

明 細 書

発明の名称：銅皮膜

技術分野

[0001] 本発明は、銅皮膜に関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスでは、リードフレームに半導体素子が実装され、半導体素子とリードフレームとの間はボンディングワイヤに依り電氣的に接合される。その後、実装された半導体素子、及びリードフレームは、モールド樹脂に依り固定される。近年、半導体素子の高効率化が原因で生じる発熱を抑える事や、半導体デバイスの部品の小型化においてモールド樹脂の密着性を高める事が求められている。

[0003] 半導体素子とリードフレームとの接合において、リードフレーム自身、及びその表面に算術平均高さ（Sa）が高い皮膜を形成し、リードフレームとモールド樹脂との密着を高める方法が報告されている。

[0004] 例えば、特許文献1は、素材金属の表面に下地めっき層を介して貴金属めっき層が形成されたリードフレームにおいて、前記下地めっき層を、前記素材金属上に極性反転成分を有しない直流電流又はパルス電流を用いてめっきされた平滑Niめっき層と、該平滑Niめっき層の上に極性反転パルスを含む電流を用いてめっきされた粗面化Niめっき層とによって形成したリードフレームを開示する。この技術は、ボンディングワイヤの密着が平滑面に得られる為、平滑Niめっき層と粗面化Niめっき層とをリードフレーム上に選択形成する必要がある。また、こうして得られた粗面化Niめっきの表面粗さ（Ra）は0.1～0.8 μm であり、その時の樹脂密着強度は22～25MPaである。

[0005] 例えば、特許文献2は、硫酸銅・5水和物を200g/L、硫酸を25g/L、塩酸を400ppm、インヒビターを13.75重量%、アクセラレータを7.5重量%含有するめっき液を開示する。このめっき液は、簡単な工程でモールド樹脂との間の密着性に優れた粗化表面を形成するとしている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2007-009334号公報

特許文献2：特開2022-127982号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、新たに、銅皮膜を提供する事を目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者は、鋭意検討した結果、銅合金から成るリードフレームに形成する銅皮膜として、銅皮膜が特定の比表面積を有する事に依り、リードフレームとモールド樹脂との密着性に優れる銅皮膜を開発した。

[0009] 即ち、本発明は、次の銅皮膜を包含する。

[0010] 項1.

金属リードフレームに形成する銅皮膜であって、
比表面積が $1.3 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g} \sim 2.2 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g}$ である粒子集合体皮膜から成り、
前記粒子集合体皮膜を形成する粒子集合体は、大きさが $15 \mu\text{m}$ 以下である、
銅皮膜。

[0011] 項2.

算術平均高さ（Sa）が $1.3 \mu\text{m} \sim 3.0 \mu\text{m}$ （レーザー顕微鏡に依る測定）である、前記項1に記載の銅皮膜。

[0012] 本発明の銅皮膜は、半導体デバイスのリードフレーム、及び回路基板の金属部分に形成する銅皮膜であり、モールド樹脂及びボンディングワイヤとの間の密着を高める銅皮膜である。

発明の効果

[0013] 本発明は、新たに、銅皮膜を提供する事が出来る。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]粗化めっき処理の対象となるリードフレームの構造を表す概略図である

。

[図2]密着強度試験の方法を示す図である。

[図3]本発明（実施例）の銅皮膜（A）、及び従来技術（比較例）の銅皮膜（B）を表す電子顕微鏡写真である。本発明の銅皮膜は比表面積が $1.3 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g}$ ～ $2.2 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g}$ の粒子集合体皮膜から成る。

[図4]本発明（実施例）の銅皮膜を表す電子顕微鏡写真である。本発明の銅皮膜は、比表面積が $1.3 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g}$ ～ $2.2 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g}$ である粒子集合体皮膜から成り、粒子集合体皮膜を形成する粒子（瘤状粒子）は、大きさが $15 \mu\text{m}$ 以下である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下に本発明を詳細に説明する。

[0016] 本発明を表す実施の形態は、発明の趣旨がより良く理解出来る説明であり、特に指定のない限り、発明内容を限定するものではない。

[0017] 本明細書において、「含む」及び「含有」は、「含む (comprise)」、「実質的にのみから成る (consist essentially of)」、及び「のみから成る (consist of)」の何れも包含する概念である。

