

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5979994号
(P5979994)

(45) 発行日 平成28年8月31日(2016.8.31)

(24) 登録日 平成28年8月5日(2016.8.5)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 23/02 (2006.01)

H O 1 L 23/02

J

H O 1 L 23/02

C

請求項の数 8 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2012-133235 (P2012-133235)
 (22) 出願日 平成24年6月12日(2012.6.12)
 (65) 公開番号 特開2013-258281 (P2013-258281A)
 (43) 公開日 平成25年12月26日(2013.12.26)
 審査請求日 平成27年6月9日(2015.6.9)

(73) 特許権者 000190688
 新光電気工業株式会社
 長野県長野市小島田町80番地
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 村山 啓
 長野県長野市小島田町80番地 新光電気
 工業株式会社内
 審査官 小山 和俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

凹部と前記凹部を露出する開口部とを有する筐体部と、
 不純物が注入された半導体材料で形成され、一方の面が前記筐体部に接合されて前記開口部を覆う蓋部と、
 前記筐体部の前記開口部の周囲の前記蓋部との接合面に形成される第1金属膜と、
 前記蓋部の前記一方の面において、前記第1金属膜に対応する位置に形成される第2金属膜と、
 前記蓋部の他方の面において、前記第2金属膜に対応する位置に形成される第3金属膜と、
 前記筐体部の前記凹部の内部に配設される電子部品と
 を含み、
 前記第3金属膜は、前記蓋部の前記他方の面の中央部を取り囲むように、平面視で分離して配列される複数の金属膜部である、電子装置。

【請求項 2】

前記複数の金属膜部のうち、前記中央部に対して対称な位置に配置される一対の金属膜部同士の間隔は、前記蓋部の厚さよりも大きい、請求項1記載の電子装置。

【請求項 3】

前記複数の金属膜部のうち、相隣接する金属膜部同士の間隔は、前記蓋部の厚さよりも大きい、請求項1又は2記載の電子装置。

【請求項 4】

前記開口部は平面視で矩形であり、前記第 1 金属膜及び前記第 2 金属膜は平面視で矩形環状であり、前記複数の金属膜部は、平面視で矩形環状に配置される、請求項 2 又は 3 記載の電子装置。

【請求項 5】

前記第 2 金属膜の断面における幅は、前記第 1 金属膜の断面における幅よりも狭い、請求項 4 記載の電子装置。

【請求項 6】

前記筐体部は前記蓋部と同一の半導体材料で形成される、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項記載の電子装置。

10

【請求項 7】

前記半導体材料はシリコンである、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項記載の電子装置。

【請求項 8】

前記筐体部の外表面及び前記凹部の内表面を覆う絶縁層をさらに含む、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項記載の電子装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子装置に関する。

【背景技術】

20

【0002】

従来より、上面に開口部を有するキャビティが設けられたベース基板と、前記キャビティ内に搭載された電子部品とを備え、前記ベース基板の上面にリッドが溶接されて、前記キャビティが封止された半導体パッケージがある。この半導体パッケージでは、前記リッドは、上面に前記ベース基板のキャビティの周壁部の位置に対応する矩形の枠状であって且つ同一高さの凸状部が設けられている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2012 - 039022 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、従来の半導体パッケージのベース基板（筐体部）に溶接されるリッド（蓋部）はコパル等の金属で形成されているため、溶接の際に電流又は熱が拡散し、溶接に必要な電力が増大する。

【0005】

このように従来のベース基板（筐体部）にリッド（蓋部）を溶接した中空状筐体は、溶接時に必要な電力が増大するため、効率的に製造できないという問題がある。

【0006】

40

そこで、効率的に製造できる電子装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の実施の形態の電子装置は、凹部と前記凹部を露出する開口部とを有する筐体部と、不純物が注入された半導体材料で形成され、一方の面が前記筐体部に接合されて前記開口部を覆う蓋部と、前記筐体部の前記開口部の周囲の前記蓋部との接合面に形成される第 1 金属膜と、前記蓋部の前記一方の面において、前記第 1 金属膜に対応する位置に形成される第 2 金属膜と、前記蓋部の他方の面において、前記第 2 金属膜に対応する位置に形成される第 3 金属膜と、前記筐体部の前記凹部の内部に配設される電子部品とを含み、前記第 3 金属膜は、前記蓋部の前記他方の面の中央部を取り囲むように、平面視で分離して

50

配列される複数の金属膜部である。

【発明の効果】

【０００８】

効率的に製造できる電子装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】比較例の中空状筐体及び電子装置を示す図である。

【図２】比較例の電子装置１の製造工程において、筐体部２０に蓋部３０を取り付ける工程を示す図である。

【図３】実施の形態の中空状筐体及び電子装置を示す図である。

10

【図４】実施の形態の電子装置１００の製造工程において、筐体部１２０に蓋部１３０を取り付ける工程を示す図である。

【図５】実施の形態の中空状筐体１１０と比較例の中空状筐体１０との断面における電流と熱の伝達経路を示す図である。

【図６】実施の形態の中空状筐体１１０と比較例の中空状筐体１０との平面における電流の伝達経路を示す図である。

【図７】比較例の蓋部３０、実施の形態の蓋部１３０、及び比較例の変形例の蓋部３０Ａの比抵抗、電流密度、及び損失を示す図である。

【図８】シリコン製の蓋部１３０を用いる場合と、コパール製の蓋部１３０を用いる場合の電流密度の分布を示す図である。

20

【図９】実施の形態の変形例の電子装置１００Ａの断面構造を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下、本発明の電子装置を適用した実施の形態について説明するにあたり、まず、図１及び図２を用いて比較例の中空状筐体について説明する。

【００１１】

< 比較例 >

図１は、比較例の中空状筐体及び電子装置を示す図であり、（Ａ）は斜視図、（Ｂ）は（Ａ）のＡ－Ａ矢視断面における分解断面図、（Ｃ）は筐体部の平面図を示す。

【００１２】

30

図１（Ａ）、（Ｂ）に示す比較例の電子装置１は、中空状筐体１０の内部にＭＥＭＳ（Micro Electro Mechanical System）チップ４０を実装した装置である。すなわち、電子装置１は、中空状筐体１０及びＭＥＭＳチップ４０を含む。中空状筐体１０は、電子装置１からＭＥＭＳチップ４０を除いた筐体である。

【００１３】

図１（Ａ）、（Ｂ）に示すように、比較例の中空状筐体１０は、筐体部２０及び蓋部３０を含む。図１（Ｃ）は、筐体部２０に蓋部３０を接合する前の状態における筐体部２０を示す平面図である。

【００１４】

筐体部２０は、凹部２１を有する直方体状の部材であり、セラミック基板を加工することによって形成される。凹部２１は、筐体部２０の上面側から直方体状に凹むように形成されており、筐体部２０に蓋部３０を接合する前の状態では、図１（Ｃ）に示すように、開口部２２から露出している。

40

【００１５】

凹部２１の底面には、ＭＥＭＳチップ４０が設置されている。ＭＥＭＳチップ４０は、ボンディングワイヤ４１によって、凹部２１の底面に配設される図示しないパッド等に接続されている。ＭＥＭＳチップ４０は、例えば、加速度センサのアクチュエータである。

【００１６】

筐体部２０の凹部２１は、壁部２３によって囲繞されており、開口部２２は、壁部２３によって囲まれた矩形状の開口部である。また、壁部２３は、平面視で矩形環状に形成さ

50

れている。

【 0 0 1 7 】

壁部 2 3 の上面には、開口部 2 2 の周囲に沿って、めっき層 2 4 が形成される。めっき層 2 4 は、平面視で壁部 2 3 の上面の矩形環状の領域に形成されている。すなわち、めっき層 2 4 は、開口部 2 2 を囲んで矩形状に一周するように形成されている。

【 0 0 1 8 】

めっき層 2 4 は、例えば、壁部 2 3 の上面に形成されるニッケルめっき層と、ニッケルめっき層の上に形成される金めっき層との 2 層構造のめっき層である。

【 0 0 1 9 】

蓋部 3 0 は、コバール (Kovar) 製の板状の部材である。蓋部 3 0 の平面視での大きさは、筐体部 2 0 の平面視での大きさと等しい。

10

【 0 0 2 0 】

このような比較例の電子装置 1 は、中空状筐体 1 0 の筐体部 2 0 の凹部 2 1 の底面に M E M S チップ 4 0 を実装した状態で、筐体部 2 0 の壁部 2 3 と蓋部 3 0 とをめっき層 2 4 で接合することによって製造される。筐体部 2 0 の壁部 2 3 と蓋部 3 0 をめっき層 2 4 で接合した状態では、M E M S チップ 4 0 が配設される筐体部 2 0 の凹部 2 1 は、めっき層 2 4 及び蓋部 3 0 によって封止される。

