

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5411553号  
(P5411553)

(45) 発行日 平成26年2月12日(2014.2.12)

(24) 登録日 平成25年11月15日(2013.11.15)

(51) Int.Cl.	F I		
HO 1 L 21/60 (2006.01)	HO 1 L 21/60	3 O 1 D	
HO 1 L 23/50 (2006.01)	HO 1 L 21/60	3 O 1 P	
	HO 1 L 23/50	U	
	HO 1 L 23/50	Q	

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2009-85847 (P2009-85847)	(73) 特許権者	300057230
(22) 出願日	平成21年3月31日(2009.3.31)		セミコンダクター・コンポーネンツ・イン
(65) 公開番号	特開2010-238946 (P2010-238946A)		ダストリーズ・リミテッド・ライアビリティ
(43) 公開日	平成22年10月21日(2010.10.21)		ィ・カンパニー
審査請求日	平成24年3月5日(2012.3.5)		アメリカ合衆国 アリゾナ州 85008
			フェニックス イースト・マクドウェル
			・ロード5005
		(74) 代理人	100091605
			弁理士 岡田 敬
		(74) 代理人	100147913
			弁理士 岡田 義敬
		(72) 発明者	和久井 元明
			群馬県邑楽郡大泉町坂田一丁目1番1号
			三洋半導体株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

アイランドと、前記アイランドを囲むように配置された複数のリードと、前記アイランドから延在された吊りリードとを有する搭載部が複数個集合した集合ブロックが設けられ、前記アイランドには、それぞれ複数の貫通孔が設けられたリードフレームを準備し、

前記アイランド上に半導体素子を固着し、前記半導体素子の電極パッド上に金ボールを形成した後、前記金ボールと前記リードとを銅線によりワイヤーボンディングし、前記集合ブロック内の電氣的接続を完了し、

前記集合ブロックを樹脂で被覆し、樹脂パッケージを形成し、前記樹脂パッケージを個片化する半導体装置の製造方法において、

前記貫通孔をワイヤーボンディング装置の載置台上に設けられたガス抜き孔上に位置させ、前記搭載部へ供給した不活性ガスを前記貫通孔を介して前記ガス抜き孔から引き抜くことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】

前記銅線は、前記リードとボールボンディングした後、前記金ボールとステッチボンディングすることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】

前記リードに対応したリード固定領域を有するクランパーにより前記リードを個別に固定することで、前記リードフレームを前記載置台上に配置し、

前記クランパーでは、前記リード固定領域間から前記不活性ガスを供給することを特徴

とする請求項 1 または請求項 2 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】

アイランドと、前記アイランドを囲むように配置された複数のリードと、前記アイランドから延在された吊りリードとを有する搭載部が複数個集合した集合ブロックが設けられ、前記アイランドには、それぞれ複数の貫通孔が設けられたリードフレームを準備し、

電極パッド内または電極パッド下面に緩衝材層が配置された半導体素子を準備し、前記アイランド上に前記半導体素子を固着し、前記電極パッドと前記リードとを銅線によりワイヤーボンディングし、前記集合ブロック内の電氣的接続を完了し、

前記集合ブロックを樹脂で被覆し、樹脂パッケージを形成し、前記樹脂パッケージを個片化する半導体装置の製造方法において、

前記貫通孔をワイヤーボンディング装置の載置台に設けられたガス抜き孔上に位置させ、前記搭載部へ供給した不活性ガスを前記貫通孔を介して前記ガス抜き孔から引き抜くことを特徴とする半導体装置の製造方法。

10

【請求項 5】

前記銅線は、前記電極パッドとボールボンディングした後、前記リードとステッチボンディングすることを特徴とする請求項 4 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】

前記リードに対応したリード固定領域を有するクランパーにより前記リードを個別に固定することで、前記リードフレームを前記載置台上に配置し、

前記クランパーでは、前記リード固定領域間から前記不活性ガスを供給することを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、銅線を用いてワイヤーボンディングされる半導体装置及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の半導体装置の製造方法の一実施例として、下記の製造方法が知られている。図 10 (A) 及び (B) は、従来の半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。

30

【0003】

先ず、図 10 (A) に示す如く、リードフレームのダイパッド 61 上に半導体素子 62 を固着した後、リードフレームをワイヤーボンディング装置に設置する。半導体素子 62 の電極パッド 63 を約 200 に加熱し、キャピラリ 64 が電極パッド 63 上へと移動する。そして、超音波振動併用の熱圧着技術により、キャピラリ 64 の先端に形成された金属ボールを電極パッド 63 へと接続する。一般にこれをボールボンディングと言う。

【0004】

次に、図 10 (B) に示す如く、キャピラリ 64 が外部リード 65 の先端部上方へ移動し、インナーリード 65 に対し金属細線 66 を所望の荷重にて押し付ける。このとき、インナーリード 65 を約 200 に加熱し、インナーリード 65 に対し超音波振動併用の熱圧着技術により金属細線 66 を接続する。その後、ワイヤークランパー 67 を閉じた状態にてキャピラリ 64 が上昇し、金属細線 66 をインナーリード 65 の接続箇所にて破断する。一般にこれをステッチボンディングと言う。

40

【0005】

そして、図 10 (A) 及び (B) にて説明したワイヤーボンディング作業を繰り返すことで、半導体素子 62 の全ての電極パッド 63 とインナーリード 65 とを金属細線 66 にて電氣的に接続する (例えば、特許文献 1 参照。 )。

【0006】

また、従来の半導体装置の製造方法の他の実施例として、下記の製造方法が知られてい

50

る。図11(A)~(C)は、従来の半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。

【0007】

まず、図11(A)に示す如く、配線基板71上に半導体チップ72を実装する。半導体チップ72上面には複数の電極パッド73が配置され、キャピラリ74の先端に形成された金属ボール75を電極パッド73へと接続する。その後、ワイヤークランパー76が閉じた状態にてキャピラリ74が上昇し、金属細線77を金属ボール75から切断する。

【0008】

次に、図11(B)に示す如く、キャピラリ74の先端から金属細線77が導出した状態にて、キャピラリ74が金属ボール75上に移動する。そして、金属ボール75に対してステッチボンディングを行い、キャピラリ74の先端から導出する金属細線77を金属ボール75へと接続する。その後、ワイヤークランパー76が開放した状態にてキャピラリ74が配線層78上方へ移動する。

10

【0009】

次に、図11(C)に示す如く、配線層78に対してステッチボンディングを行い、キャピラリ74の先端から導出する金属細線77が配線層78へと接続する。その後、ワイヤークランパー76が閉じた状態にてキャピラリ74が上昇し、金属細線77を配線層78の接続箇所にて破断する(例えば、特許文献2参照。)

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0010】

【特許文献1】特開平7-29943号公報(第4-5頁、第1図)

【特許文献2】特開2005-86200号公報(第6-7頁、第1-6図)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

前述したように、ワイヤーボンディング工程では、金属細線66は、ワイヤーボンディング作業中は高温状態下に置かれる。このとき、従前の技術では、金属細線として金線を用い、インナーリードには銀メッキが施されることで、特に、酸化の問題は重要視されなかった。

