

四、製程靜電評估及防制結果

液晶顯示器製程中靜電問題可能在不同製程、作業區域及生產作業/步驟而有所差異，因此本研究希望針對液晶顯示器之各製程、作業區域及作業步驟，依靜電評估方法，收集製程相關資料，在現場辨認製程中發生潛在靜電問題的機台與作業步驟，使用適當量測儀器確認發生潛在問題的設備或物件，然後進行離子化的靜電防制方法，確認靜電問題已被有效消弭。

液晶顯示器的製造過程分為陣列、液晶及組裝等三個製程。各製程可由數個製程設備/作業區域組成，作業區域又可由數個作業步驟組成。運用靜電評估模式，分析各製程設備之作業步驟的靜電產生過程，考量靜電產生機制，作業中產生靜電量高低的影響因素，以及物件的靜電散逸方式；同時考量製程設備、製程條件、作業特性、作業環境等限制因素，進行製程靜電評估，評估各製程可能產生靜電之作業步驟，以及針對該作業步驟進行現場靜電量測的可能性。液晶顯示器製程靜電評估結果，選定下列作業步驟進行實地靜電量測，包括入/出料、機械手臂吸取和放置、去離子水清洗與乾燥、滾輪傳輸、偏光板剝離與貼合、保護膜剝離等。

設定製程靜電防制成效標準，製程中物件表面最大靜電壓的絕對值大於或等於0.5KV，則屬於製程中潛在靜電危害問題的作業步驟。陣列製程中主要潛在靜電問題，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動等作業步驟，其中洗淨作業區域之機械手臂吸取放置玻璃基材的作業步驟，玻璃基材表面靜電壓最高，約為-18.5KV。液晶製程中主要潛在靜電問題，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動、去離子水清洗玻璃基材、切割與壓片、人員拿取玻璃面板、真空吸引玻璃面板、偏光板貼合等作業步驟，其中配向作業區域之去離子水清洗玻璃基材的作業步驟，玻璃基材表面靜電壓最高，約為-8.4KV。組裝製程中主要潛在靜電問題，包括保護膜剝離、面板組裝、維修作業時偏光片剝離等作業步驟，其中組裝作業區域之面板保護膜剝離的作業步驟，面板表面靜電壓最高，約為-3.1KV。

探討現有製程的靜電防制成效，發現多數作業步驟潛在靜電危害問題，現有靜電防制成效不佳且未裝設靜電消除器，所以無法有效降低製程的靜電問題。應在上述製程設備/作業步驟中適當位置裝設合宜靜電消除器，減低各作業步驟中面板因接觸與分離所產生的靜電。此外製程中部分作業步驟已經裝設靜電消除器，作業中仍然潛在靜電問題，建議應該調整靜電消除器裝設位置，期使達成減低製程中潛在靜電危害問題。

液晶顯示器製程採用靜電消除器作為主要靜電危害防制方法，靜電消除器必須在較短時間內將物件蓄積靜電降至最低，所以必須採用單位離子量較高的靜電消除器。

靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時遠離周圍的金屬箱/架/蓋/網/物件，才能讓靜電消除器發揮最大的靜電消除效果。調整靜電消除器的離子風方向，使靜電消除器的離子風能夠分佈於卡匣內的所有玻璃基材上，才達到最好的靜電消除效果。

進行液晶顯示器製程之靜電防制，應定期持續量測與比對施行靜電防護措施的效果，才能確保靜電防護措施持續有效，以及製程中潛在靜電問題已被有效控制。針對上述作業步驟進行靜電防制成果確認，使用/調整靜電消除器的方向與位置，達成符合製程中允許的靜電壓值，亦即物件表面最大靜電壓的絕對值小於 0.5KV，視為已達成靜電防制成效，有效消滅製程中潛在靜電問題。



4.1 液晶顯示器製程靜電評估結果

液晶顯示器的製造過程分為陣列、液晶及組裝等三個製程。各製程可由數個製程設備/作業區域組成，作業區域又可由數個作業步驟組成。運用靜電評估模式，分析各製程設備之作業步驟的靜電產生過程，考量靜電產生機制，作業中產生靜電量高低的影響因素，以及物件的靜電散逸方式；同時考量製程設備、製程條件、作業特性、作業環境等限制因素，進行製程靜電評估，評估各製程可能產生靜電之作業步驟，以及針對該作業步驟進行現場靜電量測的可能性。

液晶顯示器製程靜電評估，選定下列作業步驟進行實地靜電量測，包括入/出料、機械手臂吸取和放置、去離子水清洗與乾燥、滾輪傳輸、偏光板剝離與貼合、保護膜剝離等。設定製程靜電防制成效標準，製程中物件表面最大靜電壓的絕對值大於或等於 0.5KV，則屬於製程中潛在靜電危害問題的作業步驟。

陣列製程中主要潛在靜電問題的作業步驟，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動等。主要潛在靜電問題的作業步驟計有 6 項，其中洗淨作業區域之機械手臂吸取放置玻璃基材的作業步驟，玻璃基材表面靜電壓最高，約為-18.5KV。

液晶製程中主要潛在靜電問題的作業步驟，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動、去離子水清洗玻璃基材、切割與壓片、人員拿取玻璃面板、真空吸引玻璃面板、偏光板貼合等。主要潛在靜電問題的作業步驟計有 16 項，其中配向作業區域之去離子水清洗玻璃基材的作業步驟，玻璃基材表面靜電壓最高，約為-8.4KV。

組裝製程中主要潛在靜電問題的作業步驟，包括保護膜剝離、面板組裝、維修作業時偏光片剝離等。主要潛在靜電問題的作業步驟計有 4 項，其中組裝作業區域之面板保護膜剝離的作業步驟，面板表面靜電壓最高，約為-3.1KV。

4.1.1 評估製程中靜電產生的作業步驟

在液晶顯示器製程現場，依據製造流程、製程設備及作業步驟，運用靜電評估模式，分析各製程設備之作業步驟的靜電產生過程，考量製程環境等條件限制，評估後選擇液晶顯示器製程中的作業步驟，後續進行靜電量測，瞭解製程中各作業步驟的潛在靜電問題。

作業中靜電產生機制，包括物體接觸分離、物理上的破壞、電場感應及帶電離子附著等，以及作業中產生靜電量高低的影響因素，包括兩種物體的種類、物體中雜物及不純物、物體表面情況、運動時間、分離速度、接觸面積及壓力等；以及物件蓄積靜電的散逸方式，包括放電或傳導等方式將靜電散逸。同時考量製程設備、製程條件、作業特性、環境因素等限制因素，評估各製程之作業步驟是否可能產生靜電？以及進行靜電量測的可能性？

考慮作業中靜電產生機制及製程環境等條件限制，經評估後選擇可能進行靜電量測的作業步驟，包括入/出料、機械手臂吸取和放置、去離子水清洗與乾燥、滾輪傳輸、偏光板剝離與貼合、保護膜剝離等作業步驟，後續進行實地靜電量測，瞭解製程中各作業步驟的潛在靜電問題。



1. 陣列製程中靜電產生的作業步驟

陣列製程的作業區域中，各作業步驟產生靜電的可能性為高者，主要為玻璃基材的持續接觸與分離，製程中的作業步驟包括入/出料、機械手臂吸取和放置、去離子水清洗與乾燥、光阻塗佈與烘烤、滾輪傳輸、檢查平台的真空吸引與分離等。陣列製程中靜電產生的作業步驟評估結果如表 7 所示。

陣列製造流程依序分為玻璃清洗、成膜、清洗、光阻塗佈、預烤、曝光、顯影、硬烤、蝕刻、光阻剝離、檢查等作業區域。依據作業區域的製程設備之作業步驟，評估各製程之作業步驟是否可能產生靜電？以及進行靜電量測的可能性？逐一研判作業步驟中靜電產生機制和產生靜電量高低的影響因素，以及物件蓄積靜電的散逸方式，同時考量製程環境等限制因素，分析靜電產生可能性及靜電量測可能性，分別給予高、中、低三個等級，評估是否進行靜電量測。

考慮製程環境等條件限制，經評估後選擇可能進行靜電量測的作業步驟，包括包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動等作業步驟。後續進行實地靜電量測，以瞭解製程中各作業步驟的潛在靜電問題。



表 7 評估陣列製程之作業步驟產生靜電及進行靜電量測可能性

作業區域	製程設備	作業步驟	產生靜電可能性	靜電量測可能性	進行靜電量測
薄膜	濺鍍及電漿化學氣相沉積	入料	高	高	是
		機械手臂放置	高	低	否
		入製程艙	中	低	否
		成膜	中	低	否
		出製程艙	中	低	否
		機械手臂吸取	高	低	否
		出料	高	高	是
黃光	曝光及顯影	入料	高	高	是
		機械手臂放置	高	低	否
		清洗	高	高	是
		光阻塗佈	高	低	否
		預烤	高	低	否
		曝光入料	高	高	是
		曝光	中	低	否
		曝光出料	高	高	是
		顯影	中	高	是
		硬烤	高	中	是
		機械手臂吸取	高	低	否
		出料	高	高	是
		乾蝕刻	乾蝕刻	入料	高
機械手臂放置	高			低	否
入製程艙	中			低	否
蝕刻	中			低	否
出製程艙	中			低	否
機械手臂吸取	高			低	否
出料	高			高	是
濕蝕刻	濕蝕刻	入料	高	高	是
		機械手臂放置	高	高	是
		蝕刻	中	低	否
		乾燥	高	低	否
		滾輪傳輸	高	高	是
		機械手臂吸取	高	低	否
		出料	高	高	是

表 7 評估陣列製程之作業步驟產生靜電及進行靜電量測可能性 (續)

作業區域	製程設備	作業步驟	產生靜電可能性	靜電量測可能性	進行靜電量測
光阻剝離	去光阻	入料	高	高	是
		機械手臂放置	高	高	是
		去光阻	高	低	否
		清洗	高	低	否
		乾燥	高	低	否
		滾輪傳輸	高	高	是
		機械手臂吸取	高	低	否
		出料	高	高	是
洗淨	洗淨	入料	高	高	是
		機械手臂放置	高	低	否
		清洗	高	低	否
		滾輪傳輸	高	高	是
		機械手臂吸取	高	低	否
		出料	高	高	是
檢測	陣列檢查	入料	高	高	是
		機械手臂放置	高	低	否
		陣列檢查	高	低	否
		機械手臂吸取	高	低	否
		出料	高	高	是
	測試	入料	高	高	是
		機械手臂放置	高	低	否
		測試	中	低	否
		機械手臂吸取	高	低	否
		出料	高	高	是
	目檢	入料	中	高	是
		目檢	中	高	是
		出料	中	高	是

2. 液晶製程中靜電產生的作業步驟

液晶製程的作業區域中，各作業步驟產生靜電的可能性為高者，主要為玻璃基材的持續接觸與分離、烘烤及加壓接合等，製程中的作業步驟包括入/出料、機械手臂吸取和放置、去離子水清洗與乾燥、滾輪傳輸、配向膜塗佈與烘烤、平台的真空吸引與分離、摩擦配向、膠框印刷與烘烤、玻璃基材壓合與烘烤、偏光板剝離與貼合等。液晶製程中靜電產生的作業步驟評估結果如表 8 所示。

