

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4535841号
(P4535841)

(45) 発行日 平成22年9月1日(2010.9.1)

(24) 登録日 平成22年6月25日(2010.6.25)

(51) Int.Cl.	F I
H03H 9/17 (2006.01)	H03H 9/17 F
H01L 41/09 (2006.01)	H01L 41/08 U
H01L 41/18 (2006.01)	H01L 41/08 C
H01L 41/08 (2006.01)	H01L 41/18 I O I Z
H03H 9/58 (2006.01)	H01L 41/08 D

請求項の数 13 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2004-313727 (P2004-313727)	(73) 特許権者	398067270
(22) 出願日	平成16年10月28日(2004.10.28)		富士通メディアデバイス株式会社
(65) 公開番号	特開2006-128993 (P2006-128993A)		神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目3番地
(43) 公開日	平成18年5月18日(2006.5.18)		12
審査請求日	平成18年8月17日(2006.8.17)	(73) 特許権者	000204284
前置審査			太陽誘電株式会社
			東京都台東区上野6丁目16番20号
		(74) 代理人	100087480
			弁理士 片山 修平
		(72) 発明者	堤 潤
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
			1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	横山 剛
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
			1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電薄膜共振子及びこれを用いたフィルタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、該基板上に形成された下部電極と、該下部電極及び前記基板上に形成された圧電膜と、該圧電膜を挟んで前記下部電極に対向する部分を有するように前記圧電膜上に形成された上部電極とを有し、前記対向する部分における前記圧電膜の外周部のうち、前記上部電極の引き出し部と重なる部分以外の外周部の全てが、前記上部電極と前記下部電極とが対向して形成された領域の外周部と略一致し、前記圧電膜がポアソン比 $1/3$ 以下の材料で形成され、前記下部電極は前記領域の下に形成された空隙に露出し、前記対向する部分における圧電膜の外周部の少なくとも一部は前記空隙上に位置し、前記下部電極と前記圧電膜とが前記空隙に露出する面積は、前記領域を形成する下部電極の前記空隙に露出する面積より広く、前記上部電極の引き出し部上の、前記対向する部分に近接する領域全てに付加膜を設け、前記上部電極のうち、前記引き出し部以外の部分の外周部は、前記圧電膜の外周部と略一致することを特徴とする圧電薄膜共振子。

【請求項2】

前記圧電膜の外周部の25%以上が、前記領域の外周部と略一致していることを特徴とする請求項1記載の圧電薄膜共振子。

【請求項3】

前記圧電膜の外周部の50%以上が、前記領域の外周部と略一致していることを特徴とする請求項1記載の圧電薄膜共振子。

【請求項4】

前記領域は楕円形状を有することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項記載の圧電薄膜共振子。

【請求項 5】

前記領域は不規則な多角形であり、該多角形を形成する少なくとも 2 辺は平行でないことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項記載の圧電薄膜共振子。

【請求項 6】

前記圧電膜は A 1 N を主成分としていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項記載の圧電薄膜共振子。

【請求項 7】

前記付加膜は金属膜であることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項記載の圧電薄膜共振子。

10

【請求項 8】

前記付加膜は、アルミニウムを主成分とする単層膜又は多層膜であることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項記載の圧電薄膜共振子。

【請求項 9】

前記付加膜と前記対向する部分の外周部との最短距離が、当該対向する部分の厚さの 2 倍以下であることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項記載の圧電薄膜共振子。

【請求項 10】

前記付加膜と前記対向する部分の外周部との最短距離が 3 μ m 以下であることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項記載の圧電薄膜共振子。

20

【請求項 11】

前記圧電膜の外周部はパターニングで形成されたエッジを含むことを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか一項記載の圧電薄膜共振子。

【請求項 12】

前記領域は、厚み縦振動モードの共振子を形成していることを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか一項記載の圧電薄膜共振子。

【請求項 13】

請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の前記圧電薄膜共振子を少なくとも 1 つ含むフィルタ。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電薄膜共振子及びこれを用いたフィルタに関する。

【背景技術】

【0002】

携帯電話に代表される無線機器の急速な普及により、高性能なフィルタや分波器に対する需要が増加している。圧電薄膜共振子を用いたフィルタ及び分波器は、特に高周波において低損失で高耐電力な特性が得られるため、弾性表面波フィルタに変わる次世代フィルタ、分波器として注目されている。圧電薄膜共振子フィルタが本質的に低損失で高耐電力である主たる理由は、共振子の構造が単純であり、高周波化されても電極サイズを確保できるために電気抵抗増加による特性劣化を回避できるからである。しかしながら、近年では弾性表面波フィルタの性能も飛躍的に向上しており、圧電薄膜共振子を用いたフィルタの競争力強化のためにもさらなる高性能化、特に低損失化が必須をなっている。このような背景を受けて、圧電薄膜共振子のさらなる低損失化のための開発が活発に進められている。

