



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201312716 A1

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：101141253

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 07 日

(51)Int. Cl.：

*H01L23/488 (2006.01)*

*H01L21/60 (2006.01)*

(71)申請人：樂金股份有限公司 (中華民國) WIRE TECHNOLOGY CO., LTD. (TW)

臺中市大肚區沙田路 1 段 320 巷 56 弄 27 號

(72)發明人：莊東漢 CHUANG, TUNG HAN (TW)；蔡幸樺 TSAI, HSING HUA (TW)；李俊德 LEE, JUN DER (TW)

(74)代理人：洪澄文；顏錦順

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：13 共 32 頁

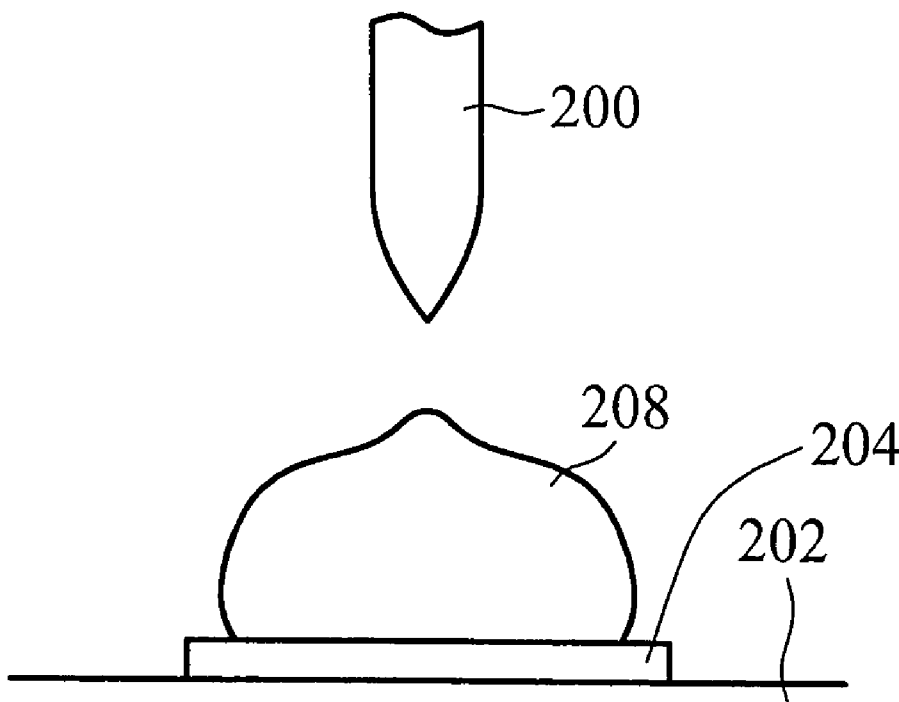
(54)名稱

鐳球凸塊結構及其形成方法

STUD BUMP STRUCTURE AND METHOD FOR FORMING THE SAME

(57)摘要

本發明實施例提供一種鐳球凸塊結構及其形成方法。鐳球凸塊結構包括基板；以及第一銀合金鐳球凸塊，設置於該基板上，其中第一銀合金鐳球凸塊中銀：金：鈦的重量比=60~99.98：0.01~30：0.01~10。



200：銀合金鐳線

202：基板

204：鐳墊

208：第一銀合金鐳球  
凸塊

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 101141253

H01L 23/488 2006.01

※ 申請日： 101. 11. 7

※IPC 分類：

H01L 21/60 2006.01

一、發明名稱：(中文/英文)

鐳球凸塊結構及其形成方法/Stud bump structure and method for forming the same

二、中文發明摘要：

本發明實施例提供一種鐳球凸塊結構及其形成方法。鐳球凸塊結構包括基板；以及第一銀合金鐳球凸塊，設置於該基板上，其中第一銀合金鐳球凸塊中銀:金:鈦的重量比=60~99.98：0.01~30：0.01~10。

三、英文發明摘要：

A stud bump structure and a method for forming the same are provided. The stud bump structure include a substrate; and a first silver alloy stud bump disposed on the substrate, wherein the ratio of weight percentage of first silver alloy stud bump is Ag : Au : Pd = 86~99.98 : 0.01~8 : 0.01~6.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 5 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

200~銀合金鍍線

202~基板

204~鍍墊

208~第一銀合金鍍球凸塊

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種鐳球凸塊結構及其形成方法，且特別是有關於一種銀合金鐳球凸塊結構及其形成方法。

### 【先前技術】

積體電路(IC)晶片對外連線 (Interconnection) 的方法包括：打線接合 (Wire Bonding)、捲帶自動接合 (Tape Automated Bonding) 及覆晶接合 (Flip Chip Bonding)，其中捲帶自動接合與覆晶接合均使用導電鐳球凸塊作為晶片與基板之聯結接點，亦均屬於高密度封裝之連線技術。

覆晶接合具有接點數高、接點間距小、封裝面積小、高頻性能佳、可靠度高以及耐電磁波干擾等優點，已普遍採用於積體電路及發光二極體(LED)等電子產品封裝製程中。

覆晶接合最重要的關鍵技術在於凸塊 (Bump) 的製作及組裝。覆晶凸塊材料大多使用鐳錫合金，例如：錫-37鉛、錫-9 鋅、錫-0.7 銅、錫-3.5 銀、錫-51 銻、錫-58 鈹、錫-3 銀-0.5 銅、錫-9 鋅-3 鈹等各種合金組成。

鐳錫凸塊 (Solder Bump) 的製作方法主要可分為電鍍 (Electroplating) 及錫膏鋼版印刷 (Stencil Printing) 兩種。電鍍法除了環保問題，且難以形成特定的合金組成。此外，在形成無鉛鐳錫時，很難找到適當鍍液配方與電鍍製程參數。例如，欲形成凸塊如錫-3.5 銀、錫-0.7 銅及錫-3 銀-0.5 銅時，其合金組成很難穩定控制；欲形成鐳球凸塊如錫-51

