

## 附圖

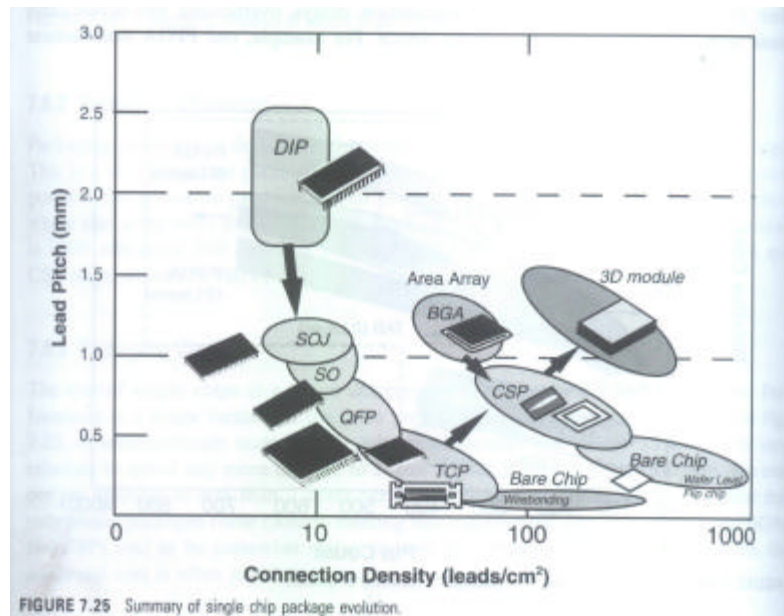


圖 1.1 封裝的演進[1, p.290]

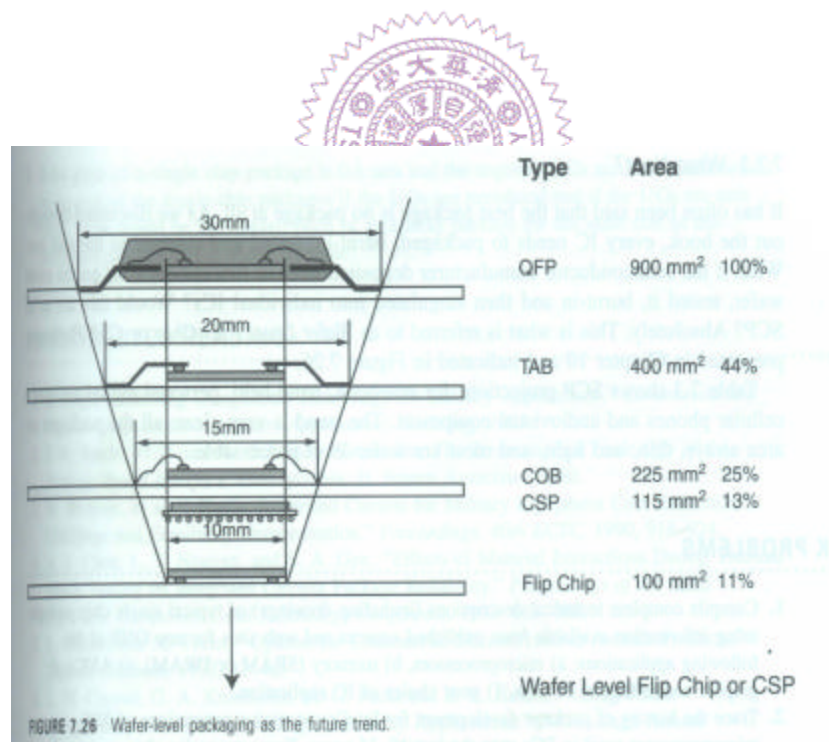


圖 1.2 不同構裝尺寸之比較[1, p.291]








TYPES OF CSP				
Category	Type	Example	Devices	Applications
Flex Interposer	TAB/ flip chip		Flash, SRAM, ASIC, Microcontroller, DSP	Camcorder, cell phone, memory card, computer
	Wirebonding			
Rigid Substrate	Flip Chip		Processor, Controller, DSP, SRAM, ASIC	Cell Phone, camcorder, PDA
	Wirebonding			
Lead Frame	Wirebonding		Flash, DRAM, analog IC	Cell phone, memory card, notebook
Water-Level Assembly	Redistribution		Memory, controllers, ASICs, sensors, op-amp, power devices	Computers, communications
	Substrate			

FIGURE 7.18 Types of CSPs. (Source: TechSearch International, Inc.)

圖 1.3 CSP 的種類[1, p.282]



圖 3.1 PCB 不同表面處理的製造流程[6]

Attribute	Hasl	Immersion Silver	Immersion Tin	Electroless Pd	OSP's	Eless Ni / Imm Au
Shelf Life (months)	12	12	12	12	12	6
Multiple Reflows	4	5	5	5	4+	4
Cost	Medium	Medium	Medium	High	Low	High
Process Effort	High	Medium	Medium	High	Low	High
Process Temp.	240°C	50°C	70°C	70°C	40°C	80°C
Thickness (microns)	1 - 25	0.05 - 0.20	0.8 - 1.2	0.15 - 0.40	0.20 - 0.50	0.05 - 0.20 Au 5 Ni
Flux compatability	Good	Good	Good	Medium	Medium	Good
Holding time constraints	Growth of intermetallic	n/a	Growth of intermetallic	?	7 days	Oxidation of Ni

圖 3.2 PCB 不同表面處理的特性比較[6]

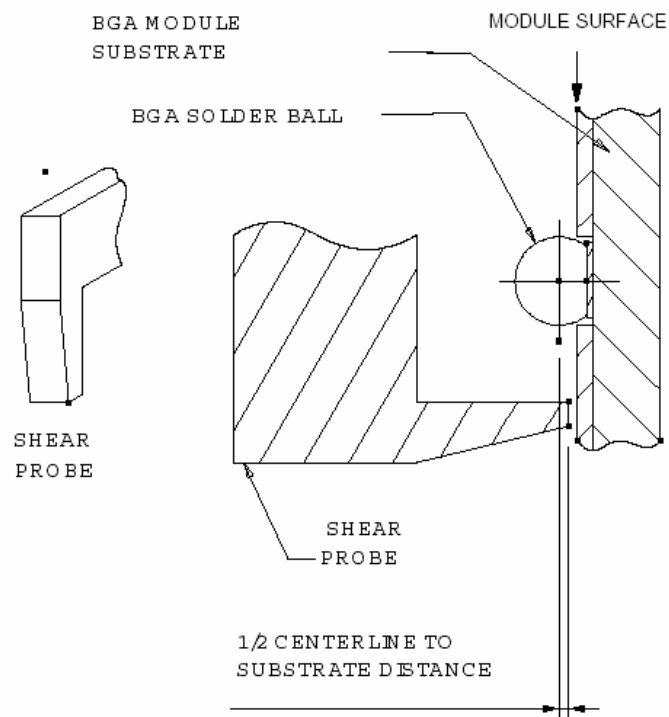


Figure 1 — Shear probe to BGA solder ball alignment diagram

圖 3.3 JEDEC STANDARD-BGA Ball Shear[19, p.4]

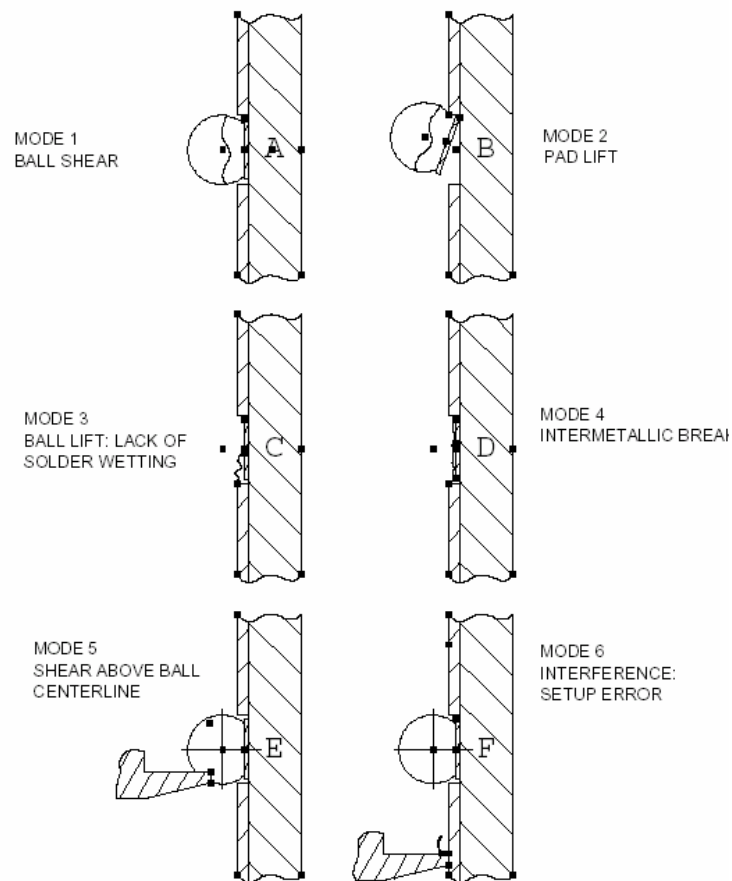


圖 3.4 推球試驗的破壞模式分類[19, p.6]

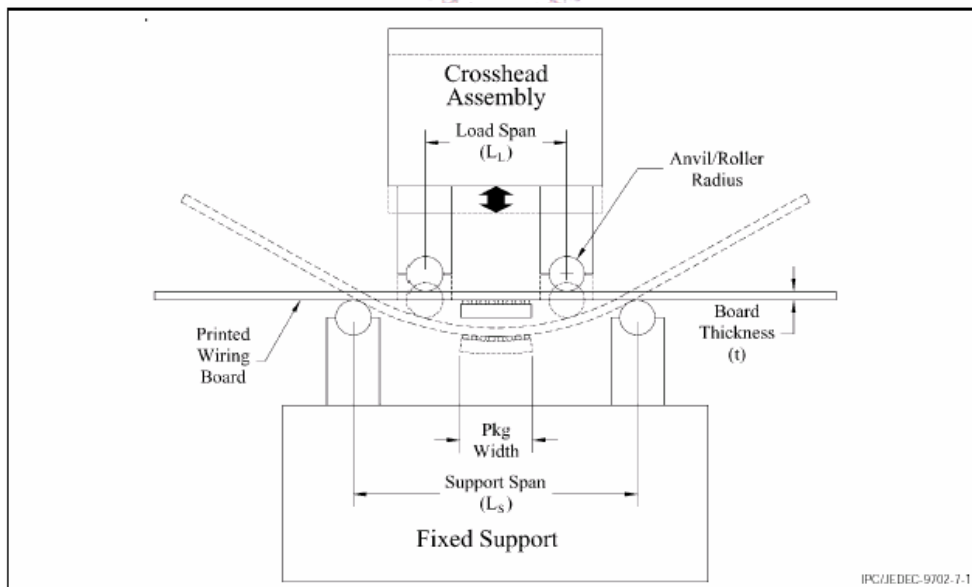


圖 3.5 四點彎矩測試架構圖[20, p.2]

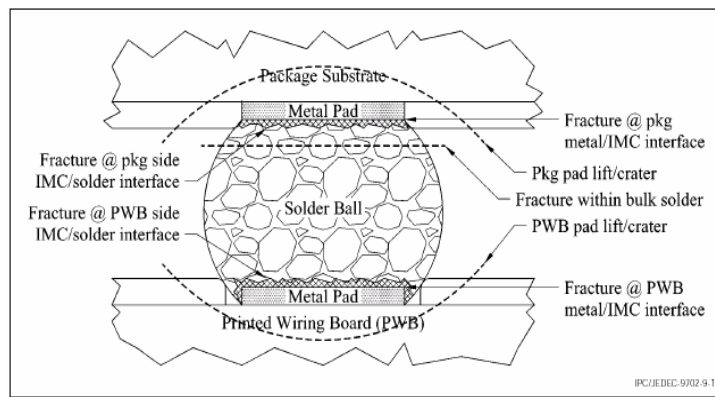


Figure 9-1 Interconnect Fracture Modes (Solder Ball Array Devices)

圖 3.6 四點彎矩測試的破壞模式分類[20]

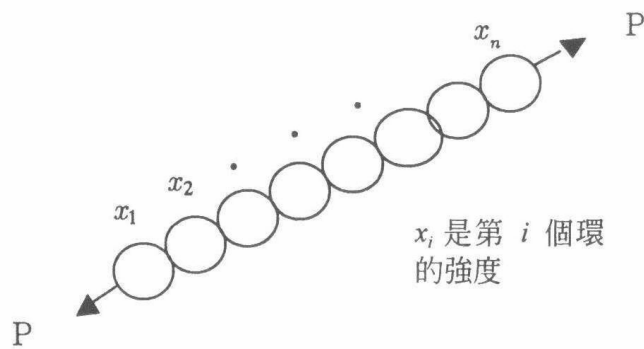


圖4.1最弱環模式[23]

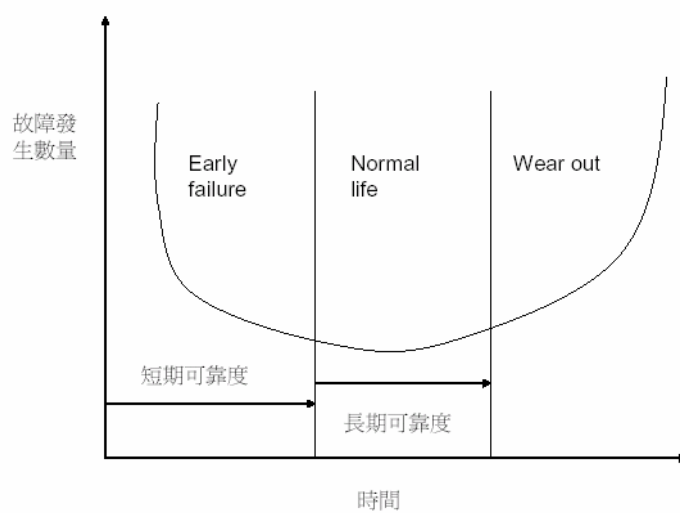


圖4.2浴缸曲線(Bathtub Curve) [24]

