

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-176152

(P2005-176152A)

(43) 公開日 平成17年6月30日(2005.6.30)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H03H 9/145	H03H 9/145	5J097
H03H 3/08	H03H 3/08	

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2003-415839 (P2003-415839)	(71) 出願人	000010098 アルプス電気株式会社 東京都大田区雪谷大塚町1番7号
(22) 出願日	平成15年12月15日(2003.12.15)	(74) 代理人	100085453 弁理士 野▲崎▼ 照夫
		(74) 代理人	100121049 弁理士 三輪 正義
		(72) 発明者	尾崎 恭輔 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内
		(72) 発明者	高橋 秀幸 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性表面波素子及びその製造方法

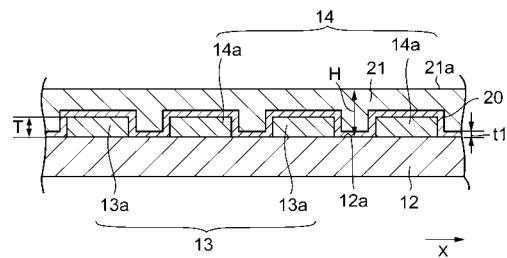
(57) 【要約】

【課題】 温度特性及び共振器特性に優れた弾性表面波素子を提供する。

【解決手段】

圧電性基板12及びくし歯状電極部13、14の上は、絶縁性薄膜20を介して絶縁層21によって覆われている。圧電性基板12はLiTaO₃で形成され、絶縁性薄膜20及び絶縁層21は酸化ケイ素によって形成されている。さらに、絶縁層21の上面を意図的に平坦面にすることにより弾性表面波の伝播効率の低下を抑えることができ共振器の挿入損失の増加を低減することができる。また、絶縁層21の上面21aが平坦面であると、弾性表面波素子の温度変化に伴う共振周波数及び反共振周波数の変動を小さくすることができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電性基板と、前記圧電性基板上に薄膜形成されたくし歯状電極部を有する弾性表面波素子において、

前記圧電性基板の上が、前記圧電性基板の温度 - 弾性定数変化特性と逆方向の温度 - 弾性定数変化特性を持つ絶縁性材料からなる絶縁層によって覆われており、前記絶縁層の上面が平坦面であることを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項 2】

前記くし歯状電極部の上が前記絶縁層によって覆われており、前記絶縁層の上面が平坦面であることを特徴とする請求項 1 に記載の弾性表面波素子。

10

【請求項 3】

前記くし歯状電極部の膜厚を T 、前記圧電性基板の上面から前記絶縁層の上面までの厚さ寸法の最大値と最小値の差を h としたとき、以下に示す(数 1)で示される前記絶縁層の上面の平坦化率 S (%) が 50% 以上である請求項 1 または 2 に記載の弾性表面波素子。

【数 1】

$$\text{平坦化率 } S = \left(1 - \frac{h}{T} \right) \times 100 (\%)$$

20

【請求項 4】

前記絶縁層は均一の密度の薄膜である請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の弾性表面波素子。

【請求項 5】

前記圧電性基板の表面を伝播する表面波の波長を λ 、前記圧電性基板の上面から前記絶縁層の上面までの厚さ寸法の最大値を H としたとき、前記絶縁層の規格化膜厚 H/λ が $0 < H/\lambda < 0.5$ の範囲である請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の弾性表面波素子。

【請求項 6】

前記圧電性基板の表面を伝播する表面波の波長を λ としたとき、前記くし歯状電極部及び前記圧電性基板と前記絶縁層の間にスパッタ法によって形成された絶縁性薄膜が存在しており、前記絶縁性薄膜の膜厚を t_1 としたとき前記絶縁性薄膜の規格化膜厚 t_1/λ が $0 < t_1/\lambda < 0.1$ の範囲である請求項 5 に記載の弾性表面波素子。

30

【請求項 7】

前記圧電性基板は LiTaO_3 基板であり、前記絶縁性材料は酸化ケイ素または窒化アルミニウムである請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の弾性表面波素子。

【請求項 8】

以下の工程を有することを特徴とする弾性表面波素子の製造方法、

(a) 圧電性基板上に、導電性材料を用いてくし歯状電極部をパターン形成する工程と、

40

(b) 前記圧電性基板の上に前記圧電性基板の温度 - 弾性定数変化特性と逆方向の温度 - 弾性定数変化特性を持つ絶縁性材料を塗布して絶縁層を形成し、前記絶縁層の上面を平坦面とする工程。

【請求項 9】

以下の工程を有することを特徴とする弾性表面波素子の製造方法、

(c) 圧電性基板上に、導電性材料を用いて、くし歯状電極部をパターン形成する工程と、

(d) 前記圧電性基板の上に前記圧電性基板の温度 - 弾性定数変化特性と逆方向の温度 - 弾性定数変化特性を持つ絶縁性材料を塗布して絶縁層を形成する工程と、

(e) 前記絶縁層の上面を研磨またはエッチングし前記絶縁層の上面を平坦面とする工程

50

。

【請求項 10】

前記 (b) 工程または前記 (d) 工程の後、
(f) 前記絶縁層を熱処理する工程を有する請求項 8 または 9 に記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 11】

前記圧電性基板を LiTaO_3 を用いて形成し、前記絶縁性材料としてシリコン化合物を用いて前記絶縁層を酸化ケイ素を主成分とするものにする請求項 8 ないし 10 のいずれかに記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 12】

以下の工程を有することを特徴とする弾性表面波素子の製造方法、
(g) 圧電性基板上に、導電性材料を用いてくし歯状電極部をパターン形成する工程と、
(h) 前記圧電性基板の上に前記圧電性基板の温度 - 弾性定数変化特性と逆方向の温度 - 弾性定数変化特性を持つ絶縁性材料を用いて、バイアススパッタ法、バイアス CVD 法または大気圧 CVD 法によって絶縁層を形成し、前記絶縁層の上面を平坦面とする工程。

10

【請求項 13】

前記圧電性基板を LiTaO_3 を用いて形成し、前記絶縁性材料として酸化ケイ素または窒化アルミニウムを用いる請求項 12 に記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 14】

前記 (a) 工程と (b) 工程の間、前記 (c) 工程と (d) 工程の間、前記 (g) 工程と (h) 工程の間に、
(i) 前記くし歯状電極部及び前記圧電性基板の上に、規格化膜厚 t_1/λ が $0 < t_1/\lambda < 0.1$ の範囲である絶縁性薄膜をスパッタ法によって形成する工程を有する請求項 8 ないし 13 のいずれかに記載の弾性表面波素子の製造方法、
ただし前記 λ は前記圧電性基板の表面を伝播する表面波の波長であり、前記 t_1 は前記絶縁性薄膜の膜厚である。

20

【請求項 15】

以下の工程を有することを特徴とする弾性表面波素子の製造方法、
(j) 圧電性基板の上に前記圧電性基板の温度 - 弾性定数変化特性と逆方向の温度 - 弾性定数変化特性を持つ絶縁性材料を用いて上面が平坦面である絶縁層を形成する工程と、
(k) 前記絶縁層の表面にくし歯状電極部の形状の凹部をパターン形成する工程と、
(l) 前記凹部内にくし歯状電極部を形成する工程。

30

【請求項 16】

前記 (l) 工程の後に、
(m) 前記絶縁層及び前記くし歯状電極部の上に、さらに前記絶縁性材料を用いて絶縁層を成膜し、この絶縁層の上面を平坦面とする工程を有する請求項 15 に記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 17】

前記 (b) 工程、(d) 工程、(h) 工程、(j) 工程または (m) 工程において、
前記絶縁層を均一の密度の薄膜として成膜する請求項 8 ないし 16 のいずれかに記載の弾性表面波素子の製造方法。

40

【請求項 18】

以下の工程を有することを特徴とする弾性表面波素子の製造方法、
(n) 圧電性基板上に、導電性材料を用いてくし歯状電極部をパターン形成する工程と、
(o) 前記圧電性基板の上に前記圧電性基板の温度 - 弾性定数変化特性と逆方向の温度 - 弾性定数変化特性を持つ絶縁性材料を用いて、スパッタ法または CVD 法によって絶縁層を形成する工程と、
(p) 前記絶縁層の上面を研磨またはエッチングし前記絶縁層の上面を平坦面とする工程

50

。

【請求項 19】

前記 (b) 工程、 (e) 工程、 (h) 工程、 (j) 工程、 (m) 工程または (p) 工程において、

前記くし歯状電極部の膜厚を T 、前記圧電性基板の上面から前記絶縁層の上面までの厚さ寸法の最大値と最小値の差を h としたとき、

以下に示す (数 2) で示される前記絶縁層の上面の平坦化率 S (%) を 50 % 以上にす請求項 8 ないし 18 のいずれかに記載の弾性表面波素子の製造方法。

【数 2】

$$\text{平坦化率 } S = \left(1 - \frac{h}{T} \right) \times 100 (\%)$$

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高周波帯域における温度特性を向上させることのできる弾性表面波素子及びその製造方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

弾性表面波素子は機械的振動エネルギーが固体表面付近にのみ集中して伝搬する弾性表面波を利用した電子部品であり、フィルタ、共振器またはデュプレクサなどを構成するために用いられる。

【0003】

近年、携帯電話などの移動体通信端末の小型化及び軽量化が急速に進んでおり、これらの移動体通信端末に実装される電子部品の小型化が要求されている。

【0004】

弾性表面波素子は、圧電性基板の表面上に、導電性で比重の小さい材料からなる一対のくし歯状電極 (I D T (インタディジタルトランスデューサ) 電極) を対向させ、それぞれのくし歯部を互い違いに並べる構成を有している。このような単純な構造を有する弾性表面波素子は移動体通信端末に実装されるフィルタ、共振器またはデュプレクサを小型化するために非常に適した素子である。

30

【0005】

弾性表面波素子を共振器として用いるときには、素子の温度が変化したときの直列共振周波数及び並列共振周波数の変動が小さいことが重要である。

【0006】

特許文献 1、2 にはくし歯状電極と圧電性基板の上を酸化ケイ素膜で覆うことにより、素子温度が変化したときの直列共振周波数及び並列共振周波数の変動を小さくすることができるが

40

【特許文献 1】特開平 7 - 15274 号公報 (第 1 図)

【特許文献 2】特開平 8 - 265088 号公報 (第 1 図)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、特許文献 1、2 に開示された弾性表面波素子及びその製造方法は以下に示す問題を有していた。