[0018] 本明細書において、数値範囲を「A～B」で示す場合、A以上B以下を意味する。

[0019] [1] 銅皮膜

比表面積が $1.3 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g}$ ～ $2.2 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g}$ である粒子集合体皮膜から成り、粒子集合体皮膜を形成する粒子は、平均粒子径が $15 \mu\text{m}$ 以下である。

[0020] 本発明の銅皮膜は、金属リードフレームに形成する銅皮膜である。

[0021] 本発明の銅皮膜は、比表面積が $1.3 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g}$ ～ $2.2 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g}$ である粒子集合体皮膜から成る。

[0022] 粒子集合体皮膜を形成する粒子集合体（瘤（こぶ）状粒子）は、大きさが $15 \mu\text{m}$ 以下である。

[0023] 大きさが $15 \mu\text{m}$ 以下の粒子集合体は、平均粒子径が $2 \mu\text{m}$ ～ $3 \mu\text{m}$ の粒子が寄り集まって、粒子集合体を形成しているものである。

- [0024] 本発明の銅皮膜は、好ましくは、算術平均高さ（Sa）が $1.3\mu\text{m}\sim 3.0\mu\text{m}$ （レーザー顕微鏡に依る測定）である。
- [0025] 本発明の銅皮膜では、リードフレームを形成する金属は、好ましくは、銅合金、鉄-ニッケル合金等の合金を用い、より好ましくは、銅合金（銅合金から成るリードフレーム）を用いる。
- [0026] 従来、めっき方法に依ると、めっきされた粗化表面の金属めっき層は、熱履歴に因りモールド樹脂と剥離が生じたり、生成した金属皮膜の粗化表面とボンディングワイヤとの密着性が悪く、ボンディング強度が低かったりするという課題があった。
- [0027] 本発明は、こうした課題に鑑みて、簡単な工程で、モールド樹脂、及びボンディングワイヤとの間の密着性に優れた粗化表面を形成する銅皮膜を提供する。本発明の銅皮膜は、良好に、ワイヤボンディング強度を発揮する。
- [0028] 本発明は、P R（Periodic Reverse）パルス電解法を用いて、リードフレームに銅皮膜を形成する際に、リードフレームを電極として第1電流を第1期間流し、リードフレームの表面に極薄い銅皮膜を形成した後に、リードフレームA（モールドする領域、図1（a）において「A」で示す領域）を侵さない総印加電流量に調節した第2電流を第2期間流し、此れを所定回数繰り返す事に依り、リードフレーム上に、特定の比表面積を有する銅属皮膜を形成する。
- [0029] 本発明の銅皮膜を形成する電解工程は、例えば、従来技術（特開2022-127982号公報）と比較すると、その違いは、第1電流を第1期間、皮膜形成処理として流す事、第3電流を第3期間流す工程を設けない事、或は極短時間で処理している事である。
- [0030] 適用例1
本発明の銅皮膜は、好ましくは、銅塩、酸成分、ハロゲン化物イオン、含硫黄有機化合物（アクセラレータ）、非イオン系ポリエーテル高分子界面活性剤（インヒビター）を含有する銅めっきを用いて製造する。
- [0031] 適用例2

銅めっきでは、前記非イオン系ポリエーテル高分子界面活性剤（インヒビター）は、好ましくは、ポリエチレングリコール（PEG）を用い、前記含硫黄系有機化合物（アクセラレータ）は、好ましくは、ビス（3-スルホプロピル）ジスルフィド（SPS）を用いる。

[0032] 適用例3

本発明の銅皮膜は、P Rパルス電解工法を用いて製造する。

[0033] このP Rパルス電解工法は、リードフレームに銅めっきを施すめっき処理方法であり、前記めっき液を用いて、

（1）前記リードフレームを電極として、第1電流を第1期間流し、前記リードフレーム表面に皮膜を形成する第1膜形成処理と、

（2）前記第1膜形成処理後に、前記リードフレームを電極として、第2電流を第2期間流し、皮膜を溶解する溶解処理とを、

（3）所定回数、繰り返す事に依り、前記リードフレームにめっきを施す、めっき処理方法である。

[0034] このめっき処理方法を用いる事に依り、リードフレームの表面に、（1）銅皮膜が形成され、（2）形成された銅皮膜の溶解、及び（3）銅皮膜を溶解処理した部分への銅皮膜の形成が繰り返される事に依り、リードフレーム表面に粗化された銅皮膜（銅めっき）を形成する事が出来る。