銻、錫-58 鈹及錫-9 鋅-3 鈹時，則難以找到理想鍍液。

因此，近年來大部分封裝廠針對覆晶組裝錒球凸塊的製作均逐漸以錒膏(solder paste)鋼版印刷(Stencil Printing)為主。然而，覆晶錒膏的關鍵材料在於錒粉(tin powder)。一般而言，在表面實裝 (Surface Mount Technology; SMT) 所使用之錒粉粒徑大約為 30 $\mu\text{m}$  至 50 $\mu\text{m}$ ，這樣的尺寸在製造上較為容易。然而，由於覆晶凸塊的尺寸在 120 $\mu\text{m}$  以下，其錒膏所使用錒粉粒徑必須大約在 10 $\mu\text{m}$  以下，故其製作與粒徑篩選困難度均相當高。此外，當覆晶錒球凸塊尺寸減小至 100 $\mu\text{m}$  以下甚至達到 50 $\mu\text{m}$  時，即使使用尺寸在 10 $\mu\text{m}$  以下的錒粉，其單顆錒錒凸塊仍只有少數幾個錒粉分佈其中，故於迴錒(resolder)後將造成很嚴重的共平面度 (Coplanarity) 問題。另外，以錒膏製作覆晶凸塊的問題還包括助錒劑(flux)迴錒後會留下空孔，以及在接點間距小至 100 $\mu\text{m}$  以下時，錒膏鋼版印刷不良率大增等問題。

另一方面，捲帶自動接合方法則為另一種在高密度封裝的連線技術。捲帶自動接合具有高接點數、封裝薄形化與輕量化、接點強度高、電性與熱性佳、製程可自動化及可先行測試等優點，特別適用在一般要求輕薄及高密度之消費性電子產品。導電凸塊的製作亦是捲帶自動接合的關鍵技術。然而，目前所使用的金錒球凸塊(Gold Stud Bump)不僅有材料成本高的缺點，且很容易與晶片的鋁墊形成大量脆性介金屬化合物及克肯達爾(Kirkendall)孔洞，不利於電子產品的可靠度。

**【發明內容】**

本發明一實施例提供一種鍍球凸塊結構，包括：一基板；以及一第一銀合金鍍球凸塊，設置於該基板上，其中該第一銀合金鍍球凸塊中銀:金:鈦的重量比=60~99.98：0.01~30：0.01~10。

本發明另一實施例提供一種鍍球凸塊結構的形成方法，包括：提供一銀合金鍍線；燒熔該銀合金鍍線的一端以形成一第一球狀物；將該第一球狀物接合至一基板上；以及截斷該銀合金鍍線，使得該第一球狀物留在該基板上以形成一第一銀合金鍍球凸塊，其中該銀合金鍍線中銀:金:鈦的重量比=60~99.98：0.01~30：0.01~10。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉出較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

**【實施方式】**

以下依本發明之不同特徵舉出數個不同的實施例。本發明中特定的元件及安排係為了簡化，但本發明並不以這些實施例為限。舉例而言，於第二元件上形成第一元件的描述可包括第一元件與第二元件直接接觸的實施例，亦包括具有額外的元件形成在第一元件與第二元件之間、使得第一元件與第二元件並未直接接觸的實施例。此外，為簡明起見，本發明在不同例子中以重複的元件符號及/或字母表示，但不代表所述各實施例及/或結構間具有特定的關係。

第 1 圖顯示在本發明一實施例中形成鐳球凸塊結構的流程圖。在步驟 102 中，提供銀合金鐳線。在步驟 104 中，燒熔銀合金鐳線的一端以形成第一球狀物。在步驟 106 中，將第一球狀物接合至基板上。在步驟 108 中，截斷銀合金鐳線，使得第一球狀物留在基板上以形成第一銀合金鐳球凸塊。

第 2 至 5 圖顯示在本發明一實施例中形成鐳球凸塊結構的示意圖。參照第 1、2 圖，在步驟 102 中，提供銀合金鐳線 200。此外，可預備基板 202 及鐳墊 204，並將銀合金鐳線 200 引到基板 202 之鐳墊 204 上方。在此實施例中，銀合金鐳線 200 中銀:金:鈦的重量比=60~99.98:0.01~30:0.01~10，其中銀為此銀合金鐳線 200 的主要成份(>50wt%)。銀合金鐳線 200 的線徑例如可介於 10 至 50 毫米，但也可根據需要使用具有其他適合的線徑的銀合金鐳線。基板 202 可為晶片或晶圓。鐳墊 204 例如為鋁鐳墊、鎳鐳墊、銅鐳墊、金鐳墊、或其他常用的鐳墊材料。

參照第 1、3 圖，在步驟 104 中，燒熔銀合金鐳線 200 的一端以形成第一球狀物 206。在此實施例中，係以放電結球(electric flame off; EFO)方式燒熔銀合金鐳線 200 以產生球狀物 206。然而，在其他實施例中，也可利用在打線接合製程中的其他結球方法形成球狀物 206。

參照第 1、4 圖，在步驟 106 中，將第一球狀物 206 接合至基板 202 上。在此實施例中，以熱壓(hot pressing)或超音波熱壓(ultrasonic hot pressing)將第一球狀物 206 接合至基板 202 上的鐳墊 204 上。然而，在其他實施例中，也可

利用其他方法接合第一球狀物 206 及基板 202。

參照第 1、5 圖，在步驟 108 中，截斷銀合金鍍線 200，使得第一球狀物 206 留在基板 202 上以形成第一銀合金鍍球凸塊 208。在此實施例中，鍍球凸塊結構包括：基板 202；以及第一銀合金鍍球凸塊 208，設置於基板 202 的鍍墊 204 上。銀合金鍍球凸塊 208 的直徑可介於  $20\mu\text{m}$  至  $100\mu\text{m}$ 。

在一實施例中，第一銀合金鍍球凸塊 208 中的銀:金:鈳的重量比=60~99.98：0.01~30：0.01~10，且銀為第一銀合金鍍球凸塊 208 中的主要成分(>50wt%)。發明人發現，若僅以純銀製造鍍球凸塊，會有材質太軟及易於氧化的問題。然而，若在銀合金鍍球凸塊中加入適量的金，則可提高鍍球凸塊的抗氧化性及強度。此外，加入適量的鈳則除了可提高鍍球凸塊的抗氧化性及強度之外，還可抑制介金屬的成長，並抑制銀的電遷移現象。然而，若金的含量太高時，則會造成介金屬含量過高，導致接點變脆，且也會提高製造成本。另外，若鈳的含量過高時，則會造成鍍球凸塊變的太硬太脆，而成為其應用上的限制。

應注意的是，上述鍍球凸塊結構雖以銀為主要成分並包含特定比例的金及鈳，然而本發明之範疇並非以此為限。在其他例子中，鍍球凸塊結構可更包括其他金屬、非金屬元素、或其他不可避免的雜質成分。應注意的是，其他元素的添加需視應用上的需要調整，以避免影響鍍球凸塊結構的性質。

