

(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2021-90012

(P2021-90012A)

(43) 公開日 令和3年6月10日 (2021.6.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO 1 L 21/60 (2006.01)</b>	HO 1 L 21/92 6 O 2 D	5 F O 4 4
	HO 1 L 21/92 6 O 2 C	
	HO 1 L 21/92 6 O 2 H	
	HO 1 L 21/60 3 1 1 Q	
	HO 1 L 21/92 6 O 3 A	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2019-220606 (P2019-220606)  
 (22) 出願日 令和1年12月5日 (2019.12.5)

(71) 出願人 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 山本 研吾  
 長野県長野市小島田町80番地 新光電気  
 工業株式会社内  
 (72) 発明者 伊藤 大介  
 長野県長野市小島田町80番地 新光電気  
 工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 銅ピラーバンプ、半導体チップ、半導体装置

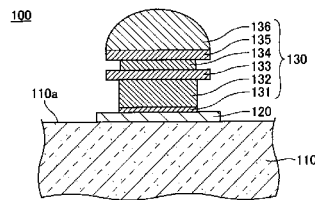
(57) 【要約】

【課題】余剰なはんだが側面を伝わり難い構造の銅ピラーバンプを提供する。

【解決手段】本銅ピラーバンプは、半導体チップの電極パッド上に形成される銅ピラーバンプであって、第1銅層と、前記第1銅層の直上に形成された第1金属層と、前記第1金属層の直上に形成された第2銅層と、前記第2銅層の直上に形成された第2金属層と、を有し、前記第1金属層及び前記第2金属層は、銅とはエッチングレートが異なる金属から形成され、前記第1金属層の外周側は、前記第1銅層の側面よりも外側に環状に突起しており、前記第2金属層の外周側は、前記第2銅層の側面よりも外側に環状に突起している。

【選択図】 図1

第1実施形態に係る銅ピラーバンプを有する半導体チップを例示する断面図



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

半導体チップの電極パッド上に形成される銅ピラーバンプであって、  
第 1 銅層と、  
前記第 1 銅層の直上に形成された第 1 金属層と、  
前記第 1 金属層の直上に形成された第 2 銅層と、  
前記第 2 銅層の直上に形成された第 2 金属層と、を有し、  
前記第 1 金属層及び前記第 2 金属層は、銅とはエッチングレートが異なる金属から形成され、  
前記第 1 金属層の外周側は、前記第 1 銅層の側面よりも外側に環状に突起しており、  
前記第 2 金属層の外周側は、前記第 2 銅層の側面よりも外側に環状に突起している銅ピラーバンプ。

10

**【請求項 2】**

前記第 1 銅層の直下にシード層が形成され、  
前記第 1 金属層の外周側が前記第 1 銅層の側面よりも外側に突起する突起量、及び前記第 2 金属層の外周側が前記第 2 銅層の側面よりも外側に突起する突起量は、前記シード層の厚さよりも大きい請求項 1 に記載の銅ピラーバンプ。

**【請求項 3】**

前記第 1 金属層及び前記第 2 金属層の材料は、Ni、Cr、Ti、Ta、Co、Au、Ag、Pt、Pdの何れかである請求項 1 又は 2 に記載の銅ピラーバンプ。

20

**【請求項 4】**

前記第 1 金属層及び前記第 2 金属層の材料は、Ni、Cr、Ti、Ta、Coの何れかである請求項 3 に記載の銅ピラーバンプ。

**【請求項 5】**

銅層と、銅とはエッチングレートが異なる金属から形成された金属層とが順次積層された積層膜が、前記第 1 金属層と前記第 2 銅層との間に少なくとも 1 層以上形成され、  
前記金属層の外周側は、前記銅層の側面よりも外側に環状に突起している請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の銅ピラーバンプ。

**【請求項 6】**

前記第 2 金属層の直上に、はんだ層が形成されている請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の銅ピラーバンプ。

30

**【請求項 7】**

前記第 2 金属層の直上に、前記第 2 金属層よりもはんだ濡れ性に優れた材料からなる金属層が形成されている請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の銅ピラーバンプ。

**【請求項 8】**

前記第 2 金属層の直上に、銅層とはんだ層が順次積層されている請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の銅ピラーバンプ。

**【請求項 9】**

請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の銅ピラーバンプが電極パッド上に形成された半導体チップ。

40

**【請求項 10】**

配線基板と、請求項 9 に記載の半導体チップと、を有し  
前記配線基板と前記半導体チップが前記銅ピラーバンプを介して電氣的に接続された半導体装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、銅ピラーバンプ、半導体チップ、半導体装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

50

半導体チップを配線基板に実装した半導体装置が知られている。このような半導体装置では、配線基板のパッドとの接続用として半導体チップの電極パッド上にバンプを設ける場合がある。バンプとしては、例えば、材料の異なる複数の金属層を積層した構造が挙げられる。半導体チップのバンプと、配線基板のパッドとは、はんだにより接続される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-295109号公報

【特許文献2】米国特許明細書第10403590号

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

半導体チップと配線基板との間で信頼性の高い接続を実現するためには、十分な量のはんだが必要であるが、はんだの量が多いと、バンプの側面を余剰なはんだが伝わり、はんだが半導体チップ側に接触する場合がある。この場合、半導体チップ側に接触したはんだにより回路ショート等のトラブルが発生するおそれがある。

