

(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2007-295304

(P2007-295304A)

(43) 公開日 平成19年11月8日(2007.11.8)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H03H 9/17 (2006.01)	H03H 9/17 F	5J108
H03H 3/02 (2006.01)	H03H 3/02 B	
H01L 41/09 (2006.01)	H01L 41/08 U	
H01L 41/187 (2006.01)	H01L 41/08 C	
H01L 41/18 (2006.01)	H01L 41/18 I01D	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-121297 (P2006-121297)	(71) 出願人	000005832 松下電工株式会社
(22) 出願日	平成18年4月25日 (2006. 4. 25)	(74) 代理人	100067828 弁理士 小谷 悦司
		(74) 代理人	100096150 弁理士 伊藤 孝夫
		(74) 代理人	100099955 弁理士 樋口 次郎
		(72) 発明者	山内 規裕 大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内
		(72) 発明者	熊 四輩 大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

最終頁に続く

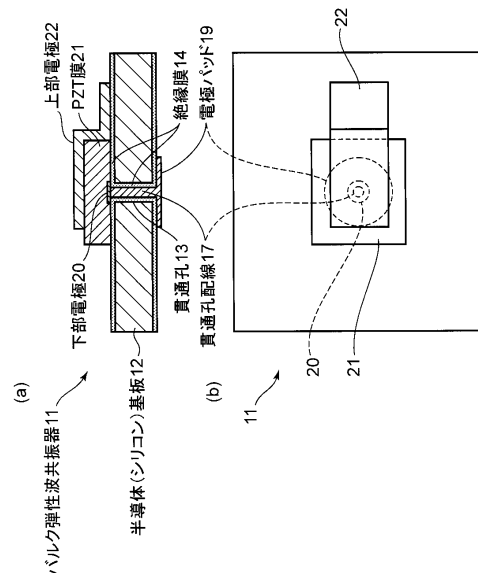
(54) 【発明の名称】 バルク弾性波共振器およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 基板上に下部電極、圧電膜、上部電極を形成し、前記圧電膜に機械結合係数の高いPZTを用いることで通過帯域を広くすることができるバルク弾性波共振器において、電極と圧電膜とのインピーダンスを容易にマッチングさせられるようにする。

【解決手段】 基板12に外部への引出し電極となる貫通孔配線17を形成し、その上に下部電極20を形成した後、PZT膜21および上部電極22を形成する。したがって、PZT膜21にダメージを与えることのない該PZT膜21の形成前に、貫通孔配線17および下部電極20を寸法精度の得易い任意の手法で形成して高精度にインピーダンスを制御することができ、電極20、22とPZT膜21とのインピーダンスを容易にマッチングさせることができる。また、下部電極20の引き回しを無くせるので、従来のように引き回し部分で上部電極と2層に形成する必要は無く、素子面積を縮小することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電膜に P Z T を用いるバルク弾性波共振器において、
外部への引出し電極となる貫通孔配線が形成される基板と、
前記基板の一表面側で、前記貫通孔配線上に形成される下部電極と、
前記下部電極を被覆するように基板上に形成される前記 P Z T 膜と、
前記 P Z T 膜上に形成される上部電極とを含むことを特徴とするバルク弾性波共振器。

【請求項 2】

前記基板と P Z T 膜とは、音響ミラー層を介して接合されていることを特徴とする請求項 1 記載のバルク弾性波共振器。

10

【請求項 3】

前記基板と P Z T 膜との間の少なくとも一部に、ギャップ層を有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載のバルク弾性波共振器。

【請求項 4】

前記基板は絶縁性基板から成ることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のバルク弾性波共振器。

【請求項 5】

基板に貫通孔を形成する工程と、
前記貫通孔に電極を充填して貫通孔配線を形成する工程と、
前記基板の一表面側で、前記貫通孔配線上に下部電極を形成する工程と、
前記下部電極を被覆するように P Z T 膜を基板上に形成する工程と、
前記 P Z T 膜上に上部電極を形成する工程とを含むことを特徴とするバルク弾性波共振器の製造方法。