相較於其他金屬鍍球凸塊(如：金鍍球凸塊或銅鍍球凸塊)，本發明之銀合金鍍球凸塊不含鉛(較環保)、成本較低，



且後續應用範圍更廣，穩定性更佳。以金錒球凸塊為例，當其後續以軟錒(soldering)接進行組裝(assembly)時，錒球凸塊中的金會大量的熔入錒錫中而形成  $AuSn_4$  介金屬化合物(intermetallic compounds)，在電子產品使用或可靠度試驗時，也會在金錒球凸塊與鋁墊之界面形成大量脆性  $Au_xAl_y$  介金屬化合物，並產生克肯達爾(Kirkendall)孔洞，使得接點斷裂或電阻上升。因此，一般而言，金錒球凸塊必須以導電膠進行組裝。然而導電膠的導電性較差。而金錒球凸塊與鋁墊界面形成大量脆性  $Au_xAl_y$  介金屬化合物的問題仍無法避免，使得金錒球凸塊封裝產品的可靠度不佳。

另外，若使用銅錒球凸塊進行接合，則由於其幾乎不會有介金屬形成，故難以判斷接合是否完全，其封裝產品常無法通過殘金試驗(metal residue test)。並且由於銅非常容易氧化及腐蝕，故會造成電子產品的可靠度亦偏低。此外，由於銅的硬度大，故在將銅線打上晶片時常造成晶片破裂，因此也難以以上述方法在晶片上形成銅錒球凸塊。

相反的，本發明所述以銀為主的銀合金錒球凸塊材質較軟，故在將球狀物打至晶片上時不會將晶片打破。此外，銀合金錒球凸塊在接合時的介金屬含量不會太高，故不會造成接點的脆化。然而，由於其仍會產生少量的介金屬，故仍可清楚判斷是否有成功接合，其封裝產品均可通過殘金試驗(metal residue test)。此外，上述銀合金錒球凸塊可根據需要以錒錫、導電膠、熱壓的方式進行組裝，並不限於特定製程方法。

此外，上述銀合金錒球凸塊可形成於晶片(chip)上，或

可直接形成於晶圓(wafer)上，進行特殊的晶圓層級封裝(wafer level package)。直接將錐球凸塊形成於晶圓上的優點在於可先一次形成大量的錐球凸塊，而後再對晶圓進行切割，故可降低製程成本。然而，由於晶圓層級封裝必需在同一晶圓上一次製作數萬個錐球凸塊，如果採用上述錐球凸塊形成技術，其整片晶圓在數萬個錐球凸塊逐一熱壓接合過程必需持續加熱。亦即，當數萬個錐球凸塊逐一與晶片接合至最後一個錐球凸塊時，初期完成的錐球凸塊已經隨著晶圓被加熱數十分鐘。因此，若以金為錐球凸塊的主要成分時，由於金的介金屬形成速度快，這些較早形成而不斷被加熱的金錐球凸塊會因此形成大量的介金屬，使得初期形成的金錐球凸塊因界面脆裂而損壞，造成其強度變弱。因此，在形成金錐球凸塊時，一般只能直接形成於晶片上，而無法直接形成晶圓上而後再進行切割。另外，如果採用銅為錐球凸塊的主要成分，則除了界面介金屬層不足引發接合不完全的疑慮，以及銅錐球凸塊太硬造成晶圓破裂，更嚴重的是初期完成的銅錐球凸塊會因長時間隨著晶圓在空氣中加熱而發生的高溫氧化的現象。

相反的，本發明之銀合金錐球凸塊的介金屬成長厚度適中且成長非常緩慢。因此，可明確看出錐球凸塊的接合情形，且當銀合金錐球凸塊直接形成於晶圓上時，初期形成的銀合金錐球凸塊即使隨著整片晶圓經過一段時間的加熱，也不會產生大量的介金屬，故仍可維持錐球凸塊的強度。

第 6 圖則顯示在另一實施例中形成堆疊的錐球凸塊結

構的方法。第 7 圖則顯示由第 6 圖所示步驟所形成之堆疊的鐳球凸塊結構。參照第 6 圖，在第 1 圖的步驟 108 之後，進行步驟 110、步驟 112 及步驟 114。在步驟 110 中，再次燒熔銀合金鐳線 200 的一端以形成第二球狀物。在步驟 112 中，將第二球狀物接合至第一銀合金鐳球凸塊 208 上。在步驟 114 中，截斷銀合金鐳線 200，而形成留在第一銀合金鐳球凸塊 208 上的第二鐳球凸塊 210，並進一步形成堆疊的鐳球凸塊結構 212，如第 7 圖所示。

參照第 7 圖，鐳球凸塊結構包括：基板 202；第一銀合金鐳球凸塊 208，設置於基板 202 的鐳墊 204 上；以及第二鐳球凸塊 210 位於第一銀合金鐳球凸塊 208 上。其中，第一銀合金鐳球凸塊 208 及第二鐳球凸塊 210 的組成皆為銀:金:鈦的重量比=60~99.98：0.01~30：0.01~10，且銀皆為鐳球凸塊的主要成分(>50wt%)。應注意的是，上述鐳球凸塊結構雖以銀為主要成分並包含特定比例的金及鈦，然而本發明之範疇並非以此為限。在其他例子中，鐳球凸塊結構可更包括其他金屬、非金屬元素、或其他不可避免的雜質成分。應注意的是，其他元素的添加需視應用上的需要調整，以避免影響鐳球凸塊結構的性質。在另一實施例中，第二鐳球凸塊也可具有與第一銀合金鐳球凸塊不同的金屬成分比例。

上述由第一銀合金鐳球凸塊 208 及第二鐳球凸塊 210 所組成堆疊的鐳球凸塊結構 212 的高度較高，後續組裝完成的電子封裝產品接點可以承受較大變形量，故可具有較高的可靠度。此外，由於第一銀合金鐳球凸塊 208 及第二

鐳球凸塊 210 可由相同的銀合金鐳線 200 所形成，可在同一生產線機台直接完成，故製程簡單，可降低成本。

第 8 至 12 圖則顯示將上述銀合金鐳球凸塊應用於覆晶封裝的一些實施例。在下述實施例中，與之前的實施例相同的元件將不再詳細敘述。在第 8 圖所示實施例中，將位於第一晶片 802 的鐳墊 804 上的第一銀合金鐳球凸塊 808 翻轉放置在基板 816 的鐳墊 818 上，再將第一銀合金鐳球凸塊 808 與基板 816 以黏著劑 814 接合，以完成第一種覆晶組裝。在此實施例中，第一銀合金鐳球凸塊 808 中的銀:金:鈦的重量比=60~99.98:0.01~30:0.01~10，且銀為第一銀合金鐳球凸塊 208 的主要成分(>50wt%)。鐳墊 804、鐳墊 818 例如為鋁鐳墊、鎳鐳墊、銅鐳墊、金鐳墊、或其他常用的焊墊材料。黏著劑 814 例如為導電膠或鐳錫。基板 816 例如為印刷電路板或另一片晶片。