40

この種の圧電薄膜共振器は一般に F B A R (F i l m B u l k A c c o u s t i c R e s o n a t o r) として知られており、例えば特許文献 1 ～ 3 に記載されている。

【0003】

圧電薄膜共振子フィルタの損失原因の 1 つとして、弾性波が上部電極と下部電極が対向した領域（以降、共振部とよぶ）の外側（以降、非共振部とよぶ）、つまり電気信号に再

50

変換され得ない領域に漏れていき、損失となる現象がある。ここでは、この現象を“横方向漏れ”と呼ぶことにする。この横方向漏れの原因は、共振部と非共振部の音速の大小関係に起因するものである。横方向漏れが生じないための音速の小関係は、使用される圧電膜のポアソン比で決定され、ポアソン比が $1/3$ 以上であれば共振部の音速が非共振部よりも遅く、また、ポアソン比が $1/3$ 以下であれば共振部の音速が非共振部よりも速いことである。ここで、ポアソン比 $1/3$ 以上の圧電膜の場合、共振部に適当な質量付加を与えることで音速が周辺部よりも遅くなり、横方向漏れが比較的簡単に抑制できる。

【特許文献1】特開2004-120494

【特許文献2】特開2002-372974

【特許文献3】米国特許第6657363

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、逆に、圧電膜のポアソン比が $1/3$ 以下の場合、横方向漏れが生じない音速の関係が逆となり、簡単には横方向漏れを抑制できない。現状の実用的な圧電薄膜共振子フィルタでは、圧電膜としてポアソン比が $1/3$ 以下であるAlNが使用されており、横方向漏れの抑制が難しく、損失が増大してしまうという問題が生じていた。

【0005】

本発明は、上述のような事情を考慮してなされたものであり、近年の圧電薄膜共振子フィルタに対する要求に対応すべく、横方向漏れを抑制し、低損失化することを課題としている。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、基板と、該基板上に形成された下部電極と、該下部電極及び前記基板上に形成された圧電膜と、該圧電膜を挟んで前記下部電極に対向する部分を有するように前記圧電膜上に形成された上部電極とを有し、前記対向する部分における前記圧電膜の外周部の全てが、前記上部電極と前記下部電極とが対向して形成された領域の外周部と略一致し、前記圧電膜がポアソン比 $1/3$ 以下の材料で形成され、前記下部電極は前記領域の下に形成された空隙に露出し、前記対向する部分における圧電膜の外周部の全ては前記空隙上に位置し、前記下部電極と前記圧電膜とが前記空隙に露出する面積は、前記領域の前記空隙に露出する面積より広く、前記上部電極の引き出し部上の、前記対向する部分に近接する領域全てに付加膜を設け、前記上部電極のうち、前記引き出し部以外の部分の外周部は、前記圧電膜の外周部と略一致する圧電薄膜共振子である。

30

【0007】

上記圧電薄膜共振子において、前記圧電膜の外周部の25%以上が、前記領域の外周部と略一致している構成とすることができる。また、前記圧電膜の外周部の50%以上が、前記領域の外周部と略一致している構成とすることができる。また、前記領域は楕円形状を有する構成とすることができる。上記圧電薄膜共振子において、前記領域は不規則な多角形であり、該多角形を形成する少なくとも2辺は平行でない構成とすることができる。上記圧電薄膜共振子において、前記圧電膜はAlNを主成分としている構成とすることができる。また、前記付加膜は金属膜で構成することとしてもよい。また、前記付加膜は、アルミニウムを主成分とする単層膜又は多層膜で構成することができる。また、前記付加膜と前記対向する部分の外周部との最短距離が、当該対向する部分の厚さの2倍以下である構成とすることができる。また、前記付加膜と前記対向する部分の外周部との最短距離が $3\mu\text{m}$ 以下とすることができる。また、前記圧電膜の外周部はパターンニングで形成されたエッジを含む構成とすることができる。また、前記領域は、厚み縦振動モードの共振子を形成している構成とすることができる。

