

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6602729号
(P6602729)

(45) 発行日 令和1年11月6日(2019.11.6)

(24) 登録日 令和1年10月18日(2019.10.18)

(51) Int.Cl.

HO3H 9/145 (2006.01)

F 1

HO3H 9/145

C

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-133682 (P2016-133682)
 (22) 出願日 平成28年7月5日 (2016.7.5)
 (65) 公開番号 特開2018-7117 (P2018-7117A)
 (43) 公開日 平成30年1月11日 (2018.1.11)
 審査請求日 平成30年2月7日 (2018.2.7)

(73) 特許権者 000204284
 太陽誘電株式会社
 東京都中央区京橋二丁目7番19号
 (74) 代理人 100087480
 弁理士 片山 修平
 (72) 発明者 伊藤 耕平
 東京都青梅市新町六丁目16番地3 太陽
 誘電モバイルテクノロジー株式会社内
 (72) 発明者 川内 治
 東京都青梅市新町六丁目16番地3 太陽
 誘電モバイルテクノロジー株式会社内
 審査官 ▲高▼橋 徳浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】弾性波デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電基板と、

前記圧電基板上に設けられ、複数の電極指を有する櫛型電極と、

前記圧電基板上に、前記櫛型電極を挟んで設けられ、前記複数の電極指の配列方向に配列された複数の電極を有する1対の反射器と、

前記圧電基板上に、前記1対の反射器よりも厚い膜厚を有して前記1対の反射器を覆い且つ前記櫛型電極は覆わずに設けられ、前記櫛型電極と前記1対の反射器との間の領域に側面を有する第1誘電体膜と、

前記圧電基板上に、前記櫛型電極よりも厚い膜厚を有して前記櫛型電極を覆い、前記第1誘電体膜の前記側面に接し且つ前記第1誘電体膜の前記側面の少なくとも前記圧電基板側の一部を覆って設けられた第2誘電体膜と、を備え、

前記第1誘電体膜は、前記1対の反射器の前記複数の電極の間に入り込んで前記1対の反射器を覆い、

前記第2誘電体膜は、前記櫛型電極の前記複数の電極指の間に入り込んで前記櫛型電極を覆い、

前記第1誘電体膜は、前記第2誘電体膜よりも高い音響インピーダンスを有する、弾性波デバイス。

【請求項 2】

前記第2誘電体膜は、前記櫛型電極と前記第1誘電体膜とを覆って設けられ、

10

20

前記 1 対の反射器上における前記第 1 誘電体膜と前記第 2 誘電体膜の合計の厚さは、前記櫛型電極上における前記第 2 誘電体膜よりも厚い、請求項 1 記載の弾性波デバイス。

【請求項 3】

前記第 2 誘電体膜は、前記櫛型電極と前記 1 対の反射器との間に側面を有する、請求項 2 記載の弾性波デバイス。

【請求項 4】

前記第 2 誘電体膜の前記側面は、前記櫛型電極の前記複数の電極指の配列方向に略垂直な面である、請求項 3 記載の弾性波デバイス。

【請求項 5】

前記第 1 誘電体膜の前記側面と前記第 2 誘電体膜の前記側面とは、前記圧電基板の上面に垂直な方向で重ならない位置に設けられている、請求項 3 または 4 記載の弾性波デバイス。10

【請求項 6】

前記圧電基板の上面からの前記第 1 誘電体膜の厚さは、前記圧電基板の上面からの前記第 2 誘電体膜の厚さよりも厚い、請求項 1 記載の弾性波デバイス。

【請求項 7】

前記第 1 誘電体膜と前記第 2 誘電体膜は異なる材料からなる、請求項 1 から 6 のいずれか一項記載の弾性波デバイス。

【請求項 8】

前記第 1 誘電体膜は、酸化アルミニウム膜、酸化タンタル膜、ガラス膜、酸化テルル膜、酸化ニオブ膜、又は窒化シリコン膜からなり、20

前記第 2 誘電体膜は、酸化シリコン膜又はフッ素添加酸化シリコン膜からなる、請求項 1 から 7 のいずれか一項記載の弾性波デバイス。

【請求項 9】

前記第 1 誘電体膜の前記側面は、前記櫛型電極の前記複数の電極指の配列方向に略垂直な面である、請求項 1 から 8 のいずれか一項記載の弾性波デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、弾性波デバイスに関する。

30

【背景技術】

【0002】

圧電基板上に 1 対の櫛型電極からなる I D T (Interdigital Transducer) が設けられ、圧電基板の上面に設けられた段差の端面によって弾性波が反射する端面反射型の 1 ポート型共振子が知られている（例えば、特許文献 1）。また、圧電基板上に I D T を挟む 1 対の反射器が設けられ、I D T と反射器とが絶縁膜で覆われた反射器付きの 1 ポート型共振子も知られている（例えば、特許文献 2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2004 - 228689 号公報

40

【特許文献 2】特開 2015 - 167272 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

弾性波デバイスは、携帯電話などの移動体通信機器に用いられることから、小型化が求められている。本発明は、このような課題に鑑みなされたものであり、小型化が可能な弾性波デバイス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】

【0005】

50

本発明は、圧電基板と、前記圧電基板上に設けられ、複数の電極指を有する櫛型電極と、前記圧電基板上に、前記櫛型電極を挟んで設けられ、前記複数の電極指の配列方向に配列された複数の電極を有する1対の反射器と、前記圧電基板上に、前記1対の反射器よりも厚い膜厚を有して前記1対の反射器を覆い且つ前記櫛型電極は覆わずに設けられ、前記櫛型電極と前記1対の反射器との間に領域に側面を有する第1誘電体膜と、前記圧電基板上に、前記櫛型電極よりも厚い膜厚を有して前記櫛型電極を覆い、前記第1誘電体膜の前記側面に接し且つ前記第1誘電体膜の前記側面の少なくとも前記圧電基板側の一部を覆って設けられた第2誘電体膜と、を備え、前記第1誘電体膜は、前記1対の反射器の前記複数の電極の間に入り込んで前記1対の反射器を覆い、前記第2誘電体膜は、前記櫛型電極の前記複数の電極の間に入り込んで前記櫛型電極を覆い、前記第1誘電体膜は、前記第2誘電体膜よりも高い音響インピーダンスを有する、弾性波デバイスである。10

