

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 銻含量對 Sn-Ag-Cu-Bi 多成分無鉛鉛錫顯微組織與機械性質之影響 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 99-2221-E-216-006-  
執行期間：99年08月01日至100年07月31日  
執行單位：中華大學機械工程學系

計畫主持人：葉明勳

計畫參與人員：碩士級-專任助理人員：許宥岳

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 100 年 10 月 17 日

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

## 錫含量對 Sn-Ag-Cu-Bi 多成分無鉛鉛錫顯微組織與機械

### 性質之影響

#### Influence of In Addition on the Microstructure and Mechanical Properties of Sn-Ag-Cu-Bi Multicomponent Lead-free Solder Alloys

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 99-2221-E-216-006-

執行期間：99 年 08 月 01 日至 100 年 07 月 31 日

計畫主持人：葉明勳

計畫參與人員：許宸岳

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

執行單位：中華大學機械工程學系

中華民國 100 年 10 月 31 日

# 錫含量對 Sn-Ag-Cu-Bi 多成分無鉛錒錫

## 顯微組織與機械性質之影響

### Influence of In Addition on the Microstructure and Mechanical Properties of Sn-Ag-Cu-Bi Multicomponent Lead-free Solder Alloys

#### 一、摘要

本研究將以 Sn-3Ag-0.5Cu 無鉛錒錫為基材，添加 2wt% 的 In, 1wt% 的 Zn 和 0.5~3.0 wt% 的 Bi 金屬粒，熔煉成 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0) Bi 無鉛錒錫合金，探討這些多元成分無鉛錒錫在  $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$  mm/sec 拉伸速率及不同 Homologous 溫度狀態下之常溫和高溫機械性質。實驗結果顯示：Sn-3Ag-0.5Cu 合金添加 In、Zn 和不同含量的 Bi 元素後，錒錫的機械性質會有所影響。Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-1.5Bi 合金的抗拉強度可達  $33.1 \pm 0.5$  MPa，伸長率為  $70.2 \pm 0.3$  %。這原因可能是 In、Zn 和 Bi 元素固溶到  $\beta$ -Sn 相中產生固溶強化的結果。此外，含 Bi 元素的 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0) Bi 合金，其破損機構受 Bi 含量多寡的影響。基本上，Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0) Bi 合金的破斷面呈現延性窩狀破壞。當合金中的 Bi 含量超過 1.5 wt% 以上時，細小孔洞也會在  $\beta$ -Sn 相/富 Bi 相的界面形成，進而導致 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(1.5~3.0) Bi 合金發生潛變穿晶破壞。

**關鍵字：** Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0)Bi 無鉛錒錫、常溫和高溫機械性質，Homologous 溫度，潛變穿晶破壞

#### 一、前言

因應環保意識高漲的趨勢，無鉛錒錫的研發與應用則已成為現今電子構裝產業不容忽視的重要課題<sup>1,2</sup>。在眾多與無鉛錒錫發展有關的文獻中，Sn-Ag-Cu 合金則是被相當完整研究的系統。Sn-Ag-Cu 共晶合金<sup>3</sup>的熔點為  $217^\circ\text{C}$ ，因有細微的  $\text{Ag}_3\text{Sn}$  相分散在 Sn 基材中屬散佈強化型合金，而具有相當優異的機械性質。不過 Sn-Ag-Cu 共晶合金的熔點高於傳統 Pb-Sn 錒錫的熔點 ( $183^\circ\text{C}$ )，對現今 BGA 構裝元