【0005】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、余剰なはんだが側面を伝わり難い構造の銅ピラーバンプ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】

20

【0006】

本銅ピラーバンプは、半導体チップの電極パッド上に形成される銅ピラーバンプであって、第1銅層と、前記第1銅層の直上に形成された第1金属層と、前記第1金属層の直上に形成された第2銅層と、前記第2銅層の直上に形成された第2金属層と、を有し、前記第1金属層及び前記第2金属層は、銅とはエッチングレートが異なる金属から形成され、前記第1金属層の外周側は、前記第1銅層の側面よりも外側に環状に突起しており、前記第2金属層の外周側は、前記第2銅層の側面よりも外側に環状に突起している。

【発明の効果】

【0007】

開示の技術によれば、余剰なはんだが側面を伝わり難い構造の銅ピラーバンプを提供できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】第1実施形態に係る銅ピラーバンプを有する半導体チップを例示する部分断面図である。

【図2】第1実施形態に係る銅ピラーバンプの製造工程を例示する図(その1)である。

【図3】第1実施形態に係る銅ピラーバンプの製造工程を例示する図(その2)である。

【図4】第1実施形態に係る銅ピラーバンプの製造工程を例示する図(その3)である。

【図5】比較例に係る半導体チップを配線基板のパッドに接続する様子を模式的に示す図である。

40

【図6】本実施形態に係る半導体チップを配線基板のパッドに接続する様子を模式的に示す図である。

【図7】第1実施形態の変形例1に係る銅ピラーバンプを有する半導体チップを例示する部分断面図である。

【図8】第1実施形態の変形例2に係る銅ピラーバンプを有する半導体チップを例示する部分断面図である。

【図9】第2実施形態に係る半導体装置を例示する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照して発明を実施するための形態について説明する。なお、各図面にお

50

いて、同一構成部分には同一符号を付し、重複した説明を省略する場合がある。

【 0 0 1 0 】

第 1 実施形態

[ 第 1 実施形態に係る銅ピラーバンプの構造 ]

図 1 は、第 1 実施形態に係る銅ピラーバンプを有する半導体チップを例示する部分断面図である。図 1 を参照すると、半導体チップ 1 0 0 は、半導体基板 1 1 0 と、電極パッド 1 2 0 と、銅ピラーバンプ 1 3 0 とを有している。

【 0 0 1 1 】

なお、本実施形態では、便宜上、半導体チップ 1 0 0 の電極パッド 1 2 0 側を上側又は一方の側、その反対側を下側又は他方の側とする。又、半導体チップ 1 0 0 の電極パッド 1 2 0 側の面を一方の面又は上面、その反対側の面を他方の面又は下面とする。但し、半導体チップ 1 0 0 は天地逆の状態を用いることができ、又は任意の角度で配置できる。又、平面視とは対象物を半導体チップ 1 0 0 の回路形成面 1 1 0 a の法線方向から視ることを指し、平面形状とは対象物を半導体チップ 1 0 0 の回路形成面 1 1 0 a の法線方向から視た形状を指すものとする。

【 0 0 1 2 】

半導体チップ 1 0 0 は、例えば、シリコン等からなる薄板化された半導体基板 1 1 0 上に半導体集積回路（図示せず）等が形成されたものである。半導体基板 1 1 0 には、半導体集積回路（図示せず）と電氣的に接続された電極パッド 1 2 0 が形成されている。電極パッド 1 2 0 は、例えば、アルミニウムにより形成されている。

【 0 0 1 3 】

銅ピラーバンプ 1 3 0 は、半導体チップ 1 0 0 の電極パッド 1 2 0 上に形成されている。詳細には、銅ピラーバンプ 1 3 0 は、電極パッド 1 2 0 側から、金属層 1 3 1、銅層 1 3 2、ニッケル層 1 3 3、銅層 1 3 4、ニッケル層 1 3 5、はんだ層 1 3 6 が順次積層された構造である。例えば、平面視において、銅ピラーバンプ 1 3 0 は、電極パッド 1 2 0 よりも小面積であり、銅ピラーバンプ 1 3 0 の外周側には電極パッド 1 2 0 が環状に露出している。

【 0 0 1 4 】

金属層 1 3 1 は、銅層 1 3 2 等を形成する際のシード層となる層であり、電極パッド 1 2 0 の直上に形成されている（電極パッド 1 2 0 の上面に直接形成されている）。金属層 1 3 1 の材料としては、例えば、銅（Cu）、チタン（Ti）、クロム（Cr）、タンゲステン（W）、これら 2 つ以上の合金、又は、これら 2 つ以上の積層膜等を用いることができる。金属層 1 3 1 の厚さは、例えば、0.01 ~ 0.3 μm 程度とすることができる。金属層 1 3 1 の平面形状は、例えば、略円形である。この場合、金属層 1 3 1 の直径は 10 ~ 100 μm 程度とすることができ、好適には 25 ~ 50 μm 程度である。なお、本実施形態では、一例として、金属層 1 3 1 は、チタン層上に銅層が積層された積層膜であるものとする。

【 0 0 1 5 】

銅層 1 3 2 は、電解めっき層であり、金属層 1 3 1 の直上に形成されている。銅層 1 3 2 の厚さは、例えば、10 ~ 200 μm 程度とすることができ、好適には 20 ~ 150 μm 程度である。銅層 1 3 2 の平面形状は、金属層 1 3 1 の平面形状と略同一であり、銅層 1 3 2 は金属層 1 3 1 と平面視で重複するように形成されている。

