

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4624005号
(P4624005)

(45) 発行日 平成23年2月2日(2011.2.2)

(24) 登録日 平成22年11月12日(2010.11.12)

(51) Int.Cl.	F I
HO3H 9/17 (2006.01)	HO3H 9/17 F
HO1L 41/09 (2006.01)	HO1L 41/08 J
HO1L 41/187 (2006.01)	HO1L 41/18 IO1B
HO1L 41/22 (2006.01)	HO1L 41/22 Z

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-163215 (P2004-163215)	(73) 特許権者	506198551
(22) 出願日	平成16年6月1日(2004.6.1)		アバゴ・テクノロジーズ・ワイヤレス・ア
(65) 公開番号	特開2005-6304 (P2005-6304A)		イビー (シンガポール) プライベート・リ
(43) 公開日	平成17年1月6日(2005.1.6)		ミテッド
審査請求日	平成19年5月28日(2007.5.28)		シンガポール国シンガポール768923
(31) 優先権主張番号	457737		, イーシュン・アベニュー・7・ナンバー
(32) 優先日	平成15年6月9日(2003.6.9)		1
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100087642
			弁理士 古谷 聡
		(74) 代理人	100076680
			弁理士 溝部 孝彦
		(74) 代理人	100121061
			弁理士 西山 清春

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜バルク音響共鳴器における圧電結合係数を制御して製造される装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下部電極と、

第 1 の結合係数を有する圧電層、及び第 2 の結合係数を有し、酸化窒化アルミニウムを含む結合係数制御層を有する、前記下部電極上の複合層と、

該複合層の上方の上部電極とを備えていることを特徴とする、基板上に製作される装置

。

【請求項 2】

前記圧電層に、窒化アルミニウムが含まれることを特徴とする、請求項 1 に記載の装置

。

【請求項 3】

さらに、前記下部電極の下面に形成されたシード層を含むことを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

さらに、前記上部電極の上に、パッシベーション層が含まれることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 の何れかに記載の装置。

【請求項 5】

前記下部電極に、モリブデンが含まれることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 の何れかに記載の装置。

【請求項 6】

10

20

前記装置が、空洞の上に製作されることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 の何れかに記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音響共鳴器に関するものであり、とりわけ、電子回路用のフィルタとして利用可能な共鳴器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

電子装置のコスト削減及びサイズ縮小の必要から、電子フィルタ素子のさらなる小型化の要求は絶えることがない。無線電話及び小型ラジオといった消費者用電子装置は、それに含まれるコンポーネントのサイズ及びコストに厳しい制限を課す。さらに、多くのこうした装置では、正しい周波数に同調させなければならない電子フィルタが利用されている。電子フィルタによって、電気信号の所望の周波数範囲内にある周波数成分は通過させるが、所望の周波数範囲外にある周波数成分は除去または減衰させることが可能になる。こうしたフィルタは、帯域フィルタと呼ばれる。

【0003】

これらの要求を満たす潜在的可能性を備えたあるクラスの電子フィルタは、薄膜バルク音響共鳴器 (FBAR) から構成されている。これらの装置は、薄膜圧電 (PZ) 材料における縦バルク音波を利用する。ある単純な構成の場合、PZ 材料層が2つの金属電極間に挟まれる。このサンドイッチ構造は、空中に吊るされるのが望ましい。図 1 A 及び 1 B には、共鳴器 20 (例えば、FBAR 20) を備えた装置 10 の見本構造が例示されている。図 1 A には、装置 10 の平面図が例示され、一方、図 1 B には、図 1 A のライン A - A に沿った装置 10 の切り取り側面図が例示されている。

【0004】

共鳴器 20 は、基板 12 の上に製作される。基板 12 上に、下部電極層 22、圧電層 24、及び、上部電極層 26 の堆積及びエッチングが順番に施される。これらの層の、重なり合って、空洞 14 上に製作される部分が、共鳴器 20 を構成している。電極 22 及び 26 は、導体であり、一方、PZ 層 24 は、一般に、窒化アルミニウム (AlN) のような圧電材料である。

