(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7471374号
(P7471374)

(45)発行日 令和6年4月19日(2024.4.19)
(24)登録日 令和6年4月11日(2024.4.11)

(51)国際特許分類
Ｈ０１Ｌ 23/50 (2006.01)

ＦＩ
Ｈ０１Ｌ 23/50 Ｈ
Ｈ０１Ｌ 23/50 Ｄ

請求項の数 6 (全17頁)

(21)出願番号	特願2022-175345(P2022-175345)	(73)特許権者	000144038 株式会社三井ハイテック 福岡県北九州市八幡西区小嶺２丁目１０－１
(22)出願日	令和4年11月1日(2022.11.1)	(74)代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(62)分割の表示	特願2018-200175(P2018-200175)の分割	(74)代理人	100145012 弁理士 石坂 泰紀
原出願日	平成30年10月24日(2018.10.24)	(72)発明者	古野 綾太 福岡県北九州市八幡西区小嶺二丁目１０番１号 株式会社三井ハイテック内
(65)公開番号	特開2022-190003(P2022-190003A)	(72)発明者	久保 公彦 福岡県北九州市八幡西区小嶺二丁目１０番１号 株式会社三井ハイテック内
(43)公開日	令和4年12月22日(2022.12.22)	審査官	豊島 洋介
審査請求日	令和4年11月28日(2022.11.28)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 リードフレーム、及びリードフレームパッケージ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

基材と、前記基材を覆う表面層と、を備え、

前記表面層は、主成分としてＣｕＯを含有する針状酸化物を含み、

前記表面層は、前記針状酸化物に付着するアモルファス状又は微結晶状の酸化膜を含む、リードフレーム。

【請求項２】

前記針状酸化物は、さらにＣｕ$_2$Ｏを含有する、請求項１に記載のリードフレーム。

【請求項３】

前記針状酸化物で構成される表面層の厚みは３０ｎｍ以上である、請求項１又は２に記載のリードフレーム。

【請求項４】

前記針状酸化物は、先端部が当該先端部以外の部分よりも小さい原子比率（Ｃｕ／Ｏ）を有する、請求項１～３のいずれか一項に記載のリードフレーム。

【請求項５】

前記基材は銅めっき膜を有しており、前記針状酸化物は前記銅めっき膜から伸びている、請求項１～４のいずれか一項に記載のリードフレーム。

【請求項６】

請求項１～５のいずれか一項に記載のリードフレームと、

前記リードフレームに搭載される半導体チップと、

前記半導体チップ及び前記リードフレームの少なくとも一部を覆うように設けられる樹脂と、を備える、リードフレームパッケージ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、リードフレーム、及びリードフレームパッケージに関する。
【背景技術】
【０００２】
リードフレームパッケージは、リードフレームと、その上に搭載された半導体チップと、半導体チップを封止する樹脂とを備える。リードフレームパッケージの製造においては、リードフレームと、その上に搭載された半導体チップとを熱硬化性の樹脂で覆い、これを加熱して硬化させる。リードフレームの中には、半導体チップが搭載される一方面側とは反対側の他方面が露出するタイプのものがある（例えば特許文献１参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特開平９－１９９６３９号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
近年、配線の高集積化及び大電流化により、パッケージの発熱量が増加しており、樹脂とリードフレームの界面剥離の発生が懸念される。また、車載関係のパッケージにおいては、安全性の面から信頼性の更なる向上が求められる。このような事情から、樹脂とリードフレームの密着性をこれまで以上に優れたものとすることが必要である。さらに、パッケージの中には実装時及び使用時に高温環境下に曝されるものもあり、そのような場合には樹脂とリードフレームの密着性を維持することが求められる。
【０００５】
そこで、本開示は、樹脂との密着性を高く維持することが可能なリードフレームを提供する。また、信頼性に優れるリードフレームパッケージを提供する。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本開示は、一つの側面において、基材と、基材を覆う表面層と、を備え、表面層は、主成分としてＣｕＯを含有する針状酸化物を含む、リードフレームを提供する。
【０００７】
上記リードフレームは、針状酸化物を含む表面層を備える。また、針状酸化物が主成分としてＣｕＯを含有する。ＣｕＯは、樹脂の分子構造に含まれる水酸基との間に水素結合を形成することができる。したがって、パッケージ化された後も、高温環境下において樹脂との密着性を高く維持することができる。
【０００８】
本開示は、別の側面において、上述のリードフレームと、リードフレームに搭載される半導体チップと、半導体チップ及びリードフレームの少なくとも一部を覆うように設けられる樹脂と、を備える、リードフレームパッケージを提供する。
【０００９】
上記リードフレームパッケージは、上述のリードフレームを備えることからパッケージ化された後も、樹脂とリードフレームの密着性を良好に維持することができる。したがって信頼性に優れる。
【発明の効果】
【００１０】
本開示によれば、樹脂との密着性を高く維持することが可能なリードフレームを提供することができる。また、信頼性に優れるリードフレームパッケージを提供することができ

る。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】図１は、リードフレームの平面図である。

【図２】図２は、リードフレームの断面の一部を示す断面図である。

【図３】図３は、リードフレームの製造に用いる表面処理装置の一例を示す図である。

【図４】図４は、リードフレームパッケージの一例を示す断面図である。

【図５】図５は、実施例１のリードフレームのＢＦ－ＳＴＥＭ像の写真である。

【図６】図６は、実施例１の針状酸化物の拡大画像のＴＥＭ写真である。

【図７】図７は、実施例１の針状酸化物のＥＤＸ分析結果を示すチャートである。

【図８】図８は、実施例１の針状酸化物のＴＥＭ写真である。

【図９】図９は、実施例１の針状酸化物のＴＥＭ写真である。

【図１０】図１０は、実施例１の針状酸化物のＴＥＭ写真である。

【図１１】図１１（Ａ）は、図９に対応する部位のＨＡＡＤＦ－ＳＴＥＭ像である。図１１（Ｂ）及び図１１（Ｃ）は、同じ部位におけるＣｕ（Ｋ）及びＯ（Ｋ）のＥＤＸマッピングの結果を示す。

