

從Finetech Japan 2015看薄膜、顯示器、觸控面板、OLED最新趨勢

The Highlights of Finetech Japan 2015: Thin Film, Display, Touch Panel and OLED

林顯光 H. K. Lin¹、趙志強 C. C. Chao²、葉仰哲 Y. J. Yeh³、曾美榕 M. R. Tseng⁴、
陳品誠 P. C. Chen⁴、蕭偉翰 W. H. Hsiao⁵、曾寶貞 B. J. Tseng⁴
工研院材化所(MCL/ITRI) ¹副組長、⁴主任、⁵研究員
工研院量測中心(CMS/ITRI) ²研究員
工研院產經中心(IEK/ITRI) ³經理

2015年顯示器年度盛會Finetech Japan在全球21國1,150家廠商共襄盛舉下，於日前在東京畫下圓滿休止符。與Finetech Japan同步登場的Metal Japan、高功能膜展(Film Tech Japan)、高功能塑膠展(PLASTIC JAPAN)和以光、雷射為主軸的Photonix 2015等各具特色的展會，亦在各專業領域成為焦點，並吸引了大批看展人潮。根據主辦單位Reed Exhibitions公司的統計，3天展會共有多達57,527位（不重複計算）業內人士進場參觀，估計洽商金額達370億日圓（圖一～圖二）。本刊在展會期間，結合工研院內多位市場、技術專家，以Live報導方式將展會最新產品及技術趨勢發佈在材料世界網，如對該報導內容有興趣的朋友，歡迎上<http://www.materials-net.com.tw>免費點閱/下載。本文將重點彙整展會亮點和最新技術發展，俾供大家參考。



▲圖一 Finetech Japan 2015邀請50位重量級業內產學研代表開幕剪綵



▲圖二 Finetech Japan大展為業界推廣產品、創造商機之最佳平台

由智慧到生活的高性能塑膠與 光學薄膜技術

生活應用，可說是許多參展廠商希望透過展會表達的最大訴求。高性能塑膠材料與塑料除了可做為顯示器、軟電、太陽能與LED等產業的關鍵材料與零組件使用之外，也能夠在日常生活的食衣住行等領域發揮功能，凸顯出高科技在民生應用的基本價值。在今年的Finetech展會上，即可看到日本廠商從材料的加工合成、製程、應用開發到檢測分析的努力與最新成果。

關鍵的細微技術常常扮演極為重要的角色，例如，粉碎是摻混的基本，粉體微觀的型態會影響複合材料的性能特性。走進喜多村株式會社的展區就宛如進到了美麗的藝術殿堂；每一張SEM圖都像是藝術作品般，利用液態氮超低溫粉碎技術、特殊刀具與製程設計，將有機無機物進行徹底的微細粉碎化（圖三）。例如PEI、PES、PEEK、PPS等工程塑膠粒徑可以在0.5~100 μm 的範圍之間自由調整，在粉碎化的同時可以直接進行高均勻性的摻混，材料的多變性因此大幅增加。

松下仁丹公司的單一粒徑真圓成形



▲圖三 喜多村株式會社之超微細樹脂粉體加工

法也非常有趣；每一顆形成的塑膠粒均具有完美的真圓，藉由模頭的單層或多層設計，利用表面張力可以進行單一材質或多層包覆材質設計完美的粒徑（由0.5~8 mm等），藉由親油親水性的交替包覆，可以設計成釋放控制或是生物載體，讓塑膠材料特質不只是塑膠材料，改變型態就會增加更多的功能。

表面奈米結構型態也是如此，Denka公司今年持續發表更為完整的奈米結構型態轉印與特殊功能。藉由100~300 nm尺度表面奈米結構的熱轉印成形，就可以達到以往用乾式或濕式鍍膜法表面處理無法做到

