

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6335885号
(P6335885)

(45) 発行日 平成30年5月30日 (2018. 5. 30)

(24) 登録日 平成30年5月11日 (2018. 5. 11)

(51) Int. Cl.		F I			
H03H	9/17	(2006.01)	H03H	9/17	F
H03H	9/02	(2006.01)	H03H	9/02	G
H03H	3/02	(2006.01)	H03H	3/02	B

請求項の数 6 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2015-515248 (P2015-515248)	(73) 特許権者	390020248
(86) (22) 出願日	平成25年5月31日 (2013. 5. 31)		日本テキサス・インスツルメンツ株式会社
(65) 公表番号	特表2015-519847 (P2015-519847A)		東京都新宿区西新宿六丁目24番1号
(43) 公表日	平成27年7月9日 (2015. 7. 9)	(73) 特許権者	507107291
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/043645		テキサス インスツルメンツ インコーポ
(87) 国際公開番号	W02013/181554		レイテッド
(87) 国際公開日	平成25年12月5日 (2013. 12. 5)		アメリカ合衆国 テキサス州 75265
審査請求日	平成28年4月19日 (2016. 4. 19)		-5474 ダラス メール ステーショ
(31) 優先権主張番号	13/484, 931		ン 3999 ピーオーボックス 655
(32) 優先日	平成24年5月31日 (2012. 5. 31)		474
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 上記1名の代理人	100098497
前置審査			弁理士 片寄 恭三

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 質量バイアスを備えた統合圧電性共振器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

統合共振器装置であって、
圧電性共振器と、
前記圧電性共振器に近接して形成される音響ブラッグリフレクタと、
前記ブラッグリフレクタの前記圧電性共振器とは反対の側で前記ブラッグリフレクタの
上に形成される質量バイアスと、
を含み、
 前記質量バイアスがアルミニウム銅を含む、統合共振器装置。

【請求項 2】

統合共振器装置であって、
圧電性共振器と、
前記圧電性共振器に近接して形成される音響ブラッグリフレクタと、
前記ブラッグリフレクタの前記圧電性共振器とは反対の側で前記ブラッグリフレクタの
上に形成される質量バイアスと、
 前記圧電性共振器に対する電氣的コンタクトのための、或る材料で形成される、複数の
 電氣的コンタクトパッドと、
を含み、
 前記質量バイアスが前記コンタクトパッドと同じ材料で形成される、統合共振器装置。

【請求項 3】

10

20

請求項 1 又は 2 に記載の統合共振器装置であって、
前記質量バイアスと音響ブラッグリフレクタと圧電性共振器とを封止する、プラスチックモールド充填を更に含む、統合共振器装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載の統合共振器装置であって、
前記質量バイアスが 1 ミクロンの厚みである、統合共振器装置。

【請求項 5】

ブラッグリフレクタを備えた圧電性共振器を形成する方法であって、
基板の上に低音響インピーダンス材料と高音響インピーダンス材料との交互の誘電体層を堆積することと、

10

前記交互の誘電体層の上に第 1 の共振器電極を堆積することと、

前記第 1 の共振器電極の上に圧電性層を堆積することと、

前記圧電性層の上に第 2 の共振器電極を堆積することと、

前記共振器の上に質量バイアスを堆積することと、

前記質量バイアスが堆積されるときに前記質量バイアスと同じ材料の電氣的コンタクトパッドを堆積することと、

前記質量バイアスと第 1 及び第 2 の共振器電極と圧電性層と交互の誘電体層とをプラスチックで封止することと、

を含む、方法。

【請求項 6】

20

請求項 5 に記載の方法であって、

前記第 2 の共振器電極と前記質量バイアスとの間に、低音響インピーダンスと高音響インピーダンスとの交互の誘電体層の第 2 のセットを堆積することを更に含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、統合圧電性共振器のための装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現代の電子機器においてタイミングソリューションは重要である。ほとんどの商用又は民生用機器で用いられるタイミングデバイスは、多くの用途向けの周波数制御及びタイミングを提供する。数十年間、水晶発振器が周波数生成器の主要なタイプであった。水晶発振器は、典型的に石英の薄片を用いるため、水晶発振器が制御のために用いられ得る集積回路に比べ、かなり大きなデバイスとなる。発振器周波数は、安定し、ドリフトしないことが望ましい。

30

【発明の概要】

【0003】

共振器の頂部に及びプラスチックパッケージング内に、質量バイアス (mass bias) を含む統合共振器が開示される。付加された質量は、共振器デバイスの経時的周波数ドリフトを防止するか又は少なくとも低減するように機能する。