20

【請求項 6】

前記基板の一表面側にギャップを形成する工程と、そのギャップに犠牲層を形成する工程とを前記貫通孔を形成する工程の前に有し、
前記 P Z T 膜を形成する工程と上部電極を形成する工程との間に、前記犠牲層を除去する工程をさらに有することを特徴とする請求項 5 記載のバルク弾性波共振器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、バルク弾性波共振器およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

前記バルク弾性波 (B A W : Bulk Acoustic Wave) 共振器は、大略的に、圧電膜を上下の電極で挟み、その電極で挟まれた部分に高周波信号を与えることで、前記圧電膜の厚みに対応した特定の周波数だけ大きく振動し、前記特定の周波数の信号だけを通す共振器フィルタを構成するものである。このため、前記圧電膜の厚みを制御することで、数 G H z の高周波帯で、所望の周波数の信号だけを通過させる帯域通過フィルタを実現することができ、高周波の通信機器などで広く用いられている。このバルク弾性波共振器の一例は、たとえば特許文献 1 などで示されている。

40

【0003】

ところで、従来のバルク弾性波共振器における圧電膜には、前記特許文献 1 に示される A l N や、Z n O などが用いられている。このため、通過帯域が狭く、U W B (Ultra Wide Band) 通信などには使用できないという問題がある。この場合、前記圧電膜に機械結合係数の高い P Z T (チタン酸ジルコン酸鉛) を用いることで、そのような問題に対応することができる。

【0004】

図 7 は、その P Z T を用いる典型的な従来技術のバルク弾性波共振器 1 の図であり、(a) が縦断面図であり、(b) が平面図である。また、図 8 にその製造方法を示す。先ず

50

、図8(a)で示すように、半導体基板2上に、下部電極4となる金属膜がスパッタ等によって形成される。このとき、下部電極4の金属膜としては、PtとTiとの多層膜が用いられることが多い。

【0005】

続いて、図8(b)で示すように、PZT膜5がスパッタやゾル・ゲル法によって形成され、さらにそのPZT膜5および下部電極4がパターン化される。このPZT膜5および下部電極4のパターン化は、たとえば前記PZT膜5上に、該PZT膜5の形状に対応してレジストを塗布し、露光、現像を行うことで前記レジストをパターン化した後、PZT膜5をウェットエッチングし、前記レジストを除去することで、先ずPZT膜5をパターン化した後、下部電極4の形状に対応してレジストを塗布し、露光、現像を行うことで前記レジストをパターン化した後、イオンミリングで下部電極4をパターン化することで行われる。また、前記PZT膜5および下部電極4のパターン化は、たとえば下部電極4の形状に対応してレジストを塗布し、露光、現像を行うことで前記レジストをパターン化した後、PZT膜5をウェットエッチングし、露出した下部電極4をそのままイオミリングしてパターン化を行い、レジスト除去することで、PZT膜5および下部電極4を一旦同じパターン形状に形成した後、PZT膜5の形状に対応してレジストを塗布し、露光、現像を行うことで前記レジストをパターン化した後、ウェットエッチングすることで、前記下部電極4のパターン形状になっていたPZT膜5膜を、本来の該PZT膜5のパターンにパターン化することで行われる。

10

【0006】

続いて、図8(c)で示すように、レジスト6がスピコートなどによって形成され、フォトリソグラフィなどによってパターン化される。このとき、後の上部電極10部分となる微小開口8を形成するために、PZT膜5上には、レジスト6aが柱状にパターン化されている。

20

【0007】

続いて、さらに、図8(d)で示すように、SiO₂などの絶縁膜7がスパッタ等によって形成され、前記レジスト6の開口部に埋込まれる。その絶縁膜7をリフトオフ法によってパターン化することで、絶縁膜7には前記レジスト6aによる微小開口8が形成される。

30

【0008】

その後、図8(e)で示すように、金属膜9が真空蒸着やスパッタ等によって形成され、その金属膜9をパターン化することで、前記上部電極10およびその引出し部10aが形成される。このようにして、バルク弾性波共振器1の圧電膜および電極が形成されている。

