

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年4月17日 (17.04.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/044411 A1

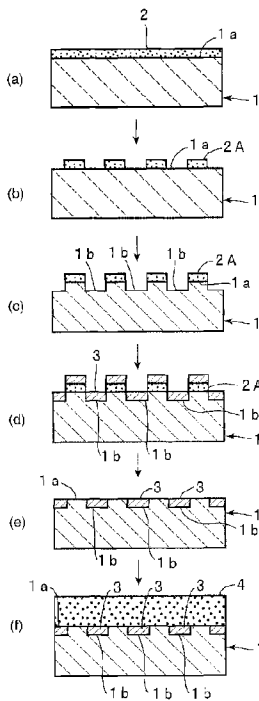
- (51) 国際特許分類:
H03H 9/145 (2006.01) H01L 41/18 (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01) H03H 9/25 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/067583
- (22) 国際出願日: 2007年9月10日 (10.09.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2006-278970
2006年10月12日 (12.10.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO.,

- LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 門田 道雄 (KADOTA, Michio) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 木村 哲也 (KIMURA, Tetsuya) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 宮▲崎▼主税 (MIYAZAKI, Chikara); 〒5400012 大阪府大阪市中央区谷町1丁目5番4号大同生命ビル6階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH,

[続葉有]

(54) Title: ELASTIC BOUNDARY-WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性境界波装置



φ≦50.1		AA	オイラー角(θ) : θ = -45° ~ +45° のθ		
BB	0.04≦第1グループ電極厚≦0.07	(0.38~106~45~45)		0.8≦誘電体層厚≦2.3	FF
BB	0.07≦第1グループ電極厚<0.1	(0.66~116~45~45)		0.8≦誘電体層厚≦2.3	FF
BB	0.1≦第1グループ電極厚≦0.2	(0.66~125~45~45)		0.8≦誘電体層厚≦2.3	FF
CC	0.01≦第2グループ電極厚<0.02	(0.71~101~45~45)		0.8≦誘電体層厚≦3.0	FF
CC	0.02≦第2グループ電極厚<0.04	(0.86~101~45~45)		0.8≦誘電体層厚≦3.0	FF
CC	0.04≦第2グループ電極厚<0.08	(0.66~102~45~45)		0.8≦誘電体層厚≦3.0	FF
CC	0.08≦第2グループ電極厚≦0.16	(0.81~123~45~45)		0.8≦誘電体層厚≦3.0	FF
DD	0.01≦第3グループ電極厚<0.02	(0.81~112~45~45)		0.8≦誘電体層厚≦4.0	FF
DD	0.02≦第3グループ電極厚<0.04	(0.92~122~45~45)		0.8≦誘電体層厚≦4.0	FF
DD	0.04≦第3グループ電極厚<0.08	(0.89~132~45~45)		0.8≦誘電体層厚≦4.0	FF
DD	0.08≦第3グループ電極厚≦0.10	(0.81~136~45~45)		0.8≦誘電体層厚≦4.0	FF

電極厚及び誘電体層厚はいずれも規格化膜厚/A (Aは誘電体層厚の表裏である.)

EE

- AA. EULER'S ANGLE
- BB. FIRST GROUP ELECTRODE THICKNESS
- CC. SECOND GROUP ELECTRODE THICKNESS
- DD. THIRD GROUP ELECTRODE THICKNESS
- EE. BOTH ELECTRODE THICKNESS AND DIELECTRIC LAYER THICKNESS ARE STANDARDIZED THICKNESS HA (A. WAVELENGTH OF ELASTIC BOUNDARY WAVES)
- FF. DIELECTRIC LAYER THICKNESS

(57) Abstract: Provided is an elastic boundary-wave device, which utilizes elastic boundary-waves to propagate through a boundary between LiNbO₃ or LiTaO₃ and a dielectric layer so that the loss is reduced by making use of SH-type elastic boundary-waves although the electrode film is made thin. In the elastic boundary-wave device, a plurality of grooves (1b) are formed in the upper face of a LiNbO₃ substrate (1) and are filled with a metallic material to form an electrode film (3) including IDT electrodes. A dielectric layer (4) such as a SiO₂ film is formed to cover the upper face (1a) of the piezoelectric substrate (1) and the electrode film (3), and is flattened on its surface. The thickness of the electrode film (3), the Euler's angle (θ) (0 degrees, θ, -45 degrees - +45 degrees) of the LiNbO₃ substrate and the thickness of the dielectric layer (4) are defined within any of the ranges tabulated in the following Table 1.

(57) 要約: LiNbO₃またはLiTaO₃と誘電体層との境界を伝搬する弾性境界波を利用しており、電極膜が薄くされているにもかかわらず、SH型の弾性境界波を利用して低損失とされている弾性境界波装置を提供する。LiNbO₃基板1の上面に複数本の溝1bが形成されており、これらの溝1bに金属材料が充填されてIDT電極を含む電極膜3が形成されており、SiO₂膜のような誘電体層4が圧電基板1の上面1a及び電極膜3を覆うように形成されており、誘電体層4の表面が平坦化されており、電極膜3の厚み、LiNbO₃基板のオイラー角(0°, θ, -45°~+45°)のθ及び誘電体層4の厚みが、下記の表1に示されている範囲のいずれかの範囲とされている、弾性境界波装置1。

WO 2008/044411 A1



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

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

明 細 書

弾性境界波装置

技術分野

[0001] 本発明は、例えば共振子や帯域フィルタとして用いられる弾性境界波装置に関し、より詳細には、圧電体と、圧電体の上面に金属を埋め込むことにより形成された電極と、圧電体及び電極を覆うように設けられた誘電体とを有する弾性境界波装置に関する。

背景技術

[0002] 移動体通信システムに用いられるデュプレキサ (DPX) やRFフィルタでは、広帯域かつ良好な温度特性の双方が満たされることが求められている。従来、DPXやRFフィルタに使用されてきた弾性表面波装置では、 $36^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 回転Y板X伝搬 LiTaO_3 からなる圧電基板が用いられている。この圧電基板は、周波数温度係数が $-45 \sim -35 \text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ 程度であった。温度特性を改善するために、圧電基板上においてIDT電極を被覆するように、正の周波数温度係数を有する SiO_2 膜を成膜する方法が知られている。

[0003] しかしながら、 SiO_2 膜がIDT電極を被覆するように形成された構造では、IDT電極の電極指が存在する部分と存在しないところにおいて段差が生じていた。すなわち、IDT電極が存在する部分と、存在しない部分とで、 SiO_2 膜の表面の高さが異ならざるを得なかった。そのため、上記 SiO_2 膜表面の凹凸により、挿入損失が劣化するという問題があった。

[0004] また、IDT電極の膜厚が大きくなるにつれて、上記凹凸が大きくならざるを得なかった。従って、IDT電極の膜厚を厚くすることができなかった。

[0005] 近年、弾性表面波フィルタ装置に代えて、パッケージの小型化を図り得るため、弾性境界波装置が注目されている。下記の特許文献1には、 LiNbO_3 基板上に、IDT電極及び誘電体としての SiO_2 膜をこの順序で形成してなる弾性境界波フィルタ装置が開示されている。ここでは、IDT電極の膜厚を厚くすることにより、 LiNbO_3 基板と SiO_2 膜との境界を伝搬するSH型弾性境界波の音速を SiO_2 膜の遅い横波よりも低

くし、SH型境界波が非漏洩とされている。SH型境界波が非漏洩となるIDT電極の厚みは、この非特許文献1のFig. 3より、AlからなるIDT電極の場合には、 0.15λ 以上、Cu、AgまたはAuからなるIDT電極の場合には、 0.04λ 以上とされている。なお、 λ は、SH型境界波の波長を示す。

非特許文献1:「弾性境界波を用いたRFフィルタ」(Proc. Symp. Ultrason. Electron., Vol. 26, pp. 25-26(2005/11))

発明の開示

- [0006] しかしながら、非特許文献1に記載の弾性境界波フィルタ装置のように、AuからなるIDT電極を 0.04λ 以上の厚みとなるように形成した場合、電極の厚みばらつきにより、弾性境界波フィルタの周波数特性が大きくばらつきがちであった。そのため、良好な周波数特性を有する弾性境界波装置を安定に製造することが困難であった。
- [0007] 本発明の目的は、上述した従来技術の現状に鑑み、電極の厚みを薄くした場合であっても、SH型の弾性境界波を効果的に圧電体と誘電体との境界に閉じ込めることができ、かつ低損失の弾性境界波装置を提供することにある。
- [0008] 本願の第1の発明によれば、複数本の溝が上面に形成された、オイラー角(0° , θ , $-45^\circ \sim +45^\circ$)の LiNbO_3 基板と、前記溝に金属材料が充填されて形成されている電極と、前記 LiNbO_3 基板及び電極を覆うように形成されている誘電体層とを備え、該誘電体層の上面が平坦とされており、前記電極を形成する金属材料がAl、Ti、Ni、Cr、Cu、W、Ta、Pt、Ag及びAuから選択された1種の金属材料であり、前記Al及びTiを第1のグループ、Ni及びCrを第2のグループ、Cu、W、Ta、Pt、Ag及びAuを第3のグループとし、各グループに属する金属材料からなる電極の厚みと、前記 LiNbO_3 基板のオイラー角の θ と、前記誘電体層の厚みとが、下記の表1に示されているいずれかの範囲にあることを特徴とする、弾性境界波装置が提供される。
- [0009] [表1]

	$\alpha \leq 0.1$	
	オイラー角(0° 、 θ 、 $-45^\circ \sim 45^\circ$)の θ	
0.04 ≤ 第1グループ電極厚 < 0.07	(0.76 ~ 106, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.07 ≤ 第1グループ電極厚 < 0.1	(0.86 ~ 116, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.1 ≤ 第1グループ電極厚 ≤ 0.2	(0.56 ~ 125, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.01 ≤ 第2グループ電極厚 < 0.02	(0.71 ~ 101, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.02 ≤ 第2グループ電極厚 < 0.06	(0.68 ~ 103, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.06 ≤ 第2グループ電極厚 < 0.08	(0.86 ~ 109, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.08 ≤ 第2グループ電極厚 ≤ 0.16	(0.81 ~ 123, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.01 ≤ 第3グループ電極厚 < 0.02	(0.61 ~ 112, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0
0.02 ≤ 第3グループ電極厚 < 0.06	(0.60 ~ 122, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0
0.06 ≤ 第3グループ電極厚 < 0.08	(0.56 ~ 132, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0
0.08 ≤ 第3グループ電極厚 ≤ 0.10	(0.51 ~ 136, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0

電極厚及び誘電体層厚はいずれも規格化膜厚 H/λ (λ は弾性境界波の波長である。)

[0010] 第1の発明の弾性境界波装置では、好ましくは、前記電極の厚み、前記 LiNbO_3 基板のオイラー角の θ 及び前記誘電体層の厚みが、下記の表2に示されているいずれかの範囲内とされている。

[0011] [表2]

	$\alpha = 0$	
	オイラー角(0° 、 θ 、 $-45^\circ \sim 45^\circ$)の θ	
0.04 ≤ 第1グループ電極厚 < 0.07	(0.88 ~ 93, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.07 ≤ 第1グループ電極厚 < 0.1	(0.78 ~ 111, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.1 ≤ 第1グループ電極厚 ≤ 0.2	(0.78 ~ 112, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.01 ≤ 第2グループ電極厚 < 0.02	(0.79 ~ 87, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.02 ≤ 第2グループ電極厚 < 0.06	(0.79 ~ 89, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.06 ≤ 第2グループ電極厚 < 0.08	(0.79 ~ 90, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.08 ≤ 第2グループ電極厚 ≤ 0.16	(0.79 ~ 90, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.01 ≤ 第3グループ電極厚 < 0.02	(0.88 ~ 103, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0
0.02 ≤ 第3グループ電極厚 < 0.06	(0.88 ~ 113, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0
0.06 ≤ 第3グループ電極厚 < 0.08	(0.88 ~ 126, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0
0.08 ≤ 第3グループ電極厚 ≤ 0.10	(0.88 ~ 140, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0

電極厚及び誘電体層厚はいずれも規格化膜厚 H/λ (λ は弾性境界波の波長である。)

[0012] 本願の第2の発明によれば、複数本の溝が上面に形成された、オイラー角(0° 、 θ 、 $-45^\circ \sim +45^\circ$)の LiTaO_3 基板と、前記溝に金属材料が充填されて形成されている電極と、前記 LiTaO_3 基板及び電極を覆うように形成されている誘電体層とを備え、該誘電体層の上面が平坦とされており、前記電極を形成する金属材料がAl、Cu、Au、Ta、及びPtの内1種の金属材料であり、前記電極の厚み、前記 LiTaO_3 基板のオイラー角の θ 及び誘電体層の厚みが下記の表3に示されているいずれかの範囲にあることを特徴とする、弾性境界波装置が提供される。

[0013] [表3]

	$\alpha \leq 0.1$ オイラー角(0° 、 θ 、 $-45 \sim 45^\circ$)の θ	
$0.04 \leq \text{Al電極厚} < 0.08$	($0.112 \sim 141, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Al電極厚} < 0.1$	($0.111 \sim 142, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.1 \leq \text{Al電極厚} \leq 0.25$	($0.110 \sim 143, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.02 \leq \text{Cu電極厚} < 0.04$	($0.114 \sim 142, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.04 \leq \text{Cu電極厚} < 0.08$	($0.113 \sim 145, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Cu電極厚} \leq 0.1$	($0.108 \sim 154, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.02 \leq \text{Au電極厚} < 0.03$	($0.117 \sim 148, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.03 \leq \text{Au電極厚} < 0.06$	($0.109 \sim 159, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.06 \leq \text{Au電極厚} \leq 0.1$	($0.103 \sim 167, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.03 \leq \text{Ta電極厚} < 0.06$	($0.116 \sim 145, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.06 \leq \text{Ta電極厚} < 0.08$	($0.116 \sim 147, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Ta電極厚} \leq 0.1$	($0.111 \sim 154, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.02 \leq \text{Pt電極厚} < 0.04$	($0.117 \sim 143, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.04 \leq \text{Pt電極厚} < 0.08$	($0.117 \sim 148, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Pt電極厚} \leq 0.1$	($0.110 \sim 157, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$

電極厚及び誘電体層厚はいずれも規格化膜厚 H/λ (λ は弾性境界波の波長である。)

[0014] 第2の発明に係る弾性境界波装置では、前記電極の厚み、前記 LiTaO_3 基板のオイラー角の θ 及び前記誘電体層の厚みが、下記の表4に示すいずれかの範囲内とされている。

[0015] [表4]