【0005】

金属電極 22 と 26 の間に交流電界が印加されると、PZ 層 24 は、電気エネルギーの一部を機械的波動の形態をとる機械的エネルギーに変換する。機械的波動は、電界と同じ方向に伝搬して、ある特定の共鳴周波数の共鳴を生じる。結果生じる機械的エネルギー対 FBAR 20 に加えられる電気エネルギーの比は、FBAR 20 の結合係数と呼ばれる。共鳴器の結合係数は、主として、その PZ 層の結合係数によって決まる。有効結合係数は、固有の圧電定数 (材料定数) と、FBAR におけるそれぞれに異なる層の厚さ及び位置によって影響される幾何学的項を掛け合わせた値に比例する。

【0006】

共鳴周波数において、共鳴器 20 は、電子共振器の働きをする。共鳴周波数は、FBAR 20 の総質量及び厚さを含む多くの要因によって決まる。GHz 範囲で用いられる共鳴器は、ほぼ、側方の長さ 28 が 100 ミクロン未満で、総厚 29 が数ミクロン程度の物理的寸法をなすように製作することが可能である。実施例の中には、例えば、既知の半導体製作プロセスを用いて共鳴器 20 を製作し、電子コンポーネント (不図示) 及び他の共鳴器 (不図示) と組み合わせて、電気信号用の電子フィルタを形成するものもある。

【0007】

例えば、無線通信装置に 1 GHz ~ 2 GHz の PCS 帯域フィルタを用いるといった、FBAR 20 の特定の用途については、特定の所望の結合係数並びに特定の所望の共鳴周波数を備えた共鳴器を製造するのが望ましい。

【0008】

10

20

30

40

50

所望の共鳴周波数と仮定すると、ある共鳴器に関する所望の結合係数を実現する技法の1つは、そのPZ層に、所望の結合係数であるか、または、それに近い結合係数を備えるPZ材料を選択することである。例えば、高品質の結晶形態をなす窒化アルミニウム(A1N)は、結合係数が約6.5パーセントである。従って、結合係数が約6.5パーセントの共鳴器を製造するには、そのPZ層として高品質のA1Nを用いて、共鳴器を製作することが可能である。

【0009】

しかし、所望の結合係数を実現するためのこの技法は、実用的ではない。これは、最低限、所望の各結合係数値毎に、それぞれに異なるPZ材料を発見することが必要になるためである。

10

【0010】

共鳴器に関する所望の結合係数を実現するためのもう1つの技法は、PZ層の厚さを変化させることである。例えば、FBAR20に関する所望の結合係数である3.7パーセントを実現するため、高品質のA1Nによるより薄めの層を堆積させて、PZ層24を形成することが可能である。PZ層を薄くすることによって、FBAR20の共鳴周波数が高くなる。所望の共鳴周波数を維持するため、電極層22及び26をより厚くして、PZ層24における質量及び厚さの損失を補償することが必要になる。

【0011】

所望の結合係数を実現するためにこの技法を用いると、結果として、温度変化に伴う周波数ドリフトに比較的影響されやすい共鳴器が得られることになる。これは、電極22及び26が、PZ材料(例えば、A1Nのような)よりも温度係数の高い材料(例えば、モリブデンのような)から造られているためである。電極の質量対PZ層の質量の比が増すに連れて、共鳴器の温度係数も全体として増すことになる。さらに、比較的薄いPZ層の場合、下部電極22と上部電極26との間における望ましくない静電気放電(ESD)の事例が、比較的厚いPZ層を備える共鳴器のこうしたESDの事例に比べて増加することになる。

20

【0012】

所望の結合係数を実現するためのさらにもう1つの技法は、PZ材料の品質を低下させることである。すなわち、PZ材料24の品質が低い、すなわち、その物理的構造内における規則性が劣る、共鳴器を製作することである。このため、この技法は、「不規則化技法」と呼ぶことが可能である。PZ層24の材料の分子構造内における規則性が劣化すると、PZ層の圧電特性が低下し、その結果、PZ層24の結合係数が低下する。例えば、3.7パーセントの所望の結合係数を実現するために、品質の低いA1Nを堆積させることが可能である。

