

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5085240号
(P5085240)

(45) 発行日 平成24年11月28日(2012.11.28)

(24) 登録日 平成24年9月14日(2012.9.14)

(51) Int.Cl.		F I			
HO3H	9/02	(2006.01)	HO3H	9/02	A
HO3H	9/10	(2006.01)	HO3H	9/10	
HO3H	3/02	(2006.01)	HO3H	3/02	C

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-227344 (P2007-227344)	(73) 特許権者	000232483
(22) 出願日	平成19年9月3日(2007.9.3)		日本電波工業株式会社
(65) 公開番号	特開2009-60479 (P2009-60479A)		東京都渋谷区笹塚一丁目50番1号 笹塚 NAビル
(43) 公開日	平成21年3月19日(2009.3.19)	(74) 代理人	100106541
審査請求日	平成22年7月26日(2010.7.26)		弁理士 伊藤 信和
		(72) 発明者	猪瀬 直人
			埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日本電波工業株式会社狭山事業所内
		(72) 発明者	竹内 敏晃
			東京都渋谷区笹塚1-50-1 笹塚NA ビル
		審査官	橋本 和志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水晶デバイス及び水晶デバイスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1水晶ウエハに複数の水晶蓋を形成する第1工程と、
第2水晶ウエハの両面に、基部電極及び前記基部電極に導通する励振電極を有する水晶振動片と、前記水晶振動片を支える外枠と、を有する複数の水晶フレームを形成する第2工程と、

第3水晶ウエハの上面に、接続電極と、前記上面の反対側の底面に前記接続電極に導通する外部電極と、を有する複数の水晶ベースを形成する第3工程と、

前記第1水晶ウエハ、第2水晶ウエハ及び第3水晶ウエハを重ねる第4工程と、

この第4工程の後に、接合した水晶蓋、水晶フレーム及び水晶ベースを水晶デバイスとして切り取る第5工程と、を備え、

前記第2工程または前記第3工程で、前記水晶フレームの外枠と前記水晶ベースの上面とのいずれか一方に、前記基部電極または前記接続電極が配置される段差部が形成され、

前記段差部の深さは、前記基部電極の厚さと前記接続電極の厚さとを合わせた合計厚さより小さく形成され、

前記第4工程で前記第2水晶ウエハと前記第3水晶ウエハとを重ねた際に、前記基部電極と前記接続電極とは接触し前記外枠と前記上面とは接触しないで隙間を形成し、その後、前記水晶フレームと前記水晶ベースとに圧力をかけることで前記隙間がなくなり、シロキサン結合により前記外枠と前記上面とが接合される水晶デバイスの製造方法。

【請求項2】

10

20

前記隙間の厚さは、前記基部電極の厚さと接続電極の厚さとを合わせた合計厚さの10パーセントから30パーセントとする請求項1に記載の水晶デバイスの製造方法。

【請求項3】

前記第1工程において前記水晶蓋に第1凹部が形成され、
前記第3工程において前記水晶ベースに第2凹部が形成され、
前記第4工程において前記水晶振動片が前記第1凹部と第2凹部との間に配置される請求項1又は請求項2に記載の水晶デバイスの製造方法。

【請求項4】

前記基部電極及び前記接続電極は、下地の第1金属層とその第1金属層上に形成された第2金属層とから構成され、

前記第4工程において前記基部電極の第2金属層と前記接続電極の第2金属層とが接合される請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の水晶デバイスの製造方法。

【請求項5】

前記外枠と前記上面とのいずれか一方の前記段差部に櫛歯状または波形状の領域が形成されていることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の水晶デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パッケージ部材のリッド及びベースの材質すべてに、水晶を用いた水晶デバイスと、この水晶デバイスを形成するための製造方法とに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、移動体通信機器やOA機器等の小型軽量化及び高周波数化に伴って、それらに用いられる水晶デバイスも、より一層の小型化及び高周波数化への対応が求められている。

【0003】

従来、水晶デバイスは、ガラス又はセラミックからなるリッドとパッケージ部材とを重ね合わせ、真空中あるいは不活性ガス中で陽極接合技術により封止を行っている。このような水晶振動子は、例えば特許文献1に記載されたものが知られている。

【特許文献1】特開平6-343017号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に開示された水晶振動子には、パッケージ部材の陽極接合の際、ガラスリッド又はセラミックリッドにアルミニウム(A1)などの金属膜を形成するため、接合時にアルミニウム膜の剥離等が発生し信頼性に問題が生じることがある。また、アルミニウム、ガラス、セラミック及び水晶のそれぞれの熱膨張係数が互いに異なるため、温度変化により接合箇所が剥がれることもあった。また、水晶振動子を一つずつガラスリッド、パッケージ部材を重ね合わせて製造するため生産性を上げることは困難であった。

【0005】

そこで本発明の目的は、パッケージの一部と水晶振動片とを水晶で一体的に形成するとともに、リッド及びベースもすべて水晶から形成してそれぞれをシロキサン結合(Si-O-Si)により接合した水晶デバイスを製造する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】

【0006】

第1の観点による水晶デバイスは、電極パターンを有する水晶振動片とこの水晶振動片を支える外枠とを有する水晶からなる水晶フレームと、第1面に形成された接続電極と第1面の反対側の第2面に形成され接続電極に導通する外部電極とを有し水晶からなる水晶

10

20

30

40

50

ベースと、を備え、水晶フレームと水晶ベースとを重ねて接合する際に、電極パターンに接続電極が接触し、外枠と第1面とが接触していない。

この構成により、電極パターンと接続電極とが互いに接合するとともに、外枠と水晶ベースとが強固に接合する。

【0007】

第2の観点による水晶デバイスは、電極パターンに接続電極が接触した際に、電極パターンの厚さと接続電極の厚さとを合わせた合計厚さの10パーセントから30パーセントの隙間が水晶フレームと第1面との間に形成されることを特徴とする請求項1に記載の隙間が外枠と第1面との間に形成される水晶デバイス。

10

電極パターンの厚さと接続電極の厚さとを合わせた合計厚さの10パーセント以下の隙間しか外枠と第1面との間に形成されていないと、外枠と水晶ベースとは接合するが電極パターンと接続電極とが互いに接合しない場合が発生する。その一方で、電極パターンの厚さと接続電極の厚さとを合わせた合計厚さの30パーセント以上の隙間が外枠と第1面との間に形成されていると、電極パターンと接続電極とは互いに接合するが外枠と水晶ベースとが接合しない場合が発生する。

【0008】

第3の観点による水晶デバイスは、水晶からなり外枠に重ねて接合される水晶蓋を備え、水晶蓋、外枠及び水晶ベースはシロキサン結合により接合する。

20

水晶デバイスの主要な構成がすべて水晶であるため、温度変化が大きな環境であっても熱膨張がすべて同じである。このため水晶デバイスに熱膨張の違いによって生じる割れなどが生じない。水晶フレームと水晶ベースの電極の接続部の面積は小さいため、水晶と熱膨張の違いによるはがれは起きにくい。