	$\alpha = 0$ オイラー角(0° 、 θ 、 $-45 \sim 45^\circ$)の θ	
$0.04 \leq \text{Al電極厚} < 0.08$	($0.124 \sim 128, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Al電極厚} < 0.1$	($0.124 \sim 128, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.1 \leq \text{Al電極厚} \leq 0.25$	($0.124 \sim 128, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.02 \leq \text{Cu電極厚} < 0.04$	($0.127 \sim 129, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.04 \leq \text{Cu電極厚} < 0.08$	($0.127 \sim 131, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Cu電極厚} \leq 0.1$	($0.127 \sim 135, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.02 \leq \text{Au電極厚} < 0.03$	($0.135 \sim 136, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.03 \leq \text{Au電極厚} < 0.06$	($0.135 \sim 139, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.06 \leq \text{Au電極厚} \leq 0.1$	($0.135 \sim 140, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.03 \leq \text{Ta電極厚} < 0.06$	($0.129 \sim 134, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.06 \leq \text{Ta電極厚} < 0.08$	($0.129 \sim 134, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Ta電極厚} \leq 0.1$	($0.129 \sim 136, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.02 \leq \text{Pt電極厚} < 0.04$	($0.130 \sim 131, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.04 \leq \text{Pt電極厚} < 0.08$	($0.133 \sim 135, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Pt電極厚} \leq 0.1$	($0.133 \sim 138, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$

電極厚及び誘電体層厚はいずれも規格化膜厚 H/λ (λ は弾性境界波の波長である。)

[0016] 本発明に係る弾性境界波装置では、好ましくは、誘電体層は酸化ケイ素からなる。酸化ケイ素の周波数温度係数TCFは正の値であり、 LiNbO_3 及び LiTaO_3 の周波数温度係数TCFは負の値であるため、周波数温度係数の絶対値が小さく、温度特性が良好な弾性境界波装置を提供することができる。

(発明の効果)

[0017] 第1の発明に係る弾性境界波装置では、 LiNbO_3 基板の上面に形成された溝に金属材料が充填されて電極がされており、該 LiNbO_3 基板及び電極を覆うように誘電体層が形成されているので、溝の深さを調整することにより、電極の厚みを調整することができる。従って、電極が存在する部分と電極が存在しない部分との段差が生じ難い

ため、誘電体層の上面を容易に平坦化することができ、挿入損失の低減を図ることができる。

[0018] 加えて、上記電極を形成する金属材料は、第1のグループ、第2のグループ及び第3のグループの各金属材料の内の1種からなり、 LiNbO_3 基板のオイラー角の θ と、誘電体層の厚みと、電極の厚みとが表1に示されているいずれかの範囲内とされているので、後述の具体的な実験例から明らかなように、電極の厚みを薄くした場合であっても、SH型境界波を非漏洩とすることができ、それによって、SH型境界波を利用した低損失の弾性境界波装置を提供することが可能となる。

[0019] また、電極の厚み、オイラー角の θ 及び誘電体層の厚みが前述した表2に示されているいずれとされている場合には、弾性境界波装置の損失をより一層小さくすることができる。

[0020] 第2の発明によれば、 LiTaO_3 基板の上面に形成された溝に金属材料が充填されて電極が形成されており、 LiTaO_3 基板及び電極を覆うように誘電体層が形成されているので、電極存在部分と、電極が存在しない部分との間の段差が生じ難いので、誘電体層の上面が平坦とされ、それによって挿入損失の低減を果たすことができる。加えて、電極形成材料が、Al、Cu、Au、Ta、及びPtの内の金属材料の内の1種の金属材料であり、電極の厚み、 LiTaO_3 基板のオイラー角の θ 及び誘電体層の厚みが表2に示されているいずれかの範囲とされているので、電極の厚みを薄くした場合であっても、SH型境界波を非漏洩とすることができ、それによって、SH型境界波を利用した低損失の弾性境界波装置を提供することが可能となる。

[0021] 特に、電極の厚み、オイラー角の θ 及び誘電体層の厚みが表4に示すいずれかの範囲内とされている場合には、弾性境界波装置の損失をより一層小さくすることができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]図1(a)～(f)は、本発明の一実施形態に係る弾性境界波装置の製造方法及び構造を説明するための各正面断面図である。

[図2]図2は、図1に示した実施形態の弾性境界波装置の電極構造を模式的に示す平面図である。

[図3]図3は、本実施形態の弾性境界波装置において、オイラー角(0° , 103° , 0°)の LiNbO_3 基板上に溝を形成し、溝にAlまたはTiを充填して電極を形成した構造の弾性境界波装置の電極の規格化膜厚 H/λ と、減衰定数 α との関係を示す図である。

[図4]図4は、本実施形態の弾性境界波装置において、オイラー角(0° , 103° , 0°)の LiNbO_3 基板上に溝を形成し、溝にNiまたはCrを充填して電極を形成した構造の弾性境界波装置の電極の規格化膜厚 H/λ と、減衰定数 α との関係を示す図である。

[図5]図5は、本実施形態の弾性境界波装置において、オイラー角(0° , 103° , 0°)の LiNbO_3 基板上に溝を形成し、溝に第3のグループの各金属材料を充填して電極を形成した構造の弾性境界波装置の電極の規格化膜厚 H/λ と、減衰定数 α との関係を示す図である。

[図6]図6は、 LiNbO_3 基板のオイラー角の θ と、Alからなる電極の規格化膜厚を変化させた場合の減衰定数 α の変化を示す図である。

[図7]図7は、 LiNbO_3 基板のオイラー角の θ と、Niからなる電極の規格化膜厚を変化させた場合の減衰定数 α の変化を示す図である。

[図8]図8は、 LiNbO_3 基板のオイラー角の θ と、Cuからなる電極の規格化膜厚を変化させた場合の減衰定数 α の変化を示す図である。

[図9]図9は、オイラー角(0° , 103° , 0°)の LiNbO_3 基板に設けられた溝にAlからなるIDT電極を形成し、 SiO_2 膜を誘電体層として積層した構造において、Alからなる電極の膜厚と、 SiO_2 膜の膜厚を変化させた場合の電気機械結合係数 k^2 の変化を示す図である。

[図10]図10は、オイラー角(0° , 103° , 0°)の LiNbO_3 基板に設けられた溝にNiからなるIDT電極を形成し、 SiO_2 膜を誘電体層として積層した構造において、Niからなる電極の膜厚と、 SiO_2 膜の膜厚を変化させた場合の電気機械結合係数 k^2 の変化を示す図である。

[図11]図11は、オイラー角(0° , 103° , 0°)の LiNbO_3 基板に設けられた溝にCuからなるIDT電極を形成し、 SiO_2 膜を誘電体層として積層した構造において、Cuか

らなる電極の膜厚と、 SiO_2 膜の膜厚を変化させた場合の電気機械結合係数 k^2 の変化を示す図である。

[図12]図12は、 SiO_2 /埋め込みIDT電極/ LiNbO_3 の積層構造における SiO_2 膜の規格化膜厚 H/λ が0.8未満の場合の弾性波のエネルギー分布を模式的に示す模式図である。

[図13]図13は、 SiO_2 /埋め込みIDT電極/ LiNbO_3 の積層構造における SiO_2 膜の規格化膜厚 H/λ が0.8以上の場合の弾性波のエネルギー分布を模式的に示す模式図である。

[図14]図14は、第1の実施形態の弾性境界波装置及び埋め込み型ではないIDT電極を有する比較例の弾性境界波装置において、 SiO_2 からなる誘電体層の膜厚を 1λ または 2λ とした場合の周波数温度係数TCFをそれぞれ示す図である。

[図15]図15は、オイラー角 $(0^\circ, \theta, 0^\circ)$ の LiTaO_3 を用いた場合のオイラー角の θ と、IDT電極を構成しているAlの膜厚と、弾性境界波装置の減衰定数 α との関係を示す図である。

[図16]図16は、オイラー角 $(0^\circ, \theta, 0^\circ)$ の LiTaO_3 を用いた場合のオイラー角の θ と、IDT電極を構成しているCuの膜厚と、弾性境界波装置の減衰定数 α との関係を示す図である。

[図17]図17は、オイラー角 $(0^\circ, \theta, 0^\circ)$ の LiTaO_3 を用いた場合のオイラー角の θ と、IDT電極を構成しているAuの膜厚と、弾性境界波装置の減衰定数 α との関係を示す図である。

[図18]図18は、オイラー角 $(0^\circ, \theta, 0^\circ)$ の LiTaO_3 を用いた場合のオイラー角の θ と、IDT電極を構成しているTaの膜厚と、弾性境界波装置の減衰定数 α との関係を示す図である。

[図19]図19は、オイラー角 $(0^\circ, \theta, 0^\circ)$ の LiTaO_3 を用いた場合のオイラー角の θ と、IDT電極を構成しているPtの膜厚と、弾性境界波装置の減衰定数 α との関係を示す図である。

[図20]図20は、オイラー角 $(0^\circ, 126^\circ, 0^\circ)$ の LiTaO_3 に、Alからなる埋め込み型の電極を形成し、 SiO_2 を積層した構造における SiO_2 の規格化膜厚 H/λ と、Alの

規格化膜厚と、電気機械結合係数 k^2 との関係を示す図である。

[図21]図21は、オイラー角(0° , 126° , 0°)の LiTaO_3 に、Auからなる埋め込み型の電極を形成し、 SiO_2 を積層した構造における SiO_2 の規格化膜厚 H/λ と、Auの規格化膜厚と、電気機械結合係数 k^2 との関係を示す図である。

[図22]図22は、オイラー角(0° , 126° , 0°)の LiTaO_3 に、Cuからなる埋め込み型の電極を形成し、 SiO_2 を積層した構造における SiO_2 の規格化膜厚 H/λ と、Cuの規格化膜厚と、電気機械結合係数 k^2 との関係を示す図である。

[図23]図23は、オイラー角(0° , 126° , 0°)の LiTaO_3 に、Taからなる埋め込み型の電極を形成し、 SiO_2 を積層した構造における SiO_2 の規格化膜厚 H/λ と、Taの規格化膜厚と、電気機械結合係数 k^2 との関係を示す図である。

[図24]図24は、オイラー角(0° , 126° , 0°)の LiTaO_3 に、Ptからなる埋め込み型の電極を形成し、 SiO_2 を積層した構造における SiO_2 の規格化膜厚 H/λ と、Ptの規格化膜厚と、電気機械結合係数 k^2 との関係を示す図である。

符号の説明

- [0023] 1… LiNbO_3 基板
 1a…上面
 1b…溝
 2…フォトレジスト層
 2A…フォトレジストパターン
 3…電極膜
 4…誘電体層
 11…弾性境界波装置
 12, 13…反射器

発明を実施するための最良の形態

[0024] 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。

[0025] (第1の実験例)

まず、図1(a)～(f)を参照して、本発明の一実施形態に係る弾性境界波装置の製

造方法を説明することにより、弾性境界波装置の構造を明らかにする。

- [0026] 図1(a)及び(b)に示すように、先ず、圧電基板として、 LiNbO_3 基板を用意する。
- [0027] 次に、 LiNbO_3 基板1の上面1a上に、全面にフォトレジスト層2を形成する。フォトレジスト層2としては、後で行われる反応性イオンエッチング(RIE)に耐えられる適宜のフォトレジスト材料を用いることができる。本実施例では、クリアラントジャパン社製、ポジレジスト、品番:AZ-1500を用いた。また、本実施例では、上記フォトレジスト層2の厚みを $2\mu\text{m}$ とした。
- [0028] 次に、フォトレジスト層を感光し、現像することにより、図1(b)に示すように、フォトレジスト層2をパターンニングし、フォトレジストパターン2Aを形成した。このフォトレジストパターン2Aでは、後でIDT電極が形成される部分においてフォトレジスト層が除去されている。
- [0029] しかる後、反応性イオンエッチングを行い、図1(c)に示すように、 LiNbO_3 基板1の上面1aに所望の深さの複数本の溝1bを形成した。この所望の深さは、後で形成されるIDT電極の膜厚と同一の寸法である。もっとも、このエッチングの深さは、IDT電極の膜厚の寸法よりも若干大きくともよく、小さくともよい。
- [0030] 次に、蒸着またはスパッタリングにより、Al膜を成膜した。その結果、図1(d)に示すように、溝1b内に、Al膜すなわち、電極膜3が充填された。なお、Al膜は、残存しているフォトレジストパターン2Aの上面にも成膜されている。
- [0031] しかる後、 LiNbO_3 基板をアセトン等の剥離溶液に浸漬し、上記フォトレジストパターン2A及びフォトレジストパターン2A上のAl膜を除去した。このようにして、図1(e)に示すように、電極膜3が溝1bに充填されており、上面がほぼ面一である LiNbO_3 基板1を得た。
- [0032] しかる後、図1(f)に示すように、上面に誘電体層として、 SiO_2 膜4を成膜し、弾性境界波装置5を得た。 SiO_2 膜4の表面は、平坦化されている。これは、下地となる LiNbO_3 基板1の上面1aと電極膜3の上面とがほぼ面一であり、ほぼ平坦化されているため、通常の成膜方法で SiO_2 膜4を成膜すると、 SiO_2 膜4の表面が確実に平坦化され得るからである。
- [0033] なお、 SiO_2 膜4の成膜方法は、特に限定されず、印刷法、蒸着またはスパッタリング

などの適宜の方法により行われ得る。

[0034] なお、図1(a)～(f)では、電極部分のみを代表して説明することにより、本実施形態の弾性境界波装置5の製造方法を説明したが、より具体的には、上記電極膜3により、IDT電極を含む電極構造が形成される。この電極構造は、特に限定されず、例えば、図2に平面図で示す1ポート型の弾性境界波共振子11を構成してもよい。この場合には、IDT電極を構成している電極膜3の弾性境界波伝搬両側に、同じく電極膜により反射器12、13が形成されることになる。

[0035] 本実施例では、上記のように、電極存在部分と電極存在しない部分との段差が生じ難いので、誘電体層としてのSiO₂膜4の上面を容易に平坦化することができ、それによって挿入損失の低減を図ることができる。

[0036] のみならず、電極膜3の厚みを厚くせずとも、低損失の弾性境界波装置を提供することができる。すなわち、電極膜3を形成する金属材料が、Al、Ti、Ni、Cr、Cu、W、Ta、Pt、Ag及びAuから選択された1種の金属材料により構成されている。そして、Al及びTiを第1のグループ、Ni及びCrを第2のグループ、Cu、W、Ta、Pt、Ag及びAuを第3のグループとして、各グループに属する金属材料からなる電極膜の厚みと、LiNbO₃基板1のオイラー角θと誘電体層の厚みとが、下記の表5に示されているいずれかの範囲内とされているので、電極膜の厚みが薄いにも関わらず、低損失の弾性境界波装置を提供することができる。これを具体的な実施例に基づき説明する。

[0037] [表5]

	α ≤ 0.1	
	オイラー角(0°、θ、-45～45°)のθ	
0.04 ≤ 第1グループ電極厚 < 0.07	(0.76～106、-45～45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.07 ≤ 第1グループ電極厚 < 0.1	(0.66～116、-45～45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.1 ≤ 第1グループ電極厚 ≤ 0.2	(0.56～125、-45～45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.01 ≤ 第2グループ電極厚 < 0.02	(0.71～101、-45～45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.02 ≤ 第2グループ電極厚 < 0.06	(0.68～103、-45～45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.06 ≤ 第2グループ電極厚 < 0.08	(0.66～109、-45～45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.08 ≤ 第2グループ電極厚 ≤ 0.16	(0.61～123、-45～45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.01 ≤ 第3グループ電極厚 < 0.02	(0.61～112、-45～45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0
0.02 ≤ 第3グループ電極厚 < 0.06	(0.60～122、-45～45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0
0.06 ≤ 第3グループ電極厚 < 0.08	(0.56～132、-45～45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0
0.08 ≤ 第3グループ電極厚 ≤ 0.10	(0.51～136、-45～45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0