的同時疏油與疏水功能。

今年微結構型態的光學運用都轉型為受託代工型態，Kuraray與Toray等微光學薄膜廠都有推廣策略上的變化。五洋紙工推出各種微結構的光擴散薄膜（圖四），並往微結構生醫基材的應用發展。熱轉印技術以往也受限於製程與設備，雙微結構的轉寫率絕對是不一樣的。不過，今年首次參展的日本碳纖工業公司發表了兩面都有極高轉寫率的熱擠壓成形法，而且適用多種工程塑膠材料，包括PVDF。據廠商表示，除了採用軟滾輪的設計外，在押出第一面成形輪、第二面成形輪與輔助輪的配比上亦有突破性的設計，許多太陽能電池所使用的光學平面鏡薄膜就可以利用此方式大量製作。

新材料的改質常常令人驚喜，Sumitomo Bakelite公司首次發表的超級PC板，可以承受9,000小時的日照，而幾乎沒有任何的黃變產生（圖五）。PVC經過改質添加，可以同時具有紫外線遮蔽與紅外線過濾雙功能，降低室外植栽的溫度與紫外線傷害，同時保有可見光的高穿透率，有54.6 tp 91.2%兩種使用規格。透明PI是軟性電子、顯示器的夢幻材料，IST公司發表的透明PI

具有85%的高穿透率，同時也具有低CTE與300°C的高耐熱性，應是比三井化學的透明PI高了幾十度，幾乎任何透明的電子電路都可以使用，更可以染色，顛覆以往對PI材料的想像。

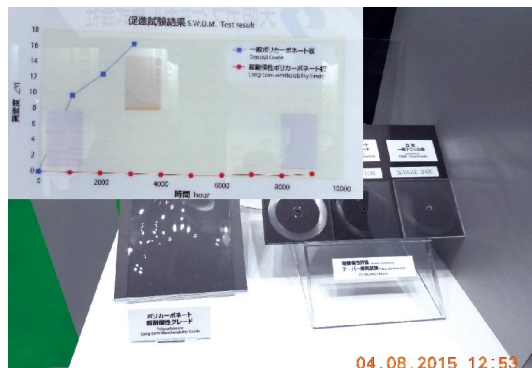
配合加工材料的改變，日本許多設備廠都會有特殊專用機的開發，在開發超級薄的光學薄膜與更細微的奈米結構成形時，轉動控制的精度就成了薄膜成形精度的關鍵。日機電裝開發出具有超穩定性的滾輪組，在極低的轉速下，具有<0.1%轉速變動率，這在傳統滾輪傳動設計上幾乎是不可能的。同樣的，為了長碳纖的複材混練成形，Steer Japan首次發表同轉向雙軸壓出滾輪組，經由轉子的動態設計，在順纖方向均勻混合，可避免長纖所產生的局部高剪切應力（圖六）。

顯示器發展趨勢

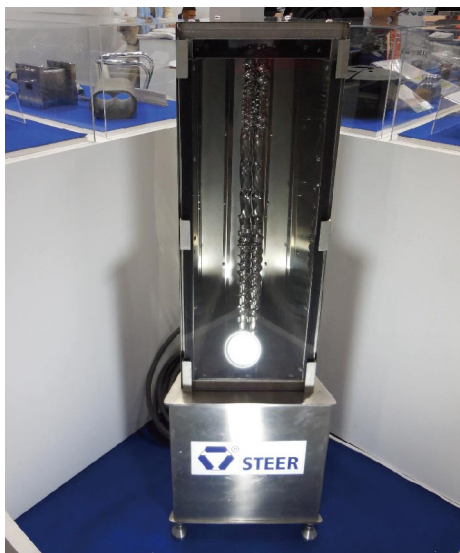
LG Display公司在今年的基調演講中發表了該公司下世代顯示器的技術開發策略。自2013年以來，由於LCD顯示器技術逐漸成熟且競爭者漸多，LG將朝差異化技術、新的商業模式及降低成本等三個方向發展。