【0008】

特許文献 1、2 に開示された弾性表面波素子はいずれもその表面を覆う $S i O_2$ 膜をス

50

パッタ法を用いて成膜している。特許文献 1 の図 1、特許文献 2 の図 1 には SiO_2 膜の上面が直線でしめされ、 SiO_2 膜の上面が平坦化面となっているように見える。しかし、これらの図面はあくまでも模式図であって、実際に形成された弾性表面波素子の表面構造を反映しているものではない。

【0009】

ここで図 27 及び図 28 を用いて、表面が絶縁性材料で覆われた従来の弾性表面波素子の断面構造を説明する。図 27 は圧電性基板 1 の上にくし歯状電極 2 をスパッタ膜をエッチングして形成した状態の断面図である。圧電性基板 1 は例えば LiTaO_3 で、くし歯状電極 2 は例えば Cu を用いて形成される。

【0010】

くし歯状電極 2 の形成後、スパッタ法を用いて SiO_2 膜 3 を成膜する。すると、特許文献 1、2 に記載された図面とは異なり、実際には図 28 に示されるように SiO_2 膜 3 の表面にはくし歯状電極 2 の上に凸部 3a と各くし歯状電極 2 の間の上に凹部 3b が生成することになる。

【0011】

このように、 SiO_2 膜 3 の表面に凸部 3a と凹部 3b が形成されると、矢印方向に伝播する弾性表面波の伝播効率が低下して共振器のエネルギー損失が大きくなるという問題が生じていた。また、 SiO_2 膜 3 を RF スパッタ法を用いて成膜すると、 SiO_2 膜 3 の内部、特にくし歯状電極 2 の周辺にひび割れ 3c や空隙が形成され、これによっても弾性表面波の伝播効率が低下して共振器のエネルギー損失が大きくなる。

【0012】

本発明は上記従来の課題を解決するためのものであり、温度特性を向上させつつ共振器特性を高く維持できる弾性表面波素子及びその製造方法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】

【0013】

本発明は、圧電性基板と、前記圧電性基板上に薄膜形成されたくし歯状電極部を有する弾性表面波素子において、

前記圧電性基板の上が、前記圧電性基板の温度 - 弾性定数変化特性と逆方向の温度 - 弾性定数変化特性を持つ絶縁性材料からなる絶縁層によって覆われており、前記絶縁層の上面が平坦面であることを特徴とするものである。

【0014】

本発明では、前記圧電性基板の上を前記絶縁層によって覆って素子温度が変化したときの直列共振周波数及び並列共振周波数の変動を小さくするだけでなく、この絶縁層の上面を平坦面にしている。

【0015】

前記絶縁層の上面を平坦面にすると弾性表面波の伝播効率の低下を抑えることができ共振器の挿入損失の増加を低減することができる。また、前記絶縁層の上面が平坦面であると、前記絶縁層の上面に大きな段差を有する凹凸が形成されるものに比べて弾性表面波素子の温度変化に伴う共振周波数及び反共振周波数の変動を小さくすることができる。

【0016】

本発明では、前記くし歯状電極部の上も前記絶縁層によって覆われ、前記絶縁層の上面が平坦面であることが好ましい。

【0017】

また、前記くし歯状電極部の膜厚を T 、前記圧電性基板の上面から前記絶縁層の上面までの厚さ寸法の最大値と最小値の差を h としたとき、

以下に示す(数 3)で示される前記絶縁層の上面の平坦化率 $S(\%)$ が 50% 以上であることが好ましい。

【0018】

10

20

30

40

【数 3】

$$\text{平坦化率 } S = \left(1 - \frac{h}{T} \right) \times 100 (\%)$$

【0019】

また、本発明では、前記絶縁層は均一の密度の薄膜であることが好ましい。なお、本発明において、「前記絶縁層が均一の密度である」とは、前記絶縁層の内部、特にくし歯状電極部の周辺に空隙やヒビ割れがなく全ての領域に絶縁性材料が存在していることをいう。

【0020】

また、前記圧電性基板の表面を伝播する表面波の波長を、前記圧電性基板の上面から前記絶縁層の上面までの厚さ寸法の最大値をHとしたとき、前記絶縁層の規格化膜厚H/が $0 < H / < 0.5$ の範囲であることが好ましい。

【0021】

特に前記絶縁層の規格化膜厚H/が0.06以上であると弾性表面波素子の温度変化1当りの反共振周波数の変動の絶対値を30ppm/以下にできる。また、前記絶縁層の規格化膜厚H/が0.08以下であると弾性表面波素子の反共振周波数での反射係数 S_{11} を0.9以上にできる。

【0022】

さらに、前記圧電性基板の表面を伝播する表面波の波長をとしたとき、前記くし歯状電極部及び前記圧電性基板と前記絶縁層の間にスパッタ法によって形成された絶縁性薄膜が存在しており、前記絶縁性薄膜の膜厚を t_1 としたとき前記絶縁性薄膜の規格化膜厚 $t_1 /$ が $0 < t_1 / < 0.1$ の範囲であることが好ましい。前記絶縁性薄膜が形成されるとくし歯状電極部の劣化を抑えること、及び、前記絶縁層の密着性を向上させることができる。

【0023】

温度 - 弾性定数変化特性が逆方向の圧電性基板と絶縁性材料の組み合わせの例は、前記圧電性基板が例えばLiTaO₃基板であり、前記絶縁性材料が例えば酸化ケイ素または窒化アルミニウムである。

【0024】

また、本発明の第1の弾性表面波素子の製造方法は、以下の工程を有することを特徴とするものである。

(a) 圧電性基板上に、導電性材料を用いて、くし歯状電極部をパターン形成する工程と、

(b) 前記圧電性基板の上に前記圧電性基板の温度 - 弾性定数変化特性と逆方向の温度 - 弾性定数変化特性を持つ絶縁性材料を塗布して絶縁層を形成し、前記絶縁層の上面を平坦面とする工程。

【0025】

本発明では、前記絶縁層の上面を平坦面とするために、前記圧電性基板の上に絶縁性材料を塗布するという方法（スピンコート法）を用いる。従来は、圧電性基板を覆う絶縁層の上面を意図的に平坦面にするという発想がなかったため絶縁層を成膜するときにはRFスパッタ法を用いていた。その結果、実際に形成された絶縁層の表面には大きな段差のある凹凸が形成され、弾性表面波素子の挿入損失が大きくなっていった。

【0026】

本発明を用いると前記絶縁層の上面を確実に平坦面にすることができるので弾性表面波の伝播効率の低下を抑えることができ弾性表面波素子の挿入損失の増加を低減することができる。また、前記絶縁層の上面が平坦面であると、前記絶縁層の上面に大きな段差を有

する凹凸が形成されるものに比べて弾性表面波素子の温度変化に伴う共振周波数及び反共振周波数の変動を小さくすることができる。

【0027】

または本発明の弾性表面波素子の第2の製造方法は以下の工程を有することを特徴とするものである。

(c) 圧電性基板上に、導電性材料を用いて、くし歯状電極部をパターン形成する工程と、

(d) 前記圧電性基板の上に前記圧電性基板の温度 - 弾性定数変化特性と逆方向の温度 - 弾性定数変化特性を持つ絶縁性材料を塗布して絶縁層を形成する工程と、

(e) 前記絶縁層の上面を研磨またはエッチングし前記絶縁層の上面を平坦面とする工程 10

【0028】

なお、前記(b)工程または前記(d)工程の後に、

(f) 前記絶縁層を熱処理する工程を有することが好ましい。

【0029】

本発明では、前記圧電性基板を例えばLiTaO₃を用いて形成し、前記絶縁性材料としてシリコン化合物を用いて前記絶縁層を酸化ケイ素を主成分とするものにすることができる。

【0030】

あるいは、本発明の第3の弾性表面波素子の製造方法は以下の工程を有することを特徴とするものである。 20

(g) 圧電性基板上に、導電性材料を用いてくし歯状電極部をパターン形成する工程と、

(h) 前記圧電性基板の上に前記圧電性基板の温度 - 弾性定数変化特性と逆方向の温度 - 弾性定数変化特性を持つ絶縁性材料を用いて、バイアススパッタ法、バイアスCVD法または大気圧CVD法によって絶縁層を形成し、前記絶縁層の上面を平坦面とする工程。

バイアススパッタ法、バイアスCVD法または大気圧CVD法によって絶縁層を形成するこの発明では前記圧電性基板をLiTaO₃を用いて形成し、前記絶縁性材料として酸化ケイ素または窒化アルミニウムを用いることができる。

【0031】

なお、前記(a)工程と(b)工程の間、前記(c)工程と(d)工程の間、前記(g)工程と(h)工程の間に、

(i) 前記くし歯状電極部及び前記圧電性基板の上に、規格化膜厚 t_1/λ が $0 < t_1/\lambda < 0.1$ の範囲である絶縁性薄膜をスパッタ法によって形成する工程を有するとくし歯状電極部の劣化を抑えること、及び、前記絶縁層の密着性を向上させることができる。ただし前記 λ は前記圧電性基板の表面を伝播する表面波の波長であり、前記 t_1 は前記絶縁性薄膜の膜厚である。

【0032】

あるいは本発明の弾性表面波素子の製造方法は、以下の工程を有することを特徴とするものである。 40

(j) 圧電性基板の上に前記圧電性基板の温度 - 弾性定数変化特性と逆方向の温度 - 弾性定数変化特性を持つ絶縁性材料を用いて上面が平坦面である絶縁層を形成する工程と、

(k) 前記絶縁層の表面にくし歯状電極部の形状の凹部をパターン形成する工程と、

(l) 前記凹部内にくし歯状電極部を形成する工程。

【0033】

なお、前記(l)工程の後に、

(m) 前記絶縁層及び前記くし歯状電極部の上に、さらに前記絶縁性材料を用いて絶縁層を成膜し、この絶縁層の上面を平坦面とする工程を有することが好ましい。

【0034】

本発明では前記(b)工程、(d)工程、(h)工程、(j)工程または(m)工程に 50

において、前記絶縁層を均一の密度の薄膜として成膜することができる。本発明において、「前記絶縁層が均一の密度である」とは、前記絶縁層の内部、特にくし歯状電極部の周辺に空隙やヒビ割れがなく全ての領域に絶縁性材料が存在していることをいう。