電極厚及び誘電体層厚はいずれも規格化膜厚H/λ(λは弾性境界波の波長である。)

[0038] 前述した非特許文献1には、SiO₂/電極/YカットX伝搬のLiNbO₃の積層構造では、SH型弾性境界波の漏洩が生じなくなるのは、Alからなる電極の場合には、厚みが0.16λ以上であり、Au、CuまたはAgからなる電極の場合には、厚みが0.04λ

以上であるとされていた。

[0039] しかしながら、本願発明者の実験によれば、上記実施形態の弾性境界波装置5のように、電極膜3を溝1bに金属材料を埋め込んで形成した場合には、より薄い膜厚でSH型弾性境界波を非漏洩とし得ることがわかった。これを、図3～図5を参照して説明する。

[0040] 図3は、オイラー角(0° , 103° , 0°)のLiNbO₃基板を用い、上記第1のグループの金属材料により電極膜3を形成した場合の電極膜の膜厚と、弾性境界波装置5の減衰定数αとの関係を示す図である。また、図4及び図5は、第2のグループ及び第3のグループの金属材料を用いて電極膜3を形成した場合の電極膜の厚みと、弾性境界波装置5の減衰定数αとの関係を示す図である。なお、実験にあたっては、電極膜3は、図3に示した1ポート型弾性境界波共振子を構成する電極構造とした。

[0041] 図3～図5から、伝搬損失αが0.1dB/λ以下及びほぼ0となる第1～第3のグループの金属材料を用いた電極膜の厚みとオイラー角のθと、SiO₂膜との組み合わせは、以下の表6～表11の範囲内となることがわかる。

[0042] [表6]

$$\alpha \leq 0.1$$

Al, Ti	θ (度)	SiO ₂
0.04~0.07	79~106	0.8~2.5
0.07~0.1	66~116	0.8~2.5
0.1~0.2	56~125	0.8~2.5

[0043] [表7]

$$\alpha \doteq 0$$

Al, Ti	θ (度)	SiO ₂
0.04~0.07	88~93	0.8~2.5
0.07~0.1	78~111	0.8~2.5
0.1~0.2	78~112	0.8~2.5

[0044] [表8]

$$\alpha \leq 0.1$$

Ni, Cr	θ (度)	SiO ₂
0.01~0.02	71~101	0.8~3.0
0.02~0.06	68~103	0.8~3.0
0.06~0.08	66~109	0.8~3.0
0.08~0.16	61~123	0.8~3.0

[0045] [表9]

$$\alpha \doteq 0$$

Ni, Cr	θ (度)	SiO ₂
0.01~0.02	79~87	0.8~3.0
0.02~0.06	79~89	0.8~3.0
0.06~0.08	79~90	0.8~3.0
0.08~0.16	79~90	0.8~3.0

[0046] [表10]

$$\alpha \leq 0.1$$

Cu, W, Ta, Pt, Ag, Au	θ (度)	SiO ₂
0.01~0.02	61~112	0.8~4.0
0.02~0.06	60~122	0.8~4.0
0.06~0.08	56~132	0.8~4.0
0.08~0.10	51~136	0.8~4.0

[0047] [表11]

$$\alpha \doteq 0$$

Cu, W, Ta, Pt, Ag, Au	θ (度)	SiO ₂
0.01~0.02	68~103	0.8~4.0
0.02~0.06	68~113	0.8~4.0
0.06~0.08	68~126	0.8~4.0
0.08~0.10	68~140	0.8~4.0

[0048] 図3~図5から明らかなように、電極膜3が金属材料を溝1bに埋め込んで形成した場合には、AlまたはTiからなる電極膜3を形成した場合には、厚みが0.03 λ 以上、第2のグループ、すなわちNiまたはCrからなるIDT電極を形成した場合には、0.01 λ 以上の厚みとすることにより、さらに、第3のグループに属する金属材料、すなわちCu、W、Ta、Pt、AgまたはAuによりIDT電極を形成した場合には、膜厚を0.005 λ 以上とすれば、SH型の境界波の減衰定数 α が0.1dB/ λ 以下となり、SH型弾性境界波が非漏洩となることがわかる。

[0049] さらに、上記弾性境界波装置5において、LiNbO₃基板のオイラー角(0° , θ , 0°)の θ を種々変化させ、第1~第3のグループの金属材料により、IDT電極をそれぞれ形成した場合のオイラー角 θ と、減衰定数 α との関係を図6~図8に示す。

[0050] 図6~図8から明らかなように、第1~第3のグループの金属材料により、それぞれIDT電極を形成し、オイラー角 θ 及び電極の膜厚を変化させた場合、特定の範囲では、減衰定数 α が非常に小さくなり、弾性境界波が非漏洩となることがわかる。

[0051] 次に、上記弾性境界波装置5において、誘電体層をSiO₂膜4により形成し、オイラ

一角(0° , 103° , 0°)の LiNbO_3 基板を用い、 SiO_2 膜4からなる誘電体層の波長を規格化膜厚 H/λ と、SH型規格化の電気機械結合係数 k^2 との関係を求めた。結果を図9～図11に示す。図9～図11から明らかなように、 SiO_2 膜4の膜厚が厚くなるにつれて、SH型境界波の電気機械結合係数 k^2 が小さくなる傾向のあることがわかる。もともと、用途に応じて、電気機械結合係数 k^2 の大きさを選択すればよいため、図9～図11に示す範囲で、SH型弾性境界波の電気機械結合係数 k^2 に求められる範囲に応じた膜厚の SiO_2 膜4からなる誘電体層を選択すればよいことがわかる。

[0052] 結果を、図9～図11では、Al、Ni及びCuからなる電極膜3についての結果をそれぞれ示したが、Tiの場合には、Alとほぼ同じ値を示し、CrはNiとほぼ同じ値を示し、Cu、W、Ta、PtまたはAgはAuとほぼ近い値を示すことが確かめられている。

[0053] 他方、図12及び図13は、 LiNbO_3 基板1上に、溝1bを形成してIDT電極を埋め込みにより形成し、誘電体層として SiO_2 膜4を積層した構造において、 SiO_2 膜4からなる誘電体層の規格化膜厚 H/λ が0.8未満の場合及び0.8以上の場合の弾性波のエネルギー分布を示す各模式図である。

[0054] 図12から明らかなように、 SiO_2 膜4の規格化膜厚 H/λ が0.8未満の場合には、弾性波のエネルギーが SiO_2 膜4からなる誘電体層の上面にも分布しており、従って、弾性境界波装置として用いることができないことがわかる。これに対して、図13に示すように、 SiO_2 膜4からなる誘電体層の規格化膜厚 H/λ が0.8以上の場合には、弾性波のエネルギー分布は、内部に閉じ込められ、従って、弾性境界波装置として利用し得ることがわかる。

[0055] よって、上述した図3～図5、図6～図8、図9～図11及び図12、図13の結果から、弾性境界波として利用する最適な電極材料の種類、電極の規格化膜厚 H/λ 、 SiO_2 からなる誘電体層の規格化膜厚とオイラー角 θ との関係は、前述した表5に示したいずれかの範囲とすればよいことがわかる。なお、前述した表5において、オイラー角は、(0° , θ , $-45^\circ \sim +45^\circ$)と表現されており、上記実験例は、 $\phi = 0$ であるのに対し、 ϕ が $-45^\circ \sim 45^\circ$ の範囲とされていた。これは、 LiNbO_3 基板のオイラー角において、 θ が上記特定の範囲であれば、 ϕ は 0° だけでなく $-45^\circ \sim 45^\circ$ の範囲において、上記と同様に小さな伝搬損失を示すことによる。また、 LiNbO_3 だけ

でなく、後述の第2の実験例に用いたLiTaO₃においても、オイラー角(0° , θ , φ)の範囲におけるφは、-45° ~ +45° の範囲内であれば、φ = 0° の場合と同様の結果を示す。

[0056] より好ましくは、下記の表12に示すいずれかの範囲内とすることにより、伝搬損失をより一層低減することができる。

[0057] [表12]

	$\alpha = 0$ オイラー角(0°、θ、-45~45°)のθ	
0.04 ≤ 第1グループ電極厚 < 0.07	(0.88 ~ 93, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.07 ≤ 第1グループ電極厚 < 0.1	(0.78 ~ 111, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.1 ≤ 第1グループ電極厚 ≤ 0.2	(0.78 ~ 112, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.01 ≤ 第2グループ電極厚 < 0.02	(0.79 ~ 87, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.02 ≤ 第2グループ電極厚 < 0.06	(0.79 ~ 89, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.06 ≤ 第2グループ電極厚 < 0.08	(0.79 ~ 90, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.08 ≤ 第2グループ電極厚 ≤ 0.16	(0.79 ~ 90, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 3.0
0.01 ≤ 第3グループ電極厚 < 0.02	(0.68 ~ 103, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0
0.02 ≤ 第3グループ電極厚 < 0.06	(0.68 ~ 113, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0
0.06 ≤ 第3グループ電極厚 < 0.08	(0.68 ~ 126, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0
0.08 ≤ 第3グループ電極厚 ≤ 0.10	(0.68 ~ 140, -45 ~ 45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 4.0

電極厚及び誘電体層厚はいずれも規格化膜厚H/λ(λは弾性境界波の波長である。)

[0058] なお、本実施形態の弾性境界波装置5では、上記のようにLiNbO₃基板1の上面に設けられた溝1bに金属材料を充填することにより、IDT電極を含む電極膜3が形成されていた。この構造によれば、溝に金属材料を充填するのではなく、LiNbO₃基板上にIDT電極を形成した比較例に比べて、周波数温度係数TCFの絶対値をより小さくでき、周波数温度特性を改善することができる。これを、図14に示す。図14は、オイラー角(0° , 103° , 0°)のLiNbO₃基板上に、溝を形成し、溝にAuを充填することにより、0.04λの厚みのIDT電極を形成し、1λまたは2λのSiO₂膜を積層した上記実施形態の弾性境界波装置の周波数温度係数TCFを示す。比較のために、同じLiNbO₃基板上に、溝を形成せずに、同じ膜厚のAuからなるIDT電極を形成し、SiO₂膜を上記実施形態と同様に1λまたは2λとなるように形成して得られた弾性境界波装置の周波数温度係数TCFを図14に示す。

[0059] 図14から明らかなように、SiO₂からなる誘電体層の規格化膜厚H/λが1λまたは2λのいずれにおいても、上記実施形態によれば、周波数温度係数TCFの絶対値を小さくすることができ、5ppm/°C程度比較例に比べて改善し得ることがわかる。

[0060] なお、本実験例では、誘電体層はSiO₂膜4により形成されていたが、SiO₂以外の酸化ケイ素により形成してもよい。

[0061] (第2の実験例)

第1の実験例では、圧電基板として、 LiNbO_3 基板を用いたが、第2の実験例では、 LiTaO_3 基板を用いた。 LiTaO_3 基板の上面に、図1に示した場合と同様に、複数本の溝1bを形成し、様々な金属材料を充填して電極膜3を形成し、さらに誘電体層として SiO_2 膜を積層した。図15～図19は、このようにして得られた弾性境界波装置における LiTaO_3 基板のオイラー角(0° , θ , 0°)の θ と電極膜の膜厚と、弾性境界波装置の減衰定数 α との関係を示す図である。

[0062] 図15は、電極材料として、Alを用いた場合を示し、図16は、電極材料としてCuを用いた場合の結果を示し、図17は、電極を構成する金属材料としてAuを用いた場合の結果を示す。

[0063] また、 LiTaO_3 基板として、オイラー角(0° , 126° , 0°)の LiTaO_3 を用い、電極を構成している金属材料の膜厚及び種類を変化させ、電気機械結合係数を求めた。結果を図20～図24に示す。図20～図24は、電極を構成する金属材料として、それぞれ、Al、Au、Cu、Ta及びPtを用いた場合の結果を示す。

[0064] 図20～図24から明らかなように、 LiTaO_3 基板を用いた場合においても、 SiO_2 膜の膜厚が厚くなるにつれて、電気機械結合係数 k^2 が小さくなるのがわかる。もともと、用途に応じた電気機械結合係数 k^2 を得るように、 SiO_2 膜の膜厚を選択すればよい。

[0065] そして、図15～図19及び図20～図24の結果から、 LiTaO_3 基板を用いた場合には、オイラー角(0° , θ , $-45^\circ \sim +45^\circ$)の LiTaO_3 基板を用いた場合、オイラー角の θ と、電極の厚みと、 SiO_2 膜の厚みとは下記の表13～表22に示すいずれかの範囲とすれば、 LiNbO_3 基板の場合と同様に、SiO型弾性境界波を用い、低損失の弾性境界波装置の得られることがわかる。

[0066] [表13]

$$\alpha \leq 0.1$$

Al	θ (度)	SiO_2
0.04~0.08	112~141	0.8~2.5
0.08~0.1	111~142	0.8~2.5
0.1~0.25	110~143	0.8~2.5

[0067] [表14]

$$\alpha \doteq 0$$

Al	θ (度)	SiO ₂
0.04~0.08	124~128	0.8~2.5
0.08~0.1	124~128	0.8~2.5
0.1~0.25	124~128	0.8~2.5

[0068] [表15]

$$\alpha \leq 0.1$$

Cu	θ (度)	SiO ₂
0.02~0.04	114~142	0.8~2.5
0.04~0.08	113~145	0.8~2.5
0.08~0.1	108~154	0.8~2.5

[0069] [表16]

$$\alpha \doteq 0$$

Cu	θ (度)	SiO ₂
0.02~0.04	127~129	0.8~2.5
0.04~0.08	127~131	0.8~2.5
0.08~0.1	127~135	0.8~2.5

[0070] [表17]

$$\alpha \leq 0.1$$

Au	θ (度)	SiO ₂
0.02~0.03	117~148	0.8~2.5
0.03~0.06	109~159	0.8~2.5
0.06~0.1	103~167	0.8~2.5

[0071] [表18]

$$\alpha \doteq 0$$

Au	θ (度)	SiO ₂
0.02~0.03	135~136	0.8~2.5
0.03~0.06	135~139	0.8~2.5
0.06~0.1	135~140	0.8~2.5

[0072] [表19]

$$\alpha \leq 0.1$$

Ta	θ (度)	SiO ₂
0.03~0.06	116~145	0.8~2.5
0.06~0.08	116~147	0.8~2.5
0.08~0.1	111~154	0.8~2.5

[0073] [表20]

$\alpha \doteq 0$

Ta	θ (度)	SiO ₂
0.03~0.06	129~134	0.8~2.5
0.06~0.08	129~134	0.8~2.5
0.08~0.1	129~136	0.8~2.5

[0074] [表21]

