

# 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接點之冷熱循環與動態疲勞分析

The analysis of temperature cycling and dynamic fatigue for the lead-free solder joints in the ball grid array package

計畫編號：NSC89-2216-E-002-056

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

### 中文摘要：

本計畫針對球格陣列構裝進行冷熱循環試驗，而計畫所針對的無鉛錒錫成分為 Sn-3.5Ag、Sn-57Bi，並以 Sn-37Pb 作為對照。而冷熱循環試驗是依照 JEDEC STANDARD “JESD22-A104-B”的規範來進行，並在冷熱循環試驗後進行推球試驗，以瞭解其接點強度的變化。結果發現，三種錒錫其接點強度均隨著循環次數的增加而下降，在各個不同循環次數下，Sn-3.5Ag 錒錫始終保持最高的強度，而最差的則為 Sn-37Pb。破斷面金相方面，發現在經過 1000 次的冷熱循環後，Sn-37Pb 及 Sn-57Bi 錒錫接點破斷在介金屬中，而 Sn-3.5Ag 錒錫則斷裂在錒錫內部。

關鍵詞：JEDEC STANDARD, 冷熱循環試驗, 無鉛錒錫

### ABSTRACT:

In this study, we do temperature cycling tests for BGA package. The lead-free solder in this study includes Sn-3.5Ag and Sn-57Bi comparable with

Sn-37Pb. This test follows the JEDEC STANDARD “JESD22-A104-B” and then we process the ball shear test that we can understand the strength change of the joints. The result appears that the strength of these solders decrease by increasing the test cycles. In each different circles of test, the Sn-3.5Ag solder keep the highest strength and Sn-37Pb solder is the lowest one. After 1000 cycles, the morphology of the fractured surface find that the solder joints of Sn-37Pb and Sn-57Bi break up in the intermetallic compounds, but Sn-3.5Ag solder fractured in the solder after one thousand cycles .

KEYWORDS: JEDEC STANDARD, temperature cycling tests, lead-free solder

### 二、計畫源由與目的

本計畫將針對球格陣列構裝改用無鉛錒錫球之製程與可靠度進行研發分析：主要是在建立各無鉛錒錫之迴

錫曲線，並利用冷熱循環試驗，測試其熱疲勞壽命。而本計畫所針對的無鉛錫成分為 Sn-3.5Ag、Sn-57Bi，並以 Sn-37Pb 作為對照比較。而冷熱循環試驗是依照 JEDEC STANDARD

“JESD22-A104-B”的規範來進行，在 -40 與 150 冷熱溫度環境重覆循環，經特定循環次數(100、200、500、1000 次)，取出觀察樣品有無損壞，以決定其熱疲勞壽命，並以 MTS Tytron250 微小動態試驗機，做推球測試，評估其接點強度的差異。

### 三、結果與討論

圖一為 Sn-3.5Ag 之迴錫曲線，其中最高峰值溫度為 256 。而圖二為 Sn-Bi 之迴錫曲線，其最高峰值溫度為 210 。

圖三為冷熱循環次數與接點強度關係，由圖中可發現接點強度隨著循環次數的增加而下降，且可發現在初期時其下降速率較快。而在任何循環次數下 Sn-3.5Ag 的強度均較 Sn-37Pb 強

圖四則為 Sn-Bi 與 Sn-37Pb 之冷熱循環次數與接點強度關係圖，圖中同樣可發現其接點強度隨著循環次數的增加而下降。而 Sn-Bi 之接點強度則高於 Sn-37Pb。

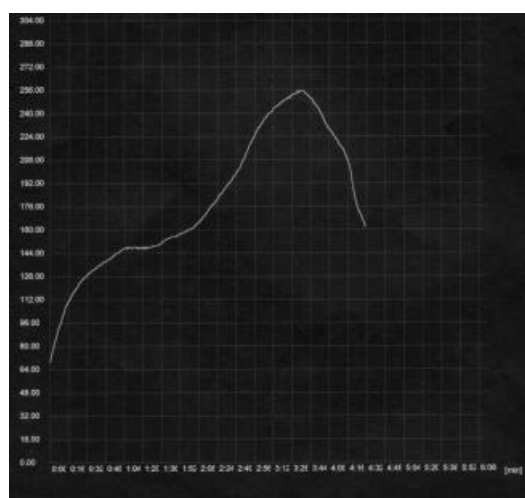
在冷熱循環試驗中，一開始的幾次循環，BGA 錫球並無明顯的破裂或脫落情況，而當循環次數達 1000 次時，Sn-37Pb 及 Sn-Bi 之錫球有些有破裂的情形，而 Sn-3.5Ag 則較少發生。而在冷熱循環後推球試驗之破斷面情形如圖五所示。由 EDS 分析可知 Sn-37Pb 及 Sn-Bi 錫接點，其破斷面

