

第三章

實驗方法

本實驗以脈衝式 YAG 雷射局部共晶錫鉛錫球（昇貿科技提供）進行無助錫劑迴錫，觀察錫球外觀形貌，錫點內部微觀結構，錫錫與銅錫墊界面生成的介金屬化合物種類及厚度變化，並與傳統迴錫的結果做一比較，並搭配推力試驗量測錫點接合強度並分析其破斷之模式。

推力試驗參照 JESD22-B117 規範分析共晶錫鉛球迴錫後之錫點推力強度，搭配金相觀察、SEM/EDX 分析等結果探討破壞發生的原因，並嘗試討論雷射迴錫特徵與破壞模式的關連。

3.1. 實驗方法

3.1.1. 錫點製備



首先將塗有感光性防錫漆（Photo-sensitive Solder Mask）的銅箔基板上（銅箔厚度為 $20\ \mu\text{m}$ ）的遮光膜除去，用氮氣槍去除灰塵或其它雜質顆粒；之後將基板置入曝光機中曝光 20 秒，經 60 秒顯影後，定義出直徑 $400\ \mu\text{m}$ 的防錫漆開口，銅墊間距則為 $1.4\ \text{mm}$ ，之後將基板裁成寬 $3\ \text{cm} \times 1\ \text{cm}$ 大小，以符合雷射機台的樣品座大小。雷射迴錫之前，將基板浸泡於 $20\ \text{vol.}\%$ 硝酸內兩分鐘，以除去銅表面的氧化物，並用去離子水沖洗，迅速用氮氣槍吹乾後，將基板固定在基座上，再將直徑 $500\ \mu\text{m}$ 的共晶錫球放置於銅墊上，並透過 CCD 觀察以確認銅墊與錫球有確實接觸；隨後進行的迴錫實驗結果發現在表面處理後的 10 分鐘內銅墊氧化的程度並不會影響潤濕性。

迴錫加熱時，首先須定出最低迴錫條件，之後加長脈衝寬度或調整輸出電壓以控制輸出功率。透過 CCD 的觀察，調整雷射的位置使左、右兩支雷射點可加熱於適當位置，因雷射聚焦點尺寸遠小於銅墊，故離焦（Defocus）距離不同將使錫點受熱效果不同，實驗測試發現離焦距離以 $1.5\ \text{mm}$ 最為適當，之後則改變電壓及時間使迴錫結果達到最佳化；圖 3-1 所示為實驗流程。

由於短時間、高電壓易使功率密度極大而易形成鑰孔銲接，故本實驗以長

脈衝時間搭配低電壓的方式完成迴銲。200 V 為雷射機台之最低電壓值，10 msec 為最大的脈衝寬度，故實驗參數設計原則為：(1) 固定電壓 200 V (即功率固定)，調整脈衝寬度，探討加熱時間變化對迴銲結果的影響，(2) 固定脈衝寬度 10 msec，調整電壓增加功率，探討電壓變化對迴銲結果的影響；(3) 以多次迴銲取代高電壓高功率的一次迴銲。表 3-1 為本實驗所使用的雷射迴銲實驗參數表。多次迴銲的方式係以間隔 0.5 sec，相同脈衝條件的雷射光加熱到錫球上，如圖 3-2 所示。

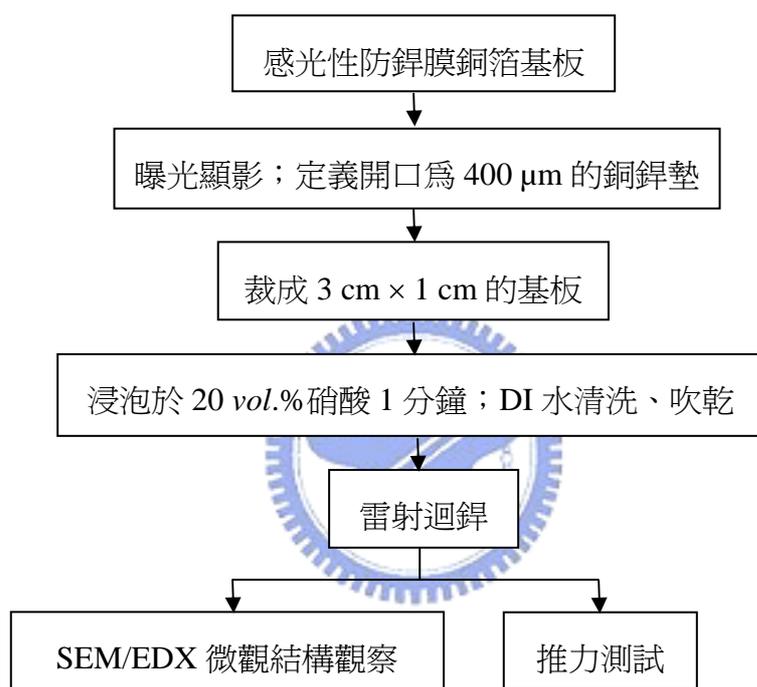


圖 3-1. 實驗流程。

表 3-1. 雷射迴銲實驗參數表 (離焦距離 = 1.5 mm)。

電壓 (V)	200	200	205	210	215	220
時間 (msec)	7	10	10	10	10	10
一次迴銲能量 (J)	2	2.4	2.8	3.2	3.5	3.9
二次迴銲能量 (J)	4	4.8	—	—	—	—
三次迴銲能量 (J)	6	7.2	—	—	—	—
四次迴銲能量 (J)	8	9.6	—	—	—	—