30

【0012】

しかしながら、金属細線66として銅線を用いる場合には、作業中に銅線が酸化されるという問題が発生する。特に、MAP(Mold Array Package)方式の製造方法においては、リードフレームに多数の搭載部が配置される。そして、ワイヤーボンディングされる金属細線66の本数も多くなることで、その作業時間が長くなり、上記酸化の問題が重要視される。また、ダイパッド61やインナーリード65等も、メッキ処理等の対応が成されていない場合には、上記作業により酸化されるという問題が発生する。

【0013】

更に、銅線は金線と比較して硬いため、例えば、アルミから成る電極パッドに対して、直接、銅ボールをボールボンディングした場合、銅線よりも軟らかい電極パッドが銅ボールの周囲に追いやられ、銅ボールの周囲にスプラッシュが発生する。そして、そのスプラッシュにより隣り合う電極パッドがショートするという問題が発生する。また、銅ボールをボールボンディングした際の衝撃により、電極パッド下方の絶縁層にクラック等のダメージが発生する問題もある。

40

【0014】

特に、スプラッシュによるショートを防止するため、電極パッド自体を薄くした場合には、前述したように電極パッド下方の絶縁層へのダメージが更に大きくなる。更に、銅ボール底面の電極パッドの大部分がスプラッシュとして移動し、銅ボールと電極パッドの接続領域が低減し、接続抵抗値が増大し、あるいは接続不良が起こるといった問題が発生する

50

。

## 【0015】

更に、金線は銅線と比較して材料費が高く、原価コストを引き上げる問題がある。しかも、金線は銅線よりも比抵抗が大きいため電流容量が小さく、大電流を扱う半導体素子では金線の使用量が増大し、材料コストが余分に掛かるといった問題が発生する。

## 【0016】

また、従前の技術では、複数のインナーリード65はクランパー（図示せず）にて一括して固定された状態にてワイヤーボンディングが行われる。しかしながら、銅線は金線よりも硬いため、ワイヤーボンディング時の荷重が金線よりも大きくなる。そのため、クランパーとリードとの間に隙間が存在すると、リードの固定状態が悪く、ワイヤーボンディング時の荷重が逃げ易く、接続不良が起こり易いといった問題が発生する。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0018】

また、本発明の半導体装置の製造方法では、アイランドと、前記アイランドを囲むように配置された複数のリードと、前記アイランドから延在された吊りリードとを有する搭載部が複数個集合した集合ブロックが設けられ、前記アイランドには、それぞれ複数の貫通孔が設けられたリードフレームを準備し、前記アイランド上に半導体素子を固着し、前記半導体素子の電極パッド上に金ボールを形成した後、前記金ボールと前記リードとを銅線によりワイヤーボンディングし、前記集合ブロック内の電氣的接続を完了し、前記集合ブロックを樹脂で被覆し、樹脂パッケージを形成し、前記樹脂パッケージを個片化する半導体装置の製造方法において、前記貫通孔をワイヤーボンディング装置の載置台に設けられたガス抜き孔上に位置させ、前記搭載部へ供給した不活性ガスを前記貫通孔を介して前記ガス抜き孔から引き抜くことを特徴とする。従って、本発明では、ワイヤーボンディングされた銅線の周囲に不活性ガスが充満され易く、銅線の酸化が防止される。

20

## 【発明の効果】

## 【0019】

本発明では、銅線を用いてワイヤーボンディングが行われることで、金線が用いられる場合と比較して材料コストが低減される。

## 【0020】

また、本発明では、アイランドの貫通孔が、樹脂パッケージの一部により埋設され、アイランドと樹脂パッケージとの密着性が向上される。

30

## 【0021】

また、本発明では、電極パッド上に金ボールを形成することで、隣り合う電極パッドがスプラッシュによりショートすることを防止できる。

## 【0022】

また、本発明では、電極パッド内に緩衝材層を形成することで、電極パッド下面の絶縁層へのクラック発生を防止できる。

## 【0023】

また、本発明では、ワイヤーボンディング領域に供給された不活性ガスをアイランドに形成された貫通孔を介して引き抜く。そして、ワイヤーボンディングされた銅線の周囲に不活性ガスが充満され易くすることで、銅線の酸化が防止される。

40

## 【0024】

また、本発明では、クランパーにより複数のリードを個別に固定した状態にてワイヤーボンディング作業を行うことで、ワイヤーボンディング時の荷重の逃げを防止し、良好な接続状態を実現できる。

## 【0025】

また、本発明では、アイランドと連続する吊りリードを樹脂パッケージ内へ配置することで、アイランドが樹脂パッケージから抜け落ち難い構造を実現できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0026】

50

【図 1】本発明の実施の形態における半導体装置を説明するための (A) 斜視図、(B) 斜視図、(C) 断面図、(D) 斜視図、(E) 斜視図である。

【図 2】本発明の実施の形態における半導体装置を説明するための (A) 平面図、(B) 平面図である。

【図 3】本発明の実施の形態における半導体装置を説明するための (A) 断面図、(B) 断面図である。

【図 4】本発明の実施の形態における半導体装置を説明するための (A) 断面図、(B) 断面図である。

【図 5】本発明の実施の形態における半導体装置を説明するための (A) 断面図、(B) 断面図である。

10

【図 6】本発明の実施の形態における半導体装置の製造方法を説明するための平面図である。

【図 7】本発明の実施の形態における半導体装置の製造方法を説明するための (A) 平面図、(B) 断面図である。

【図 8】本発明の実施の形態における半導体装置の製造方法を説明するための (A) 断面図、(B) 断面図、(C) 断面図である。

【図 9】本発明の実施の形態における半導体装置の製造方法を説明するための (A) 平面図、(B) 断面図である。

【図 10】従来の実施の形態における半導体装置の製造方法を説明するための (A) 断面図、(B) 断面図である。

20

【図 11】従来の実施の形態における半導体装置の製造方法を説明するための (A) 断面図、(B) 断面図、(C) 断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下に、本発明の半導体装置について説明する。図 1 (A)、(B)、(D) 及び (E) は、樹脂パッケージを説明する斜視図である。図 1 (C) は、樹脂パッケージを説明する断面図である。図 2 (A) は、リードフレームを説明する平面図である。図 2 (B) は、リードフレームにワイヤーボンディングした状況を説明する平面図である。図 3 (A) 及び (B) は、電極パッドでの接続状態を説明する断面図である。図 4 (A) 及び (B) は、電極パッドでの接続状態を説明する断面図である。

30

【0028】

図 1 (A) に示す如く、半導体装置 1 は、例えば、MAP 方式の樹脂パッケージ 2 から成る。図 9 を用いて後述するが、集合ブロックを一括封止後、ダイシングにより個片化するため、樹脂パッケージ 2 の側面 3 からリード 4 が露出する。そして、露出するリード 4 は、樹脂パッケージ 2 の側面 3 と同一面を形成する。尚、リード 4 の露出形状は、図示した形状に限定するものではない。例えば、図 1 (D) に示すように、ダイシングブレードの消耗を抑制するため、リード 4 の露出形状が T 字型となる場合でも良い。また、図 1 (E) に示すように、リード 4 の裏面側のダイシング領域がハーフエッチングされ、リード 4 の露出面が樹脂パッケージ 2 の側面 5 から樹脂パッケージ 2 の表面側へ離間する場合でも良い。

