



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I535518 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：102122957

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 06 月 27 日

(51)Int. Cl. : **B23K35/24 (2006.01)**

(30)優先權：2012/06/30 世界智慧財產權組織 PCT/JP2012/066822

(71)申請人：千住金屬工業股份有限公司(日本) SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD. (JP)
日本(72)發明人：山中芳惠 YAMANAKA, YOSHIE (JP)；立花賢 TACHIBANA, KEN (JP)；吉川俊
策 YOSHIKAWA, SHUNSAKU (JP)；野村光 NOMURA, HIKARU (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW	592872	TW	200710232A
TW	200710232A	TW	200740549A
CN	1369351A	CN	1569383A
CN	101048258A	EP	1974850A1
EP	2468450A1	JP	2007-237250A
JP	2007-237252A	JP	2007-237249A_
US	5863493	US	6179935
US	8562906	US	2010/0189594A1
WO	2012/056753A1		

審查人員：陳建志

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：5 共 23 頁

(54)名稱

無鉛焊球與安裝基板之焊接方法

(57)摘要

本發明係提供一種焊球，其係可抑制焊球之接合界面的界面剝離，且可抑制焊球與焊糊間所產生的未熔合之焊球，且係可同時使用鍍 Au 等之 Ni 電極部與在 Cu 上塗佈有水溶性預助焊劑之 Cu 電極部的焊球。

本發明係一種焊球，其係 Ag 1.6~2.9 質量%、Cu 0.7~0.8 質量%、Ni 0.05~0.08 質量%、殘餘部分 Sn 之 BGA 或 CSP 之電極用無鉛焊球，且係即使接合的印刷基板為 Cu 電極、表面處理使用鍍 Au 或鍍 Au/Pd 之 Ni 電極時，亦為耐熱疲勞性與耐落下衝擊性兩者均優異的無鉛焊球。另外，亦可在該組成中添加合計量為 0.003~0.1 質量%之選自 Fe、Co、Pt 中之 1 種以上的元素、或合計量為 0.003~0.1 質量%之選自 Bi、In、Sb、P、Ge 中之 1 種以上的元素。

發明摘要

公告本

※申請案號：102122957

※申請日：102 年 06 月 27 日

※IPC 分類：B23K 35/24

【發明名稱】(中文/英文)

(2006.01)

無鉛焊球與安裝基板之焊接方法

【中文】

本發明係提供一種焊球，其係可抑制焊球之接合界面的界面剝離，且可抑制焊球與焊糊間所產生的未融合之焊球，且係可同時使用鍍 Au 等之 Ni 電極部與在 Cu 上塗佈有水溶性預助焊劑之 Cu 電極部的焊球。

本發明係一種焊球，其係 Ag 1.6~2.9 質量%、Cu 0.7~0.8 質量%、Ni 0.05~0.08 質量%、殘餘部分 Sn 之 BGA 或 CSP 之電極用無鉛焊球，且係即使接合的印刷基板為 Cu 電極、表面處理使用鍍 Au 或鍍 Au/Pd 之 Ni 電極時，亦為耐熱疲勞性與耐落下衝擊性兩者均優異的無鉛焊球。另外，亦可在該組成中添加合計量為 0.003~0.1 質量%之選自 Fe、Co、Pt 中之 1 種以上的元素、或合計量為 0.003~0.1 質量%之選自 Bi、In、Sb、P、Ge 中之 1 種以上的元素。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：無

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

無鉛焊球與安裝基板之焊接方法

【技術領域】

本發明係有關一種使用於半導體等之電子零件的電極之無鉛焊球。

特別是有關因未熔合而產生不良狀況少的無鉛焊球。

【先前技術】

近年來，由於電子機器之小型化、電子信號之高速化等，使用於電子機器之電子零件亦被小型化、多機能化。被小型化、多機能化的電子零件，有 BGA(Ball Grid Array)、CSP(Chip Size Package)、MCM(Multi Chip Module)(下述稱 BGA 作為代表)。BGA 係於 BGA 基板之背面作為電極而被設置於基板凸塊位置上。

為了在印刷基板上安裝 BGA，以焊劑接合 BGA 之電極與印刷基板之焊盤(land)，惟由於對每一電極供應焊劑予以焊接時，需耗費繁雜的手續，且無法自外部將焊劑提供給在基板中間的電極。因此，使用預先將焊劑積聚於 BGA 之電極的方法。此係稱為焊接凸塊。

於形成 BGA 之焊接凸塊時，係使用焊球、焊糊等。以焊球形成焊接凸塊時，係在 BGA 之電極上塗佈黏著性

助焊劑，在塗佈有助焊劑之電極上載置焊球。然後，藉由以迴焊爐等之加熱裝置使該 BGA 基板加熱，以使焊球熔融，藉以在電極上形成焊接凸塊。而且，BGA 基板等之半導體基板係總稱為模組基板。

另外，於晶圓之焊盤以焊糊形成焊接凸塊時，係在與晶圓之焊盤一致的地方放置穿設有與焊盤相同程度的孔之金屬罩，以刮漿板(squeegee)自金屬罩的上方刮平焊糊，將焊糊印刷塗佈於晶圓之焊盤上。然後，藉由迴焊爐使晶圓加熱，且使焊糊熔融，以形成焊接凸塊。