▲圖四 五洋紙工推出各種微結構光擴散膜並朝生醫基材發展



▲圖五 Sumitomo Bakelite發表長效耐候型聚碳酸樹脂材料



▲圖六 Steer Japan首次發表同轉向雙軸壓出滾輪組

在差異化技術方面，TV用顯示器有下列四大方向：①廣色域化，色域空間將由BT709(100%)，提升至BT2020(172%)；②高亮度的面板結構；③高解析度，畫質將由4K逐步提升至8K，甚至16K；④顯示器的設計將朝薄形化、輕量化及曲面化發展。

在手持式顯示器的發展方面也有四大方向：①解析度提升，趨勢為2VGA(326 ppi)→FHD(423 ppi)→QHD(538 ppi)→UHD(700 ppi)；②觸控的強化，以電容式觸控面板技術為基礎，可能衍生出各種新型的觸控技術；③低耗電化；④面板的曲面化、可撓化、可摺化。

在新的市場開拓方面，有下列方向：①穿戴式顯示器：智慧手錶(Smart Watch)、智慧手環(Smart Band)，其中重要的功能為低耗電、室外可視性等；②車用顯示器：各種應用包含儀表板顯示器、抬頭顯示器、後座娛樂用顯示器等。至於形態方面則有

曲面化、穿透式、顯示器與車門整合等；③商業及工業應用方面，包含窗戶智慧化、可捲曲顯示器以及大型Public Information Display等。

LG Display認為，下一代的顯示器將具有設計自由度、自然的色彩以及快速應答的時間，能符合這些性能要求的將會是有機發光二極體顯示器(OLED)。其中設計的自由度包含需具備形態的自由度(Free Form)及透視(Transparent)的功能，具有這種特性的顯示器所用的基材，將以塑膠材料為主。在自然的色彩方面，需同時具備較廣的色域及完美的對比，目前僅OLED可以在對比值從5,000:1提升至 ∞ :1。

Japan Display(JDI)是一家由Sony、東芝與日立合資，於2012年成立的LCD製造商，具有a-Si及LTPS的製造技術，以中小型面板開發及製造為主。JDI提出了可攜式顯示器的性能演進，在過去10年間，智慧型行動手機性能進化如下：①顯示器畫面面積增加四倍(2.5"→5")；②畫素數增加48倍(QVGA→WQHD)；③解析度提升3倍(200 ppi→600 ppi)；④對比提升3倍；⑤可視角提升2倍；⑥色域提升約1.5~2倍；⑦薄型化約1/2；⑧窄邊框化約1/2；⑨功能增加，包含導入觸控功能、Cover Glass的貼合等。

此次JDI發表在顯示器最重要的三項成果，包含高精細化技術、Pixel Eyes觸控技術及WhiteMagic低耗電技術。在高精細化技術方面，JDI採用LTPS製作TFT，可以達到700 ppi的極限，在此高解析度下，開口率仍有約40%，且因為採用LTPS技術，Driving Voltage可以降到約15V。採用LTPS的另一個好處是邊框可以降到1 mm以內。

除追求高解析度技術以外，另一重點

是高畫質，包含視角、色度、黑輝度等也同等重要，JDI提出了IPS-NEO的技術，採用光配向的配向膜及負型液晶，達到高對比及高透光性，如此不會因為解析度提高，犧牲了顯示器亮度。在低耗電性改進方面，JDI的WhiteMagic採用了RGBW的設計，由於白色畫素的導入，搭配背光Real Time的控制，可以讓亮態畫面更鮮活，暗態畫面降低背光強度（可達50%），達到省電的功效，省電效果達40%。此外，因為白色畫素的導入，整體亮度可以提升，使LCD在室外的可視性得以提升，可以滿足手機或數位相機在室外的使用性能要求。至於背光Real Time的控制，是採用Local Dimming的技術，由於LED背光在畫面分割控制，可以達到局部調光的性能，大幅提升了LCD面板的對比，且降低耗電量。JDI除了繼續精進上述的面板技術外，未來在面板將導入新的設計，包含多人共用（輸入）、超大型化面板、可曲、可摺、空間及資訊的整合和手寫及聲音的辨識。