【0006】

上記構成において、前記第2誘電体膜は、前記櫛型電極と前記第1誘電体膜とを覆って設けられ、前記1対の反射器上における前記第1誘電体膜と前記第2誘電体膜の合計の厚さは、前記櫛型電極上における前記第2誘電体膜よりも厚い構成とすることができます。

【0007】

上記構成において、前記第2誘電体膜は、前記櫛型電極と前記1対の反射器との間に側面を有する構成とすることができます。

【0008】

上記構成において、前記第2誘電体膜の前記側面は、前記櫛型電極の前記複数の電極指の配列方向に略垂直な面である構成とすることができます。20

【0009】

上記構成において、前記第1誘電体膜の前記側面と前記第2誘電体膜の前記側面とは、前記圧電基板の上面に垂直な方向で重ならない位置に設けられている構成とすることができます。

【0010】

上記構成において、前記圧電基板の上面からの前記第1誘電体膜の厚さは、前記圧電基板の上面からの前記第2誘電体膜の厚さよりも厚い構成とすることができます。

【0011】

上記構成において、前記第1誘電体膜と前記第2誘電体膜は異なる材料からなる構成とすることができます。30

【0012】

上記構成において、前記第1誘電体膜は、酸化アルミニウム膜、酸化タンタル膜、ガラス膜、酸化テルル膜、酸化ニオブ膜、又は窒化シリコン膜からなり、前記第2誘電体膜は、酸化シリコン膜又はフッ素添加酸化シリコン膜からなる構成とすることができます。

【0013】

上記構成において、前記第1誘電体膜の前記側面は、前記櫛型電極の前記複数の電極指の配列方向に略垂直な面である構成とすることができます。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、弾性波デバイスを小型化することができます。40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1(a)は、実施例1に係る弾性波共振器の平面図、図1(b)は、図1(a)のA-A間の断面図である。

【図2】図2(a)から図2(e)は、実施例1に係る弾性波共振器の製造方法を示す断面図である。

【図3】図3(a)及び図3(b)は、実施例1及び比較例1に係る弾性波共振器の周波数特性のシミュレーション結果を示す図である。

【図4】図4(a)から図4(e)は、比較例2に係る弾性波共振器の製造方法を示す断

50

面図である。

【図5】図5(a)は、実施例2に係る弾性波共振器の平面図、図5(b)は、図5(a)のA-A間の断面図である。

【図6】図6(a)から図6(e)は、実施例2に係る弾性波共振器の製造方法を示す断面図である。

【図7】図7(a)は、実施例3に係る弾性波共振器の平面図、図7(b)は、図7(a)のA-A間の断面図である。

【図8】図8(a)及び図8(b)は、実施例3の変形例1及び変形例2に係る弾性波共振器の断面図である。

【図9】図9(a)は、実施例4に係る弾性波共振器の平面図、図9(b)は、図9(a)のA-A間の断面図である。 10

【図10】図10(a)は、実施例5に係る弾性波共振器の平面図、図10(b)は、図10(a)のA-A間の断面図である。

【図11】図11は、温度補償型の弾性波表面波共振器の断面図である。

【図12】図12(a)は、実施例6に係るラダー型フィルタの平面図、図12(b)は、図12(a)のA-A間の断面図である。

【図13】図13(a)は、実施例6の変形例1に係るラダー型フィルタの平面図、図13(b)は、図13(a)のA-A間の断面図である。

【図14】図14は、ダブルモード型弾性表面波フィルタの平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、図面を参照して、本発明の実施例について説明する。

【実施例1】

【0018】

図1(a)は、実施例1に係る弾性波共振器の平面図、図1(b)は、図1(a)のA-A間の断面図である。図1(a)及び図1(b)のように、実施例1の弾性波共振器100は、圧電基板10上に、1対の櫛型電極22からなるIDT(Interdigital Transducer)20と、IDT20を挟む1対の反射器30と、が設けられている。圧電基板10は、例えばタンタル酸リチウム基板又はニオブ酸リチウム基板が用いられる。IDT20及び反射器30は、例えばアルミニウム、銅、又は銅が添加されたアルミニウムなどの金属膜で形成される。 30

【0019】

櫛型電極22は、複数の電極指24と、複数の電極指24が接続されるバスバー26と、を備える。1対の櫛型電極22は、電極指24がほぼ互い違いとなるように、対向して設けられている。電極指24が励振する弾性波は、主に電極指24の配列方向に伝搬する。1対の反射器30は、弾性波の伝搬方向でIDT20を挟んで設けられ、弾性波を反射する。電極指24の周期がほぼ弾性波の波長となる。

【0020】

圧電基板10上に、IDT20及び反射器30よりも厚い膜厚を有し、IDT20及び反射器30を覆う誘電体膜40が設けられている。誘電体膜40は、反射器30上における厚さT1がIDT20上における厚さT2よりも厚くなっている。反射器30上における誘電体膜40の厚さT1は、例えば40nm程度以上である。IDT20上における誘電体膜40の厚さT2は、例えば10nm~30nm程度である。 40

【0021】

誘電体膜40は、IDT20と1対の反射器30との間の領域Xに、圧電基板10の上面及び電極指24の配列方向に対して略垂直な側面42を有する。なお、領域Xには、1対の反射器30の最もIDT20側の端面上及びIDT20の最も反射器30側の端面上も含まれる。また、略垂直とは、90°の場合に限らず、例えば80°~100°の場合も含まれる。誘電体膜40は、例えば酸化シリコン膜(SiO₂膜)、窒化シリコン膜(SiN膜)、フッ素添加酸化シリコン膜(SiOF膜)、又は酸化アルミニウム膜(Al膜)である。

