

摘要

由於 SnAgCu 系列錒料有很多不同組成，而以何種組成為最理想，目前並無定論，且現今在電子封裝中最常使用表面處理層為 OSP/Cu 與 Au/Ni，其中由於 OSP/Cu 表面處理層價格低廉。因此本研究將探討當錒錫球與 Cu 墊層相接時，SnAgCu 系列錒料中 Cu 濃度所扮演的腳色。而且現今電子產品發展走向輕薄短小的趨勢，使得 IC 晶片邁向高 I/O 數的趨勢，因此錒點的縮小更是勢在必行，所以縮小錒點所造成的影響也很重要。因此本研究之總目標是去深入了解不同體積與不同 Cu 濃度之 SnAgCu 錒錫球與 OSP/Cu 發生反應時每一階段的現象及其機制。

本研究之目的是在探討 SnAgCu 系錒料之 Cu 濃度與體積變化對錒接反應與介金屬生長形態的影響。本實驗係以 760、500 μm 兩種不同直徑的錒錫球，來對開孔 600 μm 的 Cu 墊層進行錒接反應。其中 SnAgCu 錒錫球的 Cu 濃度分別為 0、0.3、0.5 及 0.7 wt.%，並且所選用的迴錒頂溫是 235 $^{\circ}\text{C}$ 。迴錒時間設定為 90 秒並且分別進行 1~5 次的迴錒，在迴錒過後觀察其反應結果的截面積與上視圖，並且以掃描式電子顯微鏡(Scanning Electron Microscope, SEM, HITACHI S-3000N)觀察界面的介金屬型態，並以電子微探儀(Electron Probe Microprobe analyzer, EPMA, JEOL JXA-8500F)進行各相組成分析，並利用推球機(XYZTEC CONDOR-100)在不同迴錒條件下測試其錒點的剪力強度。

而由反應結果的微結構圖與數據可以發現錒錫球所消耗的 Cu 墊層厚度與界面介金屬的生長厚度主要是受到不同 Cu 濃度錒錫球、迴錒時間與錒料

體積的影響。其中錒錫球中初始的 Cu 濃度高低，主要會改變 Cu 墊層與熔融錒料間的濃度梯度，進而導致不同的溶解驅動力，而使 Cu 墊層溶解速率發生改變，而界面介金屬晶粒也隨之成長。不同的迴錒時間，會使得界面介金屬厚度與晶粒大小明顯的有所變化，而最後利用質量平衡可以發現到，無論初始錒錫球中 Cu 濃度的高低，在不同次數的迴錒後錒錫球中 Cu 濃度皆會因為達到溶解平衡而維持在一定值。

另外已有研究指出，在 $\text{Cu}_3\text{Sn}/\text{Cu}$ 界面會產生一連續的 Kirkendall's Voids。而此一連續的 Kirkendall's Voids 會導致 Solder/Cu 界面的脆化而使錒點剪力強度的下降，本實驗室曾經發現到在 SnAgCu 系錒料中添加微量的 Ni 成分在長時間的反應下，可以有效抑制 Cu 端的 Cu_3Sn 生成。並由 SnCuNi 三元相圖可知微量 Ni 成份的添加會使得 Cu 在 Sn 中的溶解極限快速下降，因此在本研究中會另外進一步的探討當錒料中添加微量 Ni 成份對於 Cu 墊層消耗厚度和界面介金屬型態與厚度以及對迴錒後 Cu 濃度的影響。

此研究主要是利用組成 Sn3Ag0.5Cu0.02Ni 直徑分別為 300、400、600、760 μm 的錒錫球與開孔 600 μm 的 Cu 基材相接後在 235 $^\circ\text{C}$ 頂溫下經過 1~5 次的迴錒後，觀察其界面反應結果與測試其錒點的剪力強度。

此研究發現微量的 Ni 成份的添加其界面生成之介金屬為 $(\text{Cu}_{1-x}\text{Ni}_x)_6\text{Sn}_5$ 。並可以有效的降低 Cu 在 Sn 中的溶解極限，而使得界面介金屬形狀會由貝殼狀轉變為菱柱狀，且會促使大量的介金屬在界面析出，並在界面的介金屬觀察到有些微孔隙的生成。有趣的 Ni 的添加對於 Cu 墊層的消耗厚度並無太大影響。現今電子封裝業走向輕薄短小的趨勢，因此錒點的縮小是可以預見的，而在本研究中當含 Ni 錒點體積縮小時，其

界面介金屬厚度會隨之下降， Cu_6Sn_5 中溶 Ni 量也有下降的趨勢，而且介金屬的形狀也由結晶顆粒較大的菱柱狀轉變為結晶顆粒較小的貝殼狀。亦即添加 Ni 成分的銲點體積的不同會影響界面生成物其生長型態的轉變，因此當未來銲點持續縮小時，含 Ni 銲點體積大小對於界面反應也會有所影響。

Abstract

In electronic packing, the dissolution of thin film under-bump metallizations (UBMs) and surface finishes in molten lead-free solders is one of the most important processing concerns. Due to a higher melting temperatures and richer Sn content, molten lead-free solder such as SnAgCu tend to dissolve the UBMs and surface finishes at faster rates than the eutectic SnPb. The SnAgCu solder are a series of lead-free solders with broad compositions. The OSP/Cu surface finish is the most common and important for solder pad and bumps in industry now. One of the important reasons for using Cu in packaging assemblies is that it provides good electrical conductivity. Therefore, the overall objective is to study in depth the reaction between the SnAgCu solders with various Cu concentrations, solder ball volume and the OSP/Cu.

In this study, solder balls of different concentrations Sn₃Ag_xCu (x=0/0.3/0.5/0.7wt.%) and different diameters, 500 μm or 760 μm were employed to study the influence of solder volume as well as the Cu concentration. The solder pad had the OSP/Cu surface finish. The pad opening diameter was 600 μm. The solder balls were placed on pad, and then reflowed for 90–450 sec at peak reflow temperature of 235°C. The microstructural analyses of samples were obtained using a SEM, and the composition of reaction product was identified by JEOL JXA-87600SX electron microprobe (EPMA).

It was found that the Cu concentration and solder ball volume in the

SnAgCu ternary solder has very strong effect on the Cu consumption thickness and compound formation in solder joints with the OSP/Cu surface finish. The different Cu concentration in the SnAgCu ternary solder changed the Cu concentration gradient and dissolution driving force between molten-solder and Cu pad. The interfacial IMC layers thickness and grain size increased with increasing number of reflow times. From mass balance of Cu, whatever initial Cu concentration in the SnAgCu ternary solder ball the Cu concentration will reach dissolution equilibrium to maintain constant at various reflow times. The results of this study suggested that a high Cu-content SnAgCu solder should be used to prevent the chip failed due to molten solder dissolved nearly all the Cu from the Cu pad.