[0035] リードフレームを形成する金属は、好ましくは、銅合金、鉄-ニッケル合金等の合金を用い、より好ましくは、銅合金（銅合金から成るリードフレーム）を用いる。

[0036] このめっき処理方法を用いる事に依り、被めっき物表層の対流層に、効果的に、銅イオン（I）を生成する事が出来、リードフレームと生成した銅皮膜との密着性は優れる。

[0037] このめっき処理方法（電解条件）を用いて、リードフレーム（金属材料）にめっきを行うと、リードフレームの表面が疎化され、リードフレームをモールド樹脂で接合（モールド）した場合、リードフレームとモールド樹脂との密着性に優れた粗化表面を形成する事が出来る。

- [0038] 形成された粗化表面は、従来工法で形成された銅皮膜に比べて、ボンディングワイヤとの密着強度は高い。
- [0039] P Rパルス電解工法は、前記めっき液（好ましくは、インヒビターとしてPEGを含み、アクセラレータとしてSPSを含むめっき液）を用いて、リードフレームに銅めっきを施すと、リードフレーム表面に、大きな瘤状粒子が密な状態で、且つ均一に形成される。こうして、リードフレーム表面が粗化され、リードフレームをモールド樹脂で接合した場合、リードフレームとモールド樹脂との間の密着性に優れる粗化表面（銅皮膜）を形成する事が出来る。形成された粗化表面は、リードフレームとボンディングワイヤとの密着性に優れる。
- [0040] 適用例4
- リードフレームの表面に形成した銅皮膜は、粒子集合体（瘤状粒子）から成る皮膜である。銅皮膜は、BET法（BET式（Brunauer, Emmet and Teller' s equation））に依って算出された比表面積が $1.3 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g} \sim 2.2 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g}$ の粒子集合体皮膜から成る。
- [0041] その粒子集合体皮膜を形成する粒子集合体は、大きさが $15 \mu\text{m}$ 以下である。
- [0042] 大きさが $15 \mu\text{m}$ 以下の粒子集合体は、平均粒子径が $2 \mu\text{m} \sim 3 \mu\text{m}$ の粒子が寄り集まって、粒子集合体を形成しているものである。
- [0043] 本発明の瘤（こぶ）状粒子は、底面部の断面積よりも上部の少なくとも一部の断面積の方が大きい形状のバルーン状の、或はバブル状の、所謂、アンダーカットが有る形状の粒子を表す。瘤状粒子は、それら瘤状粒子が複数個連続して成長している場合（粒子集合体皮膜）も含む。
- [0044] 銅皮膜は、好ましくは、レーザー顕微鏡に依って測定された算術平均高さ（Sa）が $1.3 \mu\text{m} \sim 3.0 \mu\text{m}$ であり、より好ましくは、 $1.5 \mu\text{m} \sim 3.0 \mu\text{m}$ である。
- [0045] リードフレームに、表面に大きな瘤状粒子が密な状態で、且つ均一に形成される。リードフレームの表面が粗化され、リードフレームをモールド樹脂で接合（モールド）した場合、リードフレームとモールド樹脂との間の密着性に優れる粗化表面（銅皮膜）を形成する事が出来る。形成された粗化表面

は、リードフレームとボンディングワイヤとの密着性に優れる。

[0046] 適用例5

銅皮膜の形成方法は、好ましくは、金属と樹脂を焼結させて作成する焼結法、金属材料又は樹脂材料を導電化した後電解めっきする方法等を用いる。

[0047] 従来、焼結法を用いて、金属多孔質を作製する場合、金属と、該金属よりも低融点の樹脂とを含む金属樹脂含有層を基材上に形成し、前記金属樹脂含有層に対して熱処理を行う事に依り、前記金属を焼結し、且つ前記樹脂を前記金属樹脂含有層から除去する事に依り金属多孔質体を得る事が出来る（例えば、再表2017/221500）。この技術は、得られる金属皮膜の形態が限られていたり、特殊な装置が必要であったりするという課題があった。

