

(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2018-157564
(P2018-157564A)

(43) 公開日 平成30年10月4日(2018.10.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO3H 9/145 (2006.01)	HO3H 9/145 C	5J097
HO3H 9/64 (2006.01)	HO3H 9/64 Z	
HO3H 9/72 (2006.01)	HO3H 9/72	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2018-47661 (P2018-47661)
 (22) 出願日 平成30年3月15日 (2018. 3. 15)
 (31) 優先権主張番号 62/472, 184
 (32) 優先日 平成29年3月16日 (2017. 3. 16)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 62/522, 577
 (32) 優先日 平成29年6月20日 (2017. 6. 20)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 503031330
 スカイワークス ソリューションズ, イン
 コーポレイテッド
 SKYWORKS SOLUTIONS,
 INC.
 アメリカ合衆国、01801 マサチュー
 セッツ州、ウォバーン、シルバン・ロード
 、20
 (74) 代理人 100083806
 弁理士 三好 秀和
 (74) 代理人 100095500
 弁理士 伊藤 正和
 (74) 代理人 100111235
 弁理士 原 裕子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 酸化ケイ素膜により覆われたインターディジタル電極を含む弾性波デバイス

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】動作温度範囲全体にわたり、実質的にゼロの速度温度係数を示す弾性波デバイスを提供する。

【解決手段】弾性波デバイスは、圧電基板25と、圧電基板に配置されたインターディジタルトランスデューサ電極15を有する。インターディジタルトランスデューサ電極15は、窒化ケイ素を含む誘電体膜40に覆われている。誘電体膜40は、-55 から125 の弾性波デバイスの動作温度範囲全体にわたり実質的にゼロの速度温度係数を示す。

【選択図】 図1C

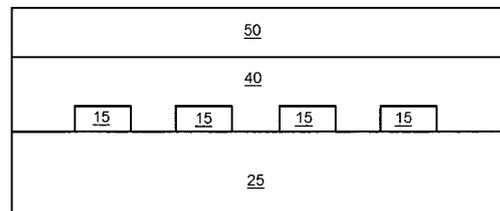


FIG. 1C

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

弾性波デバイスであって、

圧電基板と、

前記圧電基板に配置された一対の交互に入り組んだインターディジタルトランスデューサ電極と、

酸窒化ケイ素を含む誘電体膜と

を含み、

前記誘電体膜は、前記一対の交互に入り組んだインターディジタルトランスデューサ電極を覆い - 55 から 125 の前記弾性波デバイスの動作温度範囲全体にわたり実質的にゼロの速度温度係数を示す弾性波デバイス。

10

【請求項 2】

前記酸窒化ケイ素を含む誘電体膜と前記一対の交互に入り組んだインターディジタルトランスデューサ電極との間に配置された第 2 誘電体膜をさらに含む請求項 1 の弾性波デバイス。

【請求項 3】

前記第 2 誘電体膜は、前記圧電基板の速度温度係数とは反対の符号を有する速度温度係数を示す請求項 2 の弾性波デバイス。

【請求項 4】

前記第 2 誘電体膜の速度温度係数は正である請求項 3 の弾性波デバイス。

20

【請求項 5】

前記第 2 誘電体膜は、前記弾性波デバイスの動作温度範囲全体にわたり、前記圧電基板の速度温度係数とは反対の符号を有する速度温度係数を示す請求項 3 の弾性波デバイス。

【請求項 6】

前記第 2 誘電体膜の速度温度係数は、前記酸窒化ケイ素を含む誘電体膜の速度温度係数よりも負の程度が大きい請求項 5 の弾性波デバイス。

【請求項 7】

前記第 2 誘電体膜は二酸化ケイ素を含む請求項 5 の弾性波デバイス。

【請求項 8】

前記第 2 誘電体膜は前記一対の交互に入り組んだインターディジタルトランスデューサ電極に直接接触する請求項 2 の弾性波デバイス。

30

【請求項 9】

前記第 2 誘電体膜は、酸窒化ケイ素を含む誘電体膜に直接接触する請求項 8 の弾性波デバイス。

【請求項 10】

前記第 2 誘電体膜は前記圧電基板に直接接触する請求項 8 の弾性波デバイス。

【請求項 11】

前記弾性波デバイスは共振器及びフィルタの一方である請求項 1 の弾性波デバイス。

【請求項 12】

前記弾性波デバイスは無線周波数共振器及び無線周波数フィルタの一方である請求項 11 の弾性波デバイス。

40

【請求項 13】

電子デバイスモジュールに含まれた請求項 1 の弾性波デバイス。

【請求項 14】

前記電子デバイスモジュールは無線周波数デバイスモジュールである請求項 13 の弾性波デバイス。

【請求項 15】

電子デバイスに含まれる請求項 14 の弾性波デバイス。

【請求項 16】

弾性波デバイスであって、

50

圧電基板と、
前記圧電基板に配置された一対の交互に入り組んだインターディジタルトランスデューサ電極と、
酸窒化ケイ素を含む誘電体膜と
を含み、
前記誘電体膜は、前記一対の交互に入り組んだインターディジタルトランスデューサ電極を覆い、 $N / (N + O)$ 比が 0.1 以下であり、ここで、 N は前記誘電体膜における窒素の原子パーセントであり、 O は前記誘電体膜における酸素の原子パーセントである弾性波デバイス。

