

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7014535号

(P7014535)

(45)発行日 令和4年2月1日(2022.2.1)

(24)登録日 令和4年1月24日(2022.1.24)

(51)国際特許分類

F I

B 2 3 K 35/14 (2006.01)

B 2 3 K

35/14

Z

H 0 1 L 21/60 (2006.01)

H 0 1 L

21/92

6 0 2 D

B 2 3 K 35/26 (2006.01)

H 0 1 L

21/92

6 0 4 H

C 2 2 C 13/00 (2006.01)

H 0 1 L

21/60

3 1 1 Q

B 2 3 K 1/00 (2006.01)

B 2 3 K

35/26

3 1 0 A

請求項の数 13 (全21頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2017-133267(P2017-133267)

(22)出願日 平成29年7月7日(2017.7.7)

(65)公開番号 特開2019-13960(P2019-13960A)

(43)公開日 平成31年1月31日(2019.1.31)

審査請求日 令和2年2月27日(2020.2.27)

(73)特許権者 000190688

新光電気工業株式会社

長野県長野市小島田町 8 0 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

(74)代理人 100091672

弁理士 岡本 啓三

(74)代理人 100180459

弁理士 二階堂 裕

(72)発明者 村山 啓

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

審査官 川口 由紀子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 導電性ボール及び電子装置とそれらの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

銅ボールと、

前記銅ボールの外面を被覆するニッケル層と、

前記ニッケル層の外面を被覆する銅層と、

前記銅層の外面を被覆する錫系はんだと

を有し、

前記錫系はんだと前記銅層とを合計した重量に対する前記銅層の銅の重量が 0 . 7 w t %
～ 3 w t %であることを特徴とする導電性ボール。

【請求項 2】

前記錫系はんだは、錫ノビスマスはんだ、錫ノ銀はんだ、及び錫ノビスマスノニッケルは
んだのいずれかであることを特徴とする請求項 1 に記載の導電性ボール。

【請求項 3】

第 1 接続パッドを備えた下側電子部材と、

前記下側電子部材の上に配置され、第 2 接続パッドを備えた上側電子部材と、

前記下側電子部材の第 1 接続パッドと前記上側電子部材の第 2 接続パッドとを接続する導
電性ボールと

を有し、

前記導電性ボールは、

銅ボールと、

前記銅ボールの外表面を被覆するニッケル層と、
前記ニッケル層の外表面を所定層を介して被覆する錫系はんだと
を有し、
前記所定層は、前記ニッケル層と前記錫系はんだとの間に形成された $(\text{Cu}, \text{Ni})_6\text{Sn}_5$ 層であることを特徴とする電子装置。

【請求項 4】

前記第 1 接続パッド及び前記第 2 接続パッドの各表面はニッケル層又は銅層であり、
前記第 1 接続パッドと前記錫系はんだとの間、及び前記第 2 接続パッドと前記錫系はんだとの間に、 $(\text{Cu}, \text{Ni})_6\text{Sn}_5$ 層がそれぞれ形成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の電子装置。

10

【請求項 5】

前記錫系はんだは、錫 / ビスマスはんだ、錫 / 銀はんだ、及び錫 / ビスマス / ニッケルはんだのいずれかであることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の電子装置。

【請求項 6】

前記ニッケル層と前記錫系はんだとの間に $(\text{Cu}, \text{Ni})_6\text{Sn}_5$ 層のみが形成されたことを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか一項に記載の電子装置。

【請求項 7】

銅ボールを用意する工程と、
前記銅ボールの外表面を被覆するニッケル層を形成する工程と、
前記ニッケル層の外表面を被覆する銅層を形成する工程と、
前記銅層の外表面を被覆する錫系はんだを形成する工程と
を有し、
前記錫系はんだがリフロー加熱される際に、前記銅層の銅が前記錫系はんだに拡散して、前記錫系はんだ内の銅の濃度が $0.7 \text{ wt} \% \sim 3 \text{ wt} \%$ になることを特徴とする導電性ボールの製造方法。

20

【請求項 8】

前記錫系はんだは、錫 / ビスマスはんだ、錫 / 銀はんだ、及び錫 / ビスマス / ニッケルはんだのいずれかであることを特徴とする請求項 7 に記載の導電性ボールの製造方法。

【請求項 9】

第 1 接続パッドを備えた下側電子部材と、
第 2 接続パッドを備えた上側電子部材と、
銅ボールと、前記銅ボールの外表面を被覆するニッケル層と、前記ニッケル層の外表面を被覆する銅層と、前記銅層の外表面を被覆する錫系はんだとを有する導電性ボールと
を用意する工程と、
前記下側電子部材の第 1 接続パッドと前記上側電子部材の第 2 接続パッドとを、前記導電性ボールの錫系はんだをリフロー加熱して接続する工程と
を有し、
前記導電性ボールの前記ニッケル層と前記錫系はんだとの間に $(\text{Cu}, \text{Ni})_6\text{Sn}_5$ 層が形成されることを特徴とする電子装置の製造方法。

30

【請求項 10】

前記導電性ボールを用意する工程において、
前記錫系はんだをリフロー加熱する際に、前記銅層の銅が前記錫系はんだに拡散して、前記錫系はんだ内の銅の濃度が $0.7 \text{ wt} \% \sim 3 \text{ wt} \%$ になるように、前記銅層の厚みが調整されていることを特徴とする請求項 9 に記載の電子装置の製造方法。

40

【請求項 11】

前記下側電子部材の第 1 接続パッドと前記上側電子部材の第 2 接続パッドとを接続する工程において、
前記第 1 接続パッド及び前記第 2 接続パッドの各表面はニッケル層又は銅層であり、
前記第 1 接続パッドと前記錫系はんだとの間、及び前記第 2 接続パッドと前記錫系はんだとの間に、 $(\text{Cu}, \text{Ni})_6\text{Sn}_5$ 層がそれぞれ形成されることを特徴とする請求項 9 又

50

は 1 0 に記載の電子装置の製造方法。

【請求項 1 2】

前記錫系はんだは、錫／ビスマスはんだ、錫／銀はんだ、及び錫／ビスマス／ニッケルはんだのいずれかであることを特徴とする請求項 9 乃至 1 1 のいずれか一項に記載の電子装置の製造方法。

【請求項 1 3】

前記導電性ボールの前記ニッケル層と前記錫系はんだとの間に (C u , N i) ₆ S n ₅ 層のみが形成されたことを特徴とする請求項 9 乃至 1 2 のいずれか一項に記載の電子装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、導電性ボール及び電子装置とそれらの製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、下側配線基板の上に導電性ボールを介して上側配線基板が接続された構造を有する電子装置がある。導電性ボールは、銅ボールの外面にはんだが被覆されて形成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

20

【文献】特開 2 0 1 3 - 3 1 8 6 4 号公報

特開 2 0 1 5 - 7 2 9 9 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

後述する予備的事項で説明するように、下側配線基板の接続パッドと上側配線基板の接続パッドとが導電性ボールによって接続された電子装置がある。導電性ボールは、C u ボールの外面に N i 層と S n / B i はんだとが順に被覆されて形成される。

【0 0 0 5】

そのような電子装置では、導電性ボールをリフロー加熱して各接続パッドに接続する際に、接続パッドと S n / B i はんだとの間、及び導電性ボールの N i 層と S n / B i はんだとの間に熱的に不安定な脆い N i ₃ S n ₄ 層が形成される。

30

【0 0 0 6】

このため、熱がかかると N i ₃ S n ₄ 層が成長してクラックが発生したり、エレクトロマイグレーションによって N i が移動してボイドが発生する課題がある。

【0 0 0 7】

下側電子部材と上側電子部材とを信頼性よく接続できる新規な構造の導電性ボール及び電子装置とそれらの製造方法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】

【0 0 0 8】

40

以下の開示の一観点によれば、銅ボールと、前記銅ボールの外面を被覆するニッケル層と、前記ニッケル層の外面を被覆する銅層と、前記銅層の外面を被覆する錫系はんだとを有し、前記錫系はんだと前記銅層とを合計した重量に対する前記銅層の銅の重量が 0 . 7 w t % ~ 3 w t % である導電性ボールが提供される。