在第 9 圖所示實施例中，首先，在第二晶片 902 上的鐳墊 904 上形成銀合金鐳球凸塊 908。而後，將第一晶片 802 的第一銀合金鐳球凸塊 808 與第二晶片 902 的銀合金鐳球凸塊 908 以黏著劑 814 接合，以完成第二種覆晶組裝。

在第 10 圖所示實施例中，在第一晶片 802 的鐳墊 804 上形成具有第一銀合金鐳球凸塊 808 及第二鐳球凸塊 810 的堆疊的鐳球凸塊結構 812。將第一晶片 802 翻轉放置基板 816 上，再將堆疊的鐳球凸塊結構 812 與基板 816 上的鐳墊 818 以黏著劑 814 接合，以完成第三種覆晶組裝。

在第 11 圖所示實施例中，首先，在第二晶片 902 上的鐳墊 904 上形成銀合金鐳球凸塊 908。而後，將第一晶片

802(其上具有第一銀合金鍍球凸塊 808 及第二鍍球凸塊 810 的堆疊的鍍球凸塊結構 812)翻轉放置在第二晶片 902 上。接著，將第一晶片 802 之堆疊的鍍球凸塊結構 812 與第二晶片 902 上的銀合金鍍球凸塊 908 以黏著劑 814 接合，以完成第四種覆晶組裝。

在第 12 圖所示實施例中，首先，在第二晶片 902 上的鍍墊 904 上形成具有第一鍍球凸塊 908 及第二鍍球凸塊 910 的堆疊的鍍球凸塊結構 912。而後，將第一晶片 802(其上具有第一銀合金鍍球凸塊 808 及第二鍍球凸塊 810 的堆疊的鍍球凸塊結構 812)翻轉放置在第二晶片 902 上。接著，將第一晶片 802 之堆疊的鍍球凸塊結構 812 與第二晶片 902 上的堆疊的鍍球凸塊結構 912 以黏著劑 814 接合，以完成第五種覆晶組裝。

第 13 圖則顯示將銀合金鍍球凸塊應用於捲帶自動接合的一實施例。參照第 13 圖，將基板 816 以捲帶自動接合於第一晶片 802 的鍍墊 804 上的第一銀合金鍍球凸塊 808。其中，第一銀合金鍍球凸塊 808 係以熱壓的方式與捲帶自動接合基板 816 上的鍍墊 818 接合。

綜上所述，在本發明的實施例中提供一種創新的銀合金鍍球凸塊及其製造與組裝方法。其中，銀合金鍍球凸塊與鍍墊接合可形成足夠的介金屬層，確保其接合性。然而，其介金屬化合物的成長極為緩慢，故不會導致接合界面脆化，因此有極高的可靠度。此外，本發明各實施例之銀合金鍍球凸塊與各種電鍍鍍錫合金鍍球凸塊相較，無環境污染的顧慮，且其合金組成可以很精確控制，亦無鍍錫合金

錒球凸塊的共平面度問題。再者，本發明之銀合金錒球錒球凸塊更可應用於晶圓層級封裝(Wafer Level Package)。

### 【比較例 1】

使用直徑  $25.4 \mu\text{m}$  的純金線以電弧放電(arc discharge)將線頭燒熔，利用表面張力自然形成圓球狀，再以超音波熱壓錒線技術與矽晶片的鋁墊接合，並將接合至晶片的鋁墊上的金線截斷，以完成金錒球凸塊的製作，其製程參數如表一所示；金錒球凸塊尺寸如表二所示；接合強度則如表三所示。

### 【比較例 2】

使用直徑  $25.4 \mu\text{m}$  的純銅線以電弧放電(arc discharge)將線頭燒熔，利用表面張力自然形成圓球狀，再以超音波熱壓錒線技術與矽晶片的鋁墊接合，並將接合至晶片的鋁墊上的純銅線截斷，以完成銅錒球凸塊的製作。

### 【實施例 1】錒球凸塊製程

使用直徑  $25.4 \mu\text{m}$  的 89wt%銀-8wt%金-3wt%鈮的銀合金線以電弧放電(arc discharge)將線頭燒熔，利用表面張力自然形成圓球狀，再以超音波熱壓錒線技術與矽晶片的鋁墊接合，並將接合至晶片的鋁墊上的銀合金線截斷，以完成銀合金錒球凸塊的製作，其製程參數如表一所示；製作完成的銀合金錒球凸塊的尺寸如表二所示；接合強度則如表三所示。參照表二，雖然使用相同直徑的原始錒線，銀

合金錳球凸塊尺寸略小於金錳球錳球凸塊。銀合金錳球凸塊較小的尺寸有利於高密度封裝之微小間距需求。此外，將此實施例的晶片上的銀合金錳球凸塊與比較例 1 的金錳球凸塊以 DAGE4000 接點強度測試機進行推力試驗(如表三所示)，銀合金錳球凸塊的接合強度較金錳球凸塊高 21%。

表一 銀合金錳球凸塊與金錳球凸塊之製程參數

	銀合金錳球凸塊	金錳球凸塊
功率(power)	230 (dac)	230 (dac)
時間(time)	10 (mm/s)	13.5 (mm/s)
接合力(adhesion force)	24 (gf)	24 (gf)
接合時間(adhesion time)	12 (ms)	12 (ms)
電流(current)	46 (mA)	40 (mA)
放電時間(discharge time)	0.46(ms)	0.46(ms)

表二 銀合金錳球凸塊與金錳球凸塊之尺寸

	銀合金錳球凸塊		金錳球凸塊	
	凸塊直徑	凸塊厚度	凸塊直徑	凸塊厚度
樣本數	30	30	30	30
極大值	52.54 $\mu\text{m}$	17.22 $\mu\text{m}$	55.38 $\mu\text{m}$	17.6 $\mu\text{m}$
極小值	46.64 $\mu\text{m}$	15.40 $\mu\text{m}$	47.02 $\mu\text{m}$	15.8 $\mu\text{m}$
平均值	49.28 $\mu\text{m}$	16.0 $\mu\text{m}$	53.42 $\mu\text{m}$	16.2 $\mu\text{m}$