【特許文献1】特開2005-295250号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上述のように構成されるバルク弾性波共振器1において、圧電膜に用いられるPZTは、前述のように機械結合係数は高いけれども、比誘電率も高く、330位程度である。ここで、高周波フィルタを構成するためのバルク弾性波共振器において、圧電膜を挟んだ回路のインピーダンスは、一般に50に設計される。一方、圧電膜に前記PZTを用いると、圧電膜を挟んだ2つの対向する電極の重なりが、たとえば50μm径で前記インピーダンスは1となる。したがって、前記50なら、少なくとも一方の電極を10~数μm径のサイズに形成する必要があるが、前記微小開口8が形成され、その微小開口8に上部電極10が埋込まれている。

40

【0010】

しかしながら、シリコン酸化膜の絶縁膜7に、比較的精度の得易いドライエッチングを行って前記微小開口8を形成すると、PZT膜5にダメージを与えてしまう。このため、上述のようにレジスト6aを形成し、リフトオフ法によって微小開口8が形成されている

50

が、その面積を高精度に作製するのは困難である。

【0011】

本発明の目的は、圧電膜にPZTを用いても、電極と圧電膜とのインピーダンスを容易にマッチングさせられるようにしたバルク弾性波共振器およびその製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明のバルク弾性波共振器は、圧電膜にPZTを用いるバルク弾性波共振器において、外部への引出し電極となる貫通孔配線が形成される基板と、前記基板の一表面側で、前記貫通孔配線上に形成される下部電極と、前記下部電極を被覆するように基板上に形成される前記PZT膜と、前記PZT膜上に形成される上部電極とを含むことを特徴とする。

10

【0013】

また、本発明のバルク弾性波共振器の製造方法は、基板に貫通孔を形成する工程と、前記貫通孔に電極を充填して貫通孔配線を形成する工程と、前記基板の一表面側で、前記貫通孔配線上に下部電極を形成する工程と、前記下部電極を被覆するようにPZT膜を基板上に形成する工程と、前記PZT膜上に上部電極を形成する工程とを含むことを特徴とする。

【0014】

上記の構成によれば、基板上に下部電極、圧電膜、上部電極を形成し、前記圧電膜に機械結合係数の高いPZTを用いることで通過帯域を広くすることができるバルク弾性波共振器およびその製造方法において、基板に貫通孔配線を形成し、その貫通孔配線において、基板の一表面側には前記下部電極を形成し、他方の表面側は外部への引出し電極とする。

20

【0015】

したがって、PZT膜にダメージを与えることのない該PZT膜の形成前に、貫通孔配線および下部電極を、寸法精度の得易い任意の手法で形成し、高精度にインピーダンスを制御することができ、電極と圧電膜とのインピーダンスを容易にマッチングさせることができる。また、貫通孔配線を介して下部電極を引出すので、下部電極は電極として寄与する最小限の面積とすることができ、該下部電極の重量も小さくなり、共振効率を高くすることができる。さらにまた、基板の前記PZT膜が形成される一表面上で、下部電極の引き回しを無くせるので、従来のように引き回し部分で上部電極と2層に形成する必要は無く、素子面積を縮小することができ、特に多段のフィルタを形成する場合のように基板上に多数の共振器を形成する場合に好適である。

30

【0016】

さらにまた、本発明のバルク弾性波共振器では、前記基板とPZT膜とは、音響ミラー層を介して接合されていることを特徴とする。

【0017】

上記の構成によれば、前記基板とPZT膜との間に、音響インピーダンスが高い材料と低い材料とを交互に重ねた多層膜から成る音響ミラー層を介在することで、PZT膜の共振によって発生する超音波を基板側に逃がさないようにすることができ、効率良く共振させることができる。