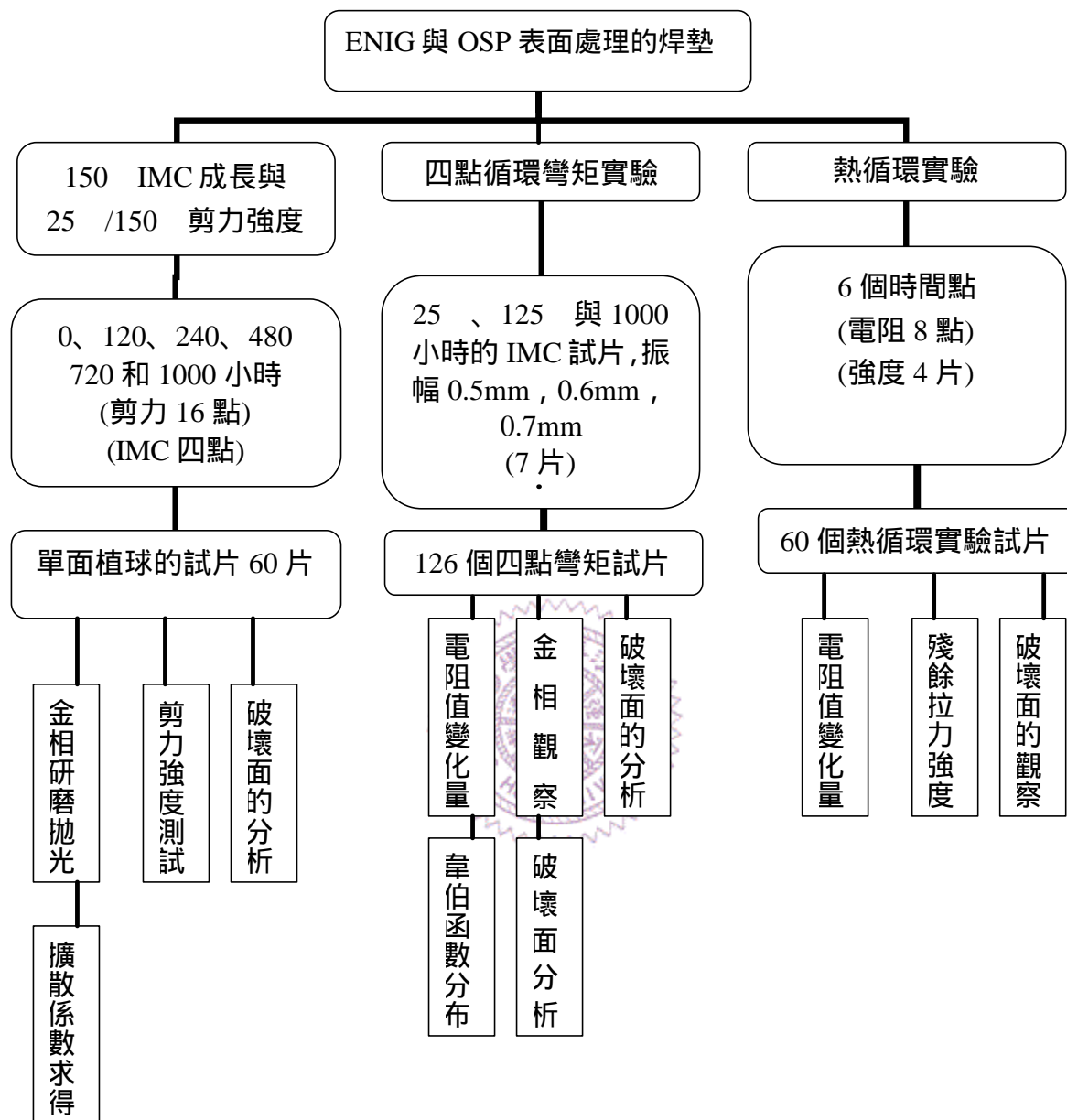
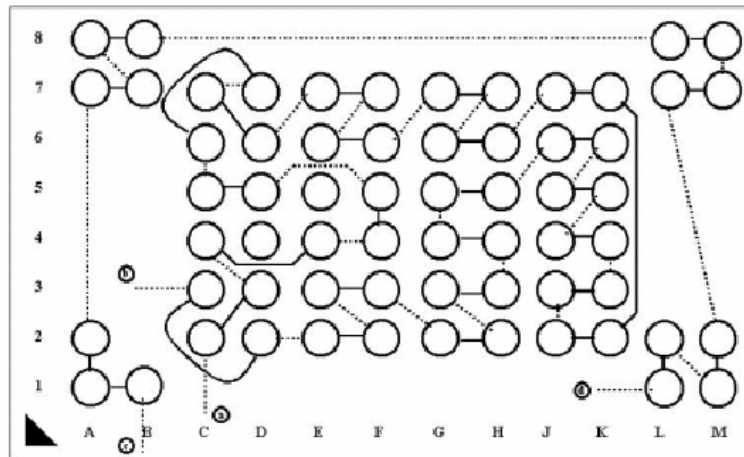


圖5.1實驗流程圖與試片規劃圖



- Notes:
1. "———" Solid traces are Daisy Chain patterns on the FBGA package.
  2. "- - - -" Dash traces are Daisy Chain patterns on the PCB.
  3. 'a', 'b' are the input and output of the network for the device.
  4. 'c', 'd' are the input and output of a separate network for the support balls.

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]



圖 5.3 初始試片完成圖



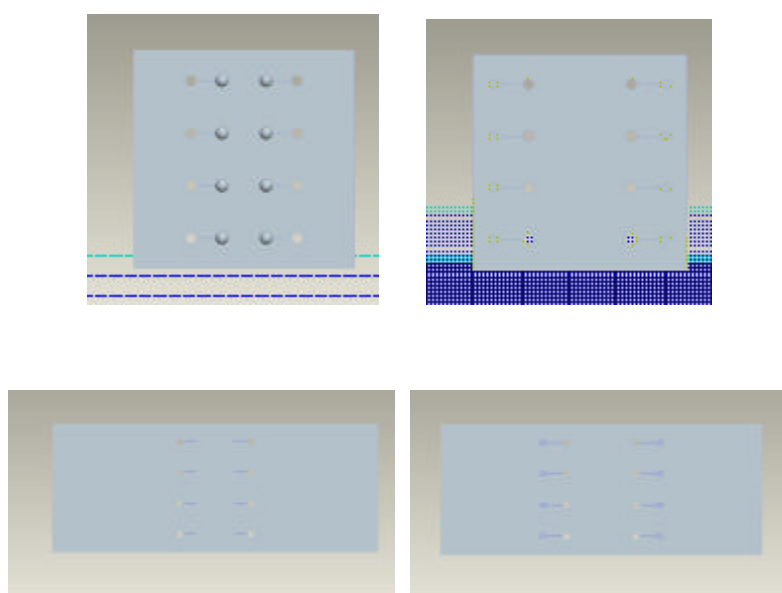


圖 5.4 第一次改進與第二次改進試片樣版圖

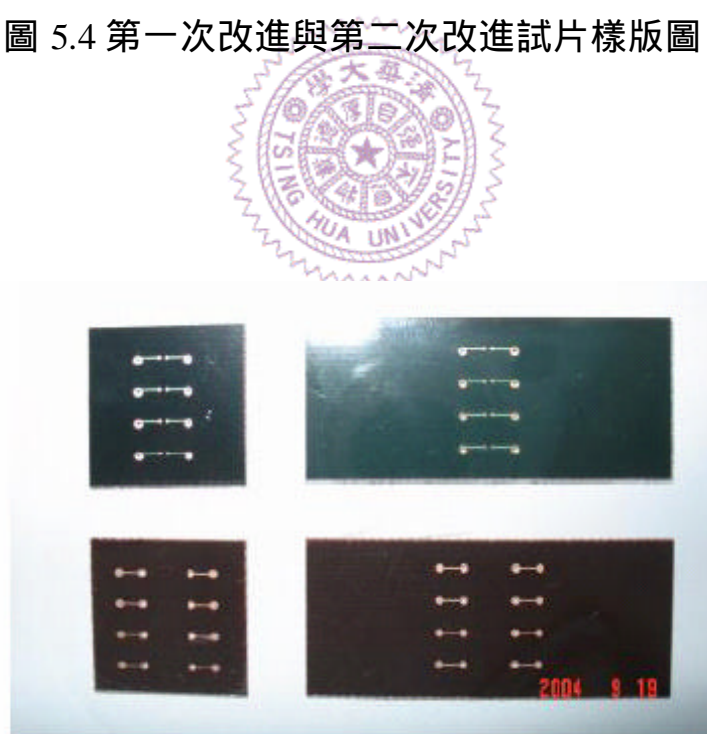


圖 5.5 第一次改進與第二次改進試片完成圖(正面與反面圖)





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

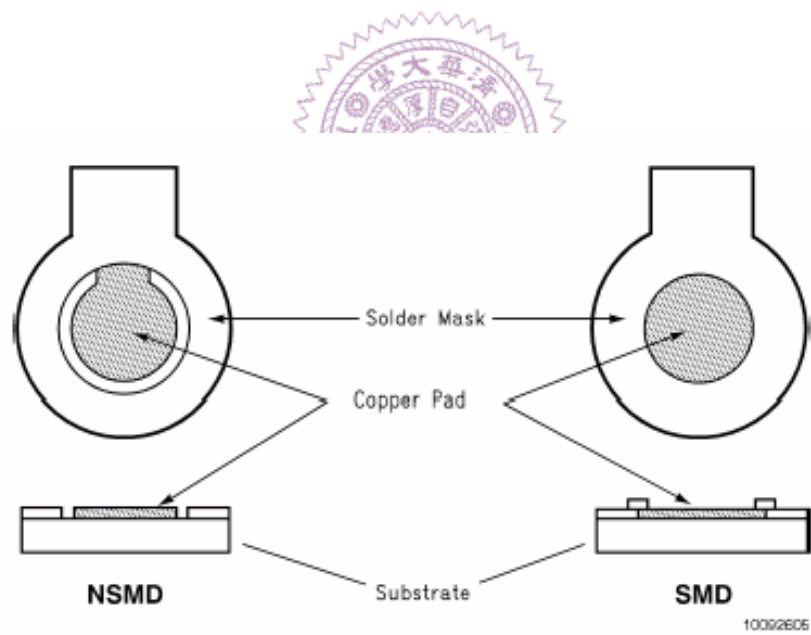


圖 5.7 SMD 與 NSMD[29]

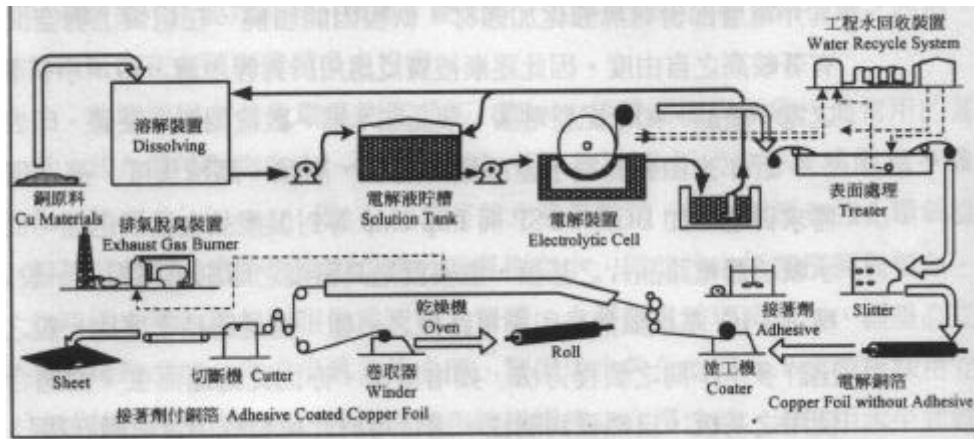


圖 5.8 印刷電路板製造流程[30]

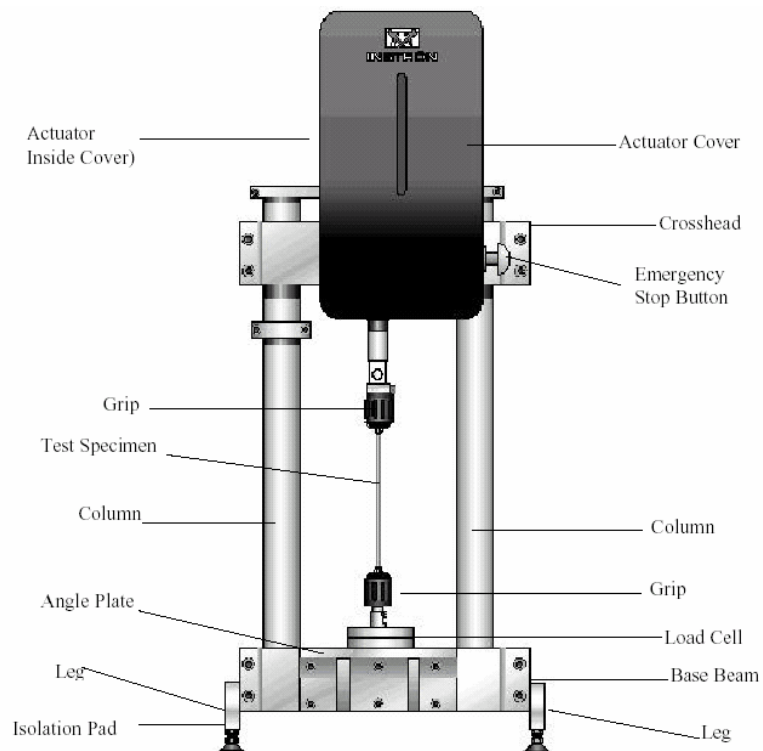


圖 5.9 Instron 8848 微拉伸試驗機



圖 5.10 氣動式夾具

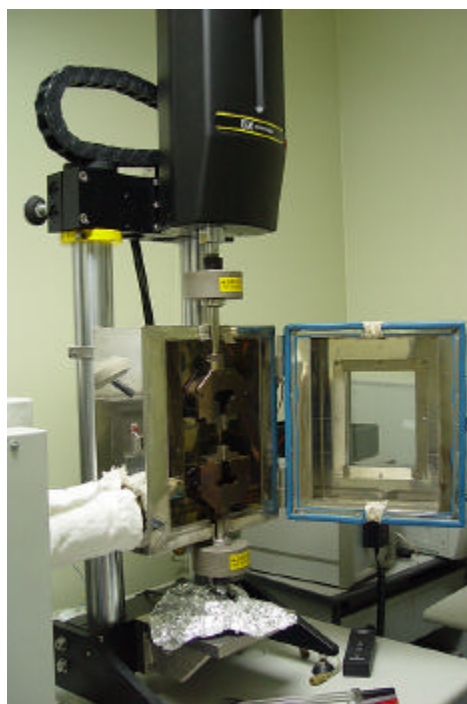


圖 5.11 微拉伸試驗機外掛

溫/溼度控制箱



圖 5.12 研磨/光機



圖 5.13 高溫烤箱

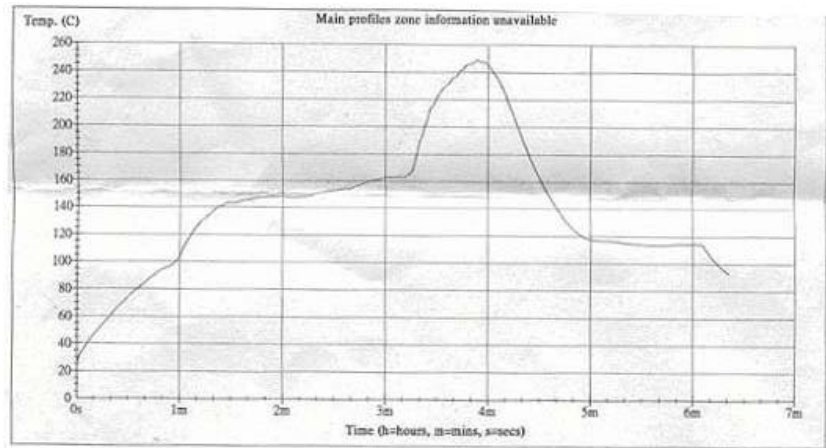


圖 5.14 迴焊曲線

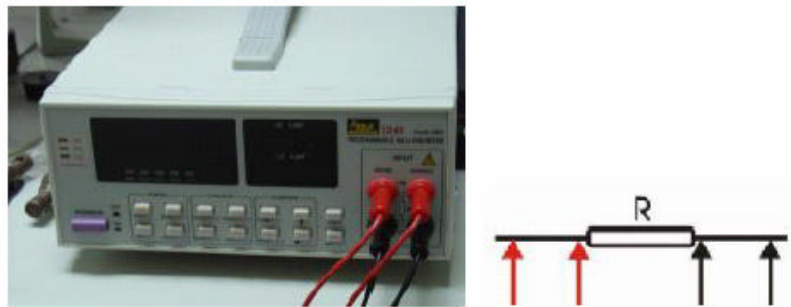


圖 5.15 低阻計與四點量測方法



圖 5.16 溫度溼度循環烘箱



1. PCB

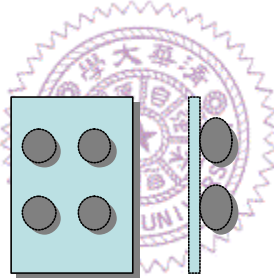


2.利用針尖沾上微量的助焊劑



3.藉由針尖沾附錫球置放在錫墊上並入迴焊爐迴焊

圖 5.17 剪力推球試片製作流程圖



Shear test

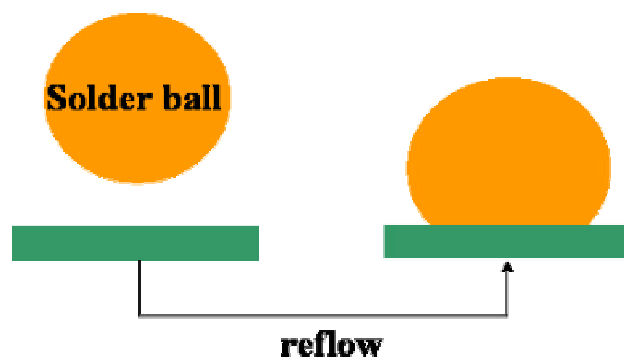


圖 5.18 剪力推球試片示意圖(2x4 陣列)