10

20

30

40

50

O_3 膜) などが用いられる。誘電体膜 40 は、IDT 20 及び反射器 30 への水分などの侵入を抑制し、IDT 20 及び反射器 30 が腐食することを抑制する保護膜としての機能を有する。

【0022】

図 2 (a) から図 2 (e) は、実施例 1 に係る弹性波共振器の製造方法を示す断面図である。図 2 (a) のように、圧電基板 10 上に金属膜を堆積した後、当該金属膜を所望の形状にパターニングする。これにより、圧電基板 10 上に、IDT 20 と 1 対の反射器 30 とが形成される。金属膜の堆積は、例えばスパッタリング法、真空蒸着法、又は CVD (Chemical Vapor Deposition) 法などを用いることができる。金属膜のパターニングは、例えばフォトリソグラフィ技術及びエッチング技術などを用いることができる。

10

【0023】

図 2 (b) のように、圧電基板 10 上に、IDT 20 及び反射器 30 よりも厚い膜厚の誘電体膜 40 を堆積する。これにより、IDT 20 及び 1 対の反射器 30 は、誘電体膜 40 で覆われる。誘電体膜 40 の堆積は、例えばスパッタリング法、真空蒸着法、又は CVD 法などを用いることができる。

【0024】

図 2 (c) のように、誘電体膜 40 上に、1 対の反射器 30 を覆い且つ IDT 20 上に開口 50 を有し、圧電基板 10 の上面及び電極指 24 の配列方向に対して略垂直な側面 58 を有するマスク層 52 を形成する。マスク層 52 の側面 58 は、IDT 20 と 1 対の反射器 30 との間に位置する。マスク層 52 は、例えばレジスト膜を用いることができる。

20

【0025】

図 2 (d) のように、マスク層 52 をマスクとして、開口 50 で露出した誘電体膜 40 を異方性エッチングすることで、誘電体膜 40 に凹部を形成する。凹部は、1 対の反射器 30 のうちの一方の反射器と IDT 20 との間の領域から他方の反射器と IDT 20 との間の領域にわたって形成される。これにより、IDT 20 上における誘電体膜 40 の厚さは、1 対の反射器 30 上における誘電体膜 40 の厚さよりも薄くなる。異方性エッチングによって形成された凹部は、側面が略垂直な面となる。すなわち、誘電体膜 40 は、IDT 20 と 1 対の反射器 30 との間の領域に、圧電基板 10 の上面及び電極指 24 の配列方向に対して略垂直な側面 42 が形成される。例えば、酸化シリコン膜からなる誘電体膜 40 を 90° 程度の角度で形成されたレジストを用いて 100 nm 程度エッチングした場合、誘電体膜 40 に形成される側面 42 の圧電基板 10 の上面に対する角度はレジスト形状と同じ 90° 程度となる。

30

【0026】

図 2 (e) のように、マスク層 52 を除去する。以上により、実施例 1 の弹性波共振器 100 が形成される。

【0027】

図 3 (a) 及び図 3 (b) は、実施例 1 及び比較例 1 に係る弹性波共振器の周波数特性のシミュレーション結果を示す図である。図 3 (b) は、図 3 (a) の通過帯域近傍を拡大した図である。シミュレーションを行った実施例 1 の弹性波共振器の構造は、圧電基板 10 をタンタル酸リチウム基板とし、IDT 20 及び反射器 30 をチタンとアルミニウムとの積層膜で厚さを 380 nm とし、誘電体膜 40 を酸化シリコン膜とした。IDT 20 の電極指 24 の対数を 12.5 対、ピッチ間隔を 4.756 nm とした。IDT 20 の開口長を 488 μm とした。反射器 30 のピッチ間隔を 4.874 nm とした。IDT 20 上における誘電体膜 40 の厚さを 15 nm とし、反射器 30 上における誘電体膜 40 の厚さを 40 nm とした。シミュレーションを行った比較例 1 の弹性波共振器の構造は、IDT 20 上及び反射器 30 上における誘電体膜 40 の厚さを 15 nm と同じにし、反射器 30 のピッチ間隔を 4.885 nm とした点以外は、実施例 1 の弹性波共振器と同じにした。

40

【0028】

図 3 (a) 及び図 3 (b) のように、実施例 1 の弹性波共振器は、比較例 1 の弹性波共

50

振器に比べて、通過帯域が広がり、挿入損失が低減された結果となった。これは以下の理由によるものと考えられる。すなわち、実施例 1 では、I D T 2 0 上における誘電体膜 4 0 の厚さを周波数特性の劣化を抑制するために比較的薄くしつつ、反射器 3 0 上における誘電体膜 4 0 の厚さを比較的厚くしている。反射器 3 0 上における誘電体膜 4 0 を厚くすることで、反射器 3 0 が設けられた領域を伝搬する弾性波の伝搬速度が質量負荷効果によって遅くなる。このため、反射器 3 0 による反射特性を向上させることができる。また、誘電体膜 4 0 は、I D T 2 0 と 1 対の反射器 3 0 との間の領域 X に、電極指 2 4 の配列方向に対して略垂直な側面 4 2 を有する。図 1 (b) の矢印のように、電極指 2 4 で励振された弾性波の一部は誘電体膜 4 0 内を伝搬することから、側面 4 2 で反射されるようになる。側面 4 2 は電極指 2 4 の配列方向に略垂直であることから、弾性波を効率的に反射させることができ、その結果、反射特性がさらに向上する。このような反射特性の向上によって、通過帯域が広がり、挿入損失が低減されたものと考えられる。

