

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-155746

(P2020-155746A)

(43) 公開日 令和2年9月24日(2020.9.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 23/50 (2006.01)	H01L 23/50	D 4K024
C25D 5/12 (2006.01)	C25D 5/12	5F067
C25D 5/16 (2006.01)	C25D 5/16	
C25D 7/00 (2006.01)	C25D 7/00	G

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2019-55683 (P2019-55683)  
 (22) 出願日 平成31年3月22日 (2019. 3. 22)  
 (11) 特許番号 特許第6744020号 (P6744020)  
 (45) 特許公報発行日 令和2年8月19日 (2020. 8. 19)

(71) 出願人 517363861  
 大口マテリアル株式会社  
 鹿児島県伊佐市大口牛尾1746番地2  
 (74) 代理人 110001405  
 特許業務法人篠原国際特許事務所  
 (74) 代理人 100065824  
 弁理士 篠原 泰司  
 (74) 代理人 100104983  
 弁理士 藤中 雅之  
 (74) 代理人 100166394  
 弁理士 鈴木 和弘  
 (72) 発明者 菱木 薫  
 鹿児島県伊佐市大口牛尾1746番地2  
 大口マテリアル株式会社内

最終頁に続く

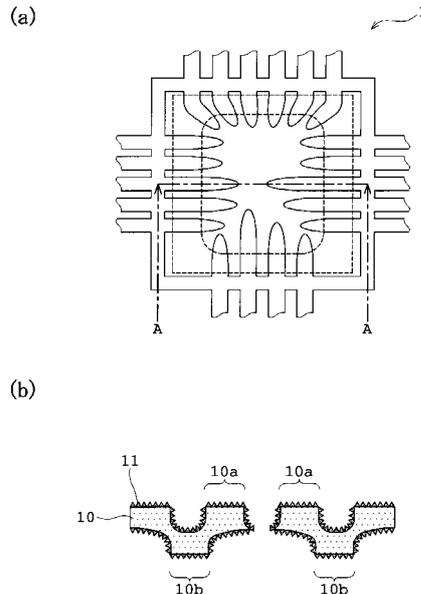
(54) 【発明の名称】 リードフレーム

(57) 【要約】

【課題】リードフレーム基材の全面に、銀めっきが最表面層のめっきとして施されたリードフレームにおいて、コストや作業時間を低減して、生産性を向上させながら、銀めっき層を含むめっき層全体の厚さを薄く抑え、且つ、封止樹脂との密着性を格段に高くすることの可能なリードフレームを提供すること。

【解決手段】銅系材料からなるリードフレーム基材10の全面に針状の突起群を有する粗化銀めっき層11を最表面層のめっき層として備え、粗化銀めっき層は、結晶方位<001>、<111>、<101>の夫々の比率のうち結晶方位<101>の比率が最も高い結晶構造を有する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

銅系材料からなるリードフレーム基材の全面に、針状の突起群を有する粗化銀めっき層を最表層のめっき層として備え、該粗化銀めっき層は、結晶方位  $\langle 001 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 、 $\langle 101 \rangle$  の夫々の比率のうち結晶方位  $\langle 101 \rangle$  の比率が最も高い結晶構造を有することを特徴とするリードフレーム。

**【請求項 2】**

前記粗化銀めっき層の平均結晶粒径が、 $0.28 \mu\text{m}$  より小さいことを特徴とする請求項 1 に記載のリードフレーム。

**【請求項 3】**

前記リードフレーム基材と前記粗化銀めっき層との間に、下地めっき層を備えていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のリードフレーム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、リードフレーム基材の全面に、銀めっきが最表層のめっきとして施された半導体用リードフレームに関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

半導体素子搭載用部品の一つとしてリードフレームがある。従来、リードフレーム基材の全面または一部に銀めっきが最表層のめっきとして施されたリードフレームが多く使用されているが、銀または銀を含有する合金は封止樹脂との密着性が悪く、衝撃や熱によってリードフレームと封止樹脂が容易に剥離するため、信頼性に問題がある。

この問題に対しては、リードフレーム基材の表面をマイクロエッチング処理によって凹凸を形成した粗化状態とすることで物理的なアンカー効果を生み出し、封止樹脂との密着性を向上させる手法が知られている。

しかし、リードフレームの製造において多く用いられているリードフレーム基材は、ケイ素を含む銅合金からなり、マイクロエッチング処理によってスマットと呼ばれる不純物残渣が発生する。このため、銅合金からなるリードフレーム基材の表面をマイクロエッチング処理によって凹凸を形成した粗化状態とする手法は使用できない。

**【0003】**

また、銅合金からなるリードフレーム基材を用いたリードフレームの場合、半導体素子との接合時に用いる金属線との良好な接合性を確保するために、下地の銅合金からなるリードフレーム基材に存在する銅の拡散の影響を最小化する必要がある。このため、銀または銀を含有する合金などの貴金属または貴金属合金からなるめっき層を、下地めっき層を設けずに直接、銅合金からなるリードフレーム基材の上に形成する場合は、一般的にその貴金属または貴金属合金からなるめっき層の厚さを  $2 \mu\text{m}$  以上にすることが必要である。

その一方で、近年、半導体パッケージは小型化、低コスト化のため、軽薄短小での高密度実装が求められている。小型化のためには、めっき層の厚さをより薄くすることが求められており、貴金属または貴金属合金からなるめっき層の厚さに関しては、低コスト化の観点からもより一層薄くすることが求められている。

**【0004】**

銅合金からなるリードフレーム基材を用いたリードフレームにおいて、貴金属または貴金属合金からなるめっき層の厚さを薄くするための方策の一つに、貴金属または貴金属合金からなるめっき層の下地めっき層として、銅の拡散を抑制する効果のあるニッケルまたはニッケルを含有する合金によるめっき層を形成することで、貴金属または貴金属合金からなるめっき層の厚さを薄くする手法がある。

しかし、貴金属または貴金属合金からなるめっき層が薄くなると樹脂との密着性が悪化し易い。

**【0005】**

10

20

30

40

50

これらの問題に関連する従来技術として、特許文献1には、貴金属または貴金属合金からなるめっき層の下地めっき層に関し、銅合金の全面に緻密で平坦なニッケルめっき層を形成し、その上に縦方向への結晶成長を横方向への結晶成長よりも優先させたニッケルめっき層を形成して表面を凹凸のある面とすることにより物理的なアンカー効果を生み出し、封止樹脂との密着性を向上させる技術が開示されている。

【0006】

また、特許文献2には、貴金属または貴金属合金からなるめっき層の下地めっき層に関し、銅合金上に山形状のニッケルめっき層を形成した後、その上にレベリング性の良いニッケルめっき層を形成することで凹凸形状を半球状とすることにより、封止樹脂との密着性を向上させ、且つ、エポキシ樹脂成分の滲み出しを防止する技術が開示されている。

10

【0007】

また、特許文献3には、粗面のニッケル層上に金層と銀層からなる貴金属めっき層を形成する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特許第3259894号公報

【特許文献2】特許第4853508号公報

【特許文献3】特許第5151438号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

これらの特許文献の技術は、樹脂との密着性を向上させるために、下地のめっき層を、表面が粗化面となるように形成し、その上に、粗化面の形状に追従するように貴金属めっき層を積層するものである。しかし、下地のめっき層の表面の粗化面を、貴金属めっき層が積層されても樹脂との密着性を向上できる凹凸形状を有する面となるように形成するには、下地のめっき層を厚く形成する必要がある、しかも、下地めっき層を粗化するためのめっき速度は低速であるため、作業時間が増大してコスト高となり、生産性が低下してしまう。

また、樹脂との密着性を向上させるための他の方策として、リードフレーム基材の表面に平滑な貴金属めっき層を形成後、貴金属めっき層の表面を粗化することも考えられるが、貴金属めっき層の表面を、樹脂との密着性を向上できる凹凸形状を有する粗化面となるように形成するには、粗化面を形成する前の平滑な貴金属めっき層を厚く形成する必要があるため、貴金属めっき層のコストが増大し、生産性が低下してしまう。

30

しかも、平滑なめっき層を形成後、表面を粗化するのでは、粗化する際に除去されるめっき金属が無駄となってしまう。

【0010】

しかるに、本件発明者が試行錯誤を重ねたところ、上記各特許文献に開示されている技術に比べて、表面の粗化面を形成するためのコストや作業時間を低減して、生産性を向上させながら、めっき層全体の厚さを薄く抑え、且つ、封止樹脂との密着性を格段に高くし得る余地があることが判明した。

40

【0011】

本発明は上記課題を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、リードフレーム基材の全面に、銀めっきが最表層のめっきとして施されたリードフレームにおいて、コストや作業時間を低減して、生産性を向上させながら、銀めっき層を含むめっき層全体の厚さを薄く抑え、且つ、封止樹脂との密着性を格段に高くすることの可能なリードフレームを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するため、本発明のリードフレームは、銅系材料からなるリードフレ