【図１２】図１２は、実施例１の針状酸化物のＴＥＭ写真である。

【図１３】図１３は、実施例１の針状酸化物のＴＥＭ写真である。

【図１４】図１４は、実施例１の針状酸化物のＴＥＭ写真である。

【図１５】図１５は、実施例１の針状酸化物のＴＥＭ写真である。

【図１６】図１６は、実施例１の針状酸化物のＴＥＭ写真である。

【図１７】図１７は、実施例１の針状酸化物のＴＥＭ写真である。

【図１８】図１８は、実施例１の針状酸化物のＴＥＭ写真である。

【図１９】図１９（Ａ）は、図８の「制限視野解析１」における電子回折の回折パターンである。図１９（Ｂ）は、図８の「制限視野解析２」における電子回折の回折パターンである。図１９（Ｃ）は、図１２の「制限視野解析３」における電子回折の回折パターンである。図１９（Ｄ）は、図１２の「制限視野解析４」における電子回折の回折パターンである。

【図２０】図２０（Ａ）は、図１２に示される「ナノ回折１」における制限視野ナノ電子回折の回折パターンである。図２０（Ｂ）は、図１２に示される「ナノ回折２」における制限視野ナノ電子回折の回折パターンである。

【図２１】図２１は、実施例２における表面層の厚みとシア強度の関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

以下、場合により図面を参照して、本発明の一実施形態について説明する。ただし、以下の実施形態は、本発明を説明するための例示であり、本発明を以下の内容に限定する趣旨ではない。説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には同一符号を用い、場合により重複する説明は省略する。各要素の寸法比率は図示の比率に限られるものではない。

【００１３】

図１は、リードフレーム１００の平面図である。リードフレーム１００は、９個（３個×３個）の単位フレーム５０を有する。ただし、単位フレーム５０の数は特に限定されない。単位フレーム５０は、タイバー１１６を介して隣接する単位フレーム５０と連結されている。

【００１４】

リードフレーム１００は、それぞれの単位フレーム５０において中央部に配置されるパッド１１０と、パッド１１０の周囲に配置され、インナーリードともいわれる複数のリード１１２と、パッド１１０を支持するサポートバー１１４とを備える。サポートバー１１４の先端はパッド１１０に連結され、サポートバー１１４の後端はリード１１２の周囲に

配置されるタイバー１１６に連結されている。サポートバー１１４は、略矩形状のパッド１１０の四隅から放射状に延在してタイバー１１６に連結されることによって、パッド１１０を支持している。

【００１５】

図２は、図１に示すリードフレーム１００の断面の一部を示す断面図である。リードフレーム１００は、基材１０と基材１０の表面に表面層１２とを備える。表面層１２は、基材１０側から、銅めっき膜１４と針状酸化物１６とをこの順で備える。針状酸化物１６は、基端部において銅めっき膜１４に結合している。すなわち、銅めっき膜１４から針状酸化物１６が伸びている。針状酸化物１６は、表面積が大きいうえに、アンカー効果を有するため、樹脂との密着性を十分に向上することができる。

【００１６】

針状酸化物１６は、針状結晶であり、主成分としてＣｕＯを含有する。これによって、樹脂の分子構造に含まれる水酸基との間における水素結合の数を十分に多くすることができる。また、針状酸化物１６はCu_2Oを含有してもよい。Cu_2Oも、樹脂の分子構造に含まれる水酸基との間に水素結合を形成することができる。このように、リードフレーム１００は、物理的及び化学的な結合によって樹脂との密着性を高く維持することができる。

【００１７】

針状酸化物１６における原子比率（Ｃｕ／Ｏ）は、０．６～２．５であってよく、０．８～２．２であってよい。このような原子比率であれば、針状酸化物１６における酸化銅の比率が十分に高くなり、樹脂との密着性を一層高くすることができる。

【００１８】

ＥＤＸによるマッピングで観察したとき、針状酸化物１６に含まれる成分のうちＣｕＯの存在比率が最も高く、その存在比率は５０％を超えてもよい。本開示における「主成分としてＣｕＯを含有する」とは、このようにＣｕＯの存在比率が最も高いことを意味する。針状酸化物１６は、実質的にＣｕＯのみ、又は、ＣｕＯ及びCu_2Oのみから構成されていてもよい。ここでいう「実質的」とは、ＴＥＭによる電子回折でその他の化合物が検出されず、且つ、ＥＤＸ分析においてＣｕ及びＯ以外の原子（測定機器に由来する原子は除く）が検出されないことを意味する。

【００１９】

針状酸化物１６は、先端部が当該先端部以外の部分（例えば基端部）よりも小さい原子比率（Ｃｕ／Ｏ）を有してよい。これによって、先端部において酸素原子の割合が高くなり、樹脂との水素結合の数を多くして密着性を高めることができる。また、基端部において銅原子の割合が高くなり、基材１０との接合性が良好となる。このため、リードフレーム１００の高温環境下においたときに表面層１２と基材１０との界面付近に発生する熱応力を小さくすることができる。したがって、表面層１２と基材１０との界面付近において熱応力による剥離の発生が抑制され、リードフレーム１００の信頼性を一層高くすることができる。

【００２０】

針状酸化物１６は、先端部におけるＣｕＯの含有割合が先端部以外の部分よりも高くてよい。これによって、樹脂との水素結合による密着性向上の効果を一層大きくすることができる。

【００２１】

表面層１２は、針状酸化物１６の周囲にアモルファス状又は微結晶状の酸化膜を含んでよい。酸化膜は、針状酸化物１６と同様の組成を有していてよい。酸化膜は、例えば、主成分としてＣｕＯを含有する。酸化膜は、さらにCu_2Oを含有してもよく、実質的にＣｕＯのみ、又は、ＣｕＯ及びCu_2Oのみから構成されていてもよい。酸化膜も樹脂の水酸基との間に水素結合を形成することによって樹脂との密着性の向上に寄与する。