[0048] 本発明の銅皮膜は、半導体デバイスのリードフレーム、及び回路基板の金属部分に形成する銅皮膜であり、モールド樹脂及びボンディングワイヤとの間の密着を高める銅皮膜である。

[0049] [2] 銅皮膜の製造

(1) 銅皮膜を形成する銅めっき液（硫酸銅めっき液）

銅めっき液は、好ましくは、銅塩（銅（II）イオン）、酸成分、ハロゲン化物イオン、含硫黄有機化合物、及び非イオン系ポリエーテル高分子界面活性剤を含有する。

[0050] めっき液中の銅（II）イオンの濃度は、好ましくは、50g/L～270g/Lの範囲で調整する。銅塩（銅（II）イオン）は、好ましくは、硫酸銅を用い、硫酸銅として、200g/L～250g/Lの濃度で使用する。

[0051] 銅めっき液中の酸成分の濃度は、電気伝導性が得られれば良く、好ましくは、0g/L～100g/L、より好ましくは、0g/L～50g/Lの範囲で調整する。酸成分は、好ましくは、硫酸を用いる。

[0052] 銅めっき液中のハロゲン化物イオンの濃度は、好ましくは、10mg/L～500mg/L、より好ましくは、300mg/L～400mg/L（300ppm～400ppm）の範囲で調整する。ハロゲン化物イオンは、好ましくは、塩化物イオンを用いる。

[0053] 銅めっき液中の含硫黄有機化合物の濃度は、好ましくは、0.5mg/L～50mg

／L、より好ましくは、 $1\text{mg/L} \sim 5\text{mg/L}$ の範囲で調整する。

[0054] 含硫黄系有機化合物（アクセラレータ）は、好ましくは、ビス（3-スルホプロピル）ジスルフィド（SPS）を用いる。含硫黄系有機化合物（アクセラレータ）は、好ましくは、3-メルカプトプロパンスルホン酸、及びそのナトリウム塩、ビス（3-スルホプロピル）ジスルフィド、及びその2ナトリウム塩、N,N-ジメチルジチオカルバミン酸（3-スルホプロピル）エステル、及びそのナトリウム塩等の硫黄化合物を用いる。

[0055] 含硫黄有機化合物は、これらの含硫黄有機化合物を1種単独で用いても良く、或は2種以上を混合（ブレンド）して用いても良い。

[0056] 銅めっき液中の非イオン系ポリエーテル高分子界面活性剤の濃度は、好ましくは、 $0.01\text{g/L} \sim 10\text{g/L}$ （より好ましくは、 $150\text{mg/L} \sim 300\text{mg/L}$ の範囲で調整する。

[0057] 非イオン系ポリエーテル高分子界面活性剤（インヒビター）は、好ましくは、ポリエチレングリコール（PEG）を用いる。用いるPEGの平均分子量は、好ましくは、600～6,000程度、より好ましくは、1,000～4,000程度である。非イオン系ポリエーテル高分子界面活性剤（インヒビター）は、好ましくは、ポリプロピレングリコール、ポリエチレンオキシド、ポリオキシアルキレングリコール等のポリエーテル化合物を用いる。

[0058] 非イオン系ポリエーテル高分子界面活性剤は、これらの非イオン系ポリエーテル高分子界面活性剤を1種単独で用いても良く、或は2種以上を混合（ブレンド）して用いても良い。

[0059] (2) 銅皮膜を形成する銅めっき方法

パルス条件

P Rパルス電解法に依る銅めっき方法は、前記酸性の銅めっき液を用い、被めっき物をカソードとして、P Rパルス電流を通電して、電解銅めっきを行う。

[0060] 銅めっき液を用いるP Rパルス電流の通電条件は、銅めっき皮膜析出の為の正電解の電流密度を、好ましくは、 $0.5\text{ASD (A/dm}^2) \sim 200\text{ASD (A/dm}^2)$ 程

