

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4683947号
(P4683947)

(45) 発行日 平成23年5月18日 (2011.5.18)

(24) 登録日 平成23年2月18日 (2011.2.18)

(51) Int. Cl.

F I

H03H 9/58 (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01)
H01L 41/08 (2006.01)
H03H 9/17 (2006.01)

H03H 9/58 A
H01L 41/08 U
H01L 41/08 J
H01L 41/08 D
H03H 9/17 F

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2005-35841 (P2005-35841)
(22) 出願日 平成17年2月14日 (2005.2.14)
(65) 公開番号 特開2005-244966 (P2005-244966A)
(43) 公開日 平成17年9月8日 (2005.9.8)
審査請求日 平成19年5月25日 (2007.5.25)
(31) 優先権主張番号 10/785,525
(32) 優先日 平成16年2月23日 (2004.2.23)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 506198551
アバゴ・テクノロジーズ・ワイヤレス・ア
イビー (シンガポール) プライベート・リ
ミテッド
シンガポール国シンガポール768923
, イーシュン・アベニュー・7・ナンバー
1
(74) 代理人 100099623
弁理士 奥山 尚一
(74) 代理人 100096769
弁理士 有原 幸一
(74) 代理人 100107319
弁理士 松島 鉄男
(74) 代理人 100114591
弁理士 河村 英文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 垂直方向に分離された音響フィルタ及び共鳴器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上の第1の音響共鳴器と、

前記第1の音響共鳴器の上方にある第2の音響共鳴器と

を備えており、前記第2の音響共鳴器が、前記第1の音響共鳴器から垂直方向に離隔さ
れていて、前記第1の音響共鳴器と前記第2の音響共鳴器との間で、音響エネルギーがほと
んどまたは全く結合されることのないようになっており、

前記第1の音響共鳴器を前記第2の音響共鳴器から離隔するスタンドオフを備えており
、該スタンドオフはタンゲステンを含んでおり、

前記第1の音響共鳴器と前記第2の音響共鳴器との間隔が0.1ミクロンから20ミク
ロンの範囲内にある、装置。

【請求項 2】

基板上に設けられた複数の共鳴器を備えており、

前記複数の共鳴器は、第1の音響共鳴器と、該第1の音響共鳴器から垂直方向に離隔さ
れている第2の音響共鳴器とを含んでおり、

前記第2の音響共鳴器は、前記第1の音響共鳴器とは音響的に分離されており、

前記第1の音響共鳴器が下部電極と上部電極とを備えており、該下部電極と該上部電極
との間には圧電層が設けられており、

前記第2の音響共鳴器が下部電極と上部電極とを備えており、該下部電極と該上部電極
との間には圧電層が設けられており、

10

20

前記第 1 の音響共鳴器の上部電極にはスタンドオフが設けられており、前記第 1 の音響共鳴器の上部電極と前記第 2 の音響共鳴器の下部電極とが前記スタンドオフにより電氣的に接続しており、

前記第 1 の音響共鳴器と前記第 2 の音響共鳴器との間隔が 0 . 1 ミクロンから 2 0 ミクロンの範囲内にある、装置。

【請求項 3】

基板上に設けられた複数の共鳴器を備えており、

前記複数の共鳴器は、第 1 の音響共鳴器と、該第 1 の音響共鳴器から垂直方向に離隔されている第 2 の音響共鳴器とを含んでおり、

前記第 2 の音響共鳴器は、前記第 1 の音響共鳴器とは音響的に分離されており、

前記第 1 の音響共鳴器が下部電極と上部電極とを備えており、該下部電極と該上部電極との間には圧電層が設けられており、

前記第 2 の音響共鳴器が下部電極と上部電極とを備えており、該下部電極と該上部電極との間には圧電層が設けられており、

前記第 1 の音響共鳴器と前記第 2 の音響共鳴器とを離隔するスタンドオフが設けられており、該スタンドオフはタンゲステンを含んでおり、

前記第 1 の音響共鳴器と前記第 2 の音響共鳴器との間隔が 0 . 1 ミクロンから 2 0 ミクロンの範囲内にある、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、電子回路のフィルタとして用いることが可能な共鳴器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

電子装置のコスト低減及びサイズ縮小の必要によって、フィルタ素子のさらなる小型化が絶えず要求されることになっている。携帯電話及び小型ラジオのような家庭用電化製品は、それに含まれるコンポーネントのサイズ及びコストの両方に対して厳しい制限を課す。こうした装置の多くは、正確な周波数に同調しなければならないフィルタを利用している。従って、安価で、コンパクトなフィルタ装置が得られるように、絶え間のない努力がなされてきた。

