

(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2004-336503

(P2004-336503A)

(43) 公開日 平成16年11月25日(2004.11.25)

(51) Int.Cl.⁷

H03H 9/145

H03H 3/08

H03H 9/25

F I

H03H 9/145

H03H 3/08

H03H 9/25

テーマコード (参考)

5 J O 9 7

審査請求 有 請求項の数 22 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2003-131003 (P2003-131003)

(22) 出願日 平成15年5月9日 (2003.5.9)

(71) 出願人 398067270

富士通メディアデバイス株式会社

神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目3番地
12

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(74) 代理人 100087480

弁理士 片山 修平

(72) 発明者 松田 隆志

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

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

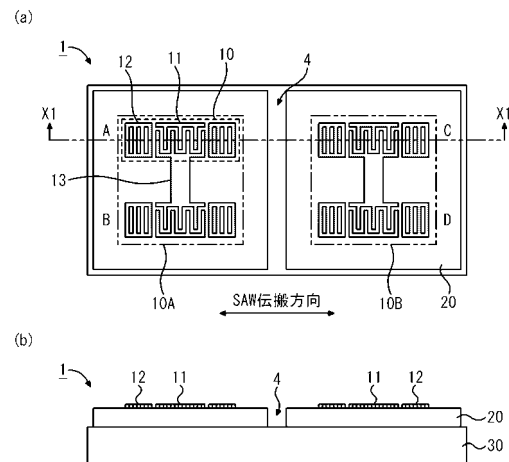
(57) 【要約】

【課題】優れたフィルタ特性を得ることができる弾性表面波素子及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 SAW伝搬方向において隣接する共振子10間に圧電基板20を除去することで形成した溝4を設ける。SAW伝搬方向に重なりを持つ共振子10間が物理的に分離（アイソレイト）されるため、一方の共振子10から発振した圧電基板20内部を伝搬するバルク波（接合界面での反射波を含む）が他方の共振子10へ入力することを防止でき、スプリアスの発生を抑えることができる。尚、溝4は、圧電基板20をダイシングブレード等を用いて切断することで形成されるため、その側面（圧電基板20の切断面）は粗面である。このため、溝4の側面に入射したバルク波は乱反射し、スプリアスを発生させる要因とならない。また、溝4は素子を個片化する際の圧電基板20の切断と同一の工程で切断する。

【選択図】

図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一主面上に 2 つ以上の共振子が形成された圧電基板と、前記圧電基板の他主面に接合された支持基板とを有する弾性表面波素子において、
少なくとも 2 つの前記共振子の励振部分が弾性表面波の伝搬方向における重なりを持ち、前記重なりを持つ前記共振子の組のうち少なくとも 1 組の共振子間の少なくとも一部の圧電基板が除去又は改質されていることを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項 2】

一主面上に 2 つ以上の共振子が形成された圧電基板と、前記圧電基板の他主面に接合された支持基板とを有する弾性表面波素子において、
全ての前記共振子同士の励振部分が弾性表面波の伝搬方向における重なりを持たず、前記共振子同士のうち少なくとも 1 組の共振子間の少なくとも一部の圧電基板が除去又は改質されていることを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項 3】

前記 2 つ以上の共振子が、2 つ以上のフィルタを構成することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の弾性表面波素子。

【請求項 4】

前記支持基板の熱膨張係数が前記圧電基板の熱膨張係数よりも小さいことを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の弾性表面波素子。

【請求項 5】

前記支持基板がサファイアを主成分としていることを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の弾性表面波素子。

【請求項 6】

前記弾性表面波が漏洩表面波であることを特徴とする請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の弾性表面波素子。

【請求項 7】

一主面上に 2 つ以上の共振子が形成された圧電基板と、前記圧電基板の他主面に接合された支持基板とを有する弾性表面波素子の製造方法において、
共振部分が弾性表面波の伝搬方向における重なりを持つ前記共振子の組のうち少なくとも 1 組の共振子間の少なくとも一部の圧電基板を除去又は改質する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。

【請求項 8】

一主面上に 2 つ以上の共振子が形成された圧電基板と、前記圧電基板の他主面に接合された支持基板とを有する弾性表面波素子の製造方法において、
共振部分が弾性表面波の伝搬方向における重なりを持たない前記共振子間の少なくとも一部の圧電基板を除去又は改質する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。

【請求項 9】

前記工程は、回転切削刃又はレーザ光を用いて前記共振子間の少なくとも一部の圧電基板を除去又は改質することを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 10】

前記支持基板の熱膨張係数が前記圧電基板の熱膨張係数よりも小さいことを特徴とする請求項 7 から 9 の何れか 1 項に記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 11】

一主面上に 2 つ以上の共振子が形成された多面取り構造の圧電基板と、前記圧電基板の他主面に接合された支持基板とを有する弾性表面波素子の製造方法において、
前記弾性表面波素子を個片化するための切断ライン上の圧電基板の少なくとも一部を除去する第 1 の工程と、
レーザ光又はスクライブを用いて前記切断ラインに沿って前記弾性表面波素子を分離する第 2 の工程と

10

20

30

40

50

を有することを特徴とする弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 1 2】

前記第 1 の工程は、レーザ光又は回転切削刃を用いて前記切断ラインに沿って前記圧電基板の少なくとも一部を除去することを特徴とする請求項 1 1 記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 1 3】

前記弾性表面波素子を個片化するための切断ライン上であって少なくとも前記圧電基板と前記支持基板との接合界面を含む領域を改質する第 3 の工程を有することを特徴とする請求項 1 1 記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 1 4】

前記第 1 の工程は、前記切断ライン上の前記圧電基板の一部を残すように該圧電基板を切断することを特徴とする請求項 1 1 記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 1 5】

前記第 1 の工程は、前記第 2 の工程で使用する前記スクライブの針又は前記レーザ光の断面の幅よりも太い幅で、前記切断ライン上の前記圧電基板の少なくとも一部を除去することを特徴とする請求項 1 1 記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 1 6】

一主面上に 2 つ以上の共振子が形成された多面取り構造の圧電基板と、前記圧電基板の他主面に接合された支持基板とを有する弾性表面波素子の製造方法において、前記弾性表面波素子を個片化するための切断ライン上であって少なくとも前記圧電基板と前記支持基板との接合界面を含む領域を改質する第 1 の工程と、前記圧電基板及び／又は前記支持基板を加熱することで前記切断ラインに沿って前記弾性表面波素子を分離する第 2 の工程とを有することを特徴とする弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 1 7】

前記支持基板の硬度が前記圧電基板の硬度よりも高いことを特徴とする請求項 1 1 から 1 6 の何れか 1 項に記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 1 8】

前記支持基板はサファイア基板であることを特徴とする請求項 1 1 から 1 7 の何れか 1 項に記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 1 9】

前記サファイア基板はサファイア結晶における R 面又は A 面の基板であることを特徴とする請求項 1 8 記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 2 0】

前記圧電基板上の弾性表面波の伝搬方向は、前記サファイア基板の c 軸投影線及び該 c 軸投影線の垂直方向とは異なることを特徴とする請求項 1 8 記載の弾性表面波の製造方法。

【請求項 2 1】

前記弾性表面波の伝搬方向と前記 c 軸投影線とのなす角は、 $45^{\circ} \pm 2^{\circ}$ であることを特徴とする請求項 2 0 記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 2 2】

前記圧電基板は、リチウムタンタレート基板又はリチウムナイオベート基板であることを特徴とする請求項 1 1 から 2 1 の何れか 1 項に記載の弾性表面波素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、圧電性素子基板に支持基板が接合された接合基板を用いた弾性表面波 (Surface Acoustic Wave: 以下、SAW という) 素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

10

20

30

40

50

現在、弾性表面波（SAW）素子は携帯電話機のバンドパスフィルタ等として幅広く活用されている。このSAW素子を利用したフィルタや共振器は小型であり、且つ安価であるといった特長がある。そのため携帯電話機等の通信機器の小型化にはSAW素子は不可欠なものとなっている。

【0003】

近年では、携帯電話機等の高性能化に伴い、SAW素子を用いたフィルタにもさらなる高性能化が求められている。例えばSAW素子は温度変化によって周波数変動してしまうため、この温度安定性を改善することもその一つである。

【0004】

従来において、SAW素子用の基板材料としては、圧電性素子基板（以下、圧電基板と略す）が用いられている。なかでもタンタル酸リチウム（以下、LTという）やニオブ酸リチウム（以下、LNという）は、大きな電気機械結合係数を持つ圧電材料であるため、広く利用されている。

【0005】

しかしながら、LTやLN等の電気機械結合係数に優れた圧電材料は、温度変化に対して基板特性が不安定であるという欠点を持っている。これに対し、例えば水晶などの温度安定性に優れた圧電材料は、電気機械結合係数が小さいという欠点を持っている。このように、圧電材料の一般的な傾向として、電気機械結合係数の大きな材料は温度安定性に劣り、逆に、温度安定性に優れた水晶などの材料は電気機械結合係数が小さいという欠点を持つという相反する問題が存在する。このため、例えばLTで形成した基板（以下、LT基板という）を用いたSAW素子は、広帯域のフィルタ特性を実現するのに有利であるが、水晶基板などに比べ温度安定性に劣る。