習知的 BGA，係使用作為焊接凸塊形成用之 Sn-Pb 合金之焊球。該 Sn-Pb 焊球不僅對 BGA 之電極而言焊接性優異，特別是 Sn-Pb 之共晶組成具有於焊接時對 BGA 或印刷基板等不會有熱影響的熔點。而且，由於具有柔軟的 Pb，即使所使用的電子零件或電子機器等掉落時，可吸收衝擊，且對電子零件或電子機器等之壽命有很大的貢獻。現在逐漸以世界性規模限制對 Pb 之使用，同時於習知的焊接時所使用的 Sn-Pb 之共晶組成亦受到規定限制。

以往，BGA 用之無鉛焊球之組成，係使用 Sn-3.0Ag-0.5Cu 或 Sn-4.0Ag-0.5Cu 等之 Sn-Ag-Cu 系焊接合金。此等之無鉛焊接合金，雖具有優異的耐疲勞性，惟使用此等焊接合金組成之焊球的攜帶型電子機器，由於掉落時容易產生自焊球連接界面剝離的界面剝離情形，而導致耐落下衝擊性不佳。為了改善該耐落下衝擊性，係開發添加有 Ni 之 Sn-Ag-Cu-Ni 系焊接合金。

然而，此等之焊球中所使用的 Sn-Ag-Cu 系或 Sn-Ag-Cu-Ni 系焊接組成，與習知的 Sn-Pb 系焊劑相比時，由於濕潤性不佳，使用焊糊將 BGA 搭載於印刷基板上時，熔融的焊球之焊接成分與焊糊之焊接成分沒有完全混熔在一起，而產生於焊球與焊糊之間呈現 Sn 之氧化皮膜層之稱為「未熔合」現象的問題。如第 1 圖係表示 BGA 與印刷基板之接合例作為未熔合現象之一例。接合 BGA 零件 1 與安裝基板 2 之焊接凸塊 3 雖有熔合，但焊接凸塊 4 產生未熔合現象。第 2 圖係於安裝加熱後產生未熔合現象的由焊球 5 與焊糊 6 所構成的焊接凸塊。可用經擴大第 2 圖之第 3 圖確認產生未熔合現象的接合部 7，由於僅單純地接觸，受到外來衝擊時，接合部容易被破壞。此外，產生未熔合現象時，對搭載有 BGA 之電子機器於掉落等之受到外來衝擊時，容易產生故障。

為防止因未熔合而產生之不良狀況，電子機器之製造商藉由以測定電子機器之電阻值等的方法，於事前檢查產生有未熔合的接合，藉此來修正或交換產生有未熔合的印刷基板以將故障防範於未然。

申請人揭示在如 BGA 等之模組的電極部上塗佈後助焊劑的方法(WO2006-134891A 公報、專利文獻 1)，作為在接合如 BGA 之模組與印刷基板時產生的未熔合之解決法。

作為 BGA 等用之 Sn-Ag-Cu-Ni 系焊球之組成，係揭示有：由(1)Ag：0.8～2.0%、(2)Cu：0.05～0.3%、以及

(3)選自 In：0.01%以上、未達 0.1%、Ni：0.01~0.04%、Co：0.01~0.05%與 Pt：0.01~0.1%中的 1 種或 2 種以上、殘餘部分為 Sn 所構成的無鉛焊接合金(WO2006-129713A 公報、專利文獻 2)；一種無鉛焊接合金，其特徵為由含有 Ag：1.0~2.0 質量%、Cu：0.3~1.5 質量%，殘餘部分為 Sn 及不可避免的雜質所構成。另外，一種無鉛焊接合金，其係含有 Sb：0.005~1.5 質量%、Zn：0.05~1.5 質量%、Ni：0.05~1.5 質量%、Fe：0.005~0.5 質量%之 1 種或 2 種以上，且 Sb、Zn、Ni、Fe 之合計含量為 1.5 質量%以下(特開 2002-239780 號公報、專利文獻 3)；一種無鉛焊接合金，其係以 mass%計、0.1~1.5%之 Ag、0.5~0.75%之 Cu、且滿足 $12.5 \leq \text{Cu}/\text{Ni} \leq 100$ 之關係的 Ni、殘餘部分為 Sn 及不可避免的雜質所構成(WO2007/081006A 公報、專利文獻 4)；一種無鉛焊接合金，其係含有 Ag：1.0~2.0 質量%、Cu：0.3~1.0 質量%、Ni：0.005~0.10 質量%、殘餘部分為 Sn 及不可避免的雜質所構成(WO2007/102588A 公報、專利文獻 5)。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

專利文獻 1：WO2006/134891A 公報

專利文獻 2：WO2006/129713A 公報

專利文獻 3：日本特開 2002-239780 號公報

專利文獻 4：WO2007/081006A 公報

專利文獻 5：WO2007/102588A 公報

【發明內容】

於使用 BGA 等之安裝中，一般而言係為藉由在安裝基板上印刷例如由 Sn-Ag-Cu 合金粉末與助焊劑所構成的焊糊，且在 BGA 等上搭載形成有 Sn-Ag-Cu 系焊接合金凸塊之電子零件且予以加熱熔解，進行焊接之步驟。最近，於該步驟中即使於充分超過焊接合金之熔點的溫度下進行安裝，仍會有 BGA 等之模組基板之焊接凸塊與焊糊、或導引構件與焊糊沒有熔合而引起導通不良之稱為「未熔合」現象的問題。未熔合當然會引起導通不良的情形，會造成無法滿足作為電子機器製品之機能，視其狀況會有發展成市場索賠(market claim)問題之可能性。模組與印刷基板之焊接，與焊接印刷基板與翹曲少的晶片零件不同，其特徵為模組與印刷基板同時因迴焊處理時之加熱而產生大幅的翹曲情形。該現象雖於零件電極被無鉛化之前亦有被確認，惟因零件電極之無鉛化而被確認產生者相當多，故今後主流之無鉛焊接電極之對策變為當務之急。

