

目錄

表目錄

圖目錄

一. 導論.....	1
1.1 構裝形式的演進.....	1
1.2 晶片尺寸封裝 CSP(Chip Scale Package).....	1
1.2.1.晶圓級晶方尺度構裝 (wafer level chip scale package;WLCSP)	
1.3 無鉛製程.....	4
1.3.1.各國相關法規與進程.....	4
二. 研究動機.....	6
三. 文獻回顧.....	8
3.1 PCB 表面處理工藝.....	8
3.1.1.有機保護膜(Organic Solderability Preservatives, OSP).....	8
3.1.2.浸鍍銀與浸鍍錫(Immersion/Silver or Tin).....	9
3.2 對應不同表面處理 IMC 的生成反應.....	9
3.3 強度與破壞面的分析.....	10
3.4 錫球內部孔洞(void)對 CSP 或 BGA 焊點可靠度的影響.....	11
3.5 焊點熱循環測試.....	12
3.6 JEDEC(Joint Electron Device Engineering Council)與 IPC(Association Connecting Electronics Industries).....	13
3.6.1.JESD22-B117(BGA Ball Shear).....	14
3.6.2.IPC/JEDEC-9702 (Monotonic Bend Characterization of Board-Level Interconnects).....	14
3.6.3.JESD22-A104-B(Temperature Cycling).....	15
3.6.4.IPC-2221(Generic and Stand on Printed Board Design).....	15

四. 理論基礎.....	16
4.1 可靠度理論.....	16
4.1.1 失效機率密度函數.....	16
4.1.2 失效累積分佈函數.....	16
4.1.3 可靠度函數.....	17
4.1.4 韋伯分佈函數(Weibull Distribution).....	17
4.1.5 浴缸曲線(Bathtub Curve).....	18
4.1.6 雙參數-韋伯分布函數.....	18
4.2 擴散理論及金屬間化合物(IMC).....	20
五. 研究方法.....	23
5.1 試片組成.....	24
5.1.1 試片改進過程.....	24
5.2 實驗設備.....	27
5.2.1 微拉伸測試系統.....	27
5.2.2 剪力推球系統.....	29
5.2.3 研磨 /? 光機.....	29
5.2.4 紅外線迴焊爐(IR reflow oven).....	29
5.2.5 高溫烤箱(熱風循環烘箱).....	29
5.2.6 光學金相顯微鏡.....	30
5.2.7 掃描式電子顯微鏡(Scanning Electron Microscope).....	30
5.2.8 低阻計(Milliohm Meter).....	31
5.2.9 溫度溼度循環烘箱(Temperature/Humidity Chamber).....	31
5.3 IMC 實驗方法[31].....	32
5.3.1 IMC 試片製作(即剪力推球試片).....	32
5.3.2 IMC 成長實驗及剪力推球測試.....	32

5.3.3 金相觀察.....	33
5.4 四點彎矩實驗方法.....	34
5.4.1 試片製作.....	34
5.4.2 四點循環彎矩實驗.....	34
5.5 熱循環實驗方法.....	36
5.5.1 試片製作.....	36
5.5.2 熱循環實驗.....	36
5.5.2.1 殘餘強度測試.....	36
六.結果與討論.....	37
6.1 IMC 實驗與剪力推球測試.....	37
6.1.1 IMC 成長機制.....	37
6.1.2 IMC 擴散係數.....	39
6.1.3 剪力推球強度.....	40
6.2 四點循環彎矩測試.....	42
6.2.1 可靠度分析(雙參數韋伯分布).....	43
6.2.2 電阻值量測.....	44
6.2.3 磁滯現象.....	44
6.2.4 不同表面處理下的比較.....	45
6.2.5 金像的觀察.....	47
6.2.6 破壞面的 EDX 成分分析.....	48
6.3 熱循環測試.....	49
6.3.1 殘餘拉力強度.....	49
6.3.2 電阻值紀錄.....	51

七. 結論.....	52
7.1 IMC 實驗與剪力推球測試.....	52
7.2 四點循環彎矩測試.....	52
7.3 熱循環測試.....	53
八. 參考文獻.....	54



表目錄

表 2.1 無鉛焊料合金系與特徵[4].....	57
表 3.1 熱循環測試建議的溫度範圍 [21,pp.5].....	58
表 3.2 焊墊表面處理建議 [22,pp.20].....	58
表 5.1 AIM(Sn/Ag3.8-4.0/Cu0.5-0.7)規格.....	59
表 5.2 南亞樹酯 BT 印刷電路板板材規格.....	60
表 6.1 IMC 的厚度(μm)與老化(aging)時間的關係.....	61
表 6.2 常溫下(25)老化與高溫(150)老化的剪力強度測試.....	61
表 6.3 OSP 表面處理下可靠度分析比較.....	62
表 6.4 ENIG 表面處理下可靠度分析比較.....	62
表 6.5 不同表面處理在不同熱循環周次時間點的殘餘強度(kgf)比較	63
表 6.6 ENIG 表面處理在不同熱循環時間點的電阻值.....	63
表 6.7 OSP 表面處理在不同熱循環時間點的電阻值.....	63

