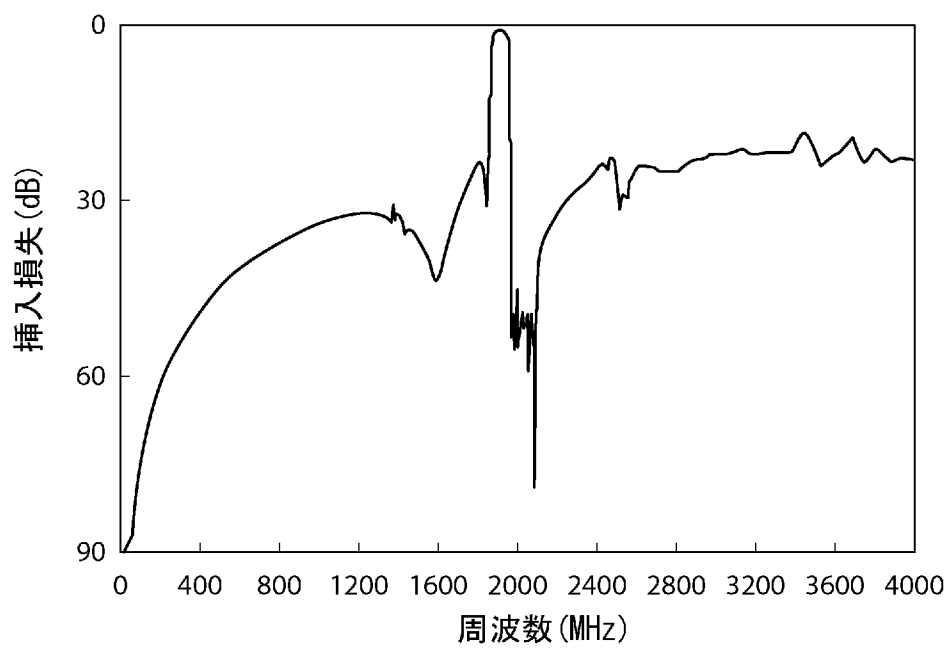
[図7]

図7



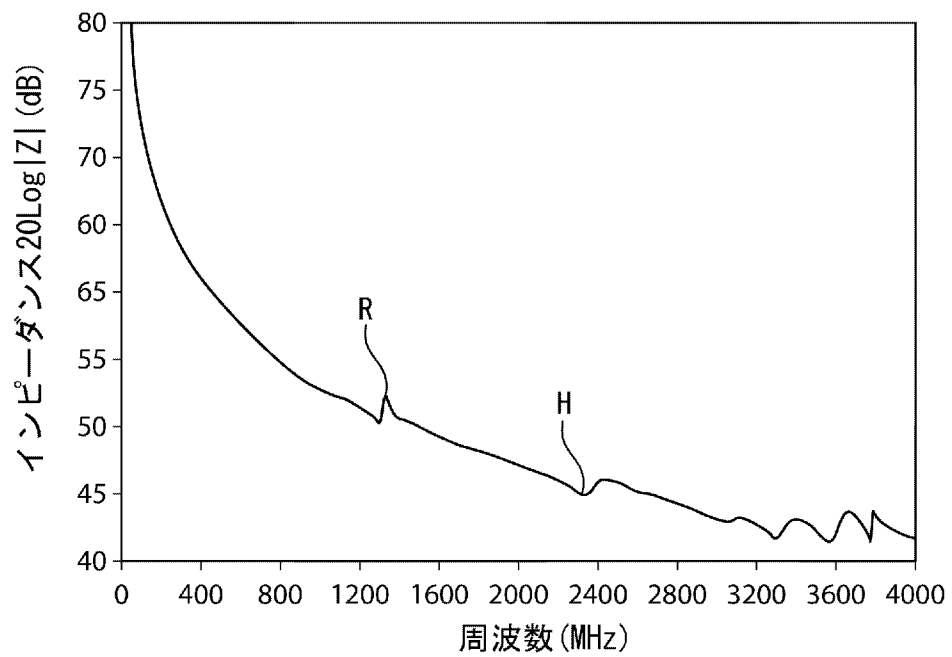
[図8]