件的迴錒製程條件影響較大，因此尋找適當的無鉛錒錫一直是研究人員努力的方向。Sn-base 錒錫中添加 Zn、In 或 Bi 等金屬元素，可有效降低 Sn-base 錒錫的熔點：Sn-0.3Ag-0.7Cu 無鉛錒錫添加 3wt% In 金屬後，可使錒錫的熔融範圍由原先的  $219.4^\circ\text{C} \sim 241.7^\circ\text{C}$  下降至  $197.7^\circ\text{C} \sim 230.2^\circ\text{C}$ ，且錒錫強度由 31.86 MPa 提升至 56.98 MPa<sup>4</sup>。Sn-3.5Ag-0.7Cu 無鉛錒錫添加 3wt% Bi 金屬後，其熔點由  $217^\circ\text{C}$  降至  $214^\circ\text{C}$ ，潛變活化能為  $92\text{kJ/mol}$ <sup>5</sup>，遠大於 Sn-3.5Ag 合金的潛變活化能 ( $60.7\text{kJ/mol}$ )<sup>6</sup>。Ghosh<sup>7</sup> 以

Sn-3.4Ag-0.7Cu 為基材研發出 Sn-3.4 Ag-1~3Bi-0.7Cu-4In 無鉛鉛錫，其熔融範圍為 185°C~233°C，具有良好的潤濕性。因此本研究將以 Sn-3Ag-0.5Cu 無鉛鉛錫為基材，添加 2wt% 的 In，1wt% 的 Zn 和 0.5~3.0wt% 的 Bi 金屬粒，熔煉成 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0) Bi 無鉛鉛錫合金，以期製造與傳統 Pb-Sn 鉛錫有相近熔點的多元成分無鉛鉛錫，探討這些多元成分無鉛鉛錫的常溫和高溫機械性質，以適時提供電子構裝業評估採用的可行性。

## 二、實驗方法

實驗所用的之 Sn-3 Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0)Bi 合金為自行熔煉而成，將 99.99% 之純錫、純銀、純銅、純銻、純鋅與純鈹依合金成分秤重，放入石英管中並抽至真空 ( $1 \times 10^{-3}$  torr) 後封管。將此石英管放入 600°C 爐內，持續 12 hr，等所有純金屬熔融且充分混合後，爐冷至室溫。鉛錫鑄錠經過 95°C，100 hr 的均質化處理後，再滾壓成 1.2 mm 之片材備用。

Sn-3 Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0) Bi 合金的熱力學性質是利用 TGA/DSC 分析儀，在升溫速率為 5°C/min、氮氣氣體流量 50 ml/min 的測試條件下，量測這些多元成分無鉛鉛錫的熔融範圍。

Sn-3 Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0) Bi 合金的顯微組織，經水砂紙研磨、氧化鋁粉拋光後，以腐蝕液(methanol (95%) : 93ml、HCl : 5ml、HNO<sub>3</sub> : 2ml) 浸蝕 30 秒，用光學顯微鏡以及掃描式電子顯微鏡 (Scanning Electron

Microscope, SEM) 加以觀察。

Sn-3 Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0) Bi 拉伸試片的尺寸如圖 1 所示。試片在不同拉伸速率及不同溫度的環境下量測其機械性質。實驗的拉伸速率為  $1 \times 10^{-4}$  mm/sec、 $1 \times 10^{-5}$  mm/sec 二種；溫度則採均質 (Homologous) 溫度 { $\eta = T_k/T_m$ ，其中  $T_k$ ：試驗溫度 (K)， $T_m$ ：材料熔點絕對溫度 (K)} 為基準，分別為  $\eta = 0.6$ 、 $0.65$ 、 $0.7$ 、 $0.75$  四種。拉伸破斷後的試片，則用 SEM 觀察其破斷面結構。

## 三、結果與討論

現今業界使用的 Sn-3Ag-0.5Cu (SAC305) 鉛錫之熔點介於 217 ~ 219°C 之間，添加 In、Zn 和 Bi 元素可有效降低 SnAgCu 鉛錫的熔點。Sn-3Ag-0.5Cu 鉛錫中添加 2 wt% In 與 1 wt% Zn 後，鉛錫的固相線可下降至 210°C；若鉛錫中再添加 0.5 wt% Bi，鉛錫的固相線可再進一步降至 205°C。若鉛錫中的 Bi 含量增大為 1.5 wt%，Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-1.5Bi 鉛錫的固相線由 DSC 熔點測試結果顯示為 201°C。表 1 為 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0)Bi 合金的 DSC 熔點測試結果，表中同時顯示添加 3 wt% Bi 對鉛錫的熔點並沒有進一步降低的效果。