30

【0013】

しかし、製造過程において、A1NのようなPZ材料の不規則性の程度、すなわち、品質を制御し、ばらつきのないように不規則性の程度を正確に再現して、所望の結合係数を実現するのは困難である。これは、ばらつきのないように不規則性の程度を正確に再現するには、厳密に制御しなければならない要因が数多く存在するためである。これらの要因には、例えば、基準温度、ガス圧、プロセス設備のそれぞれの部分における汚染、湿度、スパッタリング速度、化学物質の混合比、堆積温度、基板の粗さ、真空の質、スパッタリング室の形状寸法、結晶構造、スパッタリング力、及び、必ずしも、その全てが制御可能ではないか、または、既知のものではない、多くの他の要因が含まれている。

40

【0014】

さらに、不規則性の程度、従って、結果得られる結合係数は、プロセスまたは製造上の要因における小変動に影響されやすい。製造プロセスにおけるこれらの要因の1つ以上においてわずかな変動が生じると、不規則性の程度が大幅に変動することになる。

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0015】**

50

従って、本発明の目的は、薄膜バルク音響共鳴器における圧電結合係数を制御するための改良された方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

この目的は、本発明によって実現される。本発明の実施態様によれば、下部電極と、下部電極上の複合層と、複合層上の上部電極を備える、基板上に製作された装置が得られる。複合層には、第1の結合係数を備えた圧電層と、第2の結合係数を備えた結合係数制御層が含まれている。

【0017】

本発明の他の実施態様によれば、装置を製作する方法が得られる。まず、基板上に下部電極が製作される。次に、下部電極上に複合層が製作される。最後に、複合層上に上部電極が製作される。複合層には、第1の結合係数を備えた圧電層と、第2の結合係数を備えた結合係数制御層が含まれている。

【0018】

本発明の他の態様及び利点については、例証のため本発明の原理を示す、添付の図面に関連してなされる、下記の詳細な説明から明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

次に、本発明のさまざまな実施態様を例示した図2～5に関連して、本発明の説明を行うことにする。図示のように、層、領域、構造、または、これらの任意の組み合わせの大きさは、例証のため誇張されており、従って、本発明の一般的な構造を例証するために提示されたものである。

【0020】

基板、または、他の層、領域、または、構造上またはそれらの上方に形成された、層、領域、または、構造を備える装置に関連して、本発明のさまざまな態様が解説される。当該技術者には明らかなように、別の層、別の領域、別の構造、または、基板「上」またはそれらの「上方」に形成された層、領域、または、構造という言葉の仕方は、追加層の介在を考慮したものである。介在層の無い、別の層、別の領域、別の構造、または、基板上またはそれらの上方に形成される層、領域、または、構造に言及する場合は、本明細書では、他の層、他の領域、他の構造、または、基板「上に直接」、または、それらの「上方に直接」形成されたと記述される。

【0021】

さらに、「下」または「下方」といった相対的用語は、本発明では、図示された別の層、領域、または、構造に対するある層、領域、または、構造の関係を表わすために用いられるものとする。もちろん、これらの用語は、図示された定位以外に、さまざまな装置の定位を包含することを意図したものである。例えば、図中の装置を反転すると、他の層、領域、または、構造の「下」またはそれら「下方」と記述される層、領域、または、構造は、これら他の層、領域、または、構造の「上」またはそれらの「上方」に定位することになる。従って、「下」または「下方」という用語は、こうした状況において、図の配向、文脈、または、その両方に応じて、上及び上方の両方を包含することを意図したものである。同様に、「上」または「上方」という用語は、こうした状況において、図の配向、文脈、または、その両方に応じて、下及び下方の両方を包含することを意図したものである。同様の番号は、全体を通じて同様の構成要素を表わしている。

【0022】

例証のため図示されているように、本発明の実施態様の1つは、例えば、基板上に製作された共鳴器のような装置によって体现される。この装置には、複合層を挟んだ下部電極及び上部電極が含まれている。複合層には、第1の結合係数を備える圧電(PZ)層と、第2の結合係数を備える結合係数制御(CCC)層が含まれている。