【 0 0 2 9 】

図 4 (a) から図 4 (e) は、比較例 2 に係る弾性波共振器の製造方法を示す断面図である。図 4 (a) のように、圧電基板 1 0 上に、I D T 2 0 と 1 対の反射器 3 0 とを形成する。I D T 2 0 及び 1 対の反射器 3 0 の形成は、図 2 (a) で説明した方法を用いることができる。

【 0 0 3 0 】

図 4 (b) のように、圧電基板 1 0 上に、I D T 2 0 及び 1 対の反射器 3 0 よりも厚い膜厚の誘電体膜 4 0 a を堆積する。誘電体膜 4 0 a の膜厚は、図 2 (d) において誘電体膜 4 0 をエッチングした後に I D T 2 0 上に残存する誘電体膜 4 0 の厚さと同程度の厚さである。

【 0 0 3 1 】

図 4 (c) のように、誘電体膜 4 0 a 上に、I D T 2 0 を覆い且つ 1 対の反射器 3 0 上に開口 5 4 を有するマスク層 5 6 を形成する。マスク層 5 6 の側面は、I D T 2 0 と 1 対の反射器 3 0 との間に位置する。マスク層 5 6 は、例えばレジスト膜を用いることができる。

【 0 0 3 2 】

図 4 (d) のように、マスク層 5 6 をマスクとして、開口 5 4 で露出した誘電体膜 4 0 a 上に、誘電体膜 4 0 b を堆積する。誘電体膜 4 0 b は、誘電体膜 4 0 a と同じ材料からなる。誘電体膜 4 0 b の堆積は、例えば真空蒸着法又はスパッタリング法などを用いることができる。誘電体膜 4 0 b の側面は、圧電基板 1 0 の上面に対して傾いた面となる。これは、図 4 (e) で説明するように、マスク層 5 6 をリフトオフ法によって除去することを可能とするためである。例えば、酸化シリコン膜からなる誘電体膜 4 0 b を真空蒸着法を用いて堆積した場合、誘電体膜 4 0 b の側面の圧電基板 1 0 の上面に対する角度は、堆積の厚さに關係なく蒸着の入射角に影響される。90°の入射角で蒸着した場合でもマスクの影の影響により90°にはならない。

【 0 0 3 3 】

図 4 (e) のように、マスク層 5 6 上に堆積された誘電体膜 4 0 b をマスク層 5 6 と共にリフトオフ法によって除去する。これにより、I D T 2 0 上には I D T 2 0 を覆う誘電体膜 4 0 a が形成され、1 対の反射器 3 0 上には反射器 3 0 を覆う誘電体膜 4 0 a と誘電体膜 4 0 b との積層膜が形成される。すなわち、1 対の反射器 3 0 上における誘電体膜の厚さは、I D T 2 0 上における誘電体膜の厚さよりも厚くなる。

【 0 0 3 4 】

比較例 2 によれば、誘電体膜の厚さが I D T 2 0 上よりも反射器 3 0 上で厚くなるように、リフトオフ法を用いて誘電体膜 4 0 b を追加形成している。リフトオフ法を用いて誘電体膜 4 0 b を形成する場合、マスク層 5 6 の除去を可能とするために、誘電体膜 4 0 b の側面は電極指 2 4 の配列方向に対して傾いた面となる。このため、弾性波が誘電体膜 4 0 b の側面で反射され難く、その結果、反射特性の改善効果が小さくなる。

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50

以上のように、実施例1によれば、図1(b)のように、IDT20及び1対の反射器30を覆って誘電体膜40が設けられている。誘電体膜40は、1対の反射器30上における厚さがIDT20上における厚さよりも厚くなっていて、IDT20と1対の反射器30との間の領域Xに電極指24の配列方向に略垂直な側面42を有する。これにより、上述したように、反射特性を向上させることができる。反射特性が向上することから、反射器30の対数を少なく及び/又は反射器30のピッチ間隔を狭くできるため、反射器30を小型化できる。つまり、弾性波共振器を小型化することができる。

【0036】

誘電体膜40の側面42の角度は、弾性波を効率的に反射させる点から、電極指24の配列方向に対して80°~100°である場合が好ましく、85°~95°である場合がより好ましく、88°~92°である場合がさらに好ましい。

10

【実施例2】

【0037】

図5(a)は、実施例2に係る弾性波共振器の平面図、図5(b)は、図5(a)のA-A'間の断面図である。図5(a)及び図5(b)のように、実施例2の弾性波共振器200では、誘電体膜40の代わりに、誘電体膜60、70が設けられている。誘電体膜60は、IDT20及び反射器30よりも厚い膜厚を有し、1対の反射器30を覆って設けられている。誘電体膜60は、IDT20を覆ってはいない。誘電体膜60の側面62は、IDT20と1対の反射器30との間の領域Xに位置している。誘電体膜70は、IDT20及び反射器30よりも厚い膜厚を有し、誘電体膜60とIDT20とを覆って設けられている。誘電体膜70は、誘電体膜60の側面62と接して設けられている。誘電体膜60は、例えばAl₂O₃膜、酸化タンタル膜(Ta₂O_x)、ガラス、酸化テルル膜(TeO_x)、酸化ニオブ膜(Nb₂O_x)、又はSiN膜などが用いられる。誘電体膜70は、例えばSiO₂膜又はSiOF膜などが用いられる。誘電体膜60と誘電体膜70とは異なる音響インピーダンスを有し、例えば誘電体膜60の音響インピーダンスは誘電体膜70よりも高い。その他の構成は、実施例1と同じであるため説明を省略する。

20

【0038】

図6(a)から図6(e)は、実施例2に係る弾性波共振器の製造方法を示す断面図である。図6(a)のように、圧電基板10上に、IDT20と1対の反射器30とを形成する。IDT20及び1対の反射器30の形成は、図2(a)で説明した方法を用いることができる。

30

【0039】

図6(b)のように、圧電基板10上に、IDT20を覆い且つ1対の反射器30上に開口80を有するマスク層82を形成する。マスク層82の側面は、IDT20と1対の反射器30との間に位置する。マスク層82は、例えばレジスト膜を用いることができる。

