



(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 I483357 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 05 月 01 日

(21) 申請案號：101122590

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 25 日

(51) Int. Cl. : H01L23/48 (2006.01)

H01L21/60 (2006.01)

(30) 優先權：2011/11/30 美國

61/565,280

2012/02/16 美國

13/397,747

(71) 申請人：台灣積體電路製造股份有限公司 (中華民國) TAIWAN SEMICONDUCTOR
MANUFACTURING CO., LTD. (TW)

新竹市新竹科學工業園區力行六路 8 號

(72) 發明人：余振華 YU, CHEN HUA (TW)；李明機 LII, MIRNG JI (TW)；劉重希 LIU, CHUNG
SHI (TW)；鄭明達 CHENG, MING DA (TW)

(74) 代理人：洪澄文；顏錦順

(56) 參考文獻：

TW 201118965A

審查人員：陳建仲

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：40 共 43 頁

(54) 名稱

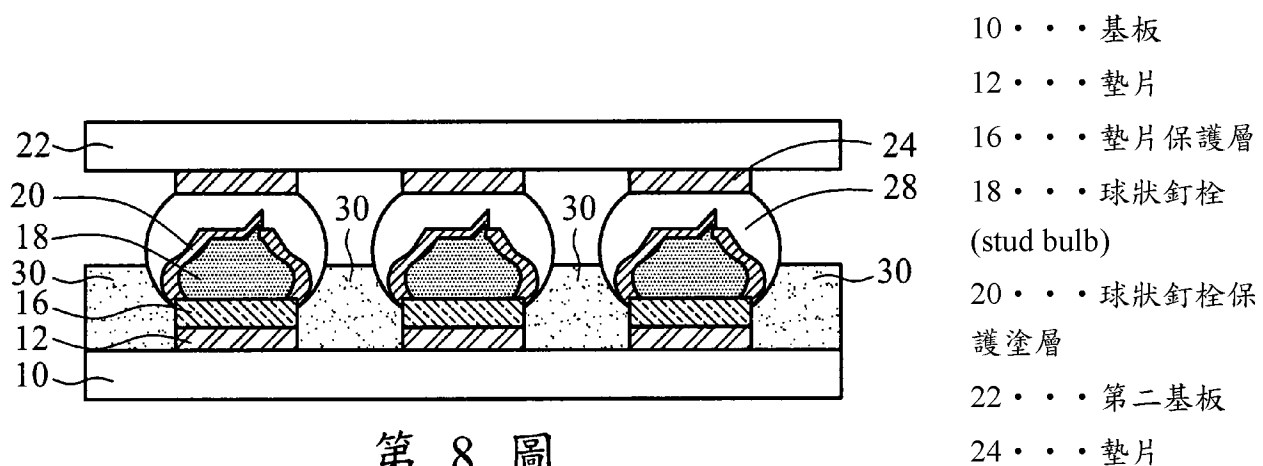
封裝結構

PACKAGE STRUCTURE

(57) 摘要

本發明提供一種封裝結構，包括：一第一基板；複數個球狀釘栓(stud bulb)耦合到該第一基板之第一表面；一晶粒黏著至該第一基板之第一表面；一第二基板；以及複數個電性連接結構耦合到該第二基板，每一個電性連接結構分別耦合到對應的球狀釘栓(stud bulb)。

Package-On-Package (PoP) structures and methods of forming PoP structures are disclosed. According to an embodiment, a structure comprises a first substrate, stud bulbs, a die, a second substrate, and electric connectors. The stud bulbs are coupled to a first surface of the first substrate. The die is attached to the first surface of the first substrate. The electrical connectors are coupled to the second substrate, and respective ones of the electrical connectors are coupled to respective ones of the stud bulbs.



第 8 圖

28 . . . 已回焊之焊料連接結構(reflowed solder connector)

30 . . . 模造化合物(molding compound)

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：101172590

※申請日：101. 6. 25 ※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

封裝結構

H01L 23/48 2006.01

PACKAGE STRUCTURE

H01L 21/60 2006.01

二、中文發明摘要：

本發明提供一種封裝結構，包括：一第一基板；複數個球狀釘栓(stud bulb)耦合到該第一基板之第一表面；一晶粒黏著至該第一基板之第一表面；一第二基板；以及複數個電性連接結構耦合到該第二基板，每一個電性連接結構分別耦合到對應的球狀釘栓(stud bulb)。

三、英文發明摘要：

Package-On-Package (PoP) structures and methods of forming PoP structures are disclosed. According to an embodiment, a structure comprises a first substrate, stud bulbs, a die, a second substrate, and electric connectors. The stud bulbs are coupled to a first surface of the first substrate. The die is attached to the first surface of the first substrate. The electrical connectors are coupled to the second substrate, and respective ones of the electrical connectors are coupled to respective ones of the stud bulbs.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(8)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10~基板；

12~墊片；

16~墊片保護層；

18~球狀釘栓 (stud bulb)；

20~球狀釘栓保護塗層；

22~第二基板；

24~墊片；

28~已回焊之焊料連接結構 (reflowed solder connector)；

30~模造化合物 (molding compound)。

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封裝結構，且特別是有關於一種堆疊式封裝層疊(package-on-package, PoP)之封裝結構。

【先前技術】

電子元件可被分成簡單的層級，這些層級包括各種元件，這些元件例如積體電路晶片、封裝結構、印刷電路板(printed circuit board, PCB)與系統。封裝結構(package)是介於電子元件(例如電腦晶片)與印刷電路板之間的界面。電子元件由半導體材料，例如矽，所組成。積體電路組合成封裝結構，例如方塊形扁平封裝(quad flat pack, QFP)、針腳柵格陣列(pin grid array, PGA)、球柵陣列封裝(ball grid array, BGA)。組合積體電路的方法包括使用打線接合(wire bonding)、帶狀自動化黏合(tape automated bonding, TAB)、或覆晶接合(flip chip)組裝技術。封裝元件接著被直接接合到印刷電路板(printed wiring board)或接合到另一種類的基板，此另一種基板定義為封裝結構的第二層。

球柵陣列封裝(ball grid array, BGA)技術為進階的半導體封裝技術，其將半導體晶片接合到一基板的前表面，以及複數個導電元件(例如焊料球)排列成陣列，通常稱為球柵陣列，形成於該基板的後表面上。球柵陣列允許半導體封裝結構接合且電性連接到外部的印刷電路板或其他電子元件。球柵陣列(BGA)封裝可應用於記憶體中，例如動態隨機存取記憶體(Dynamic Random Access Memory)或其他記憶體元件。

一個基本的覆晶封裝 (flip-chip, FC) 技術包括積體電路、內連接系統與基板。功能性晶片連接到具有複數個焊料凸塊的基板，其中焊料凸塊形成介於晶片與基板之間的金屬內連線 (metallurgical interconnection)。功能性晶片、焊料凸塊與基板形成一覆晶封裝。此外，複數個焊料球形成球閘陣列 (BGA)。

打線接合 (wire bonding) 技術用於電性連接晶片構件 (例如晶片電阻或晶片電容) 到基板上。將兩個功能性晶片堆疊到複數基板層之頂表面上。這些晶片藉由複數個接合金線連接到基板上。亦可使用其他導線，例如鋁線。功能性晶片、金線與基板形成打線接合 (wire bonding, WB) 封裝。

堆疊式封裝層疊 (package-on-package, PoP) 為一允許積體電路 (例如離散邏輯元件 (discrete logic) 與記憶體球閘陣列封裝 (memory ball grid array)) 垂直結合之堆疊技術。兩個或兩個以上之封裝結構採取一個安裝於另一個之上的方式堆疊，並藉由一標準界面傳遞彼此的訊號。此封裝結構可達到高密度，例如應用於行動電話/PDA 市場。

【發明內容】

本發明提供一種封裝結構，包括：一第一基板；複數個球狀釘栓 (stud bulb) 耦合到該第一基板之第一表面；一晶粒黏著至該第一基板之第一表面；一第二基板；以及複數個電性連接結構耦合到該第二基板，每一個電性連接結構分別耦合到對應的球狀釘栓 (stud bulb)。

本發明另提供一種封裝結構，包括：一第一基板包括一第一墊片位於該第一基板的一第一表面上，一晶粒附著

於該第一基板的一第一表面；一第二基板包括一第二墊片位於該第二基板的一第一表面上；一球狀釘栓(stud bulb)位於該第一墊片之上；以及一焊料連接結構(solder connector)耦合該球狀釘栓(stud bulb)到該第二墊片。

本發明又提供一種封裝結構，包括：一第一接合墊位於一第一基板的一第一表面上；一晶粒附著到該第一基板的第一表面；一第二接合墊位於一第二基板的一第二表面上，其中該第一表面相對於該第二表面，該晶粒設置於該第一表面與該第二表面之間；一球狀釘栓(stud bulb)位於該第一接合墊之上；以及焊料機械性地耦合該球狀釘栓(stud bulb)到該第二接合墊。

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】

下述實施例舉例說明堆疊式封裝層疊結構(package-on-package, PoP)。然而，其他實施例亦可應用於其他封裝或結構，例如三維積體電路(3DIC)。

須注意的是，雖然此處所討論的方法實施例依照特定的順序進行，然而亦可依照其他任何合乎邏輯性的順序進行。再者，各種圖式與示範的實施例中，類似的標號代表類似的元件。

依據本發明之實施例，第 1 圖至第 8 圖顯示形成堆疊式封裝層疊結構(package-on-package, PoP)的第一種方法。於第 1 圖中，提供一第一基板 10，例如，底層基板，其中

第一基板 10 具有墊片 12 位於其上表面。有機保焊劑 (organic solderability preservative, OSP) 14 形成於每一個墊片 12 之上表面上。第一基板 10 可以是，例如有機基板，半導體晶圓，玻璃，矽中介層 (silicon interposer)，有機中介層，或類似之材料或上述之組合。第一基板 10 可包括，例如未切割晶粒 (unsingulated) 或已切割晶粒及 / 或中介層。每一個晶粒及 / 或中介層可包括主動及 / 或被動元件及 / 或導通孔 (through vias)。第一基板 10 亦可包括各種材料層，例如介電層、保護層及 / 或金屬層。

於一實施例中，墊片 12 可經由保護層，直接連接到位於頂部金屬層之各自圖案。於另一實施例中，墊片 12 於頂部金屬層各自具有一圖案。於又一實施例中，墊片 12 可以是各自暴露的導通孔部份及 / 或形成於各自的導通孔部份之上。於一實施例中，墊片 12 可以是金屬，金屬合金，或金屬複合層及 / 或金屬合金複合層。於本實施例中，墊片 12 是銅，於其他實施例中，墊片 12 可包括銅、金、鋁、鋁銅合金、鎳、類似之材料或上述之組合。墊片 12 提供一外部電性連接到各種裝置 (device) 及元件 (component)，這些裝置及元件係形成於第一基板 10 之中及 / 或耦合到第一基板 10。

