



D4. 根本原因分析 Define and Verify Root Cause

一、異常描述：

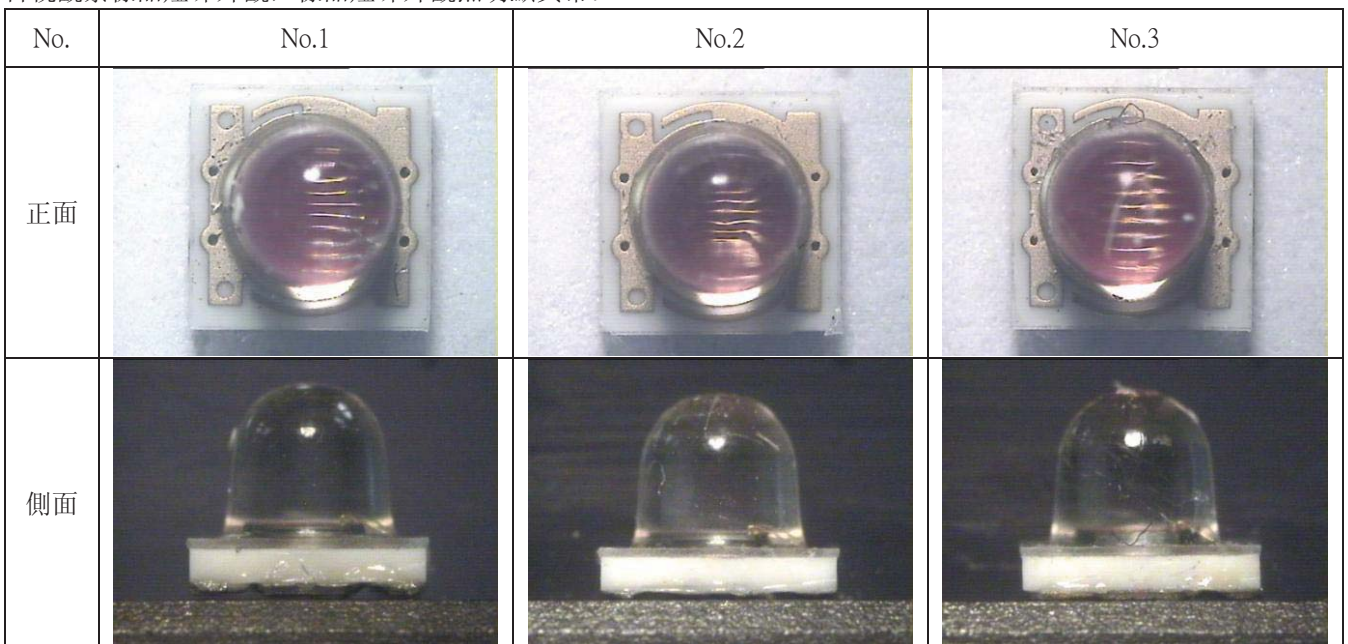
- 1.1 出貨信息：我司 2014/8/11 出貨的 DP3535 紅光 LED 12k（按客戶要求委外貼片后出貨）；
- 1.2 客戶應用：客戶用於航空障礙燈，一塊鋁基板上貼 36 顆燈珠（6 串 6 并），使用產品上有突然達到 700mA 的電流；
- 1.3 異常現象：客戶反饋 300 塊鋁基板有 30 塊烤發黃現象、部份（約 10 塊）鋁基板上的燈珠有不亮的現象；
- 1.4 異常樣品：客戶返回一塊鋁基板和 3pcs 不良燈珠如下：