【0009】

第4の観点による水晶デバイスは、水晶蓋は第1凹部を有し、水晶ベースは第2凹部を有し、水晶振動片は第1凹部と第2凹部との間に配置される。

これにより、水晶振動片の厚みを調整することなく水晶振動片の適切な振動が確保できる。

30

【0010】

第5の観点による水晶デバイスは、電極パターン及び接続電極は下地の第1金属層とその第1金属層上に形成された第2金属層とから構成され、電極パターンの第2金属層と接続電極の第2金属層とが接合する。

電極パターン及び接続電極が2層からなる金属層で形成されている場合には、シロキサン結合時に加わる熱と圧力により、水晶フレームと水晶ベースの金属同士が拡散し、同じ第2金属層同士が接合する。

【0011】

第6の観点による水晶デバイスは、電極パターンを有する水晶振動片とこの水晶振動片を支える外枠とを有する水晶からなる水晶フレームと、第1面に形成された接続電極と、第1面の反対側の第2面に形成され接続電極に導通する外部電極とを有し水晶からなる水晶ベースと、を備え、外枠と第1面とのいずれか一方に櫛歯状又は波形状の領域が形成されている。

40

シロキサン結合する箇所には櫛歯状又は波形状の領域が形成されていることにより、電極パターンと接続電極とが互いに接合するとともに、外枠と水晶ベースとが強固に接合する。

【0012】

第7の観点による水晶デバイスの製造方法は、第1水晶ウエハに複数の水晶蓋を形成す

50

る工程と、第2水晶ウエハに電極パターンを有する水晶振動片とこの水晶振動片を支える外枠とを有する複数の水晶フレームを形成する工程と、第3水晶ウエハの第1面に形成された接続電極と、第1面の反対側の第2面に形成され接続電極に導通する外部電極とを有する複数の水晶ベースを形成する工程と、第1水晶ウエハ、第2水晶ウエハ及び第3水晶ウエハを重ねて接合する接合工程と、この接合工程の後に、接合した水晶、蓋水晶フレーム及び水晶ベースを水晶デバイスとして切り取る工程と、を備える。

この構成の製造方法によれば、水晶ウエハ単位で重ね合わせて水晶デバイスを製造することができるため、生産性が高い。また第1水晶ウエハ、第2水晶ウエハ及び第3水晶ウエハはすべて熱膨張が同じであるため3枚を位置合わせしてすることも容易に行える。

10

【0013】

第8の観点による水晶デバイスの製造方法は、第2水晶ウエハと第3水晶ウエハとを重ねて接合する際に、電極パターンに接続電極が接触し、外枠と第1面とが接触していない。

第1水晶ウエハ、第2水晶ウエハ及び第3水晶ウエハを接合する際に、電極パターンと接続電極とも接合させることができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明の水晶デバイスは、蓋、及びベース全てが水晶から成り簡易な方法で製造することができるため、また同時に電極などを接合することができるため、大量に製造することができるとともにコストダウンを図ることができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

【図1】(a)は、本実施形態にかかる水晶振動子100の概略断面図である。(a)は(b)のX-X断面図である。(b)は、水晶フレーム50の上面図である。(c)はベース40の上面図である。

【図2A】(a)は、第1実施例の水晶フレーム50及びベース40の部分拡大断面図である。(b)は、第1実施例の水晶フレーム50とベース40とを重ね合わせた断面図である。

30

【図2B】(c)は、第2実施例の水晶フレーム50及びベース40の部分拡大断面図である。(d)は、第3実施例の水晶フレーム50及びベース40の部分拡大断面図である。

【図2C】(e-1)は、第4実施例の水晶フレーム50及びベース40の側面図である。(e-2)は、第4実施例の水晶フレーム50及びベース40の部分拡大断面図である。

【図3A】音叉型的水晶振動片30を形成した水晶ウエハ10を示した概略斜視図である。

【図3B】水晶ウエハ10における水晶フレーム50の一部を拡大した平面図である。

40

【図4】リッド20の水晶ウエハ10と、音叉型的水晶振動片30及び水晶フレーム50の水晶ウエハ10と、ベース40の水晶ウエハ10とを重ね合わせる図である。

【0016】

図1(a)において、水晶振動子100は、最上部のリッド20、最下部のベース40及び中央の水晶フレーム50から構成される。リッド20、ベース40及び中央の水晶フレーム50は水晶ウエハから形成される。リッド20はエッチングにより形成されたリッド用凹部27を水晶フレーム50側の片面に有している。ベース40は、エッチングにより形成されたベース用凹部47を水晶フレーム50側の片面に有している。水晶フレーム50は、エッチングにより形成された音叉型的水晶振動片30を有している。

【0017】

50

水晶振動子 100 は、水晶振動片 30 を備えた水晶フレーム 50 を中心として、その水晶フレーム 50 の下にベース 40 が接合され、水晶フレーム 50 の上にリッド 20 が接合されている。つまり、リッド 20 は水晶フレーム 50 に、ベース 40 は水晶フレーム 50 にシロキサン接合 (Si-O-Si) 技術により封止した構成になっている。

【0018】

図 1 (b) に示すように、水晶フレーム 50 はその中央部にいわゆる音叉型の水晶振動片 30 と外側に外枠部 51 とを有しており、音叉型の水晶振動片 30 と外枠部 51 との間には空間部 52 が形成されている。水晶振動片 30 の外形を規定する空間部 52 は水晶エッチングにより形成されている。音叉型の水晶振動片 30 は、基部 32 と基部から伸びる一対の振動腕 31 とを有している。基部 32 と外枠部 51 とは一体に形成されている。基部 32 及び外枠部 51 の第 1 主面に第 1 基部電極 33 と第 2 基部電極 34 とが形成され、第 2 主面にも同様に第 1 基部電極 33 と第 2 基部電極 34 とが形成されている。

10

【0019】

水晶振動子 100 は、水晶振動片 30 を備えた水晶フレーム 50 を中心として、その水晶フレーム 50 の下にベース 40 が接合され、水晶フレーム 50 の上にリッド 20 が接合されている。つまり、リッド 20 は水晶フレーム 50 に、ベース 40 は水晶フレーム 50 にシロキサン接合 (Si-O-Si) 技術により接合された構成になっている。

【0020】

図 1 (c) に示すように、ベース 40 は、エッチングによりベース用凹部 47 を設ける際、同時に第 1 スルーホール 41 及び第 2 スルーホール 43 が形成され、また段差部 49 が形成される。ベース 40 は、第 1 接続電極 42 及び第 2 接続電極 44 を備えている。この第 1 接続電極 42 及び第 2 接続電極 44 は、段差部 49 に形成されている。