於第 2 圖中，從每個墊片 12 移除有機保焊劑 (organic solderability preservative, OSP) 14，以暴露墊片 12 的上表面。有機保焊劑 (organic solderability preservative, OSP) 14 可藉由任何適合的方式移除，例如塗佈助熔劑 (flux)、化學溶液 (酸或鹼)，類似之材料或上述之組合於基板上。

於第 3 圖中，墊片保護層 16 形成於每一個墊片 12 之

上。於一些實施例中，墊片保護層 16 為金屬、金屬合金、金屬或金屬合金複合層、類似之材料或上述之組合。金屬例如錫、鎳、鈮、金、類似之材料或上述之組合。墊片保護層 16 可以藉由，例如浸漬電鍍(immersion plating)、電鍍(electro-plating)、無電極電鍍(electroless-plating)、類似之方法或上述之組合所形成。於一實施例中，墊片保護層 16 為錫，藉由浸漬電鍍(immersion plating)形成。於另一實施例中，墊片保護層 16 為化學鍍鎳鈮金(electroless nickel, electroless palladium, immersion gold, ENEPIG)。於其他實施例中，墊片保護層 16 各別為自組裝單層(self-assembled monolayer)且可包括帶有修飾官能基的 C_4 - C_{30} 烷基，其中官能基例如硫醇類(thiol)或醇基，官能基藉由浸漬、旋轉塗佈、印刷、類似之方法或上述之組合而形成。

於第 4 圖中，球狀釘栓(stud bulb) 18 形成於墊片保護層 16 之上。球狀釘栓(stud bulb) 18 之形成方法，例如，熔化導線的尖端，以於導線的每一個尖端形成球狀物。球狀物接著放置到墊片保護層 16 之上，藉由施加機械力、熱及/或超音波能量，以接合球狀物與墊片保護層 16。之後，位於球狀物之上的導線被破壞(或因為外力、熱及/或超音波能量，而使先前的球狀物形狀受到破壞)。使用於此步驟之導線可以是銅、金、鋁、銀、合金、類似之材料或上述之組合。導線亦可以是摻雜元素的金屬。此外，導線可以是第一金屬外鍍第二金屬，例如，銅導線外鍍鈮。導線的直徑為約 0.3 -5 密爾(mils)，例如 1.5 密爾。球狀釘栓(stud bulb) 18 因此具有與導線相同之材料。

於第 5 圖中，球狀釘栓保護塗層 (bulb protective coating) 20 形成於各自的球狀釘栓 (stud bulb) 18 之上。於一些實施例中，球狀釘栓保護塗層 20 可以是金屬、金屬合金、金屬或金屬合金複合層、類似之材料或上述之組合。金屬例如錫、鎳、鈀、金、銀、類似之材料或上述之組合。球狀釘栓保護塗層 20 可以藉由，例如浸漬電鍍 (immersion plating)、電鍍 (electro-plating)、無電極電鍍 (electroless-plating)、類似之方法或上述之組合所形成。於一實施例中，球狀釘栓保護塗層 20 為錫，藉由浸漬電鍍 (immersion plating) 形成。於另一實施例中，球狀釘栓保護塗層 20 為化學鍍鎳鈀金 (electroless nickel, electroless palladium, immersion gold, ENIG)。於其他實施例中，球狀釘栓保護塗層 20 各別為自組裝單層 (self-assembled monolayer) 且可包括帶有修飾官能基的 C₄-C₃₀ 烷基，其中官能基例如硫醇類 (thiol) 或醇基，官能基藉由浸漬、旋轉塗佈、印刷、類似之方法或上述之組合而形成。於又一實施例中，球狀釘栓保護塗層 20 分別為有機保焊劑 (organic solderability preservative, OSP)，且藉由適合的技術所形成。球狀釘栓保護塗層 20 可提供一保護層於球狀釘栓 (stud bulb) 18 之上，以避免球狀釘栓 (stud bulb) 18 氧化，例如，當球狀釘栓 (stud bulb) 18 是銅時，避免銅氧化物形成於球狀釘栓 (stud bulb) 18 之上。

於第 6 圖中，提供一第二基板 22，例如上層基板。第二基板可具有任何結構特徵或組成，如同前述之第一基板 10。第二基板 22 具有墊片 24，且墊片 24 位於第二基板 22

之底表面上。於一實施例中，墊片 24 藉由穿過一保護層，直接連接到金屬層中各自的圖案。於另一實施例中，墊片 24 於金屬層中各自具有一圖案。墊片 24 可以是各自暴露的導通孔部份及/或形成於各自的導通孔部份之上。墊片 24 可以是金屬，金屬合金，或金屬複合層及/或金屬合金複合層。於一實施例中，墊片 24 是銅，於其他實施例中，墊片 24 可包括銅、金、鋁、鋁銅合金、類似之材料或上述之組合。墊片 24 提供一外部電性連接到各種裝置(device)及元件(component)，這些裝置及元件係形成於第二基板 22 之中及/或耦合到第二基板 22。焊料 26 形成於墊片 24 之上。焊料 26 可以是任何焊料材料，例如不含鉛之焊料或類似之材料，且藉由適合的方法所形成。

於第 7 圖中，形成於第二基板 22 之上的焊料 26 接觸第一基板 10 之上的球狀釘栓(stud bulb) 18，並且進行回焊，藉此形成已回焊之焊料連接結構(reflowed solder connector) 28。已回焊之焊料連接結構(reflowed solder connector) 28 提供機械與電性連接，以連接第一基板 10 上的球狀釘栓(stud bulb) 18 與第二基板 22 上的墊片 24。於第 8 圖中，模造化合物(molding compound) 30 分佈(disperse)於第一基板 10 與第二基板 22 之間的空間，且圍繞第一基板 10 與第二基板 22 之間的連接結構。模造化合物(molding compound) 30 可以是任何適合的材料，例如環氧樹脂或類似之材料。於其他實施例中，底部填充物、非導電膠、非導電薄膜或其他介電薄膜皆可用於取代模造化合物(molding compound) 30。

值得一提的是，實施例(例如第 8 圖中的結構)可包括未繪製於圖中的其他結構特徵。舉例而言，第一基板 10 與第二基板 22 可各自具有額外的電性連接結構於各自的另一表面上。第一基板 10 的底表面與第二基板 22 的頂表面可具有球狀釘栓(stud bulb)、微凸塊(microbumps)、細小凸塊(minibumps)、柱狀結構(pillars)、柱形結構(columns)、球閘陣列(BGA balls)、控制塌陷高度晶片連接(controlled collapse chip connection bumps, C4 bumps)、類似之結構或上述之組合。此外，晶粒可位於第一基板與第二基板之任意表面上。舉例而言，晶粒可藉由電性連接結構接合到第一基板 10 與第二基板 22 各自的頂表面及/或底表面。於表面上可形成任意個晶粒。實施例中的其他結構特徵為熟知本領域人士可輕易得知。

依據本發明之實施例，第 9 圖到第 14 圖顯示本發明形成堆疊式封裝層疊結構(package-on-package, PoP)之第二種方法。於此實施例中，第一基板 10 與墊片 12 依據第 1 圖與第 2 圖所討論之步驟所形成。於第 9 圖中，墊片 12 的頂表面經過處理，形成已處理之表面(treated surface) 32。處理步驟可以加強後續形成之球狀釘栓(stud bulb)與墊片之間的接合能力。於一實施例中，處理步驟包括使用氨氣(ammonia, NH_3)、氬氣(Ar)、氧氣(O_2)、臭氧(O_3)、氫氣(H_2)、氮氣(N_2)、甲烷電漿。於另一實施例中，處理步驟包括對墊片 12 摻雜鍺(Ge)。亦可使用本領域人士所熟知的其他電漿處理步驟或其他摻雜物。

於第 10 圖中，使用如第 4 圖所討論之方法或類似之方

法，將球狀釘栓(stud bulb)18 形成於已處理之表面(treated surface) 32 上。於第 11 圖中，使用先前於第 5 圖所討論之方法或類似之方法，將球狀釘栓保護塗層 20 形成於各自的球狀釘栓(stud bulb)18 之上。第 12 圖至第 14 圖顯示提供第二基板，藉由回焊結合第一基板 10 與第二基板 22，且使用先前於第 6-8 圖所討論之方法或類似之方法，提供模造化合物 30 於第一基板 10 與第二基板 22 之間。如先前實施例所討論，第 14 圖中的結構可具有其他並未顯示的結構特徵。

依據本發明之實施例，第 15 圖至第 19 圖顯示本發明形成堆疊式封裝層疊結構(package-on-package, PoP)之第三種方法。於此實施例中，第一基板 10 與墊片 12 依據第 1 圖與第 2 圖所討論之步驟所形成。於第 15 圖中，使用先前於第 4 圖所討論之方法或類似之方法，球狀釘栓(stud bulb) 18 直接形成於墊片 12 之上。於此實施例中，球狀釘栓(stud bulb) 18 可藉由直接金屬-金屬接合方法(direct metal-metal bond)接合到墊片 12。球狀釘栓(stud bulb) 18 與墊片 12 可由相同材料所組成，例如銅、鋁、銅鋁合金、類似之材料或上述之組合。於其他實施例中，球狀釘栓(stud bulb) 18 可使用與墊片 12 不同的材料，舉例而言，當墊片 12 包括鋁或鋁銅合金時，球狀釘栓(stud bulb) 18 可包括銅。第 16 圖至第 19 圖顯示形成球狀釘栓保護塗層 20 於各自的球狀釘栓(stud bulb)18 之上，提供第二基板 22，藉由回焊接合第一基板 10 到第二基板 22，以及使用先前於第 5-8 圖所討論之方法或類似之方法，提供模造化合物 30 於第一基板

10 與第二基板 22 之間。如先前實施例所討論，第 19 圖之結構可包括未顯示之結構特徵。

依據本發明之實施例，第 20 圖至第 24 圖顯示球狀釘栓(stud bulb)18 的各種形狀特徵，其中的任何形狀特徵亦可使用於先前的實施例中。第 20 圖顯示單一球狀釘栓(stud bulb) 40，例如先前圖示中所顯示的球狀釘栓(stud bulb)18。單一球狀釘栓(stud bulb)40 之形成可藉由熔化導線的尖端，於尖端形成球狀物。此球狀物接著放置於接合的表面上，藉由施加機械力、熱及/或超音波能量，以接合球狀物到接合表面。之後，位於球狀物之上的導線被破壞(或因為外力、熱及/或超音波能量，而使先前的球狀物形狀受到破壞)。單一球狀釘栓(stud bulb) 40 的直徑 D 為約 0.3 -5 密爾(mils)，例如 1.5 密爾。單一球狀釘栓(stud bulb) 40 的高度 H 為約 20-200 微米(micrometers)，例如為約 150 微米。