液晶製造流程可分為清洗、配向膜塗佈、燒烤、配向、清洗、膠框印刷、間隔劑散佈、上下玻璃貼合、熱壓合、面板切割、液晶注入、封口、偏光板貼片、檢查等作業區域。依據作業區域的製程設備之作業步驟，評估各製程之作業步驟是否可能產生靜電？以及進行靜電量測的可能性？逐一研判作業步驟中靜電產生機制和產生靜電量高低的影響因素，以及物件蓄積靜電的散逸方式，同時考量製程環境等限制因素，分析靜電產生可能性及靜電量測可能性，分別給予高、中、低三個等級，評估是否進行靜電量測。

考慮製程環境等條件限制，經評估後選擇可能進行靜電量測的作業步驟，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動、去離子水清洗玻璃基材、切割與壓片、人員拿取玻璃面板、真空吸引玻璃面板、偏光板貼合等作業步驟。後續進行實地靜電量測，以瞭解製程中各作業步驟的潛在靜電問題。

表 8 評估液晶製程之作業步驟產生靜電及進行靜電量測可能性

作業區域	製程設備	作業步驟	產生靜電可能性	靜電量測可能性	進行靜電量測
配向	清洗	入料	高	高	是
		機械手臂放置	高	低	否
		清洗	高	低	否
		乾燥	高	低	否
		滾輪傳輸	高	高	是
		轉向	高	高	是
	配向膜塗佈	滾輪傳輸	高	高	是
		機械手臂放置	高	高	是
		配向膜塗佈	高	低	否
		烘烤	高	低	否
		機械手臂吸取	高	低	否
		滾輪傳輸	高	高	是
	配向	入料	高	高	是
		機械手臂放置	高	高	是
		吸附及定盤	高	高	是
		配向前清洗	高	高	是
		配向	高	高	是
		配向後清洗	高	高	是
滾輪傳輸		高	低	否	
出料		高	低	否	
膠框印刷	膠框印刷	入料	高	低	否
		機械手臂放置	高	低	否
		膠框印刷	高	低	否
		預烤	高	低	否
		滾輪傳輸	高	高	是
		出料	高	高	是
間隔劑	間隔劑散佈	入料	高	高	是
		機械手臂放置	高	低	否
		抽真空	中	低	否
		間隔劑散佈	中	低	否
		預烤	高	低	否
		滾輪傳輸	高	高	是
		出料	高	高	是
壓合	壓合	入料	高	低	否
		壓合	高	低	否
		硬烤	高	低	否
		出料	高	低	否

表 8 評估液晶製程之作業步驟產生靜電及進行靜電量測可能性 (續)

作業區域	製程設備	作業步驟	產生靜電可能性	靜電量測可能性	進行靜電量測	
切割	切割	取片	高	高	是	
		切割吸附	高	高	是	
		切割	中	高	是	
		切割後取片	高	高	是	
	裂片	壓片吸附	高	高	是	
		壓片	中	高	是	
		壓片後取片	高	高	是	
液晶	注入液晶	入料	高	低	否	
		抽真空	中	低	否	
		注入液晶	中	低	否	
		出料	高	低	否	
	封口	入料	高	低	否	
		封口	中	低	否	
		出料	高	低	否	
		刮片	中	高	是	
		目視檢查	高	高	是	
	磨邊	入料	高	高	是	
		機械手臂放置	高	低	否	
		磨邊	中	低	否	
		機械手臂吸取	高	高	是	
		出料	高	高	是	
		清洗	高	高	是	
		放入貨架	中	高	是	
		偏光板貼合	偏光板貼合	入料	高	高
	機械手臂放置			高	低	否
	真空吸引			高	高	是
	偏光板剝離			高	高	是
偏光板貼合	高			高	是	
複捲離型紙	高			高	是	
滾輪傳輸	高			高	是	
出料	高			高	是	
測試	點燈測試			點燈測試	中	高
		出料	高	高	是	
	人工目視檢查	點燈測試	中	高	是	
		出料	高	高	是	

3. 組裝製程中靜電產生的作業步驟

組裝製程的作業區域中，各作業步驟產生靜電的可能性為高者，主要為玻璃面板的持續接觸與分離、加壓接合等，製程中的作業步驟包括入/出料、機械手臂吸取和放置、滾輪傳輸、玻璃面板與異方性導電膜貼片壓合、保護膜剝離等。組裝製程中靜電產生的作業步驟評估結果如表 9 所示。

組裝製造流程可分為清洗、異方性導電膜貼片、線帶自動結合壓著、背光板、檢查、包裝等作業區域。依據作業區域的製程設備之作業步驟，評估各製程之作業步驟是否可能產生靜電？以及進行靜電量測的可能性？逐一研判作業步驟中靜電產生機制和產生靜電量高低的影響因素，以及物件蓄積靜電的散逸方式，同時考量製程環境等限制因素，分析靜電產生可能性及靜電量測可能性，分別給予高、中、低三個等級，評估是否進行靜電量測。

考慮製程條件限制，經評估後選擇可能進行靜電量測的作業步驟，包括保護膜剝離、面板組裝、維修作業時偏光片剝離等作業步驟。後續進行實地靜電量測，以瞭解製程中各作業步驟的潛在靜電問題。



表 9 評估組裝製程之作業步驟產生靜電及進行靜電量測可能性

作業區域	製程設備	作業步驟	產生靜電可能性	靜電量測可能性	進行靜電量測
異方性導電膜貼片	異方性導電膜貼片	機械手臂吸取	高	高	是
		滾輪傳輸	高	高	是
		機械手臂放置	高	高	是
		預貼合	中	高	是
		貼合	中	高	是
		出料	中	低	否
線帶自動結合	線帶自動結合	入料	高	高	是
		貼合	中	高	是
		出料	高	低	否
	測試	入料	高	高	是
		測試	中	高	是
		出料	高	高	是
	點燈測試	入料	高	高	是
		測試	中	高	是
		出料	高	高	是
	組裝	組裝	背光板保護膜剝離	高	高
背光板傳送			中	高	是
面板保護膜剝離			高	高	是
面板組裝			中	高	是
測試			中	高	是
包裝	清潔	清潔	中	高	是
	包裝	包裝	中	高	是
維修	維修	偏光片剝離	高	高	是
		檢查	中	高	是

4.1.2 液晶顯示器製程靜電評估結果

依據製程中靜電產生的作業步驟評估結果，進行液晶顯示器的陣列、液晶及組裝等三個製程之各作業步驟的靜電量測，包括入/出料、機械手臂吸取和放置、去離子水清洗與乾燥、滾輪傳輸、偏光板剝離與貼合、保護膜剝離等作業步驟。

設定製程靜電防制成效標準，考慮薄膜電晶體的靜電放電耐受度，設定製程中允許的靜電壓值為 0.5KV，亦即物件表面最大靜電壓的絕對值大於或等於 0.5KV，則視為未達成靜電防制成效，亦即屬於製程中潛在靜電危害問題的作業步驟。製程中主要潛在靜電問題的作業步驟，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動、去離子水清洗玻璃基材、玻璃面板切割與壓片、人員拿取玻璃面板、真空吸引玻璃面板、偏光板貼合、保護膜剝離、面板組裝等。

陣列製程中主要潛在靜電問題的作業步驟，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動等。主要潛在靜電問題的作業步驟計有 6 項，其中洗淨作業區域之機械手臂吸取放置玻璃基材的作業步驟，玻璃基材表面靜電壓最高，約為-18.5KV。

液晶製程中主要潛在靜電問題的作業步驟，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動、去離子水清洗玻璃基材、切割與壓片、人員拿取玻璃面板、真空吸引玻璃面板、偏光板貼合等。主要潛在靜電問題的作業步驟計有 16 項，其中配向作業區域之去離子水清洗玻璃基材的作業步驟，玻璃基材表面靜電壓最高，約為-8.4KV。

組裝製程中主要潛在靜電問題的作業步驟，包括保護膜剝離、面板組裝、維修作業時偏光片剝離等。主要潛在靜電問題的作業步驟計有 4 項，其中組裝作業區域之面板保護膜剝離的作業步驟，面板表面靜電壓最高，約為-3.1KV。

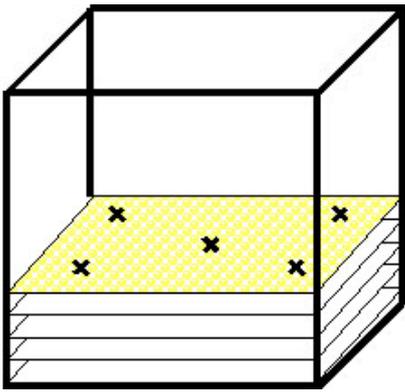
1. 製程靜電量測位置

在製程現場使用靜電量測儀器確認靜電防制成果，進行玻璃基材或其他被測物的表面靜電壓量測，必然會受到週遭機台或物件對於靜電場的干擾，應依據現場製程設備及作業步驟，選擇玻璃基材或其他被測物表面的量測點，並將周圍環境的影響降至最低，才能得到接近於實際狀況的數值。

依據製程靜電評估結果，選定下列作業步驟進行實地靜電量測，包括入/出料、機械手臂吸取和放置、去離子水清洗與乾燥、滾輪傳輸、偏光板剝離與貼合、保護膜剝離等。在每一個作業步驟，量測玻璃基材數量為 3 片，每片玻璃基材量測點數目，因周圍環境影響而有不同，量測點位置參見圖 7 所示。

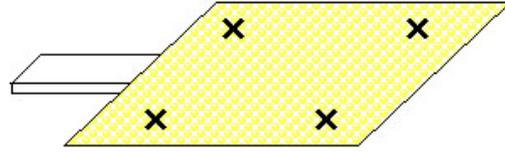
- (1) 在卡匣中的玻璃基材，周圍環境對靜電場的干擾較少，選擇基材四週及中央位置共 5 個量測點。參見圖 7a 所示。
- (2) 機械手臂吸取及放置玻璃基材之作業步驟，考量機械手臂對靜電場的干擾，選擇基材四週位置共 4 個量測點。參見圖 7b 所示。
- (3) 滾輪傳輸玻璃基材之作業步驟，考量傳輸滾輪對靜電場的干擾，依基材傳輸位置選擇基材四週及中央位置共 5 個量測點。參見圖 7c 所示。
- (4) 偏光板貼合之作業步驟，考量偏光板對靜電場的干擾，依偏光板與基材貼合位置選擇基材四週及中央位置共 5 個量測點。參見圖 7d 所示。
- (5) 保護膜剝離之作業步驟，考量保護膜對靜電場的干擾，依保護膜與基材剝離位置選擇基材四週及中央位置共 5 個量測點。參見圖 7e 所示。

量測結果取各量測點靜電量中絕對值最大者，並將該量測點的靜電量視為該片玻璃基材所產生的靜電量，另該作業步驟中玻璃基材的靜電量，表示方式為 3 片玻璃基材靜電量的最小值與最大值。