表三 銀合金錐球凸塊與金錐球凸塊之推力測試結果

	銀合金錐球凸塊	金錐球凸塊
樣本數	30	30
極大值	32.22 克	26.35 克
極小值	27.12 克	21.08 克
平均值	29.42 克	24.32 克

### 【實施例 2】可靠度測試

將實施例 1 的銀合金錐球凸塊、比較例 1 的金錐球凸塊及比較例 2 的銅錐球凸塊以 96.5wt%錫-3wt%銀-0.5wt%銅的錐錫與球格陣列構裝(BGA)之雙馬來醯亞胺三嗪樹脂(bismaleimide triazine resin; BT 樹脂)基板接合，再於基板植上錐錫球，完成覆晶/BGA 高密度封裝產品的組裝。而後，將三種材質的錐球凸塊組裝產品進行冷熱循環試驗(Temperature Cycling Test; TCT)、壓力釜試驗(Pressure Cooking Test; PCT)及高溫貯存試驗(High Temperature Storage; HTS)，以進行可靠度試驗。

經實驗發現，比較例 1 的金錐球凸塊與鋁墊界面產生的介金屬層厚度高達  $2.1 \mu\text{m}$ ，故會造成接點的脆裂與產品失效。另外，比較例 2 的銅錐球凸塊所形成的介金屬層厚度只有  $0.2 \mu\text{m}$ ，難以確認其是否完全接合。而實施例 1 的銀合金錐球凸塊所產生的介金屬層厚度大約  $0.6 \mu\text{m}$ ，可以確保界面接合效果，亦不致於造成界面脆裂。

此外，將上述組裝產品進行冷熱循環試驗 500 次，比較例 1 的金錐球凸塊的介金屬層厚度劇增到  $3.8 \mu\text{m}$ ，比較例 2 的銅錐球凸塊組裝產品經過 3000 次冷熱循環試驗的介



金屬層厚度則僅成長至  $0.3\ \mu\text{m}$ ，而實施例 1 的銀合金錒球凸塊組裝產品經過 3000 次冷熱循環試驗的介金屬層厚度成長至  $1.0\ \mu\text{m}$ 。

另外，在壓力釜試驗 168 小時後，比較例 1 的金錒球凸塊組裝產品的介金屬層厚度成長至  $3.1\ \mu\text{m}$ ；比較例 2 的銅錒球凸塊組裝產品的介金屬層厚度僅成長至  $0.4\ \mu\text{m}$ ；而實施例 1 的銀合金錒球凸塊組裝產品的介金屬層厚度則成長至  $0.9\ \mu\text{m}$ 。

而在高溫貯存試驗 500 小時後，比較例 1 的金錒球凸塊組裝產品的介金屬層厚度大幅成長至  $4.3\ \mu\text{m}$ ，此時幾乎將晶片上鋁墊完全耗盡；比較例 2 的銅錒球凸塊組裝產品的介金屬層厚度僅成長至  $0.7\ \mu\text{m}$ ；而實施例 1 的銀合金錒球凸塊組裝產品的介金屬層厚度則成長至  $1.8\ \mu\text{m}$ 。

綜合上述各種可靠度試驗可知比較例 1 的金錒球凸塊組裝產品的介金屬化合物成長太快，會造成接合界面脆裂。相反的，比較例 2 的銅錒球凸塊組裝產品的介金屬層成長太慢，其界面有接合不完全的疑慮。亦即，介金屬層厚度過多或不足均會影響組裝產品的可靠度。然而，實施例 1 的銀合金錒球凸塊組裝產品的介金屬層厚度均介於金錒球凸塊與銅錒球凸塊之間，既不會發生金錒球凸塊的接合界面脆裂，也不會有銅錒球凸塊接合不完全的疑慮，故在可靠度試驗優於比較例 1 的金錒球凸塊與比較例 2 的銅錒球凸塊的組裝產品。

### 【實施例 3】晶圓級封裝應用

在一 6 吋矽晶圓的鋁墊上分別製作 12000 顆實施例 1 的銀合金錒球凸塊、比較例 1 的金錒球凸塊與比較例 2 的銅錒球凸塊，以進行晶圓層級封裝應用之試驗。

在完成矽晶圓上所有錒球凸塊的製作後，觀察錒球凸塊的介金屬厚度。實驗結果顯示，最先形成的金錒球凸塊(比較例 1)的介金屬層厚度為  $1.8 \mu\text{m}$ ；最先形成的銅錒球凸塊(比較例 2)的介金屬層厚度為與  $0.1 \mu\text{m}$ ；而最先形成的銀合金錒球凸塊(實施例 1)的介金屬層厚度為  $0.5 \mu\text{m}$ 。

此外，在晶圓上最初 10 個金錒球凸塊與銅錒球凸塊的介金屬層平均厚度分別為  $3.2 \mu\text{m}$  與  $0.4 \mu\text{m}$ ，而銀合金錒球凸塊的介金屬層厚度為  $0.8 \mu\text{m}$ 。這些較早形成的金錒球凸塊已有界面脆裂現象，而銅錒球凸塊則不僅接合不佳，而且氧化極為嚴重，甚至晶片有破裂跡象。然而，實施例 1 的銀合金錒球凸頭未呈現這些問題。

另外，此晶圓層級封裝採用比較例 1 的金錒球凸塊與實施例 1 的銀合金錒球凸塊的良率均接近 100%，而比較例 2 的銅錒球凸塊的良率只有大約 64%。

此外，完成的晶圓層級封裝最初 10 個金錒球凸塊的平均推球強度較最後 10 個降低約 17%，銅錒球凸塊更降低約 37%，而銀合金錒球凸塊的最初與最後 10 個錒球凸塊平均推球強度幾乎維持不變。

#### 【實施例 4】捲帶自動接合之應用

在積體電路晶片的鋁墊上分別製作實施例 1 的銀合金錒球凸塊與比較例 1 的金錒球凸塊，再利用熱壓頭使錒球

凸塊與聚亞醯胺(PI)捲帶基板上的銅箔電極接合。而後，將晶片上的銀合金錐球凸塊與金錐球凸塊以 DAGE4000 接點強度測試機進行推力試驗，結果如表四。如表四所示，銀合金錐球凸塊的接合強度較金錐球凸塊高 17 %。

表四 捲帶自動接合銀合金錐球凸塊與金錐球凸塊之推力測試結果

	銀合金錐球凸塊	金錐球凸塊
樣本數	30	30
極大值	63.24 克	54.56 克
極小值	58.87 克	50.44 克
平均值	61.15 克	52.45 克

