

58Bi42Sn 無鉛錫料與 Au、Ni 基材界面反應及 Ni-Bi-Sn 三元平衡相圖之研究

[摘要]

目前盛行的球矩陣排列封裝 (BGA) 之錫點墊層之表面處理層是以鍍 Ni 再鍍 Au 的 Au/Ni 雙金屬層為主。目前錫球的組成是以 Pb-Sn 共晶合金為主，但無鉛錫料的使用是未來發展的趨勢。因此，無鉛錫料與 Au/Ni 表面處理的墊層之間的反應是非常重要的。其中 58Bi-42Sn (wt.%) 為微電子用無鉛錫料的主要候選材料之一，所以本論文中選定以 58Bi-42Sn 合金 (以下簡稱 BiSn) 為研究對象，探討 58Bi-42Sn 與 Au 及 Ni 間之反應。

本論文進行三部分實驗，第一部分是 Au 箔與 BiSn 錫之反應，第二部分是 Ni 與液態 58Bi-42Sn 之固/液反應，第三部分則是對 Ni-Bi-Sn 三元平衡相圖作一初步之研究。

第一部分包含 Au 箔與液態 BiSn、Au 箔與固態 BiSn 兩種反應。在 Au 箔與液態 BiSn 錫之反應中，反應於 160、180、200 及 220 四個溫度進行，反應時間 1~7 小時不等。在 160~220 反應中，Au 箔與 BiSn 錫的界面生成二層介金屬，由 EPMA 分析得知分別為 AuSn₂ 及 AuSn，介金屬總厚度隨反應時間增加而緩慢增加。另外在 BiSn 合金中發現有細長狀的介金屬生成，因為太小了，所以無法由 EPMA 分析其組成。此一部分反應生成的介金屬相生長活化能為 38 KJ/mol。

在 Au 箔與固態 BiSn 錫之反應中，溫度 105 °C，時間 24 小時，經固態熱處理後，錫料中細長狀介金屬型態明顯變粗大。經 EPMA 分析得知為 Au-Bi-Sn 三元化合物。界面處除了 AuSn₂ 及 AuSn 兩種介金屬外，在 AuSn₂ 上方，發現有另一層介金屬生成。EPMA 分析得知此介金屬與錫料中細長狀介金屬同為 Au-Bi-Sn 化合物。

本論文第二部分，探討 Ni 與液態 58Bi-42Sn 合金之反應，以 Ni 片插入熔融錫料中反應。此部分分為三組實驗，第一組為冷卻速率實驗，是在相同反應溫度 420 °C 及時間 48 小時，反應後以五種不同的冷卻速率使合金完全凝固。實驗可觀察到隨著冷卻速率的遞減，錫料中介金屬的型態也愈變愈粗大，數量則變少。因此推論遠離界面錫料中之介金屬為冷卻時生成。

此介金屬經 EPMA 分析得知為 Ni₃Sn₄。

第二組實驗為 Ni 與液態 BiSn 合金之界面反應。反應於 180、240、300、360 及 420 °C 五個溫度進行反應，反應時間為 3~48 小時不等。在 180~240 °C 反應中，Ni 與 BiSn 合金的界面僅有一薄生成物層，其組成由 EPMA 分析得知為 Ni₃Sn₄。溫度 300~360 °C 時，在 Ni₃Sn₄ 與 Ni 之間的界面有另一層介金屬生成，EPMA 分析為 Ni₃Sn₂。溫度 420 °C 時，除了 Ni₃Sn₄ 及 Ni₃Sn₂ 外，還發現 Ni₃Sn 的生成。180~420 °C 反應生成的 Ni₃Sn₄ 生長活化能為 34 KJ/mol。

第三組實驗為搖晃實驗，反應溫度 180 °C，時間 26 小時。反應完成後，立即進行搖晃，而後吹風凝固、淬火。未搖晃時，Ni₃Sn₄ 僅在界面附近出現，在遠離界面的合金中並未發現生

成物。搖晃後的樣品，界面附近的 Ni_3Sn_4 會因為搖晃的關係而移動到距離界面較遠的鋁料中，因此證明出界面處部分脫離之塊狀 Ni_3Sn_4 為反應時所生成，而不是在合金冷卻時生成

。。

第三部分實驗是對 Ni-Bi-Sn 三元平衡相圖進行研究，我們以金相觀察、電子微探儀及 X 光繞射等分析方法測定出 125 靠近 BiSn 端的相圖型態及 450 靠近 NiBi 端部分的相圖型態。125 相圖部分，本研究證實 Ni_3Sn_4 -Bi-Sn 在 125 形成一三相區，其中約有 2.5 at. % Bi 溶於 Sn 中。450 相圖部分， NiBi - Ni_3Sn_4 - NiBi_3 形成一三相區， NiBi 中 Sn 的最大溶解度約 4at.%；而 Ni_3Sn_4 - NiBi_3 -Bi 則形成另一三相區。