二、異常確認：

2.1 外觀確認：

目視觀察樣品燈珠外觀，樣品燈珠外觀無明顯異常：



目視觀察樣品鋁基板外觀，可見樣品鋁基板鋪銅區域外觀發黃，并有受力掉漆傷痕，D11 Lens 掉落：





2.2 點亮確認：

If=350mA 點測樣品燈珠，樣品燈珠 1pcs 短路，2pcs 開路：

	No.1 短路	No.2 開路	No.3 開路
樣品燈珠點亮圖			

DC14V/2A 驅動樣品鋁基板，鋁基板僅兩組 LED 可正常點亮（D1~D6、D19~D24）：

If=350mA 單顆點測鋁基板上 LED，36pcs LED 中 6pcs 開路，3pcs 短路，統計如下：

	鋁基板整體點亮圖	350mA 單顆點測（亮）	350mA 單顆點測（不亮）
樣品鋁基板點亮圖			

D1	OK	D13	OK	D25	開路
D2	OK	D14	OK	D26	OK
D3	OK	D15	開路	D27	短路
D4	OK	D16	OK	D28	OK
D5	OK	D17	OK	D29	OK
D6	OK	D18	OK	D30	開路
D7	OK	D19	OK	D31	開路
D8	OK	D20	短路	D32	開路
D9	開路	D21	OK	D33	OK
D10	OK	D22	OK	D34	OK
D11	OK	D23	OK	D35	OK
D12	OK	D24	短路	D36	OK



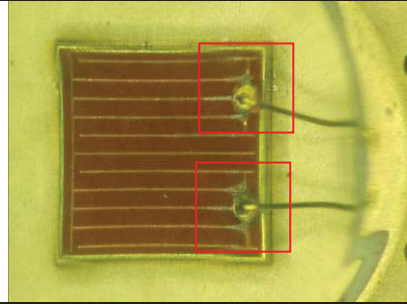
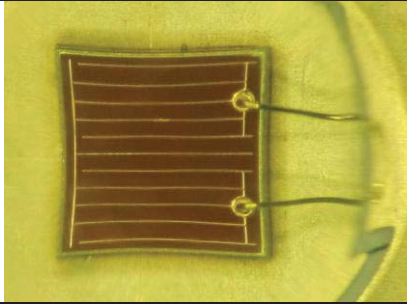
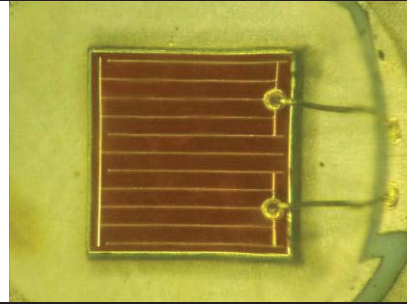
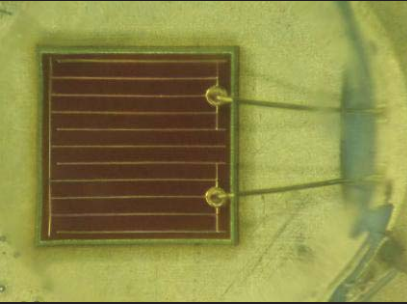
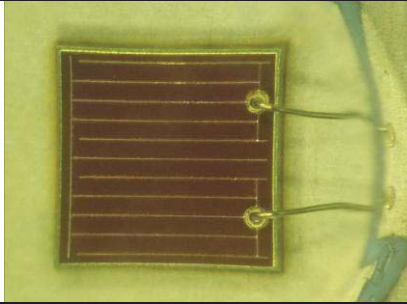
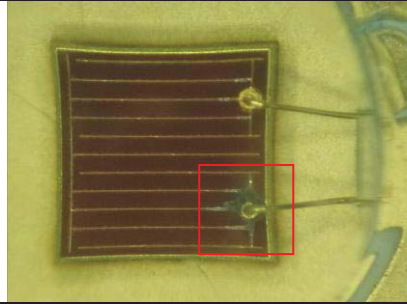
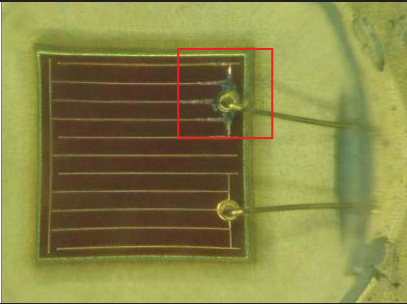
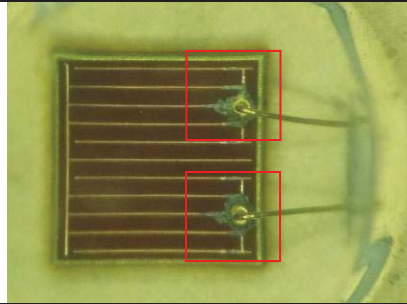
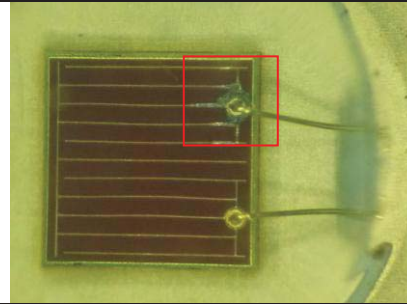
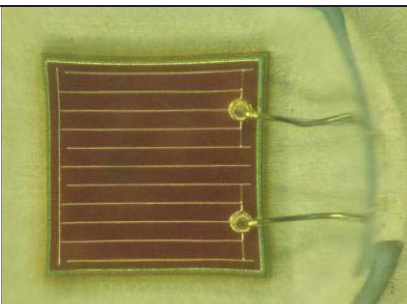
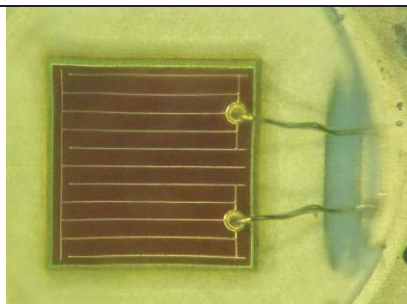
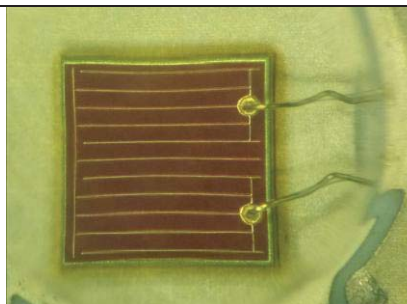
2.3 確認結果：