【0003】

これらの要求を満たす可能性のあるフィルタ・クラスの 1 つが、薄膜バルク音響共鳴器 (FBAR) から製作される。これらの装置は、薄膜の圧電 (PZ) 材料における縦波バルク音波を利用する。単純な構成の 1 つでは、PZ 材料層が、2 つの金属電極間に挟まれている。

【0004】

サンドイッチ構造は、支持構造によって空中に吊るすのが望ましい。金属電極間に電界が印加されると、PZ 材料によって、電気エネルギーの一部が、機械的波動の形態をなす機械的エネルギーに変換される。機械的波動は、電界と同じ方向に伝搬し、電極 / 空気界面で反射される。

【0005】

この装置は、共振周波数において、電子共鳴器のように見える。2 つ以上の共鳴器 (共振周波数の異なる) を互いに電氣的に接続すると、これが全体としてフィルタの働きをする。共振周波数は、その材料内における機械的波動が所与の位相速度を有している場合に、装置内を伝搬する機械的波動の半波長が装置の全厚に等しくなるような周波数である。機械的波動の速度は、光の速度より 4 桁小さいので、結果生じる共鳴器はかなりコンパクトになる可能性がある。

【0006】

マイクロ波周波数に用いる小型フィルタを設計し、製作する場合、ダイ上に製作された

10

20

30

40

50

複数の相互接続された共鳴器（例えば、F B A R）を設けることが必要になることが多い。図 1 は、フィルタ回路の一部 1 0 を示す概略図である。便宜上、本明細書では、例示の部分は、「フィルタ回路」1 0 と呼ばれる。フィルタ回路 1 0 には、複数の相互接続された共鳴器が含まれている。図 1 を参照すると、例示の共鳴器の一部は、直列に接続されていて、直列共鳴器 1 2、1 4、及び、1 6 と呼ばれ、例示の他の共鳴器は、並列に接続されていて、並列共鳴器 2 2、2 4、2 6、及び、2 8 と呼ばれる。フィルタ回路 1 0 は、接続点 1 1、1 3、1 5、1 7、1 9、及び、2 1 を介して外部回路（不図示）に接続している。

【 0 0 0 7 】

図 2 には、一般に、ダイ 2 0 上に設けられる、図 1 のフィルタ回路 1 0 の共鳴器に関するトポロジを例示したダイ 2 0 の平面図が示されている。図 1 及び図 2 において、対応する共鳴器は、同じ参照番号で例示されている。図 1 の接続点は、図 2 の接続パッドとして例示され、対応する接続点及び接続パッドは、同じ参照番号で例示されている。

10

【 0 0 0 8 】

例示のように、ダイ 2 0 は、共鳴器を設けるためのダイ領域（X 軸範囲 2 3 及び Y 軸範囲 2 5 として例示された第 1 の寸法範囲及び第 2 の寸法範囲によって形成される）を必要とする。ダイ領域は、たとえば、携帯電話のような無線通信装置等の多くの電子装置において乏しく、高価な資源である。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

20

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、より小さいダイ上にフィルタ回路 1 0 を設けることができるようにして、より小さく、より低コストの装置を製造可能にすることにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

この必要は、本発明によって満たされる。本発明の第 1 の実施態様では、装置に、基板上の第 1 の音響共鳴器と、第 1 の音響共鳴器と第 2 の音響共鳴器との間で結合する音響エネルギーがほとんどまたは全くないように、第 1 の音響共鳴器の上方へ垂直方向に離隔された第 2 の音響共鳴器が含まれている。音響共鳴器は、垂直方向に離隔されているので、必要とするダイ・スペースが減少し、その結果、より小さく、面積効率が高く、コスト有効性の高い装置が実現する。

30

【 0 0 1 1 】

本発明の第 2 の実施態様では、装置に、基板上に製作された複数の共鳴器が含まれており、この場合、第 1 の音響共鳴器が基板上に製作され、第 2 の音響共鳴器が、第 1 の音響共鳴器の上方へ垂直方向に離隔され、音響的に分離されている。

【 0 0 1 2 】

本発明の第 3 の実施態様では、装置の制作方法が開示される。まず、基板上に第 1 の共鳴器が製作される。次に、第 1 の共鳴器のまわりに、犠牲層が製作される。スタンドオフが製作される。次に、スタンドオフ上方において、犠牲層に第 2 の共鳴器が製作される。最後に、全ての犠牲層が除去される。