【 0 0 2 1 】

図 2 は、比較例の電子装置 1 の製造工程において、筐体部 2 0 に蓋部 3 0 を取り付ける工程を示す図であり、(A) は図 1 (B) に対応する断面図、(B) は図 1 (C) に対応する平面図である。

20

【 0 0 2 2 】

図 2 (A) に示すように、電子装置 1 は、溶接機 5 0 を用いて、めっき層 2 4 を溶融させ、溶融しためっき層 2 4 で筐体部 2 0 の壁部 2 3 の上面と、蓋部 3 0 の下面とを接合することによって製造される。

【 0 0 2 3 】

溶接機 5 0 は、ローラ電極 5 1 A、5 1 B を有し、ローラ電極 5 1 A、5 1 B を蓋部 3 0 に当接させて回転移動させながら、ローラ電極 5 1 A、5 1 B の間に電流を流し、蓋部 3 0 の抵抗熱を利用してめっき層 2 4 を溶融させることにより、筐体部 2 0 の壁部 2 3 の上面と蓋部 3 0 との下面をシーム溶接する。

30

【 0 0 2 4 】

めっき層 2 4 で筐体部 2 0 と蓋部 3 0 とを溶融するために、溶接機 5 0 のローラ電極 5 1 A、5 1 B は、図 2 (A) に示すように、蓋部 3 0 の上面に当接される。

【 0 0 2 5 】

ローラ電極 5 1 A からローラ電極 5 1 B に矢印で示すように電流を流すと、電流は、図 2 (A) に示すローラ電極 5 1 A からコバール製の蓋部 3 0 を流れ、めっき層 2 4 に到達する。このとき、電流は、図 2 (B) に示すめっき層 2 4 の点 A に到達する。点 A は、平面視で矩形環状のめっき層 2 4 の角部に位置する点である。

【 0 0 2 6 】

そして、電流は、図 2 (B) に矢印で示すように平面視で矩形環状のめっき層 2 4 を流れ、点 B においてめっき層 2 4 から蓋部 3 0 を厚さ方向に流れ、ローラ電極 5 1 B に流れる。

40

【 0 0 2 7 】

このようにめっき層 2 4 に電流が流れることにより、抵抗熱でめっき層 2 4 が溶融し、ローラ電極 5 1 A、5 1 B が移動することによって温度が低下した部分のめっき層 2 4 が再び固化して筐体部 2 0 と蓋部 3 0 とを接合する。

【 0 0 2 8 】

ローラ電極 5 1 A、5 1 B を蓋部 3 0 の辺に沿って移動させることにより、めっき層 2 4 が矩形環状の一周にわたって、筐体部 2 0 と蓋部 3 0 とを接合する。これにより、筐体部 2 0 と蓋部 3 0 とがシーム溶接によって接合される。

50

【 0 0 2 9 】

以上のように、比較例の中空状筐体 1 0 は、セラミック製の筐体部 2 0 と、コパール製の蓋部 3 0 とを含み、筐体部 2 0 と蓋部 3 0 とをめっき層 2 4 でシーム溶接した構造を有する。

【 0 0 3 0 】

ところで、比較例の中空状筐体 1 0 は、シーム溶接する際に、コパール製の蓋部 3 0 にローラ電極 5 1 A、5 1 B を当接させて電流を流すと、蓋部 3 0 の全体に電流が流れるため、電流及び熱の拡散が生じ、エネルギーの利用効率が低いという問題がある。

【 0 0 3 1 】

また、比較例の中空状筐体 1 0 は、筐体部 2 0 がセラミック製で、蓋部 3 0 がコパール製であるため、小型化が困難である。これは、主に、セラミック基板の小型化が困難であるが要因である。

10

【 0 0 3 2 】

従って、以下で説明する実施の形態では、上述のような問題を解決した中空状筐体、及び、電子装置を提供することを目的とする。

【 0 0 3 3 】

< 実施の形態 >

図 3 は、実施の形態の中空状筐体及び電子装置を示す図であり、(A) は斜視図、(B) は (A) の C - C 矢視断面における分解断面図、(C) は中空状筐体及び電子装置の平面図、(D) は中空状筐体の底面図、(E) は筐体部の平面図を示す。ここでは、図 3 (A) ~ (E) に示すように直交座標系 (X Y Z 座標系) を定義する。

20

【 0 0 3 4 】

図 3 (A)、(B) に示す実施の形態の電子装置 1 0 0 は、中空状筐体 1 1 0 の内部に M E M S (Micro Electro Mechanical System) チップ 4 0 を実装した装置である。すなわち、電子装置 1 0 0 は、中空状筐体 1 1 0 及び M E M S チップ 4 0 を含む。中空状筐体 1 1 0 は、電子装置 1 0 0 から M E M S チップ 4 0 を除いた筐体である。

【 0 0 3 5 】

図 3 (A)、(B) に示すように、実施の形態の中空状筐体 1 1 0 は、筐体部 1 2 0 及び蓋部 1 3 0 を含む。蓋部 1 3 0 は、筐体部 1 2 0 の上に接合されるため、図 3 (C) の平面図は、蓋部 1 3 0 の上面を示す。蓋部 1 3 0 の上面は、電子装置 1 0 0 及び中空状筐体 1 1 0 の上面と同一である。

30

【 0 0 3 6 】

図 3 (D) は、蓋部 1 3 0 を筐体部 1 2 0 に接合する前の状態における蓋部 1 3 0 の底面を示す図である。図 3 (E) は、筐体部 1 2 0 に蓋部 1 3 0 を接合する前の状態における筐体部 1 2 0 を示す平面図である。

【 0 0 3 7 】

筐体部 1 2 0 は、凹部 1 2 1 を有する直方体状の部材であり、シリコン基板を加工することによって形成される。凹部 1 2 1 は、筐体部 1 2 0 の上面側から直方体状に凹むように形成されており、筐体部 1 2 0 に蓋部 1 3 0 を接合する前の状態では、図 3 (E) に示すように、開口部 1 2 2 から露出している。

40

【 0 0 3 8 】

筐体部 1 2 0 を形成するために用いるシリコン基板としては、例えば、ボロン (B) 又は磷 (P) が注入されたシリコン基板を用いることができる。なお、ここでは、後述する蓋部 1 3 0 が不純物の注入されたシリコン基板で形成されるため、筐体部 1 2 0 も同じシリコン基板で形成される形態について説明するが、筐体部 1 2 0 は、不純物が注入されていないシリコン基板で形成されてもよい。

【 0 0 3 9 】

詳細については後述するが、蓋部 1 3 0 には電流を流すため、不純物を注入したシリコン基板で蓋部 1 3 0 を形成するが、筐体部 1 2 0 には電流を流さないため、筐体部 1 2 0 を形成するシリコン基板は、不純物が注入されていなくてもよい。

50

【 0 0 4 0 】

筐体部 1 2 0 の凹部 1 2 1 は、壁部 1 2 3 によって囲繞されており、開口部 1 2 2 は、壁部 1 2 3 によって囲まれた矩形状の開口部である。また、壁部 1 2 3 は、平面視で矩形環状に形成されている。

【 0 0 4 1 】

筐体部 1 2 0 は、凹部 1 2 1 の内表面に、酸化膜 1 2 0 A が形成されている。筐体部 1 2 0 の外表面とは、筐体部 1 2 0 の底面、側面（壁部 1 2 3 の外側面）、及び、壁部 1 2 3 の上面である。凹部 1 2 1 の内表面とは、凹部 1 2 1 を形成する面であり、1つの底面と、4つの側面とを含む。

【 0 0 4 2 】

このため、酸化膜 1 2 0 A は、筐体部 1 2 0 の底面、側面（壁部 1 2 3 の外側面）、及び、壁部 1 2 3 の上面と、凹部 1 2 1 を形成する1つの底面及び4つの側面との表面に形成されている。

【 0 0 4 3 】

このような酸化膜 1 2 0 A は、例えば、シリコン基板を筐体部 1 2 0 の大きさに切断し、凹部 1 2 1 を形成した後に、表面を酸化処理することによって形成される。シリコン基板の表面を酸化することによって形成される酸化膜 1 2 0 A は、シリコン酸化膜（ SiO_2 膜）であるため、絶縁膜である。

【 0 0 4 4 】

壁部 1 2 3 の上面には、開口部 1 2 2 の周囲に沿って、めっき層 1 2 4 が形成される。めっき層 1 2 4 は、酸化膜 1 2 0 A の上に形成される。

