

從Lighting Japan 2014、Nepcon Japan 2014看LED/OLED照明與IC構裝材料技術發展

Trends in LED/OLED Lighting and IC Packaging Materials Technology from the International Trade Show of Lighting & Nepcon Japan 2014

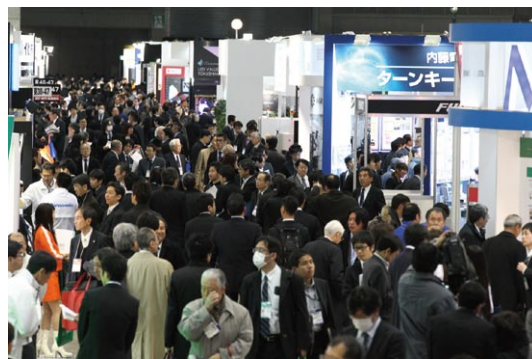
黃淑禎 S. C. Huang¹、陳凱琪 K. C. Chen¹、陳品誠 P. C. Chen²、
蕭偉翰 W. H. Hsiao³、廖鎔榆 J. Y. Liao³、洪銘聰 M. T. Hong³、
曾寶貞 B. J. Tseng²

工研院材化所(MCL/ITRI) ¹資深研究員、²主任、³研究員

一年一度照明及構裝業界的年度盛事—Lighting Japan 和Nepcon Japan 2014已於日前在東京圓滿閉幕。在主辦單位Reed Exhibitions公司的精心擘劃下，不論是展場上豐富的展出內容或研討會場座無虛席的精彩演講（圖一～圖三），都為相關業界創造2014開春第一場商機與技術交流的機會。根據統計，這場年度大展共有1,767家廠商在東京有明Big Sight東西展場同步展出，參展商數比去年的1,597家成長了11%，且其中有14.4%來自海外。商機的促發與技術的交流在寒冷的東京激起熱烈的火花。工業材料雜誌結合工研院材化所內多位領域專家，在展會期間提供了最即時的現場觀察Live報導，相關內容皆刊載在材料世界網(<http://www.materialsnet.com.tw>)，歡迎有興趣的讀者朋友上網查閱。本文將針對展場及研討會的部分內容做精簡扼要的整理，更多深入內容歡迎連線材料世界網。



▲圖一 全球巨擘齊聚一堂為Lighting Japan 2014 揭開序幕



▲圖二 萬頭鑽動，交流熱絡的展會現場



▲圖三 座無虛席，人氣超夯的演講會場

Lighting Japan 2014趨勢觀察

1. LED 照明市場現況

近年來，白光LED的市場滲透率隨發光效能提高與價格下滑，而持續向上攀升，已儼然成為照明市場的新希望。在開發策略上，固態照明已不再一味追求高發光效能，新型光源、燈具設計及遠端智慧控制等各具特色之差異化照明技術亦成為研發重點。由今年Lighting Japan展覽會場的各式照明燈具更強調品質與特色，不再如兩年前亮度幾乎刺眼到殘影不離的狀況改善即可略窺一二。

有關市場趨勢方面，主辦單位分別邀請到全球前兩大照明廠—Philips及Osram介紹該公司在LED照明的全球發展策略。Philips認為，2012到2016年LED照明之年複合成長率(CAGR)約有4~6%，至2016年，LED照明的滲透率預估可達45~50%。在全球照明發展策略方面，兩家大廠均認為已從Phase 1的發展高出光效率技術邁入目前Phase 2的追求成本降低，而未來的Phase 3則將朝向智慧管理、智能化控制及照明服務性等提昇照明附加價值的方向發展。以

Osram的發展藍圖為例，在提昇照明附加價值方面，即包括嵌入式照明和光可控制性。嵌入式照明是將照明融入建築物內，例如招牌看板、Light Boxes、擬自然光照明等。此外，Osram亦強調照明智慧管理與DALI、GreenBus II、Wireless (Zigbee)等各項標準相聯結。

至於日本市場，根據矢野經濟研究所的調查，不管整體照明或LED照明市場，均以Panasonic及Toshiba Lighting兩家公司為龍頭。不過，Sharp公司在LED照明市場正逐步崛起，另有多家新的照明廠商也開始切入LED照明市場。在市場預估方面，LED照明的市佔率將持續成長，但成長率將趨緩。

2. OLED照明應用現況

今年幾家燈具大廠，如Panasonic、Lumittec、Philips、LG等都在Lighting Japan展出接近產品階段的OLED光源，並提出OLED燈源具備高演色性、薄型化及低溫等特性，為下世代照明燈具的重要趨勢。