【0023】

PZ層の材料は、製造プロセスにおいて、比較的容易に、PZ層の結合係数の厳密な制

10

20

30

40

50

御が行えるように選択される。例えば、PZ層は、結合係数が約6.5パーセントの高品質なAlNを用いて製作可能である。CCC層の材料は、CCC層の導電率または熱伝導率が0か、または、ごくわずかになるように、また、製造プロセスにおいて、比較的容易に、CCC層の結合係数の厳密な制御が行えるように選択される。例えば、CCC層は、酸化窒化アルミニウム(AlNO_x)である、AlN_xO_{1-x}とすることが可能であるが、ここで、xは0.95~0.99の範囲とすることが可能である。その酸化窒化アルミニウム材料は、結合係数が0か、または、0に近い。あるいはまた、CCC層34bには、単なる例示にすぎないが、石英、サファイア、ダイヤモンド、炭化珪素、または、ルチル(TiO₂)、または、所望の特性を備えた他の誘電体材料といった、任意の適合する誘電体材料を含むことが可能である。所望の特性には、制限するわけではないが、例えば、低い温度係数、0または0に近い結合係数(非誘電性)、強い結合、及び、比較的容易に、所望の結合係数が得られるように、材料を堆積させ、製作することが可能であることが含まれる。

10

【0024】

本発明の場合、所望の結合係数は、PZ層及びCCC層の相対厚を変化させ、同時に、複合層の全体厚を維持することによって実現される。この技法を利用すると、結合係数を調整し、同時に、複合層の全体厚、従って、共鳴周波数を比較的一定に維持することが可能になる。

【0025】

図2は、本発明の実施態様の1つによる装置の切り取り側面図である。装置30は、例えば、上述のFBARのような共鳴器とすることが可能である。FBAR30は、例示の層を堆積または製作することによって、基板12上に製作される。基板は、シリコン基板12のような任意の適合する基板とすることが可能である。

20

【0026】

基板12上に、下部電極32が堆積させられる。下部電極32は、モリブデンのような導電性材料を用いて製作することが可能である。当該技術においては、基板12上に下部電極32を堆積させるための、さまざまな製作方法及び堆積技法が既知のところである。下部電極の厚さは、例えば、FBAR30の所望のサイズ及び所望の共鳴周波数といった、さまざまな要因によって決まる。無線通信装置に用いるため、共鳴周波数がGHzのオーダの共鳴器の場合、下部電極32の厚さは、例えば、1000~5000オングストロームといった、ほぼ数千オングストロームの範囲とすることが可能である。

30

【0027】

本発明の場合、FBAR30にとって所望の結合係数(例えば、3.7パーセント)は、下部電極32と上部電極38の間に複合層34を製作することによって実現される。複合層34には、第1の結合係数(例えば、約6.5パーセント)を備えた圧電(PZ)層34aと第2の結合係数(例えば、ほぼ0パーセント)を備えた結合係数制御(CCC)層34bが含まれている。共鳴器30の結合係数は、PZ層34aとCCC層34bの組み合わせである。複合層内におけるこれら2つの層の相対厚を調整することによって、FBAR30にとって所望の結合係数(例えば、3.7パーセント)を実現することが可能である。

40

【0028】

本発明の望ましい結果の1つは、第1の結合係数(例えば、6.5パーセント)と第2の結合係数(例えば、0.0パーセント)の範囲内にある任意の望ましい結合係数(例えば、3.7パーセント)が、複合層34内のこれら2つの層の相対厚を調整することによって実現できるということである。従って、先行技術による技法の欠点が克服される。

【0029】

一例として、所望の結合係数の各値毎に、異なるPZ材料を発見して、製作する必要はない。さらに、複合層34の全厚が維持され、同時に、FBAR30の結合係数が調整される。従って、電極32及び36の質量または厚さを増す必要はない。結果として、温度係数が高くなることはなく、高温による周波数のドリフトが最小限に抑えられる。

50

【 0 0 3 0 】

最後に、組み合わせられた所望の結合周波数を備える複合層 3 4 は、先行技術による不規則化技法を用いる結果として、所望の結合周波数を備える図 1 A および図 1 B の P Z 層 2 4 より製作が困難ではない。

