

# 58Bi-42Sn無鉛錫料與球矩陣封裝中Au/Ni/Cu墊層界面反應之研究

## 摘要

球矩陣封裝 (BGA) 是現今最主要封裝方式，球矩陣封裝上的墊層與錫球接合取代傳統導線架接腳，球矩陣封裝墊層的表面處理以Au/Ni 為主。全球無鉛化的環保訴求促使Pb-Sn 在未來將遭禁用，改以無鉛錫料取代。因此無鉛錫料與BGA墊層接合反應是值得深入探討。

本論文進行58Bi-42Sn (wt.) 無鉛錫料錫球與Au/Ni/Cu 墊層界面反應的實驗。實驗內容包括迴錫實驗 (Reflow) 以及迴錫反應完的熱處理實驗 (Aging)。

在迴錫實驗中，經金相觀察發現迴錫初期液態58Bi-42Sn 錫球與Au/Ni 墊層界面會生成兩層介金屬。經EPMA 組成分析判定為Au-Ni-Bi-Sn 四元介金屬與AuSn<sub>2</sub>。隨後AuSn<sub>2</sub>會迅速轉變為Au-Ni-Bi-Sn 並掉入錫球內部。最後，Au/Ni 墊層的Au 層從界面消失，使的Au/Ni 墊層中Ni 層與58Bi-42Sn 錫球直接接觸。

在熱處理實驗中，將58Bi-42Sn 錫球與Au/Ni 進行迴錫完成後，置於不同溫度下熱處理 (80、100、120、130)，熱處理時間由20 小時~6,400 小時。經金相觀察發現熱處理完後錫球與墊層界面會生成兩層介金屬，經EPMA 分析判定為Au-Ni-Bi-Sn 及Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub>。此時界面處Au-Ni-Bi-Sn 是來自原先位於錫球內部的Au-Ni-Bi-Sn。界面處Au-Ni-Bi-Sn 含有較多的Ni，因此推論Au-Ni-Bi-Sn 回到界面的目的是獲取較多的Ni。

在熱處理時界面會生成兩層介金屬，除了Au-Ni-Bi-Sn 四元介金屬外，還有Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub>。墊層中的Ni 與錫球中的Sn 生成Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub>。經由動力學計算證明介金屬Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub> 的生長機制為擴散控制。以 Arrhenius equation 計算Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub> 的生長活化能為172KJ/mol。增長熱處理時間至Ni 層全部轉變為介金屬時，即Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub> 與Au/Ni 墊層下的Cu 層直接接觸。Cu 層會開始參與介金屬生成，於Cu 層與介金屬Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub> 界面生成兩層介金屬，經EPMA 分析判定為Cu<sub>3</sub>Sn 及Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>。同時Cu 會進入介金屬Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub> 層內部，將部分Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub> 轉化成(Cu<sub>1-x-y</sub>Ni<sub>x</sub>Au<sub>y</sub>)<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>，使原本層狀介金屬Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub> 變為Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub>與(Cu<sub>1-x-y</sub>Ni<sub>x</sub>Au<sub>y</sub>)<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>混合相。

為更確認Au-Ni-Bi-Sn 回到界面的原因。本論文以經過迴錫-熱處理後的58Bi-42Sn 錫球與Au/Ni 墊層，重複進行迴錫-熱處理。

金相觀察重複迴鍍-熱處理實驗。發現迴鍍完成時，界面處層狀Au-Ni-Bi-Sn 會分離成小塊狀並掉入鍍錫球內部。熱處理完時小塊狀Au-Ni-Bi-Sn 又會回到界面生成層狀Au-Ni-Bi-Sn。經EPMA 分析得知迴鍍完成，掉入鍍錫球內部Au-Ni-Bi-Sn 中Ni 所佔原子百分比約為2.5 at. %，熱處理完時回到界面生成層狀Au-Ni-Bi-Sn 中Ni 所佔原子百分比約為12.5 at. %。由此判定Au-Ni-Bi-Sn 回到界面的目的是獲取較多的Ni。

介金屬厚度過厚會影響鍍點機械性質。為尋找減緩介金屬生長速度的方法，本論文進行添加微量金屬實驗，在58Bi-42Sn 鍍錫球內添加微量金屬（Ni、Cu）。添加微量金屬的58Bi-42Sn 與Au/Ni 墊層迴鍍完成後，進行熱處理反應。金相觀察熱處理完成後鍍錫球與墊層界面，發現添加微量金屬Ni 可減緩熱處理時介金屬Au-Ni-Bi-Sn 生長速度，添加微量金屬Cu 熱處理時可抑制界面介金屬Au-Ni-Bi-Sn 及Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub> 生成，而以生長速度緩慢的(Cu<sub>1-x-y</sub>Ni<sub>x</sub>Au<sub>y</sub>)<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> 代

替。本論文發現添加微量金屬方法可減緩介金屬生長速率，藉此增加58Bi-42Sn 鍍錫球使用時的可靠度。