Panasonic共展出47 mm × 200 mm及97 mm × 90 mm兩種尺寸，3,000K、4,000K、5,000K三種色溫的OLED燈片，在高演色(Ra 90)及高輝度(3,000 cd/m²)下發光效率為30 lm/W、L70壽命為10,000小時。此光源規格和目前的LED平面光源相比，除了發光效率尚不足和成本還偏高之外，已具備不錯的競爭力。Panasonic正致力於光取出技術的開發，希望做出高效白光OLED。目前利用其BLES(Built-up Light Extraction Substrate)技術，在高演色(Ra 73)、高輝度(3,000 cd/m²)、長壽命(L70 > 50,000小時)、大面積(64 cm²)的條件下已可達88 lm/W水準，預估在2016~2018年就有機會大量製造並



▲圖四 Panasonic展示之OLED燈具應用

導入市場。應用情境部分則搭配設計師的巧思，利用OLED輕、薄的面光源特性展出多樣化的燈具，另一方面也開發出供水族箱用的防水型燈片，在在強調OLED是一種“健康”光源的概念，各項展品如圖四所示。

Lumiotec是日本第一家OLED照明公

司，於2008年由三菱重工、ROHM、TOP-PAN、三井物產及城戶淳二教授等合資成立，從2011年開始就以小量產能(~60 K/Year)販售OLED照明燈片，此回則在會場展出更多種多樣的OLED燈具應用範例，例如櫃檯用照明、結合名牌用之背光源及寢室



▲圖五 Lumiotec展示之OLED燈具應用

用燈具等，如圖五所示。主要強調OLED光源的舒適性及輕、薄特性。另外在元件特性上也有相當優異的表現，同樣在高演色性(Ra 90)、最高輝度($4,000 \text{ cd/m}^2$)下發光效率為 45 lm/W ，L70壽命為40,000小時，更優於Panasonic展出之元件效果。負責Lumiotec技術開發的城戶教授認為，未來量產技術若能從Cluster轉為In-Line，成本有機會從目前的 $1,000,000 \text{ JPY/m}^2$ 降為 $10,000 \text{ JPY/m}^2$ 。因此，他於2011年在山形縣成立研究中心(ROEL)，專注在有機電子的基礎研究開發；2013年成立創新中心(INOEL)，專注於有機電子實用化開發，期待能加速OLED照明產業化之時程。

Philips展出的OLED元件是整個會場最亮的，最大輝度可達 $6,500 \text{ cd/m}^2$ 。此元件為Philips GL350的第二代產品，在高演色性(Ra 85)、最高輝度($4,000 \text{ cd/m}^2$)下發光效率為 42 lm/W 、L70壽命為15,000小時。與2012年的第一代產品相比，產品效率從 15 lm/W 提升至 45 lm/W ，壽命也大幅改善。OLED照明後續產品化的挑戰僅剩成本問題，是該公司下一步主要改善的重點。在OLED照明應用上，Philips試圖結合感測技術，以智慧照明為核心，可以感應環境的光或人

影，動態調整輝度及空間位置(如圖六)，而這也是該公司的OLED照明與其他公司較大差異處。

LG Chem則小量展示各種形狀的燈片，皆以玻璃為基板，部分較薄玻璃則可以彎曲，其效率平均都在 51 lm/W 以上，應該還是採藍螢光與黃紅磷光的材料搭配而成。另外一家名為Takahata電子公司，利用東北Pioneer或Panasonic所生產的燈片組裝成醫療用桌上檯燈，讓OLED在醫療相關的高端應用領域嶄露頭角。利用OLED的高演色性，協助醫療現場做更正確的判斷。

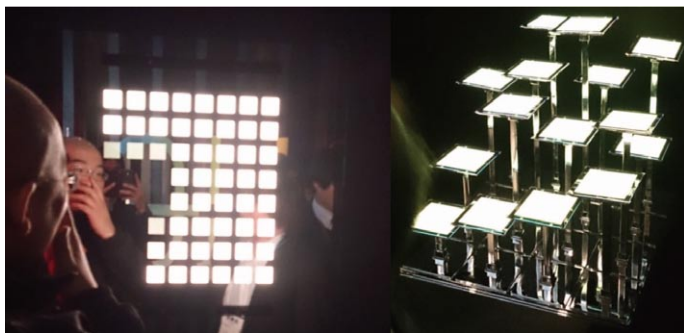
3. OLED照明材料發展

展覽會場除了OLED照明面板之外，一些化學背景的公司也在現場展示OLED相關材料，包括封裝膠材以及光取出材料。例如，日本調味料知名公司味之素(Ajinomoto) Fine-Techno即展示一系列具外部光取出的封裝膠、高折射率($1.5 \sim 1.8$)填平材料(耐溫約 150°C)及軟性OLED整面型封裝材料(Thermal Cure溫度略高 110°C ，需冷凍保存，室溫下膠材壽命約3天)等。