另外，此次展覽最大的顯示器是SiliconCore展示的最大尺寸達到260" Pitch 1.5 mm的4K LED TV，但技術層次最高的是Pitch 1.26 mm 110"的Full HD TV（圖七），這兩個令人驚豔的LED TV都是採用3 in 1 SMD LED，前者亮度為2,000 cd/m²，後者亮度為1,500 cd/m²，兩者都是定位在室內使用。去年還是使用SiliconSign舊名，經過Sony合資後，技術精進不少，去年及前年明顯的模組條紋已經幾乎看不出來。

觸控不死 蹲下再跳？ 材料廠商積極發表新觸控材料

觸控產業在2014年面臨波折；許多觸



▲圖七 SiliconCore展示之Pitch 1.26 mm 110"的Full HD TV

控面板與材料廠商退出市場、或減少生產規模、或減緩新產品的研發。但在今年的Finetech展中，仍見材料廠商積極展出新觸控技術與相關新產品。

因為TFT面板廠搶進觸控領域，不同於過去以OGS的形式推出，2015年開始推出「In-Cell」與「On-Cell」的觸控產品，如JDI的「Pixel Eyes」等。此舉將影響觸控廠商的業績，連帶也會影響ITO Film的需求。但相關材料廠商認為「In-Cell」與「On-Cell」有良率的問題，終端電子產品仍須低價的觸控模組，新型的曲面顯示器以及超大尺寸產品的需求，仍積極以不同材料與技術投入取代ITO Film的產品。

Konica此次展出以業界比較少見的In-Jet方式生產Metal Mesh，阻抗最低可以達到0.3 Ω/□、線寬5 μm，但在透光度上僅達到83%，所以Konica對此項產品的應用定位在大尺寸觸控以及電子看板、電子黑板所使用的透明導電膜。

凸版印刷公佈觸控相關材料，利用其細微加工技術製作銅導線觸控面板，阻抗值可低到0.01 Ω/□，利用銅的低阻抗與高

速反應的特性可以製作15到55吋的觸控產品，同時銅線的線寬降至人眼無法辨識的3 μm ；也可以搭配車用顯示器，製作成長邊R = 1,500 mm、短邊R = 600 mm「3D曲面」的觸控面板以配合車用顯示器，或者以3D列印的方式製作「球面形狀」的觸控面板。凸版並規劃與觸控模組一體化的生產體系，以滿足客戶的需求。

金屬廠商JX日鑛則是以奈米壓印技術(Imprint)為基礎，發展OLED/LED光取出膜、撥水膜、防結霧膜、抗反射膜等各種應用的產品。此外，在日本科學技術振興機構JST的「高分子奈米配向控制新設備開發」計畫協助下，日鑛展出了線寬在1 μm 的透明導電膜，在100 $\Omega/\square$ 以下時仍有90%左右的光穿透率，不只可用在中大型觸控產品，也可應用在透明加熱設備上。

藤森工業的透明導電膜雖然之前已經公開過，但此次展出的「PURE-OPT[®] RN」系列則是使用Cima Nano Tech的奈米銀顆粒「SANTE[®]」，可以應用在玻璃、PC等各種基材上，其中RN5000產品使用125 μm 厚的PET膜，在25 $\Omega/\square$ 阻抗下有86%的穿透度與3%的霧度。

在觸控新材料方面，仍以奈米銀線為大宗，其中包含了自行合成銀線漿料廠商，如Carestream與Nanotech and Beyond (N&B)。目前Carestream以自行合成之銀線漿料搭配自家塗佈產線，主要產品為兩種透明導電薄膜，分別是FLEXX TCF 70S/M5CA與FLEXX TCF 60S/M5CA。目前該產品已經在歐美進行到四種不同尺寸觸控產品的量產階段，台灣的熒茂科技(Mildex)也利用Carestream的透明導電膜製作產品(圖八)。