40

【0004】

幾つかの実施例において、統合共振器装置が、圧電性共振器と、圧電性共振器に近接して形成される音響ブラッグリフレクタとを含む。この統合共振器装置は更に、圧電性共振器とは反対の側でブラッグリフレクタの上に形成される質量バイアスを含む。

【0005】

他の実施例が、基板の上に低音響インピーダンス材料及び高音響インピーダンス材料の交互の誘電体層を堆積する方法に向けられる。この方法は更に、交互の誘電体層の上に第 1 の共振器電極を堆積すること、第 1 の共振器電極の上に圧電性層を堆積すること、圧電性層の上に第 2 の共振器電極を堆積することを含む。その後、共振器の上に質量バイアスが堆積される。この方法は更に、質量バイアス、第 1 及び第 2 の電極、圧電性層、及び交

50

互の誘電体層をプラスチックで封止することを含む。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】図1は、本発明の種々の実施例に従った質量バイアスを備えた統合圧電性共振器の断面図を示す。

【0007】

【図2】図2は、種々の実施例に従った統合圧電性共振器を製造する方法を示す。

【発明を実施するための形態】

【0008】

図1は、単結晶シリコンウエハ102などの適切な基板を含む、温度制御統合圧電性共振器デバイス100を図示する。この基板上に、好ましくは、音響リフレクタ104（音響ブラッグリフレクタ等）が形成される。音響ブラッグリフレクタ104は、高音響インピーダンス及び低音響インピーダンスの交互の層を含み得る。

【0009】

図1の例において、高音響インピーダンス材料の第1の層106が堆積され、低音響インピーダンス材料の後続の層108が続く。それぞれ、高及び低音響インピーダンス材料の付加的な層110及び112も堆積される。そのため、層106及び110は、高音響インピーダンス材料であり、好ましくは同じ材料である。同様に、層108及び112は、低音響インピーダンス材料であり、好ましくは同じ材料である。

【0010】

一例において、低音響インピーダンス材料は、ナノ多孔性（nano-porous）HSQ（hydrogensilsesquioxane）、又はナノ多孔性MSQ（methyl silsesquioxane）のナノ多孔性スピンオンガラス等の誘電体であり得、後続の硬化ステップを用いて、スピンコート内で堆積され得る。

【0011】

高音響インピーダンス材料は、炭化ケイ素（SiC）を含むような誘電体であり得る。SiCが高インピーダンス材料として用いられる場合、一例では、SiCは、メタン（CH₄）及びシランの混合物等の原料ガスを用いて、プラズマ化学気相成長（CVD）堆積チャンバにおいて堆積され得る。SiCの代わりにダイヤモンド状炭素（DLC）又はSi-DLCが用いられる場合は、改変された堆積チャンバが用いられる。例えば、上部プレートがガス分配源であり、下部プレートがその上に基板が載るカソードである、150mmの平行プレートリアクタRF CVDチャンバにおいてDLCが堆積され得る。この構成では、上部プレートがポジティブであり、カソードがネガティブである（接地されている）。RF源（例えば、13.56MHz）が、カソードを介して基板に直接結合され得る。チャンバを真空にした後、CH₄等の任意の炭化水素ガス、及び/又は、Siドーピングが必要とされる場合は、Si含有炭化水素フォーミングガス（例えば、テトラメチルジシロキサン（4MS））が、所望の圧力が達成されフローが安定するまでチャンバ内に導入される。最終的なDLC膜の化学組成を制御するために、炭化水素フォーミングガスに加えて、アルゴン（Ar）及び水素（H₂）等の他のガスが用いられ得る。この時点で、プラズマを打つために電力がカソードに供給され、所望の厚みが達成されるまで、一定の時間、DLCが堆積される。次に、電力が遮断され、チャンバが、周囲圧力に達するまで不活性ガス（Ar、N₂等）を用いて喚気され、DLCが堆積した基板が取り外される。DLCの物理的特性に影響を与える変数としては、RF電力、圧力、総ガスフロー、異なるガスの比率、及び上部プレート・カソードの間隔が含まれ得る。DLC堆積の前に、堆積のために基板表面を予備調整するために、1～2分間、アルゴンプラズマが用いられ得る。DLC堆積は周囲温度で行なわれ得る。DLC厚み、及び屈折率は、例えば較正済みの偏光解析器を用いて、直接測定され得る。

【0012】

1つの例において、音響ブラッグリフレクタ104の個々の層の厚みは、デバイスの共振周波数の四分の一波長に等しくなるように選択される。音響ブラッグリフレクタ104

10

20

30

40

50

が完成すると、次のステップは、第1の共振器電極120を堆積させることである。一実施形態において、共振器電極120はスパッタ堆積され、この共振器電極のための材料はモリブデン(Mo)であるが、チタン(Ti)、タングステン(W)、金(Au)、プラチナ(Pt)、又はアルミニウム(Al)等の他の材料も可能である。一例では、共振器電極のための材料は、低い熱弾性損を有し得、平滑な表面を維持するために、約1000Å未満の厚みを有し得る。