第 21 圖顯示具有延伸尾狀物(elongated tail)44 的單一球狀釘栓(stud bulb)42。形成具有延伸尾狀物(elongated tail)44 的單一球狀釘栓(stud bulb)42 之方法，例如，使用先前於第 20 圖所討論的形成單一球狀釘栓(stud bulb) 40 之方法或類似之方法，差異在於破壞與單一球狀釘栓(stud bulb) 42 間隔一段距離的導線，以留下延伸尾狀物(elongated tail)44。於其他實施例中，可調整其他製程的條件，以形成延伸尾狀物(elongated tail)44。延伸尾狀物(elongated tail)44 具有高度 H1 為約 10-200 微米，例如為約 100 微米，且單一球狀釘栓(stud bulb) 42 具有高度 H2 為約 5-80 微米，例如為約 50 微米。

第 22 圖與第 23 圖各自顯示堆疊的單一球狀釘栓(stud bulb)。於第 22 圖中，單一球狀釘栓(stud bulb) 46 與 48 依序使用先前於第 20 圖所討論之形成單一球狀釘栓(stud bulb) 40 之方法或類似之方法所形成。於此實施例中，單一球狀釘栓(stud bulb) 46 與 48 具有相同的材料。舉例而言，單一球狀釘栓(stud bulb) 46 與 48 各自為銅。於第 23 圖中，單一球狀釘栓(stud bulb) 50 與 52 依序使用先前於第 20 圖所討論之形成單一球狀釘栓(stud bulb) 40 之方法或類似之方法所形成。於此實施例中，單一球狀釘栓(stud bulb) 50 與 52 具有不同的材料。舉例而言，單一球狀釘栓(stud bulb)50 為金，單一球狀釘栓(stud bulb)52 為銅。雖然第 22 圖與第 23 圖顯示 2 個單一球狀釘栓(stud bulb)，但是其他實施例可涵蓋(contemplate)多個單一球狀釘栓(stud bulb)，其中這些單一球狀釘栓(stud bulb)可為堆疊結構及/或包括各種材料之組合。

第 24 圖顯示單一球狀釘栓(stud bulb)的堆疊結構，堆疊結構的其中之一具有延伸尾狀物(elongated tail)。單一球狀釘栓(stud bulb)56 具有延伸尾狀物(elongated tail)58，並且堆疊於單一球狀釘栓(stud bulb)54 之上。單一球狀釘栓(stud bulb) 54 之形成係使用先前於第 20 圖所討論的形成單一球狀釘栓(stud bulb)之方法或類似之方法。具有延伸尾狀物(elongated tail) 58 的球狀釘栓(stud bulb)56 之形成則是使用先前於第 21 圖所討論的形成具有延伸尾狀物(elongated tail)44 的球狀釘栓(stud bulb)42 之方法或類似之方法所形成。球狀釘栓(stud bulb) 54 與 56 可包括相同或不

同之材料，如第 22 圖與 23 圖所討論，此外，可包括其他單一球狀釘栓(stud bulb)堆疊結構。

第 25 圖至第 28 圖顯示其他實施例。第 25 圖與第 26 圖顯示：墊片 12、墊片保護層 16、球狀釘栓(stud bulb) 18、球狀釘栓保護塗層 20、已回焊之焊料連接結構(reflowed solder connector)28、墊片 24，如同顯示於第 8 圖中的實施例。第 25 圖顯示單一球狀釘栓(stud bulb)18a 對應於球狀釘栓 (stud bulb)18。第 26 圖顯示，單一球狀釘栓(stud bulb)18b 具有較高的高度及/或延伸尾狀物對應於球狀釘栓 (stud bulb)18。於第 25 圖與第 26 圖中，舉例而言，墊片保護層 16 為化學鍍鎳鈀金(electroless nickel, electroless palladium, immersion gold, ENIG)。已回焊之焊料連接結構(reflowed solder connector)28 沾潤於(wetted)墊片保護層 16 之頂表面，使得位於球狀釘栓(stud bulb)18 之外的墊片保護層 16 之頂表面的全部(entirety)為已回焊之焊料連接結構 28 所接觸。須注意的是，頂表面的全部(entirety)是指大致上包括整個頂表面的全部，亦即依據適當的製程(如同本文所提及之製程)所造成的結果，如本領域人士應能了解此用語(entirety, 全部)。

雖然並未特別顯示，當已處理之表面 32 (第 14 圖)及/或墊片 12(第 19 圖)各別之頂表面做為球狀釘栓(stud bulb) 18 的接合表面時，焊料連接結構 28 可沾潤這些表面，類似於第 25 圖與第 26 圖。於其他實施例中，已回焊之焊料連接結構 28 可能不會沾潤已處理之表面 32 (第 14 圖)及/或墊片 12(第 19 圖)各別之頂表面。

第 27 圖與第 28 圖顯示：墊片 12、墊片保護層 16、球狀釘栓(stud bulb) 18、球狀釘栓保護塗層 20、已回焊之焊料連接結構 28、墊片 24，如同顯示於第 8 圖中的實施例。第 27 圖顯示單一球狀釘栓(stud bulb)18a 對應於球狀釘栓(stud bulb)。第 28 圖顯示單一球狀釘栓(stud bulb)18b 具有較高的高度及/或延伸尾狀物對應於球狀釘栓(stud bulb)18。於第 27 圖與第 28 圖中，舉例而言，墊片保護層 16 為浸鍍錫(immersion tin)、自組裝單層(self-assembled monolayer) 或有機保焊劑 (organic solderability preservative, OSP)結構。已回焊之焊料連接結構 28 並未沾潤墊片保護層 16 之頂表面，因此沿著墊片保護層 16 的周圍部份 70 並未接觸已回焊之焊料連接結構 28，且周圍部份 70 被暴露在外。

第 29 圖顯示部份接合(partial joint)。舉例而言，當回焊時，焊料 26 不足以完全覆蓋球狀釘栓(stud bulb) 18，因而形成部份接合。第 29 圖顯示具有較高的高度及/或延伸尾狀物的球狀釘栓(stud bulb) 18，以接合到接合表面 72。球狀釘栓保護塗層 20 形成於球狀釘栓(stud bulb) 18 之上。圍繞於球狀釘栓(stud bulb) 18 的已回焊後之焊料連接結構(reflowed solder connector)28 被回焊且連接到接合表面 74。舉例而言，接合表面 72 可以是墊片保護層 16、已處理後表面(treated surface)32 或墊片 12，而接合表面 74 可以是墊片 24。已回焊之焊料連接結構(reflowed solder connector)28 並未完全覆蓋球狀釘栓(stud bulb) 18b，且暴露出一部份的球狀釘栓保護塗層 20。須注意的是，可以使

用各種不同的球狀釘栓(stud bulb)結構，例如單一球狀釘栓(stud bulb)、堆疊球狀釘栓(stud bulb)、具有較高高度的單一球狀釘栓(stud bulb)、具有延伸尾狀物之球狀釘栓(stud bulb)或上述之組合。

第 30-33 圖顯示球狀釘栓(stud bulb)的各種變化實施例。舉例而言，第 30 圖描述第 25 圖之結構，差異在於新增介金屬化合物(inter-metal compound, IMC)80。介金屬化合物(inter-metal compound, IMC) 80 形成於墊片保護層 16 的部份之上，該墊片保護層 16 的部份係指於回焊製程的過程中，被回焊的焊料所接觸的部份。介金屬化合物(IMC)80 藉由下述方法形成，於回焊過程中，藉由焊料 26 中的材料與墊片保護層 16 反應而得。介金屬化合物(IMC)80 可以是銅錫合金(例如 Cu_3Sn 或 Cu_6Sn_5)，鎳錫合金(例如 Ni_3Sn_4)、類似之材料或上述之組合。

舉例而言，第 31 圖顯示第 27 圖中的結構，差異在於包括介金屬化合物(IMC)82 且不包括球狀釘栓保護塗層 20。介金屬化合物(IMC)82 形成於球狀釘栓(stud bulb) 18a 的部份之上，且該球狀釘栓(stud bulb) 18a 的部份係指於回焊製程的過程中，被回焊的焊料所接觸的部份。介金屬化合物(IMC)82 藉由下述方法形成，於回焊過程中，藉由焊料 26 中的材料與球狀釘栓(stud bulb) 18a 反應而得。介金屬化合物(IMC)82 可以是銅錫合金(例如 Cu_3Sn 或 Cu_6Sn_5) 或類似之材料。

於類似第 31 圖的實施例中，在對焊料 26 進行回焊步驟之前，球狀釘栓保護塗層 20 可形成於或可不形成於球狀

釘栓(stud bulb) 18a 之上。如此處所述，如果不形成球狀釘栓保護塗層 20，介金屬化合物(IMC)82 直接形成於球狀釘栓(stud bulb) 18a 之上。於一實施例中，如果形成球狀釘栓保護塗層 20，於回焊過程中，球狀釘栓保護塗層 20 會被熔解，使介金屬化合物(IMC)82 直接形成於球狀釘栓(stud bulb) 18a 之上。再者，雖然此處未描述，但可包括下述之實施例，在球狀釘栓(stud bulb) 18a 外表面之上具有球狀釘栓保護塗層 20，且介金屬化合物(IMC)82 直接形成於球狀釘栓保護塗層 20 之外表面上。於此實施例中，介金屬化合物(IMC)82 可藉由類似於第 31 圖所討論之方法而形成。

舉例而言，第 32 圖描述第 30 圖的結構，差異在於包括介金屬化合物(IMC)82 且不包括球狀釘栓保護塗層 20。介金屬化合物(IMC)82 形成於球狀釘栓(stud bulb) 18a 的部份之上，且該球狀釘栓(stud bulb) 18a 的部份係指於回焊製程的過程中，被回焊的焊料所接觸的部份。介金屬化合物(IMC)82 可以是銅錫合金(例如 Cu_3Sn 或 Cu_6Sn_5)或類似之材料。

於類似第 32 圖的實施例中，在對焊料 26 進行回焊步驟之前，球狀釘栓保護塗層 20 可形成於或不形成於球狀釘栓(stud bulb) 18a 之上。如此處所述，如果不形成球狀釘栓保護塗層 20，介金屬化合物(IMC)82 直接形成於球狀釘栓(stud bulb) 18a 之上。於一實施例中，如果形成球狀釘栓保護塗層 20，於回焊過程中，球狀釘栓保護塗層 20 會被熔解，使介金屬化合物(IMC)82 直接形成於球狀釘栓(stud bulb) 18a 之上。再者，雖然此處未描述，但可包括下述之