40

【0009】

本発明はまた、上記の圧電薄膜共振子を少なくとも1つ有するフィルタを含む。

【発明の効果】

50

【0010】

横方向漏れが抑制され、低損失な圧電薄膜共振子、及び低損失な圧電薄膜共振子フィルタを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明の理解を助けるために、まず、図1を参照して圧電薄膜共振子の基本構造を示す。最も基本的な構造として、共振部の形状は正方形としている。図1において、圧電薄膜共振子は、基板10と、基板10上に形成された下部電極20と、下部電極20及び基板10上に形成された圧電膜30と、圧電膜30を挟んで下部電極20に対向する部分を有するように圧電膜30上に形成された上部電極40とを有する。上部電極40と下部電極20とが対向して形成された領域が共振部60である。共振部60で生じている振動は、厚み縦振動モードである。基板10は、この領域の下に位置し、かつこの領域よりも幅広の空隙50を有する。空隙50は音響多層膜であってもよい。以下、空隙50として説明する。圧電薄膜共振子は、非共振部70、80を有する。図1では、下部電極20の端部が空隙50の内側に位置しているように図示されているが、空隙50の端部と一致するような配置であってもよい。また、同様に、上部電極40の端部が空隙50の内側に位置しているように図示されているが、空隙50の端部と一致するような配置であってもよい。この点は、以下に説明する本発明の実施の形態や実施例でも同様である。

10

【0012】

この基本構造においては、共振部60と非共振部70、80の音速の大小関係が横方向漏れを引き起こす関係にあるとき、図1中矢印で示したように、弾性波は圧電膜30を通じて共振部60から非共振部70、80に向かって横方向に漏れていく。本発明においては、この圧電膜を通じて生じる横方向漏れを、図2に示すように圧電薄膜共振子の構造を変更することで低減するものである。

20

【0013】

具体的には、非共振部70の圧電膜30をパターンニングすることで削除し、参照番号100で示すように、圧電膜30のパターンニングされた外周部と共振部60の外周部の少なくとも一部が一致するようにする。こうすることで、圧電膜30が削除された領域は、弾性波が伝搬するための媒体がなくなるために横方向漏れがなくなる。また、共振部60では、全域に渡って圧電膜30が存在するので、機械振動を電気信号に再変換する際の効率劣化もないため、損失低減が見込めることになる。

30

【0014】

次に、非共振部内において、圧電膜を削除する領域について説明する。原理からすると、非共振部70の圧電膜30を削除すればするほど、横方向漏れは低減される。従って、非共振部70の圧電膜30はできるだけ削除することが望ましい。図2に示した構造は、正方形の共振部60の一辺のみが、圧電膜30の外周部と一致した最も単純な構造である。このとき、圧電膜30の外周の25%が共振部60の外周と略一致していることになる。ここで、圧電膜30をエッチングする際、下部電極20上の圧電膜30のエッチングレートと、基板10上の圧電膜30のエッチングレートは同一ではないために、両者を同時にエッチングするのは製造プロセス上に工夫が必要である。従って、図2に示した共振部60の一辺のみが圧電膜の外周と一致した構造が最も簡単となる。もちろん、製造プロセスを改良することで、下部電極20上と基板10上の圧電膜30を同時にエッチングし、共振部60の外周の25%以上が圧電膜30の外周部と一致するようにすれば、さらなる特性改善が得られる。例えば、図3のように、共振部60の2辺が圧電膜30の外周と一致するようにすることが好ましい。

40

【0015】

次に、図4に示すように、共振部60が楕円形状を持つ圧電薄膜共振子について説明する。共振部60が四角形の場合と同様に圧電膜30を伝わって、横方向漏れが生じる。このとき、圧電膜30を削除したときの単純な構造は図5のようになり、下部電極20と上部電極40の引き出し部42がほぼ同等の形状の場合、圧電膜30のパターン外周部と共

50

振部 60 の外周部が略一致するのは、全外周の約 50 % となる。つまり、50 % までは容易に作製可能となる。ここで、図 6 に示したように、例えば上部電極 40 の引き出し部の幅 42 を共振器部 60 の長軸長さよりも短くするなどの工夫をし、更に、製造プロセスの最適化により、下部電極 20 上の圧電膜 30 と基板 10 上の圧電膜 30 をエッチングすれば、圧電膜 30 のパターンの外周部と共振部 60 の外周部が略一致する領域を 50 % 以上にすることができ、大部分の横方向漏れが抑制されることになり、更に損失低減が見込める。

【0016】

次に、パターンニングされた圧電膜の端部から反射される弾性波について説明する。パターンニングされた圧電膜の端部では、弾性波のほとんどが反射される。更に、この反射された弾性波は、横方向漏れがないために共振部内に閉じ込められることになる。そして、この反射波が共振部内で横方向の定在波として存在した場合、通過帯域内にリップルを生じさせ、応用上問題となることがある。この反射の問題に対しては、上部電極と下部電極が対向した共振部 60 の形状を楕円形（例えば、図 5）としたり、図 7 に示すように共振部 60 の形状が不規則な多角形にすることで回避できる。なぜなら、楕円や不規則な多角形においては平行な 2 辺が存在しないために横方向の共振条件が満足されなく、共振部 60 内には横方向の定在波が存在しにくいからである。