【請求項 17】

前記誘電体膜は正の速度温度係数を有する請求項 16 の弾性波デバイス。

【請求項 18】

前記酸窒化ケイ素を含む誘電体膜と前記一対の交互に入り組んだインターディジタルトランスデューサ電極との間に配置された第 2 誘電体膜をさらに含む請求項 16 の弾性波デバイス。

【請求項 19】

弾性波デバイスを形成する方法であって、
一対の交互に入り組んだインターディジタルトランスデューサ電極を圧電基板に形成することと、

酸窒化ケイ素を含む誘電体膜を、前記一対の交互に入り組んだインターディジタルトランスデューサ電極を覆うように堆積することと

を含み、

前記誘電体膜は、 -55 から 125 の前記弾性波デバイスの動作温度範囲全体にわたり実質的にゼロの速度温度係数を示す方法。

【請求項 20】

前記誘電体膜と前記一対の交互に入り組んだインターディジタルトランスデューサ電極との間に二酸化ケイ素膜を形成することをさらに含む請求項 20 の方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

例えば携帯電話機のような情報通信デバイスの分野において、楕円形インターディジタルトランスデューサ (IDT) 電極が圧電基板に形成された弾性波デバイスが、共振器、フィルタ等のような回路素子として使用される。図 1 A 及び 1 B は、そのような弾性波デバイスの一例を示す。図 1 A には、弾性波デバイス 10 の平面図が示される。弾性波デバイス 10 は、圧電基板 25 上に 2 つの IDT 電極 15 及び 2 つの反射器 20 を配列することにより形成される。IDT 電極 15 はそれぞれが、パスバー 30 と、パスバー 30 から延びる複数の電極指 35 とを含む。各 IDT 電極 15 の電極指 35 はそれぞれが、当該電極指 35 が他方の IDT 電極 15 の電極指 35 のそれぞれと交互に入り組んだ配列となるように配列される。2 つの反射器 20 は、図 1 A に示されるように、その間に IDT 電極 15 が介在されるように、弾性波がデバイスを通る伝播方向に配列される。図 1 B に例示されるように、IDT 電極を不動態化するべく及び / 又は弾性波デバイスの特性を調整するべく IDT 電極は、誘電体膜 40 により覆われるのが典型的である。例えば、誘電体膜 40 は、弾性波デバイスの周波数応答を調整するべく、又は温度変化に起因するデバイスの性能若しくは特性の変化を補償するべく使用することができる。

【発明の概要】

【0002】

本開示の一側面によれば、弾性波デバイスが与えられる。弾性波デバイスは、圧電基板と、当該圧電基板に配置された一対の交互に入り組んだインターディジタルトランスデューサ電極と、当該一対の交互に入り組んだインターディジタルトランスデューサ電極を覆

10

20

30

40

50

う酸窒化ケイ素を含む又は酸窒化ケイ素からなる誘電体膜とを含む。誘電体膜は、-55から125の弾性波デバイスの動作温度範囲全体にわたり、実質的にゼロの速度温度係数を示す。

【0003】

いくつかの実施形態において、弾性波デバイスはさらに、酸窒化ケイ素を含む誘電体膜と一对の交互に入り組んだインターデジタルトランスデューサ電極との間に配置された第2誘電体膜を含む。第2誘電体膜は、圧電基板の速度温度係数とは反対の符号を有する速度温度係数を示し得る。第2誘電体膜の速度温度係数は正である。第2誘電体膜は、弾性波デバイスの動作温度範囲全体にわたり、圧電基板の速度温度係数とは反対の符号を有する速度温度係数を示し得る。第2誘電体膜の速度温度係数は、酸窒化ケイ素を含む誘電体膜の速度温度係数よりも負の程度が大きい。第2誘電体膜は二酸化ケイ素を含み又は二酸化ケイ素からなる。

10

【0004】

いくつかの実施形態において、第2誘電体膜は、一对の交互に入り組んだインターデジタルトランスデューサ電極に直接接触する。第2誘電体膜は、酸窒化ケイ素を含む誘電体膜に直接接触してよい。第2誘電体膜は、圧電基板に直接接触してよい。

【0005】

いくつかの実施形態において、弾性波デバイスは共振器及びフィルタの一方である。弾性波デバイスは無線周波数共振器及び無線周波数フィルタの一方でよい。

【0006】

いくつかの実施形態において、弾性波デバイスは電子デバイスモジュールに含まれる。電子デバイスモジュールは無線周波数デバイスモジュールとしてよい。弾性波デバイスは電子デバイスに含まれてよい。

20

【0007】

他側面によれば、弾性波デバイスが与えられる。弾性波デバイスは、圧電基板と、当該圧電基板上に配置された一对の交互に入り組んだインターデジタルトランスデューサ電極と、当該一对の交互に入り組んだインターデジタルトランスデューサ電極を覆う酸窒化ケイ素を含み又は酸窒化ケイ素からなる誘電体膜とを含む。誘電体膜は、 0.1 以下の $N/(N+O)$ 比を有する。ここで、 N は当該誘電体膜における窒素の原子パーセントであり、 O は当該誘電体膜における酸素の原子パーセントである。

30

【0008】

いくつかの実施形態において、誘電体膜は正の速度温度係数を有する。

【0009】

弾性波デバイスはさらに、酸窒化ケイ素を含む誘電体膜と一对の交互に入り組んだインターデジタルトランスデューサ電極との間に配置された第2誘電体膜を含み得る。

【0010】

他側面によれば、弾性波デバイスを形成する方法が与えられる。方法は、一对の交互に入り組んだインターデジタルトランスデューサ電極を圧電基板に形成することと、酸窒化ケイ素を含み又は酸窒化ケイ素からなる誘電体膜を当該一对の交互に入り組んだインターデジタルトランスデューサ電極を覆うように堆積することとを含む。誘電体膜は、-55から125の弾性波デバイスの動作温度範囲全体にわたり、実質的にゼロの速度温度係数を示し得る。