實施例，在球狀釘栓(stud bulb) 18a 外表面之上具有球狀釘栓保護塗層 20，且介金屬化合物(IMC)82 直接形成於球狀釘栓保護塗層 20 之外表面上。於此實施例中，介金屬化合物(IMC)82 可藉由類似於第 32 圖所討論之方法而形成。

舉例而言，第 33 圖敘述第 29 圖的結構，差異在於包括介金屬化合物(IMC)84 且不包括球狀釘栓保護塗層 20。介金屬化合物(IMC)84 形成於球狀釘栓(stud bulb) 18b 的部份之上，且該球狀釘栓(stud bulb) 18b 的部份係指於回焊製程的過程中，被回焊的焊料所接觸的部份。如前述所討論的部份接合，一部份球狀釘栓(stud bulb) 18b 並未被金屬化合物(IMC)84 或是已回焊之焊料連接結構(reflowed solder connector)28 所覆蓋。介金屬化合物(IMC)84 藉由下述方法形成，於回焊過程中，藉由焊料 26 中的材料與球狀釘栓(stud bulb) 18b 反應而得。介金屬化合物(IMC)84 可以是銅錫合金(例如 Cu_3Sn 或 Cu_6Sn_5)或類似之材料。

於類似第 33 圖的實施例中，在對焊料 26 進行回焊步驟之前，球狀釘栓保護塗層 20 可形成於或可不形成於球狀釘栓(stud bulb) 18b 之上。如此處所述，如果不形成球狀釘栓保護塗層 20，介金屬化合物(IMC)84 直接形成於球狀釘栓(stud bulb) 18b 之上。於一實施例中，如果形成球狀釘栓保護塗層 20，於回焊過程中，球狀釘栓保護塗層 20 會被熔解，使介金屬化合物(IMC)84 直接形成於球狀釘栓(stud bulb) 18b 之上。再者，雖然此處未描述，但可包括下述之實施例，在球狀釘栓(stud bulb) 18b 外表面之上具有球狀釘栓保護塗層 20，且介金屬化合物(IMC)84 直接形成於球狀

釘栓保護塗層 20 之外表面上。於此實施例中，介金屬化合物(IMC)84 可藉由類似於第 33 圖所討論之方法而形成。

第 34 圖與第 35 圖分別描述封裝結構的元件佈局圖與剖面圖。封裝結構包括基板 90(例如於上述實施例之第一基板 10)、球狀釘栓(stud bulb) 92 位於基板 90 頂表面之上與一晶粒 94 附著於基板 90 頂表面之上。如第 35 圖所示，電性連接結構(electrical connector) 96 連接晶粒 94 到基板 90。電性連接結構(electrical connector) 96 可以是，例如，微凸塊(microbumps)、細小凸塊(minibumps)、控制塌陷高度晶片連接(controlled collapse chip connection bumps, C4 bumps)或類似之結構。第 34 圖與第 35 圖亦顯示介於球狀釘栓(stud bulb) 92 之間的間距(pitch)P。舉例而言，間距，小於 100 微米，或介於 50-90 微米之間，例如 80 微米。須注意的是，此結構可以是堆疊式封裝層疊結構(package-on-package, PoP)的底層基板，並且可以具有，例如，球閘陣列封裝球(ball grid array ball, BGA ball)位於底表面上。此外，其他封裝結構(例如顯示於第 1-19 圖中的實施例)可位於該結構之頂表面，以形成堆疊式封裝層疊結構(package-on-package, PoP)。

第 36 圖顯示本發明一實施例之堆疊式封裝層疊結構(package-on-package, PoP)。第 36 圖中的結構包括如第 34 圖與第 35 圖所討論之元件。該結構尚包括電性連接結構 98，例如球閘陣列封裝球(ball grid array ball, BGA ball)位於基板 90 之底表面上。此外，第二基板 102 藉由回焊後之焊料連接結構(reflowed solder connector) 100 附著到基板

90，回焊後之焊料連接結構 100 耦合到第二基板的底表面。如前述實施例所述，圍繞於球狀釘栓(stud bulb) 92 之回焊後之焊料連接結構 100 被回焊。第二晶粒 104 藉由電性連接結構 106 附著到第二基板 102 之頂表面上，電性連接結構 106 同於或類似於電性連接結構 96。先前所討論的球狀釘栓(stud bulb)的結構特徵或其他元件亦可應用於第 36 圖的結構中。再者，額外的晶粒可位於結構之上，例如位於基板 90 與 102 之底表面上及/或位於基板 90 與 102 之頂表面之上。甚至於，其他封裝結構可形成於第二基板 102 之頂表面之上，第二基板 102 可使用或可不使用此處所述之球狀釘栓(stud bulb)或其他結構特徵。

第 37 圖至第 40 圖顯示合併先前所述之結構特徵所形成的各種封裝結構，這些封裝結構亦可使用於第 36 圖中的堆疊式封裝層疊結構(package-on-package, PoP)。第 37 圖至第 40 圖包括第 34 圖與第 35 圖之元件，因此，不詳細討論位於第 37 圖至第 40 圖中的元件。於第 37 圖中，封裝結構包括球狀釘栓(stud bulb)110，其中球狀釘栓(stud bulb)110 之高度高於晶粒 94 之頂表面。舉例而言，球狀釘栓(stud bulb)110 之高度為約 20-80 微米，例如約 50 微米。球狀釘栓(stud bulb)110 之直徑為約 10-80 微米，例如約 30 微米。

於第 38 圖中，封裝結構包括堆疊的球狀釘栓(stud bulb)112，其中球狀釘栓(stud bulb)112 包括兩個單一球狀釘栓(stud bulb)。堆疊的球狀釘栓(stud bulb)112 之高度高於晶粒 94 之頂表面。舉例而言，堆疊的球狀釘栓(stud bulb)112 之高度為約 30-200 微米，例如約 150 微米。球狀

釘栓(stud bulb)110 之直徑為約 20-150 微米，例如約 80 微米。

於第 39 圖中，封裝結構包括具有延伸尾狀物之球狀釘栓(stud bulb)114。具有延伸尾狀物之球狀釘栓(stud bulb)114 之高度高於晶粒 94 之頂表面。舉例而言，具有延伸尾狀物之球狀釘栓(stud bulb)114 之高度為約 30-200 微米，例如約 150 微米。具有延伸尾狀物之球狀釘栓(stud bulb)114 之直徑為約 20-150 微米，例如約 80 微米。

於第 40 圖中，封裝結構包括具有球狀釘栓(stud bulb)116。球狀釘栓(stud bulb)116 之高度低於晶粒 94 之頂表面。舉例而言，球狀釘栓(stud bulb)116 之高度為約 10-50 微米，例如約 30 微米。球狀釘栓(stud bulb)116 之直徑為約 5-50 微米，例如約 30 微米。於一實施例中，形成球狀釘栓(stud bulb)116 之製法包括降低球狀釘栓(stud bulb)116 之高度及/或直徑，例如藉由雷射鑽孔技術(laser drilling)。

藉由形成球狀釘栓(stud bulb)於堆疊式封裝層疊結構(package-on-package, PoP)中，連線於封裝結構的連接結構彼此之間間距(pitch)，可小於 100 微米，因此，可以增加連接結構的密度。再者，於實施例中，可藉由選擇導線及/或製程參數的控制決定球狀釘栓(stud bulb)的高度與間距。製作球狀釘栓(stud bulb)的製程是可調整的(flexible)，且可適用於各種封裝尺寸。此外，實施例中亦可使用各種材料，這些材料可與習知的製程相容(compatible)。

本發明第一實施例是一種封裝結構，包括：一第一基板；複數個球狀釘栓(stud bulb)耦合到該第一基板之第一表

面；一晶粒黏著至該第一基板之第一表面；一第二基板；以及複數個電性連接結構耦合到該第二基板，每一個電性連接結構分別耦合到對應的球狀釘栓(stud bulb)。

本發明另一實施例是一種封裝結構，包括：一第一基板包括一第一墊片位於該第一基板的一第一表面上，一晶粒附著於該第一基板的一第一表面；一第二基板包括一第二墊片位於該第二基板的一第一表面上；一球狀釘栓(stud bulb)位於該第一墊片之上；以及一焊料連接結構(solder connector)耦合該球狀釘栓(stud bulb)到該第二墊片。

本發明又一實施例是一種封裝結構之形成方法。方法包括提供一第一基板，一第一墊片形成於該第一基板的一第一表面上，一晶粒附著於該第一基板的一第一表面；形成一球狀釘栓(stud bulb)於該第一墊片之上；提供一第二基板，其中一第二墊片位於該第二基板的一第一表面上；以及耦合一電性連接結構到該球狀釘栓(stud bulb)與該第二墊片。

本發明又提供一種封裝結構，包括：一第一接合墊位於一第一基板的一第一表面上；一晶粒附著到該第一基板的第一表面；一第二接合墊位於一第二基板的一第二表面上，其中該第一表面相對於該第二表面，該晶粒設置於該第一表面與該第二表面之間；一球狀釘栓(stud bulb)位於該第一接合墊之上；以及焊料機械性地耦合該球狀釘栓(stud bulb)到該第二接合墊。

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 1~8 圖為一系列剖面圖，用以本發明一實施例之形成堆疊式封裝層疊結構(package-on-package, PoP)的第一種方法。

第 9~14 圖為一系列剖面圖，用以說明本發明一實施例之形成堆疊式封裝層疊結構(package-on-package, PoP)的第二種方法。

第 15~19 圖為一系列剖面圖，用以說明本發明一實施例之形成堆疊式封裝層疊結構(package-on-package, PoP)的第三種方法。

第 20 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之單一球狀釘栓(stud bulb)。

第 21 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之具有延伸尾狀物(elongated tail)的單一球狀釘栓(stud bulb)。

第 22 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之具有相同材料的球狀釘栓(stud bulb)堆疊結構。

第 23 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之具有不同材料的球狀釘栓(stud bulb)堆疊結構。

第 24 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之球狀釘栓(stud bulb)之堆疊結構，其中一個球狀釘栓(stud bulb)具有延伸尾狀物。

第 25 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之單一

球狀釘栓(stud bulb)與已回焊之焊料連接結構(reflowed solder connector)之接合結構，其中已回焊之焊料連接結構沾潤於(wetted)墊片保護層。

第 26 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之具有較高高度及/或延伸尾狀物之單一球狀釘栓(stud bulb)與已回焊之焊料連接結構(reflowed solder connector)之接合結構，其中已回焊之焊料連接結構沾潤於(wetted)墊片保護層。

第 27 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之單一球狀釘栓(stud bulb)與已回焊之焊料連接結構(reflowed solder connector)之接合結構，其中已回焊之焊料連接結構不沾潤(wetted)墊片保護層。

第 28 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之具有較高高度及/或延伸尾狀物之單一球狀釘栓(stud bulb)與已回焊之焊料連接結構(reflowed solder connector)之接合結構，其中已回焊之焊料連接結構不沾潤(wetted)墊片保護層。