50

ム基材の全面に、針状の突起群を有する粗化銀めっき層を最表層のめっき層として備え、該粗化銀めっき層は、結晶方位  $\langle 001 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 、 $\langle 101 \rangle$  の夫々の比率のうち結晶方位  $\langle 101 \rangle$  の比率が最も高い結晶構造を有することを特徴とする。

【0013】

また、本発明のリードフレームにおいては、前記粗化銀めっき層の平均結晶粒径が、 $0.28 \mu\text{m}$ より小さいのが好ましい。

【0014】

また、本発明のリードフレームにおいては、前記リードフレーム基材と前記粗化銀めっき層との間に、下地めっき層を備えているのが好ましい。

【発明の効果】

10

【0015】

本発明によれば、リードフレーム基材の全面に、銀めっきが最表層のめっきとして施されたリードフレームにおいて、コストや作業時間を低減して、生産性を向上させながら、銀めっき層を含むめっき層全体の厚さを薄く抑え、且つ、封止樹脂との密着性を格段に高くすることの可能なリードフレームが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の第1実施形態に係るリードフレームの一例を示す図で、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A断面を模式的に示した説明図である。

20

【図2】本発明の第1実施形態に係る多列配列されたリードフレームの一例を示す平面図である。

【図3】本発明の第1実施形態に係る半導体素子実装用のリードフレームの製造手順の一例を示す説明図である。

【図4】本発明の第1実施形態に係る半導体素子実装用のリードフレームを用いた半導体パッケージの製造手順の一例を示す説明図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係るリードフレームの一例を示す図で、(a)は平面図、(b)は(a)のB-B断面を模式的に示した説明図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る多列配列されたリードフレームの一例を示す平面図である。

30

【図7】本発明の第2実施形態に係る半導体素子実装用のリードフレームの製造手順の一例を示す説明図である。

【図8】本発明の第2実施形態に係る半導体素子実装用のリードフレームを用いた半導体パッケージの製造手順の一例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

実施形態の説明に先立ち、本発明を導出するに至った経緯及び本発明の作用効果について説明する。

本件発明者は、表面の粗化面を形成するためのコストや作業時間を低減して、生産性を向上させながら、封止樹脂との密着性を向上させ、且つ、めっき層全体の厚さを薄くするためには、リードフレーム基材に対し、表面が粗化された下地めっき層を設けずに、表面が粗化された銀めっき層を、平滑な銀めっき層の表面を粗化することなく形成するか、下地めっき層を平滑に形成し、その上に表面が粗化された銀めっき層を、平滑な銀めっき層の表面を粗化することなく形成することが必要であると考えた。

40

そして、本件発明者は、試行錯誤の過程において、銅系材料からなるリードフレーム基材の全面に、平滑な銀めっき層の表面を粗化することなく表面が粗化された銀めっき層として、針状の突起群を有する粗化銀めっき層を最表層のめっき層として備えたリードフレームを導出した。

なお、本願において、粗化銀めっき層が有する針状の突起群とは、表面積比(ここでは、平滑な面の表面積に対する、粗化銀めっき層の表面積の比率)が $1.30$ 以上 $6.00$ 以下となる複数の針状の突起の集合体をいう。

50

粗化銀めっき層を、このような表面積比となる針状の突起群を有する形態に形成すると、封止樹脂が個々の針状の突起の根元にまで流入し易くなり、封止樹脂が硬化したときに接触面積の増加や凹凸形状による物理的なアンカー効果を発揮し得ることが判明した。

【0018】

さらに、本件発明者が試行錯誤を重ねた結果、針状の突起群を有する粗化銀めっき層は、従来の平滑な銀めっき層や、平滑な銀めっき層の表面を粗化することによって粗化面が形成された粗化銀めっき層の結晶構造とは異なる、所定の結晶方位の比率を大きくした結晶構造が成長することによって形成されること、及び、当該結晶構造が大きく成長することによって形成された針状の突起群を有した粗化面は、従来の技術によって形成された粗化面と比べて、封止樹脂との密着性を格段に向上させる効果があることが判明し、本発明を導出するに至った。

10

【0019】

本発明のリードフレームは、銅系材料からなるリードフレーム基材の全面に、針状の突起群を有する粗化銀めっき層を最表層のめっき層として備え、粗化銀めっき層は、結晶方位<001>、<111>、<101>の夫々の比率のうち結晶方位<101>の比率が最も高い結晶構造を有する。

本発明のリードフレームのように、粗化銀めっき層が、1.30以上6.00以下となる表面積比（ここでは、平滑な面の表面積に対する粗化銀めっき層の表面積の比率）の針状の突起群を有していれば、封止樹脂が個々の針状の突起の根元にまで流入し易くなる。このため、封止樹脂が硬化したときに接触面積の増加や凹凸形状による物理的なアンカー効果を発揮し、良好な密着性を得ることができる。なお、針状の突起群における個々の針状の突起の伸びる方向は一様では無く、上方向や斜め方向は勿論のこと、曲がった針の形状も含まれる。針状の突起群における個々の針状の突起が放射線状にランダムに伸びた形態であると、より一層の封止樹脂へのアンカー効果を高めることができる。

20

【0020】

しかも、本発明のリードフレームのように、銅系材料からなるリードフレーム基材の全面に最表層のめっき層として備わる針状の突起群を有する粗化銀めっき層を、結晶方位<001>、<111>、<101>の夫々の比率のうち結晶方位<101>の比率が最も高い結晶構造を有した構成にすれば、例えば、表面積比（ここでは、平滑な面の表面積に対する銀めっき層の表面積の比率）が1.30未満の凹凸による粗化面を有する銀めっき層や、結晶方位<001>、<111>、<101>の夫々の比率のうち結晶方位<101>の比率が最も高い結晶構造とは異なる、従来の結晶構造を有する、平滑な銀めっき層の表面を粗化することによって粗化面が形成された粗化銀めっき層に比べて、更に深部にまで封止樹脂が入り込み易くなり、封止樹脂との密着性がより一層高くなる。

30

また、本発明のリードフレームのようにすれば、上面側における半導体素子を搭載する半導体素子搭載部や、半導体素子と直接的に又はワイヤーを介して電気的な接続を行う内部接続用端子部、下面側における外部機器との電気的な接続を行う外部接続用端子部においては、粗化銀めっき層の針状の突起群により、半田やペースト等の接続部材との接触面積が増加することで水分の浸入を防止できるとともに、熱膨張によるひずみが抑制され、接続部材とめっき被膜間の層間剥離が抑制される。

40

【0021】

なお、本発明のリードフレームの結晶方位<001>、<111>、<101>の夫々の比率のうち結晶方位<101>の比率が最も高い結晶構造を有する、針状の突起群を有する粗化銀めっき層は、リードフレーム基材を下地として形成することができる。

また、本発明のリードフレームのようにすれば、結晶方位<001>、<111>、<101>の比率のうち結晶方位<101>の比率が最も高い結晶構造を有する、針状の突起群を有する粗化銀めっき層により、封止樹脂との密着性を格段に向上させることができる結果、高温環境下における、リードフレーム基材の材料をなす銅の拡散を抑制するためのバリアめっき層を下地めっき層として形成する必要がある場合は、下地の銅の拡散を抑制する厚さまで、バリアめっき層を薄く平滑に形成すれば足り、表面が粗化されたバリア

50

めっき層の形成は不要となる。

また、結晶方位  $\langle 001 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 、 $\langle 101 \rangle$  の夫々の比率のうち結晶方位  $\langle 101 \rangle$  の比率が最も高い結晶構造を有する、針状の突起群を有する粗化銀めっき層は、後述の条件での銀めっきにより、平滑な銀めっき層の表面を粗化することなく形成できる。

このため、本発明のリードフレームのようにすれば、樹脂との密着性を向上させるための粗化面の形成コストを最小化でき、且つ、めっき層全体の厚さを最小化することが可能となる。

#### 【0022】

また、本発明のリードフレームにおいては、好ましくは、粗化銀めっき層の平均結晶粒径は、 $0.28 \mu\text{m}$  より小さい。

粗化銀めっき層の平均結晶粒径が、 $0.28 \mu\text{m}$  以上であると、銀めっきの結晶が高さ方向に成長したときの結晶同士の間隔が広くなり、 $1.30$  以上  $6.00$  以下の表面積比（ここでは、平滑な面の表面積に対する粗化銀めっき層の表面積の比率）が得られない。