【0006】

以上のような相反する欠点を補い、大きな電気機械結合係数と優れた温度安定性とを両立する圧電基板を実現するために、従来において様々な方法が提案されている。例えば以下に示す非特許文献1には、LN基板又はLT基板の表面に、これと逆の温度係数を持つ酸化珪素膜（ SiO_2 ）を成膜した基板を用いることで、温度安定性を向上させる方法が開示されている。また、同じく以下に示す特許文献1には、LT基板表面にSAWの波長以下程度の分極反転層を形成し、これの電界短絡効果を利用することによって温度安定性を向上させる方法が開示されている。このほかにも、例えば以下の特許文献2や非特許文献2等に、薄い圧電基板と厚い低膨張材料基板とを直接接合によって接合し、圧電基板の温度変化による伸縮を抑制することで、温度安定性を向上させる方法が開示されている。更に、以下の非特許文献3には、薄い圧電基板と厚い低膨張材料基板とを接着剤等を用いて接合し、同様に圧電基板の温度変化による伸縮を抑制して温度安定性を向上させる方法が開示されている。更にまた、以下に示す特許文献3には、2種類の基板を固相反応にて接合することで、SAWの特性を改善させる方法が開示されている。

【0007】

ここで、上記したような接合基板を用いて作成した従来のSAW素子チップ100を図1に示す。但し、図1では、例として1つのチップ上に4つの共振子（ワンポート共振子）10が形成され、2つずつ（図1ではA及びB、C及びD）が組となってそれぞれフィルタを形成するデュプレクサタイプのSAW素子チップ100について例を挙げる。図1に示すように、従来のSAW素子チップ100は、裏面に支持基板30が貼り合わされた圧電基板20の表面上に、楕形電極（Inter Digital Transducer: IDT）11とこれをSAW伝搬方向において挟むように配置された反射電極12とが、共振器10毎に形成された構成を有している。一般的に同一のフィルタを形成する共振器10同士は、SAW伝搬方向において重ならない位置にレイアウトされるが、異なるフィルタを形成する共振器10間では、チップ面積の縮小化を考慮して、SAW伝搬方向に重なって配置される場合があった。

【0008】

但し、SAW素子に接合基板を用いた場合、これを多面取り構造の基板から1つの素子に

個片化した際に圧電基板と支持基板との接合界面が剥離してしまうという問題が存在する。

【0009】

このような問題を解決する方法としては、例えば以下に示す特許文献4で開示されるように、圧電基板と支持基板とを異なるダイシングソウで切断（ダイシング）する方法が考えられる。この従来技術を図2を用いて詳細に説明する。図2に示すように、本製造方法では、先ず、IDT11等が形成された圧電基板20と支持基板30との接合基板（ベース基板）を作製する（図2（a）参照）。

【0010】

次に、上記で作製したベース基板を個々のSAW素子チップ100に個片化するにあたり、ダイシングブレードを用いて個々のSAW素子チップ100の境界部分の圧電基板20を切断（除去）して溝81を形成する（図2（b）参照）。次に、上記の工程で使用したダイシングブレードよりも細い、即ち溝81よりも細いダイシングブレードを使用して溝81の底部から支持基板30を、個々のSAW素子チップ100の境界に沿って切断する（図2（c）参照）。これにより、SAW素子チップ100が個片化される。

【0011】

【特許文献1】

特許第2516817号公報

【特許文献2】

特開平11-55070号公報

【特許文献3】

特開平9-208399号公報

【特許文献4】

特開2001-60846号公報

【非特許文献1】

山之内ら, IEEE Trans. on Sonics and Ultrasonics, vol. SU-31, pp. 51-57, 1984

【非特許文献2】

大西ら, Proc. of IEEE Ultrasonics Symposium, pp. 335-338, 1998

【非特許文献3】

山之内ら, Proc. of IEEE Ultrasonics Symposium, pp. 239-242, 1999

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したような圧電基板にこれよりも熱膨張係数が小さい支持基板を貼り合わせることで温度安定性を向上させる方法を用いたSAW素子チップでは、基板間に発生する応力で効率的に圧電基板の熱膨張を抑制するために圧電基板が薄く加工されている。このため、圧電基板上に形成したIDTで深さ方向の成分を持って発生したバルク波が接合界面で強く反射してしまう。これは、特に基板間の接合強度が高い直接接合を用いた接合基板では、接合界面が鏡面であるため、強く現れる。

【0013】

反射したバルク波は、SAW伝搬方向に重なりを持って配列した共振子同士が十分に距離を隔てている場合は問題とならないが、昨今に見られるような小型化されたSAW素子チップでは、SAW伝搬方向に隣接する共振子同士の距離が短く、SAW伝搬方向に隣接する共振子に入力してしまい、スプリアスが発生してフィルタ特性が劣化してしまうという問題を発生させる。

【0014】

本発明はこのような問題に鑑みてなされたもので、優れたフィルタ特性を得ることができ、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。

10

20

30

40

50

【0015】

【課題を解決するための手段】

かかる目的を達成するために、本発明は、請求項1記載のように、一主面上に2つ以上の共振子が形成された圧電基板と、前記圧電基板の他主面に接合された支持基板とを有する弾性表面波素子において、少なくとも2つの前記共振子の励振部分が弾性表面波の伝搬方向における重なりを持ち、前記重なりを持つ前記共振子の組のうち少なくとも1組の共振子間の少なくとも一部の圧電基板が除去又は改質されている。弾性表面波の伝搬方向において重なりを持つ共振子間の圧電基板を少なくとも一部除去又は改質することで、両共振子間の少なくとも一部が物理的に分離されるため、一方の共振子から他方の共振子へ入力するバルク波を低減することができる。従って、スプリアスの発生を抑え、良好なフィルタ特性を得ることができる。

【0016】

また、本発明は、請求項2記載のように、一主面上に2つ以上の共振子が形成された圧電基板と、前記圧電基板の他主面に接合された支持基板とを有する弾性表面波素子において、全ての前記共振子同士の励振部分が弾性表面波の伝搬方向における重なりを持たず、前記共振子同士のうち少なくとも1組の共振子間の少なくとも一部の圧電基板が除去又は改質されている。弾性表面波の伝搬方向において重なりを持たない共振子間であってもバルク波の影響が微小に存在するため、この間の圧電基板の少なくとも一部を除去又は改質することで、スプリアスの発生を低減し、より良好なフィルタ特性を得ることができる。

【0017】

また、請求項1又は2記載の前記弾性表面波素子は、例えば請求項3記載のように、前記2つ以上の共振子が2つ以上のフィルタを構成していてもよい。即ち、本発明は、デュプレクサやデュアルフィルタ等、複数のフィルタを有して成る弾性表面波素子にも適用することができる。但し、デュプレクサ等のような近傍の複数の周波数を使用する弾性表面波素子では、フィルタ特性がバルク波により影響を受け易いが、本発明はバルク波の伝搬を防止することが可能であるため、特に有効である。

【0018】

また、請求項1から3の何れか1項に記載の前記弾性表面波素子は、好ましくは請求項4記載のように、前記支持基板が前記圧電基板の熱膨張係数よりも小さい熱膨張係数の圧電材料で作製される。これにより、圧電基板の熱膨張を抑制することができるため、弾性表面波素子の温度安定性を向上できる。

【0019】

また、請求項1から4の何れか1項に記載の前記支持基板は、例えば請求項5記載のように、サファイアを主成分とする基板材料で作製されてもよい。一般的に使用されるリチウムタンタレートやリチウムナイオベート等よりも硬度が非常に高いサファイア基板を用いることで、支持基板に傷をつけずに、即ち支持基板の強度を低下させることなく、圧電基板を除去することが可能となる。また、サファイア基板は、同じく一般的に使用されるリチウムタンタレートやリチウムナイオベート等よりも熱膨張係数が小さく、ヤング率も大きいサファイアを支持基板に使用することで、効率的に圧電基板の熱膨張を抑制することが可能となり、弾性表面波素子の温度安定性を向上させることができる。バルク波は、放射される角度や速度がさまざまであるが、本発明はバルク波の周波数に関わらずこれの伝搬を防止することが可能であるため、特に有効である。

【0020】

また、請求項1から5の何れか1項に記載の前記弾性表面波素子は、例えば請求項6記載のように、前記弾性表面波が漏洩表面波であってもよい。本発明による弾性表面波素子はバルク波を確実に抑えることが可能であるため、一般的にバルク波への変換が大きい漏洩表面波に対して特に有効である。

【0021】

また、本発明は、請求項7記載のように、一主面上に2つ以上の共振子が形成された圧電基板と、前記圧電基板の他主面に接合された支持基板とを有する弾性表面波素子の製造方

法において、共振部分が弾性表面波の伝搬方向における重なりを持つ前記共振子の組のうち少なくとも1組の共振子間の少なくとも一部の圧電基板を除去又は改質する工程を有して構成される。弾性表面波の伝搬方向において重なりを持つ共振子間の圧電基板を少なくとも一部除去又は改質することで、両共振子間の少なくとも一部が物理的に分離されるため、一方の共振子から他方の共振子へ入力するバルク波が低減された弾性表面波素子を製造することができる。従って、スプリアスの発生を抑え、良好なフィルタ特性が得られる弾性表面波素子を製造することができる。

【0022】

また、本発明は、請求項8記載のように、一主面上に2つ以上の共振子が形成された圧電基板と、前記圧電基板の他主面に接合された支持基板とを有する弾性表面波素子の製造方法において、共振部分が弾性表面波の伝搬方向における重なりを持たない前記共振子間の少なくとも一部の圧電基板を除去又は改質する工程を有して構成される。弾性表面波の伝搬方向において重なりを持たない共振子間であってもバルク波の影響が微小に存在するため、この間の圧電基板の少なくとも一部を除去又は改質することで、スプリアスの発生を低減し、より良好なフィルタ特性を得ることができる。