40

【 0 0 1 3 】

本発明の他の態様及び利点については、例証のため、本発明の原理を例示した、添付の図面に関連してなされる、以下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 】

【 0 0 1 4 】

次に、本発明については、本発明のさまざまな実施態様を例示した図 1 ~ 図 8 に関連して説明することにする。図面において、構造または部分のサイズの一部には、例示のため、他の構造または部分のサイズに対して誇張されているものもあるが、従って、これらは、本発明の概略構造を例示するために示されている。さらに、本発明のさまざまな態様が、他の構造、部分、または、その両方に対して「上方」または「の右」に位置する構造ま

50

たは部分に関連して説明される。当該技術者には明らかなように、「上方」または「の右」といった相対的な用語またはフレーズは、本明細書では、図に例示のように、ある構造または部分の別の構造または部分に対する関係を表わすために用いられている。もちろん、こうした相対的な用語は、図に描かれた配向だけではなく、装置のさまざまな配向を包含することを意図したものである。例えば、図の装置に対して反転、回転、または、その両方を施すと、他の構造または部分の「上方」または「右」と記述した構造または部分が、今や、他の構造または部分の「下方」または「左」に位置することになる。

【 0 0 1 5 】

例示のため図に示されるように、本発明の実施態様は、基板上の第 1 の音響共鳴器と、第 1 の音響共鳴器の上方へ垂直方向に離隔された第 2 の音響共鳴器を備える装置をもって典型的な例とする。共鳴器は、もう一方の上方へ垂直方向に離隔されるので、共鳴器を設けるのに必要な領域全体が縮小され、従って、ダイ・サイズ及び製造コストの節減が実現される。

10

【 0 0 1 6 】

図 3 は、本発明の実施態様の 1 つに従って共鳴器のトポロジを強調するために描き直された、図 1 のフィルタ回路 10 の概略図である。描き直されたフィルタ回路は、参照番号 10 a を用いて表示されている。図 3 の回路 10 a には、図 1 のフィルタ回路 10 と同じコンポーネント共鳴器及び接続点が含まれている。さらに、図 3 のフィルタ回路 10 a の働きは、図 1 のフィルタ回路 10 の働きと同じである。このため、下記を除いては、図 1 及び図 3 の対応するコンポーネントには同じ参照番号が用いられている、すなわち、図 3 において、本発明の例示の実施態様に従って、垂直方向に離隔する技法をより明確に例示するため、図 1 の直列共鳴器 12、14、及び、16 が、図 3 では直列共鳴器 12 a、14 a、及び、16 a と表示されている。

20

【 0 0 1 7 】

図 4 は、本発明の実施態様の 1 つに従って図 3 のフィルタ回路 10 a を設けるダイ 30 の平面図である。図 3 及び図 4 の場合、対応する共鳴器は、同じ参照番号で例示されている。図 3 の接続点は、図 4 では接続パッドとして例示されており、対応する接続点及び接続パッドは同じ参照番号で例示されている。図 5 は、ライン A - A に沿って切断された図 4 のダイの一部の切り取り側面図である。ギガヘルツ周波数範囲の電子信号を濾波するフィルタ回路の場合、ダイ 30 の共鳴器は、それぞれ、およそ数百ミクロン以下ほどの側方サイズと、数ミクロン以下ほどの厚さを備えることが可能である。

30

【 0 0 1 8 】

図 4 及び図 5 を参照すると、ダイ 30 には、基板 32 上に製作された並列共鳴器 22、24、26、及び、28 が含まれている。本発明の例示の実施態様の場合、直列共鳴器 12 a、14 a、及び、16 a は、それぞれ、並列共鳴器 22、24、及び、26 の上方へ製作される。例えば、並列共鳴器 26 (第 1 の音響共鳴器 26) は、基板 32 上に製作される。基板 32 には、第 1 の共鳴器 26 の下にキャピティ 34 を含むことが可能である。第 2 の共鳴器、この場合、直列共鳴器 16 a は、前記第 1 の共鳴器 26 の上方へ垂直方向に離隔されている。例示の実施態様の場合、第 1 の共鳴器 26 及び第 2 の共鳴器 16 a は、薄膜バルク音響共鳴器 (FBAR) である。基板は、例えば、シリコン基板とすることが可能である。