【発明の効果】

【0 0 1 2】

以下の開示によれば、導電性ボールでは、銅ボールの外面に、ニッケル層、銅層、及び錫系はんだが順に被覆されている。そして、下側電子部材の接続パッドと上側電子部材の接続パッドとが導電性ボールによって接続される。

【0 0 1 3】

50

導電性ボールでは、錫系はんだと銅層とを合計した重量に対する銅層の銅の重量が 0.7 wt% ~ 3 wt% である。

【0014】

このように、錫系はんだがリフロー加熱によって電子部材の接続パッドに接続される際に、銅層の銅が錫系はんだに拡散して、錫系はんだ内の銅の濃度が 0.7 wt% ~ 3 wt% になるように、銅層の厚みが調整されている。

【0015】

これにより、導電性ボールのニッケル層と錫系はんだとの間、及び上側、下側電子部材の各接続パッドと錫系はんだと間に金属間化合物である (Cu, Ni)₆Sn₅ 層が形成される。

10

【0016】

(Cu, Ni)₆Sn₅ 層は熱的に安定な物性を有し、熱がかかっても結晶の成長が起こらないため、接続部にクラックが発生することが防止される。また、(Cu, Ni)₆Sn₅ 層は、エレクトロマイグレーション対策の信頼性の高いバリア層として機能するため、接続部にボイドが発生することが防止される。

【0017】

よって、下側電子部材と上側電子部材との導電性ボールによる接続の信頼性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

20

【図1】図1は予備的事項に係る導電性ボールを示す断面図である。

【図2】図2は図1の導電性ボールによって接続される下側配線基板及び上側配線基板を示す断面図である。

【図3】図3は予備的事項に係る下側配線基板に導電性ボールによって上側配線基板が接続された様子を示す断面図(その1)である。

【図4】図4は予備的事項に係る下側配線基板に導電性ボールによって上側配線基板が接続された様子を示す断面図(その2)である。

【図5】図5は実施形態の導電性ボールを示す断面図である

【図6】図6(a)~(d)は実施形態の導電性ボールの製造方法を示す断面図である。

【図7】図7は実施形態の電子装置の製造方法を示す断面図(その1)である。

30

【図8】図8は実施形態の電子装置の製造方法を示す断面図(その2)である。

【図9】図9は実施形態の電子装置の製造方法を示す断面図(その3)である。

【図10】図10は実施形態の電子装置の導電性ボールによる接続部の様子を示す断面図である。

【図11】図11は金属間化合物を確認するための実験サンプルを示す断面図(その1)である。

【図12】図12は金属間化合物を確認するための実験サンプルを示す断面図(その2)である。

【図13】図13は導電性ボールのCu層の厚みとSn/Biはんだ中のCu濃度との関係を説明するための図である。

40

【図14】図14は実施形態の変形例の電子装置の導電性ボールによる接続部の様子を示す断面図である。

【図15】図15は実施形態の第1の適用例の電子装置を示す断面図(その1)である。

【図16】図16は実施形態の第2の適用例の電子装置を示す断面図(その2)である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、実施の形態について、添付の図面を参照して説明する。

【0020】

実施形態を説明する前に、基礎となる予備的事項について説明する。予備的事項の記載は、発明者の個人的な検討内容であり、公知技術ではない技術内容を含む。

50

【 0 0 2 1 】

図 1 には予備的事項に係る電子装置に使用される導電性ボールが示されている。図 1 に示すように、導電性ボール 1 0 0 では、銅 (C u) ボール 1 1 0 の外面に、ニッケル (N i) 層 1 2 0 と錫 (S n) / 銀 (A g) はんだ 1 3 0 とが順に形成されている。 N i 層 1 2 0 は、 C u ボール 1 1 0 の C u が S n / B i はんだ 1 3 0 に拡散することを防止するバリア層として機能する。

【 0 0 2 2 】

次に、図 1 の導電性ボール 1 0 0 を使用して下側配線基板と上側配線基板とを接続する方法について説明する。図 2 に示すように、まず、導電性ボール 1 0 0 の下側に配置される下側配線基板 2 0 0 を用意する。下側配線基板 2 0 0 では、絶縁層 2 2 0 の上に接続パッド P 1 が形成され、接続パッド P 1 の上に開口部 2 4 0 a が設けられたソルダレジスト層 2 4 0 が絶縁層 2 2 0 の上に形成されている。

10

【 0 0 2 3 】

接続パッド P 1 は、下から順に、銅 (C u) 層 2 6 0 a 、ニッケル (N i) 層 2 6 0 b 及び金 (A u) 層 2 6 0 c が積層されて形成される。

【 0 0 2 4 】

さらに、同じく図 2 に示すように、導電性ボール 1 0 0 の上側に配置される上側配線基板 3 0 0 を用意する。図 2 では、上側配線基板 3 0 0 が上下反転した状態で示されている。

【 0 0 2 5 】

上側配線基板 3 0 0 では、絶縁層 3 2 0 の上 (図 2 では下) に接続パッド P 2 が形成され、接続パッド P 2 の上に開口部 3 4 0 a が設けられたソルダレジスト層 3 4 0 が絶縁層 3 2 0 の上に形成されている。接続パッド P 2 は、下から順に、銅 (C u) 層 3 6 0 a 、ニッケル (N i) 層 3 6 0 b 及び金 (A u) 層 3 6 0 c が積層されて形成される。

20

【 0 0 2 6 】

そして、図 3 に示すように、下側配線基板 2 0 0 の接続パッド P 1 と上側配線基板 3 0 0 の接続パッド P 2 とを図 1 の導電性ボール 1 0 0 によって接続する。

【 0 0 2 7 】

実際には、最初に、下側配線基板 2 0 0 の接続パッド P 1 の上に導電性ボール 1 0 0 を配置し、リフロー加熱により、下側配線基板 2 0 0 の接続パッド P 1 に導電性ボール 1 0 0 の S n / B i はんだ 1 3 0 を接続する。

30

【 0 0 2 8 】

その後に、下側配線基板 2 0 0 に接続された導電性ボール 1 0 0 の上に上側配線基板 3 0 0 の接続パッド P 2 を配置する。さらに、リフロー加熱により、導電性ボール 1 0 0 の S n / B i はんだ 1 3 0 に上側配線基板 3 0 0 の接続パッド P 2 を接続する。

【 0 0 2 9 】

このとき、リフロー加熱する際に、下側配線基板 2 0 0 の接続パッド P 1 の A u 層 2 6 0 c が導電性ボール 1 0 0 の S n / B i はんだ 1 3 0 内に流出して消失する。また同様に、上側配線基板 3 0 0 の接続パッド P 2 の A u 層 3 6 0 c が導電性ボール 1 0 0 の S n / B i はんだ 1 3 0 内に流出して消失する。

【 0 0 3 0 】

そして、図 3 の部分拡大断面図に示すように、下側配線基板 2 0 0 の接続パッド P 1 の N i 層 2 6 0 b と導電性ボール 1 0 0 の S n / B i はんだ 1 3 0 との間に N i ₃ S n ₄ 層 M a が形成される。 N i ₃ S n ₄ 層 M a は、下側配線基板 2 0 0 の接続パッド P 1 の N i 層 2 6 0 b の N i と導電性ボール 1 0 0 の S n / B i はんだ 1 3 0 の S n とが結合した金属間化合物である。

40

【 0 0 3 1 】

また同様に、上側配線基板 3 0 0 の接続パッド P 2 の N i 層 3 6 0 b と導電性ボール 1 0 0 の S n / B i はんだ 1 3 0 との間に N i ₃ S n ₄ 層 M b が形成される。同様に、 N i ₃ S n ₄ 層 M b は、上側配線基板 3 0 0 の接続パッド P 2 の N i 層 3 6 0 b の N i と導電性ボール 1 0 0 の S n / B i はんだ 1 3 0 の S n とが結合した金属間化合物である。

50

【 0 0 3 2 】

また同様に、導電性ボール 1 0 0 の N i 層 1 2 0 と S n / B i はんだ 1 3 0 との間に N i₃ S n₄ 層 M c が形成される。N i₃ S n₄ 層 M c は、導電性ボール 1 0 0 の N i 層 1 2 0 の N i と S n / B i はんだ 1 3 0 の S n とが結合した金属間化合物である。

