(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7700077号
(P7700077)

(45)発行日　令和7年6月30日(2025.6.30)

(24)登録日　令和7年6月20日(2025.6.20)

(51)国際特許分類
Ｈ０１Ｌ　23/13　(2006.01)

ＦＩ
Ｈ０１Ｌ　23/12　Ｃ

請求項の数　14　（全16頁）

(21)出願番号　特願2022-55241(P2022-55241)
(22)出願日　令和4年3月30日(2022.3.30)
(65)公開番号　特開2023-147620(P2023-147620A)
(43)公開日　令和5年10月13日(2023.10.13)
審査請求日　令和6年4月15日(2024.4.15)

(73)特許権者　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(73)特許権者　303058328
東芝マテリアル株式会社
神奈川県横浜市磯子区新杉田町８番地
(74)代理人　100111121
弁理士　原　拓実
(72)発明者　岩井　健太郎
神奈川県横浜市磯子区新杉田町８番地
東芝マテリアル株式会社内
(72)発明者　佐々木　亮人
神奈川県横浜市磯子区新杉田町８番地
東芝マテリアル株式会社内
審査官　ゆずりは　広行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　セラミックス基板、接合体およびそれを用いた半導体装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

少なくとも１カ所以上の切り欠き部を有し、前記切り欠き部の端部には開口部を有する基板であって、前記開口部の端部の角度において同一切り欠き部における開口部端部同士を結んだ直線と、切り欠き部とからなる切り欠き部の角度が９０度を超えて大きい箇所を備え、

前記切り欠き部側面を見たときその最大表面粗さＲｚが２．０μｍ以下であるセラミックス基板。

【請求項２】

前記開口部側ではない端部の形状が略Ｕ字形状または略台形状または略Ｖ字形状であり、前記略Ｖ字形状においては端部の角度が切り欠き部側の角度として７０度以上であることを特徴とする請求項１に記載のセラミックス基板。

【請求項３】

前記開口部側ではない箇所にＲ部ないしはＣ部を有することを特徴とする請求項１ないしは２のいずれか１項以上に記載のセラミックス基板。

【請求項４】

前記開口部側ではない端部の形状が略U字形状であることを特徴とする請求項２ないし３のいずれか１項以上に記載のセラミックス基板。

【請求項５】

前記開口部の両端部の角度において基板の内角が１００度以上の箇所を有することを特

徴とする請求項１ないし4のいずれか１項以上に記載のセラミックス基板。
【請求項６】
前記開口部側ではない端部を有する箇所と開口部の境界部が存在しないか境界部における基板側の角度が１００度以上であることを特徴とする請求項１ないし５のいずれか１項以上に記載のセラミックス基板。
【請求項７】
前記切り欠き部側面を見たときその算術表面粗さＲａが１．２μｍ以下であることを特徴とする請求項1ないし6のいずれか１項以上に記載のセラミックス基板。
【請求項８】
前記切り欠き部の側面形状が少なくとも開口部側両端部がR部またはC部を有している請求項１ないし請求項6のいずれか１項以上に記載のセラミックス基板。
【請求項９】
前記切り欠き部が切り欠き部端部同士の中点をＰ４とし、Ｐ４から垂線を引いたときこの垂線上の基板端部のうちＰ４から最も離れた基板部端部をＰ５とし、基板の長さをＰ４とＰ５の距離（Ｌ１）とし、垂線と前記開口部を有する切り欠き部との交点をＰ６としたとき、Ｐ６とＰ４との距離で定義される切り欠き部の長さ（Ｌ２）はＬ２/Ｌ１が０．１以上０．４以下であることを特徴とする請求項１ないし８のいずれか１項以上に記載のセラミックス基板。
【請求項１０】
前記セラミックスが窒素含有セラミックスであることを特徴とする請求項1ないし９のいずれか１項以上に記載のセラミックス基板。
【請求項１１】
請求項１ないし１０のいずれか１項以上に記載のセラミックス基板に導体部を接合したことを特徴とする接合体。
【請求項１２】
前記導体部が銅部材またはアルミニウム部材であることを特徴とする請求項１１に記載の接合体。
【請求項１３】
前記導体部とセラミックス基板との接合に少なくとも銅または銀のいずれか１種以上を含有し、かつ活性金属を含有したろう材を用いることを特徴とする請求項１１ないし１２のいずれか１項以上に記載の接合体。
【請求項１４】
請求項１１ないし１３のいずれか１項以上に記載の接合体において半導体素子を搭載したことを特徴とする半導体装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
後述する実施形態は、おおむね、セラミックス基板、接合体およびそれを用いた半導体装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
半導体素子を搭載する基板には、絶縁性基板と回路部を接合した絶縁性回路基板が用いられている。絶縁性回路基板の固定方法としては、ねじ止めが用いられている。ねじ止め方法としては、基板にねじ止め部を設ける方法や固定治具を使う方法がある。近年、ねじ止め位置の安定化や省スペース化のために、基板にねじ止め部を設ける方法が試みられている。基板に設けられたねじ止め部のことを切り欠き部と呼んでいる。
セラミックス基板の開口端部が特許文献１または２に記載のように直角であった場合、ねじ止めをする際にねじ止め部において十分な位置精度が保てなくまた2箇所以上の切り欠き部または１カ所の切り欠き部と貫通孔の組み合わせでないとねじ止め箇所が外れやすいことが分かった。一方、貫通孔のみのねじ止め部とするとねじ止め部より基板の辺部に近

い側（外縁側に）半導体素子を搭載するための回路部を形成することができないため基板の面積を有効に活用することができていなかった。本発明によれば、位置精度よくねじ止めが可能でかつ、基板の面積を有効に活用することのできる切り欠き部の形成ができる。本発明は、このような問題に対処するためのものであり、少なくとも１カ所以上の切り欠き部を有し、前記切り欠き部の端部には開口部を有する基板であって、前記開口部の端部の角度において開口部端部同士と、切り欠き部とからなる切り欠き部の角度が９０度を超えて大きい箇所を有することを特徴とするセラミックス基板を提供することを目的とする。

