

(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2012-160554  
(P2012-160554A)

(43) 公開日 平成24年8月23日(2012.8.23)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
H O 1 L 21/60 (2006.01) H O 1 L 21/60 3 O 1 A 5 F O 4 4

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2011-18811(P2011-18811)  
(22) 出願日 平成23年1月31日(2011.1.31)

(71) 出願人 000003078  
株式会社東芝  
東京都港区芝浦一丁目1番1号  
(74) 代理人 110001092  
特許業務法人サクラ国際特許事務所  
(72) 発明者 戸ヶ崎 徳大  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内  
(72) 発明者 中尾 光博  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内  
(72) 発明者 森田 洋輔  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内  
Fターム(参考) 5F044 AA14 FF02

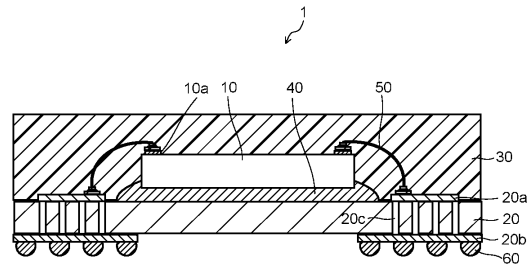
(54) 【発明の名称】 ボンディングワイヤの接合構造及び接合方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】非貴金属を主成分とするボンディングワイヤを使用した接合の信頼性を向上できるボンディングワイヤの接合構造及び接合方法を提供する。

【解決手段】ボンディングワイヤ50の接合構造は、半導体素子10の電極10a上に形成されたパンプ上にボンディングワイヤを接合するボンディングワイヤの接合構造であって、ボンディングワイヤは、非貴金属を主成分とする芯材と、芯材を被覆する貴金属層とからなり、半導体素子の電極上に形成されたパンプ及びパンプ上にウエッジ接合されたボンディングワイヤが貴金属層を介して接合されていることを特徴とする。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

半導体素子の電極上に形成されたバンプ上にボンディングワイヤを接合するボンディングワイヤの接合構造であって、

前記ボンディングワイヤは、非貴金属を主成分とする芯材と、前記芯材を被覆する貴金属層とからなり、

前記半導体素子の電極上に形成されたバンプ及び前記バンプ上にウエッジ接合されたボンディングワイヤが前記貴金属層を介して接合されていることを特徴とするボンディングワイヤの接合構造。

**【請求項 2】**

前記バンプは、前記ボンディングワイヤを折りたたむようにして前記半導体素子の電極上に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のボンディングワイヤの接合構造。

**【請求項 3】**

前記バンプ上にウエッジ接合されたボンディングワイヤ上に、前記貴金属層を介してボンディングワイヤがさらに接合されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のボンディングワイヤの接合構造。

**【請求項 4】**

前記貴金属層の厚さが 10 nm 以上であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のボンディングワイヤの接合構造。

**【請求項 5】**

半導体素子の電極上に形成されたバンプ上にボンディングワイヤを接合するボンディングワイヤの接合方法であって、

前記ボンディングワイヤは、非貴金属を主成分とする芯材と、前記芯材を被覆する貴金属層とからなり、

前記半導体素子の電極上に形成されたバンプ及び前記バンプ上にウエッジ接合されたボンディングワイヤを前記貴金属層を介して接合することを特徴とするボンディングワイヤの接合方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

この発明の実施形態は、非貴金属を主成分とするボンディングワイヤの接合構造及び接合方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来の半導体装置では、半導体チップ上の電極（パッド）とリードフレームのリードは、貴金属（例えば金（Au））を主成分とするボンディングワイヤ（以下、貴金属ワイヤと称する）により電氣的に接続されている。しかしながら、近年の貴金属価格の高騰に伴い、より安価な非貴金属（例えば銅（Cu））を主成分とするボンディングワイヤ（以下、非貴金属ワイヤと称する）が半導体チップ上の電極とリードフレームの電極との接続に使用され始めている（例えば、特許文献 1 参照）。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2010 - 153539 号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、リードフレームの電極に一端が接合されたボンディングワイヤを半導体チップの電極上に形成したバンプ（Bump）上へウエッジ接合する逆ボンディングとよばれる手法に非貴金属ボンディングワイヤを使用した場合、半導体チップの電極上に形成

10

20

30

40

50

したバンプ表面が酸化してしまうため、このバンプ上への非貴金属ワイヤの接合がうまくいかず、いわゆるワイヤ剥がれが発生し、接合の信頼性が低下してしまう。

一方、このワイヤ剥がれを抑制するために、非貴金属ワイヤをバンプ上に接合する際のエネルギー（例えば、温度や超音波出力）を増加させると反対にワイヤ切れが発生してしまったり、半導体チップにダメージを与える虞がある。

本発明が解決しようとする課題は、非貴金属を主成分とするボンディングワイヤを使用した接合の信頼性を向上できるボンディングワイヤの接合構造及び接合方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

10

本発明の実施形態に係るボンディングワイヤの接合構造は、半導体素子の電極上に形成されたバンプ上にボンディングワイヤを接合するボンディングワイヤの接合構造であって、ボンディングワイヤは、非貴金属を主成分とする芯材と、芯材を被覆する貴金属層とからなり、半導体素子の電極上に形成されたバンプ及びバンプ上にウエッジ接合されたボンディングワイヤが貴金属層を介して接合されていることを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】実施形態に係る半導体装置の断面図である。