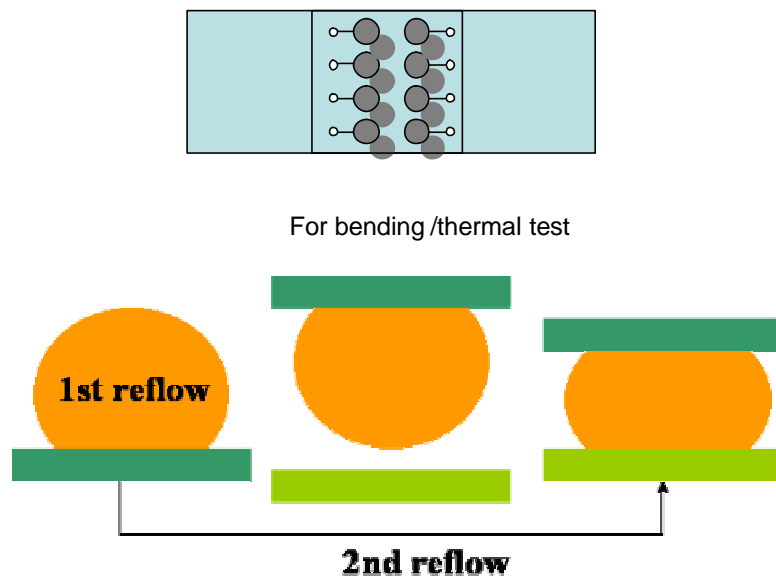


圖 5.19 四點循環彎矩與熱循環試片示意圖(2x4 陣列)

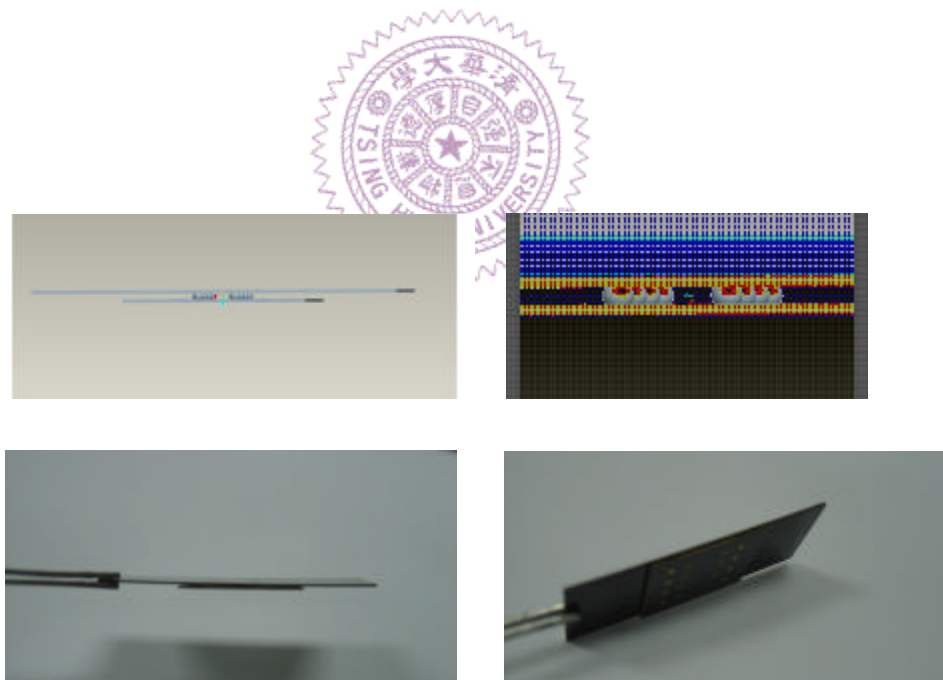


圖 5.20 四點循環彎矩與熱循環試片組合圖與完成圖



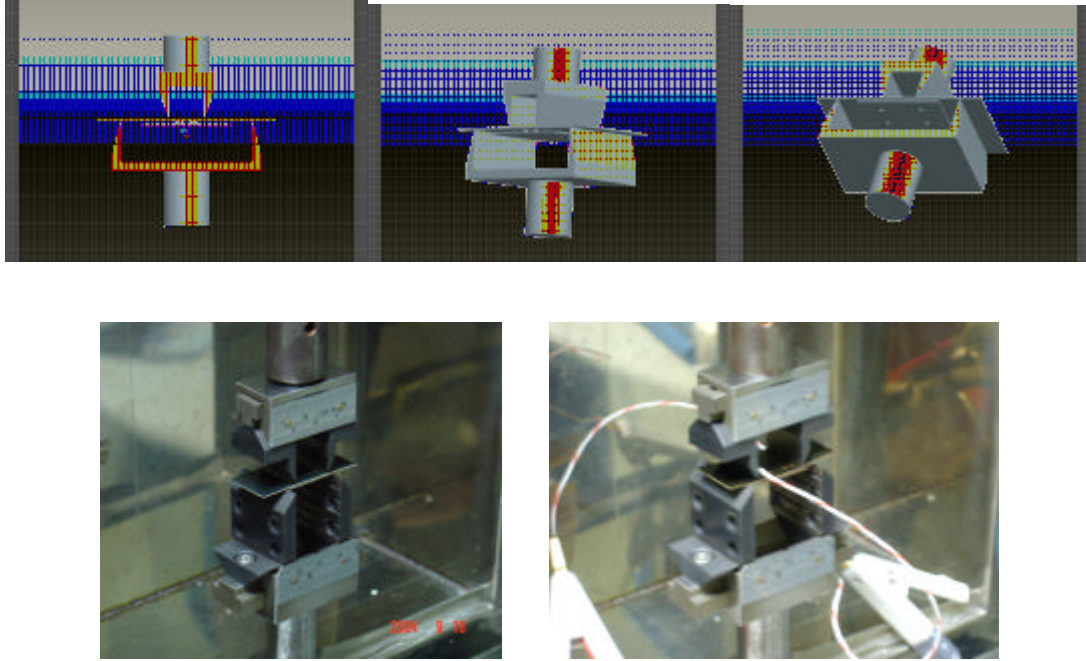


圖 5.21 夾具與四點循環彎矩試片在夾具上

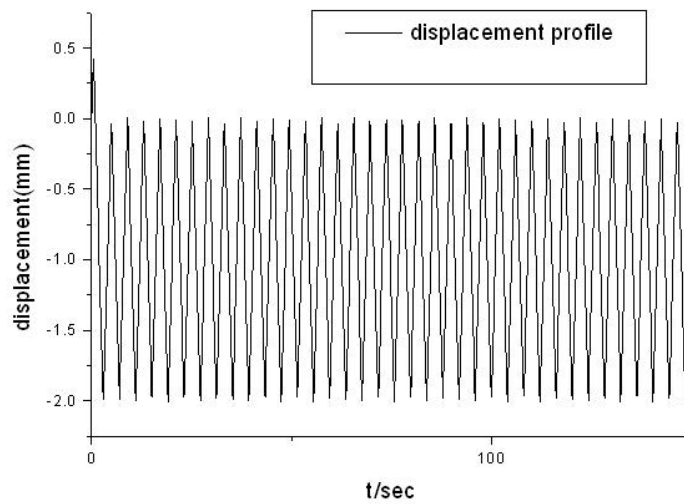


圖 5.22 四點循環彎矩夾頭(cross head)行進曲線圖行進曲線圖(三角波)



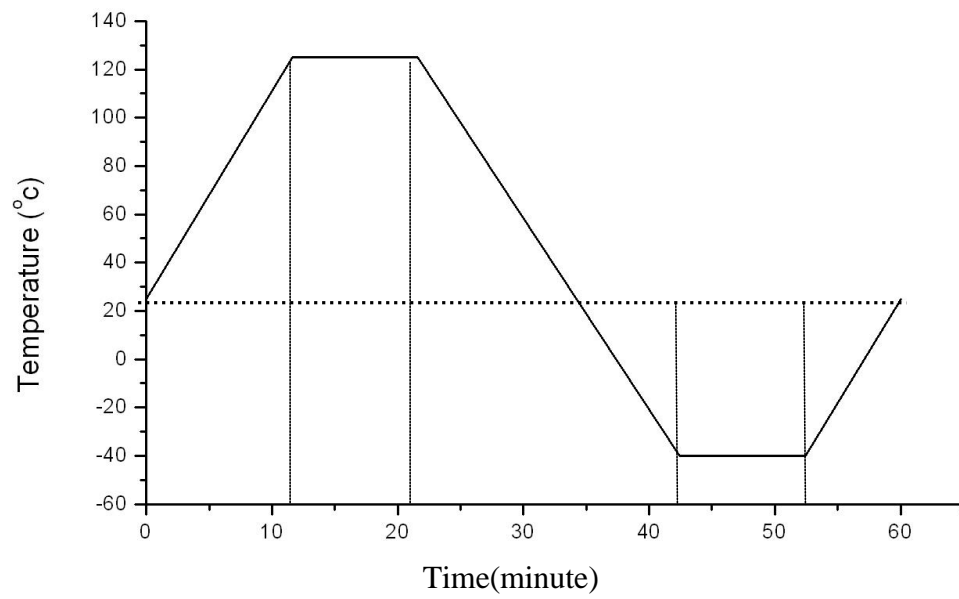


圖 5.23 熱循環測試溫度曲線圖

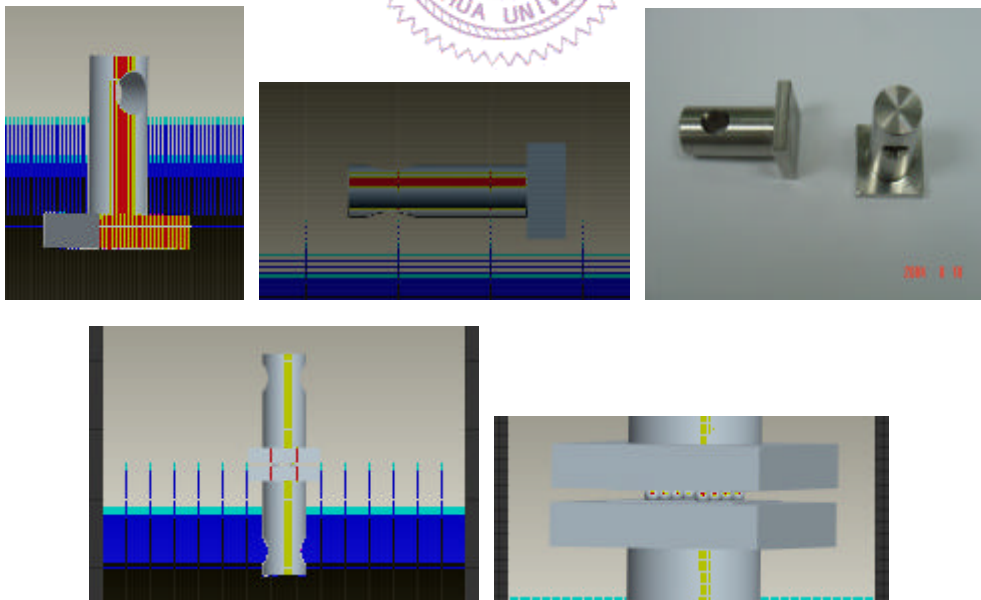
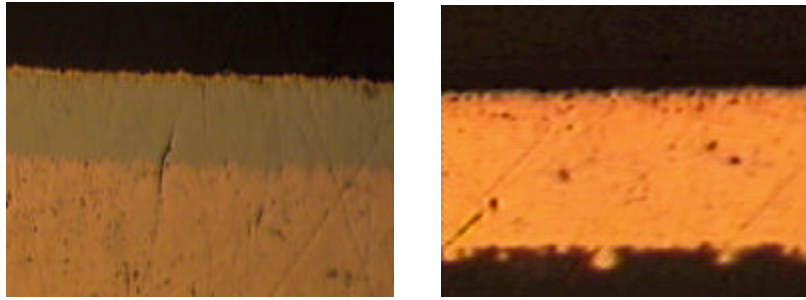


圖 5.24 殘餘拉力強度(pull)測試夾具與轉接組合圖



a.未植球

圖 6.1 .未植球的界面左邊是 ENIG 表面處理右邊是 OSP 表面處理

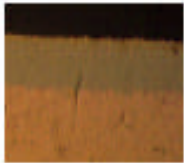





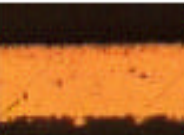





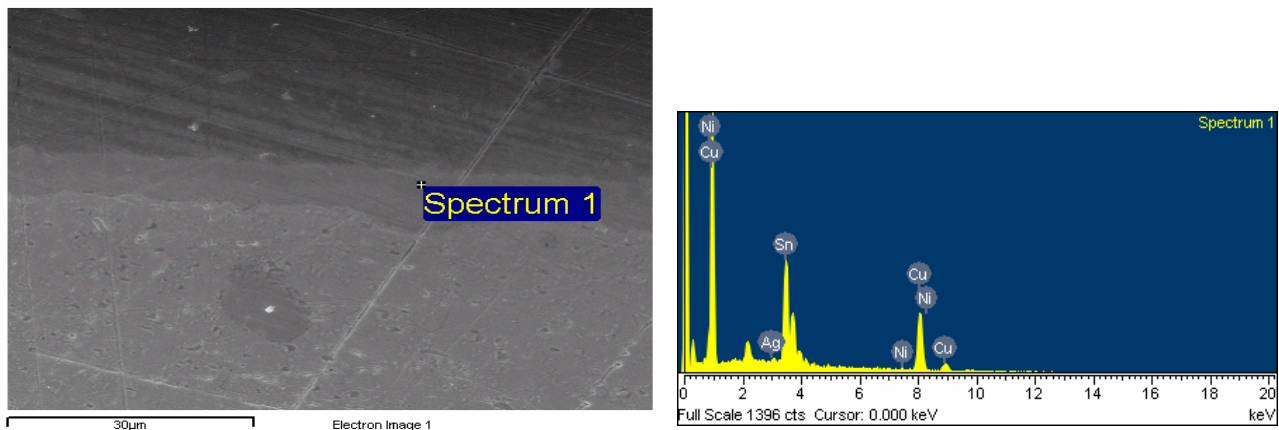
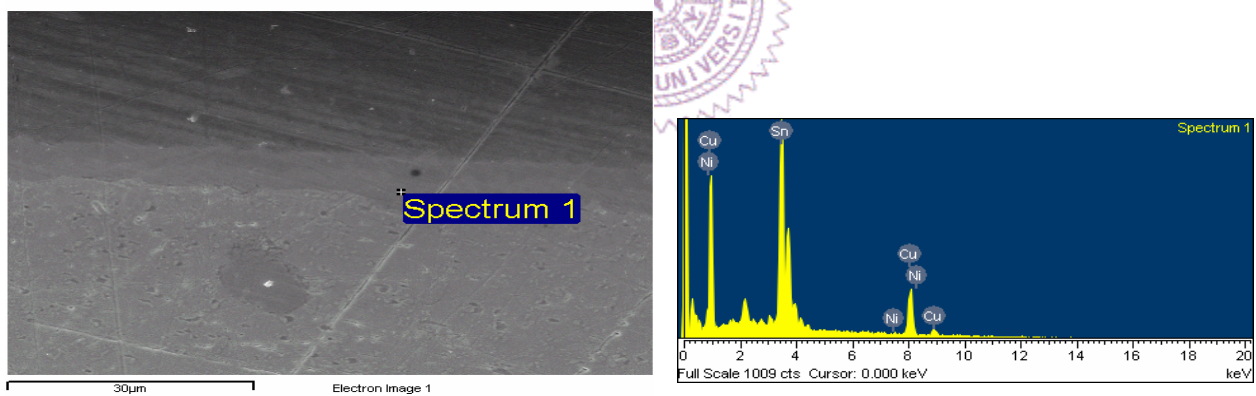
	未植球	120	240	480	720	1000
ENIG						
OSP						