【 0 0 4 5 】

めっき層 1 2 4 は、平面視で壁部 1 2 3 の上面の矩形環状の領域に形成されており、第1金属膜の一例である。すなわち、めっき層 1 2 4 は、開口部 1 2 2 を囲んで矩形状に一周するように形成されている。

【 0 0 4 6 】

めっき層 1 2 4 は、例えば、壁部 1 2 3 の上面に形成されるニッケルめっき層と、ニッケルめっき層の上に形成される金めっき層との2層構造のめっき層である。

【 0 0 4 7 】

凹部 1 2 1 の底面には、MEMSチップ40が設置され、ボンディングワイヤ41によって、凹部 1 2 1 の底面に配設される図示しないパッド等に接続されている。MEMSチップ40は、例えば、加速度センサのアクチュエータである。

【 0 0 4 8 】

なお、筐体部 1 2 0 には貫通電極が形成されており、貫通電極を介してMEMSチップ40と外部装置とが電氣的に接続される。

【 0 0 4 9 】

また、ここでは、電子部品の一例としてMEMSチップ40を示すが、実施の形態の中空状筐体 1 1 0 に収納される電子部品は、MEMSチップ40に限られない。実施の形態の中空状筐体 1 1 0 に収納される電子部品は、封止された空間（密封された空間）に収納する電子部品であればよい。例えば、電子部品として、IC（Integrated Circuit）チップのような半導体素子の中空状筐体 1 1 0 に収納してもよい。

【 0 0 5 0 】

蓋部 1 3 0 は、シリコン製の板状の部材である。蓋部 1 3 0 の平面視での大きさは、筐体部 1 2 0 の平面視での大きさと等しい。蓋部 1 3 0 は、例えば、シリコン基板を加工することによって形成される。

【 0 0 5 1 】

蓋部 1 3 0 を形成するために用いるシリコン基板としては、例えば、ボロン（B）又はリン（P）が注入されたシリコン基板を用いることができる。これは、蓋部 1 3 0 に電流を流すためである。

【 0 0 5 2 】

10

20

30

40

50

蓋部 130 は、底面（下面）にめっき層 131 が形成されている。めっき層 131 は、底面視で、矩形状の蓋部 130 の外周に沿った矩形環状の領域に形成されている。めっき層 131 が形成される矩形環状の領域は、筐体部 120 の壁部 123 の上面の矩形環状の領域に形成されるめっき層 124 と対応している。すなわち、めっき層 131 は、めっき層 124 に対応する位置に形成されている。

【0053】

めっき層 131 は、第 2 金属膜の一例である。めっき層 131 は、例えば、ニッケルめっき膜を蓋部 130 の底面（下面）に形成することによって作製される。蓋部 130 はシリコン基板であるため、めっき層 131 の形成は、例えば、セミアディティブ法によって行えばよい。

10

【0054】

ここで、めっき層 131 がめっき層 124 に対応する位置に形成されるとは、平面視で透過的に見た場合に、めっき層 131 が形成される領域と、めっき層 124 が形成される領域とが完全に一致する必要はなく、重複する領域が矩形環状に一周にわたって存在していればよい。

【0055】

めっき層 131 は、めっき層 124 とシーム溶接によって接合される。また、蓋部 130 はシリコン基板で形成されている。

【0056】

このため、めっき層 131 は、蓋部 130 が筐体部 120 の凹部 121 を封止できるように、中空状筐体 110 の X Y 方向の外周において、一周にわたってめっき層 124 と接合されるように、蓋部 130 の底面（下面）に形成されていければよい。

20

【0057】

また、蓋部 130 の上面には、めっき層 132 が形成される。めっき層 132 は、平面視で透過的に見ると、めっき層 131 と重複する領域に形成されている。すなわち、めっき層 132 は、矩形状の蓋部 130 の外周に沿った矩形環状の領域に形成されている。

【0058】

めっき層 132 は、第 3 金属膜の一例である。めっき層 132 は、例えば、蓋部 130 の上面に、銅めっき膜を形成することによって作製すればよい。蓋部 130 はシリコン基板であるため、めっき層 132 の形成は、例えば、セミアディティブ法によって行えばよい。また、めっき層 132 は、めっき層 131 よりも高い融点を有していることが望ましい。

30

【0059】

めっき層 132 は、めっき層 131 に対応する位置に形成されている。ここで、めっき層 132 がめっき層 131 に対応する位置に形成されるとは、平面視で透過的に見た場合に、めっき層 132 が形成される領域と、めっき層 131 が形成される領域とが完全に一致する必要はなく、重複する領域が矩形環状に一周にわたって存在していればよい。

【0060】

図 3（C）に示すように、めっき層 132 は、蓋部 130 の外周に沿った矩形環状の領域内において、互いに分離された複数の金属膜 132 X、132 Y によって構築されている。金属膜 132 X、132 Y は、蓋部 130 の上面の中央部を取り囲むように、平面視で分離して配列される複数の金属膜部の一例である。

40

【0061】

金属膜 132 X は、蓋部 130 の外周のうち、X 軸方向に延伸する辺 130 X 1、130 X 2 に沿って配列されており、Y 軸方向に長手方向を有する矩形状の複数の金属膜である。複数の金属膜 132 X は、X 軸方向の両端の金属膜 132 X を除いて、X 軸方向及び Y 軸方向の長さが略同じである。また、すべての金属膜 132 X は、X 軸方向において、略等間隔で配置されている。

【0062】

辺 130 X 1 に沿って形成される金属膜 132 X と、辺 130 X 2 に沿って形成される

50

金属膜 132X とは、蓋部 130 の上面の中央部を挟んで Y 軸方向において対称な位置に配置されており、Y 軸方向において対をなすように配置されている。ここで、辺 130X1 は、平面視で矩形状の蓋部 130 のうち、Y 軸負方向側において X 軸方向に延在する辺であり、辺 130X2 は、Y 軸正方向側において X 軸方向に延在する辺である。

【0063】

辺 130X1 に沿って形成される金属膜 132X と、辺 130X2 に沿って形成される金属膜 132X との Y 軸方向における距離 D1 は、蓋部 130 の厚さ（めっき層 131、132 を含まないシリコン基板の厚さ）よりも長くなるように設定されている。すなわち、辺 130X1 に沿って形成される金属膜 132X と、辺 130X2 に沿って形成される金属膜 132X との Y 軸方向における間隔は、蓋部 130 のシリコン基板の厚さよりも大きい。

10

【0064】

金属膜 132Y は、蓋部 130 の外周のうち、Y 軸方向に延伸する辺 130Y1、130Y2 に沿って配列されており、X 軸方向に長手方向を有する矩形状の複数の金属膜である。複数の金属膜 132Y は、Y 軸方向の両端の金属膜 132Y を除いて、X 軸方向及び Y 軸方向の長さが略同じである。また、すべての金属膜 132Y は、Y 軸方向において、略等間隔で配置されている。

【0065】

辺 130Y1 に沿って形成される金属膜 132Y と、辺 130Y2 に沿って形成される金属膜 132Y とは、蓋部 130 の上面の中央部を挟んで X 軸方向において対称な位置に配置されており、X 軸方向において対をなすように配置されている。ここで、辺 130Y1 は、平面視で矩形状の蓋部 130 のうち、X 軸負方向側において Y 軸方向に延在する辺であり、辺 130Y2 は、X 軸正方向側において Y 軸方向に延在する辺である。

20

【0066】

辺 130Y1 に沿って形成される金属膜 132Y と、辺 130Y2 に沿って形成される金属膜 132Y との X 軸方向における距離 D2 は、蓋部 130 の厚さ（めっき層 131、132 を含まないシリコン基板の厚さ）よりも長くなるように設定されている。すなわち、辺 130Y1 に沿って形成される金属膜 132Y と、辺 130Y2 に沿って形成される金属膜 132Y との X 軸方向における間隔は、蓋部 130 のシリコン基板の厚さよりも大きい。

30

【0067】

以上のように、シリコン基板によって形成される蓋部 130 は、下面にめっき層 131 が形成され、上面にめっき層 132 が形成されている。蓋部 130 は、めっき層 131 及び 132 とオーミック接触している。

【0068】

次に、図 4 を用いて、実施の形態の中空状筐体 110 の筐体部 120 と蓋部 130 とを接合する工程について説明する。

【0069】

図 4 は、実施の形態の電子装置 100 の製造工程において、筐体部 120 に蓋部 130 を取り付ける工程を示す図であり、(A) は図 3 (B) に対応する断面図、(B) は図 3 (E) に対応する平面図である。