40

【 0 0 1 9 】

第 1 の共鳴器 26 には、圧電層 26 p z を挟む下部電極 26 b e と上部電極 26 t e が含まれている。同様に、第 2 の共鳴器 16 a には、圧電層 16 p z を挟む下部電極 16 b e と上部電極 16 t e が含まれている。第 1 及び第 2 の共鳴器 26 及び 16 a の両方の電極は、単なる一例にすぎないが、モリブデンのような導電材料から造られている。第 1 及び第 2 の共鳴器 26 及び 16 a の両方の圧電層は、単なる一例にすぎないが、窒化アルミニウムのような圧電材料から造られている。

【 0 0 2 0 】

第 2 の共鳴器 16 a は、スタンドオフ (支持部材) 27 によって支持され、主として空

50

気によって第1の共鳴器26から離隔され、分離されている。第1の共鳴器26と第2の共鳴器16aとの間隔は、実施例に応じて大幅に変動し、例えば、0.1ミクロン～20ミクロンといった範囲にわたる可能性がある。実施態様によっては、セパレータ29によって、第1の共鳴器26と第2の共鳴器16aとの間隔を保つことが可能なものもある。図5には、2つのセパレータ29が例示されているが、セパレータ29は、垂直方向に離隔した共鳴器26及び16aが互いに接触するのを防ぐために利用されている。セパレータ29は、第1の共鳴器26の上部電極26te上に製作された短いピラーまたはスタブとすることも可能である。セパレータ29は、スタンドオフ27と同様のプロセス及び材料を用いて製作される。例示の実施態様の場合、セパレータ29の上部断面積（上部断面は図示されていない）は、第1の電極26の上部電極26teの面積（図4に部分的に例示されている）と比較して極めて小さく、例えば、上部電極26teの面積の1パーセント未満としてもよい。

10

【0021】

音響共鳴器26及び16aは、垂直方向に離隔され、音響的に分離されているので、第1の音響共鳴器26と第2の音響共鳴器16aとの間で結合する音響エネルギーは、ほとんどまたは全くない。

【0022】

スタンドオフ27は、実施例に応じて、1ミクロンの何分のいくつかから数十ミクロンまで、あるいは、数百ミクロンにさえ及ぶ範囲のオーダで測定される高さを備えている。スタンドオフの側方長さは、0.5ミクロン～100ミクロンの範囲とすることが可能であり、1平方ミクロン～1平方ミリメートルにわたる断面積をなす。両共鳴器間のセパレーションは、完全であってもよく、あるいは必ずしもそうでなくてもよい。例えば、2つの共鳴器の間にスタンドオフを製作して、共鳴器を離隔することができるが、離隔した共鳴器間でスタンドオフ自体によって僅かに接続される可能性もある。

20

【0023】

スタンドオフ27は、第2の共鳴器16aの下方のどこにでも製作することが可能である。例示の実施態様の場合、スタンドオフ27は、第1の共鳴器26上に製作され、第2の共鳴器16aの下部電極16beに接続されている。すなわち、例示の実施態様の場合、スタンドオフ27は、第1の共鳴器26の圧電層26pz上に製作されている。実際には、スタンドオフ27は、ダイ30の他の部分に製作することも可能である。例えば、スタンドオフ27は、基板32または第1の共鳴器26の上部電極26te上に製作することが可能である。スタンドオフ27は、例えば、タンゲステンのような、共鳴器製作プロセスとの統合に適した、任意の十分に合成の高い材料を用いて製作することも可能である。

30

【0024】

図4のダイ30は、共鳴器を設ける領域（X軸範囲33とY軸範囲35として例示された第1と第2の寸法範囲によって形成される）を必要とする。ダイ30の共鳴器の一部は、他の共鳴器の上方へ垂直方向に離隔されている。このため、ダイ30にその共鳴器の全てを設けるのに必要な領域は、図1のダイ20に比べて少なく済む。

【0025】

図6は、その製作プロセス中における、ラインA-Aに沿って切断された図5のダイ30の一部に関する切り取り側面図である。その垂直方向に離隔された共鳴器を含むダイ30を製作するため、第1の共鳴器26は基板32上に製作されている。例示の実施態様の場合、第1の共鳴器26は、キャビティ34の上方に製作されている。製作プロセスのこの段階で、キャビティ34に、例えば、燐酸シリケート・ガラス（PSG）のような何らかの犠牲材料が充填される。キャビティ34のためのものとして、PSGは犠牲材料として用いられる材料と同じにすることが可能である。次に、第1の共鳴器26のまわりに、犠牲層36が製作される。第1の共鳴器26の製作後、スタンドオフ27も製作される。犠牲層36は、例えば、スラリを用いて研磨することにより、平坦化される。