40

【0018】

また、本発明のバルク弾性波共振器は、前記基板とPZT膜との間の少なくとも一部に、ギャップ層を有することを特徴とする。

【0019】

さらにまた、本発明のバルク弾性波共振器の製造方法は、前記基板の一表面側にギャップを形成する工程と、そのギャップに犠牲層を形成する工程とを前記貫通孔を形成する工程の前に有し、前記PZT膜を形成する工程と上部電極を形成する工程との間に、前記犠牲層を除去する工程をさらに有することを特徴とする。

【0020】

50

上記の構成によれば、P Z T 膜が基板と接する面積が少なくなるので、一層効率良く共振させることができる。

【0021】

また、本発明のバルク弾性波共振器では、前記基板は絶縁性基板から成ることを特徴とする。

【0022】

上記の構成によれば、貫通孔配線の寄生容量を小さくし、より高精度にインピーダンスマッチングを行うことができる。

【発明の効果】

【0023】

本発明のバルク弾性波共振器およびその製造方法は、以上のように、基板上に下部電極、圧電膜、上部電極を形成し、前記圧電膜に機械結合係数の高いP Z Tを用いることで通過帯域を広くすることができるバルク弾性波共振器およびその製造方法において、基板に貫通孔配線を形成し、その貫通孔配線において、基板の一表面側には前記下部電極を形成し、他方の表面側は外部への引出し電極とする。

10

【0024】

それゆえ、P Z T 膜にダメージを与えることのない該P Z T 膜の形成前に、貫通孔配線および下部電極を、寸法精度の得易い任意の手法で形成し、高精度にインピーダンスを制御することができ、電極と圧電膜とのインピーダンスを容易にマッチングさせることができる。また、貫通孔配線を介して下部電極を引出すので、下部電極は電極として寄与する最小限の面積とすることができ、該下部電極の重量も小さくなり、共振効率を高くすることができる。さらにまた、基板の前記P Z T 膜が形成される一表面上で、下部電極の引き回しを無くせるので、従来のように引き回し部分で上部電極と2層に形成する必要は無く、素子面積を縮小することができ、特に多段のフィルタを形成する場合のように基板上に多数の共振器を形成する場合に好適である。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

[実施の形態1]

図1は、本発明の実施の第1の形態に係るバルク弾性波共振器11の図であり、(a)が縦断面図であり、(b)が平面図である。また、図2にその製造方法を示す。本実施の形態では、基板12として、半導体基板であるシリコン(Si)基板を例にとって説明する。先ず、図2(a)で示すように、その半導体(シリコン)基板12の厚さ方向に、R I E等の方法によって貫通孔13が形成され、熱酸化やC V D等の方法によって、二酸化珪素(SiO₂)から成る絶縁膜14が形成される。

30

【0026】

続いて、図2(b)で示すように、半導体基板12の裏面である他方の表面側から、真空蒸着法等によって金属層15が形成され、この金属層15をめっきシード層として使用してめっき層16が形成され、前記裏面から貫通孔13が閉じられ、続けて一表面側へボトムアップめっきによって貫通孔配線17が充填される。前記貫通孔配線17の材料としては、銅(Cu)が用いられることが多い。この場合、半導体基板12の一表面に突出する茸形状の銅18と、半導体基板12の裏面のめっき層16とが、C M P等によって、図2(c)で示すように研磨される。

40

【0027】

その後、図2(d)で示すように、スパッタ等によって電極パッド用薄膜19aと下部電極用薄膜20aとが、半導体基板12の裏面および表面にそれぞれ形成される。この際、電極パッド用薄膜19aの材料としては銅、下部電極用薄膜20aの材料としては、白金(Pt)とチタン(Ti)との多層膜が用いられる。チタンは、白金と半導体基板12との密着性を向上するために用いられる。その後、それらの電極パッド用薄膜19aおよび下部電極用薄膜20aが、電極パッド19および下部電極20へと、それぞれパターン形成される。

50

【0028】

続いて、図2(e)で示すように、PZT膜21が、スパッタ法やゾル・ゲル法によって形成され、そのPZT膜21がパターン化される。その後、図2(f)で示すように、上部電極用金属膜22aが、真空蒸着やスパッタ等によって形成され、その上部電極用金属膜22aがパターン化されて上部電極22が形成される。上部電極用金属膜22aとしては、アルミ(Al)が用いられることが多い。