通過以上外觀及點亮確認，樣品鋁基板鋪銅區域存在發黃異常，異常 LED 樣品存在開路及短路之不良現象。

三、異常 LED 分析：

3.1 芯片外觀：

將異常 LED 樣品置於清水中（消除 Lens 凸面效果）觀察芯片外觀如下，部份異常 LED 芯片電極處存在燒傷現象（詳見 3.3 不良統計）：

No.1- 短路 -芯片電極處燒傷	No.2-開路	No.3-開路
		
D9-開路	D15-開路	D20- 短路 -芯片電極處燒傷
		
D24- 短路 -芯片電極處燒傷	D25-開路-芯片電極處燒傷	D27- 短路 -芯片電極處燒傷
		
D30-開路	D31-開路	D32-開路
		



3.2 X-ray 結構確認：

使用 X-ray 觀察異常 LED 樣品內部結構狀況如下，部份樣品 LED 金線存在扭曲變形、斷開現象（詳見 3.3 不良統計）：

No.1-短路	No.2-開路-金線扭曲變形及斷開	No.3-開路-金線變形及斷開

D9-開路-金線扭曲變形	D15-開路-金線扭曲變形	D20-短路
D24-短路	D25-開路	D27-短路
D30-開路-金線扭曲變形	D31-開路-金線扭曲變形	D32-開路-金線扭曲變形



3.3 不良統計：

統計異常 LED 不良現象如下

樣品	LED 編號	LED 電性	芯片外觀	內部結構
樣品燈珠	No.1	短路	芯片一處電極燒毀	OK
	No.2	開路	OK	金線扭曲變形及斷開
	No.3	開路	OK	金線變形及斷開
樣品鋁基板	D9	開路	OK	金線扭曲變形
	D15	開路	OK	金線扭曲變形
	D20	短路	芯片一處電極燒毀	OK
	D24	短路	芯片一處電極燒毀	OK
	D25	開路	芯片兩處電極燒毀	OK
	D27	短路	芯片一處電極燒毀	OK
	D30	開路	OK	金線扭曲變形
	D31	開路	OK	金線扭曲變形
	D32	開路	OK	金線扭曲變形