未熔合現象對於 BGA 等模組之焊接凸塊表面之腐蝕的影響、或基板或零件之翹曲而言為主要原因而作用。特別是焊接凸塊表面，於形成凸塊時使用的助焊劑之洗淨不良、零件暴露於高溫高濕下時等，在凸塊表面上會產生堅固的氧化皮膜。本來扮演使該表面氧化皮膜清潔之作用者，係以表面安裝方法印刷於印刷基板之焊糊中的助焊劑。然而，在如前述之表面氧化皮膜堅固，表面為不易被

還原的狀態之外，於加熱安裝時產生基板或零件翹曲時，被印刷的焊糊與零件之焊接凸塊有時亦會產生分離，提高產生未熔合的可能性。對市場上報告中所謂 ppm 水準而言，實驗中當暴露於會使球表面腐蝕的高溫高濕時，其產生率確認上昇至 50~70%之水平。

此次，本發明人等發現未熔合的原因除上述原因外，因焊球之組成所致之形成於焊料內部的化合物、 Cu_6Sn_5 或 $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$ 會產生影響。將接合有焊球的零件搭載於安裝基板時，對印刷塗佈有焊糊之安裝基板而言，係將接合有 BGA 等之模組的焊球之電極側朝向下方向進行搭載。然後，進行加熱，使焊糊熔融且同時使焊球亦熔融而達成熔合。然而，形成於焊球內部之化合物 Cu_6Sn_5 或 $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$ 大量生成時，於焊球熔融時產生化合物於焊球內部沉降，且析出於凸塊最表面附近的現象。藉由該現象可知，係阻礙與糊料之熔合且引起未熔合的要因。(第 3 圖)

作為未熔合對策，係考慮在零件或安裝基板上皆沒有產生翹曲，提高焊糊之活性等。然而，以現今的技術，實際上不可能使基板翹曲消失，焊糊中助焊劑之活性化因為會促進與焊接粉末之反應，且就經時性變化而言恐會損害糊料信賴性而不易進行，故沒有有效的熔合不良的對策。因此，最終導致步驟增加而使成本隨之提高，一般而言以專利文獻 1 之方法解決未熔合現象。

本發明欲解決的課題，係在沒有採用增加專利文獻 1

之步驟的方式，發現僅藉由焊球之組成，可解決未熔合的方法。

本發明人等發現未熔合原因，係在於爲了改善焊球的落下衝擊時所添加的 Ni，與 Sn 與 Cu 形成金屬間化合物，析出於焊球表面上，因此妨礙焊球之焊接成分、焊糊與焊接成分互相混合。而且，焊球之濕潤性亦起因於與焊糊之未熔合現象，伴隨 Ag 量減低，濕潤性亦隨之降低，此亦成爲產生未熔合現象的原因之一。

因此，於 Sn-Ag-Cu 中含有 Ni 之 4 元合金中，藉由將 Sn 與 Cu 與 Ni 之量設定於一定範圍內，除可抑制 Sn 與 Cu 與 Ni 之金屬間化合物的生成量，且使析出於焊球表面之化合物變少外，藉由於與焊糊之熔合時發揮充分的濕潤性，可戲劇性地減低未熔合現象，遂而完成本發明。

本發明係有關一種無鉛焊球，其係安裝於 BGA 或 CSP 用之模組基板上，使用作爲電極用之焊球，其中其焊接組成係由 Ag 1.6~2.9 質量%、Cu 0.7~0.8 質量%、Ni 0.05~0.08 質量%、殘餘部分 Sn 所構成。

爲了提高焊球之熱疲勞特性時，藉由於焊球中添加 Ag 或 Cu 或 Ni，形成 Sn 與 Ag、Sn 與 Cu 與 Ni 等之金屬間化合物，且藉由該金屬間化合物形成網目狀網絡，形成堅固的焊接合金。此外，爲提高耐落下衝擊性時，如專利文獻 4 中採用添加 Ni 以取代減低硬的 Ag 之含量的方法。然而，爲了提高強度時所添加的 Ni，由於容易與 Cu 形成金屬間化合物而容易形成化合物，析出於焊球表面上，導

致焊球之濕潤性惡化。在該焊球表面上產生的濕潤性不佳的部分，即使搭載於印刷基板上且與焊糊一起過熱，在迴焊之加熱時間內亦不會與焊糊熔合，而在產生境界線的狀態下變硬。此乃為未熔合。

本案申請人著眼於 Sn-Ag-Cu-Ni 組成之焊接合金中，為了減少析出於焊球表面上之 Ni 化合物的量，若減少與 Ni 反應的 Cu 之量時，在焊球表面上不會析出 Sn 與 Cu 與 Ni 之金屬間化合物。然而，減少 Cu 量時，與 Cu 電極之焊接中耐落下衝擊性會降低。因此，本案申請人發現藉由將添加於焊接合金中之 Cu 的量設定於共晶點附近之 0.75 質量%左右，因形成網絡所致之 Cu 消耗，與 Cu 與 Ni 之化合物形成所致之 Cu 消耗會達平衡，在焊球表面上不會析出多量的 Cu 與 Ni 之化合物，且不會產生未熔合的現象。