第 29 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之部份接合(partial joint)。

第 30 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之單一球狀釘栓(stud bulb)與介金屬化合物(IMC)形成於墊片保護層之上的接合結構。

第 31 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之單一球狀釘栓(stud bulb)與介金屬化合物(IMC)形成於其上之接合結構。

第 32 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之單一球狀釘栓(stud bulb)與介金屬化合物(IMC)形成於墊片保護層與單一球狀釘栓(stud bulb)之上之接合結構。

第 33 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之介金屬化合物(IMC)形成於球狀釘栓(stud bulb)之上之接合結構。

第 34 圖為依據本發明一實施例之封裝結構的元件佈局圖。

第 35 圖為依據本發明一實施例之封裝結構的元件剖面圖。

第 36 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之堆疊式封裝層疊結構(package-on-package, PoP)。

第 37 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之封裝結構，其包括球狀釘栓(stud bulb)之高度高於晶粒之頂表面。

第 38 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之封裝結構，其包括球狀釘栓(stud bulb)的堆疊結構高度高於晶粒之頂表面。

第 39 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之封裝結構，其包括具有延伸尾狀物之球狀釘栓(stud bulb)的高度高於晶粒之頂表面。

第 40 圖為一剖面圖，用以說明本發明一實施例之封裝結構，其包括球狀釘栓(stud bulb)的高度不高於晶粒之頂表面。

【主要元件符號說明】

- 10~基板；
- 12~墊片；
- 14~有機保焊劑 (organic solderability preservative, OSP)；
- 16~墊片保護層；
- 18~球狀釘栓(stud bulb)；
- 20~球狀釘栓保護塗層；
- 22~第二基板；
- 24~墊片；
- 26~焊料；
- 28~已回焊之焊料連接結構 (reflowed solder connector)；
- 30~模造化合物(molding compound)；
- 32~已處理之表面(treated surface)；
- 40~單一球狀釘栓(stud bulb)；
- 42~單一球狀釘栓(stud bulb)；
- 44~延伸尾狀物(elongated tail)；
- 46、48~單一球狀釘栓(stud bulb)；
- 50、52、54、56~單一球狀釘栓(stud bulb)；
- 58~延伸尾狀物(elongated tail)；
- 70~沿著墊片保護層的周圍部份；
- 72、74~接合表面；
- 80、82、84~介金屬化合物(inter-metal compound, IMC)；
- 90~基板；
- 92~球狀釘栓(stud bulb)；

- 94~晶粒；
- 96、98~電性連接結構(electrical connector)；
- 100~回焊後之焊料連接結構(reflowed solder connector)；
- 102~第二基板；
- 104~第二晶粒；
- 106~電性連接結構(electrical connector)；
- 110~球狀釘栓(stud bulb)；
- 112~堆疊的球狀釘栓(stud bulb)；
- 114~具有延伸尾狀物之球狀釘栓(stud bulb)；
- 116~球狀釘栓(stud bulb)。

七、申請專利範圍：

1. 一種封裝結構，包括：

一第一基板；

複數個球狀釘栓(stud bulb)耦合到該第一基板之第一表面；

一晶粒黏著至該第一基板之第一表面；

一第二基板；

複數個電性連接結構耦合到該第二基板，每一個電性連接結構分別耦合到對應的球狀釘栓(stud bulb)；以及

複數個球狀釘栓保護塗層分別位於各自的球狀釘栓(stud bulb)之上，各自的球狀釘栓保護塗層位於其所對應的球狀釘栓(stud bulb)與電性連接結構之間。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之封裝結構，其中該第一基板包括複數個墊片，每一個墊片保護層分別對應於每一個墊片之上，每一個球狀釘栓(stud bulb)分別接合到對應的墊片保護層。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之封裝結構，其中該第一基板包括複數個墊片，各自的墊片包括對應的已處理之表面(treated surface)，各自的球狀釘栓(stud bulb)分別接合到對應的已處理之表面。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之封裝結構，其中該第一基板包括複數個墊片，各自的球狀釘栓(stud bulb)分別直接接合到對應的墊片。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之封裝結構，其中該各自的球狀釘栓(stud bulb)包括(1)單一球狀釘栓(stud bulb)；

(2)具有延伸尾狀物之單一球狀釘栓(stud bulb)；(3)至少兩個單一球狀釘栓(stud bulb)的堆疊結構；(4)具有延伸尾狀物之一第一單一球狀釘栓(stud bulb)堆疊於一第二單一球狀釘栓(stud bulb)之上；或(5)上述之組合。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之封裝結構，其中該各自的墊片與其對應的電性連接結構形成一部份連接(partial joint)。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之封裝結構，尚包括：
一介金屬化合物介於彼此對應的電性連接結構與球狀釘栓(stud bulb)之間。

8. 一種封裝結構，包括：

一第一接合墊位於一第一基板的第一表面上；

一晶粒附著到該第一基板的第一表面；

一第二接合墊位於一第二基板的一第二表面上，其中該第一表面相對於該第二表面，該晶粒設置於該第一表面與該第二表面之間；

一球狀釘栓(stud bulb)位於該第一接合墊之上；以及
焊料機械性地耦合該球狀釘栓(stud bulb)到該第二接合墊；以及

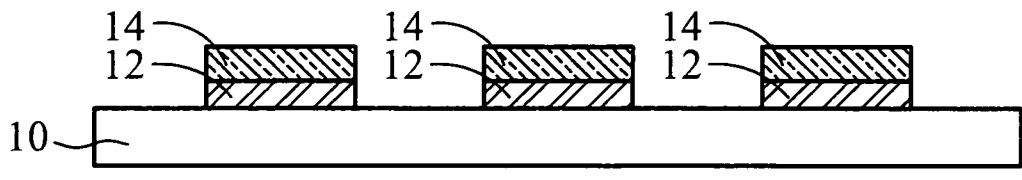
一球狀釘栓保護塗層位於該球狀釘栓(stud bulb)之上，其中該球狀釘栓保護塗層位於該球狀釘栓(stud bulb)與該焊料之間。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之封裝結構，其中該球狀釘栓(stud bulb)包括(1)一單一球狀釘栓(stud bulb)；(2)具有一延伸尾狀物之一單一球狀釘栓(stud bulb)；(3)至少兩

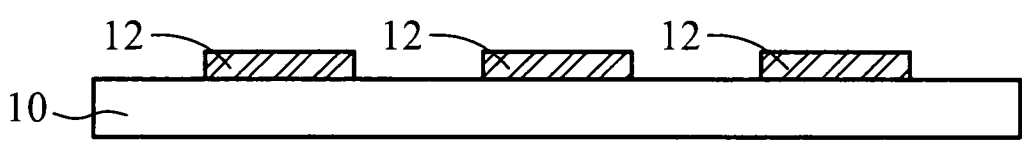
個單一球狀釘栓(stud bulb)的堆疊結構；(4)具有延伸尾狀物之一第一單一球狀釘栓(stud bulb)堆疊於一第二單一球狀釘栓(stud bulb)之上；或(5)上述之組合。