圖 2 是一系列 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0)Bi 合金的顯微組織。Sn-3Ag-0.5Cu 合金經由 EDAX 半定量分析顯示合金主要由富 Sn 相與 Ag<sub>3</sub>Sn 相所組成。Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-0.5Bi 合金的顯微組織出現些許微小但

分佈不很平均的顆粒，這些顆粒主要由 Sn、Bi 元素所構成。在 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-1.5Bi 合金的顯微組織中，Sn、Bi 元素所形成的化合物相，數量增多且顆粒增大。而 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-3.0Bi 合金的 SnBi 化合物相變得更大，且有富 Bi 相出現。這是因為根據 Sn-Bi 二元相圖得知：在 25°C 時， $\beta$ -Sn 相的最大溶解度為 2 wt% Bi，因此若添加量超過 2 wt% Bi，顯微組織中會出現富 Bi 相。

Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn- (0.5~3.0) Bi 合金的應力-應變曲線示於圖 3。在 25°C、 $1 \times 10^{-4}$  mm/sec 拉伸速率下，Sn-3Ag-0.5Cu 合金的抗拉強度為  $34.5 \pm 0.5$  MPa，伸長率為  $54.7 \pm 0.2$  %。Sn-3Ag-0.5Cu 合金添加 In、Zn 和不同含量的 Bi 元素後，鋅錫的機械性質會有所影響。在 25°C、 $1 \times 10^{-4}$  mm/sec 的拉伸速率下，Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-0.5Bi 合金的抗拉強度雖略降為  $32.2 \pm 0.4$  MPa，但伸長率增加至  $68.1 \pm 0.3$  %。當添加 1.5 wt% Bi 後，Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-1.5Bi 合金的抗拉強度可達  $33.1 \pm 0.5$  MPa，伸長率為  $70.2 \pm 0.3$  %。這原因可能是 In、Zn 和 Bi 元素固溶到  $\beta$ -Sn 相中產生固溶強化的結果。當 Bi 含量增大至 3 wt%，Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-3.0Bi 合金的抗拉強度則下降至  $32.8 \pm 0.5$  MPa，但伸長率仍達  $70.7 \pm 0.3$  % (圖 3a)。另一方面，Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-1.5Bi 合金的機械性質，會受拉伸速率及測試溫度影響；隨著測試溫度逐漸升高或拉伸速率的降低，合金的抗拉強度與伸長率均會逐漸下降(圖 3b、圖 3c)。合金的抗拉強度隨著測試溫度升高而有降低的現象，主要是因為高溫潛變所導

致的結果。而拉伸速率降低時，熱激活化所需的時間增加，使得材料中的差排趨向重新排列而降低合金的抗拉強度。此外，所有的應力-應變曲線同時會有明顯的抖動現象，這現象與晶粒再結晶或動態應變時效 ( Recrystallization and/or Dynamic Strain Aging ) 有關。

圖 4(a) 為 Sn-3Ag-0.5Cu 合金的 SEM 破斷面，其破斷面呈現延性窩狀破壞，而其破損機構如下：在拉伸過程中，微小孔洞會在 Sn-3Ag-0.5Cu 合金的晶界處形成。隨著拉伸應力的增加，細小孔洞逐漸擴大並聯結而增大，最後導致材料斷裂。因此 Sn-3Ag-0.5Cu 合金的破斷面呈現延性窩狀 (dimple) 破壞。