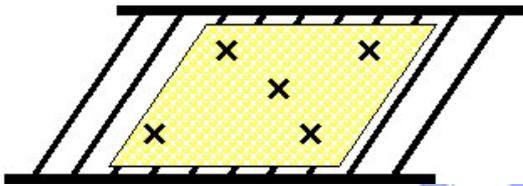
卡匣(cassette)及玻璃基材

a. 玻璃基材入/出料的量測位置



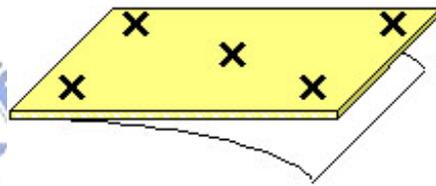
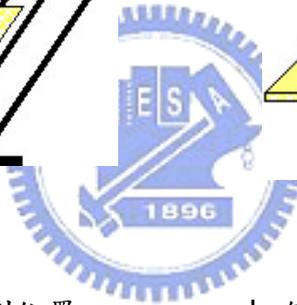
機械手臂及玻璃基材

b. 機械手臂吸取和放置的量測位置



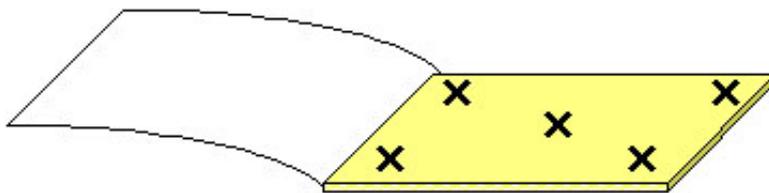
傳輸滾輪及玻璃基材

c. 去離子水清洗與乾燥的量測位置



偏光板及玻璃面板

d. 偏光板剝離與貼合的量測位置



保護膜及玻璃面板

e. 保護膜剝離的量測位置

圖 7 玻璃基材的靜電量測點位置
(圖中 X 的符號表示各量測點位置)

2. 陣列製程靜電評估結果

設定製程靜電防制成效標準，製程中物件表面最大靜電壓的絕對值大於或等於 0.5KV，則屬於製程中潛在靜電危害問題的作業步驟。陣列製程中主要潛在靜電問題，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動等作業步驟。陣列製程中主要潛在靜電危害作業步驟，參見表 10 所示，製程各作業步驟靜電量測結果參見表 11 所示。

陣列製程中主要潛在靜電問題的作業步驟計有 6 項，其中洗淨作業區域之機械手臂吸取放置玻璃基材的作業步驟，玻璃基材表面靜電壓最高，約為 -18.5KV。主要潛在靜電問題的作業步驟說明如下。

- (1) 黃光作業區域之主要潛在靜電問題的作業步驟，曝光入料機械手臂吸取與放置玻璃基材。主要原因曝光入料機械手臂吸取與放置玻璃基材，基材持續接觸與分離產生靜電。玻璃基材表面靜電壓最高約為-0.8KV。
- (2) 乾蝕刻作業區域之主要潛在靜電問題的作業步驟，機械手臂放置玻璃基材。主要原因機械手臂放置玻璃基材，基材持續接觸與分離產生靜電。玻璃基材表面靜電壓最高約為-0.7KV。
- (3) 濕蝕刻作業區域之主要潛在靜電問題的作業步驟，玻璃基材在滾輪上移動，以及機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中。主要原因玻璃基材在滾輪上移動，以及機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中，基材持續接觸與分離產生靜電。玻璃基材表面靜電壓最高約為-4.8KV 及-2.2KV。
- (4) 洗淨作業區域之主要潛在靜電問題的作業步驟，機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中。主要原因去離子水清洗基材，以及機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中，基材持續接觸與分離產生靜電。玻璃基材表面靜電壓最高約為-15.8KV。
- (5) 檢測作業區域之主要潛在靜電問題的作業步驟，機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中。主要原因機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中，基材持續接觸與分離產生靜電。玻璃基材表面靜電壓最高約為-7.8KV。

表 10 陣列製程主要潛在靜電危害作業步驟

作業區域	主要潛在靜電危害 作業步驟	表面最大 靜電壓(KV)
黃光	曝光入料機械手臂吸取與 放置玻璃基材	-0.8~-0.1
乾蝕刻	機械手臂放置玻璃基材	-0.7~-0.2
濕蝕刻	玻璃基材在滾輪上移動	-4.8~-3.0
	機械手臂吸取玻璃基材與 放置卡匣中	-2.2~-1.2
洗淨	機械手臂吸取玻璃基材與 放置卡匣中	-18.5~-7.6
檢測	機械手臂吸取玻璃基材與 放置卡匣中	-7.8~-6.8



表 11 陣列製程各作業步驟之靜電量測數據

作業區域	製程設備	作業步驟	量測物件	表面最大靜電壓(KV)	
薄膜	濺鍍及電漿 化學氣相沉積	入料	玻璃基材	-0.1~0	
		出料	玻璃基材	-0.2~0	
黃光	曝光及顯影	入料	玻璃基材	-0.1~0	
		清洗	玻璃基材	-0.1~0	
		曝光入料	玻璃基材	-0.8~-0.1	
		曝光出料	玻璃基材	0~0.3	
		顯影	玻璃基材	-0.3~-0.1	
		熱板	玻璃基材	-0.1~0	
		冷板	玻璃基材	-0.1~0	
		出料	玻璃基材	-0.2~-0.1	
		乾蝕刻	乾蝕刻	入料	玻璃基材
出料	玻璃基材			-0.3~-0.1	
濕蝕刻	透明導電膜	入料	玻璃基材	0~0.4	
		機械手臂放置	玻璃基材	-0.1~0	
		滾輪傳輸	玻璃基材	-4.8~-3.0	
			滾輪	-7.8~-2.0	
		乾燥後滾輪傳輸	玻璃基材	0~0.3	
			滾輪	-0.1~0	
		出料前滾輪傳輸	玻璃基材	0.3~1.0	
			滾輪	-0.1~0	
	出料	玻璃基材	0~0.4		
	鋁金屬膜	鋁金屬膜	入料	玻璃基材	-0.1~0
			機械手臂放置	玻璃基材	-0.1~0
			滾輪傳輸	玻璃基材	-1.7~-0.7
				滾輪	-2.0~-0.8
			乾燥後滾輪傳輸	玻璃基材	-0.4~0.1
				滾輪	-0.6~-0.3
			出料前滾輪傳輸	玻璃基材	-0.8~-0.6
滾輪				-0.1~0	
出料	玻璃基材	0.2~0.6			

表 11 陣列製程各作業步驟之靜電量測數據 (續)

作業區域	製程設備	作業步驟	量測物件	表面最大靜電壓(KV)
濕蝕刻	鉻金屬膜	入料	玻璃基材	-0.1~0
		機械手臂放置	玻璃基材	-0.1~0
		滾輪傳輸	玻璃基材	-1.4~-0.8
			滾輪	-2.2~-0.2
		乾燥後滾輪傳輸	玻璃基材	0.2~0.5
			滾輪	-0.8~-0.2
		出料前滾輪傳輸	玻璃基材	-0.8~-0.1
			滾輪	0.1~0.2
出料	玻璃基材	-2.2~-1.2		
光阻剝離	去光阻	入料	玻璃基材	0.2~0.4
		機械手臂放置	玻璃基材	-0.1~0
		清洗後滾輪傳輸	玻璃基材	-0.1~0
		出料	玻璃基材	0~0.2
洗淨	洗淨	入料	玻璃基材	-0.1~0
		滾輪傳輸	玻璃基材	-0.1~0
			滾輪	-0.5~0
		出料	玻璃基材	-18.5~-7.6
檢測	陣列檢查	入料	玻璃基材	-5.0~-4.3
		出料	玻璃基材	-7.8~-6.8
	目檢	入料	玻璃基材	0~0.1
		出料	玻璃基材	0.5~0.7
		目檢	作業人員	0~0.1

3. 液晶製程靜電評估結果

設定製程靜電防制成效標準，製程中物件表面最大靜電壓的絕對值大於或等於 0.5KV，則屬於製程中潛在靜電危害問題的作業步驟。液晶製程中主要潛在靜電問題，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動、去離子水清洗玻璃基材、切割與壓片、人員拿取玻璃面板、真空吸引玻璃面板、偏光板貼合等作業步驟。液晶製程主要靜電潛在靜電危害作業步驟，參見表 12 所示，製程各作業步驟靜電量測結果參見表 13 所示。

液晶製程中主要潛在靜電問題的作業步驟計有 16 項，其中配向作業區域之去離子水清洗玻璃基材的作業步驟，玻璃基材表面靜電壓最高，約為 -8.4KV。主要潛在靜電問題的作業步驟說明如下。

- (1) 配向作業區域之主要潛在靜電問題的作業步驟，玻璃基材在滾輪上移動、玻璃基材轉向、機械手臂放置玻璃基材、去離子水清洗玻璃基材。玻璃基材表面靜電壓最高約為-0.9、-7.8、-2.5 及-8.4KV。主要原因如下：
 - ①玻璃基材在滾輪上移動，基材持續接觸與分離產生靜電。
 - ②玻璃基材轉向，基材持續接觸與分離產生靜電。
 - ③機械手臂放置玻璃基材，基材持續接觸與分離產生靜電。
 - ④去離子水清洗玻璃基材產生靜電
- (2) 膠框印刷作業區域之主要潛在靜電問題的作業步驟，玻璃基材在滾輪上移動。主要原因玻璃基材在滾輪上移動，基材持續接觸與分離產生靜電。玻璃基材表面靜電壓最高約為-0.9KV。
- (3) 間隔劑作業區域之主要潛在靜電問題的作業步驟，玻璃基材在滾輪上移動、機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中。主要原因玻璃基材在滾輪上移動，以及機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中，基材持續接觸與分離產生靜電。玻璃基材表面靜電壓最高約為-3.5KV 及-1.6KV。
- (4) 切割作業區域之主要潛在靜電問題的作業步驟，切割後拿取玻璃面板、壓片後拿取玻璃面板。主要原因基材切割與分離後拿取玻璃面板產生靜電，以及壓片後拿取玻璃面板，面板吸附與分離產生靜電。玻璃面板表面靜電壓最高約為-5.4KV 及-0.8KV。
- (5) 封口作業區域之主要潛在靜電問題的作業步驟，人員刮片後放回、人員目視檢查後放回。主要原因人員刮片，以及人員目視檢查後放回，面板持續摩擦產生靜電。玻璃面板表面靜電壓最高約為 0.8KV 及 0.6KV。

(6) 偏光板貼合作業區域之主要潛在靜電問題的作業步驟，玻璃面板在滾輪上移動、玻璃面板在滾輪上移動、偏光板貼合。玻璃面板表面靜電壓最高約為-1.7、-2.4 及-0.5KV。其中複捲離型紙作業步驟，離型紙表面靜電壓最高約為47KV，依據作業現場情形，不致直接影響玻璃面板表面靜電壓，但具潛在靜電危害的作業步驟。主要原因如下：