圖 6.2 . IMC 隨時間的成長情形

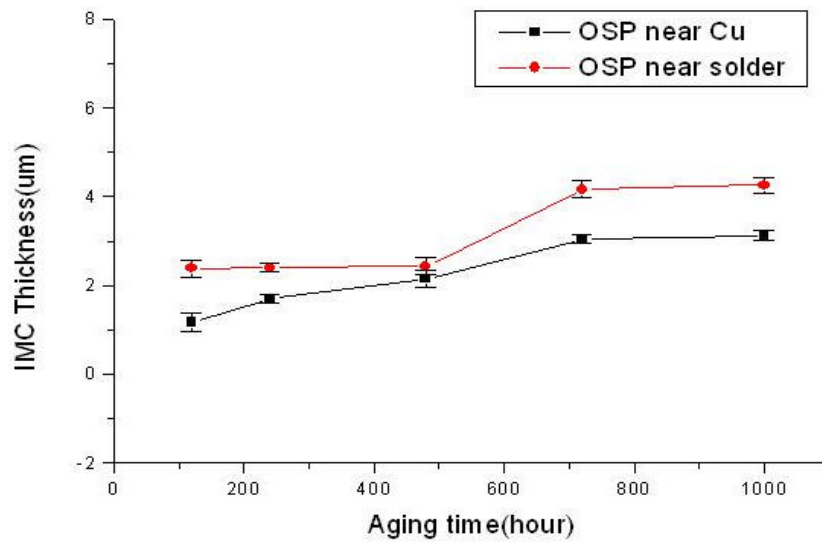


a. OSP 的 IMC 的成長接近 Cu 端

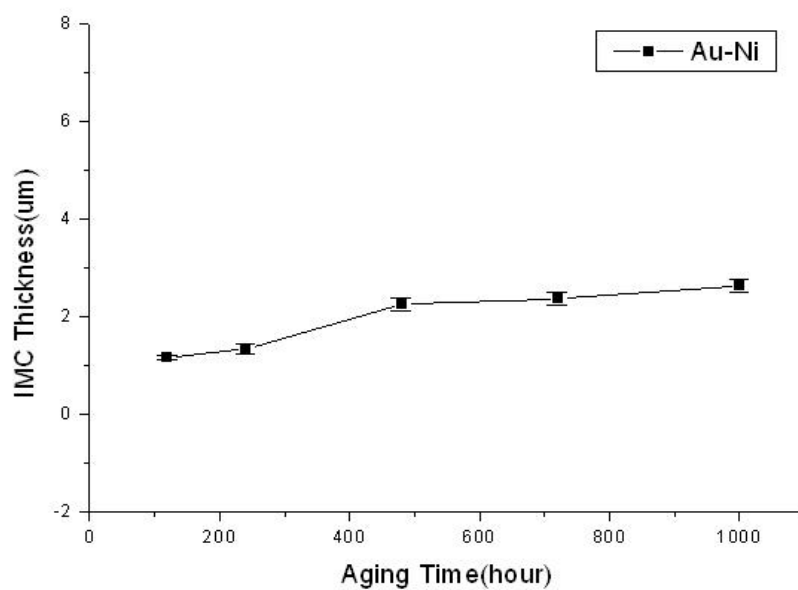


b. OSP 的 IMC 的成長接近錫球端

圖 6.3 OSP 表面處理的 IMC 成分分析

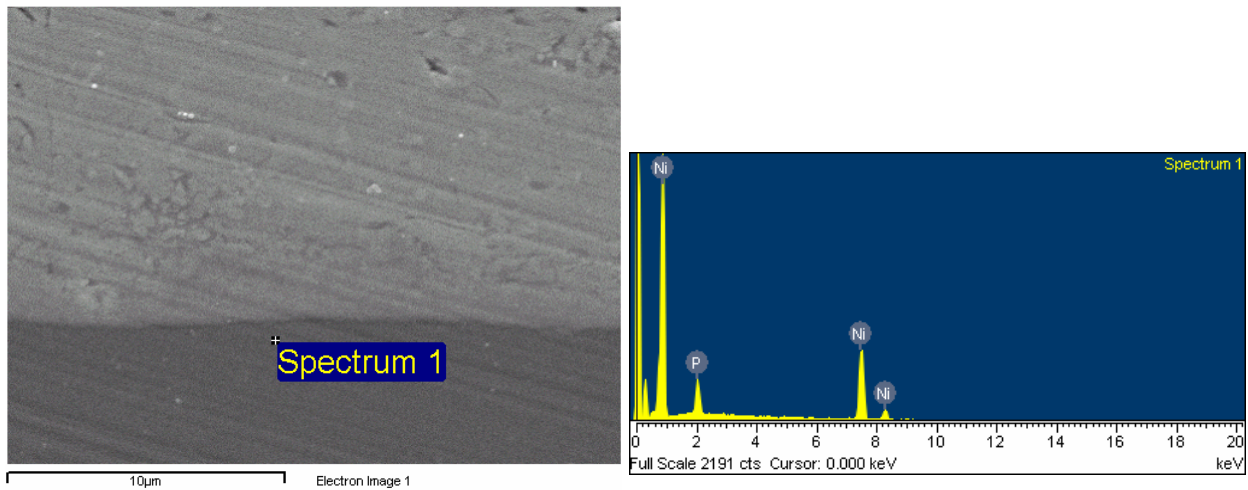


a. OSP 的焊墊於 150 °C 環境下其 IMC 隨時間成長



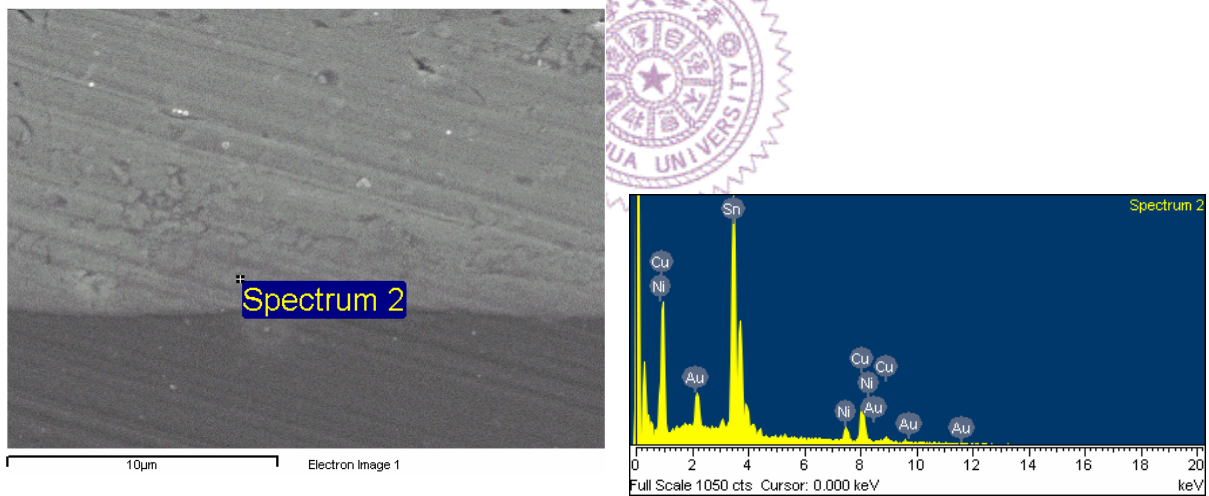
b. Au 的焊墊於 150 °C 環境下其 IMC 隨時間成長

圖 6.4 IMC 的厚度與老化(aging)時間的關係



Element	Weight%	Atomic%
P K	6.14	11.03
Ni K	93.86	88.97
Totals	100.00	

#### a. Ni 層的確定



Element	Weight%	Atomic%
Ni K	6.16	9.56
Cu L	31.36	44.96
Sn L	54.34	41.71
Au M	8.14	3.76
Totals	100.00	

#### b. IMC 成分的分析

圖 6.5 .ENIG 的表面處理下，IMC 的成分分析(Ni 層上面一點點)

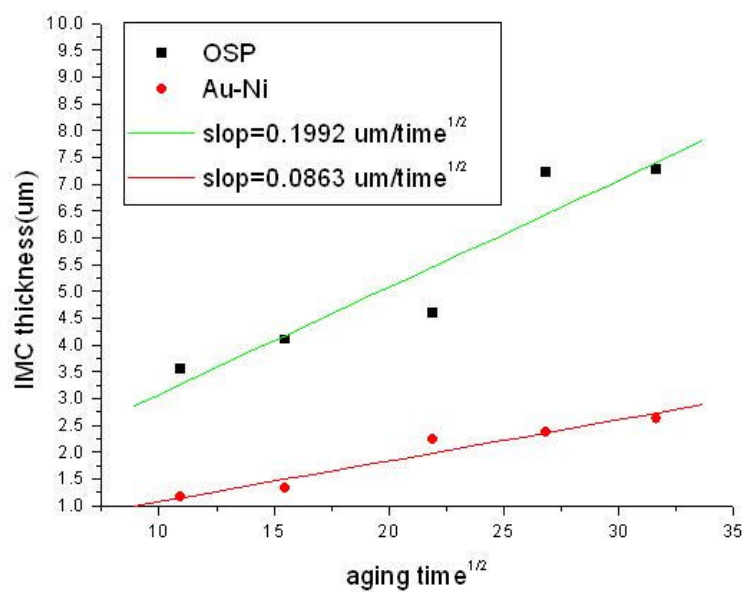
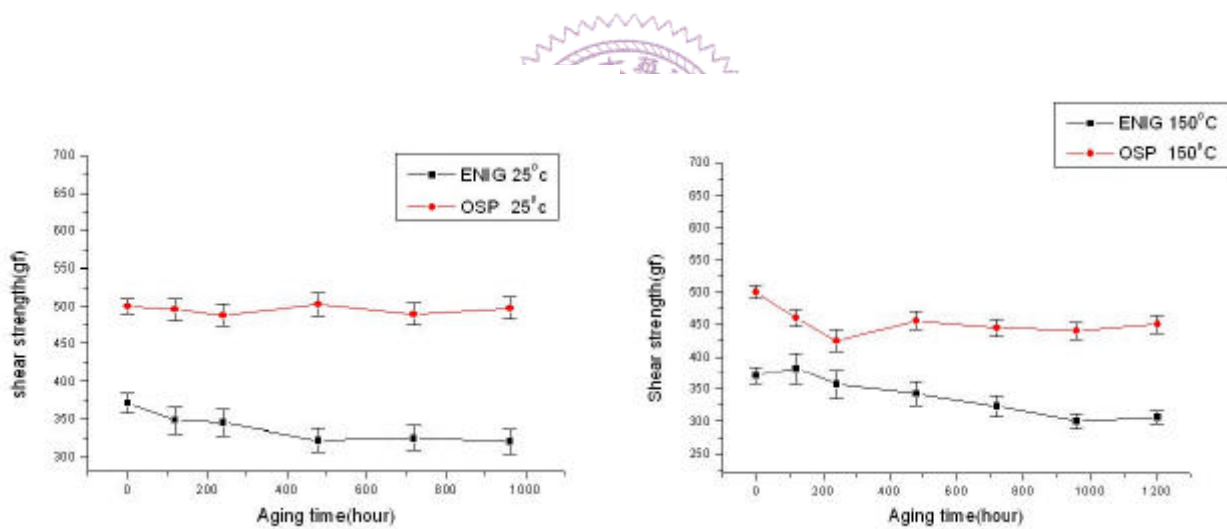


圖 6.6 IMC 厚度與時間的 1/2 次方關係



a. 室溫(25 )老化下剪力強度的變化

b. 高溫(150 )老化下剪力強度的變化

圖 6.7 常溫下(25 )老化與高溫(150 )老化的剪力強度測試





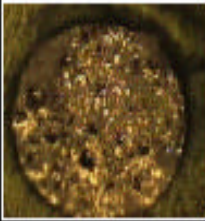


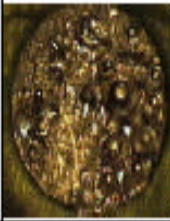

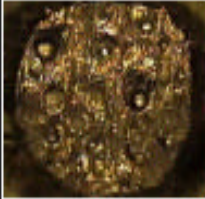





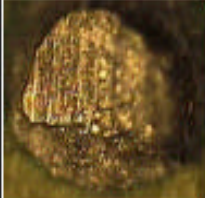



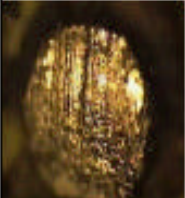



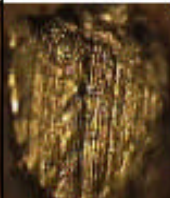
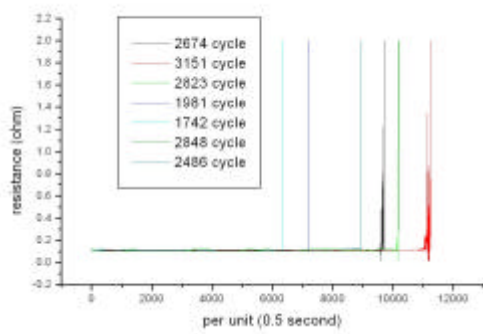
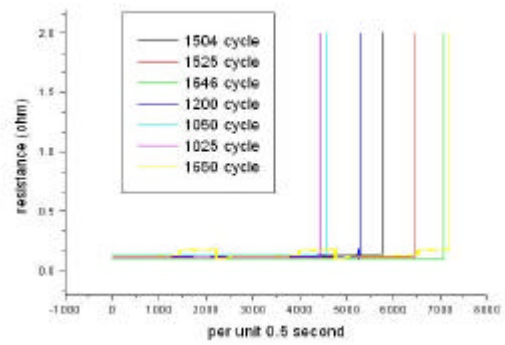
	0	120	240	480	720	1000
ENIG 25 ? C						
ENIG150 ? C						
OSP 25 ? C						
OSP 150 ? C						

