



發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：92126510

※申請日期：92 年 09 月 25 日

※IPC 分類：B>3k1100

壹、發明名稱：

(中) 經無電鍍塗覆鎳之表面上所用之焊料

(外) Solder for use on surfaces coated with nickel by electroless plating

貳、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 千住金屬工業股份有限公司

(英) 千住金屬工業株式会社

代表人：(中) 1. 佐藤一策

(英)

地 址：(中) 日本國東京都足立區千住橋戶町二三番地

(英)

國籍：(中英) 日本 JAPAN

參、發明人：(共 4 人)

1. 姓 名：(中) 野澤岩男

(英) 野沢岩男

地 址：(中) 日本國栃木縣真岡市柳林五一四一八

(英)

2. 姓 名：(中) 堀隆志

(英) 堀隆志

地 址：(中) 日本國栃木縣宇都宮市山本二丁目二一一八

(英)

3. 姓 名：(中) 相馬大輔

(英) 相馬大輔

地 址：(中) 日本國栃木縣芳賀郡二宮町高田二九四九

(英)

4. 姓 名：(中) 六本木貴弘

(英) 六本木貴弘

地 址：(中) 日本國栃木縣河内郡上三川町大字勇氣丘四五－四
(英) 日本國栃木県河内郡上三川町大字ゆうきが丘 4 5－4

肆、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2002/09/25 ; 2002-278476 ☒ 有主張優先權

地 址：(中) 日本國栃木縣河內郡上三川町大字勇氣丘四五－四
(英) 日本國栃木県河内郡上三川町大字ゆうきが丘 4 5－4

肆、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2002/09/25 ; 2002-278476 ☒ 有主張優先權

(1)

玖、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於特別適用於經無電鍍塗覆鎳而含有少量磷的焊接部件之焊料。

【先前技術】

欲焊接的部件，例如在 BGA（球柵陣列）封裝件等電子零件的基材表面上或者在印刷電路板（PCB）的表面上形成之電極墊片，通常係由銅（Cu）製成，因為 Cu 可為熔融的焊料溼潤，金（Au）和銀（Ag）等貴重金屬同樣易於溼潤，但 Cu 遠比此等貴重金屬更為便宜。然而，有些情況中 Cu 可由熔融焊料提供良好溼潤性的優點經過度發展而使焊接期間發生 Cu 與（焊料中所含的）Sn 金屬間化合物之形成量比形成充分鍵結強度之焊接頭所需的焊料更多。該本質上為脆性的金屬間化合物之形成即使在焊接頭老化期間仍持續進行。

因此，若以 Cu 用於形成電極墊片等欲焊接之部件時將發現在該部件上形成的焊接頭容易由於形成過量的 Cu-Sn 金屬間化合物而產生脆性破裂。

相對地，如熟習此技術者所熟知的，若以鎳（Ni）用於形成欲焊接的部件並在適度控制的條件下進行焊接時，可達到由熔融焊料提供充分的溼潤性，同時金屬間化合物的量係控制到提供充分鍵結強度之最終焊接頭所需的合理量。然而，由於 Cu 比 Ni 便宜的成本優勢，所以在包括電

子零件之許多應用中宜以 Cu 作為用途最廣的非鐵的導電金屬。

為了開拓 Cu 與 Ni 一起作用的優點，近來已逐漸地使用含有欲焊接部件之電子零件用基材，該基材係由 Cu 製成並塗覆 Ni。由此，電極墊片等欲焊接之部件皆含有 Cu 本體，且僅有必須為熔融焊料所溼潤之表面係經鍍 Ni 形成以防止過量的金屬間化合物形成。

鍍 Ni 可以電鍍或無電鍍進行。藉由電解反應進行電鍍在陰極表面上形成金屬層。如 BGA 封裝件的基板或 PCB 的基板等基材經電鍍而在該基材欲焊接之部件（亦即，電極墊片）上形成 Ni 層時，將會有必須電性連接至各微電極墊片俾使該電極墊片作為陰極、對於電極用的電流密度之限制和鍍敷浴中的金屬部件腐蝕等許多的問題。電鍍中通常與 Ni 一起使用的可溶性陽極，在耗盡要更換時係麻煩的且由於其無法完全耗盡所以係浪費的。再者，Ni 以電鍍的方式沈積之速率不均勻，遠離陽極或形成凹部之區域尤其會降低。