八、圖式：

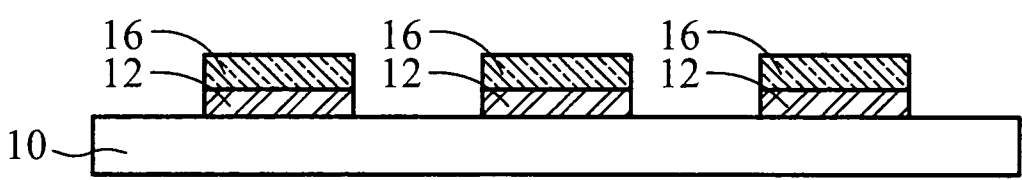




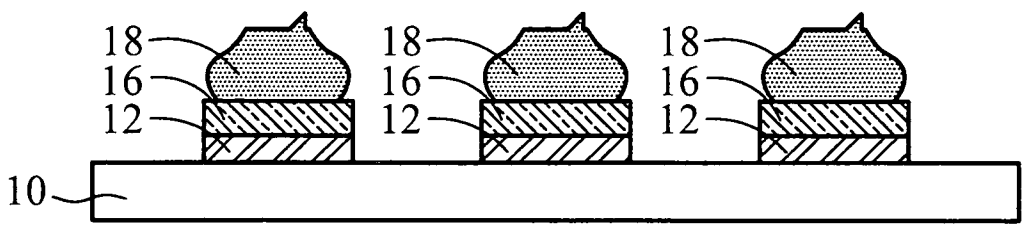
第 1 圖



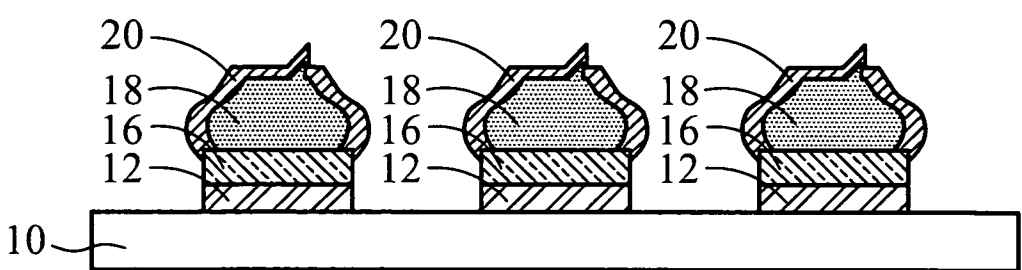
第 2 圖



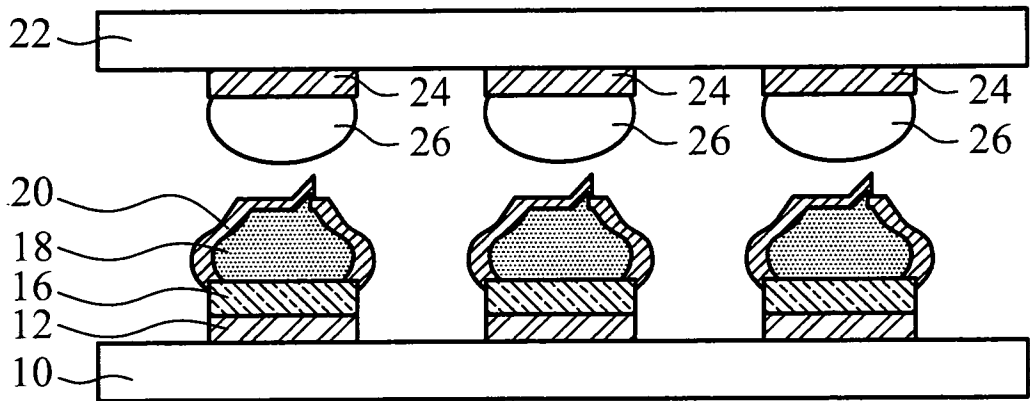
第 3 圖



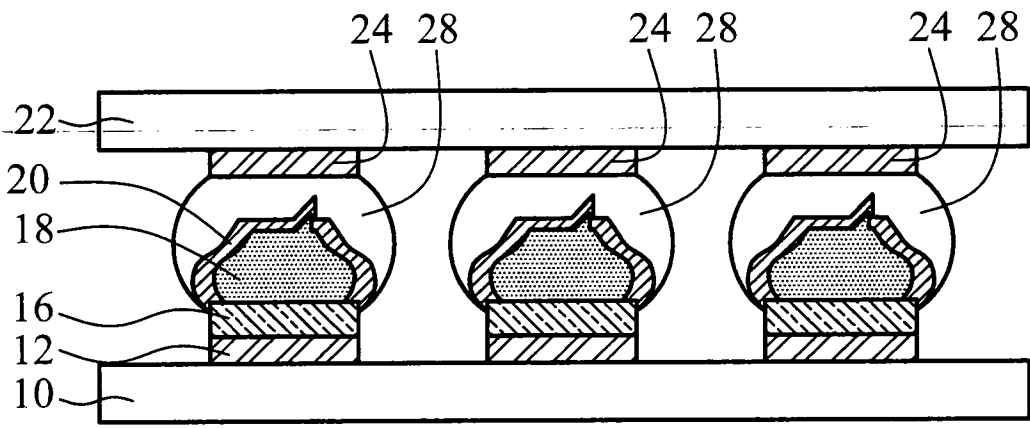
第 4 圖



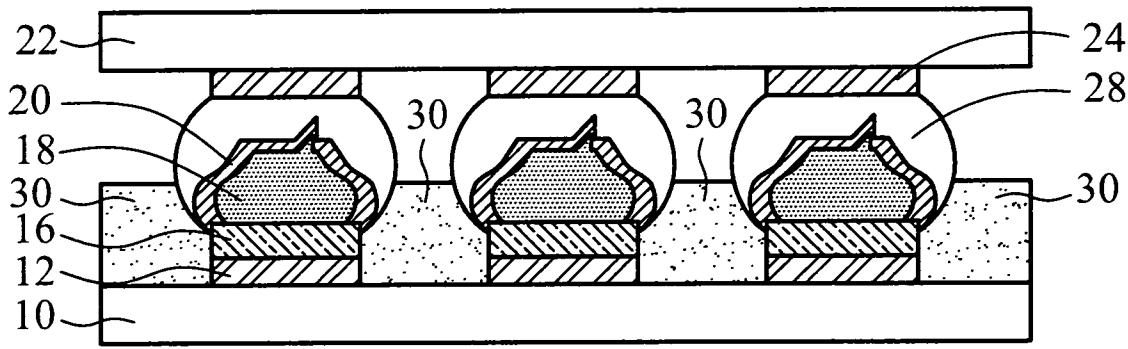
第 5 圖



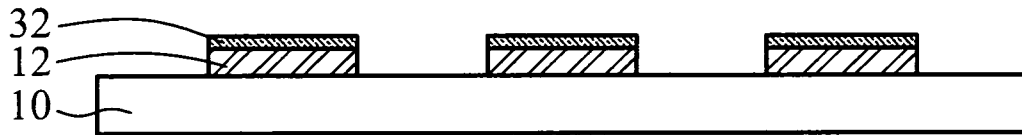
第 6 圖



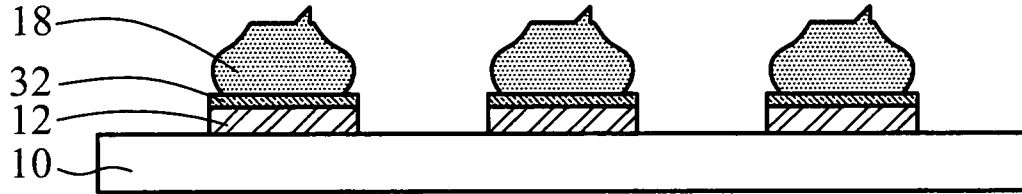
第 7 圖



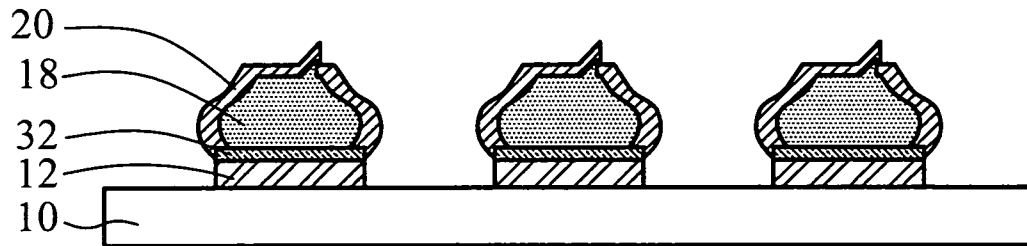
第 8 圖



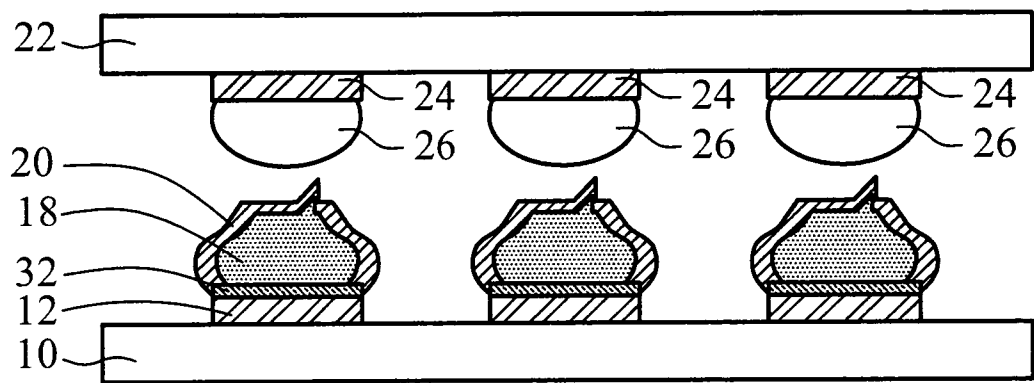
第 9 圖



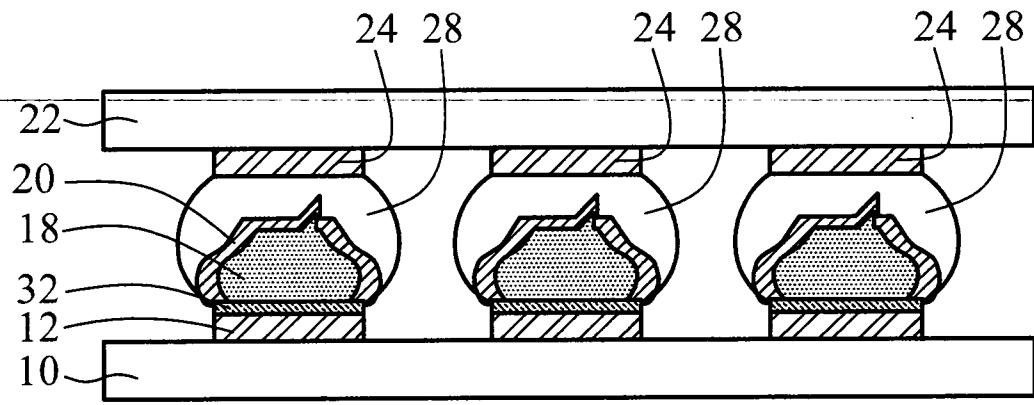
第 10 圖



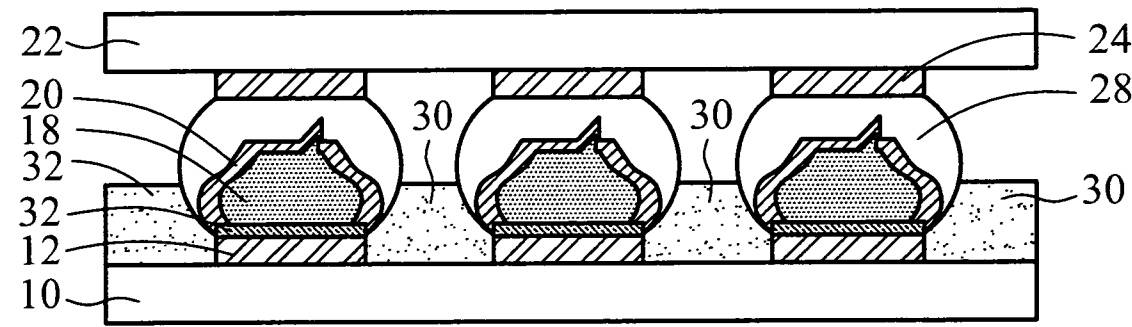
第 11 圖



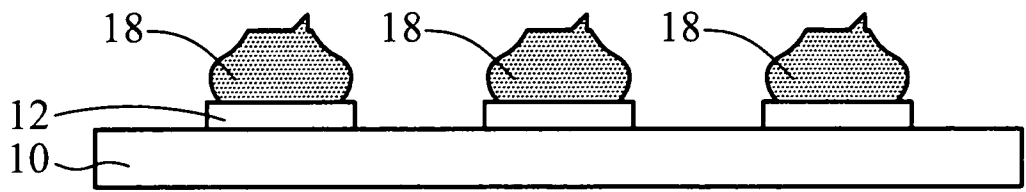
第 12 圖