【0035】

あるいは、本発明の弾性表面波素子の第4の製造方法は以下の工程を有することを特徴とするものである。

(n) 圧電性基板上に、導電性材料を用いてくし歯状電極部をパターン形成する工程と、
(o) 前記圧電性基板の上に前記圧電性基板の温度-弾性定数変化特性と逆方向の温度-弾性定数変化特性を持つ絶縁性材料を用いて、スパッタ法またはCVD法によって絶縁層を形成する工程と、

10

(p) 前記絶縁層の上面を研磨またはエッチングし前記絶縁層の上面を平坦面とする工程。

【0036】

本発明の弾性表面波素子の製造方法では、前記(b)工程、(e)工程、(h)工程、(j)工程、(m)工程または(p)工程において、

前記くし歯状電極部の膜厚をT、前記圧電性基板の上面から前記絶縁層の上面までの厚さ寸法の最大値と最小値の差をhとしたとき、

以下に示す(数4)で示される前記絶縁層の上面の平坦化率S(%)を50%以上にすることができる。

【0037】

20

【数4】

$$\text{平坦化率 } S = \left(1 - \frac{h}{T} \right) \times 100 (\%)$$

【発明の効果】

【0038】

本発明では、前記圧電性基板の上を前記絶縁層によって覆って弾性表面波素子の温度特性を改善するだけでなく、この絶縁層の上面を平坦面にするにより、弾性表面波の伝播効率の低下を抑えることができ共振器の挿入損失の増加を低減することができる。また、前記絶縁層の上面が平坦面であると、前記絶縁層の上面に大きな段差を有する凹凸が形成されるものに比べて弾性表面波素子の温度変化に伴う共振周波数及び反共振周波数の変動を小さくすることができる。

30

【0039】

また、本発明では前記絶縁層の上面を平坦面とするために、前記圧電性基板の上に絶縁性材料を塗布するという方法(スピンコート法)、バイアススパッタ法、バイアスCVD法または大気圧CVD法を用いることができる。

【0040】

40

あるいは、絶縁層の形成後、前記絶縁層の上面を研磨またはエッチングし前記絶縁層の上面を平坦面とすることができる。

【0041】

または、上面が平坦面である絶縁層を成膜し、この絶縁層にくし歯状電極部を埋め込むという方法を用いることもできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0042】

図1は、本発明の実施の形態の弾性表面波素子を示す平面図である。

符号11は弾性表面波素子を示しており、この弾性表面波素子は共振器としての機能を有している。

50

【0043】

符号12は、圧電性基板を示している。本実施の形態では、圧電性基板12はLiTaO₃によって形成されている。圧電性基板12上に、くし歯状電極部13及びくし歯状電極部14が形成されている。くし歯状電極部13及びくし歯状電極部14には、それぞれ図示X3方向と逆方向に延びるくし歯部13a、及び図示X3方向に延びるくし歯部14aが形成されている。くし歯状電極部13のくし歯部13aとくし歯状電極部14のくし歯部14aは、所定の間隔をあけて図示X方向に互い違いに並べられている。

【0044】

また、くし歯状電極部13及びくし歯状電極部14には、弾性表面波素子を外部の回路と接続するための接続電極部15、16が電氣的に接続されている。

10

【0045】

くし歯状電極部13と接続電極部15が電極部17を構成し、くし歯状電極部14と接続電極部16が電極部18を構成している。

【0046】

図1に示される実施の形態では、くし歯状電極部13のくし歯部13aとくし歯状電極部14のくし歯部14aは同じ幅寸法W1を有しており、間隔幅P1も一定の値である。また、くし歯部13aとくし歯部14aはL1の長さ寸法で交差している。なお、幅寸法W1は0.1µm以上で1.5µm以下、間隔幅P1は0.1µm以上で1.5µm以下、長さ寸法L1は16µm以上で100µm以下である。

【0047】

本実施の形態では、くし歯状電極部13及びくし歯状電極部14が、Al、またはAl合金あるいはCuまたはCu合金によって形成されている。なお、ここでいうCu合金とは、例えば、Cu中に少量のAg、Sn、Cを含有する合金である。添加元素であるAg、Sn、Cの含有量は、Cu合金の比重が純粋なCuの比重とほとんど同じになる範囲であればよい。具体的には、Cu合金中の添加元素の質量%が0.5質量%以上10.0質量%以下であれば、このCu合金の比重は、純粋なCuの比重とほとんど同じになる。

20

【0048】

さらに、くし歯状電極部13及びくし歯状電極部14の図示X方向と図示X方向の反対側に所定の距離をおいて、長方形の電極(ストリップ)19aが図示X方向に複数並べられた反射器19, 19が形成されている。図1では、反射器19を構成する各電極の端部どうしは開放されている。ただし、反射器19を構成する各電極の端部どうしは、短絡されていてもよい。

30

【0049】

接続電極部15、16及び反射器19, 19は、くし歯状電極部13, 14と同じ材料で形成されてもよいし、Auなど他の導電性材料によって形成されてもよい。

【0050】

なお、実際には図2の断面図に示されるように、圧電性基板12、くし歯状電極部13, 14及び反射器19, 19の上は、絶縁性薄膜20及び絶縁層21によって覆われている。接続電極部15、16は絶縁層21によって覆われることなく露出している。

【0051】

図1では圧電性基板12の上に形成された電極部17、18及び反射器19, 19の平面構造を明確に示すために絶縁性薄膜20及び絶縁層21の記載を省略している。

40

【0052】

図2は、くし歯状電極部13及びくし歯状電極部14を、図1の2-2線から切断し矢印方向から見た縦断面図である。

【0053】

圧電性基板12及びくし歯状電極部13、14の上は、絶縁性薄膜20を介して絶縁層21によって覆われている。圧電性基板12はLiTaO₃で形成され、絶縁性薄膜20及び絶縁層21は酸化ケイ素(SiO₂)によって形成されている。

【0054】

50

なお、くし歯状電極部 13, 14 の膜厚 t は 100 nm から 200 nm であり、絶縁層 21 の膜厚 H (圧電性基板 12 の上面 12a から絶縁層 21 の上面 21a までの厚さ寸法の最大値) は 200 nm から 300 nm である。

【0055】

絶縁性薄膜 20 はスパッタ法によって形成された膜厚 20 nm ~ 40 nm の薄膜であり、くし歯状電極部 13、14 の劣化を抑えること、及び、絶縁層 21 の密着性を向上させるためのものである。

【0056】

基板や絶縁層の温度 - 弾性定数変化特性とは、温度が変化したときの弾性定数変化の方向及び大きさのことをいう。例えば、 LiTaO_3 は温度が上昇すると弾性定数が減少し、酸化ケイ素は温度が上昇すると弾性定数が増加する。このとき、 LiTaO_3 と酸化ケイ素は温度 - 弾性定数変化特性が逆方向であるという。

10

【0057】

温度 - 弾性定数変化特性が逆方向である LiTaO_3 と酸化ケイ素を用いて圧電性基板 12 及び絶縁層 21 を形成すると、素子温度が変化したときの直列共振周波数及び並列共振周波数の変動を小さくすることができる。

【0058】

また、 LiTaO_3 と窒化アルミニウム (AlN) も温度 - 弾性定数変化特性が逆方向になる組み合わせである。

【0059】

さらに、圧電性基板 12 及びくし歯状電極部 13, 14 の上を絶縁層 21 によって覆うだけでなく、この絶縁層 21 の上面を意図的に平坦面に行っている。

20

【0060】

絶縁層 21 の上面 21a を平坦面にすると弾性表面波の伝播効率の低下を抑えることができ共振器の挿入損失の増加を低減することができる。また、絶縁層 21 の上面 21a が平坦面であると、絶縁層 21 の上面 21a に大きな段差を有する凹凸が形成されるものに比べて弾性表面波素子の温度変化に伴う共振周波数及び反共振周波数の変動を小さくすることができる。

【0061】

このように絶縁層 21 の上面 21a を平坦面にすることは本発明の重要な特徴であるので上面 21a を平坦面にする製法について後ほど詳しく説明する。

30

【0062】

なお、図 2 には示していないが、本実施の形態では反射器 19, 19 の上も絶縁性薄膜 20 を介して絶縁層 21 によって覆われており、絶縁層 21 の上面 21a は平坦面になっている。ただし、接続電極部 15、16 は絶縁層 21 によって覆われることなく露出している。

【0063】

また、本実施の形態では絶縁層 21 は均一の密度の薄膜である。なお、「絶縁層 21 が均一の密度である」とは、絶縁層 21 の内部、特にくし歯状電極部の周辺に空隙やヒビ割れがなく全ての領域に絶縁性材料が存在していることをいう。この点については、後に弾性表面波素子の断面写真を参照して説明する。

40

【0064】

また、弾性表面波の波長を λ 、圧電性基板 12 の上面 12a から絶縁層 21 の上面 21a までの厚さ寸法の最大値を H としたとき、絶縁層 21 の規格化膜厚 H/λ が $0 < H/\lambda < 0.5$ の範囲であることが好ましい。

【0065】

特に前記絶縁層の規格化膜厚 H/λ が 0.06 以上であると弾性表面波素子の温度変化 1 当りの反共振周波数の変動の絶対値を 30 ppm/°C 以下にできる。また、前記絶縁層の規格化膜厚 H/λ が 0.08 以下であると弾性表面波素子の反共振周波数での反射係数 S_{11} を 0.9 以上にできる。

50

【0066】

反射係数 S_{11} は、弾性表面波共振器の信号入力電極と接地電極との間に信号を印加したときの入力波の反射を規定するパラメータであり、理想的な共振器の場合、反共振周波数において反射係数 S_{11} は 1 となる。これは、反共振周波数において、インピーダンスが無限大となり、共振器の Q が無限大であることを意味するので、反射係数 S_{11} が 1 に近づくほど特性の優れた共振器になる。

【0067】

弾性表面波素子 11 の接続電極部 15 または接続電極部 16 の一方を接地側とし、もう一方から高周波信号を入力すると、圧電性基板 12 の表面に表面波が励起され、この表面波が図示 X 方向及び図示 X 方向と反平行方向に進行する。前記表面波は反射器 19, 19 によって反射されて、くし歯状電極部 13, 14 に戻って来る。弾性表面波素子 11 は、共振周波数と反共振周波数を有しており、反共振周波数において最もインピーダンスが高くなる。