【００２２】

表面層１２の厚みは、例えば１０～２００ｎｍであってよい。密着力を一層高くする観

点から、表面層１２の厚みは、３０ｎｍ以上であってよい。表面層１２の厚みは、ポテンショスタットを用いて測定することができる。

【００２３】

銅めっき膜１４は、通常の銅ストライクめっきであってよい。銅ストライクめっきには、一般に用いられる硫酸銅めっき液を用いることができる。別の実施形態においては、銅めっき膜１４はなくてもよい。表面層１２が銅めっき膜１４を有することによって、基材１０の材質選択の自由度を高くすることができる。基材１０は、例えば、銅、銅合金又は４２合金材で構成されてよい。リードフレーム１００は、基材１０と銅めっき膜１４の間に下地めっき層を有していてもよい。

【００２４】

表面層１２は、例えば図３に示す表面処理装置を用いて形成することができる。図３の表面処理装置では、６０～８０℃の温度範囲にあるアルカリ浴５２中を、基材が図３の左から右に向かって移動する。基材の一対の主面に対向するように電極３２，４２が配置される。基材と電極３２，４２は、基材が陽極、電極３２，４２が陰極となるように、それぞれ電源４０に接続されている。電源４０は直流電源であり、例えば０．１～１．５Ａ／ｄｍ^{2}の電流密度で電流を供給するように構成される。表面処理装置における基材の処理時間は、例えば、５～２０秒間である。例えば、銅めっき膜１４を有する基材１０を表面処理装置で表面処理することによって、リードフレーム１００を得ることができる。

【００２５】

アルカリ浴５２は、例えば、亜塩素酸ナトリウム、水酸化ナトリウム、アミノ化合物、リン酸三ナトリウム、及びイオン交換水を含有する。アルカリ浴５２中では、例えば以下のような反応（１）～（４）が進行する。

【化１】

$$NaClO_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons NaCl + 4OH^- \quad (1)$$

$$2Cu + 2OH^- \rightleftharpoons Cu_2O + H_2O + 2e^- \quad (2)$$

$$Cu_2O + 2OH- + H_2O \rightleftharpoons 2Cu(OH)_2 + 2e^- \quad (3)$$

$$2Cu(OH)_2 \rightleftharpoons 2CuO + \underline{2}H_2O \quad (4)$$

【００２６】

式（１）で生成した水酸化物イオンと基材１０に含まれるＣｕが、式（２）のとおり反応してＣｕ$_2$Ｏが生成する。生成したＣｕ$_2$Ｏは式（３）に示すように水酸化物イオンと反応してＣｕ（ＯＨ）$_2$が生成する。このとき、Ｃｕ$_2$Ｏの少なくとも一部は、式（３）で反応せずに、針状酸化物１６内に残存してもよい。式（３）で生成したＣｕ（ＯＨ）$_2$は、式（４）のとおり反応してＣｕＯが生成する。ここで、式（４）が十分に進行しない場合、Ｃｕ（ＯＨ）$_2$の一部が僅かに残存することとなるが、本実施形態ではアルカリ浴５２の温度が６０～８０℃にあるため、式（４）が十分に進行する。その結果、針状酸化物１６はＣｕＯ、又は、ＣｕＯ及びＣｕ$_2$Ｏから構成されることとなる。針状酸化物１６は、水酸化銅（ＩＩ）を実質的に含有しないことが好ましい。

【００２７】

図４は、リードフレーム１００を用いて作製されるリードフレームパッケージの一例を示す断面図である。リードフレームパッケージ２００は、所謂ＱＦＮタイプのリードフレーム１００を備える。リードフレーム１００は、パッド１１０と、パッド１１０の周囲に配置されるリード１１２を有する。リードフレームパッケージ２００は、リードフレーム１００と、パッド１１０の表面上に設置された半導体チップ７０と、半導体チップ７０とリード１１２とを接続するボンディングワイヤ７２と、半導体チップ７０及びボンディングワイヤ７２を封止する樹脂６０と、を備える。樹脂６０は、半導体チップ７０及びリードフレーム１００の一方面を覆うように設けられている。一方、リードフレーム１００の他方面は樹脂６０に覆われておらず、外部に露出している。

【００２８】
　リードフレーム１００は、一方面に針状酸化物を含む表面層を有する。針状酸化物は、主成分としてＣｕＯを含有する。このような表面層は、高温環境下（例えば２００～３００℃）においても安定であり、樹脂６０と十分に密着する。したがって、リードフレームパッケージ２００は信頼性に優れる。
【００２９】
　図４に示すリードフレームパッケージ２００をプリント配線板等の基板に搭載する場合、リードフレーム１００の他方面が、プリント配線板の導体とハンダによって接続される。リードフレーム１００は、他方面にも表面層を有していてもよく、一方面のみに表面層を有していてもよい。
【００３０】
　次に、リードフレームパッケージ２００の製造方法の一例を説明する。この例では、リードフレーム１００の一方面側に半導体チップ７０を搭載する搭載工程と、半導体チップ７０を封止し、リードフレーム１００の一方面を覆うように樹脂６０を設ける封止工程とを有する。
【００３１】
　搭載工程では、リードフレーム１００のパッド１１０に、ダイボンディング用樹脂を用いて半導体チップ７０を固定する。次に、半導体チップ７０のパッドとリード１１２とをボンディングワイヤ７２を介して接続する。このとき、ボンディングワイヤ７２は、ダイボンド用樹脂を用いて固定される。このようにして、リードフレーム１００に半導体チップ７０を搭載する。
【００３２】
　封止工程では、半導体チップ７０が搭載されたリードフレーム１００をモールド金型内に配置する。そして、樹脂組成物（例えば、エポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂組成物）をモールド金型内に供給する。その後、加熱して、モールド金型内で樹脂組成物を硬化させて樹脂６０を形成する。このようにしてリードフレームパッケージ２００が得られる。
【００３３】
　リードフレームパッケージ２００は、高温環境下においても樹脂６０の密着性を十分良好に維持することができる。このため信頼性に優れる。
【００３４】
　以上、幾つかの実施形態を説明したが、本開示は上述の実施形態に何ら限定されるものではない。例えば、リードフレームは、ＤＦＮタイプ又はＱＦＰタイプであってもよい。
【実施例】
【００３５】
　実施例及び比較例を参照して本発明の内容をより詳細に説明するが、本発明は下記の実施例に限定されるものではない。
【００３６】
（実施例１）
［リードフレームの作製］
　基材（Ｃｕ基材）を準備した。基材の電解めっき処理を行い、表面上に銅めっき膜（厚み：０．１μｍ）を形成した。その後、アルカリ液中で基材の陽極酸化を行った。アルカリ液としては、亜塩素酸ナトリウム、水酸化ナトリウム、アミノ化合物、リン酸三ナトリウム、及びイオン交換水を含有するものを用いた。図３に示すような処理装置を用い、６０～８０℃のアルカリ液中、基材を所定の速度で走行させせて、０．８～１．１Ａ／ｄｍ^{2}の電流密度で表面処理を行った。アルカリ液中の基材の滞留時間は５～２０秒間とした。
【００３７】
　上述の表面処理によって、基材の銅めっき膜の表面に針状酸化物が形成された。このようにして実施例１のリードフレームを得た。得られたリードフレームの針状酸化物の組成を以下の手順で分析した。
【００３８】