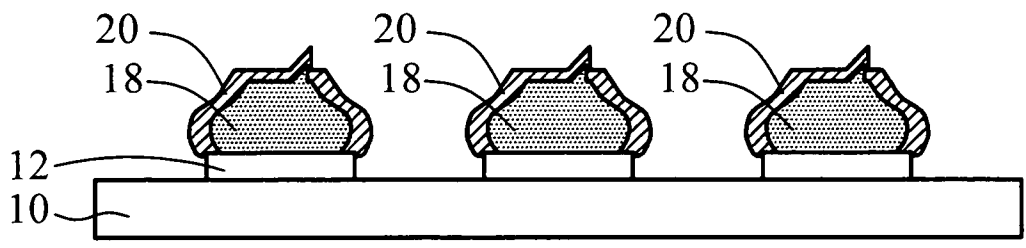
第 13 圖



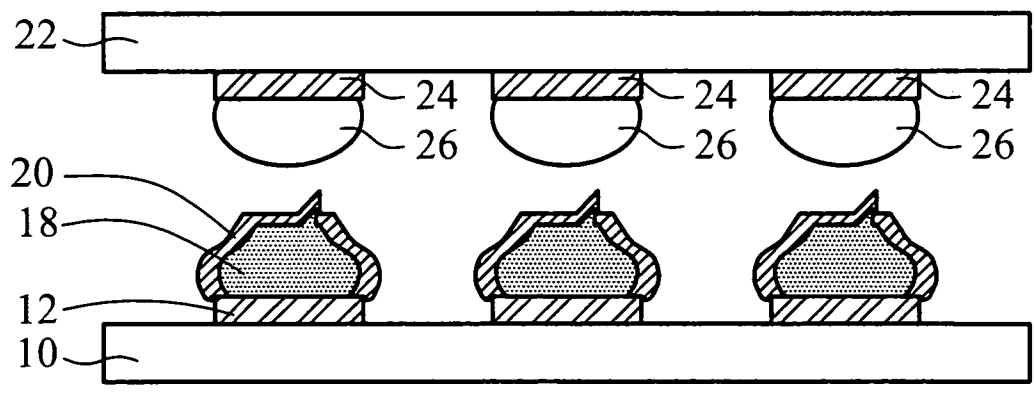
第 14 圖



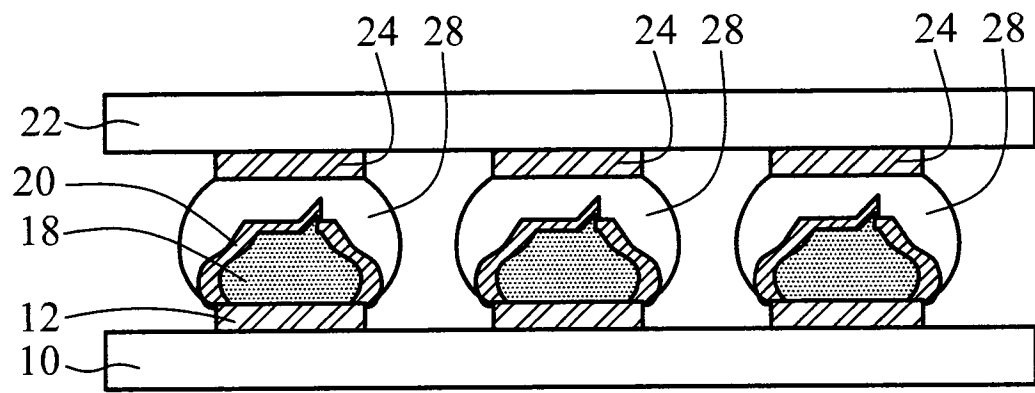
第 15 圖



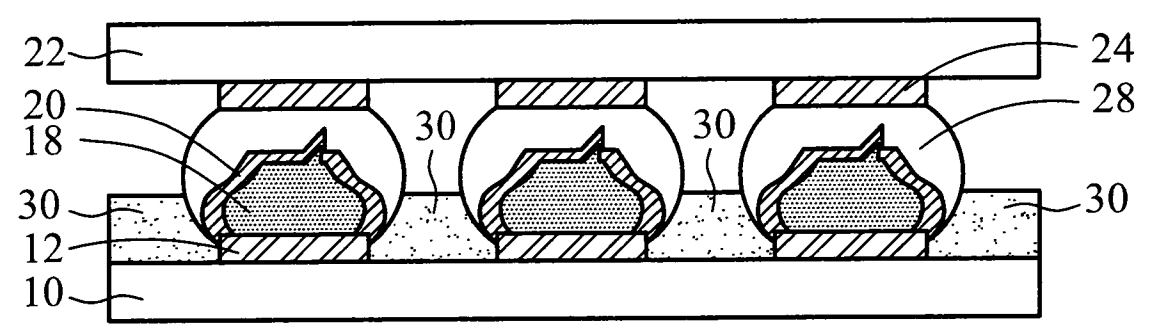
第 16 圖



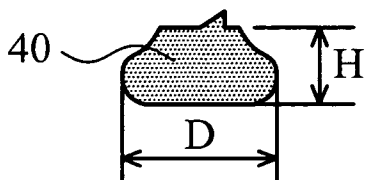
第 17 圖



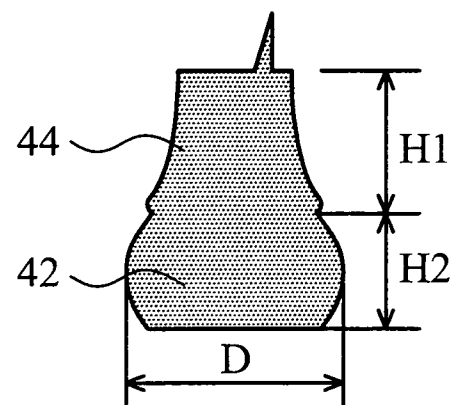
第 18 圖



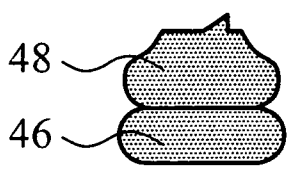
第 19 圖



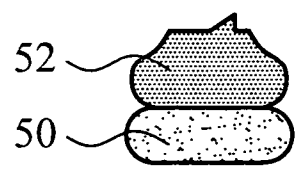
第 20 圖



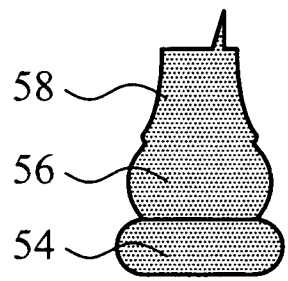
第 21 圖



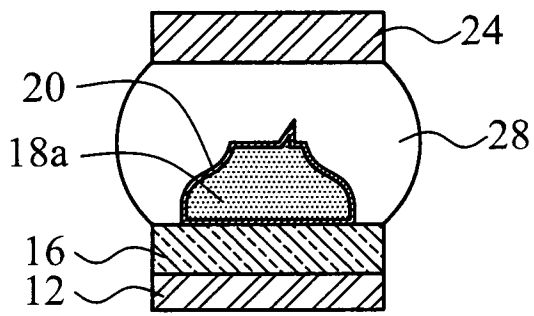
第 22 圖



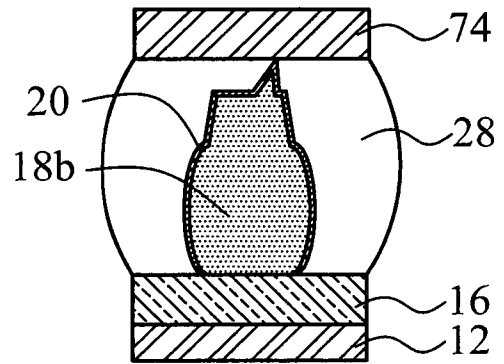
第 23 圖



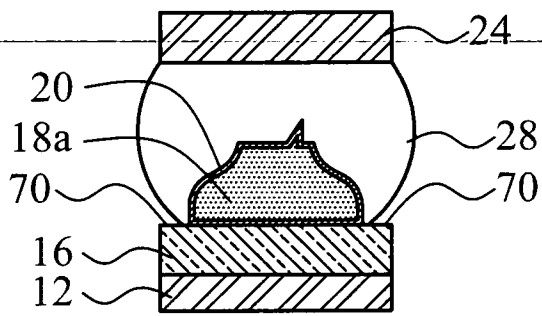
第 24 圖



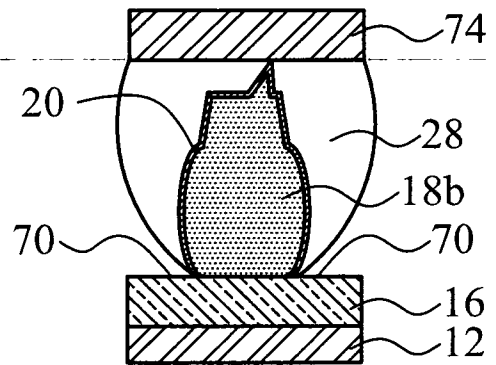