40

【0026】

50

次に、第２の共鳴器１６ａが、スタンドオフ２７の上方かつ犠牲層３６の上方に製作される。最後に、犠牲層３６を除去すると、スタンドオフ２７によって支持され、第１の共鳴器２６の上方に吊るされた第２の共鳴器１６が残ることになる。ＰＳＧ犠牲層の除去には、フッ化水素酸を用いることが可能である。

【００２７】

図７は、本発明のもう１つの実施態様に従って共鳴器のトポロジを強調するように描き直された図１のフィルタ回路１０の概略図である。この描き直されたフィルタ回路は、参照番号１０ｂを用いて表示されている。図７のフィルタ回路１０ｂには、図１のフィルタ回路１０と同じコンポーネント共鳴器及び接続点が含まれている。さらに、図７のフィルタ回路１０ｂの働きは、図１のフィルタ回路１０の働きと同じである。このため、下記を除いては、図１及び図７の対応するコンポーネントには同じ参照番号が用いられている、すなわち、図７において、本発明の例示の実施態様に従って、垂直方向に離隔する技法をより明確に例示するため、図１の共鳴器１２、１４、１６、２４、及び、２８が、図７では共鳴器１２ｂ、１４ｂ、１６ｂ、２４ｂ、及び、２８ｂと表示されている。

【００２８】

図８は、本発明のさらなる態様を例示した、本発明の他の実施態様に従って図７のフィルタ回路１０ｂを設けるダイ４０の一部の切り取り側面図である。図７及び図８において、対応する共鳴器は、同じ参照番号で例示されている。

【００２９】

図７及び図８を参照すると、例示の実施態様において、ダイ４０には、基板４２上に製作された並列共鳴器２２及び２６が含まれている。直列共鳴器１２ｂ、１４ｂ、及び、１６ｂが、並列共鳴器２２及び２６の上方へ垂直方向に離隔して製作されている。さらに、並列共鳴器２４ｂ及び２８ｂが、直列共鳴器１２ｂ、１４ｂ、及び、１６ｂの上方へ垂直方向に離隔して製作されている。前述のように、基板４２には、共鳴器２２及び２６の下にキャビティ４４を含むことが可能である。第２の共鳴器１６ｂは、第１の共鳴器２６の上方へ垂直方向に離隔されている。例示の実施態様の場合、第１及び第２の共鳴器２６及び１６ｂは、薄膜音響共鳴器（ＦＢＡＲ）である。この場合、第３の共鳴器２８ｂが、第２の共鳴器１６ｂの上方に製作されている。共鳴器の垂直方向へのさらなる離隔配置のため、図８のダイ４０が必要とするスペースは、図４のダイ３０よりもさらに少なくすむ。

【００３０】

図８には、本発明のさらなる態様が例示されている。図８の場合、垂直方向に離隔された共鳴器を支持するためのスタンドオフは、数字４１に続いて英字「a」から始まる英字が後続する参照番号（４１ａ、４１ｂ、...）を用いて表示されている。全てのスタンドオフに対して、このように参照番号が付されているわけではない。例示の実施態様の場合、スタンドオフの１つ、すなわち、スタンドオフ４１ａは、基板４２上に製作されているが、スタンドオフ４１ｂのような他のスタンドオフは、下方の共鳴器の上部電極上に製作されている。実際のところ、スタンドオフ４１ｂは、第１の共鳴器２６の上部電極２６ｔｅと第２の共鳴器１６ｂの下部電極１６ｂｅの間に位置し、第１の共鳴器２６の上部電極２６ｔｅを第２の共鳴器１６ｂの下部電極１６ｂｅに機械的に接続している。

【００３１】

スタンドオフ４１ｂが、例えば、タングステンのような導電性材料で造られている場合や、電極と同じ材料であるモリブデンで造られている場合、第１の共鳴器２６の上部電極２６ｔｅ及び第２の共鳴器１６ｂの下部電極１６ｂｅは、電気的に接続される。あるいはまた、スタンドオフ４１ｂが電気絶縁材料で造られている場合、第１の共鳴器２６の上部電極２６ｔｅ及び第２の共鳴器１６ｂの下部電極１６ｂｅは、電気的に互いに分離されて、互いに異なる電位を有する可能性がある。この場合、第１の共鳴器２６の上部電極２６ｔｅと第２の共鳴器１６ｂの下部電極１６ｂｅの間には、容量性電位差が生じる。電気的分離に関して、スタンドオフ４１ｂは、タングステンまたはモリブデンのような導電性材料、あるいは、窒化珪素またはポリシリコンのような絶縁または半絶縁材料で製作すること