- ①玻璃面板在滾輪上移動，面板持續接觸與分離產生靜電。
- ②真空吸引玻璃面板，面板吸附與分離產生靜電。
- ③偏光板貼合，面板吸附偏光板產生靜電。

(7) 測試作業區域之主要潛在靜電問題的作業步驟，人員拿取玻璃面板。主要原因人員拿取玻璃面板持續接觸與分離產生靜電。玻璃面板表面靜電壓最高約為-0.6KV。



表 12 液晶製程主要潛在靜電危害作業步驟

作業區域	主要潛在靜電危害 作業步驟	表面最大 靜電壓(KV)
配向	玻璃基材在滾輪上移動	-0.9~-0.1
	玻璃基材轉向	-7.8~-3.4
	機械手臂放置玻璃基材	-2.5~-0.2
	去離子水清洗玻璃基材	-8.4~-5.2
膠框印刷	玻璃基材在滾輪上移動	-0.9~-0.7
間隔劑	玻璃基材在滾輪上移動	-3.5~-0.6
	機械手臂吸取玻璃基材與 放置卡匣中	-1.6~-1.0
切割	切割後拿取玻璃面板	-5.4~-3.1
	壓片後拿取玻璃面板	-0.8~-0.2
封口	人員刮片後放回	0.1~0.8
	人員目視檢查後放回	0.1~0.6
偏光板貼合	玻璃面板在滾輪上移動	-1.7~-1.3
	真空吸引玻璃面板	-2.4~-0.8
	偏光板貼合	-0.5~-0.2
	複捲離型紙	-47~-13
測試	人員拿取玻璃面板	-0.6~-0.2

表 13 液晶製程各作業步驟之靜電量測數據

作業區域	製程設備	作業步驟	量測物件	表面最大靜電壓(KV)
配向	清洗	入料	玻璃基材	0~0.2
		滾輪傳輸	薄膜電晶體 玻璃基材	-0.9~-0.1
			透明導電膜 玻璃基材	-0.5~-0.1
			滾輪	0~0.1
		轉向	薄膜電晶體 玻璃基材	-7.8~-3.4
			透明導電膜 玻璃基材	-4.7~-4.2
	配向膜塗佈	滾輪傳輸	玻璃基材	-0.5~-0.2
		機械手臂放置	玻璃基材	-2.5~-0.2
		滾輪傳輸	玻璃基材	-0.5~-0.2
	配向	入料	玻璃基材	-0.1~0
		機械手臂放置	玻璃基材	-0.1~0
		吸附及定盤	玻璃基材	-0.5~0
		配向前清洗	玻璃基材	-7.3~-5.4
		配向前滾輪傳輸	玻璃基材	-0.2~0
		配向	玻璃基材	-0.4~0
配向後清洗		玻璃基材	-8.4~-5.2	
膠框印刷	膠框印刷	滾輪傳輸	玻璃基材	-0.5~-0.3
		轉向前滾輪傳輸	玻璃基材	-0.9~-0.7
		出料前滾輪傳輸	玻璃基材	-0.1~0
		出料	玻璃基材	-0.1~0
間隔劑	間隔劑散佈	入料	玻璃基材	-1.6~-1.0
		風刀前滾輪傳輸	玻璃基材	-1.4~-1.0
			滾輪	-2.7~-1.0
		轉向後滾輪傳輸	玻璃基材	-1.3~-0.2
		抽真空後滾輪傳輸	玻璃基材	-3.5~-0.6
		出料前滾輪傳輸	玻璃基材	-1.6~-0.2
切割	切割	取片	玻璃面板	-0.6~-0.2
		切割吸附	玻璃面板	-0.1~0
		切割	玻璃面板	-0.1~0
		切割後取片	玻璃面板	-5.4~-3.1
	裂片	壓片吸附	玻璃面板	-0.1~0
		壓片	玻璃面板	-0.1~0
		壓片後取片	玻璃面板	-0.8~-0.2

表 13 液晶製程各作業步驟之靜電量測數據 (續)

作業區域	製程設備	作業步驟	量測物件	表面最大靜電壓(KV)
液晶	封口後刮片	人員拿取	玻璃面板	-0.1~0
		人員刮片	玻璃面板	-0.1~0
		人員放回	玻璃面板	0.1~0.8
	目視檢查	人員拿取	玻璃面板	-0.3~-0.2
		人員目視檢查	玻璃面板	0~0.1
		人員放回	玻璃面板	0.1~0.6
磨邊	磨邊	入料	玻璃面板	-0.1~0
		機械手臂吸取	玻璃面板	0~0.2
		出料	玻璃面板	-0.1~0
		清洗	玻璃面板	-0.1~0
		貨架	玻璃面板	-0.1~0
偏光板貼合	偏光板貼合	入料	玻璃面板	-0.1~0
		滾輪傳輸	玻璃面板	-0.6~-0.5
			滾輪	-2.0~-1.0
		檢查後滾輪傳輸	玻璃面板	-1.7~-1.3
			滾輪	-0.2~-0.1
		真空吸引	玻璃面板	-0.6~-0.4
		剝離後偏光板	偏光板	-0.3~-0.2
		偏光板貼合	玻璃面板	-0.4~-0.2
		複捲離型紙	廢棄離型紙	-22~-10
		滾輪傳輸	玻璃面板	-0.3~-0.1
		真空吸引	玻璃面板	-2.4~-0.8
		剝離後偏光板	偏光板	-0.3~-0.2
		偏光板貼合	玻璃面板	-0.5~-0.2
		複捲離型紙	廢棄離型紙	-47~-13
		滾輪傳輸	玻璃面板	-0.3~-0.1
出料	玻璃面板	-0.1~0		
測試	點燈測試	點燈測試	玻璃面板	-0.2~-0.1
		人員拿取	玻璃面板	-0.6~-0.2
		出料	玻璃面板	0.1~1
	人工目視檢查	點燈測試	玻璃面板	-0.2~-0.1
		人員拿取	玻璃面板	-0.6~-0.2
		出料	玻璃面板	-0.2~-0.1

4. 組裝製程靜電評估結果

設定製程靜電防制成效標準，製程中物件表面最大靜電壓的絕對值大於或等於 0.5KV，則屬於製程中潛在靜電危害問題的作業步驟。組裝製程中主要潛在靜電問題，包括保護膜剝離、面板組裝、維修作業時偏光片剝離等作業步驟。組裝製程主要潛在靜電危害作業步驟，參見表 14 所示，製程各作業步驟靜電量測結果參見表 15 所示。

組裝製程中主要潛在靜電問題的作業步驟計有 4 項，其中組裝作業區域之面板保護膜剝離的作業步驟，面板表面靜電壓最高，約為-3.1KV。主要潛在靜電問題的作業步驟說明如下。

- (1) 組裝作業區域之主要潛在靜電問題的作業步驟，背光板保護膜剝離、面板保護膜剝離、面板組裝。玻璃面板表面靜電壓最高約為-2.4、-3.1 及-0.8KV。主要原因如下：
 - ① 背光板保護膜剝離產生靜電。
 - ② 面板保護膜剝離產生靜電。
 - ③ 面板組裝持續接觸與分離產生靜電。
- (2) 維修作業區域之主要潛在靜電問題的作業步驟，偏光片剝離。主要原因偏光片剝離持續分離產生靜電。玻璃面板表面靜電壓最高約為 0.8KV。

表 14 組裝製程主要潛在靜電危害作業步驟

作業區域	主要潛在靜電危害 作業步驟	表面最大 靜電壓(KV)
組裝	背光板保護膜剝離	-2.4~-2
	面板保護膜剝離	-3.1~-0.5
	面板組裝	-0.8~-0.5
維修	偏光片剝離	0.5~0.8



表 15 組裝製程各作業步驟之靜電量測數據

作業區域	製程設備	作業步驟	量測物件	表面最大靜電壓(KV)
異方性導電膜貼片	異方性導電膜貼片	機械手臂放置	玻璃面板	-0.1~0
		轉向後滾輪傳輸	玻璃面板	-0.1~0
		機械手臂放置	玻璃面板	-0.1~0
		預貼合	玻璃面板	-0.1~0
		貼合	玻璃面板	-0.1~0
		滾輪傳輸	玻璃面板	-0.1~0
線帶自動結合	線帶自動結合	入料	玻璃面板	-0.1~0
		貼合	玻璃面板	-0.2~-0.1
			滾輪	-1.5~-1.3
	測試	入料	玻璃面板	-0.1~0
		測試	玻璃面板	-0.1~0
		出料	玻璃面板	-0.1~0
	點燈測試	入料	玻璃面板	-0.1~0
		測試	玻璃面板	-0.1~0
		出料	玻璃面板	-0.1~0
	組裝	組裝	背光板保護膜剝離	背光板
背光板傳送			背光板	-0.1~0
面板保護膜剝離			玻璃面板	-3.1~-0.5
面板組裝			玻璃面板	-0.8~-0.5
測試			玻璃面板	-0.3~-0.1
包裝	清潔	清潔	玻璃面板	-0.1~0
	包裝	包裝	玻璃面板	-0.1~0
			包裝箱	-0.1~0
維修	維修	偏光片剝離	玻璃面板	0.5~0.8
		檢查	玻璃面板	-0.1~0

4.2 液晶顯示器製程靜電防制結果。

液晶顯示器製程中靜電問題，主要因為玻璃基材在作業中產生多量靜電並維持很長一段時間，所以採用靜電消除器消除玻璃基材的靜電問題，成為必須且有效的靜電防制方法。

設定製程靜電防制成效標準，考慮薄膜電晶體的靜電放電耐受度，設定製程中允許的靜電壓值為 0.5KV，亦即物件表面最大靜電壓的絕對值大於或等於 0.5KV，則視為未達成靜電防制成效，亦即屬於製程中潛在靜電危害問題的作業步驟。製程中主要靜電防制成效不佳的作業步驟，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動、去離子水清洗玻璃基材、玻璃面板切割與壓片、人員拿取玻璃面板、真空吸引玻璃面板、偏光板貼合、保護膜剝離、面板組裝等。製程中主要靜電防制成效不佳的主要原因，玻璃基材與機械手臂、滾輪、去離子水、設備平台、偏光板、保護膜及作業人員持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃基材是絕緣材料容易累積靜電，並且現有靜電消除器之消除效果不足，所以液晶顯示器製程中靜電防制成效不佳。

液晶顯示器製程中多數作業步驟，靜電防制成效不佳且未裝設靜電消除器，所以無法有效降低製程的靜電問題。液晶顯示器製程採用靜電消除器作為主要靜電危害防制方法，靜電消除器必須在較短時間內將物件蓄積靜電降至最低。靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，才能讓靜電消除器發揮最大的靜電消除效果。調整靜電消除器的離子風方向，使靜電消除器的離子風能夠分佈於卡匣內的所有玻璃基材上，才達到最好的靜電消除效果。

製程中部分作業步驟已裝設之靜電消除器，因為性能衰退或者裝設位置不佳等因素，影響靜電消除器的靜電消除效果不佳，不能消滅製程中潛在靜電危害問題，致使無法有效提升液晶顯示器製程的良率。陣列製程中曝光及顯影設備、鋁及鉻金屬膜濕蝕刻設備、洗淨設備、陣列檢查設備等已經裝設靜電消除器，作業步驟中仍然潛在靜電問題。液晶製程中配向設備、間隔劑散佈設備、切割及裂片設備、偏光板貼合設備、點燈測試設備、人員檢查作業等已經裝設靜電消除器，作業步驟中仍然潛在靜電問題。此外組裝製程中面板組裝作業已經裝設靜電消除器，作業步驟中仍然潛在靜電問題。上述製程設備及作業應該查驗靜電消除器性能，或者調整靜電消除器裝設位置，期使達成減低製程中潛在靜電危害問題。