【0040】

図6(c)のように、マスク層82をマスクとして、開口80で露出した圧電基板10上に1対の反射器30を覆う誘電体膜60を堆積する。誘電体膜60は、例えば真空蒸着法又はスパッタリング法などを用いることができる。これにより、IDT20と1対の反射器30との間の領域に側面62を有する誘電体膜60が形成される。誘電体膜60の側面62は、マスク層82をリフトオフ法によって除去することを可能とするため、圧電基板10の上面に対して傾いた面となっている。

40

【0041】

図6(d)のように、マスク層82上に堆積された誘電体膜60をマスク層82と共にリフトオフ法によって除去する。

【0042】

図6(e)のように、圧電基板10上に、IDT20及び反射器30よりも厚い膜厚の誘電体膜70を堆積する。これにより、誘電体膜70は、誘電体膜60の側面62に接してIDT20と誘電体膜60とを覆って設けられる。以上により、実施例2の弾性波共振

50

器 2 0 0 が形成される。

【 0 0 4 3 】

実施例 2 によれば、図 5 (b) のように、1 対の反射器 3 0 を覆い、I D T 2 0 と 1 対の反射器 3 0 との間の領域 X に側面 6 2 を有する誘電体膜 6 0 が設けられている。I D T 2 0 は、誘電体膜 6 0 の側面 6 2 に接して設けられた誘電体膜 7 0 で覆われている。これにより、誘電体膜 6 0 の側面 6 2 は圧電基板 1 0 の上面に近い所に位置している（例えば圧電基板 1 0 の上面に直接接して位置している）ため、電極指 2 4 で励振された弾性波を効率的に反射させることができ、反射特性を向上させることができる。よって、反射器 3 0 を小型化することができ、その結果、弾性波共振器を小型化することができる。

【 0 0 4 4 】

また、実施例 2 によれば、図 5 (b) のように、誘電体膜 7 0 は、I D T 2 0 と誘電体膜 6 0 とを覆って設けられている。そして、反射器 3 0 上における誘電体膜 6 0 と誘電体膜 7 0 との合計の厚さは、I D T 2 0 上における誘電体膜 6 0 の厚さよりも厚くなっている。これにより、周波数特性の劣化を抑制しつつ、質量負荷効果によって反射器 3 0 の反射特性を向上させることができる。

【 0 0 4 5 】

また、実施例 2 によれば、図 5 (b) のように、誘電体膜 7 0 は、I D T 2 0 と 1 対の反射器 3 0 との間の領域 X に側面 7 2 を有する。これにより、電極指 2 4 で励振された弾性波の反射効率が向上する。

【 0 0 4 6 】

また、実施例 2 によれば、誘電体膜 6 0 と誘電体膜 7 0 とは異なる材料で形成されている。これにより、誘電体膜 6 0 の音響インピーダンスと誘電体膜 7 0 の音響インピーダンスとを異ならせることができる。このため、電極指 2 4 で励振された弾性波を誘電体膜 6 0 の側面 6 2 で効率的に反射させることができる。誘電体膜 6 0 の側面 6 2 での弾性波の反射効率を向上させる点から、誘電体膜 6 0 の音響インピーダンスは誘電体膜 7 0 の音響インピーダンスよりも高い場合が好ましい。

【 実施例 3 】

【 0 0 4 7 】

図 7 (a) は、実施例 3 に係る弾性波共振器の平面図、図 7 (b) は、図 7 (a) の A - A 間の断面図である。図 7 (a) 及び図 7 (b) のように、実施例 3 の弾性波共振器 3 0 0 では、誘電体膜 7 0 の側面 7 2 は、I D T 2 0 と 1 対の反射器 3 0 との間の領域 X に位置し、圧電基板 1 0 の上面及び電極指 2 4 の配列方向に対して略垂直な面となっている。誘電体膜 7 0 の側面 7 2 は、誘電体膜 6 0 の側面 6 2 と圧電基板 1 0 の上面に垂直な方向で重なる位置に設けられている。その他の構成は、実施例 2 と同じであるため説明を省略する。

【 0 0 4 8 】

実施例 3 によれば、誘電体膜 7 0 は、I D T 2 0 と 1 対の反射器 3 0 との間の領域 X に電極指 2 4 の配列方向に略垂直な側面 7 2 を有する。これにより、電極指 2 4 で励振された弾性波を効率的に反射させることができる。

【 0 0 4 9 】

図 8 (a) 及び図 8 (b) は、実施例 3 の変形例 1 及び変形例 2 に係る弾性波共振器の断面図である。図 8 (a) の実施例 3 の変形例 1 の弾性波共振器 3 1 0 のように、誘電体膜 7 0 の側面 7 2 は、反射器 3 0 の最も I D T 2 0 側の端面と同一面を形成して設けっていてもよい。図 8 (b) の実施例 3 の変形例 2 の弾性波共振器 3 2 0 のように、誘電体膜 6 0 の側面 6 2 と誘電体膜 7 0 の側面 7 2 とが圧電基板 1 0 の上面に垂直な方向で重ならない位置に設けっていてもよい。誘電体膜 6 0 の側面 6 2 と誘電体膜 7 0 の側面 7 2 とが圧電基板 1 0 の上面に垂直な方向で重ならないことで、電極指 2 4 で励振された弾性波を効率的に反射させることができる。

【 実施例 4 】

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

50

図9(a)は、実施例4に係る弹性波共振器の平面図、図9(b)は、図9(a)のA-A間の断面図である。図9(a)及び図9(b)のように、実施例4の弹性波共振器400では、誘電体膜70はIDT20を覆っているが、誘電体膜60は覆っていない。誘電体膜60の厚さは、誘電体膜70の厚さよりも厚くなっている。その他の構成は、実施例2と同じであるため説明を省略する。