含 Bi 元素的 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0)Bi 合金，其破損機構受 Bi 含量多寡的影響。基本上，Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0)Bi 合金的破斷面仍呈現延性窩狀破壞。Sn-3Ag-0.5Cu 合金呈現明顯的頸縮現象，而含 Bi 的 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-0.5Bi 合金頸縮現象減少。這顯示 In、Zn 和 Bi 元素有強化鋅錫強度的作用，這些元素形成的析出相可阻止差排的移動，進而強化鋅錫的強度(圖 4(b))。當合金中的 Bi 含量超過 1.5 wt% 以上時，因有富 Bi 相的形成，細小孔洞也會在  $\beta$ -Sn 相/富 Bi 相的界面形成，進而導致 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(1.5~3.0)Bi 合金發生潛變穿晶破壞(圖 4(c))。

#### 四、結論

1. Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-1.5Bi 鉛錫的固相線由 DSC 熔點測試結果顯示為 201°C，相較於業界使用的 Sn-3Ag-0.5Cu (SAC305) 鉛錫，其含 Bi 鉛錫的熔點可下降 16°C。

2. EDAX 半定量分析顯示：在 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-1.5Bi 合金的顯微組織中，合金主要由  $\beta$ -Sn 相、Ag<sub>3</sub>Sn 相、SnBi 化合物與富 Bi 相所組成。

3. Sn-3Ag-0.5Cu 合金添加 In、Zn 和不同含量的 Bi 元素後，鉛錫的機械性質會有所影響。Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-1.5Bi 合金的抗拉強度可達 33.1±0.5 MPa，伸長率為 70.2±0.3 %。這原因可能是 In、Zn 和 Bi 元素固溶到  $\beta$ -Sn 相中產生固溶強化的結果。

4. 含 Bi 元素的 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0)Bi 合金，其破損機構受 Bi 含量多寡的影響。基本上，Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0)Bi 合金的破斷面呈現延性窩狀破壞。當合金中的 Bi 含量超過 1.5 wt% 以上時，細小孔洞也會在  $\beta$ -Sn 相/富 Bi 相的界面形成，進而導致 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(1.5~3.0)Bi 合金發生潛變穿晶破壞。

#### 參考文獻：

1. P.T. Vianco and D.R. Frear, Issues in the Replacement of Lead-Bearing Solders, *JOM*, July, 1993, 14-19.

2. W.L. Winterbottom, Converting to Lead-Free Solders: An Automotive Industry Perspective, *JOM*, July, 1993, 20-24.

3. S. Kumamoto, H. Sakurai, Y. Kukimoto and K. Suganuma, Joint Strength and Microstructure for Sn-Ag-(Cu) Soldering on an Electroless Ni-Au Surface Finish by Using a Flux Containing a Cu Compound, *J. Electronic Materials*, Vol. 37, No. 6, 2008, 806-814.

4. K. Kanlayasiri, M. Mongkolwongrojn and T. Ariga, Influence of Indium Addition on Characteristics of Sn-0.3Ag-0.7Cu Solder Alloy, *J. Alloys & Compounds*, 485, 2009, 225-230.

5. X.P. Zhang, C.B. Yu, Y.P. Zhang, S. Shrestha and L. Dorn, Processing Treatment of a Lead-free Sn-Ag-Cu-Bi Solder by Rapid Laser-beam Reflowing and Creep Property of its Soldered Connection, *J. Materials Processing Technology*, 192-193, 2007, 539-542

6. M.D. Mathew, H. Yang, S. Movva and K.L. Murty, Creep Deformation Characteristics of Tin and Tin-based Electronic Solder Alloys, *Metallurgical & Materials Transactions A*, Vol. 36A, Jan., 2005, 99-105.

7. G. Ghosh, Interfacial Reaction between Multicomponent Lead-free Solders and Ag, Cu, Ni, and Pd Substrates, *J. Electronic Materials*, Vol. 33, No. 10, 2004, 1080-1091.