此外提升液晶顯示器製程靜電防制成效，應持續且定期量測各作業步驟中玻璃基材的靜電量，才能確保靜電消除器持續且有效減低製程中潛在靜電危害，達成製程靜電防制成效。針對上述作業步驟進行靜電防制成果確認，使用/調整靜電消除器的方向與位置，達成符合製程中允許的靜電壓值，有效消滅製程中潛在靜電問題。



4.2.1 陣列製程靜電防制結果

陣列製程中主要靜電防制成效不佳的作業步驟，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動等作業步驟。陣列製程中靜電防制成效不佳之作業步驟，參見表 16 所示。陣列製程中靜電防制成效不佳之作業步驟計有 6 項，各作業步驟之靜電防制成效分別說明如下。

1. 黃光作業區域

曝光入料機械手臂吸取與放置玻璃基材之作業步驟，因為機械手臂吸取與放置玻璃基材，基材持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃基材是絕緣材料容易累積靜電，並且現有靜電消除器之消除效果不足，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

2. 乾蝕刻作業區域

機械手臂吸取與放置玻璃基材之作業步驟，因為機械手臂與基材持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃基材是絕緣材料容易累積靜電，加上未設有靜電消除器，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

3. 濕蝕刻作業區域

(1) 玻璃基材在滾輪上移動之作業步驟

滾輪與基材持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃基材是絕緣材料容易累積靜電，加上未設有靜電消除器，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

(2) 機械手臂吸取與放置玻璃基材之作業步驟

機械手臂與基材持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃基材是絕緣材料容易累積靜電，並且現有靜電消除器之消除效果不足，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

4. 洗淨作業區域

機械手臂吸取與放置玻璃基材之作業步驟，因為去離子水清洗基材產生靜電，以及機械手臂與基材持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃基材是絕緣材料容易累積靜電，並且現有靜電消除器之消除效果不足，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

5. 檢測作業區域

機械手臂吸取與放置玻璃基材之作業步驟，因為機械手臂與基材持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃基材是絕緣材料容易累積靜電，並且現有靜電消除

器之消除效果不足，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

探討製程靜電防制結果，多數作業步驟潛在靜電危害問題，現有靜電防制成效不佳且未裝設靜電消除器，所以無法有效降低製程的靜電問題。製程各作業步驟靜電防制成效量測結果參見表 17 所示。應在上述製程設備/作業步驟中適當位置裝設合宜靜電消除器，減低各作業步驟中玻璃基材因接觸與分離所產生的靜電。

此外製程中曝光及顯影設備、鋁及鉻金屬膜濕蝕刻設備、洗淨設備、陣列檢查設備等已經裝設靜電消除器，作業步驟中仍然潛在靜電問題，應該查驗靜電消除器性能，或者調整靜電消除器裝設位置，期使達成減低製程中潛在靜電危害問題。



表 16 陣列製程中靜電防制成效不佳之作業步驟

作業區域	作業步驟	靜電產生原因	靜電防制成效不佳之原因
黃光	曝光入料機械手臂吸取與放置玻璃基材	機械手臂與基材持續接觸與分離產生靜電	現設有靜電消除器之消除效果不佳
乾蝕刻	機械手臂放置玻璃基材	機械手臂與基材持續接觸與分離產生靜電	未設有靜電消除器
濕蝕刻	玻璃基材在滾輪上移動	滾輪與基材持續接觸與分離產生靜電	未設有靜電消除器
	機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中	機械手臂與基材持續接觸與分離產生靜電	現設有靜電消除器之消除效果不佳
洗淨	機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中	<ul style="list-style-type: none"> ● 去離子水清洗基材產生靜電 ● 機械手臂與基材持續接觸與分離產生靜電 	現設有靜電消除器之消除效果不佳
檢測	機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中	機械手臂與基材持續接觸與分離產生靜電	現設有靜電消除器之消除效果不佳



表 17 陣列製程各作業步驟之靜電防制成效量測結果

作業區域	製程設備	作業步驟	量測物件	表面最大靜電壓(KV)	使用靜電消除器	
薄膜	濺鍍及電漿 化學氣相沉積	入料	玻璃基材	-0.1~0	無	
		出料	玻璃基材	-0.2~0		
黃光	曝光及顯影	入料	玻璃基材	-0.1~0	有	
		清洗	玻璃基材	-0.1~0	無	
		曝光入料	玻璃基材	-0.8~-0.1	有	
		曝光出料	玻璃基材	0~0.3	有	
		顯影	玻璃基材	-0.3~-0.1	有	
		熱板	玻璃基材	-0.1~0	有	
		冷板	玻璃基材	-0.1~0	有	
		出料	玻璃基材	-0.2~-0.1	有	
乾蝕刻	乾蝕刻	入料	玻璃基材	-0.7~-0.2	無	
		出料	玻璃基材	-0.3~-0.1	無	
濕蝕刻	透明導電膜	入料	玻璃基材	0~0.4	無	
		機械手臂放置	玻璃基材	-0.1~0	無	
		滾輪傳輸	玻璃基材	-4.8~-3.0	無	
			滾輪	-7.8~-2.0		
		乾燥後滾輪傳輸	玻璃基材	0~0.3	無	
			滾輪	-0.1~0		
		出料前滾輪傳輸	玻璃基材	0.3~1.0	無	
	滾輪		-0.1~0			
	出料	玻璃基材	0~0.4	有		
	鋁金屬膜	鋁金屬膜	入料	玻璃基材	-0.1~0	無
			機械手臂放置	玻璃基材	-0.1~0	無
			滾輪傳輸	玻璃基材	-1.7~-0.7	無
				滾輪	-2.0~-0.8	
			乾燥後滾輪傳輸	玻璃基材	-0.4~0.1	無
滾輪				-0.6~-0.3		
出料前滾輪傳輸			玻璃基材	-0.8~-0.6	無	
			滾輪	-0.1~0		
出料	玻璃基材	0.2~0.6	有			

表 17 陣列製程各作業步驟之靜電防制成效量測結果 (續)

作業區域	製程設備	作業步驟	量測物件	表面最大靜電壓(KV)	使用靜電消除器
濕蝕刻	鉻金屬膜	入料	玻璃基材	-0.1~0	無
		機械手臂放置	玻璃基材	-0.1~0	無
		滾輪傳輸	玻璃基材	-1.4~-0.8	無
			滾輪	-2.2~-0.2	
		乾燥後滾輪傳輸	玻璃基材	0.2~0.5	無
			滾輪	-0.8~-0.2	
		出料前滾輪傳輸	玻璃基材	-0.8~-0.1	無
			滾輪	0.1~0.2	
出料	玻璃基材	-2.2~-1.2	有		
光阻剝離	去光阻	入料	玻璃基材	0.2~0.4	無
		機械手臂放置	玻璃基材	-0.1~0	無
		清洗後滾輪傳輸	玻璃基材	-0.1~0	無
		出料	玻璃基材	0~0.2	有
洗淨	洗淨	入料	玻璃基材	-0.1~0	有
		滾輪傳輸	玻璃基材	-0.1~0	無
			滾輪	-0.5~0	
		出料	玻璃基材	-18.5~-7.6	有
檢測	陣列檢查	入料	玻璃基材	-5.0~-4.3	有
		出料	玻璃基材	-7.8~-6.8	有
	目檢	入料	玻璃基材	0~0.1	無
		出料	玻璃基材	0.5~0.7	
		目檢	作業人員	0~0.1	

4.2.2 液晶製程靜電防制結果

液晶製程中主要靜電防制成效不佳的作業步驟，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動、去離子水清洗玻璃基材、切割與壓片、人員拿取玻璃面板、真空吸引玻璃面板、偏光板貼合等作業步驟。液晶製程中靜電防制成效不佳之作業步驟，參見表 18 所示。液晶製程中靜電防制成效不佳之作業步驟計有 16 項，各作業步驟之靜電防制成效分別說明如下。

1. 配向作業區域

(1) 玻璃基材在滾輪上移動之作業步驟

滾輪與基材持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃基材是絕緣材料容易累積靜電，加上未設有靜電消除器，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

(2) 玻璃基材轉向之作業步驟

玻璃基材轉向時滾輪與基材持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃基材是絕緣材料容易累積靜電，加上未設有靜電消除器，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

(3) 機械手臂放置玻璃基材之作業步驟

機械手臂吸取與放置玻璃基材，基材持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃基材是絕緣材料容易累積靜電，加上未設有靜電消除器，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

(4) 去離子水清洗玻璃基材之作業步驟

去離子水清洗基材產生靜電，由於玻璃基材是絕緣材料容易累積靜電，並且現有靜電消除器之消除效果不足，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

2. 膠框印刷作業區域

玻璃基材在滾輪上移動之作業步驟，因為滾輪與基材持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃基材是絕緣材料容易累積靜電，加上未設有靜電消除器，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

3. 間隔劑作業區域

(1) 玻璃基材在滾輪上移動之作業步驟

滾輪與基材持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃基材是絕緣材料容易累積靜電，加上未設有靜電消除器，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電

危害的作業步驟。

(2) 機械手臂放置玻璃基材之作業步驟

機械手臂吸取與放置玻璃基材，基材持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃基材是絕緣材料容易累積靜電，加上未設有靜電消除器，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

4. 切割作業區域

(1) 切割後拿取玻璃面板之作業步驟

基材切割與分離，以及人員拿取玻璃面板產生靜電，由於玻璃基材是絕緣材料容易累積靜電，並且現有靜電消除器之消除效果不足，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

(2) 壓片後拿取玻璃面板之作業步驟

壓片後拿取玻璃面板，面板因為吸附與分離產生靜電，由於玻璃面板是絕緣材料容易累積靜電，並且現有靜電消除器之消除效果不足，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟

5. 封口作業區域

(1) 人員刮片後放回玻璃面板之作業步驟

人員刮片後，面板持續摩擦產生靜電，由於玻璃面板是絕緣材料容易累積靜電，並且現有靜電消除器之消除效果不足，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

(2) 人員目視檢查後放回玻璃面板之作業步驟

人員目視檢查後，面板持續摩擦產生靜電，由於玻璃面板是絕緣材料容易累積靜電，加上未設有靜電消除器，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

6. 偏光板貼合作業區域

(1) 玻璃面板在滾輪上移動之作業步驟

滾輪與面板持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃面板是絕緣材料容易累積靜電，加上未設有靜電消除器，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

(2) 真空吸引玻璃面板之作業步驟

玻璃面板因為吸附與分離而產生靜電，由於玻璃面板是絕緣材料容易累積靜電，加上未設有靜電消除器，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電

危害的作業步驟。

(3) 偏光板貼合之作業步驟

面板因為吸附偏光板產生靜電，由於玻璃面板是絕緣材料容易累積靜電，並且現有靜電消除器之消除效果不足，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

(4) 複捲離型紙之作業步驟

複捲離型紙與偏光板分離產生靜電，雖然不致直接影響玻璃面板表面靜電壓，但未設有靜電消除器，具潛在靜電危害的作業步驟。

7. 測試作業區域

人員拿取玻璃面板之作業步驟，因為人員拿取玻璃面板，持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃面板是絕緣材料容易累積靜電，並且現有靜電消除器之消除效果不足，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

探討製程靜電防制結果，多數作業步驟潛在靜電危害問題，現有靜電防制成效不佳且未裝設靜電消除器，所以無法有效降低製程的靜電問題。製程各作業步驟靜電防制成效量測結果參見表 19 所示。應在上述製程設備/作業步驟中適當位置裝設合宜靜電消除器，減低各作業步驟中玻璃基材因接觸與分離所產生的靜電。