粗化銀めっき層の平均結晶粒径が、 $0.28 \mu\text{m}$  より小さければ、銀めっきの結晶が高さ方向に成長したときの結晶同士の間隔が狭くなり、 $1.30$  以上  $6.00$  以下の表面積比（ここでは、平滑な面の表面積に対する粗化銀めっき層の表面積の比率）が得られる。なお、より好ましくは、粗化銀めっき層の平均結晶粒径は、 $0.15 \mu\text{m}$  以上  $0.25 \mu\text{m}$  以下であるのがよい。

#### 【0023】

なお、本発明のリードフレームにおいては、リードフレーム基材と粗化銀めっき層との間に、下地めっき層を備えていてもよい。

本発明のリードフレームにおける粗化銀めっき層が有する針状の突起群の形状は、その下地の表面形態に何ら影響されずに粗化銀めっき層のみで形成されたものであることが好ましいが、下地の表面状態は平滑であっても粗化されていてもよい。生産性等のコストを考慮すれば、下地はリードフレーム基材の表面に活性化処理を施すのみで、その上に粗化銀めっき層を形成するのが好ましい。高温環境下における、下地のリードフレーム基材の材料をなす銅の拡散の影響を考慮する場合は、リードフレーム基材と粗化銀めっき層との間に、平滑な下地めっき層をバリアめっき層として設けるのがよい。この場合、下地の銅の拡散を抑制する厚さまで、めっき層を薄く平滑に形成すれば足りるため、薄い下地めっき層が好ましい。

#### 【0024】

また、本発明のリードフレームにおいては、リードフレーム基材の全面に備わる、めっき層全体の厚さは、粗化銀めっき層を含む銀めっき層を、下地めっき層を設けずに直接、リードフレーム基材の全面上に形成する場合には、 $0.4 \mu\text{m}$  以上  $6.0 \mu\text{m}$  以下であることが好ましい。詳しくは、リードフレーム基材の全面の表面に銀ストライクめっき層を  $0.2 \mu\text{m}$  以上  $3.0 \mu\text{m}$  以下、より好ましくは  $1.5 \mu\text{m}$  形成し、その上に針状の突起群を表面に持つ粗化銀めっき層を  $0.2 \mu\text{m}$  以上  $3.0 \mu\text{m}$  以下、より好ましくは  $0.5 \mu\text{m}$  積層するのがよい。

下地にバリアめっき層として、例えばニッケルめっき層を設ける場合には、リードフレーム基材の全面に備わる、ニッケルめっき層の厚さは、 $0.3 \mu\text{m}$  以上  $3.0 \mu\text{m}$  以下であることが好ましい。詳しくは、リードフレーム基材の全面の表面にニッケルめっき層を  $0.3 \mu\text{m}$  以上  $3.0 \mu\text{m}$  以下、好ましくは  $1.0 \mu\text{m}$  形成し、その上に針状の突起群を表面に持つ粗化銀めっき層を  $0.2 \mu\text{m}$  以上  $3.0 \mu\text{m}$  以下、好ましくは  $0.5 \mu\text{m}$  積層するのがよい。

下地のニッケルめっき層と、粗化銀めっき層との間に、例えばパラジウムめっき層を設ける場合には、パラジウムめっき層の厚さは、 $0.005 \mu\text{m}$  以上  $0.1 \mu\text{m}$  以下であることが好ましい。詳しくは、リードフレーム基材の全面の表面に形成されたニッケルめっき層の上にパラジウムめっき層を  $0.005 \mu\text{m}$  以上  $0.1 \mu\text{m}$  以下、好ましくは  $0.01 \mu\text{m}$  形成するのがよい。

下地のニッケルめっき層及びパラジウムめっき層と、粗化銀めっき層との間に、例えば

10

20

30

40

50

金めっき層を設ける場合には、金めっき層の厚さは、 $0.0005\ \mu\text{m}$ 以上 $0.01\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。詳しくは、リードフレーム基材の全面の表面に形成されたニッケルめっき層及びパラジウムめっき層の上に金めっき層を $0.0005\ \mu\text{m}$ 以上 $0.01\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $0.001\ \mu\text{m}$ 形成するのがよい。

#### 【0025】

なお、本発明のリードフレームにおける、結晶方位 $\langle 001 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 、 $\langle 101 \rangle$ の夫々の比率のうち結晶方位 $\langle 101 \rangle$ の比率が最も高い結晶構造を有する、針状の突起群を有する粗化銀めっき層は、メタンスルホン酸系銀めっき液からなる、銀濃度 $1.0\ \text{g/L}$ 以上 $10\ \text{g/L}$ 以下の銀めっき浴を用いて、温度 $55$ 以上 $65$ 以下、電流密度 $3\ \text{A/dm}^2$ 以上 $20\ \text{A/dm}^2$ 以下で $5\sim 60$ 秒間めっきを行うことによって得ることができる。

10

#### 【0026】

従って、本発明によれば、リードフレーム基材の全面に、銀めっきが最表層のめっきとして施されたリードフレームにおいて、表面の粗化面を形成するためのコストや作業時間を低減して、生産性を向上させながら、銀めっき層を含むめっき層全体の厚さを薄く抑え、且つ、封止樹脂との密着性を格段に高くすることの可能なリードフレームが得られる。

#### 【0027】

以下に、本発明を適用したリードフレーム及びその製造方法について説明する。なお、本発明は、特に限定が無い限り、以下の詳細な説明に限定されるものではない。

#### 【0028】

20

### 第1実施形態

図1は本発明の第1実施形態に係るリードフレームの一例を示す図で、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A断面を模式的に示した説明図である。図2は本発明の第1実施形態に係る多列配列されたリードフレームの一例を示す平面図である。図3は本発明の第1実施形態に係る半導体素子実装用のリードフレームの製造手順の一例を示す説明図である。図4は本発明の第1実施形態に係る半導体素子実装用のリードフレームを用いた半導体パッケージの製造手順の一例を示す説明図である。

#### 【0029】

本実施形態のリードフレーム1は、図1(a)に示すように、半導体素子が搭載される領域に向かって四方から伸びた複数の端子を備え、図1(b)に示すように、銅系材料からなるリードフレーム基材10の全面に、粗化銀めっき層11を最表層のめっき層として備えている。図1中、10aは半導体素子と電氣的に接続する内部接続用端子部、10bは外部接続用端子部である。

30

粗化銀めっき層11は、 $1.30$ 以上 $6.00$ 以下の表面積比(ここでは、平滑な面の表面積に対する粗化銀めっき層の表面積の比率)となる針状の突起群を有している。

また、粗化銀めっき層11は、結晶方位 $\langle 001 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 、 $\langle 101 \rangle$ の夫々の比率のうち結晶方位 $\langle 101 \rangle$ の比率が最も高い結晶構造を有している。

粗化銀めっき層11の平均結晶粒径は、 $0.28\ \mu\text{m}$ より小さい大きさを有している。

#### 【0030】

また、本実施形態では、粗化銀めっき層11は、銅系材料からなるリードフレーム基材10を下地として $0.2\ \mu\text{m}$ 以上 $3.0\ \mu\text{m}$ 以下の厚さに形成されている。

40

なお、本実施形態の変形例として、銅系材料からなるリードフレーム基材10と粗化銀めっき層11との間に、高温下での銅の拡散を阻止するバリアめっき層として機能する下地めっき層を備えていてもよい。その場合の下地めっき層は、ニッケルめっき、ニッケル/パラジウムめっき、ニッケル/パラジウム/金めっき、のいずれかからなるめっき層で構成することができる。その場合、粗化銀めっき層11は、 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上 $3.0\ \mu\text{m}$ 以下の厚さに形成するのがよい。

詳しくは、例えば、半導体素子との電氣的接続を半田で行う場合の銅の拡散を阻止するバリアめっき層として機能する下地めっき層を、ニッケル/パラジウムめっきからなるめっき層、または、ニッケル/パラジウム/金めっきからなるめっき層で構成する場合は、

50

粗化銀めっき層 11 は、 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上 $3.0\ \mu\text{m}$ 以下の厚さに形成するのがよい。

また、本実施形態のリードフレーム 1 は、図 2 に示すように個々のリードフレーム 1 が多列配列されている。

#### 【0031】

次に、本実施形態のリードフレーム 1 の製造工程の一例を、図 3 を用いて説明する。

まず、リードフレーム基材として、銅系材料からなる金属板 10 を準備する（図 3 (a) 参照）。

次に、金属板 10 の両面にレジスト層 R 1 を形成する（図 3 (b) 参照）。

次に、所定のリードフレーム形状が描画されたガラスマスクを用いて露光・現像し、エッチング用レジストマスク 32 を形成する（図 3 (c) 参照）。

次に、両面にエッチング加工を施し、所定のリードフレーム形状を形成する（図 3 (d) 参照）。

次に、エッチング用レジストマスク 32 を除去する（図 3 (e) 参照）。

次に、所定のリードフレーム形状が形成された金属板 10 の全面に、針状の突起群を有する粗化銀めっき層 11 を最表層のめっき層として形成する（図 3 (f) 参照）。