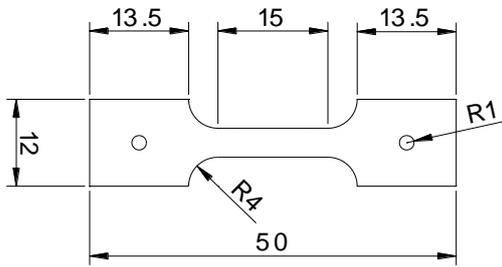


圖 1. 無鉛鋅錫拉伸試片尺寸

	Solidus	Liquidus
SnAgCu	217 °C	219 °C
Bi 0.5	205 °C	218 °C
Bi 1.5	201 °C	208 °C
Bi 3.0	202 °C	210 °C

表 1. Sn-Ag-Cu-In-Zn-Bi 合金之 DSC 熔點測試

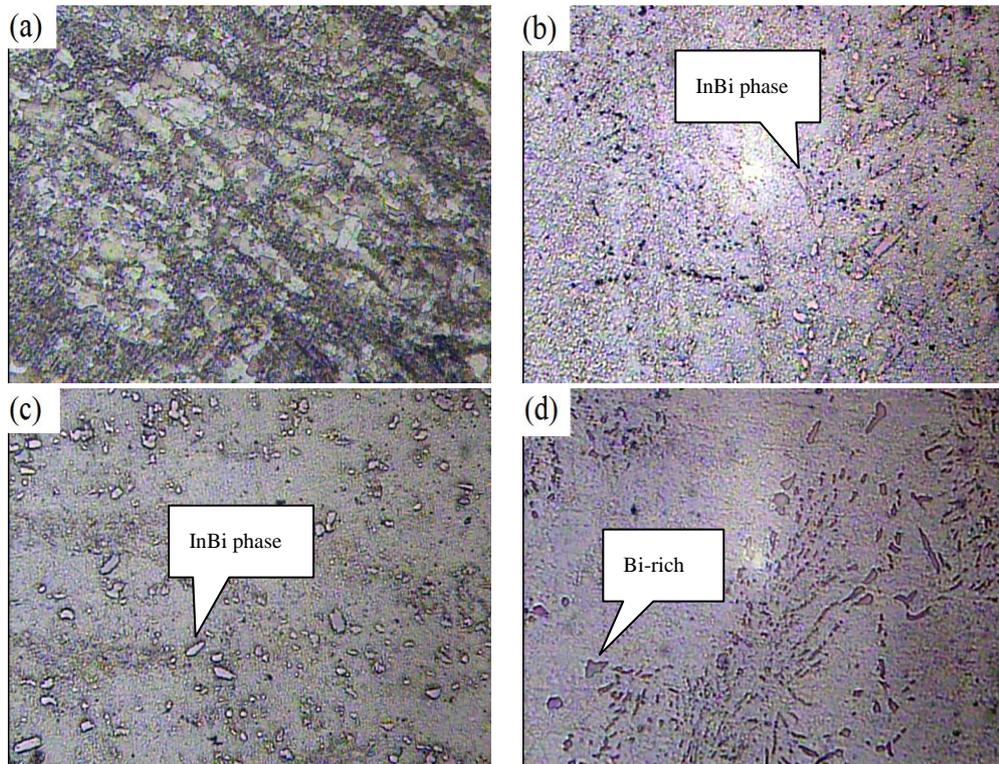


圖 2. Sn-Ag-Cu-In-Zn-Bi 合金之顯微組織

(a) Sn-3Ag-0.5Cu 、 (b) Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-0.5Bi 、  
 (c) Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-1.5Bi 、 (d) Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-3.0Bi