【0017】

上述した実施の形態においては、下部電極 20 上及び基板 10 上の圧電膜 30 を削除することで、下部電極 20 上及び基板 10 上に堆積された圧電膜 30 を伝って横方向へ漏れるのを防いでいる。

【0018】

次に、上部電極の引き出し部への横方向漏れを防ぐ構成を備えた発明の圧電薄膜共振子について説明する。圧電膜のポアソン比が $1/3$ 以下の場合、共振部内で励振された弾性波が共振部内に閉じ込められる条件は、共振部の音速が周辺部の非共振部の音速よりも速いことである。従って、図 8 に示すように、上部電極 40 の引き出し部 42 上に、音速を遅くさせるための付加膜 90 を、共振部 60 に近接させて堆積すればよい。また、図 8 に示した圧電薄膜共振子の構造を用いて横方向漏れが抑制できるのは、圧電膜 30 のポアソン比が $1/3$ 以下のときであり、実用的な材料としては、AlN（窒化アルミニウム）である。更に、上部電極 40 の引き出し部 42 上に堆積する付加膜 90 としては、金属膜とすることで横方向漏れを抑制すると同時に、引き出し部 42 の電気抵抗も低減することができ、より望ましい構成となる。更には、上部電極 40 の引き出し部 42 に堆積する金属膜として Au を主成分とする単層膜あるいは多層膜とした場合、その金属膜をフリップチップボンディングするためのバンプ密着膜としても利用でき、製造工程が簡便となり、より望ましい構成となる。ここで、上部電極 40 の引き出し部 42 上に堆積させる付加膜 90 は、横方向漏れを効率よく抑制するために、図 8 のように共振部 60 に接していることが望ましい。しかしながら、製造誤差によって図 9 のように、共振部 60 上にも付加膜 90 が堆積される場合があり、このときには特性劣化を招く。従って、実際には図 10 のように、共振部 60 からわずかに距離（付加膜マージン）D を置いて付加膜 90 を堆積することになる。発明者らの行った実験では、付加膜マージン D は共振部 60 の厚さ（弾性波の 2 分の 1 波長に相当）の 2 倍程度までの距離であれば横方向漏れ抑制の効果が得られた。更に、製造装置の誤差の観点から付加膜マージン D について考えると、共振部 60 と付加膜 90 との最短距離を $3\text{ }\mu\text{m}$ 以下とすれば、付加膜 90 が共振部 60 に堆積されることもなく、低損失な圧電薄膜共振子を作製できる。

【0019】

以上、横方向漏れを抑制する構成を備えた 2 つの実施形態を示した。これら 2 つの方法を組み合わせた場合、その効果も組み合わせられるので、更に望ましくなる。

【0020】

更に、共振部 60 の下側は、共振部 60 の面積よりも広い面積を有する空隙 50 とすることで、共振部 60 自体が自由に振動できるようになり、良好な特性を有する圧電薄膜共

10

20

30

40

50

振子が得られる。

【0021】

また、上記圧電薄膜共振子を少なくとも1つを用いて圧電薄膜共振子フィルタを作製した場合、横方向漏れが抑制された分だけ損失が改善でき、従来よりも低損失なフィルタ特性が得られる。

【実施例1】

【0022】

基板10をシリコンで形成し、下部電極20及び上部電極40にはRu（ルテニウム）を用い、圧電膜30にはAlNを用いて圧電薄膜共振子を作製し、本発明の効果を検証した例を示す。空隙部60はDeep RIEを用いて基板10の裏面からエッチングすることによって形成した。また、上部電極40と下部電極20が対向している共振部60の形状は楕円形である。AlNの圧電膜30は図5に示したように下部電極20側の非共振部70がパターンニングされており、圧電膜30のパターン外周部と共振部60の外周部の約50%が略一致している。なお、共振部60は楕円形状であり、圧電膜30のパターンニングはウェットエッチングにより行った。比較のために、図4に示すように、圧電膜30と共振部60の外周部が全く一致しない圧電薄膜共振子も作製して特性を評価した。このとき、圧電薄膜共振子の実効的な電気機械結合係数は、図4に示す構造では6.4%であったのに対し、図5に示す本発明の構造を用いると6.5%に向上した。また、反共振Qを評価した結果、図4に示す構造では500程度であったものが、約600まで増加した。以上の結果、図5に示した本発明構造において、圧電薄膜共振子の性能が向上することを確認できた。