【0023】

また、請求項7又は8記載の前記工程は、例えば請求項9記載のように、回転切削刃又はレーザ光を用いて前記共振子間の少なくとも一部の圧電基板を除去又は改質してもよい。

【0024】

また、請求項7から9の何れか1項に記載の前記製造方法は、請求項10のように、前記支持基板に前記圧電基板よりも熱膨張係数が小さい基板材料を用いることが好ましい。これにより、圧電基板の熱膨張を抑制することができるため、弾性表面波素子の温度安定性を向上できる。

【0025】

また、本発明は、請求項11記載のように、一主面上に2つ以上の共振子が形成された多面取り構造の圧電基板と、前記圧電基板の他主面に接合された支持基板とを有する弾性表面波素子の製造方法において、前記弾性表面波素子を個片化するための切断ライン上の圧電基板の少なくとも一部を除去する第1の工程と、レーザ光又はスクライブを用いて前記切断ラインに沿って前記弾性表面波素子を分離する第2の工程とを有して構成される。弾性表面波素子を個々に分離する、即ち支持基板をレーザ光やスクライブ等を用いて切断することで、支持基板の強度が高い場合でも、接合界面が剥離することなく素子を個片化することができる。従って、両基板の接合強度が低下することを防止できるため、温度安定性が劣化することを防止でき、優れたフィルタ特性を得ることが可能となる。

【0026】

また、請求項11記載の前記第1の工程は、例えば請求項12記載のように、レーザ光又は回転切削刃を用いて前記切断ラインに沿って前記圧電基板の少なくとも一部を除去してもよい。

【0027】

また、請求項11記載の前記製造方法は、好ましくは請求項13記載のように、前記弾性表面波素子を個片化するための切断ライン上であって少なくとも前記圧電基板と前記支持基板との接合界面を含む領域を改質する第3の工程を有して構成される。切断ライン上における少なくとも接合界面付近の領域を改質することで、この部分を切断し易くすることが可能となるため、より切断時の接合界面の剥離を防止することができる。

【0028】

また、請求項11記載の前記第1の工程は、請求項14記載のように、前記切断ライン上の前記圧電基板の一部を残すように該圧電基板を切断することが好ましい。圧電基板の一部を薄く残しておくことで、支持基板を切断した際に剥離する部分を、薄く残した領域に限定することが可能となるため、より切断時の接合界面の剥離を防止することができる。

【0029】

また、請求項11記載の前記第1の工程は、請求項15記載のように、前記第2の工程で

使用する前記スクライブの針又は前記レーザ光の断面の幅よりも太い幅で、前記切断ライン上の前記圧電基板の少なくとも一部を除去することが好ましい。圧電基板に形成した溝の幅よりも細いスクライブの針やレーザ光を使用することで、圧電基板に傷を付けたり、変質させたりすることを防止できる。また、支持基板の切断部と接合界面とをできるだけ離すことで、支持基板の切断時に接合界面の剥離も低減できる。

【0030】

また、本発明は、請求項16記載のように、一主面上に2つ以上の共振子が形成された多面取り構造の圧電基板と、前記圧電基板の他主面に接合された支持基板とを有する弾性表面波素子の製造方法において、前記弾性表面波素子を個片化するための切断ライン上であって少なくとも前記圧電基板と前記支持基板との接合界面を含む領域を改質する第1の工程と、前記圧電基板及び／又は前記支持基板を加熱することで前記切断ラインに沿って前記弾性表面波素子を分離する第2の工程とを有して構成される。切断ラインに沿って少なくとも接合界面を改質し、これに熱処理を施すことで素子を個片化するように構成することで、支持基板の強度が高い場合でも、接合界面が剥離することなく素子を個片化することができる。従って、両基板の接合強度が低下することを防止できるため、温度安定性が劣化することを防止でき、優れたフィルタ特性を得ることが可能となる。

10

【0031】

また、請求項11から16の何れか1項に記載の前記製造方法は、例えば請求項17記載のように、前記支持基板の硬度が前記圧電基板の硬度よりも高くともよい。

【0032】

また、請求項11から17の何れか1項に記載の前記支持基板は、請求項18記載のように、サファイア基板で作製されることが好ましい。一般的に使用されるリチウムタンタレートやリチウムナイオベート等よりも硬度が非常に高いサファイア基板を用いることで、支持基板に傷をつけずに、即ち支持基板の強度を低下させることなく、圧電基板を除去することが可能となる。また、サファイア基板は、同じく一般的に使用されるリチウムタンタレートやリチウムナイオベート等よりも熱膨張係数が小さく、ヤング率も大きいサファイアを支持基板に使用することで、効率的に圧電基板の熱膨張を抑制することが可能となり、弾性表面波素子の温度安定性を向上させることができる。

20

【0033】

また、請求項18記載の前記サファイア基板は、請求項19記載のように、前記サファイア基板はサファイア結晶におけるR面又はA面の基板であることが好ましい。加工のし易いR面又はA面のサファイア基板を用いることで、容易に素子を個片化することができる。

30

【0034】

また、請求項18記載の前記圧電基板上の弾性表面波の伝搬方向は、請求項20記載のように、前記サファイア基板のc軸投影線及び該c軸投影線の垂直方向と異なることが好ましい。サファイア基板のc軸投影線方向及びその垂直方向は、切断の際に欠けることが多く、加工が困難である。そこで、サファイア基板の切断方向を上記の方向とは異なる方向とすることで、容易に素子を個片化することが可能となる。

【0035】

また、請求項20記載の前記弾性表面波の伝搬方向と前記c軸投影線とのなす角は、例えば請求項21記載のように、 $45^{\circ} \pm 2^{\circ}$ であることが好ましい。弾性表面波の伝搬方向とc軸投影線とのなす角を 45° とすることで、最も加工が容易となる。また、その角度のマージンを、サファイア基板の加工時のマージンである $\pm 2^{\circ}$ とすることで、サファイア基板の使用が容易となる。

40

【0036】

また、請求項11から21の何れか1項に記載の前記圧電基板は、例えば請求項22記載のように、リチウムタンタレート基板又はリチウムナイオベート基板を用いることができる。

【0037】

50

【発明の実施の形態】

以下、本発明を好適に実施した形態について図面を用いて詳細に説明する。

【0038】**〔第1の実施形態〕**

先ず、本発明の第1の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。図3は、本実施形態による弾性表面波（SAW）素子チップ1の構成を示す図である。尚、図3（a）はSAW素子チップ1の上面図であり、（b）はそのX1-X1断面図である。

【0039】

図3に示すように、SAW素子チップ1は、圧電基板20の第2の主面（これを裏面とする）に支持基板30が接合され、同じく圧電基板20の第1の主面（これを表面とする）に楕形電極（IDT）11及び反射電極12を有して成る共振子10が形成された構成を有する。 10

【0040】

圧電基板20には、切り出し角が回転Yカット板である42°YカットX伝搬リチウムタングステート（SAWの伝搬方向Xの線膨張係数が16.1ppm/°C）の圧電単結晶基板（以下、LT基板という）を用いた。但し、このほかにも、切り出し角が回転Yカット板である64°YカットX伝搬リチウムナイオベート（LiNbO₃：SAWの伝搬方向Xの線膨張係数が15.4ppm/°C）の圧電単結晶基板（以下、LN基板という）や、水晶等の圧電材料基板を用いることも可能である。尚、42°YカットX伝搬LT基板は漏洩表面波を使用している。また、同様に漏洩表面波を使用する基板としては、LSTカットの水晶基板や128°YカットX伝搬LN基板等が存在し、これらを使用することも可能である。 20

【0041】

また、支持基板30には、圧電基板（LTやLN等）よりも線膨張係数がより小さく且つヤング率が大きい基板である、R面カットのサファイア（SAWの伝搬方向Xの線膨張係数が5.3ppm/°C）基板やシリコン基板等を用いることができる。以下の説明では、例としてR面カットのサファイア基板（以下、サファイア基板と略す）を使用し、この厚さを300μmとした。

【0042】

本実施形態では、圧電基板20と支持基板30とを例えば接合面に表面活性化処理を用いた基板接合方法により直接接合する。表面活性化処理を施した基板接合方法を用いることで、両基板（20, 30）の接合強度が上昇し、支持基板30によるSAW素子チップ1の温度安定性が向上する。但し、この他にも樹脂やその他の接着材料を用いて圧電基板20と支持基板30とを貼り合わせても良い。 30

【0043】

図3では、圧電基板20の表面に形成された共振子10が各々ワンポート共振子である。4つの共振子10のうち2つずつをそれぞれ配線パターン13で接続することで、例えば1.9GHz帯のフィルタが2組形成されている。この際、SAWの波長を2.1μmとする。即ち、図3に示すSAW素子チップ1は1.9GHz帯のデュプレクサとして構成されている。但し、各々のフィルタを多段（例えば4段）構造のラダー型フィルタ10aで構成する場合、その構成は図4（a）に示すように、直列碗131に接続されたIDT111を含んで形成された共振子（これを直列共振子Sという）と並列碗132に接続されたIDT112を含んで形成された共振子（これを並列共振子Pという）とを有した構成となる。図4（a）に示す4段構造のラダー型フィルタ10aの回路図を図4（b）に示す。但し、以下の説明では、簡略化のため、図3のような、ワンポート共振子を4つ（A, B, C, D）用い、このうちAとBとが送信用フィルタを構成し、CとDとが受信用フィルタを構成するデュプレクサを例に挙げる。 40