図8



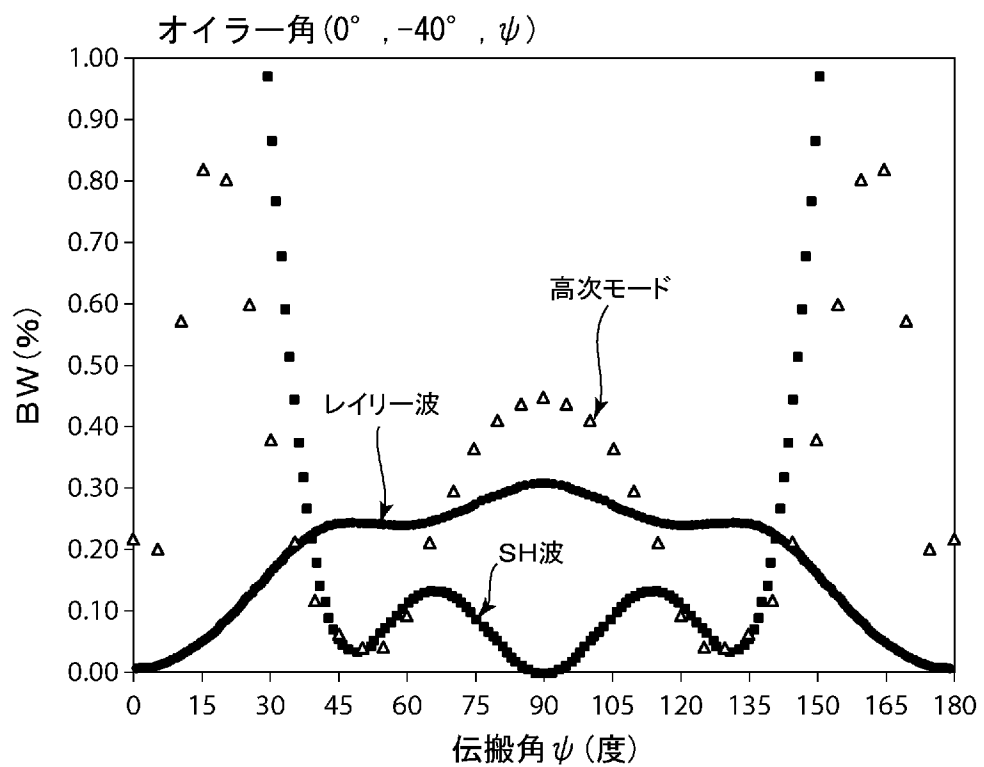
[図9]

図9



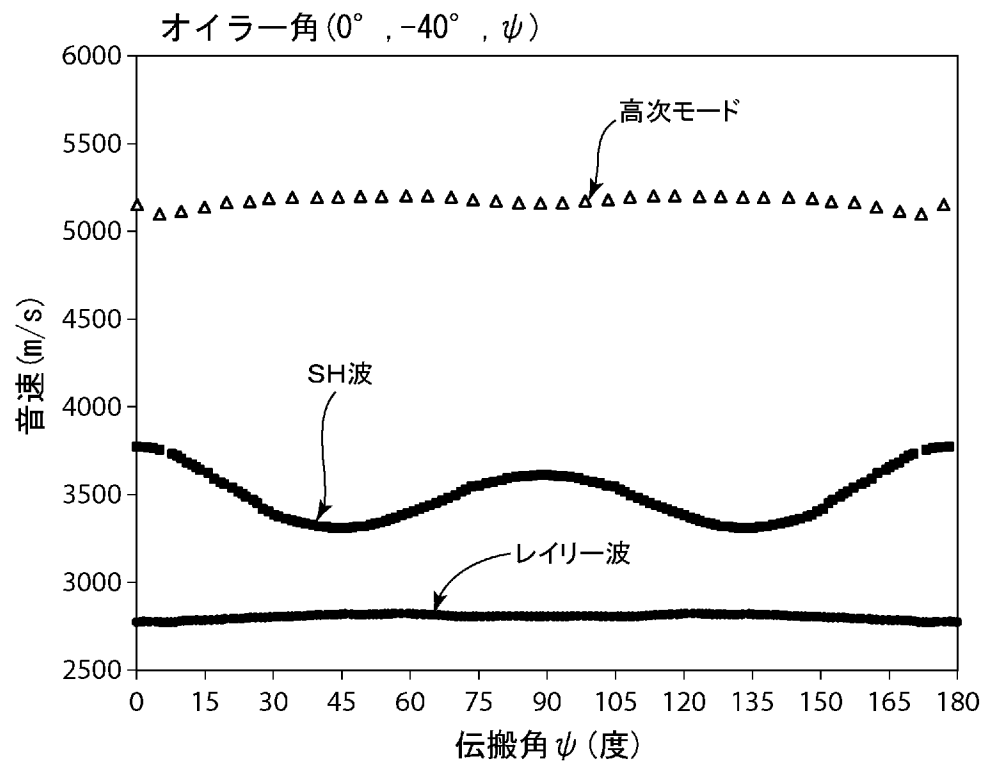
[図10]