40

【0011】

方法はさらに、誘電体膜と一对の交互に入り組んだインターデジタルトランスデューサ電極との間に二酸化ケイ素膜を形成することを含む。

【図面の簡単な説明】

【0012】

少なくとも一つの実施形態の様々な側面が、縮尺どおりであることを意図しない添付図面を参照して以下に説明される。図面は、様々な側面及び実施形態の例示及びさらなる理解を与えるべく含められ、本明細書に組み入れられかつその一部を構成するが、本発明の

50

限界を定めることは意図しない。図面において、様々な図面に例示される同一又はほぼ同一の構成要素はそれぞれが、同じ番号で表される。明確性を目的として、すべての図面においてすべての構成要素が標識されているわけではない。

【0013】

【図1A】弾性波デバイスの一例の平面図である。

【図1B】図1Aに示される弾性波デバイスの断面図である。

【図1C】弾性波デバイスの他例の断面図である。

【図2A】弾性波デバイスの他例の断面図である。

【図2B】弾性波デバイスの他例の断面図である。

【図3】異なる窒化ケイ素膜サンプルの、温度に対する音速の変化を例示するグラフである。 10

【図4】異なる窒化ケイ素膜サンプルの、屈折率の関数として速度温度係数を例示するグラフである。

【図5】電子デバイスにおいて使用され得るモジュールの一例のブロック図である。

【図6】無線デバイスの一実施形態のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

一般に使用されるセルラー電話機は、様々な目的のために使用される内蔵高周波数フィルタを有する。かかるフィルタは、圧電体上に形成された弾性波デバイスを使用して作ることができる。品質係数(Q値)が大きなフィルタを作ると、圧電性能が高い圧電体を追い求めて研究が行われている。しかしながら、圧電性能が高い高効率フィルタが作られても、当該フィルタの温度が変化すると、圧電体を通る音速(ここでは「音速」と称する)も変化し得る。これはさらに、目標周波数の信号が、もはや得られないように、弾性波デバイス及びこれを含むフィルタの性能及び特性を変化させ得る。この問題は、圧電体基板を温度補償膜により被覆することにより対処することができる。しかしながら、温度補償膜を備えた弾性波デバイスであっても、弾性波デバイスの、温度変化により当該デバイスの周波数応答がどのように変化するか、の尺度となる周波数温度係数(temperature coefficient of frequency(TCF))をさらに改善することが望ましい。 20

【0015】

非晶質薄膜は一般に、高周波数弾性共振器の周波数温度係数又は速度温度係数の制御を補助し得るので、高周波数弾性共振器の構成要素として使用される。温度補償膜として使用される一つの材料は二酸化ケイ素(SiO_2)である。二酸化ケイ素は、温度に伴い音速がどのように変化するか、の尺度である速度温度係数(temperature coefficient of velocity(TCV))が近室温において正となるので、二酸化ケイ素が使用される弾性波デバイスのTCFを改善し得る。図1Cに示されるように、弾性波デバイスは、二酸化ケイ素層40に加え、二酸化ケイ素の層を覆うように窒化ケイ素(Si_3N_4)の不動層50も含み得る。二酸化ケイ素膜とは対照的に、窒化ケイ素膜は、近室温において負のTCVを示し、弾性波デバイスのTCFを劣化させる。 30

【0016】

複数の側面及び実施形態が、改善されたTCFを示し得る弾性波デバイスに関し、詳しくは、改善されたTCFを達成するべく弾性波デバイスにおいて一定の薄膜構造体を使用することに関する。 40

【0017】

弾性波デバイスが使用されるフィルタの温度特性をさらに向上させるべく、温度補償膜において添加物を使用してよい。一定の側面によれば、窒化ケイ素(SiO_xN_y)の温度補償膜を、二酸化ケイ素膜との組み合わせにおいて、又は二酸化ケイ素膜の置換として、使用することができる。例えば、図2Aは、二酸化ケイ素膜120を覆うように窒化ケイ素膜110が適用された弾性波デバイス100aの一例の断面図を例示する。二酸化ケイ素膜120は、IDT電極指35とその底面側の圧電基板とに直接接触するととも 50

に、その頂面側の酸窒化ケイ素膜 110 とも直接接触する。この例において、酸窒化ケイ素膜 110 は、図 1 C に示される窒化ケイ素の不動態層 50 の置換となる。図 2 B は、酸窒化ケイ素膜 110 が I D T 電極指 35 の上に直接適用されて I D T 電極指 35 及び圧電基板 25 に直接接触する弾性波デバイス 100 b の他例を示す。酸窒化ケイ素は、酸素及び窒素が添加されたシリコンである。非晶質酸化ケイ素の T C V は符号が窒化ケイ素とは反対なので、特定組成の酸窒化ケイ素薄膜（すなわち適切な酸素対窒素比を有する）は、無視可能な又はちょうどゼロの T C V を示し得る。これは、弾性波デバイスにおいて I D T 電極を被覆するべく誘電体膜が使用される場合に望ましい。弾性波デバイスにおいて二酸化ケイ素膜を覆うように堆積される無視可能な又はゼロの T C V を有する酸窒化ケイ素膜は、例えば、図 2 A に例示されるように、二酸化ケイ素膜を不動態化するが、そうでなければ弾性波デバイスの T C F を劣化させるかもしれない T C V を示すことがない。