相對地，無電鍍 Ni 的優點在於僅需將材料浸於鍍敷溶液中而電流無需通過該材料，即可形成均勻厚度的 Ni 層，與欲鍍敷的材料種類或外形無關。因此，無電鍍主要用於基材鍍 Ni。

用於無電鍍 Ni 之典型的鍍敷溶液係稱為 Ni-P 鍍敷溶液的溶液，該溶液包含充當 Ni 離子來源的硫酸鎳和充當還原劑的次磷酸鈉。Ni-P 鍍敷溶液也包含氫氧化鈉以溶

(3)

液的 pH 維持於預定值。利用 Ni-P 溶液以無電鍍形成的鍍塗層通常包含 2 至 15 質量 % 的磷 (P)。

對 BGA 封裝件的基板（下文中稱為 BGA 基板）施予無電鍍 Ni 俾於該基板的電極墊上形成 Ni 層之後，大多數例子中都以 Au 進行閃鍍以防止該鍍 Ni 層發生氧化等化學反應並改善熔融焊料的溼潤性或親和力。之後，在該 BGA 基板的鍍 Ni 電極墊上形成焊料凸塊。在 PCB（印刷電路板）上裝設 BGA 封裝件時，會使焊料凸塊熔融俾將 BGA 基板焊接於 PCB。該 PCB 也有電極墊，典型地係由 Cu 製成。該 PCB 的 Cu 電極墊也可以 Ni 鍍敷，所得到的 Ni 層可以金或另一貴重金屬進行閃鍍。

以包含將黏稠的助溶劑施塗於電極墊之方法在 BGA 基板的電極墊上形成焊料凸塊，然後將焊球置於各電極墊上，並在足以使焊球熔融且將該焊球轉變成黏結至該電極墊之焊料凸塊的溫度下加熱各電極墊上含焊球的 BGA 基板。

用於 BGA 基板上形成焊料凸塊的焊球通常係由具有與 Sn-Pb 共熔合金相近之組成，亦即，基本上包含 60 至 64 質量 % 的 Sn 和餘量的 Pb 之組成，的焊料製成。該共熔或近乎共熔的 Sn-Pb 焊料具有至多 190℃ 之較低熔點，所以可將加熱期間對 BGA 基板和裝設於該基板上的電子裝置產生的熱效應減至最低以形成焊料凸塊及／或接著加熱俾將該基板焊接至 PCB。該 Sn-Pb 合金之另一優點在於其通常具有良好的溼潤能力。

(4)

藉由上述方法在經 Au 閃鍍處理過的鍍 Ni 電極墊上形成由該共熔或近乎共熔的 Sn-Pb 焊料製成的焊料凸塊時，預期該方法的最終加熱步驟中，由於鍍 Ni 和閃鍍 Au 並就焊料的本質來看，已熔融的焊球可順利地溼潤底下的電極墊並形成堅固地固定於該電極墊的焊料凸塊。

然而，事實上，包括裝有 PCB 的電子產品在內，其中該 PCB 裝設有以此方式在其基板上形成焊料凸塊的 BGA 封裝件，有時候也會使 BGA 基板與 PCB 意外地分離。舉例來說，當置於衣服的口袋中的行動電話滑出口袋時或者當含筆記型電腦的袋子自某人的手中掉落時，行動電話和筆記型電腦等電子產品可能會受到機械性的衝擊。在此情況之下，可能會發生由上述將 BGA 基板連結至 PCB 的焊料凸塊所形成之焊接頭分離，導致此二部件之間的電性連結失效和該電子產品故障。

【發明內容】

本發明提供可在電子零件用的基板或 PCB 之電極墊上形成經堅固地黏結之焊接頭的焊料，該電極墊已經利用 Ni-P 鍍敷溶液，亦即，含磷的鍍敷溶液，以無電鍍鍍 Ni。結果，即使對電子零件或 PCB 加入其中的電子產品施加機械性衝擊，焊接頭也不會輕易地與鍍 Ni 的電極墊分離，藉以改善該焊接頭的可靠度，進而該電子產品的可靠度。