【0051】

実施例4のように、誘電体膜70は、誘電体膜60の側面62に接してIDT20を覆つていれば、誘電体膜60を覆っていない場合でもよい。この場合、質量負荷効果によって反射器30の反射特性が向上するために、誘電体膜60の厚さは、誘電体膜70の厚さよりも厚い場合が好ましい。

10

【実施例5】

【0052】

図10(a)は、実施例5に係る弹性波共振器の平面図、図10(b)は、図10(a)のA-A間の断面図である。図10(a)及び図10(b)のように、実施例5の弹性波共振器500では、誘電体膜60の側面62が圧電基板10の上面及び電極指24の配列方向に対して略垂直な面となっている。このような側面62を有する誘電体膜60は、例えばエッティング法を用いて形成することができる。その他の構成は、実施例2と同じであるため説明を省略する。

【0053】

実施例5によれば、誘電体膜60の側面62は電極指24の配列方向に対して略垂直な面となっている。これにより、電極指24で励振された弹性波を効率的に反射させることができる。

20

【0054】

なお、実施例2から実施例5では、誘電体膜60と誘電体膜70とは異なる材料で形成されている場合を例に示したが、これに限らず、同じ材料で形成されていてもよい。誘電体膜60と誘電体膜70とが同じ材料で形成されている場合でも、電極指24で励振された弹性波は、誘電体膜60と誘電体膜70との界面で反射される。

【0055】

なお、実施例1から実施例5では、弹性表面波共振器の場合を例に示したが、これに限らず、ラブ波共振器や弹性境界波共振器などの場合でもよい。例えば、図11のように、誘電体膜70として厚膜の酸化シリコン膜を用いた、温度補償型の弹性波表面波共振器の場合でもよい。

30

【実施例6】

【0056】

図12(a)は、実施例6に係るラダー型フィルタの平面図、図12(b)は、図12(a)のA-A間の断面図である。図12(a)及び図12(b)のように、実施例6のラダー型フィルタ600は、圧電基板10に、1又は複数の直列共振器S1～S3と、1又は複数の並列共振器P1、P2と、が設けられている。直列共振器S1～S3は、入力パッドINと出力パッドOUTとの間に直列に接続されている。並列共振器P1、P2は、直列共振器S1～S3を接続する配線とグランドパッドGNDとの間に接続されている。

40

【0057】

直列共振器S1～S3及び並列共振器P1、P2において、1対の反射器30を覆って誘電体膜60が設けられ、且つ、IDT20を覆い且つ誘電体膜60の端部のみを覆って誘電体膜70が設けられている。誘電体膜70が誘電体膜60の端部を覆っていることと、実施例4のように誘電体膜60と誘電体膜70との互いの側面が接している場合に比べて、耐湿性を向上させることができる。また、誘電体膜60は、パッドが設けられた領域を除き、共振器が設けられていない領域の圧電基板10上にも設けられている。これによっても耐湿性を向上させることができる。

【0058】

50

図13(a)は、実施例6の変形例1に係るラダー型フィルタの平面図、図13(b)は、図13(a)のA-A間の断面図である。図13(a)及び図13(b)のように、実施例6の変形例1のラダー型フィルタ610では、直列共振器S1～S3及び並列共振器P1、P2において、1対の反射器30を覆って誘電体膜60が設けられ、IDT20及び誘電体膜60を覆って誘電体膜70が設けられている。誘電体膜70は、パッドが設けられた領域を除き、共振器が設けられていない圧電基板10上にも設けられている。これにより、耐湿性を向上させることができる。

【0059】

なお、直列共振器S1～S3及び並列共振器P1、P2は上記の場合に限られず、実施例1から実施例5の弹性波共振器のいずれかを用いてもよい。

10

【0060】

なお、実施例6では、ラダー型フィルタの場合を例に示したが、これに限られず、例えばダブルモード型弹性表面波フィルタ(DMS)などの他のフィルタの場合でもよい。図14は、ダブルモード型弹性表面波フィルタの平面図である。図14のように、ダブルモード型弹性表面波フィルタは、IDT20a～20cが、弹性波の伝搬方向で並んで配置され、1対の反射器30はIDT20a～20cをまとめて挟んで設けられている。

【0061】

以上、本発明の実施例について詳述したが、本発明はかかる特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

