

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5407903号
(P5407903)

(45) 発行日 平成26年2月5日 (2014.2.5)

(24) 登録日 平成25年11月15日 (2013.11.15)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 23/02 (2006.01)

HO 1 L 23/15 (2006.01)

HO 1 L 23/02 C

HO 1 L 23/14 C

請求項の数 8 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2010-16373 (P2010-16373)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成22年1月28日 (2010.1.28)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2011-155172 (P2011-155172A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成23年8月11日 (2011.8.11)	(74) 代理人	100091292
審査請求日	平成25年1月24日 (2013.1.24)		弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(74) 代理人	100095728
			弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(74) 代理人	100127661
			弁理士 宮坂 一彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子装置、および、電子装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子部品接合領域、前記電子部品接合領域の周囲に段部、及び前記電子部品接合領域と前記段部との間にあり、かつ前記段部側から前記電子部品接合領域側に傾斜した面である壁面がある基板と、

前記電子部品接合領域に接合されている電子部品と、

凹部と、前記凹部の外周部に設けられ前記段部に対面した鍔状の当接脚部と、を有し、
前記電子部品を覆い、かつ前記段部に接合されているキャップ体と、を備え、

前記凹部の内周面と前記当接脚部の前記段部側の面との境界部が、前記基板の平面視にて、前記壁面内に位置していることを特徴とする電子装置。

10

【請求項 2】

前記壁面と前記段部との接続部分の断面形状が曲線であることを特徴とする請求項 1 に記載の電子装置。

【請求項 3】

前記段部および前記壁面上に金属層が形成されており、

前記壁面上の前記金属層と前記境界部が当接し、

前記金属層と前記境界部との当接部より外側では、前記段部上の前記金属層と前記当接脚部とがろう材を介して接合され、前記当接部より内側では、前記壁面上の前記金属層と前記凹部の内周面とがろう材を介して接合されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電子装置。

20

【請求項 4】

前記壁面にある前記金属層が、前記電子部品接合領域とは隙間を空けて設けられていることを特徴とする請求項 3 に記載の電子装置。

【請求項 5】

電子部品接合領域、前記電子部品接合領域の周囲に段部、及び前記電子部品接合領域と前記段部との間にあり、かつ前記段部側から前記電子部品接合領域側に傾斜した面である壁面がある基板と、

前記電子部品接合領域に接合されている電子部品と、

凹部と、前記凹部の外周部に設けられ前記段部に対面した鍔状の当接脚部と、を有し、前記電子部品を覆い、かつ前記段部に接合されているキャップ体と、を備え、

10

前記凹部の内周面と前記当接脚部の前記段部側の面との境界部が、前記基板の平面視にて、前記壁面内に位置している電子装置の製造方法であって、

前記基板を形成可能な基板シートを準備するステップと、

プレス加工により前記基板シートから個片の前記基板に分割するための分割溝を形成する分割溝形成ステップと、

前記電子部品接合領域に前記電子部品を接合するステップと、

前記電子部品を覆うように前記基板に前記キャップ体を接合するステップと、を含むことを特徴とする電子装置の製造方法。

【請求項 6】

前記基板シートの材料として未焼成のセラミックシートが用いられ、

20

前記セラミックシートを焼成する焼成ステップを含み、

前記焼成ステップの前に前記分割溝形成ステップを含むことを特徴とする請求項 5 に記載の電子装置の製造方法。

【請求項 7】

前記段部が、平面視で角部が丸みを帯びた矩形状を有し、

前記分割溝形成ステップが、

平面視で矩形状の前記段部を形成するステップと、

前記段部の前記角部を曲線形状に加工するステップと、を含むことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の電子装置の製造方法。

【請求項 8】

30

前記キャップ体が、少なくとも前記基板との当接部分に金属または金属層を有し、

前記基板シートに導体パターンを形成する導体パターン形成ステップを含み、

前記導体パターン形成ステップで、前記基板の前記壁面となる部分、および、前記段部となる部分の少なくとも前記段部または前記壁面の何れか一方との接続部分の近傍に前記導体パターンを形成することを特徴とする請求項 5 乃至 7 の何れか一項に記載の電子装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、基板上に接合された電子部品をキャップ体により封止した電子装置、および、その製造方法に関するものである。

40

【背景技術】**【0002】**

従来より、基板に接合した電子部品をキャップ体により封止した表面実装用の電子装置が広く用いられている。例えば、情報通信機器やコンピューターなどの OA 機器、民生機器などの様々な電子機器の電子回路のクロック源として、電子部品としての圧電振動片を基板に接合し、その圧電振動片を覆うように基板上に凹状のキャップ体を接合することにより、基板とキャップ体とによる凹部空間内に圧電振動片を気密封止した電子装置としての圧電デバイスが広く使用されている（例えば、特許文献 1 を参照）。

【0003】

50

特許文献 1 に記載の圧電デバイス（水晶振動子）は、平板状の基板（平板状基板）と、圧電振動片（水晶片）と、フランジを有する凹状のキャップ体（金属カバー）と、を有している。セラミックからなる基板は、圧電デバイスの外底面となる一方の主面に外部実装端子が設けられ、他方の主面の周縁部に金属層（金属膜）が設けられているとともに、その金属層の内側に圧電振動片が接合される接合端子（水晶端子）を有している。そして、基板の接合端子に圧電振動片の一端部を導電性接着剤などの接合部材により接合した後、キャップ体の開口端面と基板の外周端より内側に位置決めし、キャップ体の外周面と基板の金属層との接触部近傍にろう材を当接させ、ろう材を加熱溶融させてろう付けすることにより、基板とキャップ体とにより形成される凹部空間内に圧電振動片を気密封止している。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2003 - 318690 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に記載の圧電デバイスでは、圧電振動片が接合された基板上にてキャップ体が位置ずれを起こし、例えば、圧電デバイスの外周からキャップ体突出して平面外形の寸法規格を満足せずに外観不良となる虞があるとともに、キャップ体の接合強度や気密度の低下を招く虞があった。

20

また、キャップ体と基板との接合に供する当接部分がキャップ体の開口端面だけに限られるので、キャップ体と基板との接合強度が低くなり、耐衝撃性や接合強度の劣化、あるいはそれらによる封止の気密度の低下が起こる虞があるという課題があった。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0007】

〔適用例 1〕本適用例にかかる電子装置は、電子部品接合領域、前記電子部品接合領域の周囲に段部、及び前記電子部品接合領域と前記段部との間にあり、かつ前記段部側から前記電子部品接合領域側に傾斜した面である壁面がある基板と、前記電子部品接合領域に接合されている電子部品と、凹部と、前記凹部の外周部に設けられ前記段部に対面した鉤状の当接脚部と、を有し、前記電子部品を覆い、かつ前記段部に接合されているキャップ体と、を備え、前記凹部の内周面と前記当接脚部の前記段部側の面との境界部が、前記基板の平面視にて、前記壁面内に位置していることを特徴とする。

30

【0008】

上記適用例の電子装置によれば、電子部品接合領域に接合された電子部品を覆うようにキャップ体を基板に接合する際に、キャップ体の開口形状に製造ばらつきがあった場合でも、電子部品接合領域側から段部側に傾斜した壁面をガイドにして容易にキャップ体の位置決めをすることができる。

40

また、基板の段部と壁面とにキャップ体との接合面が形成されるので、基板の平坦な面にキャップを接合する場合に比して、基板の面積の増大を抑えながらキャップ体の基板への接合面積を大きくすることにより接合強度を向上させることができる。

したがって、キャップ体の位置ズレを防止しながら基板に強固に接合することにより電子部品を確実に気密封止することができるので、落下などに対する耐衝撃性に優れ、高信頼性を有する小型の電子装置を提供することができる。

【0009】

〔適用例 2〕上記適用例に係る電子装置において、前記壁面と前記段部との接続部分の断面形状が曲線であることを特徴とする。

50

【 0 0 1 0 】

この構成によれば、基板の厚みが薄くなる基点となる段部と壁面との接続部分に応力が生じた場合に起こり得るクラックなど発生を抑えることができる。

【 0 0 1 1 】

〔適用例 3〕上記適用例にかかる電子装置において、前記段部および前記壁面上に金属層が形成されており、前記壁面上の前記金属層と前記境界部が当接し、前記金属層と前記境界部との当接部より外側では、前記段部上の前記金属層と前記当接脚部とがろう材を介して接合され、前記当接部より内側では、前記壁面上の前記金属層と前記凹部の内周面とがろう材を介して接合されていることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