【 0 0 3 3 】

以下、予備的事項の電子装置の課題について、下側配線基板 2 0 0 の接続パッド P 1 と導電性ボール 1 0 0 との接続部に注目して説明する。

【 0 0 3 4 】

予備的事項の電子装置で形成される N i₃ S n₄ 層 M a は熱的に不安定な物性を有する。このため、熱サイクル試験などで熱がかかると、N i₃ S n₄ 層 M a が成長するため、N i₃ S n₄ 層 M a の周りにクラックが発生しやすい。

10

【 0 0 3 5 】

また、N i₃ S n₄ 層 M a は、針状の結晶の集合体であり、各結晶の高さや幅が不均一で緻密性が低い。また、N i₃ S n₄ 層 M a は、強度が低く脆いため、ストレスがかかると折れやすい。

【 0 0 3 6 】

このため、電流を流すとエレクトロマイグレーションによって N i₃ S n₄ 層 M a の結晶の隙間から接続パッド P 1 の N i 層 2 6 0 b の N i が S n / B i はんだ 1 3 0 に移動するため、ボイドが発生しやすい。

【 0 0 3 7 】

20

このように、導電性ボール 1 0 0 の接続部に熱的に不安定な脆い N i₃ S n₄ 層 M a , M b , M c が形成されるため、下側配線基板 2 0 0 と上側配線基板 3 0 0 との導電性ボール 1 0 0 による接続の信頼性が得られない。

【 0 0 3 8 】

次に、下側配線基板 2 0 0 及び上側配線基板 3 0 0 の各接続パッド P 1 , P 2 が C u 層から形成される場合について説明する。図 4 には、下側配線基板 2 0 0 及び上側配線基板 3 0 0 の各接続パッド P 1 , P 2 (C u 層) に、図 1 の導電性ボール 1 0 0 の S n / B i はんだ 1 3 0 がリフロー加熱によって接続された様子が示されている。

【 0 0 3 9 】

図 4 の部分拡大断面図に示すように、下側配線基板 2 0 0 の接続パッド P 1 が C u 層から形成される場合は、接続パッド P 1 と導電性ボール 1 0 0 の S n / B i はんだ 1 3 0 との間に、下から順に、C u₃ S n 層 M d 及び C u₆ S n₅ 層 M e からなる金属間化合物 M x が形成される。

30

【 0 0 4 0 】

また同様に、上側配線基板 3 0 0 の接続パッド P 2 と導電性ボール 1 0 0 の S n / B i はんだ 1 3 0 との間にも同一の金属間化合物 M x が形成される。また、導電性ボール 1 0 0 では、前述した図 3 と同様に、N i 層 1 2 0 と S n / B i はんだ 1 3 0 との間には N i₃ S n₄ 層 M c が形成される。

【 0 0 4 1 】

接続パッド P 1 と S n / B i はんだ 1 3 0 との間に C u₆ S n₅ 層 M e が形成されると、C u₆ S n₅ 層 M e は、温度変化によって違う結晶構造に変態して体積が増加するため、C u₆ S n₅ 層 M e の周りにクラックが発生する。

40

【 0 0 4 2 】

このように、接続パッド P 1 が C u 層から形成される場合は、導電性ボール 1 0 0 の接続部に不安定な C u₆ S n₅ 層 M e が形成される。このため、下側配線基板 2 0 0 と上側配線基板 3 0 0 との導電性ボール 1 0 0 による接続の信頼性が得られない。

【 0 0 4 3 】

以下に説明する実施形態の導電性ボールを使用して電子装置を製造することにより、前述した課題を解消することができる。

【 0 0 4 4 】

50

(実施の形態)

図5は実施形態の導電性ボールを示す図、図6は実施形態の導電性ボールの製造方法を示す図、図7～図10は実施形態の電子装置を説明するための図である。

【0045】

図5に示すように、実施形態の導電性ボール1は、コアボールとして銅(Cu)ボール10を備えている。また、Cuボール10の外面の全体を被覆するニッケル(Ni)層12が形成されている。

【0046】

また、Ni層12の外面の全体を被覆する銅(Cu層)13が形成されている。さらに、Cu層13の外面の全体を被覆する錫(Sn)/ビスマス(Bi)はんだ14が形成されている。

10

【0047】

このように、実施形態の導電性ボール1は、Cuボール10の外面に、Ni層12、Cu層13及びSn/Biはんだ14が順に被覆されて形成される。

【0048】

そして、実施形態の導電性ボール1では、Sn/Biはんだ14とCu層13とを合計した重量に対するCu層13の銅の重量が0.7wt%～3wt%である。

【0049】

後述するように、導電性ボール1は、リフロー加熱によって電子部材の接続パッドに接続される。その際に、Cu層13のCuがSn/Biはんだ14内に拡散する。

20

【0050】

このとき、Cu層13のCuがSn/Biはんだ14に供給されることで、Sn/Biはんだ14内のCu濃度が0.7wt%～3wt%になるように、Cu層13の厚みが調整されている。

【0051】

このような条件に設定することにより、導電性ボール1のNi層12とSn/Biはんだ14との間、及び電子部材の接続パッドとSn/Biはんだ14との間に金属間化合物である(Cu,Ni)₆Sn₅層が形成される。

【0052】

(Cu,Ni)₆Sn₅層は、前述した図4のCu₆Sn₅層のCuの一部がNiに置換された構造の金属間化合物である。(Cu,Ni)₆Sn₅層は熱的に安定な物性を有し、熱がかかっても結晶の成長が起こらない。また、(Cu,Ni)₆Sn₅層は、温度変化による結晶構造の変態が起こらない。さらに、(Cu,Ni)₆Sn₅層は、強度が強く、緻密性が高いため、信頼性の高いバリア層として機能する。

30

【0053】

Sn/Biはんだ14は、錫系はんだの一例であり、その他に、錫(Sn)/銀(Ag)はんだ、又は、錫(Sn)/ビスマス(Bi)/ニッケル(Ni)はんだを使用してもよい。

【0054】

導電性ボール1はリフロー加熱する際に溶融しないCuボール10を備えているため、下側電子部材と上側電子部材とを接続する際に両者の間で一定の間隔を確保することができる。

40

【0055】

次に、図5の実施形態の導電性ボール1の製造方法について説明する。図6(a)に示すように、まず、Cuボール10を用意する。Cuボール10の直径は、例えば130μm程度である。

【0056】

さらに、図6(b)に示すように、無電解めっきにより、Cuボール10の外面にNi層12を形成する。Ni層12を形成するための無電解めっきは、例えば、以下のような条件で行われる。

50

【 0 0 5 7 】

まず、苛性ソーダ：10 g / L と界面活性剤 0 . 5 g / L との混合液（室温）で Cu ボール 1 0 を 1 分間処理することにより、脱脂洗浄する。続いて、Cu ボール 1 0 を硫酸溶液（室温）で 1 分間処理することにより、酸洗浄する。

【 0 0 5 8 】

次いで、塩化パラジウム：2 g / L と、塩化ナトリウム：200 g / L と、35 % HCl 溶液：30 ml との混合液（室温）で、Cu ボール 1 0 を 5 分間処理する。これにより、Cu ボール 1 0 の外面に Pd が触媒として付与される。

【 0 0 5 9 】

その後、硫酸ニッケル：20 g / L と次亜リン酸ナトリウム：24 g / L とを含む無電解めっき液（90 ）で Cu ボール 1 0 を 15 分間処理する。これにより、Ni 層 1 2 として、厚みが 2 μm 程度のリン（P）10 wt % の Ni（P）層が形成される。

10

【 0 0 6 0 】

次いで、図 6（c）に示すように、電解めっきにより、Cu ボール 1 0 を被覆する Ni 層 1 2 の外面に Cu 層 1 3 を形成する。Cu 層 1 3 の電解めっきは、バレルめっきにより行われる。

【 0 0 6 1 】

電解めっきの条件としては、硫酸銅めっき液が使用され、電流密度を 1 A / dm² に設定して、室温で 50 秒間処理する。これにより、厚みが 0 . 11 μm 程度の Cu 層 1 3 が形成される。

20

【 0 0 6 2 】

さらに、図 6（d）に示すように、電解めっきにより、Cu ボール 1 0 を被覆する Cu 層 1 3 の外面に Sn / Bi はんだ 1 4 を形成する。Sn / Bi はんだ 1 4 の電解めっきはバレルめっきによって行われる。