［リードフレームの分析］
＜ＳＴＥＭ画像観察、ＴＥＭ画像観察、及びＥＤＸ分析＞
　リードフレームの表面に炭素膜及びタングステン膜を順次形成した。炭素膜は高真空蒸着装置を、タングステン膜はＦＩＢ装置を用いてそれぞれ形成した。ＦＩＢマイクロサンプリング法にてリードフレームを加工し、ＦＩＢ加工によって薄片化を行って測定試料を得た。測定試料のＳＴＥＭ画像及びＴＥＭ画像の観察、並びにＥＤＸ分析を行った。
【００３９】
　図５は、ＢＦ－ＳＴＥＭ像の写真（倍率：２．５万倍）を示している。図５に示されるとおり、実施例１のリードフレームは、針状酸化物と、針状酸化物に付着する酸化膜と、を含む表面層を備えることが確認された。
【００４０】
　図６は、針状酸化物の拡大画像のＴＥＭ写真（倍率：３５万倍）である。図６の点１，点２，点３においてＥＤＸ分析を行った。点３は、針状酸化物の先端部に位置し、点１，２は点３よりも基端部側に位置する。ＥＤＸ分析には、日本電子製のＥＤＸ分析装置（装置名：ＪＥＤ－２３００Ｔ）を用いた。加速電圧は２００ｋＶ、ビーム径は約１ｎｍとした。
【００４１】
　図７は点３におけるＥＤＸの分析結果を示すチャートである。図７中、Ｃは保護膜に由来するピークであり、Ｍｏのピークは試料保持用メッシュに由来するピークである。図７に示すようにとおり、針状酸化物からはＣｕとＯのみが検出された。点１，２においても、図７と同様にＣｕとＯのみが検出された。ＥＤＸの分析結果に基づく、点１，２，３におけるＣｕとＯの半定量結果を表１に示す。表１の結果によれば、針状酸化物の先端部の方が、当該先端部以外の部分よりもＣｕ／Ｏの値が小さくなっていた。
【００４２】
【表１】

点	O	Cu	Cu/O
1	39.5	60.5	1.53
2	31.6	68.4	2.16
3	50.9	49.1	0.96

【００４３】
　図８は、図６及び図７とは別の部分における針状酸化物の拡大画像のＴＥＭ写真（倍率：３５万倍）である。図９は、図８のうち、針状酸化物による被覆部分の拡大画像のＴＥＭ写真（倍率：１００万倍）である。図１０は、図９の写真に含まれる針状酸化物をさらに拡大して示す画像のＴＥＭ写真（倍率：３００万倍）である。図８～図１０に示すとおり、リードフレームの表面層は、針状酸化物とその周囲に酸化膜とを含んでいた。図１０の点４，５，６においてＥＤＸ分析を行った。点４は、点５よりも針状酸化物の先端部側に位置する。
【００４４】
　点４，５，６においても、図７と同様にＣｕとＯが検出された。これらの分析結果に基づく、点４，５，６におけるＣｕとＯの半定量結果を表２に示す。表２の点４，５の結果によれば、針状酸化物の先端部側の方が基端部側よりもＣｕ／Ｏの値が小さくなっていた。酸化膜の組成を示す点６でも図７と同様にＣｕとＯのピークのみが検出され、ＣｕＯを主成分とすることが確認された。
【００４５】
【表２】

点	O	Cu	Cu/O
4	46.1	53.9	1.17
5	41.8	58.2	1.39
6	46.5	53.5	1.15

【００４６】
図１１（Ａ）は、図９に対応する部位のＨＡＡＤＦ－ＳＴＥＭ像である。図１１（Ｂ）及び図１１（Ｃ）は、同じ部位におけるＣｕ（Ｋ）及びＯ（Ｋ）のＥＤＸマッピングの結果を示す。図１１（Ａ）に示すとおり、表面層は針状酸化物と針状酸化物に付着する酸化膜とを有する。ＥＤＸマッピングの結果によれば、針状酸化物と酸化膜は、殆どがＣｕＯの組成に近い比較的均一な組成であった。このように、針状酸化物と酸化膜は主成分としてＣｕＯを含有していた。
【００４７】
図１２は、針状酸化物のさらに別の部分における拡大画像のＴＥＭ写真（倍率：３５万倍）である。図１３は、図１２に示される針状酸化物の一部をさらに拡大して示す画像のＴＥＭ写真（倍率：１００万倍）である。図１４及び図１５は、図１３の写真に示される針状酸化物の一部をさらに拡大して示す画像のＴＥＭ写真（倍率：３００万倍）である。図１２～図１５に示すとおり、リードフレームの表面層は、針状酸化物とその周囲に酸化膜とを含んでいた。図１４の点７、及び図１５の点８，９においてＥＤＸ分析を行った。点７，８，９のうち、点７が最も基端部側に位置し、点８が最も先端部側に位置する。
【００４８】
点７，８，９においても、図７と同様にＣｕとＯのみが検出された。これらの分析結果に基づく、点７，８，９におけるＣｕとＯの半定量結果を表３に示す。表３でも、針状酸化物の先端部の方が当該先端部以外の部分よりもＣｕ／Ｏの値が小さくなっていた。
【００４９】
【表３】