【0029】

したがって、圧電膜に機械結合係数の高いPZTを用いることで通過帯域を広くすることができるバルク弾性波共振器において、貫通孔配線17を用いることで、そのPZT膜21にダメージを与えることなく、下部電極20をPZT膜21とのインピーダンスを50にマッチングさせることができる前記10~数 μm 径の任意のサイズに、容易に、かつエッチングなどで高精度に形成することができる。

10

【0030】

また、貫通孔配線17を介して下部電極20を引出すので、下部電極20は電極として寄与する最小限の面積とすることができ、該下部電極20の重量も小さくなり、共振効率を高くすることができる。さらにまた、半導体基板12の前記PZT膜21が形成される一表面上で、下部電極20の引き回しを無くせるので、従来のように引き回し部分で上部電極と2層に形成する必要は無く、素子面積を縮小することができ、特に多段のフィルタを形成する場合のように基板上に多数の共振器を形成する場合に好適である。

【0031】

20

[実施の形態2]

図3は、本発明の実施の第2の形態に係るバルク弾性波共振器31の縦断面図である。このバルク弾性波共振器31は、上述のバルク弾性波共振器11に類似し、対応する部分には同一の参照符号を付して示し、その説明を省略する。注目すべきは、このバルク弾性波共振器31では、先ず半導体基板12の一表面側に、音響ミラー層32が形成された後、前記図2(a)で示すように貫通孔13および絶縁膜14が形成されて、図2(b)から図2(c)で示すように貫通孔配線17が形成されることである。

【0032】

前記音響ミラー層32は、音響インピーダンスが高い材料と低い材料とを、たとえば5~11層、交互に重ねた多層膜から成る。前記音響インピーダンスの低い材料としては、たとえば二酸化珪素(SiO_2)がある。前記音響インピーダンスの高い材料としては、酸化亜鉛(ZnO)、タングステン(W)、タンタル酸(Ta_2O_5)およびイリジウム(Ir)がある。これらの何れかと上記二酸化珪素との組み合わせを音響ミラー層32に用いることができる。

30

【0033】

[実施の形態3]

図4は、本発明の実施の第3の形態に係るバルク弾性波共振器41の図であり、(a)が縦断面図であり、(b)が平面図である。また、図5にその製造方法を示す。このバルク弾性波共振器41は、前述のバルク弾性波共振器11に類似し、対応する部分には同一の参照符号を付して示し、その説明を省略する。注目すべきは、このバルク弾性波共振器41では、先ず図5(a)で示すように、半導体基板42の一表面側に、厚さ方向に異方性エッチング等の方法によってギャップ43が形成されることである。その後、熱酸化やCVD等の方法によって前記絶縁膜14が形成され、図5(b)で示すように、前記ギャップ43に犠牲層44が形成された後、前記貫通孔13が形成され、熱酸化やCVD等の方法によって絶縁膜14aが形成される。

40

【0034】

続いて、前記図2(b)と同様に、図5(c)で示すように、半導体基板42の裏面である他方の表面側から、真空蒸着法等によって前記金属層15が形成され、この金属層15をめっきシード層として使用して前記めっき層16が形成され、前記裏面から貫通孔13が閉じられ、続けて一表面側へボトムアップめっきによって貫通孔配線17が充填され

50

る。前記貫通孔配線 17 の材料としては、銅 (Cu) が用いられることが多い。また、半導体基板 42 の一表面に突出する茸形状の銅 18 と、半導体基板 42 の裏面のめっき層 16 とが、CMP 等によって、前記図 2 (c) と同様に、図 5 (d) で示すように研磨される。

【0035】

その後、前記図 2 (d) と同様に、図 5 (e) で示すように、スパッタ等によって電極パッド用薄膜 19a と下部電極用薄膜 20a とが、半導体基板 42 の裏面および表面にそれぞれ形成される。この際、電極パッド用薄膜 19a の材料としては銅、下部電極用薄膜 20a の材料としては Pt と Ti との多層膜が用いられる。その後、それらの電極パッド用薄膜 19a および下部電極用薄膜 20a が、電極パッド 19 および下部電極 20 へと、それぞれパターン形成される。