【 0 0 3 1 】

図 3 は、プロセスの要因と、窒化アルミニウム (A 1 N) のようなサンプル P Z 材料の結果得られる結合係数との関係を例示したグラフである。図 3 を参照すると、X 軸は、A 1 N のようなサンプル P Z 材料内における規則性 (その物理的構造の) の増 / 減することになるさまざまな製造プロセス要因の組み合わせを表わしている。X 軸上において、グラフの原点 5 1 から離れる動きは、材料の結晶の質の不規則性の増大 (規則性の減少) を表わしており、これによって、層の質が低下することになる。X 軸上の原点 5 1 に向かう動きは、材料の結晶の質の不規則性の減少 (規則性の増大) を表わしており、これによって、層の質が向上することになる。Y 軸には、結果生じる結合係数がパーセントで表わされている。

10

【 0 0 3 2 】

図 3 のグラフには、プロセス要因の制御によって任意の所望の結合係数を実現する困難さが例示されている。例えば、所望の結合係数が、例えば、3 . 7 パーセントか、または、それに近い A 1 N 材料による P Z 層を製作するには、プロセス要因 (X 軸によって表わされた) を極めて狭い範囲 5 2 内に制御することが必要になる。これを実際に実現するのは困難であり、コストが高くつく。これらの要因には、例えば、基準温度、ガス圧、プロセス設備のさまざまな部分の汚染、湿度、スパッタリング速度、化学物質の混合比、真空の質、蒸着温度、基板の粗さ、スパッタリング室の形状寸法、結晶構造、スパッタリング力、及び、必ずしも、その全てが制御可能ではないか、または、既知のものではない、多くの他の要因が含まれている。関係曲線 5 0 によって示されるように、狭い範囲 5 2 またはその近くで、プロセス要因がわずかに変動すると、A 1 N の結合係数は、所望の 3 . 7 パーセントの結合係数とは大幅に異なることになる。

20

【 0 0 3 3 】

一方、例えば、結合係数が 6 . 5 パーセントまたはそれに近い A 1 N による P Z 層の製作は比較的容易である。窒化アルミニウムは、高品質の結晶形状をなすように堆積させられると、約 6 . 5 パーセントの固有の結合係数を備えることになる。さらに、プロセス要因の比較的広い範囲 5 4 内において、高品質の A 1 N を製作することが可能である。すなわち、広い範囲 5 4 またはその近くで、プロセス要因の比較的大きい変動が生じても、結果得られる P Z 層の結合係数にはほとんど影響しない。

30

【 0 0 3 4 】

同様に、例えば、結合係数が 0 . 0 かまたはそれに近い酸窒化アルミニウム (A 1 N O _x) 材料による C C C 層を製作するのは比較的容易である。酸窒化アルミニウム (A 1 N O _x) 材料である A 1 N _x O _{1 - x} (ここで、x は 0 . 9 5 ~ 0 . 9 9 の範囲とすることが可能である) は、低品質の酸素化型の窒化アルミニウムであり、結合係数はほぼ 0 パーセントである。さらに、A 1 N O _x は、プロセス要因の比較的広い範囲 5 6 内で製作することが可能である。すなわち、広い範囲 5 6 またはその近くで、プロセス要因の比較的大きい変動が生じても、結果得られる C C C 層の結合係数にはほとんど影響しない。テスト時、2 ~ 5 パーセントの酸素を含む A 1 N O _x によって、結合係数がほぼ 0 の有用な C C C 層が得られた。

40

【 0 0 3 5 】

再び図 2 を参照すると、当該技術では、P Z 層 3 4 a 及び C C C 層 3 4 b を個別に堆積させ、製作するためのさまざまな技法が既知のところであり、本明細書で論じる必要はない。例えば、実施態様によっては、既知の半導体製作プロセスを利用して共鳴器 3 0 を製作し、電子コンポーネント (不図示) 及び他の共鳴器 (不図示) と組み合わせ、電気信号に関する電子フィルタを形成するものもある。