換言之，藉由焊球組成為 1.6~2.9 質量%之 Ag、0.7~0.8 質量%之 Cu、0.05~0.08 質量%之 Ni 的 4 元合金組成，由於有 Sn-Ag-Cu 之金屬間化合物的網絡，及於其中被消耗減低的 Cu 與 Ni 反應而成的 Cu-Ni 之金屬間化合物存在，故 Cu 與 Ni 不優先進行反應，在焊球表面上亦沒有 Cu 與 Ni 之金屬間化合物析出於焊球表面上。因此，即使印刷基板與焊糊焊接，仍呈現良好的濕潤性，且不會產生未熔合現象。

[發明效果]

本發明之焊球，由於在焊球表面上沒有析出濕潤性不佳的 Sn 與 Cu 與 Ni 之金屬間化合物，故可進行良好的焊接，即使使用印刷基板與焊糊時焊接時，仍可進行不會引起未熔合的良好焊接。

此外，本發明之焊球於 Cu 電極與 Ni 電極兩者之焊接時，可得耐熱疲勞性及耐落下衝擊性兩者優異的 BGA 等之電極與印刷基板之焊接接合。

【圖式簡單說明】

[第 1 圖] BGA 與印刷基板之接合例。

[第 2 圖] 第 1 圖之 4 的擴大圖。

[第 3 圖] 係表示第 2 圖之焊球與焊糊接合界面產生未熔合之圖。

[第 4 圖] 係表示表 1 之實施例 2 的 BGA 側電極之圖。

[第 5 圖] 係表示表 1 之引用例 6 的 BGA 側電極之圖。

【實施方式】

[為實施發明之形態]

本發明之沒有產生未熔合、且耐熱疲勞性及耐落下衝擊性兩者優異的焊球，以使用於對具有下面電極之 BGA 等之封裝零件形成凸塊者較佳。

於本發明之焊球的 Sn-Ag-Cu-Ni 系焊接合金中，Ag

之含量未達 1.6 質量%時，因焊球之濕潤性降低，導致對焊糊之濕潤性亦不佳，熔合性惡化，且容易產生未熔合現象。此外，Ag 之含量未達 1.6 質量%時，焊接的強度降低且耐疲勞性變得不佳。Ag 之含量超過 2.9 質量%時，焊球變硬且耐落下衝擊性惡化。因此，本發明之焊球用合金，以 Ag 之含量為 1.6~2.9 質量%為宜。更佳者為 1.9~2.3 質量%。

於本發明之焊球的 Sn-Ag-Cu-Ni 系焊接合金中，Cu 之含量未達 0.7 質量%時，由於脫離 Sn-Ag-Cu 之共晶點，使用於 Cu 電極時，因 Cu 自 Cu 電極擴散於焊劑中，在 Cu 電極界面上 Cu_6Sn_5 之金屬間化合物層變厚，耐落下衝擊性惡化。

其次，Sn-Ag-Cu-Ni 系焊接合金之 Cu 的含量超過 0.8 質量%時，由於焊球中之 Cu 與 Ni 之金屬間化合物量增加，在焊球表面上會有 Cu 與 Ni 之金屬間化合物量析出，未熔合現象變多。此外，Cu 之含量超過 0.8 質量%時，由於脫離 Sn-Ag-Cu 之共晶點，因此在焊接合金與 Cu 電極之反應層中容易形成 Cu_6Sn_5 之金屬間化合物，結果在 Cu 電極與焊接接合部界面上所形成的 Cu_6Sn_5 之金屬間化合物變厚。

因此，本發明中沒有產生未熔合且耐落下衝擊性優異的焊球之 Sn-Ag-Cu-Ni 系焊接合金中所含有的 Cu 之含量必須為 0.7~0.8 質量%。

本發明之焊球的 Sn-Ag-Cu-Ni 系焊接合金中，Ni 之

含量未達 0.05 質量%時，耐落下衝擊性惡化。另外，Ni 之含量未達 0.05 質量%時，由於沒有呈現添加有 Ni 之效果，Ni 變得容易自 Ni 電極擴散，且在界面上容易形成金屬間化合物，故 Sn-Ag-Cu-Ni 系焊接合金中之 Ni 的含量必須為 0.05 質量%以上。

同樣地，Ni 之含量超過 0.08 質量%時，由於焊球中之 Sn 與 Cu 與 Ni 之金屬間化合物量增加，因在焊球表面上會有 Sn 與 Cu 與 Ni 之金屬間化合物量析出，未熔合產生率變高。此外，Ni 之含量超過 0.08 質量%時，除了形成於接合界面上的金屬間化合物中之 Ni 濃度上昇使接合強度降低外，伴隨焊接硬度上昇，故受衝擊負荷時，變得容易產生界面剝離。

因此，本發明中焊球的 Sn-Ag-Cu-Ni 系焊接合金中之 Ni 的含量必須為 0.05~0.08 質量%。

於本發明之焊球的 Sn-Ag-Cu-Ni 系焊接合金中，亦可更進一步添加合計為 0.003~0.1 質量%之選自 Fe、Co、Pt 中之 1 種以上的元素。在焊球用合金中添加 Fe、Co、Pt 元素時，可使形成於接合界面上的金屬間化合物層微細化，且因抑制厚度，故具有改善落下時之效果。選自 Fe、Co、Pt 之元素未達 0.003 質量%時，極為不易得到上述之效果，而若超過 0.1 質量%時，焊接凸塊硬度上昇，對於衝擊會產生界面剝離的弊害。