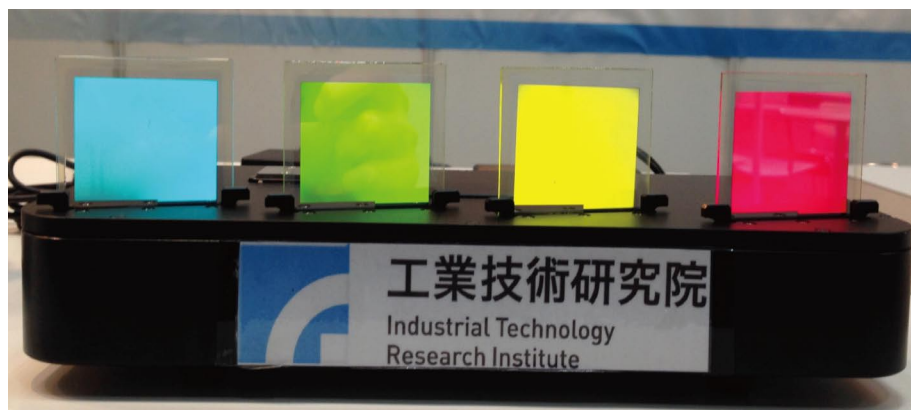
Heraeus公司展示利用高導電度PEDOT與Ag輔助電極製作的ITO-free元件，由於使

用了與玻璃相近折射率的PEDOT材料($n = 1.4 \sim 1.5$)，不會像使用高折射率的ITO一樣，容易發生光全反射而無法使用的情形，也不需高折射率的填平材料來取光，不失為一個釜底抽薪的方法。不過改用PEDOT後，元件壽命與相關製程的整合則尚待測試。

此外，工研院材化所今年也在Lighting Japan會場設攤展



▲圖六 Philips展示之OLED燈具應用



Materials	Blue		Green		Yellow		Red		White	
Process	VTE	Spin	VTE	Spin	VTE	Spin	VTE	Spin	VTE (W)	Spin (WO)
EL Spectra (nm) or CIE	472	484	512	528	560	564	604	600	(0.38, 0.49)	(0.32, 0.47)
Current Efficacy (cd/A)	51.1	37.9	69.4	57.1	64.8	45.8	45.2	34.6	118	35.9
Power Efficacy (lm/W)	47.2	29.8	64.2	47.2	55.8	36.0	31.6	24.1	116	25.1
EQE (%)	23.5	15.1	22.9	15.9	20.4	13.8	20.5	16.2	37.1	12.4

※ VTE: Vapor Thermal Evaporation, W: With Light Extraction, WO: Without Light Extraction

▲圖七 工研院材化所展示高效率有機發光材料及溶液製程驗證

出OLED用封止膠材、高耐熱透明基板材料和有機發光材料及溶液製程驗證等相關研發成果(圖七)，吸引了包括Panasonic、Konica Minolta、Toray等多家知名大廠的關注與興趣，展出內容相當受到矚目。

Nepcon Japan 2014趨勢觀察

1. 先進IC構裝材料與技術

近年來，由於IC構裝的高密度、大尺寸、多功能整合及薄型複雜半導體構裝發展趨勢，使半導體封裝材料需符合低應力、低翹曲、高可靠度及綠色環保的需求。IC構裝型態則從BGA、MCP、CSP等演變到高密度CSP、堆疊式構裝(3D-

PKG)、WL-CSP，進而趨向於高品質、高密度、多功能的封裝方式，如System-in-Package、3D-IC構裝等。目前的半導體構裝大多以相機模組構裝、Power Module、LED構裝及MEMS構裝等應用為主，構裝技術則以高性能、低成本為主要走向。

在大尺寸IC構裝方面，Toray針對2D、3D或FOWLP (Fan-out Wafer Level Package)的構裝型態發展細線距、高產能、精準製程技術等相關技術。在細線距的需求下必須有精準對位、細間距底部充填膠材(Underfill)點膠以及考量薄型晶片造成的應力問題；在產能方面需兼顧高產速、良率；在製程能力上的挑戰則是在大尺寸面積構裝時控制翹曲量、不同Bonder Type (COB、

