

(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2005-142902

(P2005-142902A)

(43) 公開日 平成17年6月2日(2005.6.2)

(51) Int.Cl.⁷

H03H 9/145

F I

H03H 9/145

C

テーマコード (参考)

5J097

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2003-378270 (P2003-378270)

(22) 出願日 平成15年11月7日 (2003.11.7)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄

(74) 代理人 100103355

弁理士 坂口 智康

(74) 代理人 100109667

弁理士 内藤 浩樹

(72) 発明者 島村 徹郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下

電子部品株式会社内

Fターム(参考) 5J097 AA21 AA32 DD28 FF02 FF05
KK09

(54) 【発明の名称】 弾性表面波素子用基板

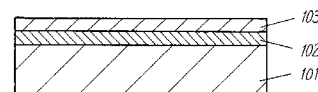
(57) 【要約】

【課題】 圧電体薄膜を形成する表面の表面粗さを小さくすることで成膜後の圧電体薄膜のグレインサイズを小さくすることができ、緻密で結晶性の高い配向膜が得られ、高周波特性に優れ、電気的特性や温度特性の面で自由度の高い弾性表面波素子用基板を提供することを目的とするものである。

【解決手段】 シリコン基板101と、このシリコン基板101の上に形成する誘電体薄膜102と、この誘電体薄膜102の上に形成する圧電体薄膜103とからなり、誘電体薄膜102の圧電体薄膜103の側の表面粗さをRaで2.0nm以下とした弾性表面波素子用基板であり、これによって、1GHz～5GHzといった高周波でも使用に耐え、電気的特性や温度特性の面で自由度の高い、弾性表面波素子用基板を作製できるという作用を有する。

【選択図】 図1

101 シリコン基板
102 誘電体薄膜
103 圧電体薄膜



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板と、この半導体基板上に形成する誘電体薄膜と、この誘電体薄膜上に形成する圧電体薄膜とからなり、前記誘電体薄膜の前記圧電体薄膜側の表面粗さを R_a で 2.0 nm 以下とした弾性表面波素子用基板。

【請求項 2】

半導体基板の表面粗さを R_a で 100 nm 以上とした請求項 1 に記載の弾性表面波素子用基板。

【請求項 3】

半導体基板と、この半導体基板上に形成する誘電体薄膜と、この誘電体薄膜上に形成する金属薄膜と、この金属薄膜上に形成する圧電体薄膜とからなり、前記誘電体薄膜の圧電体薄膜側の表面粗さを R_a で 2.0 nm 以下とした弾性表面波素子用基板。 10

【請求項 4】

半導体基板の表面粗さを R_a で 100 nm 以上とした請求項 1 または 3 に記載の弾性表面波素子用基板。

【請求項 5】

圧電体薄膜の厚みを $10 \text{ }\mu\text{m} \sim 100 \text{ }\mu\text{m}$ とした請求項 1 または 3 に記載の弾性表面波素子用基板。

【請求項 6】

誘電体薄膜を二酸化シリコン、五酸化タンタル、五酸化ニオブのいずれかの材料からなるアモルファス膜とした請求項 1 に記載の弾性表面波素子用基板。 20

【請求項 7】

誘電体薄膜の厚みを $2 \text{ }\mu\text{m} \sim 100 \text{ }\mu\text{m}$ とした請求項 6 に記載の弾性表面波素子用基板。