度、より好ましくは、75ASD～100ASD程度、更に好ましくは、40ASD～60ASDとする。

[0061] 銅めっき液を用いるP Rパルス電流の通電条件は、銅めっき皮膜溶解する為の負電解の電流密度を、好ましくは、0.2ASD～100ASD、より好ましくは、20ASD～50ASD程度、更に好ましくは、20ASD～35ASDとする。

[0062] 正電流印加時間（被めっき物に銅を析出させる電流時間、正電解時間）は、好ましくは、10ミリ秒～1,000ミリ秒（msec）程度、より好ましくは、50ミリ秒～300ミリ秒程度、更に好ましくは、85ミリ秒～120ミリ秒とする。

[0063] 負電流印加時間（被めっき物から銅を溶出させる電流時間、負電解時間）は、好ましくは、0.1ミリ秒～100ミリ秒とし、より好ましくは、4ミリ秒～25ミリ秒（更に好ましくは、10ミリ秒～15ミリ秒）とする。

[0064] P Rパルス電解法に依る銅めっき方法は、好ましくは、正電流印加時間を50ミリ秒～300ミリ秒とし、正電流／負電流の印加時間比（正電流印加時間／負電流印加時間）＝7以上、30未満のP Rパルス電解条件で行う。

[0065] 従来技術（特開2022-127982号公報）と比較すると、従来技術は、被めっき物（カソード）を溶解させる膜破壊電流を第1電流とし、被めっき物に銅を析出させる電流を第2電流としている。更に、第1電流、及び第2電流を、夫々、第1期間、及び第2期間通電した後に、陽極と陰極の間の電位差を0 [V] として50 [ms]（第3期間）保ち、皮膜を形成している。

[0066] めっき処理

(1) 前処理

リードフレームに前処理を行う。前処理は、脱脂や酸洗いなどの処理である。銅合金であるリードフレームの表面に付着している油分、金属粉等の汚れを除去し、めっきに適した清浄な状態にする。

[0067] 前処理は、好ましくは、ソフトエッチング、脱脂、及び酸洗いを実施する。

[0068] (2) 銅皮膜の形成

リードフレームを陰極、不溶性陽極（イリジウム（Ir）コーティング）を

陽極として、電流密度を、好ましくは、0.5ASD～200ASD程度、より好ましくは、75ASD～100ASD程度の範囲と成る電流（第1電流）を流した状態を、好ましくは、10ミリ秒（msec）～1,000ミリ秒程度とし、より好ましくは、50ミリ秒～300ミリ秒程度とする（第1期間）を保つ。

[0069] （3）銅皮膜の破壊（銅イオン（I）生成期間）

次に、電流密度を、好ましくは、0.2ASD～100ASD程度、より好ましくは、30ASD～50ASD程度と成る電流（第2電流）を流した状態を、好ましくは、0.1ミリ秒（msec）～100ミリ秒程度とし、より好ましくは、4ミリ秒～25ミリ秒程度とする（第2期間）を保つ。

[0070] （4）銅皮膜が形成され、形成された銅皮膜の溶解の繰り返し

前記（2）、及び（3）を、リードフレーム上に形成させる銅皮膜（銅めっき）の比表面積が $1.3 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g} \sim 2.2 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g}$ である粒子集合体皮膜から成る銅皮膜と成る様に、所定回数、繰り返す。その粒子集合体皮膜を形成する粒子（瘤状粒子）は、平均粒子径が $15 \mu\text{m}$ 以下である。

[0071] リードフレームの構造（図1）

図1に基づき、粗化めっき処理の対象と成る金属材料であるリードフレーム10の構造を説明する。図1は、粗化めっき処理の対象と成るリードフレーム10の概略の構造を示す。図1（a）は平面図、図1（b）は、リードフレーム10をモールド樹脂30でパッケージングした集積回路3の断面図である。

[0072] リードフレーム10は、銅合金製であり、半導体素子5を支持固定するダイパッド11、半導体素子5との配線（ボンディングワイヤ12）が繋がるインナーリード13、外部配線との橋渡しをするアウターリード14等を備える。