10

【 0 0 1 8 】

非晶質薄膜の弾性定数は、バルク材料の弾性定数とは著しく異なる場合が多いので、個々の薄膜の音速及び速度温度係数（T C V）を直接測定することが、共振器の設計上極めて重要となり得る。以下にさらに述べられるように、様々な窒素濃度での酸窒化ケイ素薄膜の縦波速度は、ピコ秒超音波法を使用して測定することができる。

【 0 0 1 9 】

例

【 0 0 2 0 】

シリコン（100）基板が、酸素及び窒素の気体の存在下、シリコン標的を使用したマグネトロンスパッタリングを使用して、異なる酸素対窒素比の酸窒化ケイ素膜により被覆された。酸素に対する窒素の気体分圧を変えることにより、様々な酸窒化ケイ素薄膜が作られた。ピコ秒レーザを使用するポンプ・プローブ測定を介したピコ秒レーザ超音波による波動の励起及び検出を目的として、10 nm のアルミニウム薄膜が酸窒化ケイ素膜の頂面に加えられた。様々なサンプルが、以下の組成、厚さ、及び屈折率を有していた。厚さ及び屈折率はエリプソメーターによって測定された。

20

【 0 0 2 1 】

【 表 1 】

TABLE 1

30

サンプル	屈折率	厚さ(nm)	酸素含有量 (原子%)	窒素含有量 (原子%)	N/(O+N)
SiO _{1.89} N _{0.07}	1.53	1150	64.28	2.32	0.035
SiO _{1.77} N _{0.11}	1.57	1133	61.16	3.82	0.059
SiO _{1.71} N _{0.19}	1.61	1111	58.95	6.6	0.101
SiO _{1.24} N _{0.44}	1.71	1064	46.38	12.27	0.260
SiO _{0.94} N _{0.63}	1.79	1040	36.52	24.56	0.402
SiO _{0.67} N _{0.83}	1.87	1030	26.85	33.09	0.552
Si-O-N	1.7	933	50	50	0.5

40

【 0 0 2 2 】

上記表 1 に示されるように、酸窒化ケイ素膜の屈折率は、二酸化ケイ素の屈折率と窒化ケイ素の屈折率との間にあり、窒素含有量の増加に伴い増加する。

【 0 0 2 3 】

酸窒化ケイ素膜サンプルにおいて弾性波を励起するべく超短（ピコ秒）パルスレーザが

50

使用され、当該膜サンプルの反射率の変化が観測された。詳しくは、持続時間 200 fs の 800 nm ポンプ光パルスが薄膜表面に合焦され、高周波数の縦波が生成された。これは、膜厚方向に伝播して膜表面とシリコン基板との間を繰り返し反射される。その後、波長 400 nm の時間遅延ポンプ光パルスが酸化窒化ケイ素膜サンプルの表面に適用されて弾性パルスからの回折光が検出される。プローブ光パルスの反射率変化は薄膜内側のひずみ場を反映し、これより音速を決定することができる。

【0024】

サンプル膜の音速が、ブリルアン振動法及びパルス・エコー法の双方を使用して測定された。当該2つの方法により測定された音速は良好に一致し、以下の表2に反映される。各サンプルの音速は、二酸化ケイ素の音速と窒化ケイ素の音速との間に存在し、窒素濃度の増加に伴い増加した。

【表2】

TABLE 2

サンプル	パルス・エコー法により測定された速度(m/s)	ブリルアン振動法により測定された速度(m/s)
SiO _{1.89} N _{0.07}	6648±6	6852±7
SiO _{1.77} N _{0.11}	6967±2	7116±27
SiO _{1.71} N _{0.19}	7281±2	7476±8
SiO _{1.24} N _{0.44}	8046±4	8356±15
SiO _{0.94} N _{0.63}	8556±2	8834±21
SiO _{0.67} N _{0.83}	9000±1	9442±32
Si-O-N	8150±2	8383±21

【0025】

異なる屈折率 (R . I .) のサンプルに対し、温度に伴う音速の変化が測定された。これらの結果が図3に例示される。異なる屈折率のサンプルに対するTCVも、室温において測定された。これらの結果が図4に例示される。

【0026】

これらの結果は、酸化窒化ケイ素膜のTCVが、酸化窒化ケイ素膜の屈折率及び組成への依存性を有することを示す。詳しくは、屈折率が約1.61を上回り又はN/(O+N)組成が約0.1よりも大きい酸化窒化ケイ素膜は負のTCVを有し、屈折率が約1.57を下回り又はN/(O+N)組成が約0.1未満の酸化窒化ケイ素膜は正のTCVを有する。加えて、特定の化学物質含有量及びそれに関連付けられた屈折率を有する酸化窒化ケイ素膜は、極めて小さなTCVを有し得る。具体的には、N/(O+N)組成が約0.1であり若しくは近似的に0.1から0.26の範囲にあり、又は屈折率が約1.6であり若しくは近似的に1.61から1.7の範囲にある酸化窒化ケイ素膜は、室温において無視可能なTCV(ゼロから約5.3 ppm/度K)を示すので、弾性波デバイスのIDT電極を被覆するべく使用される望ましい誘電体となり得る。例えば、図2A及び2Bに示されるもののような弾性波デバイスにおいて、屈折率が1.61から1.7の範囲にあり、又はN/(O+N)組成が約0.1であり若しくは近似的に0.1から0.26の範囲にある酸化窒化ケイ素膜を使用することにより、当該弾性波デバイスのTCF劣化を減少させることができる。これらの範囲にある屈折率又は組成の酸化窒化ケイ素膜は、無視可能なTCVを示すからである。用語としてここで使用される無視可能な又は実質的にゼロのTCVとは、-5 ppm/度Kから5 ppm/度K又は-2.5 ppm/度Kから2.5 ppm/度KのTCVを有する膜を言及する。さらに、図2A又は2Bのいずれかに例示される弾性波