また、前述のような開口端部の角度の制御は微視的に行われるものであってもよい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【文献】特開２００５－５６９３３号公報

【文献】国際公開２０１１/００４７９８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

開口部の端部が直角になってたため、　ねじ止め時に基板が外れやすいという問題が起こっていた。本発明は、このような問題に対処するためのものであり、前記切り欠き部の端部には開口部を有する基板であって、前記開口部の端部の角度において開口部端部同士と、切り欠き部とからなる切り欠き部の角度が９０度を超えて大きい箇所を有することを特徴とするセラミックス基板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】

【０００５】

　実施形態に係るセラミックス基板は、少なくとも１カ所以上の切り欠き部を有し、前記切り欠き部の端部には開口部を有する基板であって、前記開口部の端部の角度において開口部端部同士と、切り欠き部とからなる切り欠き部の角度が９０度を超えて大きい箇所を有することを特徴とするセラミックス基板であることを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【０００６】

【図１】実施形態に係るセラミックス基板の切り欠き部形状と貫通孔を設けた際の一例を示す模式図。

【図２】実施形態に係るセラミックス基板の切り欠き部形状を設けた際の一例を示す模式図。

【図３】実施形態に係るセラミックス基板の切り欠き部形状を設けた際の一例を示す模式図。

【図４】実施形態に係るセラミックス基板の切り欠き部形状を設けた際の一例を示す模式図。

【図５】実施形態に係るセラミックス基板の切り欠き部形状を設けた際の一例を示す模式図。

【図６】実施形態に係るセラミックス基板の切り欠き部形状を設けた際の一例を示す模式図。

【図７】実施形態に係るセラミックス基板の切り欠き部形状を設けた際の一例を示す模式図。

【図８】実施形態に係るセラミックス基板の切り欠き部形状を設けた際の一例を示す模式図。

【図９】実施形態に係るセラミックス基板の切り欠き部形状を設けた際の一例を示す模式図。

【図１０】実施形態に係る半導体装置の一例を示す模式図。

【図１１】実施形態に係る半導体装置の別の一例を示す模式図。

【図１２】実施形態に係るセラミックス基板の切り欠き部の形状の側面形状の一例を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【０００７】

本実施形態にかかるセラミックス基板は、少なくとも１カ所以上の切り欠き部を有し、前記切り欠き部の端部には開口部を有する基板であって、前記開口部端部同士を結んだ直線と、切り欠き部とからなる切り欠き部の角度が９０度を超えて大きい箇所を有することを特徴とするセラミックス基板を提供することを特徴とするものである。開口部端部同士を結んだ直線と、切り欠き部とからなる切り欠き部の角度のことを角度θ_1と示す。角度θ_1は図１に示した。

【０００８】

本実施形態にかかるセラミックス基板は例えば、切り欠き部を１カ所設け、貫通孔を１か所以上有してもよいし、切り欠き部を２カ所以上と、複数有していてもよい。また切り欠き部を複数設ける場合には、切り欠き部の形状はすべて同じ形状であってもよいし、違っていてもよい。さらに、切り欠き部を設ける箇所はセラミックス基板の角部であってもよい。またセラミックス基板が長方形であった場合には設ける箇所は短辺側であってもよいし長辺側であってもよい。またセラミックス基板の形状は略円形や略楕円形や略半円形であってもよい。また、１カ所以上の開口端部にＲ部や面取り部を形成させていてもよい。開口端部にＲ部や面取り部を形成させていてもよいとは、その大きさが特に検定されないことを示すものである。したがって、開口端部近傍のみに微小な面取り部やＲ部を形成させることを含むものである。また本発明にかかる実施形態は、開口端部同士の中点から垂線を引いたとき、この垂線に対して切り欠き部の形状が対称性のない箇所があってもよい。また、このように形成された切り欠き部は貫通孔または開口部が他の箇所より狭い形状になっている切り欠き部や、開口部が直角になっている切り欠き部と組み合わされていてもよい。

図１は、切り欠き部と貫通孔を組合わせたものを例示したものである。

また、符号１はセラミックス基板であり、符号２は切り欠き部である。符号３は貫通孔である。Ｐ１は開口端部１である。Ｐ２は開口端部２である。θ_1は開口部端部同士を結んだ直線と、切り欠き部とからなる切り欠き部の角度である。 図２は、切り欠き部の開口部でない側が略台形になるように設けたものであり、切り欠き端部は略台形状の切り欠き部を設けた際の切り欠き部形状を例示したものである。また、Ｐ３は開口ではない端部を示しており、符号θ_2は開口部側ではない端部の角度である。

図４は略半円形状の切り欠き部を形成したものを例示したものである。Ｐ４は開口端部同士の中点を示している。またＰ５は開口端部同士の中点から引いた垂線と基板との交点のうち最も遠いものである。さらにＰ６は開口端部同士の中点から引いた垂線と前記開口部を有する切り欠き部との交点である。またＬ１はＰ４とＰ５との距離であり、Ｌ２はＰ４とＰ６との距離である。

図５は略Ｕ字形状と略Ｖ字形状を合わせたような形状の切り欠き部を例示したものである。θ_3は切り欠き部の端部における基板の内角の角度であり、θ_4はＲ部ないしＣ部と開口部の境界部の角度である。