【0013】

第1の共振器電極120が堆積された後、圧電性層124が堆積される。圧電性層124のための適切な材料は、窒化アルミニウム(AlN)であり得るが、酸化亜鉛(ZnO)及びジルコン酸チタン酸鉛(PZT)等の他の材料も可能である。一例では、c軸配向で低応力の緻密層を製造するために最適化されたプロセスを用い、窒素ガスを用いてAlN層が反応性スパッタ堆積される。圧電性層124の厚みは、約0.1~約10ミクロンの範囲であり得る。

【0014】

上部電極128が堆積されて共振器が完成される。この場合も、この上部電極はスパッタ堆積されたMo層であり得る。また、上部ブラッグリフレクタ149も含まれ、これは、構造上、下部ブラッグリフレクタ104と同じか又は類似する。デバイスへの外部接続のために、コンタクトパッド160及び162が提供される。コンタクトパッド160は、上部電極128への電気的コンタクトを提供し、コンタクトパッド162は下部電極120への電気的コンタクトを提供する。デバイス100は、窒化ケイ素又は酸化ケイ素等の保護被覆154を有し得る。

【0015】

上部ブラッグリフレクタ149の上及び上部リフレクタと反対の圧電性層124とは反対の側に形成されるものとして、質量バイアス170も含まれる。その後、プラスチックモールド充填180が形成され、それにより、質量バイアス170、音響ブラッグリフレクタ、及び圧電性共振器が封止される。質量バイアスは、共振器デバイスの経時的周波数ドリフトを防ぐか又は少なくとも低減するように機能する。質量バイアス170がなければ、圧電性共振器の頂部における時間にわたる質量(例えば、ガス放出材料、粒子等)の堆積に起因して、デバイスの周波数が時間にわたってシフトし得る。既知の質量(質量バイアス10)を備えた共振器を事前に搭載すること(preloading)、及び時間ゼロでこの質量が共振器の頂部に既にある状態で周波数をターンイン(tuning in)することにより、その場における付加的な新たな質量堆積に起因する如何なるシフトも抑制され得る。そのため、共振器は、質量バイアス170が適所にあることを前提とすると、特定の周波数に対して設計される。質量バイアスがなければ、周波数は異なり得る(例えば、より高い)。

【0016】

少なくとも幾つかの実施例において、質量バイアス170は、コンタクトポイント160及び162が形成されるのと同時に堆積され、そのため、質量バイアス170は、コンタクトポイント160及び162と同じ材料から形成される。コンタクトポイントがアルミニウム銅(AlCu)から形成される実施例において、質量バイアス170もAlCuから形成される。質量バイアス170は約1ミクロンの厚みであり得る。

【0017】

上述のように、デバイス100は、好ましくは、基板102、音響ブラッグリフレクタ104、共振器(圧電性層124の相対する側の電極120及び128を含む)、及び質量バイアスを含む。

【0018】

デバイス100は温度制御特徴も含み得る。図1の実施例において、アクティブヒータ層150も提供される。アクティブヒータ層150は、好ましくは、タンタルアルミニウム合金薄膜、又は他の適切な材料を含む。層150は、約1000Åの厚みを有し得る。この厚みでは、ヒータのシート抵抗は約30Ω/スクエアである。ヒータ層中のタンタル対

10

20

30

40

50

アルミニウムの比は、約 50 : 50 である。

【0019】

アクティブヒータ層 150 は、デバイス 100 に統合され、上部電極 128、そのため概して共振器、の一部又は全ての頂部にあり且つそれを囲む。電流がコンタクト（図示せず）を介してアクティブヒータ層 150 に提供され得る。アクティブヒータ層により生成される熱の量は、ヒータ層に提供される電流の量によって制御可能である。より高い電流レベルは、より高い温度をアクティブヒータ層 150 に発生させる。このようなヒータ層は、デバイス 100 の温度をデバイスの最高周囲温度仕様を上回って上昇させる全般的なオープン制御共振器構造を提供する。温度を強制的に既知の安定したレベルにすることによって、温度変動が最小化され又はなくなり、従って、そのデバイスの周波数における温度誘導変動が回避されるか又は少なくとも低減される。

10

【0020】

図 2 は、例えば、統合圧電性共振器デバイス 100、又は全誘電体ブラッグリフレクタを備えた他の種類の圧電性ベースの共振器をつくるための種々の実施例に従った方法 200 を図示する。方法 200 の工程は、示された順に又は場合によっては異なる順に実行され得る。更に、2 つ又はそれ以上のステップが逐次的ではなく並列に実行され得る。