が可能である。

【 0 0 3 2 】

以上から明らかなように、本発明は、新規であって、現在の技術に対して優位性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説明され、例示されているが、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べきものではない。例えば、異なる構成、サイズ、または、材料を利用することが可能であるが、それでも、本発明の範囲内に含まれる。本発明は、付属の請求項によって制限される。

【 0 0 3 3 】

なお、本発明は例として次の態様を含む。() 内の数字は添付図面の参照符号に対応する。

[1] 基板上の第 1 の音響共鳴器と、

前記第 1 の音響共鳴器の上方にある第 2 の音響共鳴器が含まれている装置であって、

前記第 2 の音響共鳴器が、前記第 1 の音響共鳴器から垂直方向に離隔されていて、前記第 1 の音響共鳴器と前記第 2 の音響共鳴器との間で、音響エネルギーがほとんどまたは全く結合されることのないようになっていることを特徴とする装置。

[2] 前記第 1 の音響共鳴器及び前記第 2 の音響共鳴器が薄膜バルク音響共鳴器 (F B A R) であることを特徴とする、上記 [1] に記載の装置。

[3] 前記第 2 の音響共鳴器がスタンドオフによって支持されていることを特徴とする、上記 [1] に記載の装置。

[4] さらに、前記第 1 の音響共鳴器と前記第 2 の音響共鳴器の間に少なくとも 1 つのセパレータを備えることを特徴とする、上記 [1] に記載の装置。

[5] 前記第 1 の音響共鳴器が、圧電層を挟む下部電極と上部電極を備え、

前記第 2 の音響共鳴器が、圧電層を挟む下部電極と上部電極を備えることを特徴とする、

上記 [1] に記載の装置。

[6] さらに、前記第 2 の音響共鳴器の下部電極に接続され、前記第 1 音響共鳴器上に製作されるスタンドオフを備えることを特徴とする、上記 [2] に記載の装置。

[7] さらに、前記第 1 の音響共鳴器の上部電極と前記第 2 の音響共鳴器の下部電極との間にスタンドオフを備えることを特徴とする、上記 [5] に記載の装置。

[8] さらに、前記第 1 の音響共鳴器の上部電極及び前記第 2 の音響共鳴器の下部電極が前記スタンドオフによって電氣的に接続されていることを特徴とする、上記 [7] に記載の装置。

[9] 前記第 1 の音響共鳴器の上部電極と前記第 2 の音響共鳴器の下部電極が、互いに異なる電位にあり、そのため、前記第 1 の音響共鳴器の上部電極と前記第 2 の音響共鳴器の下部電極との間に容量性電位差が生じることを特徴とする、上記 [7] に記載の装置。

[1 0] さらに、前記第 1 の音響共鳴器を前記第 2 の音響共鳴器から離隔するスタンドオフを備えることを特徴とする、上記 [1] に記載の装置。

[1 1] 前記スタンドオフがタングステンからなることを特徴とする、上記 [1 0] に記載の装置。

[1 2] 少なくとも 1 つのスタンドオフによって、前記第 1 の音響共鳴器と前記第 2 の音響共鳴器が電氣的に接続されることを特徴とする、上記 [1 0] に記載の装置。

[1 3] 前記第 1 の音響共鳴器が、前記第 2 の音響共鳴器から空気によって隔絶されていることを特徴とする、上記 [1] に記載の装置。

[1 4] 前記第 1 の音響共鳴器と前記第 2 の音響共鳴器との間隔が、 0 . 1 ミクロン ~ 2 0 ミクロンの範囲内であることを特徴とする、上記 [1] に記載の装置。

[1 5] さらに、前記第 2 の音響共鳴器の上方へ垂直方向に離隔された第 3 の音響共鳴器を備えることを特徴とする、上記 [1] に記載の装置。

[1 6]

基板上に製作された複数の共鳴器を具備する装置であって、

第 1 の音響共鳴器と、前記第 1 の音響共鳴器の上方で垂直方向に離隔された第 2 の音響共鳴器が含まれることと、

前記第 2 の音響共鳴器が、前記第 1 の音響共鳴器から音響的に分離されていることとを特徴とする装置。

[1 7] 前記第 2 の音響共鳴器がスタンドオフによって支持されていることを特徴とする、上記 [1 6] に記載の装置。

[1 8] 前記第 1 の音響共鳴器及び前記第 2 の音響共鳴器が薄膜バルク音響共鳴器 (F B A R) であることを特徴とする、上記 [1 6] に記載の装置。

