

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

無鉛錒錫球格陣列構裝製程與可靠度分析

The analysis of the process and reliability for the ball grid array package

計畫編號：89-2216-E-002-055

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：莊東漢教授 台灣大學材料系

共同主持人：林景崎教授 中央大學機械系

葉明勳副教授 中華大學機械系

方治國教授 中華技術學院機械系

中文摘要

本計畫針對球格陣列構裝 (BGA) 製程及其可靠度做相關研究。材料方面則選用目前極為熱門 Sn3.5Ag 無鉛錒錫並以 Sn37Pb 錒錫作為對照組。研究內容則為建立 Sn3.5Ag 無鉛錒錫之迴錒曲線，及探討不同迴錒次數及長時間時效對機械性質的影響，並利用微結構作破損分析。實驗發現迴錒的次數對接點強度並無太大的影響。而在在長時間時效方面，接點強度隨著時效時間的增加而下降，且對於不同的時效時間，Sn3.5Ag 的強度都高於 Sn37Pb。Sn3.5Ag 在經過 120、480 小時的時效處理後仍顯示延性破斷面，PbSn 則在經過 120、115 小時時效後即出現介金屬層破斷型態。

關鍵詞：球格陣列構裝、無鉛錒錫、延性破裂

ABSTRACT:

The study focuses on the process and reliability of the ball grid array package. We select the popular Sn-3.5Ag lead-free solder for this test

and use Sn-37Pb solder as comparison with Sn-3.5Ag solder. The study includes the reflow profile of Sn-3.5Ag solder, the effect of mechanical properties for different reflow cycles and long-term aging time and analysis of failure mode by microstructure. The results appear that there is no effect on the solder joint strength for different reflow cycles. In the aspect of long-term aging, we find that the strength of solder joints decreases by increasing the aging time and in each different aging time, the strength of Sn-3.5Ag solder joint is higher than Sn-37Pb one. After 480 hours at 120 in the aging treatment, the fractography still appears the ductile fracture mode but the Sn-37Pb solder fractures in the intermetallic compound layers after 115 hours at 120 .

KEYWORDS: ball grid array package, lead-free solder, ductile fracture

二、計畫源由與目的

由於電子工業的快速發展，不斷朝向低價位、高 I/O 數、高運作速率、高功能化及體積微小化發展，使其需求已超過傳統的構裝技術。因此球格陣列構裝(ball grid array,BGA)，被發展出來。在 BGA 的封裝製程中，錫鉛的性質與基板的選擇，均為相當重要的考量。本計畫因應無鉛錫鉛的使用，選擇 Sn-Ag 無鉛錫鉛，並以 Sn-Pb 錫鉛作為對照組，分別製作錫球，並組裝在塑膠基板(BT 樹脂)上，之後進行推球試驗以得到接點強度，探討不同 reflow profile, reflow cycle 的影響，並求得不同 aging 時間的接點強度。實驗使用的錫球大小為 0.4mm，pad 大小與 pitch 分別為 0.4mm 及 0.8mm，推球試驗是使用 MTS Tytron250 微小動態試驗機，推刀的高度(shear height)是 80 μ m，推球試驗是以 JEDEC STANDARD “JESD22-B117” 進行。

三、結果與討論

圖一是本實驗所測試出的 Sn-3.5Ag 無鉛錫鉛的迴錫曲線。其中最高峰值溫度為 256 。

圖二顯示接點在經過不同的 reflow 次數後所得到的接點強度，由圖可以明顯的看出 Sn3.5Ag 的強度比 Sn37Pb 強度高，而在經過不同次數的 reflow cycle 後，接點強度並沒有明顯的變化，但在 reflow 兩次以後的接點強度較低。

圖三顯示在經過不同的 aging 時間之後，接點強度隨著 aging time 的增加

而下降，aging 一開始時接點強度驟降，隨著 aging 時間增加強度下降也較和緩，在經過不同的 aging 時間後，Sn3.5Ag 的強度都高於 Sn37Pb。