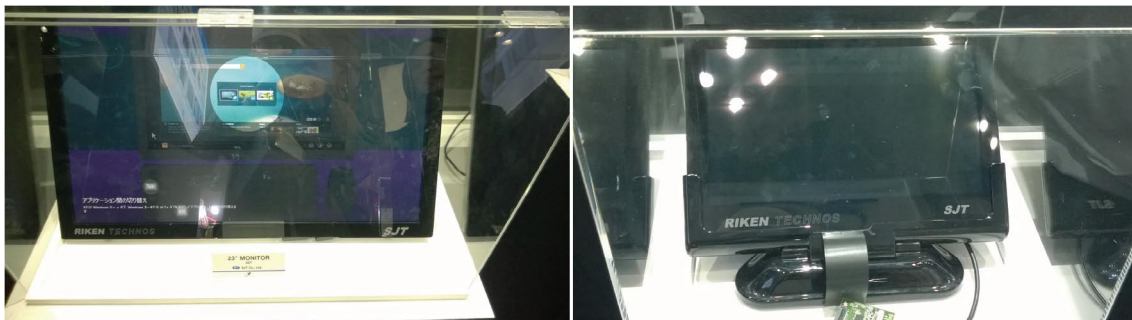
在觸控面板的Cover Glass方面，也有廠商嘗試挑戰目前市場上廠商接受度最高的康寧產品—Corning Gorilla Glass。此產品有高穿透度與高硬度，然而重量過重、不可撓曲以及價格為其主要的缺點。針對這些問題，Riken Technos發表了一款取代Cover Glass的塑膠產品—REPTY[®] DC100，其穿透度大於91%，表面硬度高達9H，並且易於加工。最大特色是重量輕、可撓曲，且價格比玻璃便宜，目前已達試量產階段，可R2R生產，並且已Demo在一些AIO與平板電腦上，如圖九所示。

至於產品端，日本寫真本身除了有塗佈透明導電膜外，同時也增加了可以多點觸控之壓力感測(Force Sensor)薄膜。早在任天堂時代，其遊戲手把的按鍵就是由日本寫真製作，當時就是一種壓力感測薄膜，現在將透明導電薄膜與壓力感測結合，可大幅應用在醫療、車載、航空、教育等領域。現場Demo經由手指給予不同力道，其反應回饋顯示的訊號強度會有所不同。

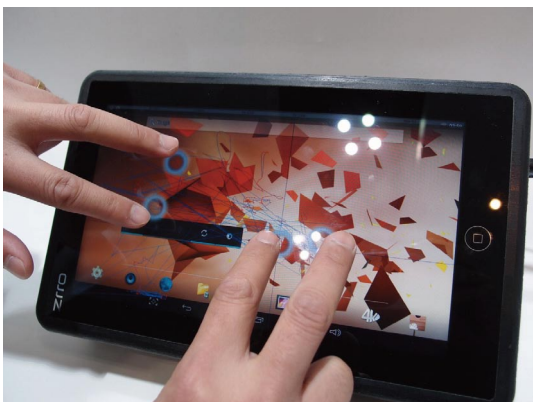
另外，日本寫真也展示了懸浮觸控螢幕，可五點觸控，然而懸浮距離不大，目前仍然在開發測試階段，如圖十所示。



▲圖八 Carestream展示之42吋觸控螢幕



▲圖九 應用REPTY® DC100之Demo產品



▲圖十 日本寫真懸浮觸控展品

觸控技術是目前人機溝通最直接方便且低成本的方案，雖然產業下游面臨供過於求的壓力，但是上游材料廠商仍持續推出不同的新技術、新方案，以符合各種新應用需求，相信經過一陣淘汰之後，新材料新技術將會帶動新的觸控應用與產品，觸控產業將有另一番新氣象。