これにより、本実施形態のリードフレーム 1 が完成する。

#### 【0032】

なお、最表層のめっき層として針状の突起群を有する粗化銀めっき層 11 の形成手順は、例えば、リードフレーム基材 10 の表面を活性化処理するのみで粗化銀めっき層を形成するか、下地の銅の拡散を抑制する厚さまで、バリアめっき層として、例えばニッケルめっき層を薄く平滑に形成し、その上に粗化銀めっき層 11 を形成する。このとき、粗化銀めっき層 11 の密着性が懸念される場合は、粗化銀めっきの直前に、例えば銀ストライクめっき層を形成し、その上に粗化銀めっき層 11 を形成してもよい。

#### 【0033】

このとき、結晶方位  $\langle 001 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 、 $\langle 101 \rangle$  の夫々の比率のうち結晶方位  $\langle 101 \rangle$  の比率が最も高い結晶構造を有する、表面積比（ここでは、平滑な面の表面積に対する粗化銀めっき層の表面積の比率）が  $1.30$  以上  $6.00$  以下となる針状の突起群を有する、粗化銀めっき層 11 を形成するために、メタンスルホン酸系銀めっき液からなる銀めっき浴中の銀濃度を  $1.0\ \text{g/L}$  以上  $10\ \text{g/L}$  以下の範囲とする。特に、銀濃度を  $1.5\ \text{g/L}$  以上  $5.0\ \text{g/L}$  以下の範囲とすることがより好ましい。

銀濃度が  $1.0\ \text{g/L}$  未満であると、十分な粗化銀めっき被膜を形成することができないので好ましくない。銀濃度が  $10\ \text{g/L}$  よりも高いと、形成される粗化銀めっき被膜が平滑表面となってしまう、銀の針状結晶を得ることができないので好ましくない。

#### 【0034】

また、下地と粗化銀めっき層 11 との接合性を向上させるために用いる銀ストライクめっきの代替として、パラジウムまたはパラジウムを含有する合金のめっき層を用いることにより、下地と粗化銀めっき層 11 を好適に接合させることもできる。

さらに、半導体素子との接合性を向上させるために金または金を含有する合金のめっき層を粗化銀めっき層 11 の下に形成してもよい。

#### 【0035】

なお、下地めっき層を設けずに直接、リードフレーム基材の上に形成する場合には、粗化銀めっき層 11 の厚さは、 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上必要であり、 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上 $3.0\ \mu\text{m}$ 以下とするのがよい。さらにコストの観点から、 $0.3\ \mu\text{m}$ 以上 $1.0\ \mu\text{m}$ 以下とするのがより好ましい。

また、半導体素子との電氣的接続を半田で行う場合の銅の拡散を阻止するバリアとして機能する下地めっき層として下地めっき層をニッケル/パラジウムめっきからなるめっき層、または、ニッケル/パラジウム/金めっきからなるめっき層を設ける場合は、粗化銀めっき層 11 の厚さは、 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上 $3.0\ \mu\text{m}$ 以下とするのがよい。

#### 【0036】

次に、本実施形態のリードフレーム 1 を用いた半導体パッケージの製造工程の一例を、

図 4 を用いて説明する。

まず、図 3 に示した製造手順によって製造された、本実施形態のリードフレーム 1 を準備する ( 図 4 (a) 参照 ) 。

次に、リードフレーム 1 の上面の内部接続用端子部 10 a における半導体素子搭載領域の上に、半田 14 を印刷し、その上に半導体素子 20 を搭載し、固定することで、半導体素子 20 の電極とリードフレーム 1 の内部接続用端子部 10 a とを電氣的に接続する ( 図 4 (b) 参照 ) 。

次に、モールド金型を用いて、リードフレーム 1 の下面の外部接続用端子部 10 b 以外の空間領域を封止樹脂 15 で封止する ( 図 4 (c) 参照 ) 。

最後に、多列配列された半導体パッケージを、ダイシングやプレス等で個片化する ( 図 4 (d) 参照 ) 。

これにより、本実施形態のリードフレーム 1 を用いた半導体パッケージ 2 が得られる ( 図 4 (e) 参照 ) 。

【 0037 】

## 第 2 実施形態

図 5 は本発明の第 2 実施形態に係るリードフレームの一例を示す図で、(a) は平面図、(b) は(a)の B - B 断面を模式的に示した説明図である。図 6 は本発明の第 2 実施形態に係る多列配列されたリードフレームの一例を示す平面図である。図 7 は本発明の第 2 実施形態に係る半導体素子実装用のリードフレームの製造手順の一例を示す説明図である。図 8 は本発明の第 2 実施形態に係る半導体素子実装用のリードフレームを用いた半導体パッケージの製造手順の一例を示す説明図である。

【 0038 】

本実施形態のリードフレーム 1' は、図 5 (a) に示すように、半導体素子が搭載されるパッド部 10 c と、パッド部 10 c に向かって四方から伸びた複数の端子を備え、図 5 (b) に示すように、銅系材料からなるリードフレーム基材 10 の全面に、粗化銀めっき層 11 を最表面のめっき層として備えている。図 5 中、10 a は半導体素子と電氣的に接続する内部接続用端子部、10 b は外部接続用端子部である。

粗化銀めっき層 11 は、1.30 以上 6.00 以下の表面積比 (ここでは、平滑な面の表面積に対する粗化銀めっき層の表面積の比率) となる針状の突起群を有している。

また、粗化銀めっき層 11 は、結晶方位 < 001 >、< 111 >、< 101 > の夫々の比率のうち結晶方位 < 101 > の比率が最も高い結晶構造を有している。

粗化銀めっき層 11 の平均結晶粒径は、0.28 μm より小さい大きさを有している。

【 0039 】

また、本実施形態では、粗化銀めっき層 11 は、銅系材料からなるリードフレーム基材 10 を下地として 0.2 μm 以上 3.0 μm 以下の厚さに形成されている。

なお、本実施形態の変形例として、銅系材料からなるリードフレーム基材 10 と粗化銀めっき層 11 との間に、高温下での銅の拡散を阻止するバリアめっき層として機能する下地めっき層を備えていてもよい。その場合の下地めっき層は、ニッケルめっき、ニッケル / パラジウムめっき、ニッケル / パラジウム / 金めっき、のいずれかからなるめっき層で構成することができる。その場合、粗化銀めっき層 11 は、0.2 μm 以上 3.0 μm 以下の厚さに形成するのがよい。

詳しくは、例えば、半導体素子との電氣的接続をワイヤボンディング方式で行う場合の銅の拡散を阻止するバリアめっき層として機能する下地めっき層を、ニッケルめっきからなるめっき層で構成する場合は、粗化銀めっき層 11 は、0.2 μm 以上 3.0 μm 以下の厚さに形成するのがよい。

また、例えば、半導体素子との電氣的接続をワイヤボンディング方式で行う場合の銅の拡散を阻止するバリアめっき層として機能する下地めっき層を、ニッケル / パラジウムめっきからなるめっき層で構成する場合は、粗化銀めっき層 11 は、0.2 μm 以上 3.0 μm 以下の厚さに形成するのがよい。

また、本実施形態のリードフレーム 1' は、図 6 に示すように個々のリードフレーム 1

10

20

30

40

50

’が多列配列されている。

#### 【0040】

次に、本実施形態のリードフレーム1’の製造工程の一例を、図7を用いて説明する。

本実施形態のリードフレーム1’の製造工程は、図3に示した第1実施形態のリードフレーム1の製造工程と略同様であり、最表層のめっき層として針状の突起群を有する粗化銀めっき層11の形成手順も第1実施形態のリードフレーム1におけるものと略同様である(図7(a)~図7(f)参照)。

#### 【0041】

なお、下地めっき層を設けずに直接、リードフレーム基材の上に形成する場合には、粗化銀めっき層11の厚さは、 $0.2\mu\text{m}$ 以上必要であり、 $0.2\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下とするのがよい。さらにコストの観点から、 $0.3\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下とするのがより好ましい。

また、半導体素子との電気的接続をワイヤボンディング方式で行う場合の銅の拡散を阻止するバリアとして機能する下地めっき層として、ニッケルめっき層を設ける場合には、粗化銀めっき層11の厚さは、 $0.2\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下とするのがよい。

また、半導体素子との電気的接続をワイヤボンディング方式で行う場合の銅の拡散を阻止するバリアとして機能する下地めっき層として、ニッケル/パラジウムめっきからなるめっき層を設ける場合は、粗化銀めっき層11の厚さは、 $0.2\mu\text{m}$ 以上 $3.0\mu\text{m}$ 以下とするのがよい。