組成均為介金屬成分，且其破斷面型態也有別於圖五(a)之延性破壞。所以我們可以知道其破裂方式是斷在介金屬中。而 Sn-3.5Ag 的破裂方式則是斷裂在錫內部。

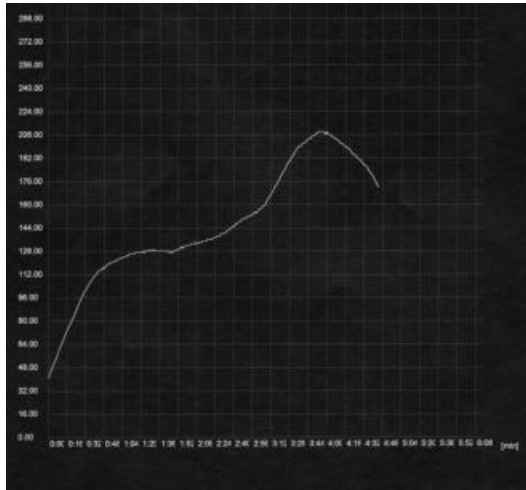
由以上可知，Sn-3.5Ag 無鉛錫在經過冷熱循環試驗後，其熱疲勞壽命明顯優於 Sn-37Pb 及 Sn-Bi 錫，且其冷熱試驗後之接點強度也優於其他二者。

### 四、計畫成果自評

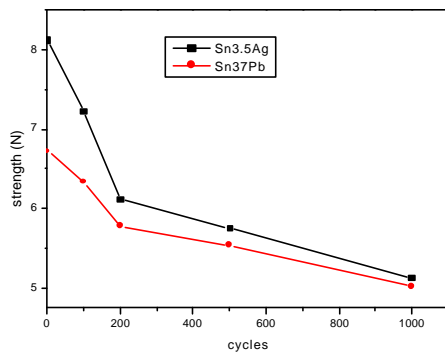
本研究成功比較出 Sn-3.5Ag、SnBi 及 Sn-37Pb 錫之熱疲勞壽命，且測量出在不同冷熱循環次數下的接點強度，對於 Sn-3.5Ag、SnBi 此二者無鉛錫提供了有力的可靠度資訊，對於日後使用此二者無鉛錫有相當的幫助。



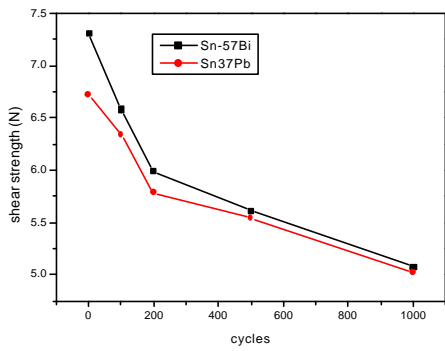
圖一、 Sn-3.5Ag 無鉛錫迴錫曲線



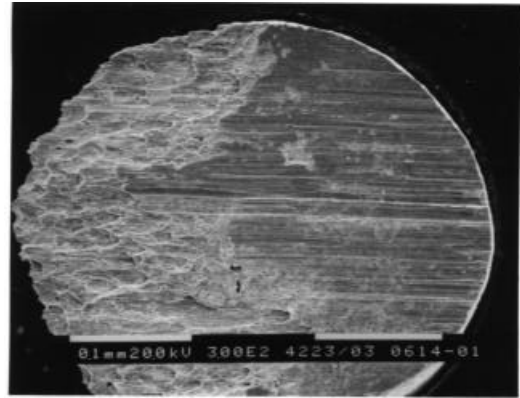
圖二、 Sn-57Bi 無鉛錫迴錫曲線



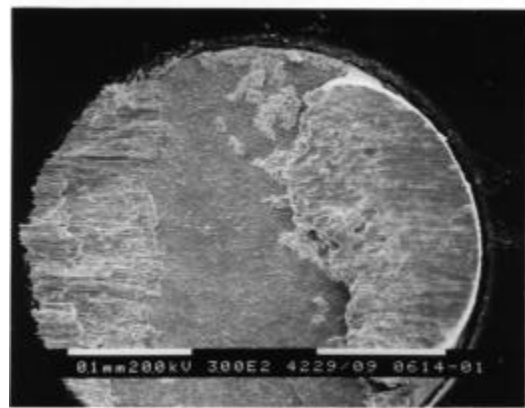
圖三、冷熱循環次數與接點強度關係圖 ( Sn-3.5Ag 及 Sn37Pb )



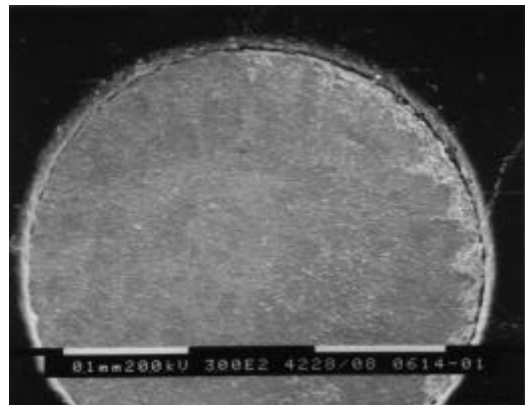
圖四、冷熱循環次數與接點強度關係圖 ( Sn-57Bi 及 Sn37Pb )



(a)



(b)



(c)

圖五、冷熱循環 1000cycles 後錫接點破斷面觀察( (a) Sn-3.5Ag ,(b) Sn-57Bi 及 (c)Sn-37Pb )