【0021】

202 で、この方法は、基板（例えば、基板 102）の上に低音響インピーダンス及び高音響インピーダンスの交互の誘電体層を堆積することを含む。基板は、単一のシリコンウエハ、GaAs、AlAs 等のシリコンから形成され得る。低音響インピーダンス及び高音響インピーダンス層は、上述のような材料から形成され得る。

20

【0022】

ブラッグリフレクタの種々の層の形成の後、204 で下部共振器電極 120 がブラッグリフレクタの上に形成される。一例において、下部共振器電極のために選択される材料は、好ましくは、低い熱弾性損を有し、平滑な共振器電極表面を維持するために、好ましくは 1000 Å 未満の厚みを有する。上部電極は、モリブデン、チタン、タングステン、金、プラチナ、アルミニウム等の材料を用いて、スパッタ堆積され得る。

【0023】

206 で、圧電性層が下部電極の上に堆積される。圧電性層は、窒化アルミニウム、酸化亜鉛、ジルコン酸チタン酸鉛、石英、チタン酸バリウム等の任意の適切な材料から形成され得る。窒化アルミニウム層は、c 軸配向を用いて低応力の緻密層を製造するために最適化されたプロセスを用いて、窒素ガスを用いて、反応性スパッタ堆積され得る。

30

【0024】

図 2 の 208 で示すように、上部電極が堆積される。上部電極も、スパッタ堆積されたモリブデンの層であり得る。上部ブラッグリフレクタ 149 も含まれ得る。

【0025】

210 で示すように、ヒータ層が圧電性共振器の上に堆積される。ヒータ層は、タンタルアルミニウム合金薄膜を含み得、半導体堆積 / フォト / ドライエッチプロセスによって形成され得、これはその後、この薄膜をパターニングし得る。

【0026】

40

212 で、質量バイアス 170 及びコンタクトパッド 160、162 が上述のように堆積される。最終的に、214 で、デバイスがプラスチックモールド充填で封止される。

【0027】

当業者であれば、本発明の特許請求の範囲内で、説明した例示の実施例に変形が成され得ること、及び多くの他の実施例が可能であることが分かるであろう。

【図 1】

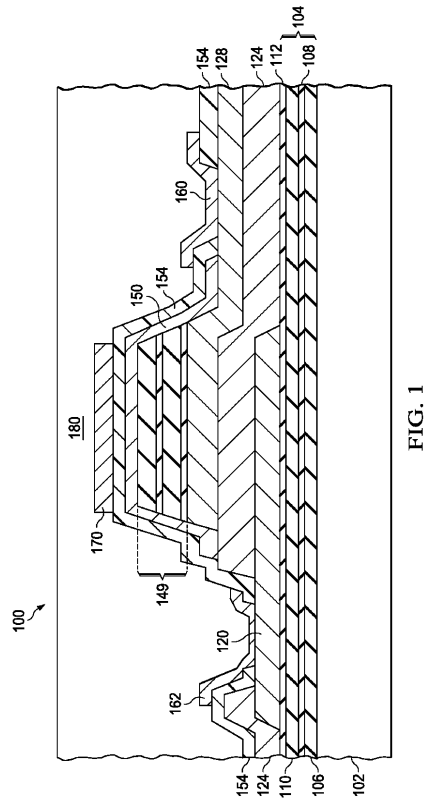


FIG. 1

【図 2】

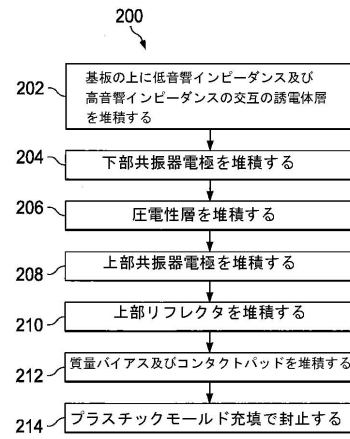


FIG. 2

フロントページの続き

- (72)発明者 バイロン エヌ バージェス
アメリカ合衆国 75002 テキサス州 アレン, サン カルロス アヴェニュー 1913
- (72)発明者 ウィリアム アール クレニック
アメリカ合衆国 75044 テキサス州 ガーランド, インディアン ヒルズ ドライブ 5
909
- (72)発明者 スチュアート エム ヤコブセン
アメリカ合衆国 75034 テキサス州 フリスコ, クロスボウ ドライブ 3205

審査官 橋本 和志

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0013224(US, A1)
特開2002-278558(JP, A)
特開2001-089236(JP, A)
特表2006-523051(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|------|
| H03H | 9/17 |
| H03H | 3/02 |
| H03H | 9/02 |