【 0 0 6 3 】

電解めっきの条件としては、電解 Sn / Bi めっき液（TB2000（石原ケミカル社製））が使用され、電流密度を 2 A / dm² に設定して、室温で 10 分間処理する。これにより、厚みが 12 μm 程度の Sn / Bi はんだ 1 4 が形成される。

【 0 0 6 4 】

Sn / Bi はんだ 1 4 の他に、Sn / Ag はんだ、又は、Sn / Bi / Ni はんだを形成してもよい。

30

【 0 0 6 5 】

以上により、前述した図 5 の導電性ボール 1 が製造される。

【 0 0 6 6 】

次に、図 7 ~ 図 10 を参照して、図 5 の導電性ボール 1 を使用して電子装置を製造する方法について説明する。

【 0 0 6 7 】

図 7 に示すように、まず、下側電子部材 5 を用意する。図 7 には、下側電子部材 5 の接続パッド P 1 の周りの様子が部分的に示されている。下側電子部材 5 は、例えば、配線基板又はマザーボードなどの実装基板である。

40

【 0 0 6 8 】

図 7 に示すように、下側電子部材 5 では、絶縁層 30 の上に接続パッド P 1 が形成されている。また、接続パッド P 1 の上に開口部 32 x が設けられたソルダレジスト層 32 が絶縁層 30 の上に形成されている。

【 0 0 6 9 】

接続パッド P 1 は、下から順に、銅（Cu）層 40、ニッケル（Ni）層 42 及び金（Au）層 44 が積層されて形成される。パッド状の Cu 層 40 上にソルダレジスト層 32 の開口部 32 x が配置され、Cu 層 40 の外周部上がソルダレジスト層 32 で被覆されている。そして、ソルダレジスト層 32 の開口部 32 x 内の Cu 層 40 の上に Ni 層 42 及 Au 層 44 がめっきによって形成される。

50

【 0 0 7 0 】

Cu層40は島状に配置されたパッド電極であってもよいし、あるいは、引き出し配線に繋がったパッド電極であってもよい。接続パッドP1は絶縁層30に形成されたビア導体を介して内部の配線層に接続されている。

【 0 0 7 1 】

そして、前述した図5の導電性ボール1を下側電子部材5の接続パッドP1の上に配置する。さらに、図8に示すように、リフロー加熱することにより、導電性ボール1のSn/Biはんだ14を溶融させて、導電性ボール1をSn/Biはんだ14によって下側電子部材5の接続パッドP1に接続する。このとき、Sn/Biはんだ14が160程度の温度でリフロー加熱される。

10

【 0 0 7 2 】

リフロー加熱により、下側電子部材5の接続パッドP1のAu層44はSn/Biはんだ14内に流出して消失する。

【 0 0 7 3 】

そして、下側電子部材5の接続パッドP1と導電性ボール1のSn/Biはんだ14との間に、(Cu, Ni)₆Sn₅層M1が形成される。

【 0 0 7 4 】

リフロー加熱する際に、導電性ボール1のCu層13のCuがSn/Biはんだ14に拡散して供給される。これにより、Cuと、接続パッドP1のNi層42のNiと、Sn/Biはんだ14のSnとが結合して、(Cu, Ni)₆Sn₅層M1が形成される。

20

【 0 0 7 5 】

また、図8の部分拡大断面図に示すように、導電性ボール1のNi層12とSn/Biはんだ14との間に(Cu, Ni)₆Sn₅層M2が形成される。リフロー加熱する際に、導電性ボール1のCu層13のCuがSn/Biはんだ14に拡散してCu層13が消失する。

【 0 0 7 6 】

このとき、Ni層12のNiと、Sn/Biはんだ14中のCuとSnとが結合して、(Cu, Ni)₆Sn₅層M2が形成される。これにより、導電性ボール1のCuボール10を被覆するNi層12の外面の全体が(Cu, Ni)₆Sn₅層M2で被覆される。

【 0 0 7 7 】

30

次いで、図9に示すように、導電性ボール1の上側に配置される上側電子部材6を用意する。上側電子部材6は、例えば、配線基板、又は半導体チップなどの電子部品である。図9では、上側電子部材6が上下反転した状態で示されている。

【 0 0 7 8 】

上側電子部材6では、絶縁層30aの上(図9では下)に接続パッドP2が形成され、接続パッドP2の上に開口部32xが設けられたソルダレジスト層32aが絶縁層30aの上に形成されている。接続パッドP2は、下から順に、銅(Cu)層40a、ニッケル(Ni)層42a及び金(Au)層44aが積層されて形成される。

【 0 0 7 9 】

そして、上側電子部材6の接続パッドP2を下側電子部材5の接続パッドP1に接続された導電性ボール1の上に配置する。

40

【 0 0 8 0 】

続いて、図10に示すように、リフロー加熱することにより、導電性ボール1のSn/Biはんだ14を溶融させて、上側電子部材6の接続パッドP2を導電性ボール1のSn/Biはんだ14に接続する。

【 0 0 8 1 】

このとき、前述した下側電子部材5と同様に、リフロー加熱により、上側電子部材6の接続パッドP2のAu層44aはSn/Biはんだ14内に流出して消失する。

【 0 0 8 2 】

そして、下側電子部材5と同様に、上側電子部材6の接続パッドP2のNi層42aとS

50

Sn / Bi はんだ 14 との間に $(\text{Cu}, \text{Ni})_6 \text{Sn}_5$ 層 M3 が形成される。

【0083】

下側電子部材 5 と同様に、フロー加熱する際に、導電性ボール 1 の Cu 層 13 の Cu が Sn / Bi はんだ 14 に拡散して供給される。これにより、Cu と、接続パッド P2 の Ni 層 42a の Ni と、 Sn / Bi はんだ 14 の Sn とが結合して、 $(\text{Cu}, \text{Ni})_6 \text{Sn}_5$ 層 M3 が形成される。

【0084】

このようにして、下側電子部材 5 の接続パッド P1 が導電性ボール 1 によって上側電子部材 6 の接続パッド P2 に接続される。導電性ボール 1 の Cu ボール 10 は、 Sn / Bi はんだ 14 をリフロー加熱する際に溶融しないため、下側電子部材 5 と上側電子部材 6 との間で一定の間隔を確保することができる。

10

【0085】

前述した形態では、下側電子部材 5 の第 1 接続パッド P1 に導電性ボール 1 を接続した後に、導電性ボール 1 に上側電子部材 6 の接続パッド P2 を接続している。これとは逆に、上側電子部材 6 の接続パッド P2 に導電性ボール 1 を接続した後に、導電性ボール 1 に下側電子部材 5 の接続パッド P1 を接続してもよい。

【0086】

あるいは、下側電子部材 5 の接続パッド P1 と上側電子部材 6 の接続パッド P2 との間に導電性ボール 1 を配置した状態で、一括でリフロー加熱して両者を同時に接続してもよい。

【0087】

このようにして、下側電子部材 5 の接続パッド P1 と上側電子部材 6 の接続パッド P2 とを、導電性ボール 1 の Sn / Bi はんだ 14 をリフロー加熱して接続する。

20

【0088】

以上により、図 10 に示すように、実施形態の電子装置 2 が得られる。図 10 に示すように、実施形態の電子装置 2 は下側電子部材 5 を備えている。下側電子部材 5 では、絶縁層 30 の上に接続パッド P1 が形成されている。さらに、接続パッド P1 の上に開口部 32x が設けられたソルダレジスト層 32 が絶縁層 30 の上に形成されている。

【0089】

接続パッド P1 は、Cu 層 40 とその上に配置された Ni 層 42 とにより形成される。接続パッド P1 の表面が Ni 層 42 から形成されている。

30

【0090】

ソルダレジスト層 32 の開口部 32x がパッド状の Cu 層 40 上に配置され、Cu 層 40 の外周部上がソルダレジスト層 32 で被覆されている。そして、ソルダレジスト層 32 の開口部 32x 内の Cu 層 40 の上に Ni 層 42 が形成されている。

【0091】

また、下側電子部材 5 の接続パッド P1 に導電性ボール 1 が接続されている。導電性ボール 1 は、Cu ボール 10 と、Cu ボール 10 の外面を被覆する Ni 層 12 と、Ni 層 12 の外面を被覆する Sn / Bi はんだ 14 とを有する。

