



從NEPCON JAPAN與Wearable EXPO 2018看電子構裝與穿戴式裝置之最新發 展趨勢

The Latest Development of Electronics Packaging and Wearable Devices
in NEPCON JAPAN and Wearable EXPO 2018

詹英楠 Y. N. Chan¹、吳禹函 Y. H. Wu¹、劉彥群 Y. C. Liu¹、
范淑櫻 S. Y. Fan²

工研院材化所(MCL/ITRI)¹研究員、²材料世界網特派記者

前言

第47屆電子研發暨製造綜合展「NEPCON JAPAN」於2018年1月17~19日在東京國際展覽館盛大舉行(圖一)，於此

同時，10th「汽車技術博覽會(Automotive World)」、人氣熱門的4th「可穿戴式設備與技術博覽會(Wearable EXPO)」以及2nd「機器人開發活用展(RoboDEX)」與「智慧工廠博覽會(Smart Factory Expo)」等相關展會亦



▲圖一 開幕剪綵現場匯聚產/官/學/研，各界嘉賓為大展揭開序幕



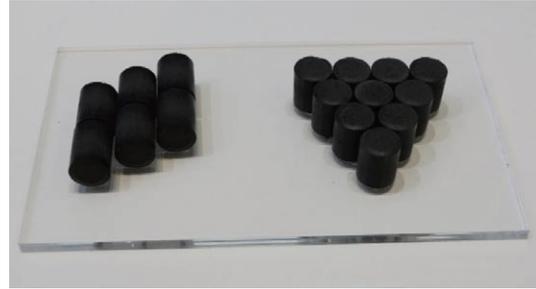
▲圖二 NEPCON JAPAN 2018帶來近12萬的參觀人潮，展會規模為歷屆之最

同步登場，成為2018年初最受業界矚目的盛事。在主辦單位Reed Exhibitions Japan的全力推廣之下，今年展會規模再度大幅擴大，展會主題既多元又豐富，共有2,480家的廠商參展，其中有439家來自全球34國，參展商數再度創下新高紀錄，並帶來近12萬的參觀人潮，展會規模為歷屆之最（圖二）。

展會期間，工業材料雜誌/材料世界網與工研院材化所多位技術專家共同合作，以即時報導方式，將現場最新資訊透過最迅速的電子報，提供第一手展會動態給國內讀者。礙於版面篇幅，本文將提供重點觀察以饗讀者，更多展會相關內容置於材料世界網(<https://www.materialsnet.com.tw>)，歡迎對現場報導有興趣的讀者至材料世界網免費閱覽、下載。

展場巡禮—各廠競相推出 構裝新技術/新產品

隨著電子產業持續發展演化，NEPCON JAPAN的展會內容也因應產業趨勢進行調整。此次共有電子製造與實裝技術、



▲圖三 日立化成低介電封裝材料CEL-X-DF系列實品

半導體封裝、微細加工、電子零組件與材料、印刷電路板、LED與半導體雷射、電子量測檢修等七大展區，且延續近年結合Automotive World、Wearable Expo及Smart Factory Expo等展覽主題，內容相當多元。

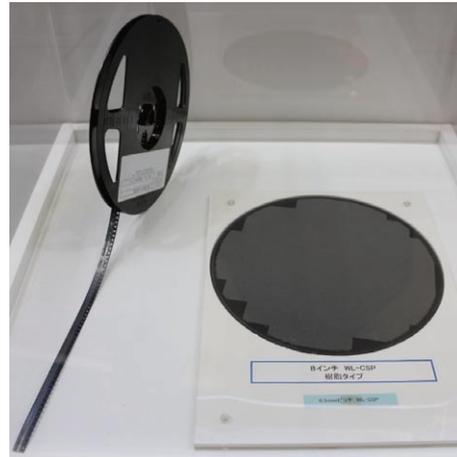
隨著近年物聯網(IoT)結合智慧穿戴、5G通訊、智慧車等的發展趨勢，此次展出之先進半導體構裝材料技術包含高頻低介電低損耗基板材料、可撓式和可拉伸式基板材料、透明電極/電路印刷材料等，並特別著重在高密度大面積化晶圓級封裝材料、相關模封製程設備。展會並設有半導體封裝測試載具設計、試做及檢測驗證專區，提供智慧車載半導體構裝、各式電動車輕量化、安全輔助駕駛系統及自動駕駛系統用之各式感測器、高耐熱及高導熱材料等的新材料與設備技術。