【 0 0 3 6 】

50

F B A R 3 0 の側方サイズ 4 0 は、例えば、F B A R 3 0 の所望の共鳴周波数、及び、その製作に用いられるプロセスといったさまざまな要因によって決まる、ミクロン～ミリメートルのオーダの範囲内とすることが可能である。G H z 範囲において用いられる共鳴器は、側方長さ 4 0 がほぼ 1 0 0 ミクロン程度で、全厚 4 4 が数ミクロン程度の物理的寸法をなすように製作することが可能である。こうした実施態様の場合、複合層 3 4 は、単なる例示にすぎないが、0 . 7 4 ミクロンといった、数ミクロンの 1 / 1 0 ~ 数ミクロン程度の範囲とすることが可能である。複合層 3 4 内における P Z 層 3 4 a と C C C 層 3 4 b の相対的割合は、共鳴器 3 0 の所望の結合係数によって決まる。

【 0 0 3 7 】

実際のところ、本発明の技法は、1 つ以上の先行技術による技法と組み合わせることが可能である。例えば、F B A R 3 0 の結合係数を所望のレベルである 3 . 7 パーセントまで低下させるため、電極 3 2 及び 3 6 の厚さをわずかに厚くし、複合層 3 4 の厚さ 4 4 をわずかに薄くして、共鳴器 3 0 に関して 5 . 4 パーセントの結合係数を実現することが可能である（複合層 3 4 には、高品質の A 1 N 材料だけしか含まれていないものと仮定する）。この実施態様の場合、電極 3 2 及び 3 4 は、それぞれ、厚さが約 3 , 7 0 0 オングストロームであり、複合層 3 4（全て、A 1 N 材料による）は、厚さが約 7 , 4 0 0 オングストロームである。

【 0 0 3 8 】

次に、3 . 7 パーセントの結合係数を実現するため、厚さを基準にして、1 0 パーセントの A 1 N O x と 9 0 パーセントの A 1 N を含む複合層 3 4 が製作され、複合層の全厚は、約 7 , 4 0 0 オングストロームの厚さに維持される。

【 0 0 3 9 】

図 4 は、複合層の比率曲線 5 8 を例示したグラフである。図 2 及び 4 を参照すると、X 軸は、複合層 3 4 を構成する P Z 層 3 4 a（本例では A 1 N）と C C C 層 3 4 b（本例では A 1 N O x）の比率をパーセントで表わしている。Y 軸は、複合層 3 4 の結果得られる結合係数を表わしている。複合層の不規則性（従って、複合層に関する結合係数）とパーセントとの関係は、必ずしも線形ではない。

【 0 0 4 0 】

予測されるように、複合層が 1 0 0 パーセントの A 1 N である場合、複合層 3 4 に関して結果得られる結合係数は、約 6 . 5 パーセントである。同様に、複合層が 1 0 0 パーセントの A 1 N O x である場合、複合層 3 4 に関して結果得られる結合係数は、0 パーセントか、または、それに近くなる。P Z 層 3 4 a 及び C C C 層 3 4 b の相対厚を変化させると、複合層 3 4 の結合係数も変化する。比率曲線 5 8 は、本例で論考のように、複合層 3 4 に A 1 N と A 1 N O x が含まれる場合に、複合層 3 4 内における材料の比率間において可能性のある 1 つの関係を例示するためだけに用いられるサンプル曲線である。比率曲線 5 8 は、制限するわけではないが、用いられる材料、共鳴器 3 0 内における相対的サイズ及び厚さ、及び、既に上述の他のさまざまなプロセス要因を含む、多くの要因によって広範囲にわたって変動する可能性がある。さらに、P Z 層 3 4 a と C C C 層 3 4 b との間における材料の反応または相互拡散が、比率曲線 5 8 にさらなる影響を及ぼし、歪を生じさせる可能性がある。

【 0 0 4 1 】

もう一度図 2 を参照すると、最後に、上部電極 3 6 が堆積させられる。上部電極 3 6 は、モリブデンのような導電性材料を用いて製作することが可能である。当該技術では、基板 1 2 上に上部電極 3 6 を堆積させるための、さまざまな製作方法及び堆積技法が既知のところである。上部電極の厚さは、例えば、F B A R 3 0 の所望のサイズ及び所望の共鳴周波数といった、さまざまな要因によって決まる。無線通信装置に用いられる G H z オーダの共鳴周波数の共鳴器の場合、下部電極は、例えば、1 , 0 0 0 オングストローム～5 , 0 0 0 オングストロームといった、数千オングストロームのオーダの範囲にわたる厚さを備えることが可能である。共鳴器 3 0 は、空洞 1 4 上に製作することが可能である。