【図2】ボンディングワイヤの断面図である。

【図3A】逆ボンディング工程の説明図である。

20

【図3B】逆ボンディング工程の説明図である。

【図3C】逆ボンディング工程の説明図である。

【図4A】第1のキャピラリ動作の説明図である。

【図4B】第1のキャピラリ動作の説明図である。

【図5A】第1のキャピラリ動作により形成されたバンプのSEM画像である。

【図5B】第1のキャピラリ動作により形成されたバンプの拡大図である。

【図5C】第1のキャピラリ動作により形成されたバンプの断面SEM図である。

【図6A】第2のキャピラリ動作の説明図である。

【図6B】第2のキャピラリ動作の説明図である。

【図7A】第2のキャピラリ動作で形成したバンプのSEM画像である。

30

【図7B】第2のキャピラリ動作により形成されたバンプの拡大図である。

【図8】ボンディングワイヤの切断方法の説明図である。

【図9】その他の実施形態に係る半導体装置の断面図の一例である。

【図10】その他の実施形態に係る半導体装置の断面図の他の例である。

【図11A】ウエッジ接合上にボンディングを行った際のSEM画像である。

【図11B】ウエッジ接合上にボンディングを行った状態の拡大図である。

【図12】その他の実施形態に係る半導体装置の断面図の他の例である。

【図13A】実施例に係るバンプ及びボンディングワイヤの断面SEM画像である。

【図13B】比較例に係るバンプ及びボンディングワイヤのSEM画像である。

【発明を実施するための形態】

40

【0007】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態を詳細に説明する。

【0008】

(実施形態)

図1は、実施形態に係る半導体装置1の断面図である。以下、図1を参照して、実施形態に係る半導体装置1の構成について説明する。

【0009】

(半導体装置1の構成)

実施形態に係る半導体装置1は、半導体チップ10（半導体素子）と、半導体チップ10を実装するための実装基板20とを備え、半導体チップ10が封止樹脂（モールド樹脂

50

) 30により封止された構造を有する。

【0010】

半導体チップ10は、半田等のマウント材40で実装基板20の表面上に接合される。また、半導体チップ10に形成されている信号入出力用の電極10a(パッド)は、ボンディングワイヤ50で実装基板20上に形成された表面配線20aと接続される。接続方法については、図3A~図3Cを参照して後述する。

【0011】

図2は、ボンディングワイヤ50の断面である。図2に示すようにボンディングワイヤ50は、安価な非貴金属(例えば、銅(Cu)、アルミニウム(Al)、ニッケル(Ni))を主成分とした導電性に優れる芯材50aと、耐酸化性に優れた貴金属(例えば、パラジウム(Pd)、白金(Pt)、金(Au))を主成分とし、芯材50aを被覆する貴金属層50bから構成される。

10

【0012】

なお、ここでいう主成分とは、芯材50aであれば、非貴金属以外の不可避不純物が含まれていてもよいとの意味である。また、貴金属層50bであれば、非貴金属以外の不可避不純物が含まれていてもよいとの意味である。

【0013】

実装基板20は、例えば、FR4(Flame Retadant Type4)等のプリント配線基板(ガラスエポキシシート)である。実装基板20の主成分として、FR4以外にも、四フッ化エチレン樹脂などの樹脂基板や、アルミナ( $Al_2O_3$ )、窒化アルミ(AlN)等のセラミックス基板を使用してもよい。

20

【0014】

実装基板20には、金属配線である表面配線20a及び裏面配線20b、表面配線20aと裏面配線20bとを接続するスルーホール20cが形成されている。スルーホール20cの表面は、金属等の導電体で被覆されており、表面配線20aと裏面配線20bとを電氣的に接続する。

【0015】

実装基板20の裏面には、BGA(ball grid array)60が形成されており、このBGA60は、裏面配線20b、スルーホール20c、表面配線20a及びボンディングワイヤ50を介して、半導体チップ10の電極10aと電氣的に接続されている。なお、BGA60の代わりにLGA(land grid array)を実装基板20の裏面に形成するように構成してもよい。

30

【0016】

(ボンディング工程)

図3A~図3Cは、実施形態に係る半導体装置1が備える半導体チップ10の電極10aと実装基板20の表面配線20aとを接続するボンディング工程を説明するための図である。以下、図3A~図3Cを参照して、半導体チップ10の電極10aと実装基板20の表面配線20aとのボンディング工程について説明する。

【0017】

なお、この実施形態では、半導体チップ10の電極10a上にバンプ(Bump)を形成した後、実装基板20の表面配線20aに一端を接合したボンディングワイヤを半導体チップ10の電極10a上に形成したバンプにウエッジ接合するいわゆる逆ボンディングにより半導体チップ10の電極10aと実装基板20の表面配線20aとを電氣的に接続するものとする。

40

【0018】

(第1工程:図3A(a)参照)

初めに、キャピラリ70に挿入されたボンディングワイヤ50の先端がスパークロッド80によりスパークされボール50aが形成される。

【0019】

(第2工程:図3A(b)参照)

50

その後、キャピラリ70が半導体チップ10の電極10a上に下降し、電極10a上にバンブB1が形成・接合される。

【0020】

(第3工程：図3A(c)参照)

バンブB1の接合後、ワイヤクランプ90がボンディングワイヤ50を挟持して上へ引き上げることによりボンディングワイヤ50が切断される。

【0021】

(第4工程：図3B(d)参照)

切断されたボンディングワイヤ50の先端がスパークロッド80によりスパークされボール50aが形成される。

【0022】

(第5工程：図3B(e)参照)

キャピラリ70が実装基板20の表面配線20a上に移動した後、下降して表面配線20a上にバンブB2が形成・接合される。

【0023】

(第6工程：図3B(f)参照)