図10



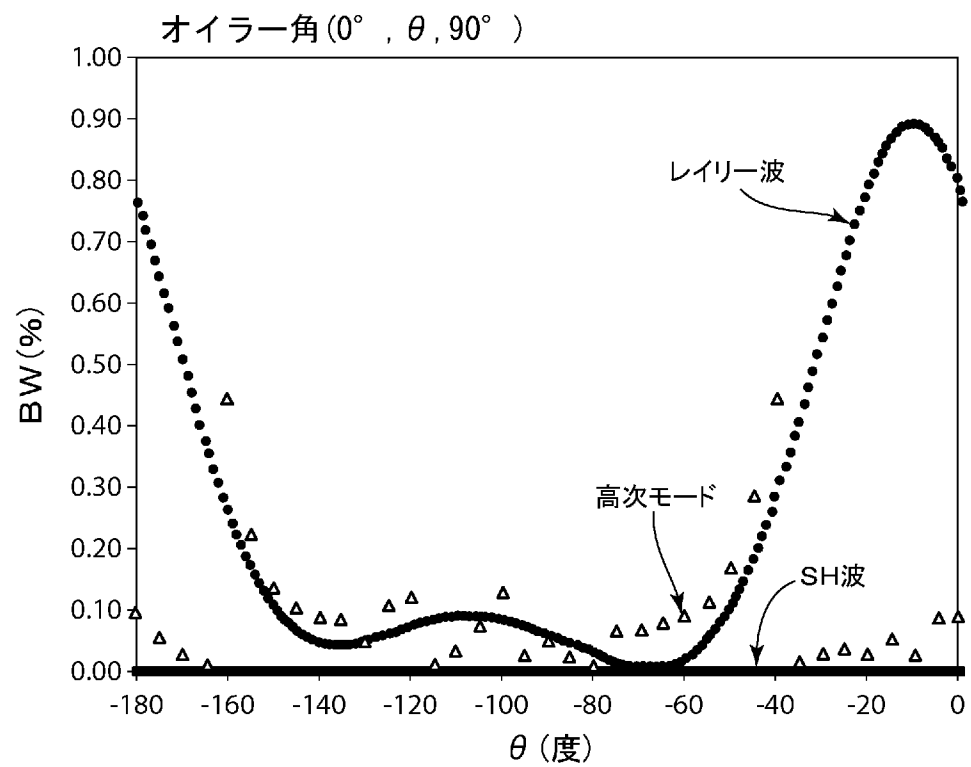
[図11]