10

【0036】

続いて、図 2 (e) と同様に、図 5 (f) で示すように、PZT 膜 21 が、スパッタ法やゾル・ゲル法によって形成され、その PZT 膜 21 がパターン化される。この後、本実施の形態では、前記犠牲層 44 のエッチングが行われ、エアギャップ 45 となる。その後、前記図 2 (f) と同様に、図 5 (g) で示すように、上部電極用金属膜 22a が、真空蒸着やスパッタ等によって形成され、その上部電極用金属膜 22a がパターン化されて上部電極 22 が形成される。上部電極用金属膜 22a としては、アルミ (Al) が用いられることが多い。

【0037】

このように構成することで、PZT 膜 21 が半導体基板 41 と接する面積が少なくなるので、一層効率良く共振させることができる。

20

【0038】

[実施の形態 4]

図 6 は、本発明の実施の第 4 の形態に係るバルク弾性波共振器 51 の縦断面図であり、平面図は前述の図 1 (b) と同様に表れ、省略している。このバルク弾性波共振器 51 は、前述のバルク弾性波共振器 51 に類似し、対応する部分には同一の参照符号を付して示し、その説明を省略する。注目すべきは、本実施の形態では、基板 52 として、絶縁性基板であるガラス基板が用いられていることである。したがって、前記絶縁膜 14 は形成する必要がない。前記貫通孔 13 は、サンドブラスト等の方法によって形成される。以降の工程は、図 2 と同様であり、その説明を省略する。

30

【0039】

このようにシリコンよりも絶縁性の高いガラス基板 52 を用いることで、貫通孔配線 17 の寄生容量を小さくし、より高精度にインピーダンスマッチングを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図 1】本発明の実施の第 1 の形態に係るバルク弾性波共振器の図である。