▼表一 Fan-out WLP不同封裝製程所需的封裝材料特性需求與種類

Application Method	Characteristics	Polymer Type
Compression (Liquid)	High Polymer Flow High Modulus (~20 GPa) Low CTE (<10 ppm/°C)	Epoxy Hybrid
Compression (Granule)	High Heat Resistance High Modulus (>20 GPa) Low CTE (<10 ppm/°C)	Epoxy Hybrid
Printing (Liquid)	Good Printable Low Modulus (~20 GPa) Low Stress (<10 ppm/°C)	Silicone
Lamination (Film)	Large Size Application Low Modulus Low Stress	Silicone Hybrid

資料來源：Shin-Etsu Chemical Co.

COF、COC等)時的Bonding製程能力等。

在封裝材料方面，信越化學也針對大尺寸封裝及晶圓級封裝的相關構裝材料進行研究開發。當晶圓尺寸由先前的200 mm發展到目前的300 mm，進而發展到470 mm × 370 mm時，也須對應不同製程技術開發相關的封裝材料。封裝材料在晶圓薄化製程時需考慮接著性、低應力的Temporary Bonding Material、重分佈層材料(RDL)、保護晶圓/晶片的模封材料等。

信越化學針對Fan-out WLP不同封裝製程所需的封裝材料特性需求與種類做了整理，詳如表一。

另外，Namics公司為了確實掌握材料開發方向、縮短材料開發時程，利用電腦模擬(FEM分析)先行確認材料特性與翹曲量的關連。模擬結果顯示，在兩層的堆疊構裝中，底部的Underfill材料對翹曲量的影響較大，較低的 T_g (120°C)、較低的E1 (Storage Modulus~500 MPa)及稍高的熱膨脹係數(CTE1~35 ppm/°C)可以得到整體構裝元

件較低翹曲量的封裝品質。

2. 奈米油墨發展走向

從印刷電路板到有機薄膜電晶體元件，隨著產品的不斷開發，各種印刷技術持續精進，導電油墨也隨之蓬勃發展。這回在43rd INTERNEPCON Japan的展覽會場與專題演講中，即有多場相關的討論與發表。

山形大學的有機電子研究中心開發出新型奈米銀粒子油墨，可儲存在醇類中。在100°C燒結時電阻率可達6 Ωcm；在150°C燒結時電阻率更可達3 Ωcm，其圖案化方式可以直接印刷或表面修飾(調整親疏水性)來控制。若採表面修飾圖案化，可利用旋轉塗佈法，解析度可達100 ppi，而噴墨印刷的線寬線距可以做到31/27μm，燒結溫度已可從120~150°C降至100°C。由於奈米銀油墨未來主要係應用在電子紙、有機發光顯示器、電子標籤、無線電源板、生物感測器等軟性電子上，因此針對印刷銀電極於不同材質塑膠基板上的接著強度也做了一系列的測試。由測試結果得知，當表面能越高時，奈米銀油墨與基板的融合面積就越大，也代表接著強度越大。目前山形大學測試出的最佳基板材質以Cyttop為主，其耐彎折的彎曲半徑在3.5 mm下可承受100次彎折仍依舊穩定。

FUKUDA公司開發出奈米銅粒子，主要利用銅的前驅物與樹脂混合，利用爆炸法得到奈米級的銅顆粒，其粒徑只有數十nm，可應用於導線。另外，也開發出50 nm之奈米氧化亞銅粒子，可儲存於醇類中，目前主要的應用範圍多在細微導線的建立、散熱與抗菌等方面。

Ishihara Chemical則開發出新型奈米銅

油墨，可分散於有機溶媒，平均粒徑小於70 nm，可利用噴墨印刷（固含量<50 wt%）或凹版印刷（固含量<80 wt%），塗佈於PI或玻璃上，先進行乾燥(<100°C)，此時電極並沒有導電性，之後再給予強光源於室溫大氣下進行光燒結，其接著非常好且體積電阻可達4~5 Ωcm ，只比巨觀銅的體積電阻大兩倍左右。除了基板PI與玻璃外，陶瓷基板、矽基板或PET等亦適用。目前該公司已成功小型量產圖案化電極，並且可在電極上進行增厚以利於電極承載更大的電流負荷。此項研究開發除了降低材料成本（銅取代銀）之外，在進行燒結的流程上也減少了真空系統的架設，可應用於各種導電線路基板、顯示器、太陽能基板與3D-IC構裝等，前景相當看好（圖八）。