依上分析統計可見，金線扭曲變形導致 LED 形成開路不良，芯片電極處燒毀導致 LED 形成短路不良。

四、金線變形真因分析：

LED 為硅膠 Lens，根據產品規格書說明，LED 使用時不可觸壓 Lens，具體如下：

Lens handling

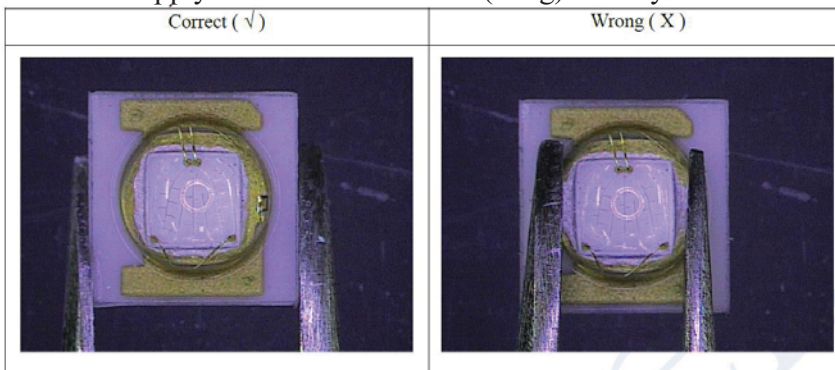
Please follow the guideline to grab LEDs

3.1 Use tweezers to grab LEDs

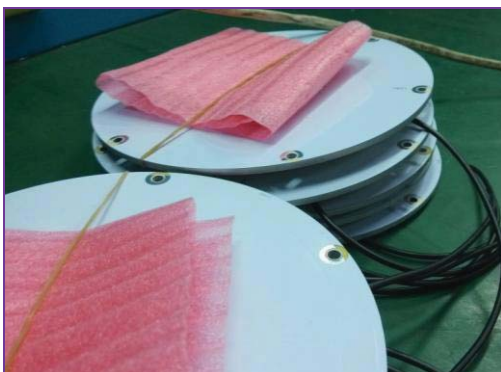
3.2 Do not touch lens with the tweezers

3.3 Do not touch lens with fingers

3.4 Do not apply more than 4N of lens (400g) directly onto the lens



經對產品包裝及使用作業過程調查，產品包裝方式為 5 片疊加/組，底部鋁基板上的 LED 在疊放及運輸過程中 Lens 極易受壓力產生變形，同時導致金線扭曲變形產生結構破壞，形成 LED 開路不良：













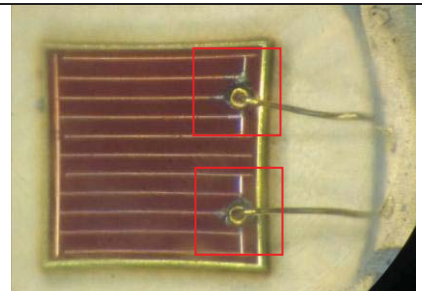
五、芯片燒毀真因分析：

5.1 芯片燒毀條件模擬實驗：

a, 取樣品鋁基板上 LED1 及 LED2 用於實驗，If 700mA 持續點亮 LED1 老化 12H，實驗后觀察芯片外觀無異常：

取 LED1 實驗	If 700mA 持續點亮	芯片外觀正常
		

b, 使用不同電流瞬間點亮 LED2，并逐步增加驅動電流直至 LED 燒毀，實驗發現當通過單顆 LED 電流達 1.5A 時 LED 亮度開始明顯衰減變暗，當通過單顆 LED 電流達到 3A 時 LED 燒毀形成開路，燒毀現象與樣品 LED 燒毀現象一致（電極處燒傷）：