根據本發明之一態樣，係一種適合用於焊接以含磷的

鍍敷溶液經無電鍍塗覆鍍之表面的焊料，其包含 60 至 64 質量 % 的 Sn、0.002 至 0.01 質量 % 的 P、0.04 至 0.3 質量 % 的 Cu 和餘量的 Pb。

本發明也提供由該焊料所形成的焊接頭、焊球或焊料凸塊，以及具有該焊料所形成焊料凸塊之 BGA 基板。

【實施方式】

本發明者觀察由習知 Sn-Pb 焊料呈凸塊形式的焊料接點與無電鍍 Ni 所形成的鍍 Ni 表面分離所形成的表面之後，發現該鍍 Ni 表面上並無焊料殘留，所以該鍍 Ni 表面極為平坦。由顯微鏡下觀察由該分離的焊接頭之剖面及該接點的剖面以 X 射線微分析器進行化學分析的結果，發現該焊接頭之分離表面上形成有 Si-Ni 金屬間化合物層，P 係局部地擴散至該層中以形成具有較高濃度的 P 之次層（下文中將該次層稱為高-P 次層）。

第 1 圖係顯示習知的 Sn-Pb 焊料在 BGA 基板的 Cu 電極墊上形成焊接頭時接合區域附近結構之剖面的概略圖示，其中該 Cu 電極墊係經利用含 P 或 Ni-P 鍍敷溶液以無電鍍而鍍以 Ni。

在 BGA 基板（未圖示）上形成之由 Cu 製成的電極墊 1 上，以無電鍍形成 Ni 塗層 2。利用 Sn-Pb 焊料 3 焊接 Ni 塗層 2。為焊接而加熱使焊料 3 熔融的期間，Sn-Pb 焊料與 Ni 之間會發生相互擴散（interdiffusion）或互擴散（mutual diffusion）而形成 Sn-Ni 金屬間化合物層 4。由

無電鍍所形成的 Ni 塗層 2 包含 P (磷) ，且此磷係集中在 Sn-Ni 金屬間化合物層 4 中而形成 Si-Ni-P 金屬間化合物。結果，在本質上係脆的 Sn-Ni 金屬間化合物層 4 中，具有更高的脆性趨勢的 Si-Ni-P 金屬間化合物之高 P 次層 5 將於 Ni 塗層 2 的附近形成。該 Sn-Ni 金屬間化合物層 4 會減弱焊接頭的金屬黏結並造成 Sn-Pb 焊料的焊接頭在受到施加機械衝擊時易於分離。因此，藉由無電鍍在經塗覆 Ni 的表面上所形成之 Sn-Pb 焊料的焊接頭有受到外加衝擊而易於分離的傾向。

根據本發明的焊料係以 60 至 64 質量 % 的 Sn 和餘量的 Pb 之焊料組成為主，進一步包含 0.002 至 0.01 質量 % 的 P 和 0.04 至 0.3 質量 % 的 Cu。

由於具有 60 至 64 質量 % 的 Sn 和餘量的 Pb 之基底組成，根據本發明的焊料具有良好的溼潤能力和至多 190°C 的較低熔點，而該組成就在共熔的 Sn-Pb 合金的附近。因此，可避免加熱俾於 BGA 基板上形成焊料凸塊和接下來加熱俾將 BGA 封裝件焊接至 PCB 的期間，對於 BGA 基板和密封於該基板內的電子裝置上的熱效應。

小量的 P 和 Cu 一起添加至基底 Sn-Pb 焊料可有效抑制 Sn-Ni 金屬間化合物層之形成並提供該焊料以經改善的強度。該等添加也具有使無電鍍所形成的 Ni 塗層中的 P 集中於 Sn-Ni 金屬間化合物層中的濃度減至最小。

若存於該焊料中的 P 量少於 0.002 質量 %，將難以達到抑制 Sn-Ni 金屬間化合物形成和由無電鍍所形成之基底

(7)

Ni 塗層之 P 濃度的效應。若 P 存有大於 0.01 質量 % 的量，不僅該焊料有惡化的可焊性，該焊料也會形成內含許多孔隙的焊接頭。該 P 的量較佳為 0.004 至 0.008 質量 %。