在半導體構裝材料方面，日立化成公司發表多款針對高頻傳輸速度與訊號品質的構裝材料，可應用於5G通訊、毫微米波雷達等通訊相關領域。此類新開發材料皆具備低介質常數與低介電損失等特性，可有效降低傳輸損失，達到高效率的傳輸品質。

圖三為日立化成首次展出之低介電封



▲圖四 日立化成低介電損失增層薄膜材料MCF-400HS實品



▲圖六 LAPIS Semiconductor發表之8吋晶圓樹脂封裝後之實品



▲圖五 日立化成低傳送損失/低熱膨脹多層材料MCL-HS100實品

裝材料CEL-X-DF系列，其 $D_k = 3.5$ 、 $D_f = 0.004$ ，可應用於轉注成型及壓縮模製等加工方式，且具有良好黏著性與成型性。此外，該公司亦展出多項高頻應用基板相關材料，**圖四**為低介電損失增層薄膜材料AS-400HS/MCF-400HS，其 $D_k = 3.2$ 、 $D_f = 0.0028$ ，此材料具有良好介電特性、高可靠度表現且適用於多層基板加工結構。**圖五**為低傳送損失/低熱膨脹多層材料，此材料除了具有低 D_k 、 D_f 之外，更具備低CTE特性，可用於半導體及相關模組封裝，可有

效降低翹曲等問題。

為因應晶片封裝產品對於高密度多功能異質整合、高傳輸效率與低成本等需求趨勢，產品內部元件體積尺寸也越來越講究輕薄化設計，相對的，構裝材料端也面臨日趨嚴峻的信賴性需求與可靠度考驗。LAPIS Semiconductor半導體公司即提供自有半導體封裝技術，擴大先進半導體相關封裝試做及檢測驗證服務，主要業務包括提供扇入型晶圓級封裝(WL-CSP)試做及檢測驗證服務、扇出晶圓級封裝(Fan Out WLP)試做及檢測驗證服務、極小型和薄型化WLP封裝技術。8吋晶圓相關封裝實品試做如**圖六**所示，可滿足客戶對移動設備之高性能與小型化的要求，提供客戶在開發優良產品導向與累積技術能量時之支援。

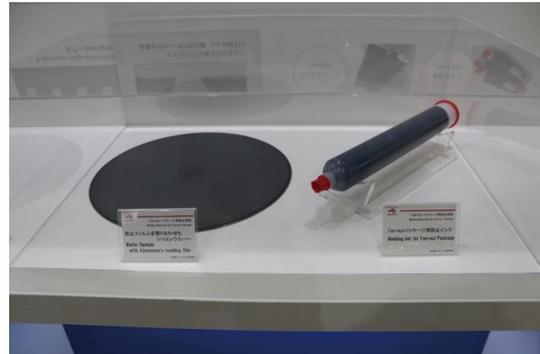
昭和電工也展出多項材料與新型樹脂原物料，其中兩種非一般環氧氯丙烷合成製程，而是以氧化法進行環氧化製程合成之低氯環氧樹脂(PETG及BATG)，如**圖七**



▲圖七 昭和電工超低氯環氧樹脂 (PETG、BATG) 樹脂樣品

所示。PETG屬於脂肪族環氧樹脂，總氯含量僅有15 ppm，相較於傳統環氧樹脂使用環氧氯丙烷合成金環氧樹脂的總氯含量，僅其數百分之一甚至萬分之一。且PETG為透明無色、低黏度環氧樹脂，與酸酐硬化劑硬化後， T_g 仍有154°C。BATG則為主體結構較為剛性的芳香族環氧樹脂，總氯含量僅7 ppm，與酚醛樹脂硬化劑硬化後的 T_g 更可高於200°C以上，主要訴求是應用在顯示器的Sealing材料上，對於目前半導體封裝高密度、高速運算及高頻等高可靠度特性要求之半導體構裝材料應用趨勢，這兩種超低氯環氧樹脂將有相當龐大的應用商機與市場潛力。

味之素(AFT)公司是日本知名電子材料大廠，除了展出其具知名度之既有產品Ajinomoto Build-up Film (ABF)用於半加成多層基板絕緣薄膜材料之外，同時也展出新型Ajinomoto X Film (AXF)。AXF材料是以ABF材料核心技術及薄膜、膠材(Paste)等材料技術為基礎，針對需求取向，從分子設計、配方、製程加工性等進行客製化機能性材料的開發，適用於穿戴式裝置、感測