図６は２か所の切り欠き部同士が同一形状ではない場合を例示している。

図７は基板の角部に切り欠き部を形成したものを例示している。また、もう一か所の切り欠き部が貫通孔に近い形状を有した場合を示している。

図８は切り欠き部の開口端部においてＲ形状に面取りした箇所を有するものを例示したものである。

図９は切り欠き部の開口端部においてＣ形状に面取りした箇所を有するものを例示したものである。

図１０はセラミック基板に導体部をもうけ接合した接合体を例示したものである。４は導体部であり、５は活性金属接合層であり、６は接合体である。

図１１は図１０に示した接合体に半導体素子を搭載した半導体装置を示したものである。

７は半導体素子であり、８は接合層（半導体素子と導体部との）であり、９はメッキ膜であり１０は半導体装置である。
図１２はセラミックス基板の切り欠き部の形状側面形状の一例を示すものである。
【０００９】
開口部の端部の角度において同一切り欠き部における開口部端部同士と、切り欠き部とからなる切り欠き部の角度が９０度を超えて大きい箇所を有する箇所は１カ所あたりの切り欠き部の開口側の両端部であることがさらに好ましい。
前記角度θ_1のより好ましい範囲としては１００度以上１７０度以下であり、さらに好ましくは１００度以上１６０度以下である。角度が１００度未満と小さすぎると開口部の角度が９０度を超えて大きくなるようにした効果が十分に得られない虞がある。一方、角度が１７０度より大きいと前述したように切り欠き部の形状の端部が尖りすぎてねじ止め後に衝撃が加わった際に開口端部がかけてしまう虞がある。
また、複数の切り欠き部を有する場合、少なくとも１カ所の角度θ_1が９０度を超えて大きければよいものとする。また、すべての角度θ_1が９０度を超えて大きいことがより好ましい。さらに開口端部の基板中心側にＲ部や面取り部を形成してもよい。
また、前述のように開口端部の基板中心側にＲ部や面取り部を形成した際には、Ｒ部や面取り部と他の部分との境界部（変曲点）と開口端部同士からなる直線との切り欠き部側の角度をθ_1とするものとする。また変曲点を有しない場合は、切り欠き部の最も中心に近い箇所を変曲点の代わりに用いるものとする。また、Ｒ部やＣ部の大きさは特に問われるものではなく、開口端部近傍のみに設けられていてもよい。
【００１０】
前記開口部側ではない端部が略Ｕ字形状または略台形状または略Ｖ字形状であることが好ましい。また、開口部側ではない端部が略Ｖ字形状の場合はその角度が切り欠き部側の角度として７０度以上であることが好ましい。７０度より小さいとこの端部より亀裂が生じる虞があるためである。前述のように開口部側ではない端部の角度が切り欠き部側の角度７０度以上であれば略Ｖ字形状であってもよい。開口部側ではない端部の角度のことを角度θ_2とする。角度θ_2は、切り欠き部２の側面同士がなす角度のことである。図３に角度θ_2として示した。略Ｕ字形状とは端部にＲ部を有したものであり、略台形状とは端部にＣ部を有したものを指す。つまり前記切り欠き部は略五角形や略六角形のような形状であってもよいものである。
【００１１】
また、前記開口部側ではない箇所に面取り部を有することによりこの端部における亀裂の発生抑制効果をより高めることができる。この面取り部はＲ部ないしはＣ部を有することによりこの端部における亀裂の発生抑制効果をより高めることができる。そのため前記開口部側ではない箇所にＲ部ないしはＣ部を有することがより好ましい。この形状は略V字形状（略V字角度が７０度以上）、略台形状または略Ｕ字形状であることが好ましい。この時、略V字形状（略V字角度が７０度以上）、略台形状または略Ｕ字形状はその大きさはどのようであってもよい。したがって切り欠き部形状のごく一部に設けられた非常に小さなものであってもよいし、切り欠き部全体にわたって形成されたものであってもよい。また、前記Ｒ部ないしＣ部が略Ｕ字形状であると亀裂の発生抑制効果をさらに高めることができる。そのため前記Ｒ部ないしＣ部が略Ｕ字形状であることがさらに好ましい。ここでＲ部とは、切り欠き部２の先端部の角を丸く切り取り略Ｕ字形状を形成したものをさす。
　また、Ｃ部とは切り欠き部２の先端部の角を直線的に切り取り略台形状を形成したものをさす。
またこのようにＣ部を設けた場合にはこの台形の上底からなる切り欠き部側の角が３０度以上であることがよりこのましい。
またこの時、略台形の上底と下底の比は上底/下底が0.1以上となることがさらに好ましい。略台形の上底とは切り欠き部２の先端部の辺の長さである。また、略台形の下底とは、切り欠き部２の開口部の長さである。このため、開口部端部同士を結んだ直線の長さとなる。

このようにすることで略Ｖ字形状を形成した際のねじ止め時のセラミックス基板の割れや欠けの発生と比較して前記割れや欠けをさらに低減することが可能になる。

【００１２】

開口部端部同士と、切り欠き部とからなる切り欠き部の角度（例として図1にθ_1として記載の角度）が９０度未満であっても、長方形や正方形といった四角形の基板の角部に対し開口部を設けた場合には開口部の基板の開口端部が細くなることがある。そのような場合には十分な強度を保つことが難しいことがあった。したがって、前記開口部の両端部の角度において基板の内角が１００度以上の箇所を有することが好ましい。

【００１３】

また、側面形状も制御されていることが好ましい。側面形状においても少なくとも１カ所以上の端部がＲ部またはＣ部を有していることが好ましい。少なくとも1表面側（表面とする）の両端部がＲ部またはＣ部を有していることがより好ましい。 また、両表面（表面と裏面）において開口していてもよい。

またこの断面の算術平均粗さＲａは１．２μｍ以下であることが好ましい。さらにはこの断面の最大高さＲｚは２．０μｍ以下であることが好ましい。ＲａおよびＲｚは、ＪＩＳ Ｂ ０６０１：２０１３に記載されている。ＪＩＳ Ｂ ０６０１：２０１３は、ＩＳＯ ４２８７：１９９７／ＡＭＥＮＤＭＥＮＴ １：２００９（ＩＤＴ）に対応している。