$\alpha \leq 0.1$

Pt	θ (度)	SiO ₂
0.02~0.04	117~143	0.8~2.5
0.04~0.08	117~148	0.8~2.5
0.08~0.1	110~157	0.8~2.5

[0075] [表22]

$\alpha \doteq 0$

Pt	θ (度)	SiO ₂
0.02~0.04	130~131	0.8~2.5
0.04~0.08	133~135	0.8~2.5
0.08~0.1	133~138	0.8~2.5

[0076] 上記表13~表22の内容をまとめると、以下の表23及び表24に示すにいずれかの範囲にすれば、低下損失の弾性境界波装置の得られることがわかる。特に、好ましくは、下記の表24に示されているいずれかの範囲とすることにより、より一層損失を低減させ、好ましいことがわかる。

[0077] [表23]

	$\alpha \leq 0.1$ オイラー角(0° 、 θ 、 $-45^\circ \sim 45^\circ$)の θ	
0.04 ≤ Al電極厚 < 0.08	(0.112~141,-45~45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.08 ≤ Al電極厚 < 0.1	(0.111~142,-45~45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.1 ≤ Al電極厚 ≤ 0.25	(0.110~143,-45~45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.02 ≤ Cu電極厚 < 0.04	(0.114~142,-45~45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.04 ≤ Cu電極厚 < 0.08	(0.113~145,-45~45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.08 ≤ Cu電極厚 ≤ 0.1	(0.108~154,-45~45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.02 ≤ Au電極厚 < 0.03	(0.117~148,-45~45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.03 ≤ Au電極厚 < 0.06	(0.109~159,-45~45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.06 ≤ Au電極厚 ≤ 0.1	(0.103~167,-45~45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.03 ≤ Ta電極厚 < 0.06	(0.116~145,-45~45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.06 ≤ Ta電極厚 < 0.08	(0.116~147,-45~45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.08 ≤ Ta電極厚 ≤ 0.1	(0.111~154,-45~45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.02 ≤ Pt電極厚 < 0.04	(0.117~143,-45~45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.04 ≤ Pt電極厚 < 0.08	(0.117~148,-45~45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5
0.08 ≤ Pt電極厚 ≤ 0.1	(0.110~157,-45~45)	0.8 ≤ 誘電体層厚 ≤ 2.5

電極厚及び誘電体層厚はいずれも規格化膜厚H/λ (λは弾性境界波の波長である。)

[0078] [表24]

	$\alpha=0$ オイラー角(0° 、 θ 、 $-45^\circ \sim 45^\circ$)の θ	
$0.04 \leq \text{Al電極厚} < 0.08$	(0.124~128,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Al電極厚} < 0.1$	(0.124~128,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.1 \leq \text{Al電極厚} \leq 0.25$	(0.124~128,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.02 \leq \text{Cu電極厚} < 0.04$	(0.127~129,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.04 \leq \text{Cu電極厚} < 0.08$	(0.127~131,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Cu電極厚} \leq 0.1$	(0.127~135,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.02 \leq \text{Au電極厚} < 0.03$	(0.135~136,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.03 \leq \text{Au電極厚} < 0.06$	(0.135~139,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.06 \leq \text{Au電極厚} \leq 0.1$	(0.135~140,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.03 \leq \text{Ta電極厚} < 0.06$	(0.129~134,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.06 \leq \text{Ta電極厚} < 0.08$	(0.129~134,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Ta電極厚} \leq 0.1$	(0.129~136,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.02 \leq \text{Pt電極厚} < 0.04$	(0.130~131,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.04 \leq \text{Pt電極厚} < 0.08$	(0.133~135,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Pt電極厚} \leq 0.1$	(0.133~138,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$

電極厚及び誘電体層厚はいずれも規格化膜厚 H/λ (λ は弾性境界波の波長である。)

[0079] なお、第1、第2の実験例では、IDT電極は、AlやAuなどの単一の金属により構成されていたが、IDT電極は、これらの金属を主成分とする電極層以外に、他の金属材料からなる電極層を積層した多層構造を有していてもよい。

[0080] また、誘電体層は、電極よりも早い横波音速を有する材料であれば、他の誘電体により形成されていてもよい。このような誘電体としては、例えば、ガラス、 $\text{Si N}_x \text{O}_y$ 、 SiC 、 Al_2O_3 などが挙げられる。これらの材料により、誘電体層を形成した場合、その最適な厚みは、 SiO_2 の横波音速と逆比例した膜厚とすればよい。

請求の範囲

- [1] 複数本の溝が上面に形成された、オイラー角(0° , θ , $-45^\circ \sim +45^\circ$)のLiNbO₃ 基板と、
 前記溝に金属材料が充填されて形成されている電極と、
 前記LiNbO₃ 基板及び電極を覆うように形成されている誘電体層とを備え、該誘電体層の上面が平坦とされており、
 前記電極を形成する金属材料がAl、Ti、Ni、Cr、Cu、W、Ta、Pt、Ag及びAuから選択された1種の金属材料であり、前記Al及びTiを第1のグループ、Ni及びCrを第2のグループ、Cu、W、Ta、Pt、Ag及びAuを第3のグループとし、各グループに属する金属材料からなる電極の厚みと、前記LiNbO₃ 基板のオイラー角の θ と、前記誘電体層の厚みとが、下記の表1に示されているいずれかの範囲にあることを特徴とする、弾性境界波装置。

[表1]

	$\alpha \leq 0.1$ オイラー角(0° , θ , $-45^\circ \sim 45^\circ$)の θ	
$0.04 \leq$ 第1グループ電極厚 < 0.07	($0.76 \sim 106, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.07 \leq$ 第1グループ電極厚 < 0.1	($0.66 \sim 116, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.1 \leq$ 第1グループ電極厚 ≤ 0.2	($0.56 \sim 125, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.01 \leq$ 第2グループ電極厚 < 0.02	($0.71 \sim 101, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 3.0
$0.02 \leq$ 第2グループ電極厚 < 0.06	($0.68 \sim 103, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 3.0
$0.06 \leq$ 第2グループ電極厚 < 0.08	($0.66 \sim 109, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 3.0
$0.08 \leq$ 第2グループ電極厚 ≤ 0.16	($0.61 \sim 123, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 3.0
$0.01 \leq$ 第3グループ電極厚 < 0.02	($0.61 \sim 112, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 4.0
$0.02 \leq$ 第3グループ電極厚 < 0.06	($0.60 \sim 122, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 4.0
$0.06 \leq$ 第3グループ電極厚 < 0.08	($0.56 \sim 132, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 4.0
$0.08 \leq$ 第3グループ電極厚 ≤ 0.10	($0.51 \sim 136, -45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 4.0

電極厚及び誘電体層厚はいずれも規格化膜厚 H/λ (λ は弾性境界波の波長である。)

- [2] 前記電極の厚み、前記LiNbO₃ 基板のオイラー角の θ 及び前記誘電体層の厚みが、下記の表2に示されているいずれかの範囲にある、請求項1に記載の弾性境界波装置。

[表2]

	$\alpha = 0$	
	オイラー角(0° 、 θ 、 $-45^\circ \sim 45^\circ$)の θ	
$0.04 \leq$ 第1グループ電極厚 < 0.07	($0.88 \sim 93$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.07 \leq$ 第1グループ電極厚 < 0.1	($0.78 \sim 111$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.1 \leq$ 第1グループ電極厚 ≤ 0.2	($0.78 \sim 112$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.01 \leq$ 第2グループ電極厚 < 0.02	($0.79 \sim 87$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 3.0
$0.02 \leq$ 第2グループ電極厚 < 0.06	($0.79 \sim 89$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 3.0
$0.06 \leq$ 第2グループ電極厚 < 0.08	($0.79 \sim 90$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 3.0
$0.08 \leq$ 第2グループ電極厚 ≤ 0.16	($0.79 \sim 90$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 3.0
$0.01 \leq$ 第3グループ電極厚 < 0.02	($0.68 \sim 103$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 4.0
$0.02 \leq$ 第3グループ電極厚 < 0.06	($0.68 \sim 113$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 4.0
$0.06 \leq$ 第3グループ電極厚 < 0.08	($0.68 \sim 126$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 4.0
$0.08 \leq$ 第3グループ電極厚 ≤ 0.10	($0.68 \sim 140$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 4.0

電極厚及び誘電体層厚はいずれも規格化膜厚 H/λ (λ は弾性境界波の波長である。)

- [3] 複数本の溝が上面に形成された、オイラー角(0° 、 θ 、 $-45^\circ \sim +45^\circ$)の LiTaO_3 基板と、
 前記溝に金属材料が充填されて形成されている電極と、
 前記 LiTaO_3 基板及び電極を覆うように形成されている誘電体層とを備え、該誘電体層の上面が平坦とされており、
 前記電極を形成する金属材料がAl、Cu、Au、Ta、及びPtの内1種の金属材料であり、
 前記電極の厚み、前記 LiTaO_3 基板のオイラー角の θ 及び誘電体層の厚みが下記の表3に示されているいずれかの範囲にあることを特徴とする、弾性境界波装置。

[表3]

	$\alpha \leq 0.1$	
	オイラー角(0° 、 θ 、 $-45^\circ \sim 45^\circ$)の θ	
$0.04 \leq$ Al電極厚 < 0.08	($0.112 \sim 141$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.08 \leq$ Al電極厚 < 0.1	($0.111 \sim 142$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.1 \leq$ Al電極厚 ≤ 0.25	($0.110 \sim 143$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.02 \leq$ Cu電極厚 < 0.04	($0.114 \sim 142$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.04 \leq$ Cu電極厚 < 0.08	($0.113 \sim 145$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.08 \leq$ Cu電極厚 ≤ 0.1	($0.108 \sim 154$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.02 \leq$ Au電極厚 < 0.03	($0.117 \sim 148$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.03 \leq$ Au電極厚 < 0.06	($0.109 \sim 159$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.06 \leq$ Au電極厚 ≤ 0.1	($0.103 \sim 167$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.03 \leq$ Ta電極厚 < 0.08	($0.116 \sim 145$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.06 \leq$ Ta電極厚 < 0.08	($0.116 \sim 147$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.08 \leq$ Ta電極厚 ≤ 0.1	($0.111 \sim 154$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.02 \leq$ Pt電極厚 < 0.04	($0.117 \sim 143$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.04 \leq$ Pt電極厚 < 0.08	($0.117 \sim 148$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5
$0.08 \leq$ Pt電極厚 ≤ 0.1	($0.110 \sim 157$ 、 $-45 \sim 45$)	$0.8 \leq$ 誘電体層厚 ≤ 2.5

電極厚及び誘電体層厚はいずれも規格化膜厚 H/λ (λ は弾性境界波の波長である。)

- [4] 前記電極の厚み、前記 LiTaO_3 基板のオイラー角の θ 及び前記誘電体層の厚みが、下記の表4に示すいずれかの範囲にあることを特徴とする請求項3に記載の弾性境界波装置。

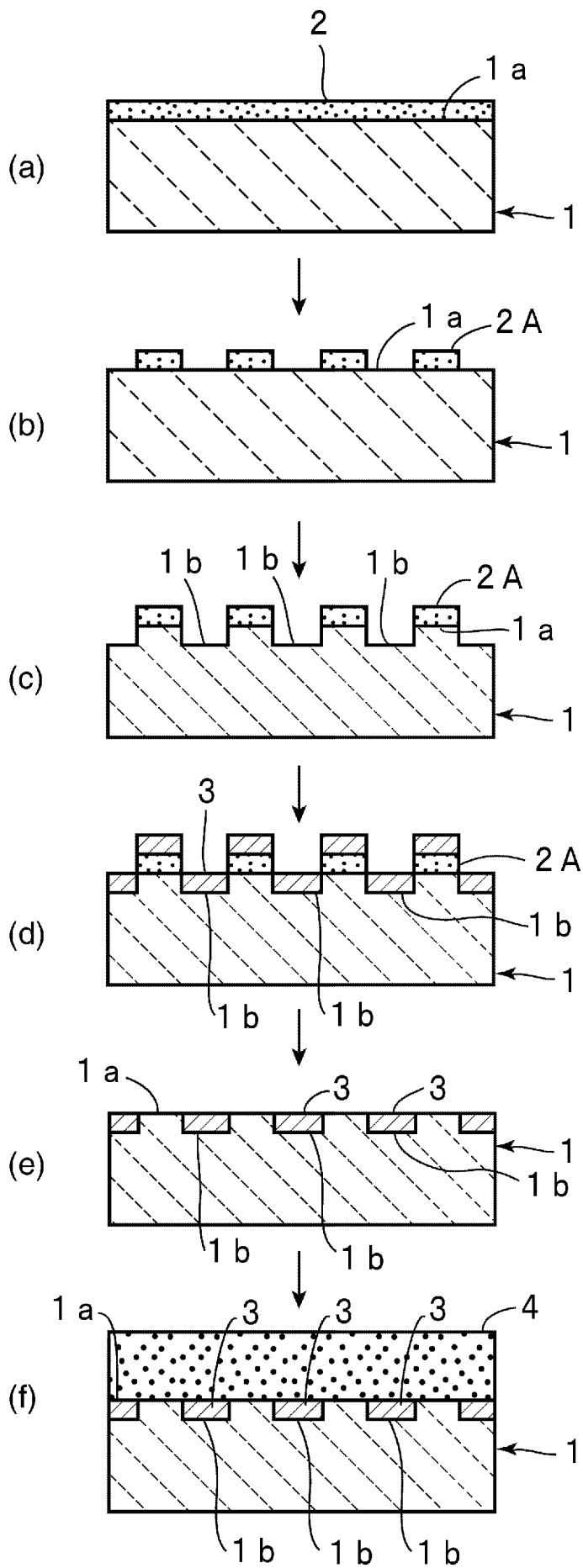
[表4]

	$\alpha=0$ オイラー角(0° 、 θ 、 $-45^\circ \sim 45^\circ$)の θ	
$0.04 \leq \text{Al電極厚} < 0.08$	(0,124~128,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Al電極厚} < 0.1$	(0,124~128,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.1 \leq \text{Al電極厚} \leq 0.25$	(0,124~128,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.02 \leq \text{Cu電極厚} < 0.04$	(0,127~129,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.04 \leq \text{Cu電極厚} < 0.08$	(0,127~131,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Cu電極厚} \leq 0.1$	(0,127~135,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.02 \leq \text{Au電極厚} < 0.03$	(0,135~136,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.03 \leq \text{Au電極厚} < 0.06$	(0,135~139,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.06 \leq \text{Au電極厚} \leq 0.1$	(0,135~140,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.03 \leq \text{Ta電極厚} < 0.06$	(0,129~134,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.06 \leq \text{Ta電極厚} < 0.08$	(0,129~134,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Ta電極厚} \leq 0.1$	(0,129~136,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.02 \leq \text{Pt電極厚} < 0.04$	(0,130~131,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.04 \leq \text{Pt電極厚} < 0.08$	(0,133~135,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$
$0.08 \leq \text{Pt電極厚} \leq 0.1$	(0,133~138,-45~45)	$0.8 \leq \text{誘電体層厚} \leq 2.5$