20

【0021】

第 1 スルーホール 41 及び第 2 スルーホール 43 は、その内面に金属膜が形成され、その内面の金属膜は、第 1 接続電極 42 及び第 2 接続電極 44 と同時にフォトリソグラフィ工程で作成される。ベース 40 は、底面にメタライジングされた第 1 外部電極 45 及び第 2 外部電極 46 を備える。第 1 接続電極 42 は、第 1 スルーホール 41 を通じてベース 70 の底面に設けた第 1 外部電極 45 に接続する。第 2 接続電極 44 は、第 2 スルーホール 43 を通じてベース 70 の底面に設けた第 2 外部電極 46 に接続する。

30

【0022】

上記のようなリッド 20、ベース 40 及び水晶フレーム 50 がシロキサン結合によって結合する。シロキサン結合は、水晶振動片 30 を備えた水晶フレーム 50 を中心として、ベース用凹部 47 が設けられたベース 40 及びリッド用凹部 27 を設けたリッド 20 の接面を清浄な状態にして重ね合わせ、400 °C から 450 °C に保持された高温槽で加熱されることによって結合が行われ水晶振動子パッケージングが終了する。

【0023】

第 1 スルーホール 41 及び第 2 スルーホール 43 は、その内面に金属膜が形成され、その内面の金属膜は、第 1 接続電極 42 及び第 2 接続電極 44 と同時にフォトリソグラフィ工程で作成される。ベース 40 は、底面にメタライジングされた第 1 外部電極 45 及び第 2 外部電極 46 を備える。第 1 接続電極 42 は、第 1 スルーホール 41 を通じてベース 40 の底面に設けた第 1 外部電極 45 に接続する。第 2 接続電極 44 は、第 2 スルーホール 43 を通じてベース 40 の底面に設けた第 2 外部電極 46 に接続する。

40

【0024】

上記のようなリッド 20、ベース 40 及び水晶フレーム 50 がシロキサン結合によって接合する。シロキサン結合は、水晶振動片 30 を備えた水晶フレーム 50 を中心として、ベース用凹部 47 が設けられたベース 40 及びリッド用凹部 27 を設けたリッド 20 の接面を清浄な状態にして重ね合わせ、400 °C から 450 °C に保持された高温槽で加熱されることによって接合が行われ水晶振動子パッケージングが終了する。

50

【 0 0 2 5 】

リッド 2 0 及びベース 4 0 にはそれぞれ、リッド用凹部 2 7 及びベース用凹部 4 7 が形成されているが、必ずしもリッド 2 0 及びベース 4 0 に設ける必要はない。水晶振動片 3 0 の振動に支障がない程度に、水晶振動片 3 0 とリッド 2 0 との間隙及び水晶振動片 3 0 とベース 4 0 との間隙が設けられていればよい。このため、水晶フレーム 5 0 の中央に水晶振動片 3 0 を形成する際に水晶振動片 3 0 の厚さを薄くすれば、リッド 2 0 及びベース 4 0 は凹部を設けない平板であってもよい。ただし、リッド 2 0、ベース 4 0 及び水晶フレーム 5 0 のシロキサ結合と、第 1 基部電極 3 3 及び第 2 基部電極 3 4 と第 1 接続電極 4 2 及び第 2 接続電極 4 4 との接合とを同時に行うために、本実施形態は以下に説明するように段差部 4 9 を有している。

10

【 0 0 2 6 】

< 水晶同士及び電極同士の結合 >

<< 第 1 実施例 >>

図 2 A は、第 1 実施例の水晶フレーム 5 0 とベース 4 0 との拡大断面図である。図 2 A (a) は水晶フレーム 5 0 とベース 4 0 とを分離した状態を示す。(b) は水晶フレーム 5 0 とベース 4 0 とを重ねた状態を示すが、シロキサ結合した状態を示した図ではない。

【 0 0 2 7 】

リッド 2 0、水晶振動片 3 0 及びベース 4 0 はすべて水晶で構成されているため、水晶振動子 1 0 0 が温度変化の大きな環境に置かれても、熱膨張による伸縮が同じである。これまでは、材質の違いにより熱膨張による伸縮の違いから接合箇所に割れが生じることもあったがそのような問題も解決する。

20

【 0 0 2 8 】

< 水晶同士及び電極同士の接合 >

<< 第 1 実施例 >>

図 2 A は、第 1 実施例の水晶フレーム 5 0 とベース 4 0 との拡大断面図である。図 2 A (a) は水晶フレーム 5 0 とベース 4 0 とを分離した状態を示す。(b) は水晶フレーム 5 0 とベース 4 0 とを重ねた状態を示すが、シロキサ結合した状態を示した図ではない。

30

【 0 0 2 9 】

図 2 A (a) 及び (b) において、ベース 4 0 に形成される第 1 接続電極 4 2 及び第 2 接続電極 4 4 (図 1 参照) の位置に段差部 4 9 が設けられている。このベース 4 0 に設けられた段差部 4 9 の高さ A は、ウエットエッチングなどによって 2 5 0 0 ~ 3 0 0 0 に形成されている。水晶フレーム 5 0 に形成された第 1 基部電極 3 3 及び不図示の第 2 基部電極 3 4 の厚さ B は 1 5 0 0 ~ 2 0 0 0 である。また、ベース 4 0 に形成された第 1 接続電極 4 2 及び不図示の第 2 接続電極 4 4 の厚さ B も 1 5 0 0 ~ 2 0 0 0 である。すなわち、水晶フレーム 5 0 に形成された基部電極の厚さとベース 4 0 に形成された接続電極の厚さを合計すると 3 0 0 0 から 4 0 0 0 (2 * B) である。

40

【 0 0 3 0 】

ベース 4 0 と水晶フレーム 5 0 とを接触しようとするとき、最初に第 1 基部電極 3 3 及び第 2 基部電極 3 4 と第 1 接続電極 4 2 及び第 2 接続電極 4 4 とが接触する。このときに水晶フレーム 5 0 の底面とベース 4 0 の上面との隙間 C は 5 0 0 ~ 1 0 0 0 ぐらいとなる。この状態で水晶のシロキサ結合を行うと、第 1 基部電極 3 3 及び第 2 基部電極 3 4 と第 1 接続電極 4 2 及び第 2 接続電極 4 4 との金属が互いに接合する。また、隙間 C は水晶フレーム 5 0 とベース 4 0 とに圧力をかけることで無くなり、水晶フレーム 5 0 の底面

50

とベース40の上面とがシロキサン結合で強固に接合する。

【0031】

段差部49を設けない状態で、水晶フレーム50の底面とベース40の上面とを接合しようとする、水晶フレーム50に形成された基部電極とベース40に形成された接続電極との合計厚さが3000 から4000 もあり、水晶フレーム50の底面とベース40の上面とが接合しないことが多い。その一方で、基部電極と接続電極との合計厚さ(3000 から4000)と同等深さの段差部49を設けると、水晶フレーム50とベース40とはシロキサン結合することができるが、第1基部電極33及び第2基部電極34と第1接続電極42及び第2接続電極44とが接合せず、両者が導通していない場合が多い。