点	O	Cu	Cu/O
7	35.1	64.9	1.85
8	45.0	55.0	1.22
9	43.6	56.4	1.29

【００５０】
図１６は、針状酸化物のさらに別の部分における拡大画像のＴＥＭ写真（倍率：３５万倍）である。図１７は、図１６に示される針状酸化物の一部をさらに拡大して示す画像のＴＥＭ写真（倍率：１００万倍）である。図１８は、図１７の写真に示される針状酸化物の一部をさらに拡大して示す画像のＴＥＭ写真（倍率：３００万倍）である。図１６～図１８に示すとおり、リードフレームの表面層は、針状酸化物とその周囲に酸化膜とを含んでいた。図１８の点１０，１１，１２においてＥＤＸ分析を行った。点１０，１１，１２のうち、点１０は先端部に位置し、点１１，１２は当該先端部以外の部分に位置する。
【００５１】
ＥＤＸ分析の結果、点１０，１１，１２においても、図７と同様にＣｕとＯのみが検出された。これらの分析結果に基づく、点１０，１１，１２におけるＣｕとＯの半定量結果を表４に示す。表４に示すとおり、針状酸化物の先端部の方が当該先端部以外の部分よりもＣｕ／Ｏの値が小さくなっていた。
【００５２】
【表４】

点	O	Cu	Cu/O
10	52.1	47.9	0.92
11	39.4	60.6	1.54
12	44.9	55.1	1.23

【００５３】
＜電子回折解析＞
図８に示される「制限視野解析１」及び「制限視野解析２」、並びに、図１２に示される「制限視野解析３」及び「制限視野解析４」の領域において、制限視野電子回折を行っ

た。図１９（Ａ）～（Ｄ）に、それぞれの制限視野における回折パターンを示す。得られたデバイリングから面間隔を測定した。測定結果を表５に纏めて示す。表５に示すとおり、いずれの面間隔も、ＣｕＯ及びCu_2Oの面間隔の理論値とほぼ整合した。これらの結果から、針状酸化物は、ＣｕＯ及びCu_2Oを含有することが確認された。一方、$Cu(OH)_2$のミラー指数＜０２０＞、＜０２１＞に対応する回折スポットは確認されなかった。

【００５４】

【表５】

図番	番号	面間隔[nm]（測定値）	面間隔[nm]（理論値）	ミラー指数
図19(A)	1	0.237	0.2312	111 (CuO)
			0.2295	200 (CuO)
	2	0.200	0.1952	11-2 (CuO)
図19(B)	1	0.233	0.2312	111 (CuO)
			0.2295	200 (CuO)
図19(C)	1	0.231	0.2312	111 (CuO)
			0.2295	200 (CuO)
図19(D)	1	0.248	0.2520	002 (CuO)
			0.2511	11-1 (CuO)
			0.2465	111 (Cu_2O)
	2	0.210	0.2135	200 (Cu_2O)

【００５５】

＜ナノ電子回折＞

図１２に示される「ナノ回折１」及び「ナノ回折２」の位置において、制限視野ナノ電子回折を行った。図２０（Ａ）及び図２０（Ｂ）に、それぞれの制限視野におけるナノ電子回折パターンを示す。得られたナノ電子回折パターンから面間隔を測定した。測定結果を表６に纏めて示す。表６に示すとおり、いずれの面間隔も、ＣｕＯ及びCu_2Oの面間隔の理論値とほぼ整合した。これらの結果から、針状酸化物は、ＣｕＯ及びCu_2Oを含有することが確認された。

【００５６】

【表６】

図番	番号	面間隔[nm]（測定値）	面間隔[nm]（理論値）	ミラー指数
図20(A)	1	0.161	0.1572	202 (CuO)
	2	0.142	0.1373	1-13 (CuO)
	3	0.252	0.2511	-1-11 (CuO)
図20(B)	1	0.210	0.2135	020 (Cu_2O)
	2	0.152	0.1510	220 (Cu_2O)
	3	0.214	0.2135	200 (Cu_2O)

【００５７】

＜表面層の厚みとシア強度の測定＞

ポテンショスタット（商品名：ＨＳＶ－１００（北斗電工製））を用いて、実施例１のリードフレームの表面層の厚みを測定した。その結果、表面層の厚みは６３ｎｍであった

。リードフレームのパッドの上に接着剤を介してシリコンチップをマウントした。その後、大気中で２６０℃に加熱しながらパッドからシリコンチップを剥がす際のシア強度を、４０００Ｐｌｕｓボンドテスター（Ｎｏｒｄｓｏｎ　ＤＡＧＥ社製）を用いて測定した。シア速度は１００μｍ／ｓ、シア高さは１００μｍとした。ｎ＝１２で測定を行ったところ、シア強度の平均値は５．８１ＭＰａであった。

【００５８】

（比較例１）

　実施例１で用いたものと同じ基材（Ｃｕ基材）を準備した。実施例１と同様にして基材の電解めっき処理を行い、表面上に銅めっき膜（厚み：０．１μｍ）を形成した。これを比較例１のリードフレームとした。

【００５９】

　実施例１と同様に、ポテンショスタットを用いて、比較例１のリードフレームの表面層（銅めっき膜）の厚みを測定した。その結果、表面層の厚みは１．９ｎｍであった。リードフレームのパッドの上に接着剤を介してシリコンチップをマウントした。その後、大気中で２６０℃に加熱しながらシリコンチップを剥がす際のシア強度を実施例１と同じ方法で測定した。ｎ＝１２で測定を行ったところ、シア強度の平均値は１．７３ＭＰａであった。実施例１の方が比較例１よりもシア強度が大幅に高いことが確認された。