OLED發展趨勢

1. JOLED

2015年1月，日本產業革新機構與Japan Display、Sony和Panasonic等三家公

司共同設立了開發OLED面板的子公司——「JOLED」。Sony與Panasonic將數百名技術人員以及與OLED相關的智慧財產權轉移至新公司；而JDI則提供了觸控面板相關技術。JOLED計畫開發筆記型電腦、平板裝置用的10~20吋OLED面板，未來則可能進軍電視用的大尺寸市場。在OLED技術動向的研討會中，JOLED厚木技術開發中心的石橋義先生介紹了JOLED這家新公司的幾項重點技術。

①EL Deposition：OLED元件採用上發光(Top-emission)、Microcavity結構及R、G、B三色發光層採印刷製程(在大氣中)。

②Top-gate TAOS：由Sony及Panasonic負責開發，今年3月已達First Milestone。Oxide TFT技術須考量Mask數量、Mobility、Reliability、Substrate Size、Productivity及Uniformity，Top-gate TAOS技術只需5個Mask，製程溫度<400°C，此技術應用於中尺寸面板可達高解析度及降低成本。採用Amorphous ITZO Channel可製作高Mobility ($32 \text{ cm}^2/\text{Vs}$)及高均勻性的TFT。

③Flexible Display：採用Plastic Substrate、白光+CF、Top-emission及Top-gate TAOS等技術。Top-gate TAOS TFT在Plastic

上的表現與在Glass上的表現差不多，目前已製作出9.9" qHD、厚度110 μm 的展示品。

2. 半導體能源研究所(SEL)

SEL的Flexible OLED Display在2013年的解析度已超過300 ppi，目前已製作出2.8" Ultra-high Resolution(1,058 ppi)及13.3" 8K Display(664 ppi)。曲率半徑2 mm已通過100,000次Bending測試；曲率半徑1 mm已通過10,000次Bending測試。據云，SEL將在SID 2015展出由36片14" Panel拼成的81" Flexible OLED Display。

SEL的高解析度Flexible OLED Display有下列三項主要技術。

①FET Technology：採用CAAC-OS技術，CAAC表示C軸排列晶體，由於CAAC是結晶體，所以具有較高的可靠性，SEL利用此法成長氧化物半導體，解決了氧化物半導體的可靠性問題。CAAC的特點為可以應用於軟性顯示器。另外，其Mobility高，使得TFT的驅動性能提升，利用這種材料可使大型顯示器達到高解析度。此技術由SEL開發，Sharp公司量產。

②OLED Technology：OLED結構採Tandem WOLED + Top-emission + CF，SEL認為此製程的良率較R、G、B Patterning製程來得高，可做到高解析度(>300 ppi)。發光材料為藍色螢光加綠色、紅色磷光材料。此技術已於SID 2013展示。

③Transfer Technology (On Glass Transfer to Flexible Substrate)：SEL採用無機材料當離型層，特點為無機材料能耐受TFT的製程溫度，不須使用熱、UV或Laser就能與玻璃分開，有別於一般採用PI材料。製程流程為在玻璃上依序製作無機離型層/Gas

Barrier/FET Device/OLED，另一片玻璃上依序製作無機離型層/Gas Barrier/CF，然後將兩片玻璃對貼，接著從離型層利用物理方法分開CF端玻璃，黏上Flexible Substrate，利用物理方法從離型層分開OLED端玻璃，再黏上Flexible Substrate即大功告成。緻密的Gas Barrier層能夠直接形成於平坦的玻璃上，元件經過90%RH、65°C、1,000 hr測試，Pixels不會有Shrinkage產生。目前可製作30 cm × 36 cm大小基板，未來則可製作更大之基板。