10

【0032】

このため、第1基部電極33及び第2基部電極34と第1接続電極42及び第2接続電極44との合計厚さより約10パーセントから約30パーセントの水晶厚さが薄くなるような段差部49の深さAを形成している。すなわち、基部電極と接続電極との合計厚さと段差部49の深さとの差が0から10パーセントであると基部電極と接続電極とが接合しない場合が多く、基部電極と接続電極との合計厚さより段差部49の深さが30パーセント以上薄いと水晶フレーム50とベース40とがシロキサン結合できない場合が多くなる。

20

【0033】

<<第2実施例>>

図2B(c)は、第2実施例の水晶フレーム50とベース40との拡大断面図である。水晶フレーム50の第1基部電極33及び第2基部電極34(図1参照)の位置に凹んでいる段差部59を設けている。水晶フレーム50に設けられた段差部59の深さAは、2500 ~ 3000 である。第1基部電極33及び第2基部電極34の厚さB並びに第1接続電極42及び第2接続電極44の厚さBはそれぞれ1500 ~ 2000 であり、合計の電極厚さが3000 ~ 4000 である。合計した電極厚さ(2*B)と段差部59の深さAとの差は500 ~ 1000 (間隙C)となる。この間隙Cが保たれることにより第1基部電極33及び第2基部電極34と第1接続電極42及び第2接続電極44とが接続する。また、隙間Cは水晶フレーム50とベース40とに圧力をかけることで無くなり、水晶フレーム50の底面とベース40の上面とが接触され、水晶はシロキサン結合で強固に接合すること

30

【0034】

<<第3実施例>>

図2B(d)は、第3実施例の水晶フレーム50とベース40との拡大断面図である。水晶フレーム50の第1基部電極33及び第2基部電極34(図1参照)の位置に突出している段差部59'を設けている。水晶フレーム50に設けられた段差部59'の高さAは、2500 ~ 3000 である。上述したように基部電極及び接続電極の合計の電極厚さが3000 ~ 4000 である。このため、合計した電極厚さ(2*B)から段差部59'の深さAとの差は500 ~ 1000 (間隙C)となる。この間隙Cが保たれることにより第1基部電極33及び第2基部電極34と第1接続電極42及び第2接続電極44とが接続する。また、隙間Cは水晶フレーム50とベース40とに圧力をかけることで無くなり、水晶フレーム50の底面とベース40の上面とが接触され水晶はシロキサン結合で強固に接合することができる。

40

【0035】

<<第4実施例>>

50

図2C(e 1)は、第4実施例の水晶フレーム50とベース40との側面図であり、(e 2)はその拡大断面図である。また、基部電極及び接続電極の合計の電極厚さが3000 ~ 4000 である。第4実施例の段差部59"の高さAは第3実施例と同じように2500 ~ 3000 であるが、櫛歯状になっており一部は段差の高さがゼロである。このような段差部59"であっても、第1基部電極33及び第2基部電極34と第1接続電極42及び第2接続電極44とが接続する。また、隙間Cは水晶フレーム50とベース40とに圧力をかけることで無くなり、水晶フレーム50の底面とベース40の上面とが接触され水晶はシロキサ結合で強固に接合することができる。

【0036】

10

図2Cの第4実施例では、櫛歯状の段差部59"が水晶フレーム50の外枠部51に形成されているが、櫛歯状の段差部をベース40に設けてもよい。また、櫛歯状の段差部ではなく、波形状の段差部であってもよくその際に波形状の一部は段差の深さがゼロであり一部が基部電極及び接続電極の合計の電極厚さ(2*B)より500 ~ 1000 薄くなっている。

【0037】

<水晶フレーム50及び音叉型の水晶振動片30の製造工程>

図3Aは、音叉型の水晶振動片30を形成した水晶ウエハ10を示した概略斜視図である。図3に示す状態は、円形的水晶ウエハ10から音叉型の水晶振動片30及び水晶フレーム50をエッチングで同時に形成した状態を示した図である。円形的水晶ウエハ10から斜線部で示した開口領域12及び空間部52がエッチングされることにより音叉型の水晶振動片30及び水晶フレーム50が所定の大きさに形成されている。音叉型の水晶振動片30及び水晶フレーム50を3個1ブロックとして、11ブロック配置した状況を示している。円形的水晶ウエハ10は、軸方向が特定できるように、水晶ウエハ10の周辺部10eの一部には、水晶の結晶方向を特定するオリエンテーションフラット10cが形成されている。なお、説明の都合上水晶ウエハ10には33個の音叉型の水晶振動片30が描かれているが、実際には水晶ウエハ10に数百数千もの音叉型の水晶振動片30が形成される。

20

30

【0038】

また、水晶ウエハ10単位で、水晶振動片30には第1基部電極33及び第2基部電極34、第1励振電極35及び第2励振電極36並びに錘部37及び錘部38が形成される。基部32から突出した一对の振動腕31には溝部39が形成されている。この溝部39にも第1励振電極35及び第2励振電極36が形成され、CI(クリスタルインピーダンス)値が低くなるように形成されている。

【0039】

水晶振動片30には第1基部電極33及び第2基部電極34、第1励振電極35及び第2励振電極36並びに錘部37及び錘部38は、スパッタリングもしくは真空蒸着をして金属膜を形成しフォトリソグラフィ工程を経て作成される。具体的には、基部電極は、下地としてクロム(Cr)、ニッケル(Ni)又はチタン(Ti)などをスパッタリングで形成し、その上に金層(Au)又は銀層(Ag)を重ねた金属膜を使用する。本実施形態では、第1基部電極33及び第2基部電極34並びに第1励振電極35及び第2励振電極36は、ニッケル層の厚みが500 ~ 1000 、金層の厚みが500 ~ 1000 、全体の厚みが1500 ~ 2000 程度になるよう作成される。

40

【0040】

<音叉型の水晶振動子100の製造工程>

図4は、リッド20が形成された水晶ウエハ10と、音叉型の水晶振動片30及び水晶フレーム50が形成された水晶ウエハ10と、ベース40が形成された水晶ウエハ10とを重ね合わせる前の図である。リッド20もベース40も連結部11で水晶ウエハ10に

50

接続された状態である。

【 0 0 4 1 】

水晶振動片 3 0 に形成された第 1 基部電極 3 3 及び第 2 基部電極 3 4、第 1 励振電極 3 5 及び第 2 励振電極 3 6 並びに錘部 3 7 及び錘部 3 8 は、スパッタリングもしくは真空蒸着をして金属膜を形成しフォトリソグラフィ工程を経て作成される。具体的には、基部電極は、下地としてクロム(Cr)、ニッケル(Ni)又はチタン(Ti)などをスパッタリングで形成し、その上に金層(Au)又は銀層(Ag)を重ねた金属膜を使用する。本実施形態では、第 1 基部電極 3 3 及び第 2 基部電極 3 4 並びに第 1 励振電極 3 5 及び第 2 励振電極 3 6 は、ニッケル層の厚みが 5 0 0 ~ 1 0 0 0、金層の厚みが 5 0 0 ~ 1 0 0 0、全体の厚みが 1 5 0 0 ~ 2 0 0 0 程度になるよう作成される。