10

【0068】

図 3 に結晶軸 X, Y, Z を有する LiTaO₃ 単結晶を、結晶軸 X の回りで Y 軸から Z 軸方向に回転角 θ だけ傾けた角度で切り出した状態を示す。このような圧電性基板を回転 Y カット LiTaO₃ 基板という。なお、角度 θ のことを回転切断角度またはカット角と言い表す。

【0069】

本実施の形態の LiTaO₃ からなる圧電性基板 12 は、X 軸を中心とする Y 軸から Z 軸方向への回転切断角度 (カット角) が、36° 以上で 56° 以下の回転 Y カット LiTaO₃ 基板である。

20

【0070】

図 1 及び図 2 に示された弾性表面波素子の製造方法を説明する。圧電性基板 12 とくし歯状電極部 13, 14 の上を絶縁層 21 で覆い、絶縁層 21 の上面を平坦面にする製造方法は複数ある。

【0071】

図 4 から図 6 は、図 1 及び図 2 に示された弾性表面波素子の製造方法の実施の形態を示す工程図であり、各工程にある弾性表面波素子を図 2 と同様の方向から見た断面図である。

30

【0072】

LiTaO₃ からなる圧電性基板の上に、Cu、Al、Au などの導電性材料を用いてくし歯状電極部 13、及びくし歯状電極部 14、接続電極部 (図 4 ないし 6 には図示せず)、反射器 (図 4 ないし 6 には図示せず) をフレームメッキ法などを用いてパターン形成する。また、くし歯状電極部 13, 14 及び反射器 19, 19 の下層に Ti などの下地膜が設けられてもよい。また、くし歯状電極部 13, 14 及び反射器 19, 19 の上層に Cr などからなる酸化防止のための保護層が形成されてもよい。

【0073】

次に、図 5 に示す工程では、圧電性基板 12 及びくし歯状電極部 13、14 の上に酸化ケイ素 (SiO₂) からなる膜厚 20 nm ~ 40 nm の絶縁性薄膜 20 をスパッタ法によって成膜する。絶縁性薄膜 20 はくし歯状電極部 13、14 の劣化を抑えるため、または絶縁性薄膜 20 の上に形成される絶縁層 21 の密着性を向上させるためのものである。

40

【0074】

次に、図 6 に示す工程では、圧電性基板 12 及びくし歯状電極部 13、14 の上に絶縁性薄膜 20 を介して絶縁層 21 を塗布する。

【0075】

本実施の形態では絶縁層 21 の材料はポリシラザン (クラリアントジャパン製) である。ポリシラザンはケイ素 Si と窒素 N の環状化合物に水素 H が付加した構造を有しており、ジブチルエーテル溶媒に溶かした状態でスピンコート法によって塗布される。絶縁層 21 の成膜膜厚 (塗布膜厚) は $H_1 = 50 \sim 300 \text{ nm}$ である。

50

【0076】

絶縁層21をスピンコート法によって塗布したのち、窒素雰囲気中で150の温度で3分間ベークしてジブチルエーテル溶媒を除去する。さらにH₂O雰囲気中で400のキュアを1時間行う。このキュア工程によって、アンモニアNH₃やH₂が遊離し、絶縁層21は酸化ケイ素を主成分とする層となる。

【0077】

基板や絶縁層の温度 - 弾性定数変化特性とは、温度が変化したときの弾性定数変化の方向及び大きさのことをいう。例えば、LiTaO₃は温度が上昇すると弾性定数が減少し、酸化ケイ素は温度が上昇すると弾性定数が増加する。このとき、LiTaO₃と酸化ケイ素は温度 - 弾性定数変化特性が逆方向であるという。温度 - 弾性定数変化特性が逆方向であるLiTaO₃と酸化ケイ素を用いて圧電性基板12及び絶縁層21を形成すると、素子温度が変化したときの直列共振周波数及び並列共振周波数の変動を小さくすることができる。

【0078】

本実施の形態のように絶縁層21をスピンコート法によって塗布したのちベーク処理及びキュア処理を行ういわゆるスピノングラス(Spin On Glass)法によって形成すると、絶縁層21の上面21aが平坦面になる。

【0079】

従来は、圧電性基板を覆う絶縁層の上面を意図的に平坦面にするという発想がなかったため絶縁層を成膜するときにはRFスパッタ法を用いていた。その結果、実際に形成された絶縁層の表面には大きな段差のある凹凸が形成され、弾性表面波素子の挿入損失が大きくなっていた。

【0080】

スピノングラス法を用いると絶縁層21の上面21aを確実に平坦面にすることができるので弾性表面波の伝播効率の低下を抑えることができ弾性表面波素子の挿入損失の増加を低減することができる。また、絶縁層の上面21aが平坦面であると、絶縁層の上面に大きな段差を有する凹凸が形成されるものに比べて弾性表面波素子の温度変化に伴う共振周波数及び反共振周波数の変動を小さくすることができる。

【0081】

なお、絶縁層21の塗布膜厚が薄く、くし歯状電極部13、14の膜厚tと絶縁層21の塗布膜厚H1の比が小さいと塗布 - ベーク処理 - キュア処理後の絶縁層21の上面21aが図7に示されるように波打つことがある。このときには、図7の絶縁層21の上面21aをCMP(Chemical Mechanical Polishing)加工して図8に示すように平坦化すればよい。

【0082】

絶縁層21の原料としてポリシラザン(クラリアントジャパン製)以外に水素化シルセスキオキサン、シリケート、シロキサンを用いることができる。

【0083】

また、スピノングラス(Spin On Glass)法以外にも、絶縁層21の上面21aを平坦面とする方法であれば使用することができる。例えば、バイアススパッタ法、バイアスCVD法または大気圧CVD法によって絶縁層21を形成し、絶縁層21の上面21aを平坦面とすることも可能である。

【0084】

絶縁層21をスピノングラス法、バイアススパッタ法、バイアスCVD法または大気圧CVD法を用いて形成すると、絶縁層21を均一の密度の薄膜として成膜することが可能になる。本発明において、「絶縁層が均一の密度である」とは、絶縁層の内部、特にくし歯状電極部の周辺に空隙やヒビ割れがなく全ての領域に絶縁性材料が存在していることをいう。

【0085】

図5に示す工程のあと、絶縁層21をスパッタ法を用いて成膜すると、図9に示される

ように絶縁層 2 1 の上面 2 1 a にはくし歯状電極 1 3、1 4 の上の凸部 2 1 a 1 と各くし歯状電極の間の上の凹部 2 1 a 2 ができる。しかし、圧電性基板 1 2 及びくし歯状電極部 1 3、1 4 の上に絶縁性薄膜 2 0 を介して酸化ケイ素からなる絶縁層 2 1 を R F スパッタ法や C V D 法を用いて成膜したのち一点鎖線 D - D 線のところまで C M P (Chemical Mechanical Polishing) 加工を行って図 1 0 に示すように絶縁層 2 1 の上面 2 1 a を平坦面にすることができる。

【0086】

ただし、絶縁層 2 1 を R F スパッタ法や C V D 法を用いて成膜すると、絶縁層 2 1 の内部、特にくし歯状電極部の周辺に空隙やヒビ割れが発生し、絶縁層 2 1 が均一の密度の薄膜ではなくなることがある。

10

【0087】

上述した各実施の形態では、圧電性基板 1 2 及びくし歯状電極部 1 3、1 4 の上に絶縁性薄膜 2 0 を成膜したのち酸化ケイ素からなる絶縁層 2 1 を積層している。ただし、図 1 1 に示されるように、圧電性基板 1 2 及びくし歯状電極部 1 3、1 4 の上に酸化ケイ素からなる絶縁層 2 1 が直接積層されてもよい。

【0088】

図 1 2 から図 1 5 は、本発明の製造方法の他の実施の形態を示す工程図であり、各工程にある弾性表面波素子を図 2 と同様の方向から見た断面図である。

【0089】

図 1 2 に示す工程では、 LiTaO_3 からなる圧電性基板 1 2 の上に酸化ケイ素からなり上面 2 1 c 1 が平坦面である絶縁層 2 1 c を形成する。絶縁層 2 1 c を形成する方法にはスピノングラス法、バイアススパッタ法、バイアス C V D 法または大気圧 C V D 法、R F スパッタ法や C V D 法のいずれを用いてもよい。

20

【0090】

次に図 1 3 に示す工程では、絶縁層 2 1 c の表面にくし歯状電極部 1 3、1 4 の形状の凹部 3 0 をパターン形成する。このとき接続電極部 (図 1 2 ないし 1 5 には図示せず)、反射器 (図 1 2 ないし 1 5 には図示せず) の形状の凹部 3 0 をパターン形成することが好ましい。

【0091】

次に図 1 4 に示す工程では、凹部 3 0 内に C u、A l、A u などの導電性材料を用いてくし歯状電極部 1 3 及びくし歯状電極部 1 4 をスパッタ法やメッキ法などを用いて形成する。例えば、凹部 3 0 内及び絶縁層 2 1 c の上全体に C u、A l、A u などの導電性材料をスパッタ法やメッキ法などを用いて積層し、C M P (Chemical Mechanical Polishing) 加工を行って図 1 4 に示すように、くし歯状電極部 1 3 の上面及びくし歯状電極部 1 4 の上面並びに絶縁層 2 1 c の上面を平坦化された同一面としてもよい。あるいは、図 1 3 の凹部 3 0 のパターン形成をリフトオフ用レジストを用いたレジストフォトリソグラフィーおよびエッチングによって行ない、このリフトオフ用レジストをマスクとして凹部 3 0 内に C u、A l、A u などの導電性材料を用いてくし歯状電極部 1 3、及びくし歯状電極部 1 4 をスパッタ法やメッキ法などを用いて形成したのち、リフトオフ用レジストを除去するという手法を用いてもよい。

30

40

【0092】

なお、くし歯状電極部 1 3、1 4 の形成と同時に接続電極部 (図 1 2 ないし図 1 5 には図示せず)、反射器 (図 1 2 ないし図 1 5 には図示せず) を形成することが好ましい。また、くし歯状電極部 1 3、1 4 及び反射器の下層に T i などの下地膜が設けられてもよい。また、くし歯状電極部 1 3、1 4 及び反射器の上層に C r などからなる酸化防止のための保護層が形成されてもよい。

【0093】

次に、絶縁層 2 1 c 及びくし歯状電極部 1 3、1 4 の上に、さらに酸化ケイ素を用いて絶縁層 2 1 d を成膜する。絶縁層 2 1 d を形成する方法にはスピノングラス法、バイアススパッタ法、バイアス C V D 法または大気圧 C V D 法、R F スパッタ法や C V D 法のい