【0092】

そして、下側電子部材 5 の接続パッド P1 の Ni 層 42 と、導電性ボール 1 の Sn / Bi はんだ 14 との間に $(\text{Cu}, \text{Ni})_6 \text{Sn}_5$ 層 M1 が形成されている。前述したように、 $(\text{Cu}, \text{Ni})_6 \text{Sn}_5$ 層 M1 は、導電性ボール 1 の Cu 層 13 から供給された Cu と、接続パッド P1 の Ni 層 42 の Ni と、 Sn / Bi はんだ 14 の Sn とが結合した金属間化合物である。

40

【0093】

また、実施形態の電子装置 2 は下側電子部材 5 の上に配置された上側電子部材 6 を備えている。下側電子部材 5 の接続パッド P1 と上側電子部材 6 の接続パッド P2 との間に導電性ボール 1 が配置され、接続パッド P1 と第 2 接続パッド P2 とが導電性ボール 1 によって接続されている。

【0094】

50

このようにして、下側電子部材 5 が導電性ボール 1 によって上側電子部材 6 に接続されている。上側電子部材 6 は上下反転した状態となっている。

【 0 0 9 5 】

上側電子部材 6 では、絶縁層 3 0 a の上（図 1 0 では下）に接続パッド P 2 が形成されている。さらに、接続パッド P 2 の上に開口部 3 2 x が設けられたソルダレジスト層 3 2 a が絶縁層 3 0 a の上に形成されている。

【 0 0 9 6 】

下側電子部材 5 と同様に、接続パッド P 2 は、Cu 層 4 0 a とその上に配置された Ni 層 4 2 a とにより形成される。ソルダレジスト層 3 2 a の開口部 3 2 x がパッド状の Cu 層 4 0 a 上に配置され、Cu 層 4 0 a の外周部上がソルダレジスト層 3 2 a で被覆されている。ソルダレジスト層 3 2 a の開口部 3 2 x 内の Cu 層 4 0 a の上に Ni 層 4 2 a が形成されている。

10

【 0 0 9 7 】

また、下側電子部材 5 と同様に、上側電子部材 6 の接続パッド P 2 の Ni 層 4 2 a と、導電性ボール 1 の Sn / Bi はんだ 1 4 との間に (Cu, Ni) ₆ Sn ₅ 層 M 3 が形成されている。下側電子部材 5 と同様に、(Cu, Ni) ₆ Sn ₅ 層 M 3 は、導電性ボール 1 の Cu 層 1 3 から供給された Cu と、接続パッド P 2 の Ni 層 4 2 a の Ni と、Sn / Bi はんだ 1 4 の Sn とが結合した金属間化合物である。

【 0 0 9 8 】

このように、本実施形態の電子装置 2 では、下側電子部材 5 の接続パッド P 1 の Ni 層 4 2 と導電性ボール 1 の Sn / Bi はんだ 1 4 との間に、金属間化合物である (Cu, Ni) ₆ Sn ₅ 層 M 1 が形成されている。

20

【 0 0 9 9 】

(Cu, Ni) ₆ Sn ₅ 層 M 1 は、予備的事項で説明した Ni ₃ Sn ₄ 層 M a と違って、熱的に安定な物性を有する。このため、熱サイクル試験などで熱がかかっても、結晶の成長が起こらない。また、(Cu, Ni) ₆ Sn ₅ 層 M 1 は、予備的事項で説明した Cu ₆ Sn ₅ 層 M e と違って、温度変化による結晶構造の変態が起こらない。このため、(Cu, Ni) ₆ Sn ₅ 層 M 1 の周囲にクラックが発生することが防止される。

【 0 1 0 0 】

さらに、(Cu, Ni) ₆ Sn ₅ 層 M 1 は、予備的事項で説明した Ni ₃ Sn ₄ 層 M a と違って、ドーム状の結晶の集合体であり、各結晶の高さや幅が均一で緻密性が高い。また、(Cu, Ni) ₆ Sn ₅ 層 M 1 は、強度が強く、ストレスがかかっても折れにくい。

30

【 0 1 0 1 】

このため、(Cu, Ni) ₆ Sn ₅ 層 M 1 が信頼性の高いバリア層として機能する。これにより、下側電子部材 5 の接続パッド P 1 の Ni 層 4 0 の Ni がエレクトロマイグレーションによって移動することが抑止され、導電性ボール 1 の接続部にボイドが発生することが防止される。

【 0 1 0 2 】

また、上側電子部材 6 の接続パッド P 2 の Ni 層 4 2 a と導電性ボール 1 の Sn / Bi はんだ 1 4 との間に、同様に、(Cu, Ni) ₆ Sn ₅ 層 M 3 が形成されている。このため、同様な理由により、上側電子部材 6 の接続パッド P 2 と導電性ボール 1 との接続の信頼性を向上させることができる。

40

【 0 1 0 3 】

さらに、図 1 0 の部分拡大断面図を参照すると、導電性ボール 1 の Ni 層 1 2 と Sn / Bi はんだ 1 4 との間に (Cu, Ni) ₆ Sn ₅ 層 M 2 が形成されている。前述したように、(Cu, Ni) ₆ Sn ₅ 層 M 2 は、Cu 層 1 3 から供給された Cu と、Ni 層 1 2 の Ni と、Sn / Bi はんだ 1 4 の Sn とが結合した金属間化合物である。

【 0 1 0 4 】

このように、導電性ボール 1 の Cu ボール 1 0 を覆う Ni 層 1 2 の外面の全体に (Cu, Ni) ₆ Sn ₅ 層 M 2 が形成されている。

50

【0105】

導電性ボール1に形成される(Cu, Ni)₆Sn₅層M2においても、前述したように、結晶の成長や変態が起こらないため、導電性ボール1による接続部にクラックが発生することが防止される。

【0106】

また、エレクトロマイグレーションによって導電性ボール1のNi層12のNiが移動することが抑止され、導電性ボール1による接続部にボイドが発生することが防止される。

【0107】

なお、図10において、導電性ボール1に形成された(Cu, Ni)₆Sn₅層M2と接続パッドP1に形成された(Cu, Ni)₆Sn₅層M1とが接して形成されてもよい。
また、導電性ボール1に形成された(Cu, Ni)₆Sn₅層M2と接続パッドP2に形成された(Cu, Ni)₆Sn₅層M2とが接して形成されてもよい。

10

【0108】

ここで、下側電子部材5及び上側電子部材6の接続パッドP1, P2の各Ni層42, 42a及び導電性ボール1のNi層12の上に、(Cu, Ni)₆Sn₅層M1~M3が形成される条件について説明する。

【0109】

導電性ボール1をリフロー加熱して接続する際に、導電性ボール1のCu層13のCuがSn/Biはんだ14に拡散する。このとき、Sn/Biはんだ14中のCu濃度が0.7wt%~3wt%の範囲になるように調整することにより、(Cu, Ni)₆Sn₅層M1~M3が形成される。

20

【0110】

本願発明者は、上記した条件で実際に(Cu, Ni)₆Sn₅層が形成されるかどうか確認実験を行った。

【0111】

図11に示すように、実験サンプルとして、下側基板5a及び上側基板6aを用意した。下側基板5aでは、絶縁層30bの上にパッド状のCu層40bが形成され、Cu層40bの上に開口部32xが設けられたソルダレジスト層32bが形成されている。

【0112】

さらに、ソルダレジスト層32の開口部32x内のCu層40bの上にNi層42b、Pd層43b及びAu層44bが形成されている。Cu層40b、Ni層42b、Pd層43b及びAu層44bにより接続パッドPxが形成される。また、上側基板6aでは、絶縁層30cにCuピラー48が形成されている。

30

【0113】

次いで、96wt%Sn/3.5wt%Ag/0.5wt%Cuのはんだペースト49aを下側基板5aの接続パッドPxの上に塗布した。

【0114】

本実験サンプルは、前述した図10の接続構造の疑似実験であり、上側基板6aのCuピラー48が導電性ボール1のCu層13(図5)に相当し、はんだペースト49aが導電性ボール1のSn/Biはんだ14に相当する。

40

【0115】

そして、図12に示すように、上側基板6aのCuピラー48を下側基板5aの接続パッドPx上のはんだペースト49aに配置し、リフロー加熱を行った。これにより、上側基板6aのCuピラー48をはんだ49によって下側基板5aの接続パッドPxに接続した。