【図 2】図 1 で示すバルク弾性波共振器の製造方法を示す図である。

【図 3】本発明の実施の第 2 の形態に係るバルク弾性波共振器の縦断面図である。

【図 4】本発明の実施の第 3 の形態に係るバルク弾性波共振器の図である。

40

【図 5】図 4 で示すバルク弾性波共振器の製造方法を示す図である。

【図 6】本発明の実施の第 4 の形態に係るバルク弾性波共振器の縦断面図である。

【図 7】典型的な従来技術のバルク弾性波共振器の図である。

【図 8】図 7 で示すバルク弾性波共振器の製造方法を示す図である。

【符号の説明】

【0041】

11, 31, 41, 51 バルク弾性波共振器

12, 42 半導体基板

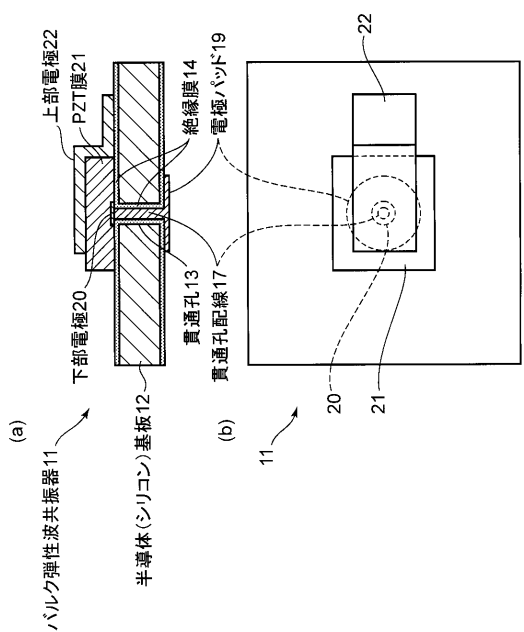
13 貫通孔

14, 14a 絶縁膜

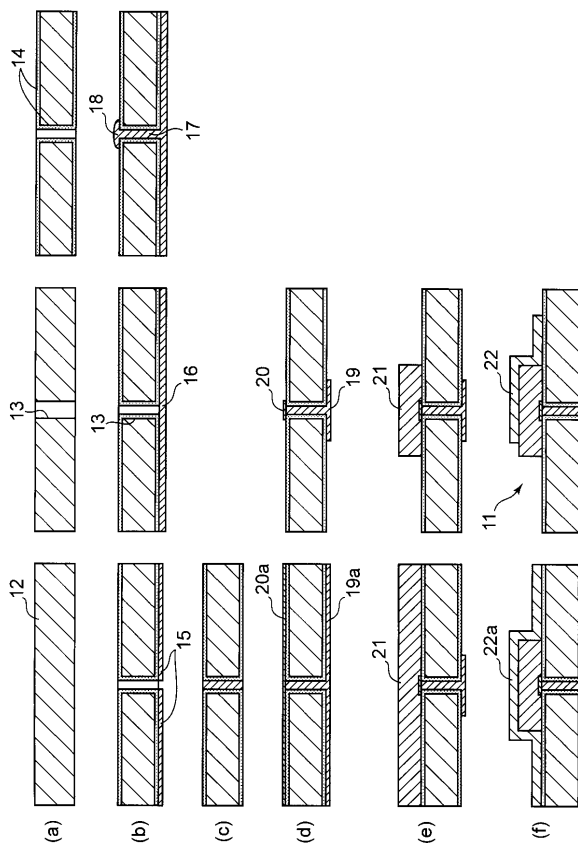
50

- 1 5 金属層
- 1 6 めっき層
- 1 7 貫通孔配線
- 1 8 銅
- 1 9 電極パッド
- 2 0 下部電極
- 2 1 P Z T 膜
- 2 2 上部電極
- 3 2 音響ミラー層
- 4 3 ギャップ
- 4 4 犠牲層
- 5 2 ガラス基板