【００６０】

（実施例２）

　実施例１と同様の手順で、表面層の厚みが異なる複数種類のリードフレームを作製した。表面層の厚みは、表面処理の電流密度を調節することによって変更した。表面層の厚みは、ポテンショスタットを用いて測定した。それぞれのリードフレームのシア強度を、実施例１と同様にして測定した。図２１に、表面層の厚みとシア強度の関係を示す。図２１には比較例１及び実施例１のシア強度もプロットした。この結果から、表面層の厚みを大きくすることで、シア強度を十分に大きくできることが確認された。

【産業上の利用可能性】

【００６１】

　本開示によれば、高温環境下においても樹脂との密着性に優れるリードフレームが提供される。また、信頼性に優れるリードフレームパッケージが提供される。

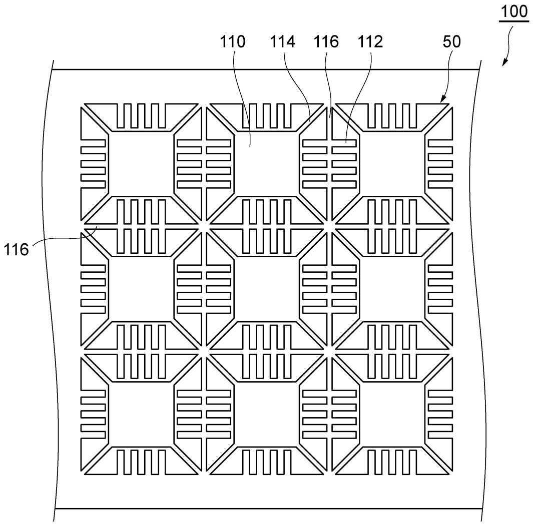
【符号の説明】

【００６２】

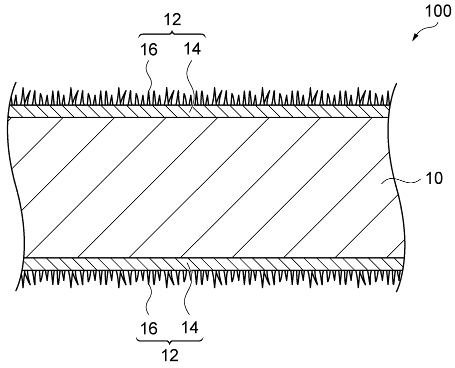
　１０…基材、１２…表面層、１４…銅めっき膜、１６…針状酸化物、３２，４２…電極、４０…電源、５０…単位フレーム、５２…アルカリ浴、６０…樹脂、７０…半導体チップ、７２…ボンディングワイヤ、１００…リードフレーム、１１０…パッド、１１２…リード、１１４…サポートバー、１１６…タイバー、２００…リードフレームパッケージ。

【図面】

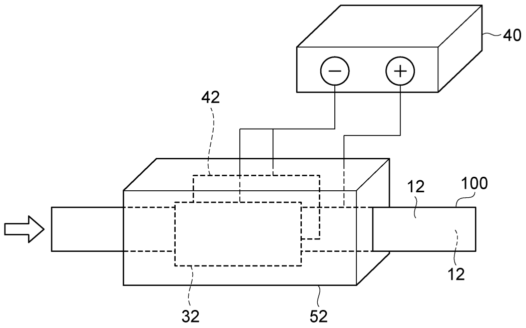
【図１】


100
110
114
116
112
50
116

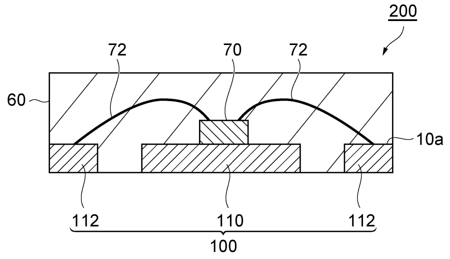
【図２】


12
16
14
100
10
16
14
12

【図３】


40
42
12
100
12
32
52

【図４】


200
72
70
72
60
10a
112
110
112
100

【図５】

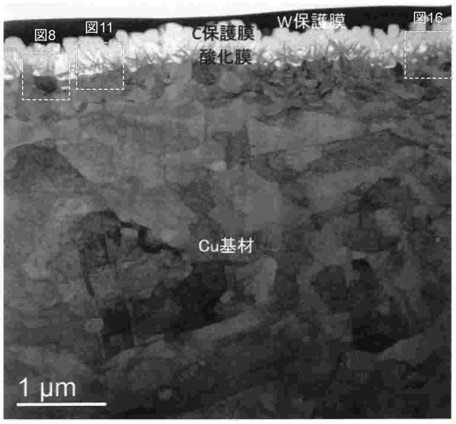
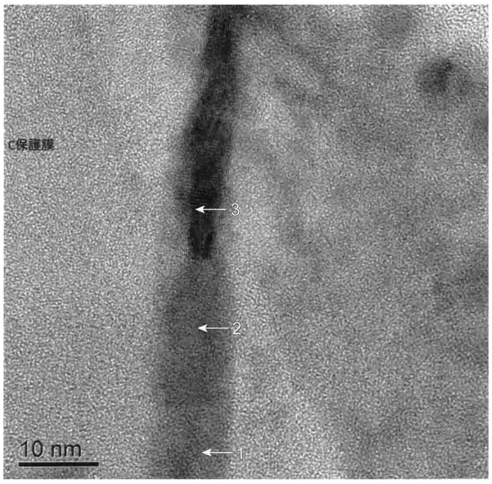
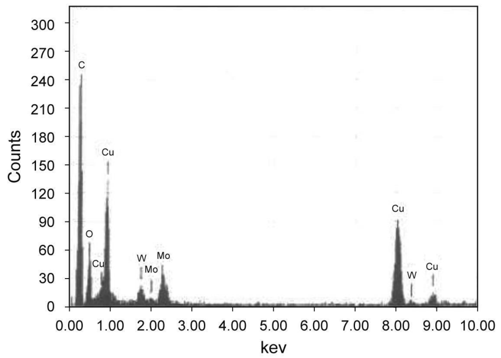