40

【0070】

図 4 (A) に示すように、電子装置 100 は、溶接機 50 を用いて、めっき層 124 とめっき層 131 とを溶融させ、溶融しためっき層 124 及び 131 で筐体部 120 の壁部 123 の上面と、蓋部 130 の下面とを接合することによって製造される。

【0071】

めっき層 124 及び 131 を溶融させるために、溶接機 50 のローラ電極 51A、51B は、図 4 (A) に示すように、蓋部 130 の上面に形成されるめっき層 132 に当接される。ローラ電極 51A、51B は、めっき層 132 の複数の金属膜 132X、132Y のうち、Y 軸方向において最も正方向側にある一対の金属膜 132Y に当接されていると

50

する。

【 0 0 7 2 】

ここで、蓋部 1 3 0 は不純物が注入されたシリコン基板で形成されているため、電流を流すことが可能である。

【 0 0 7 3 】

このため、図 4 (A) に示すように、蓋部 1 3 0 の辺 1 3 0 Y 1 側の金属膜 1 3 2 Y と、辺 1 3 0 Y 2 側の金属膜 1 3 2 Y とにローラ電極 5 1 A、5 1 B をそれぞれ当接させて、ローラ電極 5 1 A からローラ電極 5 1 B の方向に電流を流すと、電流は次のように流れる。

【 0 0 7 4 】

すなわち、電流は、ローラ電極 5 1 A から辺 1 3 0 Y 1 側の金属膜 1 3 2 Y を経て、蓋部 1 3 0 を厚さ方向に流れ、めっき層 1 3 1 及び 1 2 4 に到達する。このとき、電流は、図 4 (B) に示すめっき層 1 2 4 の点 A に到達する。点 A は、辺 1 3 0 Y 1 側の金属膜 1 3 2 Y のうち、Y 軸方向において最も正方向側にある金属膜 1 3 2 Y の下に位置する点である。

【 0 0 7 5 】

そして、電流は、図 4 (B) に示すように平面視で矩形環状のめっき層 1 2 4 を経て、点 B においてめっき層 1 3 1 から蓋部 1 3 0 を厚さ方向に (Z 軸正方向に) 流れ、金属膜 1 3 2 Y に到達し、ローラ電極 5 1 B に流れる。なお、点 B は、辺 1 3 0 Y 2 側の金属膜 1 3 2 Y のうち、Y 軸方向において最も正方向側にある金属膜 1 3 2 Y の下に位置する点である。

【 0 0 7 6 】

なお、説明の便宜上、図 4 (B) にはめっき層 1 2 4 に流れる電流の経路を示すが、めっき層 1 2 4 とめっき層 1 3 1 は、矩形環状に一周にわたって接触しているため、めっき層 1 2 4 に電流が流れるときには、めっき層 1 3 1 にも同様に電流が流れる。

【 0 0 7 7 】

ここで、ローラ電極 5 1 A、5 1 B が当接される一对の金属膜 1 3 2 Y 同士の距離 D 2 (図 3 (C) 参照) は、蓋部 1 3 0 の厚さよりも長い。

【 0 0 7 8 】

すなわち、X 軸方向において距離 D 2 を隔てて配置される一对の金属膜 1 3 2 Y の間の蓋部 1 3 0 (シリコン基板) の抵抗値は、金属膜 1 3 2 Y と、蓋部 1 3 0 の厚さを隔てて蓋部 1 3 0 の下面に形成されるめっき層 1 3 1 との間の蓋部 1 3 0 (シリコン基板) の抵抗値よりも大きい。

【 0 0 7 9 】

このため、ローラ電極 5 1 A、5 1 B を一对の金属膜 1 3 2 Y に当接させて電流を流すと、電流は、蓋部 1 3 0 の内部において、X 軸方向に一对の金属膜 1 3 2 Y の間を直接流れるのではなく、Z 軸方向に金属膜 1 3 2 Y とめっき層 1 3 1 との間に流れる。

【 0 0 8 0 】

これは、X 軸方向において距離 D 2 を隔てて配置される一对の金属膜 1 3 2 Y の間の蓋部 1 3 0 (シリコン基板) の抵抗値よりも、金属膜 1 3 2 Y と、蓋部 1 3 0 の下面に形成されるめっき層 1 3 1 との間の蓋部 1 3 0 (シリコン基板) の抵抗値の方が小さいからである。

【 0 0 8 1 】

従って、ローラ電極 5 1 A、5 1 B を一对の金属膜 1 3 2 Y に当接させて電流を流すと、一对の金属膜 1 3 2 Y に対して蓋部 1 3 0 の裏側 (下面側) にあるめっき層 1 3 1 が加熱される。また、めっき層 1 3 1 はめっき層 1 2 4 と当接しているため、めっき層 1 2 4 にも電流が流れる。このため、めっき層 1 2 4 も抵抗熱によって加熱されて溶融する。このようにして、めっき層 1 3 1 とめっき層 1 2 4 を溶融させることができる。

【 0 0 8 2 】

そして、めっき層 1 3 1 とめっき層 1 2 4 とが溶融した状態で、ローラ電極 5 1 A、5

10

20

30

40

50

1 BをY軸負方向側に移動させれば、電流が流れる部分はY軸負方向側に移動するため、めっき層131とめっき層124は固まって接合される。

【0083】

このため、ローラ電極51A、51BをY軸負方向側に移動させれば、蓋部130の辺130Y1、130Y2に沿って、めっき層124とめっき層131をシーム溶接することができる。

【0084】

なお、めっき層131とめっき層124を溶融させるためにローラ電極51A、51Bを一对の金属膜132Yに当接させて電流を流すと、シリコン基板製の蓋部130に電流が流れることにより、蓋部130も発熱する。この蓋部130の発熱も、めっき層131及び124の溶融に寄与することがあると考えられる。

10

【0085】

また、図4(A)には、ローラ電極51A、51Bを一对の金属膜132Yに当接させて電流を流すことによってY軸方向においてシーム溶接を行う状態を示すが、これは、X軸方向においても同様である。

【0086】

一对の金属膜132X同士の距離D1(図3(C)参照)は、蓋部130の厚さよりも長い。

【0087】

すなわち、Y軸方向において距離D1を隔てて配置される一对の金属膜132Xの間の蓋部130(シリコン基板)の抵抗値は、金属膜132Xと、蓋部130の厚さを隔てて蓋部130の下面に形成されるめっき層131との間の蓋部130(シリコン基板)の抵抗値よりも大きい。

20

【0088】

このため、ローラ電極51A、51Bを一对の金属膜132Xに当接させて電流を流すと、電流は、蓋部130の内部において、Y軸方向に一对の金属膜132Xの間を直接流れるのではなく、Z軸方向において金属膜132Xとめっき層131との間に流れる。

【0089】

従って、ローラ電極51A、51Bを一对の金属膜132Xに当接させて電流を流すと、一对の金属膜132Xに対して蓋部130の裏側(下面側)にあるめっき層131が加熱され、めっき層131とめっき層124を効率的に溶融させることができる。

30

【0090】

そして、めっき層131とめっき層124とが溶融した状態で、ローラ電極51A、51BをX軸方向に移動させれば、電流が流れる部分はX軸方向に移動するため、めっき層131とめっき層124は固まって接合される。

【0091】

このため、ローラ電極51A、51BをX軸方向に移動させれば、蓋部130の辺130X1、130X2に沿って、めっき層124とめっき層131をシーム溶接することができる。

【0092】

なお、ローラ電極51A、51Bが当接されるめっき層132は、めっき層131よりも高い融点を有しているため、シーム溶接を行う際には、めっき層131が溶融するが、めっき層132は溶融しない温度になるように、電流量等を調節すればよい。

40

【0093】

次に、図5及び図6を用いて、実施の形態の中空状筐体110(図3参照)と、比較例の中空状筐体10(図1参照)とにおける、電流と熱の伝達経路について説明する。

【0094】

図5は、実施の形態の中空状筐体110と比較例の中空状筐体10との断面における電流と熱の伝達経路を示す図である。図6は、実施の形態の中空状筐体110と比較例の中空状筐体10との平面における電流の伝達経路を示す図である。

50

【 0 0 9 5 】

図 5 (A) は、比較例の中空状筐体 1 0 (図 1 参照) における電流と熱の伝達経路を示す図であり、図 5 (B) は、比較例の変形例の中空状筐体 1 0 A における電流と熱の伝達経路を示す図である。図 5 (C) は、実施の形態の中空状筐体 1 1 0 における電流と熱の伝達経路を示す図である。