於本發明之焊球的 Sn-Ag-Cu-Ni 系焊接合金中，亦可更進一步添加合計為 0.003~0.1 質量%之選自 Bi、In、

Sb、P、Ge 中之 1 種以上的元素。將焊球搭載於模組基板後，藉由影像辨識來判斷是否被焊接。若焊球有黃色等之變色情形時，則於影像辨識中判斷為不良。因此，焊球以沒有被迴焊處理而變色者評估為佳。藉由添加 Bi、In、Sb、P、Ge 所致之效果，可藉由防止因熱等而產生變色，以避免凸塊品質檢查時產生錯誤。選自 Bi、In、Sb、P、Ge 之元素，未達 0.003 質量%時，極為不易得到上述之效果，而若超過 0.1 質量%時，恐會有焊接凸塊之硬度增加，且損害落下改善效果之虞。

本發明之焊球被使用作為電極用。焊球之直徑為 0.1mm 以上，較佳者為 0.3mm 以上，更佳者為 0.5mm 以上。近年來進行電子機器之小型化，亦持續進行搭載於電子零件之焊球微細化。於接合倒裝晶片時，一般使用 0.1mm 以下之焊球，如本發明中之焊球之內藏倒裝晶片之 BGA 或 CSP 為對象的電極用焊球，以 0.1mm 以上為主流。

[實施例]

製作表 1 之組成的焊接合金，且以氣體中造球法製作直徑 0.3mm 之焊球。使用該焊球，評估未熔合、熱疲勞試驗與落下衝擊試驗。

[表 1]

		焊接組成(質量%)											未熔合 產生數	熱疲勞試驗 循環次數	落下衝擊 落下次數	備註	
		Sn	Ag	Cu	Ni	Fe	Co	Pt	Bi	In	Sb	P					Ge
實施例	1	殘	1.6	0.75	0.07									0	1623	141	
	2	殘	2.0	0.75	0.07									0	1900	118	
	3	殘	2.5	0.75	0.07									0	1971	(91)	
	4	殘	2.9	0.75	0.07									0	2373	66	
	5	殘	1.8	0.70	0.05									0	1696	133	
	6	殘	2.9	0.80	0.08									0	2296	57	
	7	殘	2.5	0.70	0.08									0	2008	88	
	8	殘	2.5	0.80	0.05									0	2181	82	
	9	殘	2.0	0.75	0.07	0.01								0	1915	135	
	10	殘	2.0	0.75	0.07		0.008							0	1935	128	
	11	殘	2.0	0.75	0.07			0.05						0	1903	133	
	12	殘	2.0	0.75	0.07				0.1					0	1942	115	
	13	殘	2.0	0.75	0.07					0.1				0	1928	112	
	14	殘	2.0	0.75	0.07						0.07			0	1930	120	
	15	殘	2.0	0.75	0.07							0.003		0	1895	117	
	16	殘	2.0	0.75	0.07								0.008	0	1890	116	
比較例	1	殘	3.0	0.50									0	2464	1		
	2	殘	1.0	0.50									10	898	1		
	3	殘	1.0	0.75	0.07								15	977	156		
	4	殘	3.5	0.75	0.07								0	2489	18		
	5	殘	2.5	0.60	0.07								0	1965	35		
	6	殘	2.5	0.90	0.07								11	1991	29		
	7	殘	2.5	0.75	0.03								0	1913	37		
	8	殘	2.5	0.75	1.00								15	2156	22		
	9	殘	1.2	0.50	0.05								13	1037	1		
	10	殘	2.5	0.50	0.50								17	1972	1		
	11	殘	3.0	1.00	0.50								20	2399	1		
	12	殘	1.5	0.50	0.50								18	1244	1	專利文獻3	
	13	殘	2.0	1.00	0.01								14	1890	1		
	14	殘	1.5	0.65	0.07								10	1102	39		
	15	殘	3.0	0.50	0.05								0	2406	1		
	16	殘	2.0	0.70	0.15								16	1876	1		
	17	殘	1.8	1.50	0.15								28	1650	1		

1.以下述順序進行評估未熔合的產生數。對所製作的各組成之焊球實施溫度 110℃、濕度 85%、時間 24hr 之時效處理。在尺寸 36×50mm、厚度 1.2mm 之玻璃環氧基板 (FR-4) 上以焊糊依照電極圖型進行印刷，搭載施有時效處理之焊球，以 220℃ 以上 40 秒、波峰溫度 245℃ 之條件進行迴焊。使用實體顯微鏡，計算焊球與焊糊之未熔合數。

2.然後，以下述順序實施熱疲勞試驗與落下衝擊試驗。在尺寸 12×12mm 之 CSP 用模組基板上，將所製作的各組成之焊球使用千住金屬工業股份有限公司製助焊劑

WF-6400 進行迴焊焊接，且製作使用各組成之焊劑作為電極用的 CSP。

3.在尺寸 30×120mm、厚度 0.8mm 之玻璃環氧基板 (FR-4)上，以焊糊依照電極圖型進行印刷，搭載以 1 所製作的 CSP，且以 220℃以上 40 秒、波峰溫度 245℃之條件進行迴焊，製作評估基板。

4.以下述條件實施熱疲勞試驗。使用以 2 製作的評估基板，藉由直列電路常時性地測定電阻。使用 ESPEC 製冷熱衝擊裝置 TSA101LA，在 -40℃、+125℃之環境中各重複進行負荷 10 分鐘，電阻值超過 15Ω 時當作斷裂，且記錄熱疲勞循環次數。