[0073] リードフレーム10は、図1（b）に示す様に、モールド樹脂30で成形され、IC等の集積回路3と成る。この樹脂成形の際に発生する樹脂バリを確実に除去する為に、リードフレーム10において、モールドする領域（図1（a）において「A」で示す領域）のみを粗化めっき処理し、モールドしない領域には、粗化めっきを施さない様にする。

実施例

[0074] 以下に、実施例を示して本発明を具体的に説明する。

[0075] 本発明は、以下の具体的な実施例に限定されない。

[0076] [1] リードフレームの粗化めっき処理

[0077] [表1]

表1：銅めっき 条件		
硫酸銅めっき 液組成	主成分	硫酸銅 250g/L、硫酸 50g/L、 塩化物イオン 400ppm
	添加剤	PEG（高分子量域） 250mg/L
		硫黄系化合物 3mg/L
P R パルス	電流密度	正 40～60ASD 負 20～35ASD
電解法	印加時間	正 85～120 ミリ秒 負 10～15 ミリ秒
	温度	25℃

[0078] 密着強度試験（図2）

図2に基づき、密着強度試験の方法を説明する。

[0079] (1) 粗化めっきを施した試験フレーム10から1cm角のテストピース（リードフレーム（金属材料）10）を分断し個片にする。

(2) 粗化めっき面を上にしてモールド樹脂30を成形する。

(条件) 時間：90秒+ α 、温度：180℃

(3) 乾燥させる。

(条件) 時間：8時間、温度：175℃

(4) 恒温恒湿器に入れて環境加速試験を行う。

(条件) 時間：168時間、温度：88℃、湿度：85%

(環境加速度試験JEDEC規格 MSL1準拠)

(5) リフロー加熱試験を行う。

(条件) 回数：10回、時間：1分→1分、

温度：180℃～190℃→230℃～240℃

(環境加速度試験JEDEC規格 MSL1準拠)

(6) シェア強度の試験を行う。

[0080] シェア試験では、図2に示す様に、台座40の上にテストピースとしてリードフレーム（金属材料）10を載置し、その上に成形したモールド樹脂30の側面

をツール41で押して力を加える（図2の中において矢印で示している）。そしてモールド樹脂30がテストピースから剥離した時の圧力を密着強度とする。

[0081] 比表面積測定（Krガス吸着法）

試料：銅皮膜

測定分析装置：マイクロメリティックス社製3Flex（比表面積測定装置）

マイクロメリティックス社製Smart VacPrep（前処理装置）

測定分析方法：銅皮膜を、大型特殊セルに採取し、前処理装置を用いて110℃、6時間の減圧脱気処理を施した後、Krガスに依る比表面積測定を行う。

[0082] KrガスのMolecular Cross-Sectional Areaは、 0.202nm^2 に設定する。

[0083] 測定分析結果：測定は、約 $P/P_0=0.3$ まで行う。

[0084] [2] 銅皮膜の評価

比較例の銅皮膜（図3（B））

図3（B）は、従来技術（特開2022-127982号公報）に記載の方法を用いて、めっき処理したリードフレームの表面を2,500倍に拡大した図である（比較例の銅皮膜）。

[0085] 比較例の銅皮膜は、そのリードフレーム表面は、不規則な大きさの粒子がランダムに形成された。

[0086] 比較例の銅皮膜は、算術平均高さ（Sa）は、 $2.7\mu\text{m}\sim 3.0\mu\text{m}$ であった。

[0087] 比較例の銅皮膜は、ワイヤボンディング強度は、50mN～60mNであった。

[0088] 比較例の銅皮膜は、樹脂密着強度は、25MPa～30MPaであった。

[0089] 実施例の銅皮膜（図3（A）、図4）

図3（A）に、本発明の粗化めっき処理を行ったリードフレームの表面の形態を電子顕微鏡で観察した写真を示す（実施例の銅皮膜）。図3（A）は、前記めっき液、及び粗化めっき処理方法（PRパルス電解法）を用いて、めっき処理したリードフレームの表面を2,500倍に拡大した図である。