この構成によれば、キャップ体と基板との接合において、金属や合金などからなる接合部材を用いて、より強固で良好な接合を行うことができる。

例えば、キャップ体および壁面それぞれの接合部分の金属よりも融点の低い合金（ろう）を接合部材として接合（ろう付け）するろう付けにより、キャップ体や基板側の金属や金属層を溶融させずに強固に接合することができる。

【 0 0 1 3 】

〔適用例 4〕上記適用例にかかる電子装置において、前記壁面にある前記金属層が、前記電子部品接合領域とは隙間を空けて設けられていることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

この構成によれば、例えば、基板とキャップ体との接合を金属や合金からなる接合部材を介して接合する場合に、接合時に発生する接合金属の溶融飛沫が電子部品に飛散するのを抑えることができる。

【 0 0 1 5 】

〔適用例 5〕本適用例にかかる電子装置の製造方法は、電子部品接合領域、前記電子部品接合領域の周囲に段部、及び前記電子部品接合領域と前記段部との間にあり、かつ前記段部側から前記電子部品接合領域側に傾斜した面である壁面がある基板と、前記電子部品接合領域に接合されている電子部品と、凹部と、前記凹部の外周部に設けられ前記段部に対面した鉤状の当接脚部と、を有し、前記電子部品を覆い、かつ前記段部に接合されているキャップ体と、を備え、前記凹部の内周面と前記当接脚部の前記段部側の面との境界部が、前記基板の平面視にて、前記壁面内に位置している電子装置の製造方法であって、前記基板を形成可能な基板シートを準備するステップと、プレス加工により前記基板シートから個片の前記基板に分割するための分割溝を形成する分割溝形成ステップと、前記電子部品接合領域に前記電子部品を接合するステップと、前記電子部品を覆うように前記基板に前記キャップ体を接合するステップと、を含むことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

上記適用例の電子装置の製造方法によれば、キャップ体を接合するステップで、キャップ体の開口形状に製造ばらつきがあった場合でも、電子部品接合領域側から段部側に傾斜した壁面をガイドにして容易にキャップ体の位置決めをすることが可能な電子装置を製造することができる。また、基板の段部と壁面とにキャップ体との接合面が形成されるので、基板の平坦な面にキャップを接合する電子装置に比して、基板の面積の増大を抑えながらキャップ体の基板への接合面積を大きくすることにより接合強度を向上させることができる。

したがって、従来の電子装置の製造工程に含まれる分割溝形成ステップで、段部形成用の押圧刃を用いて段部形成するステップを付加することのみにより、落下などに対する耐衝撃性に優れ、高信頼性を有する電子装置を製造することができる。

【 0 0 1 7 】

〔適用例 6〕上記適用例にかかる電子装置の製造方法において、前記基板シートの材料として未焼成のセラミックシートが用いられ、前記セラミックシートを焼成する焼成ステップを含み、前記焼成ステップの前に前記分割溝形成ステップを含むことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

この構成によれば、未焼成のセラミックシートは可塑性を有するので、押圧刃でプレス加工することにより、電子部品接合領域側から周縁方向に傾斜した壁面を有する段部の形状を容易に形成することができる。

【 0 0 1 9 】

〔適用例 7〕上記適用例にかかる電子装置の製造方法において、前記段部が、平面視で角部が丸みを帯びた矩形状を有し、前記分割溝形成ステップが、平面視で矩形状の前記段部を形成するステップと、前記段部の前記角部を曲線形状に加工するステップと、を含むことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

この構成によれば、複数回に分けて押圧加工することにより、1回の押圧加工の際に印加する圧力が低くて済むので基板シートに加わるダメージが軽減されるとともに、コーナ一部ごとに形成位置を精緻に調整することが可能になり形状の安定化を図ることができる。

【 0 0 2 1 】

〔適用例 8〕上記適用例にかかる電子装置の製造方法において、前記キャップ体が、少なくとも前記基板との当接部分に金属または金属層を有し、前記基板シートに導体パターンを形成する導体パターン形成ステップを含み、前記導体パターン形成ステップで、前記基板の前記壁面となる部分、および、前記段部となる部分の少なくとも前記段部または前記壁面の何れか一方との接続部分の近傍に前記導体パターンを形成することを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

この構成によれば、金属同士を接合し得る接合部材を介して、比較的容易にキャップ体と基板とを強固に接合することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 3 】

【図 1】(a)は、電子装置としての圧電デバイスの一実施形態を上側からみた概略平面図、(b)は、(a)の A - A 線断面を示す概略断面図。

【図 2】図 1 (b) の D 部を拡大して詳しく説明する部分断面図。

【図 3】圧電デバイスの製造方法の一実施形態を説明するフローチャート。

【図 4】グリーンシートにより基板としてのセラミック基板を製造する過程を示す概略平面図。

【図 5】グリーンシートにより基板としてのセラミック基板を製造する過程を示す概略平面図。

【図 6】グリーンシートによりセラミック基板を製造する過程を示す部分拡大断面図。

【図 7】グリーンシートによりセラミック基板を製造する過程を示す部分拡大断面図。

【図 8】グリーンシートによりセラミック基板を製造する過程を示す概略平面図。

【図 9】グリーンシートによりセラミック基板を製造する過程を示す部分拡大断面図。

【図 10】圧電デバイスの製造方法の変形例を説明するフローチャート。

【図 11】グリーンシートによりセラミック基板を製造する過程の変形例を示す概略平面図。

【図 12】グリーンシートによりセラミック基板を製造する過程の変形例を示す概略平面図。

【図 13】圧電デバイスの変形例 2 を説明する部分断面図。

【図 14】圧電デバイスの変形例 3 を説明する部分断面図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 4 】

以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 2 5 】

(圧電デバイス)

図 1 は、電子装置としての圧電デバイスの一実施形態を説明するものであり、(a)は

10

20

30

40

50

上側からみた概略平面図、(b)は(a)のA-A線断面を示す概略断面図である。なお、図1(a)では、圧電デバイスの内部の構造を説明する便宜上、圧電デバイスの上方に設けられるキャップ体(19)の一部を切り欠いて図示している。また、図2は、図1(b)のD部を拡大して詳しく説明する部分断面図である。

【0026】

図1において、圧電デバイス1は、基板としてのセラミック基板10と、そのセラミック基板10上に接合された電子部品としての圧電振動片20と、圧電振動片20を覆うようにセラミック基板10上に接合された凹状のキャップ体19と、を有し、セラミック基板10とキャップ体19とにより形成されるキャビティーT内に圧電振動片20が気密封止されている。

10

【0027】

セラミック基板10は、平板状の絶縁性基材の一方の主面に複数の外部実装端子16を有し、他方の主面に圧電振動片20が接合される振動片接合端子18を有している。振動片接合端子18、および、図示しないその他の端子は、セラミック基板10に設けた貫通孔(ビアホール)に高融点金属を含む導体ペーストを埋設することにより形成された層内配線(ビア)17により対応する外部実装端子16に接続されている。

外部実装端子16が設けられたセラミック基板10の一方の主面は圧電デバイス1の外底面となり、その外底面に設けられた外部実装端子16によって、圧電デバイス1を電子機器などの外部実装基板に実装することができる。本実施形態のセラミック基板10はセラミック基板用のグリーンシートを成形・加工してから焼成することにより形成されている(詳細について後述する)。

20

【0028】

セラミック基板10の振動片接合端子18が設けられた電子部品接合領域としての振動片接合領域側の面(他方の主面)の周縁部には、その振動片接合領域の面と平行に、且つ、振動片接合領域を囲むように環状の段部11が形成されている。段部11と振動片接合領域とによる段差の壁面12は、段部11側から振動片接合領域の面側に傾斜して設けられている。

また、段部11上と壁面12上には、振動片接合領域を囲むように環状の金属層13が設けられている。

【0029】

30

圧電振動片20は、例えば、水晶などの圧電体材料により形成された平板状の圧電基板の両主面に、対向電極としての励振電極25が設けられている。また、圧電振動片20の各主面の一端部側には外部接続電極26が設けられ、各々が対応する励振電極25から引き出された電極間配線により電氣的に接続されている。なお、圧電振動片20の材質として、水晶以外の圧電体材料では、例えばタンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウムなどが挙げられ、また、圧電体材料以外では、シリコンなどを挙げることができる。