此外製程中配向設備、間隔劑散佈設備、切割及裂片設備、偏光板貼合設備、點燈測試設備、人員檢查作業等已經裝設靜電消除器，作業步驟中仍然潛在靜電問題，應該查驗靜電消除器性能，或者調整靜電消除器裝設位置，期使達成減低製程中潛在靜電危害問題。

表 18 液晶製程中靜電防制成效不佳之作業步驟

作業區域	作業步驟	靜電產生原因	靜電防制成效不佳之原因
配向	玻璃基材在滾輪上移動	滾論與基材持續接觸與分離產生靜電	未設有靜電消除器
	玻璃基材轉向	基材轉向時滾論與基材持續接觸與分離產生靜電	未設有靜電消除器
	機械手臂放置玻璃基材	機械手臂與基材持續接觸與分離產生靜電	未設有靜電消除器
	去離子水清洗玻璃基材	去離子水清洗基材產生靜電	現設有靜電消除器之消除效果不佳
膠框印刷	玻璃基材在滾輪上移動	滾論與基材持續接觸與分離產生靜電	未設有靜電消除器
間隔劑	玻璃基材在滾輪上移動	滾論與基材持續接觸與分離產生靜電	未設有靜電消除器
	機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中	機械手臂與基材持續接觸與分離產生靜電	未設有靜電消除器
切割	切割後拿取玻璃面板	基材切割與分離以及人員拿取玻璃面板產生靜電	現設有靜電消除器之消除效果不佳
	壓片後拿取玻璃面板	壓片後拿取玻璃面板，面板吸附與分離產生靜電	現設有靜電消除器之消除效果不佳
封口	人員刮片後放回	人員刮片，面板持續摩擦產生靜電	現設有靜電消除器之消除效果不佳
	人員目視檢查後放回	人員目視檢查後放回，面板持續接觸與分離產生靜電	未設有靜電消除器
偏光板貼合	玻璃面板在滾輪上移動	玻璃面板在滾輪上移動，面板持續接觸與分離產生靜電	未設有靜電消除器
	真空吸引玻璃面板	面板吸附與分離產生靜電	未設有靜電消除器
	偏光板貼合	面板吸附偏光板產生靜電	現設有靜電消除器之消除效果不佳
	複捲離型紙	複捲離型紙與偏光板分離產生靜電，不致直接影響玻璃面板表面靜電壓，但具潛在靜電危害的作業步驟	未設有靜電消除器
測試	人員拿取玻璃面板	人員拿取玻璃面板持續接觸與分離產生靜電	現設有靜電消除器之消除效果不佳

表 19 液晶製程各作業步驟之靜電防制成效量測結果

作業區域	製程設備	作業步驟	量測物件	表面最大靜電壓(KV)	使用靜電消除器
配向	清洗	入料	玻璃基材	0~0.2	無
		滾輪傳輸	薄膜電晶體 玻璃基材	-0.9~-0.1	無
			透明導電膜 玻璃基材	-0.5~-0.1	
			滾輪	0~0.1	
	轉向	薄膜電晶體 玻璃基材	-7.8~-3.4	無	
		透明導電膜 玻璃基材	-4.7~-4.2		
	配向膜塗佈	滾輪傳輸	玻璃基材	-0.5~-0.2	無
		機械手臂放置	玻璃基材	-2.5~-0.2	無
		滾輪傳輸	玻璃基材	-0.5~-0.2	無
	配向	入料	玻璃基材	-0.1~0	無
		機械手臂放置	玻璃基材	-0.1~0	無
		吸附及定盤	玻璃基材	-0.5~0	無
		配向前清洗	玻璃基材	-7.3~-5.4	有
		配向前滾輪傳輸	玻璃基材	-0.2~0	無
		配向	玻璃基材	-0.4~0	有
		配向後清洗	玻璃基材	-8.4~-5.2	有
	膠框印刷	膠框印刷	滾輪傳輸	玻璃基材	-0.5~-0.3
轉向前滾輪傳輸			玻璃基材	-0.9~-0.7	無
出料前滾輪傳輸			玻璃基材	-0.1~0	有
出料			玻璃基材	-0.1~0	有
間隔劑	間隔劑散佈	入料	玻璃基材	-1.6~-1.0	無
		風刀前滾輪傳輸	玻璃基材	-1.4~-1.0	無
			滾輪	-2.7~-1.0	無
		轉向後滾輪傳輸	玻璃基材	-1.3~-0.2	無
		抽真空後滾輪傳輸	玻璃基材	-3.5~-0.6	有
		出料前滾輪傳輸	玻璃基材	-1.6~-0.2	無
切割	切割	取片	玻璃面板	-0.6~-0.2	無
		切割吸附	玻璃面板	-0.1~0	
		切割	玻璃面板	-0.1~0	
		切割後取片	玻璃面板	-5.4~-3.1	
	裂片	壓片吸附	玻璃面板	-0.1~0	有
		壓片	玻璃面板	-0.1~0	
		壓片後取片	玻璃面板	-0.8~-0.2	

表 19 液晶製程各作業步驟之靜電防制成效量測數據 (續)

作業區域	製程設備	作業步驟	量測物件	表面最大靜電壓(KV)	使用靜電消除器
液晶	封口後刮片	人員拿取	玻璃面板	-0.1~0	有
		人員刮片	玻璃面板	-0.1~0	
		人員放回	玻璃面板	0.1~0.8	
	目視檢查	人員拿取	玻璃面板	-0.3~-0.2	無
		人員目視檢查	玻璃面板	0~0.1	
		人員放回	玻璃面板	0.1~0.6	
磨邊	磨邊	入料	玻璃面板	-0.1~0	無
		機械手臂吸取	玻璃面板	0~0.2	有
		出料	玻璃面板	-0.1~0	無
		清洗	玻璃面板	-0.1~0	有
		貨架	玻璃面板	-0.1~0	有
偏光板貼合	偏光板貼合	入料	玻璃面板	-0.1~0	無
		滾輪傳輸	玻璃面板	-0.6~-0.5	無
			滾輪	-2.0~-1.0	
		檢查後滾輪傳輸	玻璃面板	-1.7~-1.3	無
			滾輪	-0.2~-0.1	
		真空吸引	玻璃面板	-0.6~-0.4	無
		剝離後偏光板	偏光板	-0.3~-0.2	有
		偏光板貼合	玻璃面板	-0.4~-0.2	有
		複捲離型紙	廢棄離型紙	-22~-10	無
		滾輪傳輸	玻璃面板	-0.3~-0.1	有
		真空吸引	玻璃面板	-2.4~-0.8	無
		剝離後偏光板	偏光板	-0.3~-0.2	有
		偏光板貼合	玻璃面板	-0.5~-0.2	有
		複捲離型紙	廢棄離型紙	-47~-13	無
		滾輪傳輸	玻璃面板	-0.3~-0.1	有
		出料	玻璃面板	-0.1~0	無
測試	點燈測試	點燈測試	玻璃面板	-0.2~-0.1	有
		人員拿取	玻璃面板	-0.6~-0.2	
		出料	玻璃面板	0.1~1	
	人工目視檢查	點燈測試	玻璃面板	-0.2~-0.1	有
		人員拿取	玻璃面板	-0.6~-0.2	
		出料	玻璃面板	-0.2~-0.1	

4.2.3 組裝製程靜電防制結果

組裝製程中主要靜電防制成效不佳的作業步驟，包括保護膜剝離、面板組裝、維修作業時偏光片剝離等作業步驟。組裝製程中靜電防制成效不佳之作業步驟，參見表 20 所示。陣列製程中靜電防制成效不佳之作業步驟計有 4 項，各作業步驟之靜電防制成效分別說明如下。

1. 組裝作業區域

(1) 背光板保護膜剝離之作業步驟

背光板因為保護膜剝離產生靜電，由於玻璃面板是絕緣材料容易累積靜電，加上未設有靜電消除器，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

(2) 面板保護膜剝離之作業步驟

面板因為保護膜剝離產生靜電，由於玻璃面板是絕緣材料容易累積靜電，加上未設有靜電消除器，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

(3) 面板組裝之作業步驟

面板組裝因為持續接觸與分離產生靜電，由於玻璃面板是絕緣材料容易累積靜電，並且現有靜電消除器之消除效果不足，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

2. 維修作業區域

偏光片剝離之作業步驟，因為偏光片剝離產生靜電，由於玻璃面板是絕緣材料容易累積靜電，加上未設有靜電消除器，致使靜電防制成效不佳，成為製程中潛在靜電危害的作業步驟。

探討製程靜電防制結果，多數作業步驟潛在靜電危害問題，現有靜電防制成效不佳且未裝設靜電消除器，所以無法有效降低製程的靜電問題。製程各作業步驟靜電防制成效量測結果參見表 21 所示。應在上述製程設備/作業步驟中適當位置裝設合宜靜電消除器，減低各作業步驟中面板因接觸與分離所產生的靜電。

此外製程中面板組裝作業已經裝設靜電消除器，作業步驟中仍然潛在靜電問題，應該調整靜電消除器裝設位置，期使達成減低製程中潛在靜電危害問題。

表 20 組裝製程中靜電防制成效不佳之作業步驟

作業區域	作業步驟	靜電產生原因	靜電防制成效不佳之原因
組裝	背光板保護膜剝離	背光板保護膜剝離產生靜電	未設有靜電消除器
	面板保護膜剝離	面板保護膜剝離產生靜電	未設有靜電消除器
	面板組裝	面板組裝持續接觸與分離產生靜電	現設有靜電消除器之消除效果不佳
維修	偏光片剝離	偏光片剝離持續分離產生靜電	未設有靜電消除器



表 21 組裝製程各作業步驟之靜電防制成效量測結果

作業區域	製程設備	作業步驟	量測物件	表面最大靜電壓(KV)	使用靜電消除器	
異方性導電膜貼片	異方性導電膜貼片	機械手臂放置	玻璃面板	-0.1~0	有	
		轉向後滾輪傳輸	玻璃面板	-0.1~0	無	
		機械手臂放置	玻璃面板	-0.1~0	有	
		預貼合	玻璃面板	-0.1~0	有	
		貼合	玻璃面板	-0.1~0	有	
		滾輪傳輸	玻璃面板	-0.1~0	無	
線帶自動結合	線帶自動結合	入料	玻璃面板	-0.1~0	無	
		貼合	玻璃面板	-0.2~-0.1	無	
			滾輪	-1.5~-1.3		
	測試	入料	玻璃面板	-0.1~0	無	
		測試	玻璃面板	-0.1~0		
		出料	玻璃面板	-0.1~0		
	點燈測試	點燈測試	入料	玻璃面板	-0.1~0	無
			測試	玻璃面板	-0.1~0	
			出料	玻璃面板	-0.1~0	
	組裝	組裝	背光板保護膜剝離	背光板	-2.4~-2	無
背光板傳送			背光板	-0.1~0	有	
面板保護膜剝離			玻璃面板	-3.1~-0.5	無	
面板組裝			玻璃面板	-0.8~-0.5	有	
測試			玻璃面板	-0.3~-0.1	無	
包裝	清潔	清潔	玻璃面板	-0.1~0	無	
	包裝	包裝	玻璃面板	-0.1~0	無	
			包裝箱	-0.1~0	無	
維修	維修	偏光片剝離	玻璃面板	0.5~0.8	無	
		檢查	玻璃面板	-0.1~0	無	