図11



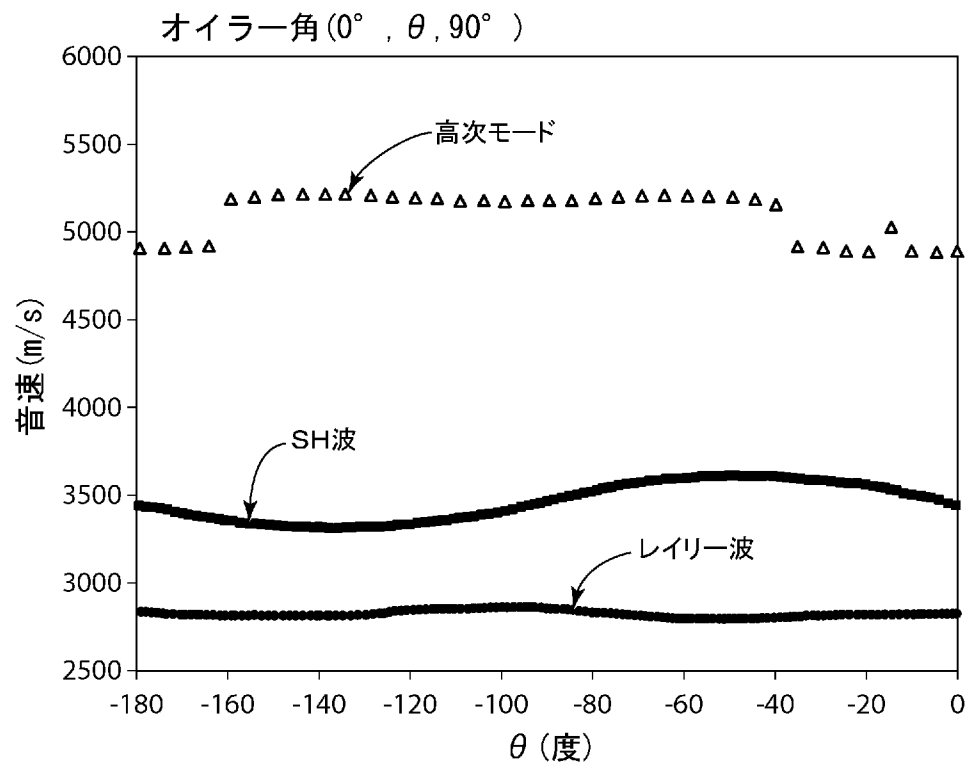
[図12]

図12



[図13]

図13



[図14]