【0030】

セラミック基板10上(他方の主面側)において、圧電振動片20は、その一端側に設けられた外部接続電極26をセラミック基板10の対応する振動片接合端子18と位置合わせした状態で、例えば銀ペーストなどの接合部材39により電氣的な接続をはかりながら接合され、他端部側を自由端として片持ち支持されている。

40

【0031】

凹状のキャップ体19は、例えば42アロイやコパール、あるいはリン青銅などの金属からなる板材を従来周知の板金加工により成形してなり、中央部に凹部が形成され、外周部には段部11と全周に渡って対面可能な鐐状の当接脚部19cが環状に形成されている。すなわち、キャップ体19は、中央部に水平部19aを有し、その水平部19aの外周側で一旦鉛直方向に曲げられて側壁部19bが形成され、さらにその側壁部19bから外周側に垂直に曲げられることにより、キャップ体19の外周部に水平部19aと略平行な環状の当接脚部19cが形成されている。

【0032】

50

このキャップ体 19 は、水平部 19 a と側壁部 19 b とにより形成される凹部の開口部側をセラミック基板 10 側に向けた状態で、当接脚部 19 c をセラミック基板 10 の段部 11 に対向させて接合されている。本実施形態では、図 2 に示すように、セラミック基板 10 の段部 11 および壁面 12 上の金属層 13 と、キャップ体 19 の当接脚部 19 c の下面側およびその側面の内側（凹部側）の当接脚部 19 c 寄りとが、例えば、比較的低融点の合金からなる接合部材としてのろう材 29 を介して接合されている。キャップ体 19 は、その凹部とセラミック基板 10 の圧電振動片 20 接合面とで囲まれたキャビティ T 内に圧電振動片 20 を収容させることによって圧電振動片 20 の搭載領域を気密封止するためのものである。

【0033】

10

ここで、本実施形態の圧電デバイス 1 では、上述したように、セラミック基板 10 の振動片接合領域側の面の周縁部に、振動片接合領域の面側に傾斜して設けられた壁面 12 と連結した段部 11 が形成されている。これにより、壁面 12 と圧電振動片 20 接合面とにより形成される凸部に、その壁面 12 をガイドにしてキャップ体 19 を嵌め込むようにして容易に位置決めすることができるので、キャップ体 19 の開口形状に製造ばらつきがあった場合でも、キャップ体 19 の位置ずれを防止して、例えば、圧電デバイス 1 の外周からキャップ体 19 が突出して平面外形の寸法規格を満足せずに外観不良となったり、キャップ体 19 の接合強度や封止気密度が低下したりする不具合を回避することができる。

また、周縁部に段部 11 が設けられたセラミック基板 10 を用いた本実施形態の圧電デバイス 1 によれば、従来のセラミック基板のように平坦な面上にキャップ体を接合した場合に比して、キャップ体 19 の当接脚部 19 c とセラミック基板 10 の段部 11 との接合だけでなく、壁面 12 の段部 11 との境界部近傍と側壁部 19 b との接合もされるので、セラミック基板 10 へのキャップ体 19 の接合強度が向上し、圧電振動片 20 を確実に気密封止することができるようになっている。

20

【0034】

また、キャップ体 19 は、段部 11 および壁面 12 に設けられた金属層 13 を介してセラミック基板 10 の図示しないグランド端子に電気的に接続されることが好ましい。このようにすれば、圧電デバイス 1 の使用時に、金属からなるキャップ体 19 がグランド電位に保持されることにより、圧電振動片 20 をキャップ体 19 のシールド効果によって外部からの不要な電気的作用、例えばノイズなどから保護することができる。

30

【0035】

かくして上述した圧電デバイス 1 は、セラミック基板 10 の底面に設けられた外部実装端子 16 を介して圧電振動片 20 の両主面に設けられた励振電極 25 間に外部からの変動電圧を印加し、圧電振動片 20 の特性に応じた所定の周波数で振動を起こさせることによって圧電デバイス 1 として機能し、かかる圧電デバイス 1 の共振周波数に基づいて外部の発振回路で所定周波数の基準信号を発振・出力することができる。そして、このような基準信号は、例えば携帯用通信機器などの電子機器におけるクロック信号として利用することができる。

【0036】

（圧電デバイスの製造方法）

40

次に、上記構成の圧電デバイス 1 の製造方法について、特に、セラミック基板 10 の製造方法を中心として図面に沿って説明する。

図 3 は、圧電デバイス 1 の製造方法の一実施形態を説明するフローチャートである。

また、図 4 ~ 図 9 は、グリーンシートにより多数のセラミック基板を一括製造する過程を模式的に示すものであり、図 4、図 5、および図 8 は概略平面図、図 6、図 7、および図 9 は、図 2 と同じ断面を拡大して説明する部分断面図である。

【0037】

圧電デバイス 1 の製造工程は、圧電振動片 20、セラミック基板 10、およびキャップ体 19 をそれぞれ準備する前工程と、セラミック基板 10 上に圧電振動片 20 を接合してからキャップ体 19 を接合して圧電振動片 20 を気密封止する後工程（組立工程）とに大

50

別することができる。まず、前工程のうち、圧電振動片 20、およびキャップ体 19 の準備について概略を説明する。

【0038】

ステップ S 1 - 1 に示す圧電振動片 20 準備では、圧電振動片 20 を製造して圧電デバイス 1 組立ができる形態にする。圧電振動片 20 は、例えば水晶などの圧電体材料を所定のサイズに切り出して研磨した大判のウェハーに複数並べて一括形成することができる。概要を説明すると、まず、結晶軸に対して所定のカット角で切り出してから所望の厚さおよび表面状態となるように研磨加工した大判の水晶基板（水晶ウェハー）を準備する。そして、フォトリソグラフィを用いたウェットエッチングにより、水晶基板に複数の圧電振動片 20 の外形を形成する。なお、圧電振動片 20 の外形は、水晶基板から完全に切り離されないようにミシン目状の折り取り部などにより水晶ウェハーにつなげたまま、以降の工程を水晶基板（ウェハー）状態にて効率的に流動することが好ましい。そして、スパッタリングや蒸着などによって、励振電極 25 や外部接続電極 26 などの電極形成を行うことにより、水晶ウェハーに複数の圧電振動片 20 がマトリクス状に形成される。

10

【0039】

ステップ S 1 - 3 に示すキャップ体 19 準備では、キャップ体 19 を製造して圧電デバイス 1 組立ができる形態にする。キャップ体 19 は、例えば、42 アロイやコパール、あるいはリン青銅などの金属からなる板材を、従来周知の板金加工により成形することによって、中央部に凹部が形成され、外周部に当接脚部 19c が環状に設けられたキャップ体 19 を形成する。

20

【0040】

次に、セラミック基板 10 の製造から圧電デバイス 1 組立までの製造工程を続けて説明する。

本実施形態では、セラミック基板 10 の基材としてセラミックのグリーンシートが用いられており、セラミック基板 10 の製造では、まず、ステップ S 1 - 2 に示すように、複数のセラミック基板 10 をマトリクス状、すなわち、m 列 × n 行（n, m は 2 以上の自然数）の行列状に並べて形成できるサイズのグリーンシート 51（図 4 を参照）の準備をする。なお、図 4, 5, 8, 11, 12 に示すグリーンシート 51 において、1 つのセラミック基板 10 の形成領域は圧電デバイス形成領域 1A として図示している。グリーンシート 51 は、一般に、セラミック粉末を含むスラリーをドクターブレード法によりフィルム上に均一に載せ、そのスラリーを乾燥させてから所望の大きさの矩形状に切断することによって得ることができる。なお、セラミック粉末の材料は特に限定されるものではないが、耐熱性、耐絶縁性、耐磨耗性、耐気密性などの特性や、電気的特性に優れるアルミナ（ Al_2O_3 ）やアルミナイトライド（ AlN = 窒化アルミニウム）などを用いることができる。また、スラリーには、セラミック粉末の他に有機バインダー、可塑剤、及び溶剤などが添加され、グリーンシート 51 が未焼成のこの段階では、グリーンシート 51 は比較的高い可塑性を有している。

