

第一章

前 言

電子產品朝輕薄短小、高功能、高密度、高速化之趨勢使得電子封裝技術亦須朝高密度化、多晶片模組化、立體化等方向發展才能符合需求。電子封裝技術的演進也帶動電路板組裝技術（Chip-and-Board Assembly）的變革，在元件與電路板組裝中，由於表面黏著接合（Surface Mount Technology，SMT）可獲得更應優越的電氣性質，縮小產品體積與重量，且適用於高密度、微小鉚點元件的組裝等優點，在其應用早已經凌駕插件式接合技術（Pin Through Hole，PTH，或稱為引腳插入式接合技術）之上；然而並非所有積體電路晶片皆具備表面黏著元件（Surface Mount Device，SMD）之封裝形式，故目前許多產品係將插件式元件與表面黏著元件組裝在同一塊電路板上，此稱為混載技術（Mixed Technology，MT）。

無論是那一種電路板組裝技術，銲接皆為其製程之關鍵。一項電子產品中少則有幾十個鉚點，多則有數百甚至上萬個鉚點，這些鉚點主要在實現元件與電路板的電氣連接；功能雖然簡單，但對良率（Yield）影響至鉅，只要有一個鉚點失效就有可能導致整個系統運作失常，在電子產品或系統的諸多故障原因中，60%以上為鉚點失效所造成[1]。因此，為提高電子產品的良率與可靠度（Reliability），銲接技術須予重視並研究之。

微腳距銲接（Micro-joint）的發展，集積數（Input/Output Counts，I/O 數）增加、引腳銲墊間距（Pitch）及尺寸的縮小，傳統的組裝銲接技術所遭遇的挑戰日益嚴峻；此外，加上近年來環保意識逐漸抬頭，無鉛銲錫的發展已指日可待[2]。然而，無鉛銲錫在材料與製程應用的眾多困難中，銲錫熔點是備受矚目的特性之一，無鉛銲錫的熔點比共晶錫鉛銲錫高約 30°C 至 40°C，此使得封裝元件及電路板在組裝時須承受較高的迴銲溫度，此可能損害元件或增加電路板爆板（Delamination）之機率；此外重工（Rework）時亦須使用較高的溫度，也會增加產品損傷的可能。

為了解決高複雜度的電路板組裝及相關的可靠度、熱問題等相關問題，選擇

性銲接技術 (Selective Soldering) 於是被開發出來，與傳統組裝銲接技術的差異之處為其係選擇性地對接點及銲錫加熱完成銲接，使鄰近元件或基板所受到熱傷害降低到最小，相關技術有選擇性波銲 (Selective Wave Soldering)、雷射迴銲 (Laser Soldering) 等。

雷射迴銲具備雷射聚束焦點小、可完成微小銲點之接合、加熱時間短、可抑制介金屬化合物 (Intermetallic Compounds, IMCs) 成長、能克服無鉛銲錫高熔點的限制等優點，故其極有潛力成為未來高密度電路板組裝之銲接技術選擇之一；但雷射機台價格昂貴、速度較慢、設備龐大等問題是其困難所在。近年來由於低成本、高功率二極體雷射 (Diode Laser) 的發展，雷射迴銲又逐漸受到業界的重視。目前雷射迴銲於產品組裝的應用有高密度引腳表面黏著元件、熱敏感與靜電敏感元件、感測器、重工等。

本實驗係以脈衝式YAG雷射對直徑 500 μm 的共晶錫球 (Eutectic Pb-Sn Solder Ball) 進行無助銲劑迴銲 (Fluxless Reflowing Soldering)，以了解製程條件如雷射功率、脈衝寬度與迴銲次數等製程條件對銲點微觀結構與接合強度之影響。實驗結果顯示，脈衝式雷射迴銲毋須使用助銲劑 (Flux) 即可完成銲點接合，且低電壓、長時間加熱的銲接可得到較佳的潤濕性 (Wetting)。外觀上，雷射銲點高寬比 (Aspect Ratio) 小於傳統迴銲所得，且錫球頂部常因雷射能量之集中，銲錫受到高能量密度的加熱而汽化形成V型凹陷 (Crater)。掃描式電子顯微鏡

(Scanning Electron Microscopy, SEM) 之觀察可得到 Cu_3Sn 與 Cu_6Sn_5 二種介金屬相，伴隨入射能量增加，IMC形貌從層狀轉變為棒狀 (Rod) 或樹枝狀 (Dendrite) 沿散熱方向成長，甚至可發現到棒狀的 Cu_3Sn ，其形貌迥異於傳統迴銲所得的貝殼狀 (Scallop) Cu_6Sn_5 相與層狀 Cu_3Sn 相；銲錫內部亦可發現到 Cu_6Sn_5 相與未能及時與錫形成合金反應的銅元素。推力測試 (Shear Test) 對接點強度之測試顯示，脈衝雷射有效銲點平均推力強度可達到約 9.6 Nt/mm^2 ，遠高過工業標準的 5.40 Nt/mm^2 ，輔以SEM對破斷面的觀察發現界面的潤濕狀況是影響接點強度及破斷模式的主因。