圖四顯示推球試驗時推刀速度對強度的影響，測得的接點強度值隨著推刀速度的增加而增加，顯示推刀速度對強度值的影響。

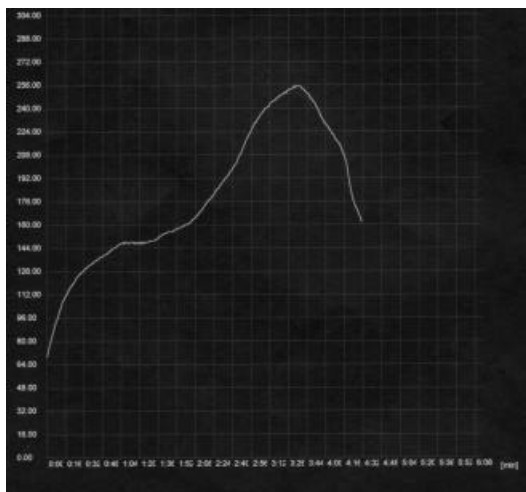
圖五顯示 SnPb 與 Sn3.5Ag 在進行推球試驗過程中的剪力曲線，圖中顯示接點受力時有依塑變時間，最後突然斷裂。圖六是 SnPb 與 Sn3.5Ag 在進行 100 小時以上的時效處理後，進行推球試驗所得到的剪力曲線，Sn3.5Ag 顯示很長的塑變時間，顯示時效處理增加了接點的延性，但降低了接點強度。

BGA 錫球接點在經過推球試驗後進行接點破斷面觀察，電子顯微鏡的觀察結果如圖七所示，破斷面分為兩部分，接點先被推刀切平，最後接點承受不了推刀力量而延性破斷，最後破斷面呈現撕裂的 dimple 型態，如圖八所示。Sn3.5Ag 在經過 120、480 小時的時效處理後仍顯示延性破斷面，PbSn 則在經過 120、115 小時時效後即出現介金屬層破斷型態。

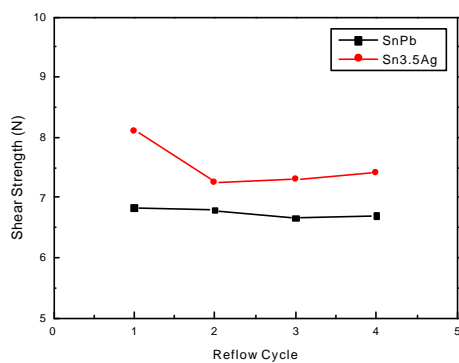
四、計畫成果自評

本計畫針對 Sn-3.5Ag 無鉛錫鉛及傳統 Sn-Pb 錫鉛之 BGA 組裝進行不同條件的推球試驗。對於實際製程中迴錫的次數、圖形對機械強度的影響均有深入探討。而對於工作元件在長時間一定溫度下的時效反應與機械強度的關係，本研究也提供了相當完整的數據。相信對於 Sn3.5Ag 無鉛錫鉛在 BGA 構裝上的運用，以能提供相當完