バンブB2が接合されると、キャピラリ70が半導体チップ10の電極10a上へ移動した後、半導体チップ10の電極10a上へ下降し、ボンディングワイヤ50が電極10a上に形成されたバンブB1へウエッジ接合される。

【0024】

(第7工程：図3C(g)参照)

バンブB1へボンディングワイヤ50が接合されると、ワイヤクランプ90がボンディングワイヤ50を挟持して上へ引き上げることによりボンディングワイヤ50が切断される。

【0025】

第1～第7の工程と同様にして、半導体チップ10が備える全ての電極10aが表面配線20aとボンディングワイヤ50により接合される。

【0026】

(キャピラリ70の動作)

(第1の動作)

図4A, 図4Bは、バンブB1を形成する際のキャピラリ70の第1の動作を示す説明図である。以下、図4A, 図4Bを参照して、キャピラリ70の第1の動作について説明する。なお、図4A, 図4Bでは、キャピラリ70の動作とバンブB1の形成を左側に記載し、キャピラリ70先端の軌跡を右側に記載した。また、図4A, 4B右側のカッコ内の数字は、キャピラリ70の動作の順序を表している。

【0027】

(第1工程：図4A(a)参照)

キャピラリ70が半導体チップ10の電極10a上に下降して、電極10a上にバンブB1を形成・接合した後、キャピラリ70が上昇する。

【0028】

(第2工程：図4A(b)参照)

キャピラリ70が、接続先である実装基板20の表面配線20aとは反対側(図4Aでは右側)に水平移動する。

【0029】

(第3工程：図4A(c)参照)

キャピラリ70が半導体チップ10の電極10a上に下降して、キャピラリ70先端の左側でボンディングワイヤ50を上記第1工程で接合したバンブB1上面に、ボンディングワイヤ50を折りたたむようにして押圧・接合する。

【0030】

(第4工程：図4B(d)参照)

10

20

30

40

50

図示しないワイヤクランプがボンディングワイヤ50を挟持した状態で、キャピラリ70が上昇してボンディングワイヤ50が切断される。

【0031】

(バンプB1の形状)

図5Aは、図4A、図4Bを参照して説明した第1の動作で形成したバンプB1のSEM画像である。図5Bは、図4A、図4Bを参照して説明した第1の動作で形成したバンプB1の拡大図である。なお、図5Bでは、バンプB1を、芯材50aを被覆する貴金属層50bが存在する部分を太い実線で記載し、貴金属層50bが存在しない部分を破線で記載した。

【0032】

図4A、図4Bで説明した第1の動作では、第1工程で接合したバンプB1上面にボンディングワイヤ50を折りたたむようにして押圧・接合しているため、上面Fの少なくとも一部が貴金属層50bで被覆された状態でバンプB1が半導体チップ10の電極10a上に形成されることとなる。

【0033】

図5C(a)は、図4A、図4Bで説明した第1の動作により形成されたバンプの断面SEM画像である。図5C(a)では、バンプの上面の貴金属層(図5C(a)では、パラジウム(pd))が存在する部分を鎖線で示した。図5C(b)は、図5C(a)の丸で囲った部分の拡大SEM画像である。図5C(a)及び図5C(b)の断面SEM画像から、ボンディングワイヤ50を折りたたむことにより上面Fの少なくとも一部が貴金属層50bで被覆された状態でバンプを形成できることがわかる。

【0034】

以上のように、上記第1の動作でバンプB1を形成することにより、バンプB1上面Fの少なくとも一部が貴金属層50bで覆われるので、ルーピングされたボンディングワイヤ50をバンプB1上にウエッジ接合する際に、非貴金属を主成分とする芯材50aではなく、貴金属を主成分とする貴金属層50b同士が接合されることになる。このため、バンプB1上面へのボンディングワイヤ50をウエッジ接合する際に十分な接合強度を得ることができ接合の信頼性が向上する。その結果、連続ボンディング作業時等において接合剥離やボンディングワイヤ50の破断等の不具合発生を抑制することができる。

【0035】

なお、貴金属層50bの膜厚は、10nm以上であることが好ましい。図4A、図4Bを参照して説明したように、この実施形態では、ボンディングワイヤ50を折りたたむようにして半導体チップ10の電極10a上にバンプを形成している。この時、キャピラリ70の先端部でボンディングワイヤ50を押しつぶすこととなるため、貴金属層50bが薄いとき芯材50aが露出する虞がある。芯材50aが露出した場合、貴金属でないために表面が酸化してボンディングワイヤ50をバンプB1上にウエッジ接合する際に十分な接合強度を得ることができず、ワイヤ剥がれ等の不具合が発生する原因となることが考えられる。

【0036】

また、第1の動作では、第3工程において、ボンディングワイヤ50を折りたたむようにして押圧・接合しているが、この折りたたんだ接合面Rにおいても、貴金属を主成分とする貴金属層50b同士が接合されることになるため、十分な接合強度を得ることができ、連続ボンディング作業時等において接合剥離やボンディングワイヤ50の破断等の不具合発生を抑制することができる。

【0037】

さらに、ボンディングワイヤ50を折りたたむようにして押圧・接合することにより形成されたバンプB1の上面Fの面積を広くすることができるためウエッジ接合の接合強度がより高くなる。また、ワイヤ剥がれを抑制するために、接合の際のエネルギー(例えば、温度や超音波出力)を増加させる必要がないため、半導体チップ10へ与えるダメージを抑制できる。