#### 【0042】

次に、本実施形態のリードフレーム1’を用いた半導体パッケージの製造工程の一例を、図8を用いて説明する。

まず、図7に示した製造手順によって製造された、本実施形態のリードフレーム1’を準備する(図8(a)参照)。

次に、リードフレーム1’の上面のパッド部10cの上に、ダイボンド16を介して半導体素子20を搭載し、固定するとともに、半導体素子20の電極とリードフレーム1’の内部接続用端子部10aとをボンディングワイヤ17を介して電気的に接続する(図8(b)参照)。

次に、モールド金型を用いて、リードフレーム1’の下面の外部接続用端子部10b以外の空間領域を封止樹脂15で封止する(図8(c)参照)。

最後に、多列配列された半導体パッケージを、ダイシングやプレス等で個片化する(図8(d)参照)。

これにより、本実施形態のリードフレーム1’を用いた半導体パッケージ2’が得られる(図8(e)参照)。

#### 【実施例】

#### 【0043】

(実施例1)

実施例1のリードフレームは、下地めっき無しでリードフレーム基材10を下地として、全面に粗化銀めっき層11を形成したリードフレームの一例である。

実施例1では、リードフレーム基材10として、厚さ $0.2\text{mm}$ 、幅 $180\text{mm}$ の帯状銅材を準備し(図3(a)参照)、この銅材の両面に、厚さ $25\mu\text{m}$ のレジスト層R1を形成し(図3(b)参照)、所定の形状のガラスマスクを用いて露光した後に現像してエッチング用レジストマスク32を形成した(図3(c)参照)。次に、エッチング処理を行い(図3(d)参照)、エッチング用レジストマスク32を除去し、所定のリードフレーム形状を形成した(図3(e)参照)。

#### 【0044】

この所定のリードフレーム形状が形成された金属板10の全面に対し、アルカリおよび酸によって前処理を施した後、次のように電気めっき処理を施した。

メタンスルホン酸系銀めっき液からなる、銀濃度 $3.5\text{g/L}$ の銀めっき浴を用いて、温度 $60$ 、電流密度 $5\text{A/dm}^2$ で、 $45$ 秒間めっきを行い、針状の突起群を有し、表

10

20

30

40

50

面積比（ここでは、平滑な面の表面積に対する粗化銀めっき層の表面積の比率）、結晶方位  $\langle 001 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 、 $\langle 101 \rangle$  の比率、結晶粒径（平均値）が表 1 に示す値となる、厚さが約  $1.5 \mu\text{m}$  の粗化銀めっき層 11 を形成し（図 3 (f) 参照）、実施例 1 のリードフレーム 1 を得た。

【0045】

（実施例 2）

実施例 2 のリードフレームは、半導体素子との電気的接続をワイヤボンディング（金ワイヤー又は銅ワイヤー）方式で行う場合に、下地のバリアめっき層として、リードフレーム基材 10 の全面にニッケルめっき層を施して、リードフレーム基材 10 に存在する銅の熱拡散を防止する構造のリードフレームの一例である。

実施例 2 では、リードフレーム形状の形成（図 7 (a) ~ 7 (e) 参照）、電気めっきの前処理までは実施例 1 と略同様に行った。その後の電気めっき処理に際し、まず、スルファミン酸ニッケルと塩化ニッケル、ホウ酸からなるニッケルめっき浴を用いて、電流密度  $2 \text{ A} / \text{dm}^2$  で 1 分 30 秒間めっきを行い、厚さが約  $1.0 \mu\text{m}$  の平滑な下地としてのニッケルめっき層を形成した。次に、メタンスルホン酸系銀めっき液からなる、銀濃度  $3.5 \text{ g} / \text{L}$  の銀めっき浴を用いて、温度  $60$ 、電流密度  $5 \text{ A} / \text{dm}^2$  で、15 秒間めっきを行い、針状の突起群を有し、面積比（ここでは、平滑な面の表面積に対する粗化銀めっき層の表面積の比率）、結晶方位  $\langle 001 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 、 $\langle 101 \rangle$  の比率、結晶粒径（平均値）が表 1 に示す値となる、厚さが約  $0.5 \mu\text{m}$  の粗化銀めっき層 11 を形成し（図 3 (f) 参照）、実施例 2 のリードフレーム 1' を得た。

【0046】

（実施例 3）

実施例 3 のリードフレームは、実施例 2 のリードフレームと同様、半導体素子との電気的接続をワイヤボンディング（金ワイヤー又は銅ワイヤー）方式で行う場合に、下地のバリアめっき層として、リードフレーム基材 10 の全面にニッケルめっき層とパラジウムめっき層を積層して、リードフレーム基材 10 に存在する銅の熱拡散を防止する構造のリードフレームの一例である。

実施例 3 では、リードフレーム形状の形成（図 7 (a) ~ 7 (e) 参照）、電気めっき処理におけるニッケルめっき層の形成までは、実施例 2 と略同様に行った。次に、ジクロロアミン系パラジウムめっき液からなるパラジウムめっき浴を用いて、電流密度  $2 \text{ A} / \text{dm}^2$  で 10 秒間めっきを行い、厚さが約  $0.01 \mu\text{m}$  の平滑な下地としてのパラジウムめっき層を形成した。次に、メタンスルホン酸系銀めっき液からなる、銀濃度  $3.5 \text{ g} / \text{L}$  の銀めっき浴を用いて、温度  $60$ 、電流密度  $5 \text{ A} / \text{dm}^2$  で、15 秒間めっきを行い、針状の突起群を有し、面積比（ここでは、平滑な面の表面積に対する粗化銀めっき層の表面積の比率）、結晶方位  $\langle 001 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 、 $\langle 101 \rangle$  の比率、結晶粒径（平均値）が表 1 に示す値となる、厚さが約  $0.6 \mu\text{m}$  の粗化銀めっき層 11 を形成し（図 7 (f) 参照）、実施例 3 のリードフレーム 1' を得た。

【0047】

（実施例 4）

実施例 4 のリードフレームは、半導体素子との電気的接続を半田にて行う場合に、下地のバリアめっきとして、リードフレーム基材 10 の全面に銀めっき層を施すことにより、半田への銀拡散をし易くした構造のリードフレームの一例である。

実施例 4 では、リードフレーム形状の形成（図 3 (a) ~ 3 (e) 参照）、電気めっきの前処理までは実施例 1 と略同様に行った。その後の電気めっき処理に際し、シアン系銀めっき液からなる銀めっき浴を用いて、電流密度  $3 \text{ A} / \text{dm}^2$  で 60 秒間めっきを行い、厚さが約  $1.1 \mu\text{m}$  の平滑な下地としての銀めっき層を形成した。次に、メタンスルホン酸系銀めっき液からなる、銀濃度  $3.5 \text{ g} / \text{L}$  の銀めっき浴を用いて、温度  $60$ 、電流密度  $5 \text{ A} / \text{dm}^2$  で、15 秒間めっきを行い、針状の突起群を有し、面積比（ここでは、平滑な面の表面積に対する粗化銀めっき層の表面積の比率）、結晶方位  $\langle 001 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 、 $\langle 101 \rangle$  の比率、結晶粒径（平均値）が表 1 に示す値となる、厚さが約  $0.6 \mu\text{m}$

10

20

30

40

50

の粗化銀めっき層 11 を形成し ( 図 3 ( f ) 参照 ) 、 実施例 4 のリードフレーム 1 を得た。

【 0 0 4 8 】

( 実施例 5 )

実施例 5 のリードフレームは、実施例 4 のリードフレームと同様、半導体素子との電気的接続を半田にて行う場合に、下地のバリアめっきとして、リードフレーム基材 10 の全面にニッケルめっき層とパラジウムめっき層と金めっき層とを積層して、リードフレーム基材 10 に存在する銅の拡散を防止する構造のリードフレームの一例である。

実施例 5 では、電気めっき処理におけるパラジウムめっき層の形成までは、実施例 3 と略同様に行った。次に、シアン系金めっき液からなる金めっき浴を用いて、電流密度  $2 \text{ A} / \text{d m}^2$  で 10 秒間めっきを行い、厚さが約  $0.001 \mu\text{m}$  の平滑な下地としての金めっき層を形成した。次に、メタンスルホン酸系銀めっき液からなる、銀濃度  $3.5 \text{ g} / \text{L}$  の銀めっき浴を用いて、温度  $60$  、電流密度  $5 \text{ A} / \text{d m}^2$  で、15 秒間めっきを行い、針状の突起群を有し、表面積比 (ここでは、平滑な面の表面積に対する粗化銀めっき層の表面積の比率)、結晶方位  $\langle 001 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 、 $\langle 101 \rangle$  の比率、結晶粒径 (平均値) が表 1 に示す値となる、厚さが約  $0.5 \mu\text{m}$  の粗化銀めっき層 11 を形成し ( 図 3 ( f ) 参照 ) 、 実施例 5 のリードフレーム 1 を得た。