[1 9] 前記第 1 の音響共鳴器が、圧電層を挟む下部電極と上部電極を備え、前記第 2 の音響共鳴器が、圧電層を挟む下部電極と上部電極を備えることを特徴とする、上記 [1 6] に記載の装置。

10

[2 0] さらに、前記第 2 の音響共鳴器の下部電極に接続され、前記第 1 の音響共鳴器の上部電極上に製作されるスタンドオフを備えることを特徴とする、上記 [1 9] に記載の装置。

[2 1] さらに、前記第 1 の音響共鳴器の上部電極と前記第 2 の音響共鳴器の下部電極との間にスタンドオフを備えることを特徴とする、上記 [1 9] に記載の装置。

[2 2] さらに、前記第 1 の音響共鳴器を前記第 2 の音響共鳴器から離隔するスタンドオフを備えることを特徴とする、上記 [1 9] に記載の装置。

[2 3] 前記スタンドオフがタンゲステンからなることを特徴とする、上記 [2 2] に記載の装置。

20

[2 4] 装置の製作方法であって、
基板上に第 1 の共鳴器を製作することと、
前記第 1 の共鳴器のまわりに犠牲層を製作することと、
スタンドオフを製作することと、
前記スタンドオフ上方において、前記犠牲層上に第 2 の共鳴器を製作することと、
前記犠牲層を除去することと
を有することを特徴とする方法。

[2 5] さらに、前記第 2 の共鳴器を製作する前に、前記犠牲層を平坦化することを有することを特徴とする、上記 [2 4] に記載の方法。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 4 】

【図 1】複数の共鳴器を含むフィルタ回路の一部を示す概略図である。

【図 2】先行技術によるトポロジを用いた、図 1 のフィルタ回路を設けるダイの平面図である。

【図 3】本発明の実施態様の 1 つによる共鳴器のトポロジを強調するように描き直された、図 1 のフィルタ回路の概略図である。

【図 4】本発明の実施態様の 1 つによる、図 3 のフィルタ回路を設けるダイの平面図である。

【図 5】ライン A - A に沿って切断された、図 4 のダイの一部の切り取り側面図である。

40

【図 6】製作プロセス中における、ライン A - A に沿って切断された、図 4 のダイの一部の切り取り側面図である。

【図 7】本発明のもう 1 つの実施態様による共鳴器のトポロジを強調するように、再度描き直された、図 1 のフィルタ回路の概略図である。

【図 8】図 7 のフィルタ回路を設けるダイの切り取り側面図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 5 】

1 0 フィルタ回路

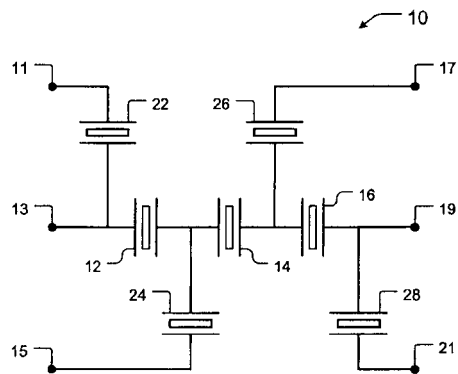
1 1、1 3、1 5、1 7、1 9、2 1 接続点 (接続パッド)