針對導電油墨的開發方向主要著重在低溫燒結、高導電度及銀的成本降低（部分取代或是完全取代）等。雖然目前市面上仍以導電銀油墨為主，然而材料成本卻是大家亟思解決的，所以奈米銅粒子或銀

銅合金粒子乃成為許多公司研究的對象。不過，目前多數仍處於實驗室階段，要真正能上線製成電子產品尚有許多問題待克服，而利用強光源進行光燒結的應用在國內似乎少有人探討，也許這是日後可以注意與選擇的方法。

3. 高頻基板材料發展

近幾年隨著智慧型手機、平板電腦及筆記型電腦的普及，「上網」已經變成普羅大眾日常的生活習慣。網通市場蓬勃發展，帶動高頻基板材料的整體產值提升，吸引眾多廠商相繼投入。在高頻高速的需求下，低介電損失將是主要的訴求重點。從高頻、雲端對於相關伺服器材料的需求逐漸擴大來看，此材料的市場商機值得期待。

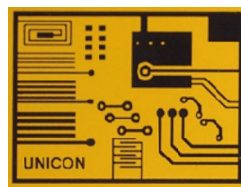
Panasonic推出的Megtron系列為目前市場上的標竿產品，其中尤以Megtron6為高階高頻基板的代表，商品代碼為R5775(N)，使用聚苯醚（PPO：PolyPhenylene Ether或稱PPE）或改性聚苯醚作為主要樹脂，介電

►圖八

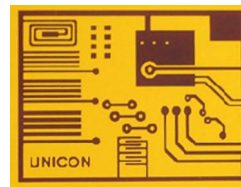
Ishihara開發之導電奈米銅油墨與塗佈後光燒結前後差異以及銅膜增厚效果



Conductive Cu Nano Ink



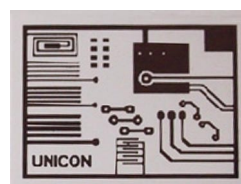
Before Photo-sintering



After Photo-sintering

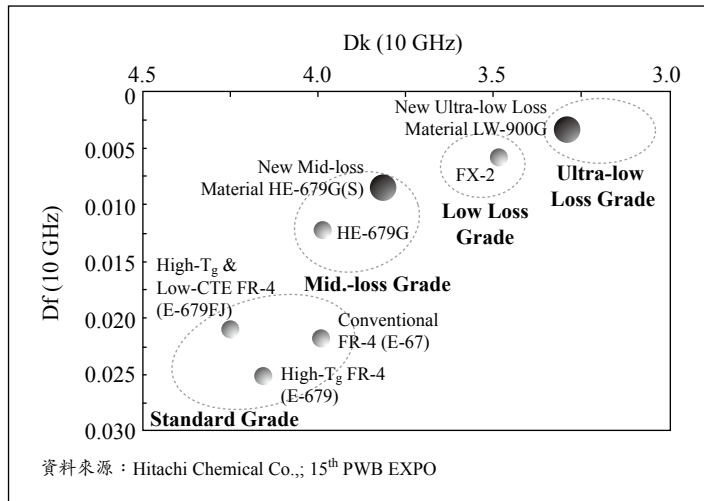


Electrolytic Cu Plating



Electroless Cu Plating (PET)

資料來源：Ishihara Chemical Co., ; 43rd INTERNEPCON Japan



▲圖九 Hitachi Chemical開發之不同介電特性產品

特性 $D_k = 3.4$ 、 $D_f = 0.0015$ (1 GHz)。由於基板是由樹脂及補強材結合而成，所以樹脂含量及種類都會影響基板的電氣特性，此外，補強材的種類也是重要的影響因素，因此不同電子產品可搭配不同的纖維及樹脂來達到訊號高速化與傳輸完整性。R5775(N)使用的玻纖是介電常數~4.6、介電損失~0.0006的NE-glass，其訊號的完整性大於一般使用E-glass的R5775產品。

Hitachi Chemical因應下世代高階基板，也開發出以Semi-IPN樹脂系統為主的Low D_k & Low D_f 基板，除了原本用在高頻載板的FX-2之外，今年又發表了兩款可以應用在高速傳輸的Halogen-free材料：HE-679G(S)和LW-900G。該材料的 D_f 分別落在Mid.-loss (0.01~0.02)及Ultra-low Loss (<0.005)的範圍內(圖九)。