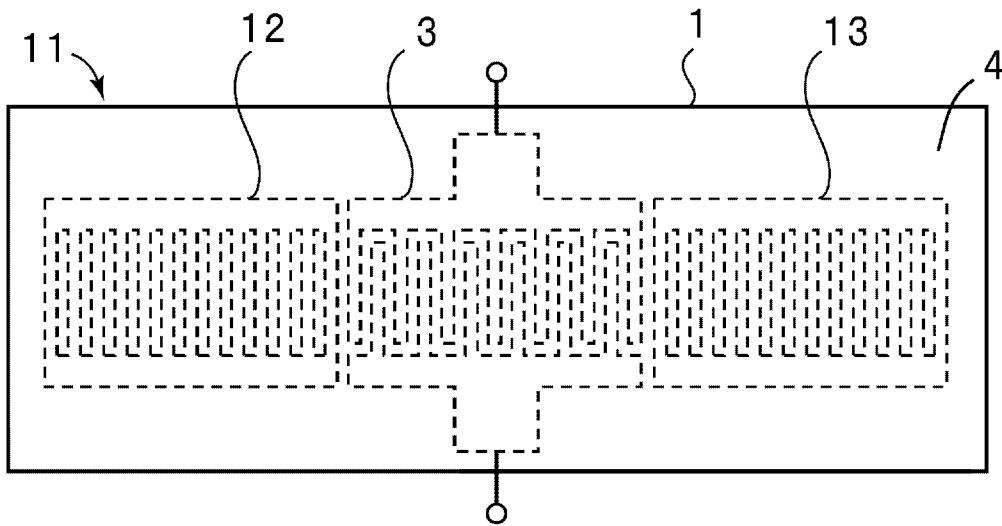
電極厚及び誘電体層厚はいずれも規格化膜厚 H/λ (λ は弾性境界波の波長である。)

- [5] 前記誘電体層が酸化ケイ素からなる、請求項1~4のいずれか1項に記載の弾性境界波装置。

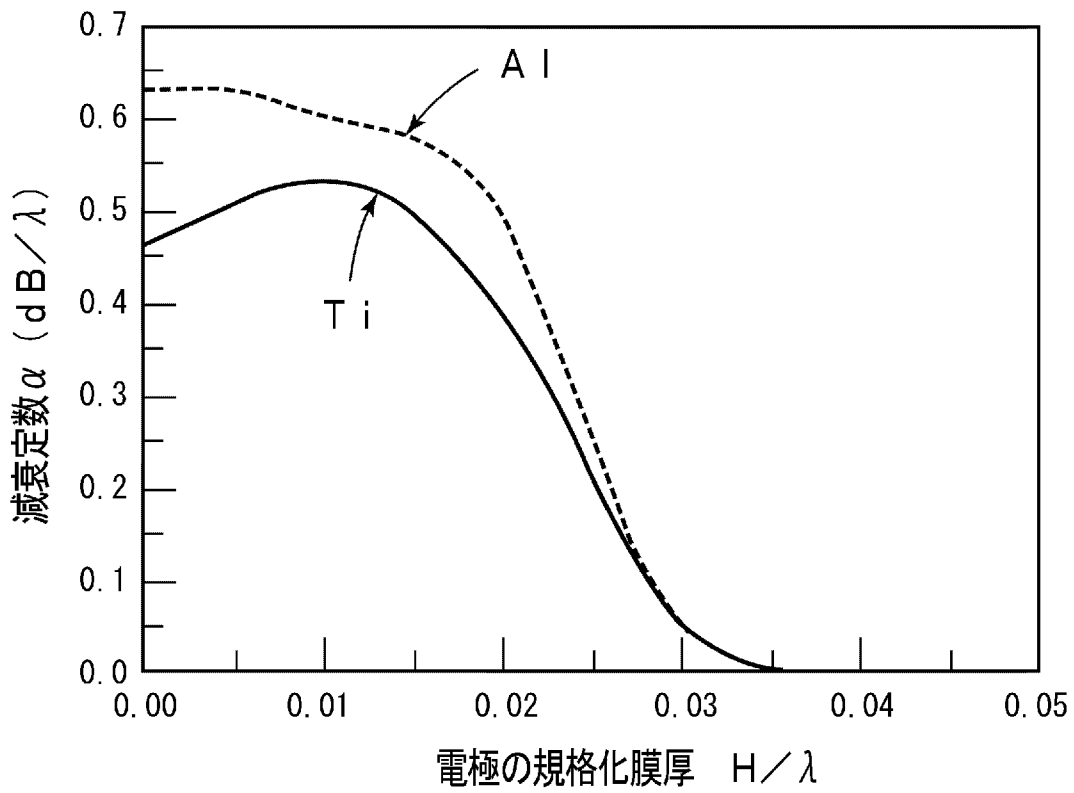
[図1]



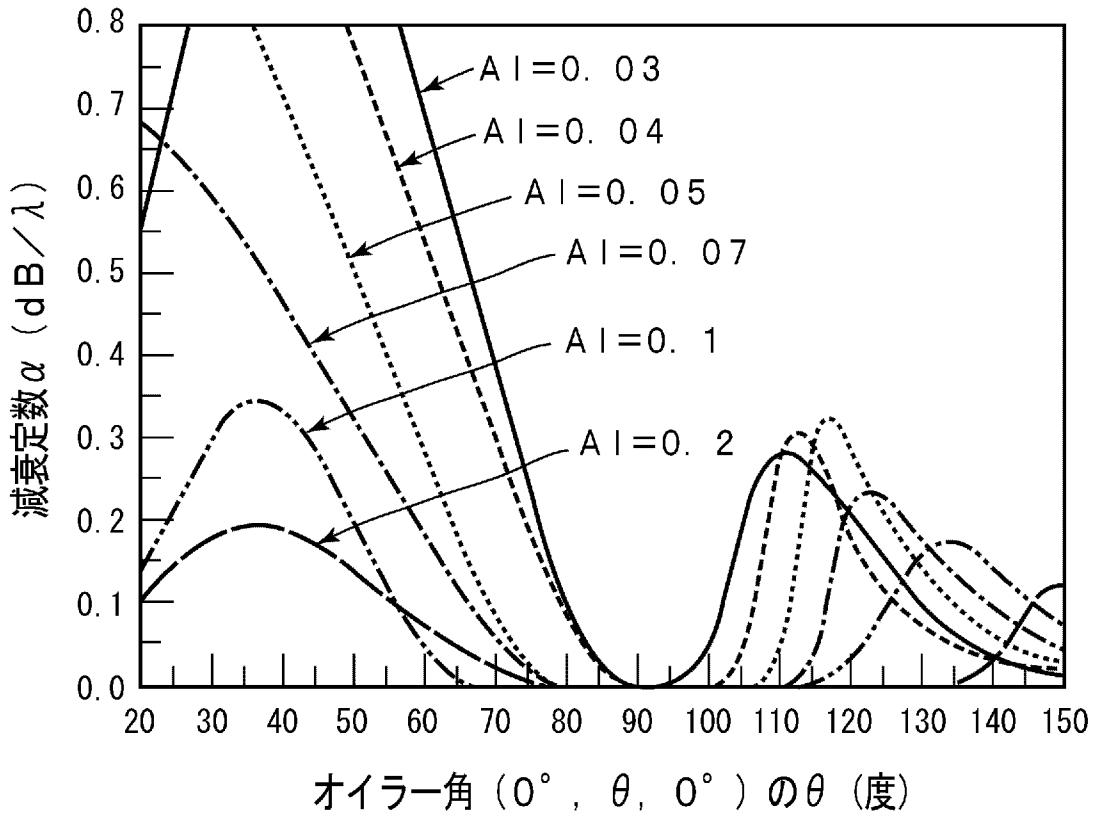
[図2]



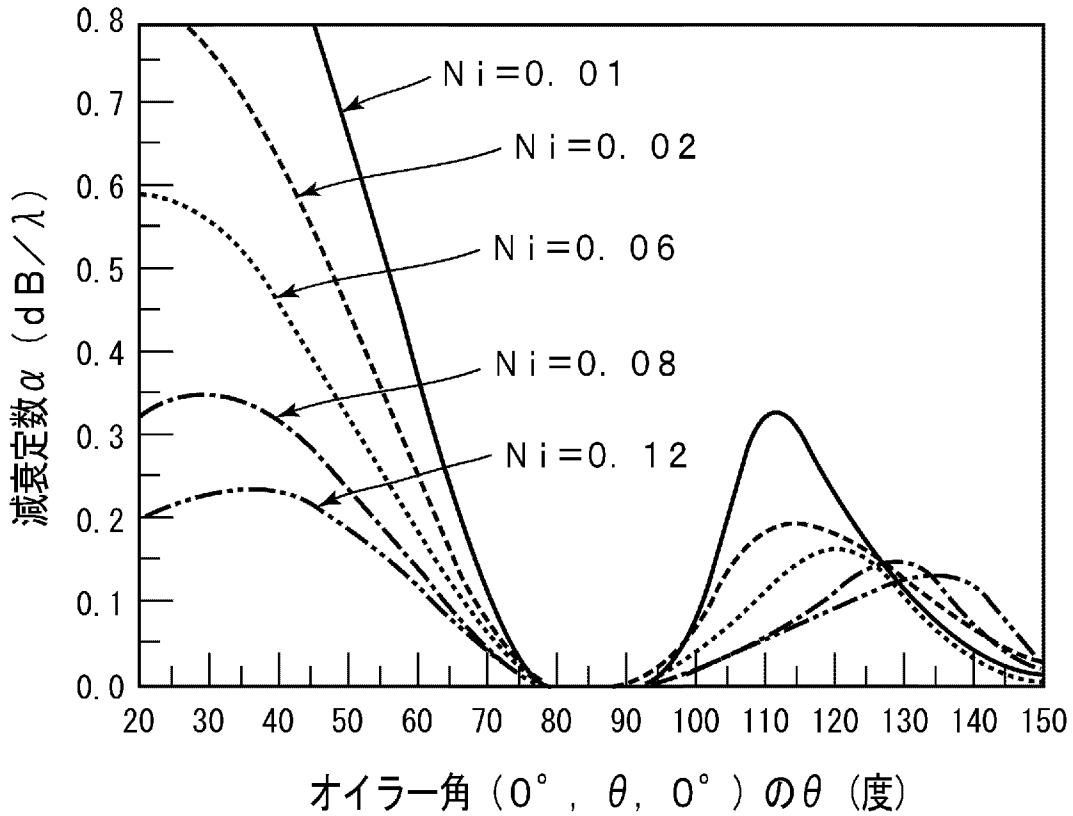
[図3]



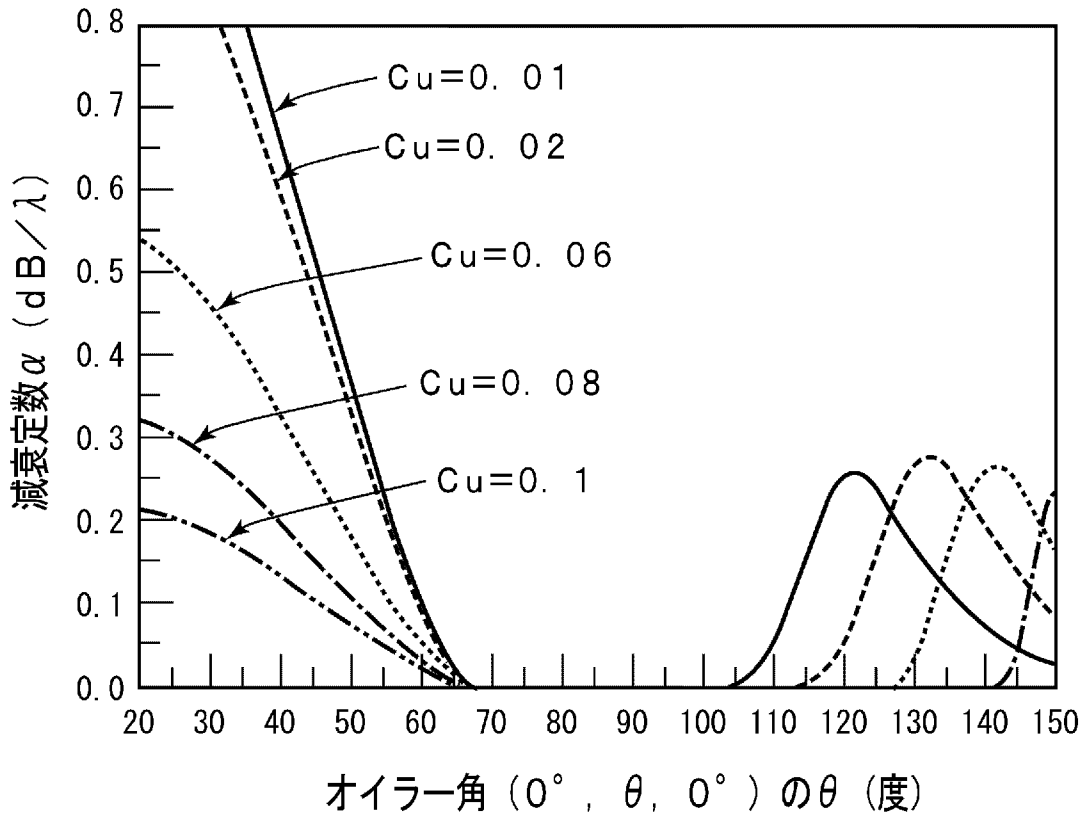
[図6]



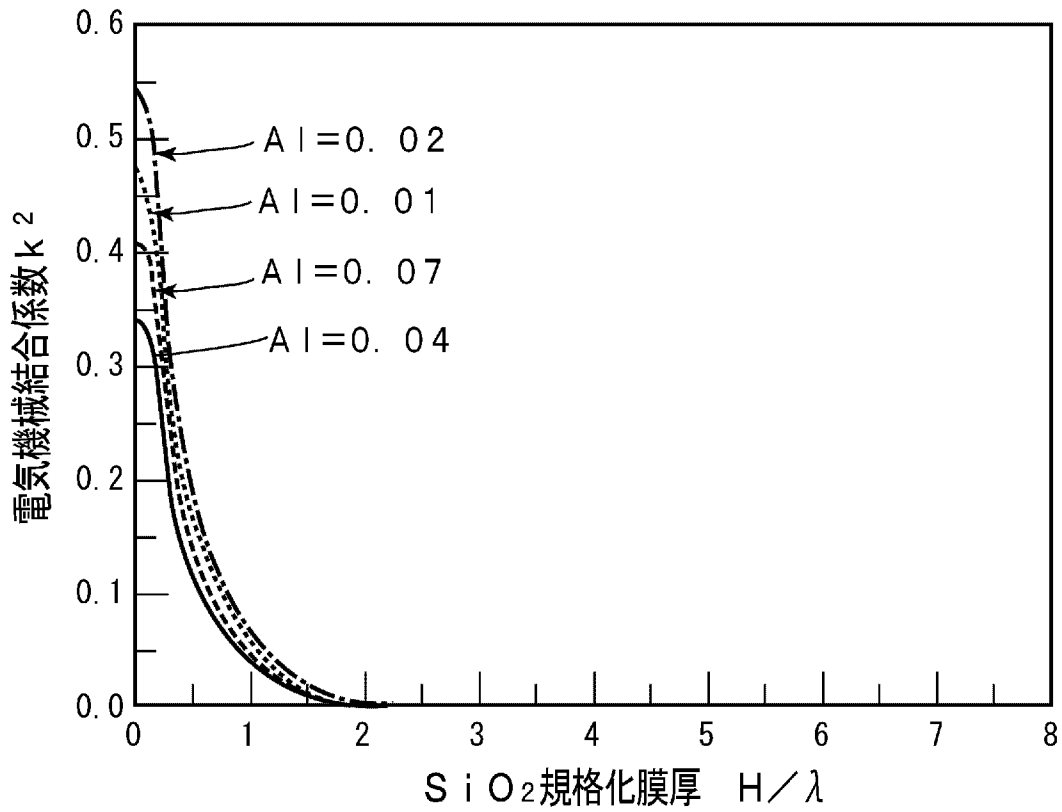
[図7]