30

【0041】

次に、ステップ S 2 に示すように、各圧電デバイス形成領域 1A において、セラミック基板 10 の両主面の導通を図るために必要となる通電用の層内配線を形成するための貫通孔（ビアホール）を、例えばプレス加工やパンチング加工などにより形成する孔あけを行う。

40

次に、ステップ S 3 に示すように、セラミック基板 10 にあけた貫通孔に、例えばタングステン（W）やモリブデン（Mo）などの高融点金属を含む導体ペーストをスクリーン印刷などの方法により充填することによってビアホール導通化を図り、セラミック基板 10 の両主面間を電氣的に接続する層内配線 17 を形成する。

次に、ステップ S 4 に示すように、例えばタングステンやモリブデンなどの高融点金属を含む導体ペーストをスクリーン印刷することにより、振動片接合端子 18 や金属層 13、あるいは端子間配線やめっき用導体パターンなどの下地となる導体パターンを形成する。めっき用導体パターンは、後述するステップ S 7 の導体パターンめっきステップにて、

50

振動片接合端子 18 や金属層 13 に必要な金属めっき皮膜を電解めっきにより形成する際に、端子間配線を介してめっき電圧を供給するためのめっき用配線を指す。なお、図 4 は、グリーンシート 51 の複数の圧電デバイス形成領域 1A に振動片接合端子 18 の下地となる導体パターンが印刷され、さらに、金属層 13 の原形となる導体パターン 13A が形成された状態を示している（端子間配線やビアホールおよびめっき用導体パターンなどは図示を省略）。

なお、ステップ S3 のビアホール導通化とステップ S4 の導体パターン印刷は、スクリーン印刷により同時に行うことも可能である。

【0042】

次に、ステップ S5 に示すように、グリーンシート 51 から個片の圧電デバイス 1 に分割する際に折り取り可能となるように設ける分割溝と、段部 11 とを、押圧刃で押圧して設ける（図 5 および図 6（a）、（b）を参照、ただし、分割溝は図示を省略）。なお、図示を省略した分割溝は、段部 11 よりも幅狭な押圧刃を使用して、段部 11 よりも強く押圧することにより凹部の深い分割溝を形成する。分割溝の大きさおよび深さは、通常のハンドリングなどでは折れない程度で、且つ、無理なく折り取り作業をすることが可能な形状とする（ただし、本実施形態では、分割溝に沿って折り取ることにより圧電デバイスを個片化する方法ではなく、個々の圧電デバイスに加わるダメージを軽減するためにダイシングを用いて個片化する方法について後述する）。

【0043】

以下、分割溝および段部 11 を形成するステップにおける段部 11 の形成について説明する。

段部 11 の形成では、図 6（a）に示すように、グリーンシート 51 と最初に当接される面に対して垂直な所定の傾斜で外側に広がる両側面を有する押圧刃 60 を、所定の圧力でグリーンシート 51 を押圧する。すると、図 6（b）に示すように、可塑性を有する未焼成のグリーンシート 51 の塑性変形により押圧刃 60 の形状の凹部が形成される。すなわち、グリーンシート 51 の振動片接合端子 18 が設けられた振動片接合領域の面と平行な段部 11 と、その段部 11 から振動片接合領域の面に向かって傾斜する壁面 12 とが形成される。

このように、振動片接合領域の面側に傾斜した壁面 12 を有する段部 11 の形成は、従来のセラミック基板の製造工程に含まれるプレス加工による分割溝形成ステップにおいて、段部 11 形成用の押圧刃 60 を用いることのみにより、新たな工程や設備を増設することなく行うことができる。

【0044】

次に、ステップ S6 に示すように、壁面 12 を有する段部 11 が形成されたグリーンシート 51 を還元雰囲気中の高温で焼成してセラミックシートを形成する。例えば、グリーンシート 51 のセラミック粉末がアルミナの場合には 1550 程度の高温で上記導体パターンの高融点金属と同時焼成する。なお、以降のステップ S7 から完成までのステップの説明のなかで記載したグリーンシート 51 とは、焼成したグリーンシート 51 であって、すなわちセラミックシートのことを指す。

次に、ステップ S7 に示すように、焼成したグリーンシート 51 を電解めっき液中に浸漬し、上記しためっき用導体パターンを介して通電を行い、振動片接合端子 18 や金属層 13 などの露出する高融点金属からなる全ての導体パターンに電解めっき皮膜（図示せず）を形成する。この電解めっき皮膜は、特に種類を限定するものではないが、例えば、電解ニッケル皮膜や電解金皮膜、あるいはニッケルと金とをこの順に積層させた複数層の電解めっき皮膜などがある。

以上、ステップ S1 - 2 のグリーンシート 51 準備からステップ S2 ~ ステップ S7 までのステップにより、段部 11 を有するセラミック基板 10 がマトリクス状に複数形成されたグリーンシート 51 が完成する（図 5 を参照）。

なお、この段階で、グリーンシート 51 から個片のセラミック基板 10 に分割することもできる。例えば、図 8（a）に示すように、複数の圧電デバイス形成領域 1A がマトリ

10

20

30

40

50

クス状に形成されたグリーンシート 5 1 を、図中、想像線（二点鎖線）で示すダイシングライン 7 5 に沿ってダイシングすることなどにより、図 8（b）に示す個片のセラミック基板 1 0 を得ることができる。

本実施形態では、複数のセラミック基板 1 0 が一体に形成されたグリーンシート 5 1 の状態のままで、圧電デバイス 1 の組立を効率的に行う方法について、以下、説明する。

【 0 0 4 5 】

圧電デバイス組立工程では、まず、ステップ S 8 に示すように、グリーンシート 5 1 の各圧電デバイス形成領域 1 A に、上記ステップ S 1 - 1 で準備した圧電振動片 2 0 を接合する。具体的には、各圧電デバイス形成領域 1 A の振動片接合端子 1 8 上に、デイスペンサーやスクリーン印刷などにより銀ペーストなどの接合部材 3 9 を塗布してから、圧電振動片 2 0 の一端側に設けられた外部接続電極 2 6 を、対応する振動片接合端子 1 8 に位置合わせして仮止めする。そして、接合部材 3 9 の硬化方法に応じた処理、例えば、熱硬化型の接合部材 3 9 であれば所定の温度で加熱し、また、紫外線硬化型の接合部材であれば紫外線を照射することにより接合部材 3 9 を固化させて、圧電振動片 2 0 を片持ち支持された態様に接合する。

10

【 0 0 4 6 】

次に、ステップ S 9 に示すように、圧電振動片 2 0 が接合されたグリーンシート 5 1 の各圧電デバイス形成領域 1 A にキャップ体 1 9 を配置する。この工程では、キャップ体 1 9 を、上述した段部 1 1 形成ステップによりグリーンシート 5 1 の各圧電デバイス形成領域 1 A に形成された壁面 1 2 と振動片接合領域の面とによる凸部にキャップ体 1 9 を嵌め込むようにすることにより容易に位置合わせして配置することができる。なお、このとき、段部 1 1 および壁面 1 2 の表面の金属層 1 3 とキャップ体 1 9 の側壁部 1 9 b および当接脚部 1 9 c との間にはろう材 2 9 を介在させる。

20

ろう材 2 9 としては、金 - ニッケル（Au - Ni）や金 - 錫（Au - Sn）あるいは金 - ゲルマニウム（Au - Ge）などの合金（共晶合金）や半田などのろう材を用いることができる。また、低融点ガラスや、封止材として用いられる接着剤などを利用することもできる。なお、ろう材 2 9 は、セラミック基板 1 0 の金属層 1 3 上や、キャップ体 1 9 のセラミック基板 1 0 との当接部分にその一部を設けておく構成としてもよい。

【 0 0 4 7 】

次に、ステップ S 1 0 に示すように、キャップ体 1 9 とセラミック基板 1 0 の段部 1 1 および壁面 1 2（金属層 1 3）とがろう材 2 9 を介して当接された状態のグリーンシート 5 1 を、例えば、300 ～ 350 の温度に保持された恒温炉内に入れて、ろう材 2 9 を加熱・溶融させることによりキャップ体 1 9 をセラミック基板 1 0 に接合する。本実施形態では、金属からなるキャップ体 1 9 を、金属系のろう材をろう材 2 9 として接合することにより、キャップ体 1 9 による圧電振動片 2 0 の気密封止をより強固で確実なものとすることができる。