【0116】

このとき、接続パッドPxのAu層44b及びPd層43bははんだペースト49a内に流出して消失する。さらに、Cuピラー48のCuがはんだペースト49aに拡散し、はんだペースト49a内のCu濃度が0.5wt%から0.7wt%に増加する。

【0117】

これにより、下側基板5aの接続パッドPxのNi層42bとはんだ49との間に(Cu

50

, Ni)₆Sn₅層M1が形成された。

【0118】

本願発明者は、図12のM1で示された層をEDX(エネルギー分散型X線分析)により分析することにより、M1で示された層は(Cu, Ni)₆Sn₅層であることが確認された。

【0119】

このように、導電性ボール1のCu層13からのCuの拡散によって、Sn/Biはんだ14中のCu濃度が0.7wt%~3wt%の範囲内になるように調整することにより、(Cu, Ni)₆Sn₅層が形成されることが確認された。

【0120】

図13には、前述した図5の導電性ボール1のCu層13の厚み(μm)に対するSn/Biはんだ14中のCu濃度(wt%)の関係が示されている。

【0121】

例えば、図13に示す導電性ボール1のように、Cuボール10の直径を130μmとし、Ni層12の厚みを2μmとし、Sn/Biはんだ14の厚みを13μmとする。

【0122】

この場合、図13のグラフに示すように、図13に示す導電性ボール1のCu層13の厚みが0.11μm程度であれば、Sn/Biはんだ14中のCu濃度が0.7wt%になる。このとき、Cu層13のCuがSn/Biはんだ14に拡散してCu層13が消失する。

【0123】

この例のように、リフロー加熱される際に、Sn/Biはんだ14中のCu濃度が0.7wt%~3wt%の範囲になるように、Cuボール10の直径、Ni層12及びSn/Biはんだ14の各厚みに応じて、Cu層13の厚みを調整すればよい。

【0124】

次に、実施形態の変形例の電子装置について説明する。図14は実施形態の変形例の電子装置を示す図である。図14に示すように、変形例の電子装置2aでは、下側電子部材5及び上側電子部材6の各接続パッドP1, P2は、Ni層及びAu層が省略され、Cu層から形成される。

【0125】

図14には、下側電子部材5及び上側電子部材6の各接続パッドP1, P2(Cu層)に、図5の導電性ボール1のSn/Biはんだ14がリフロー加熱によって接続された様子が示されている。

【0126】

図14に示すように、変形例の電子装置2aでは、下側電子部材5の接続パッドP1(Cu層)と導電性ボール1のSn/Biはんだ14との間に、下から順に、Cu₃Sn層My及び(Cu, Ni)₆Sn₅層M4が形成される。下側電子部材5の接続パッドP1(Cu層)のCuと、Sn/Biはんだ14のSnとが結合して、接続パッドP1の上にCu₃Sn層Myが形成される。

【0127】

また、導電性ボール1のCu層13のCuとNi層12のNiとがSn/Biはんだ14に拡散することで、CuとNiとSnとが結合して接続パッドP1上のCu₃Sn層Myの上に(Cu, Ni)₆Sn₅層M4が形成される。Niは、Cu層13のCuが全てSn/Biはんだ14に拡散した後に、露出したNi層12から供給される。

【0128】

また同様に、上側電子部材6の接続パッドP2(Cu層)と導電性ボール1のSn/Biはんだ14との間に、下から順に、Cu₃Sn層My及び(Cu, Ni)₆Sn₅層M5が形成される。

【0129】

上側電子部材6の接続パッドP2(Cu層)のCuと、導電性ボール1のSn/Biはんだ

10

20

30

40

50

だ 1 4 の S n とが結合して、接続パッド P 2 の上に C u₃ S n 層 M y が形成される。

【 0 1 3 0 】

また、導電性ボール 1 の C u 層 1 3 の C u と N i 層 1 2 の N i とが S n / B i はんだ 1 4 に拡散することで、C u と N i と S n とが結合して接続パッド P 2 上の C u₃ S n 層 M y の上に (C u , N i)₆ S n₅ 層 M 5 が形成される。

【 0 1 3 1 】

また、導電性ボール 1 では、前述した図 1 0 と同様に、N i 層 1 2 と S n / B i はんだ 1 4 との間に (C u , N i)₆ S n₅ 層 M 2 が形成される。

【 0 1 3 2 】

図 1 4 において、下側電子部材 5 及び上側電子部材 6 の各接続パッド P 1 , P 2 (C u 層) 上に、C u₃ S n 層 M y 及び (C u , N i)₆ S n₅ 層 M 4 , M 5 が形成されること以外は、前述した図 1 0 と同一である。このため、図 1 4 のその他の要素には図 1 0 と同一符号を付してその詳しい説明を省略する。

10

【 0 1 3 3 】

変形例の電子装置 2 a では、下側電子部材 5 及び上側電子部材 6 の各接続パッド P 1 , P 2 が N i 層を備えていないため、導電性ボール 1 の N i 層 1 2 から N i が供給されて (C u , N i)₆ S n₅ 層 M 4 , M 5 が形成される。

【 0 1 3 4 】

このとき、導電性ボール 1 の銅層 1 3 の C u が全て拡散した後に、N i 層 1 2 から N i が供給される。このため、N i が十分に供給されるように、銅層 1 3 は最低限の厚みに設定され、リフロー加熱の処理時間や温度が最適に調整される。

20

【 0 1 3 5 】

変形例の電子装置 2 a では、図 1 0 の電子装置 2 と同様に、接続パッド P 1 , P 2 (C u 層) と S n / B i はんだ 1 4 との間、及び導電性ボール 1 の N i 層 1 2 と S n / B i はんだ 1 4 との間に熱的に安定な (C u , N i)₆ S n₅ 層 M 4 , M 5 , M 2 が形成されている。

【 0 1 3 6 】

このため、下側電子部材 5 と上側電子部材 6 との導電性ボール 1 による接続の信頼性を向上させることができる。

【 0 1 3 7 】

30

前述した図 1 0 及び図 1 4 において、導電性ボール 1 の S n / B i はんだ 1 4 の代わりに、S n / A g はんだ、又は、S n / B i / N i はんだを使用する場合も同様な金属間化合物が形成される。

【 0 1 3 8 】

なお、図 1 4 において、導電性ボール 1 に形成された (C u , N i)₆ S n₅ 層 M 2 と接続パッド P 1 に形成された (C u , N i)₆ S n₅ 層 M 4 とが接して形成されてもよい。また、導電性ボール 1 に形成された (C u , N i)₆ S n₅ 層 M 2 と接続パッド P 2 に形成された (C u , N i)₆ S n₅ 層 M 5 とが接して形成されてもよい。

【 0 1 3 9 】

次に、前述した図 1 5 の導電性ボールによる接続構造を適用した実施形態の電子装置について説明する。

40

【 0 1 4 0 】

図 1 5 には、実施形態の第 1 の適用例の電子装置が示されている。図 1 5 に示すように、実施形態の第 1 の適用例の電子装置 3 では、下側にマザーボードなどの実装基板 5 0 を備えている。

【 0 1 4 1 】

実装基板 5 0 では、上面側に接続パッド P 1 が形成され、下面側に配線層 5 2 が形成されている。下面側の配線層 5 2 は絶縁層 5 4 で被覆されている。また、実装基板 5 0 には、上面側の接続パッド P 1 上に開口部 5 6 a が設けられた絶縁層 5 6 が形成されている。実装基板 5 0 は、下側電子部材の一例である。

50

【 0 1 4 2 】

そして、実装基板 5 0 の上面側の接続パッド P 1 に導電性ボール 1 の S n / B i はんだ 1 4 が接続されている。

【 0 1 4 3 】

さらに、実装基板 5 0 の上に導電性ボール 1 を介して配線基板 6 0 が配置されている。配線基板 6 0 では、両面側に接続パッド P 2 が形成され、両面側の接続パッド P 2 が貫通導体 6 2 を介して相互接続されている。

【 0 1 4 4 】

配線基板 6 0 には、両面側の接続パッド P 2 上に開口部 6 4 a が設けられたソルダレジスト層 6 4 がそれぞれ形成されている。配線基板 6 0 は上側電子部材又は下側電子部材の一例である。