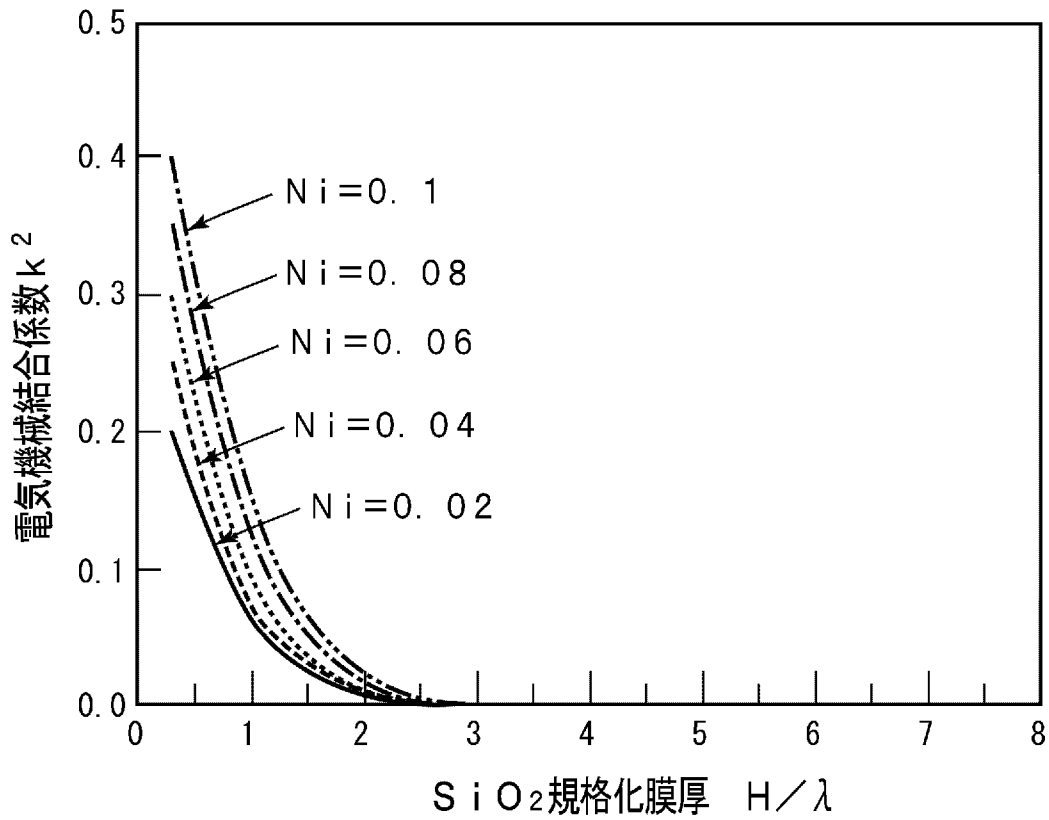
[図8]



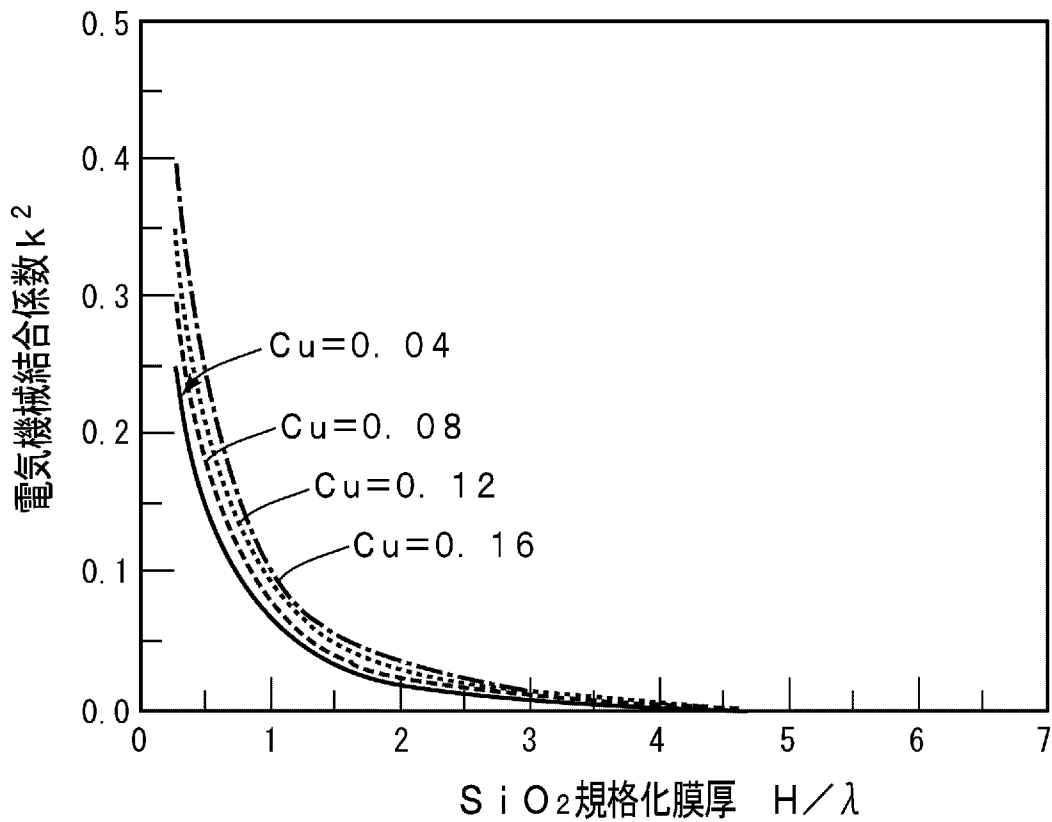
[図9]



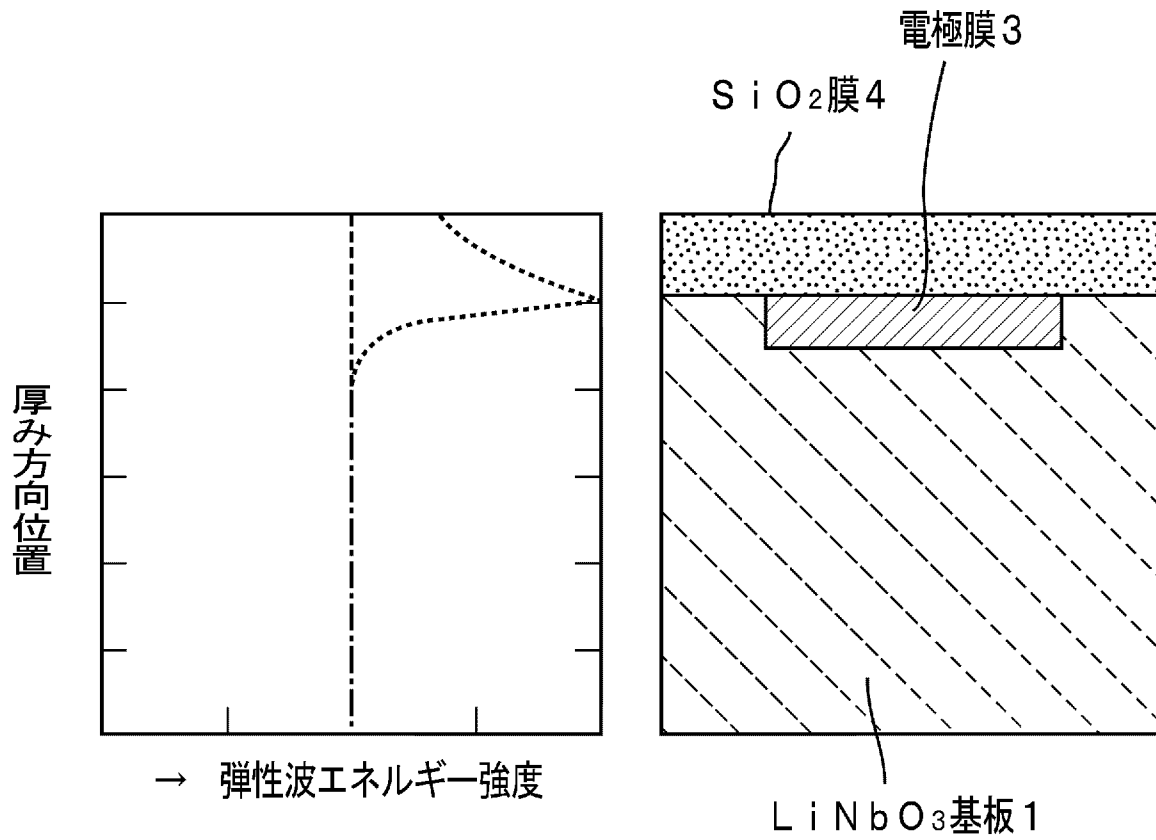
[図10]



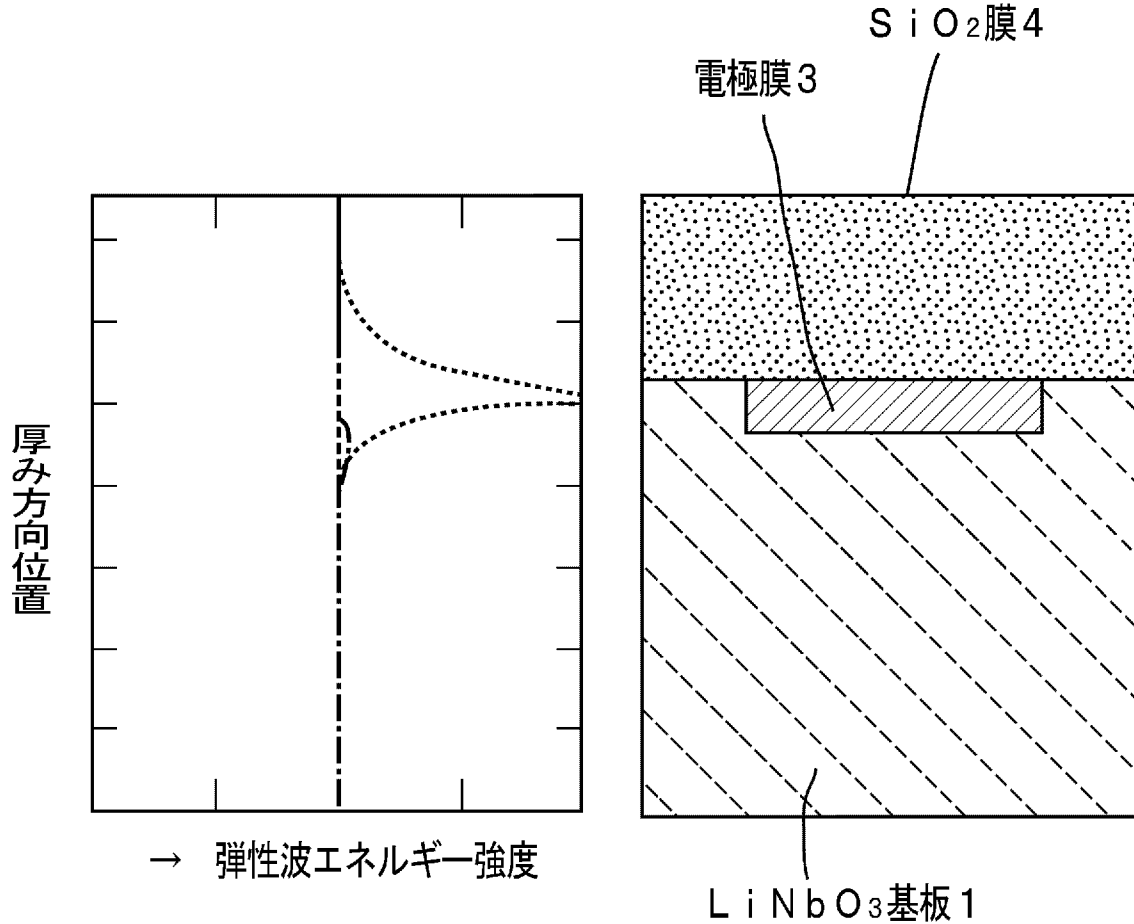
[図11]



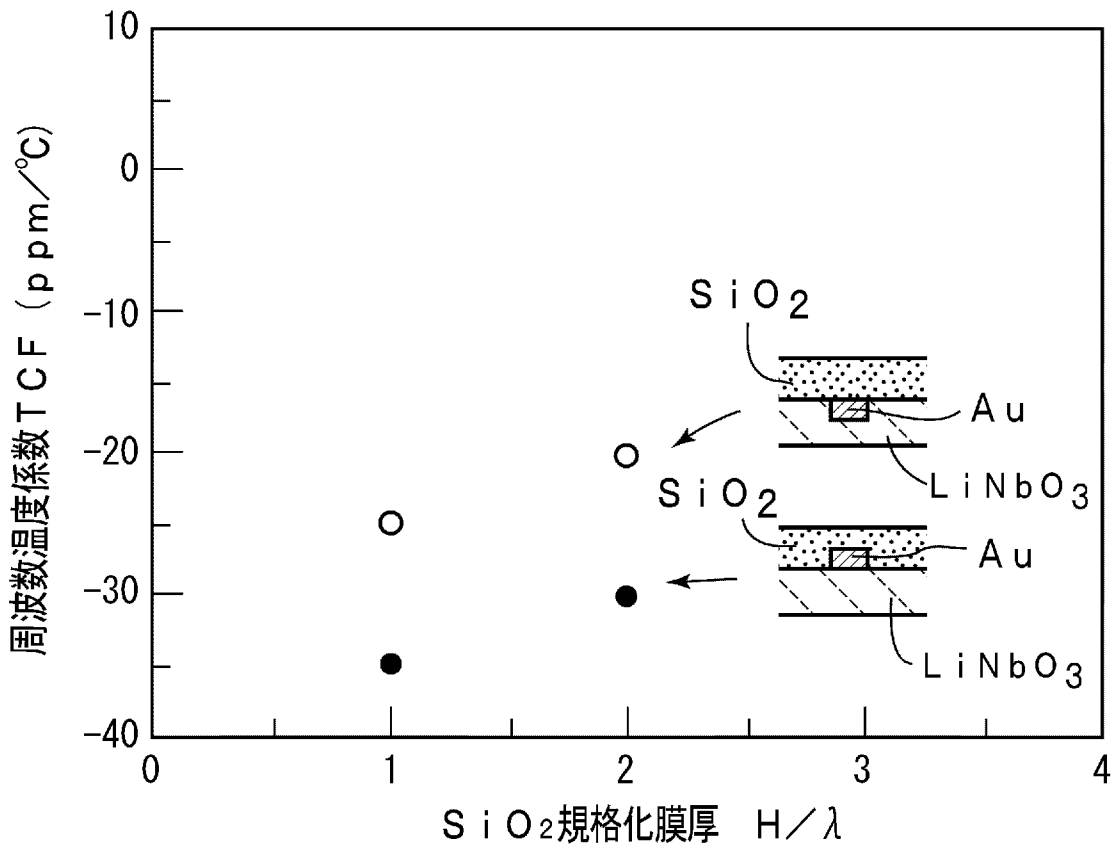
[図12]