40

【0029】

図 1 (B) に示す如く、樹脂パッケージ 2 の裏面 6 にはアイランド 7 が露出し、このアイランド 7 は、樹脂パッケージ 2 の裏面 6 とほぼ同一面を形成する。そして、アイランド 7 内の外周領域には複数の貫通孔 8 が形成され、貫通孔 8 には樹脂パッケージ 2 を構成する絶縁性樹脂が充填される。また、樹脂パッケージ 2 の裏面 6 にはリード 4 が露出し、アイランド 7 を囲むように配置される。

【0030】

図 1 (C) では、図 1 (B) に示す A - A 線方向の断面図を示し、アイランド 7 に形成された貫通孔 8 を含む断面である。図示したように、アイランド 7 上には、例えば、Ag ペースト、半田等の接着材 9 により半導体素子 10 が固着される。半導体素子 10 の上面

50

には複数の電極パッド18(図2(B)参照)が形成され、電極パッド18上面には金ボール12が形成される。そして、金ボール12とリード4のインナーリード部分とは本願テーマである銅線11により接続される。銅線11は、例えば、径が33~50 $\mu\text{m}$ 、99.9~99.99wt%の銅から成るものが使用される。そして、図示したように、銅線11は、リード4上にボールボンディングされ、電極パッド18の金ボール12上にステッチボンディングされる。尚、銅線11の径は、使用される用途に応じて任意の設計変更が可能である。

#### 【0031】

また、アイランド7は、例えば、厚さが約100~250 $\mu\text{m}$ の銅を主材料とするフレームから成り、アイランド7には複数の貫通孔8が形成される。詳細は後述するが、貫通孔8は、ダイボンディング時やワイヤーボンディング時に不活性ガス(フォーミングガス)の流通経路として利用されるため、半導体素子10の固着領域の外周領域に配置される。そして、樹脂モールド時には、貫通孔8は絶縁性樹脂により埋設される。この構造により、樹脂パッケージ2とアイランド7との密着領域が増大し、アイランド7内に樹脂が入り込み、アイランド7が樹脂パッケージ2内へと強固に支持される。更に、貫通孔8が不活性ガスの流路となることで、貫通孔8側面の酸化が防止され、アイランド7と樹脂パッケージ2との密着度が向上される。

#### 【0032】

例えば、樹脂パッケージ2内では、樹脂パッケージ2や接着材9内に含まれる低分子成分が半導体素子10の駆動熱等により気化し、ガスが発生する。上記ガスによりアイランド7は樹脂パッケージ2から押し出される方向へと外力を受ける。特に、アイランド7は、100~250 $\mu\text{m}$ とその厚みが薄く、アイランド7と樹脂パッケージ2の密着度も弱く、上記ガスによりアイランド7が樹脂パッケージ2外へと押し出され易い。しかしながら、アイランド7の外周領域に貫通孔8を配置することで、樹脂パッケージ2とアイランド7との密着度が向上し、樹脂パッケージ2からアイランド7が抜け落ち難い構造となる。

#### 【0033】

更に、貫通孔8は、樹脂パッケージ2内、特に、アイランド7周囲にて発生した上記ガスの排出経路としても利用される。上記ガスが、貫通孔8を介して短い経路で樹脂パッケージ2外部へと排出されることで、上記ガスによりアイランド7が樹脂パッケージ2外部へと押し出され難くなる。

#### 【0034】

図2(A)に示す如く、リードフレーム13としては、一般には銅を主材料とするフレームが用いられるが、Fe-Niを主材料とするフレームの場合でも良く、また、他の金属材料から成る場合でも良い。そして、これらの材料から成るリードフレーム13には、一点鎖線で示す搭載部14が複数形成される。尚、図では、1つの搭載部14が示されているが、図6に示す如く、例えば、この搭載部14が4つ集まることで1つの集合ブロックが形成される。そして、この集合ブロック毎に一体に樹脂モールドされる。

#### 【0035】

この搭載部14は、主に、アイランド7と、アイランド7を支持する吊りリード15と、アイランド7の4側辺の近傍にその一端が位置するリード4と、複数のリード4を支持するタイバー16とから構成される。そして、吊りリード15はアイランド7の4つのコーナー部から延在し、タイバー16の交差する支持領域17と連結する。支持領域17はリードフレーム13と一体となり、アイランド7がリードフレーム13に支持される。

#### 【0036】

そして、アイランド7に点線で示す領域が半導体素子10の固着領域であり、貫通孔8はその固着領域を囲むように配置される。貫通孔8は、例えば、アイランド7の1側辺に沿って2つ配置され、貫通孔8の長さは、アイランド7の1側辺の半分程度の長さを有する。詳細は図7(B)を用いて後述するが、リードフレームを載置台上に設置する際に、貫通孔8の開口面積が大きくなることで、リードフレームが若干ずれた場合でも、貫通孔

10

20

30

40

50

8 下方にはガス抜き孔 4 9 が配置され易く、不活性ガスの吸引力を適正に維持できる。更に、貫通孔 8 内を埋設する絶縁性樹脂との密着領域が増大し、前述した樹脂パッケージ 2 との密着度も向上される。尚、貫通孔 8 の形状は、図示した形状に限定するものではない。貫通孔 8 の形状は、例えば、円形、楕円形または矩形の場合でも良く、貫通孔 8 は、隣り合うリード 4 間の離間幅と同等の幅か、またはそれ以上の幅を有するものであれば良い。

#### 【 0 0 3 7 】

また、吊りリード 1 5 のハッチングにて示す領域は、リードフレーム 1 3 の裏面側から 0 . 0 5 ~ 0 . 1 5  $\mu\text{m}$  程度エッチングされ、窪んだ領域となる。そして、吊りリード 1 5 の上記窪んだ領域には樹脂が充填され、吊りリード 1 5 が樹脂パッケージ 2 に支持され、アンカー効果が得られる。

10

#### 【 0 0 3 8 】

そして、樹脂パッケージ 2 や接着材 9 内に発生した上記ガスにより、アイランド 7 が樹脂パッケージ 2 から押し出される外力を受ける場合もある。この場合には、アイランド 7 は、吊りリード 1 5 により樹脂パッケージ 2 内に支持され、樹脂パッケージ 2 からアイランド 7 が抜け落ち難い構造となる。尚、図 1 ( B ) に示すように、樹脂パッケージ 2 の裏面 6 からは、吊りリード 1 5 が露出しない構造となる。

#### 【 0 0 3 9 】

図 2 ( B ) に示す如く、アイランド 7 上には半導体素子 1 0 が固着され、電極パッド 1 8 上面には金ボール 1 2 が形成される。銅線 1 1 は、リード 4 上面にボールボンディングされた後、金ボール 1 2 上面にステッチボンディングされる。そして、銅線 1 1 や銅線 1 1 と金ボール 1 2 との接続部位等の酸化を防止する必要がある。図 7 ( B ) を用いて後述するが、貫通孔 8 から不活性ガスを引き抜く構造とすることで、不活性ガスは上方からボンディング領域へと流れ、常時、銅線 1 1 の配置領域が、不活性ガスにより満たされ易く、不活性ガスの存在によりその酸化が防止される。その結果、金線に換えて銅線 1 1 を用いることが可能となり、大幅なコスト低減が可能となる。

20

#### 【 0 0 4 0 】

また、大電流を扱う半導体素子では、1 つの電極パッドに対して複数本の金線を用いて大電流に対応するが、銅線の場合には、非抵抗が小さく、電流容量が大きいため金線の場合よりも少ない本数で大電流に対応できる。その結果、金線の場合よりもボンディング領域の面積を小さくでき、半導体素子の微細化が実現される。