50

ずれを用いてもよい。

【0094】

絶縁層21c及び絶縁層21dをあわせて、図2に示された絶縁層21になる。くし歯状電極部13の上面及びくし歯状電極部14の上面並びに絶縁層21cの上面は平坦面であるので絶縁層21dの上面、すなわち絶縁層21の上面21aは平坦面となる。

【0095】

なお、本発明は絶縁層21の上面21aが完全な平面であることを必要とするものではない。

【0096】

図16に示されるように、絶縁層21の上面21aが多少波うっていても、くし歯状電極部13、14の膜厚をT、圧電性基板12の上面12aから絶縁層21の上面21aまでの厚さ寸法の最大値Hと最小値H2の差をhとしたとき、以下に示す(数5)で示される絶縁層の上面の平坦化率S(%)が50%以上であればよい。

【0097】

【数5】

$$\text{平坦化率 } S = \left(1 - \frac{h}{T} \right) \times 100 (\%)$$

20

【0098】

また、図17に示すように、圧電性基板12及びくし歯状電極部13、14の上に、酸化ケイ素を用いて絶縁層21を厚い膜厚H3で成膜して、絶縁層21の上面21aの平坦化率を50%以上にしたのち、エッチングを施して絶縁層21を図18に示すように薄くするいわゆるエッチバック法を用いることもできる。

【0099】

なお、圧電性基板12をLiTaO₃で形成するとき、絶縁性薄膜20及び絶縁層21を窒化アルミニウムを用いて形成してもよい。LiTaO₃と窒化アルミニウムは温度-弾性定数変化特性が逆方向である。

30

【0100】

図19及び図20に、図1及び図2に示される弾性表面波素子11を用いて形成したフィルタの構成例を示す。

【0101】

図19において符号R1、R2、R3で示すものは、図1に示す弾性表面波素子11を1つの単位として記号化したものである。図19に示すフィルタは、いわゆるT型フィルタであり、3つの弾性表面波素子を接続したものであり、弾性表面波素子R1と弾性表面波素子R2がそれぞれの接続電極部を介して直列接続されており、弾性表面波素子R1の一方の接続電極が入力側端子inとされ、弾性表面波素子R2の一方の接続電極が出力側端子outとされている。弾性表面波素子R3の一方の接続電極は、弾性表面波素子R1と弾性表面波素子R2間に接続されており、もう一方の接続電極は接地されている。

40

【0102】

図20において符号R4、R5、R6で示されたものも、図1及び図2に示される弾性表面波素子11を1つの単位として記号化したものである。図20では、3つの弾性表面波素子のうち、弾性表面波素子R5と弾性表面波素子R6が並列接続されており、弾性表面波素子R5と弾性表面波素子R6の間に弾性表面波素子R4が挿入されている。

【0103】

すなわち、弾性表面波素子R4は一方の接続電極が入力側端子inで、他方の接続電極が出力端子out、弾性表面波素子R5は一方の接続電極が入力側端子inで、他方の接続電極が接地された状態、弾性表面波素子R6は一方の接続電極が出力端子outで、他

50

方の接続電極が接地された状態になっている。図20に示されるフィルタはいわゆる型フィルタである。

【実施例】

【0104】

図21に圧電性基板およびくし歯状電極部の上を覆う絶縁層をスピノングラス法で形成した本発明の弾性表面波素子の断面写真を示す。

【0105】

LiTaO₃からなる圧電性基板上に、Cu、Al、Auなどの導電性材料を用いてくし歯状電極部をフレームメッキ法などを用いてパターン形成し、圧電性基板12及びくし歯状電極部13、14の上に膜厚20nm~40nmの絶縁性薄膜20をスパッタ法によって成膜する。次に、ポリシラザン(クラリアントジャパン製)をスピノコート法を用いて塗布したのち、窒素雰囲気中で150の温度で3分間ベークしてジブチルエーテル溶媒を除去し、H₂O雰囲気中で400のキュアを1時間行う。このキュア工程によって、アンモニアNH₃が遊離し、絶縁性薄膜の上に酸化ケイ素を主成分とする絶縁層が形成される。

【0106】

なおくし歯状電極部のくし歯部の幅寸法は0.5μmであり、くし歯状電極部のくし歯部の間隔寸法の間隔寸法は0.5μmである。また、くし歯状電極部の膜厚は100nmであり、圧電性基板表面から絶縁層の上面までの厚さ寸法は0.2μmである。

【0107】

図21に示されるように圧電性基板およびくし歯状電極部の上を覆う絶縁層の上面は平坦面である。また、絶縁層の内部、特にくし歯状電極部の周辺に空隙やヒビ割れがなく全ての領域に絶縁性材料が存在している、すなわち絶縁層は均一の密度の薄膜である。

【0108】

比較例1として、図22に圧電性基板およびくし歯状電極部の上を覆う絶縁層をCVD法で形成しただけの弾性表面波素子の断面写真を示す。圧電性基板およびくし歯状電極部の材料および各寸法は図21に示された弾性表面波素子と同じである。絶縁層は酸化ケイ素によって形成されており、圧電性基板表面から絶縁層の上面までの厚さ寸法の最大値は0.65μmである。

【0109】

絶縁層をCVD法で形成しただけの状態だと、図22に示されるように圧電性基板およびくし歯状電極部の上を覆う絶縁層の上面には凹部と凸部が形成されている。また、絶縁層の内部、特にくし歯状電極部の周辺に空隙が存在しており、絶縁層は均一の密度の薄膜とはいえない。

【0110】

比較例2として、図23に圧電性基板およびくし歯状電極部の上を覆う絶縁層をRFスパッタ法で形成しただけの弾性表面波素子の断面写真を示す。圧電性基板およびくし歯状電極部の材料および各寸法は図21に示された弾性表面波素子と同じである。絶縁層は酸化ケイ素によって形成されており、圧電性基板表面から絶縁層の上面までの厚さ寸法の最大値は0.3μmである。

【0111】

絶縁層をRFスパッタ法で形成しただけの状態だと、図23に示されるように圧電性基板およびくし歯状電極部の上を覆う絶縁層の上面には凹部と凸部が形成されている。

【0112】

次に、本発明の製造方法を用いて形成された本発明の弾性表面波素子と従来の製造方法を用いて形成された従来の弾性表面波素子の温度特性及び共振器特性を比較した。

【0113】

本発明の弾性表面波素子(実施例1)は図21に示された弾性表面波素子と同様に以下の工程を経て形成される。

【0114】

10

20

30

40

50

まず、圧電性基板上に導電性材料を用いてくし歯状電極部をスパッタ、レジストフォトリソグラフィ、及びエッチングしてパターン形成し、圧電性基板及びくし歯状電極部の上に膜厚20nm~40nmの酸化ケイ素製の絶縁性薄膜をスパッタ法によって成膜する。次に、ポリシラザン(クラリアントジャパン製)をスピンコート法を用いて塗布したのち、窒素雰囲気中で150の温度で3分間ベークしてジブチルエーテル溶媒を除去し、H₂O雰囲気中で400のキュアを1時間行う。このキュア工程によって、アンモニアNH₃、及びH₂が遊離し、絶縁性薄膜の上に酸化ケイ素を主成分とする絶縁層が形成される。

【0115】

本発明の実施例2の弾性表面波素子は以下に示す工程を経て形成される。まず、圧電性基板上に導電性材料を用いてくし歯状電極部を形成する。その後圧電性基板およびくし歯状電極部の上を覆う絶縁層をバイアスパッタ法で形成する。 10

【0116】

従来の弾性表面波素子(比較例)は図23に示された弾性表面波素子と同様の工程を経て形成される。まず、圧電性基板上に導電性材料を用いてくし歯状電極部を形成する。その後圧電性基板およびくし歯状電極部の上を覆う絶縁層をRFスパッタ法で形成する。本発明の弾性表面波素子(実施例1、実施例2)の形状は図21に示された弾性表面波素子と同様であり、従来の弾性表面波素子(比較例)の形状は図23に示された弾性表面波素子と同様である。

【0117】

くし歯状電極部と反射器の各寸法を以下に示す。くし歯状電極部と反射器の各寸法は本発明の弾性表面波素子及び従来の弾性表面波素子とで共通である。 20

【0118】

くし歯状電極部のくし歯部の幅寸法W1及び反射器の各ストリップの幅寸法W2: W1 = W2 = 0.4μm ~ 0.545μm

くし歯状電極部のくし歯部の間隔寸法P1及び反射器の各ストリップの間隔寸法P2: P1 = P2 = 0.4μm ~ 0.545μm

くし歯部13aとくし歯部14aの交差長さ寸法L1: L1 = 40 × (弾性表面波の波長) = 40 × 2 × (W1 + P1)

くし歯状電極部の膜厚及び反射器の各ストリップの膜厚: H = 0.095μm 30

くし歯状電極部のくし歯部の本数: 200本

反射器のストリップの本数: 50本

くし歯状電極部と反射器の間の距離L2: L2 = P1 = P2 = 0.4μm ~ 0.545μm

【0119】

なお、圧電基板の材料はLiTaO₃である。本実施例では、入力周波数を反共振周波数(本実施例では1.7GHz ~ 2.1GHz)にしている。また、くし歯状電極部及び反射器はCu_{97.0}Ag_{3.0}合金によって形成されている。

【0120】

本発明の弾性表面波素子(実施例1)の圧電性基板表面から絶縁層の上面までの厚さ寸法は0.15μmから0.25μmである。また、実施例2の弾性表面波素子の圧電性基板表面から絶縁層の上面までの厚さ寸法は0.05μmから0.30μmである。 40

【0121】

絶縁層をRFスパッタ法で形成した従来の弾性表面波素子(比較例2)の圧電性基板表面から絶縁層の上面までの厚さ寸法の最大値は0.05μmから0.20μmである。

【0122】

本発明の製造方法を用いて形成された本発明の弾性表面波素子(実施例1、実施例2)と従来の製造方法を用いて形成された従来の弾性表面波素子(比較例)の温度特性を図24に示す。