30

【 0 0 4 8 】

なお、上述した一連のセラミック基板 1 0 へのキャップ体 1 9 接合ステップ（ステップ S 9 のキャップ体 1 9 配置、および、ステップ S 1 0 のキャップ体 1 9 接合）は、例えば、窒素ガスやアルゴンガスなどの不活性ガス雰囲気、あるいは減圧空間内で行うことが好ましい。これによって、圧電振動片 2 0 が収納されるセラミック基板 1 0 とキャップ体 1 9 とにより形成されるキャピティ - T の内部が不活性ガスが充満され、あるいは減圧空間に密閉・封止されるので、圧電振動片 2 0 が酸素や大気中の水分などによって腐食・劣化するのを有効に防止することができる。

40

以上、説明した一連のステップを経て、グリーンシート 5 1 に、複数の圧電デバイス 1 がマトリクス状に形成される。

【 0 0 4 9 】

次に、ステップ S 1 1 に示すように、上述したステップ S 1 0 までのステップを経たグリーンシート 5 1 を分割して複数の個片の圧電デバイス 1 を同時に得る。グリーンシート 5 1 の分割は、例えば図 8 に示すダイシングライン 7 5 に沿って、図 6（b）に示すダイ

50

【 0 0 5 0 】

10

20

分割ステップにより得られた圧電デバイス 1 は、ステップ S 1 2 に示すように、電気的特性や外観品質の検査を行なうことにより完成され、一連の圧電デバイス 1 の製造工程を終了する。

30

40

【 0 0 5 4 】

上記実施形態で説明した圧電デバイスおよびその製造方法は、以下の変形例として実施することも可能である。

【 0 0 5 5 】

(変形例 1)

上記実施形態の圧電デバイス 1 の製造方法では、グリーンシート 5 1 の複数の圧電デバイス形成領域 1 A に対して、平面視でコーナー部が丸められた矩形状の段部 1 1 (図 5 を参照) を、押圧刃 6 0 により一括により形成 (図 5 , 図 6 を参照) する方法を説明した。これに限らず、複数種類の押圧刃を用意して段部 1 1 の形状を複数回に分けて形成する構成としてもよい。

図 1 0 は、段部の形状を複数回に分けて形成する圧電デバイスの製造方法の変形例を説明するフローチャートである。また、図 1 1 および図 1 2 は、グリーンシートに、複数種類の押圧刃を用いて複数回に分けて段部を形成する過程を説明する概略平面図である。なお、段部が完成した状態のグリーンシートの図は、上記実施形態の説明で用いた図 5 を参照する。また、図 1 0 に示すフローチャートや、図 1 1 および図 1 2 に示すグリーンシートにおいて、上記実施形態と同じ構成については同一符号を付して説明を省略する。

【 0 0 5 6 】

本変形例の分割溝および段部形成ステップ (図 3 のステップ S 5) では、まず、図 1 0 のステップ S 5 - 1 に示すように、角付きの段部を形成する。ここで、本変形例では、角付きの段部を、さらに二段階に分けて形成する方法を説明する。

すなわち、上記実施形態の圧電デバイス 1 の製造方法の導体パターン印刷ステップ (ステップ S 4) までのステップを経て、振動片接合端子 1 8 や金属層の原形となる導体パターン 1 3 A などが形成されたグリーンシート 5 1 (図 4 を参照) に、図 1 1 に示すように、まず、マトリクス状に配置された複数の圧電デバイス形成領域 1 A の段部 (1 1) の縦横いずれか一方の外形となる複数の段部 1 1 a を形成する。本変形例では、各圧電デバイス形成領域 1 A の段部 (1 1) の長手方向側の外形となる段部 1 1 a を最初に形成した例を示している。

なお、図 1 1 では、グリーンシート 5 1 に 4 列の段部 1 1 a を形成した例を図示しているが、これら 4 列の段部 1 1 a は、4 列の段部 1 1 a を形成できる形状の押圧刃を用意して一括して押圧加工することにより形成することができる。この場合、加工時間をより短縮することができる。

また、4 列の段部 1 1 a は、1 列の段部 1 1 a を形成できる形状の押圧刃を用意して、4 回に分けて押圧加工することにより形成することができる。また、2 列の段部 1 1 a を形成できる押圧刃を用意して 2 回に分けて 4 列の段部 1 1 a を形成することもできる。このように、最終的に形成される段部 1 1 a の列数の約数の段部 1 1 a を形成可能な押圧刃により複数回に分けて段部 1 1 a を形成する方法を用いた場合には、押圧刃の汎用化が可能になり、また、1 回の押圧加工の際に押圧刃に印加する圧力が低くて済むとともに、1 つの段部 1 1 a ごとに形成位置を調整することも可能なので、段部 1 1 a の位置精度や形状を安定化させ易い。

【 0 0 5 7 】

次に、図 1 2 に示すように、複数の圧電デバイス形成領域 1 A の段部 (1 1) の縦横の外形のうち、上記の段部 1 1 a とは異なる他方の外形となる複数の段部 1 1 b を形成する。

なお、図 1 2 では、グリーンシート 5 1 に形成された 4 列の段部 1 1 b を形成した例を図示しているが、上記の段部 1 1 a の場合と同様に、4 列の段部 1 1 b を、4 列の段部 1 1 b を形成できる形状の押圧刃を用意して一括して押圧加工することにより形成することもでき、また、最終的に形成される段部 1 1 b の列数の約数の段部 1 1 b を形成可能な押圧刃により、複数回に分けて形成することもできる。

【 0 0 5 8 】

ここまでのステップにより、グリーンシート 5 1 に形成された各圧電デバイス形成領域 1 A の段部 (1 1) のうち、平面視でコーナー部が丸められていない矩形状の段部 1 1 a

10

20

30

40

50

、11bには、次に、ステップS5-2に示すように、各コーナー部を平面視で丸めた形状に成形することが可能な押圧刃を用いて押圧加工することにより、図5に示すように、各圧電デバイス形成領域1Aにおけるコーナー部に丸みを有する段部11の形成を完了させる。

なお、このステップの押圧加工においても、コーナー部を丸めた形状に成形することが可能な形状の押圧刃は、グリーンシート51内の全てのコーナー部を一括して丸めた形状に押圧加工することにより形成してもよく、また、グリーンシート51内の一部のコーナー部を丸めた形状に成形することが可能な押圧刃により、複数回に分けて形成してもよい。

【0059】

10

上記変形例1の圧電デバイスの製造方法によれば、押圧刃を用いてプレス加工することにより段部11を形成する際に、複数回に分けて押圧加工することにより、1回の押圧加工の際に印加する圧力が低くて済むので、グリーンシート51に加わるダメージが軽減されるとともに、コーナー部ごとに形成位置を精緻に調整することが可能になり形状の安定化を図ることができる。

【0060】

(変形例2)

上記実施形態では、セラミック基板10の壁面12において、段部11から圧電振動片20接合面にまでに渡って金属層13を形成した。これに限らず、壁面の金属層を、圧電振動片20接合面から所定の隙間を設けて形成することにより、キャップ体接合時に発生する虞のある不具合を回避することが可能になる。

20

図13は、壁面の金属層の形成位置を規定した圧電デバイスの変形例2を示すものであり、図2と同じ断面を拡大して説明する部分断面図である。なお、図13に示す圧電デバイスの変形例2において、上記実施形態の圧電デバイス1と同じ構成については同一符号を付して説明を省略する。

【0061】

図13において、本変形例の圧電デバイス101のセラミック基板10は、振動片接合端子18が設けられた圧電振動片20接合面の周縁部に、その振動片接合領域の面と平行に段部11が形成されている。段部11と振動片接合領域の面とを接続する壁面112は、段部11から振動片接合領域の面側に傾斜して設けられている。

30

また、段部11の面上と壁面112上には金属層13が設けられている。このうち、壁面112の金属層13は、振動片接合領域の面から隙間を空けて設けられている。

【0062】

上記変形例2の構成によれば、壁面112の圧電振動片20接合面側に金属層13が無いので、圧電振動片20が接合されたセラミック基板10にろう付けによりキャップ体19を接合する際に、金属や合金からなるろう材29(ろう材)の溶融飛沫が圧電振動片20の励振電極25などに飛散することにより発生し得る圧電振動片20の振動特性の低下を抑えることができる。