10

【 0 1 4 5 】

そして、配線基板 6 0 の下面側の接続パッド P 2 が導電性ボール 1 の S n / B i はんだ 1 4 に接続されている。

【 0 1 4 6 】

実装基板 5 0 の接続パッド P 1 と配線基板 6 0 の下面側の接続パッド P 2 とが導電性ボール 1 で接続される構造に、前述した図 1 0 又は図 1 4 の導電性ボール 1 による接続構造が適用される。

【 0 1 4 7 】

さらに、配線基板 6 0 の上面側の接続パッド P 2 に導電性ボール 1 の S n / B i はんだ 1 4 が接続されている。また、半導体チップ 7 0 の接続パッド P 3 が配線基板 6 0 に接続された導電性ボール 1 の S n / B i はんだ 1 4 に接続されている。また、半導体チップ 7 0 の下側にアンダーフィル樹脂 7 2 が充填されている。半導体チップ 7 0 は上側電子部材の一例である。

20

【 0 1 4 8 】

配線基板 6 0 の接続パッド P 2 と半導体チップ 7 0 の接続パッド P 3 とが導電性ボール 1 で接続される構造に、前述した図 1 0 又は図 1 4 の導電性ボール 1 による接続構造が適用される。

【 0 1 4 9 】

図 1 6 には、実施形態の第 2 の適用例の電子装置が示されている。図 1 6 に示すように、実施形態の第 2 の適用例の電子装置 3 a では、下側に図 1 5 の配線基板 6 0 と同一構造の下側配線基板 6 0 a が配置されている。

30

【 0 1 5 0 】

そして、下側配線基板 6 0 a の上面側の接続パッド P 2 に半導体チップ 7 0 がはんだバンブ 7 4 によってフリップチップ接続されている。半導体チップ 7 0 の下面側にアンダーフィル樹脂 7 2 が充填されている。下側配線基板 6 0 a は下側電子部材の一例である。

【 0 1 5 1 】

さらに、下側配線基板 6 0 a の上面側の接続パッド P 2 に導電性ボール 1 の S n / B i はんだ 1 4 が接続されている。

【 0 1 5 2 】

また、下側配線基板 6 0 a の上に導電性ボール 1 を介して上側配線基板 8 0 が配置されている。上側配線基板 8 0 では、両面側に接続パッド P 4 が形成され、両面側の接続パッド P 4 が貫通導体 8 2 を介して相互接続されている。

40

【 0 1 5 3 】

上側配線基板 8 0 には、両面側の接続パッド P 4 上に開口部 8 4 a が設けられたソルダレジスト層 8 4 がそれぞれ形成されている。

【 0 1 5 4 】

そして、上側配線基板 8 0 の下面側の接続パッド P 4 が導電性ボール 1 の S n / B i はんだ 1 4 に接続されている。上側配線基板 8 0 は上側電子部材の一例である。さらに、下側配線基板 6 0 a と上側配線基板 8 0 との間に封止樹脂 9 0 が充填されている。封止樹脂 9

50

0 によって、半導体チップ 7 0 と導電性ボール 1 とが封止されている。

【 0 1 5 5 】

下側配線基板 6 0 a の上面側の接続パッド P 2 と上側配線基板 8 0 の下面側の接続パッド P 4 とが導電性ボール 1 で接続される構造に、前述した図 1 0 又は図 1 4 の導電性ボール 1 による接続構造が適用される。

【符号の説明】

【 0 1 5 6 】

1 ... 導電性ボール、2 , 2 a , 3 , 3 a ... 電子装置、5 ... 下側電子部材、6 ... 上側電子部材、1 0 ... C u ボール、1 2 , 4 2 , 4 2 a ... N i 層、1 3 ... C u 層、1 4 ... S n / B i はんだ、3 0 , 3 0 a , 5 4 , 5 6 ... 絶縁層、3 2 , 3 2 a , 6 4 , 8 4 ... ソルダレジスト層、4 0 , 4 0 a ... C u 層、4 4 , 4 4 a ... A u 層、5 0 ... 実装基板、5 2 ... 配線層、6 0 ... 配線基板、6 0 a ... 下側配線基板、6 2 , 8 2 ... 貫通導体、7 0 ... 半導体チップ、7 2 ... アンダーフィル樹脂、7 4 ... はんだバンプ、8 0 ... 上側配線基板、9 0 ... 封止樹脂、M 1 , M 2 , M 3 , M 4 , M 5 ... (C u , N i) 6 S n 5 層、M y ... C u 3 S n 層、P 1 , P 2 , P 3 , P 4 ... 接続パッド。