【実施例2】

【0023】

基板10をシリコンで形成し、下部電極20及び上部電極40にはRuを用い、圧電膜30にはAlNを用いて圧電薄膜共振子を作製し、本発明の効果を検証した第2の例を示す。空隙部50はDeep RIEを用い基板10の裏面からのエッチングにより形成してある。また、上部電極40と下部電極20が対向している共振部60の形状は楕円形である。ここで、図8に示すように上部電極40の引き出し部42上に付加膜90を作製した。付加膜90には、Ti（100nm厚）を下地膜としたAu（300nm）を用いた。なお、Au/Ti付加膜90はフリップチップ用のパッド部にも同時に形成されており、バンプを形成する際の密着層の役割も果たしている。更に、Au/Ti付加膜90と共振部60とのマージン（付加膜マージン）Dを変化させて特性を評価した。実効的な電気機械結合係数の変化、及び共振Q値の変化をそれぞれ図11及び図12に示す。なお、図11及び図12に示したグラフの横軸は共振部の厚さ（弾性波の波長の1/2）で規格化した値であり、マイナスは付加膜90が図9に示したように共振部60も覆っていることを意味している。その結果、付加膜マージンDがほぼ0の時に実効的な電気機械結合係数、及び共振Q値も最大となることがわかる。また、付加膜マージンDが弾性波波長の2倍程度より小さくなると、共振Q値及び電気機械結合係数とも改善する傾向が見られた。従って、付加膜90と共振部60の外周部の最短距離が共振部の厚さの2倍以下であれば、圧電薄膜共振子の性能向上が見込めることが確認できた。

【実施例3】

【0024】

圧電膜30の外周部の一部と共振部60の外周部を一致させる発明と、上部電極40の引き出し部42上に付加膜90を堆積する発明を組み合わせた圧電薄膜共振子を用いて、図14に示すラダー型フィルタを構成し、本発明の効果を検証した例を示す。圧電薄膜共振子を構成する電極、圧電膜材料は上記2つの実施例と同じである。なお圧電薄膜共振子の構造は図14ようになる。また、図14に示すラダー型フィルタは、直列共振器S1～S4、並列共振器P1～P3の4段構成とし、隣り合う段の並列共振器は共用されている。このラダー型フィルタにおいて、図13に示した本発明の圧電薄膜共振子構造を並列共振器に採用した。このときの通過特性を図15に示す。図15には、比較のために、す

すべての圧電薄膜共振子を図1に示す構造とした圧電薄膜共振子の特性も比較のために示してある。本発明の圧電薄膜共振子を並列共振器に用いたラダー型フィルタでは、挿入損失が通過帯域全域に渡って0.1dB改善することが確認でき、本発明の効果を確認できた。

【0025】

以上のように、本発明を用いれば、圧電薄膜共振子の性能向上が見込める。これにより、本発明の圧電薄膜共振子を用いてフィルタや分波器を構成すれば、従来よりも低損失な特性が実現可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