図14

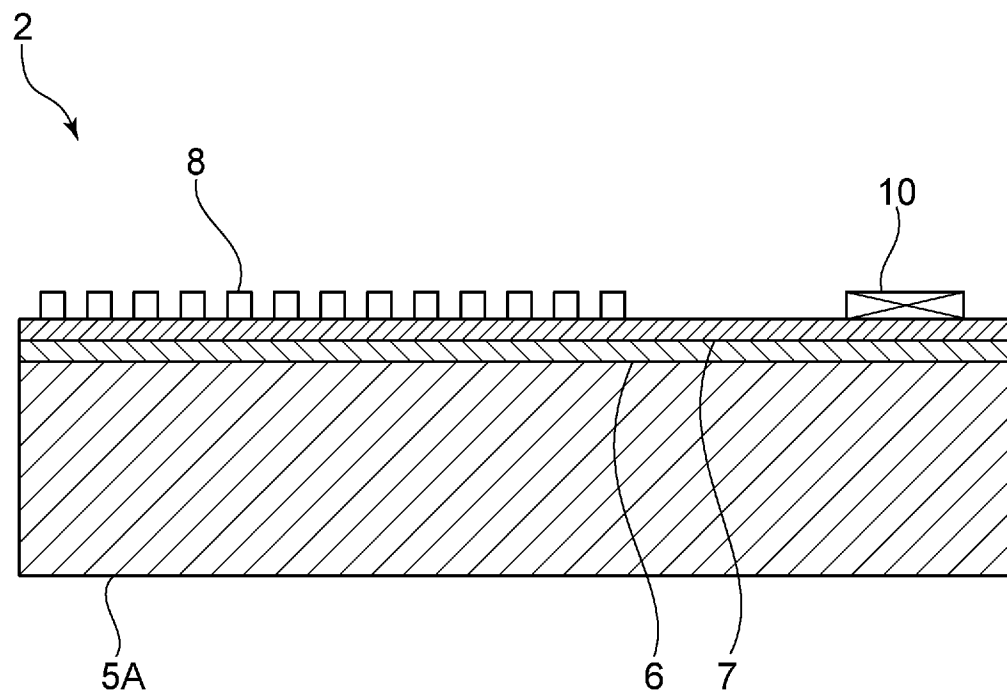
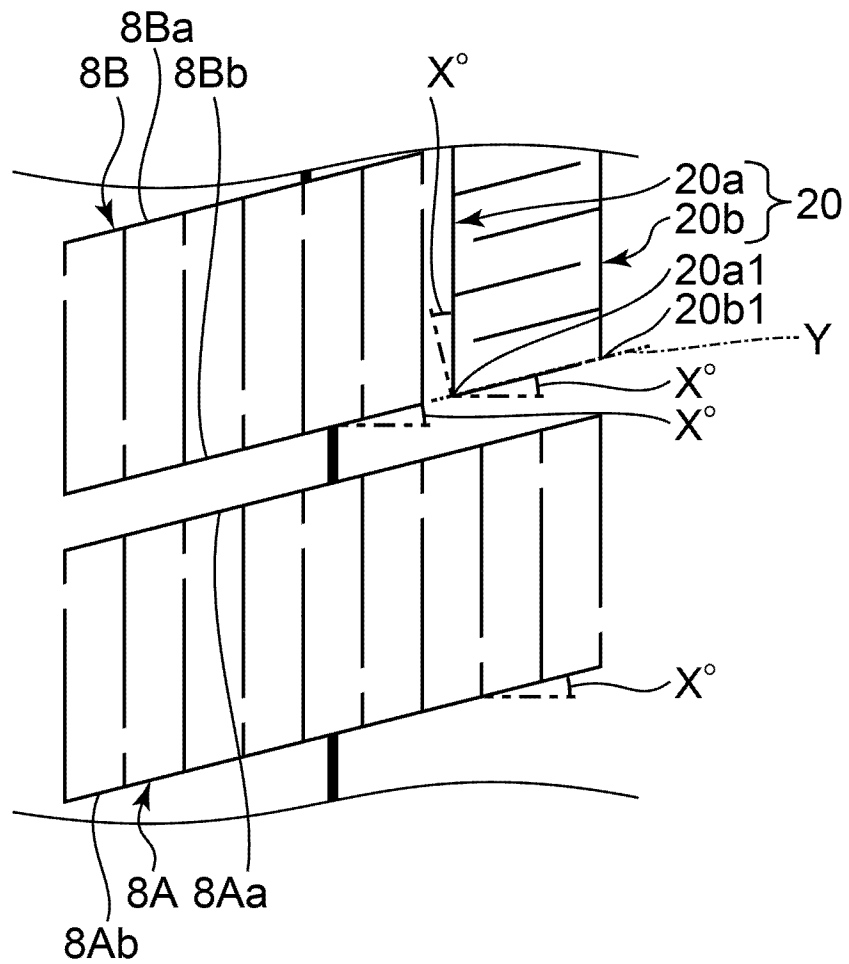
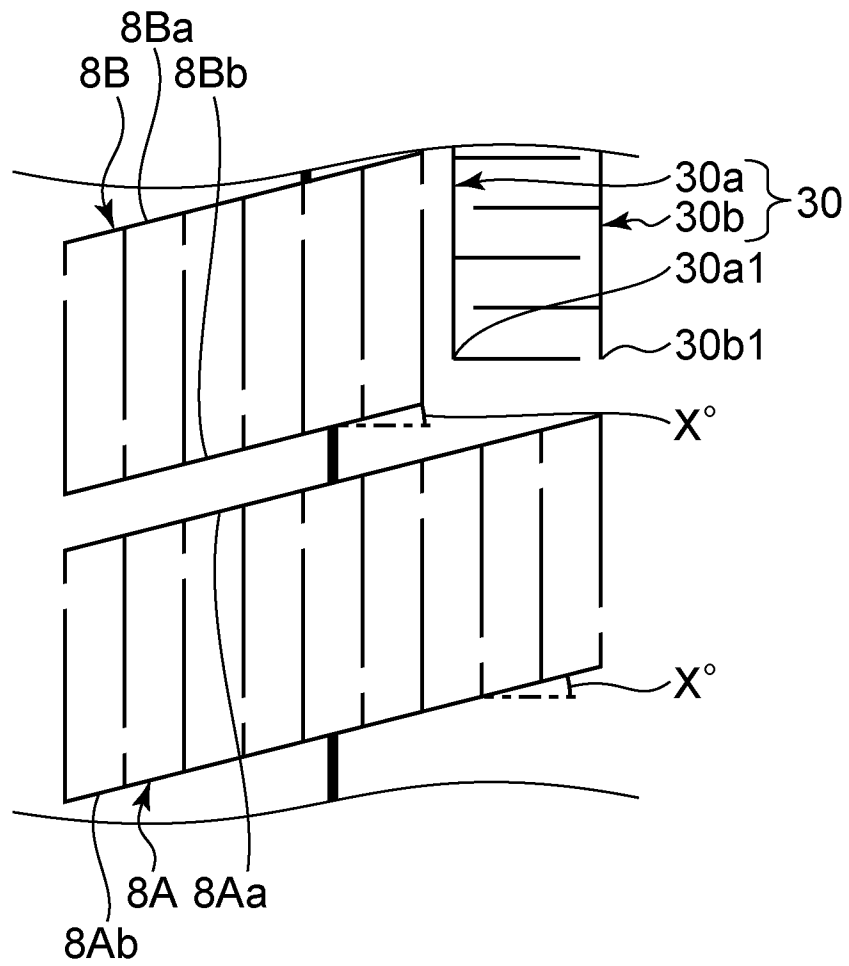