雖然本發明已以數個較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作任意之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1 圖顯示在本發明一實施例中形成鐳球凸塊結構的流程圖。

第 2 至 5 圖顯示在本發明一實施例中形成鐳球凸塊結構的示意圖。

第 6 圖則顯示在另一實施例中形成堆疊的鐳球凸塊結構的方法。

第 7 圖則顯示由第 6 圖所示步驟所形成之堆疊的鐳球凸塊結構。

第 8 至 12 圖則顯示將上述銀合金鐳球凸塊應用於覆晶封裝的一些實施例。

第 13 圖則顯示將銀合金鐳球凸塊應用於捲帶自動接合的一實施例。

【主要元件符號說明】

102、104、106、108、110、112、114~步驟

200~銀合金鐳線

202~基板

204、804、904、818~鐳墊

206~第一球狀物

208~第一銀合金鐳球凸塊

210、810、910~第二鐳球凸塊

802~第一晶片

808~第一銀合金鐳球凸塊

816~基板

201312716

814~黏著劑

902~第二晶片

212、812、912~堆疊的鐳球凸塊結構

908~第一鐳球凸塊

七、申請專利範圍：

1.一種鐳球凸塊結構，包括：

一基板；以及

一第一銀合金鐳球凸塊，設置於該基板上，其中該第一銀合金鐳球凸塊中銀：金：鈮的重量比=60~99.98：0.01~30：0.01~10。

2.如申請專利範圍第1項所述之鐳球凸塊結構，其中該基板包括一晶片或一晶圓。

3.如申請專利範圍第1項所述之鐳球凸塊結構，其中該基板更包括一鐳墊，且該第一銀合金鐳球凸塊位於該鐳墊上。

4.如申請專利範圍第1項所述之鐳球凸塊結構，更包括一第二鐳球凸塊位於該第一銀合金鐳球凸塊上。

5.如申請專利範圍第4項所述之鐳球凸塊結構，其中該第二鐳球凸塊與該第一銀合金鐳球凸塊的組成成分相同。

6.一種鐳球凸塊結構的形成方法，包括：

提供一銀合金鐳線；

燒熔該銀合金鐳線的一端以形成一第一球狀物；

將該第一球狀物接合至一基板上；以及

截斷該銀合金鐳線，使得該第一球狀物留在該基板上以形成一第一銀合金鐳球凸塊，

其中該銀合金鐳線中銀：金：鈮的重量比=60~99.98：0.01~30：0.01~10。

7.如申請專利範圍第6項所述之鐳球凸塊結構的形成方法，其中該基板包括一晶片或一晶圓。

8.如申請專利範圍第 6 項所述之鐳球凸塊結構的形成方法，其中該銀合金鐳線的線徑介於 10 至 50 毫米。

9.如申請專利範圍第 6 項所述之鐳球凸塊結構的形成方法，其中該第一球狀物係以熱壓接合或超音波熱壓接合至該基板上。

10.如申請專利範圍第 6 項所述之鐳球凸塊結構的形成方法，其中該基板更包括一鐳墊，且該第一球狀物接合至該鐳墊上。

11.如申請專利範圍第 6 項所述之鐳球凸塊結構的形成方法，更包括：

再次燒熔該銀合金鐳線的一端以形成一第二球狀物；

將該第二球狀物接合至該第一銀合金鐳球凸塊上；以

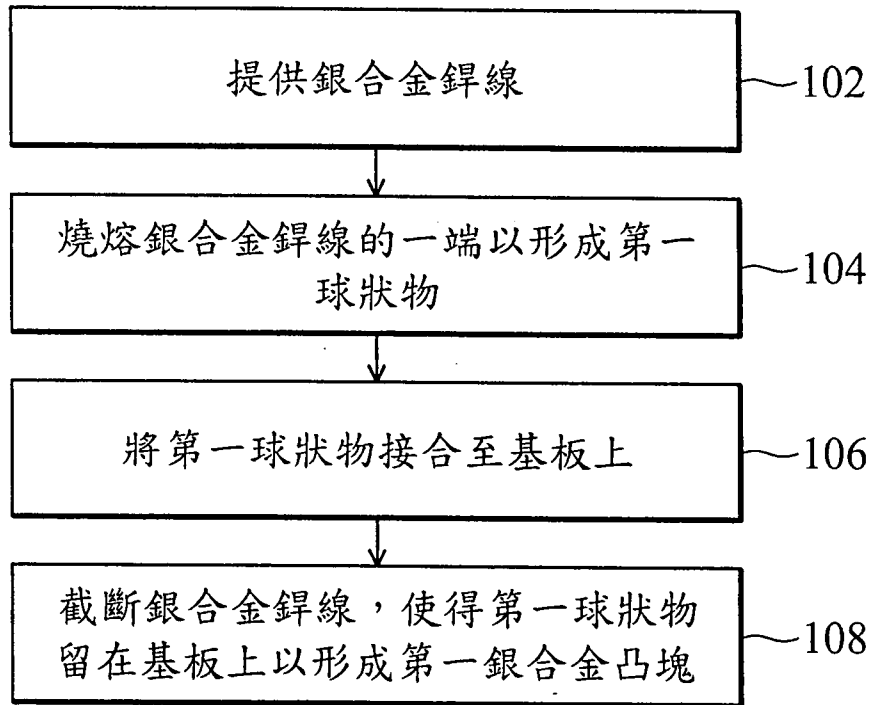
及

截斷該銀合金鐳線，使得該第二球狀物留在該第一球狀物上。

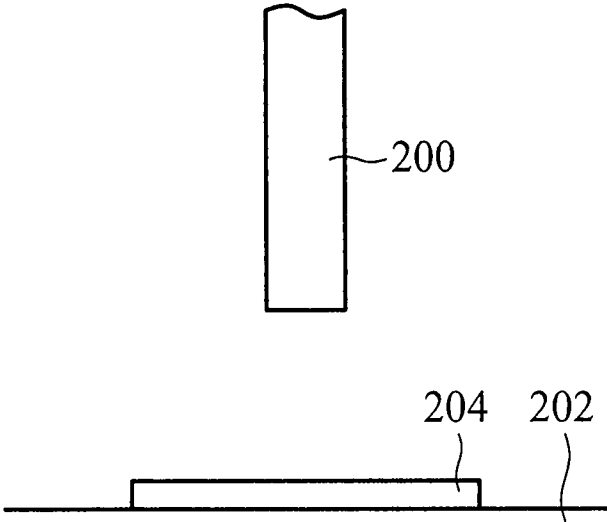
201312716

八、圖式：(如後所示)