5.於落下衝擊時亦使用與熱疲勞試驗相同的評估基板，以下述條件實施落下衝擊試驗。試驗方法係使用專用夾具於自台座上浮出 10mm 之位置固定基板兩端。依照 JEDEC 規格重複實施加速度 1500G 之衝擊，自初期電阻值上昇 1.5 倍時當作斷裂，且記錄落下次數。

表 1 之實施例 2 中，由於 Ag、Cu、Ni 之含量在最適值之範圍內，故未熔合、耐熱疲勞性、耐落下衝擊性全部可得優異的結果。第 4 圖係實施例 2 之接合界面化合物層，可知在 BGA 電極 9 與焊球 5 之接合部上形成薄薄的 Cu₆Sn₅ 之金屬間化合物層。

比較例 1，4，11 中含有 Ag 之含量超過 2.9 質量%的焊球合金組成，對熱疲勞或未熔合而言雖可發揮改善效果，惟由於無法得到對落下衝擊而言最適合的 Ag 含量而

無法得到耐性，將落下次數降為低於 20 次，改善仍不充分。

另外，有關比較例 2，3，9，10，因為 Ag 含量低於 1.6 質量%，故對熱疲勞而言失去耐性之循環次數沒有達到 1500 次。因 Ag 含量不足亦導致濕潤性降低的起因，且未熔合產生數超過 10，得到失去抑制效果的結果。

此外，比較例 5，6，7，8 中雖選擇最適合的 Ag 含量，惟由於沒有實現 Cu 與 Ni 含量最適化，故並非兼具對未熔合或落下衝擊之改善效果。第 5 圖係比較例 6 之接合界面化合物層，可知形成厚的 Cu_6Sn_5 之金屬間化合物層。

結論係由 1.6~2.9 質量%之 Ag、0.7~0.8 質量%之 Cu、0.05~0.08 質量%之 Ni、殘餘部分 Sn 所構成的組成，可抑制未熔合且可得兼具熱疲勞與落下衝擊之焊接合金。

[產業上之利用價值]

藉由本發明提供一種具有抑制未熔合之效果，於 Cu 電極(Cu-OSP 電極、在 Cu 上塗佈水溶性助焊劑者)、於 Ni 電極(電解 Ni/Au 電極、無電解 Ni/Pd/Au 電極)之耐熱疲勞性與耐落下衝擊性兩者皆優異的電極用焊球。藉由抑制未熔合，可減低製造上之初期不良情形。而且，直至目前雖必須視製品之要求特性來選擇焊接組成，藉由具有落下衝擊與熱疲勞等兩特性之耐性，故可自攜帶型機器至電腦機

器、車載等廣泛領域，及隨著現今急速發展的攜帶型 PC 等之新穎領域中大幅地擴展。

【符號說明】

- 1：BGA 零件
- 2：安裝基板
- 3：焊接凸塊 熔合
- 4：焊接凸塊 未熔合
- 5：安裝加熱後之焊球
- 6：安裝加熱後之焊糊
- 7：未熔合處
- 8：熔合阻礙要因之化合物
- 9：BGA 側電極
- 10：Cu₆Sn₅ 之金屬間化合物層

申請專利範圍

1. 一種無鉛焊球，其係於 BGA 或 CSP 用之模組基板之背面被使用作為電極之焊球，該焊球係用於藉由與設置於安裝基板上之焊糊熔合，而將前述模組基板與安裝基板接合者，且焊接組成係由 Ag 1.6~2.9 質量%、Cu 0.7~0.8 質量%、Ni 0.05~0.08 質量%、殘餘部分 Sn 所構成。

2. 如請求項 1 之無鉛焊球，其中前述焊接組成係由 Ag 1.9~2.3 質量%、Cu 0.7~0.8 質量%、Ni 0.05~0.08 質量%、殘餘部分 Sn 所構成。