30

#### 【 0 0 4 1 】

図 3 ( A ) に示す如く、シリコン基板 1 9 上には、例えば、シリコン酸化膜、B P S G ( B o r o n P h o s p h o S i l i c a t e G l a s s ) 膜、T E O S ( T e t r a - E t h y l - O r s o - S i l i c a t e ) 膜や S O G ( S p i n O n G l a s s ) 膜等の絶縁層 2 0 が形成される。そして、絶縁層 2 0 上には電極パッド 1 8 が形成され、電極パッド 1 8 の膜厚は、例えば、0 . 4 ~ 3 . 0  $\mu\text{m}$  である。電極パッド 1 8 は、例えば、アルミニウム層やアルミニウムを主体とする合金層により形成される。その合金層は、例えば、アルミニウム - シリコン膜、アルミニウム - シリコン - 銅膜、アルミニウム - 銅膜等である。そして、絶縁層 2 0 上には、例えば、シリコン窒化膜から成るシールド層 2 1 が形成され、電極パッド 1 8 上のシールド層 2 1 には開口部 2 2 が形成される。尚、前述した合金層では、アルミニウムを主体とし、そのアルミニウム内にシリコンや銅等がほぼ均一に配置されている。

40

#### 【 0 0 4 2 】

金ボール 1 2 が、開口部 2 2 から露出する電極パッド 1 8 上にボールボンディングされる。そして、ボールボンディング時の荷重により金ボール 1 2 は、若干、電極パッド 1 8 内へと食い込み、金ボール 1 2 の周囲には、若干、スプラッシュ 2 3 が発生する場合もある。しかしながら、金ボール 1 2 は銅ボールと比較して軟らかく、ボンディング時の荷重が銅ボールの場合よりも小さい。そのため、スプラッシュ 2 3 は、開口部 2 2 側面と金ボール 1 2 との間に発生する程度であり、電極パッド 1 8 の形成領域を超えて発生すること

50

はない。この構造により、隣り合う電極パッド18において、スプラッシュ23が接触し、ショートすることはない。尚、金ボール12は、超音波振動技術を用いることなく、熱圧着技術のみにて電極パッド18上に接続される場合でも良く、この場合には、前述したスプラッシュ23の発生を極力抑えることができる。あるいは、金ボール12の大きさを小さくすることでボンディング荷重を調整し、前述したスプラッシュ23の発生を極力抑えることもできる。

【0043】

更に、前述したように、スプラッシュ23の発生を低減することで、金ボール12底面と絶縁層20との間には電極パッド18が、十分に残存する。この構造により、金ボール12の底面は、電極パッド18と確実に接続した状態となり、電極パッド18での接続抵抗値の増大を防止出来る。また、電極パッド18での接続不良も防止できる。

10

【0044】

図3(B)に示す如く、銅線11が金ボール12上にステッチボンディングされる。前述したように、金ボール12は電極パッド18と広い接続領域を有するため、銅線11のボンディング時の荷重は金ボール12により分散される。つまり、金ボール12が緩衝材として利用され、ボンディング時の衝撃により電極パッド18下方の絶縁層20にクラック等のダメージを与えることを防止できる。また、ボンディング荷重が分散することで、スプラッシュ23が大幅に増大することを防止し、図3(A)に示す金ボール12接続時に発生するスプラッシュ23よりも、若干、大きくなる程度である。そのため、スプラッシュ23により隣り合う電極パッド18同士がショートすることもない。

20

【0045】

更に、銅線11は、金ボール12上にステッチボンディングされることで、半導体素子10上の高さが抑えられ、樹脂パッケージ2の薄型化が実現される。一方、図示していないが、銅線11は、リード4上にボールボンディングされることで、ステッチボンディングよりもリード4との接続面積が増大する。そのことで、リード4の厚みを薄くした場合でも、ボンディング時の衝撃によりリード4が折れ曲がり難くなり、樹脂パッケージ2の更なる薄型化が実現される。

【0046】

尚、銅線11は、金ボール12及びリード4に対してステッチボンディングされる場合でも良く、金ボール12に対してボールボンディングされ、リード4に対してステッチボンディングされる場合でも良い。これらの場合にも、前述したように、スプラッシュ23によるショートが防止され、絶縁層20へのダメージも防止される。

30

【0047】

次に、図4及び図5では、金ボール12(図3参照)を用いることなく、電極パッドの構造により前述したスプラッシュによるショートの問題や絶縁層へのクラックの問題に対応する。尚、以下の説明では、図3を用いて説明した半導体装置の各構成要素と同じ構成要素には同じ符番を付す。

【0048】

図4(A)に示す如く、電極パッド24は、アルミニウム層25、27間に緩衝材層26が配置される構造である。例えば、アルミニウム層25の膜厚は、0.4 $\mu$ m程度であり、緩衝材層26の膜厚は、0.1 $\mu$ m程度であり、アルミニウム層27の膜厚は、2.9 $\mu$ m程度であり、電極パッド24の膜厚は、3.4 $\mu$ m程度となる。そして、緩衝材層26は、アルミニウム層25、27よりも硬い膜質であり、例えば、チタンナイトライド(TiN)層、チタンタングステン(TiW)層等の高融点金属層により形成される。尚、前述したように、緩衝材層26の上下面には、アルミニウムを主体とする合金層が配置される場合でも良い。

40

【0049】

図4(B)に示す如く、銅ボール28が、シールド層21の開口部22から露出する電極パッド24上にボールボンディングされる。そして、ボールボンディング時の荷重により銅ボール28は、若干、電極パッド24内へと食い込み、銅ボール28の周囲には、ス

50

ブラッシュ 29 が発生する。

【 0050 】

前述したように、電極パッド 24 を 3 層構造とすることで、電極パッド 24 自体の膜厚は従前と同様であるが、アルミニウム層 27 の膜厚を薄くできる。その結果、ボンディング荷重により銅ボール 28 の周囲に追いやられる量が低減し、スブラッシュ 29 自体が小さくなる。この構造により、隣り合う電極パッド 24 において、スブラッシュ 29 が接触し、ショートすることを防止できる。その一方で、アルミニウム層 25 上には緩衝材層 26 が配置されることで、ボンディング時に銅ボール 28 の周囲に追いやられ難い構造となる。その結果、銅ボール 28 の底面には確実にアルミニウム層 25 が存在し、電極パッド 24 での接続不良が防止される。

10

【 0051 】

更に、アルミニウム層 25、27 間に緩衝材層 26 を配置することで、ボンディング荷重が緩衝材層 26 にて緩和され、電極パッド 24 下方の絶縁層 20 にクラック等のダメージを与えることを防止できる。更に、ボンディング荷重により緩衝材層 26 が破砕することで、その破砕した領域ではアルミニウム層 25、27 が直接接続する。そして、電流はその低抵抗領域を積極的に流れることで、電極パッド 24 での接続抵抗値の増大を緩和できる。尚、前述したように、緩衝材層 26 は低比抵抗な金属層から形成されることで、緩衝材層 26 が破砕しない場合でも、電極パッド 24 での接続抵抗値が大幅に増大することはない。