【0044】

図3に示す例では、4つの共振子10（A, B, C, D）のうち、同一のフィルタを構成する共振子同士（A及びB／C及びD）はSAWの伝搬方向において重ならないようにレ 50

アウトされているが、異なるフィルタを構成する共振子同士（例えばA及びC／B及びD）はSAW伝搬方向において重なりを持つ。このような構成では、圧電基板20と支持基板30との接合界面で反射したバルク波がSAW伝搬方向において重なりを持つ共振子（例えばA／CであればC／A，B／DであればD／B）に入力してしまい、スプリアスが発生する。これは特にチップの小型化のために、共振子間の距離を確保できない場合に重大な問題となる。

【0045】

そこで本実施形態では、図3（a）及び（b）に示すように、SAW伝搬方向において隣接する共振子10間（AとCとの間，BとDとの間）に、圧電基板20を除去することで形成した溝4を設ける。これにより、SAW伝搬方向に重なりを持つ共振子10間が物理的に分離（アイソレート）されるため、図5に示すように、一方の共振子10から発振した圧電基板20内部を伝搬するバルク波（接合界面での反射波を含む）が他方の共振子10へ入力することを防止でき、スプリアスの発生を抑えることができる。尚、溝4は、後述するように、圧電基板20をダイシングブレード等を用いて切断することで形成されるため、その側面（圧電基板20の切断面）は粗面である。このため、溝4の側面に入射したバルク波は乱反射し、スプリアスを発生させる要因とならない。また、これも後で述べるが、レーザ照射などを行って、結果的にクラックを形成することによってもバルク波の伝搬を防ぐことができる。クラックは幅が非常に狭い溝であり、圧電基板を物理的に分離できる。

10

【0046】

次に、本実施形態によるSAW素子チップ1の製造方法について、以下に図面を用いて詳細に説明する。

20

【0047】

図6は、SAW素子チップ1の製造方法を説明するためのプロセス図である。但し、本実施形態では、量産性の向上及びチップ1つあたりの製造コストの低減を実現するために、多面取り構造を用いる。

【0048】

本製造方法では、先ず、図6（a）に示すように、製品形態よりも厚い圧電基板20Aと支持基板30とを接合し、接合基板を作成する。この際、両基板（20A，30）の接合面には、例えばアルゴン（Ar）等の不活性ガスや酸素のイオンビーム，中性子ビーム又はプラズマ等を用いた表面活性化処理を施すことが好ましい。このように活性化処理を行うことで、両基板（20A，30）の接合強度を向上することが可能となる。また、両基板（20A，30）を接合する際、これらを100℃程度以下の温度下で挟み込むように加圧することで、より接合強度を向上させることができる。以上のように表面活性化処理を用いた基板接合方法を採用することで、両基板（20A，30）を接合した後に、1000℃以上での高温でアニール処理を施す必要がないため、基板の破損を招く恐れがなく、且つ様々な基板を接合することができる。

30

【0049】

次に、本実施形態では、図6（b）に示すように、上記で作成した接合基板における少なくとも圧電基板20Aを製品形態として使用する程度の厚みまで切削／研磨する。但し、図6（a）の工程において、製品形態程度の厚みの圧電基板20を使用した場合、この工程は省略することができる。また、支持基板30に関しても製品形態よりも厚い基板を用いた場合、この工程において同様に切削／研磨する。更に、この工程の後に200℃程度以下の低温でアニール処理を行うことで、接合強度を向上させることもできる。切削／研磨後にアニール処理を行うことで、熱応力の発生を可能な限り低減されるため、基板が破損することを防止できる。

40

【0050】

圧電基板20と支持基板30との接合基板を作成すると、次に図6（c）に示すように、圧電基板20表面に金属膜11Aを形成し、この上にフォトリソグラフィ技術を用いてマスク11aを形成した後、この上からエッチングを施すことで、図6（d）に示すように

50

、 I D T 1 1 や反射電極 1 2 及び配線パターン（信号を入出力するための電極パッドも含む） 1 3 （図 3 参照）が 2 次元配列して複数形成された多面取り構造のベース基板が作製できる。

【 0 0 5 1 】

本製造方法では次に、上記で作製したベース基板を個々の S A W 素子チップ 1 に個片化する工程に移行する。この工程では、圧電基板 2 0 を切断する段階と支持基板 3 0 を切断する段階とで異なる切断手段を用いる。但し、上述の特許文献 4 で開示された方法には、支持基板 3 0 が例えばサファイアやシリコン等の一般的な圧電基板よりも硬い材料で形成されていた場合、切断部付近の接合界面が剥離し易く、また、切削速度の制御もセンシティブとなるため、製造効率が低下し、大量生産が困難となるという問題が存在する。更に、ダイシングに用いるブレードの磨耗が早く、製造装置の寿命が短くなるという問題も存在する。そこで、圧電基板 2 0 よりも硬い支持基板（サファイア基板） 3 0 を用いた本実施形態では、これ（支持基板）を切断する手段として、ダイシングブレードを用いた手法以外であるレーザ光を用いた手法を採用する。ダイシングブレードよりも切断部にかかる負荷（衝撃や振動）が小さいレーザ光を用いることで、切削速度の制御が容易で且つ切断部付近の接合界面が剥離するという問題やダイシングブレードの寿命が短くなるという問題を回避でき、効率よく且つ高い歩留りで S A W 素子チップを大量生産することができる。以下に、この工程を図 6 に基づいて説明する。

10

【 0 0 5 2 】

先ず、図 6（e）に示すように、ダイシングブレードを用いて個々の S A W 素子チップ 1 の境界部分（これを切断ラインという）の圧電基板 2 0 のみを切断（除去）し、溝 8 1 を形成する。この際、同一の工程で、S A W 伝搬方向において重なっている I D T 1 1 の間（溝 4 に相当：図 3 参照）の領域の圧電基板 2 0 部分も切断（除去）する。即ち、本実施形態では、S A W 素子チップ 1 の分離部分（切断ライン）と、S A W 伝搬方向における共振子 1 0 間の分離部分とを同一の工程で除去する。これにより、製造工程を新たに追加すること無く、バルク波によるスプリアスが防止された S A W 素子チップ 1 を製造することができる。尚、この工程では、例えば幅が 2 0 0 μm で粒度が # 2 0 0 0 のダイヤモンドブレードを用い、ベース基板が搭載されたステージの送り速度を 5 mm / 秒として、同程度の溝 4 及び 8 1 を形成した。但し、これに限定されず、幅 4 0 μm から 2 0 0 μm 程度のダイシングブレードであれば、換言すれば幅 4 0 μm から 2 0 0 μm 程度の溝 4 を形成することが可能なダイシングブレードであれば如何なるものを用いてもよい。また、溝 4 の幅は、S A W 素子チップ 1 の境界部分（切断ライン）に形成する溝 8 1 よりも狭くすることも可能であるため、溝 4 を作製するためのダイシングブレードに幅 4 0 μm 程度以下の細いものを用いてもよい。更に、上記ではダイヤモンドブレードを用いた場合を例に挙げたが、これを例えばレジンブレードとすることで、支持基板 3 0 に傷をつけることなく、即ち支持基板 3 0 の強度を落とすことなく、圧電基板 2 0 のみを切断することが可能である。

20

30

【 0 0 5 3 】

次に、本製造方法では、溝 8 1 よりも細い幅のレーザ光を用いて、上記工程により露出された支持基板 3 0 を、個々の S A W 素子チップ 1 の境界に沿って切断する（図 6（f）参照）。これにより、切断ライン付近の接合界面が剥離することを防止しつつ、S A W 素子チップ 1 を個片化することができる。

40

【 0 0 5 4 】

また、図 6（f）では、支持基板 3 0 の切断にレーザ光を用いて S A W 素子チップ 1 を個片化した。この他の方法として、例えば図 7 に示すように、図 6（e）の工程で露出された部分における支持基板 3 0 に、個々の S A W 素子チップ 1 の境界（切断ライン）に沿ってスクライプ装置を用いて傷 8 2 を付け（図 7（a）参照）、このスクライプによる傷 8 2 に沿ってブレーキ装置を用いて支持基板 3 0 を割ることで、S A W 素子チップ 1 を個片化してもよい。この際、スクライプ装置には、先端の太さが溝 8 1 よりも細い（ダイシングブレードを 2 0 0 μm とした場合では例えば 1 5 0 μm ）のダイヤモンド針を使用す

50

る。

【0055】

更に、圧電基板20及び支持基板30を切断する工程では、比較的大出力で優れたレーザ特性を有するYAGレーザ等を用いて両基板を溶融する手法を用いることも可能である。即ち、図6(a)～(d)の工程で接合基板上にIDT11等を作製した後に、図8に示すように、レーザ光を用いて圧電基板20を溶融して溝81'を形成し(図8(b)参照)、次に同様に、レーザ光を用いて支持基板30を溶融して切断する(図8(c)参照)。尚、このような方法を採用する場合、溝4は別の工程、例えば圧電基板20を溶融する前の工程でダイシングブレードを用いて形成しておく方が良い(図8(a)参照)。