【 0 0 4 9 】

( 比較例 1 )

比較例 1 のリードフレームは、下地めっき無しでリードフレーム基材の全面に平滑な銀めっき層を形成したリードフレームの一例である。

比較例 1 では、リードフレーム形状の形成、電気めっきの前処理までは実施例 1 と略同様に行った。その後の電気めっき処理に際し、シアン系銀めっき液からなる、銀濃度  $6.5 \text{ g} / \text{L}$  の銀めっき浴を用いて、電流密度  $3 \text{ A} / \text{d m}^2$  で 3 分間めっきを行い、平滑面を有する、厚さが約  $2.5 \mu\text{m}$  の銀めっき層を形成し、比較例 1 のリードフレームを得た。

【 0 0 5 0 】

( 比較例 2 )

比較例 2 のリードフレームは、表面積比 (ここでは、平滑な面の表面積に対する銀めっき層の表面積の比率) が  $1.30$  未満の凹凸による粗化面を有する銀めっき層をリードフレーム基材の全面に形成したリードフレームの一例である。

比較例 2 では、リードフレーム形状の形成、電気めっきの前処理までは実施例 1 と略同様に行った。その後の電気めっき処理に際し、シアン系銀めっき液からなる、銀濃度  $6.5 \text{ g} / \text{L}$  の銀めっき浴を用いて、電流密度  $3 \text{ A} / \text{d m}^2$  で 6 分間めっきを行い、平滑な面を有する、厚さが約  $5.0 \mu\text{m}$  の銀めっき層を形成した。次に、銀めっき剥離液を用いて、銀めっき層の表面を、2 分間マイクロエッチング処理を施すことで、銀めっき層の表面に凹凸を有する粗化面を形成し、比較例 2 のリードフレームを得た。このとき、表面に凹凸を有する粗化面が形成された銀めっき層の厚さは  $2.8 \mu\text{m}$  となり、平滑面を有する銀めっき層の約半分程度の厚さとなった。

【 0 0 5 1 】

( 比較例 3 )

比較例 3 のリードフレームは、リードフレーム基材の全面に、表面に粗化面を有する下地めっき層を形成し、その上に銀めっき層を形成したリードフレームの一例である。

比較例 3 では、リードフレーム形状の形成、電気めっきの前処理までは実施例 1 と略同様に行った。その後の電気めっき処理に際し、まず、スルファミン酸ニッケルと塩化ニッケル、ホウ酸からなるニッケルめっき浴を用いて、電流密度  $2 \text{ A} / \text{d m}^2$  で 7 分 30 秒間めっきを行い、平滑な面を有する、厚さが約  $5.0 \mu\text{m}$  のニッケルめっき層を形成した。次に、ニッケルめっき剥離液を用いて、ニッケルめっき層の表面を、2 分間マイクロエッチング処理を施すことで、ニッケルめっき層の表面に凹凸を有する粗化面を形成した。このとき、表面に凹凸を有する粗化面が形成されたニッケルめっき層の厚さは  $2.6 \mu\text{m}$  となり、平滑面を有するニッケルめっき層の約半分程度の厚さとなった。次に、シアン系銀めっき液からなる、銀濃度  $6.5 \text{ g} / \text{L}$  の銀めっき浴を用いて、電流密度  $3 \text{ A} / \text{d m}^2$  で 1

10

20

30

40

50

分30秒間めっきを行い、ニッケルめっき層の粗化面の形状に追従した、表面積比（ここでは、平滑な面の表面積に対する銀めっき層の表面積の比率）、結晶方位<001>、<111>、<101>の比率、結晶粒径（平均値）が表1に示す値となる、厚さが約1.5μmの、凹凸を持つ粗化面を有する銀めっき層を形成し、比較例3のリードフレームを得た。

【0052】

実施例1～5、比較例1～3の夫々のリードフレームにおけるめっき構成要件（めっき層の種類及び厚さ、表面積比（ここでは、平滑な面の表面積に対する（粗化又は平滑）銀めっき層の表面積の比率）、銀めっき層の結晶方位比率、結晶粒径（平均値）を表1に示す。

なお、結晶方位比率は、走査型電子顕微鏡（SEM: Scanning Electron Microscope）を用いて、10,000倍で観察した視野について電子線後方散乱回折解析装置（ESBD: Electron Backscatter Diffraction）により解析を行い、<001>、<111>、<101>の各方位に対する許容角度を15°として算出した。また、結晶粒径は、方位差15°以上を粒界として求めた結晶粒の面積円相当径とした。

また、銀めっき層のめっき厚は、蛍光X線分析装置（SII製 SFT3300）を用いて測定し、ニッケル、パラジウム、金めっきを用いためっき層のめっき厚は、蛍光X線分析装置（SII製 SFT3300）を用いて測定した。

また、表面積比は、3Dレーザー顕微鏡（OLYMPUS製 OLS4100）を用いて測定した。

【0053】

【表1】

実施例	バリアメッキ層					最表層 Ag メッキ層						
	表面形態	厚さ(μm)				表面形態	厚さ(μm)	表面積比	結晶方位の比率(%)			結晶粒径(μm)
		Ag	Ni	Pd	Au				(101)	(111)	(101)	
実施例1	—	—	—	—	—	針状突起	1.5	3.1	8.7	16.3	23.6	0.1818
実施例2	平滑	—	1.0	—	—	針状突起	0.5	3.0	9.2	16.1	22.7	0.1935
実施例3	平滑	—	1.0	0.01	—	針状突起	0.6	3.1	8.8	15.9	23.2	0.2037
実施例4	平滑	1.1	—	—	—	針状突起	0.6	2.9	9.0	15.8	22.8	0.1865
実施例5	平滑	—	1.0	0.01	0.001	針状突起	0.5	3.1	8.6	16.3	23.0	0.1903
比較例1	—	—	—	—	—	平滑	2.5	1.1	23.4	12.3	6.3	0.3058
比較例2	—	—	—	—	—	エッチング凹凸	2.8	1.3	22.6	14.2	7.2	0.3268
比較例3	エッチング凹凸	—	2.6	—	—	Ni 追従凹凸	1.5	1.3	22.9	13.8	7.0	0.3120

【0054】

樹脂密着性の評価

完成した実施例1～5、比較例1～3の夫々のリードフレームの粗化銀めっき層（比較例1では平滑な銀めっき層）の上に、評価用の2mmの円筒形の樹脂モールドを形成した。この樹脂に対し、ボンドテストとしてDage Series 4000（Dage社製）を用いてシェア強度を測定することで樹脂密着性の評価を行った。

実施例1～5、比較例1～3の夫々の樹脂密着性の評価結果を表2に示す。

【0055】

10

20

30

40

【表 2】

実施例	密着強度 (MPa)	加工時間 (比較例 1 を 100)	使用 Ag 量 (比較例 1 を 100)
実施例 1	15	25	60
実施例 2	15	50	20
実施例 3	15	50	20
実施例 4	15	30	60
実施例 5	15	50	20
比較例 1	10	100	100
比較例 2	11	200	200
比較例 3	12	250	60

10

## 【0056】

比較例 1 のリードフレームは、シヤ強度が 10 MPa であり、実用に際し十分な樹脂密着性を有しているとは言い難いことが認められた。

これに対し、実施例 1～5 のリードフレームは、表 2 に示すとおり、いずれも、比較例 1 のリードフレームにおけるシヤ強度の 1.5 倍のシヤ強度を有し、樹脂密着性が格段に向上したことが認められた。

20

一方、比較例 2、3 のリードフレームは、比較例 1 のリードフレームにおけるシヤ強度に比べれば、シヤ強度が高く、樹脂密着性が向上したものの、比較例 1 のリードフレームにおけるシヤ強度と比べて、1.1 倍のシヤ強度にとどまり、実施例 1～5 のリードフレームのような格段の樹脂密着性向上効果は得られないことが認められた。

## 【0057】

## 生産性の評価

実施例 1～5、比較例 2、3 の夫々のリードフレームにおける最表層のめっき層の表面形態を、粗化面を有した形態に形成するために要した加工時間および銀めっき量を比較し、生産性を評価した。生産性の評価に際しては、最表層のめっき層として平滑な銀めっき層が形成された、比較例 1 のリードフレームにおける当該加工時間、銀めっきの使用量を夫々 100 としたときの相対的な数値を評価値として用いた。なお、リードフレームのめっき加工はライン搬送されている状態で行うため、当該加工時間の評価値は、各実施例、比較例のリードフレームのめっき加工において、最長のめっき時間を要する金属めっき層の形成に要した時間に基づいて算出した（実施例 1：粗化銀めっき、実施例 2、3、5：平滑ニッケルめっき、実施例 4：平滑銀めっき、比較例 2：平滑銀めっき、比較例 3：平滑ニッケルめっき）。