【 0 0 1 6 】

ニッケル層 1 3 3 は、電解めっき層であり、銅層 1 3 2 の直上に形成されている。ニッケル層 1 3 3 の厚さは、例えば、2 ~ 20 μm 程度とすることができ、好適には 5 ~ 10 μm 程度である。ニッケル層 1 3 3 の平面形状は、例えば、略円形である。この場合、ニッケル層 1 3 3 の直径は、銅層 1 3 2 の直径よりも 1 ~ 20 μm 程度大きい。言い換えれば、ニッケル層 1 3 3 の外周側は、銅層 1 3 2 の側面よりも外側に環状に突起しており、突起量は 0.5 ~ 10 μm 程度の間で制御可能であるが、2 ~ 5 μm 程度であることが好ましい。なお、ニッケル層 1 3 3 の外周側が銅層 1 3 2 の側面よりも外側に突起する突起

10

20

30

40

50

量は、銅層 132 の直下に形成された金属層 131 (シード層) の厚さよりも大きい。

【0017】

銅層 134 は、電解めっき層であり、ニッケル層 133 の直上に形成されている。銅層 134 の厚さは、例えば、2 ~ 20  $\mu\text{m}$  程度とすることができ、好適には 5 ~ 10  $\mu\text{m}$  程度である。銅層 134 の平面形状は、金属層 131 及び銅層 132 の平面形状と略同一であり、銅層 134 は金属層 131 及び銅層 132 と平面視で重複するように形成されている。平面視において、銅層 134 は、ニッケル層 133 よりも小面積であり、銅層 134 の外周側にはニッケル層 133 が環状に露出している。

【0018】

ニッケル層 135 は、電解めっき層であり、銅層 134 の直上に形成されている。ニッケル層 135 の厚さは、例えば、2 ~ 20  $\mu\text{m}$  程度とすることができ、好適には 5 ~ 10  $\mu\text{m}$  程度である。ニッケル層 135 の平面形状は、ニッケル層 133 の平面形状と略同一であり、ニッケル層 135 はニッケル層 133 と平面視で重複するように形成されている。ニッケル層 135 の平面形状は、例えば、略円形である。この場合、ニッケル層 135 の直径は、銅層 134 の直径よりも 1 ~ 20  $\mu\text{m}$  程度大きい。言い換えれば、ニッケル層 135 の外周側は、銅層 134 の側面よりも外側に環状に突起しており、突起量は 0.5 ~ 10  $\mu\text{m}$  程度の間で制御可能であるが、2 ~ 5  $\mu\text{m}$  程度であることが好ましい。なお、ニッケル層 135 の外周側が銅層 134 の側面よりも外側に突起する突起量は、銅層 132 の直下に形成された金属層 131 (シード層) の厚さよりも大きい。

10

【0019】

はんだ層 136 は、ニッケル層 135 の直上に形成されている。はんだ層 136 の形状は、例えば、ドーム状である。ここで、ドーム状とは、中央部近傍の高さが高く、周縁部に行くに従って低くなる形状を指す。はんだ層 136 の厚さ (中央部近傍の最大厚さ) は、例えば、10  $\mu\text{m}$  程度とすることができる。はんだ層 136 の平面形状は、ニッケル層 135 の平面形状と略同一であり、はんだ層 136 はニッケル層 135 と平面視で重複するように形成されている。はんだ層 136 の材料としては、例えば Pb を含む合金、Sn と Cu の合金、Sn と Ag の合金、Sn と Ag と Cu の合金等を用いることができる。

20

【0020】

[第1実施形態に係る銅ピラーパンプの製造方法]

次に、第1実施形態に係る銅ピラーパンプの製造方法について説明する。図2 ~ 図4は、第1実施形態に係る銅ピラーパンプの製造工程を例示する図である。

30

【0021】

まず、図2 (a) に示す工程では、回路形成面 110a に電極パッド 120 が形成された半導体基板 110 を準備し、半導体基板 110 上及び電極パッド 120 上に金属層 131 を形成する。金属層 131 の材料や厚さは、前述の通りである。金属層 131 は、例えば、無電解めっき法やスパッタ法により形成できる。

【0022】

次に、図2 (b) に示す工程では、半導体基板 110 の回路形成面 110a に、レジスト層 900 を形成する。具体的には、例えば、半導体基板 110 の回路形成面 110a に、レジスト層 900 として感光性樹脂からなるドライフィルムレジスト等をラミネートする。そして、ドライフィルムレジスト等からなるレジスト層 900 を露光及び現像によりパターンングし、銅層 132 等を形成する部分の金属層 131 の上面を選択的に露出する開口部 900x を形成する。

40

【0023】

次に、図2 (c) に示す工程では、金属層 131 をシード層 (めっき給電層) に利用する電解めっき法により、レジスト層 900 の開口部 900x 内に露出する金属層 131 の上面に銅層 132 を形成する。銅層 132 の厚さは、前述の通りである。

【0024】

次に、図3 (a) に示す工程では、金属層 131 をシード層 (めっき給電層) に利用する電解めっき法により、銅層 132 上にニッケル層 133、銅層 134、及びニッケル層