デバイスにおいて、屈折率が約 1.57 未満又は $N / (O + N)$ 組成が約 0.1 未満の酸窒化ケイ素膜を使用することにより、当該弾性波デバイスの TCF 劣化を改善することができる。かかる酸窒化ケイ素膜は、典型的な圧電基板の負の TCV を少なくとも部分的に補償し得る正の TCV を示すからである。

【0027】

上述のように、様々な側面に係る酸窒化ケイ素膜を含む図 2 A 及び 2 B に示されるもののような弾性波デバイスは、広範な電子デバイスにおけるフィルタに使用することができる。

【0028】

図 5 を参照すると、例えば無線通信デバイス（例えば携帯電話機）のような電子デバイスにおいて使用され得るフロントエンドモジュール 200 の一例のブロック図が例示される。フロントエンドモジュール 200 は、共通ノード 212、入力ノード 214 及び出力ノード 216 を有するアンテナデュプレクサ 210 を含む。共通ノード 212 にはアンテナ 310 が接続される。フロントエンドモジュール 200 はさらに、デュプレクサ 210 の入力ノード 214 に接続された送信器回路 232 と、デュプレクサ 210 の出力ノード 216 に接続された受信器回路 234 とを含む。送信器回路 232 は、アンテナ 310 を介して送信される信号を生成し、受信器回路 234 は、アンテナ 310 を介して信号を受信して処理することができる。いくつかの実施形態において、受信器回路及び送信器回路は、図 5 に示されるように別個の構成要素として実装されるが、他の実施形態において、これらの構成要素は共通の送受信器回路又はモジュールに統合することができる。当業者にわかることだが、フロントエンドモジュール 200 は、図 5 に示されないスイッチ、電磁カプラ、増幅器、プロセッサ等を含むがこれらに限られない他の構成要素も含み得る。

10

20

【0029】

アンテナデュプレクサ 210 は、入力ノード 214 及び共通ノード 212 間に接続された一以上の送信フィルタ 222 と、共通ノード 212 及び出力ノード 216 間に接続された一以上の受信フィルタ 224 とを含んでよい。送信フィルタの通過帯域は、受信フィルタの通過帯域とは異なる。送信フィルタ 222 及び受信フィルタ 224 はそれぞれが、ここに開示の弾性波デバイスの一実施形態を含んでよい。インダクタ又は他の整合要素 240 を共通ノード 212 に接続することができる。

【0030】

一定の例において、送信フィルタ 222 又は受信フィルタ 224 において使用される弾性波素子は、単一の圧電基板上に配置される。この構造により、各フィルタの周波数応答時における温度変化の効果が低減され、詳しくは、温度変化に起因する通過特性又は減衰特性の劣化が低減される。周囲温度の変化に応答して各弾性波素子が同様に变化するからである。加えて、この配列はまた、送信フィルタ 222 又は受信フィルタ 224 を小さなサイズにすることも許容する。

30

【0031】

図 6 は、図 5 に示されるアンテナデュプレクサ 210 を含む無線デバイス 300 の一例のブロック図である。無線デバイス 300 は、音声又はデータ通信のために構成されたセルラー電話機、スマートフォン、タブレット、モデム、通信ネットワーク、又は任意の他のポータブル若しくは非ポータブルデバイスであってよい。無線デバイス 300 は、アンテナ 310 から信号を送受信することができる。無線デバイスは、図 5 を参照して上述したものと同様にフロントエンドモジュール 200 ' の一実施形態を含む。フロントエンドモジュール 200 ' は、上述したように、デュプレクサ 210 を含む。図 6 に示される例において、フロントエンドモジュール 200 ' はさらにアンテナスイッチ 250 を含む。これは例えば送信モード及び受信モードのような異なる周波数帯域又はモードで切り替わるように構成することができる。図 6 に示される例において、アンテナスイッチ 250 は、デュプレクサ 210 及びアンテナ 310 間に位置決めされるが、他例において、デュプレクサ 210 は、アンテナスイッチ 250 及びアンテナ 310 間に位置決めされてよい。他例において、アンテナスイッチ 250 及びデュプレクサ 210 は単一の構成要素に統合

40

50

することができる。

【0032】

フロントエンドモジュール200'は、送信用の信号を生成し、又は受信された信号を処理するように構成された送受信器230を含む。送受信器230は、図5の例に示されるように、デュプレクサ210の入力ノード214に接続することができる送信器回路232と、デュプレクサ210の出力ノード216に接続することができる受信器回路234とを含み得る。