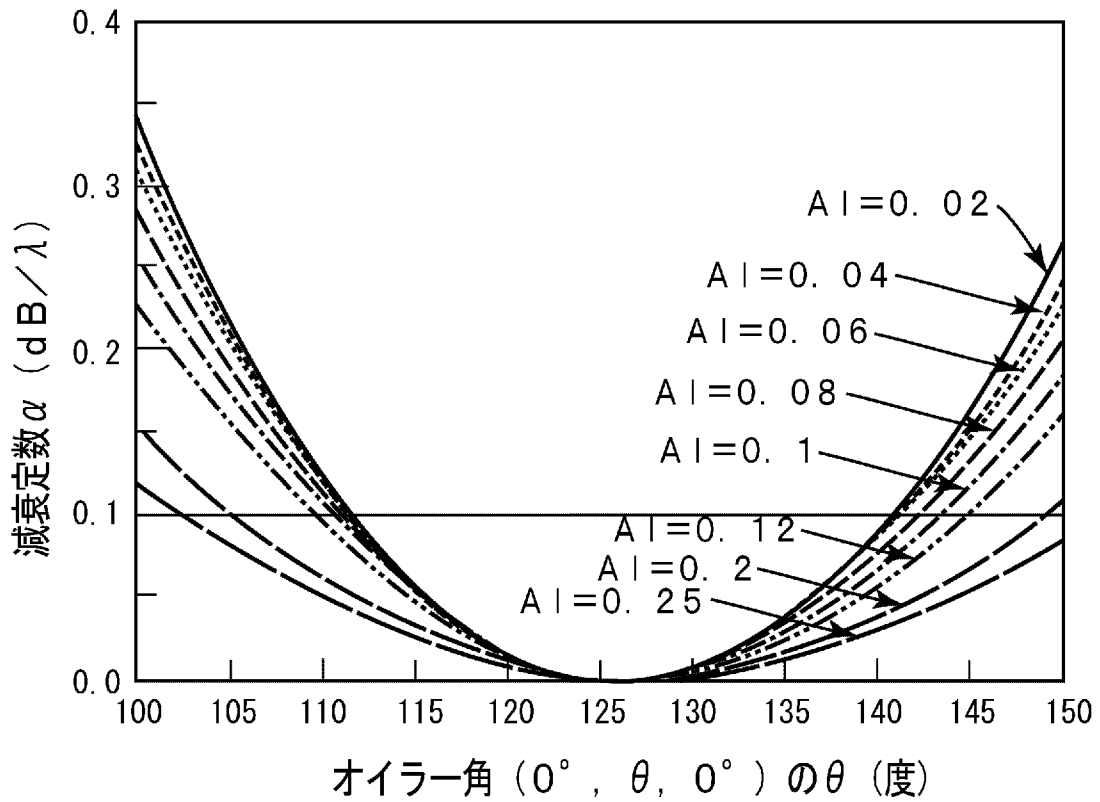
[図13]



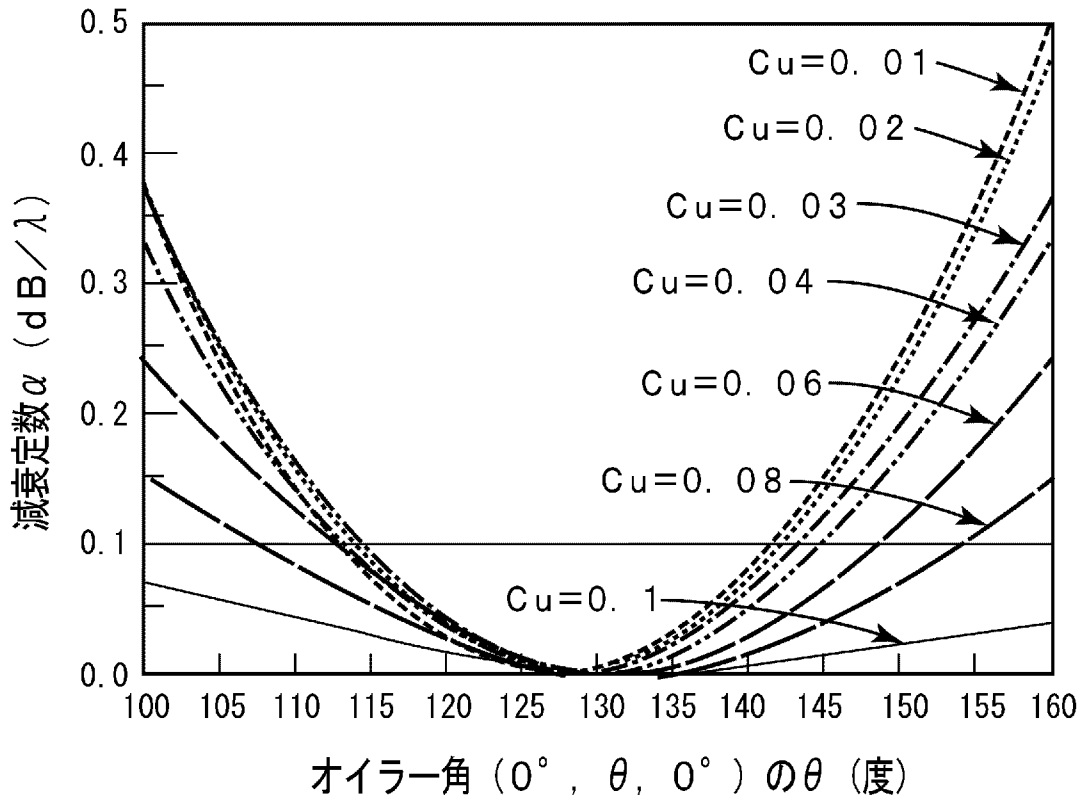
[図14]



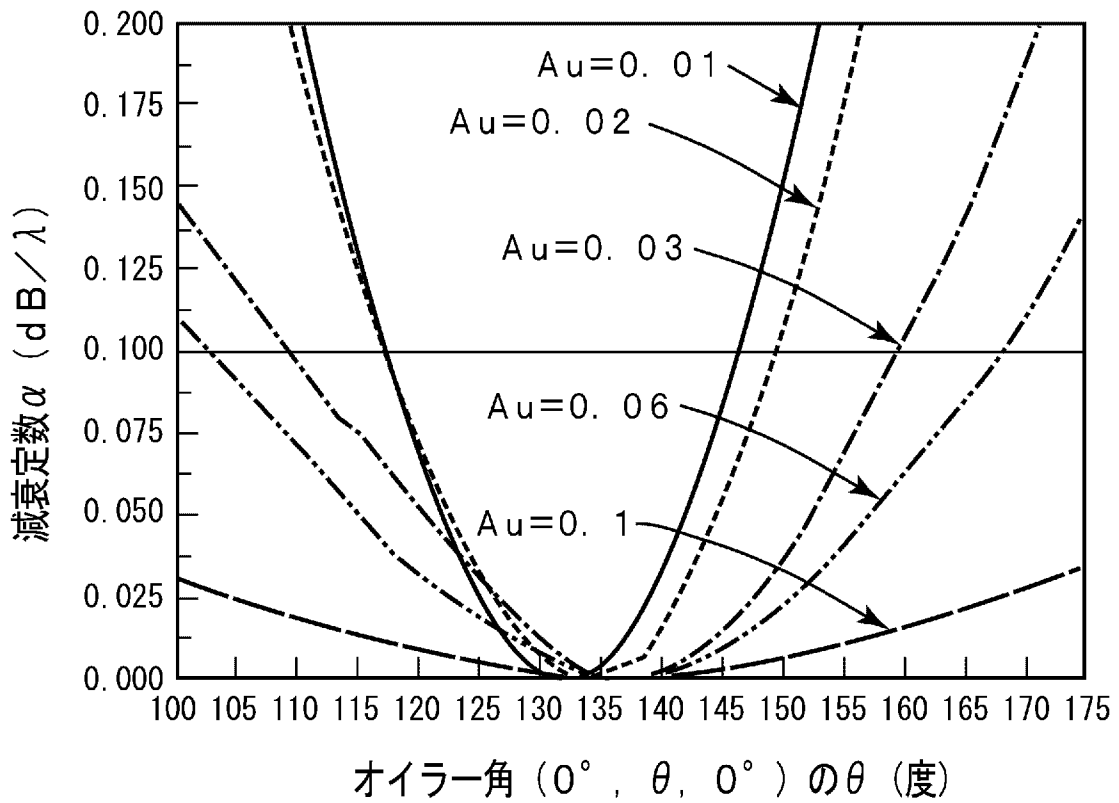
[図15]



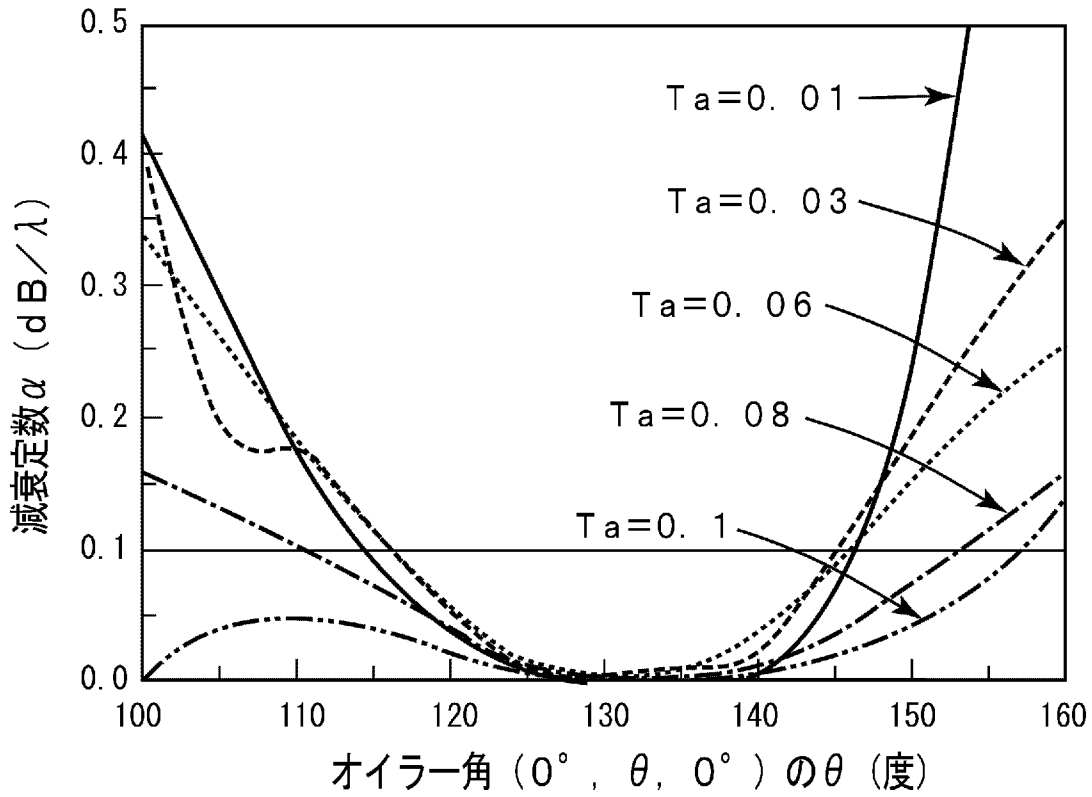
[図16]



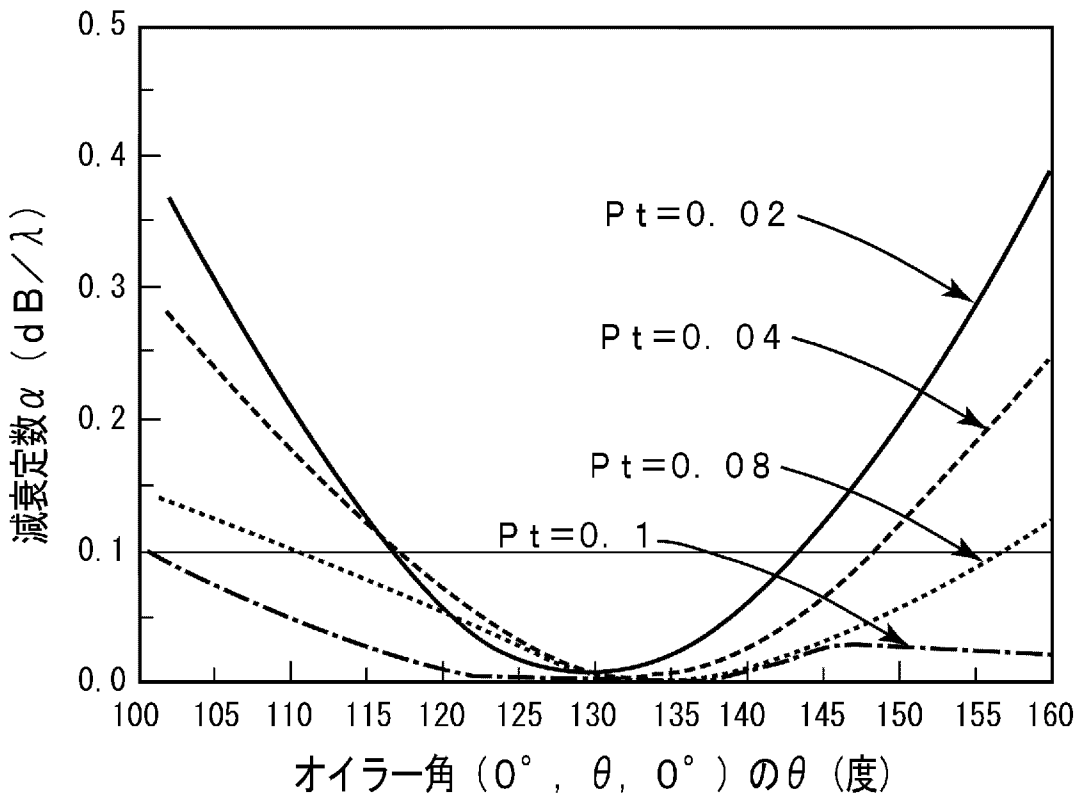
[図17]