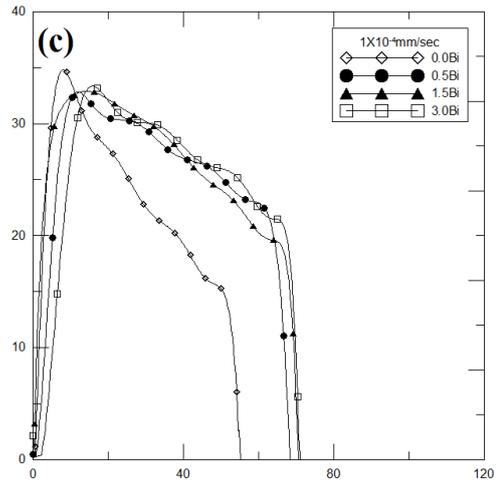
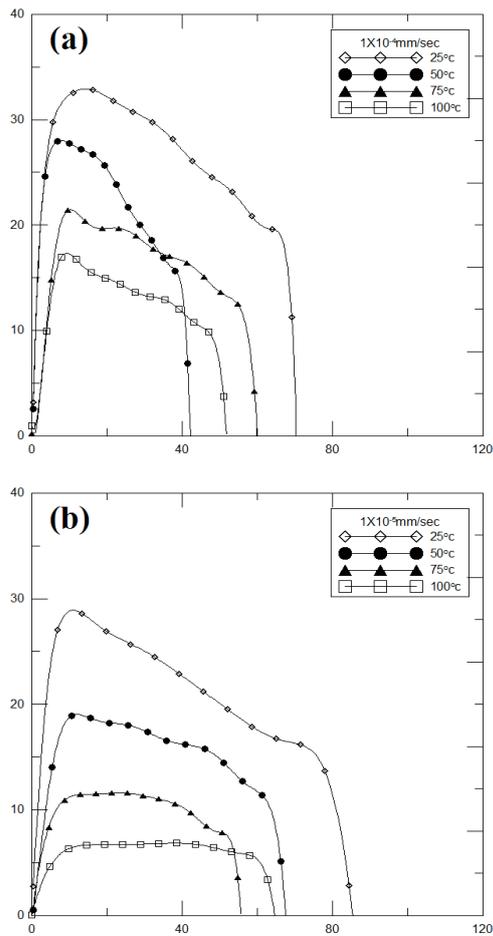


圖 3. Sn-Ag-Cu-In-Zn-Bi 合金之應力-應變曲線 (a) $10^{-4}$  mm/sec、(b)  $10^{-5}$  mm/sec、(c) 不同 Bi 含量