50

135を順次積層する。ニッケル層133、銅層134、及びニッケル層135の厚さは、前述の通りである。

【0025】

次に、図3(b)に示す工程では、金属層131をシード層(めっき給電層)に利用する電解めっき法により、ニッケル層135上にはんだ層136を積層する。はんだ層136の材料やの厚さは、前述の通りである。

【0026】

次に、図3(c)に示す工程では、図3(c)に示すレジスト層900を剥離する。レジスト層900は、例えば、水酸化ナトリウム等を含む剥離液を用いて剥離できる。

【0027】

次に、図4(a)に示す工程で、銅をエッチング可能なエッチング液により銅層132に被覆されていない金属層131を溶解して除去する。エッチング液としては、例えば、過酸化水素/硫酸系水溶液、過硫酸ナトリウム水溶液、過硫酸アンモニウム水溶液、硝酸等のエッチング液を用いることができる。

【0028】

エッチングの際に、ニッケル層133及び135は銅をエッチング可能なエッチング液には溶解しないため、金属層131(チタン層上に銅層が積層された積層膜)に含まれる銅層、銅層132、及び銅層134が選択的にエッチングされる。その結果、銅層132に被覆されていない金属層131が除去されると共に、銅層132及び134の外周側がエッチングされる。

【0029】

これにより、ニッケル層133の外周側は銅層132の側面よりも外側に環状に突起し、ニッケル層135の外周側は銅層134の側面よりも外側に環状に突起する。エッチング時間等を制御することで、ニッケル層133及び135の突起量を、金属層131の厚さよりも大きくすることができる。

【0030】

次に、金属層131に含まれるチタン層を、銅及びニッケルが溶解せずにチタンが溶解するエッチング液で除去する。これにより、銅層132に被覆されていない金属層131は全て除去される。

【0031】

次に、図4(b)に示す工程で、リフロー等により、はんだ層136を溶融後凝固させてドーム状等に成形する。これにより、電極パッド120上に銅ピラーバンプ130が形成され、半導体チップ100が完成する。

【0032】

ここで、比較例を交えながら、銅ピラーバンプ130が奏する効果について説明する。

【0033】

図5は、比較例に係る半導体チップを配線基板のパッドに接続する様子を模式的に示す図である。図5に示す半導体チップ100Xにおいて、電極パッド120上には銅ピラーバンプ130Xが形成されている。銅ピラーバンプ130Xは、ニッケル層133、銅層134、及びニッケル層135を有していない点が、銅ピラーバンプ130(図1等参照)と相違する。

【0034】

図5(a)に示すように、配線基板310のパッド320上に、銅ピラーバンプ130Xがパッド320側を向くように半導体チップ100Xを配置し、銅ピラーバンプ130Xのはんだ層136を溶融後凝固させる。例えば、はんだ層136を構成するはんだの量が多いと、図5(b)に示すように、銅ピラーバンプ130Xの側面を余剰なはんだが伝わり、はんだが半導体チップ100Xの回路形成面110a側に接触する場合がある。この場合、回路形成面110a側に接触したはんだにより回路ショート等のトラブルが発生するおそれがある。しかしながら、信頼性の高い接続を実現するためには、十分な量のはんだが必要であるため、はんだの量を減らすことは困難である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 5 】

図 6 は、本実施形態に係る半導体チップを配線基板のパッドに接続する様子を模式的に示す図である。半導体チップ 1 0 0 は、半導体チップ 1 0 0 X とは異なり、銅ピラーバンプ 1 3 0 を有している。すなわち、ニッケル層 1 3 3 の外周側は銅層 1 3 2 の側面よりも外側に環状に突起し、ニッケル層 1 3 5 の外周側は銅層 1 3 4 の側面よりも外側に環状に突起している。

## 【 0 0 3 6 】

そのため、図 6 ( a ) に示すように、配線基板 3 1 0 のパッド 3 2 0 上に、銅ピラーバンプ 1 3 0 がパッド 3 2 0 側を向くように半導体チップ 1 0 0 を配置し、はんだ層 1 3 6 を溶融後凝固させても、銅ピラーバンプ 1 3 0 の側面を余剰なはんだが伝わらない。すなわち、はんだ層 1 3 6 を構成するはんだの量が多かったとしても、ニッケル層 1 3 3 及び 1 3 5 は、銅層よりもはんだ濡れ性が悪いので、銅ピラーバンプ 1 3 0 の側面を余剰なはんだが伝わりにくい。特に、ニッケル層 1 3 3 及び 1 3 5 に突起部を設けたことで、はんだが伝わる部分の表面積が増えると共に半導体チップ 1 0 0 までの到達距離も伸びるため、余剰なはんだが一層伝わりにくくなる。又、仮に、余剰なはんだが銅ピラーバンプ 1 3 0 の側面を伝わったとしても、図 6 ( b ) に示すように、余剰なはんだはニッケル層 1 3 3 の突起部で遮断され、半導体チップ 1 0 0 の回路形成面 1 1 0 a 側には到達しない。

10

## 【 0 0 3 7 】

このように、銅ピラーバンプ 1 3 0 において、ニッケル層 1 3 3 がダムの役割を果たすため、余剰なはんだはニッケル層 1 3 3 の突起部で遮断され、半導体チップ 1 0 0 の回路形成面 1 1 0 a 側には到達しない。その結果、半導体チップ 1 0 0 の回路形成面 1 1 0 a 側に接触したはんだにより回路ショート等のトラブルが発生するおそれを抑制できる。