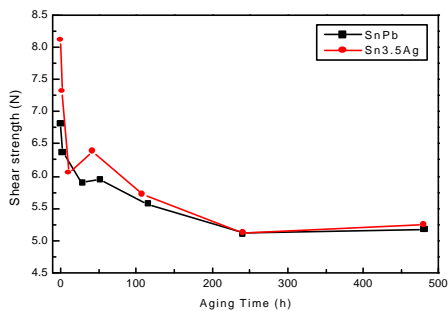
整的資料。



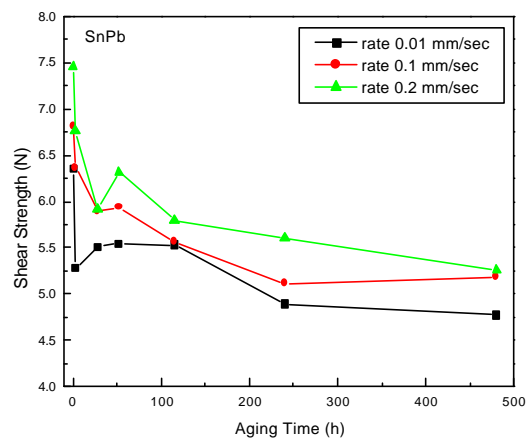
圖一、 Sn-3.5Ag 無鉛錫迴錫曲線



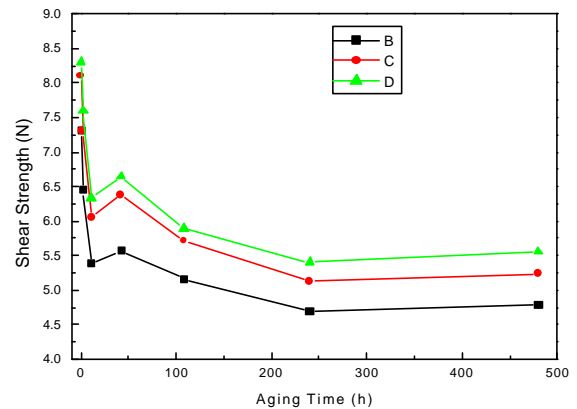
圖二、 Reflow 次數對接點強度強度影響



圖三、 Aging 時間對接點強度的影響

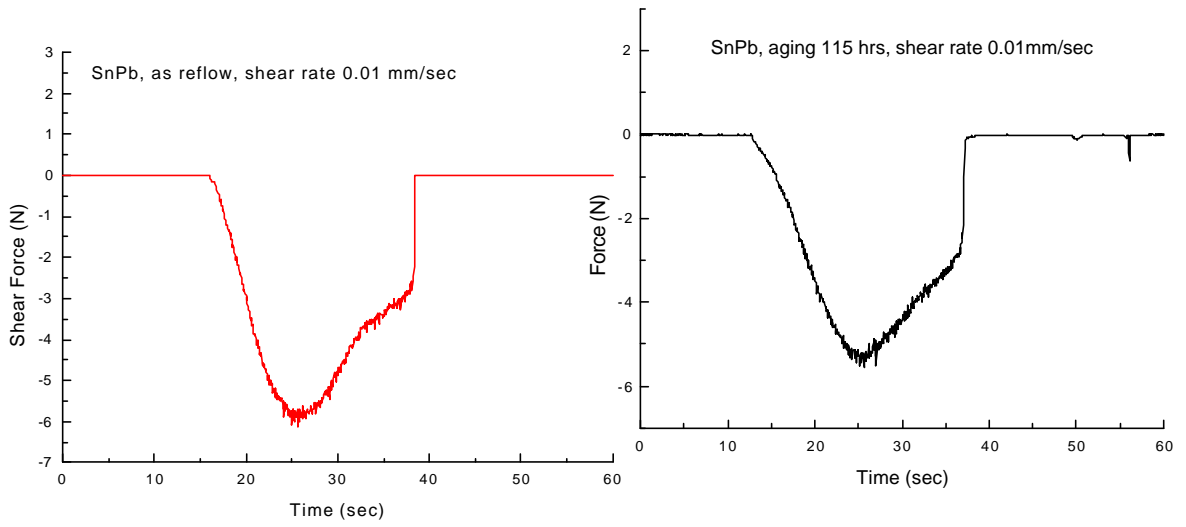


(a)