【0033】

送信器回路232による送信のために生成された信号が、電力増幅器(PA)モジュール260によって受信される。PAモジュール260は、送受信器230からの生成信号を増幅する。電力増幅器モジュール260は一以上の電力増幅器を含み得る。電力増幅器モジュール260は、多様なRF又は他の周波数帯域の送信信号を増幅するべく使用することができる。例えば、電力増幅器モジュール260は、無線ローカルエリアネットワーク(WLAN)信号又は任意の他の適切なパルス信号を送信する補助となるように、電力増幅器の出力をパルス化するべく使用可能なインーブル信号を受信することができる。電力増幅器モジュール260は、例えば、GSM(Global System for Mobile)(登録商標)信号、符号分割多元接続(CDMA)信号、広帯域符号分割多元接続(W-CDMA)信号、ロングタームエボリューション(LTE)信号又はEDGE信号を含む様々なタイプの信号のいずれかを増幅するように構成することができる。所定の実施形態において、スイッチ等を含む電力増幅器モジュール260及び関連構成要素は、例えば高電子移動度トランジスタ(pHEMT)若しくは絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(BiFET)を使用してガリウム砒素(GaAs)基板に、又は相補型金属酸化物半導体(CMOS)電界効果トランジスタを使用してシリコン基板に作製することができる。

10

20

【0034】

なおも図6を参照すると、フロントエンドモジュール200'はさらに、アンテナ310からの受信信号を増幅して当該増幅信号を送受信器230の受信器回路234に与える低雑音増幅器モジュール270を含み得る。

【0035】

図6の無線デバイス300はさらに、送受信器230に接続されて無線デバイス300の動作のための電力を管理する電力管理サブシステム320を含む。電力管理システム320はまた、ベース帯域サブシステム330、及び無線デバイス300の様々な他の構成要素の動作を制御することができる。電力管理システム320はまた、無線デバイス300の様々な構成要素のために電力を供給する電池(図示せず)を含み又は当該電池に接続されてよい。電力管理システム320はさらに、例えば信号の送信を制御することができる一以上のプロセッサ又はコントローラを含み得る。一実施形態において、ベース帯域サブシステム330は、ユーザとの間でやりとりされる音声又はデータの様々な入力及び出力を容易にするべくユーザインタフェース340に接続される。ベース帯域サブシステム330はまた、無線デバイスの動作を容易にし及び/又はユーザのための情報を格納するべく、データ及び/又は命令を格納するように構成されたメモリ350に接続することができる。

30

40

【0036】

少なくとも一つの実施形態のいくつかの側面を上述したが、様々な変更、修正及び改善が当業者にとって容易に想起されることを理解されたい。かかる変更、修正及び改善は、本開示の一部となることが意図され、かつ、本発明の範囲内にあることが意図される。理解するべきことだが、ここで述べられた方法及び装置の実施形態は、上記説明に記載され又は添付図面に例示された構成要素の構造及び配列の詳細への適用に限られない。方法及び装置は、他の実施形態で実装し、様々な態様で実施又は実行することができる。特定の実装例は、例示のみを目的としてここに与えられ、限定されることを意図しない。また、ここで使用される表現及び用語は、説明目的であって、限定としてみなすべきではない。

50

ここでの「含む」、「備える」、「有する」、「包含する」及びこれらの変形の使用は、以降に列挙される項目及びその均等物並びに付加項目の包括を意味する。「又は（若しくは）」の言及は、「又は（若しくは）」を使用して記載される任意の用語が、当該記載の用語の一つの、一つを超える、及びすべてのものを示すように解釈され得る。前後左右、頂底上下、及び横縦への言及はいずれも、記載の便宜を意図しており、本システム及び方法又はこれらの構成要素がいずれか一つの位置的又は空間的配向に限られるものではない。したがって、上記説明及び図面は例示にすぎない。