4.3 提升現有製程靜電防制成果

製程靜電危害防制方法有許多種，受限於液晶顯示器製程特性，因此一般製程的靜電危害防制方法無法完全適用於液晶顯示器製程。液晶顯示器製程中靜電問題，主要因為玻璃基材在作業中產生多量靜電並維持很長一段時間，所以靜電危害防制方法主要針對玻璃基材所蓄積靜電進行防制，採行靜電消除器利用電荷中和原理，將玻璃基材表面蓄積靜電降至最低。

探討現有製程靜電防制結果，發現應在液晶顯示器之製程設備/作業步驟中適當位置裝設合宜靜電消除器，減低各作業步驟中玻璃基材因接觸與分離所產生的靜電。液晶顯示器製程採用靜電消除器作為主要靜電危害防制方法，靜電消除器必須在較短時間內將物件蓄積靜電降至最低，所以必須採用單位離子量較高的靜電消除器。靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時遠離周圍的金屬箱/架/蓋/網/物件，才能讓靜電消除器發揮最大的靜電消除效果。調整靜電消除器的離子風方向，使靜電消除器的離子風能夠分佈於卡匣內的所有玻璃基材上，才達到最好的靜電消除效果。

製程中主要潛在靜電問題的作業步驟，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動、去離子水清洗玻璃基材、玻璃面板切割與壓片、人員拿取玻璃面板、真空吸引玻璃面板、偏光板貼合、保護膜剝離、面板組裝等，建議增設靜電消除器，達成靜電消除效果。此外製程中部分作業步驟已經裝設靜電消除器，作業中仍然潛在靜電問題，建議應該調整靜電消除器裝設位置，期使達成減低製程中潛在靜電危害問題。針對上述作業步驟進行靜電防制成果確認，使用/調整靜電消除器的方向與位置，達成符合製程中允許的靜電壓值，有效消滅製程中潛在靜電問題。

建議進行液晶顯示器製程之靜電防制，應定期持續量測與比對施行靜電防護措施的效果，才能確保靜電防護措施持續有效，以及製程中潛在靜電問題已被有效控制。

4.3.1 提升陣列製程靜電防制成果

陣列製程中主要靜電防制成效不佳的作業步驟，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動等作業步驟。探討製程靜電防制結果，多數作業步驟潛在靜電危害問題，現有靜電防制成效不佳且未裝設靜電消除器，所以無法有效降低製程的靜電問題。

應在上述製程設備/作業步驟中適當位置裝設合宜靜電消除器，減低各作業步驟中玻璃基材因接觸與分離所產生的靜電。陣列製程主要潛在靜電危害問題及改善建議，參見表 22 所示。

液晶顯示器製程採用靜電消除器作為主要靜電危害防制方法，靜電消除器必須在較短時間內將物件蓄積靜電降至最低，所以必須採用單位離子量較高的靜電消除器。靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時遠離周圍的金屬箱/架/蓋/網/物件，才能讓靜電消除器發揮最大的靜電消除效果。調整靜電消除器的離子風方向，使靜電消除器的離子風能夠分佈於卡匣內的所有玻璃基材上，才達到最好的靜電消除效果。



表 22 陣列製程主要潛在靜電危害問題及改善建議

作業區域	主要潛在靜電危害問題	改善建議
黃光	曝光入料機械手臂吸取與放置玻璃基材，基材持續接觸與分離產生靜電，現設有靜電消除器之消除效果不佳	調整靜電消除器方向與位置，靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時定期檢測與維修
乾蝕刻	機械手臂放置玻璃基材，基材持續接觸與分離產生靜電，未設有靜電消除器，故潛在靜電危害問題	增設靜電消除器，採用單位離子量較高的靜電消除器，並且定期檢測與維修
濕蝕刻	玻璃基材在滾輪上移動，基材持續接觸與分離產生靜電，未設有靜電消除器，故潛在靜電危害問題	增設靜電消除器，採用單位離子量較高的靜電消除器，並且定期檢測與維修
	機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中，基材持續接觸與分離產生靜電，現設有靜電消除器之消除效果不佳	調整靜電消除器方向與位置，靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時定期檢測與維修
洗淨	去離子水清洗基材，以及機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中，基材持續接觸與分離產生靜電，現設有靜電消除器之消除效果不佳	調整靜電消除器方向與位置，靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時定期檢測與維修
檢測	機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中，基材持續接觸與分離產生靜電，現設有靜電消除器之消除效果不佳	調整靜電消除器方向與位置，靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時定期檢測與維修

4.3.2 提升液晶製程靜電防制成果

液晶製程中主要靜電防制成效不佳的作業步驟，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動、去離子水清洗玻璃基材、切割與壓片、人員拿取玻璃面板、真空吸引玻璃面板、偏光板貼合等作業步驟。探討製程靜電防制結果，多數作業步驟潛在靜電危害問題，現有靜電防制成效不佳且未裝設靜電消除器，所以無法有效降低製程的靜電問題。

應在上述製程設備/作業步驟中適當位置裝設合宜靜電消除器，減低各作業步驟中玻璃基材因接觸與分離所產生的靜電。液晶製程主要潛在靜電危害問題及改善建議，參見表 23 所示。

液晶顯示器製程採用靜電消除器作為主要靜電危害防制方法，靜電消除器必須在較短時間內將物件蓄積靜電降至最低，所以必須採用單位離子量較高的靜電消除器。靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時遠離周圍的金屬箱/架/蓋/網/物件，才能讓靜電消除器發揮最大的靜電消除效果。調整靜電消除器的離子風方向，使靜電消除器的離子風能夠分佈於卡匣內的所有玻璃基材上，才達到最好的靜電消除效果。



表 23 液晶製程主要潛在靜電危害問題及改善建議

作業區域	主要潛在靜電危害問題	改善建議
配向	玻璃基材在滾輪上移動，基材持續接觸與分離產生靜電，未設有靜電消除器，故潛在靜電危害問題	增設靜電消除器，採用單位離子量較高的靜電消除器，並且定期檢測與維修
	玻璃基材轉向，基材持續接觸與分離產生靜電，未設有靜電消除器，故潛在靜電危害問題	增設靜電消除器，採用單位離子量較高的靜電消除器，並且定期檢測與維修
	機械手臂放置玻璃基材，基材持續接觸與分離產生靜電，未設有靜電消除器，故潛在靜電危害問題	增設靜電消除器，採用單位離子量較高的靜電消除器，並且定期檢測與維修
	去離子水清洗玻璃基材產生靜電，現設有靜電消除器之消除效果不佳	調整靜電消除器方向與位置，靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時定期檢測與維修
膠框印刷	玻璃基材在滾輪上移動，基材持續接觸與分離產生靜電，未設有靜電消除器，故潛在靜電危害問題	增設靜電消除器，採用單位離子量較高的靜電消除器，並且定期檢測與維修
間隔劑	玻璃基材在滾輪上移動，基材持續接觸與分離產生靜電，現設有靜電消除器之消除效果不佳	調整靜電消除器方向與位置，靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時定期檢測與維修
	機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中，基材持續接觸與分離產生靜電，未設有靜電消除器，故潛在靜電危害問題	增設靜電消除器，採用單位離子量較高的靜電消除器，並且定期檢測與維修
切割	基材切割與分離後拿取玻璃面板產生靜電，現設有靜電消除器之消除效果不佳	調整靜電消除器方向與位置，靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時定期檢測與維修
	壓片後拿取玻璃面板，面板吸附與分離產生靜電，現設有靜電消除器之消除效果不佳	調整靜電消除器方向與位置，靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時定期檢測與維修

表 23 液晶製程主要潛在靜電危害問題及改善建議 (續)

作業區域	主要潛在靜電危害問題	改善建議
封口	人員刮片，面板持續摩擦產生靜電，現設有靜電消除器之消除效果不佳	調整靜電消除器方向與位置，靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時定期檢測與維修
	人員目視檢查後放回，面板持續接觸與分離產生靜電，未設有靜電消除器，故潛在靜電危害問題	增設靜電消除器，採用單位離子量較高的靜電消除器，並且定期檢測與維修
偏光板貼合	玻璃面板在滾輪上移動，面板持續接觸與分離產生靜電，未設有靜電消除器，故潛在靜電危害問題	增設靜電消除器，採用單位離子量較高的靜電消除器，並且定期檢測與維修
	真空吸引玻璃面板，面板吸附與分離產生靜電，未設有靜電消除器，故潛在靜電危害問題	增設靜電消除器，採用單位離子量較高的靜電消除器，並且定期檢測與維修
	偏光板貼合，面板吸附偏光板產生靜電，現設有靜電消除器之消除效果不佳	調整靜電消除器方向與位置，靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時定期檢測與維修
	複捲離型紙與偏光板分離產生靜電，未設有靜電消除器，故潛在靜電危害問題	增設靜電消除器，採用單位離子量較高的靜電消除器，並且定期檢測與維修
	人員拿取玻璃面板持續接觸與分離產生靜電，現設有靜電消除器之消除效果不佳	調整靜電消除器方向與位置，靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時定期檢測與維修
測試	人員拿取玻璃面板持續接觸與分離產生靜電，現設有靜電消除器之消除效果不佳	調整靜電消除器方向與位置，靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時定期檢測與維修

4.3.3 提升組裝製程靜電防制成果

組裝製程中主要靜電防制成效不佳的作業步驟，包括保護膜剝離、面板組裝、維修作業時偏光片剝離等作業步驟。探討製程靜電防制結果，多數作業步驟潛在靜電危害問題，現有靜電防制成效不佳且未裝設靜電消除器，所以無法有效降低製程的靜電問題。

應在上述製程設備/作業步驟中適當位置裝設合宜靜電消除器，減低各作業步驟中玻璃基材因接觸與分離所產生的靜電。陣列製程主要潛在靜電危害問題及改善建議，參見表 24 所示。

液晶顯示器製程採用靜電消除器作為主要靜電危害防制方法，靜電消除器必須在較短時間內將物件蓄積靜電降至最低，所以必須採用單位離子量較高的靜電消除器。靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時遠離周圍的金屬箱/架/蓋/網/物件，才能讓靜電消除器發揮最大的靜電消除效果。調整靜電消除器的離子風方向，使靜電消除器的離子風能夠分佈於卡匣內的所有玻璃基材上，才達到最好的靜電消除效果。



表 24 組裝製程主要潛在靜電危害問題及改善建議

作業區域	主要潛在靜電危害問題	改善建議
組裝	背光板保護膜剝離產生靜電，未設有靜電消除器，故潛在靜電危害問題	增設靜電消除器，採用單位離子量較高的靜電消除器，並且定期檢測與維修
	面板保護膜剝離產生靜電，未設有靜電消除器，故潛在靜電危害問題	增設靜電消除器，採用單位離子量較高的靜電消除器，並且定期檢測與維修
	面板組裝持續接觸與分離產生靜電，現設有靜電消除器之消除效果不佳	調整靜電消除器方向與位置，靜電消除器的架設位置，應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時定期檢測與維修
維修	偏光片剝離持續分離產生靜電，未設有靜電消除器，故潛在靜電危害問題	增設靜電消除器，採用單位離子量較高的靜電消除器，並且定期檢測與維修