10

20

30

40

50

## 【0038】

また、ボンディングワイヤ50を折りたたむようにして押圧・接合することにより、形成されるパンプB1が高くなる。加えて、ボンディングワイヤ50を接続先である実装基板20の表面配線20a側とは反対側、すなわちボンディングワイヤ50を張架される側とは反対側に折りたたんでパンプB1を形成しているため、実装基板20の表面配線20aからルーピング（引き回し）されたボンディングワイヤ50が半導体チップ10の上面端部に接触する虞を効果的に低減することができる。

## 【0039】

さらに、半導体チップ10の電極10a上にパンプB1を形成する際に、ボンディングワイヤ50の貴金属層50bの主成分である貴金属（例えば、パラジウム（Pd）、白金（Pt）、金（Au））と電極10aの主成分である金属（例えば、Cu、Al、Al-Si、Al-Si-Cu）との合金が電極10a上にパンプB1との界面に形成される。この合金は、化学的に安定であるため、半導体チップ10の封止材料にBr等のハロゲン系のモールド樹脂を用いた場合でも半導体チップ10の電極10aとパンプB1との接合信頼性を高くすることができる。

10

## 【0040】

（第2の動作）

図6A、図6Bは、パンプB1を形成する際のキャピラリ70の第2の動作を示す説明図である。以下、図6A、図6Bを参照して、キャピラリ70の第2の動作について説明する。なお、図6A、図6Bでは、キャピラリ70の動作とパンプB1の形成を左側に記載し、キャピラリ70先端の軌跡を右側に記載した。また、図6B右側のカッコ内の数字は、キャピラリ70の動作の順序を表している。

20

## 【0041】

（第1工程：図6A（a）参照）

キャピラリ70が半導体チップ10の電極10a上に下降して、電極10a上にパンプB1を形成・接合した後、キャピラリ70が上昇する。

## 【0042】

（第2工程：図6A（b）参照）

キャピラリ70が、接続先である実装基板20の表面配線20aの方向（図5Aでは左側）に水平移動する。

30

## 【0043】

（第3工程：図6A（c）参照）

キャピラリ70が半導体チップ10の電極10a上に下降して、キャピラリ70先端の右側でボンディングワイヤ50を上記第1工程で接合したパンプB1上面に、ボンディングワイヤ50を折りたたむようにして押圧・接合する。

## 【0044】

（第4工程：図6B（d）参照）

キャピラリ70が上昇した後、接続先である実装基板20の表面配線20aと反対側（図5Bでは右側）に水平移動する。

40

## 【0045】

（第5工程：図6B（e）参照）

キャピラリ70が半導体チップ10の電極10a上に下降して、キャピラリ70先端の左側でボンディングワイヤ50を上記第3工程で接合したボンディングワイヤ50上に、更にボンディングワイヤ50を折りたたむようにして押圧・接合する。

## 【0046】

（第6工程：図6B（f）参照）

図示しないワイヤクランプがボンディングワイヤ50を挟持した状態で、キャピラリ70が上昇してボンディングワイヤ50が切断される。

## 【0047】

（パンプB1の形状）

50

図7Aは、図6A、図6Bを参照して説明した第2の動作で形成したパンプB1のSEM画像である。図7Bは、図6A、図6Bを参照して説明した第2の動作で形成したパンプB1の拡大図である。なお、図7Bでは、パンプB1を、芯材50aを被覆する貴金属層50bが存在する部分を太い実線で記載し、貴金属層50bが存在しない部分を破線で記載した。

【0048】

図6A、図6Bで説明した第2の動作では、第1工程で接合したパンプB1上面にボンディングワイヤ50を2回折りたたむようにして押圧・接合している。このため、図4A、図4Bを参照して説明した第1の動作に比べて、形成されたパンプB1の上面Fの面積が広がる。このため、いわゆる逆ボンディング時におけるウエッジ接合において、より高い接合強度を得ることができる。

10

【0049】

また、ボンディングワイヤ50を2回折りたたむようにして押圧・接合しているため、形成されるパンプB1がより高くなる。加えて、ボンディングワイヤ50を接続先である実装基板20の表面配線20a側とは反対側、すなわちボンディングワイヤ50を張架される側とは反対側に2回目の折りたたみを行っているため、実装基板20の表面配線20aからルーピングされたボンディングワイヤ50が半導体チップ10の上面端部に接触する虞をより効果的に低減することができる。

【0050】

なお、折りたたみによる接合面R1、R2においても、貴金属を主成分とする貴金属層50b同士が接合されることになるため十分な接合強度を得ることができる。その他の効果については、第1の動作と同じである。

20

【0051】

(ボンディングワイヤ50の切断方法)

ここでは、パンプB1形成後のボンディングワイヤ50の切断方法について図8を参照して説明する。初めに、図8(a)について説明する。なお、図8(a)右側のカッコ内の数字は、キャピラリ70の動作の順序を表している。また、図8(a)に示す(1)から(4)までの動作は、図4A(a)から図4A(c)を参照して説明した第1工程から第3工程の動作と同じであるため重複した説明を省略する。

【0052】

図4A(c)の第3工程において、パンプB1上面に、ボンディングワイヤ50を折りたたむようにして押圧・接合した後、図8(a)の(5)に示すように、キャピラリ70を右斜め下に移動させた後、図示しないワイヤクランプでボンディングワイヤ50を挟持した状態で、図8(a)の(6)に示すようにキャピラリ70を上昇させる。

30

【0053】

次に、図8(b)について説明する。なお、図8(b)右側のカッコ内の数字は、キャピラリ70の動作の順序を表している。また、図8(b)に示す(1)から(7)までの動作は、図6A(a)及び図6B(e)を参照して説明した第1工程から第5工程の動作と同じであるため重複した説明を省略する。