【 0052 】

図 5 (A) に示す如く、電極パッド 30 は、絶縁層 20 上面に緩衝材層 31 を形成し、緩衝材層 31 を被覆するようにアルミニウム層 32 を配置して形成される。緩衝材層 31 は、シールド層 21 の開口部 22 よりも内側に配置され、開口部 22 の幅  $W_1$  よりも狭い幅  $W_2$  となる。緩衝材層 31 の形状は、開口部 22 の形状を相似的小さくした形状である。そして、緩衝材層 31 の膜厚は、例えば、 $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}$  であり、アルミニウム層 32 の膜厚は、例えば、 $0.4 \sim 3.0 \mu\text{m}$  である。この構造により、電極パッド 30 では、緩衝材層 31 とアルミニウム層 32 との積層領域は、その他の領域よりも突出領域となる。尚、緩衝材層 31 の材料は、緩衝材層 26 と同様であり、緩衝材層 31 の材料は、開口部 22 内に配置されれば任意の設計変更が可能である。また、電極パッド 30 に前述した突出領域が形成されれば良く、図 4 の構造と同様に緩衝材層 31 がアルミニウム層内に配置される場合でも良い。

20

30

【 0053 】

図 5 (B) に示す如く、銅ボール 33 が、シールド層 21 の開口部 22 から露出する電極パッド 30 上にボールボンディングされる。そして、ボールボンディング時の荷重により銅ボール 33 は、若干、電極パッド 30 内へと食い込み、銅ボール 33 の周囲には、スブラッシュ 34 が発生する。

【 0054 】

銅ボール 33 は、電極パッド 30 の突出領域にボールボンディングされることで、点線の矢印で示すように、突出領域のアルミニウム層 32 は、開口部 22 の側面側へと追いやられる。このとき、追いやられアルミニウム層 32 は、先ず、突出領域の周囲の窪んだ領域 35 (図 5 (A) 参照) へと移動し、その窪んだ領域 35 を埋設する。そして、窪んだ領域 35 から溢れたアルミニウム層 32 がスブラッシュ 34 となり、スブラッシュ 34 自体が小さくなる。この構造により、隣り合う電極パッド 30 において、スブラッシュ 34 が接触し、ショートすることを防止できる。

40

【 0055 】

更に、銅ボール 33 がボールボンディングされる領域に緩衝材層 31 が配置されることで、ボンディング荷重が緩衝材層 31 にて緩和され、電極パッド 30 下方の絶縁層 20 にクラック等のダメージを与えることを防止できる。尚、ボンディング荷重により緩衝材層 31 にクラック等が発生しても特に問題はない。

【 0056 】

50

尚、本実施の形態では、アイランド7に複数の貫通孔8が形成され、その貫通孔8を介して不活性ガスの流れを調整し、銅線11やその接続領域の酸化を防止する場合について説明したが、この場合に限定するものではない。例えば、アイランド7に貫通孔8が配置されない場合でも、アイランド7とリード4との隙間やリード4同士の間隙間を利用し、前述した不活性ガスの流れを調整する場合でも良い。また、貫通孔8と前述した隙間とを組み合わせて利用し、前述した不活性ガスの流れを調整する場合でも良い。

【0057】

また、MAP方式の樹脂パッケージ2について説明したが、このパッケージに限定するものではない。例えば、QFP(Quad Flat Package)方式のパッケージやQFN(Quad Flat Non-leaded Package)方式のパッケージ等のように、個別モールド型のパッケージにおいても、上述した同様な効果が得られる。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。

10

【0058】

次に、本発明の半導体装置の製造方法について説明する。図6(A)及び(B)は、リードフレームを説明する平面図である。図7(A)は、クランパーを説明する平面図である。図7(B)は、ワイヤーボンディング時における不活性ガスの流れを説明する断面図である。図8(A)~(C)は、ワイヤーボンディング工程を説明する断面図である。図9(A)は、樹脂モールド工程を説明する平面図である。図9(B)は、ダイシング工程を説明する断面図である。尚、以下の説明では、図1~図3を用いて説明した半導体装置の各構成要素と同じ構成要素には同じ符番を付す。また、本実施の形態の製造方法の説明において、適宜、図1~図3を用いて説明する。

20

【0059】

先ず、図6(A)に示す如く、例えば、銅を主材料とするリードフレーム13を準備する。このリードフレーム13には、一点鎖線で示すように、複数の搭載部14が形成される。リードフレーム13の長手方向(紙面X軸方向)は、スリット41により一定間隔に区切られる。そして、スリット41にて区切られたリードフレーム13の1区間には、例えば、4つの搭載部14の集合から成る1つの集合ブロックが形成される。そして、この集合ブロックが、リードフレーム13の長手方向に複数形成される。また、リードフレーム13の長手方向には、その上下端部領域にインデックス孔42が一定の間隔で設けられ、各工程での位置決め用いられる。尚、搭載部14を構成する詳細の構造は、図2(A)にて説明した通りである。

30

【0060】

また、図7(B)を用いて後述するが、図6(B)の点線にて示す領域が、載置台43のガス抜き孔49の配置領域であり、例えば、1つの貫通孔8に対して1つのガス抜き孔49が配置される。そして、個々の貫通孔8の長さLを大きくすることで、載置台43上にリードフレーム13を配置する際に、リードフレーム13が若干ずれた場合でも、貫通孔8を介して確実に不活性ガスを吸引することが可能となる。尚、本実施の形態では、不活性ガスの流れを載置台43側へと向け、その流れの中に銅線11や銅線11の接続部等を配置し、それらの酸化を防止するものである。そのため、ガス抜き孔49が貫通孔8よりも大きくても良く、例えば、アイランド7とリード4との間のスペースやリード4同士のスペースを利用して不活性ガスを引き抜く場合でも良い。

40

【0061】

次に、図2(B)に示す如く、リードフレーム13の搭載部14毎に、アイランド7上に接着材9(図1(C)参照)を用いて半導体素子10を固着する。このとき、加熱機構が組み込まれたダイボンド装置の載置台上にリードフレーム13を配置し、クランパーにてリードフレーム13を載置台上に固定する。そして、リードフレーム13のアイランド7やその作業領域内を、例えば、250~260程度に加熱した状態にして、それぞれアイランド7上に連続して半導体素子10を固着する。詳細は図7(B)にて説明するワイヤーボンディング工程の不活性ガスの流れと同様であるが、リードフレーム13を固定するクランパーからその作業領域内に不活性ガスが流入される。そして、不活性ガスが、

50

アイランド7の貫通孔8を介して載置台側へと引き抜かれることで、リードフレーム13の周囲は不活性ガスにより満たされる。その結果、リードフレーム13は、長時間に渡り高温状態下に配置されるが、その酸化が防止される。

【0062】

次に、ワイヤーボンディング装置の載置台43上にリードフレーム13を配置し、リードフレーム13の搭載部14毎にワイヤーボンディングを行う。

【0063】

先ず、図7(A)に示すクランパー44について説明する。クランパー44は、不活性ガスを送り込むパイプ45と、搭載部14の大きさに合わせて開口された開口領域46とを有する。そして、クランパー44のパイプ45から送風された不活性ガスは、リード固定領域47間から開口領域46へと吹き込む。銅線11の径が45 $\mu$ mの場合には、例えば、1.9リットル/分の窒素ガス(若干の水素ガスが含まれる)が用いられる。そして、銅線11は、高温状態の作業領域内に置かれることで酸化し易い状態となるが、上記不活性ガスの存在により銅線11の酸化が防止される。