【 図 1 A 】

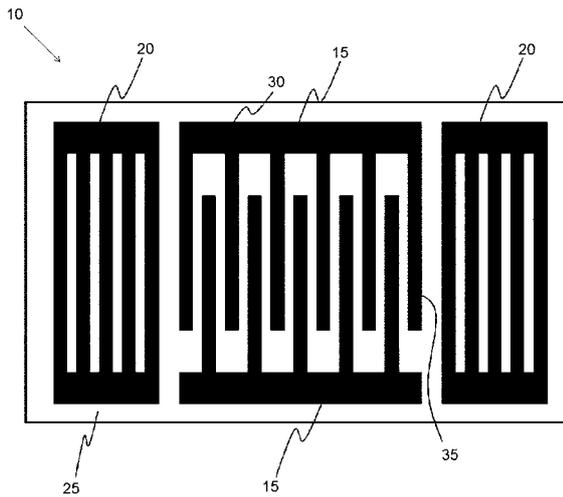


FIG. 1A

【 図 1 B 】



FIG. 1B

【 図 1 C 】

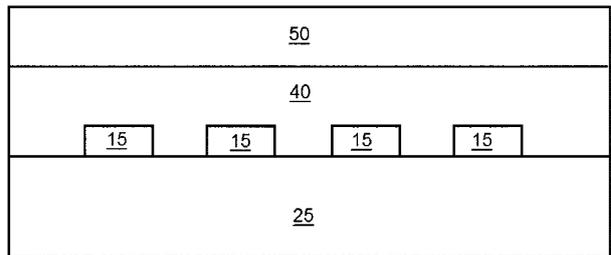


FIG. 1C

【 図 2 A 】

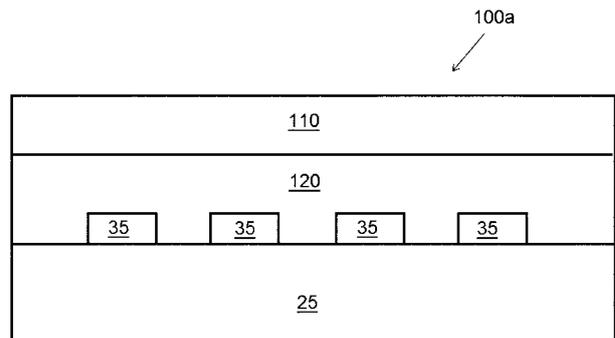


FIG. 2A

【 図 2 B 】

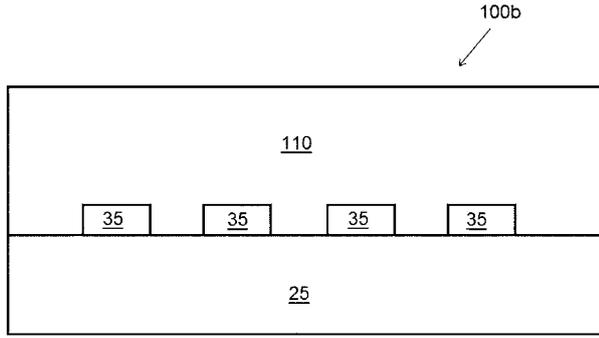


FIG. 2B

【 図 3 】

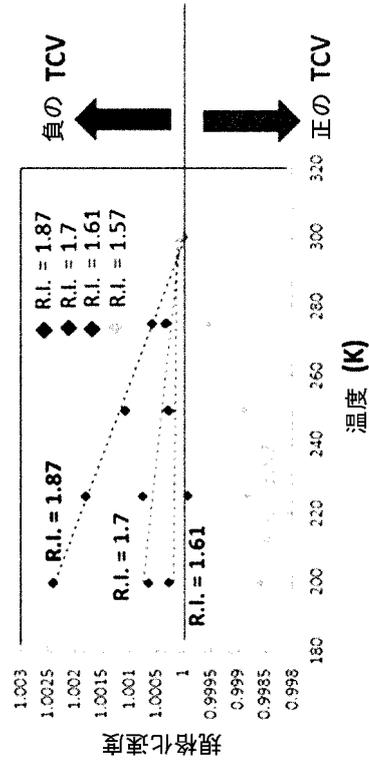


FIG. 3

【 図 4 】

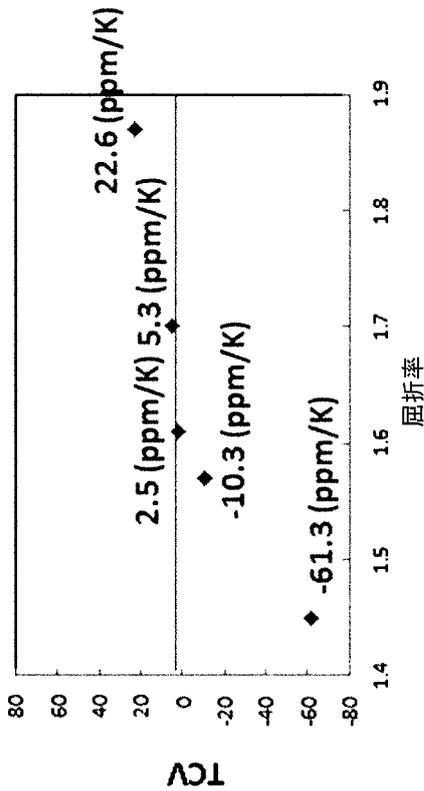


FIG. 4

【 図 5 】

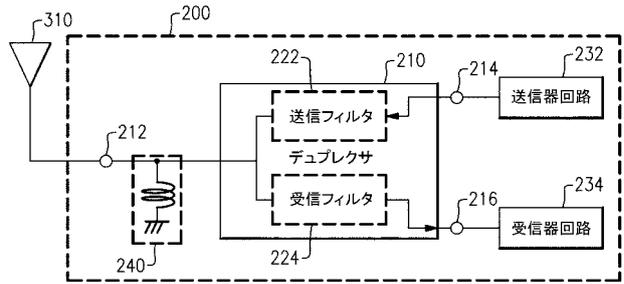


FIG. 5

【 図 6 】

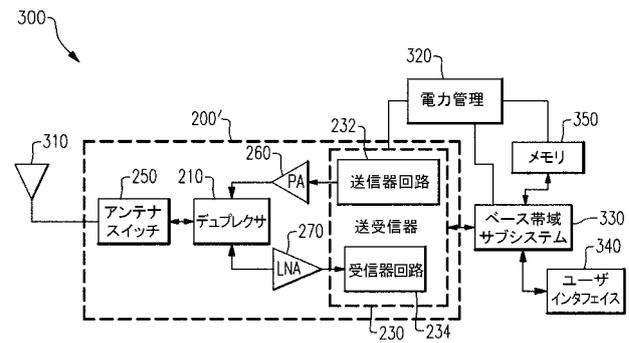


FIG. 6

【手続補正書】

【提出日】平成30年6月7日(2018.6.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

これらの結果は、酸窒化ケイ素膜のTCVが、酸窒化ケイ素膜の屈折率及び組成への依存性を有することを示す。詳しくは、屈折率が約1.61を上回り又は $N/(O+N)$ 組成が約0.1よりも大きい酸窒化ケイ素膜は負のTCVを有し、屈折率が約1.57を下回り又は $N/(O+N)$ 組成が約0.1未満の酸窒化ケイ素膜は正のTCVを有する。加えて、特定の化学物質含有量及びそれに関連付けられた屈折率を有する酸窒化ケイ素膜は、極めて小さなTCVを有し得る。具体的には、 $N/(O+N)$ 組成が約0.1であり若しくは近似的に0.1から0.26の範囲にあり、又は屈折率が約1.6であり若しくは近似的に1.61から1.7の範囲にある酸窒化ケイ素膜は、室温において無視可能なTCV(ゼロから約-5.3ppm/度K)を示すので、弾性波デバイスのIDT電極を被覆するべく使用される望ましい誘電体となり得る。