図15



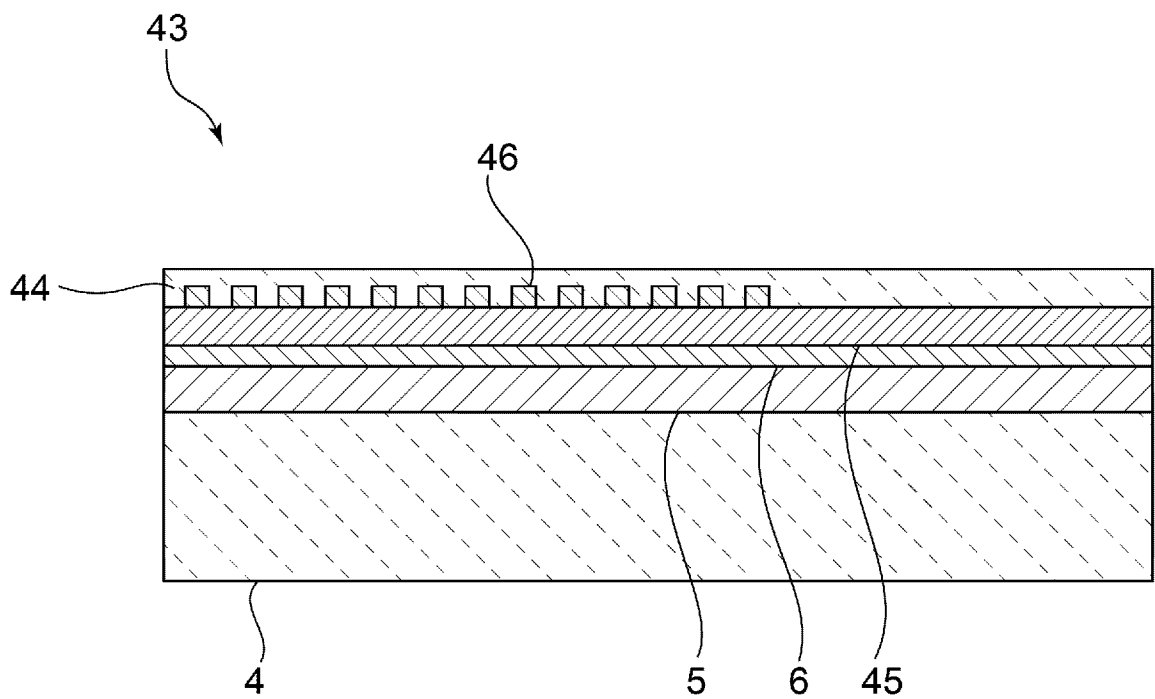
[図16]