【0123】

図 2 4 に示すグラフの横軸は絶縁層の規格化膜厚 H/λ であり、縦軸は弾性表面波素子の温度変化に伴う共振周波数及び反共振周波数の変動を示している。絶縁層の規格化膜厚 H/λ は、圧電性基板の表面から絶縁層の上面までの膜厚寸法の最大値 H を圧電性基板の表面を伝播する弾性表面波の波長で割った値である。なお、実線のグラフが共振周波数を示しており、点線のグラフが反共振周波数の変動を示している。

【 0 1 2 4 】

スピノングラス (S O G) 法を用いて圧電性基板及びくし歯状電極部の上に酸化ケイ素を主成分とする絶縁層を形成し、この絶縁層の表面を平坦化面としたとき (実施例 1) 、弾性表面波素子の温度変化に伴う共振周波数及び反共振周波数の変動は、R F スパッタ法やバイアススパッタ法を用いたものに比べて小さくなる。温度変化に伴う反共振周波数及び共振周波数の変動は規格化膜厚 H/λ が大きくなるにつれて減少している。

10

【 0 1 2 5 】

このように、実施例 1 の弾性表面波素子は入力される信号の周波数が 1 . 5 G H z から 2 . 5 G H z という高い周波数帯であっても、温度変化に伴う反共振周波数及び共振周波数の変動の絶対値を 3 0 (p p m /) 以下や 2 5 (p p m /) 以下にできる。また、実施例 2 の弾性表面波素子は入力される信号の周波数が 1 . 5 G H z から 2 . 5 G H z という高い周波数帯であっても、温度変化に伴う反共振周波数の変動の絶対値を 4 0 (p p m /) 以下、3 0 (p p m /) 以下あるいは 2 5 (p p m /) 以下にできる。

【 0 1 2 6 】

本発明では、弾性表面波素子の共振器特性を反射係数 S_{11} によって評価した。

20

反射係数 S_{11} は、弾性表面波共振器の信号入力電極と接地電極との間に信号を印加したときの入力波の反射を規定するパラメータであり理想的な共振器の場合には反射係数 S_{11} は 1 となる。これは、反共振周波数において、インピーダンスが無限大となり、共振器の Q が無限大であることを意味するので、反射係数 S_{11} が 1 に近づくほど特性の優れた共振器になる。

【 0 1 2 7 】

本発明の製造方法を用いて形成された本発明の弾性表面波素子 (実施例 1 、 実施例 2) と従来の製造方法を用いて形成された従来の弾性表面波素子 (比較例) の共振器特性を図 2 5 に示す。

【 0 1 2 8 】

30

図 2 5 に示すグラフの横軸は絶縁層の規格化膜厚 H/λ であり、縦軸は反共振周波数における反射係数 S_{11} を示している。

【 0 1 2 9 】

圧電性基板及びくし歯状電極部の上にスピノングラス (S O G) 法で酸化ケイ素からなる絶縁層を成膜する (実施例 1) と規格化膜厚 H/λ の増加に伴う反射係数 S_{11} の減少率は R F スパッタ法を用いて絶縁層を成膜した比較例に比べて小さくなる。バイアススパッタ法を用いて絶縁層を成膜した実施例 2 の規格化膜厚 H/λ の増加に伴う反射係数 S_{11} の減少率は実施例 1 より大きいが比較例よりは小さい。

【 0 1 3 0 】

また、規格化膜厚 H/λ が同じ値のとき、スピノングラス (S O G) 法で酸化ケイ素からなる絶縁層を成膜した弾性表面波素子 (実施例 1) の反射係数 S_{11} はバイアススパッタ法を用いた実施例 2 や R F スパッタ法を用いた比較例よりつねに大きくなっている。実施例 1 の弾性表面波素子は反射係数 S_{11} を 0 . 9 0 以上にすることが可能である。

40

【 0 1 3 1 】

また、ネットワークアナライザを使用してスミスチャート上に弾性表面波素子の反射係数 S_{11} をプロットした結果を図 2 6 に示す。規格化膜厚 H/λ は 0 . 1 0 である。

【 0 1 3 2 】

図 2 6 をみると、絶縁層を圧電性基板及びくし歯状電極部の上に酸化ケイ素を主成分とする絶縁層を形成した弾性表面波素子 (実施例 1 、 実施例 2 、 比較例) は絶縁層を形成しない弾性表面波素子よりも反射係数 S_{11} が小さくなることが分かる。

50

【 0 1 3 3 】

また、スピノングラス（SOG）法を用いて圧電性基板及びくし歯状電極部の上に酸化ケイ素を主成分とする絶縁層を形成し、この絶縁層の表面を平坦化面とした実施例1が最も真円に近く、次がバイアスパッタ法で圧電性基板及びくし歯状電極部の上に酸化ケイ素をスパッタ成膜して絶縁層を形成した実施例2、最も真円から遠いのはRFスパッタ法を用いて絶縁層を形成した比較例である。すなわち、スピノングラス（SOG）法で酸化ケイ素からなる絶縁層を成膜した実施例1及びバイアスパッタ法を用いて絶縁層を形成した実施例2は、RFスパッタ法を用いて絶縁層を形成した比較例よりつねに反射係数 S_{11} が1に近くなっている。したがって、実施例1及び実施例2の弾性表面波素子は比較例の弾性表面波素子より挿入損失が小さい共振器特性の優れたものである。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 3 4 】

【 図 1 】 本発明の弾性表面波素子の実施の形態を示す平面図、

【 図 2 】 図 1 の弾性表面波素子を 2 - 2 線で切断して矢印方向から見た部分断面図、

【 図 3 】 単結晶圧電基板のカット角を説明するための様式図、

【 図 4 】 本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態の一工程を示す部分断面図、

【 図 5 】 本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態の一工程を示す部分断面図、

【 図 6 】 本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態の一工程を示す部分断面図、

【 図 7 】 本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態の一工程を示す部分断面図、

【 図 8 】 本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態の一工程を示す部分断面図、

20

【 図 9 】 本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態の一工程を示す部分断面図、

【 図 1 0 】 本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態の一工程を示す部分断面図、

【 図 1 1 】 本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態の一工程を示す部分断面図、

【 図 1 2 】 本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態の一工程を示す部分断面図、

【 図 1 3 】 本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態の一工程を示す部分断面図、

【 図 1 4 】 本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態の一工程を示す部分断面図、

【 図 1 5 】 本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態の一工程を示す部分断面図、

【 図 1 6 】 本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態の一工程を示す部分断面図、

【 図 1 7 】 本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態の一工程を示す部分断面図、

【 図 1 8 】 本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態の一工程を示す部分断面図、

30

【 図 1 9 】 本発明の弾性表面波素子を用いて形成した T 型フィルタの等価回路図、

【 図 2 0 】 本発明の弾性表面波素子を用いて形成した 型フィルタの等価回路図、

【 図 2 1 】 圧電性基板およびくし歯状電極部の上を覆う絶縁層をスピノングラス法で形成した本発明の実施例の弾性表面波素子の断面写真、

【 図 2 2 】 圧電性基板およびくし歯状電極部の上を覆う絶縁層を C V D 法で形成しただけの比較例の弾性表面波素子の断面写真、

【 図 2 3 】 圧電性基板およびくし歯状電極部の上を覆う絶縁層を R F スパッタ法で形成しただけの比較例の弾性表面波素子の断面写真、

【 図 2 4 】 本発明の製造方法を用いて形成された本発明の弾性表面波素子（実施例 1、実施例 2）と従来の製造方法を用いて形成された従来の弾性表面波素子（比較例 g）の温度特性を示すグラフ、

40

【 図 2 5 】 本発明の製造方法を用いて形成された本発明の弾性表面波素子（実施例 1、実施例 2）と従来の製造方法を用いて形成された従来の弾性表面波素子（比較例）の共振器特性を示すグラフ、

【 図 2 6 】 ネットワークアナライザを使用してスミスチャート上に弾性表面波素子の反射係数 S_{11} をプロットした結果を示すグラフ、

【 図 2 7 】 従来の弾性表面波素子の製造工程を示す部分断面図、

【 図 2 8 】 従来の弾性表面波素子を示す部分断面図、

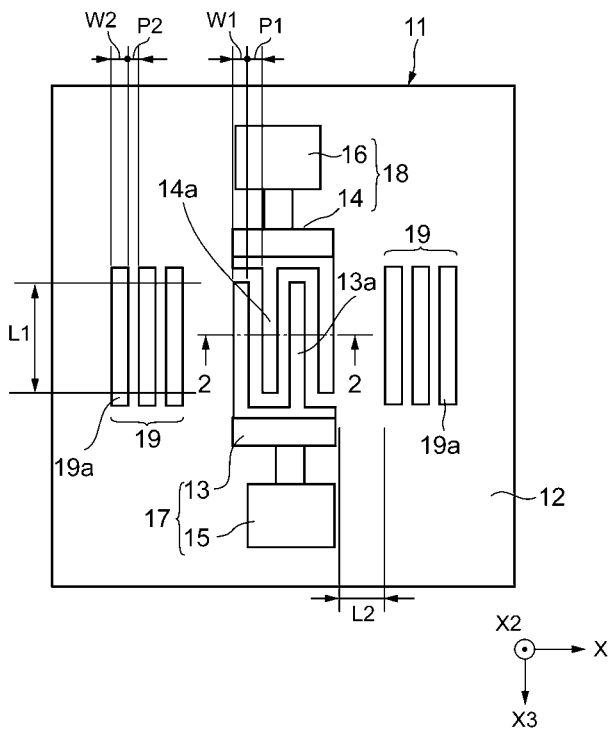
【 符号の説明 】

【 0 1 3 5 】

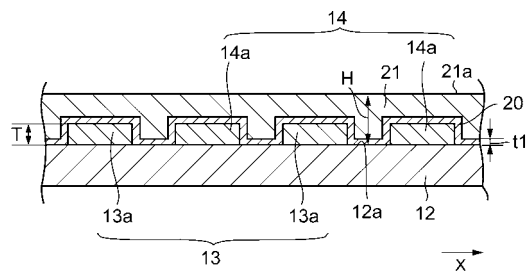
50

- 1 1 弹性表面波素子
- 1 2 压电基板
- 1 3、1 4 くし歯状電極部
- 1 5、1 6 接続電極部
- 1 7、1 8 電極部
- 1 9 反射器
- 2 0 絶縁性薄膜
- 2 1 絶縁層
- 2 1 a 上面