1 2、1 4、1 6 直列共鳴器

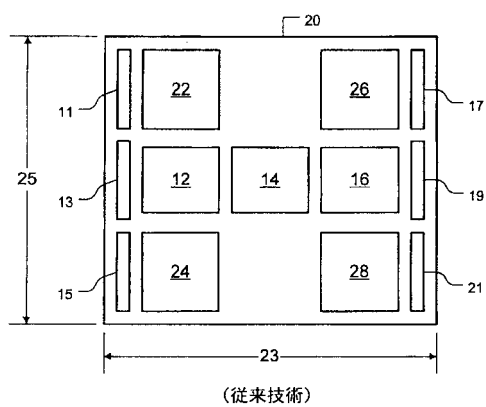
50

- 20 ダイ
 22、26、24、28 並列共鳴器
 27 スタンドオフ
 29 セパレータ
 32 基板

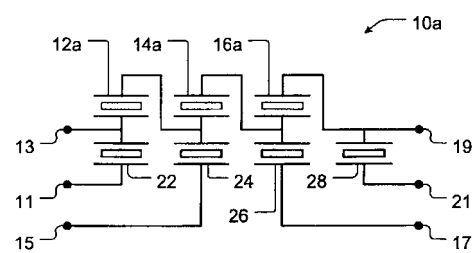
【図1】



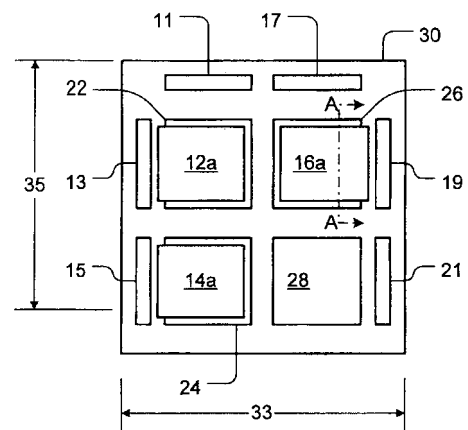
【図2】



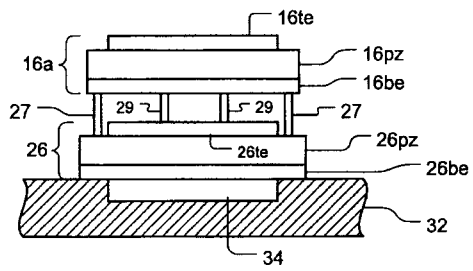
【図3】



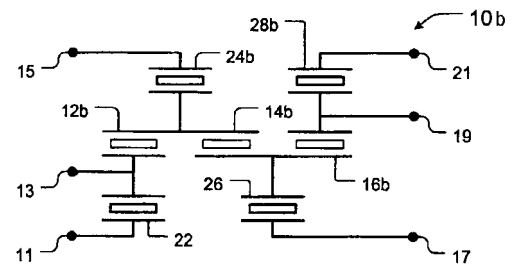
【図4】



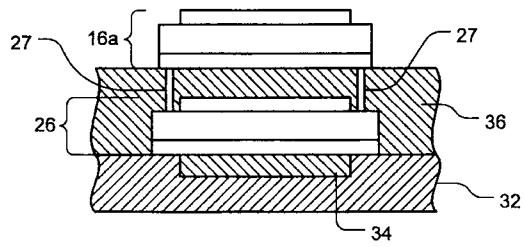
【図 5】



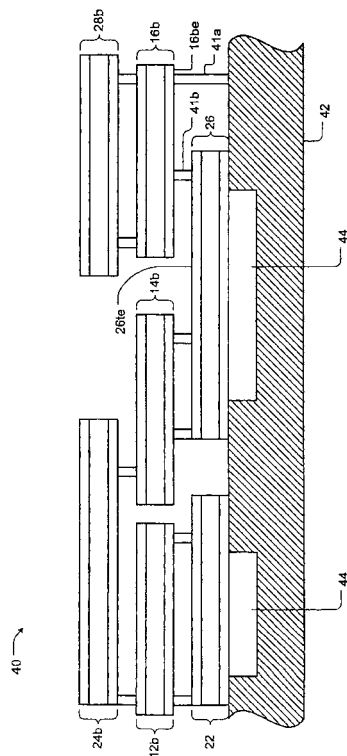
【図 7】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

- (74)代理人 100118407
弁理士 吉田 尚美
- (74)代理人 100125380
弁理士 中村 綾子
- (74)代理人 100130960
弁理士 岡本 正之
- (74)代理人 100125036
弁理士 深川 英里
- (74)代理人 100142996
弁理士 森本 聡二
- (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
- (72)発明者 リチャード シー . ルビー
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94025 メンロ・パーク 9ス・アヴェニュー 567
- (72)発明者 ジョン ディー . ラーソン・ザ・サード
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94301 パロ・アルト テニソン・アヴェニュー 143

審査官 崎間 伸洋

- (56)参考文献 米国特許第06635519(US, B1)
特開平09-270669(JP, A)
国際公開第02/039537(WO, A1)
特開2003-017964(JP, A)
特表2004-514313(JP, A)
特開平11-346140(JP, A)
特開2004-357306(JP, A)
米国特許第05185589(US, A)
米国特許第07038559(US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H3/007 - H03H3/10、H03H9/00 - 9/76、H01L41/08、
H01L41/09