10

【 0 0 4 2 】

それぞれの水晶ウエハ 1 0 の直径は例えば 4 インチでありオリエンテーションフラット 1 0 c が形成されているため、3 枚の水晶ウエハ 1 0 を正確に位置合わせして重ね合わせる。重ね合わされた 3 枚の水晶ウエハ 1 0 はシロキサン結合される。図 2 A ないし図 2 C で説明したように、水晶ウエハ 1 0 同士のシロキサン結合の際に、第 1 基部電極 3 3 及び第 2 基部電極 3 4 と第 1 接続電極 4 2 及び第 2 接続電極 4 4 ともしっかりと結合する。

【 0 0 4 3 】

重ね合わせる際には、すでにリッド 2 0 のリッド用凹部 2 7 は水晶エッチングで形成されている。また、ベース 4 0 のベース用凹部 4 7 が水晶エッチングで形成されており、さらに第 1 接続電極 4 2 及び第 2 接続電極 4 4 も形成されている。また、図 3 A 及び図 3 B で説明したように、音叉型的水晶振動片 3 0 には第 1 基部電極 3 3 及び第 2 基部電極 3 4 並びに第 1 励振電極 3 5 及び第 2 励振電極 3 6 が形成されている。

20

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 4 4 】

それぞれの水晶ウエハ 1 0 の直径は例えば 4 インチでありオリエンテーションフラット 1 0 c が形成されているため、3 枚の水晶ウエハ 1 0 を正確に位置合わせして重ね合わせる。重ね合わされた 3 枚の水晶ウエハ 1 0 はシロキサン結合される。図 2 A ないし図 2 C で説明したように、水晶ウエハ 1 0 同士のシロキサン結合の際に、第 1 基部電極 3 3 及び第 2 基部電極 3 4 と第 1 接続電極 4 2 及び第 2 接続電極 4 4 ともしっかりと接合する。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 5 】

3 枚の水晶ウエハ 1 0 が重ね合わされた状態で、共通する連結部 1 1 を折ることで水晶振動子 1 0 0 が完成する。この方法で、いわゆるパッケージングと電極の接合とが同時に行うことができ、また水晶ウエハ単位で製造できるため、生産性を向上させることができる。

【 符号の説明 】

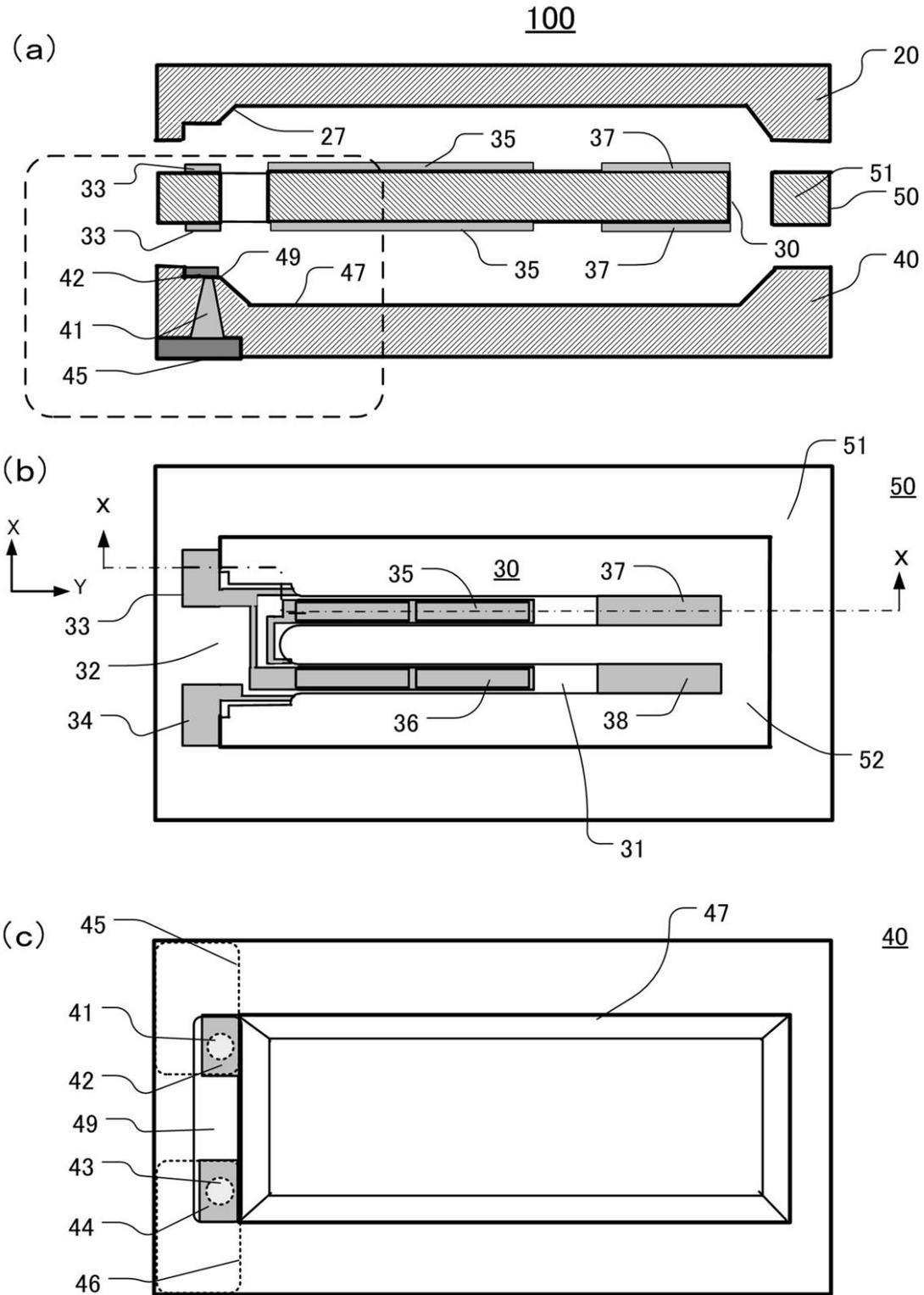
【 0 0 4 6 】

以上、本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、当業者に明らかなように、本発明はその技術的範囲内において上記各実施形態に様々な変更・変形を加えて実施することができる。本発明においてはスルーホールを充填するものとして AuSn、AuSi、金ペースト、銀ペーストを記載したが、Au12Ge や融点が 3 0 0 °C ~ 4 5 0 °C の金属(合金)でも同様の効果が期待できる。