▲圖八 AFT之扇外型晶圓級液態和片狀模封材料展品

器、可撓式顯示器、IoT、攜帶裝置、車用及醫療健康各領域。

此外，味之素亦展出高阻水氣透明薄膜材料，新產品的主要特徵在於①高阻水氣性，在85°C/85% RH的測試環境之下，水氣滲透至5 mm深度需560小時，在60°C/90%R.H.環境，需時更達3,700小時；②具可撓性，可通過10萬回曲率半徑3 mm之撓曲測試；③透明性，可見光範圍透光度大於98%，且具有低霧度(Low Haze)。此產品可應用於量子點三明治式封裝、OLED封裝及有機薄膜太陽能電池(OPV)封裝等。而針對近年來扇外型晶圓級封裝，味之素亦有以ABF材料為基礎之RDL介電層材料及液態和片狀模封材料展出，如圖八所示。

為因應車載相關等高頻高速傳輸應用材料需求，NAMICS公司展出具有高耐熱、低熱膨脹係數、低介電損失等特性之產品，以符合薄型化及高頻高速化之趨勢。依據不同材料特性可區分成多種類型產品，例如低損失絕緣接著材料。此類絕緣黏著材料具有低介電常數、熱可硬化及高黏著特性，可應用於毫微米波雷達材料、PCB或是



用於增層法(Build Up)基板內層的絕緣黏著材料，且該材料的低介電特性與低介電損失率較熱塑型的PI及LCP優越許多。

展會中NAMICS也推出兩種高導熱傳導型接著材料。一種為高導熱傳導接著薄膜材料，此類材料可應用於功率模組、放射板以及LED上，具有低壓、低溫製程加工性、低熱阻抗以及高柔軟特性等特徵，可通過各項高溫高濕及TCT耐久性嚴苛信賴性測試。另一項則是高熱傳導及低溫燒結型高導熱固晶膠，其導熱粉體相當特別，是在奈米銀粒子表面覆蓋上單層胺類化合物，再經過150~300°C燒結，此固晶膠具有60~140 W/m·K之高導熱性。

另外，還有開發中的高耐熱導電型接著材料產品，具有在200°C仍可維持良好黏著之特性，優於目前材料僅能在150°C時使用的黏著性及各項規格。另外，尚有高機能性接著劑產品，可依加工方式分成熱硬化型及UV熱硬化型兩種，具有低溫短時間硬化性、良好的預先固著(Prefixing)特性，以及優異耐濕性及耐衝擊性等。

日本化藥公司於會場展出各式功能性高分子及樹脂產品，展現出全面且優異的原料製品技術。其中，多功能樹脂系列更是一大亮點，包含低介電特性之順丁烯二醯亞胺(Maleimide)樹脂、高 T_g 耐熱環氧樹脂以及低氯高純度環氧樹脂。

低介電特性之順丁烯二醯亞胺樹脂MIR-3000相較於一般的順丁烯二醯亞胺樹脂有更低的吸水率，一般的吸水率為2.5%，MIR-3000只有1%。根據三點彎曲測試，有更佳的抗彎強度。此樹脂系統易溶於常見的丁酮(Methyl Ethyl Ketone; MEK)溶劑，具備良好的溶解度。如以胺類硬化劑

DDM進行硬化，其 D_k (@1GHz)為3.01， D_f 可降低至0.004， T_g 可達229°C。

高 T_g 耐熱環氧樹脂又分為單體型四官能基的GTR-1800、高分子型的EPPN及具備甲基改質的FAE系列。此三種型態高耐熱樹脂利用同當量的Phenol Novolac進行硬化後， T_g 皆大於200°C，其中GTR-1800最高可達267°C。此外，EPPN與GTR系列透過DMA量測後發現，其儲存模數在230°C只有緩幅的下降，這也代表其擁有相當優異的耐熱性，具備了應用於車載封裝材料的潛力。

相較於一般的環氧樹脂擁有1,000~1,500 ppm的氯離子含量，日本化藥的低氯高純度環氧樹脂產品僅有200~300 ppm的氯離子含量，為一般的五分之一，同時具備低黏度，可作為稀釋劑搭配分子量高的樹脂系統使用。