【0056】

また、上記では圧電基板20及び支持基板30を溶融して切断する手法を例に挙げたが、溶融せずに多光子吸収により改質層を形成し、この改質層に外力を与えて切断する手法も用いることができる。このような手法を用いた工程を以下に図9を用いて説明する。

【0057】

図9に示すように、先ず、図6(a)～(d)の工程で接合基板上にIDT11等を作製した後に、ダイシングブレード等を用いて溝4を形成する(図9(a)参照)。次に、SAW素子チップ1を個片化する際の切断部分(切断ライン)における接合界面を含む領域に焦点を合わせてレーザ光を照射する。これにより、融解又は多光子吸収により改質された領域(改質部91)が形成される(図9(b)参照)。この際、改質部91は、接合界面から例えば上下(圧電基板20側及び支持基板30側にそれぞれ)10 μ m程度の領域とする。その後、このベース基板に加熱処理を施すことで、圧電基板20と支持基板30との熱膨張係数の違いから、接合界面に熱応力を発生させ、ベース基板を切断する。これにより、SAW素子チップ1が個片化される(図9(c)参照)。

【0058】

また、切断時に改質する部分は図9(b)に示すような圧電基板20と支持基板30との接合基板に限定されず、例えば図10に示すように、圧電基板20の表面(支持基板30と反対側)付近(深さ10 μ m程度)や支持基板30の表面(圧電基板20と反対側)付近(深さ100 μ m程度)の領域にも改質部92を設けても良い。これにより、より確実且つ歩留りよくベース基板を切断することができる。

【0059】

更に、図9(b)や図10に示すように少なくとも接合界面付近を改質することで、この部分は切断し易くなる。そこで、上述のような加熱処理でなく、ダイシングブレードやレーザ光やスクライブ等を用いてSAW素子チップ1を個片化しても、圧電基板20と支持基板30とが剥離することなく、SAW素子チップ1を個片化できる。

【0060】

次に、以上のように作製したSAW素子チップ1のフィルタ特性を図11を用いて詳細に説明する。尚、図11は、SAW素子チップ1を1.9GHz帯のデュプレクサとして作製した場合のフィルタ特性を示しており、その際の圧電基板(LT基板)2の厚さを30 μ mとし、支持基板(サファイア基板)3の厚さを300 μ mとした。

【0061】

このようなSAW素子チップ1において、バルク波の影響がある場合、フィルタ特性の高周波側にスプリアスが発生するため、一般的に受信帯域として使用される受信用フィルタの帯域の抑圧度が劣化する。これに対し、図11に示すように、本実施形態による構成とすることで、スプリアスを大幅に改善することができ、良好なフィルタ特性が得られた。

【0062】

以上のように、本実施形態によれば、SAW伝搬方向において重なりを持つ共振子10間を物理的に分離することが可能となるため、これらの間でバルク波が入力されることを防止でき、スプリアスの発生を抑えて良好なフィルタ特性を得ることが可能となる。更に、本実施形態では、2段階の基板切断工程を採用し、支持基板の切断にレーザ光を用いているため、支持基板を圧電基板よりも硬い材料で形成した場合でも、切削速度の制御が容易

10

20

30

40

50

で且つ切断部付近の接合界面が剥離するという問題やダイシングブレードの寿命が短くなるという問題を回避でき、効率よく且つ高い歩留りで大量生産することが可能となる。

【0063】

〔第2の実施形態〕

次に、本発明の第2の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。図12は、本実施形態によるSAW素子チップ2の構成を示す図である。尚、図12(a)はSAWチップの上面図であり、(b)はそのX2-X2断面図である。

【0064】

図12に示すように、SAW素子チップ2は、第1の実施形態によるSAW素子チップ1（図3参照）において、SAW伝搬方向の重なりを持って隣接する共振子10間（AとCとの間、BとCとの間）に形成する溝24が、圧電基板20を完全に分断しない構成を有している。即ち、圧電基板20が数 μm （例えば5 μm ）程度残して除去されている。 10

【0065】

このような構成は、例えば支持基板30が圧電基板20よりも軟らかい材料（例えばガラス等）で形成された場合に特に有効であり、圧電基板20のダイシング時に支持基板30が破損することを防止できる。但し、支持基板30を第1の実施形態と同様に圧電基板20よりも硬い材料（サファイアやシリコン等）で形成した場合でも本実施形態による構成を適用することで、支持基板30が破損する可能性をより抑えることができる。尚、圧電基板20を厚み方向に数 μm 程度残したとしても、一方の共振子10から他方の共振子10へバルク波が入力されることを十分に防止することが可能であり、スプリアスの発生を抑えられる。 20

【0066】

次に、本実施形態によるSAW素子チップ2の製造方法について、以下に図面を用いて詳細に説明する。

【0067】

図13は、SAW素子チップ2の製造方法を説明するためのプロセス図である。本製造方法でも、第1の実施形態における製造方法と同様に、量産性の向上及びチップ1つあたりの製造コストの低減を目的として、多面取り構造を用いる。

【0068】

本製造方法では、先ず、図6に示す製造方法と同様な工程を用いて、IDT11等が形成された圧電基板20と支持基板30との接合基板（ベース基板）を作製する（図6(a)～(d)参照）。 30

【0069】

次に、上記で作製したベース基板を個々のSAW素子チップ2に個片化するにあたり、ダイシングブレードを用いて個々のSAW素子チップ2の境界部分（切断ライン）の圧電基板20を貫通しない程度に（5 μm 程度残して）切断（除去）する（図13(a)参照）。この際、同一の工程で、SAW伝搬方向において重なっているIDT11の間（溝24に相当）の領域の圧電基板20部分も貫通しない程度（同様に5 μm 程度残して）切断（除去）する。これにより、製造工程を新たに追加することなく、バルク波によるスプリアスが防止されたSAW素子チップ2を製造することができる。尚、この工程では、例えば幅が100 μm で粒度が#2000のダイヤモンドブレードを用い、ベース基板が搭載されたステージの送り速度を5mm/秒として、同幅程度の溝24及び83を形成した。但し、これに限定されず、第1の実施形態と同様に、幅40 μm から200 μm 程度のダイシングブレードであれば、換言すれば幅40 μm から200 μm 程度の溝24を形成することが可能なダイシングブレードであれば如何なるものを用いてもよい。また、溝24は、SAW素子チップ2の境界部分に形成する溝83よりも狭くすることも可能であるため、溝24を作製するためのダイシングブレードに幅40 μm 程度以下の細いものを用いても良い。 40

【0070】

以上のように、厚さ数 μm 程度を残して圧電基板20を除去した後、本製造方法では、溝 50

83よりも細い幅のレーザ光を用いて、溝83の底部から支持基板30を、個々のSAW素子チップ1の境界に沿って切断する（図13（b）参照）。これにより、切断ライン付近の整合界面が剥離することを防止しつつ、SAW素子チップ2を個片化することができる。但し、本実施形態では、レーザ光に限定されず、溝83よりも細い切断手段であれば、ダイシングブレードを用いて支持基板30（残った圧電基板20も含む）を切断しても良い。即ち、本実施形態のように、切断ライン上の圧電基板20を微小に残しておくことで、ダイシングブレード等を用いて支持基板30を切断した場合でも、接合界面の剥離を強度の弱い部分、即ち圧電基板20が薄く残された部分（溝83の底部）のみに抑えることができる。また、このほかにも、例えば図14に示すように、溝83の底部に支持基板30まで十分に到達する傷84をSAW素子チップ2の境界に沿ってスクライプ装置を用いて形成し（図14（a）参照）、このスクライプによる傷84に沿ってブレーキ装置を用いて支持基板30を割ることで、SAW素子チップ2を個片化しても良い。この際、スクライプ装置には、第1の実施形態における製造方法と同様に、先端の太さが溝83よりも細いダイヤモンド針を使用する。

10

20

30

40

50

【0071】

以上のように、本実施形態によれば、SAW伝搬方向において重なりを持つ共振子10間を実質的に物理的に分離することが可能となるため、これらの間でバルク波が入力されることを防止でき、スプリアスの発生を抑えて良好なフィルタ特性を得ることが可能となる。更に、本実施形態では、2段階の基板切断工程を採用し、支持基板の切断にレーザ光を用いているため、支持基板を圧電基板よりも硬い材料で形成した場合でも、切削速度の制御が容易で且つ切断部分付近の接合界面が剥離するという問題やダイシングブレードの寿命が短くなるという問題を回避でき、効率よく且つ高い歩留りで大量生産することが可能となる。更に、支持基板の切断にダイシングブレードを用いた場合でも、圧電基板と支持基板との剥離を薄膜化された部分（溝83）のみに抑えることが可能となるため、接合強度を維持することが可能となり、温度安定性が低下することを防止できる。

【0072】

また、他の構成及び製造方法は、第1の実施形態と同様であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

【0073】

〔第3の実施形態〕

次に、本発明の第3の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。図15は、本実施形態によるSAW素子チップ3の構成を示す図である。尚、図15（a）はSAW素子チップ3の上面図であり、（b）はそのX3-X3断面図である。

【0074】

図15に示すように、SAW素子チップ3は、第1の実施形態によるSAW素子チップ1（図3参照）において、SAW伝搬方向の重なりを持って隣接する共振子10間（AとCとの間、BとDとの間）に形成する溝34が、圧電基板20を貫通して支持基板30に達した構成を有している。即ち、支持基板30が数～数10 μ m（例えば10 μ m）程度、圧電基板20と共に除去されている。但し、支持基板30を切削する上限としては、支持基板30の強度の低下がSAW素子チップ3の耐久性及び温度安定性を損なわない程度とする。