就像 P，Cu 也用於抑制 Sn-Ni 金屬間化合物的形成。此外，將小量 Cu 添加至 Sn-Ni 金屬間化合物層可使 Cu 具有調整之脆性本質的效果。若存在於該焊料中的 Cu 含量小於 0.04 質量 %，將無法獲得此效果。Cu 添加量大於 0.3 質量 % 將導致可察覺之焊料液溫提升，而造成孔隙形成。同樣也不需要添加如此大量的 Cu，因為會造成焊料凸塊中形成 Sn-Cu 金屬間化合物。該 Cu 的含量較佳為 0.06 至 0.2 質量 %。

第 2 圖概略地顯示根據本發明之焊料在 BGA 基板的 Cu 電極墊上形成的焊接頭之結構，其中該 Cu 電極墊係經無電鍍而鍍以 Ni。該焊接頭在受到外加機械衝擊時更能抵抗不分離。

第 2 圖中，以無電鍍在 BGA 基板（未圖示）上形成的 Cu 電極墊上塗覆含 P 的 Ni 塗層 2。以根據本發明之焊料 6 焊接 Ni 塗層 2。焊接期間，Ni 塗層 2 中的 Ni 與焊料 6 中的 Sn 和 Cu 反應在 Ni 塗層 2 和焊料 6 之間的界面處形成 Sn-Ni-Cu 金屬間化合物層 7。由於在焊料 6 的組成中添加有抑制該金屬間化合物形成的 P 和 Cu，所以 Sn-Ni-Cu 金屬間化合物層 7 比第 1 圖中使用習知 Sn-Pb 焊料的 Sn-Ni 金屬間化合物層 4 更薄。Sn-Ni-Cu 金屬間化合物層 7 的脆性本質藉由在該層中添加小量的 Cu 而加以改善

。焊接期間 P 由含 P 的 Ni 塗層 2 擴散至 Sn-Ni-Cu 金屬間化合物層 7 中也受到該焊料 6 中的 P 和 Cu 之作用而得抑制。結果，在 Ni 塗層 2 的附近形成有含較高 P 濃度之 Sn-Ni-P 金屬間化合物的極薄次層 8，且在該次層 8 頂部形成有含較低 P 濃度之 Sn-Ni-P 金屬間化合物之薄的次層 9。

由此，當以無電鍍敷形成的 Ni 表面係以根據本發明之焊料焊接時，會形成脆性層的 Sn-Ni 金屬間化合物之形成將得以抑制，且此脆性的 Sn-Ni 金屬間化合物層的厚度將得以減少。此外，會在 Sn-Ni 金屬間化合物層中形成又更具脆性的高 P 次層之 Sn-Ni-Cu 金屬間化合物之形成也得以顯著地抑制。因此，即使是對使用該焊接頭的電子產品施加機械衝擊時，由該焊料形成的焊接頭也不會輕易地分離。

如上所述，根據本發明的焊料係適於含有以無電鍍形成 Ni 塗層（且因此含小量 P）之表面上焊接。該焊料的形態並不限於焊球，該焊料可為包括焊球、焊膏、預成型的焊料、焊條和具有助焊劑核心的焊條之各種形態。

焊球可由根據本發明之焊料以各種不同的方法製造，該方法包括（1）使離心原子化法或氣體原子化法製得的較大型焊料顆粒在氧化鋁粉末中再熔融使顆粒變形成球形的方法，（2）將細焊條準確地切成相同長度的小塊，然後在油槽中將小塊再熔融製成球形的方法，以及（3）關於使滴狀物自窄小的噴嘴滴下的方法。

實施例

製備含表 1 所示的組成之實施例 1 至 7 和比較例 1 至 3 的不同 Sn-Pb 爲主的焊料，並藉由上述方法（2）以各種焊料製造直徑爲 0.76 mm 的焊球。

由以下的方法測試由各種焊料在無電鍍形成的 Ni 塗層上所形成之焊接頭的黏結強度。

測試方法

以含有由 Cu 製成的電極墊並利用 Ni-P 鍍敷溶液以無電鍍塗覆 Ni 之 BGA 基板用於測試。在松香爲主的黏稠助熔劑施塗於 BGA 基板的電極墊之後，將上述欲測試之焊料的焊球裝設於該電極墊上。在空氣迴流的高溫爐中以 210℃ 之尖峰加熱溫度加熱經裝設有焊球的 BGA 基板使該焊球熔融並藉此使該焊球變成焊料凸塊。