図8
図11
C保護膜
W保護膜
図16
酸化膜
Cu基材
1 μm

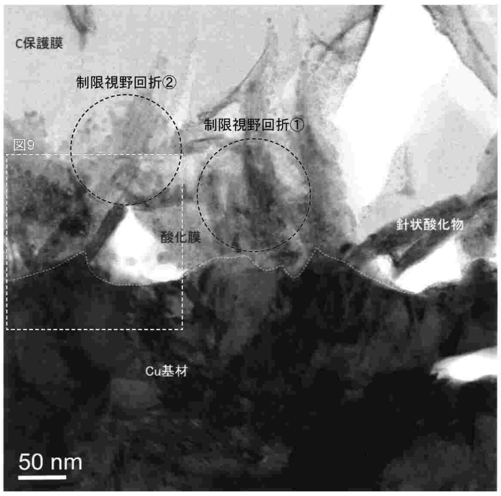
【図６】


C保護膜
3
2
1
10 nm

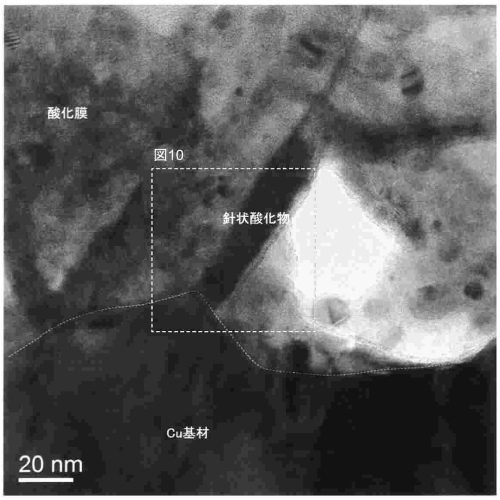
【図７】


Counts
300
270
240
210
180
150
120
90
60
30
0
C
Cu
O
Cu
W
Mo
Mo
Cu
W
Cu
0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00
kev