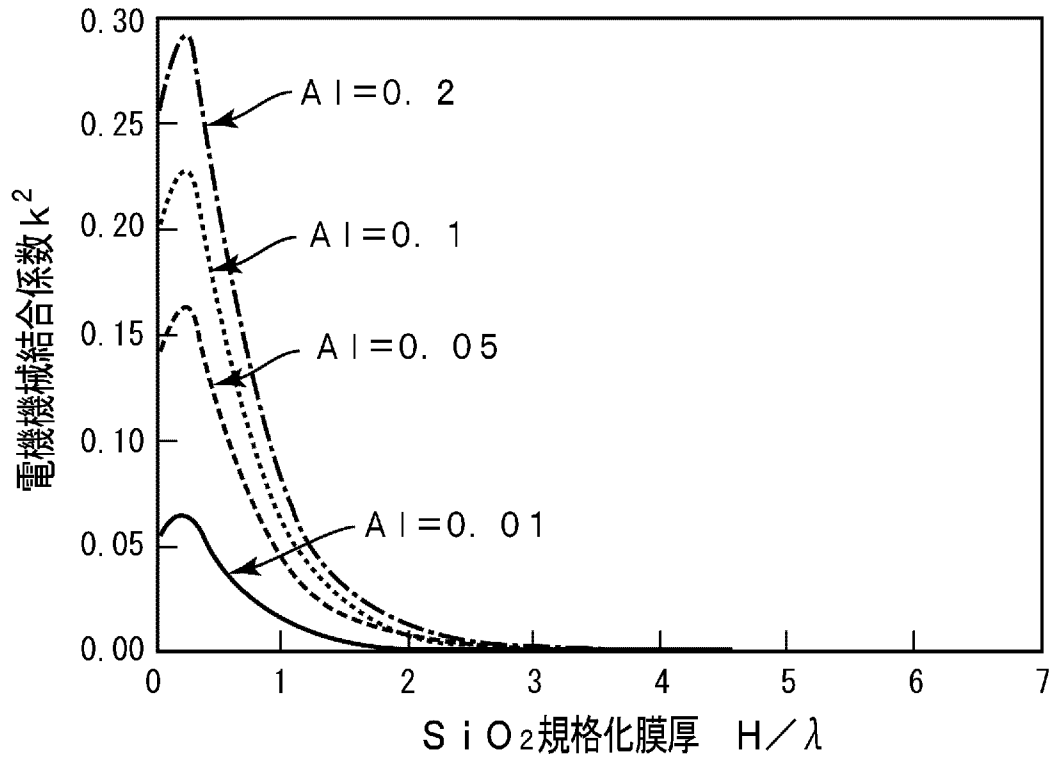
[図18]



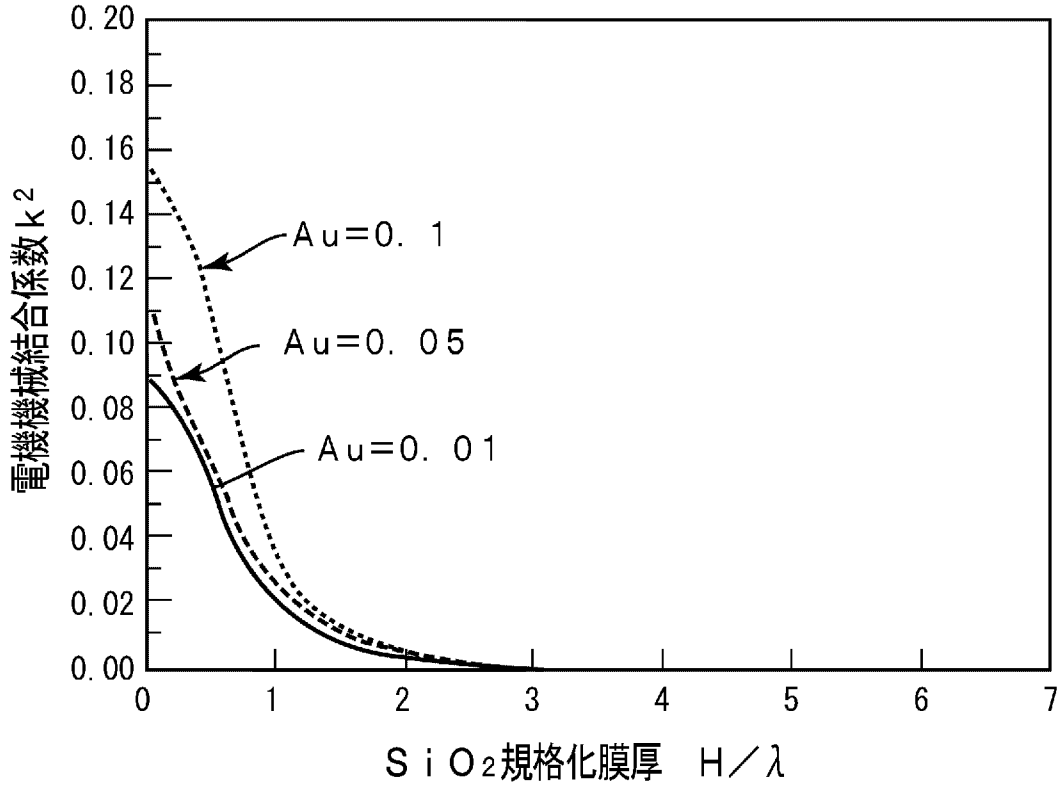
[図19]



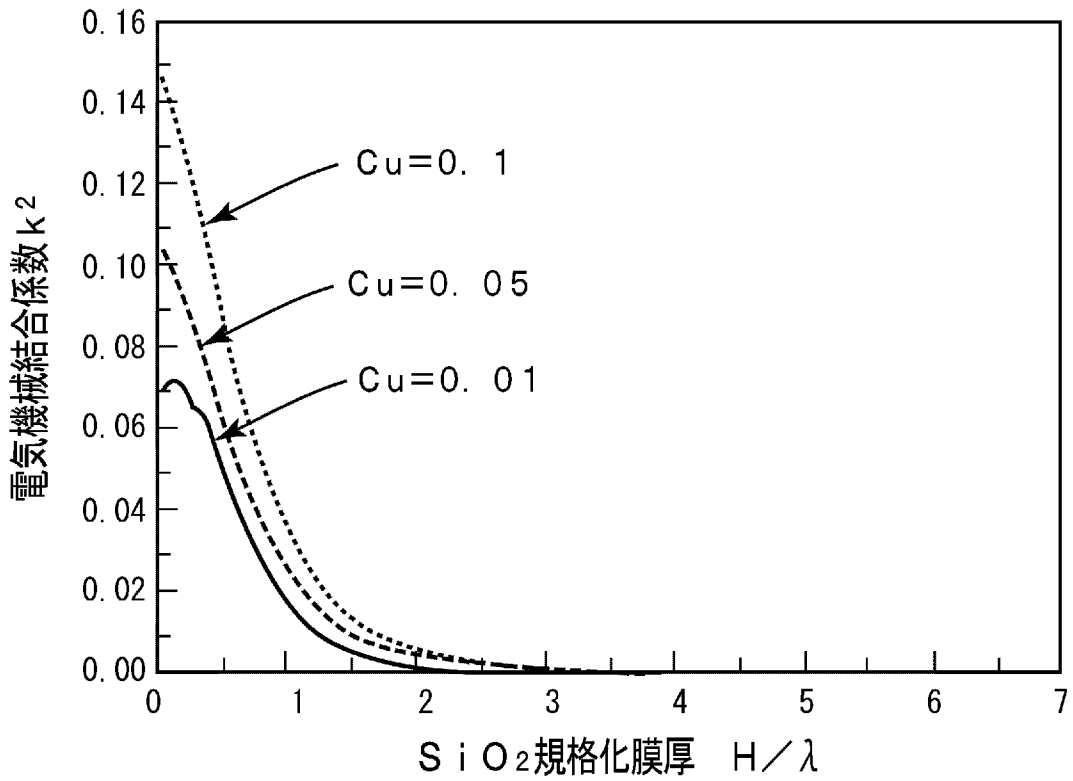
[図20]



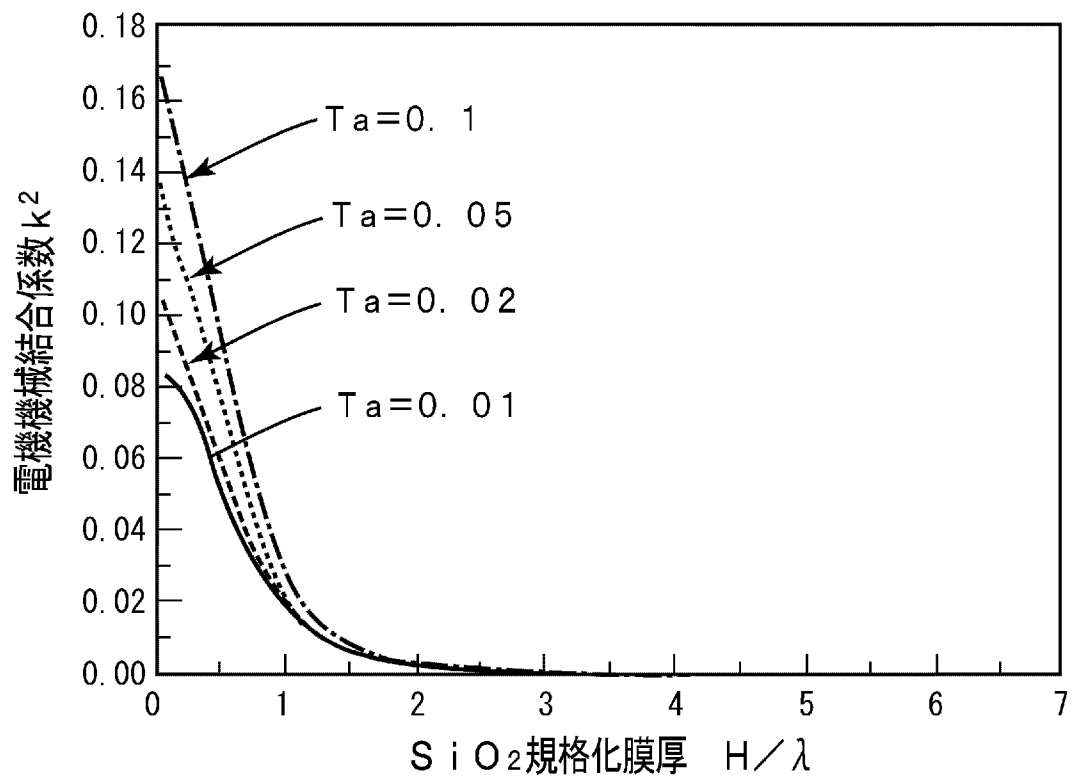
[図21]



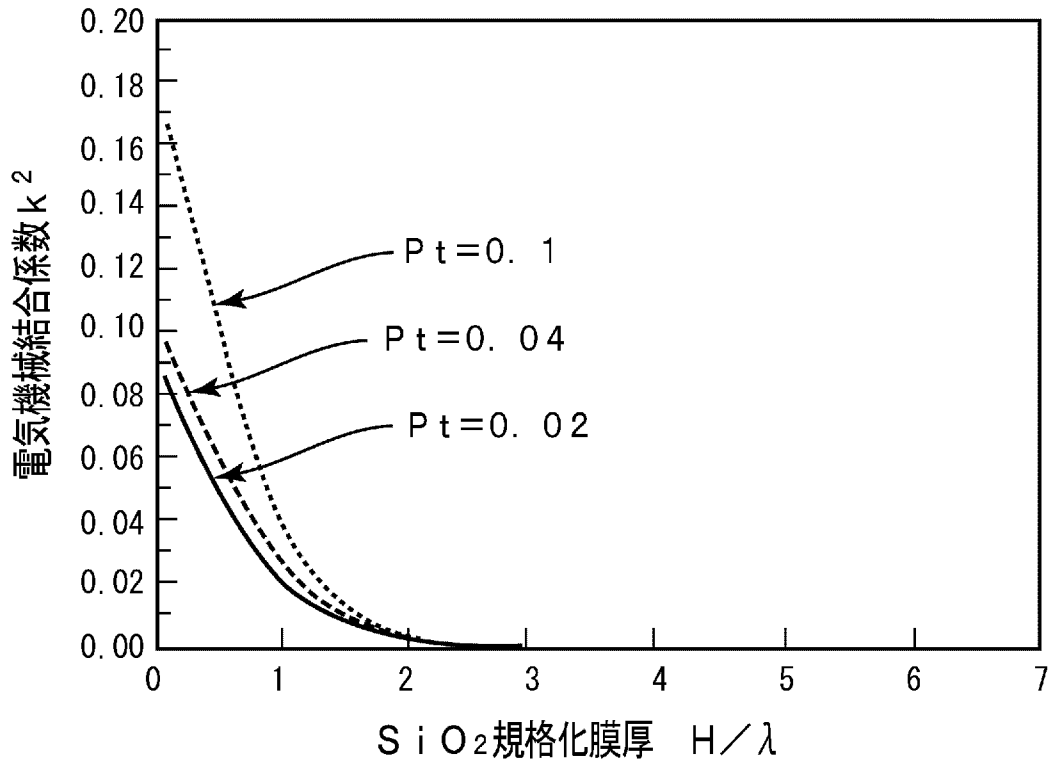
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/067583

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H03H9/145(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/18(2006.01)i, H03H9/25(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-H03H9/76, H01L41/09, H01L41/18		
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 1996-2007 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-159262 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 03 June, 2004 (03.06.04), Par. Nos. [0036] to [0050]; Fig. 1 & US 2005/0057323 A1	1-5
A	JP 10-84246 A (Toshiba Corp.), 31 March, 1998 (31.03.98), Par. No. [0014]; Fig. 5 (Family: none)	1-5
A	JP 10-335974 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 December, 1998 (18.12.98), Par. No. [0006]; Fig. 2 (Family: none)	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 04 December, 2007 (04.12.07)		Date of mailing of the international search report 18 December, 2007 (18.12.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/067583

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 1998/52279 A1 (Hitachi, Ltd.), 19 November, 1998 (19.11.98), Pages 9 to 10 (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H03H9/145(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/18(2006.01)i, H03H9/25(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. H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-H03H9/76, H01L41/09, H01L41/18			
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 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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 請求の範囲の番号	
A	JP 2004-159262 A (株式会社村田製作所) 2004.06.03, [0036]-[0050]、図1 & US 2005/0057323 A1	1-5	
A	JP 10-84246 A (株式会社東芝) 1998.03.31, [0014]、図5 (ファミリーなし)	1-5	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input 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 04.12.2007		国際調査報告の発送日 18.12.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 崎間 伸洋	5W 3570 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 請求の範囲の番号
A	JP 10-335974 A (松下電器産業株式会社) 1998. 12. 18, [0006]、図 2 (ファミリーなし)	1-5
A	WO 1998/52279 A1 (株式会社日立製作所) 1998. 11. 19, 第 9 頁-第 10 頁 (ファミリーなし)	1-5