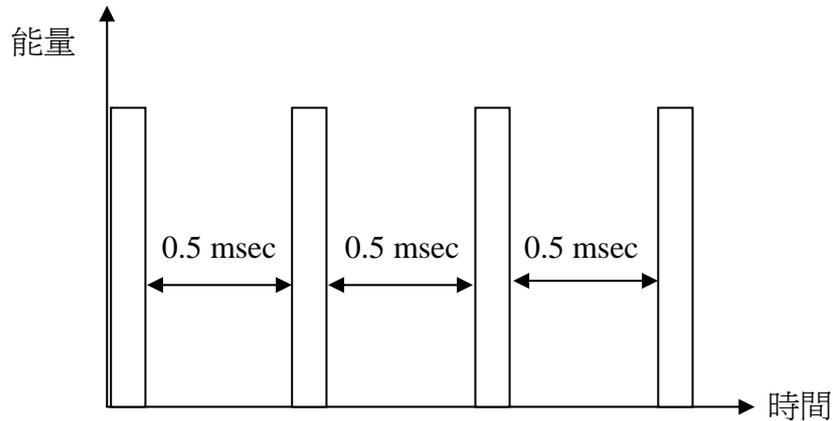


圖 3-2 多次脈衝加熱式意圖。

3.1.2. 鐳點界面分析

將試片冷鑲埋後，依序以#60、#400、#1000、#2500、#4000 砂紙進行研磨，接著以 0.3 μm 氧化鋁拋光，完成後以氮氣吹乾表面水氣或抽真空確定表面乾燥，再以蝕刻液腐蝕表面以利成分分析。蝕刻液以鹽酸 (HCl)：甲醇 (Methanol) = 1：19 比例組成，目的係蝕刻錫以露出富鉛相 (Pb-rich Phase) 與 IMC。蝕刻後鍍金，微結構觀察以背向散射式電子 (Back Scattering Electron, BSE) SEM (Hitachi S4700) 觀察 IMC 型態，再以 EDX (EDAX corp., The Standard EDS Detectors) 作成份分析。

3.1.3. 鐳點接合強度分析

依 JESD-B227 標準，將各迴鐳條件完成的鐳點在推刀速率為 400 $\mu\text{m}/\text{sec}$ 及推刀與基板的距離為 100 μm 之條件下進行推力測試，各迴鐳條件做 100 顆鐳點之推力試驗以進行統計分析。

3.2. 實驗設備

3.2.1. NEWPORT LW4200 型雷射鐳接系統

本實驗所使用的雷射迴鐳系統 (Newport LW4200) 如圖 3-3 所示。此迴鐳系統包括一個波長為 1.064 μm 的脈衝式 Nd:YAG 雷射及一傳輸雷射功率的光束傳送系統 (Beam-delivery System)。系統利用兩個反射率為 50% 及 100% 之分光鏡將雷射能量均分，並經由輸出端的聚焦透鏡輸出，同時鐳接在元件上，雷射光入

射至鐸件之角度為 15° ，且兩道雷射光呈 180° 均分排列，如此可使兩束雷射光同時聚束工件上，且能量相同、排列對稱，可使得工件因鐸接過程中材料固態化收縮（Solidification-shrinkage）[35]而導致的應力累積達到最小。

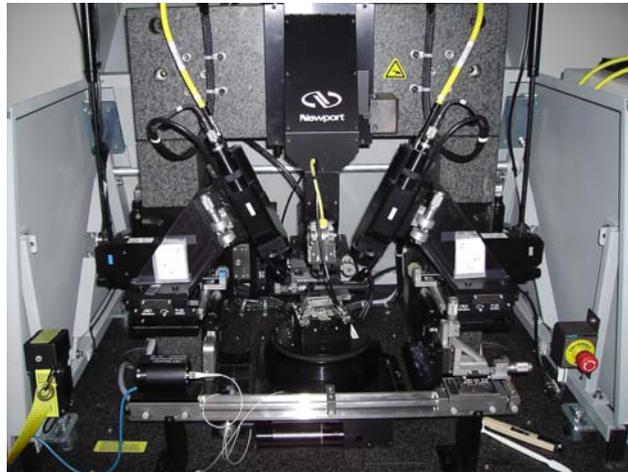


圖 3-3. Newport LW4200 型雷射鐸接系統。

3.2.2. 推球系統

本文鐸錫推力測試係借用台大材料系莊東漢老師實驗室之 DAGE 4000 微推拉力機。將製作完成的試片放置於推球機的平台，利用幫浦吸附將試片固定於平台的位置，適當地調整推刀的位置後，再由軟體來設定推刀推進時的參數，如推刀的速度（= $400 \mu\text{m/s}$ ）、高度（= $100 \mu\text{m}$ ）等。