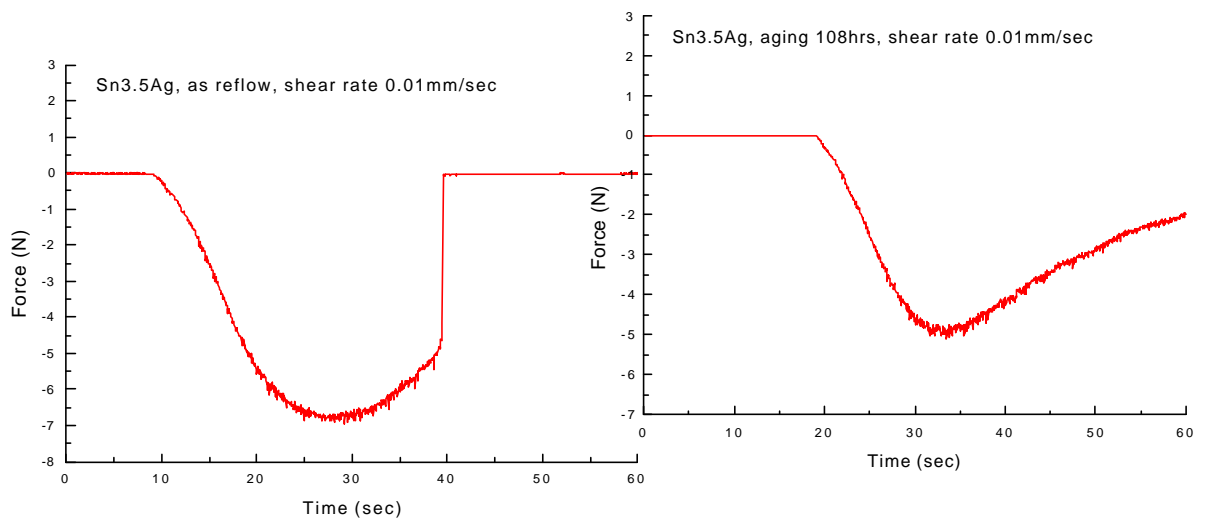


(b)

圖四、 推刀速度對接點強度之影響(a) SnPb (b) Sn3.5Ag



(a)



(b)

圖五、推球試驗中的剪力曲線(a) SnPb
(b) Sn3.5Ag

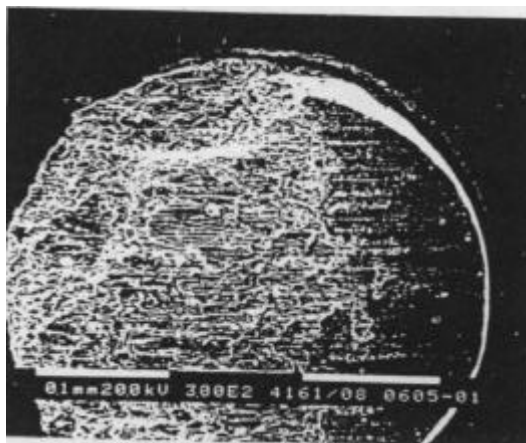
圖六、接點經過 100 小時 120 時效處理後的推球試驗剪力曲線(a) SnPb (b) Sn3.5Ag



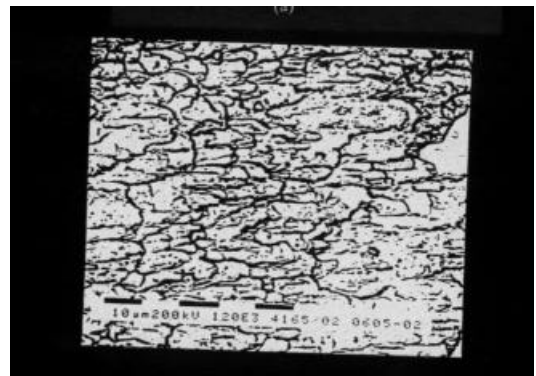
(a)



(a)



(b)



(b)

圖七、錫鉛接點破斷面觀察（推刀速率 0.01mm/sec），(a) SnPb (b) Sn-3.5Ag

圖八、(a) PbSn 與(b) SnAg 接點破斷面的 dimple 觀察。