【 0 0 9 6 】

なお、図 5 (A) ~ (C) には溶接機 5 0 (図 2 (A) 及び図 4 (A) 参照) を示さないが、溶接機 5 0 のローラ電極 5 1 A、5 1 B でシーム溶接を行うために、蓋部の上側にローラ電極 5 1 A、5 1 B を当接させて電流を供給する状態を示す。

【 0 0 9 7 】

図 6 (A) は、図 5 (A) に示す比較例の中空状筐体 1 0 の蓋部 3 0 における電流の伝達経路を示す図であり、図 6 (B) は、図 5 (B) に示す比較例の変形例の中空状筐体 1 0 A の蓋部 3 0 A における電流の伝達経路を示す図である。図 6 (C) は、図 5 (C) に示す実施の形態の中空状筐体 1 1 0 の蓋部 1 3 0 の上面における電流の伝達経路を示す図であり、図 6 (D) は、図 6 (C) に示す蓋部 1 3 0 の下面における電流の伝達経路を示す図である。

【 0 0 9 8 】

図 5 (A) に示すように、比較例の中空状筐体 1 0 では、蓋部 3 0 がコパール製であるため、図示しないローラ電極で電流を供給すると、蓋部 3 0 には実線の矢印で示すように電流が流れる。このとき、蓋部 3 0 の内部では、厚さ方向 (Z 軸負方向) に電流が流れるとともに、横方向 (X 軸方向) にも電流が流れる。これは、蓋部 3 0 が導体だからである。

【 0 0 9 9 】

また、このとき、熱は、破線の矢印で示すように、電流と同様に、厚さ方向 (Z 軸負方向) に伝達するとともに、横方向 (X 軸方向) にも伝達する。この熱は、コパール製の蓋部 3 0 に電流が流れることにより、蓋部 3 0 の抵抗熱によって発生する。

【 0 1 0 0 】

また、図 6 (A) に示すように、平面視では、蓋部 3 0 には、ローラ電極 5 1 A からローラ電極 5 1 B に向かう方向に電流が流れる。

【 0 1 0 1 】

従って、めっき層 2 4 を溶融させることができ、蓋部 3 0 と筐体部 2 0 とをめっき層 2 4 でシーム溶接することができる。

【 0 1 0 2 】

このように、比較例の中空状筐体 1 0 は、コパール製の蓋部 3 0 の電気伝導性が高く、熱伝導性も高いため、シーム溶接が可能であるが、シーム溶接を行わない部分 (蓋部 3 0 の中央部分) にも電流と熱が伝達される。このため、電流及び熱の拡散が生じ、エネルギーの利用効率が低いという問題がある。

【 0 1 0 3 】

また、図 5 (B) 及び図 6 (B) に示す比較例の変形例の中空状筐体 1 0 A は、図 5 (A) 及び図 6 (A) に示す比較例の中空状筐体 1 0 のコパール製の蓋部 3 0 の代わりに、セラミック製の蓋部 3 0 A を用いたものである。セラミック製の蓋部 3 0 A の上面には、四辺に沿った矩形環状の領域に、めっき層 3 1 が形成されている。

【 0 1 0 4 】

蓋部 3 0 A の上面のめっき層 3 1 に、図 6 (B) に示すようにローラ電極 5 1 A、5 1 B を当接させて電流を流すと、実線の矢印で示すように、電流は、ローラ電極 5 1 A と 5 1 B との間でめっき層 3 1 に流れる。蓋部 3 0 A はセラミック製であり、絶縁体であるため、図 5 (B) 及び図 6 (B) に示すように、蓋部 3 0 A には電流は流れない。

【 0 1 0 5 】

このため、図 6 (B) に示すようにローラ電極 5 1 A、5 1 B を当接させてめっき層 3 1 に電流を流しても、図 5 (B) に示すように、熱は蓋部 3 0 A の下面にあるめっき層 2

10

20

30

40

50

4には十分に届かず、めっき層24を熔融させることは困難である。

【0106】

従って、比較例の変形例の中空状筐体10Aのように、セラミック製の蓋部30Aの上面にめっき層31を形成しても、めっき層24を熔融することは困難であり、シーム溶接によって筐体部20と蓋部30Aとを接合することは困難である。また、多大な電力を消費し、製造効率が悪い。

【0107】

これに対して、図5(C)及び図6(C)に示すように、実施の形態の中空状筐体110では、不純物を注入したシリコン基板製の蓋部130の下面にめっき層131を形成するとともに、蓋部130の上面にめっき層132を形成している。めっき層132は、複数の金属膜132X、132Y(図3(C)参照)によって構築される。

10

【0108】

このため、図6(C)に示すようにローラ電極51A、51Bをめっき層132に当接させて電流を流すと、図5(C)及び図6(D)に示すように、めっき層132から蓋部130の厚さ方向に実線で示すように電流が流れ、電流はめっき層131及び124に到達する。

【0109】

この結果、めっき層131及び124の抵抗熱によってめっき層131及び124が熔融し、シーム溶接で筐体部120と蓋部130とを接合することができる。

【0110】

20

実施の形態の中空状筐体110では、図5(C)及び図6(D)に示すように、電流は、複数の金属膜132X、132Yによって構築されるめっき層132から蓋部130を厚さ方向に流れてめっき層131に到達する。

【0111】

めっき層131は、平面視で矩形環状であるため、蓋部130の中央部には電流は拡散せず、電流は矩形環状のめっき層131に沿って流れる。また、このとき、めっき層131に接しているめっき層124にも電流が流れる。

【0112】

そして、めっき層131とめっき層124が抵抗熱によって熔融し、めっき層131とめっき層124が一体化する。これにより、筐体部120と蓋部130とが接合される。

30

【0113】

従って、不純物を注入したシリコン基板製の蓋部130の下面にめっき層131を形成するとともに、上面にめっき層132を形成することにより、めっき層132から蓋部130を経てめっき層131に電流を流すことができる。そして、この結果、筐体部120と蓋部130とをシーム溶接で接合することができる。

【0114】

このように、不純物を注入したシリコン基板で形成する蓋部130は、不純物が注入された半導体であり、電圧をかければ電流が流れる。

【0115】

また、蓋部130の厚さは、蓋部130の上面に形成されるめっき層132の金属膜132X、132Yの対同士の距離D1、D2よりも短い長さに設定されている。

40

【0116】

このため、めっき層132の金属膜132X、132Yの対同士にローラ電極51A、51Bを当接させて電流を流すと、蓋部130の平面方向(XY方向)には電流は殆ど流れず、厚さ方向(Z方向)に選択的に電流を流すことができる。

【0117】

従って、蓋部130の中央部への電流の拡散を抑えることができ、シーム溶接の目的箇所(ローラ電極51A、51Bが当接される金属膜132X又は132Yの対の直下のめっき層131)を選択的に加熱することができる。

【0118】

50

このため、エネルギーの利用効率が改善され、比較例の中空状筐体 1 0 をシーム溶接で接合する場合よりも、より少ない電力で、シーム溶接を行うことができる。

【 0 1 1 9 】

また、蓋部 1 3 0 はシリコン基板製であるため、比較例のコパール製の蓋部 3 0 よりも熱伝導率が低い。このため、蓋部 1 3 0 の中央部への熱拡散も抑制される。

【 0 1 2 0 】

以上のように、実施の形態の中空状筐体 1 1 0 では、ローラ電極 5 1 A、5 1 Bを一对の金属膜 1 3 2 X に当接させて電流を流すと、電流は、不純物が注入されたシリコン基板で形成される蓋部 1 3 0 の厚さ方向に流れる。このため、シーム溶接を行う際に、電流が蓋部 1 3 0 の中央部に拡散することを抑制でき、消費電力を低減することができる。

10

【 0 1 2 1 】

また、不純物が注入されたシリコン基板で形成される蓋部 1 3 0 を用いるため、シーム溶接を行う際に、熱が蓋部 1 3 0 の中央に拡散することを抑制できる。このことによって、消費電力を低減することができる。

【 0 1 2 2 】

従って、実施の形態によれば、効率的に製造できる中空状筐体 1 1 0 及び電子装置 1 0 0 を提供することができる。

【 0 1 2 3 】

また、実施の形態の中空状筐体 1 1 0 では、エネルギーの利用効率を改善できるという効果を得ることができる。

20

【 0 1 2 4 】

また、実施の形態の中空状筐体 1 1 0 は、シリコン基板製の筐体部 1 2 0 と、シリコン基板製の蓋部とを含むため、半導体製造技術による微細化が可能である。このため、実施の形態によれば、小型化を図った中空状筐体 1 1 0 及び電子装置 1 0 0 を提供することができる。