20

## 【 0 0 3 8 】

なお、銅層とニッケル層とが順次積層された積層膜を、ニッケル層 1 3 3 と銅層 1 3 4 との間に少なくとも 1 層以上形成することがより好ましい。そして、積層膜において、ニッケル層の外周側を銅層の側面よりも外側に環状に突起させる。これにより、ダムの役割を果たすニッケル層の層数が増えるため、余剰なはんだは各々のニッケル層の突起部で遮断され、半導体チップ 1 0 0 の回路形成面 1 1 0 a 側に一層到達し難くなる。

## 【 0 0 3 9 】

又、以上の説明は、銅ピラーバンプ 1 3 0 において、銅層とニッケル層を積層する例を示したが、銅とエッチングレートが異なる金属から形成された金属層であれば、ニッケル層以外を用いてもよい。銅とエッチングレートが異なる金属として、ニッケルの代わりに、例えば、クロム ( Cr )、チタン ( Ti )、タンタル ( Ta )、コバルト ( Co )、金 ( Au )、銀 ( Ag )、白金 ( Pt )、パラジウム ( Pd ) の何れかを用いてもよい。これらの中でも、Ni、Cr、Ti、Ta、Co の何れかを用いることが好ましい。これらは、銅よりもはんだ濡れ性が悪い材料であるため、銅ピラーバンプ 1 3 0 の側面を余剰なはんだが伝わりにくいからである。

30

## 【 0 0 4 0 】

## 第 1 実施形態の変形例 1

第 1 実施形態の変形例 1 では、第 1 実施形態とは積層構造の異なる銅ピラーバンプの例を示す。なお、第 1 実施形態の変形例 1 において、既に説明した実施形態と同一構成部についての説明は省略する場合がある。

40

## 【 0 0 4 1 】

図 7 は、第 1 実施形態の変形例 1 に係る銅ピラーバンプを有する半導体チップを例示する部分断面図である。図 7 を参照すると、半導体チップ 1 0 0 A は、半導体基板 1 1 0 と、電極パッド 1 2 0 と、銅ピラーバンプ 1 3 0 A とを有している。銅ピラーバンプ 1 3 0 A は、ニッケル層 1 3 5 とはんだ層 1 3 6 との間に銅層 1 3 7 が追加された点が、銅ピラーバンプ 1 3 0 ( 図 1 等参照 ) と相違する。言い換えれば、銅ピラーバンプ 1 3 0 A では、ニッケル層 1 3 5 の直上に銅層 1 3 7 が積層され、更に銅層 1 3 7 の直上にはんだ層 1 3 6 が積層されている。

50

## 【 0 0 4 2 】

銅層 1 3 7 は、電解めっき層であり、ニッケル層 1 3 5 の直上に形成されている。銅層 1 3 7 の厚さは、例えば、2 ~ 2 0 μ m 程度とすることができ、好適には 5 ~ 1 0 μ m 程度である。銅層 1 3 7 の平面形状は、金属層 1 3 1、銅層 1 3 2、及び銅層 1 3 4 の平面形状と略同一であり、銅層 1 3 7 は金属層 1 3 1、銅層 1 3 2、及び銅層 1 3 4 と平面視で重複するように形成されている。平面視において、銅層 1 3 7 は、ニッケル層 1 3 5 よりも小面積であり、銅層 1 3 7 の外周側にはニッケル層 1 3 5 が環状に露出している。

## 【 0 0 4 3 】

このように、はんだ層 1 3 6 の下層は銅層でも構わない。この場合も、ニッケル層 1 3 3 の外周側は銅層 1 3 2 の側面よりも外側に環状に突起し、ニッケル層 1 3 5 の外周側は銅層 1 3 4 の側面よりも外側に環状に突起しているため、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

10

## 【 0 0 4 4 】

## 第 1 実施形態の変形例 2

第 1 実施形態の変形例 2 では、最上層にはんだ層を設けない例を示す。なお、第 1 実施形態の変形例 2 において、既に説明した実施形態と同一構成部についての説明は省略する場合がある。

## 【 0 0 4 5 】

図 8 は、第 1 実施形態の変形例 2 に係る銅ピラーバンプを有する半導体チップを例示する部分断面図である。図 8 を参照すると、半導体チップ 1 0 0 B は、半導体基板 1 1 0 と電極パッド 1 2 0 と、銅ピラーバンプ 1 3 0 B とを有している。銅ピラーバンプ 1 3 0 B は、ニッケル層 1 3 5 の直上に、最上層として、はんだ層の代わりに金属層 1 3 8 が形成された点が、銅ピラーバンプ 1 3 0 ( 図 1 等参照 ) と相違する。

20

## 【 0 0 4 6 】

金属層 1 3 8 は、はんだとの接続信頼性を向上させるために設ける層であり、ニッケル層 1 3 5 よりもはんだ濡れ性に優れた材料から形成されている。金属層 1 3 8 としては、例えば、Au 膜、Pd / Au 膜 ( Pd 膜と Au 膜をこの順番で積膜した金属膜 ) 等を用いることができる。金属層 1 3 8 は、電解めっき法で形成してもよいし、無電解めっき法で形成してもよい。