【００１４】

前記切り欠き部が切り欠き部端部同士の中点をＰ４とし、Ｐ４から垂線を引いたときこの垂線上の基板部端部のうちＰ４から最も離れた基板部端部をＰ５とし、基板の長さをＰ４とＰ５の距離（Ｌ１）とし、垂線と前記開口部を有する切り欠き部との交点をＰ６としたとき、Ｐ６とＰ４との距離で定義される切り欠き部の長さ（Ｌ２）はＬ２/Ｌ１が０．１以上０．４以下であることが好ましい。Ｐ４から最も離れた基板部端部とは、切り欠き部と貫通孔の組み合わせにおいて、貫通孔がＰ４から引いた垂線上にあった時には貫通孔は無視した基板部端部をＰ５とすることを示したものである。

また開口端部（開口端部１とする）ともう一か所の開口端部（開口端部２１とする）の中点から引いた垂線が他の切り欠き部と交わらない場合はこの垂線と基板の交点からなる長さをＬ１とする。また開口端部同士の中点から引いた垂線が他の切り欠き部と交わる場合は他の切り欠き部の開口端部同士を結んだ直線と開口端部同士の中点との距離をＬ1とする。また、開口端部同士を結んだ直線から設けた垂線のうち切り欠き部縁部との交点で最も長いものをＬ２とする。この時Ｌ２／Ｌ１は０．1以上０．４以下であることが好ましい。より好ましくは０．１以上０．３５以下である。この値が０．４よりおおきいと基板が割れやすくなる虞がある。一方、０．０５より小さいと、切り欠き部を設ける効果が十分に得られない虞がある。つまり、切り欠き部が角部になく、切り欠き部の存在する箇所が１箇所のみの場合のＬ１は基板の長さに相当するものである。切り欠き部最大幅をＬ３とし、Ｌ３が開口幅をＬ４としたときＬ４との比において、$0.5 \leqq L4/L3 < 1$であることが好ましい。この際Ｌ３とはＬ４に対して平行な幅であるものとする。Ｌ４/Ｌ３が０．５より小さいと開口端部がかけやすくなる虞がある。一方、１以上であると開口部の角度を９０度より大きくした効果が十分に得られず、ねじ止め部の位置精度が悪化する虞がある。

【００１５】

また、セラミックス基板は、窒化珪素、窒化アルミニウム、サイアロン、アルミナ、およびジルコニアから選択される１種または２種を主成分として含むことが好ましい。主成分とは、５０質量％以上含有される成分を指す。さらに、セラミックス基板は、窒化珪素基板、窒化アルミニウム基板、アルジル基板のいずれかであることがより好ましい。アルジルは、アルミナとジルコニアの２種を合計で５０質量％以上含む材料である。

【００１６】

セラミックス基板の厚さは、０．１ｍｍ以上１ｍｍ以下が好ましい。基板厚さが０．１ｍｍ未満では、強度の低下を招く可能性がある。基板厚さが１ｍｍより厚いと、絶縁性基板自体が熱抵抗体となり、セラミックス回路基板の放熱性を低下させる可能性がある。

窒化珪素基板の３点曲げ強度は、６００ＭＰａ以上であることが好ましい。窒化珪素基板の熱伝導率は、８０Ｗ／ｍ・Ｋ以上であることが好ましい。窒化珪素基板の強度を上げることにより、基板厚さを薄くできる。このため、窒化珪素基板の３点曲げ強度は、６００ＭＰａ以上、さらには７００ＭＰａ以上が好ましい。窒化珪素基板の厚さを、０．４０ｍｍ以下、さらには０．３０ｍｍ以下と薄くできる。また、窒化アルミニウム基板の３点曲げ強度は、３００～４５０ＭＰａ程度である。その一方、窒化アルミニウム基板の熱伝導率は、１６０Ｗ／ｍ・Ｋ以上である。窒化アルミニウム基板の強度は低いため、基板厚さは０．６０ｍｍ以上が好ましい。

酸化アルミニウム基板の３点曲げ強度は３００～４５０ＭＰａ程度であるが、酸化アルミニウム基板はセラミックス基板の中では安価である。アルジル基板の３点曲げ強度は５５０ＭＰａ程度と高いが、その熱伝導率は３０～５０Ｗ／ｍ・Ｋ程度である。アルジル基板とは、酸化アルミニウムと酸化ジルコニウムを混合した焼結体からなる基板である。セラミックス基板は窒素含有セラミックス基板であることが好ましい。また、窒素含有セラミックス基板の中では、窒化物系セラミックスであることがより好ましく、窒化珪素基板、窒化アルミニウム基板のいずれか一方であることがさらに好ましい。

【００１７】

セラミックス基板の厚さは、０．１ｍｍ以上１ｍｍ以下が好ましい。基板厚さが０．１ｍｍ未満では、強度が不十分となる可能性がある。また、基板厚さが１ｍｍよりも大きいと、絶縁性基板自体が熱抵抗体となり、絶縁性回路基板の放熱性を低下させる可能性がある。

【００１８】

また、本願に記載のセラミックス基板の切り欠き部はねじ止めに好適に用いることができる。

【００１９】

窒化珪素基板については、３点曲げ強度が６００ＭＰａ以上であることが好ましい。熱伝導率は８０Ｗ／ｍ・Ｋ以上であることが好ましい。窒化珪素基板の強度を上げることにより、基板厚さを薄くできる。このため、窒化珪素基板の３点曲げ強度は６００ＭＰａ以上であることが好ましく、７００ＭＰａ以上であることがさらに好ましい。窒化珪素基板の基板厚さを、０．４０ｍｍ以下、さらには０．３０ｍｍ以下と薄くできる。