【0075】

このように、支持基板30が強度を十分に有していれば、圧電基板20と共に支持基板30の一部も除去した構成としても、接合界面が剥離することなく、SAW素子チップ3を個片化することが可能である。尚、他の構成及び製造方法は第1の実施形態と同様であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

【0076】

〔第4の実施形態〕

次に、本発明の第4の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。図16は、本実施形態によるSAW素子チップ4の構成を示す図である。尚、図16（a）はSAW素子チ

ップ4の上面図であり、(b)はそのX4-X4断面図である。

【0077】

本実施形態によるSAW素子チップ4は、図16に示すように、第1の実施形態による圧電基板20の除去部分(図3における溝4に相当)が、圧電基板20を改質させた部分(改質部44)に置き換えられた構成を有する。これにより、圧電基板20の連続性が無くなり、改質部44を介してバルク波が伝搬することを防止できる。

【0078】

圧電基板44の一部を改質させる手段としては、レーザ光等を使用することができる。レーザ光を改質部分に照射することで、この部分で溶融又は多光子吸収が起こり、圧電基板20の改質が生じる。これにより、圧電基板20の性質的な連続性が損なわれるため、一方の共振子10から他方の共振子10へバルク波が入力されることを十分に抑えることが可能であり、スプリアスの発生を抑えられる。また、圧電基板20を物理的に除去することが無いため、圧電基板20と支持基板30との接合強度が低下することを回避でき、SAW素子チップ4の温度安定性が低下することを防止できる。また、改質層を形成後、チップに温度変化を与えると熱応力により改質層で圧電基板にクラックが入ることがある。この場合、溝幅としては非常に狭いが、第1の実施形態のように圧電基板が分割されていることになるため、結果としてバルク波の伝搬をさらに抑えることが可能となる。

【0079】

次に、本実施形態によるSAW素子チップ4の製造方法について、以下に図面を用いて詳細に説明する。

【0080】

図17は、SAW素子チップ4の製造方法を説明するためのブロック図である。本製造方法でも、第1の実施形態と同様に、量産性の向上及びチップ1つあたりの製造コストの削減を目的として、多面取り構造を用いる。

【0081】

本製造方法では、先ず、図6に示す製造方法と同様な工程を用いて、IDT11等が形成された圧電基板20と支持基板30との接合基板(ベース基板)を作製する(図6(a)~(d)参照)。

【0082】

次に、SAW伝搬方向に重なりを持つ共振子10間の連続性をなくすために、レーザ光を用いて対応する領域(改質部44)を照射し、これを改質する(図17(a)参照)。その後、ベース基板を個々のSAW素子チップ2に個片化するにあたり、ダイシングブレードを用いて個々のSAW素子チップ2の境界部分(切断ライン)の圧電基板20を切断(除去)した(図17(b)参照)後、溝81よりも細い幅のレーザ光を用いて、溝81の底部から支持基板30を、個々のSAW素子チップ4の境界に沿って切断する(図17(c)参照)。これにより、切断部付近の整合界面が剥離することを防止しつつ、SAW素子チップ4を個片化することができる。他の構成及び製造方法は、第1の実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

【0083】

また以上では、SAW伝搬方向における重なりを持つ共振子10間の圧電基板20を上面から下面に渡って改質させた場合について例を挙げたが、本発明はこれに限定されず、例えば第2の実施形態における溝24に相当するような圧電基板20の裏面(支持基板30側)に到達しないような領域、または第3の実施形態における溝34のような支持基板30の上層まで達した領域を改質させることで、両共振子10間を分離するように構成することも可能である。

【0084】

〔第5の実施形態〕

次に、本発明の第5の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。図18は、本実施形態によるSAW素子チップ5の構成を示す図である。尚、図18(a)はSAW素子チップ5の上面図であり、(b)はそのX5-X5断面図である。

【0085】

図18に示すように、SAW素子チップ5は、SAW伝搬方向に重なりを持つ共振子10間の領域であって、その一部（少なくとも共振子10同士がSAW伝搬方向において重なる領域）のみの圧電基板20が改質された構成を有する。

【0086】

レーザ光を用いて圧電基板20を改質させる構成とすることで、チップ5全体を跨がらず、少なくとも共振子10同士がSAW伝搬方向において重なる領域であって両共振子10の間の領域のみに介在する改質部54を形成することが可能となる。即ち、圧電基板20がバルク波に対して部分的に分断された構成のSAW素子チップ5を形成することができる。尚、他の構成及び製造方法は、第4の実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。 10

【0087】

また、上記では圧電基板20を部分的に改質させた場合について例を挙げたが、本発明はこれに限定されず、図19に示すように、改質部54に相当する領域をレーザ光等を用いて除去した構成（溝54'）としても良い。これにより、同様に圧電基板20をバルク波に対して部分的に分断することが可能となるため、バルク波によるスプリアスが抑制されたSAW素子チップ5'を形成することができる。

【0088】

〔第6の実施形態〕

次に、本発明の第6の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。図20は、本実施形態によるSAW素子チップ6の構成を示す上面図である。 20

【0089】

図20に示すように、SAW素子チップ6は、圧電基板20上に形成されたIDT11がSAW伝搬方向において重ならないようにレイアウトされている。即ち、SAW素子チップ6は、共振子10同士がSAW伝搬方向に重なりを持たない。大部分のバルク波はSAW伝搬方向に圧電基板20の深さ方向の成分を持って伝搬するため、共振子10同士のSAW伝搬方向の重なりを無くすことで、一方の共振子10から出力されたバルク波が他の共振子10へ入力することを防止でき、スプリアスの発生を抑制できる。

【0090】

このような構成を有するSAW素子チップ6は、例えば図6（c）及び（d）に示す工程において形成するIDT11や配線パターン13のレイアウトを図20に示すようなものとし、（e）に示す工程における溝4を形成する手順を削除することで作製することができる。 30

【0091】

また、以上のような構成において、図21のSAW素子チップ6'に示すように、SAW伝搬方向に並ぶ（重なりを有さなくても良い）共振子10間の一部を分断するような改質部64'（溝であってもよい）を形成することで、よりバルク波の影響を低減することができる。スプリアスの発生を抑制できる。

【0092】

更に、本実施形態は、例えば図18に示すような第5の実施形態によるSAW素子チップ5と組み合わせることで、図22のSAW素子チップ7に示すように、SAW伝搬方向において重なりを持たない共振子10の組であって、それらの間に溝又は改質部を形成することができない構成を有する共振子10同士を互いにSAW方向の重なりを持たないようにレイアウトする。これにより、例えばSAW伝搬方向における共振子10間に配線パターン13等が形成されたSAW素子チップにおいてもバルク波の影響が最大限に低減させることができる。 40

【0093】

尚、他の構成及び製造方法は、上記した各実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

【0094】

〔他の実施形態〕

以上、説明した実施形態は本発明の好適な一実施形態にすぎず、本発明はその趣旨を逸脱しない限り種々変形して実施可能である。

【0095】

例えば、上記した各実施形態では、支持基板30としてR面カットのサファイア基板を用いたが、この代わりにA面カットのサファイア基板を用いてもよい。サファイアのR面又はA面は、その面内でc軸投影線に平行方向とその垂直方向との加工が難しい。

【0096】

一般的なSAW素子チップでは、ほとんどの場合、SAW伝搬方向に平行方向及び垂直方向にウェハを切断して得られた長方形のサファイア基板が用いられている。そのため、図23に示すように、圧電基板20のSAW伝搬方向をサファイア基板（この符号を3とする）のc軸投影方向に平行或いは垂直とすると、サファイア基板3を切断することが困難となってしまう。

【0097】

このような問題を解決するために、本発明では、サファイア基板の切断方向をc軸投影方向に平行或いは垂直な方向からずらして設定する。これを図24を用いて説明する。

【0098】

図24に示すように、圧電基板20上のSAW伝搬方向をサファイア基板3のc軸投影方向に対して略45°傾ける。これにより、サファイア基板3の切断方向もc軸投影方向に対して45°傾くので、加工がし易く安定した特性のSAW素子を得ることができる。尚、一般的にサファイア基板3は作製時に±2°のマージンを有して設計されているため、傾ける角度のマージンも±2°となる。

【0099】

以上、各実施形態で挙げたパラメータ等の数値、材料等は一例にすぎず、本発明は、その趣旨を逸脱しない限り種々変形することができる。また、SAW素子も1つの共振子で構成されるものに限定されず、複数個の共振子を有してなるラダー型フィルタや多重モード結合型フィルタやこれらのフィルタを用いたデュプレクサやデュアルフィルタ等を適用することができる。

【0100】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、バルク波によるスプリアスや接合界面の剥離が低減され、優れたフィルタ特性が得られる弾性表面波素子及びその製造方法を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術によるSAW素子チップ100の構成を示す図であり、(a)はその上面図であり、(b)はそのX100-X100断面図である。