## 【 0 0 4 7 】

このように、銅ピラーバンプ 1 3 0 B は、はんだ層を有していなくてもよい。この場合は、例えば、配線基板のパッド側に予めはんだを形成しておけばよい。或いは、銅ピラーバンプ 1 3 0 B を配線基板のパッドと接続する際に、銅ピラーバンプ 1 3 0 B の金属層 1 3 8 上及び / 又は配線基板のパッド上に、はんだが供給されてもよい。

30

## 【 0 0 4 8 】

## 第 2 実施形態

第 2 実施形態では、配線基板と半導体チップが銅ピラーバンプを介して電氣的に接続された半導体装置の例を示す。なお、第 2 実施形態において、既に説明した実施形態と同一構成部についての説明は省略する場合がある。

## 【 0 0 4 9 】

図 9 は、第 2 実施形態に係る半導体装置を例示する断面図である。図 9 を参照すると、半導体装置 1 は、配線基板 1 0 と、半導体チップ 1 0 0 と、アンダーフィル樹脂 2 0 0 とを有している。配線基板 1 0 は、絶縁樹脂等からなる絶縁層 1 1 と、銅等からなる配線層 1 2 及び 1 3 と、絶縁樹脂等からなるソルダーレジスト層 1 4 及び 1 5 と、はんだバンプ 1 6 とを有している。

40

## 【 0 0 5 0 】

配線基板 1 0 において、絶縁層 1 1 の一方の面には配線層 1 2 が形成され、他方の面には配線層 1 3 が形成されている。又、絶縁層 1 1 の一方の面には配線層 1 2 を被覆するソルダーレジスト層 1 4 が形成され、ソルダーレジスト層 1 4 の開口部 1 4 x 内から配線層 1 2 の一部が露出している。又、絶縁層 1 1 の他方の面には配線層 1 3 を被覆するソルダ

50

レジスト層 15 が形成され、ソルダーレジスト層 15 の開口部 15 x 内から配線層 13 の一部が露出している。開口部 15 x 内から露出する配線層 13 には、はんだバンプ 16 が形成されている。

【0051】

なお、図9では、絶縁層 11 は 1 層の絶縁層として記載しているが、絶縁層 11 の部分は多層配線基板であってもよい。多層配線基板は、例えば、複数の絶縁層と配線層とが交互に積層され、必要な配線層同士が絶縁層を貫通するビア配線を介して電氣的に接続された構造とすることができる。この際、多層配線基板は、コアとなる基板を有してもよいし、コアレスの基板であってもよい。又、コアとなる基板は、ガラスエポキシ等の補強材を有していてもよい。

【0052】

半導体チップ 100 は、回路形成面 110 a をソルダーレジスト層 14 側に向けて（フェースダウン状態で）、配線基板 10 上にフリップチップ実装されている。具体的には、半導体チップ 100 の電極パッド 120 は、銅ピラーバンプ 130 を介して、ソルダーレジスト層 14 の開口部 14 x 内から露出する配線層 12 と電氣的に接続されている。より詳細には、銅ピラーバンプ 130 のはんだ層 136 が溶融後凝固して、ソルダーレジスト層 14 の開口部 14 x 内から露出する配線層 12 に接合されている。

【0053】

半導体チップ 100 の回路形成面 110 a と配線基板 10 のソルダーレジスト層 14 の上面との間には、アンダーフィル樹脂 200 が充填されている。アンダーフィル樹脂 200 は、半導体チップ 100 の側面の一部又は全部を被覆してもよい。アンダーフィル樹脂 200 は、半導体チップ 100 の背面を露出している。配線基板 10 上に、半導体チップ 100 及びアンダーフィル樹脂 200 を被覆するモールド樹脂を更に設けてもよい。

【0054】

このように、半導体チップ 100 の電極パッド 120 は、銅ピラーバンプ 130 を介して、ソルダーレジスト層 14 の開口部 14 x 内から露出する配線層 12 と電氣的に接続されている。前述のように、銅ピラーバンプ 130 において、ニッケル層 133 の外周側は銅層 132 の側面よりも外側に環状に突起し、ニッケル層 135 の外周側は銅層 134 の側面よりも外側に環状に突起している。そのため、電極パッド 120 と配線層 12 とを接続するために、銅ピラーバンプ 130 のはんだ層 136 が溶融した際に、余剰なはんだはニッケル層 133 の突起部で遮断され、半導体チップ 100 の回路形成面 110 a 側には到達しない。その結果、半導体チップ 100 の回路形成面 110 a 側に接触したはんだにより回路ショート等のトラブルが発生するおそれを抑制できる。

【0055】

なお、アンダーフィル樹脂 200 は、電極パッド 120 と配線層 12 とを接続した後に、半導体チップ 100 の回路形成面 110 a と配線基板 10 のソルダーレジスト層 14 の上面との間に樹脂を流し込んで充填される。そこで、アンダーフィル樹脂 200 がフィラーを含有している場合には、ニッケル層 133 の突起部とニッケル層 135 の突起部との間隔（銅層 134 の厚さ）よりも平均粒径の小さなフィラーを含有することが好ましい。

【0056】

これにより、フィラーがニッケル層 133 の突起部とニッケル層 135 の突起部との間に挟まることを防止できる。又、フィラーを含むアンダーフィル樹脂 200 がニッケル層 133 の突起部とニッケル層 135 の突起部との間も含めた銅ピラーバンプ 130 の全体を被覆するため、応力を分散することができる。