取 LED2 實驗	700mA	1A
		
1.3A	1.5A	2A
		
2.5A	3A LED 開路不亮	燒毀后芯片圖
		

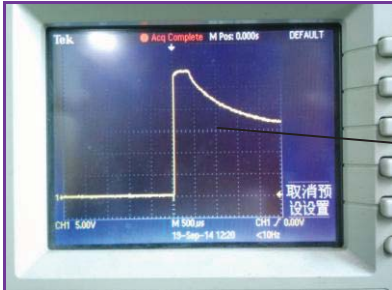
c, 由實驗可知 LED 在通電點亮過程中，當單顆 LED 電流大於 1.5A（接近 3A）時可能形成燒毀。



5.2 重現實驗：

a, 異常電流來源：

使用示波器測試客戶電源輸出波形，當電源設置測試條件 15V/2A 時，可瞬間產生約 20A 的輸出大電流(通過單顆 LED 電流約為 3A)，如下圖：



示波器連接 1.5ohm 電阻測試；測試電壓約為 30V，電流為 30/1.5=20A。

b, 異常重現：

取 OK 燈板 2pcs，使用與客戶類似之穩壓電源，設置 15V/2A 進行模擬測試：

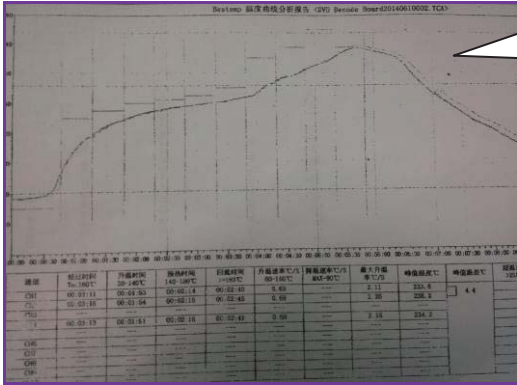
模擬開關測試	實驗前 9V 測試	開關測試模擬實驗	
	實驗后 9V 測試	實驗描述及結論	
		<p>開關測試：使測試筆接觸點亮燈板，鬆開測試筆使燈板熄滅，循環數次。模擬電源在未關閉狀態下持續由負載到空載轉換過程中是否可能產生脈衝大電流損壞燈板 LED。</p> <p>實驗結論：模擬開關測試后，燈板上 2pcs LED 被擊傷形成短路不亮。</p>	
模擬接觸不良測試	實驗前 9V 測試	接觸不良模擬實驗	
	實驗后 9V 測試	實驗描述及結論	
		<p>接觸不良：使測試筆接觸點亮燈板，輕輕鬆開/滑動測試筆使燈板不致熄滅處於閃爍狀態，重複數次。模擬測試時測試筆與燈板接觸不良過程中，電源是否可能產生脈衝大電流損壞燈板 LED。</p> <p>實驗結論：模擬接觸不良測試后，燈板上 1pcs LED 被擊傷形成微亮。</p>	



六、鋁基板發黃真因分析：

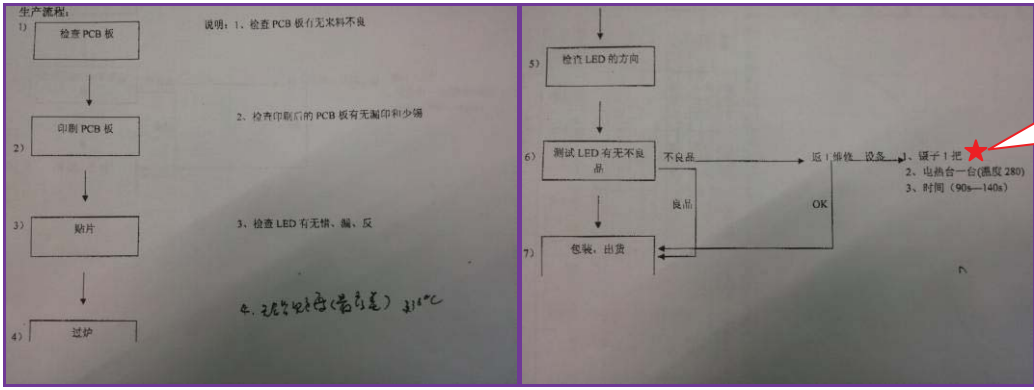
鋁基板發黃的可能原因有：焊接溫度過高/時間過長；經多次高溫；鋁基板白色油墨耐熱不佳。