【0054】

図6B(e)の第5工程において、パンプB1上面に、ボンディングワイヤ50を折りたたむようにして押圧・接合した後、図8(b)の(8)に示すように、キャピラリ70を右斜め下に移動させた後、図示しないワイヤクランプでボンディングワイヤ50を挟持した状態で、図8(b)の(9)に示すようにキャピラリ70を上昇させる。

40

【0055】

図4A、図4B及び図6A、図6bを参照して説明した第1、第2の動作では、半導体チップ10の電極10a上にパンプB1を形成した後、そのままの位置でキャピラリ70を上昇させてボンディングワイヤ50を切断していたが、上述したように、キャピラリ70を右斜め下(もしくは左斜め下)に移動させた後、キャピラリ70を上昇させてボンディングワイヤ50を切断することで、パンプB1の上面に形成される切断面の面積を小さ

50



くすることができる。

【0056】

このため、ボンディングワイヤ50がウエッジ接合されるパンプB1の上面における貴金属層50bが存在する面積をより広くすることができ、より強い接合強度を得ることができる。その結果、連続ボンディング作業時等において接合剥離やボンディングワイヤ50の破断等の不具合発生をより効果的に抑制することができる。

【0057】

(その他の実施形態)

実施形態では、実施形態に係る半導体装置1(図1参照)では、実装基板20の表面配線20aからルーピングされたボンディングワイヤ50を、半導体チップ10の電極10a上に形成したパンプB1へウエッジ接合する形態について説明したが、他の接合形態にも適用が可能である。

【0058】

例えば、複数の半導体チップを横に配列させるマルチチップ構造の半導体装置2に適用することができる。この場合、図9に示すように、一方の半導体チップ10Bからルーピングしてきたボンディングワイヤ50を、他方の半導体チップ10Aの電極10a上に形成したパンプB1へウエッジ接合する。なお、パンプB1は、図4A, 図4Bで説明した第1の動作、または図6A, 図6Bで説明した第2の動作のどちらで形成してもかまわない。このような構成であっても、上記実施形態で説明した効果と同じ効果を得ることができる。

【0059】

また、複数の半導体チップを縦に積層するスタック構造の半導体装置3に適用することもできる。この場合、図10に示すように、半導体チップ10Aからルーピングしてきたボンディングワイヤを半導体チップ10Bの電極10a上に形成したパンプB2へウエッジ接合し、さらに、パンプB2上にウエッジ接合されたボンディングワイヤ50上へパンプB3を形成し、該パンプB3からルーピングされたボンディングワイヤ50を半導体チップ10Cの電極10a上に形成したパンプB4へウエッジ接合する。なお、ウエッジ接合を行うパンプB2, B4は、図4A, 図4Bで説明した第1の動作、または図6A, 図6Bで説明した第2の動作のどちらで形成してもかまわない。

【0060】

図11Aは、図10で説明したパンプB2, B3のSEM画像である。図11Bは、図10で説明したパンプB2, B3の拡大図である。なお、図11Bでは、パンプB2を、芯材50aを被覆する貴金属層50bが存在する部分を太い実線で記載し、貴金属層50bが存在しない部分を破線で記載した。

【0061】

図11Bに示すように、パンプB2の上面の少なくとも一部には、貴金属層50bで被覆されており、ボンディングワイヤ50も貴金属層50bで覆われている。このため、ボンディングワイヤ50をパンプB2上にウエッジ接合する際に、パンプB2の上面とボンディングワイヤ50との接合面R1では、非貴金属を主成分とする芯材50aではなく、貴金属を主成分とする貴金属層50b同士が接合されることになる。また、パンプB2上へウエッジ接合されたボンディングワイヤ50上へ、パンプB3を接合する際にも、ボンディングワイヤ50が貴金属層50bで覆われているためパンプB3の下面とボンディングワイヤ50との接合面R2では、非貴金属を主成分とする芯材50aではなく、貴金属を主成分とする貴金属層50b同士が接合されることになる。結果、図10で説明したような接合を行う場合でも十分な接合強度を得ることができ接合の信頼性が向上する。

【0062】

さらに、図12に示すように、半導体チップ10をリードフレーム100に実装した半導体装置4に適用してもよい。この場合、リードフレーム100からルーピングされたボンディングワイヤを半導体チップ10の電極10a上に形成されたパンプB1へウエッジ接合する。このような構成であっても、上記実施形態で説明した効果と同じ効果を得るこ

10

20

30

40

50

とができる。

【実施例】

【0063】

次に、上記実施形態で説明したボンディングワイヤ50を使用して、いわゆる逆ボンディングを行った場合の試験結果について説明する。該実施例では、銅(Cu)の芯材を、パラジウム(Pd)層で被覆した外径20 $\mu$ mのボンディングワイヤを使用した。なお、パラジウム層の平均厚みは100nmである。また、比較例として、貴金属で被覆されていない外径20 $\mu$ mの銅ボンディングワイヤを使用した場合についても試験を行った。

【0064】

試験は、同一の条件(例えば、キャピラリの動作スピード、押し付け圧、温度等)でボンディングを行い、不良が発生した割合(不良率=不良数/ワイヤ数)で評価した。以下の表1に実施例及び比較例の試験結果を記載する。なお、ボンディング中にボンディング装置が停止した回数を不良数とした。また、キャピラリの動作は、図6A、図6Bで説明した第2の動作とした。