【0057】

なお、アンダーフィル樹脂 200 の供給方法は上記の場合には限定されない。例えば、フィルム状のアンダーフィル樹脂を予め配線基板 10 上に配置しておき、アンダーフィル樹脂を突き破りながら、半導体チップ 100 の銅ピラーバンプ 130 を配線基板 10 に接合してもよい。

【0058】

10

20

30

40

50

但し、上記のような、半導体チップ 100 の回路形成面 110 a と配線基板 10 のソルダーレジスト層 14 の上面との間に樹脂を流し込んで充填する方法の場合には、電極パッド 120 と配線層 12 とを接続する際には銅ピラーバンプ 130 の周囲は空気である。そのため、フィルム状のアンダーフィル樹脂を用いる方法よりも、樹脂を流し込んで充填する方法の方が、はんだが銅ピラーバンプ 130 の側面を這い上がり易く、ニッケル層に突起部を設けた効果（這い上がり防止効果）が顕著に現れる。

【0059】

なお、上記の半導体装置 1 の構造は一例であり、銅ピラーバンプ 130 を有する半導体チップ 100 は様々な構造の配線基板に実装可能である。又、銅ピラーバンプ 130 を有する半導体チップ 100 は、配線基板に埋め込まれても構わない。又、銅ピラーバンプ 130 に代えて、銅ピラーバンプ 130 A や 130 B を用いても構わない。

10

【0060】

以上、好ましい実施形態等について詳説したが、上述した実施形態等に制限されることなく、特許請求の範囲に記載された範囲を逸脱することなく、上述した実施形態等に種々の変形及び置換を加えることができる。

【符号の説明】

【0061】

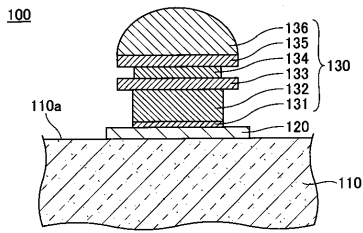
- 1 半導体装置
- 10 配線基板
- 11 絶縁層
- 12、13 配線層
- 14、15 ソルダーレジスト層
- 14x、15x 開口部
- 16 はんだバンプ
- 100、100A、100B 半導体チップ
- 110 半導体基板
- 110a 回路形成面
- 120 電極パッド
- 130、130A、130B 銅ピラーバンプ
- 131、138 金属層
- 132、134、137 銅層
- 133、135 ニッケル層
- 136 はんだ層
- 200 アンダーフィル樹脂

20

30

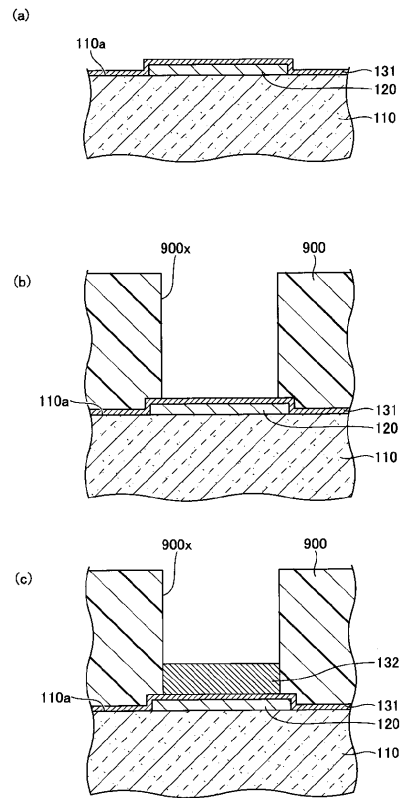
【 図 1 】

第1実施形態に係る銅ピラーバンプを有する半導体チップを例示する断面図



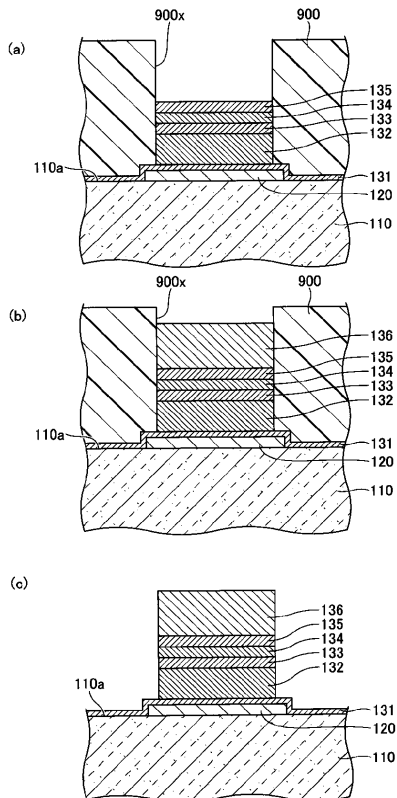
【 図 2 】

第1実施形態に係る銅ピラーバンプの製造工程を例示する図(その1)