第 25 圖



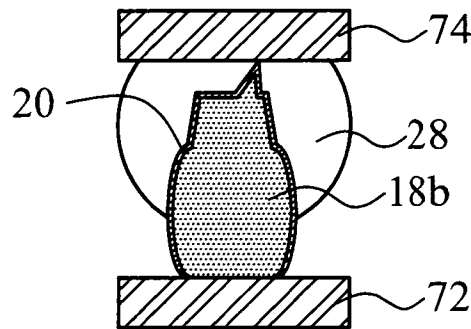
第 26 圖



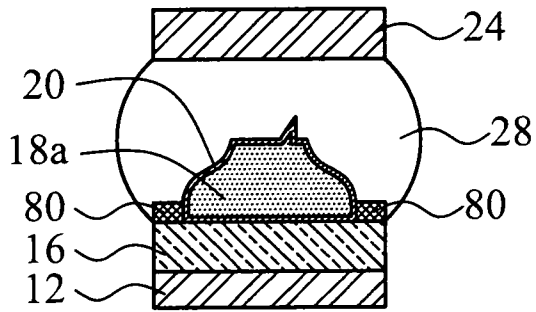
第 27 圖



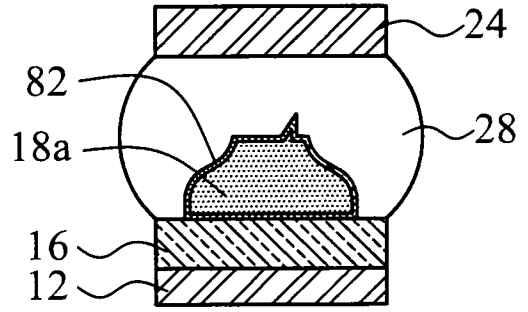
第 28 圖



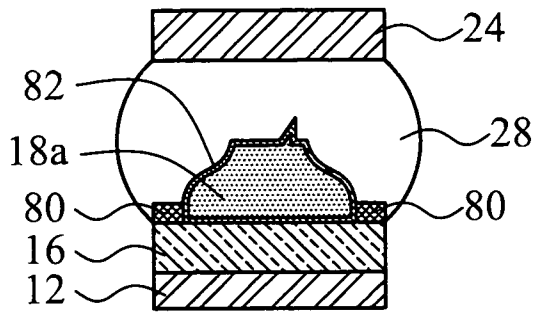
第 29 圖



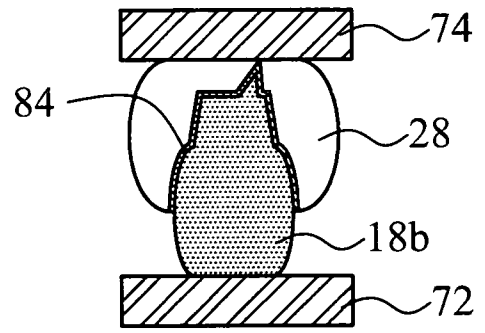
第 30 圖



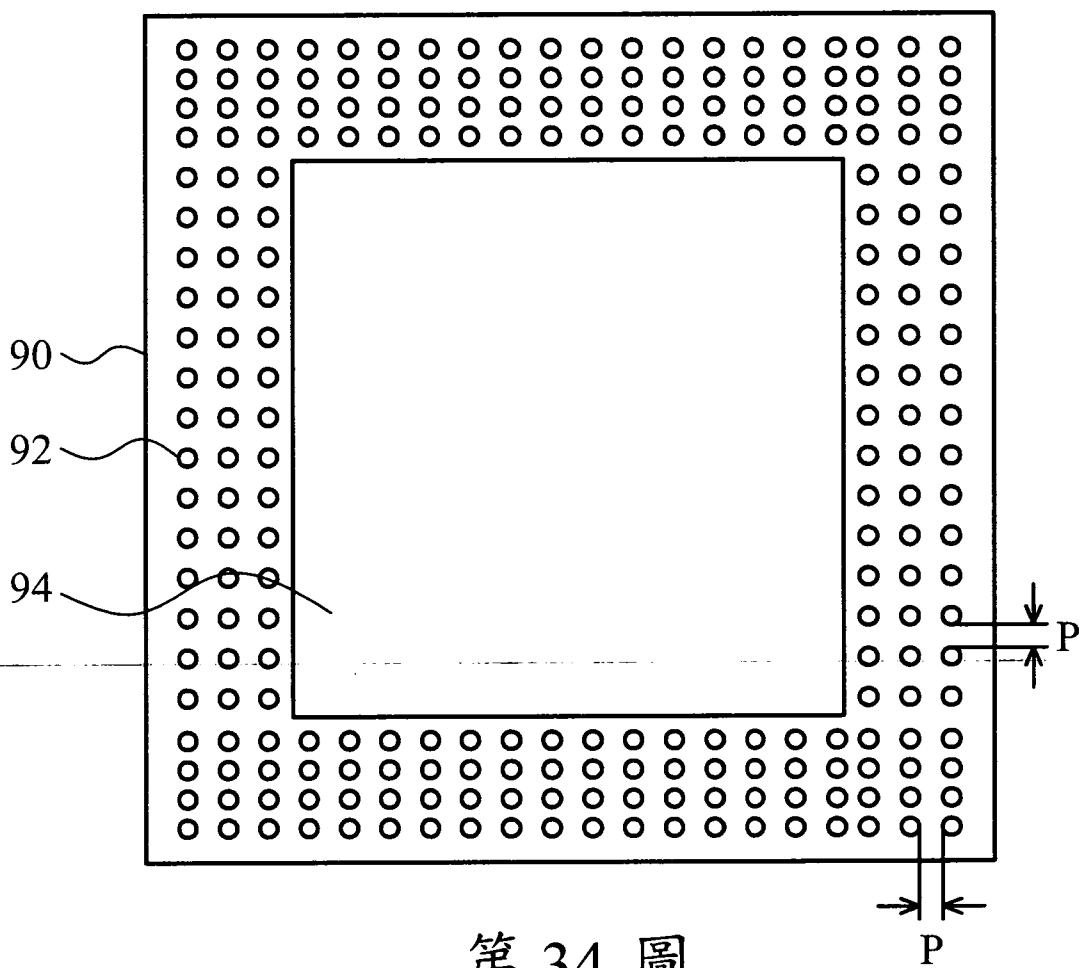
第 31 圖



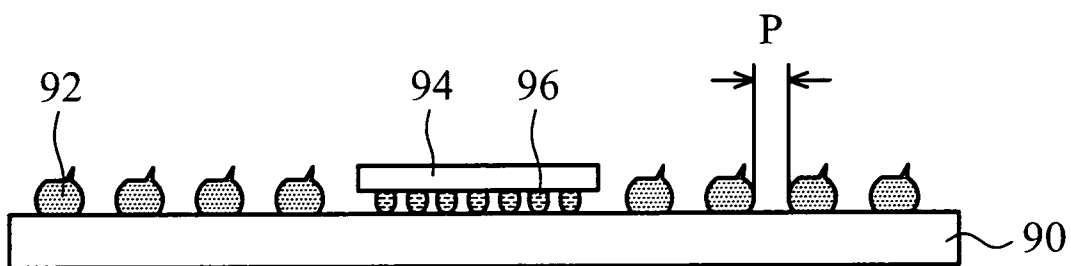
第 32 圖



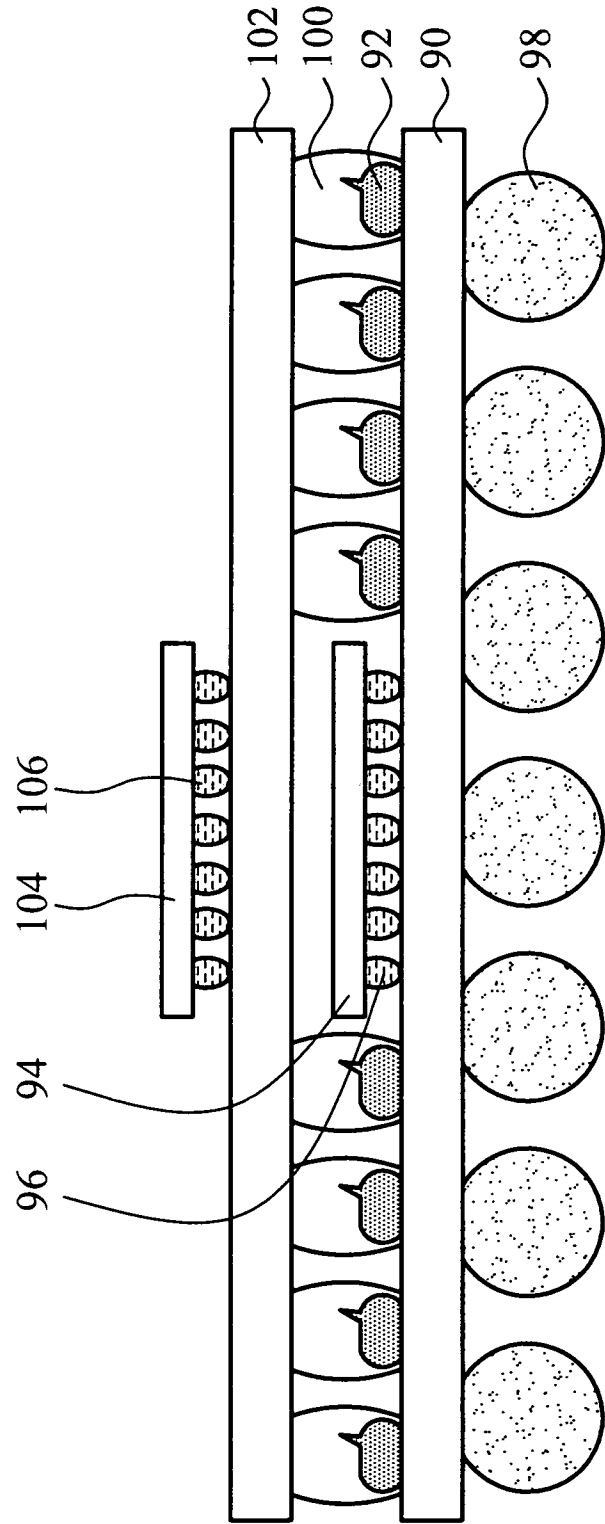
第 33 圖



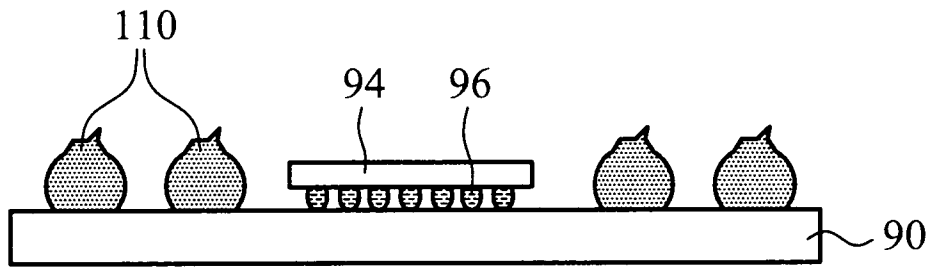
第 34 圖



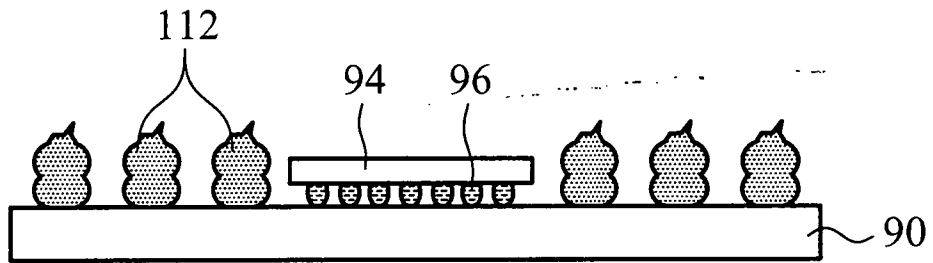
第 35 圖



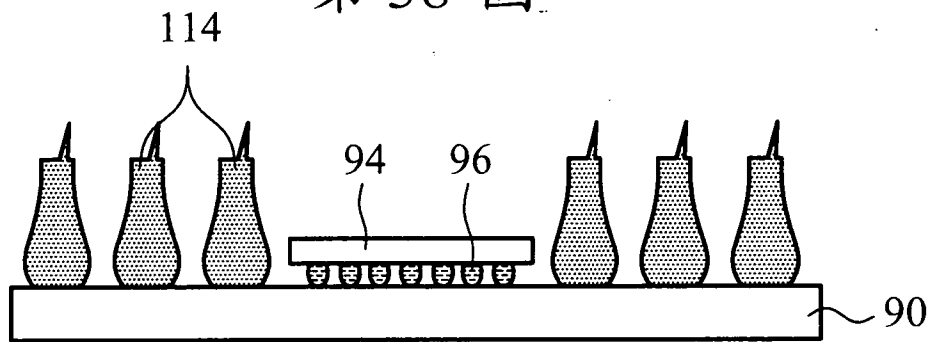
第 36 圖



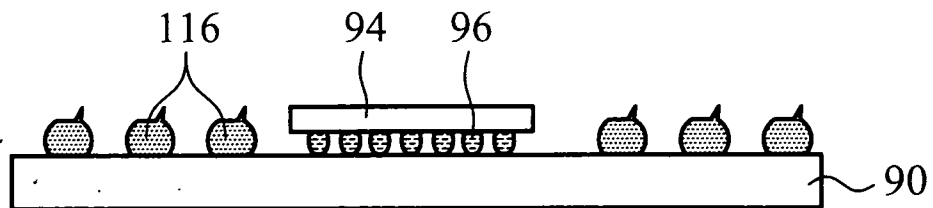
第 37 圖



第 38 圖



第 39 圖



第 40 圖