圖目錄

圖 1.1 封裝的演進[1, pp.290].....	64
圖 1.2 不同構裝尺寸之比較[1,pp.291].....	64
圖 1.3 CSP 的種類[1,pp.282].....	65
圖 3.1 PCB 不同表面處理的製造流程[6].....	65
圖 3.2 JEDEC STANDARD-BGA Ball Shear[19,pp.4].....	66
圖 3.3 推球試驗的破壞模式分類[19,pp.6].....	66
圖 3.4 四點彎矩測試架構圖[20,pp.2].....	67
圖 3.5 四點彎矩測試的破壞模式分類[20,pp.8].....	67
圖 3.6 四點彎矩測試的破壞模式分類[24, pp.8].....	68

圖 4.1 最弱環模式[24,pp.106].....	68
圖 4.2 浴缸曲線(Bathtub Curve) [25].....	68
圖 5.1 實驗流程圖與試片規劃圖.....	69
圖 5.2 FBGA 32Mb 與 64Mb Daisy Chain 矽晶片與相對照的 PCB 圖(上 視透視圖，初始試片樣版圖)[28].....	70
圖 5.3 初始試片完成圖.....	70
圖 5.4 第一次改進與第二次改進試片樣版圖.....	71
圖 5.5 第一次改進與第二次改進試片完成圖(正面與反面圖).....	71
圖 5.6 第一次改進的試片上，右邊是壞在錫球，左邊則是壞在焊墊 與銅箔面.....	72
圖 5.7 SMD 與 NSMD[29,pp.3].....	72
圖 5.8 印刷電路板製造流程[30,pp.80].....	73
圖 5.9 Instron 8848 微拉伸試驗機[27].....	73
圖 5.10 氣動式夾具.....	74
圖 5.11 微拉伸試驗機外掛溫/溼度控制箱.....	74
圖 5.12 研磨/? 光機.....	74
圖 5.13 高溫烤箱.....	74
圖 5.14 低阻計與四點量測方法.....	75
圖 5.15 溫度溼度循環烘箱.....	75
圖 5.16[31] 剪力推球試片製作流程圖.....	75
圖 5.17[31] 剪力推球試片示意圖(2x4 陣列).....	76
圖 5.18[31] 四點循環彎矩與熱循環試片示意圖(2x4 陣列).....	76
圖 5.19 四點循環彎矩與熱循環試片組合圖與完成圖.....	77
圖 5.20 夾具與四點循環彎矩試片在夾具上.....	77
圖 5.21 四點循環彎矩夾頭(cross head)行進曲線圖行進曲線圖(三角	

波)	78
圖 5.22 殘餘剪力強度(Lap shear)測試夾具與轉接組合圖	78
圖 5.23 熱循環測試溫度曲線圖	79
圖 5.24 殘餘拉力強度(pull)測試夾具與轉接組合圖	79
圖 6.1 常溫下(25)老化與高溫(150)老化的剪力強度測試	80
圖 6.2 剪力推球破壞面觀察	80
圖 6.3 OSP 表面處理的 IMC 成分分析	81
圖 6.4 IMC 的厚度與老化(aging)時間的關係	82
圖 6.5 ENIG 的表面處理下,IMC 的成分分析	83
圖 6.6 IMC 厚度與時間的 1/2 次方關係	84
圖 6.7 常溫下(25)老化與高溫(150)老化的剪力強度測試	84
圖 6.8 由 0 至 1000 小時剪力推球破壞面觀察	85
圖 6.9 ENIG 表面處理在 25 下的四點循環彎矩(電阻值變化與韋伯分布)	86
圖 6.10 ENIG 表面處理在 120 下的四點循環彎矩測試(電阻變化與韋伯分布)	87
圖 6.11 ENIG 表面處理在 1000 小時老化後的四點循環彎矩測試(電阻變化與韋伯分布)	88
圖 6.12 OSP 表面處理在 25 下的四點循環彎矩測試(電阻值變化與韋伯分布)	89
圖 6.13 OSP 表面處理在 120 下的四點循環彎矩測試(電阻變化與韋伯分布)	90
圖 6.14 OSP 表面處理在 1000 小時老化後的四點循環彎矩測試(電阻變化與韋伯分布)	91
圖 6.15 在不同振幅下的遲滯環	92

圖 6.16 不同壽命時期的遲滯環.....	93
圖 6.17 振幅與周次數曲線.....	95
圖 6.18 相同測試條件下，兩種表面處理的比較.....	95
圖 6.19 經過 500cycle 熱循環測試後正向拉開後的金像斷面.....	96
圖 6.20 循環彎矩後的破壞斷面(常溫與高溫).....	96
圖 6.21 循環彎矩測試後的斷面(IMC).....	97
圖 6.22 四點循環彎矩測試後的斷面 EDX 分析(常溫與高溫).....	97
圖 6.23 受過高溫老化後 ENIG 試片，四點循環彎矩測試後的斷面 EDX 分析.....	98
圖 6.24 受過高溫老化後 OSP 試片，四點循環彎矩測試後的斷面 EDX 分析.....	99
圖 6.25 兩種表面處理在不同熱循環周次時間點的殘餘強度比較....	99
圖 6.26 ENIG 表面處理在不同熱循環時間點，殘餘強度與位移的關係	
圖 6.27 OSP 表面處理在不同熱循環時間點，殘餘強度與位移的關係	
圖 6.28 正向拉開後 SEM 斷面圖.....	102
圖 6.29 ENIG 表面處理在不同熱循環時間點的電阻值.....	103
圖 6.30 OSP 表面處理在不同熱循環時間點的電阻值.....	103