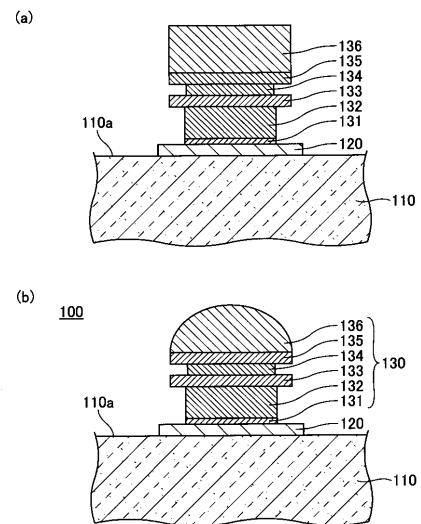
【 図 3 】

第1実施形態に係る銅ピラーバンプの製造工程を例示する図(その2)



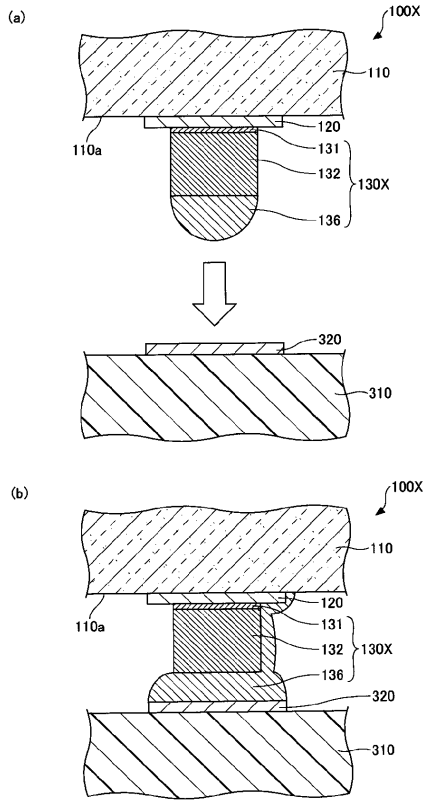
【 図 4 】

第1実施形態に係る銅ピラーバンプの製造工程を例示する図(その3)



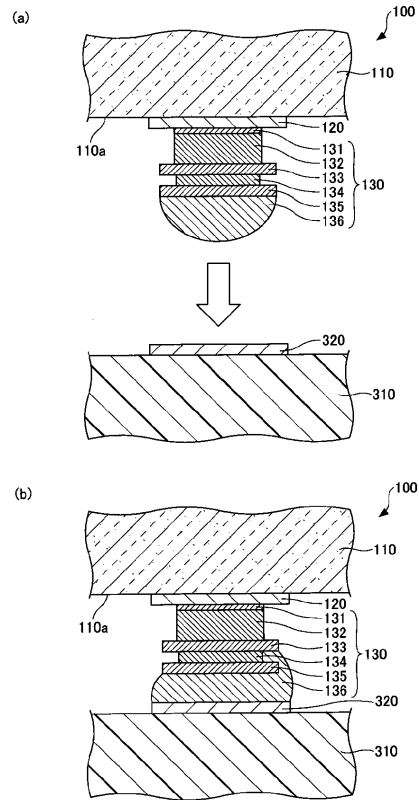
【 図 5 】

比較例に係る半導体チップを配線基板のパッドに接続する様子を模式的に示す図



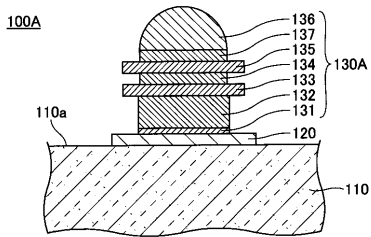
【 図 6 】

本実施形態に係る半導体チップを配線基板のパッドに接続する様子を模式的に示す図



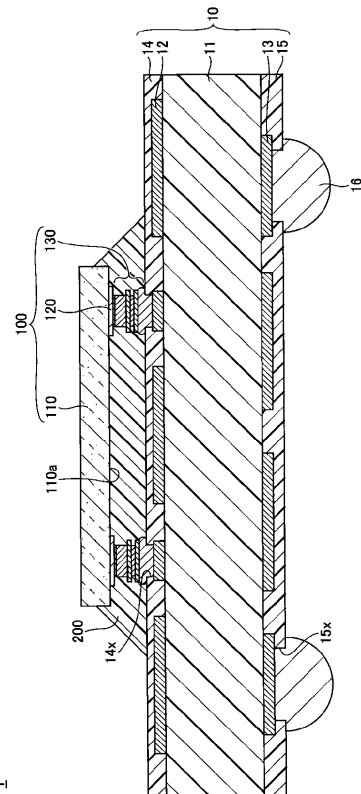
【 図 7 】

第1実施形態の変形例1に係る銅ピラーハンブを有する半導体チップを例示する断面図



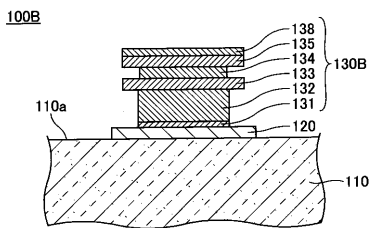
【 図 9 】

第2実施形態に係る半導体装置を例示する断面図



【 図 8 】

第1実施形態の変形例2に係る銅ピラーハンブを有する半導体チップを例示する断面図



---

フロントページの続き

- (72)発明者 大久保 光晃  
長野県長野市小島田町 8 0 番地 新光電気工業株式会社内
- (72)発明者 内田 健二  
長野県長野市小島田町 8 0 番地 新光電気工業株式会社内
- Fターム(参考) 5F044 EE06 KK01 LL01 QQ02 QQ03