例えば、図2A及び2Bに示されるものような弾性波デバイスにおいて、屈折率が1.61から1.7の範囲にあり、又は $N/(O+N)$ 組成が約0.1であり若しくは近似的に0.1から0.26の範囲にある酸窒化ケイ素膜を使用することにより、当該弾性波デバイスのTCF劣化を減少させることができる。これらの範囲にある屈折率又は組成の酸窒化ケイ素膜は、無視可能なTCVを示すからである。用語としてここで使用される無視可能な又は実質的にゼロのTCVとは、-5ppm/度Kから5ppm/度K又は-2.5ppm/度Kから2.5ppm/度KのTCVを有する膜を言及する。さらに、図2A又は2Bのいずれかに例示される弾性波デバイスにおいて、屈折率が約1.57未満又は $N/(O+N)$ 組成が約0.1未満の酸窒化ケイ素膜を使用することにより、当該弾性波デバイスのTCF劣化を改善することができる。かかる酸窒化ケイ素膜は、典型的な圧電基板の負のTCVを少なくとも部分的に補償し得る正のTCVを示すからである。

【手続補正2】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 図 4 】

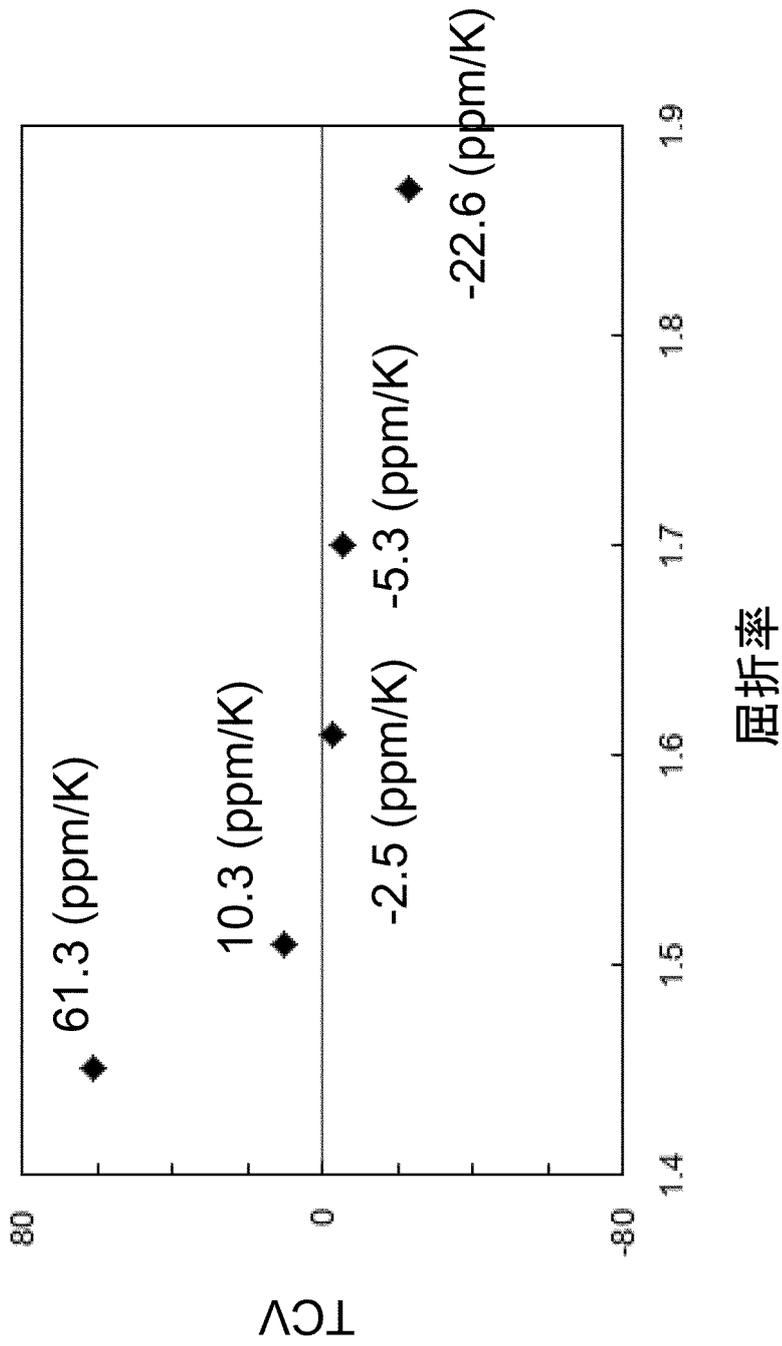


FIG.4

フロントページの続き

- (72)発明者 松田 聡
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 スカイワークスフィルターソリューションズジャパン株式会
社内
- (72)発明者 西村 淳
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 スカイワークスフィルターソリューションズジャパン株式会
社内
- (72)発明者 壁 義郎
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 スカイワークスフィルターソリューションズジャパン株式会
社内

Fターム(参考) 5J097 AA22 BB15 EE08 KK07 KK09

【外国語明細書】
2018157564000001.pdf