【請求項 8】

金属薄膜をチタンが含まれる合金とした請求項 3 に記載の弾性表面波素子用基板。

【請求項 9】

半導体基板に励起される表面波の波長を λ として、金属薄膜の厚みを $\lambda/2$ 以下とした請求項 3 または 8 に記載の弾性表面波素子用基板。

【請求項 10】

半導体基板に励起される表面波の波長を λ として、圧電体薄膜の厚みを λ の 2 倍以下とした請求項 9 に記載の弾性表面波素子用基板。 30

【請求項 11】

金属薄膜をモリブデンまたはモリブデンが含まれる合金とした請求項 3 に記載の弾性表面波素子用基板。

【請求項 12】

圧電体薄膜を窒化アルミニウムとした請求項 1 または 3 に記載の弾性表面波素子用基板。

【請求項 13】

圧電体薄膜上に形成する薄膜をシリコンもしくはシリコンの化合物とした請求項 1 から 12 のいずれか 1 つに記載の弾性表面波素子用基板。

【請求項 14】

圧電体薄膜上に金属薄膜を形成し、この金属薄膜上に形成する薄膜をシリコンもしくはシリコンの化合物とした請求項 1 から 12 のいずれか 1 つに記載の弾性表面波素子用基板。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は主に移動体通信機器などで使用される弾性表面波素子に用いられる弾性表面波素子用基板に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、このような弾性表面波素子用基板は、水晶やタンタル酸リチウムなどの圧電性を 50

もった結晶から切り出して表面を研磨したものをを用いている。この場合、単結晶の固体が直接振動するので損失が小さく、しかも安定した電気的特性が得られるため弾性表面波素子用基板のほとんどがこの形態である。しかしながら電気的特性や温度特性が固定されてしまうので適用できるアプリケーションに限界があった。

【0003】

なお、この出願の発明に関連する先行技術文献情報としては、例えば、特許文献1が知られている。

【特許文献1】特開昭57-145419号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

しかしながら上記従来の構成では、そのため、これまで、ガラスやシリコン、あるいはサファイア単結晶上に圧電性を持った薄膜を形成し、これを基板として用い、薄膜の組成や構成、厚みなどを変えることで電気的特性や温度特性の自由度が高い弾性表面波素子用基板を作製できると考えられ、さまざまな工夫が考案され、またその一部は量産もされてきた。

【0005】

しかし、安定した特性を特に1GHz以上の高周波で得ることは困難であり、携帯電話の共用器向けなどの厳しい仕様が要求される分野では、まったく実用にはならなかった。

【0006】

20

本発明は圧電体薄膜を形成する表面の表面粗さを小さくすることで成膜後の圧電体薄膜のグレンサイズを小さくすることができ、緻密で結晶性の高い配向膜が得られ、高周波特性に優れ、電気的特性や温度特性の面で自由度の高い弾性表面波素子用基板を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明は以下の構成を有する。

【0008】

本発明の請求項1に記載の発明は、半導体基板と、この半導体基板上に形成する誘電体薄膜と、この誘電体薄膜上に形成する圧電体薄膜とからなり、前記誘電体薄膜の前記圧電体薄膜側の表面粗さをRaで2.0nm以下とした弾性表面波素子用基板であり、これによって、1GHz～5GHzといった高周波でも使用に耐え、電気的特性や温度特性の面で自由度の高い弾性表面波素子用基板を作製できるという作用を有する。

30

【0009】

請求項2に記載の発明は、半導体基板の表面粗さをRaで100nm以上とした請求項1に記載の弾性表面波素子用基板であり、請求項1と同等の作用のほかに、裏面からの反射波を低減して弾性表面波素子の特性を向上できるという作用を有する。

【0010】

請求項3に記載の発明は、半導体基板と、この半導体基板上に形成する誘電体薄膜と、この誘電体薄膜上に形成する金属薄膜と、この金属薄膜上に形成する圧電体薄膜とからなり、前記誘電体薄膜の圧電体薄膜側の表面粗さをRaで2.0nm以下とした弾性表面波素子用基板であり、請求項1と同等の作用のほかに、結晶性を高め、より電気的特性の優れた弾性表面波素子を得ることができるという作用を有する。

40

【0011】

請求項4に記載の発明は、半導体基板の表面粗さをRaで100nm以上とした請求項3に記載の弾性表面波素子用基板であり、請求項3と同等の作用のほかに、裏面からの反射波を低減して弾性表面波素子の特性を向上できるという作用を有する。

