

Sn-3.5Ag 無鉛錫料與 BGA 墊層反應之研究

[摘要]

本論文進行兩部分實驗，第一部分是液態 Sn-3.5Ag 與 Ni 之反應，第二部分是 Sn-3.5Ag 錫球與 BGA 基板之反應。其中 Sn-3.5Ag 為歐美電子業界認為最具潛力之無鉛錫料候選材料之一，而 Ni 則常用於印刷電路板及 BGA 之墊層。本論文使用之 BGA 基板銲接之墊層，已經過鍍 Au 及鍍 Ni 的表面處理。

第一部分進行 Ni 與液態 Sn-3.5Ag 錫料之反應，反應於 250、280、310 及 340 四個溫度進行，反應時間 1 120 小時不等。此部分我們分為兩組實驗，第一組為 Immersion 實驗，以 Ni 片插入 5 g 熔融錫料中反應。第二組為 Droplet 實驗，將 10 mg 錫料滴在 Ni 片上反應。這兩組反應最大的差別在於反應物相對質量之多寡，以及反應後產生之錫料中 Ni 濃度的高低不同，而造成界面反應的差異。

在液態 Sn-3.5Ag 與 Ni 的 Immersion 實驗中，反應溫度為 250°C 時，在 Ni 與 Sn-3.5Ag 之間的界面只生成一層介金屬，由 EPMA 組成分析得知為 Ni₃Sn₄。反應溫度在 280 340°C 時，除了 Ni₃Sn₄ 生成以外，還有另外兩層很薄的介金屬在 Ni₃Sn₄ 與 Ni 之間的界面生成，厚度大約 1 2 μm，EPMA 分析只能確定其中與 Ni₃Sn₄ 相連的介金屬為 Ni₃Sn₂；另一層與 Ni 連接的介金屬厚度太薄，超出 EPMA 的解析度，無法確定其組成，但是我們猜測為 Ni₃Sn。250°C 340°C 反應生成的 Ni₃Sn₄ 生長活化能為 22 kJ/mol。

液態 Sn-3.5Ag 與 Ni 的 Droplet 實驗中，其金相結果與 Immersion 相似，反應溫度高於 280°C，會有 Ni₃Sn、Ni₃Sn₂ 及 Ni₃Sn₄ 三種介金屬生成，其中 Ni₃Sn₄ 的生長活化能為 11 kJ/mol。另外，我們比較 Immersion 和 Droplet 實驗，發現在 Immersion 實驗，有許多針狀 Ni₃Sn₄ 散佈在錫料中，這些針狀 Ni₃Sn₄ 是在反應進行中生成的，並不是因為冷卻而析出。

除了進行 Sn-3.5Ag 與 Ni 反應以外，為了探討 Ag 所扮演的角色，我們進行一組 Ni 與液態 Sn 反應的對照實驗，反應條件及方法皆與 Sn-3.5Ag 與 Ni 的反應相同。實驗發現，液態 Sn 與 Ni 反應結果和液態 Sn-3.5Ag 與 Ni 反應的相似，有相當的介金屬生長速率。在 Immersion 及 Droplet 實驗的 Ni₃Sn₄ 生長活化能分別為 19.4 和 8 kJ/mol。

本論文第二部分，探討 Sn-3.5Ag 錫料應用在球矩陣封裝 (Ball-Grid-Array, BGA) 上的可行性，此部分使用直徑 750 μm 的 Sn-3.5Ag 錫球與 BGA 基板，進行迴錫與固態熱處理兩組實驗。迴錫實驗可以觀察銲接時，銲接點界面的變化；而固態熱處理，可以模擬電子元件使用時，錫料點產生的變化。

迴錫實驗的頂溫設定為 250°C，迴錫時間 10 秒到 1 小時。迴錫反應結束後迅速以冷水淬火。

由金相結果歸納其反應機制如下述：首先，在 10 秒之內，Au 已完全與 Sn 反應生成 AuSn₄；接著由於表面張力的因素，AuSn₄ 從根部斷裂掉入錫料中並溶解，露出 Au 層底下的 Ni 層與錫料反應；大約 30 秒之後，AuSn₄ 全部溶解在錫料中，只剩下 Ni 與錫料繼續反應生成 Ni₃Sn₄。反應 4 分鐘以內，介金屬 Ni₃Sn₄ 生長機制是反應控制，之後慢慢轉變為擴散擴制。

接著再從上述實驗中，挑選迴錫 90 秒的樣品進行 160°C 固態熱處理，熱處理時間 30 ~ 875 小時。由錫接點截面金相發現，原本溶解在錫料中的 AuSn₄ 又在錫料中析出，大部分的 AuSn₄ 包覆在 Ag₃Sn 外，形成直徑小於 10 μm 的塊狀物，只有少數 AuSn₄ 會聚集在 Ni₃Sn₄ 與錫料之間的界面。我們知道以 Pb-Sn 錫料錫接之 BGA 基板，熱處理時會在 Ni₃Sn₄ 與錫料之間生成層狀 AuSn₄，造成接點機械強度下降。由本論文的實驗結果，我們認為 Sn-3.5Ag 錫料並不會有這方面的問題，對於 Sn-3.5Ag 錫球是一個非常好的消息，有助於 Sn-3.5Ag 錫料的發展性

。