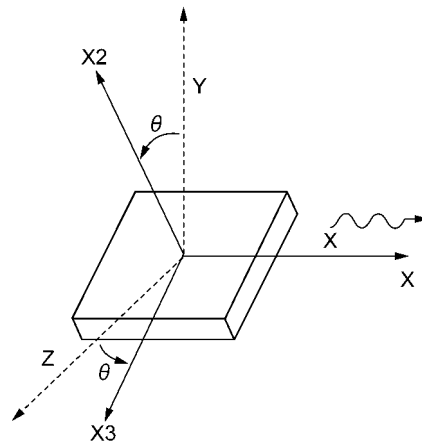
【 図 1 】



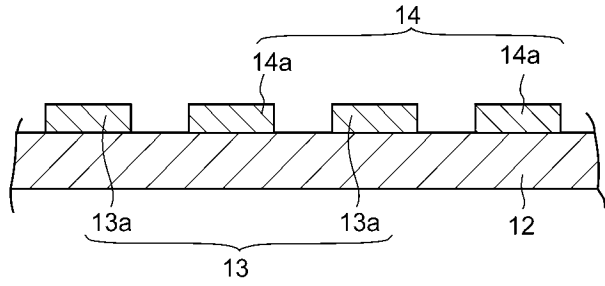
【 図 2 】



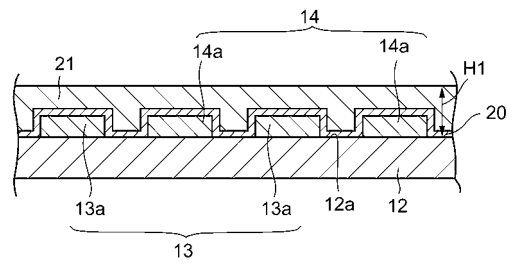
【 図 3 】



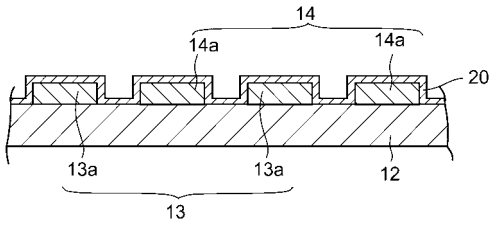
【 図 4 】



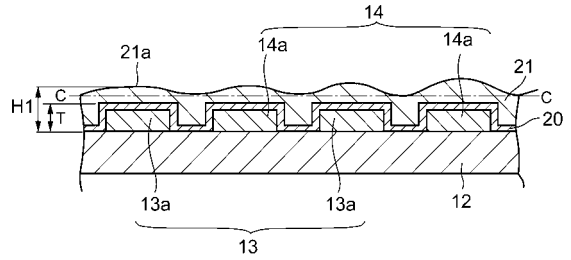
【 図 6 】



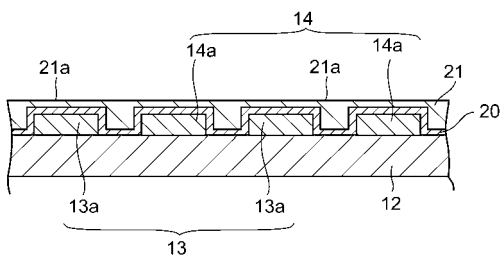
【 図 5 】



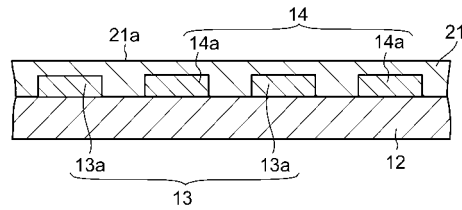
【 図 7 】



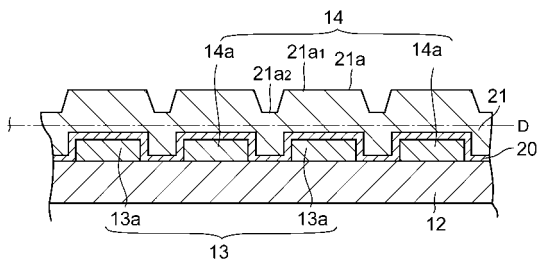
【 図 8 】



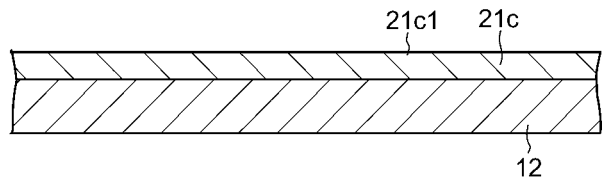
【 図 1 1 】



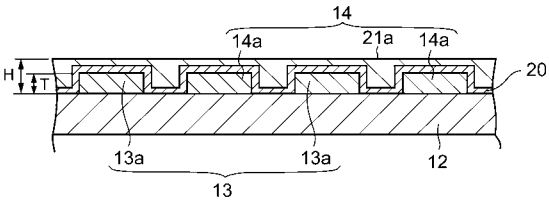
【 図 9 】



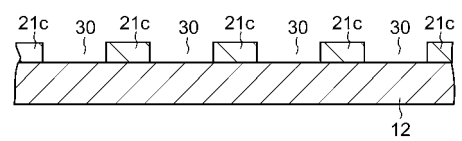
【 図 1 2 】



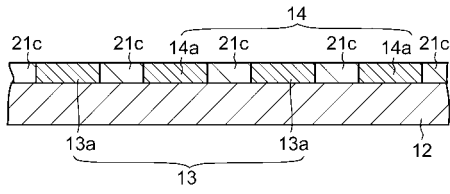
【 図 1 0 】



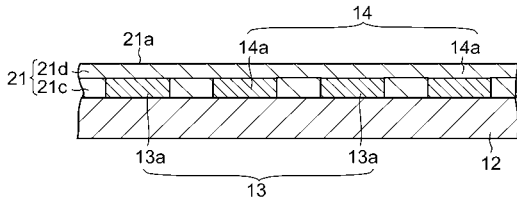
【 図 1 3 】



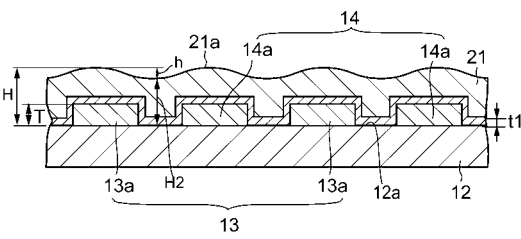
【図14】



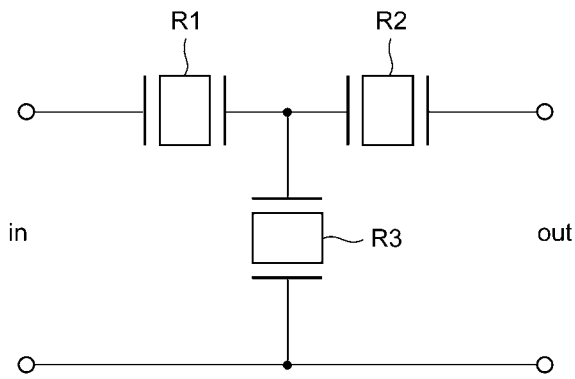
【図15】



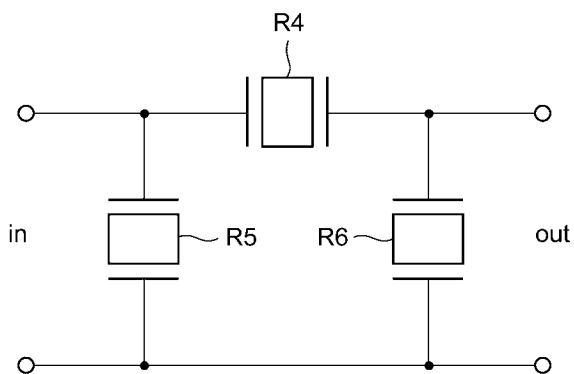
【図16】



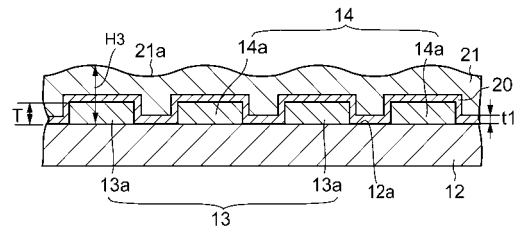
【図19】