【 0 1 2 5 】

特に、中空状筐体 1 1 0 に M E M S チップ 4 0 を実装する場合は、M E M S チップ 4 0 の微細化とともに、中空状筐体 1 1 0 の小型化を図ることができるため、非常に小型の電子装置 1 0 0 を提供することができる。また、M E M S チップ 4 0 は、筐体部 1 2 0 と同一のシリコン基板から一体的に形成されていてもよい。

30

【 0 1 2 6 】

次に、図 7 を用いて、実施の形態の蓋部 1 3 0、比較例の蓋部 3 0、及び比較例の変形例の蓋部 3 0 A の比抵抗、電流密度、及び損失について説明する。

【 0 1 2 7 】

図 7 は、比較例の蓋部 3 0、実施の形態の蓋部 1 3 0、及び比較例の変形例の蓋部 3 0 A の比抵抗、電流密度、及び損失を示す図である。図 7 に示す電流密度、及び損失は、電磁界シミュレーションによって得た値である。

【 0 1 2 8 】

図 7 には、比較例の蓋部 3 0、実施の形態の蓋部 1 3 0、及び比較例の変形例の蓋部 3 0 A の材料として、コパール（蓋部 3 0）、シリコン（蓋部 1 3 0）、及びアルミナ（蓋部 3 0 A）を示す。

40

【 0 1 2 9 】

図 7 に示すコパール（蓋部 3 0）とアルミナ（蓋部 3 0 A）の比抵抗、電流密度、及び損失は、条件を揃えるために、図 3 に示す実施の形態の中空状筐体 1 1 0 の蓋部 1 3 0 の材質をシリコンからコパールとアルミナに変更してシミュレーションを行うことによって得た値である。

【 0 1 3 0 】

すなわち、コパール（蓋部 3 0）とアルミナ（蓋部 3 0 A）の比抵抗、電流密度、及び損失は、図 3 に示すように、蓋部 1 3 0 の下面及び上面にめっき層 1 3 1 及びめっき層 1 3 2 をそれぞれ形成した状態で、蓋部 1 3 0 の材質をシリコンからコパールとアルミナに

50

変更することによって得た値である。

【 0 1 3 1 】

このため、図 7 の説明においては、シリコン製の蓋部 1 3 0 に加えて、コパール製の蓋部 1 3 0 とアルミナ製の蓋部 1 3 0 という表現を用いる。

【 0 1 3 2 】

図 7 に示すように、コパールの比抵抗は $4.9 \times 10^{-5} \text{ } \Omega \cdot \text{cm}$ であり、シリコンの比抵抗は $0.01 \text{ } \Omega \cdot \text{cm}$ であり、アルミナの比抵抗は $1 \times 10^1 \text{ } \Omega \cdot \text{cm}$ であった。

【 0 1 3 3 】

コパールは金属（合金）であり、導電体であるため、比抵抗が非常に低い。また、アルミナは絶縁体であるため、比抵抗が非常に高い。これらに対して、不純物を注入したシリコンは、比抵抗はコパールとアルミナの比抵抗の中間値よりはコパール寄りの値を示した。

10

【 0 1 3 4 】

なお、ニッケルめっき膜製のめっき層 1 3 1 の比抵抗は、コパール、シリコン、アルミナのすべての場合において、 $1 \times 10^{-4} \text{ } \Omega \cdot \text{cm}$ である。

【 0 1 3 5 】

また、電流密度は、コパールで $5.2 \times 10^1 \text{ A/m}^2$ 、シリコンで $1.1 \times 10^1 \text{ A/m}^2$ であった。なお、アルミナは絶縁体であり、電流が流れないため、電流密度の値は得られていない。

20

【 0 1 3 6 】

このように、電流密度は、コパールよりもシリコンの方が高い値を示した。これは、コパールよりもシリコンの方が比抵抗が高いため、電流の拡散が抑制されて電流密度が上昇したためと考えられる。

【 0 1 3 7 】

また、損失（抵抗損）は、コパールで $2.4 \times 10^1 \text{ W/m}^3$ 、コパール製の蓋部 1 3 0 の下面のめっき層 1 3 1 で $1.5 \times 10^1 \text{ W/m}^3$ であった。

【 0 1 3 8 】

これに対して、シリコンの場合の損失は、 $7.8 \times 10^1 \text{ W/m}^3$ 、シリコン製の蓋部 1 3 0 の下面のめっき層 1 3 1 で $5.2 \times 10^1 \text{ W/m}^3$ であった。

30

【 0 1 3 9 】

すなわち、シリコン製の蓋部 1 3 0 を用いた方が損失が大きいことが分かった。これは、コパール製の蓋部 1 3 0 よりもシリコン製の蓋部 1 3 0 を用いる方が、比抵抗が大きく、電流密度が高いため、損失も大きくなったためである。

【 0 1 4 0 】

シリコン製の蓋部 1 3 0 を用いる方が、コパール製の蓋部 1 3 0 を用いるよりも損失が大きいということは、シリコン製の蓋部 1 3 0 を用いる方が、めっき層 1 3 1 が効率よく加熱されることを意味している。

40

【 0 1 4 1 】

すなわち、図 7 の結果より、コパール製の蓋部 1 3 0 を用いてシーム溶接を行う場合よりも、シリコン製の蓋部 1 3 0 を用いてシーム溶接を行う方が、めっき層 1 3 1 の発熱効率がよく、より少ない電力でシーム溶接を行えることが分かる。

【 0 1 4 2 】

次に、図 8 を用いて、シリコン製の蓋部 1 3 0 を用いる場合と、コパール製の蓋部 1 3 0 を用いる場合の電流密度の分布について説明する。

【 0 1 4 3 】

なお、図 8 に示す電流密度は、図 7 と同様に、実施の形態の中空状筐体 1 1 0 の構造において、蓋部 1 3 0 の材質がシリコンの場合（実施の形態）と、蓋部 1 3 0 の材質がコパ

50

ールの場合とで得た電磁界シミュレーション結果である。このため、図 8 の説明では、シリコン製の蓋部 1 3 0 に加えて、コパール製の蓋部 1 3 0 という表現を用いる。

【 0 1 4 4 】

図 8 は、シリコン製の蓋部 1 3 0 を用いる場合と、コパール製の蓋部 1 3 0 を用いる場合の電流密度の分布を示す図である。

【 0 1 4 5 】

図 8 (A) は、めっき層 1 2 4 の銅層、ニッケル層、及び金層と、めっき層 1 3 1 のニッケル層とにおける電流密度を示す。

【 0 1 4 6 】

めっき層 1 2 4 の銅 (C u) 層、ニッケル (N i) 層、及び金 (A u) 層と、めっき層 1 3 1 のニッケル (N i) 層とは、筐体部 1 2 0 の壁部 1 2 3 と、蓋部 1 3 0 との間で、図 8 (B) に示すように重ねられている。

【 0 1 4 7 】

このように、図 8 には、めっき層 1 2 4 が 3 層構造の場合についてシミュレーションを行った結果を示す。また、図 8 には、めっき層 1 3 1 の幅が、めっき層 1 2 4 の幅よりも狭い場合を示す。これは、めっき層 1 3 1 を幅狭くすることにより、めっき層 1 3 1 を電流が流れる際に、めっき層 1 3 1 の内部での電流密度を高くすることができるからである。電流密度を高くできれば、めっき層 1 3 1 での発熱量を多くすることができ、めっき層 1 3 1 及びめっき層 1 2 4 を効率的に溶融させることができるからである。

【 0 1 4 8 】

図 8 (A) の横軸方向に示す C u 、 N i 、 A u 、 N i は、めっき層 1 2 4 の銅 (C u) 層、ニッケル (N i) 層、及び金 (A u) 層と、めっき層 1 3 1 のニッケル (N i) 層に対応する。

【 0 1 4 9 】

また、図 8 (A) に示す実線の特性は、シリコン製の蓋部 1 3 0 を用いた場合の電流密度であり、破線で示す特性は、コパール製の蓋部 1 3 0 を用いた場合の電流密度である。

【 0 1 5 0 】

図 8 (A) に示すように、コパール製の蓋部 1 3 0 を用いる場合よりも、シリコン製の蓋部 1 3 0 を用いた場合の方が、めっき層 1 2 4 の銅 (C u) 層、ニッケル (N i) 層、及び金 (A u) 層と、めっき層 1 3 1 のニッケル (N i) 層のすべての領域にわたって、電流密度が高かった。

【 0 1 5 1 】

ここで、めっき層 1 2 4 の銅 (C u) 層、ニッケル (N i) 層、及び金 (A u) 層のうちで、ニッケル (N i) 層における電流密度が最も低いのは、ニッケル (N i) 層よりも銅 (C u) 層と金 (A u) 層の方が抵抗値が低いからである。