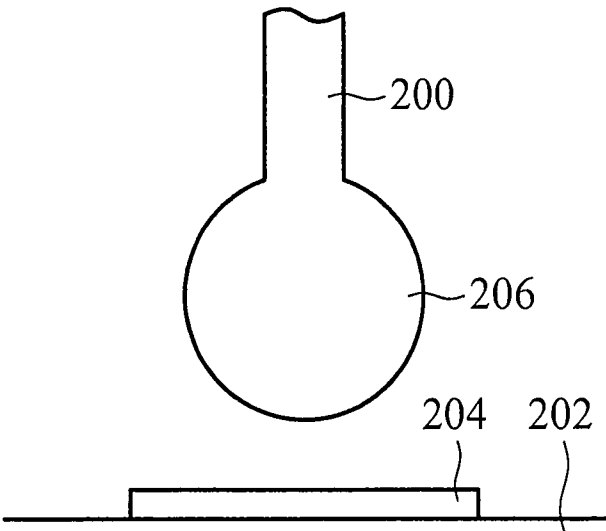




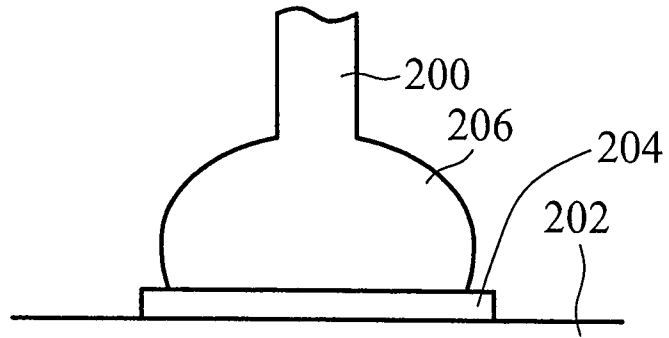
第 1 圖



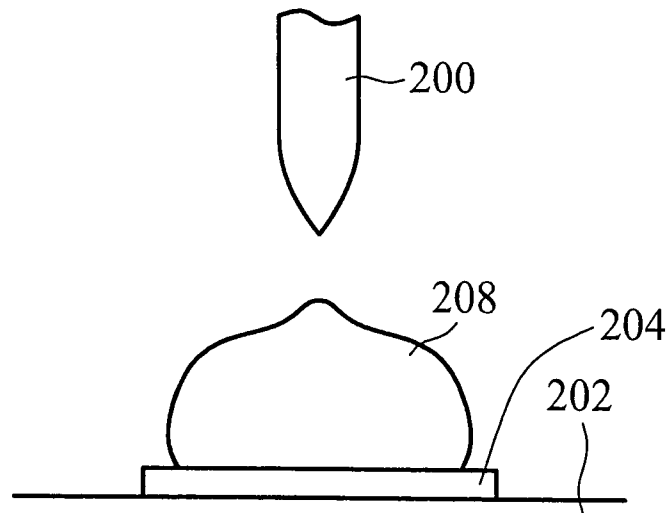
第 2 圖



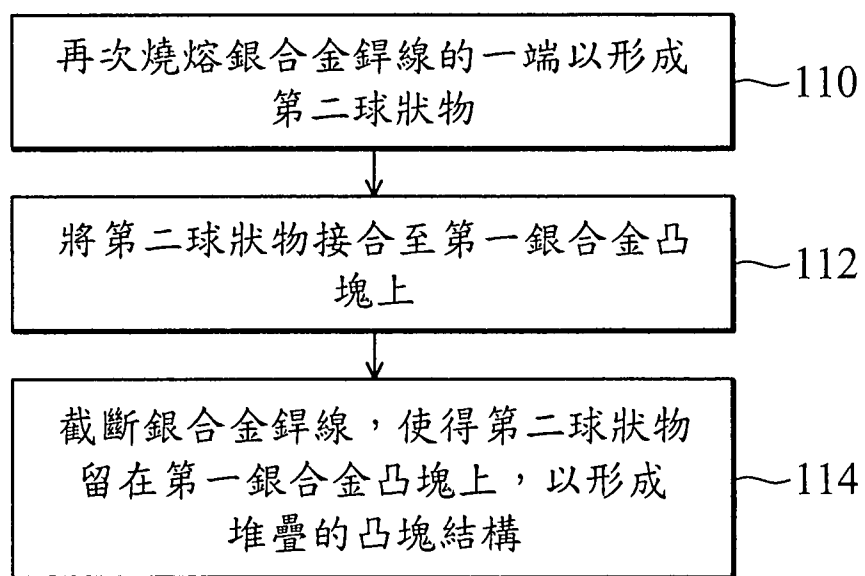
第 3 圖



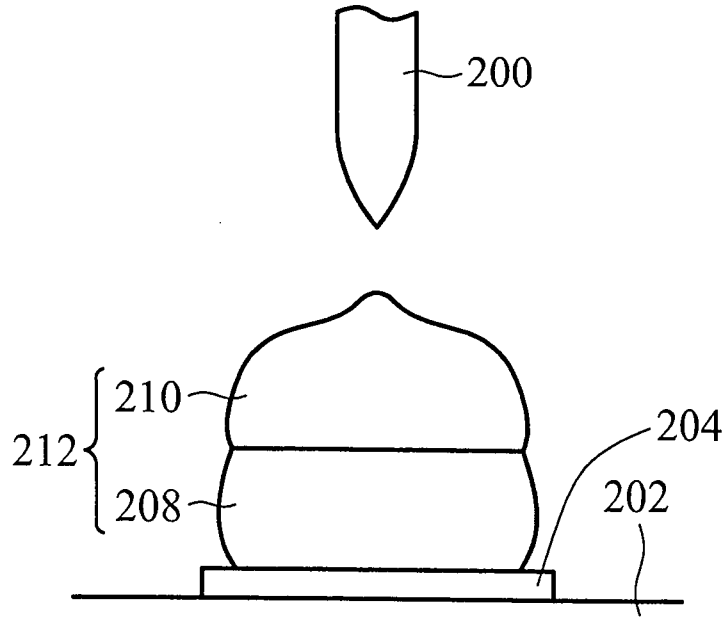
第 4 圖



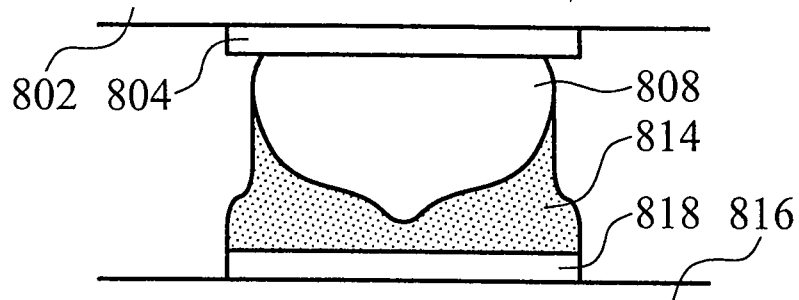