4.3.4 確認製程靜電防制成果

液晶顯示器製程中多數作業步驟，靜電防制成效不佳且未裝設靜電消除器，以及製程中部分作業步驟已裝設之靜電消除器，因為性能衰退或者裝設位置不佳等因素，影響靜電消除器的靜電消除效果不佳，不能消滅製程中潛在靜電危害問題。

液晶顯示器製程採用靜電消除器作為主要靜電危害防制方法，靜電消除器必須在較短時間內將物件蓄積靜電降至最低，所以選用靜電消除器應注意下列事項：

- (1) 選擇靜電消除器的類型：在製程中玻璃基材表面蓄積大量負極性的靜電壓，必須採用單位離子量較高的靜電消除器。
- (2) 靜電消除器的架設位置：應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時遠離周圍的金屬箱/架/蓋/網/物件，才能讓靜電消除器發揮最大的靜電消除效果。
- (3) 調整靜電消除器的離子風方向：使靜電消除器的離子風能夠分佈於卡匣內的所有玻璃基材上，才達到最好的靜電消除效果。
- (4) 定期清潔靜電消除器：靜電消除器採用高壓電經由放電尖針將周圍空氣電離，同時會在放電尖針沉積塵粒，影響產生空氣電離的效果，亦會影響無塵室的潔淨度，必須定期清潔靜電消除器的放電尖針。

設定製程靜電防制成效標準，製程中物件表面最大靜電壓的絕對值大於或等於 0.5KV，則屬於製程中潛在靜電危害問題的作業步驟。製程中主要潛在靜電問題的作業步驟，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動、去離子水清洗玻璃基材、玻璃面板切割與壓片、人員拿取玻璃面板、真空吸引玻璃面板、偏光板貼合、保護膜剝離、面板組裝等，針對上述作業步驟進行靜電防制成果確認，使用/調整靜電消除器的方向與位置，達成符合製程中允許的靜電壓值，有效消滅製程中潛在靜電問題，達成提升液晶顯示器製程良率的目的，參見表 25 所示。

表 25 液晶顯示器製程靜電防制成果

製程	作業區域	作業步驟	基材/面板表面靜電壓(KV)	
			現有作業	使用/調整靜電消除器
陣列	洗淨	機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中	-18.5~-7.6	-0.3~-0.2
	濕蝕刻	玻璃基材在滾輪上移動	-4.8~-3.0	-0.4~-0.1
液晶	配向	玻璃基材轉向	-7.8~-3.4	-0.4~-0.1
		機械手臂放置玻璃基材	-2.5~-0.2	-0.3~-0.1
		去離子水清洗玻璃基材	-8.4~-5.2	-0.4~-0.1
	間隔劑	玻璃基材在滾輪上移動	-3.5~-0.6	-0.3~-0.1
		機械手臂吸取玻璃基材與放置卡匣中	-1.6~-1.0	-0.2~-0.1
	切割	切割後拿取玻璃面板	-5.4~-3.1	-0.4~-0.1
		壓片後拿取玻璃面板	-0.8~-0.2	-0.2~-0.1
	封口	人員刮片後放回	0.1~0.8	0.1~0.2
		人員目視檢查後放回	0.1~0.6	0.1~0.2
	偏光板貼合	玻璃面板在滾輪上移動	-1.7~-1.3	-0.3~-0.1
		真空吸引玻璃面板	-2.4~-0.8	-0.3~-0.1
		偏光板貼合	-0.5~-0.2	-0.2~-0.1
組裝	組裝	背光板保護膜剝離	-2.4~-2	-0.3~-0.1
		面板保護膜剝離	-3.1~-0.5	-0.3~-0.1
		面板組裝	-0.8~-0.5	-0.2~-0.1
	維修	偏光片剝離	0.5~0.8	0.1~0.2

五、結果與討論

液晶顯示器製程良率相較於其他電子元件製程為低，影響製程良率的因素很多，然而其中一項主要而必須克服的障礙，就是液晶顯示器基材所產生的靜電問題，因為基材本身是玻璃，一種絕緣性的材料，可以因為摩擦產生多量的靜電並保持很長一段時間，所以相較於其他行業的製程，液晶顯示器製程中潛在靜電問題更多及影響更明顯，而且基材面積越大靜電問題越嚴重。

液晶顯示器本身螢幕和驅動元件，以及製程中的光罩和機器手臂操控器等都會受到靜電的破壞或影響。靜電放電對於液晶顯示器的破壞可以直接觀察得到，如螢幕的缺陷、金屬線路被溶解或蒸發、元件電阻值的改變、氧化層被破壞或擊穿等，同時靜電放電會破壞昂貴的光罩，以及影響以微處理器為中心的電子電路或控制器發生誤動作。

液晶顯示器具有絕緣材料與電子電路的複合結構，在製程中包含許多的生產作業，其中有兩種或兩種以上物體間的互相摩擦、移動與分離，因此在作業中很難避免靜電的產生與蓄積，以及因靜電所引發的吸附塵粒與靜電放電現象，將嚴重危害液晶顯示器的良率。並且液晶顯示器的玻璃基材在製程中，不斷與許多種不同物質間產生接觸和分離的作業，持續產生與累積靜電，因此製程中各個作業都潛在靜電問題發生可能性。

液晶顯示器的製造過程分為陣列、液晶及組裝等三個製程，製程可由數個作業區域組成，作業區域又可由數個作業組成，因此製程中包含相當多數量不同的作業，而且這些作業中都可能潛在發生靜電危害問題。液晶顯示器製程的不同作業所遭遇的靜電問題並不相同，因此必須清楚瞭解製程中的某一作業中靜電的產生過程，才能採行適宜的靜電防制方法，而且若未能有效抑制製程中靜電問題，必然會降低製程的良率，增加生產成本。

防止液晶顯示器製程發生靜電問題，應先熟悉作業過程中靜電產生流程，能夠辨認靜電問題形成的每一階段，包括靜電產生及散逸的影響因素，靜電放電危害類型，然後能針對靜電問題運用靜電量測儀器，進行製程中物件及環境之靜電量測，掌握製程中靜電量，評估具潛在危害之靜電問題，後續研擬與採行適宜之靜電防制方法，同時持續量測與比對施行靜電防護措施的效果，才能確保靜電防護措施持續有效，以及製程中潛在靜電問題已被有效控制，達成減低製程中肇因靜電引起良率問題。

製程環境中進行玻璃基材或其他被測物的表面靜電壓量測，必然會受到週遭機台或物件對於靜電場的干擾，應慎重選擇玻璃基材或其他被測物表面的量測點，能夠將

周圍環境的影響降至最低，得到接近於實際狀況的數值。另外應將注意力集中於靜電壓量測數值較高的製程、作業、機台或物件，亦即代表該作業或物件產生多量靜電，潛在發生靜電問題可能性。

製程靜電危害防制方法有許多種，受限於液晶顯示器製程中的限制，如控制在一定範圍內的環境溫溼度、空間中潔淨度的要求與基材本身絕緣特性，因此一般製程的靜電危害防制方法無法完全適用於液晶顯示器製程。靜電消除器利用電荷中和原理，採用高壓電經由放電尖針將周圍空氣電離，產生正負極性或單極性離子，將玻璃基材的靜電中和，同時使基材的靜電量趨近於零。所以採用靜電消除器，利用離子中和的方法消除基材的靜電問題，控制製程中已經產生的靜電，成為必須且有效的靜電危害防制方法。

液晶顯示器的製造過程分為陣列、液晶及組裝等三個製程。液晶顯示器的製造過程可由數個作業區域組成，作業區域又可由數個作業步驟組成。運用靜電評估模式，分析各製程設備之作業步驟的靜電產生過程，考量靜電產生機制，作業中產生靜電量高低的影響因素，以及物件的靜電散逸方式；同時考量製程設備、製程條件、作業特性、作業環境等限制因素，進行製程靜電評估，評估各製程可能產生靜電之作業步驟，以及針對該作業步驟進行現場靜電量測的可能性。液晶顯示器製程靜電評估結果，選定下列作業步驟進行實地靜電量測，包括入/出料、機械手臂吸取和放置、去離子水清洗與乾燥、滾輪傳輸、偏光板剝離與貼合、保護膜剝離等。

設定製程靜電防制成效標準，製程中物件表面最大靜電壓的絕對值大於或等於0.5KV，則屬於製程中潛在靜電危害問題的作業步驟。陣列製程中主要潛在靜電問題的作業步驟計有6項，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動等作業步驟，其中洗淨作業區域之機械手臂吸取放置玻璃基材的作業步驟，玻璃基材表面靜電壓最高，約為-18.5KV。液晶製程中主要潛在靜電問題的作業步驟計有16項，包括機械手臂吸取與放置玻璃基材、玻璃基材在滾輪上移動、去離子水清洗玻璃基材、切割與壓片、人員拿取玻璃面板、真空吸引玻璃面板、偏光板貼合等作業步驟，其中配向作業區域之去離子水清洗玻璃基材的作業步驟，玻璃基材表面靜電壓最高，約為-8.4KV。組裝製程中主要潛在靜電問題的作業步驟計有4項，包括保護膜剝離、面板組裝、維修作業時偏光片剝離等作業步驟，其中組裝作業區域之面板保護膜剝離的作業步驟，面板表面靜電壓最高，約為-3.1KV。

探討製程靜電防制結果，多數作業步驟潛在靜電危害問題，現有靜電防制成效不佳且未裝設靜電消除器，所以無法有效降低製程的靜電問題。應在上述製程設備/作業

步驟中適當位置裝設合宜靜電消除器，採用單位離子量較高的靜電消除器，在較短時間內將物件蓄積靜電降至最低，減低各作業步驟中面板因接觸與分離所產生的靜電。此外製程中部分作業步驟已經裝設靜電消除器，作業中仍然潛在靜電問題，建議應該調整靜電消除器裝設位置，靜電消除器應儘量接近預期消除靜電的玻璃基材，同時遠離周圍的金屬物件，才能讓靜電消除器發揮最大的靜電消除效果，期使達成減低製程中潛在靜電危害問題。針對上述作業步驟進行靜電防制成果確認，使用/調整靜電消除器的方向與位置，達成符合製程中允許的靜電壓值，亦即物件表面最大靜電壓的絕對值小於 0.5KV，視為已達成靜電防制成效，有效消滅製程中潛在靜電問題。

液晶顯示器製程中靜電問題，主要因為玻璃基材在作業中產生多量靜電並維持很長一段時間，所以靜電防制方法主要針對玻璃基材所蓄積靜電進行防制，採用靜電消除器利用離子中和的方法消除基材的靜電問題，成為必須且有效的靜電防制方法。然而靜電消除器必須在短時間內將玻璃基材蓄積靜電降至最低，製程中採用合宜之靜電消除器，或者裝設位置等因素，都會影響靜電消除器的靜電消除效果。運用液晶顯示器製程靜電評估結果，在現場辨認製程中發生潛在靜電問題的機台、作業或物件，使用靜電壓計確認發生潛在靜電問題的機台與作業，並採用靜電壓計，確認液晶顯示器各製程之作業步驟，玻璃基材積蓄靜電已被降至最低，有助於降低製程中潛在靜電問題，進而提高製程良率。