【0012】

請求項5に記載の発明は、圧電体薄膜の厚みを10μm～100μmとした請求項1または3に記載の弾性表面波素子用基板であり、圧電体薄膜のみの性能によって特性が決ま

50

るため、弾性表面波素子の特性を安定させることができるという作用を有する。

【0013】

請求項6に記載の発明は、誘電体薄膜を二酸化シリコン、五酸化タンタル、五酸化ニオブのいずれかの材料からなるアモルファス膜とした請求項1に記載の弾性表面波素子用基板であり、請求項1と同等の作用を有する。

【0014】

請求項7に記載の発明は、誘電体薄膜の厚みを $2\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ とした請求項6に記載の弾性表面波素子用基板であり、上記半導体基板の表面粗さに影響されずに弾性表面波素子の特性を安定させることができるという作用を有する。

【0015】

請求項8に記載の発明は、金属薄膜をチタンが含まれる合金とした請求項3に記載の弾性表面波素子用基板であり、請求項3の作用と同等の作用を有する。

【0016】

請求項9に記載の発明は、半導体基板に励起される表面波の波長を λ として、金属薄膜の厚みを $\lambda/2$ 以下とした請求項3または8に記載の弾性表面波素子用基板であり、請求項3と同等の作用のほかに、金属層の音響的な性質に左右されず、弾性表面波素子の特性を安定させることができるという作用を有する。

【0017】

請求項10に記載の発明は、半導体基板に励起される表面波の波長を λ として、圧電体薄膜の厚みを λ の2倍以下とした請求項9に記載の弾性表面波素子用基板であり、圧電体薄膜のみの性能によって特性が決まるため、弾性表面波素子の特性を安定させることができるという作用を有する。

【0018】

請求項11に記載の発明は、金属薄膜をモリブデンまたはモリブデンが含まれる合金とした請求項3に記載の弾性表面波素子用基板であり、上記金属層の音響インピーダンスを上記圧電体薄膜と合わせることで弾性表面波素子の特性を向上、安定させることができるという作用を有する。

【0019】

請求項12に記載の発明は、圧電体薄膜を窒化アルミニウムとした請求項1または3に記載の弾性表面波素子用基板であり、上記圧電体薄膜と上記誘電体層の厚みの比をコントロールすることで電気的特性や温度特性の自由度を高めることができるという作用を有する。

【0020】

請求項13に記載の発明は、圧電体薄膜上に形成する薄膜をシリコンもしくはシリコンの化合物とした請求項1から12のいずれか1つに記載の弾性表面波素子用基板であり、加熱時の変形を抑えることでフォトリソグラフィ工程などの製造工程を容易にでき、請求項1から12の作用とともに、高周波で利用できる弾性表面波素子を容易に作製できるという作用を有する。

【0021】

請求項14に記載の発明は、圧電体薄膜上に金属薄膜を形成し、この金属薄膜上に形成する薄膜をシリコンもしくはシリコンの化合物とした請求項1から12のいずれか1つに記載の弾性表面波素子用基板であり、請求項13と同等の作用を有する。

【発明の効果】

【0022】

以上のように本発明は、半導体基板と、この半導体基板上に形成する誘電体薄膜と、この誘電体薄膜上に形成する圧電体薄膜とからなり、前記誘電体薄膜の前記圧電体薄膜側の表面粗さを R_a で 2.0nm 以下とした弾性表面波素子用基板であり、これによって、 $1\text{GHz}\sim 5\text{GHz}$ といった高周波でも使用に耐え、電気的特性や温度特性の面で自由度の高い弾性表面波素子用基板を作製できるという作用を有する。

【発明を実施するための最良の形態】

10

20

30

40

50

【0023】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

【0024】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1における弾性表面波素子用基板の構成を示す断面図である。図1に示すように101は半導体基板としてのシリコン基板、102は誘電体薄膜、103は圧電体薄膜である。