10

20

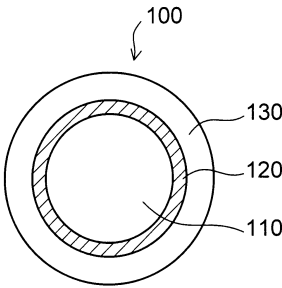
30

40

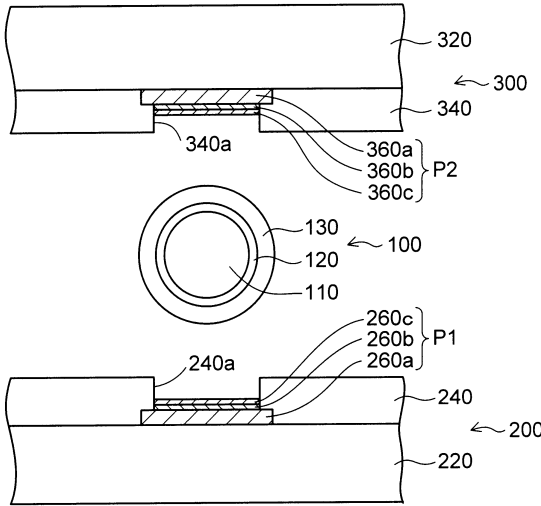
50

【図面】

【図 1】

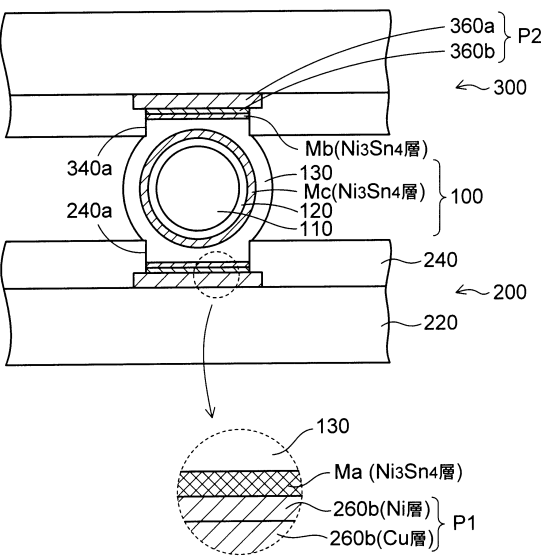


【図 2】

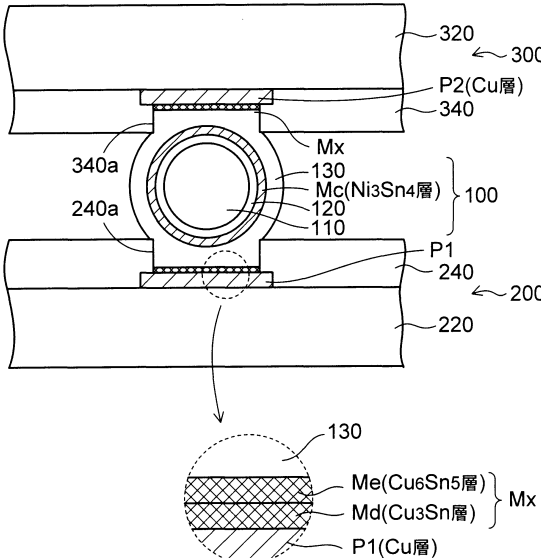


10

【図 3】



【図 4】



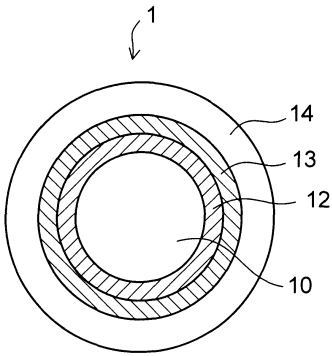
20

30

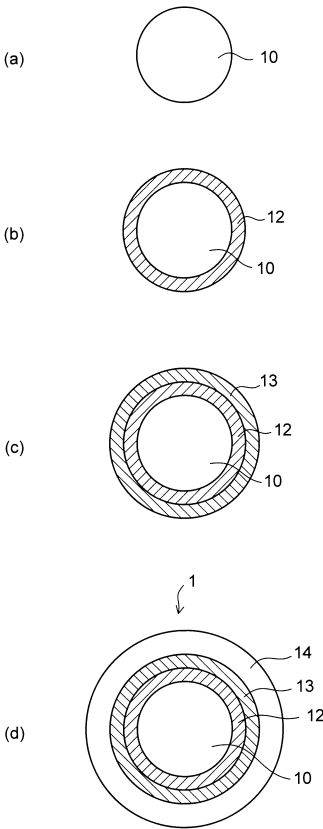
40

50

【図 5】



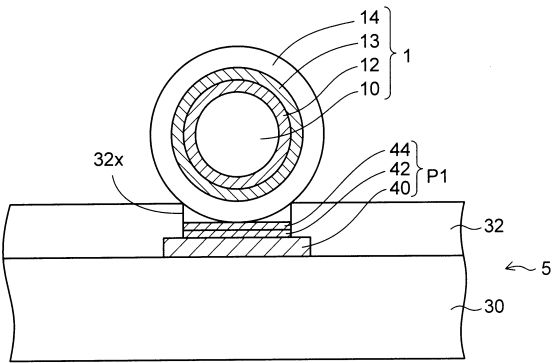
【図 6】



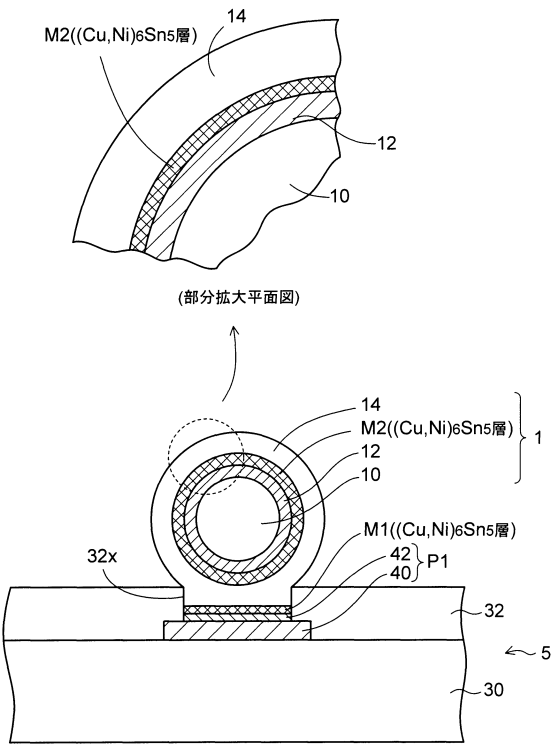
10

20

【図 7】



【図 8】

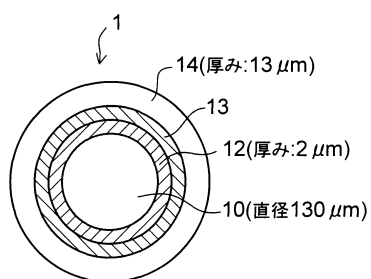
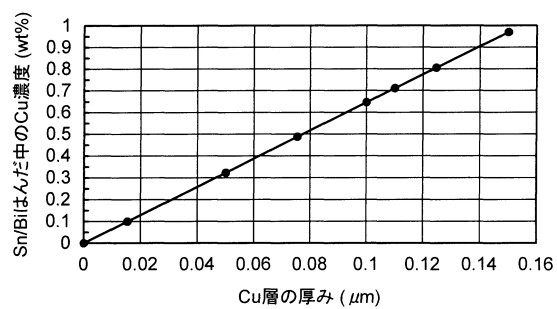


30

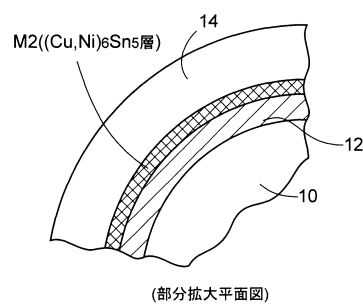
40

50

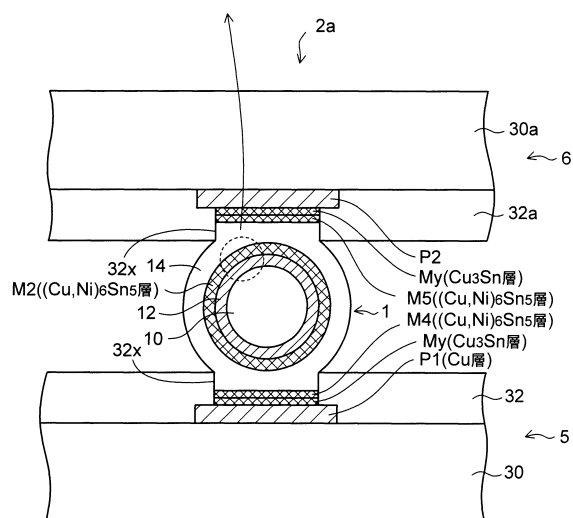
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



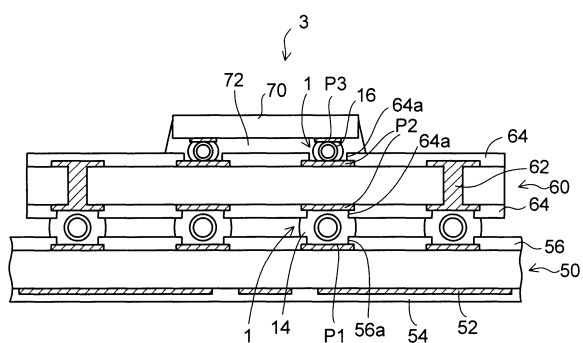
(部分拡大平面図)



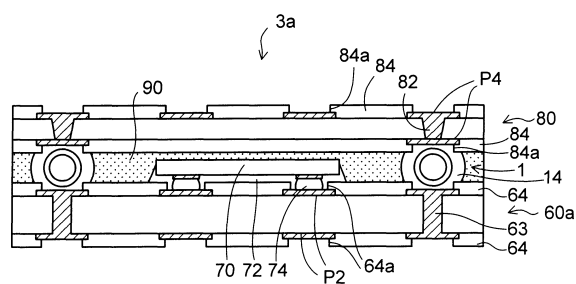
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



30

40

50

フロントページの続き

| | | | | | |
|----------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------|---------|---|
| (51)国際特許分類 | | F I | | | |
| B 2 3 K | 3/06 (2006.01) | C 2 2 C | 13/00 | | |
| H 0 5 K | 3/34 (2006.01) | B 2 3 K | 1/00 | 3 3 0 E | |
| | | B 2 3 K | 3/06 | | H |
| | | H 0 5 K | 3/34 | 5 1 2 C | |
| (56)参考文献 | | 特開 2 0 1 3 - 0 3 1 8 6 4 (J P , A) | | | |
| | | 特開 2 0 0 7 - 0 7 5 8 5 6 (J P , A) | | | |
| | | 特開 2 0 1 6 - 1 0 6 0 3 3 (J P , A) | | | |
| | | 特開 2 0 1 5 - 1 8 6 8 2 6 (J P , A) | | | |
| | | 特開 2 0 1 0 - 0 9 9 7 3 6 (J P , A) | | | |
| (58)調査した分野 | | (Int.Cl. , D B 名) | | | |
| | | B 2 3 K | 3 5 / 1 4 | | |
| | | B 2 3 K | 3 5 / 2 6 | | |
| | | C 2 2 C | 1 3 / 0 0 | | |
| | | B 2 2 F | 1 / 0 0 - 1 / 0 2 | | |
| | | B 2 3 K | 1 / 0 0 | | |
| | | B 2 3 K | 3 / 0 6 | | |
| | | H 0 1 L | 2 1 / 9 2 | | |
| | | H 0 1 L | 2 1 / 6 0 | | |
| | | H 0 5 K | 3 / 3 4 | | |