30

実施例 1～5、比較例 2、3 の夫々の生産性（最表層のめっき層の表面形態を、粗化面を有した形態に形成するために要した加工時間および銀めっき量）の評価結果を表 2 に示す。

## 【0058】

40

比較例 2 のリードフレームは、平滑な面を有する、厚さが約 5.0 μm の銀めっき層を形成後に、銀めっき剥離液を用いて、マイクロエッチング処理を施すことで、銀めっき層の表面に凹凸を有する粗化面を形成した例であるが、表面に凹凸を有する粗化面が形成された銀めっき層の厚さは 2.8 μm であって、平滑面を有する銀めっき層の約半分程度の厚さとなっており、表 2 に示すように、加工時間が 200、銀使用量が 200 となり、加工時間が増大することに加えて、原価が高価である銀のコストが大幅に増大し、生産性が悪化することが認められた。

比較例 3 のリードフレームは、平滑な面を有する、厚さが約 5.0 μm のニッケルめっき層を形成後に、ニッケルめっき剥離液を用いて、マイクロエッチング処理を施すことで、銀めっき層の表面に凹凸を有する粗化面を形成した例であるが、表面に凹凸を有する粗

50

化面が形成されたニッケルめっき層の厚さは2.6 μmであって、平滑面を有するニッケルめっき層の約半分程度の厚さとなっており、表2に示すように、加工時間が250、銀使用量が60となり、銀のコストはある程度低減することができるものの、加工時間が大幅に増大し、生産性が大幅に悪化することが認められた。

これに対し、実施例1～5のリードフレームは、表2に示すとおり、いずれも、加工時間が25～50、銀使用量が20～60となり、比較例2のリードフレームに比べて、加工時間が75～87.5%、銀使用量が70～90%低減し、生産性が格段に向上したことが認められた。

また、実施例2、3、5のリードフレームは、比較例3のリードフレームに比べて、加工時間が80%、銀使用量が67%低減し、生産性が格段に向上したことが認められた。なお、実施例1と実施例4のリードフレームは、銀使用量が比較例3のリードフレームと同程度ではあるものの、比較例2のリードフレームに比べて大幅に低減しており、また、加工時間が比較例3のリードフレームに比べて、88～90%低減し、生産性が格段に向上したことが認められた。

#### 【0059】

以上、本発明の好ましい実施形態及び実施例について詳説したが、本発明は、上述した実施形態及び実施例に制限されることはなく、本発明の範囲を逸脱することなく、上述した実施形態及び実施例に種々の変形及び置換を加えることができる。

また、本発明のリードフレームにおいては、リードフレーム基材の材質を銅合金等の銅系材料としたが、リードフレーム基材の材質をニッケル系合金としても適用可能である。

また、針状の突起群を有する粗化面の表面積比及び結晶構造を損ねない所定厚さであれば、本発明のリードフレームにおいて、最表層のめっき層として備える針状の突起群を有する粗化銀めっき層の上に、さらにカバー用のめっき層として、例えば、銀めっき層や、ニッケル、パラジウム、金を組み合わせためっき層を積層することも可能である。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0060】

本発明のリードフレームは、最表層に銀めっき層を備えたリードフレームを用いて樹脂封止型の半導体パッケージを製造することが必要とされる分野に有用である。

#### 【符号の説明】

#### 【0061】

- |      |                |
|------|----------------|
| 1、1' | リードフレーム        |
| 2、2' | 半導体パッケージ       |
| 10   | リードフレーム基材(金属板) |
| 10a  | 内部接続用端子部       |
| 10b  | 外部接続用端子部       |
| 10c  | パッド部           |
| 11   | 粗化銀めっき層        |
| 14   | 半田             |
| 15   | 封止樹脂           |
| 16   | ダイボンド          |
| 17   | ボンディングワイヤ      |
| 20   | 半導体素子          |
| 32   | エッチング用レジストマスク  |
| R1   | レジスト層          |

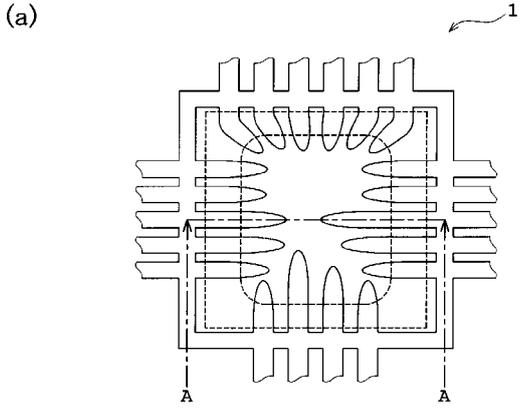
10

20

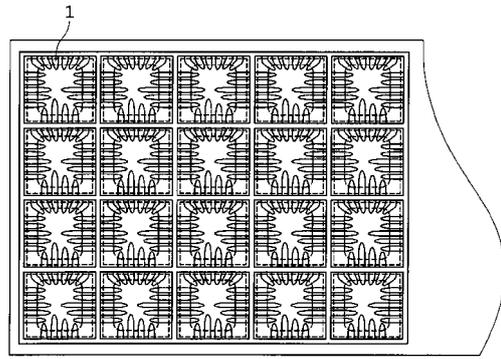
30

40

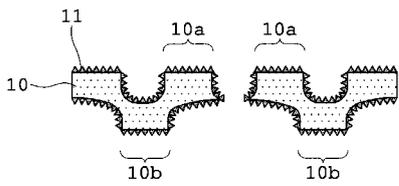
【 図 1 】



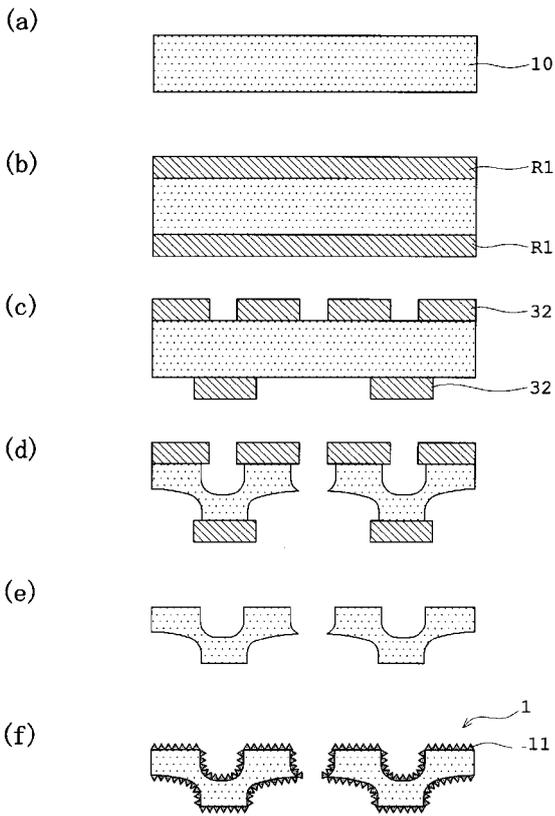
【 図 2 】



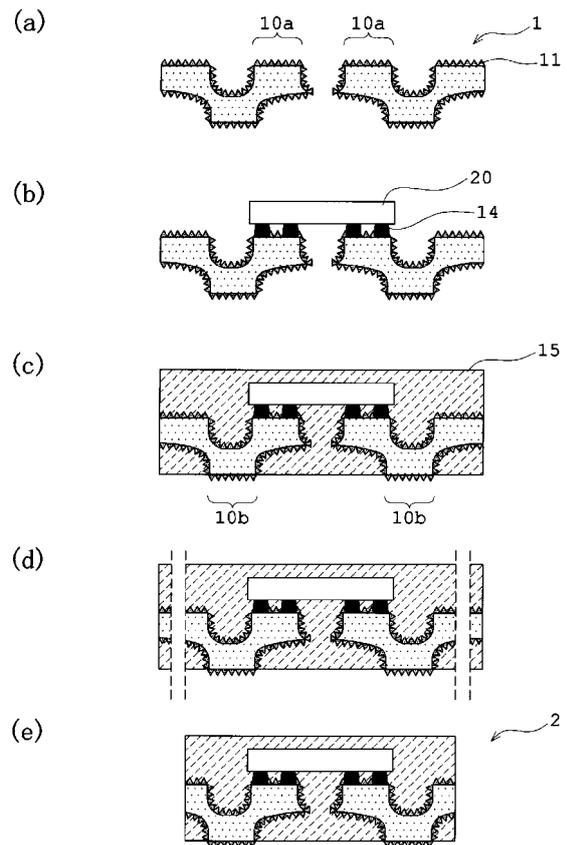
(b)