[0090] 実施例の銅皮膜は、多数の瘤状の粒子が高密度、且つ均一に形成された銅皮膜を形成した。

[0091] 実施例の粗化めっき（銅皮膜）を施したリードフレームの表面には、大き

さが5μm～10μm程度の瘤状の粒子集合体から成る銅皮膜を形成した。実施例の銅皮膜は、瘤状粒子に対して、更に細かい瘤状粒子が形成された立体的な形状の瘤状粒子が緻密、且つ、規則的に連結された銅皮膜（粒子集合体皮膜）であった。

[0092] 実施例のリードフレームの表面に形成した銅皮膜は、粒子集合体皮膜（瘤状粒子）から成り、Krガス吸着法（BET法）に依って算出された比表面積は、比表面積が $1.3 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g} \sim 2.2 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g}$ であった。その粒子集合体皮膜を形成する粒子は、平均粒子径が15μm以下である。

[0093] 実施例の銅皮膜の算術平均高さ（Sa）は、2.0μm～2.8μmであった。

[0094] 実施例の瘤状粒子は、底面部の断面積よりも上部の少なくとも一部の断面積の方が大きい形状のバルーン状の、或はバブル状の、所謂、アンダーカットが有る形状の粒子を表す。瘤状粒子は、それら瘤状粒子が複数個連続して成長している場合も含む。

[0095] 実施例の銅皮膜のワイヤボンディング強度は、70mN～80mNであった。

[0096] 実施例の銅皮膜の樹脂密着強度は、30MPa～37MPaであった。

[0097] [表2]

表2：工法及び 評価結果						
	工法	算術 平均高さ (Sa) (μm)	比表面積 (BET法) (×10 ⁻³ m ² /g)		ボンディ ング強度 (mN)	モールド 樹脂密着 強度 (MPa)
実施 例	本発明の 工法	2.6	2.2		79	35.4
	焼結法	2.5	2.1		74	34.2
比 較 例	粗化Cuめっき (先行特許2)	2.8	1.6		55	27.2
	粗化Niめっき (従来工法)	1.1	1.3 (モールド 樹脂部)	1.2 (平滑部)	66	24.3
	ブラウン オキサイド 処理	0.5	1.1		31	13.4
	未処理	0.2	1		52	13.1

[0098] [3] 産業上の利用可能性

本発明を適用した粗化めっき処理方法を用いた場合、規則的な形状の瘤状粒子がリードフレームの表面に緻密に規則的に形成された銅皮膜を製造する

事が出来る。

[0099] 本発明の銅皮膜は、比表面積が高く、従って、モールド樹脂の成形を行った場合、モールド樹脂が各瘤状粒子の間に入り込んだ後、アンカー効果を發揮する。

[0100] 本発明の銅皮膜は、従来技術と比較して、形成した皮膜粒子が瘤状の粒子集合体皮膜を形成する事から、ワイヤボンディング時に、ボンディングワイヤとの密着性が強い。

[0101] 本発明の銅皮膜は、従来の針状、円錐状、角錐状等の粗化めっき方法を用いて形成する粒子に比べて、多くのモールド樹脂を、その瘤状の粒子集合体皮膜の間に充填する事が出来、めっき層に対するモールド樹脂の密着強度は高い。

[0102] 本発明の銅皮膜は、また、ボンディングワイヤとの密着強度は高い。

符号の説明

- [0103]
- | | |
|----|-----------|
| 3 | 集積回路 |
| 5 | 半導体素子 |
| 10 | リードフレーム |
| 11 | ダイパッド |
| 12 | ボンディングワイヤ |
| 13 | インナーリード |
| 14 | アウターリード |
| 30 | モールド樹脂 |
| 40 | 台座 |
| 41 | ツール |

請求の範囲

- [請求項1] 金属リードフレームに形成する銅皮膜であって、
 比表面積が $1.3 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g} \sim 2.2 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{g}$ である粒子集合体皮膜から成り、
 前記粒子集合体皮膜を形成する粒子集合体は、大きさが $15 \mu\text{m}$ 以下である、銅皮膜。
- [請求項2] 算術平均高さ（Sa）が $1.3 \mu\text{m} \sim 3.0 \mu\text{m}$ である、請求項1に記載の銅皮膜。