【図2】図1に示すSAW素子チップ100の製造方法の一例を示すプロセス図である。

【図3】本発明の第1の実施形態によるSAW素子チップ1の構成を示す図であり、(a)はその上面図であり、(b)はそのX1-X1断面図である。

【図4】本発明で使用するラダー型フィルタ110の一例を示す上面図である。

【図5】本発明の第1の実施形態によるSAW素子チップ1におけるバルク波の伝搬を説明するための図である。

【図6】本発明の第1の実施形態によるSAW素子チップ1の製造方法を示すプロセス図である。

【図7】本発明の第1の実施形態によるSAW素子チップ1の他の製造方法を示すプロセス図である(1)。

【図8】本発明の第1の実施形態によるSAW素子チップ1の他の製造方法を示すプロセス図である(2)。

【図9】本発明の第1の実施形態によるSAW素子チップ1の他の製造方法を示すプロセス図である(3)。

【図10】本発明の第1の実施形態によるSAW素子チップ1の他の製造方法を示すプロ

セス図である（４）。

【図１１】本発明の第１の実施形態によるＳＡＷ素子チップ１のフィルタ特性を示すグラフである。

【図１２】本発明の第２の実施形態によるＳＡＷ素子チップ２の構成を示す図であり、（a）はその上面図であり、（b）はそのX２－X２断面図である。

【図１３】本発明の第２の実施形態によるＳＡＷ素子チップ２の製造方法を示すプロセス図である。

【図１４】本発明の第２の実施形態によるＳＡＷ素子チップ２の他の製造方法を示すプロセス図である。

【図１５】本発明の第３の実施形態によるＳＡＷ素子チップ３の構成を示す図であり、（a）はその上面図であり、（b）はそのX３－X３断面図である。 10

【図１６】本発明の第４の実施形態によるＳＡＷ素子チップ４の構成を示す図であり、（a）はその上面図であり、（b）はそのX４－X４断面図である。

【図１７】本発明の第４の実施形態によるＳＡＷ素子チップ４の他の製造方法を示すプロセス図である。

【図１８】本発明の第５の実施形態によるＳＡＷ素子チップ５の構成を示す図であり、（a）はその上面図であり、（b）はそのX５－X５断面図である。

【図１９】本発明の第５の実施形態によるＳＡＷ素子チップ５'の構成を示す図であり、（a）はその上面図であり、（b）はそのX５'－X５'断面図である。

【図２０】本発明の第６の実施形態によるＳＡＷ素子チップ６の構成を示す上面図である 20

【図２１】本発明の第６の実施形態によるＳＡＷ素子チップ６'の構成を示す図であり、（a）はその上面図であり、（b）はそのX６'－X６'断面図である。

【図２２】本発明の第６の実施形態によるＳＡＷ素子チップ７の構成を示す図であり、（a）はその上面図であり、（b）はそのX７－X７断面図である。

【図２３】本発明で使用するサファイア基板の構成を説明するための図である（１）。

【図２４】本発明で使用するサファイア基板の構成を説明するための図である（２）。

【符号の説明】

１、２、３、４、５、５'、６、６'、７ ＳＡＷ素子チップ

４、２４、３４ 溝

１０ 共振子

１０a ラダー型フィルタ

１０A 送信用フィルタ

１０B 受信用フィルタ

１１ ＩＤＴ

１２ 反射電極

１３ 配線パターン

２０、２０A 圧電基板

３０ 支持基板

４４、５４、５４'、６４ 改質部 40

８１、８１'、８３ 溝

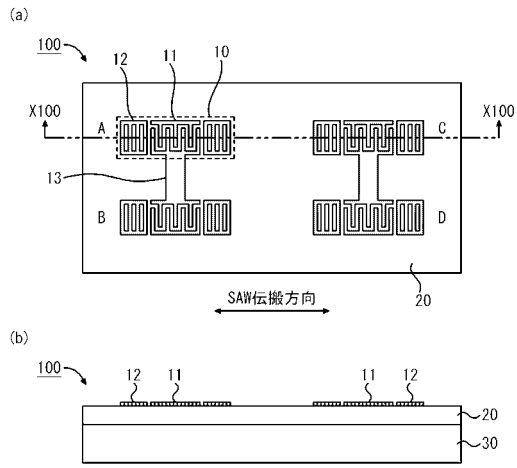
９１、９２ 改質部

１１１、１１２ ＩＤＴ