第 3 圖顯示以此方法形成的焊料凸塊。在第 3 圖中，BGA 基板 10 含有 Cu 製成的電極墊 11，該電極墊 11 塗覆有藉由無電鍍形成的 Ni 層 12。在該電極墊上形成焊料凸塊 13，使焊料凸塊 13 與藉由無電鍍形成的 Ni 層接觸並因此含有小量的 P。

接著，藉由適當的上下運動將該 BGA 基板堅固地固定住。然後，如第 3 圖所示，利用適當的工具 14 以會造成焊料凸塊 13 分離或破裂的方式推擠該凸塊，對焊料凸塊 13 施加側向作用力。在此例中，幾乎依水平的方向及平行於該焊料凸塊之黏結表面的方向施加作用力。或者，

可利用適當的夾具堅固地夾住該焊料凸塊，然後向上拖曳俾垂直地施加欲使焊料凸塊分離或破裂的作用力。

然後觀察該 BGA 基板上形成的破裂面，判定破裂的模式，依以下三種模式將破裂面加以分類：

模式 1：破裂在焊料凸塊 13 內發生，如第 4 圖所示。

模式 2：破裂在 BGA 基板 10 本體內發生，包括焊料凸塊 13 與基板 10 分離並透過 Ni 層 12 保持黏於電極墊 11，如第 5 圖所示。

模式 3：破裂在焊料凸塊 13 和 Ni 層 12 之間的界面附近發明，如第 6 圖所示。

模式 1 或模式 2 之破裂指出該焊料凸塊以足以與凸塊與 Ni 層分離有所不同的黏結強度堅固地黏結於該 Ni 層。另一方面，模式 3 的破裂指出該焊料凸塊的黏結強度不足，所以該焊料凸塊與該 Ni 層得輕易地分離。模式 3 的破裂面係平坦的，然而模式 1 或模式 2 的破裂面係不規則的。因此，模式 3 的破裂與模式 1 或 2 的破裂可輕易地加以分辨。

以上述方法對含相同焊料製成之焊料凸塊之各 BGA 基板上隨機選擇的一百（100）個焊料凸塊進行測試，判定各焊料凸塊的破裂模式。100 個破裂面以模式 1 或 2（足夠的黏結強度）的破裂面數目評估該焊料對於由無電鍍形成的 Ni 表面之黏結強度如下：

良好：80 或更多個破裂面為模式 1 或 2（20 或更少

(11)

的破裂面為模式 3)。

測試結果依焊料的組成顯示於以下表 1 中。

表 1

	焊料組成 (質量 %)				測試結果
	Pb	Sn	P	Cu	
實施例 1	平衡	63	0.004	0.06	良好
實施例 2	平衡	63	0.01	0.06	良好
實施例 3	平衡	63	0.006	0.1	良好
實施例 4	平衡	60	0.006	0.1	良好
實施例 5	平衡	64	0.006	0.1	良好
實施例 6	平衡	63	0.004	0.2	良好
實施例 7	平衡	63	0.01	0.2	良好
比較例 1	平衡	63	---	---	不良
比較例 2	平衡	63	0.006	---	不良
比較例 3	平衡	63	---	0.06	不良

由表 1 可見到根據本發明之實施例 1 至 7 中所有的焊料對於無電鍍形成的含 P 之 Ni 層都具有良好的黏結強度。因此，可在經無電鍍塗覆 Ni 的 Cu 電極墊上形成可靠的焊接頭，且即使以機械衝擊施加於使用該焊接頭的電子產品時，也難以使該焊接頭分離。

另一方面，未添加 P 和 Cu 其中之一者或二者之比較例 1 至 3 的焊料無一對於無電鍍形成之含 P 的 Ni 層具有

良好的黏結強度。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係顯示以習知的 Sn-Pb 焊料在 Cu 電極墊上形成焊接頭時接合區塊附件的結構之剖面的概略圖示，該 Cu 電極墊已經以無電鍍鍍 Ni。