【0065】

【表1】

	ワイヤ数	不良数	不良率
実施例 (被覆有)	17676	0	0%
比較例 (被覆無)	160	4	2.5%

【0066】

表1に示すように、実施例では、17676本のワイヤをボンディングしたが、ボンディング中にボンディング装置が不具合により停止することはなかった。一方、比較例では、160本のワイヤをボンディング中に、ボンディング装置が不具合により4回停止した。

【0067】

図13Aに、実施例に係るパンプ及びボンディングワイヤの断面SEM画像を示す。また、図13Bに、比較例に係るパンプ及びボンディングワイヤのSEM画像を示す。図13Aに示す実施例では、パンプとボンディングワイヤとの界面に貴金属であるパラジウムが存在するため、パンプとボンディングワイヤとが隙間なく確実に接合されていることがわかる。一方、図13Bに示す比較例では、パンプとボンディングワイヤとの界面に貴金属が存在せずパンプとボンディングワイヤの表面が酸化した状態で接合されるため、パンプとボンディングワイヤとの間に隙間が生じ、いわゆるワイヤ剥がれが発生していることがわかる。

【0068】

以上のように、貴金属であるパラジウムで被覆されたボンディングワイヤを使用し、ウエッジ接合されるパンプの形成時にボンディングワイヤを折りたたむようにして押圧・接合することで、該パンプ上にボンディングワイヤをウエッジ接合する際の接合信頼性を向上できることがわかる。

【0069】

なお、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、上記実施形態は、例示であり、本発明を上記実施形態に限定することを意図するものではない。上記実施形態は、その他の様々な形態で実施することが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

【符号の説明】

10

20

30

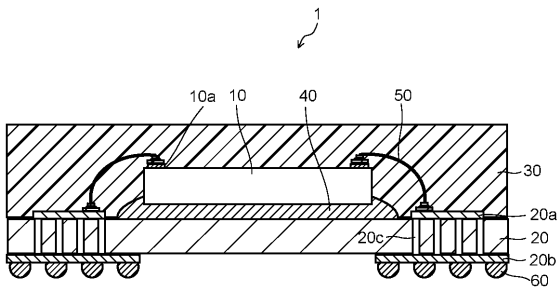
40

50

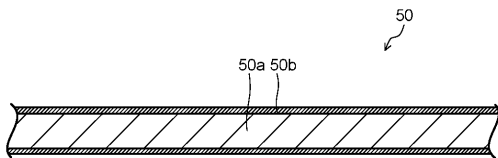
【 0 0 7 0 】

1 ~ 4 ... 半導体装置 (半導体素子)、 1 0 ... 半導体チップ、 1 0 a ... 電極、 2 0 ... 実装基板、 2 0 a ... 表面電極、 2 0 b ... 裏面電極、 2 0 c ... スルーホール、 3 0 ... 封止樹脂 (モールド樹脂)、 4 0 ... マウント材、 5 0 ... ボンディングワイヤ、 5 0 a ... 芯材、 5 0 b ... 貴金属層、 6 0 ... B G A (Ball Grid Array)、 7 0 ... キャピラリ、 8 0 ... スパークロッド、 9 0 ... ワイヤクランプ、 1 0 0 ... リードフレーム。

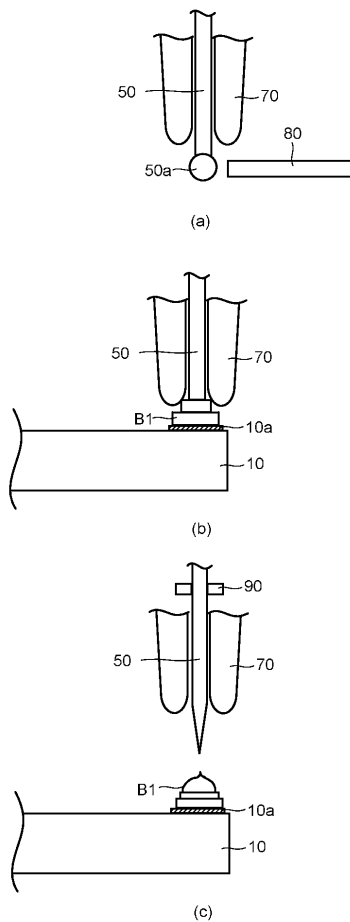
【 図 1 】



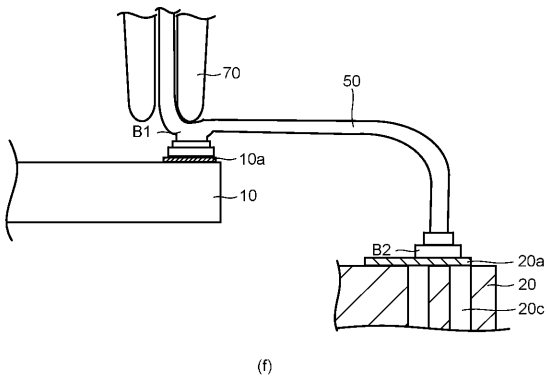
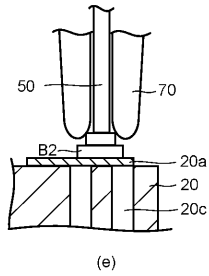
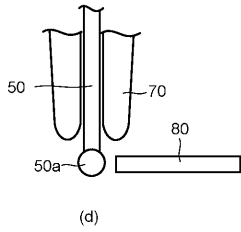
【 図 2 】