圖 6.8 由 0 至 1000 小時剪力推球破壞面觀察

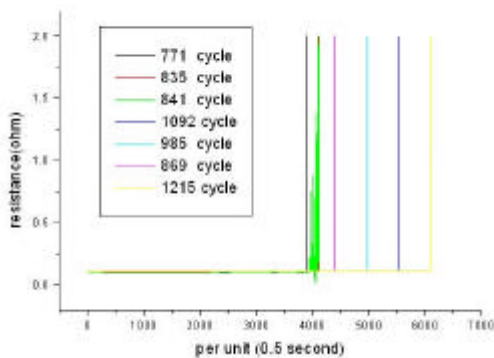




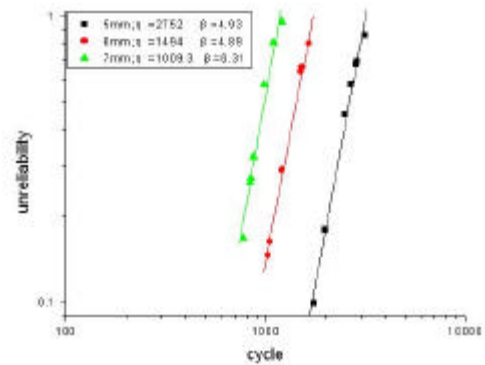
a. 振幅 5mm



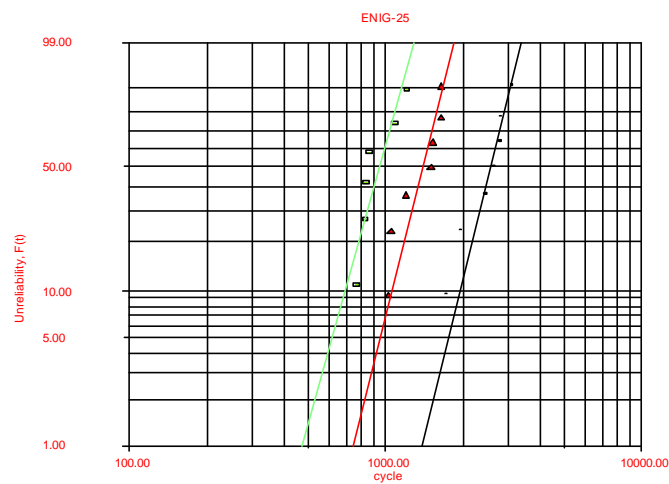
b. 振幅 6mm



c. 振幅 7mm

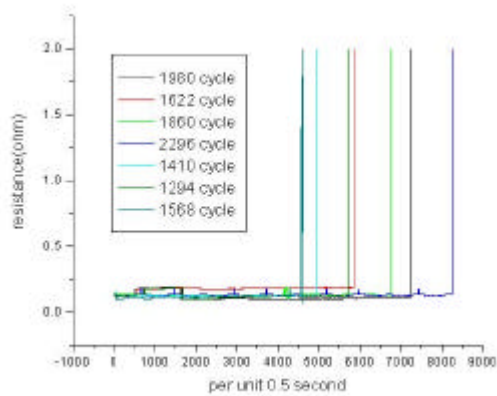


d. 雙參數偉伯分布

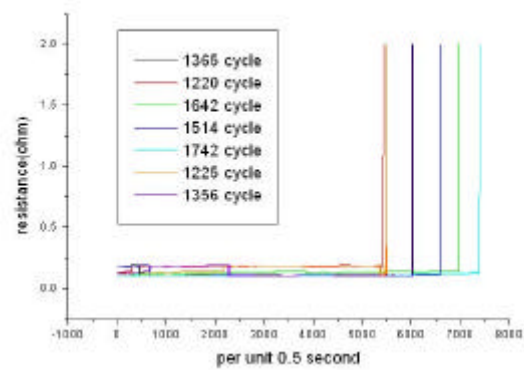


e. 可靠度軟體試算 (雙參數韋伯分布)

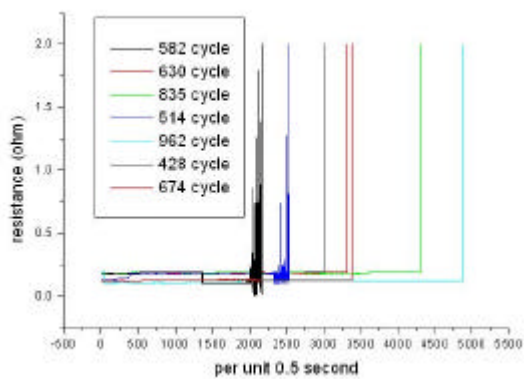
圖 6.9 ENIG 表面處理在 25 下的四點循環彎矩(電阻值變化與韋伯分布)



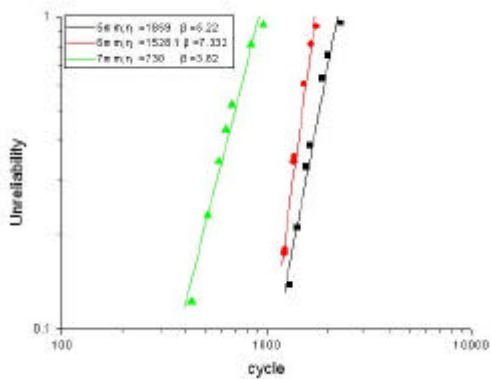
a. 振幅 5mm



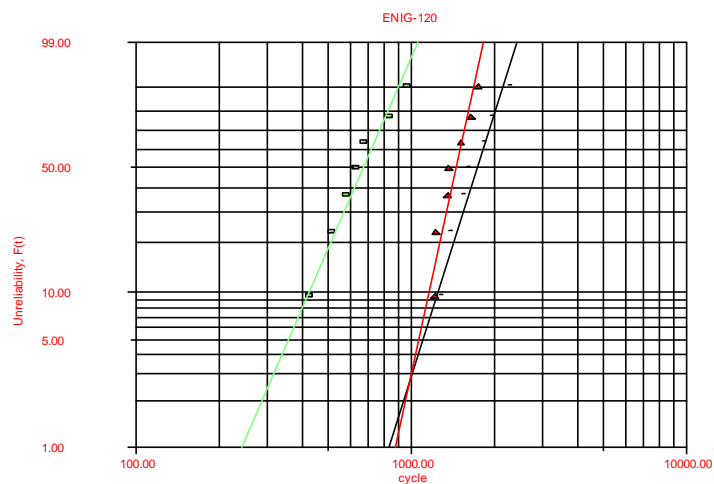
b. 振幅 6mm



c. 振幅 7mm

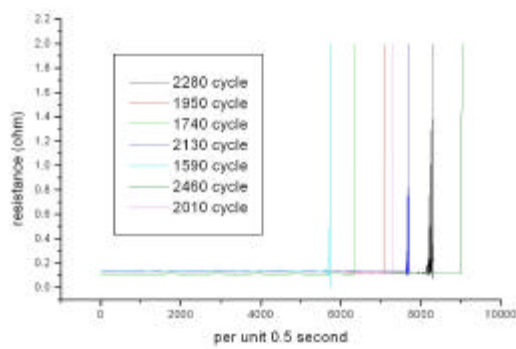


d. 雙參數偉伯分布

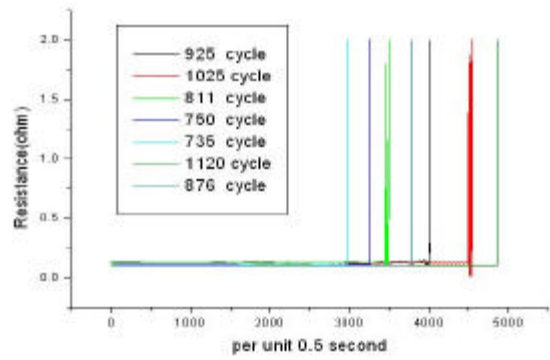


e. 可靠度軟體試算(雙參數韋伯分布)

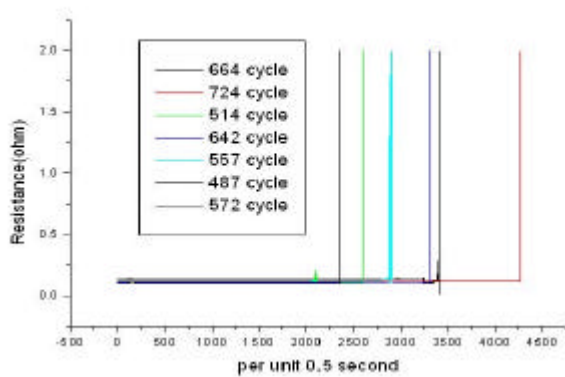
圖 6.10 ENIG 表面處理在 120 下的四點循環彎矩測試(電阻變化與韋伯分布)



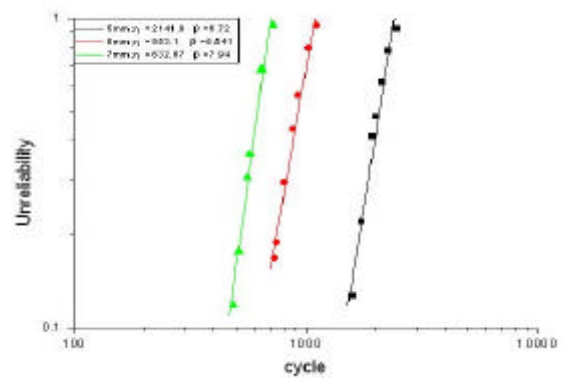
a. 振幅 5mm



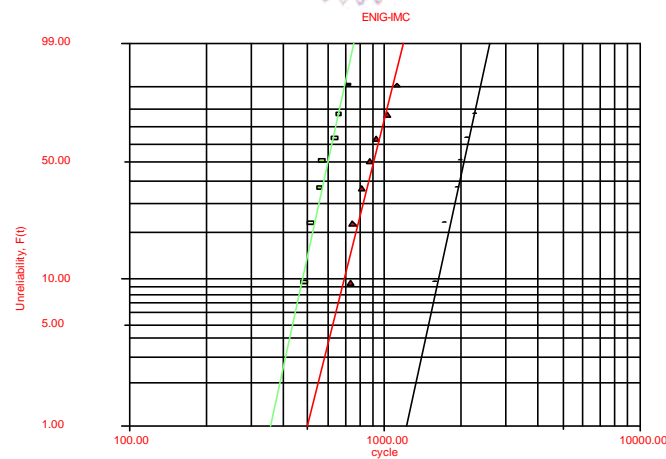
b. 振幅 6mm



c. 振幅 7mm

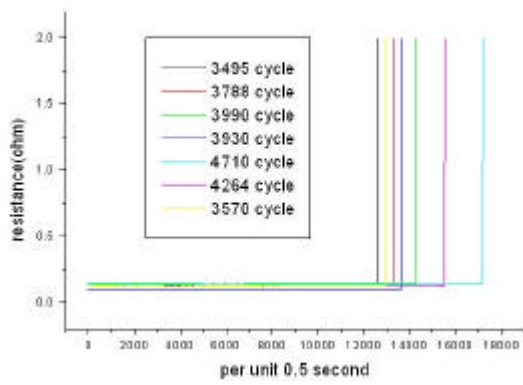


d. 雙參數偉伯分布

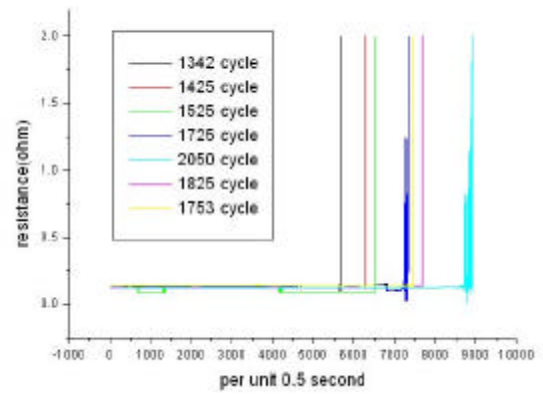


e. 可靠度軟體試算(雙參數韋伯分布)

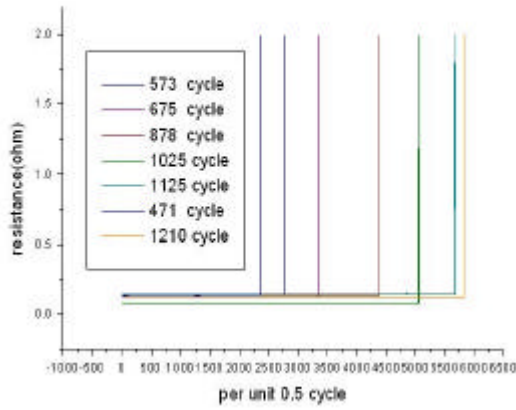
圖 6.11 ENIG 表面處理在 1000 小時老化後的四點循環彎矩測試(電阻變化與韋伯分布)



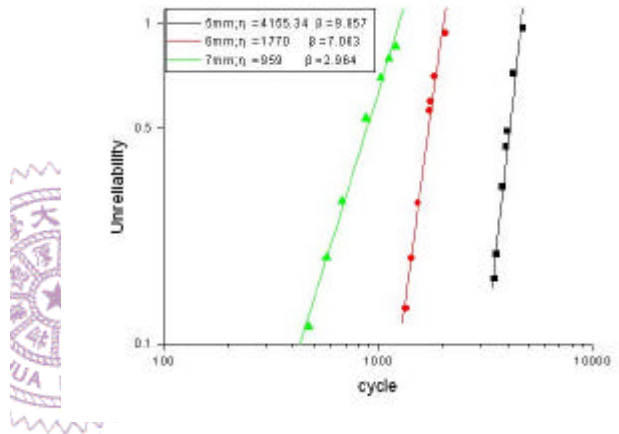
a. 振幅 5mm



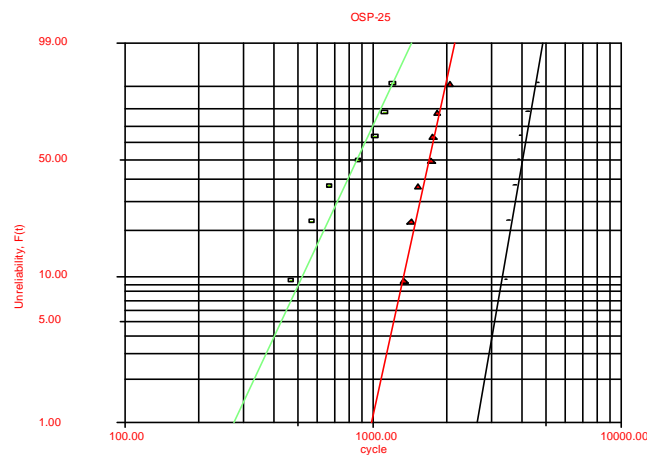
b. 振幅 6mm



c. 振幅 7mm

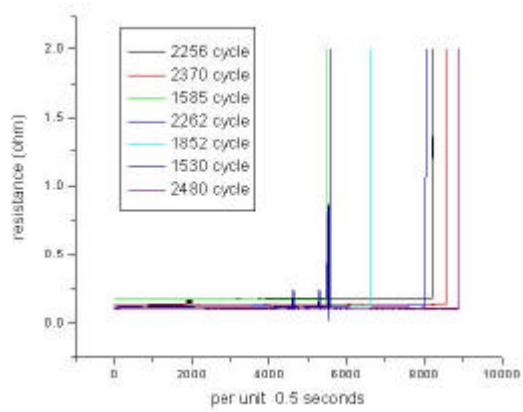


d. 雙參數偉伯分布

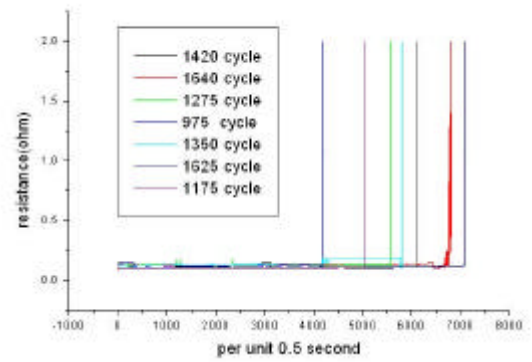


e. 可靠度軟體試算 (雙參數韋伯分布)

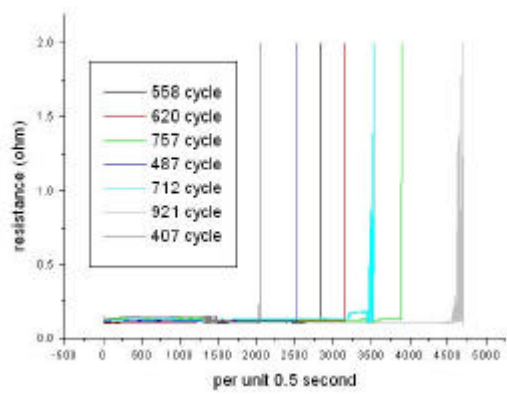
圖 6.12 OSP 表面處理在 25 下的四點循環彎矩測試(電阻值變化與韋伯分布)