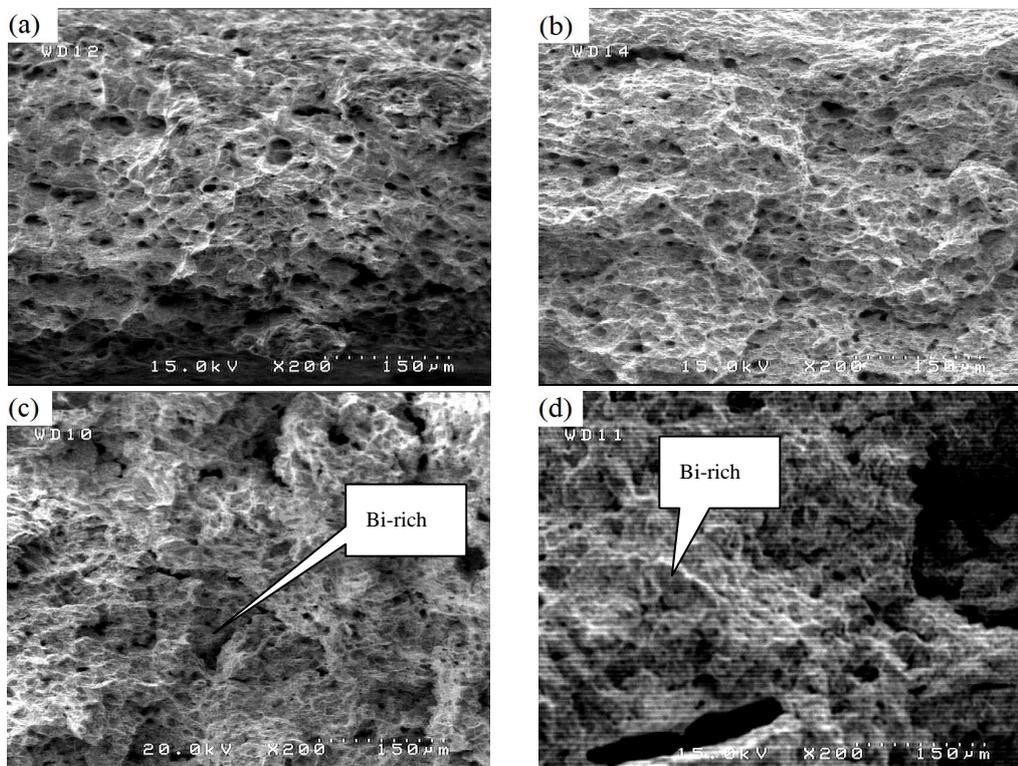


圖 4. Sn-Ag-Cu-In-Zn-Bi 合金之破斷面， $10^{-4}$  mm/sec、25 °C  
 (a) Sn-3Ag-0.5Cu、(b) Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-0.5Bi、  
 (c) Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-1.5Bi、(d) Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-3.0Bi

# 國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2011/10/17

國科會補助計畫	計畫名稱: 銅含量對Sn-Ag-Cu-Bi多成分無鉛鉛錫顯微組織與機械性質之影響
	計畫主持人: 葉明勳
	計畫編號: 99-2221-E-216-006- 學門領域: 金屬
無研發成果推廣資料	

99 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：葉明勳		計畫編號：99-2221-E-216-006-					
計畫名稱：銻含量對 Sn-Ag-Cu-Bi 多成分無鉛鉛錫顯微組織與機械性質之影響							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

# 國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表  未發表之文稿  撰寫中  無

專利： 已獲得  申請中  無

技轉： 已技轉  洽談中  無

其他：（以 100 字為限）

Evaluation of the Mechanical Properties of Sn-3Ag-0.5Cu-In-Zn alloys

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

研究成果自我評估

本研究將以 Sn-3Ag-0.5Cu 無鉛鋅錫為基材，添加 2wt% 的 In，1wt% 的 Zn 和 0.5~3.0 wt% 的 Bi 金屬粒，熔煉成 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0) Bi 無鉛鋅錫合金，探討這些多元成分無鉛鋅錫在  $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$  mm/sec 拉伸速率及不同 Homologous 溫度狀態下之常溫和高溫機械性質。實驗結果顯示：Sn-3Ag-0.5Cu 合金添加 In、Zn 和不同含量的 Bi 元素後，鋅錫的機械性質會有所影響。Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn

-1.5Bi 合金的抗拉強度可達  $33.1 \pm 0.5$  MPa，伸長率為  $70.2 \pm 0.3\%$ 。這原因可能是 In、Zn 和 Bi 元素固溶到  $\beta$ -Sn 相中產生固溶強化的結果。此外，含 Bi 元素的 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0) Bi 合金，其破損機構受 Bi 含量多寡的影響。基本上，Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(0.5~3.0) Bi 合金的破斷面呈現延性窩狀破壞。當合金中的 Bi 含量超過 1.5 wt% 以上時，細小孔洞也會在  $\beta$ -Sn 相/富 Bi 相的界面形成，進而導致 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-(1.5~3.0) Bi 合金發生潛變穿晶破壞。

本研究在電子封裝業的主要貢獻是了解 Sn-Ag-Cu-In-Zn-Bi 多元成分無鉛鋅錫的機械性質的影響，且發現 Sn-3Ag-0.5Cu-2In-1Zn-1.5 Bi 無鉛鋅錫合金的熔點與傳統 Pb-Sn 鋅錫熔點極為接近，是一種頗具開發的無鉛鋅錫，對國內封測廠應用無鉛鋅錫的要求，提供另一思考方向！

