

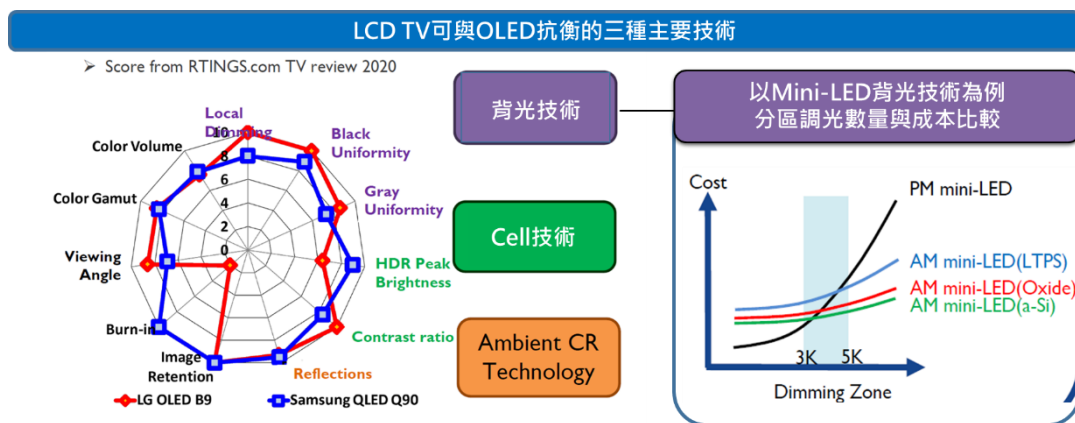
從SID 2020會展觀察顯示技術發展趨勢

台灣亞太產業分析專業協進會 102 年認證產業分析師 林研詩

SID 2020 LCD 亮點主要以 mini LED 背光技術升級與新功能整合加值為主，技術發展趨勢包括大尺寸朝 AI 8K TV、極窄邊框、mini LED 背光、HDR、Dual cell、電競面板發展；手機面板則透過持續精進全螢幕規格與整合感測器應用提升顯示器附加價值。下一波 OLED 重點發展技術包括 QD OLED、IJP、LTPO、自由型態面板、螢幕下相機整合、光場技術等。而 Mini 與 Micro LED 顯示器仍是 SID 2020 最受矚目的技術之一，今年已有三十多場演講主題提到包括驅動電路、巨量轉移、單晶製造、檢測修補、色轉換材料、任意拼接等，皆有進一步的突破，是各界關注能否成為與 OLED 競爭並開創新應用領域的下世代顯示技術。

一、 LCD 技術進展

在大尺寸的電視產品上，高階 LCD TV 持續面臨 OLED TV 的挑戰，除了以高解析度 8K 提升競爭門檻外，透過導入 AI 晶片或者以 QD 材料提升色彩、Mini LED 背光達到高對比等，都是 LCD 持續與 OLED 技術抗衡的武器。特別是後疫情時代，宅經濟需求更凸顯電視為遊戲、電影、OTT 服務等重要的影音串流媒介。



資料來源：SID2020

圖 1 LCD TV 面板可與 OLED 抗衡的技術-RRRRR 以 Mini LED 分區調控成本比較為例

本屆 SID 以 AUO 展示 8K 極窄邊框(最窄非顯示 BM 區僅 0.9mm)，超高螢幕占比面板為 LCD TV 亮點之一，具備 120Hz 高刷新率，同時整合 8K(7,680 x 4,320)高解析度、QD 量子點廣色域及 HDR 超高動態範圍技術，局部超高亮度(1,200nits)，可因應運動賽事及電玩遊戲等需求，達到高沉浸感以及流暢無殘影的高畫質動態影像。BOE 則以 65 吋 BD Cell TV 與蘋果 Pro Display XDR、三星折疊顯示 Galaxy Fold 同獲 SID 2020 年度最佳顯示產品獎(Display of the Year)。BOE BD Cell 顯示技術是以黑白 Cell 搭配原本彩色濾光片共兩層 Cell 設計，能夠將背光劃分為百萬分區，使顯示器可實現像素級超精細調光，並配合調光驅動電路設計(一般 TV 使用三顆晶片，分別是 SoC 主晶片、畫質晶片、面板時序控制晶片。BD Cell 需五顆晶片，分別是雙 TCON 晶片、SoC AI 晶片、影像晶片以及 Local Dimming 背光控制晶片)，可達百萬級超高對比度以及 12bit 色深，還原自然影像畫面，畫質體驗可媲美 OLED。

如圖 1 所示，目前 LCD 陣營有幾種主要技術升級選項，可與高階 OLED TV 抗衡，例如本屆 BOE 的 BD Cell 技術即主要應用在高階電視產品，包含 110 吋 8K BD Cell、75 吋 8K BD Cell、98 吋 4K BD Cell，另有 3.5 吋 BD Cell VR 面板。BD Cell 已經導入品牌商海信，稱之為疊屏電視，海信認為成本是同尺寸 OLED 電視的 2/3，對 LCD 而言具有成本優勢。整體而言，Dual cell LCD 雖然有不錯的畫質，但使用兩層 Cell 的方式，在厚度上仍比 OLED 略遜一籌。