【 0 1 5 2 】

また、めっき層 1 2 4 の金 (A u) 層よりも、めっき層 1 3 1 のニッケル (N i) 層の方が電流密度が高いのは、めっき層 1 3 1 の幅をめっき層 1 2 4 の幅よりも細く (狭く) したためと考えられる。

【 0 1 5 3 】

このように、めっき層 1 3 1 の幅をめっき層 1 2 4 の幅よりも細く (狭く) したことにより、めっき層 1 3 1 での発熱量を多くすることができ、めっき層 1 3 1 及びめっき層 1 2 4 を効率的に溶融させることができる。

【 0 1 5 4 】

以上のように、不純物を注入したシリコン基板で形成した蓋部 1 3 0 を用い、蓋部 1 3 0 の下面にめっき層 1 3 1 を形成するとともに、上面にめっき層 1 3 2 を形成することにより、シーム溶接を行う際におけるめっき層 1 2 4 及び 1 3 1 内での電流密度を高くすることが分かった。

【 0 1 5 5 】

従って、不純物を注入したシリコン基板で形成した蓋部 1 3 0 を用い、蓋部 1 3 0 の下

10

20

30

40

50

面にめっき層 1 3 1 を形成するとともに、上面にめっき層 1 3 2 を形成することにより、めっき層 1 2 4 及び 1 3 1 の発熱効率が高く、より少ない電力で効率的にシーム溶接を行えることが分かる。

【 0 1 5 6 】

最後に、図 9 を用いて、実施の形態の変形例について説明する。

【 0 1 5 7 】

図 9 は、実施の形態の変形例の電子装置 1 0 0 A の断面構造を示す図である。図 9 に示す断面は、図 3 (B) に示す断面に対応する。

【 0 1 5 8 】

実施の形態の電子装置 1 0 0 (図 3 参照) は、筐体部 1 2 0 がシリコン基板で形成されているため、1つの電子装置 1 0 0 を形成するためにシリコンウェハをダイシングして1つの筐体部 1 2 0 を形成する前に、シリコンウェハに複数の個片化する前の筐体部 1 2 0 を形成してもよい。

10

【 0 1 5 9 】

図 9 に示す電子装置 1 0 0 A は、複数の電子装置 1 0 0 を一括的に製造し、個片化を行う前の状態のものである。図 4 には、一例として、4つの電子装置 1 0 0 を含む電子装置 1 0 0 A を示すが、シリコンウェハに複数の個片化する前の筐体部 1 2 0 を形成する場合には、多数の電子装置 1 0 0 を含む電子装置 1 0 0 A を一括的に製造することができる。

【 0 1 6 0 】

このように、複数の電子装置 1 0 0 を一括的に製造する場合は、製造コストの低減を図ることができる。

20

【 0 1 6 1 】

なお、図 9 には 4 つの電子装置 1 0 0 の 4 つの蓋部 1 3 0 が分離されている状態を示すが、4 つの蓋部 1 3 0 は一体的に形成されていてもよく、個片化の際に蓋部 1 3 0 が分離されるようにしてもよい。

【 0 1 6 2 】

以上、実施の形態によれば、シーム溶接に必要な電力の低減を図れるので、省電力化を図ることができる。

【 0 1 6 3 】

また、シーム溶接を行う際に、電流と熱が蓋部 1 3 0 の中央に拡散することを抑制できるので、エネルギーの利用効率の改善を図ることができる。

30

【 0 1 6 4 】

また、小型化を図った中空状筐体 1 1 0 及び電子装置 1 0 0 を提供することができる。

【 0 1 6 5 】

また、比較例の中空状筐体 1 0 (図 1 参照) は、筐体部 2 0 がセラミック基板であって、蓋部 3 0 がコパール製であるため、筐体部 2 0 と蓋部 3 0 との線膨張係数が大きく異なる。このように線膨張係数が大きく異なる場合には、シーム溶接のように加熱を伴う製造工程では、複数の電子装置 1 を一括的に製造することが困難な場合がある。

【 0 1 6 6 】

また、ある程度大きな電子装置 1 を作製したい場合に、線膨張係数の違いにより、作製が困難になる場合がある。これは、シーム溶接のために加熱された筐体部 2 0 と蓋部 3 0 の温度が下がったときに、セラミック基板製の筐体部 2 0 よりも、コパール製の蓋部 3 0 の方が収縮率が大きいからである。

40

【 0 1 6 7 】

これに対して、実施の形態の中空状筐体 1 1 0 (図 3 参照) は、筐体部 1 2 0 と蓋部 1 3 0 がともにシリコン基板製であるため、線膨張係数による不具合は生じにくく、複数の中空状筐体 1 1 0 又は電子装置 1 0 0 の一括的な製造が可能である。また、中空状筐体 1 1 0 又は電子装置 1 0 0 の大型化が可能である。

【 0 1 6 8 】

なお、以上では、めっき層 1 3 2 が平面視で蓋部 1 3 0 の上面に矩形環状に形成される

50

形態について説明したが、シーム溶接時に電流が蓋部 130 の厚さ方向に流れ、電流又は熱の蓋部 130 の中央部への熱拡散が問題にならない場合は、蓋部 130 の上面の一面にめっき層 132 を形成してもよい。この場合に、めっき層 132 は、複数の金属膜 132 X、132 Y に分離されていても、分離されていなくてもよい。

【0169】

また、図 3 (C) に示す金属膜 132 X、132 Y の各々の形状は一例であり、他の形状であってもよい。また、図 3 (C) に示す金属膜 132 X、132 Y の配置パターンは一例であり、他のパターンで配置されてもよい。

【0170】

また、以上では、一对の金属膜 132 X 同士の間距離 D1、及び、一对の金属膜 132 Y 同士の間距離 D2 が蓋部 130 の厚さよりも大きい形態について説明した。しかしながら、この条件に加えて、さらに、平面視で隣り合う金属膜 132 X、132 Y の間隔が、蓋部 130 の厚さよりも広くなるようにしてもよい。隣接する金属膜 132 X、132 Y へ電流が流れにくくすることにより、電流密度を高くして、シーム溶接の効率をさらに改善するためである。

【0171】

なお、以上では、筐体部 120 と蓋部 130 がシリコン基板製である形態について説明したが、筐体部 120 と蓋部 130 を形成するのは、シリコン以外の材料で形成された半導体基板であってもよい。

【0172】

また、筐体部 120 については、半導体基板ではなくてもよい。例えば、アルミナ等のセラミック製の基板を用いて、筐体部 120 を作製してもよい。セラミック製の筐体部 120 と、半導体基板製の蓋部 130 とであれば、線膨張係数の問題も生じにくい。

【0173】

以上、本発明の例示的な実施の形態の電子装置について説明したが、本発明は、具体的に開示された実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲から逸脱することなく、種々の変形や変更が可能である。

【符号の説明】

【0174】

40 MEMSチップ
100 電子装置
110 中空状筐体
120 筐体部
121 凹部
122 開口部
123 壁部
124 めっき層
130 蓋部
131、132 めっき層
132 X、132 Y 金属膜

10

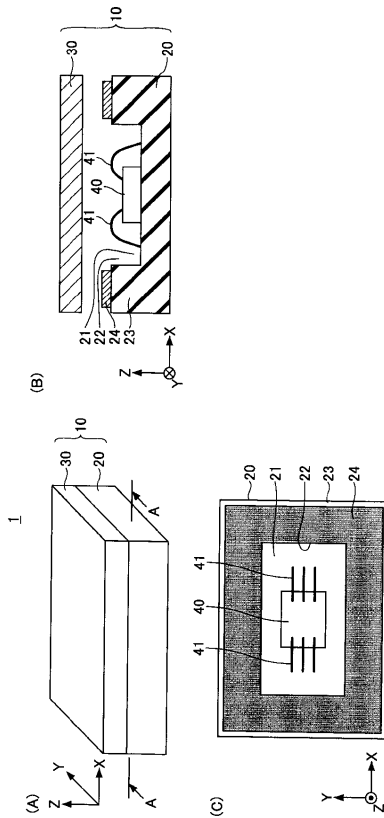
20

30

40

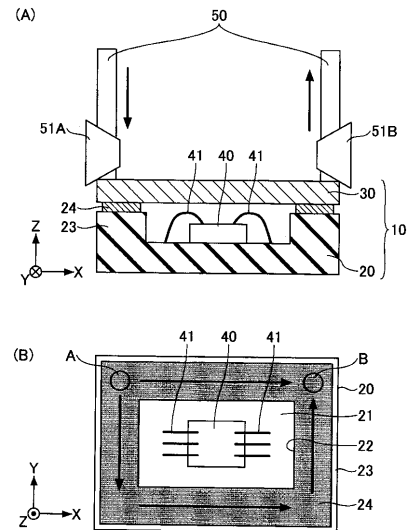
【図 1】

比較例の中空状筐体及び電子装置を示す図



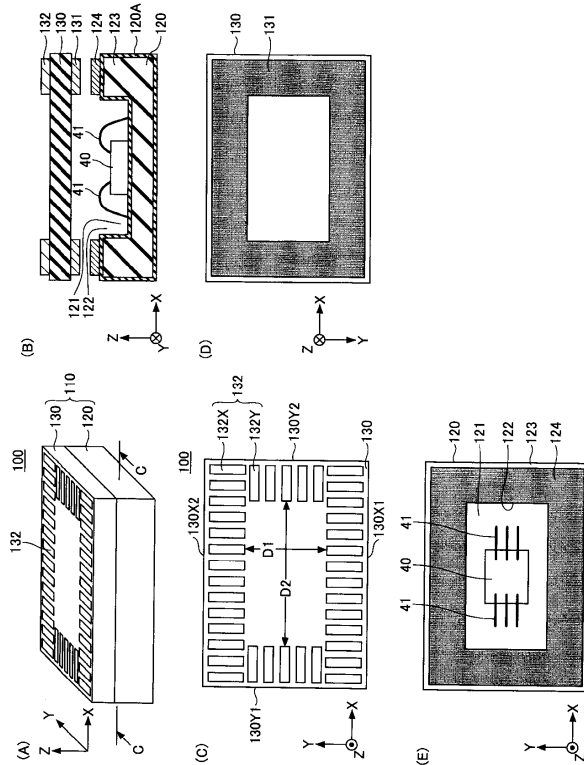
【図 2】

比較例の電子装置1の製造工程において、筐体部20に蓋部30を取り付ける工程を示す図



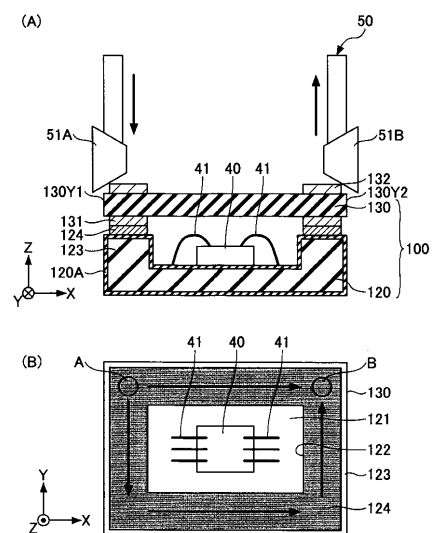
【図 3】

実施の形態の中空状筐体及び電子装置を示す図



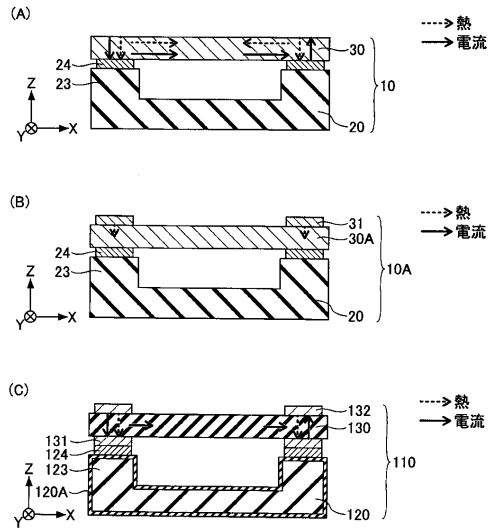
【図 4】

実施の形態の電子装置100の製造工程において、筐体部120に蓋部130を取り付ける工程を示す図



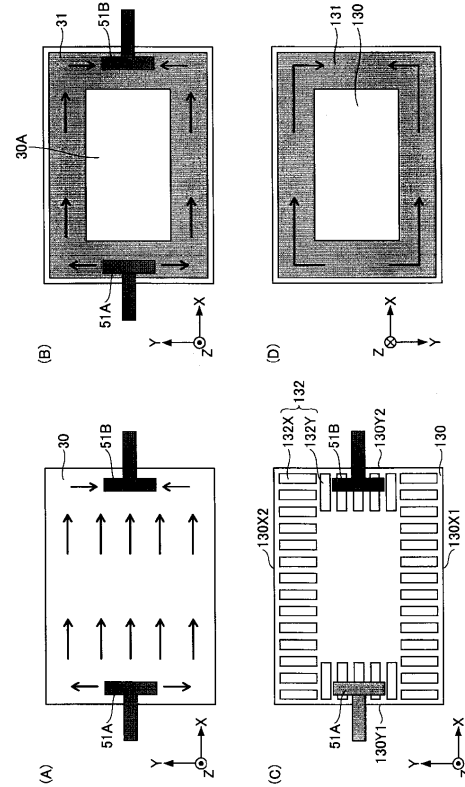
【図 5】

実施の形態の中空状筐体110と比較例の中空状筐体10との断面における電流と熱の伝達経路を示す図



【図 6】

実施の形態の中空状筐体110と比較例の中空状筐体10との平面における電流の伝達経路を示す図



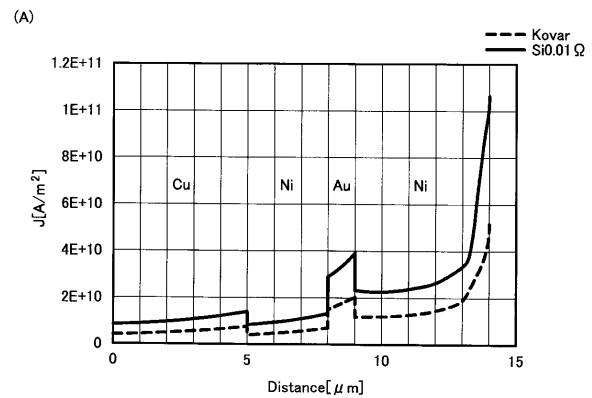
【図 7】

比較例の蓋部30、実施の形態の蓋部130、及び比較例の変形例の蓋部30Aの比抵抗、電流密度、及び損失を示す図

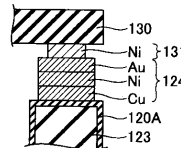
材質		比抵抗($\Omega \cdot \text{cm}$)	電流密度(A/m^2)	損失(W/m^2)
コパール	蓋部	$4.9 \text{ E}-5$	$5.2 \text{ E}10$	$2.4 \text{ E}14$
	めっき層131	$1 \text{ E}-4$	$2.3 \text{ E}10$	$1.5 \text{ E}14$
シリコン	蓋部	0.01	$1.1 \text{ E}11$	$7.8 \text{ E}14$
	めっき層131	$1 \text{ E}-4$	$3.9 \text{ E}10$	$5.2 \text{ E}14$
アルミナ	蓋部	$1 \text{ E}10$	—	—
	めっき層131	$1 \text{ E}-4$	—	—

【図 8】

シリコン製の蓋部130を用いる場合と、コパール製の蓋部130を用いる場合の電流密度の分布を示す図

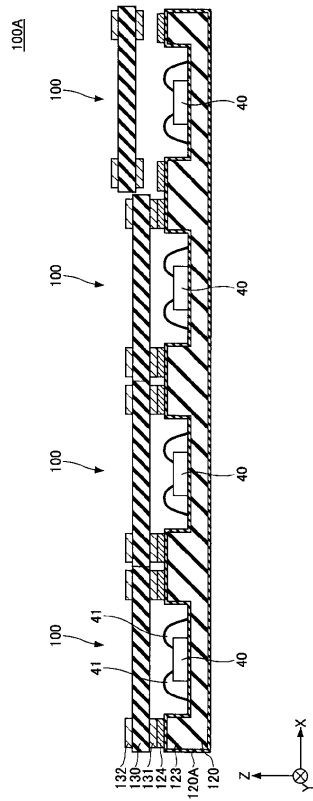


(B)



【図 9】

実施の形態の変形例の電子装置100Aの断面構造を示す図



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-209197(JP,A)
米国特許出願公開第2004/0207071(US,A1)
特開2010-239180(JP,A)
特開2008-107215(JP,A)
特公昭48-044274(JP,B1)
国際公開第2006/132168(WO,A1)
特開2012-039022(JP,A)
特開2007-017199(JP,A)
特開2008-066517(JP,A)
特開2011-131309(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 23/02