10

【0064】

更に、開口領域46の周囲のクランパー44には、搭載部14のリード4形状に合わせて複数のリード固定領域47が、櫛歯形状に配置される。そして、複数のリード4は、リード固定領域47により個別に載置台43(図7(B)参照)上に固定される。このとき、銅線11は金線と比較して硬いが、延性を有するため、ボールボンディング時の荷重(キャピラリ50(図8(A)参照)から加えられる荷重)が金線よりも大きくなる。そして、複数のリード4は、それぞれの形状に対応したクランパー44のリード固定領域47により個別に固定されることで、ボンディング時の荷重の逃げが防止される。そして、銅線11はリード4上に確実に接着され、接続不良が防止される。

20

【0065】

次に、図7(B)に示す不活性ガスの流れについて説明する。加熱機構48を有する載置台43には、ガス抜き孔49が形成される。そして、ガス抜き孔49上面にアイランド7の貫通孔8が位置するように、載置台43上にリードフレーム13を配置する。点線の矢印で示すように、不活性ガスは、クランパー44のリード固定領域47間から開口領域46の中央側(搭載部)へと吹き込まれる。つまり、開口領域46では、その全周囲から中央側へと不活性ガスが吹き込まれる。そして、開口領域46上は遮蔽されてなく、開口領域46内が高温状態となることで、不活性ガスは、上昇気流により開口領域46上方へと放出されてしまう。そこで、本実施の形態では、貫通孔8を介して載置台43のガス抜き孔49から不活性ガスを吸引することで、リード4の上から吹き込まれた不活性ガスは、主に、アイランド7の貫通孔8側へと流れる。その結果、不活性ガスの主たる流れは、開口領域46の下方側(載置台43側)へとなり、銅線11の配置領域は不活性ガスにて満たされ易い領域となる。

30

【0066】

そして、クランパー44の開口領域46内は、加熱機構48により、例えば、250~260程度に維持される。ワイヤーボンディングされた銅線11は、半導体素子10の全ての電極パッドに対しワイヤーボンディングが終わる(例えば、1つの集合ブロック内の全ての半導体素子10に対してワイヤーボンディングが終わる)までは、その高温状態の作業領域内に置かれる。そこで、上述した不活性ガスの流れを起すことで、銅線11の周囲には不活性ガス充満し易く、効率的に銅線11の酸化が防止される。また、リード4等のリードフレーム13も酸化され易い状況下に置かれるが、不活性ガスが載置台43側へと流れることで、リードフレーム13も効率的に酸化が防止される。

40

【0067】

尚、不活性ガスは、クランパー44のリード固定領域47間から吹き込まれる場合に限られるものではなく、例えば、ガスノズルを利用して開口領域46内に吹き込まれる場合でも良い。また、開口領域46内に吹き込まれた全ての不活性ガスが、載置台43のガス抜き孔49から吸引される訳ではなく、不活性ガスの一部は開口領域46上方へと流れ

50

る。そして、開口領域 4 6 及びその周辺は、不活性ガスにより満たされた領域となる。

【 0 0 6 8 】

次に、図 8 ( A ) に示す如く、キャピラリ 5 0 の中心孔には銅線 5 1 が挿通され、キャピラリ 5 0 の上方には銅線 5 1 を挟持するためのワイヤークランパー 5 2 が配置される。そして、予めキャピラリ 5 0 の先端からは所望の長さの銅線 5 1 が導出し、キャピラリ 5 0 近傍に位置するトーチ 5 3 から放電され、キャピラリ 5 0 の先端にはイニシャルボール (銅ボール) 5 4 が形成される。尚、図示したように、イニシャルボール 5 4 を形成する作業領域には、上記不活性ガスが供給される。そのため、不活性ガス内に含まれる水素による酸化還元作用により、イニシャルボール 5 4 の球面形状が安定して形成される。

【 0 0 6 9 】

次に、図 8 ( B ) に示す如く、キャピラリ 5 0 がリード 4 上に向けて下降し、イニシャルボール 5 4 をリード 4 上面に押し付ける。そして、超音波振動併用の熱圧着技術により、キャピラリ 5 0 の先端に形成されたイニシャルボール 5 4 がリード 4 と接続する。尚、この作業時には、ワイヤークランパー 5 2 は開放された状態である。

【 0 0 7 0 】

次に、図 8 ( C ) に示す如く、ワイヤークランパー 5 2 が開放された状態にて、一定のループを描きながらキャピラリ 5 0 が半導体素子 1 0 の電極パッド 1 8 上面に移動する。そして、ワイヤークランパー 5 2 にて銅線 5 1 を挟持した後、キャピラリ 5 0 が電極パッド 1 8 上に下降し、銅線 5 1 を電極パッド 1 8 上の金ボール 1 2 上面に押し付ける。そして、超音波振動併用の熱圧着技術により銅線 5 1 が金ボール 1 2 と接続する。その後、キャピラリ 5 0 が上昇し、イニシャルボールとなる長さの銅線 5 1 をキャピラリ 5 0 の先端から導出し、銅線 5 1 を切断する。その後、キャピラリ 5 0 の先端から導出した銅線 5 1 が、前述したようにイニシャルボールへと加工される。

【 0 0 7 1 】

その後、半導体素子 1 0 の全ての電極パッド 1 8 上の金ボール 1 2 とリード 4 に対して、図 8 ( A ) ~ ( C ) を用いて前述したワイヤーボンディング作業を繰り返す。尚、金ボール 1 2 が、ワイヤーボンディング工程前に予め電極パッド 1 8 上に接続されることで、図 3 を用いて前述したように、スプラッシュの問題や絶縁層へのクラックの問題が解決される。

【 0 0 7 2 】

次に、図 9 ( A ) に示す如く、リードフレーム 1 3 上の集合ブロック毎に樹脂モールドし、共通の樹脂パッケージ 5 5 を形成する。例えば、リードフレーム 1 3 の裏面側に樹脂モールド用のシート 5 6 (図 9 ( B ) 参照) を樹脂性接着材等により貼り合せた後、リードフレーム 1 3 を樹脂封止金型内に配置する。そして、樹脂封止金型内に絶縁性樹脂を充填することで、集合ブロック毎に共通の樹脂パッケージ 5 5 を形成する。上述したように、共通の樹脂パッケージ 5 5 内には、4 つの搭載部 1 4 が含まれる。

【 0 0 7 3 】

最後に、図 9 ( B ) に示す如く、リードフレーム 1 3 から搭載部 1 4 毎に共通の樹脂パッケージ 5 5 を切断して、個々の樹脂パッケージ 2 に個片化する。切断にはダイシング装置のダイシングブレード 5 7 を用い、ダイシングライン 5 8 に沿って共通の樹脂パッケージ 5 5 とリードフレーム 1 3 とを同時にダイシングする。このとき、シート 5 6 は、その一部のみが切断されることで、個片化された個々の樹脂パッケージ 2 はシート 5 6 上に支持される。また、本実施の形態では、図 2 ( A ) に示すリード 4 のハッチング領域が、ダイシングラインに配置される。そして、リード 4 の窪んだ領域をダイシングブレード 5 7 にて切断することで、ダイシングブレード 5 7 の負担が軽減され、長期間の使用が可能となる。