【0063】

(変形例3)

40

上記実施形態および変形例1,2では、セラミック基板10の段部11と傾斜を有する壁面12,112との接続部分の断面形状が角部となっている形態について説明した。これに限らず、段部から壁面にかけての形状を、キャップ体の側壁部から当接脚部にかけての形状に合わせて丸みを帯びた形状とすることにより、圧電デバイスの機械的な強度、あるいは、セラミック基板へのキャップ体の接合強度の向上を図ることができる。

図14は、段部から壁面にかけての形状を変更した圧電デバイスの変形例3を示すものであり、図2(および図13)と同じ断面を拡大して説明する部分断面図である。なお、図14に示す圧電デバイスの変形例3において、上記実施形態の圧電デバイス1と同じ構成については同一符号を付して説明を省略する。

【0064】

50

図14において、本変形例の圧電デバイス1'のセラミック基板10は、振動片接合端子18が設けられた圧電振動片20接合面の周縁部に、その振動片接合領域の面と平行に段部11'が形成されている。段部11'と振動片接合領域の面とを接続する壁面12'は、段部11'から振動片接合領域の面側に傾斜して設けられている。

また、段部11'と壁面12'との接続部分111は、角張らずに丸みを帯びた断面形状を呈している。この接続部分111の丸みを帯びた断面形状は、段部11'と壁面12'とに当接させて接合されるキャップ体19の側壁部19bと当接脚部19cとの接続部と略同じ丸みにて形成されていることが望ましい。また、この丸みを帯びた接続部分111の形状は、段部11'を形成するステップ(図3のステップS5に示す分割溝・段部形成ステップ)で、丸みを帯びた接続部分111により接続された段部11'と壁面12'とを形成できる形状の押圧刃を用意して、その押圧刃により押圧加工することにより形成することができる。

10

【0065】

上記実施形態のように、電子部品(圧電振動片20)を接合した基板(セラミック基板10)を、キャップ体19により気密封止する構造の電子装置(圧電デバイス1)では、キャップ体19は金属材料を周知の板金加工により形成することが多く、その場合、キャップ体19の側壁部19bと当接脚部19cとを垂直に接続する接続部分は丸みを帯びた断面形状にて曲げ加工される。

上記変形例3の圧電デバイス1'によれば、段部11'と壁面12'とを接続する接続部分111の断面形状が、キャップ体19の側壁部19bと当接脚部19cとを接続する丸みを帯びた断面形状の接続部分と近似な断面形状を有して形成されている。これにより、セラミック基板10の厚みが薄くなる基点となる段部11'と壁面12'との接続部分に応力が生じた場合に起こり得るクラックなど発生を抑えることができるので、圧電デバイス1'の機械的な強度の向上を図ることができる。

20

また、キャップ体19とセラミック基板10との接合において互いに当接される部分、または、近接する部分が大きくなることにより、良好な接合状態が得られやすく、高い気密度にて封止された動作安定性の高い圧電デバイス1'を提供することができる。

【0066】

以上、発明者によってなされた本発明の実施の形態について具体的に説明したが、本発明は上記した実施の形態およびその変形例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えることが可能である。

30

【0067】

例えば、上記実施形態および変形例では、基板としてのセラミック基板10が単層のグリーンシート51により形成された例を説明した。

これに限らず、グリーンシートからセラミック基板を製造する場合には、上記実施形態で説明した導電パターンが形成されたグリーンシート51を複数層積層させて形成する多層基板とすることもできる。

この場合、上記実施形態で説明した図3のステップS1-2のグリーンシート準備、および、ステップS2の孔あけから、ステップS4の導体パターン印刷までを経たグリーンシートを複数用意し、これら複数のグリーンシートを積層させて仮固定したのち、ステップS5の分割溝・段部形成を行ってからステップS6の焼成を行うことにより、段部を有する多層のセラミック基板を得ることができる。

40

【0068】

また、上記実施形態および変形例では、金属製のキャップ体19を用いて、また、セラミック基板10の段部11, 11'および壁面12, 12', 112に金属層13, 13'を設けて、キャップ体19とセラミック基板10とを金属や合金からなるろう材29により接合する例を説明した。そのろう材による接合(ろう付け)は、母材(キャップ体19および金属層13, 13')よりも融点の低い金属や合金などからなるろう材29を接合部材として用いて、そのろう材29を溶融させて接合する方法を指し、例えば、接合前にキャップ体19とセラミック基板10との当接部分の間にろう材29を供給しておき、

50

それを溶融させる方法の他に、キャップ体 19 およびセラミック基板 10 の両方またはいずれか一方に、ろう材 29 となる金属や合金の層を形成しておく方法なども含む。

また、本発明では、キャップ体 19 とセラミック基板 10 との接合に用いる接合部材は、上記実施形態および変形例のような金属や合金からなる接合部材に限らず、例えば、低融点ガラスや有機系（樹脂系）の接着剤を接合部材として接合する構成も含む。この場合、キャップ体 19 は金属製である必要はなく、また、段部 11, 11' および壁面 12, 12' に金属層 13, 13' を設ける必要がない。

【0069】

また、上記実施形態および変形例で説明した特定の形態、例えば、セラミック基板 10 やグリーンシート 51、あるいは電子部品としての圧電振動片 20 などの形状は限定されるものではない。

10

同様に、各電極、配線、端子などの位置や形状についても上記実施形態およびに限定されない。

【0070】

また、上記実施形態および変形例では、電子装置の一例として、電子部品としての圧電振動片 20 を搭載した圧電デバイス 1, 1', 101 について説明した。これに限らず、上記実施形態および変形例に示す構成は、電子部品として半導体回路素子など種々の電子部品を基板に接合し、その電子部品をキャップ体により気密封止する構造の様々な電子装置に適用することができる。

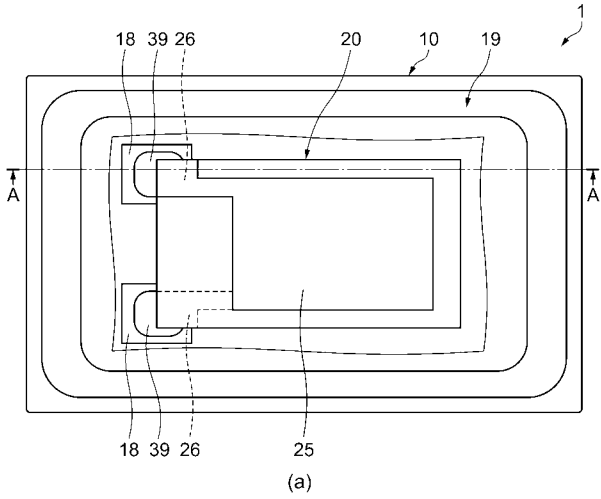
【符号の説明】

20

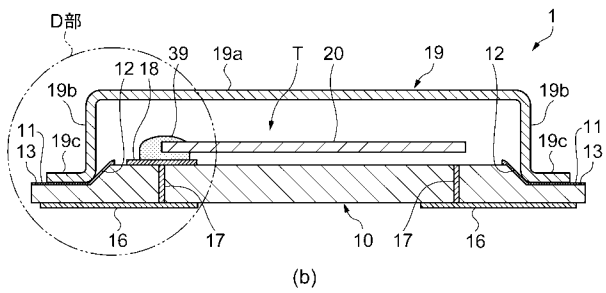
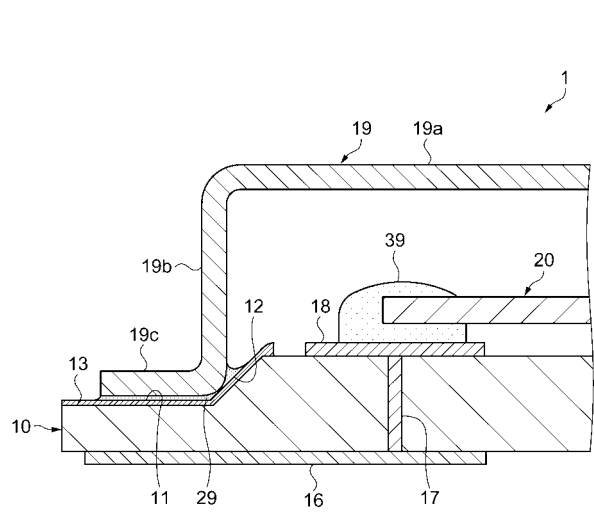
【0071】