図16



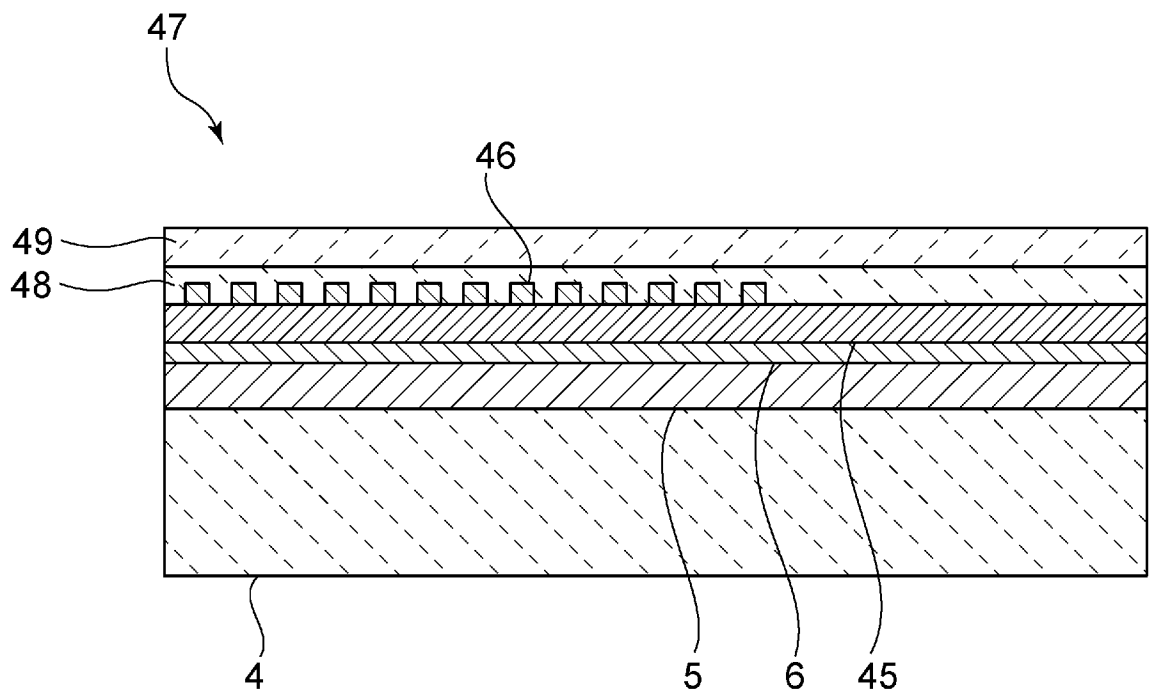
[図17]

図17



[図18]

図18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060652

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03H9/145, H03H9/64

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2013/191122 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 27 December 2013 (27.12.2013), paragraphs [0021] to [0024]; fig. 1 & CN 104380601 A	1-8
A	JP 2002-111443 A (Toyo Communication Equipment Co., Ltd.), 12 April 2002 (12.04.2002), paragraphs [0013] to [0014]; fig. 4 (Family: none)	1-8
A	JP 2010-062873 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 18 March 2010 (18.03.2010), paragraph [0035]; fig. 1 (Family: none)	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
28 April 2015 (28.04.15)

Date of mailing of the international search report
19 May 2015 (19.05.15)

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/JP2015/060652

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013/061694 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 02 May 2013 (02.05.2013), fig. 1 to 3 & US 2014/0218128 A1 & EP 2773039 A1 & CN 103907286 A & KR 10-2014-0079433 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

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

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 2013/191122 A1（株式会社村田製作所）2013.12.27, [0021]-[0024], 図1 & CN 104380601 A	1 - 8
A	JP 2002-111443 A（東洋通信機株式会社）2002.04.12, [0013]-[0014], 図4（ファミリーなし）	1 - 8
A	JP 2010-062873 A（株式会社村田製作所）2010.03.18, [0035], 図1（ファミリーなし）	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

2 8 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 5 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

橋本 和志

5 W

4 1 8 3

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2013/061694 A1 (株式会社村田製作所) 2013. 05. 02, 図 1-3 & US 2014/0218128 A1 & EP 2773039 A1 & CN 103907286 A & KR 10-2014-0079433 A	1 - 8