【 0 0 7 4 】

尚、本実施の形態では、クランパー 4 4 の開口領域 4 6 内に吹き込まれる不活性ガスの温度に関し特に限定していない。しかし、例えば、クランパー 4 4 内に加熱機構を設置する等により、不活性ガスを開口領域内と同等に加熱した後、開口領域 4 6 内に吹き込む場

10

20

30

40

50

合でも良い。この場合には、銅線 5 1 が不活性ガスにより冷却され難く、イニシャルボール形成時の電流効率を向上させることができる。

【 0 0 7 5 】

また、ワイヤーボンディングの際、クランパー 4 4 の開口領域 4 6 上方がプレート等の蓋部材によりカバーされない状況にて作業を行う場合について説明したが、この場合に限定するものではない。例えば、作業領域のみ開口した蓋部材により開口領域 4 6 上方をカバーし、その蓋部材が作業領域に合わせてスライドする場合でもよい。この場合には、開口領域 4 6 上方が概ね蓋部材によりカバーされることで、開口領域 4 6 内が不活性ガスで充満され易くなる。そして、不活性ガスの供給量も低減され、製造コストを抑制できる効果も得られる。

10

【 0 0 7 6 】

また、電極パッド 1 8 上に金ボール 1 2 を形成した後、銅線 1 1 によるワイヤーボンディングを行う場合について説明したが、この場合に限定するものではない。例えば、図 4 及び図 5 を用いて前述した電極パッド構造とすることで、直接電極パッド上に銅線をワイヤーボンディングする場合でも良い。

【 0 0 7 7 】

また、ワイヤーボンディングの際、個々のリード 4 が、個別にクランパー 4 4 のリード固定領域 4 7 により固定される場合について説明したがこの場合に限定するものではない。例えば、リードの形状やリードの高さ等のリード配置状況に応じて、隣接する複数のリード毎に区分けしてリード固定領域により固定する場合でもよい。この場合には、リード固定領域の数は、リードの総数よりも少なくなるが、不活性ガスの吹き込み方法は、上述したようにリード固定領域間から吹き込む方法と同様である。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。

20

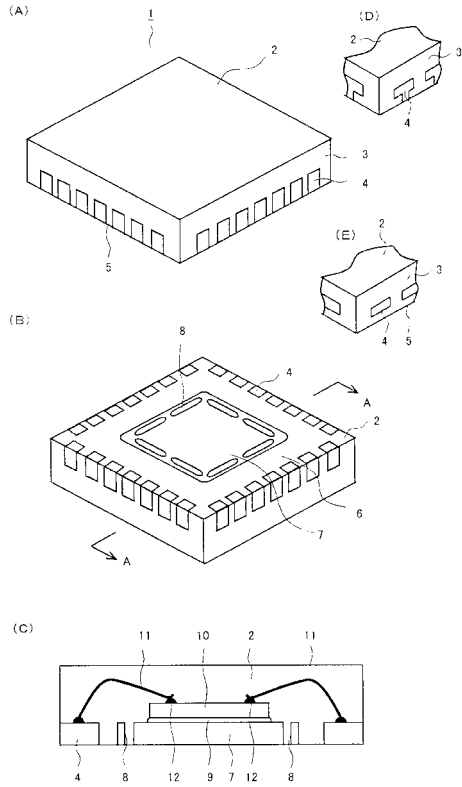
【 符号の説明 】

【 0 0 7 8 】

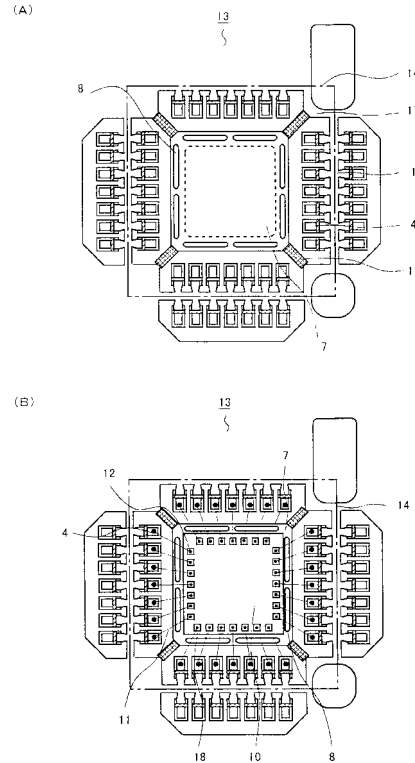
- 1 半導体装置
- 2 樹脂パッケージ
- 7 アイランド
- 8 貫通孔
- 4 4 クランパー
- 4 6 開口領域
- 4 7 リード固定領域
- 4 9 ガス抜き孔