【0025】

例えば誘電体薄膜102を二酸化シリコン膜、圧電体薄膜103をチタン酸—ジルコン酸鉛（以下PZTとする）、窒化アルミニウム（以下AlN）、酸化亜鉛（以下ZnO）などで構成する。誘電体薄膜102はシリコンウエハ（図示せず）の表面との密着を高めるためやシリコン基板101の上に形成する薄膜の応力をトータル的に低減するために用いるのであるが、この誘電体薄膜102の表面粗さが大きいとこの誘電体薄膜102の上に形成される圧電体薄膜103の結晶性が悪くなり、特に高周波領域での損失が大きくなる。表面粗さがRaで2nm以下の場合に特に圧電体薄膜103の結晶性が高く成膜できる。また良好な結晶性と密着性を得るためには誘電体薄膜102の成膜後に大気にさらすことなく圧電体薄膜103を連続して成膜するほうが望ましい。

【0026】

また、誘電体薄膜102の成膜手法としてはイオンアシスト蒸着法、イオンプレーティング法、スパッタリング法またはイオンビームスパッタ法などが適している。これらの手法は光通信用の光学フィルタ等の薄膜を作製する際に用いられるものであり、緻密で平坦性の高い膜を得ることができる。

【0027】

(実施の形態2)

図2は本発明の実施の形態2における弾性表面波素子用基板の構成を示す断面図である。実施の形態1と同じ構成要素については同じ符号を用い、説明を省略する。

【0028】

この実施の形態2の特徴はシリコン基板101と誘電体薄膜102の界面の表面粗さが大きいことである。例えば圧電体薄膜103の厚みが10μm以上と比較的厚く、36° YカットLT結晶基板と同等の振動モードを利用する場合、表面波は基板方向にエネルギーをわずかではあるが放射しながら伝搬する。この基板方向へ放射された波は音響インピーダンスが不整合な誘電体薄膜102とシリコン基板101の界面で反射されて表面へ戻ってくるので、弾性表面波に干渉して特性を劣化させる。例えば共振子を作製すると通過特性に細かいリップルが現われる。

【0029】

この通過特性の劣化を防ぐにはシリコン基板101と誘電体薄膜102の界面を荒らしておくことでシリコン基板101への放射波を乱反射させればよい。ただし、荒れた表面に成膜した誘電体薄膜102の表面は荒れたものになることは自明なので誘電体薄膜102の成膜後、その誘電体薄膜102の表面を酸化セリウムやコロイダルシリカといった研磨剤で鏡面研磨する必要がある。この場合でも研磨によって良好な表面粗さを得るためには誘電体薄膜102の膜が緻密である必要があり、実施の形態1で述べた成膜手法を採用することが望ましい。

【0030】

さらに、荒れたシリコン基板101の凹凸を埋め、なおかつ研磨での研磨量のばらつきを吸収するに足る誘電体薄膜102の膜厚が必要であり、したがって2μm以上の膜厚があるとよい。

【0031】

また、誘電体薄膜102の研磨後、この誘電体被膜102の表面は研磨中に付着する金属、研磨粒、大気中に浮遊しているシロキサンなど有機物が吸着することによって汚染されており、圧電体薄膜103の形成前に十分に表面を洗浄することが重要である。圧電体

薄膜 103 の形成の直前にアルゴンで逆に誘電体薄膜 102 の表面をたたいてクリーニングをすることも効果的である。

【0032】

(実施の形態 3)

図 3 は本発明の実施の形態 3 における弾性表面波素子用基板の構成を示す断面図である。実施の形態 1 および 2 と同じ構成要素に関しては同じ符号を用い、説明は省略する。

【0033】

図 3 に示すように 301 は金属薄膜であり、チタンとチタンの化合物が用いられる。この金属薄膜 301 は適切な条件で蒸着することで高い結晶性が得られ、これによりこの金属薄膜 301 の上に形成する圧電体薄膜 103 は配向性が極めて高い良好なものが得られる。特に PZT やニオブ酸リチウム (LN) や LT などのペロブスカイト系かそれに近い結晶構造を有する薄膜に対して有効である。