【 0 0 4 2 】

10

20

30

40

50

図5は、本発明のもう1つの実施態様による装置60の切り取り側面図である。装置60の部分は、図2の装置30の対応する部分と同様である。便宜上、図2の装置30の対応する部分と同様の装置60の部分には、同じ参照番号が割り当てられている。異なる部分には、異なる参照番号が割り当てられている。

【0043】

図5を参照すると、共鳴器60は、下部電極32の堆積前に、シード層62を堆積させることによって製作される。シード層62によって、下部電極32及び複合層34の製作が可能で、より良好な表面が得られる。上部電極36の製作に続いて、パッシベーション層64を製作して、共鳴器60に保護及び不活性化を施すことが可能である。シード層62とパッシベーション層64は、両方とも、AlN、または、アルミナ(Al_2O_3)、シリコン(Si)、窒化珪素(Si_3N_4)、または、二酸化珪素(SiO_2)のような他の材料を用いて、堆積させることが可能である。実際、パッシベーション層64の場合には、フッ化水素酸によって侵蝕されない、温度係数の低い非反応性誘電体材料を利用することが可能である。

10

【0044】

シード層62の厚さは、例えば、所望の共鳴周波数、及び、FBAR60の製作に用いられるプロセスといった、さまざまな要因に従って、数百オングストロームのオーダーの範囲内とすることが可能である。本例の共鳴周波数がGHz範囲の共鳴器60の場合、シード層62の厚さは、約300オングストロームとすることが可能である。パッシベーション層64の厚さは、例えば、所望の共鳴周波数及びFBAR60の製作に用いられるプロセスといった、さまざまな要因によって決まる、数千オングストロームのオーダーの範囲内とすることが可能である。本例の共鳴周波数がGHz範囲の共鳴器60の場合、パッシベーション層64の厚さは、約3,000オングストロームとすることが可能である。

20

【0045】

以上から明らかなように、本発明は、新規であり、現行の技術に優る利点をもたらすものである。上記では、本発明の特定の実施態様について解説し、例示したが、本発明は、こうして解説され、例示された部分の特定の形態または構成に制限されるものではない。本発明は、付属の請求項によって制限される。

【0046】

上述の実施形態に即して本発明を説明すると、本発明は、下部電極(32)と、第1の結合係数を有する圧電層(34a)、及び第2の結合係数を有する結合係数制御層(34b)を有する、前記下部電極(32)上の複合層(34)と、該複合層(34)の上方の上部電極(36)とを備えている、基板(12)上に製作される装置(30)を提供する。

30

【0047】

好ましくは、前記圧電層(34a)に、窒化アルミニウムが含まれる。

【0048】

好ましくは、前記結合係数制御層(34b)に、非圧電性誘電体材料が含まれる。

【0049】

好ましくは、前記結合係数制御層(34b)に、酸窒化アルミニウムが含まれる。

40

【0050】

好ましくは、さらに、前記下部電極(32)の下にシード層(62)が含まれる。

【0051】

好ましくは、さらに、前記上部電極の上に、パッシベーション層(64)が含まれる。

【0052】

好ましくは、前記下部電極(32)に、モリブデンが含まれる。

【0053】

好ましくは、前記装置(30)が、空洞(14)の上に製作される。

【図面の簡単な説明】

【0054】

50

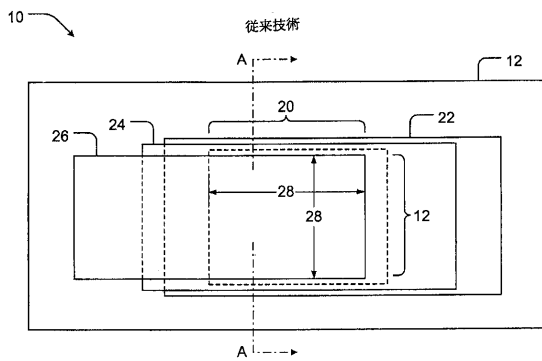
- 【図1A】 先行技術において既知の共鳴器を含む装置の平面図である。
- 【図1B】 ラインA - Aに沿って切り取られた図1Aの装置の切り取り側面図である。
- 【図2】 本発明の第1の実施態様による装置の切り取り側面図である。
- 【図3】 プロセス要因と結果得られる結合係数との関係を例示したグラフである。
- 【図4】 複合層の比率と結果得られる結合係数との関係を例示したグラフである
- 【図5】 本発明の第2の実施態様による装置の切り取り側面図である。