3. Konica Minolta

在OLED的性能改進方面，Konica Minolta(KM)公司於去年的SID上發表了世界最高效率139 lm/W的白光OLED，主要的三項新技術為①藍光磷光材料改進；②Surface Plasmon Loss的降低；③內部取光結構。開發藍光磷光材料的困難點為材料穩定度不佳、需要高T1能階的Host及材料易Quenching等問題。首先，利用HPLC確認分子材料經過通電發光操作後的穩定性，其次，搭配的Host材料對壽命影響很大，即使有相似的T1及Energy Level的Host及EM材料，不同的組合，其壽命結果也有很大的差異。改變某個參數便能使藍光磷光材料EQE從20%提升到26%，壽命從10K提升到60K，再藉由改變Y參數及Host與Dopant的搭配，可使材料壽命提升到100K小時（不過測試的起始亮度是在300 nits，非1,000 nits）。前述藍光磷光材料為Light Blue材料，未來的方向則是開發更深藍的材料。

OLED發光層發出的光有80%被Trap在元件中，主要有3個Mode會Trap光，分別為Plasmonic Mode、Wave Guided Mode及Sub-



▲圖十一 Reed Exhibitions公司土屋勝利事務局長（右）、大道雪海外部長（左）歡迎大家到日本看展

strate Mode，其中最難解決的是Plasmonic Mode。主要是利用High Mobility及High T1、較厚的ETL層來減少Surface Plasmon Trap及不增加驅動電壓。ETL材料對起始壽命測試影響大，ETL材料的電阻值增加與壽命下降成正比，所以ETL材料的選擇也很重要。利用X-Ray Reflectance分析ETL厚度，可發現電阻值增加，ETL厚度會降低，這是開發ETL材料很重要的參考參數。

內部取光結構主要為利用Printing製程製作Scattering Layer + Planarization Layer，使得效率從61 lm/W一舉提升到139 lm/W。

在Flexible OLED方面，目前厚度為350 μm ，每平方公分的重量為0.06g，未來目標為70 μm 。Barrier Layer開發為採用Plastic Substrate的關鍵，藉由控制Stress Relaxation Layer的製程來改善平整度及耐熱性，B Type有較佳的平整度，Dark Spot及Heat Durability皆獲得改善。

Konica Minolta公司採用R2R製程，認為比Laser Lift-off有優勢。量產線將採用Plastic基板，每月產量1百萬片，2014年秋天已開始量產。在九州豪斯登堡展示

的5,000個Shining Tulip就是由KM生產的15,000片OLED面板製作而成。

Konica Minolta利用適當的藍光磷光材料及內部取光結構，已將白光OLED效率提升至139 lm/W，為目前世界最高紀錄。在暖色系範圍，139 lm/W的白光OLED已相當於LED燈泡的效率。Flexible OLED的特性明顯與LED不同，平坦的應力緩和層可以減少Dark Spot的產生。該公司將建立世界第一一個使用塑膠基板的R2R OLED量產線，為下世代照明及人類生活帶來新體驗。

Finetech Japan明年將新增 MEMS與高功能陶瓷展 內容將更精彩

擅長精準掌握議題的Reed Exhibitions公司持續求新求變，創造話題。根據該公司土屋勝利事務局長表示，2016年的Finetech Japan將新增MEMS技術專區並新規劃第一屆高功能陶瓷展(Ceramic Japan)，屆時高功能材料展的主題架構將更為完整，成為世界最大級的材料綜合展，只要走一趟東京有明，便可盡覽材料相關主題。另外，海外部大道雪部長表示，今年吸引150家廠商參展的高機能金屬展，明年的規模將擴大2倍，並擴充展區至西館展示，展會內容亦將更豐富精彩，歡迎大家屆時到日本看展（圖十一）。

掌握資訊、開拓商機，Finetech Japan是不容錯過的絕佳平台。10月還有另一場關西展將在大阪Intex展館舉行，如錯過東京，大阪關西展千萬要把握。另外，2016年的Finetech Japan將於明年4月6~8日在東京Big Sight登場，有意參展的廠商歡迎即早預約。📞