20

【符号の説明】

【0062】

10 圧電基板

20～20c IDT

22 櫛型電極

24 電極指

26 バスバー

30 反射器

40～40b 誘電体膜

42 側面

30

50、54 開口

52、56 マスク層

60 誘電体膜

62 側面

70 誘電体膜

72 側面

80 開口

82 マスク層

S1～S3 直列共振器

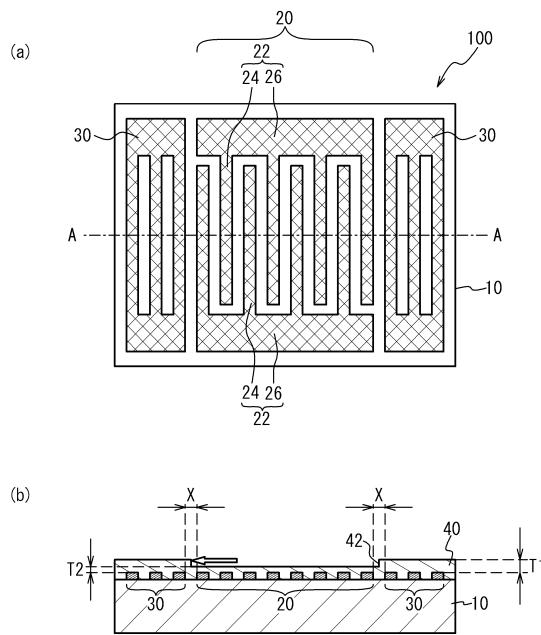
P1、P2 並列共振器

40

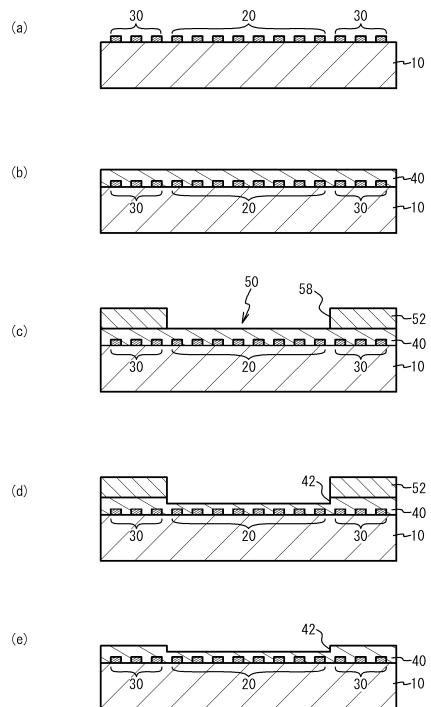
100～400 弹性波共振器

500、510 ラダー型フィルタ

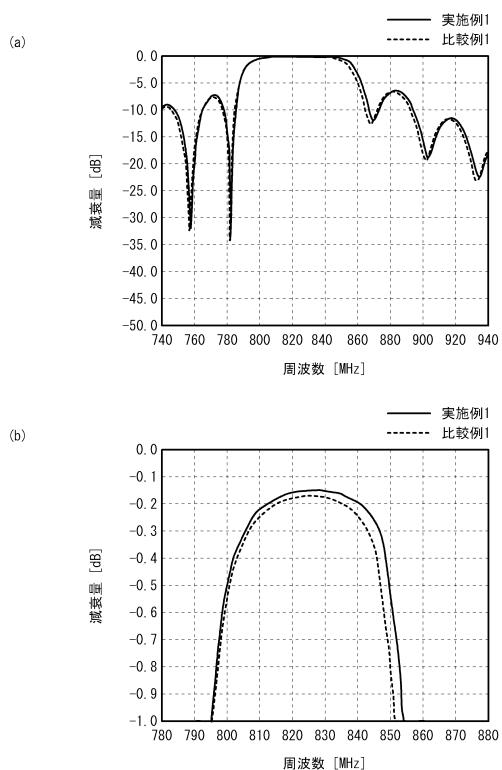
【図1】



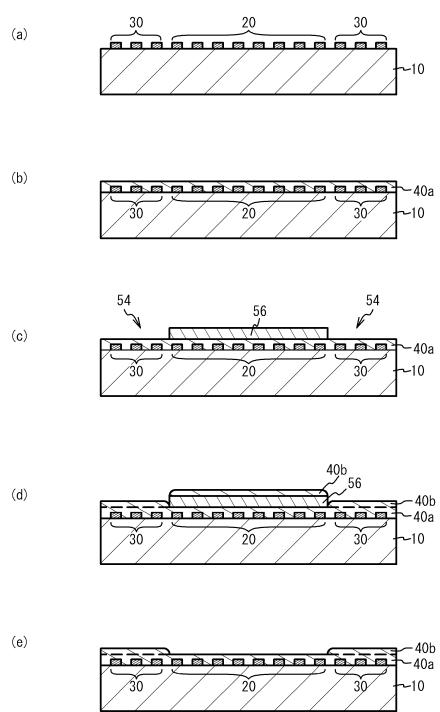
【図2】



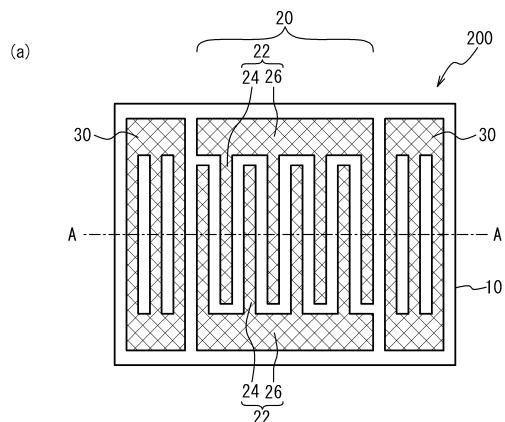
【図3】



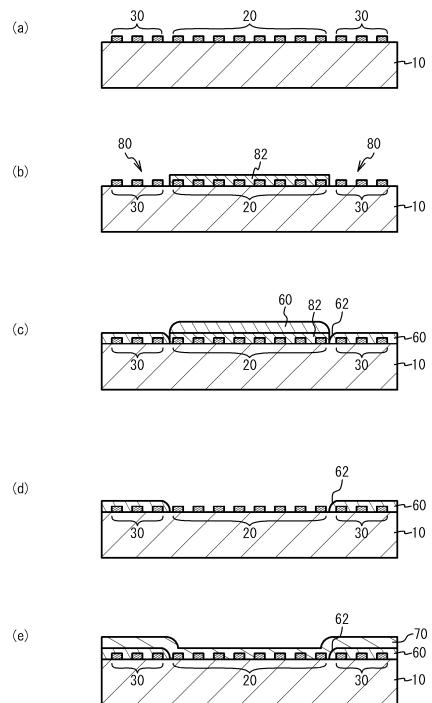
【図4】



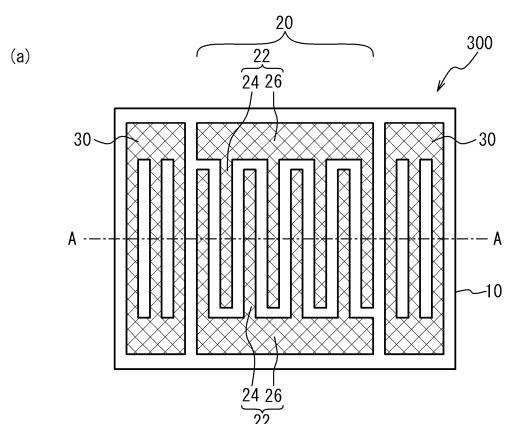
【図5】



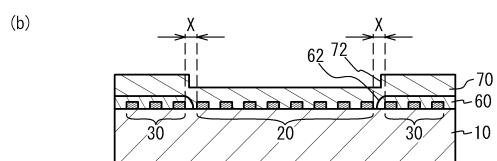
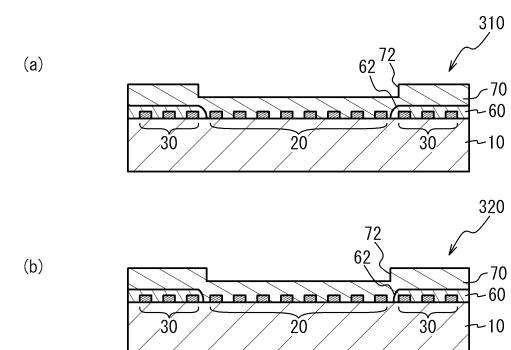
【図6】



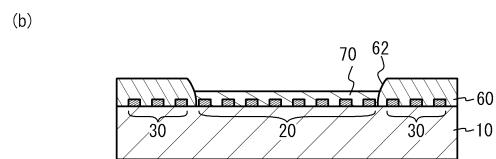