第 2 圖係顯示以根據本發明之焊料形成焊接頭時之相似於第 1 圖的概略圖示。

第 3 圖說明評定該焊料凸塊的黏結強度用的試驗中施加作用力使 BGA 基板之鍍 Ni 的 Cu 電極墊上所形成之焊料凸塊分離的方式。

第 4 圖說明由第 3 圖所示的試驗所造成的破裂，其中該破裂發生於該焊料凸塊中。

第 5 圖說明由第 3 圖所示的試驗所造成的破裂，其中該破裂發生於 BGA 基板中。

第 6 圖說明由第 3 圖所示的試驗所造成的破裂，其中該破裂係焊料凸塊與 BGA 基板之電極墊分離的形態。

元件對照表

1	電極墊
2	Ni 塗層
3	Sn-Pb 焊料
4	Sn-Ni 金屬間化合物層
5	高 P 次層

(13)

- 6 焊料
- 7 Sn-Ni-Cu 金屬間化合物
- 8 極薄的次層
- 9 薄的次層
- 10 BGA 基板
- 11 電極墊
- 12 Ni 層
- 13 焊料凸塊
- 14 適當的工具

伍、中文發明摘要

發明之名稱：經無電鍍塗覆鎳之表面上所用之焊料

一種焊料包含 60 至 64 質量 % 的 Sn、0.002 至 0.01 質量 % 的 P、0.04 至 0.3 質量 % 的 Cu 以及餘量的 Pb，該焊料可在含小量 P 之 Ni 層上形成良好鍵結強度的焊接頭，而該 Ni 層係利用含 P 的鍍覆溶液無電鍍 Ni 而形成。該焊料特別地適用於經無電鍍塗覆 Ni 之 Cu 電極上形成焊料凸塊。

陸、英文發明摘要

發明之名稱：

(1)

拾、申請專利範圍

1.一種焊料，其係用於焊接以含磷的鍍敷溶液經無電鍍塗覆鎳之表面，其包含 60 至 64 質量 % 的 Sn、0.002 至 0.01 質量 % 的 P、0.04 至 0.3 質量 % 的 Cu 以及餘量的 Pb。

2.一種焊接頭，其係形成於以含磷的鍍敷溶液經無電鍍塗覆鎳之表面上，該焊接頭包含 60 至 64 質量 % 的 Sn、0.002 至 0.01 質量 % 的 P、0.04 至 0.3 質量 % 的 Cu 以及餘量的 Pb。

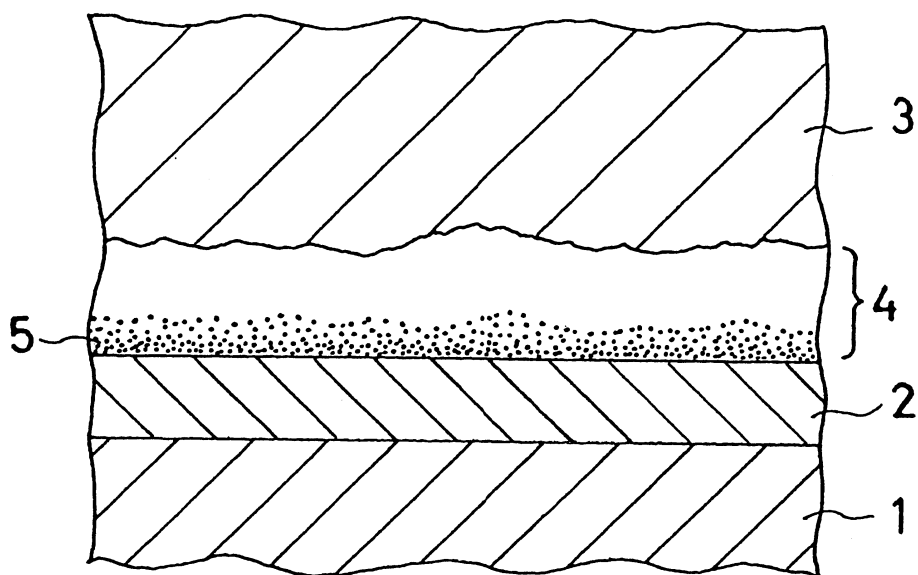
3.如申請專利範圍第 1 項之焊料，其所呈之形態係選自焊球、焊膏、預成型的焊料、焊條和具有助焊劑核心的焊條所組成之群。