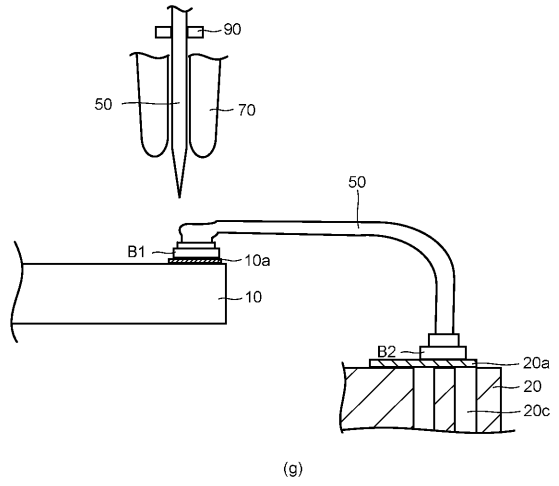
【 図 3 A 】



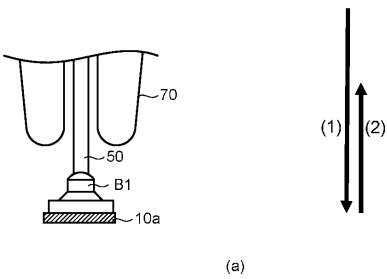
【 図 3 B 】



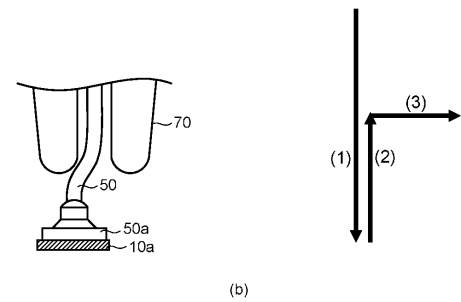
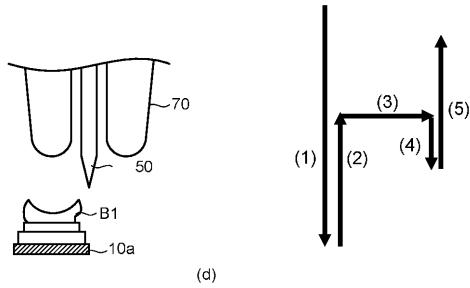
【 図 3 C 】



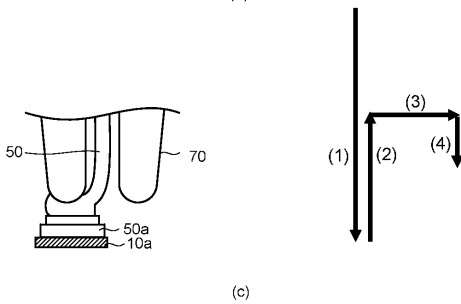
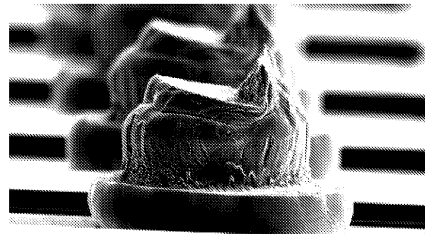
【 図 4 A 】



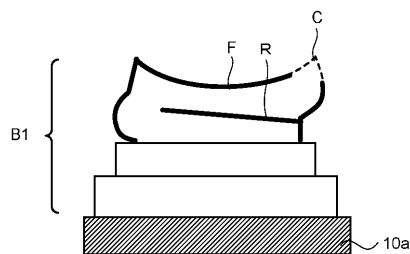
【 図 4 B 】



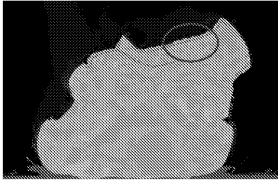
【 図 5 A 】



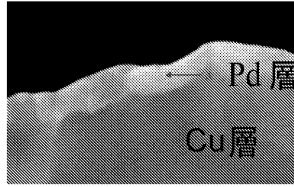
【 図 5 B 】



【 図 5 C 】

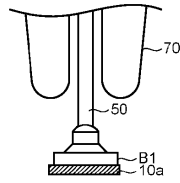


(a)

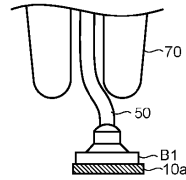
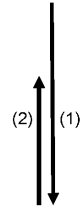


(b)

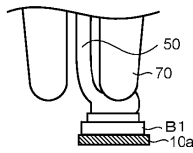
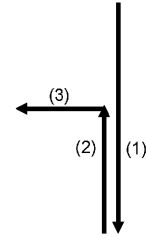
【 図 6 A 】



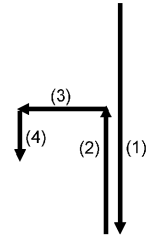
(a)



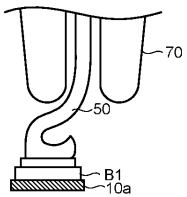
(b)



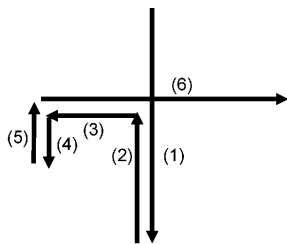
(c)



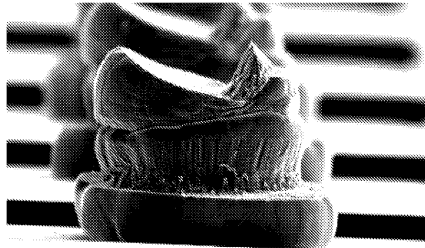
【 図 6 B 】



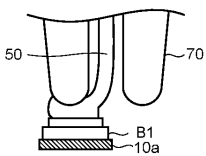
(d)