日本SOMAR公司擁有優異的耐熱絕緣樹脂合成技術，在這次的展會中展出各式用於車載馬達相關的絕緣樹脂產品。首先是HEV/EV馬達用端子封裝用絕緣材料，其具備低熱膨脹係數與耐熱性，與UL-1446 (180°C) H等級相當，並可使用靜電噴塗的方式進行塗裝。第二項是用於馬達線圈的含浸絕緣樹脂，具備接著性、低黏度與高耐熱。 T_g 最高的產品可達180°C，導熱係數最高的產品可達0.43 W/m·K。最後則是應用於IPM馬達的磁性材料接著劑，此材料具備優異的柔軟性，流動性佳、黏度低，易於灌注進需要置入磁鐵的鐵件空間。另根據不同的加工需求，有一液與兩液型的產品可供選擇。

日本合成化工公司在本次展覽中展出了多項應用於車載高功率元件的封裝樹脂



▲圖九 日本合成化工公司展示液態封裝材料應用於功率模組封裝之實品

材料。產品主要包含兩大類：其一為液態樹脂，例如環氧樹脂、聚氨酯樹脂；另一項則是成型材料，例如酚醛環氧樹脂。

高耐熱的環氧樹脂液狀材料同時具備高耐熱、高密著性以及難燃性。硬化後的CTE僅有16 ppm，熱傳導率為0.8 W/m·K，在高溫205°C下2,000個小時，其 T_g 仍然維持在250°C不變，也證實此材料擁有極佳的耐熱性。在展場中，日本合成化工也同步展出以此液態封裝材料應用於汽車引擎中的功率元件封裝（圖九）。另一類的耐高溫聚氨酯樹脂可通過85/85測試以及150°C硬度經時變化的測試，同時具備良好的可撓性與0.8 W/m·K的導熱係數。

第二類的成型材料則具備射出成型的可能、耐熱性佳以及極佳的尺寸安定性。其 T_g 為277°C，熱裂解溫度為430°C。在進行封裝時，可提供更低的黏度以進行後續加



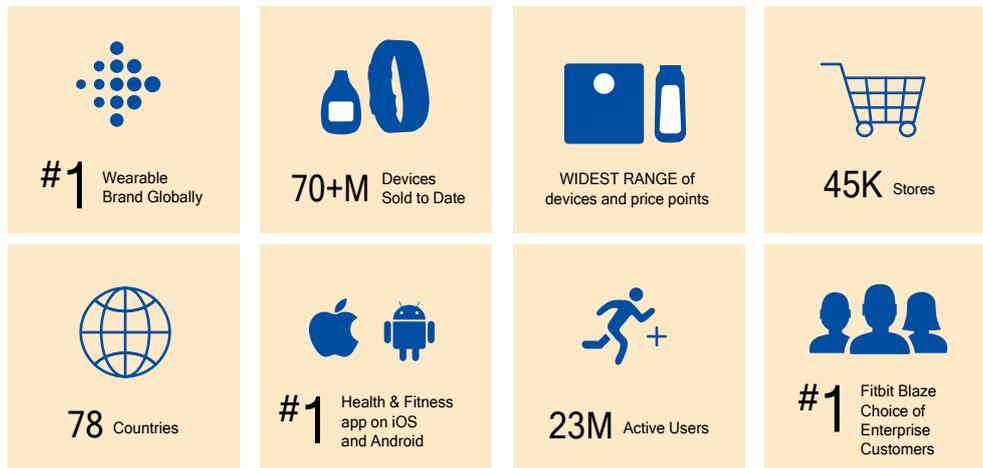
▲圖十 論壇參與盛況

工，且硬化後的變形量低，不會因為翹曲變形而造成元件損傷。

全球各界重量級專業人士與會 展開各類深度論壇

2018 NEPCON展會的另一項特色為推出精彩的各項研討會，包括基礎講座、特別講座與技術研討會等共計350場次的主題規劃，內容豐富而多樣，超越歷屆展會紀錄。其中Automotive World適逢10周年，特別邀請到120位各界重量級專業人士，包括日產、豐田、馬自達、本田、三菱、Daimler AG、Terrafugia、NVIDIA Corp、Intel、Panasonic等領導大廠與產業先進共襄盛舉。除了從引擎革命實現永續社會的觀點進行討論之外，針對目前汽車產業寄予高度關注的電動車、自動駕駛、飛行汽車等相關議題，也都有深入探討，各界專業人士就此領域之關鍵技術與最新發展趨勢提出重要的預測與觀察（圖十）。

此外，Wearable EXPO、RoboDEX等也都提供了豐富的研討主題。其中，Wearable Device & Technology Expo的基調演講，邀