利昌工業也是使用PPE做為主要樹脂材料系統，另外再摻雜環氧樹脂改質聚苯醚的特性來改善加工性，今年除了原本的CS-3376B、C系列產品之外，又推出CS-

3376CN和CS-3376G兩款新商品，其中CS-3376CN與B、C系列最大的差異點在於使用了Low D_k 的玻纖補強材(推測可能也是NE-glass)，其 $D_k \sim 3.1$ 類似PTFE基板，具有極佳的電氣特性。

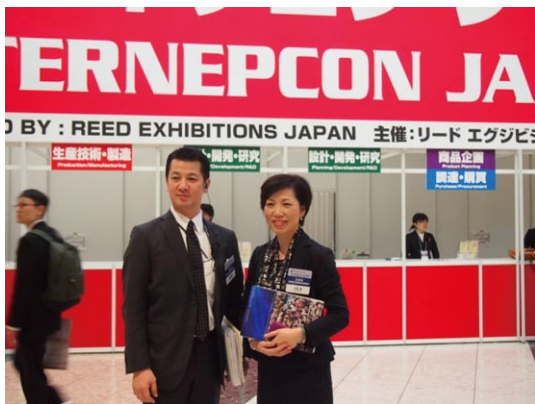
三菱瓦斯是最早投入高頻基板材料開發的公司之一，今年在技術研討會中揭露了一款新的Low D_k/D_f BT樹脂材料，其介電特性比傳統BT樹脂要低~60%、吸水率也只有原本的一半。據云可以藉由調

整BT/Epoxy樹脂的比例，搭配不同的填充物來控制所需之介電特性，應用在不同產品上。另外，還有Nelco推出的N4000-13系列；Isola推出的FR408系列皆是 D_k 值設定在3.0~4.0的產品，但其介電損失大都>0.004之上。綜合來看，介電常數小於3.7、介電損失小於0.005應是目前市場的主流。

隨著科技發展，各式電子產品與設備朝向高頻化發展，尤其在無線網絡、衛星通訊日益發展、資通訊產品走向高速、高頻等容量大、速度快的無線傳輸趨勢下，新一代產品的PCB材料都需具備低介質常數、超低損耗因數及耐熱性佳等特性，而新的高分子樹脂應用更為重要的一環。

Lighting Japan/Nepcon Japan 2015 明年1月東京見

每年主辦近百場大型展會的日本最大辦展公司—Reed Exhibitions無疑是2014 Lighting Japan/Nepcon 2014成功的最重要推手。誠如該公司石積忠夫會長在迎賓酒



▲圖十 Reed 公司展會事務局長Yuhi Maezono (左) 與海外市場部部長大道雪 (右)

會致詞時所說的，Reed公司自1972年起，即開始主辦以「電子封裝及製造展」著稱的Nepcon，40多年來陪著日本電子產業一起成長茁壯，迄今已成為全球最重要的電子產品研發、設計及製造的國際展會。Reed公司展會事務局長Yuhi Maezono (圖十) 在接受本刊專訪時進一步表示，由於此項展會集多項技術於一堂，只要走一趟有明國際展覽會場，即可同時看到最新展品並蒐集到最新技術資訊，是廠商與買家的最佳商機平台，也是專家與學者最好的技術交流園地。Reed集團副總裁鈴木一先生 (圖十一) 則在說明整體展會規畫時指出，今年將Lighting Japan展場與Nepcon、構裝等整合在一起，充分發揮了綜合效果。除了Design Lighting Tokyo EXPO的參展廠商比2013年成長一倍之外，今年增設Bridge專區，首度引進歐美設計師的作品在日本亮相。



▲圖十一 Reed集團副總裁鈴木一 (右) 及海外市場部部長大道雪 (左)

在研討會的主題規畫方面，則除了邀請領域專家設計專業課程之外，也參考去年的會員意見，特別設計多場與OLED相關的主題，掌握趨勢脈動，提供更豐富的内容給來自全世界的與會者。

提供更全方位的展會，讓買賣雙方能在完備的商展平台上創造商機是主辦單位的目標。明年1月14~16日，Lighting Japan/Nepcon Japan 2015將在同一地點—東京有明國際展覽會場登場，有興趣參展的廠商歡迎及早預約。而欲進一步了解展會相關内容的朋友，請參考下列網址：

<http://www.lightingjapan.jp/en/Home/>
或直接聯絡：

Reed Exhibitions 海外市場部

大道雪部長 (國台語皆可通)

電話：81-3-33490598

e-mail: ohmichiy@reedexpo.co.jp