10

【図1】圧電薄膜共振子の一般的な基本構造を示す図である。

【図2】本発明の一実施形態を示す図である。

【図3】図2に示す実施形態の変形例を示す図である。

【図4】圧電薄膜共振子の一般的な別の基本構造を示す図である。

【図5】図2に示す実施形態の更に別の変形例を示す図である。

【図6】図2に示す実施形態の更に別の変形例を示す図である。

【図7】図2に示す実施形態の更に別の変形例を示す図である。

【図8】本発明の別の実施形態を示す図である。

【図9】図8に示す実施形態で発生する可能性のある問題点を説明するための図である。

【図10】図8に示す実施形態における付加膜マージンを説明するための図である。

20

【図11】図8に示す実施形態での付加膜マージンに対する実効的は電気機械結合係数の変化を示すグラフである。

【図12】図8に示す実施形態での付加膜マージンに対する共振Q値の変化を示すグラフである。

【図13】図8に示す実施形態の変形例を示す図である。

【図14】ラダー型フィルタの一構成例を示す図である。

【図15】本発明の圧電薄膜共振子を用いて製作したラダーフィルタの周波数特性を示すグラフである。

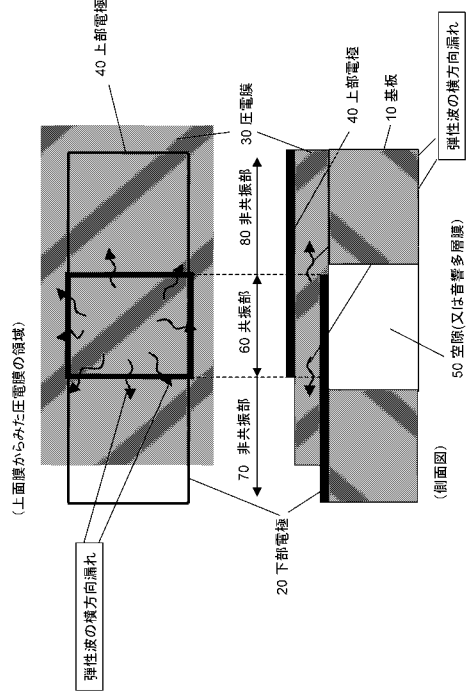
【符号の説明】

【0027】

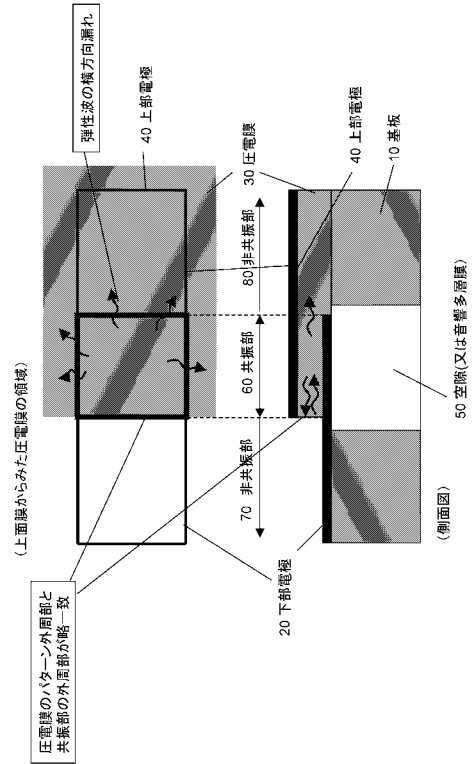
30

- 10 基板
- 20 下部電極
- 30 圧電膜
- 40 上部電極
- 50 空隙（又は音響多層膜）
- 60 共振部
- 70、80 非共振部
- 90 付加膜