▲圖十一 Fitbit公司概況及未來發展

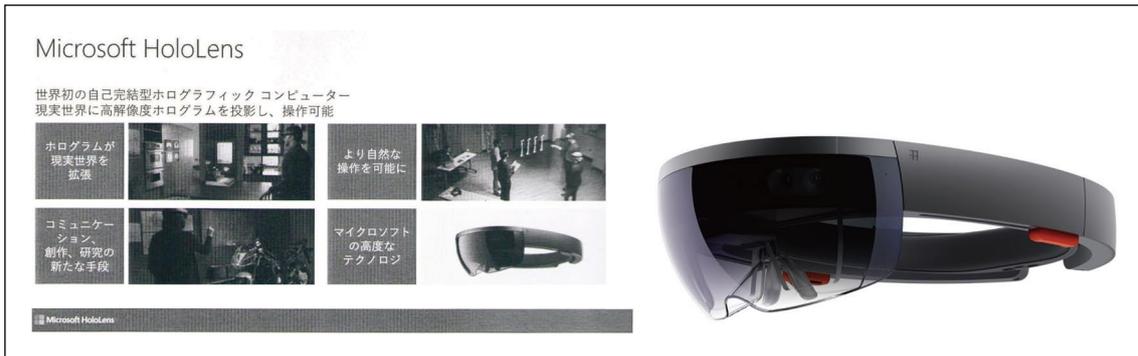
請到Fitbit Inc.執行長James Park以及日本微軟公司的資深處長三上智子，針對「穿戴式醫療照護的未來發展」進行演講。

Fitbit是美國一家智慧型手錶研製企業，成立於2007年，主要提供健康與健身相關產品，James Park首先介紹了Fitbit企業概況與未來穿戴式電子裝置推廣至健康照護領域的概念，如圖十一。Fitbit未來的目標產品是希望可以應用在不方便到醫院或慢性病患的健康監測，以隨時隨地追蹤使用者的健康資訊。目前全球已有1,300多家合作企業在進行相關的大數據收集，其中在日本就有50多家。Fitbit提供軟/硬體給用戶使用，並持續修正系統，期達到符合各國的使用習慣，以及設計出簡單容易了解的控制介面。現階段在心跳、分析睡眠各階段，總共已收集1億筆以上資料，為全球最大的資料庫。

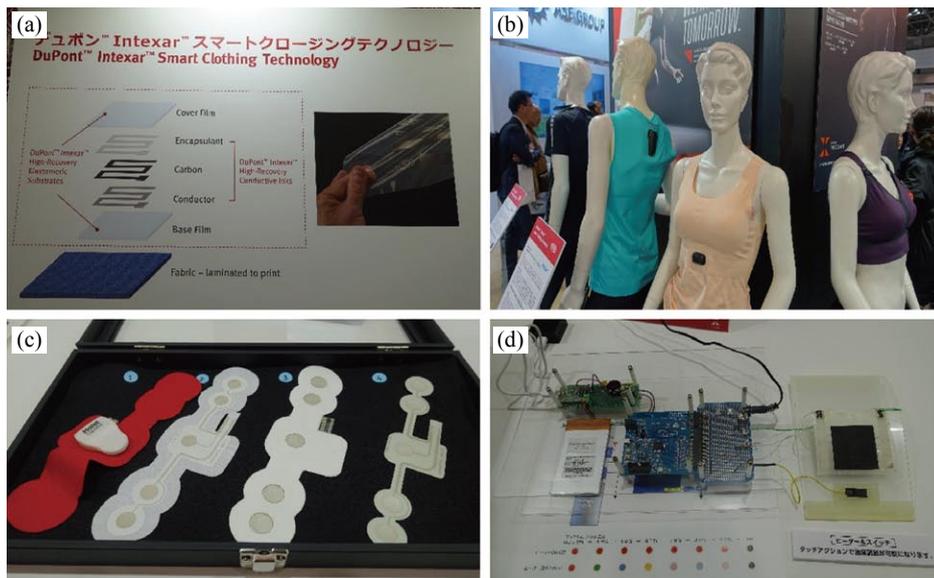
例如Fitbit利用偵測血氧飽和度(Pulse Oximetry; SpO₂)來監測睡眠中血液的含氧量。偵測原理為利用動脈的脈動，在紅光

660 nm (RHb吸收為HbO₂的10倍)及紅外光940 nm (HbO₂吸收為RHb的2~3倍)二種不同光波照射下，轉換成體積描計的波形，利用此兩種體積描計的波形振幅比率，轉換成氧氣飽和度。這是一種普遍被接受可以反映呼吸狀態的指標，用以了解病患何時呼吸中止，也可以偵測心房顫動的情形。Fitbit將以上數據與心電圖進行比對，SpO₂的誤差率已小於10%，心房顫動誤差率小於1%。目前Fitbit也陸續在進行血糖測量方面的功能開發；美國食品藥品監督管理局FDA也表示支持。另一方面，Apple及Google也相繼投入穿戴式電子在健康照護方面的研發應用。