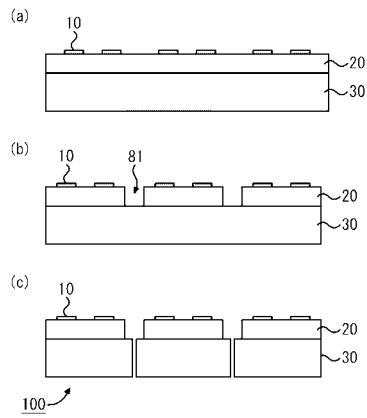
１３１ 直列碗

１３２ 並列碗

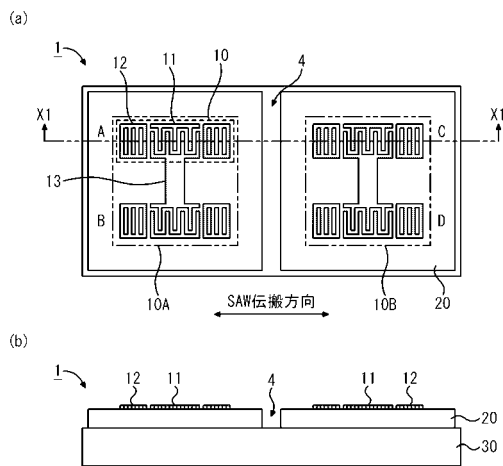
【図 1】



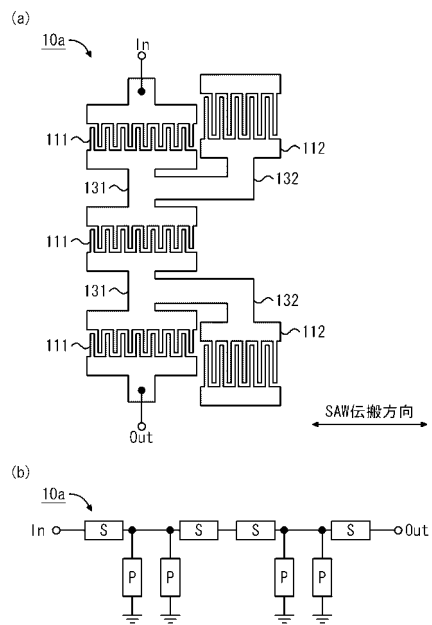
【図 2】



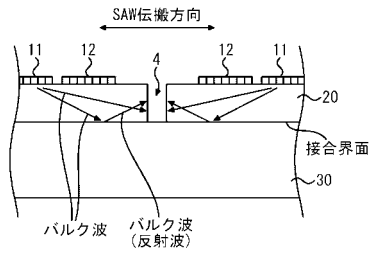
【図 3】



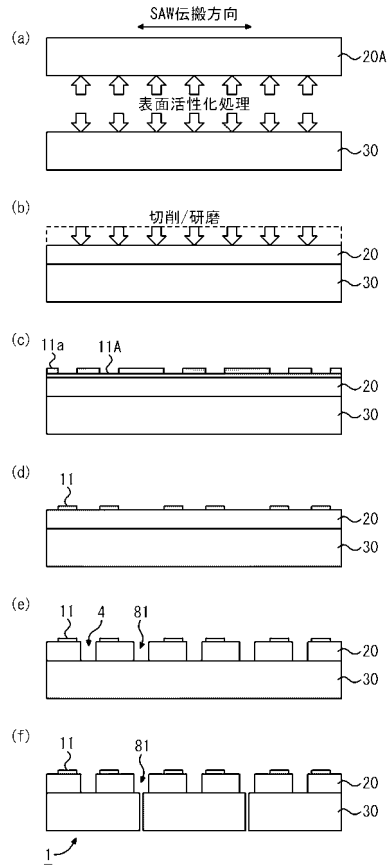
【図 4】



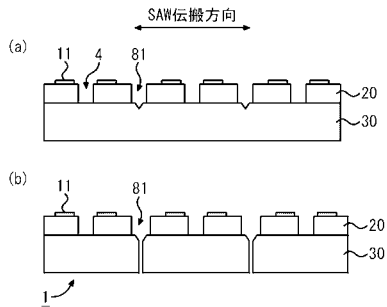
【図 5】



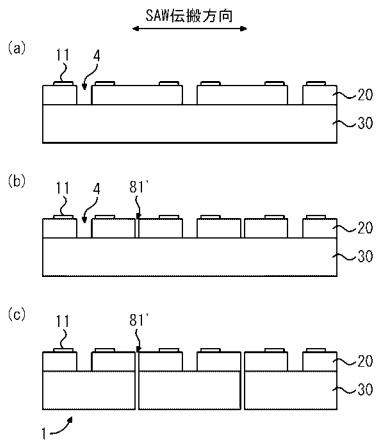
【図 6】



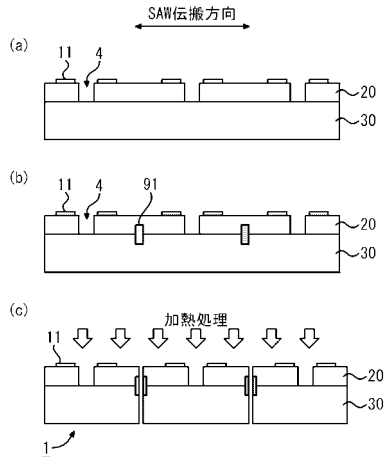
【図 7】



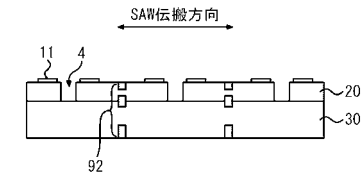
【図 8】



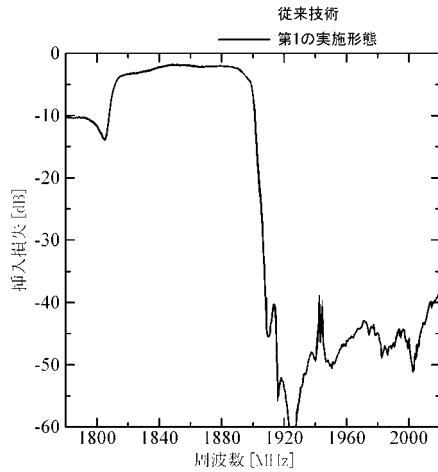
【図 9】



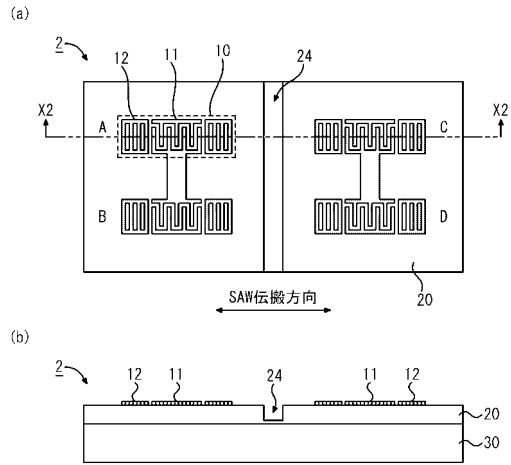
【図 10】



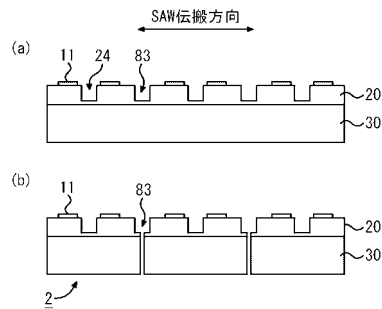
【図 1 1】



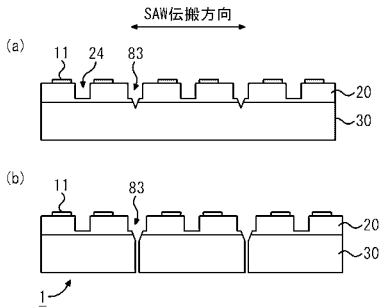
【図 1 2】



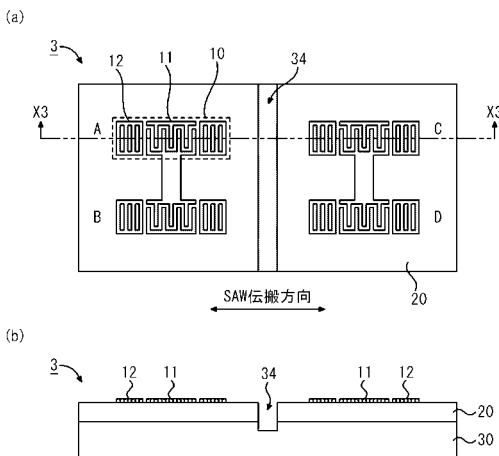
【図 1 3】



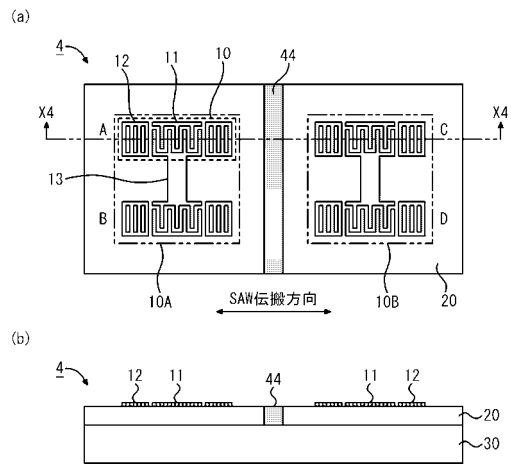
【図 1 4】



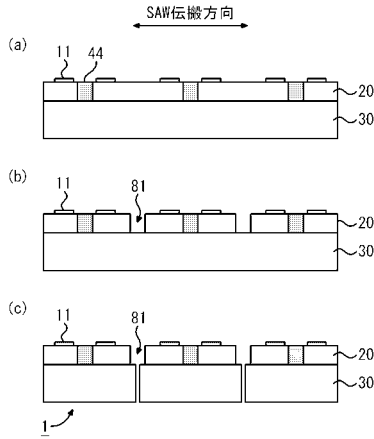
【図 1 5】



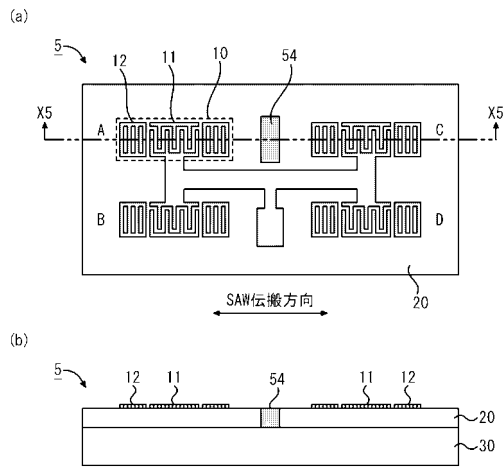
【図 1 6】



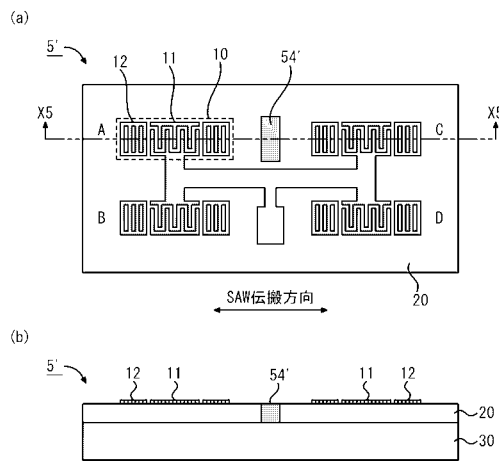
【図 17】



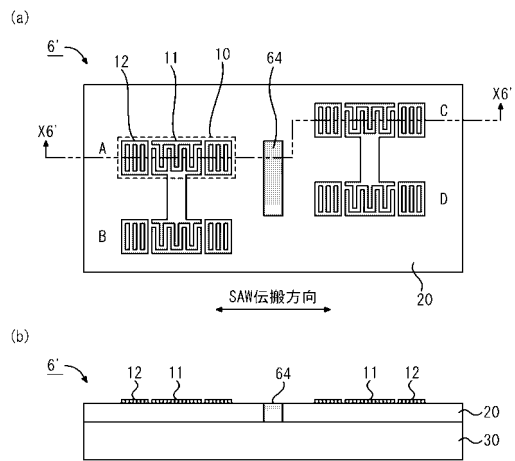
【図 18】



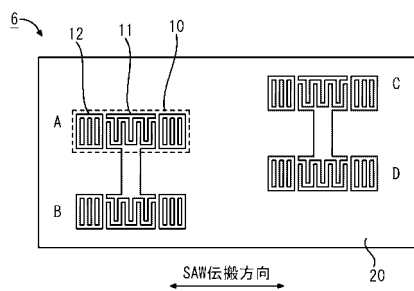
【図 19】



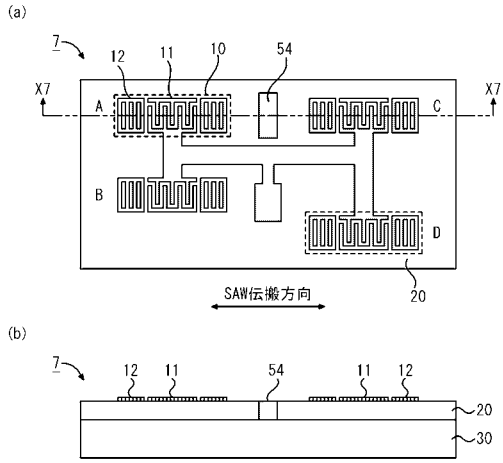
【図 21】



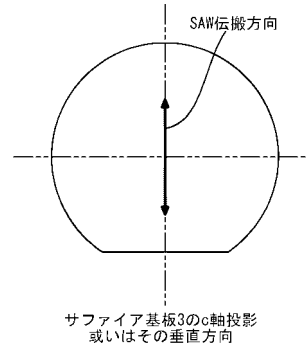
【図 20】



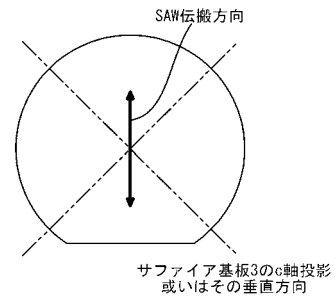
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



フロントページの続き

(72)発明者 三浦 道雄

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72)発明者 佐藤 良夫

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72)発明者 上田 政則

神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目3番12号 富士通メディアデバイス株式会社内

Fターム(参考) 5J097 AA14 BB15 EE08 GG03 GG04 HA03 HA07 HA08 KK09