另外則是 Mini LED 背光技術，透過分區調控(Local Dimming)的原理提升對比，若再以電路驅動方式細分 Mini LED 背光技術，種類又可分為 PM 驅動 Mini LED 背光或者 AM 驅動 Mini LED 背光。若為 AM 驅動 Mini LED 背光，所採用的 TFT 背板又可再分為 a-Si、Oxide、LTPS 技術，依據推估，若 Mini LED 背光技術要有相當的成本競爭力，依據不同驅動方式設計，調光區數量需落在 3,000 區至 5,000 區之間。再比較 Mini LED 背光與 Dual Cell 技術在亮度與對比的表現：Mini LED 背光 LCD 的亮度為 1,000~1,500nits，對比度為 100 萬：1；Dual cell LCD 的亮度為 400 到 450 nits，對比度為 100,000：1~150,000：1。在本屆 Mini LED 背光，中大尺寸 LCD 應用由小至大分別為：AUO 全球最高刷新率 17.3 吋 Full HD 300Hz Mini LED 電競 NB 面板、AUO 17.3 吋 UHD 4K 電競 NB 面板，結合 Mini LED 背光技術與超高刷新率技術，達到 VESA Display HDR1,000 最高等級，在電競遊戲領域，特別鎖定第一人稱射擊遊戲可清楚呈現暗部場景細節，瞄準玩家競速需求。BOE 27 吋 4K Mini LED 螢幕，峰值亮度可達 1,500 nits，對比度高達 1,000,000：1，可達 HDR(高動態顯示範圍)效果。而對照 Apple 32 吋 6K Pro Display XDR，其 32 吋 IPS LCD 面板，具有 6K Retina 解析度，最大特色為獨特的背光光

學整體解決方案，包括 2D 背光系統採用 576 個藍光 LED 組成超高亮度背光陣列，其 LED 尺寸已接近 mini LED，具有 1,000 nits 的全螢幕持續亮度，以及 1,600 nits 的峰值亮度，可進行一般白光 LED 無法做到的區域調光亮度控制。預期在 Apple 的帶頭效應下，將有更多品牌廠商考慮讓現有 LCD 高階產品導入 Mini LED 背光方案，包含電視、筆電、電競產品等，待成本下降後將可望加速 Mini LED 背光應用的普及。

二、OLED 技術進展

IJP 除了生產大面積 RGB OLED 的應用外，在下世代顯示器的應用尚有 QD OLED、QNED、EL QD 的發展潛力。QD OLED 為三星顯示器重點發展的新一代大尺寸 OLED 面板事業，預計 2025 年前投資約 110 億美元至 QD OLED，其中 QD 作為色彩轉換層，也可能採用 IJP 製造方式；而另外一種 QNED 結構，是以奈米大小的藍光 LED 取代藍色 OLED 作為發光源，搭配紅色與綠色 QD 濾光片進行色彩轉換，在奈米藍光 LED 以及 QD 的製造上，也需要 IJP 的製造方式；IJP 亦可對應 QLED 電致發光量子點顯示器：EL-QD 的製造。而本屆 SID GE 也發表以 IJP 噴塗在塑膠基板的紅色螢光粉(PFS-KSF)材料，有機會應用於 mini/micro LED 顯示器。自從 LTPO 技術首度應用在 Apple Watch 4 後，Apple 面板供應商包括 LGD、JDI、Sharp、SDC 陸續揭露透過 LTPO TFT 技術達到窄邊框(Slim border)與低刷新率(1-60Hz)的方式，達到省電功能。如 Sharp 以 IGZO 優勢持續發展 IGZO7，並強調結合 LTPS 與 IGZO 的 LTPO 技術電子遷移率快、穩定性高、TFT 均勻性佳、漏電流少，同時也因可減少穿戴裝置的耗電量，這樣的結構下一步可應用在 6 吋的手機面板，預期可替目前智慧型手機功耗節省至少 10%~15%。SDC 開發類似技術稱為 HOP(Hybrid Oxide and Polycrystalline Silicon)。



資料來源：SID2020

圖 2 SID2020 OLED 展品技術亮點-螢幕下相機、可折、可捲、可拉伸、光場

自由型態 OLED 面板朝螢幕下整合、可折、可捲、可伸縮找尋新應用，螢幕可折疊手機已商用化，解折痕問題需保護蓋板材料持續精進，由高分子鏈結合形成的 CPI 因彎曲產生變形的問題無可避免，而玻璃缺乏彎曲性，仍須膠合保護層，使用可吸收變形的彈性體(Elastomer)，同樣有技術上難題尚未克服。因此折疊螢幕保護蓋板仍有精進空間。此外，折疊面板的結構改良還有以彩色濾光片取代偏光板的課題，主要是需要解決偏光板的厚度依然過厚(>100um)，影響 OLED 亮度的問題。更多廠商投入可捲式面板，可拉伸面板應用至電子織物，螢幕下元件整合為新課題，OLED 材料包括 TADF(Kuylux)、透明陰極材料(OTI)也有突破進展。