日本微軟公司資深處長三上智子在研討會中則介紹了微軟的新產品—Microsoft HoloLens全晰眼鏡，如圖十二。HoloLens是一款搭配Windows 10的智慧眼鏡產品，採用先進的傳感器、高清晰3D光學頭置式全角度透鏡顯示器以及環繞音效，可在複合現實(Mixed Reality)中透過眼神、語音和



▲圖十二 Microsoft HoloLens全晰眼鏡



▲圖十三 (a)杜邦新品牌識別-DuPont™ Intexar™ ; (b)BodyPlus智慧衣 ; (c)Holst Centre可穿戴式遠程監控健康貼片 ; (d)INOAC技術的加熱模組

手勢互相進行交流。傳感器的視野為 $120^{\circ} \times 120^{\circ}$ ，具有頭部跟蹤影像拍攝、聲音捕捉等功能。未來此項產品將可望應用於醫療手術協助、教育訓練、取代教具教學、數據可視化、凌空編輯文件、閱讀組裝說明書、室內設計裝潢、家具安排、舞台設計表演、旅行體驗等可複合現實之活動場

域。唯要達到上述活動與產品的普及化，尚需解決的問題還有裝置微型化、增加視野範圍(Field of View; FOV)，以及提升解析度與靈敏度。由於日本富士通公司也是日本微軟的合作夥伴，未來亦將攜手共同推動穿戴式電子的普及化。

回顧過去10年，穿戴式裝置大多應



用在娛樂等較低精密度的活動，然而在人口高齡化、勞動人口下降的現在，各大企業的願景都以健康照護及智能化為目標，期帶來全新的醫療模式以及改變工廠工作模式，促使穿戴式裝置在照顧服務產業上的應用層面愈來愈廣，也為人類帶來更便利、更有效率的生活品質。

另一方面，同期展出的Wearable EXPO 2018為世界最大的穿戴式電子展覽之一，其中包含台灣、日本、韓國、香港與美國在內的廠商，紛紛展示最新且多樣的穿戴式電子展品以及技術。可拉伸式電子即為關注焦點之一。

在本次展覽會上，杜邦公司發表一項可拉伸電極產品之最新智慧服飾科技以及全新品牌識別—DuPont™ Intexar™ (圖十三(a))，且展出了多項與合作夥伴共同開發之智慧服飾與印刷部件，包括BodyPlus智慧衣(圖十三(b))，服飾內搭載由DuPont™ Intexar™製成的感應器及連接器，能夠提供即時監測以及記錄各種使用者的資料數據並加以分析，包括心率、呼吸速率、心電圖、運動負荷等資訊。另有GMN可撓式印刷電路部件、Holst Centre可穿戴式遠程監控健康貼片(圖十三(c))、INOAC技術的加熱模組(圖十三(d))等多項應用。

NEPCON JAPAN為產業交流、合作之高層次平台

主辦單位Reed Exhibitions Japan事務局前藺雄飛(Yuhi Maezono)局長(圖十四)在接受本刊專訪時指出，NEPCON JAPAN主要是元件相關展示，而另外四大聯展Wearable



▲圖十四 Reed Exhibitions Japan事務局前藺雄飛(Yuhi Maezono)表示NEPCON JAPAN多展連動，能同時為參展廠商與觀展人士帶來複合性效益，並可一窺產業發展趨勢

EXPO、Automotive World、RoboDEX和Smart Factory Expo則是展出現今產業最新技術應用，各展互動緊密，相輔相成將可發揮綜效。NEPCON JAPAN以綜合性策展規劃，多展連動，同時為參展廠商與觀展人士帶來複合性效益，也能從產業界展出動態一窺未來發展趨勢。

為回應日本中部地區的業界需求，NEPCON JAPAN將於今年9月5~7日首度移師日本工業重鎮—名古屋增辦一場，預約參展狀況非常踴躍，估計將有500家企業參與展出。2018年起，NEPCON JAPAN於東京、名古屋兩地展開，一年二回的大型國際商談會也將為產業界建立起交流、合作、對話的高層次平台，為擴大產業交流提供良好契機，主辦單位也歡迎各界踴躍參展或蒞臨觀展。📍