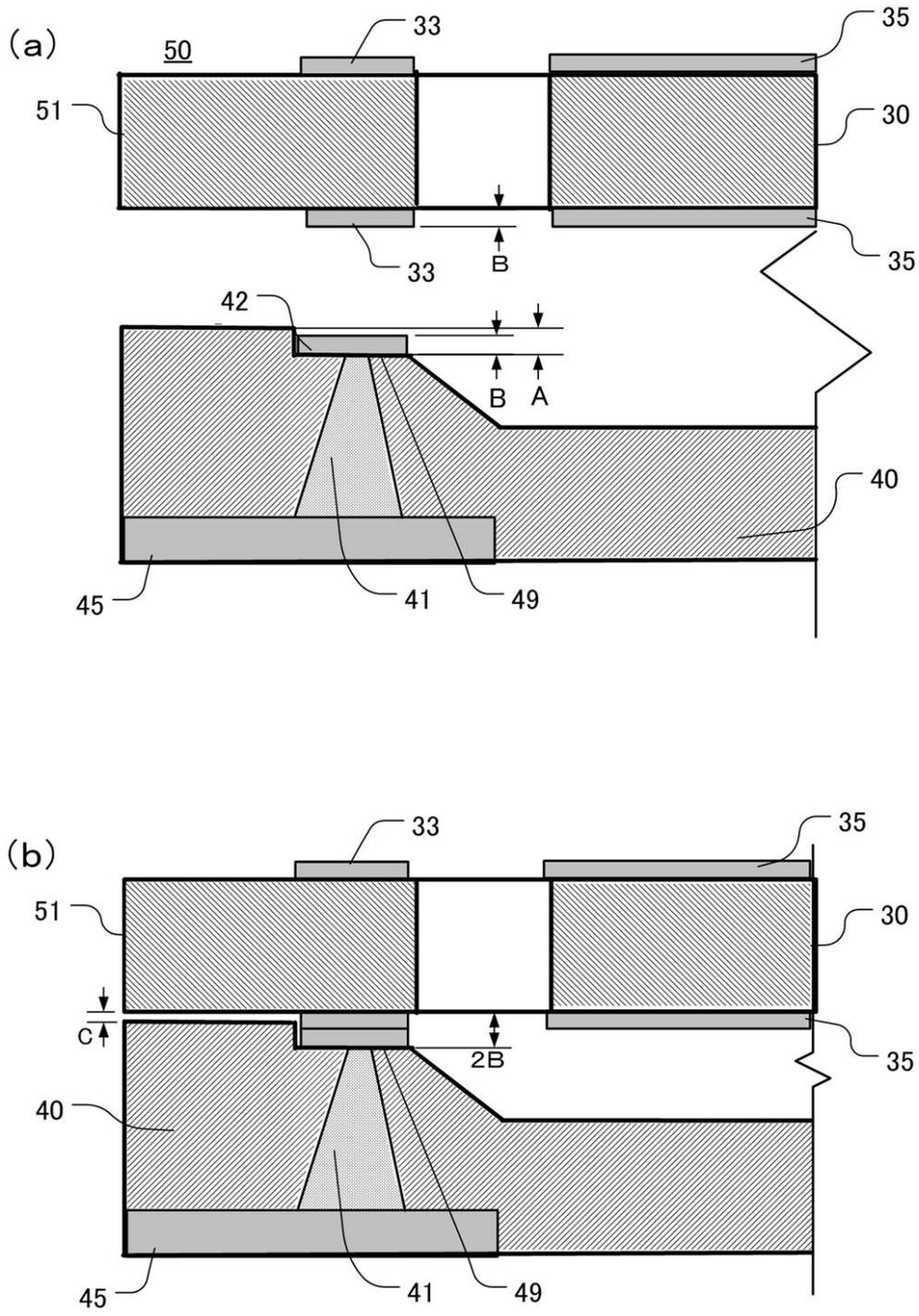
また、上記説明では音叉型的水晶振動片 3 0 を説明したが、音叉型的水晶振動片に代えて AT 振動片と、水晶の基板を用いた SAW 素子とに、本発明は適用できる。