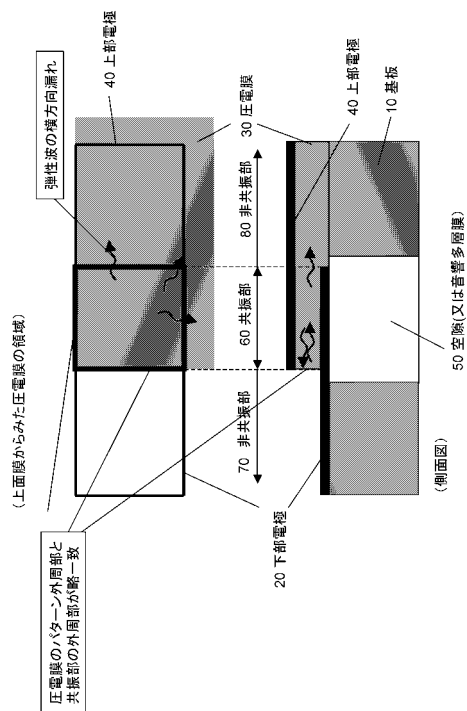
【図 1】



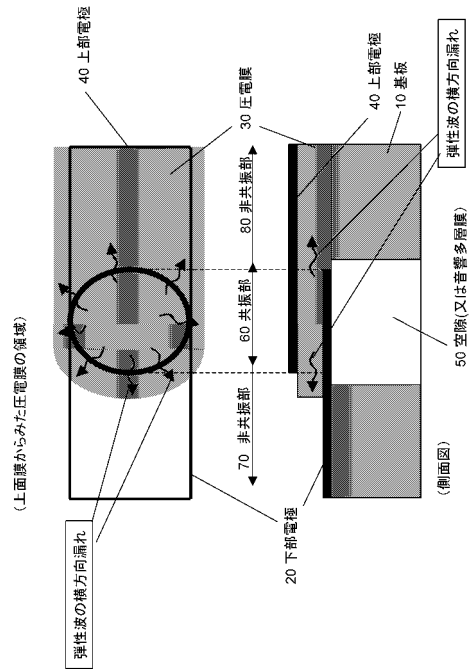
【図 2】



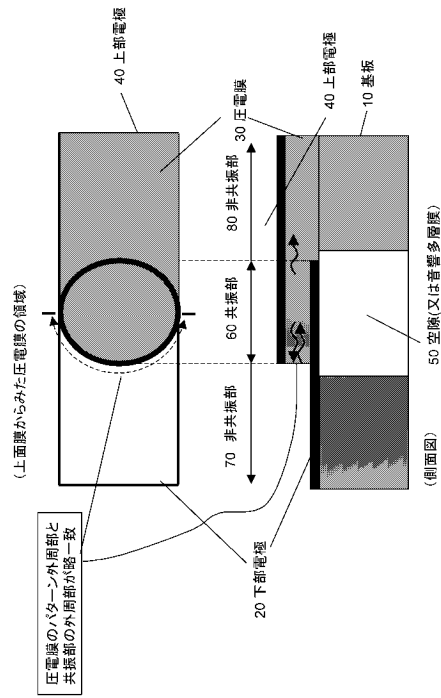
【図 3】



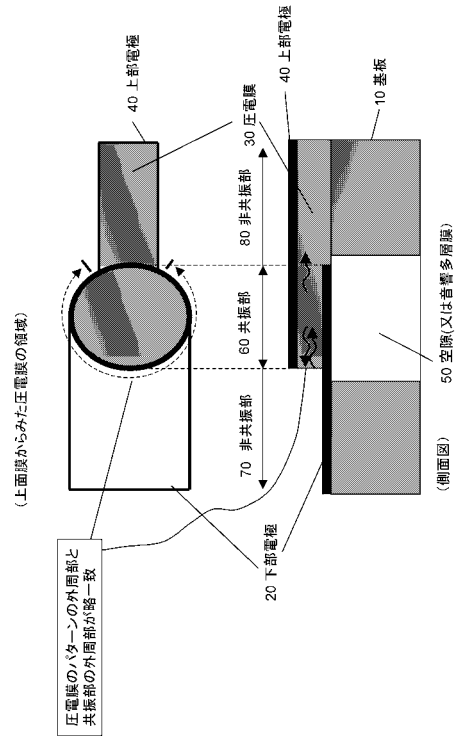
【図 4】



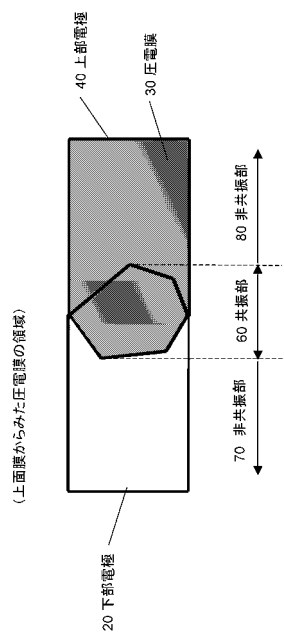
【図 5】



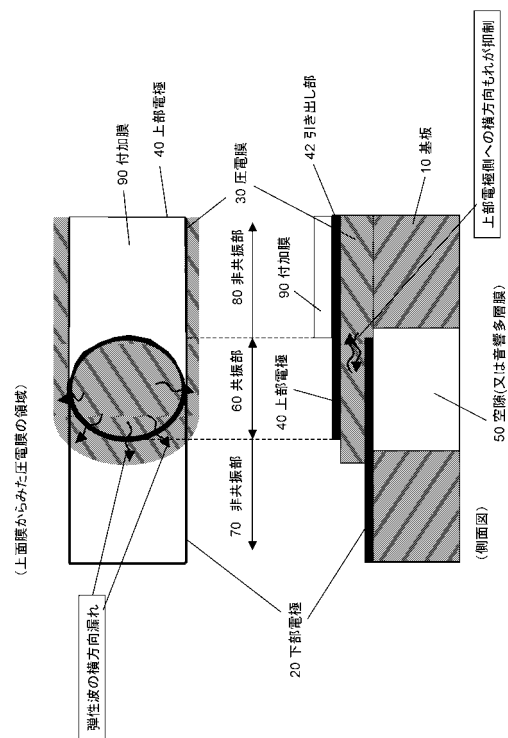
【図 6】



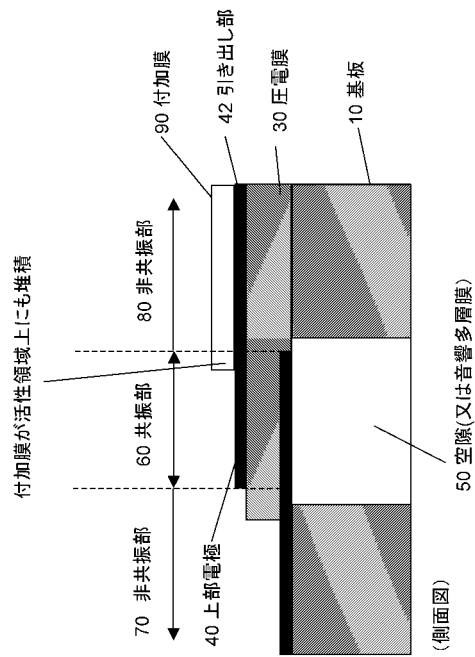
【図 7】



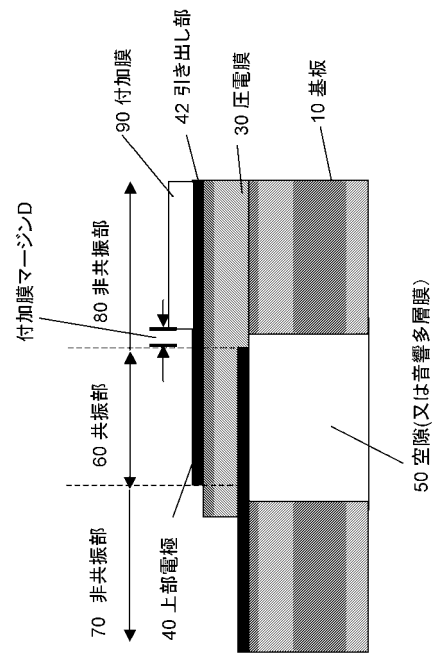
【図 8】



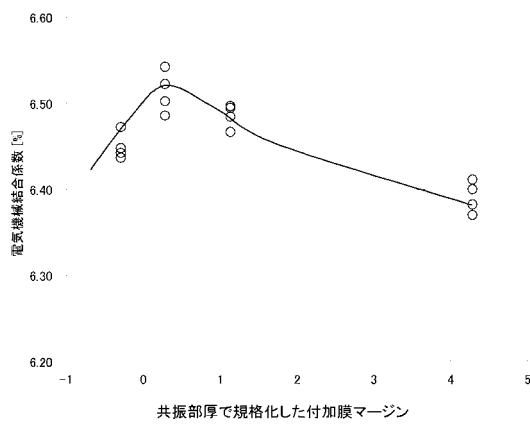
【図 9】



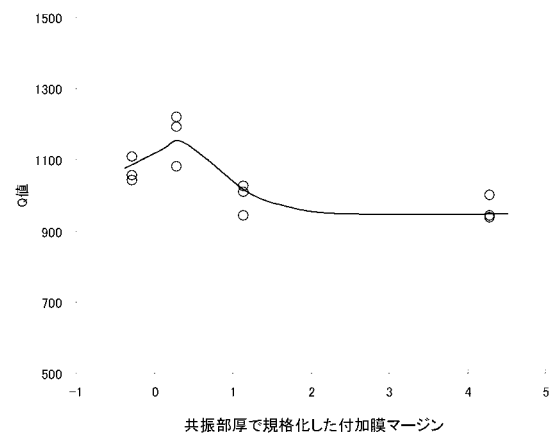
【図 10】



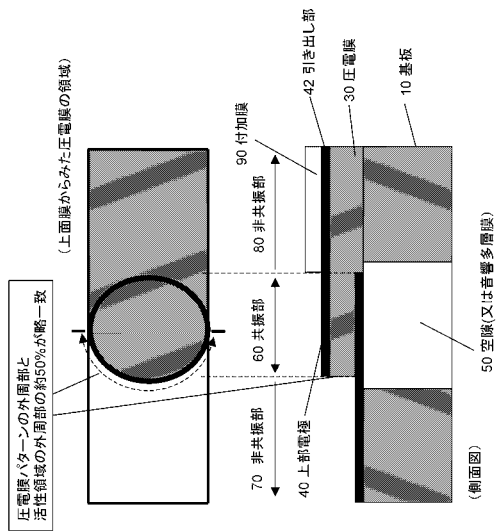
【図 11】



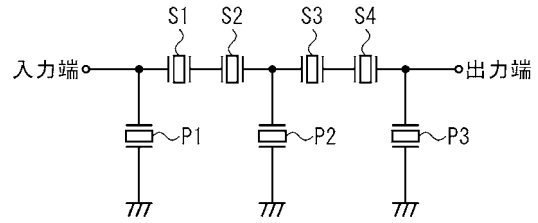
【図 12】



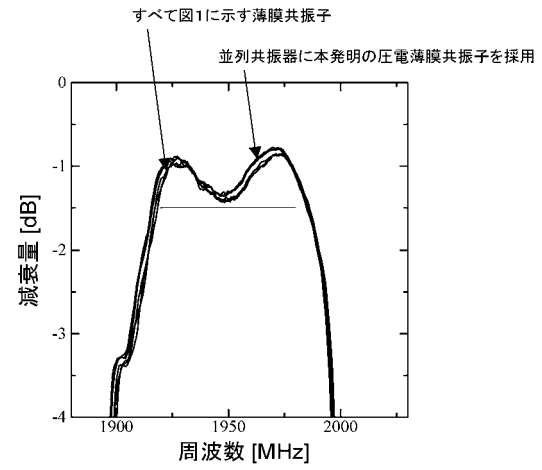
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 3 H 9/58 A

- (72)発明者 坂下 武
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 谷口 真司
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 岩城 匡郁
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 西原 時弘
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 上田 政則
神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目3番地12 富士通メディアデバイス株式会社内

審査官 行武 哲太郎

- (56)参考文献 特開昭60-149215 (JP, A)
特開2003-133892 (JP, A)
特開2000-031552 (JP, A)
国際公開第99/037023 (WO, A1)
特開2004-104449 (JP, A)
特開2004-120494 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 3 H 3/007-3/10
H 0 3 H 9/00-9/76