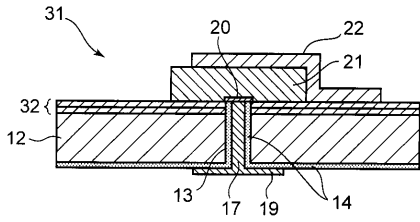
【 図 1 】



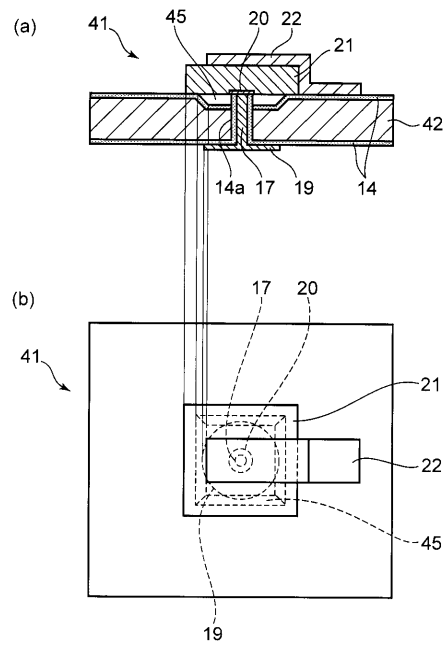
【 図 2 】



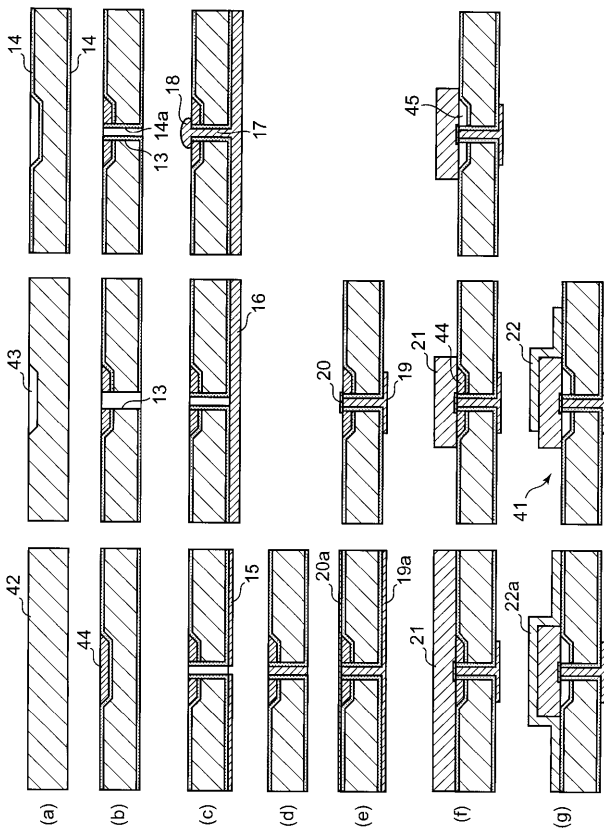
【 図 3 】



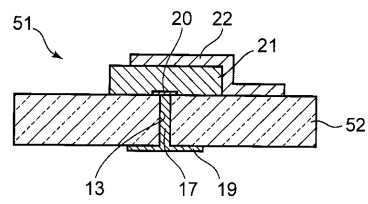
【 図 4 】



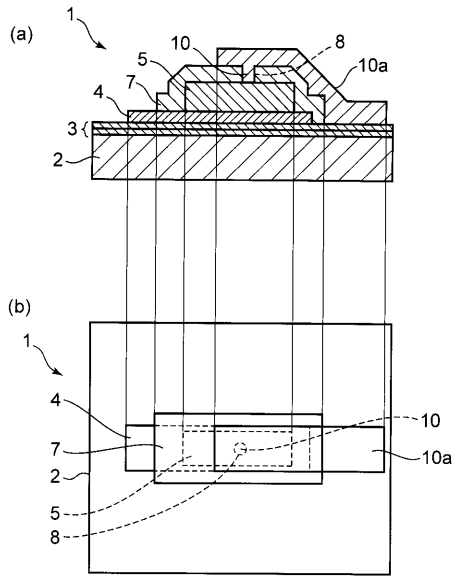
【 図 5 】



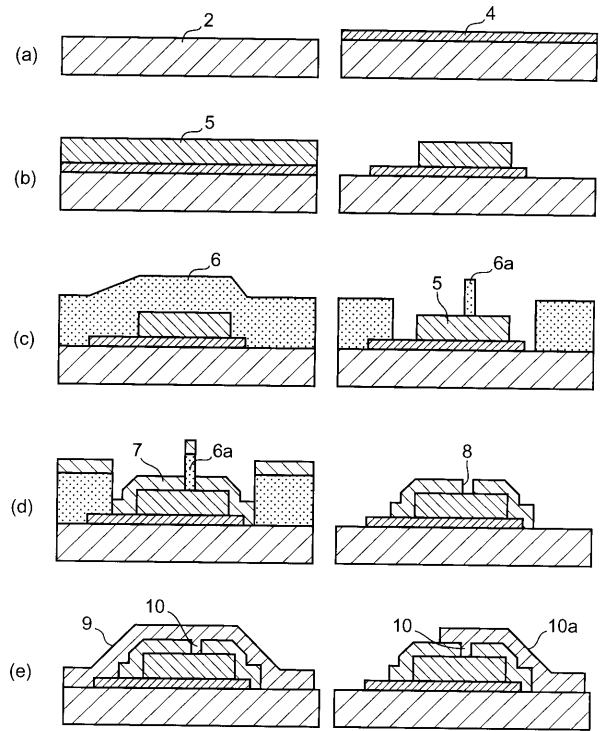
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
H 0 1 L 41/22	(2006.01)	H 0 1 L 41/18	1 0 1 Z	
		H 0 1 L 41/22	Z	

(72)発明者 白井 健雄

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内

(72)発明者 早崎 嘉城

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内

(72)発明者 松嶋 朝明

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内

Fターム(参考) 5J108 AA07 BB08 CC11 KK01 KK02 KK07 MM11 MM14