40

【図1】

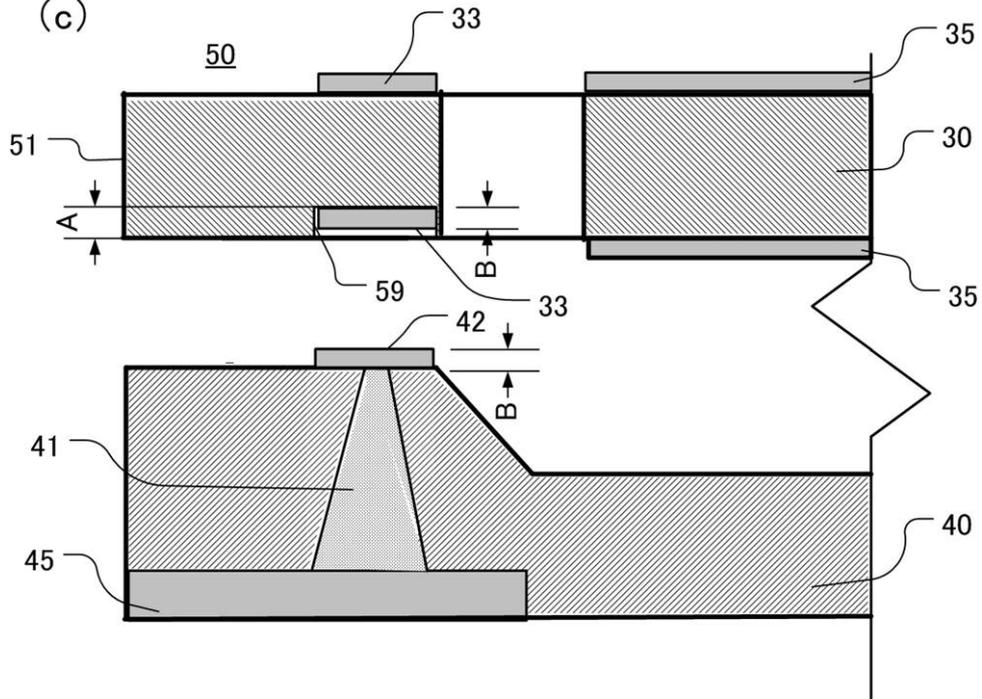


【図 2 A】

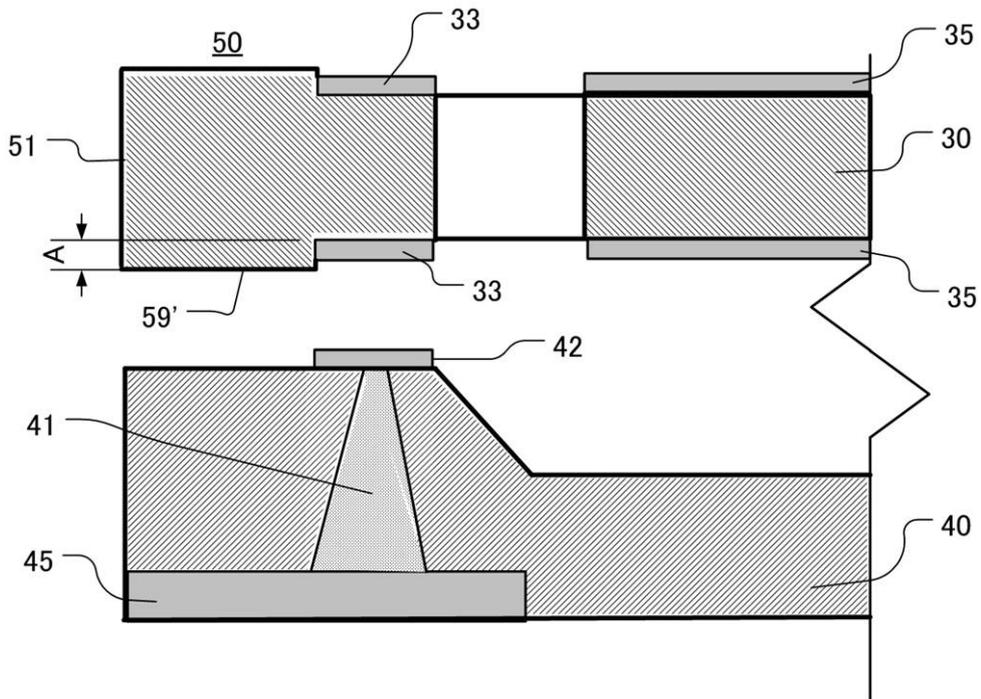


【図 2 B】

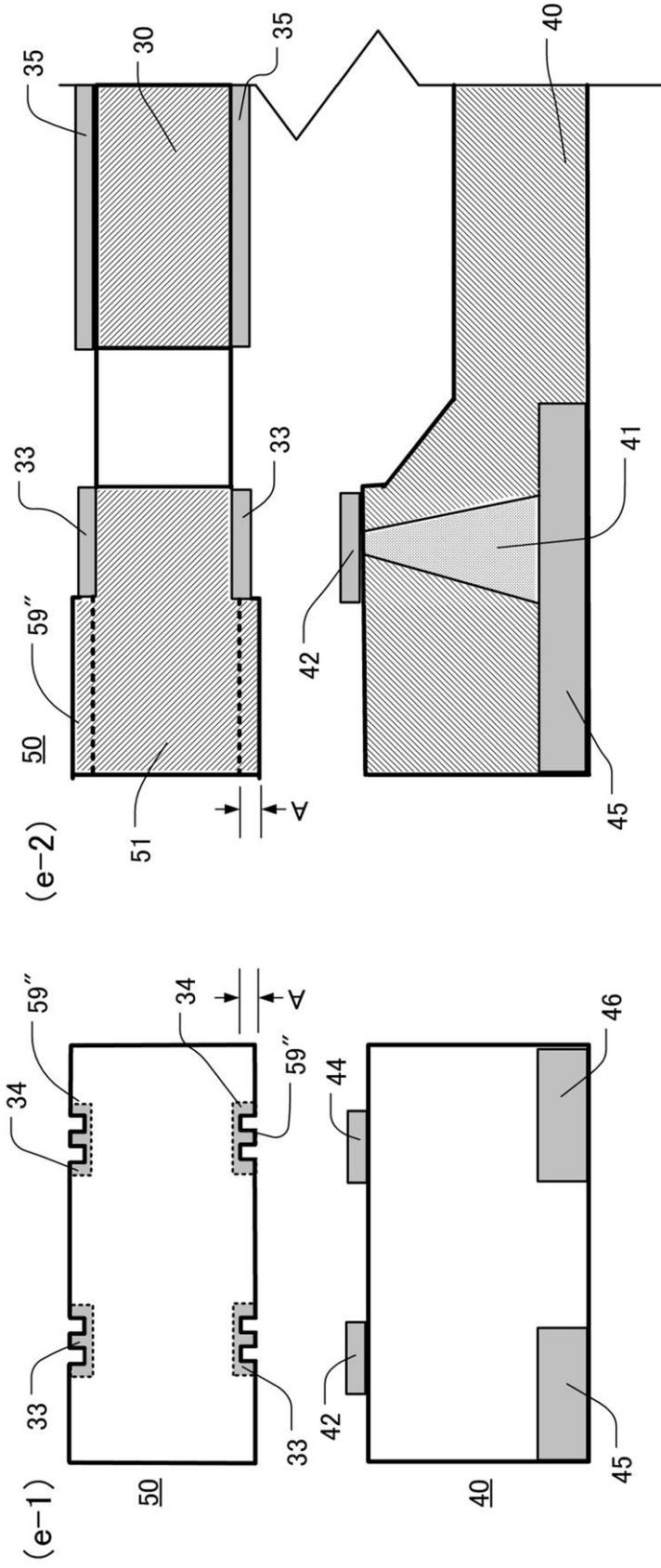
(c)



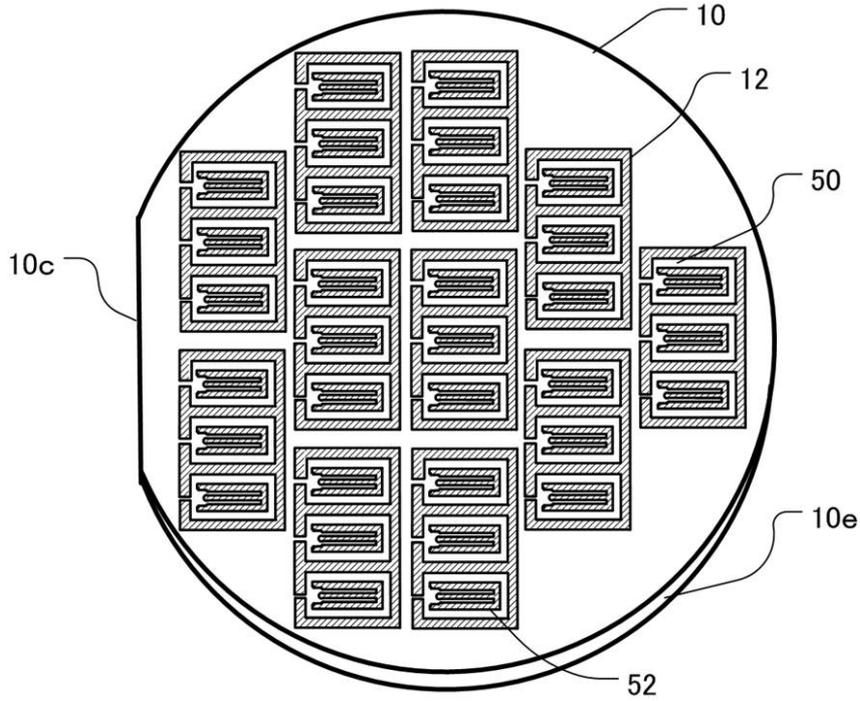
(d)