1 ... 電子装置としての圧電デバイス、1A ... 圧電デバイス形成領域、10 ... 基板としてのセラミック基板、11, 11' ... 段部、11a ... (段部の一部となるグリーンシートの) 段部、12, 12', 112 ... 壁面、13 ... 金属層、13A, 13B ... (金属層の原形となる) 導体パターン、16 ... 外部実装端子、18 ... 振動片接合端子、19 ... キャップ体、19a ... 水平部、19b ... 側壁部、19c ... 当接脚部、20 ... 電子部品としての圧電振動片、25 ... 励振電極、26 ... 外部接続電極、29 ... 接合部材としてのろう材、39 ... 接合部材、51 ... 基板シートとしてのグリーンシート、52 ... 圧痕、60, 60B ... 押圧刃、70, 80 ... ダイシングブレード、75 ... ダイシングライン、111 ... 接続部分。

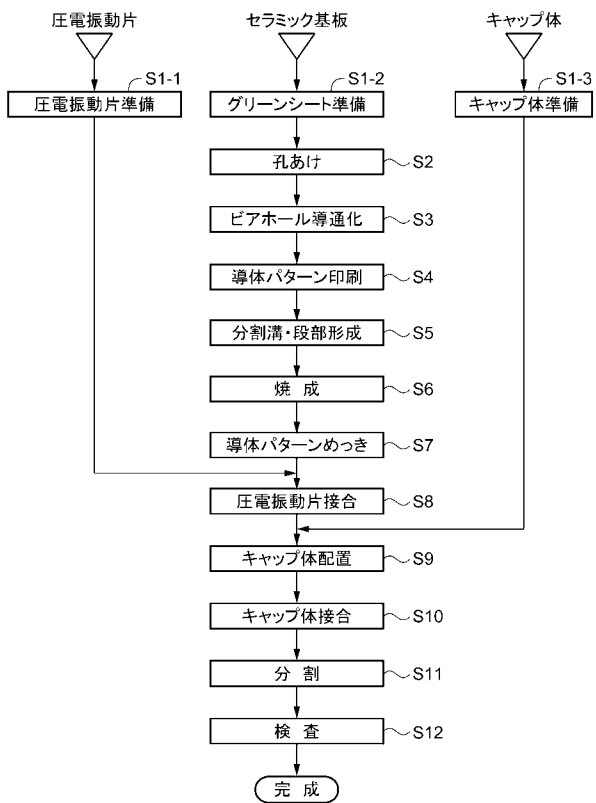
【図 1】



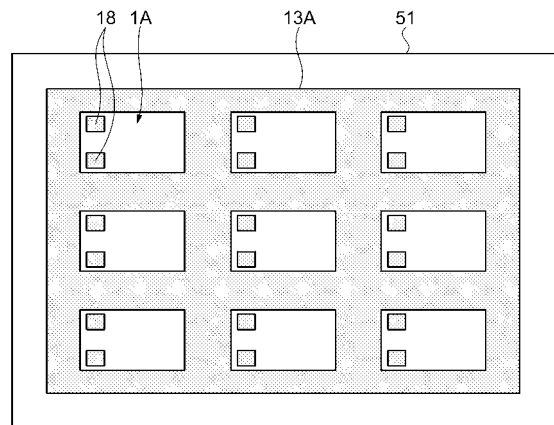
【図 2】



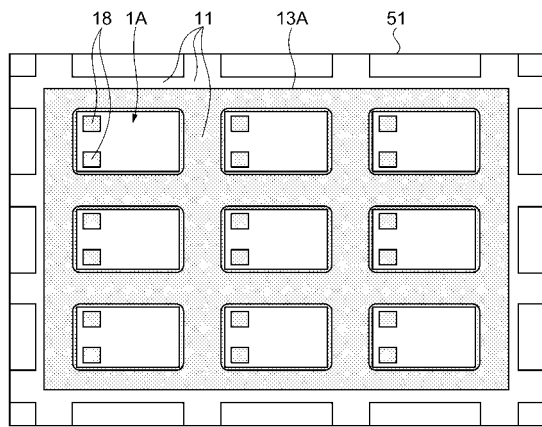
【図 3】



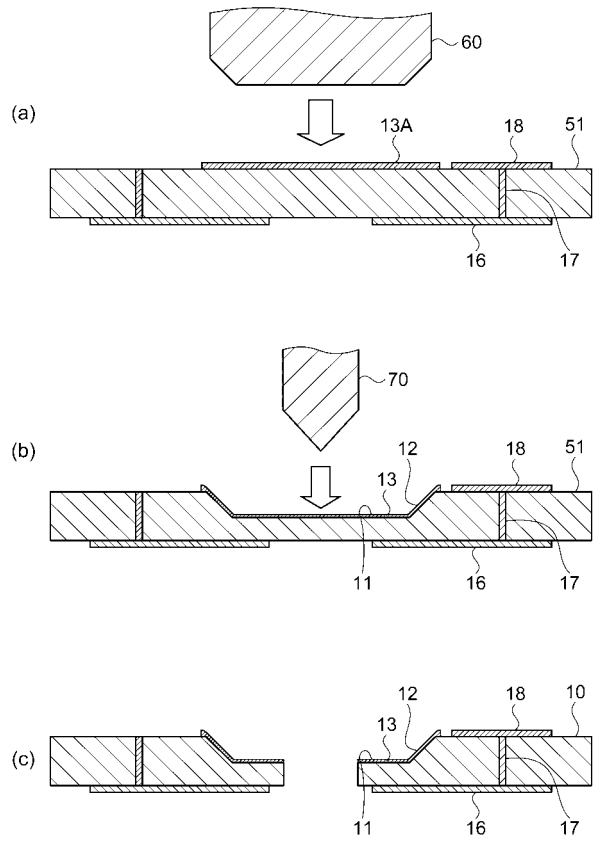
【図 4】



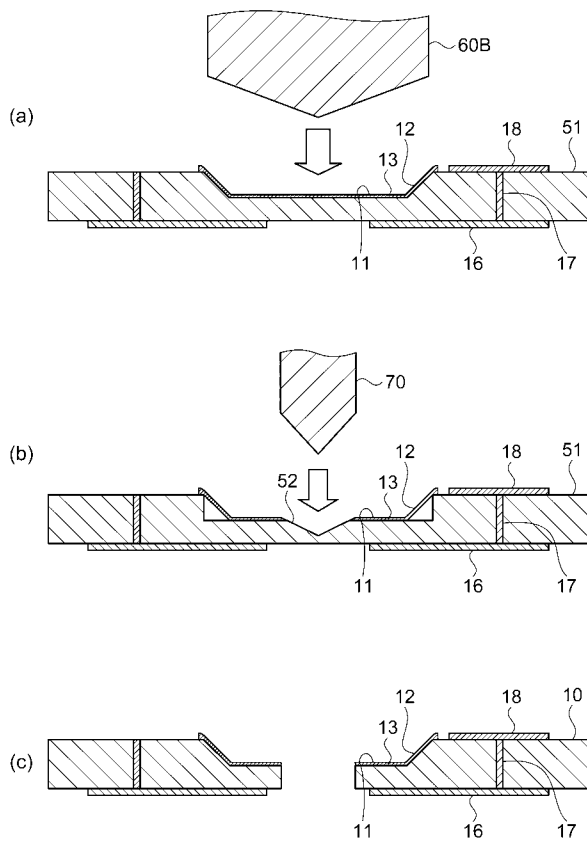
【図 5】



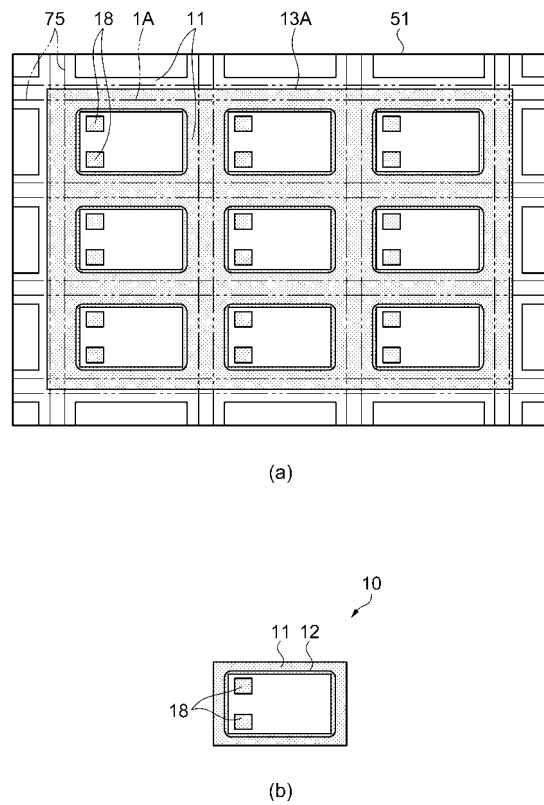
【図 6】