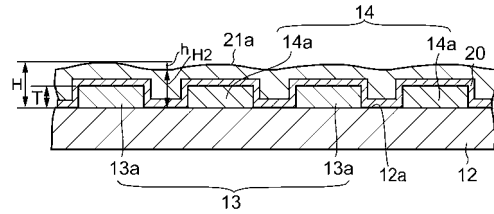
【図20】



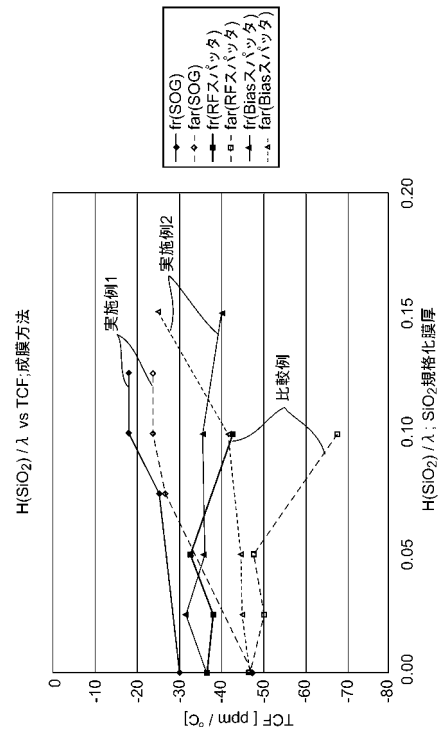
【図17】



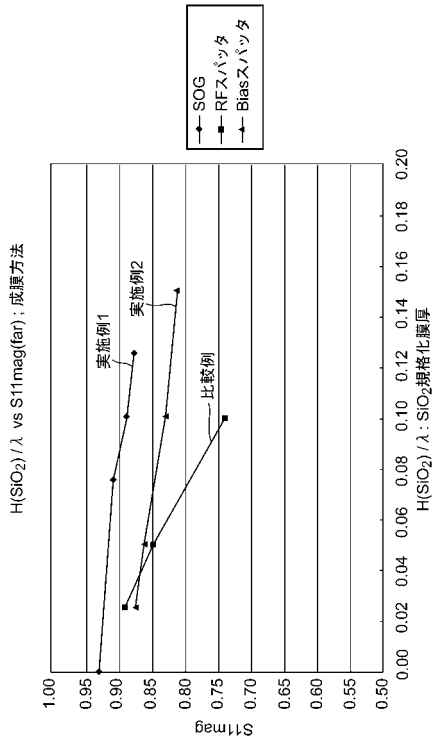
【図18】



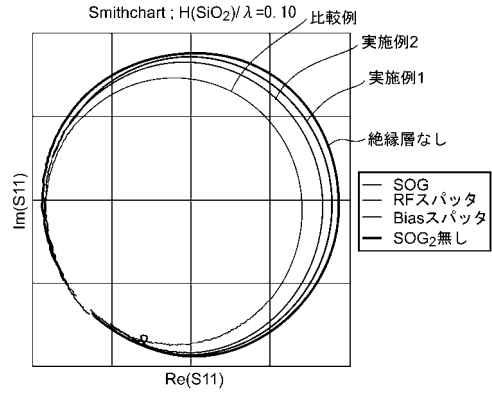
【図24】



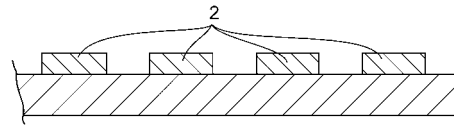
【 図 2 5 】



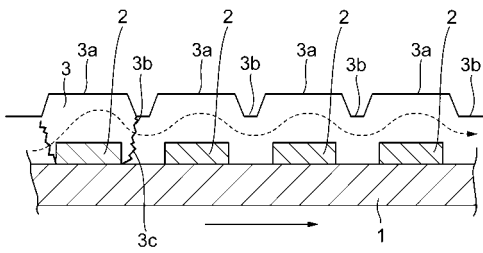
【 図 2 6 】



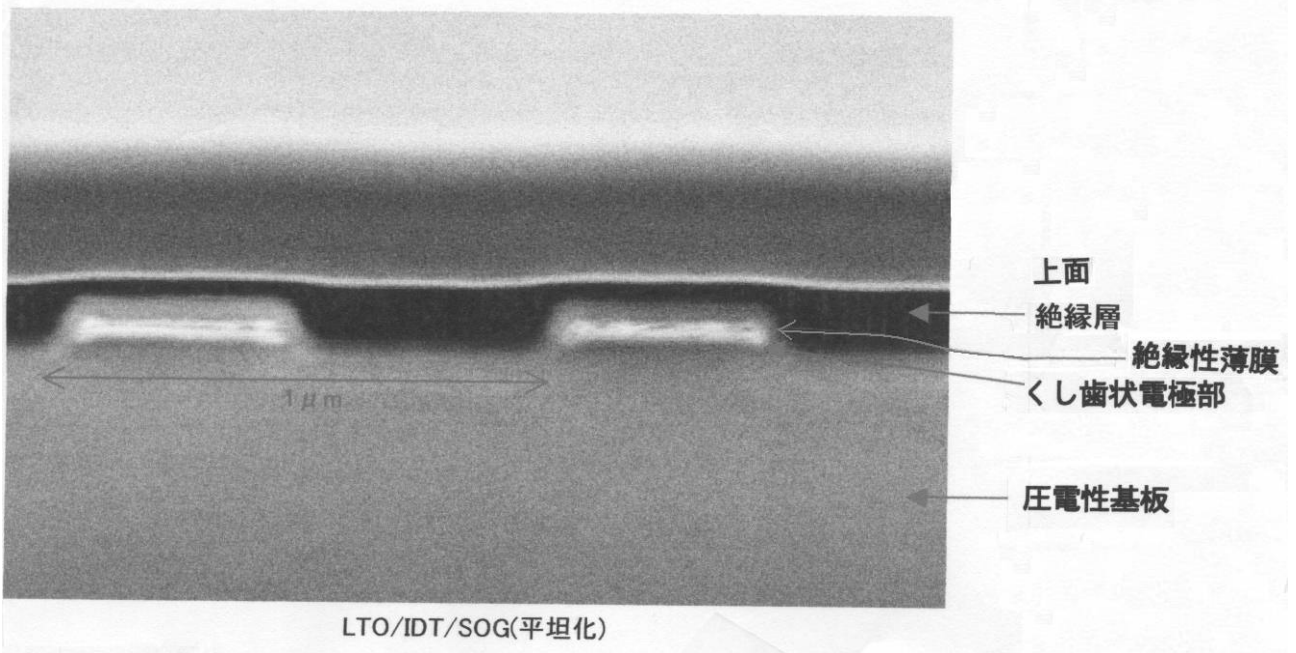
【 図 2 7 】



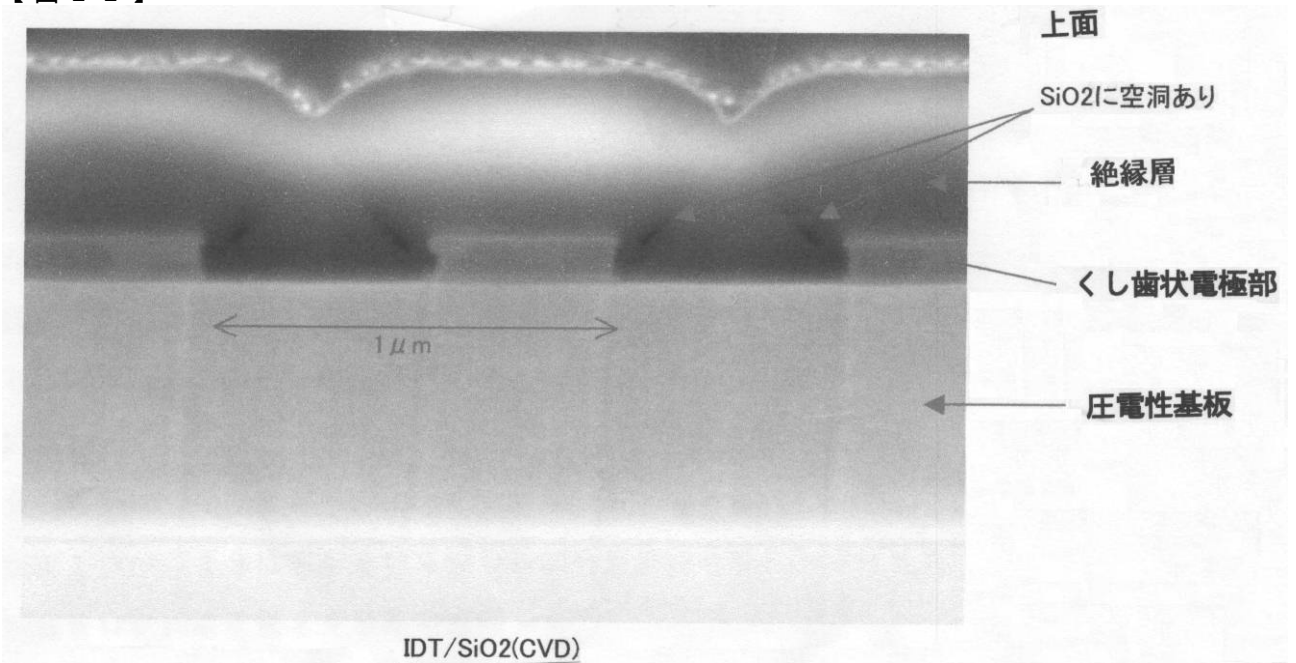
【 図 2 8 】



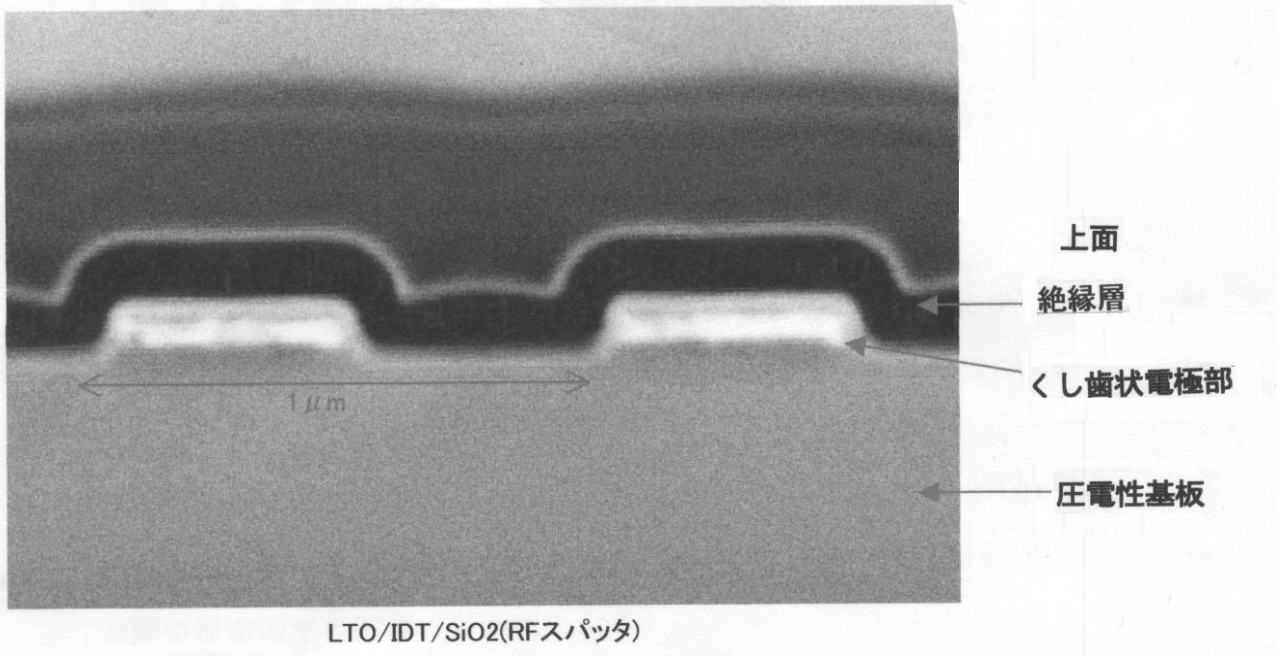
【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



【 図 2 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 佐藤 崇
東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内
- (72)発明者 和賀 聡
東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内
- (72)発明者 池田 剛
東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内
- (72)発明者 目黒 利浩
東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内
- Fターム(参考) 5J097 AA01 AA21 BB01 DD29 FF03 HA03 HB08 KK09