窒化アルミニウム基板の３点曲げ強度は、３００～４５０ＭＰａ程度である。その一方、窒化アルミニウム基板の熱伝導率は、１６０Ｗ／ｍ・Ｋ以上である。窒化アルミニウム基板の強度は低いため、基板厚さは０．６０ｍｍ以上が好ましい。

酸化アルミニウム基板の３点曲げ強度は３００～４５０ＭＰａ程度であるが、酸化アルミニウム基板は安価である。アルジル基板の３点曲げ強度は５５０ＭＰａ程度と高いが、熱伝導率は３０～５０Ｗ／ｍ・Ｋ程度である。アルジル基板とは、酸化アルミニウムと酸化ジルコニウムを混合した焼結体からなる基板のことである。

このような切り欠き部を有したセラミックス基板に導体部を接合してもよいし、導体部を接合した後のセラミックス基板との接合体に前記形状の切り欠き部を刑させてもよい。また導体部はセラミックス基板の片面のみ（表導体部とする）に設けてもよいし裏面（裏導体部とする）にも設け両面に設けたものであってもよい。また、導体部は裏導体部と表導体部で異なった組成のものを用いてもよい。表導体部と裏導体部は組成が同じであった場合には使い勝手が良い接合体の提供が可能であるため、裏導体部と表導体部は組成が同じであることがより好ましい。

導体部は、銅部材又はアルミニウム部材であることが好ましい。銅部材は、銅板、銅合金板、銅板に回路形状が付与されて作製された部材、又は銅合金板に回路形状が付与されて作製された部材であり、銅又は銅合金からなる。アルミニウム部材は、アルミニウム板、アルミニウム合金板、アルミニウム板に回路形状が付与されて作製された部材、又はアルミニウム合金板に回路形状が付与されて作製された部材であり、アルミニウム又はアルミニウム合金からなる。以降では、銅板に回路形状が付与されて作製された部材を、銅回路と呼ぶ。アルミニウム板に回路形状が付与されて作製された部材を、アルミニウム回路

と呼ぶ。導体部は、銅部材又はアルミニウム部材以外の、メタライズ層又は導電性薄膜であっても良い。メタライズ層は、金属ペーストの焼成により形成される。導体部の厚さは、０．３mm以上、さらには０．６mm以上であってもよい。導体部を厚くすることにより、接合体の放熱性を向上させることができる。表導体部の厚さは、裏導体部の厚さと同じでも良いし、異なっていてもよい。導体部としては、銅部材が特に好ましい。銅部材は、無酸素銅からなることが好ましい。無酸素銅はＪＩＳ－Ｈ－３１００に示されたように、９９．９６質量％以上の銅純度を有する。

【００２０】

セラミックス基板と銅部材は、チタンを含有する接合層を介して接合されていることが好ましい。活性金属接合法では、Ｔｉを含む活性金属ろう材が用いられる。活性金属ろう材は、銀または銅を主成分として含有し、且つＴｉを含有する。セラミックス基板と銅部材は、炭素を含有する接合層を介して接合されていることが好ましい。活性金属ろう材に炭素を含有させることにより、炭素を含有する接合層を形成することができる。活性金属ろう材に炭素を含有させることで、ろう材の流動性を向上させることができる。これにより、接合強度を向上させることができる。

【００２１】

活性金属ろう材は、Ａｇ（銀）を０質量％以上７０質量％以下、Ｃｕ（銅）を１５質量％以上８５質量％以下、Ｔｉ（チタン）またはＴｉＨ２（水素化チタン）を１質量％以上１５質量％以下、含有することが好ましい。また、活性金属ろう材には、Ｔｉの代わりに、ＮｂまたはＺｒを用いたり、ＴｉにＮｂ、Ｚｒを添加してもよい。しかし、活性金属ろう材は、Ｔｉ（チタン）またはＴｉＨ２（水素化チタン）を、１質量％以上１５質量％以下含有することが好ましい。

ＴｉとＴｉＨ２の両方を用いる場合は、それらの合計が１質量％以上１５質量％以下の範囲内とする。ＡｇとＣｕを両方用いる場合、Ａｇの含有量は２０質量％以上７０質量％以下、Ｃｕの含有量は１５質量％以上６５質量％以下であることが好ましい。

ろう材には、必要に応じ、Ｓｎ（錫）またはＩｎ（インジウム）の１種または２種を１質量％以上５０質量％以下含有させてもよい。ＴｉまたはＴｉＨ２の含有量は、１質量％以上１５質量％以下であることが好ましい。また、ろう材には、必要に応じ、Ｃ（炭素）を０．１質量％以上２質量％以下含有させても良い。

【００２２】

活性金属ろう材組成の比率は、混合する固体原料の合計を１００質量％で計算する。この固体原料は、粉末状であることが好ましい。例えば、Ａｇ、Ｃｕ、Ｔｉの３種で活性金属ろう材を構成する場合、Ａｇ＋Ｃｕ＋Ｔｉ＝１００質量％とする。Ａｇ、Ｃｕ、ＴｉＨ２、Ｉｎの４種で活性金属ろう材を構成する場合、Ａｇ＋Ｃｕ＋ＴｉＨ２＋Ｉｎ＝１００質量％とする。Ａｇ、Ｃｕ、Ｔｉ、Ｓｎ、Ｃの５種で活性金属ろう材を構成する場合は、Ａｇ＋Ｃｕ＋Ｔｉ＋Ｓｎ＋Ｃ＝１００質量％とする。