4.一種焊球，其係用於在以含磷的鍍敷溶液經無電鍍塗覆鎳之表面上製造焊料凸塊，該焊球係由申請專利範圍第 1 項之焊料製成。

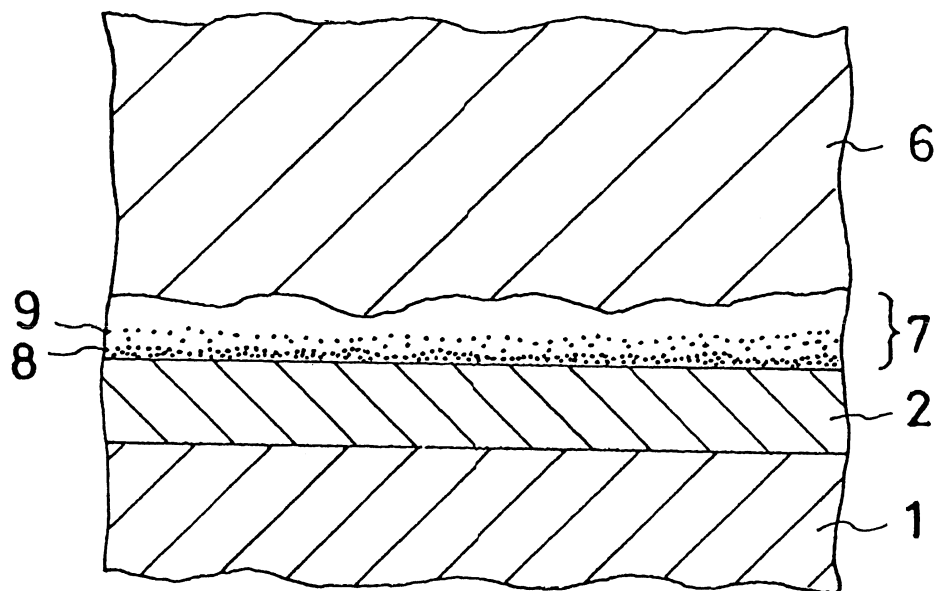
5.一種焊料凸塊，其係形成於以含磷的鍍敷溶液經無電鍍塗覆鎳之表面上，該焊料凸塊包含 60 至 64 質量 % 的 Sn、0.002 至 0.01 質量 % 的 P、0.04 至 0.3 質量 % 的 Cu 以及餘量的 Pb。