30

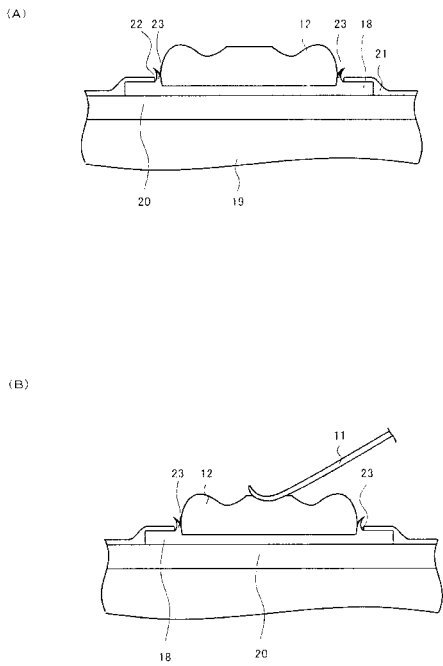
【図1】



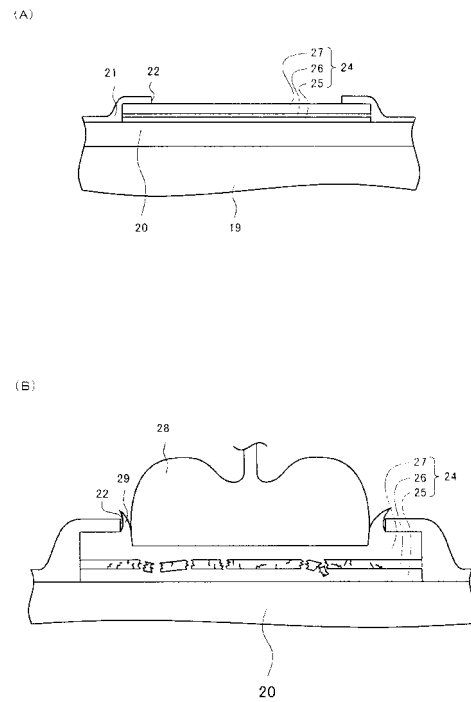
【図2】



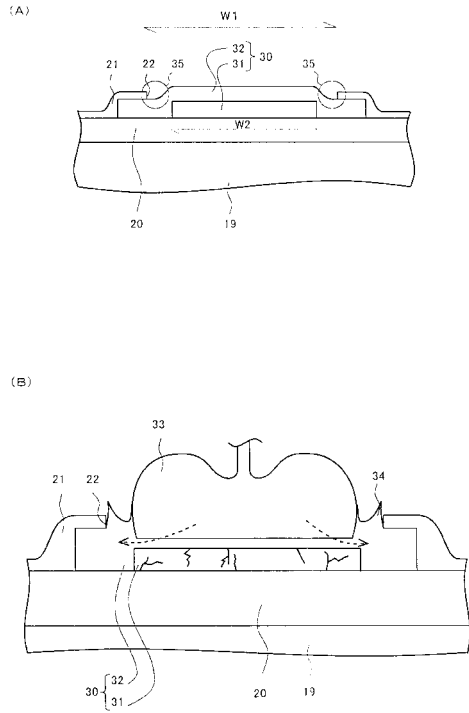
【図3】



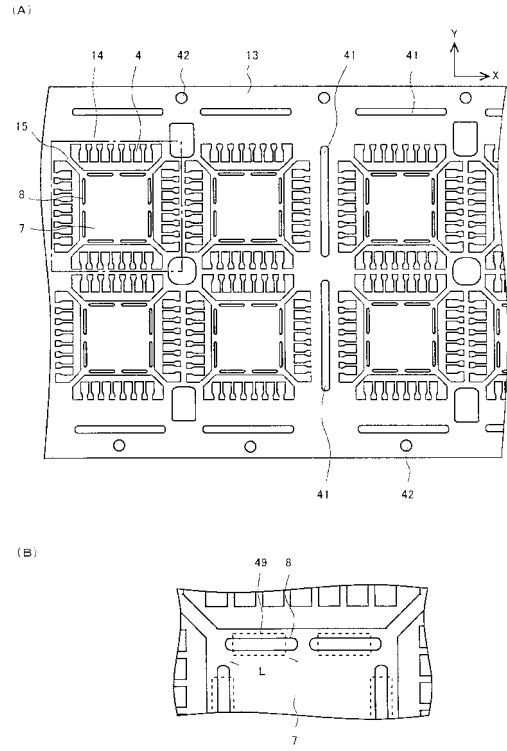
【図4】



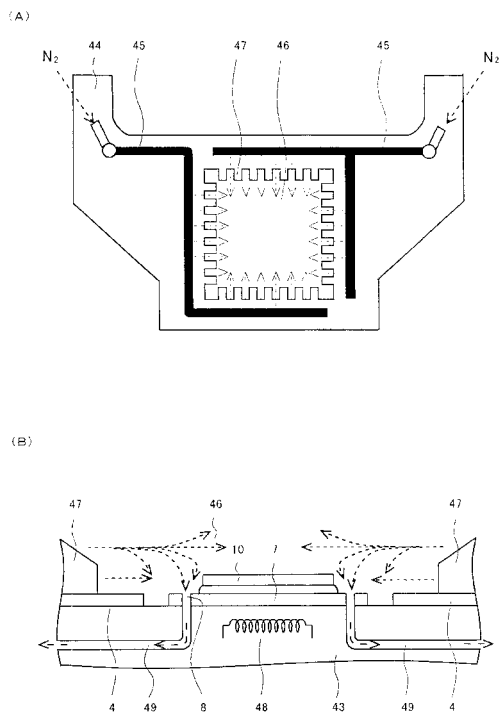
【図5】



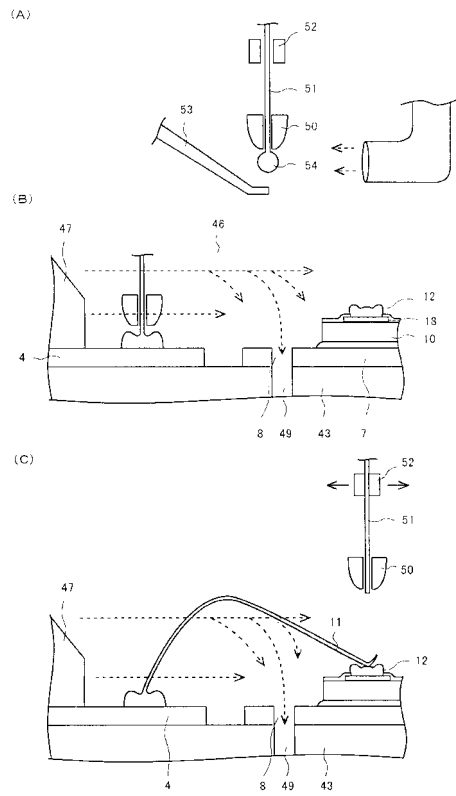
【図6】



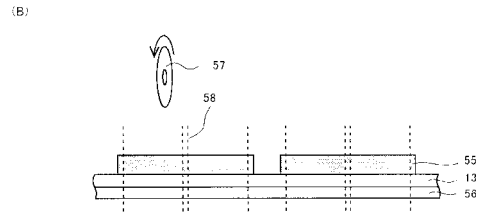
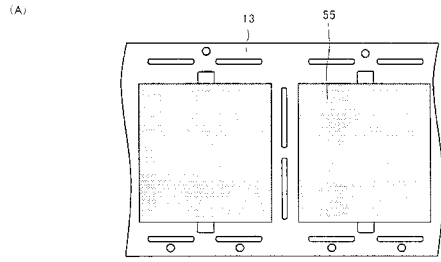
【図7】



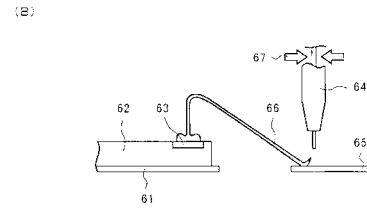
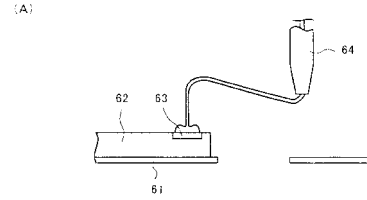
【図8】



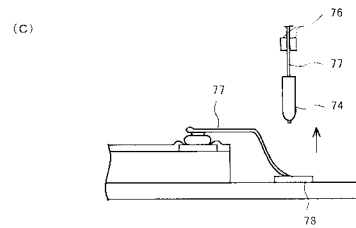
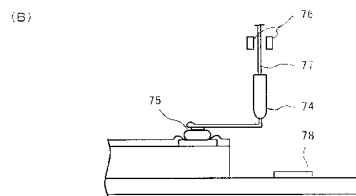
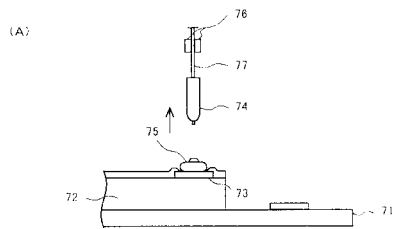
【図 9】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 北澤 崇  
群馬県邑楽郡大泉町坂田一丁目1番1号 三洋半導体株式会社内
- (72)発明者 坂本 安繁  
群馬県邑楽郡大泉町坂田一丁目1番1号 三洋半導体株式会社内

審査官 越本 秀幸

- (56)参考文献 特開2007-184385(JP,A)  
特開2008-277751(JP,A)  
特開2001-313363(JP,A)  
特開2006-318996(JP,A)  
特開2002-110898(JP,A)  
特開2005-268497(JP,A)  
特開2000-307057(JP,A)  
特開2002-083918(JP,A)  
特開2007-288093(JP,A)  
特開昭61-253825(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |       |
|------|-------|
| H01L | 21/60 |
| H01L | 23/50 |