上記の組成の粉末原料に対し、組成に応じた溶媒を混合することが好ましい。溶媒を混合することで、ろう材をペースト状にすることができる。

【００２３】

このようにしてセラミックス基板に導体部を形成して得られた接合体に対して、前述した切り欠き部形状を設けてもよい。また、前述した切り欠き部形状を付与したセラミックス基板に導体部を設けてもよい。また前記導体部はあらかじめ回路形状を付与したものを接合してもよいし、セラミックス基板に導体部を接合したのちに回路形状を付与させてもよいものである。

【００２４】

上述した銅部材の側面は、傾斜形状を具備していることが好ましい。すなわち、銅部材の側面は、面内方向及び厚み方向に対して、傾斜していることが好ましい。面内方向は、セラミックス基板の銅部材との接合面に平行な方向である。厚み方向は、セラミックス基板と銅部材とを結ぶ方向であり、面内方向に対して垂直である。

接合層５の厚さは、１０μm以上６０μm以下の範囲内であることが好ましい。また、

絶縁性回路基板は、銅部材の側面から接合層がはみ出した形状を有することが好ましい。はみ出した接合層の一部を、接合層はみだし部と呼ぶ。接合層はみだし部は、厚さＴに対する長さＬの比（Ｌ／Ｔ）が、０．５以上３．０以下の範囲内であることが好ましい。接合層はみだし部の厚さは、接合層はみだし部の中で最も厚い箇所の厚さである。接合層はみだし部の長さは、銅部材側面からはみ出た最も長い箇所の長さである。接合層はみだし部の厚さと長さは、セラミックス銅回路基板の任意の断面から測定する。銅部材に傾斜形状を設け、接合層はみだし部を設けることにより、セラミックス銅回路基板のＴＣＴ特性を向上させることができる。

また、メッキ膜と半導体素子との接合または導体部と半導体素子との接合に用いる接合層とは銅を用いたものやスズを用いたものや半田ペーストや銀ペーストを用いたものが挙げられる。

セラミックス基板は、厚さ０．４mm以下の窒化珪素基板であり、銅部材の厚さは、０．６mm以上であることが好ましい。厚さ０．４mm以下の薄い窒化珪素基板であると、セラミックス基板の熱抵抗を下げる効果がある。また、厚さ０．６mm以上の厚い銅板であると、放熱性が向上する。さらに、３点曲げ強度６００ＭＰａ以上の窒化珪素基板であれば、効果を得やすくなる。そのため、厚さ０．４mm以下の珪素基板と厚さ０．６mm以上の厚い銅板を組み合わせてもよい。

【００２５】

次に製造方法について説明する。

【００２６】

切り欠き部を形成する方法としては上記記載の切り欠き部を形成できるものであればどのようなものであってもよいが、レーザーによって形成する方法、グリーンシートの時に圧力をかけ凹部を設けておく方法、糸鋸で切り取る方法などがあげられる。この中ではレーザーによって形成する方法であることがより好ましい。この方法を用いた場合には位置精度よく切り欠き部を形成することができるためである。 また、レーザー加工を用いることで基板の側面から切り欠き部形状を見たときに、表面側が基板中心部に対して開口した形状とすることが可能となる。また、用いられるレーザーは特に限定されるものではないが、ＣＯ２レーザー、ＹＡＧレーザー（基本波、２倍波、３倍波、４倍波のいずれか）、フェムト秒レーザー、ピコ秒レーザー、半導体レーザー、ＬＤレーザー、エキシマレーザー、YVO4レーザー、ＤＤＬレーザーの中から選ばれるいずれか１種以上であることが好ましい。またこのようにレーザー加工によって切り欠き部を形成させる方法としては、一回のレーザー照射によって形成せてもよいし、複数回にわたって照射し形成させてもよい。また、必要に応じて、集塵やアシストガスを用いてもよい。また、一方の面のみから照射してもよく、両面から照射してもよい。しかし、両面から照射する場合には最初の照射面に対する位置精度が重要になってくる。そのため一方の面のみから照射することが好ましい。このように切り欠き部を形成するためには連続溝を設けてもよいし、ドット形状であってもよい。また、レーザーの出力モードはパルスであってもＣW(連続)であってもよいし、両方組み合わせてもよい。また、基板の厚さに対してレーザーによって形成された溝の最大深さは制御されることが好ましい。基板の厚さをｔとし、溝の最大深さをｄとしてあらわすと0.5＜ｄ/ｔ≦1であることが好ましい。ここで、溝の最大深さとは表裏両面からレーザーを照射した場合はその合計値で示すものである。また0.7≦ｄ/ｔ≦1.0であることがより好ましい。さらに好ましくはｄ/ｔが1.0であることである。また、さらに好ましくは形成された溝が表裏両面にわたって存在することであり。溝の深さが常にtに対する比において1.0であることがさらに好ましい。このように溝深さを基板厚さに対し一定以上に深くし、溝形成を行うことで切り欠き部を形成するために切り欠き部側を基板から分離させるための分離工程において過大な圧力をかけて切り欠き部形状を得る必要がないためコストを低減できる。

またセラミックス基板は必要に応じてホーニングを行ってもよい。ホーニングは焼結後のセラミックス基板であれば切り欠き部形状を形成する前であっても、切り欠き部形成後であってもよい。

【００２７】
切り欠き部の形成のタイミングは特に限定されるものではないが、グリーンシートの時に形成するとその後の焼結工程により位置精度が落ちる虞がある。そのため焼結後であることが好ましい。また、切り欠き部の形成は導体部接合後であっても接合前であってもよいものである。
また、切り欠き部形状を制御することでねじ止め時のトルクを大きくすることもできる。
【００２８】
（実施例）
（実施例１～７、比較例１）
表１には用いたセラミックス基板の種類と厚さを記載した。また、窒化珪素基板は熱伝導率９０Ｗ／ｍ・Ｋ、３点曲げ強度７００ＭＰａのものを用いた。窒化アルミニウム基板は熱伝導率１７０Ｗ／ｍ・Ｋ、３点曲げ強度４００ＭＰａのものを用いた。アルミナ（酸化アルミニウム）基板は熱伝導率２５Ｗ／ｍ・Ｋ、強度４５０ＭＰａのものを用いた。ジルコニア（酸化ジルコニウム）基板は２５Ｗ／ｍ・Ｋ、強度５００ＭＰａのものを用いた。アルジル基板は、基板は２５Ｗ／ｍ・Ｋ、強度５５０ＭＰａのものを用いた。
【００２９】
【表１】