3. 如請求項 1 或 2 之焊球，其中前述焊接組成進一步含有合計為 0.003~0.1 質量%之選自 Fe、Co、Pt 中之 1 種以上的元素。

4. 如請求項 1 或 2 之焊球，其中在前述焊接組成進一步含有合計為 0.003~0.1 質量%之選自 Bi、In、Sb、P、Ge 中之 1 種以上的元素。

5. 如請求項 1 或 2 之無鉛焊球，其中前述焊球直徑為 0.1mm 以上。

6. 如請求項 1 或 2 之無鉛焊球，其中前述焊球直徑為 0.3mm 以上。

7. 如請求項 1 或 2 之無鉛焊球，其中前述焊球直徑為 0.5mm 以上。

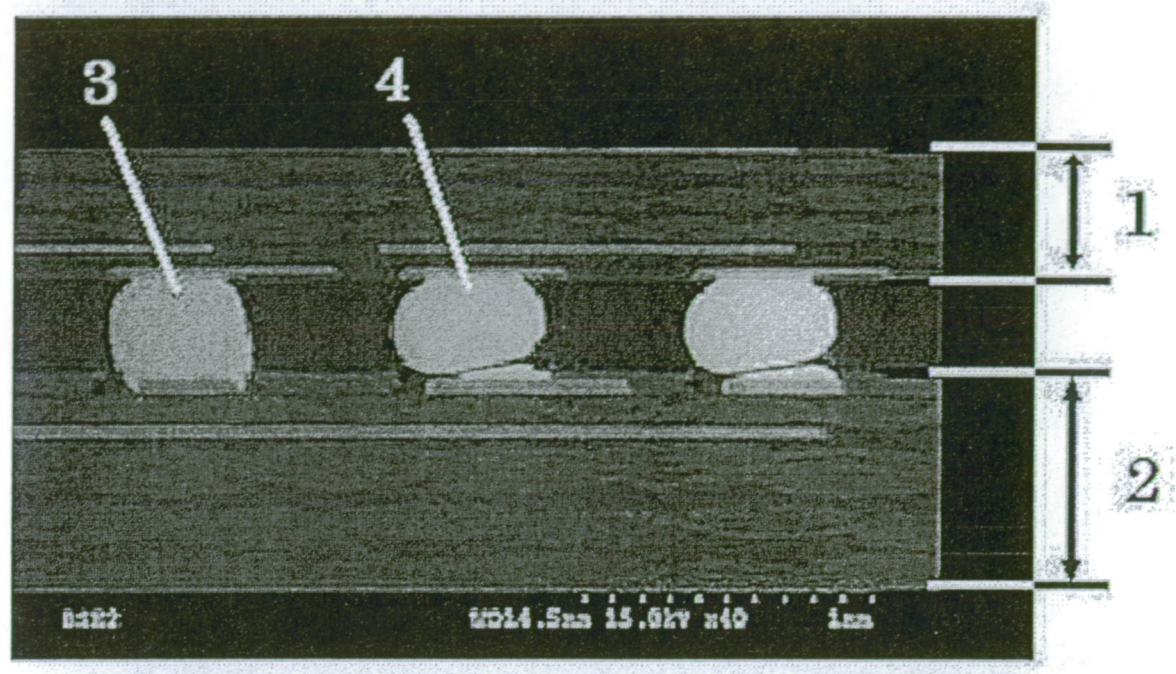
8. 一種安裝基板之焊接方法，其係藉由將設置於安裝基板之焊糊、與於 BGA 或 CSP 被使用作為電極之如請求項 1~7 中任一項之焊球予以熔合，而將前述 BGA 或 CSP

接合於安裝基板。

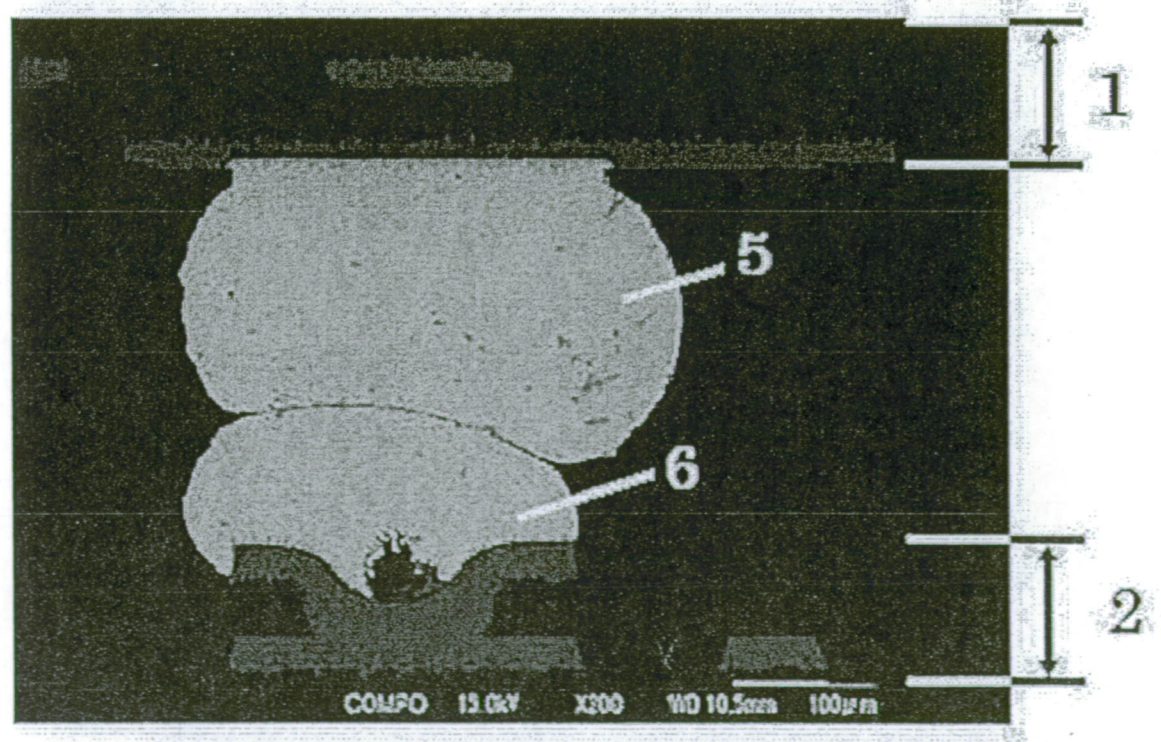
9.如請求項 1 或 2 之無鉛焊球，其中於前述無鉛焊球中，將經實施溫度 110℃、濕度 85%、時間 24hr 之時效處理的焊球，搭載於印刷有焊糊之電極圖型，以 220℃ 以上 40 秒、波峰溫度 245℃ 之條件進行迴焊，使用顯微鏡計算焊球與焊糊之未熔合數之未熔合試驗中，未熔合產生數為 0。