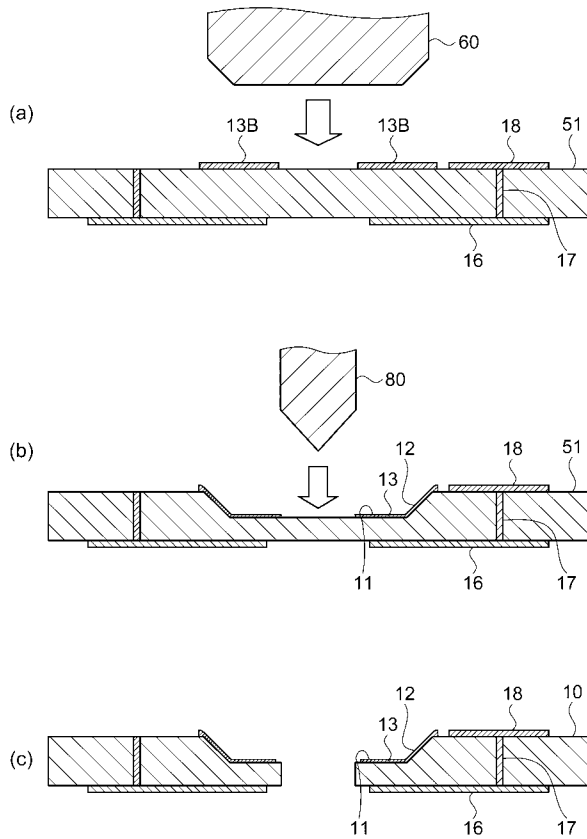
【図 7】



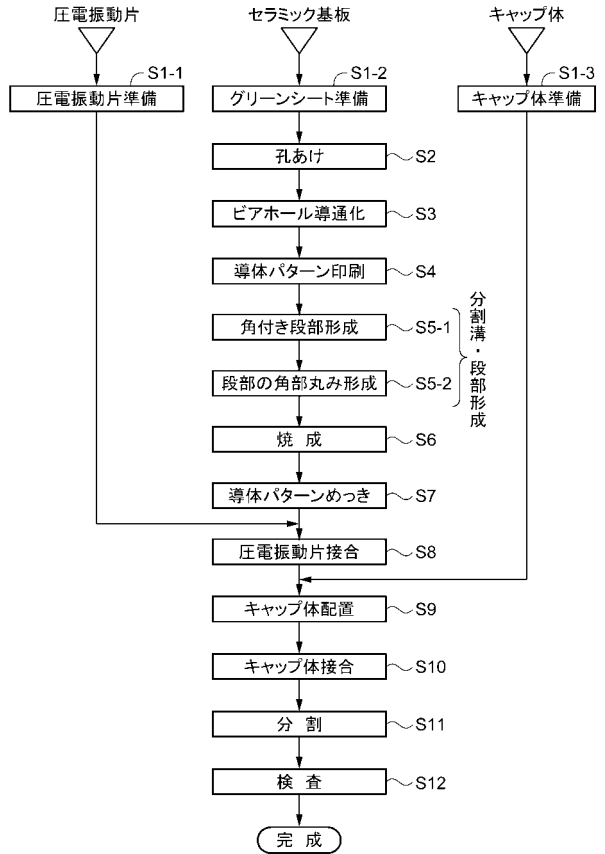
【図 8】



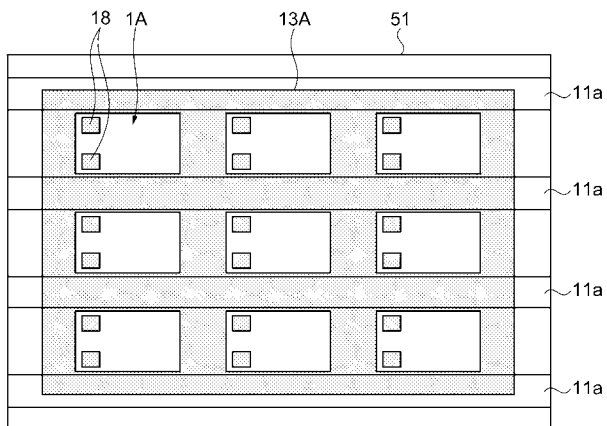
【図 9】



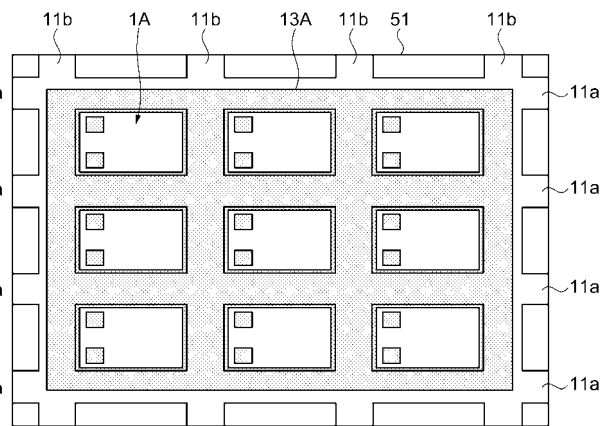
【図 10】



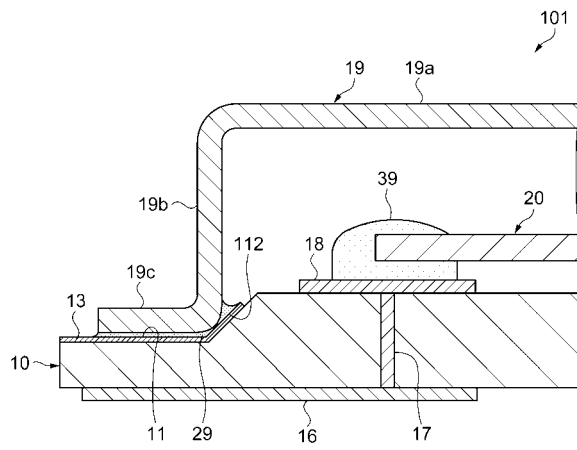
【図 11】



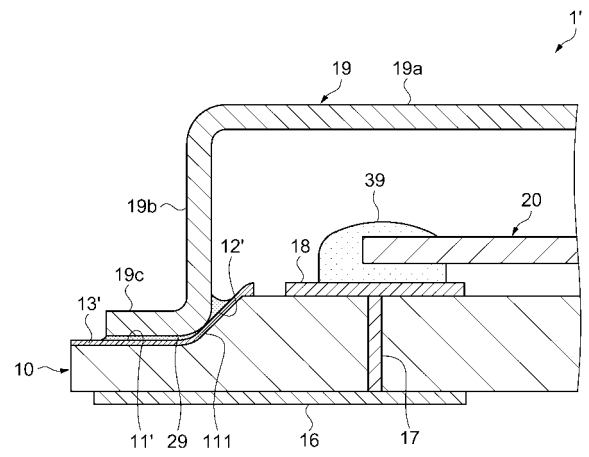
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 永野 洋二

東京都日野市日野421-8 エプソントヨコム株式会社内

審査官 萩原 周治

(56)参考文献 特開2001-156193(JP,A)

特開平01-205590(JP,A)

特開2005-079656(JP,A)

特開昭63-208250(JP,A)

特開平11-308068(JP,A)

特開2007-311436(JP,A)

特開平04-284651(JP,A)

特開2011-147054(JP,A)

特開平09-064680(JP,A)

特開平07-221584(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/00 - 23/10

H01L 23/16 - 23/26

H03H 3/007 - 3/10

H03H 9/00 - 9/76