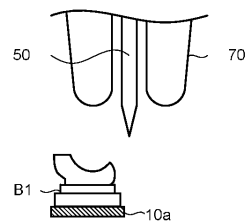
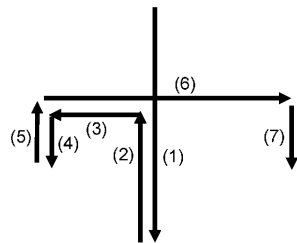
【 図 7 A 】



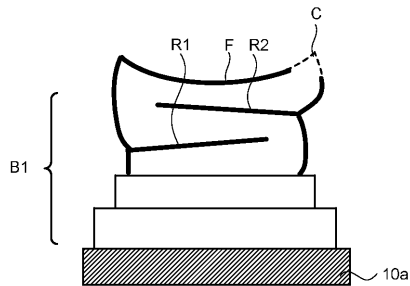
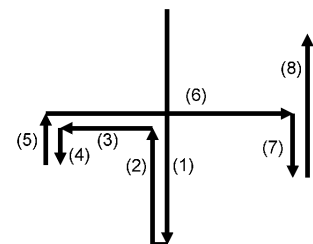
【 図 7 B 】



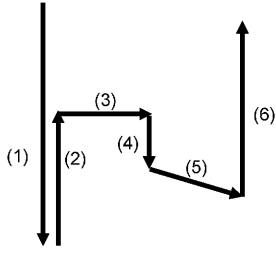
(e)



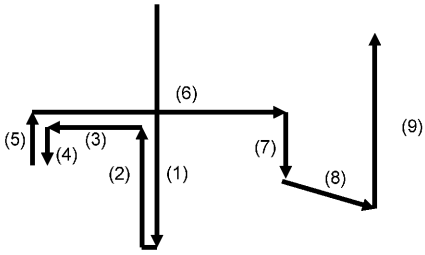
(f)



【 図 8 】

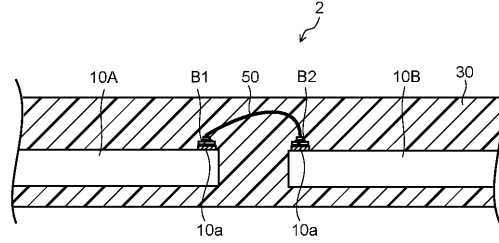


(a)

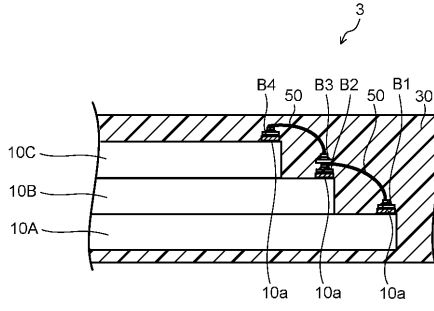


(b)

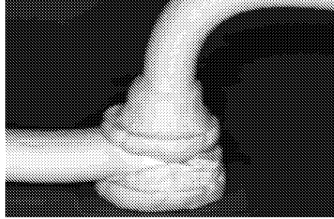
【 図 9 】



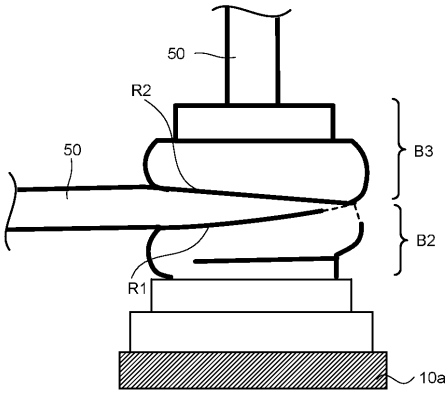
【 図 10 】



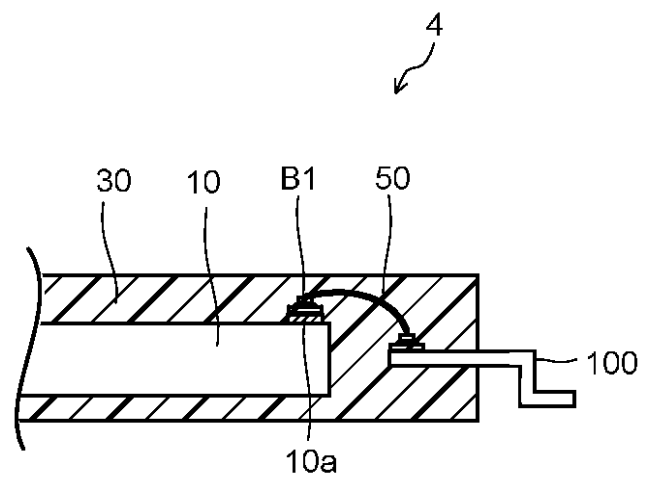
【 図 11 A 】



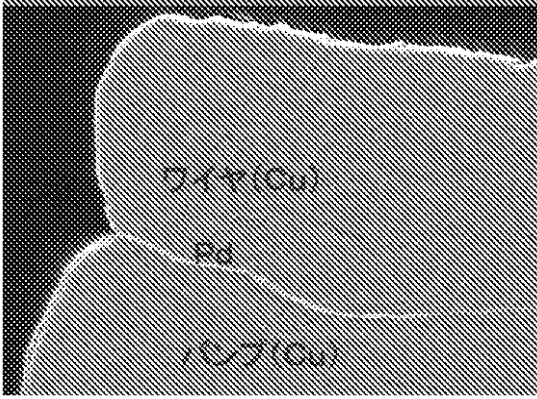
【 図 11 B 】



【 図 12 】



【 13 A】



【 13 B】