	セラミックス基板の種類	セラミックス基板の厚さ
実施例1	窒化ケイ素基板	０．３２ｍｍ
実施例2	窒化アルミニウム基板	０．３２ｍｍ
実施例3	アルミナ基板	０．６４ｍｍ
実施例4	ジルコニア基板	０．６４ｍｍ
実施例5	窒化ケイ素基板	０．６４ｍｍ
実施例6	アルジル基板	０．６４ｍｍ
実施例7	窒化アルミニウム基板	０．６４ｍｍ
比較例1	アルミナ基板	０．６４ｍｍ

【００３０】
表２は表１に記載の実施例および比較例における切り欠き部の形状を示したものである。ここで、開口側ではない切り欠き部端部の角度の欄に９０度以上と記載したものは端部がＲ形状であったことを示す。

【表２】

	基板開口端部の切り欠き部側の角度		開口側ではない切り欠き部端部の角度	基板開口端部の基板側の角度		開口側ではない切り欠き部端部の形状	C部と開口部の境界部の角度	L_2/L_1
測定箇所	P1	P2	P3	P1	P2	—	—	—
実施例1	100	100	90度以上	120	120	R形状(略U字)	120	0.2
実施例2	115	115	100	105	105	C形状	90	0.35
実施例3	110	110	90度以上	75	75	R形状(略U字)	境界無	0.25
実施例4	125	125	45	135	135	略V字	境界無	0.4
実施例5	135	135	120	150	150	C形状	150	0.2
実施例6	95	95	45	95	90	略V字	108	0.3
実施例7	105	105	90	115	90	略V字	105	0.3
比較例1	90	90	90度以上	90	90	R形状(略U字)	境界無	0.4

【００３１】

表３は切り欠き部を４カ所ずつ形成したセラミックス基板を各実施例につき１００個用意した。このセラミックス基板においてねじ止めをしたのちにねじ止め部の位置精度の不良の測定を行った。また、切り欠き部の専有面積を実施例１に対する増加量において百分率（％）で示したものである。この割合はねじ止め部の位置精度不良率及び切り欠き部の専有面積を実施例１に対する増加した切り欠き部１カ所を1として４００カ所（セラミックス基板１００枚×セラミックス基板１枚当たり４カ所ずつの切り欠き部）測定したものである。この面積増加率とは、同じ大きさの基板に対し、同じ大きさのねじを固定するための切り欠き部形状の占める割合を比較したものである。

【００３２】

【表３】

	ねじ止め部の位置精度不良率（％）	切り欠き部専有面積の増加量（％）
実施例1	0	0
実施例2	0.25	0.5
実施例3	0.25	0.75
実施例4	0.75	0.5
実施例5	0.5	0.5
実施例6	1.0	1.0
実施例7	0.75	0.5

【００３３】

表３より、実施例のセラミックス基板は切り欠き部形成時のバリや欠けやクラックの発生

を従来の端部が直角のものより低減させることができたことがわかる。

【００３４】

表４は切り欠き部側面の算術表面粗さＲａ、最大表面粗さＲｚを測定した値である。切り欠き部側面とは切り欠き部の基板厚さ方向のことである。また、切り欠き部の形状とは、切り欠き部を上から見たときの形状である。また、開口部端部とは、開口部でない側の形状である。

【００３５】

【表４】

	切り欠き部側面のRa（μm）	切り欠き部側面のRz（μm）	切り欠き部の形状
実施例1	0.5	1.2	開口部端部がR形状
実施例2	1.2	1.7	開口部端部がC形状
実施例3	1.5	2.0	開口部端部が直角
実施例4	0.6	1.0	開口部端部がR形状
実施例5	0.9	1.3	開口部端部がC形状
実施例6	0.8	1.5	開口部端部が直角
実施例7	0.4	0.7	開口部がR形状
比較例1	1.8	2.9	開口部端部が直角

【００３６】

表２および表３および表４よりわかる通り、請求項をすべて満たすものはねじ止め時に欠けや割れの発生が起こらなかった。このことより、基板の切り欠き部の形状を側面的にも制御することはねじ止め時の歩留まりを上げることに寄与するものである。

【符号の説明】

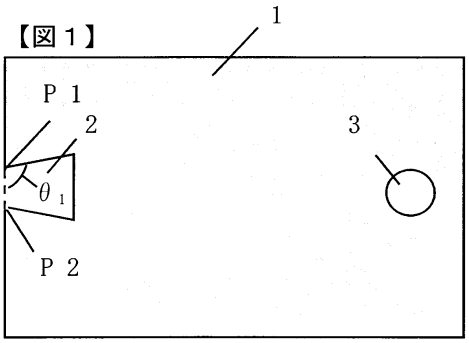
【００３７】

１…セラミックス基板
２…切り欠き部
３…貫通孔
４…導体部
５…活性金属接合層
６…接合体
７…半導体素子
８…接合層（半導体素子と導体部との
）
９…メッキ膜
１０…半導体装置
θ_1…開口部端部同士と、切り欠き部とからなる切り欠き部の角度
θ_2…開口部側ではない端部の角度