【0034】

また、結晶性の制御層ではなく短絡電極の機能のために圧電体薄膜 103 の下に電極膜を敷く場合もある。圧電体薄膜 103 が AlN (窒化アルミニウム) である場合、特にこの金属薄膜 301 の結晶性には左右されないで、むしろ音響的な特性を重視してこの金属薄膜 301 はモリブデンを採用することが望ましい。モリブデンの音響インピーダンスが AlN と合致していることは最近になってよく知られている事実である。特に圧電体薄膜 103 の膜厚が薄く、基板の音響特性を利用して弾性表面波の特性をコントロールするような場合、電極の層の音響インピーダンスは圧電体薄膜 103 に合わせなければ界面での反射による損失が大きくなるのである。

【0035】

(実施の形態 4)

図 4 は本発明の実施の形態 4 における弾性表面波素子用基板の構成を示す断面図である。実施の形態 1 および 2 と同じ構成要素に関しては同じ符号を用い、説明は省略する。

【0036】

図 4 に示すように 401 はシリコンまたはシリコンを含む合金の薄膜である。一般に薄膜の熱膨張係数はシリコンとは異なり、大体数倍程度大きい。したがって、弾性表面波素子を上述したような薄膜を形成したシリコン基板 101 で作製するうえでは熱がかかる工程で大きく歩留まりが落ちることになる。例えば 2 GHz 帯で用いる弾性表面波素子の最小電極間寸法は 0.5 μm 程度であり、フォトリソグラフィ工程での条件は極めて厳密に管理されなければならない。フォトリソグラフィ工程ではレジスト膜のベーク工程があり、80 度以上の高温に一定時間さらさなければならない。ところが上述のようなシリコン基板 101 をそのまま用いると、薄膜とシリコン基板 101 の熱膨張係数の差により大きく反ることになり、温度むらの原因、レジストの膜厚にばらつきが生じたりすることになり、この工程で歩留まりを大きく落とすことになる。そこでシリコン基板 101 の上に誘電体薄膜 102、圧電体薄膜 103 を形成し、さらに上部にシリコン薄膜 401 を形成するのである。このシリコン薄膜 401 の厚みを適当に設定することによって、加熱時の基板の反りを抑制し、製造プロセスの歩留まりを良好に保つことができる。

【0037】

この場合、例えば電極パターン (図示せず) の形成方法は次のようになる。上記シリコン薄膜 401 の上に通常通りフォトリソグレイを用いて必要な電極パターンのネガを形成し、シリコンの電極パターンの部分を SF₆ やこれを含む混合ガスを用いてドライエッチングし、さらにその上からアルミニウムやこれを含む合金の電極を形成し、最後にシリコンを除去することで高精度な電極パターンを歩留まりよく形成することができる。

【産業上の利用可能性】

【0038】

本発明にかかる弾性表面波素子用基板は、1 GHz ~ 5 GHz といった高周波特性に優れ、電気的特性や温度特性の面で自由度の高い弾性表面波素子用基板を得ることができる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】 本発明の実施の形態1における弾性表面波素子用基板の構成を示す断面図

【図2】 本発明の実施の形態2における弾性表面波素子用基板の構成を示す断面図

【図3】 本発明の実施の形態3における弾性表面波素子用基板の構成を示す断面図

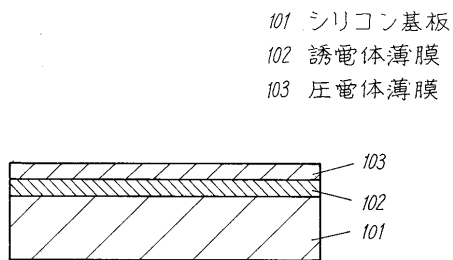
【図4】 本発明の実施の形態4における弾性表面波素子用基板の構成を示す断面図

【符号の説明】

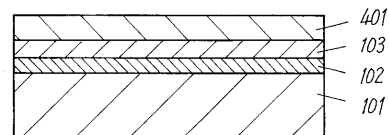
【0040】

- 101 シリコン基板
- 102 誘電体薄膜
- 103 圧電体薄膜
- 301 金属薄膜
- 401 シリコン薄膜

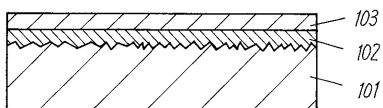
【図1】



【図4】



【図2】



【図3】