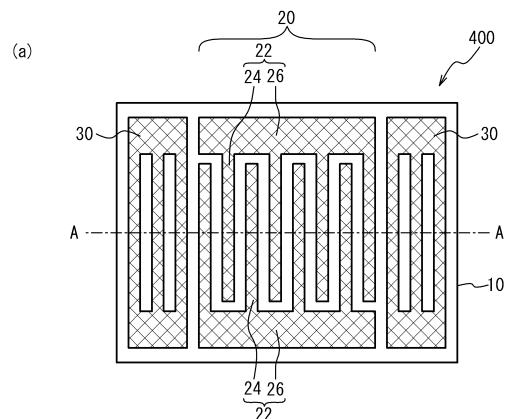
【図7】



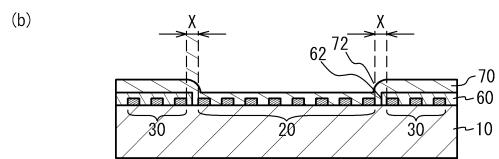
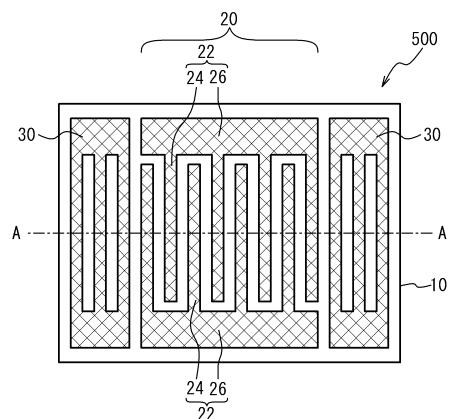
【図8】



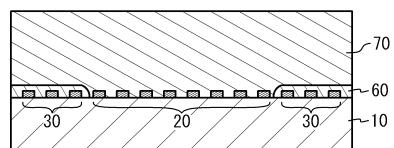
【図9】



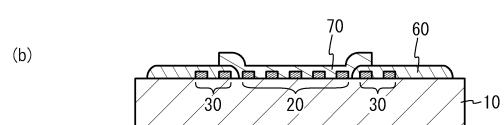
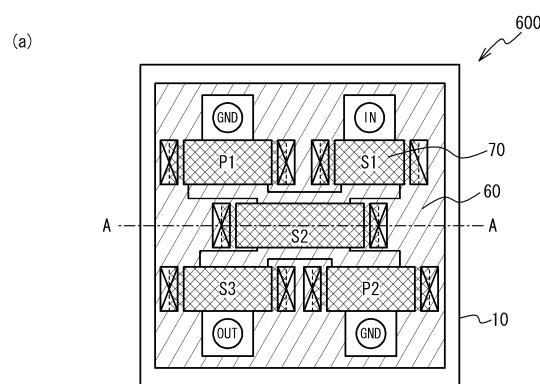
【図10】



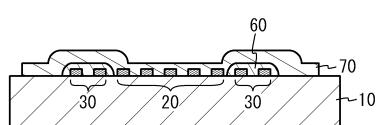
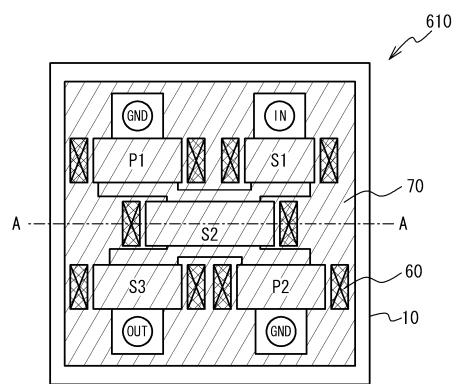
【図11】



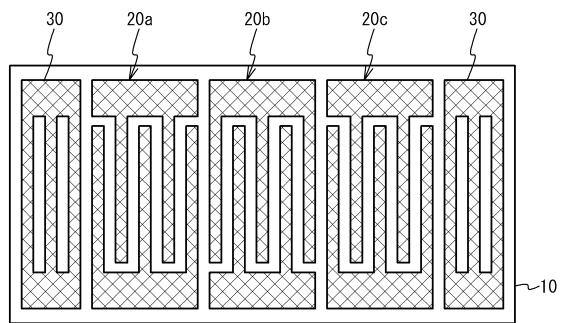
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2015-167272 (JP, A)
特開平02-295211 (JP, A)
特開平04-239213 (JP, A)
特開2012-065304 (JP, A)
特開2012-075026 (JP, A)
特開平08-032397 (JP, A)
特開2001-111382 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H3/007 - H03H3/10
H03H9/00 - H03H9/76
H03B5/30 - H03B5/42