圖式

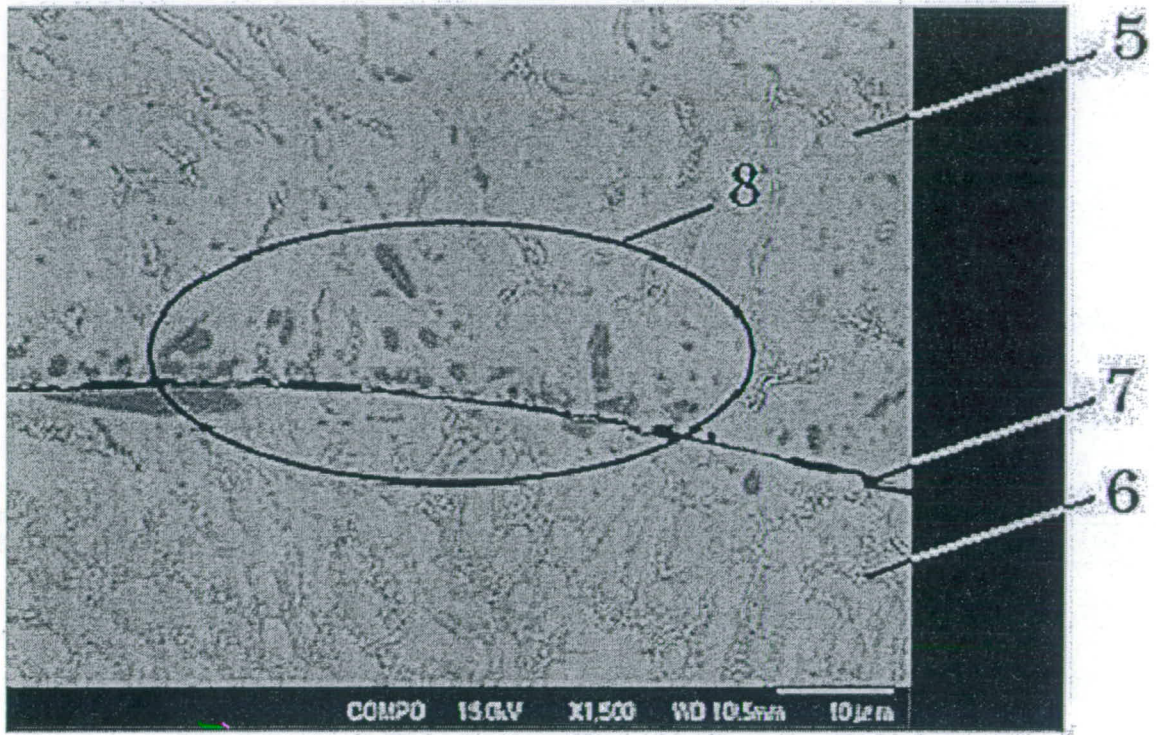
第 1 圖



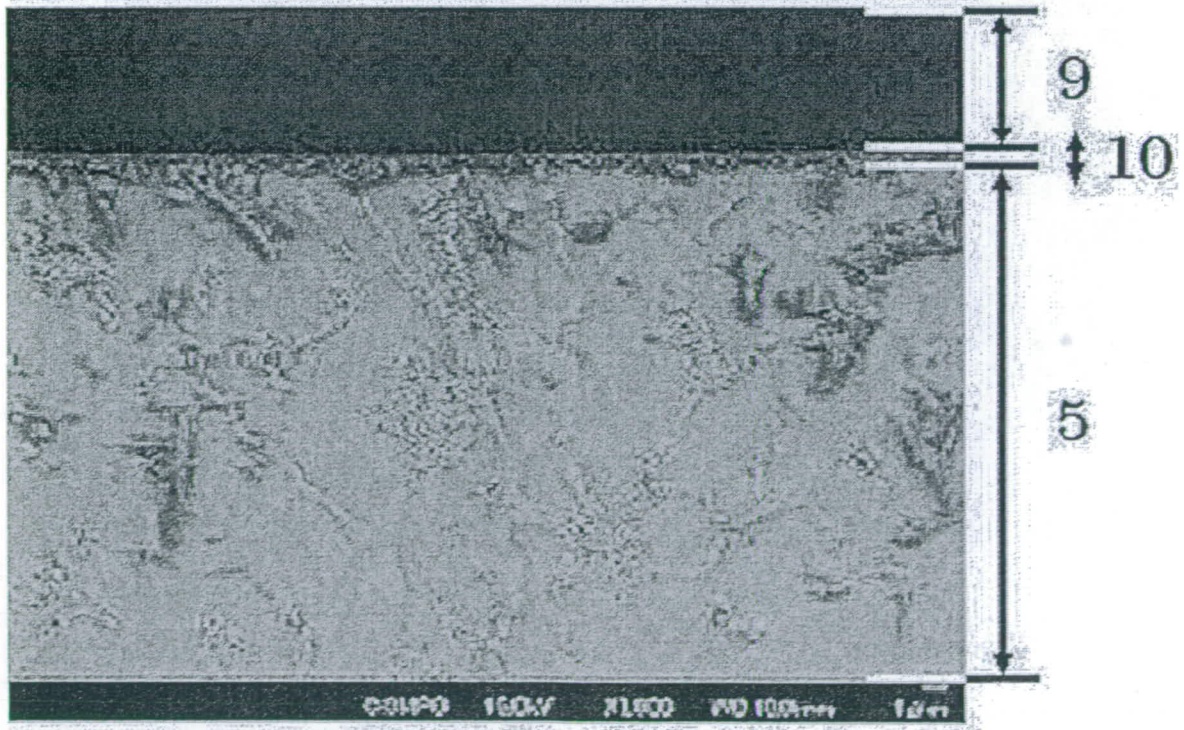
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖