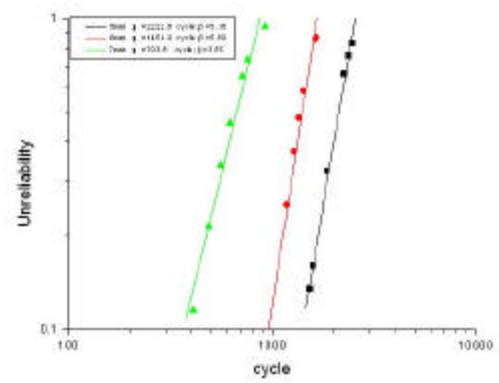
a. 振幅 5mm



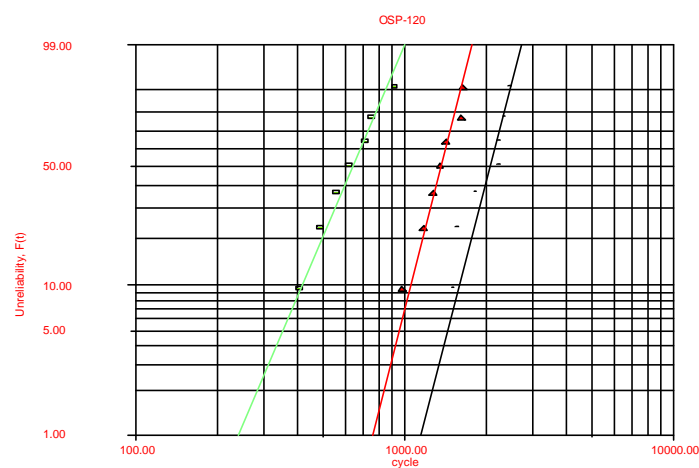
b. 振幅 6mm



c. 振幅 7mm

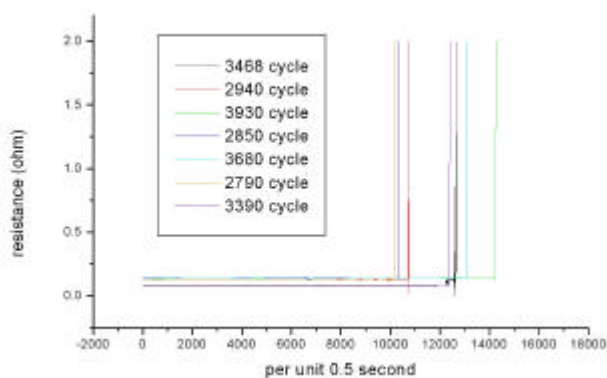


d. 雙參數偉伯分布

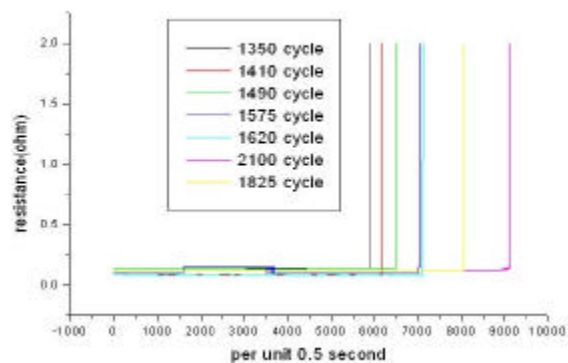


e. 可靠度軟體試算 (雙參數韋伯分布)

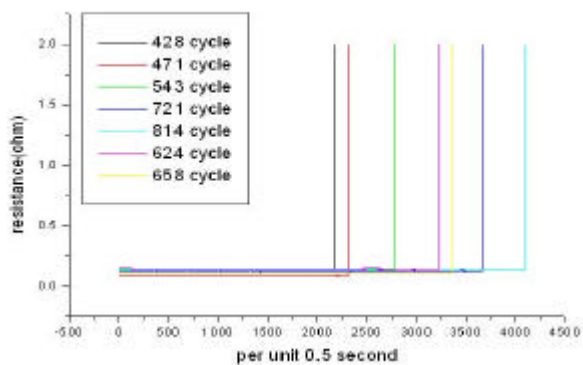
圖 6.13 OSP 表面處理在 120 下的四點循環彎矩測試(電阻變化與韋伯分布)



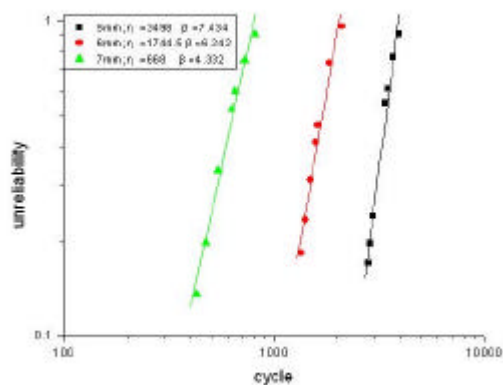
a. 振幅 5mm



b. 振幅 6mm



c. 振幅 7mm



d. 雙參數偉伯分布

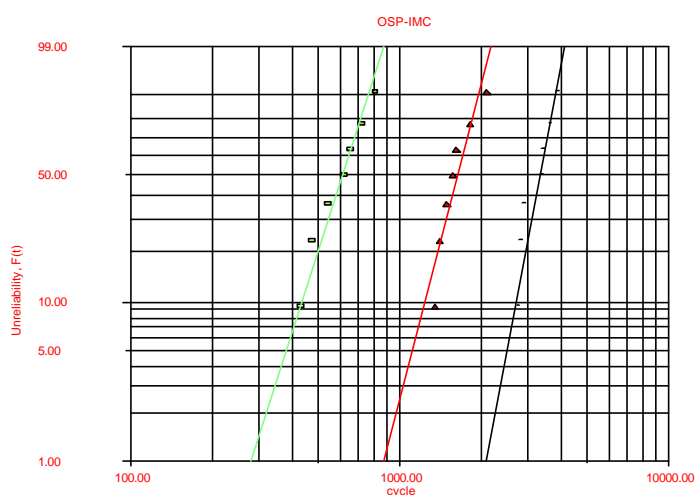
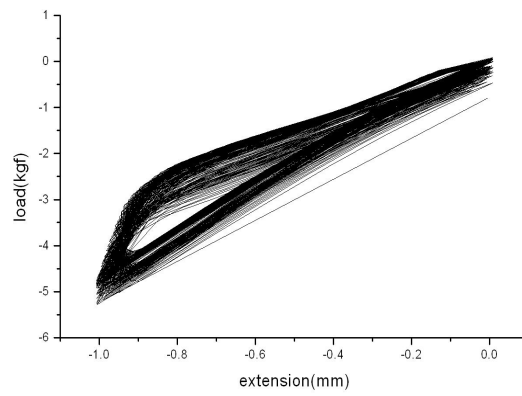
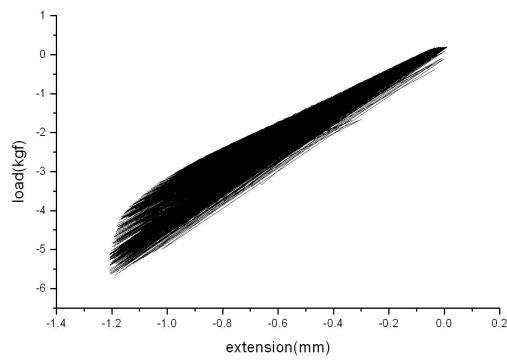


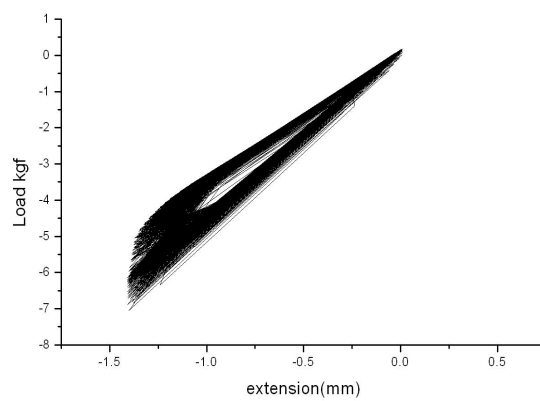
圖 6.14 OSP 表面處理在 1000 小時老化後的四點循環彎矩測試(電阻變化與韋伯分布)



a.5mm 振幅



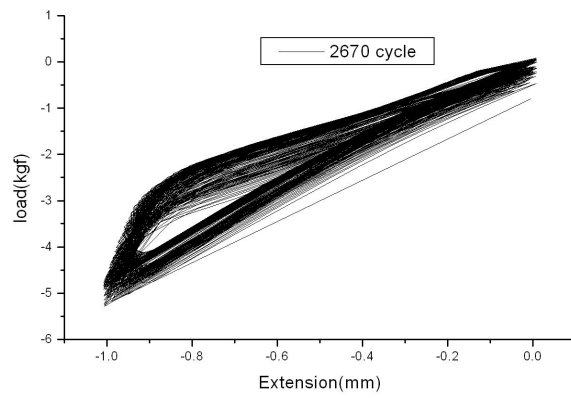
b.6mm 振幅



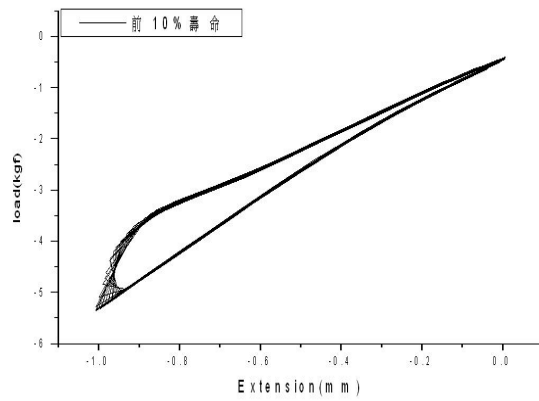
c.7mm 振幅

圖 6.15 在不同振幅下的遲滯環

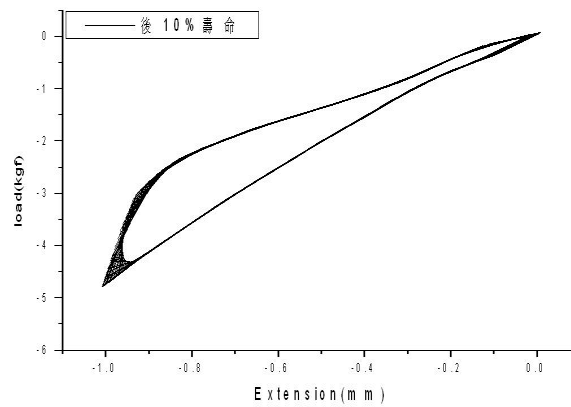




a.全壽命的遲滯環

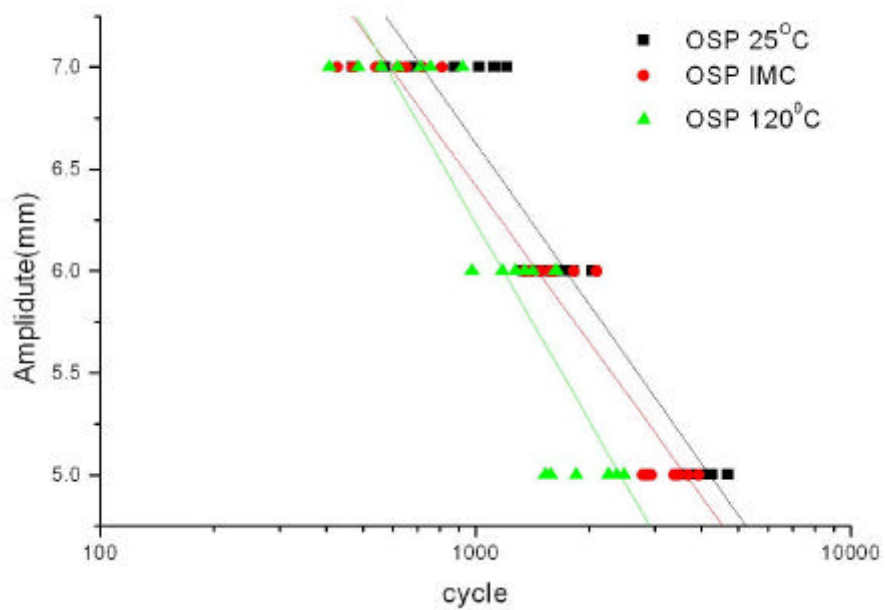


b.前 10%壽命的遲滯環

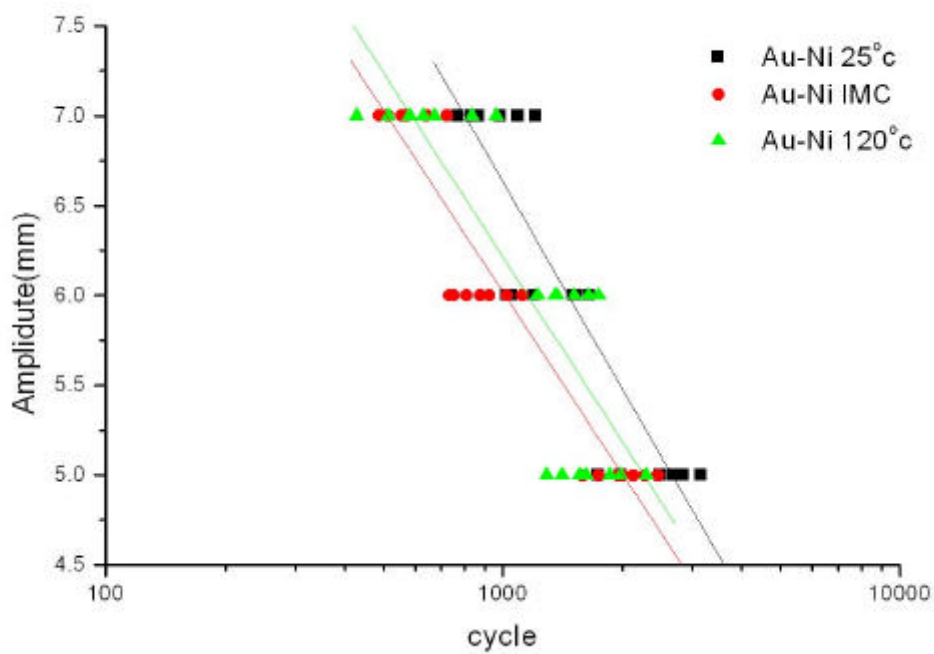


c.後 10%壽命的遲滯環

圖 6.16 不同壽命時期的遲滯環

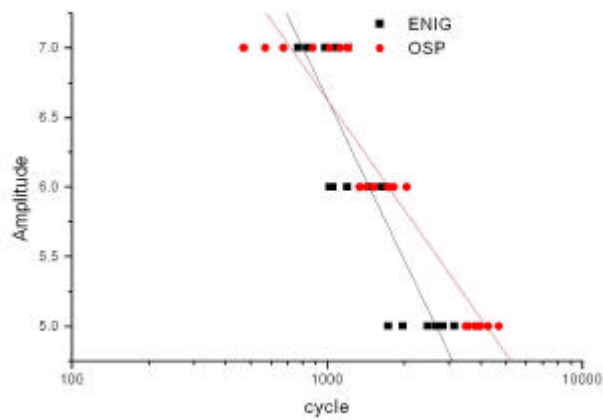


a. OSP 的表面處理

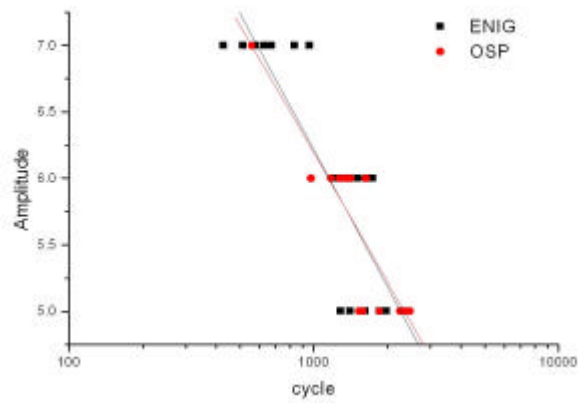


b. ENIG 的表面處理

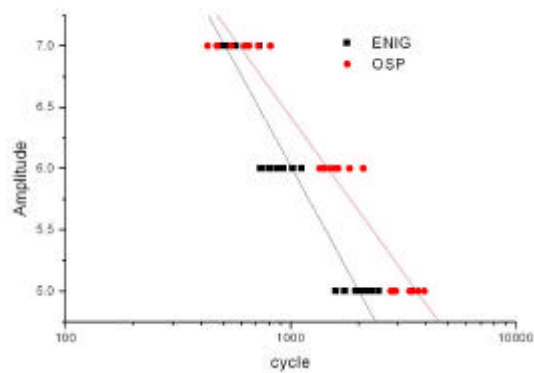
圖 6.17 振幅與周次數曲線



a. OSP vs ENIG 於 25 測試條件



b. OSP vs ENIG 於 120 測試條件



c. OSP vs ENIG 含有 IMC 的試片

圖 6.18 相同測試條件下，兩種表面處理的比較

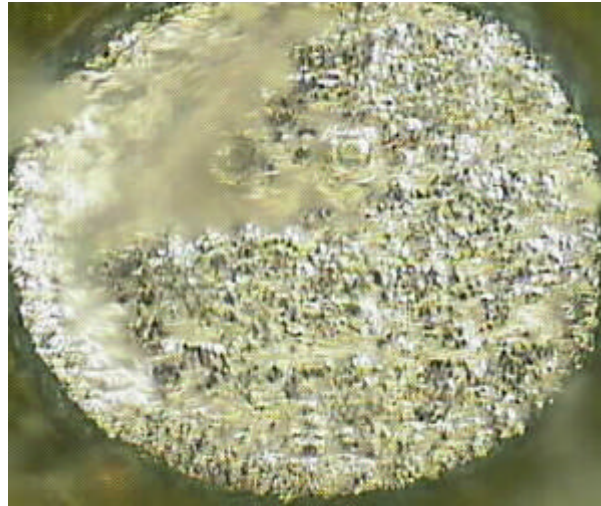
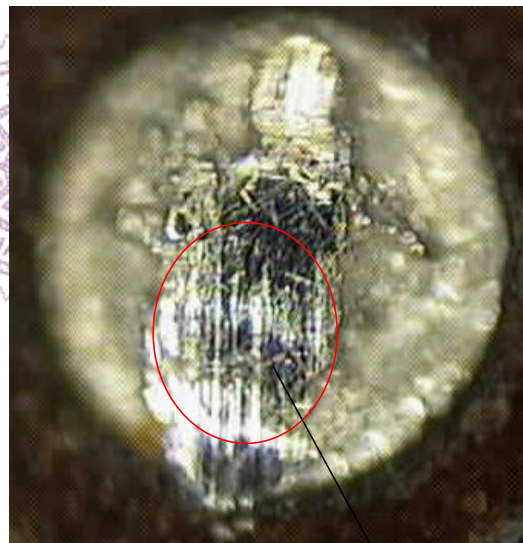


圖 6.19 經過 500cycle 熱循環測試後  
正向拉開後的金像斷面



a. 承載端的破壞面

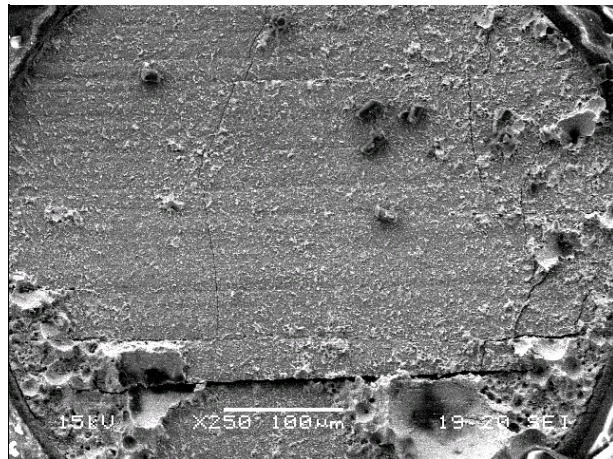


b. 結構體端的錫球斷面



圖 6.20 循環彎矩後的破壞斷面(常溫與高溫)

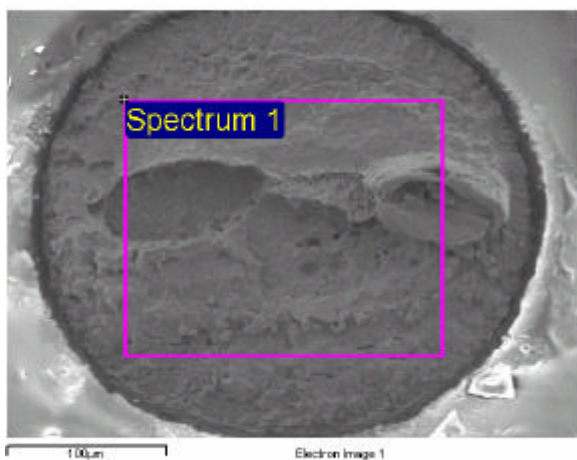
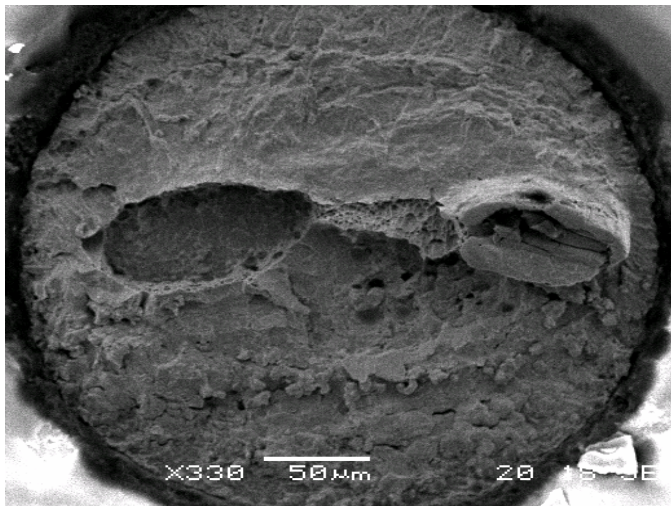




a. 受過高溫老化的試片金像圖

b. 受過高溫老化的試片 SEM 圖

圖 6.21 循環彎矩測試後的斷面(IMC)



Element	Weight%	Atomic%
Cu L	3.14	5.70
Ag L	1.92	2.06
Sn L	94.94	92.25
Totals	100.00	

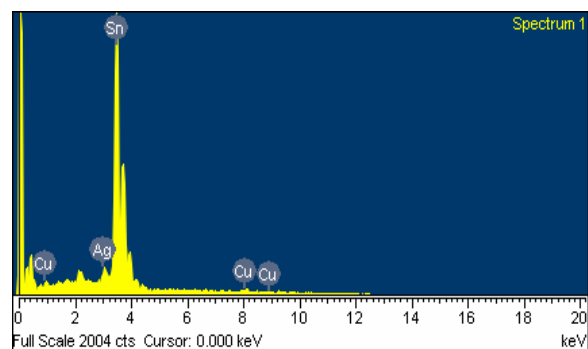
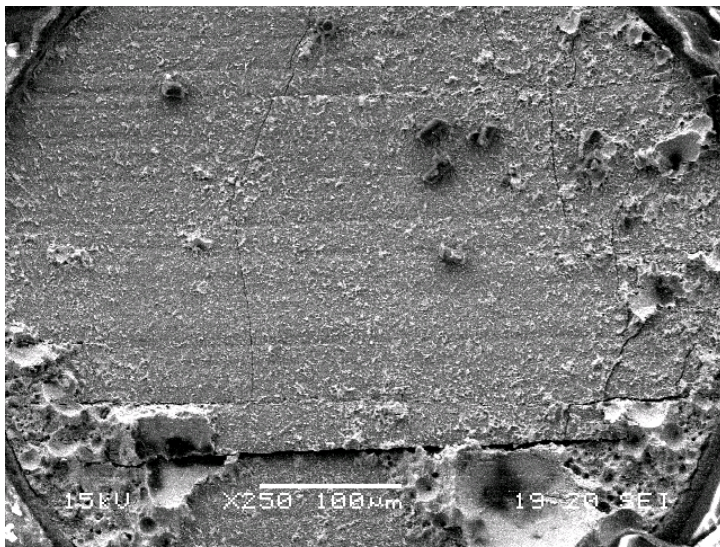


圖 6.22 四點循環彎矩測試後的斷面 EDX 分析(常溫與高溫)。



Element	Weight%	Atomic%
P K	4.76	9.91
Ni K	47.99	52.77
Cu L	24.97	25.37
Sn L	21.50	11.70
Au M	0.78	0.26
Totals	100.00	

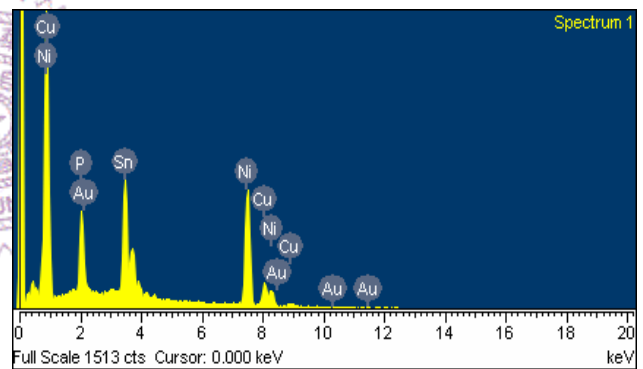
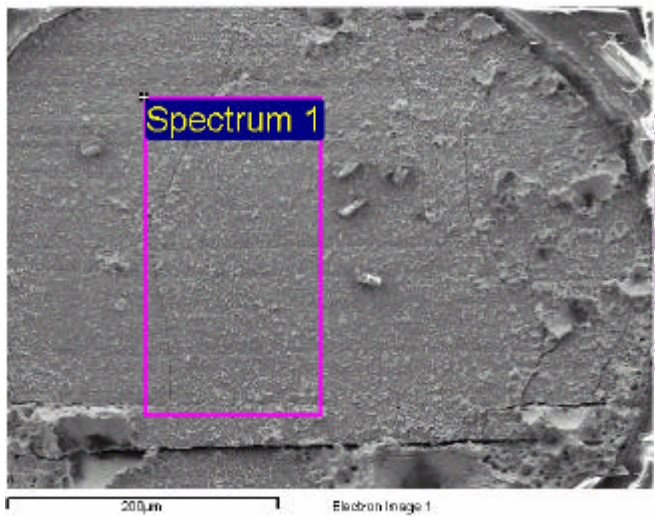
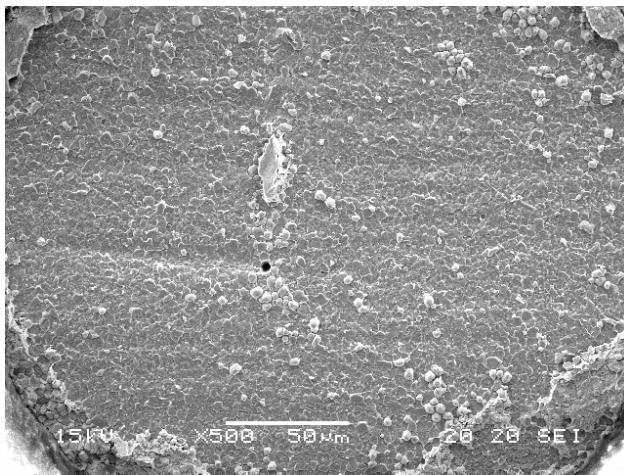


圖 6.23 受過高溫老化後 ENIG 試片，四點循環彎矩測試後的斷面 EDX 分析





Element	Weight%	Atomic%
Cu L	54.78	69.33
Ag L	0.41	0.31
Sn L	44.81	30.36
Totals	100.00	

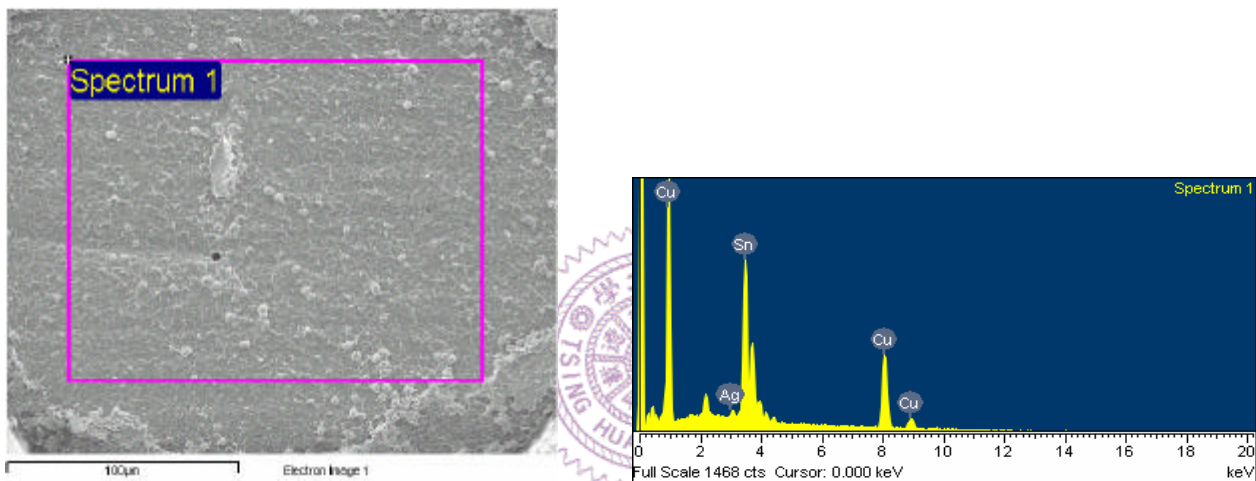


圖 6.24 受過高溫老化後 OSP 試片，四點循環彎矩測試後的斷面 EDX 分析

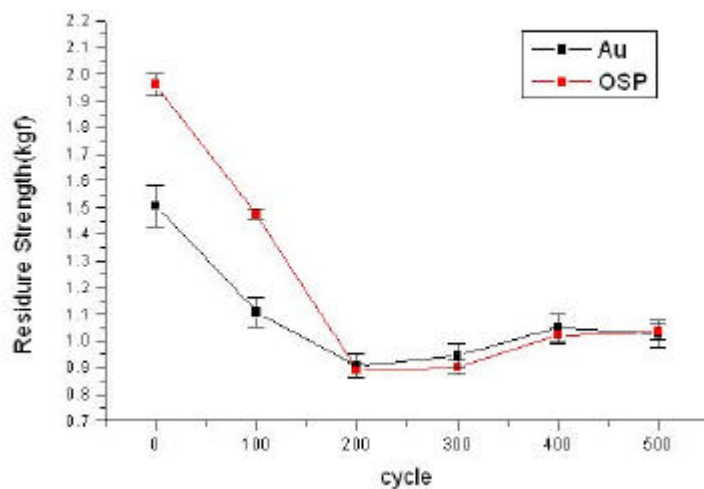
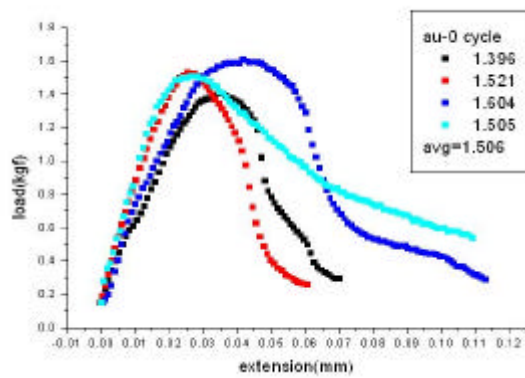
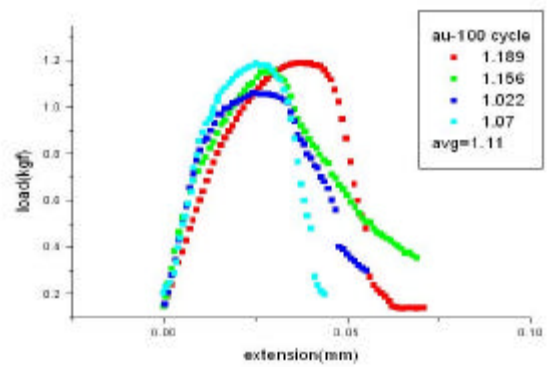


圖 6.25 兩種表面處理在不同熱循環周次時間點的殘餘強度比較

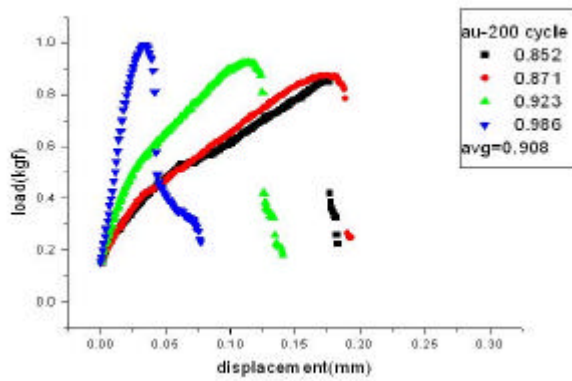




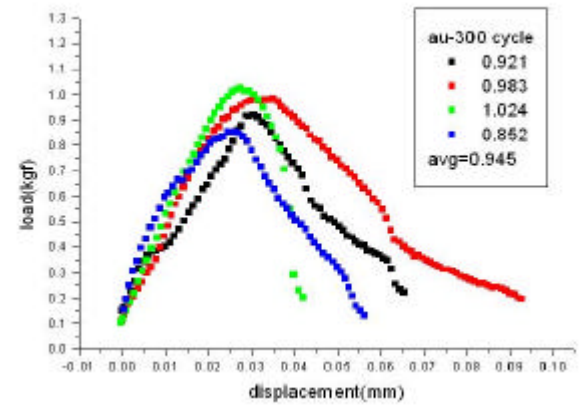
a.0 小時



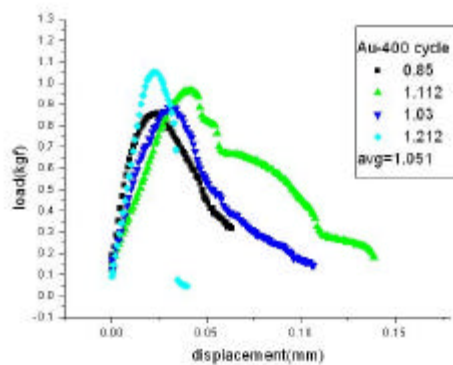
b.100 小時



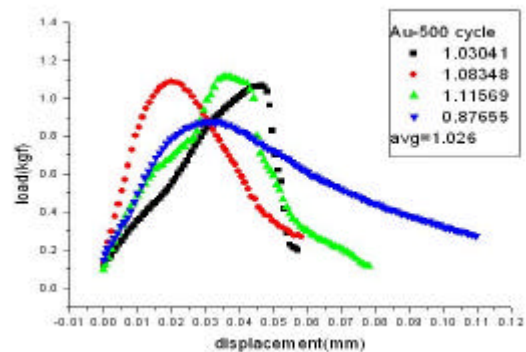
c.200 小時



d.300 小時

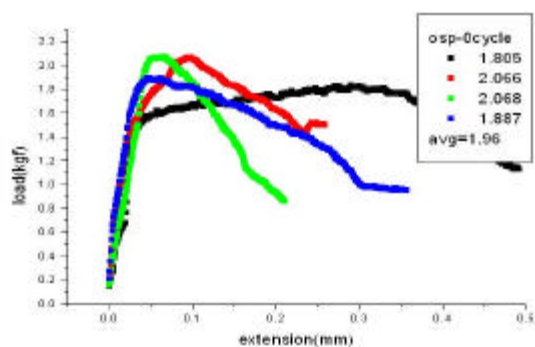


e.400 小時

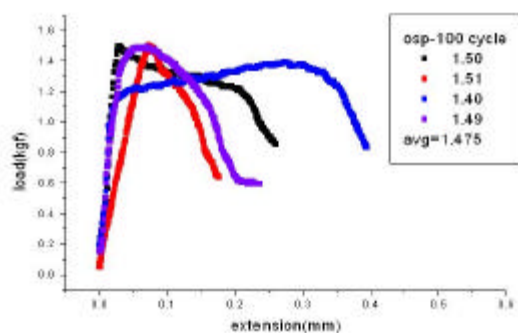


f.500 小時

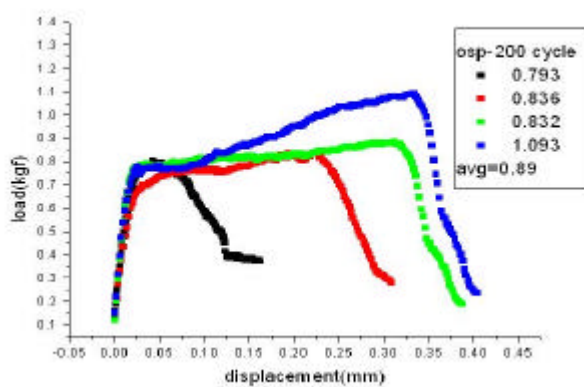
圖 6.26ENIG 表面處理在不同熱循環時間點，殘餘強度與位移的關係



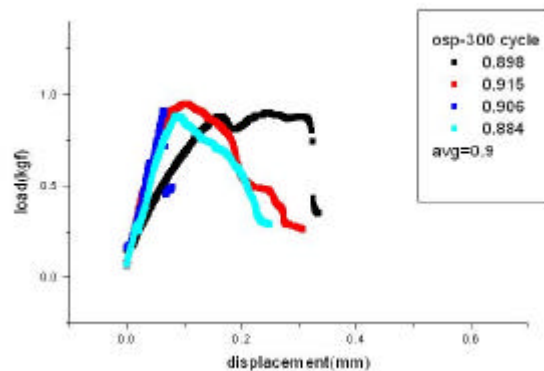
a.0 小時



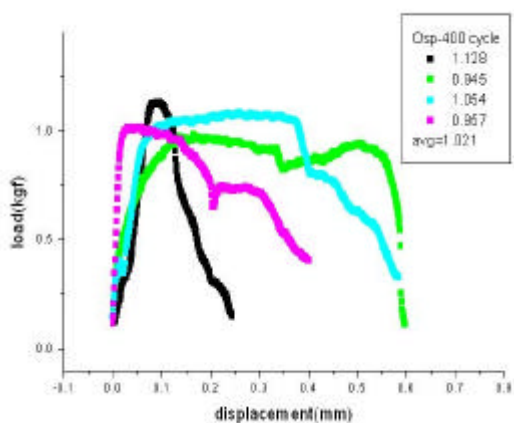
b.100 小時



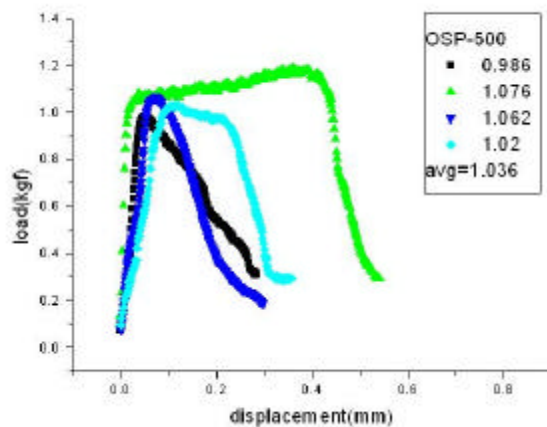
c.200 小時



d.300 小時

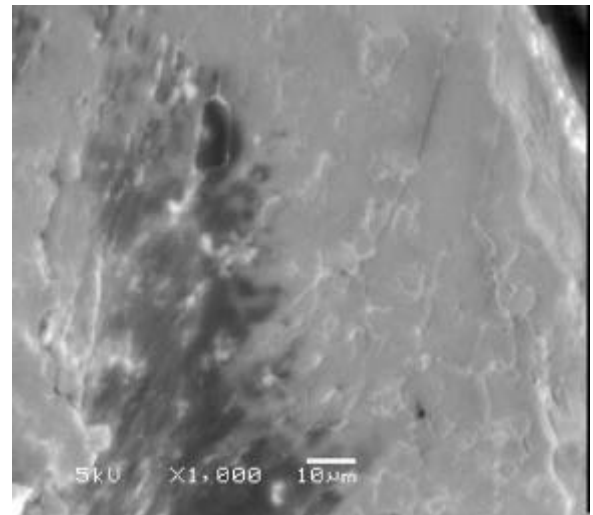
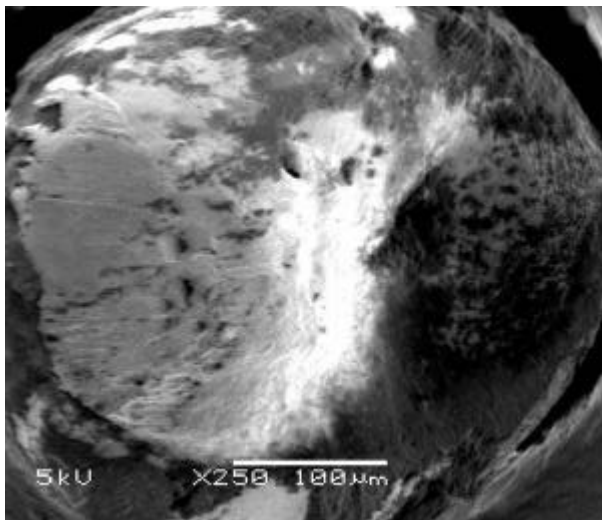


e.400 小時

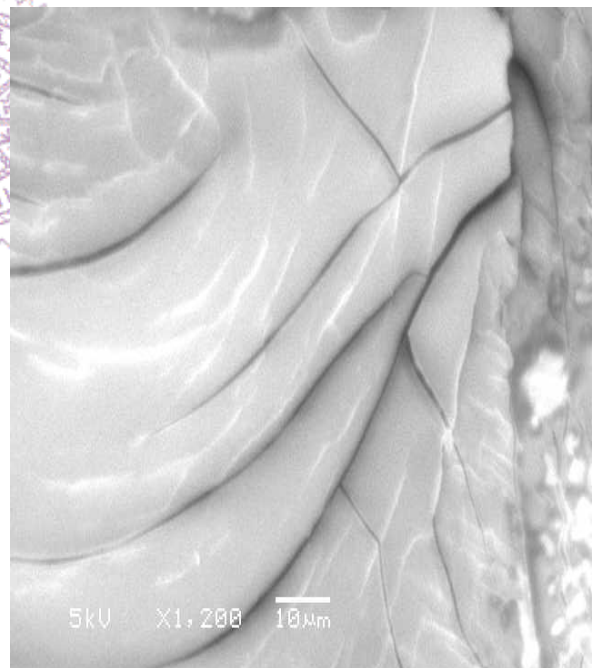
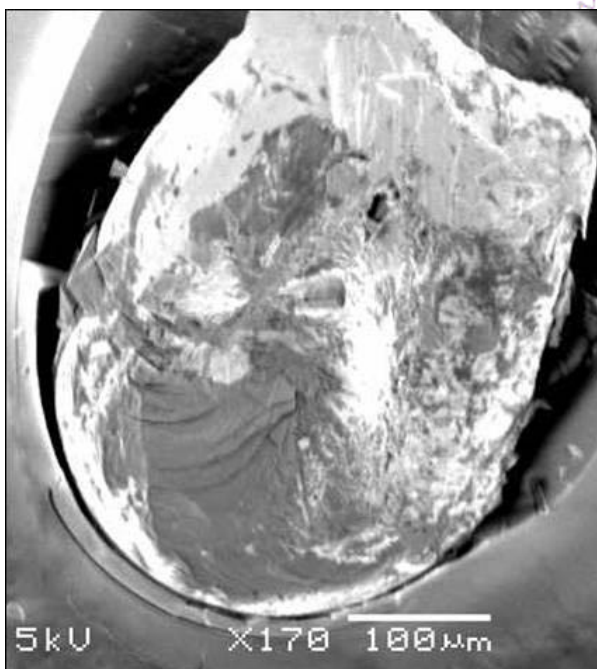


f.500 小時

圖 6.27OSP 表面處理在不同熱循環時間點，殘餘強度與位移的關係



a. 未經過熱循環正向拉開的試片



b. 經過 500 熱循環周次後，正向拉開的試片

圖 6.28 正向拉開後 SEM 斷面圖

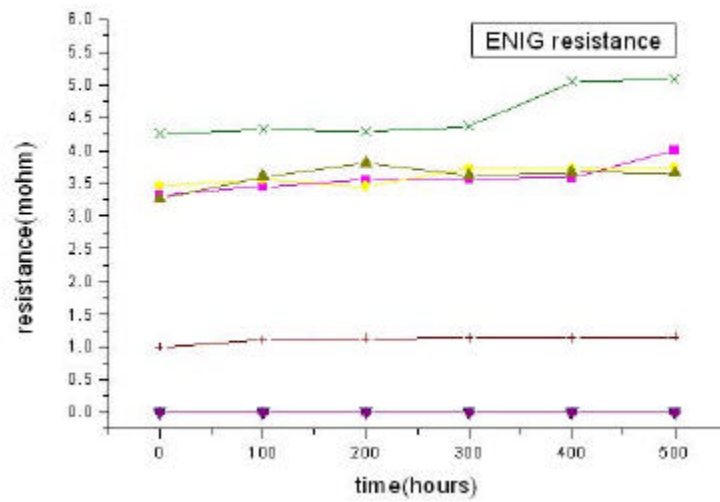


圖 6.29 ENIG 表面處理在不同熱循環時間點的電阻值

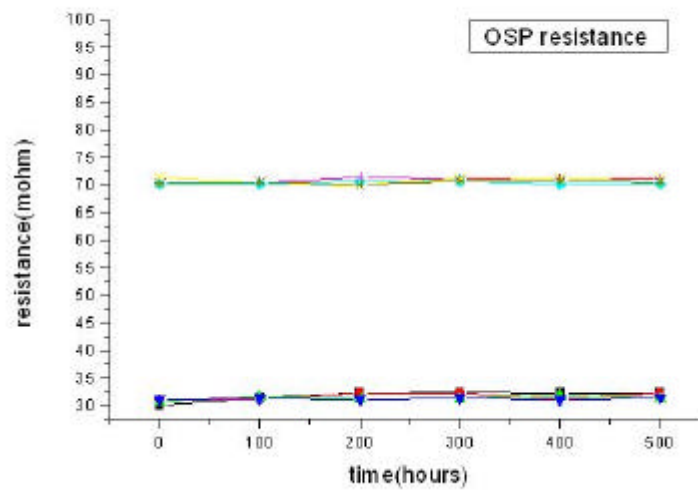


圖 6.30 OSP 表面處理在不同熱循環時間點的電阻值