【符号の説明】

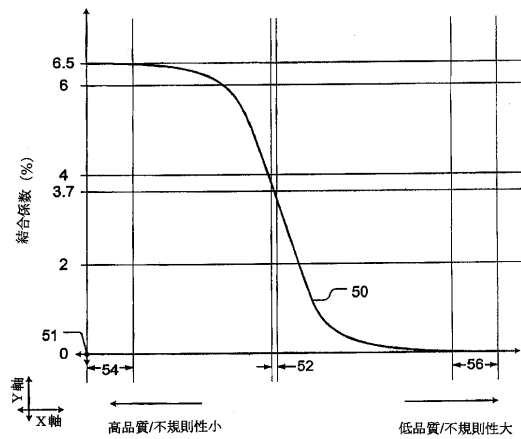
【0055】

- 12 基板
- 14 空洞
- 30 装置
- 32 下部電極
- 34 複合層
- 34a 圧電層
- 34b 結合係数制御層
- 36 上部電極
- 62 シード層
- 64 パッシベーション層

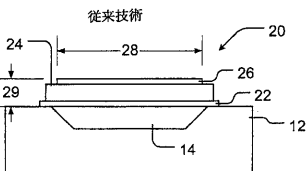
【図1A】



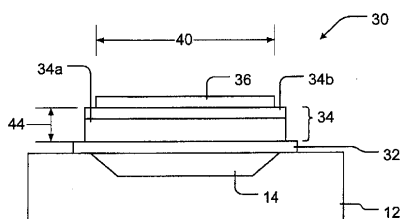
【図3】



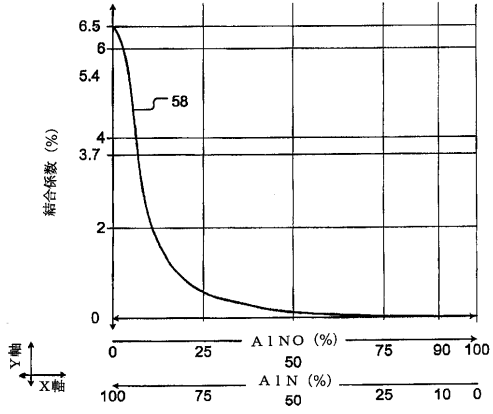
【図1B】



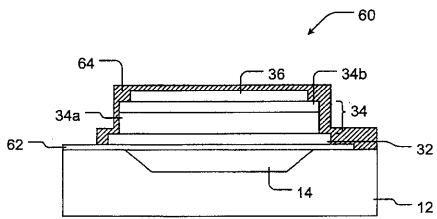
【図2】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ボール・ディー・ブラッドリー
アメリカ合衆国カリフォルニア州マウンテン・ビュー ファイエット・ドライブ ナンバー 120
2680
- (72)発明者 ユーリー・オシュムヤンスキー
アメリカ合衆国カリフォルニア州カマリーロ イースト・ローランド・アベニュー 1730
- (72)発明者 ベンジャミン・ユー
アメリカ合衆国カリフォルニア州サニーベール エクスター・コート 113
- (72)発明者 ジョン・ディー・ラーソン・サード
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロ・アルト テニソン・アベニュー 143

審査官 崎間 伸洋

- (56)参考文献 特開2001-211053(JP,A)
特開昭55-100722(JP,A)
特開平07-254836(JP,A)
国際公開第02/093549(WO,A1)
特開平10-270979(JP,A)
特開2002-237738(JP,A)
特開昭63-250090(JP,A)
国際公開第2003/026019(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H3/007-H03H3/10、H03H9/00-9/76、H01L41/09、
H01L41/187、H01L41/22