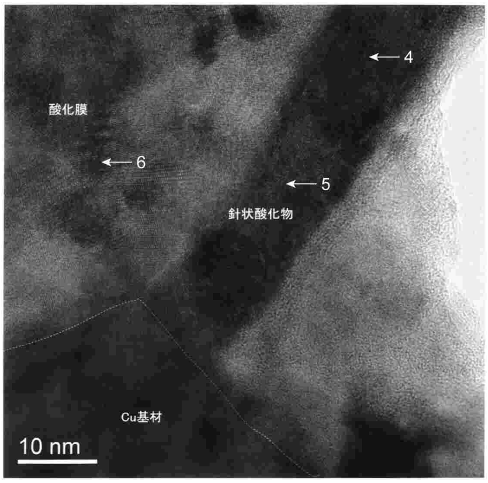
【図８】


C保護膜
制限視野回折②
制限視野回折①
図9
酸化膜
針状酸化物
Cu基材
50 nm

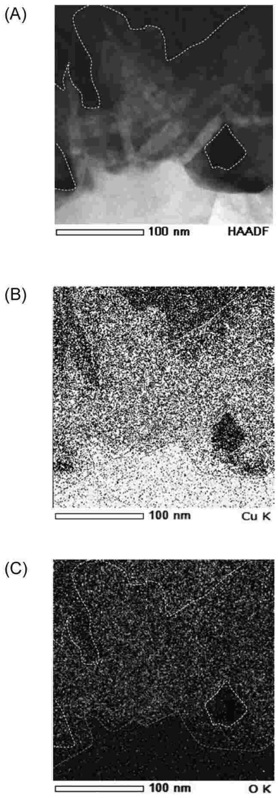
【図９】



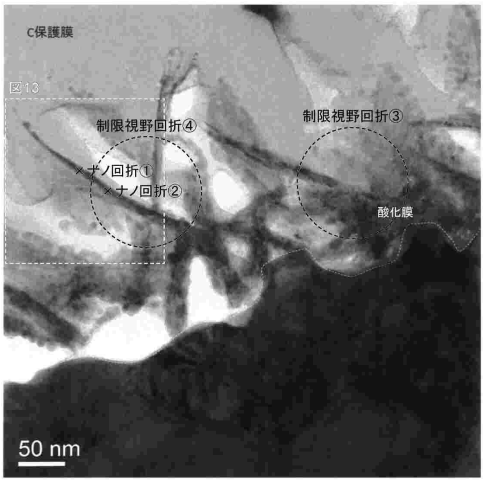
【図１０】



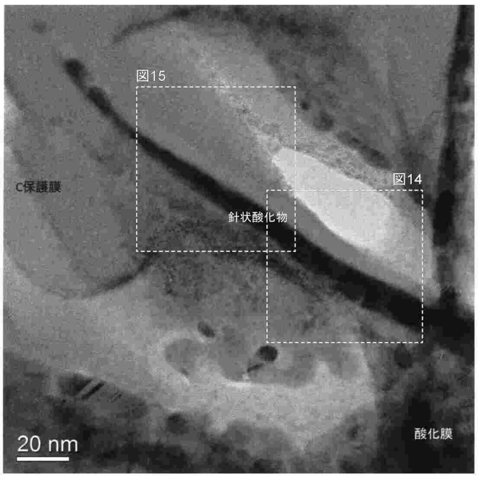
【図１１】



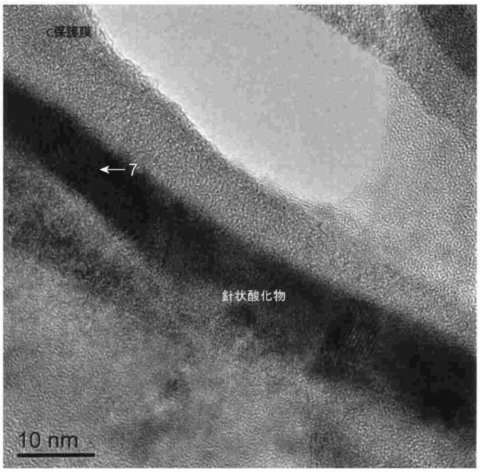
【図１２】



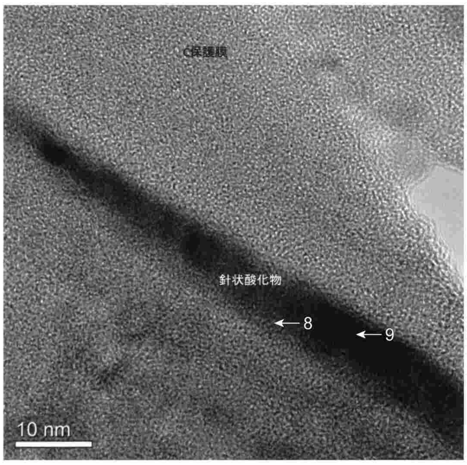
【図１３】



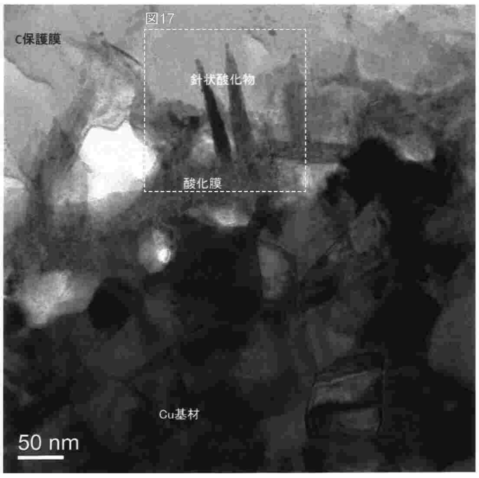
【図１４】



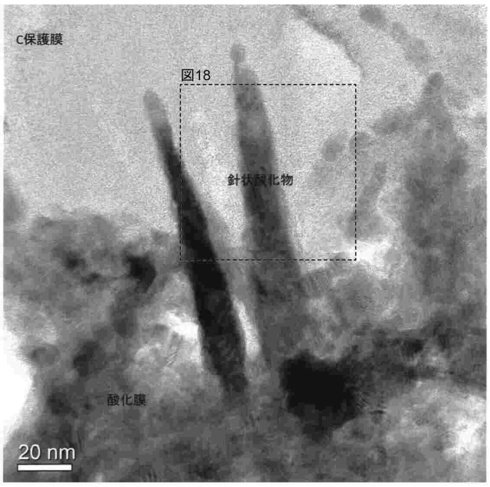
【図１５】



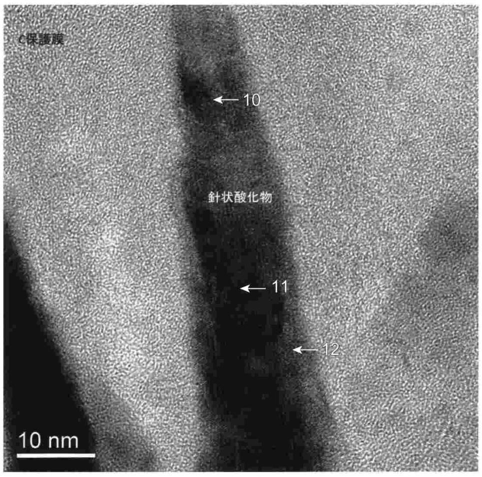
【図１６】



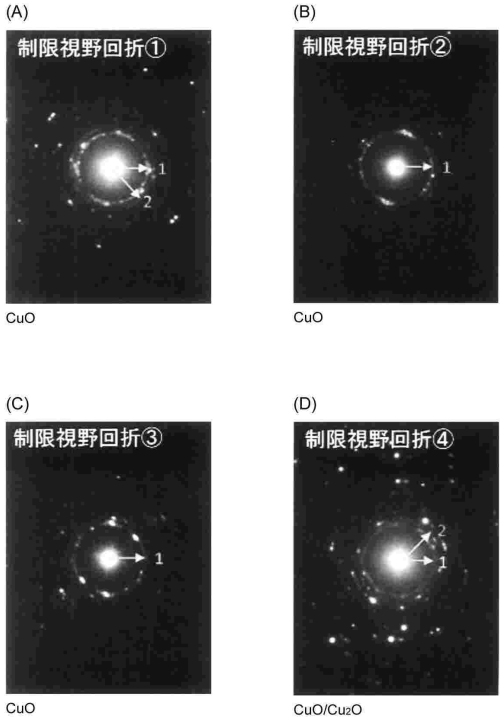
【図１７】



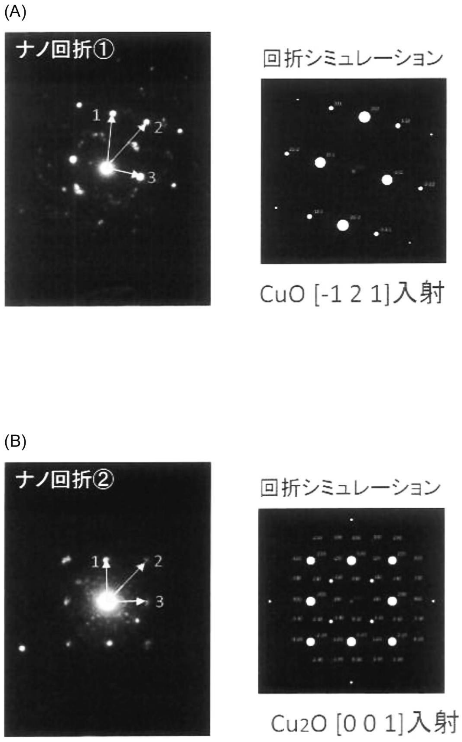
【図１８】



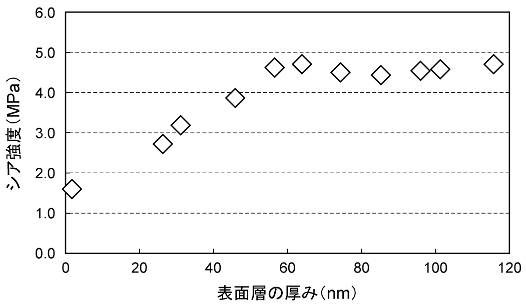
【図１９】



【図２０】



【図２１】



フロントページの続き

(56)参考文献　特開平１０－２８４６６８（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－３４９４９７（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－１３１００５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ２３／４８
Ｈ０１Ｌ２３／５０