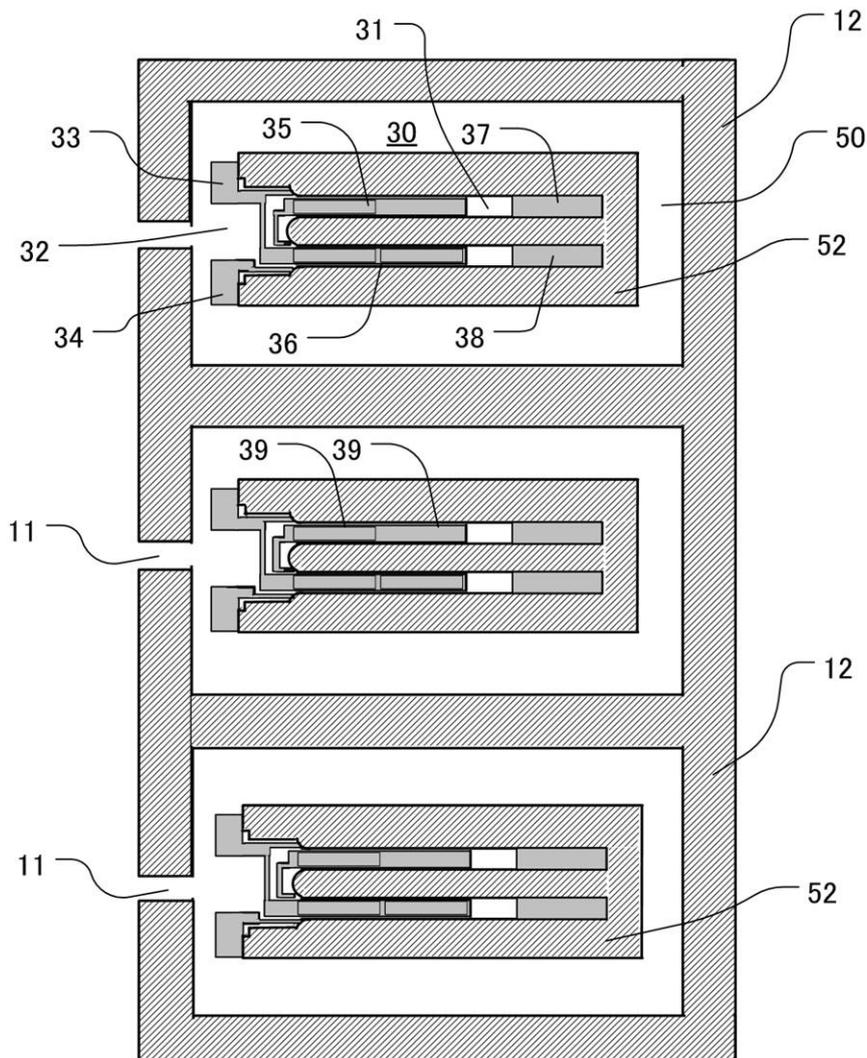
【 2 C 】



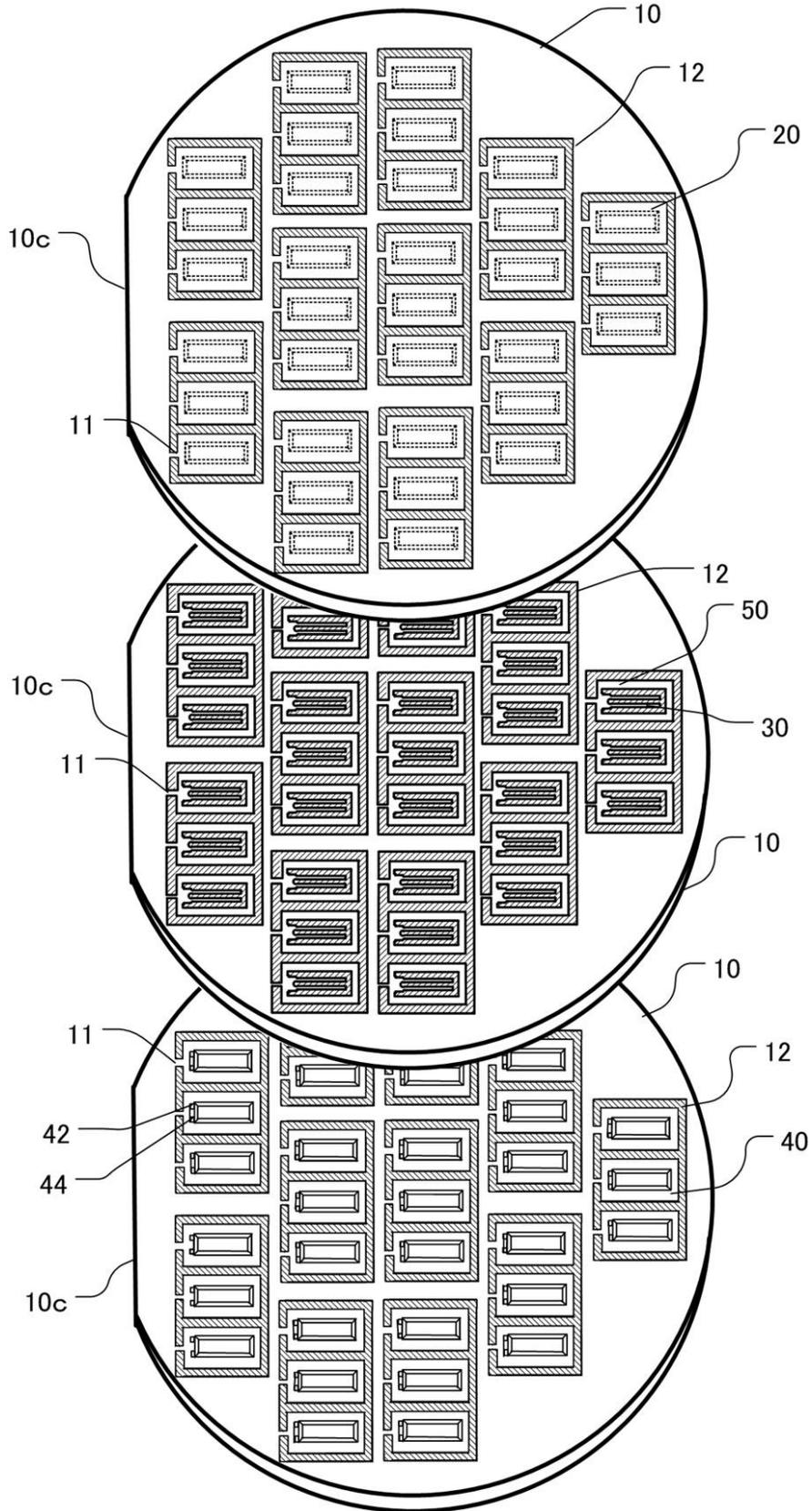
【図 3 A】



【図 3 B】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09-326663(JP,A)
特開平10-022773(JP,A)
特開2000-022487(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-9/76