a: 調查迴流焊焊接爐溫曲線如下：最高焊接溫度 238℃，過爐整體時間 9min，溫度高於 180℃時間約 3min。



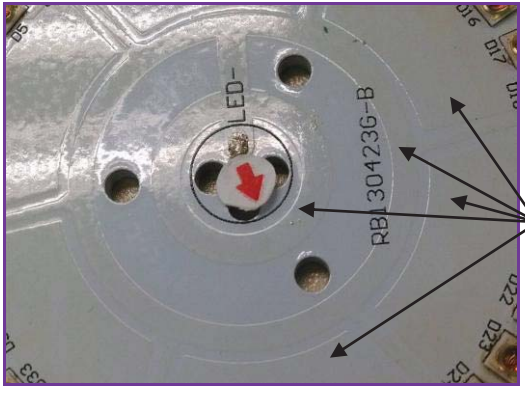
鋁基板可承受的焊接溫度範圍。

b: 根據委外生產流程，模組受高溫環節為過爐工序及返工維修工序，產品受熱次數為 2 次。返工維修時電熱臺溫度為 280℃，返修時間 90s-140s。



鋁基板返修溫度為 280℃，溫度過高。

c: 鋁基板發黃區域均處於鋁基板鋪銅區域（表面覆蓋白油相對較薄），周圍區域白油正常，由此可見油墨覆蓋厚度對油墨發黃存在影響。



鋪銅區域

**七、分析總結：**

通過以上分析，導致 LED 不亮的原因為：

- 1、 測試電源存在瞬間輸出大電流，使芯片受衝擊形成燒毀短路；
 - 2、 包裝不當，使 LED Lens 受碰撞/擠壓等外力作用，導致 LED 金線扭曲變形斷開形成開路；
- 導致鋁基板發黃的原因為：鋁基板返修溫度過高，鋁基板表層油墨因高溫烘烤而發黃。

D5. 永久矯正預防措施 Permanent Corrective Action

No.	說明 Description	負責人 Owner	預計完成日 Due Date	實際完成日 Finished Date
5.1	客戶端已生產之半成品我司協助 X-ray 全檢挑選金線變形不良 LED 及測試更換電性不良 LED，鋁基板油墨發黃對產品性能無影響，請客戶放心使用。	余行輝		2014/9/19
5.2	建議客戶完善貼片要求文件，對以下注意事項增加及修改： 1、 LED 焊接需使用低溫錫膏，最高焊接溫度不可超過 190℃； 2、 LED 使用過程中（補料、返修）不可觸碰擠壓 LED 頂部 Lens； 3、 LED 及模組使用過程中人員需佩戴靜電環，設備及檯面注意接地； 4、 模組測試條件設置為 10V, 30mA（單顆 LED 5mA），并在接觸穩定后開啟電源開關； 5、 用防靜電 PE 珍珠棉包裝，產品包裝不可垂直疊加；	傅望	2014/9/12	
5.3	我司完善外發加工管理文件，建立客供品委外加工管理流程。	莊惠茹		2014/9/12

D6. 成效確認 Validation of Effectiveness

6.1、待跟進改善效果。

D7. 再發防止 Prevent Recurrence

7.1、修改完善文件《外發加工管理規定》

Document No: 400-WI-010 (ECN/TECN/SOP..)

D8. 結案 Close Approve

核准 approval	審核 Approve By	客服主管 Customer Service Supervisor	客服工程師 Customer Service Engineer
黃同伯	林文翔	劉奇炬	余行輝