第 5 圖



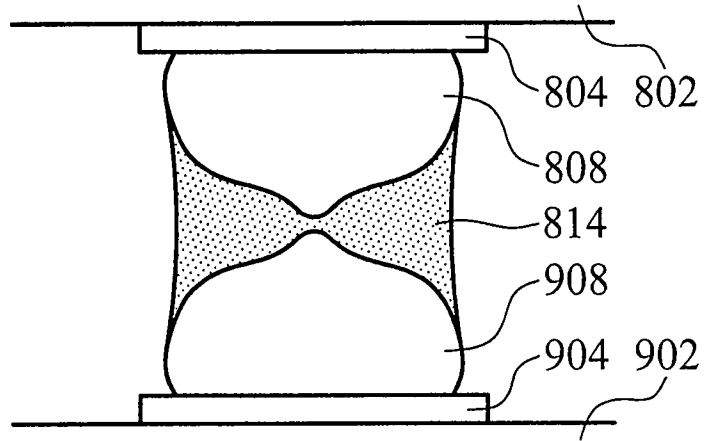
第 6 圖



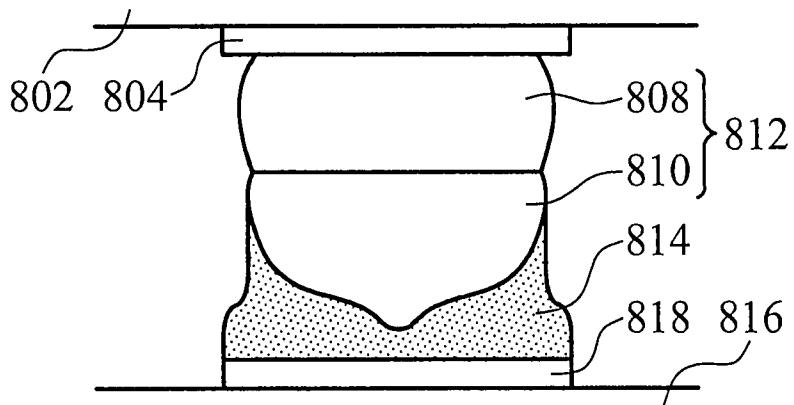
第 7 圖



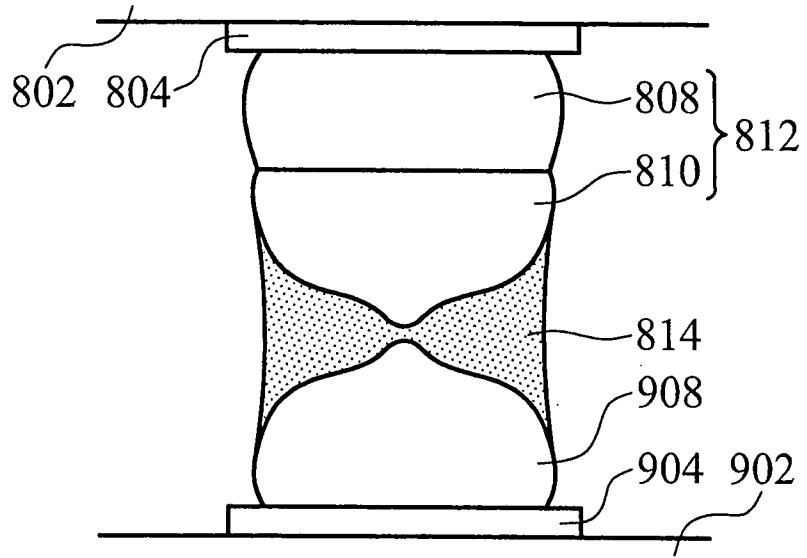
第 8 圖



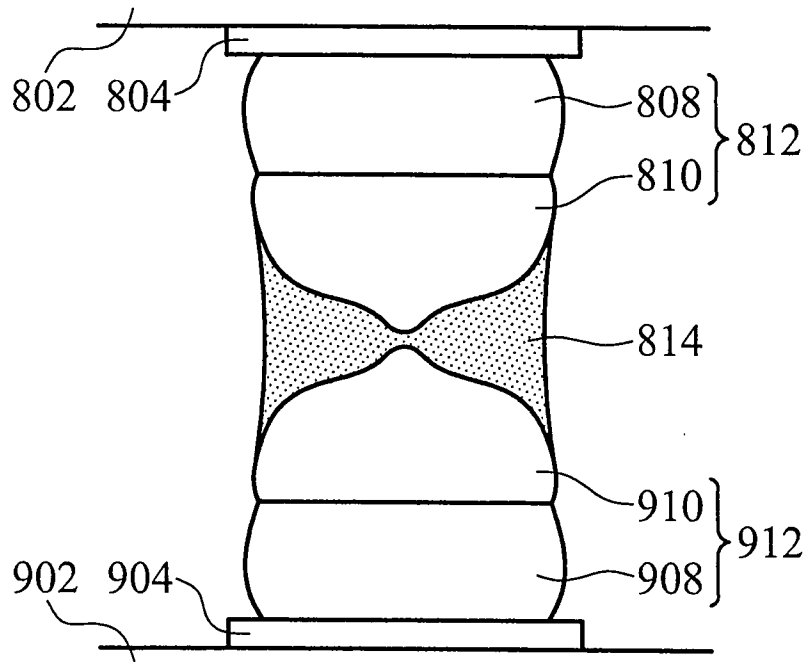
第 9 圖



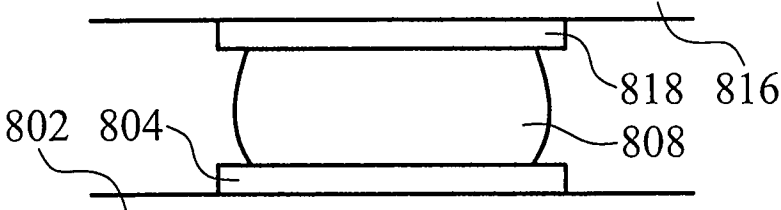
第 10 圖



第 11 圖



第 12 圖



第 13 圖