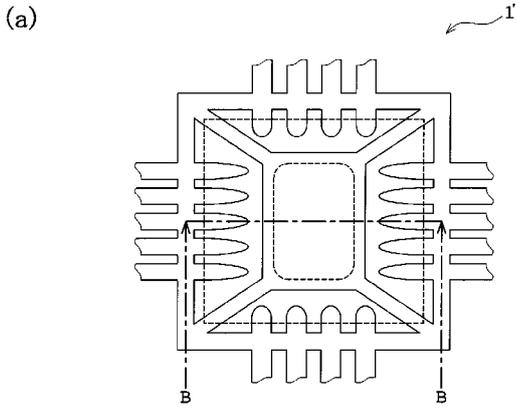
【 図 3 】



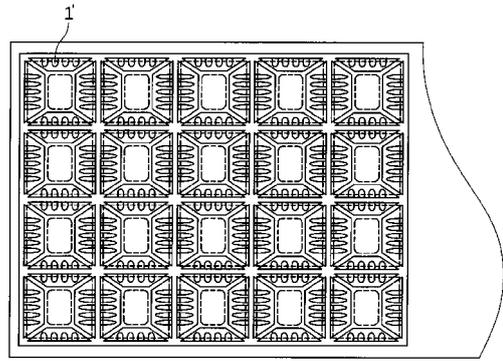
【 図 4 】



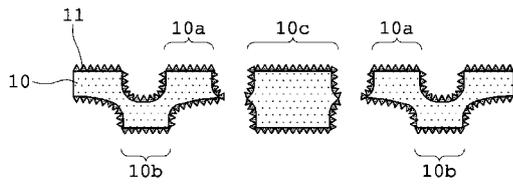
【 図 5 】



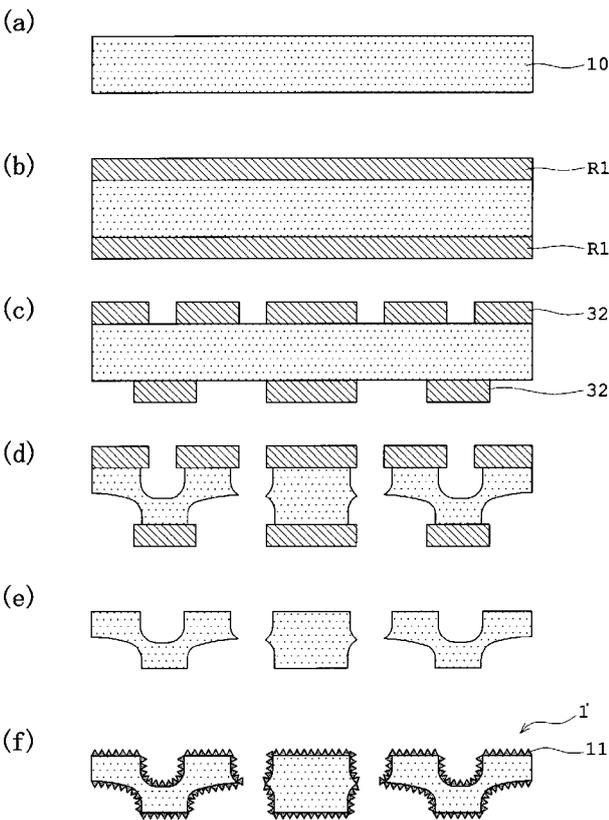
【 図 6 】



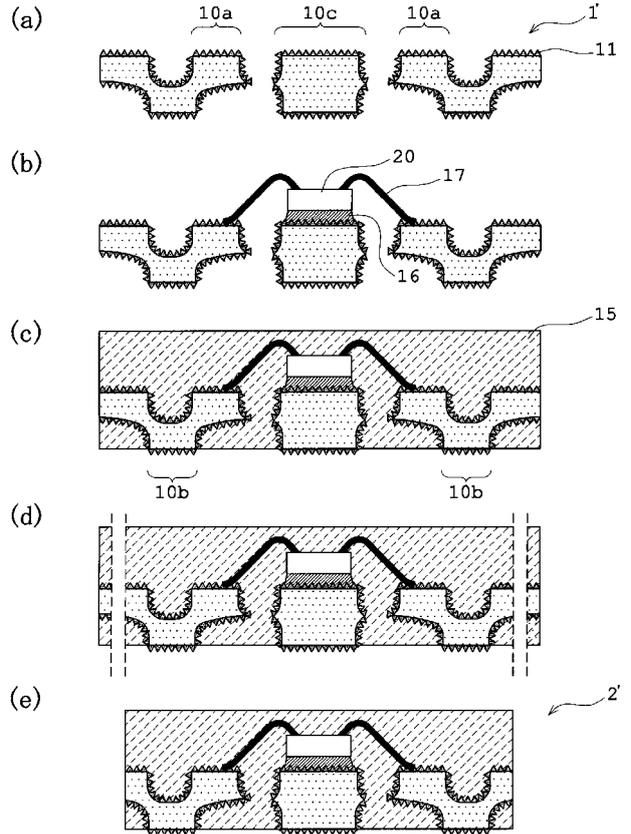
(b)



【 図 7 】



【 図 8 】



## 【手続補正書】

【提出日】平成31年4月9日(2019.4.9)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0004】

銅合金からなるリードフレーム基材を用いたリードフレームにおいて、貴金属または貴金属合金からなるめっき層の厚さを薄くするための方策の一つに、貴金属または貴金属合金からなるめっき層の下地めっき層として、銅の拡散を抑制する効果のあるニッケルまたはニッケルを含有する合金によるめっき層を形成することで、貴金属または貴金属合金からなるめっき層の厚さを薄くする手法がある。

しかし、貴金属または貴金属合金からなるめっき層を薄くしても、樹脂との密着性を向上させることはできない。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

これらの特許文献の技術は、樹脂との密着性を向上させるために、下地のめっき層を、表面が粗化面となるように形成し、その上に、粗化面の形状に追従するように貴金属めっき層を積層するものである。しかし、下地のめっき層の表面の粗化面を、貴金属めっき層が積層されても樹脂との密着性を向上できる凹凸形状を有する面となるように形成するには、下地のめっき層を厚く形成する必要があり、しかも、下地めっき層を粗化面にするためのめっき速度は低速であるため、作業時間が増大してコスト高となり、生産性が低下してしまう。

また、樹脂との密着性を向上させるための他の方策として、リードフレーム基材の表面に平滑な貴金属めっき層を形成後、貴金属めっき層の表面を粗化することも考えられるが、貴金属めっき層の表面を、樹脂との密着性を向上できる凹凸形状を有する粗化面となるように形成するには、粗化面を形成する前の平滑な貴金属めっき層を厚く形成する必要があり、貴金属めっき層のコストが増大し、生産性が低下してしまう。

しかも、平滑なめっき層を形成後、表面を粗化するのでは、粗化する際に除去されるめっき金属が無駄となってしまう。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0053

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0053】

【表 1】

実施例	バリアメッキ層					最表層 Ag メッキ層						
	表面形態	厚さ(μm)				表面形態	厚さ(μm)	表面積比	結晶方位の比率(%)			結晶粒径(μm)
		Ag	Ni	Pd	Au				<001>	<111>	<101>	
実施例 1	—	—	—	—	—	針状突起	1.5	3.1	8.7	16.3	23.6	0.1818
実施例 2	平滑	—	1.0	—	—	針状突起	0.5	3.0	9.2	16.1	22.7	0.1935
実施例 3	平滑	—	1.0	0.01	—	針状突起	0.6	3.1	8.8	15.9	23.2	0.2037
実施例 4	平滑	1.1	—	—	—	針状突起	0.6	2.9	9.0	15.8	22.8	0.1885
実施例 5	平滑	—	1.0	0.01	0.001	針状突起	0.5	3.1	8.6	16.3	23.0	0.1903
比較例 1	—	—	—	—	—	平滑	2.5	1.1	23.4	12.3	6.3	0.3058
比較例 2	—	—	—	—	—	エッチング凹凸	2.8	1.3	22.6	14.2	7.2	0.3268
比較例 3	エッチング凹凸	—	2.6	—	—	Ni 渣従凹凸	1.5	1.3	22.9	13.8	7.0	0.3120

---

フロントページの続き

(72)発明者 大滝 啓一

鹿児島県伊佐市大口牛尾1746番地2 大口マテリアル株式会社内

(72)発明者 佐々木 英彦

鹿児島県伊佐市大口牛尾1746番地2 大口マテリアル株式会社内

(72)発明者 留岡 浩太郎

鹿児島県伊佐市大口牛尾1746番地2 大口マテリアル株式会社内

Fターム(参考) 4K024 AA03 AA10 AA12 AB01 AB02 AB03 BA09 BB09 BB13 CA06  
DA06

5F067 AA01 AA04 AB04 BC13 DC11 DC17 DC18 DC20 EA04