6.一種供球柵陣列封裝件所用之基板，其在以含磷的鍍敷溶液經無電鍍塗覆鎳之 Cu 電極墊上具有申請專利範圍第 5 項之焊料凸塊。

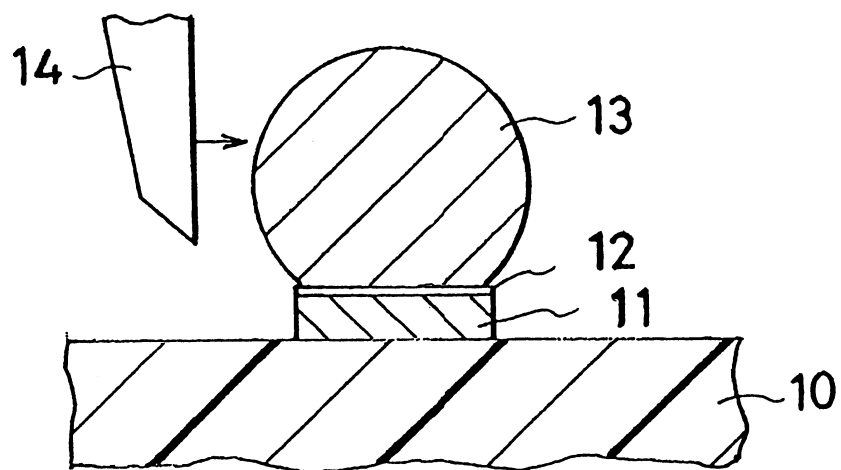
第1圖



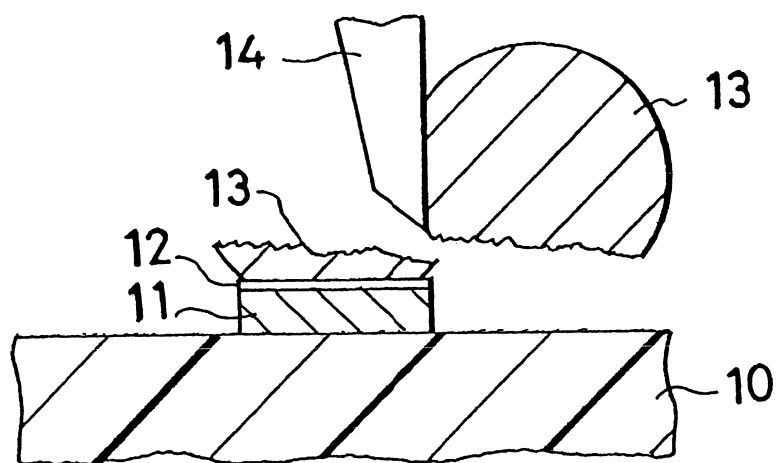
第2圖



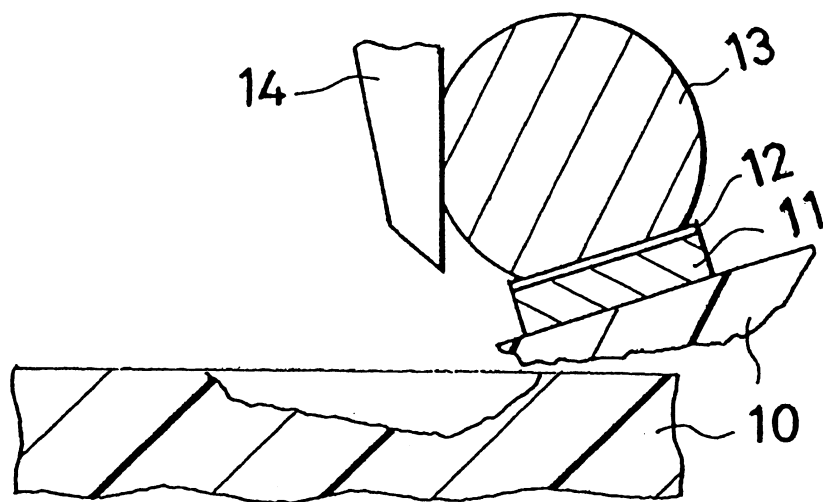
第3圖



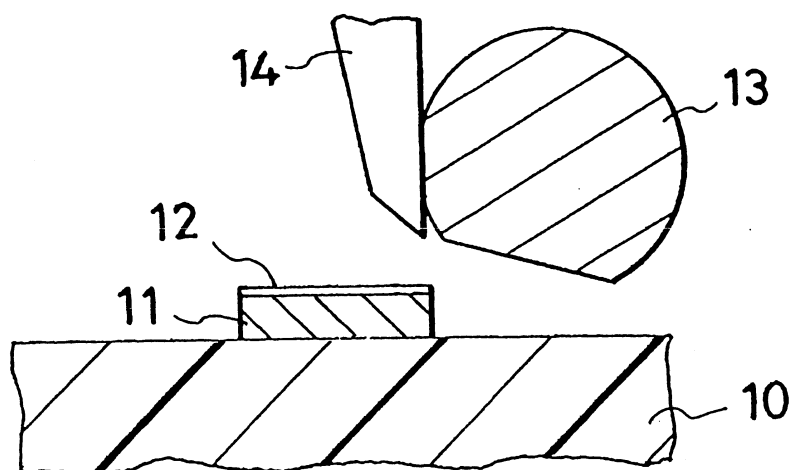
第4圖



第5圖



第6圖



柒、（一）、本案指定代表圖為：第 2 圖

（二）、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

- | | |
|---|-----------------|
| 1 | 電極墊 |
| 2 | Ni 塗層 |
| 6 | 焊料 |
| 7 | Sn-Ni-Cu 金屬間化合物 |
| 8 | 極薄的次層 |
| 9 | 薄的次層 |

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無