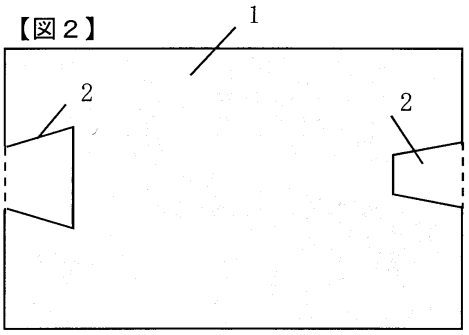
θ３…切り欠き部の端部における基板の内角の角度
θ４…R部ないしC部と開口部の境界部の角度
Ｐ１…開口端部１
Ｐ２…開口端部２
Ｐ３…開口ではない端部
Ｐ４…開口端部同士の中点
Ｐ５…開口端部同士の中点から引いた垂線と基板との交点のうち最も遠いもの
Ｐ６…開口端部同士の中点から引いた垂線と前記開口部を有する切り欠き部との交点

【図面】

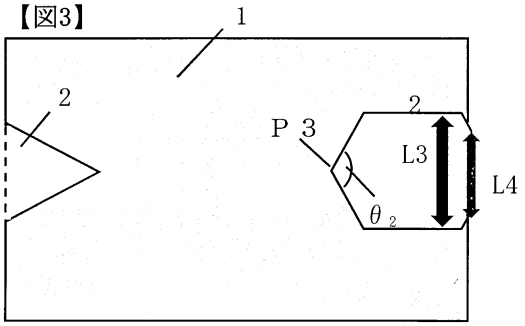
【図１】



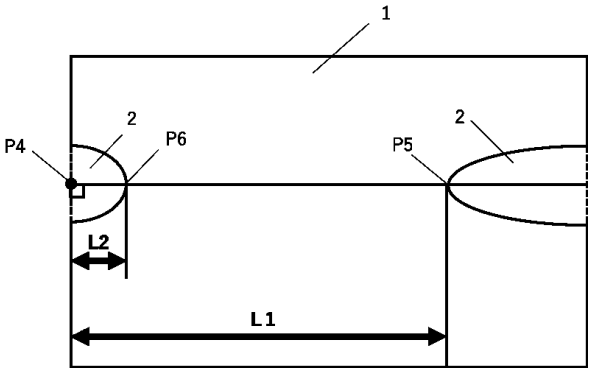
【図２】



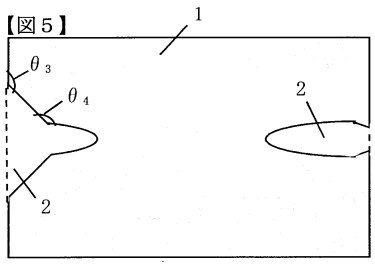
【図３】



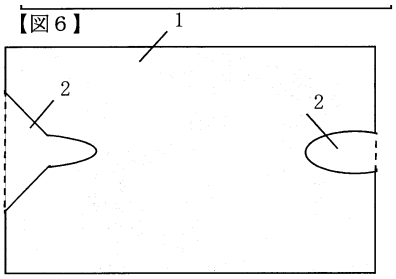
【図４】



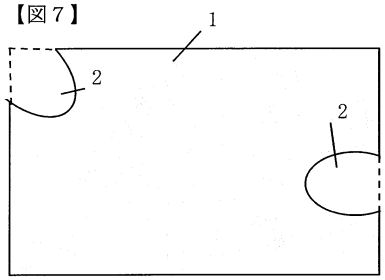
【図５】



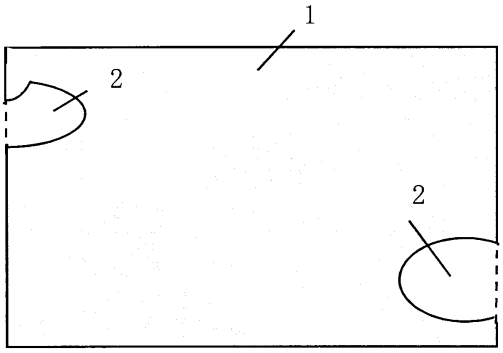
【図６】



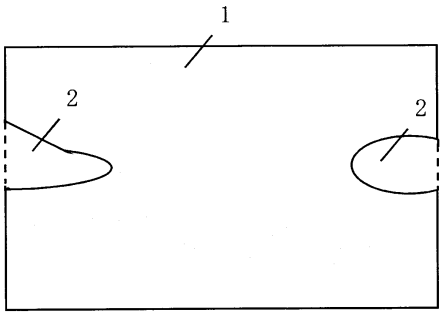
【図７】



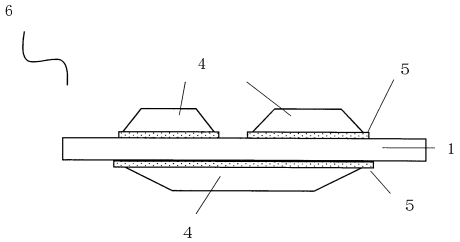
【図８】



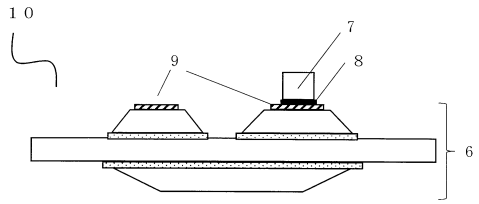
【図９】



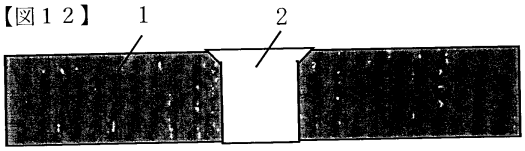
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０１８－１０７２８２（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１６／２０４１６３（WO，Ａ１）
特開２００２－１６４４５８（ＪＰ，Ａ）
特開２０２１－１３２２３８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ　２３／１３
Ｈ０５Ｋ　１／００