三、Micro LED 技術進展

本屆 SID Yole 提出 Micro LED 專利申請人分析數據，表示 Micro LED 技術的投入者涵蓋多個產業鏈業者，包含手機品牌、顯示器產業、LED 產業、半導體產業、新創公司…等，再從技術佈局的方向來看，巨量轉移與接合方式、顯示單元畫素結構設計、晶粒製造、色彩轉換、

光路與光形、驅動手法、單晶、檢測…為發展 Micro LED 的技術重點。在會展上有多家公司與銚創合作開發展示軟性顯示器，瞄準穿戴裝置、車用、PID 市場。



資料來源：SID2020

圖 3 與銚創合作的 Micro LED 展品

巨量轉移與檢測技術進展包括：XDC 畫素引擎(Pixel Engine)結構，採用異質整合方式製造，將 CMOS 電路整合至畫素單元中，類似拼接 LED 看板中所使用的 4-in-1 驅動。Vureal 開發 micro solid printing 技術，可以選擇性地將部分 Micro LED 直接印在顯示基板上，提高巨量轉移量產速度。V-Technology 以 10s/25mm² 的雷射剝離(LLO)技術提出快速 Micro LED 取下方案；ADRC 則開發不需要 LLO 的 Dual-gate a-IGZO Lateral Micro LED 結構，適合軟性顯示器應用。Rohinni(與 BOE 合資)介紹量產 AR 眼鏡的 Micro LED 技術。InZiv 結合光測 PL 及電測 EL 的高解析度檢測程序能檢驗小於 1 μm 的 LED 晶片。康寧則是開發拼接大尺寸 Micro LED 特殊 50μm WAE 結構所需玻璃。

不需巨量轉移的 Monolithic 單晶方案以 AR 應用為主，需持續突破全彩化製造。在製造 1 吋以下的微型 Micro LED 顯示器技術上，有許多廠商使用在矽基板製造 Monolithic(單晶) Micro LED 的技術，亦即單一成形的 Micro LED 晶圓貼合技術。如英國公司 Plessey，使用磊晶成長 GaN 於矽晶圓的技術，在微小的空間製作出百萬顆等級的 Micro LED 晶圓，再以 Wafer bonding 技術，將 Micro LED 晶圓與矽基背板結合。另外包含 JBD、香港科大皆是 SID 有展出 Monolithic 展品，但多為單色，並且需透過色彩轉換技術。Sharp 表示預計在 2023~2024 年，有機會量產

矽基全彩 Micro LED 顯示器，並朝正單色轉換彩色及降低色斑的方式邁進。而美國新創公司 NS nanotech，則是開發半高寬(FWHM)小於 5nm 的無磷 InGaN 綠光 LED 奈米晶柱，可以不使用催化劑讓 GaN 奈米晶柱大規模的在 SiO_x 基板上長出垂直取向並且均勻性高的異質結構，欲解決 LED 光色中長久存在某段綠光頻譜效率低的 Green gap 問題。

AM Micro LED 驅動電路進展包括：日本面板廠 Kyocera(京瓷)與 Osram 共同開發 3.9 吋 LTPS AM 驅動的 Micro LED 顯示器，TFT 背板以 PWM 調光改善畫面品質，驅動方式為混合電流與 8bit PWM 驅動的新技術。

四、結論

LCD 與 OLED 之間的競爭腳步仍未停歇，LCD 可透過 Mini LED 追上 OLED 的對比；OLED 也逐漸改善材料壽命以及 burn-in(燒灼殘影)問題，並且領導廠商三星開始以 QD-OLED 佈局大尺寸應用市場。而 IT 類產品上，電競產業崛起為硬體廠商帶來產品升級機會，並且 LCD 在經濟規模與成本結構上都具優勢，相關 LCD 技術仍為 IT 顯示器市場的主流。OLED 的市場擴大應用，若跨入 NB、Monitor、TV 領域，必須提高印刷式 OLED 的製造良率，並有賴於材料端的改善，方有機會滲透至主流市場。新興技術 Micro LED 近兩年已有許多關鍵技術突破，包括巨量轉移良率持續飛躍提升，不管是結合傳統 PCB 的生產與設計方式，或者是搭配 TFT 背板技術，已經看到許多可與 OLED 競爭的應用雛形誕生，再加上台灣優勢產業鏈逐漸成形，若持續受到有力的終端品牌廠主導與扶植，未來將有機會取代部分 OLED 產品，並透過整合感測器應用，開創更多利基市場。除了透過創新顯示技術提升之外，如何創造未來智慧生活所需的多螢連結需求，創造更便捷的互動體驗，並且透過開發新的商業模式，延伸顯示產業價值鏈，找到對的應用市場，亦是業者在技術突破之外，需長久思考的課題。

(本文作者為工研院產科國際所執行產業技術基磐研究與知識服務計畫產業分析師)

原文出處：ITIS 智網 <http://www.itis.org.tw/>