



從NEPCON JAPAN 2020 聚焦 全球電子產業研發、製造最新技術趨勢

Focus on NEPCON JAPAN 2020 – The Latest Technology Trends of
Advanced Electronic Industry R&D and Manufacturing

陳凱琪 K. C. Chen¹、湯士源 S. Y. Tong¹、林甘軒 K. H. Lin²、
莊貴貽 K. Y. Chuang²、陳芃 Ricky Chen³

工研院(ITRI) 材料與化工研究所 ¹經理、²副研究員、³材料世界網特派記者

前言

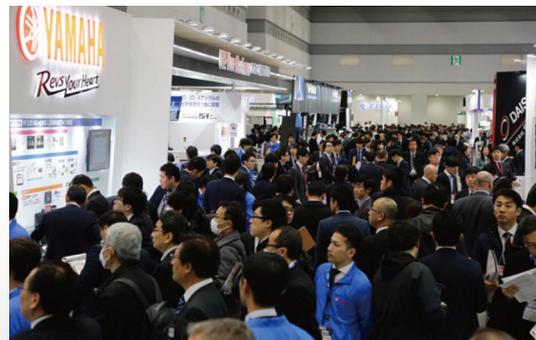
亞洲最大、全球最具指標性的電子產業綜合大展—「NEPCON JAPAN 2020」日前於東京圓滿閉幕。此項由7個展會組成的年度大展，內容涵蓋了材料、元件、電子製造、SMT、封裝測試、檢測分析及模具、切削、精密加工等，完整串聯起電子製造業上中下游各個不同領域，吸引國內外2,100多家廠商參展，不重複計算入場次

數有超過6.7萬人到場參觀，為2020開春寫下第一場熱鬧新頁(圖一~圖二)。

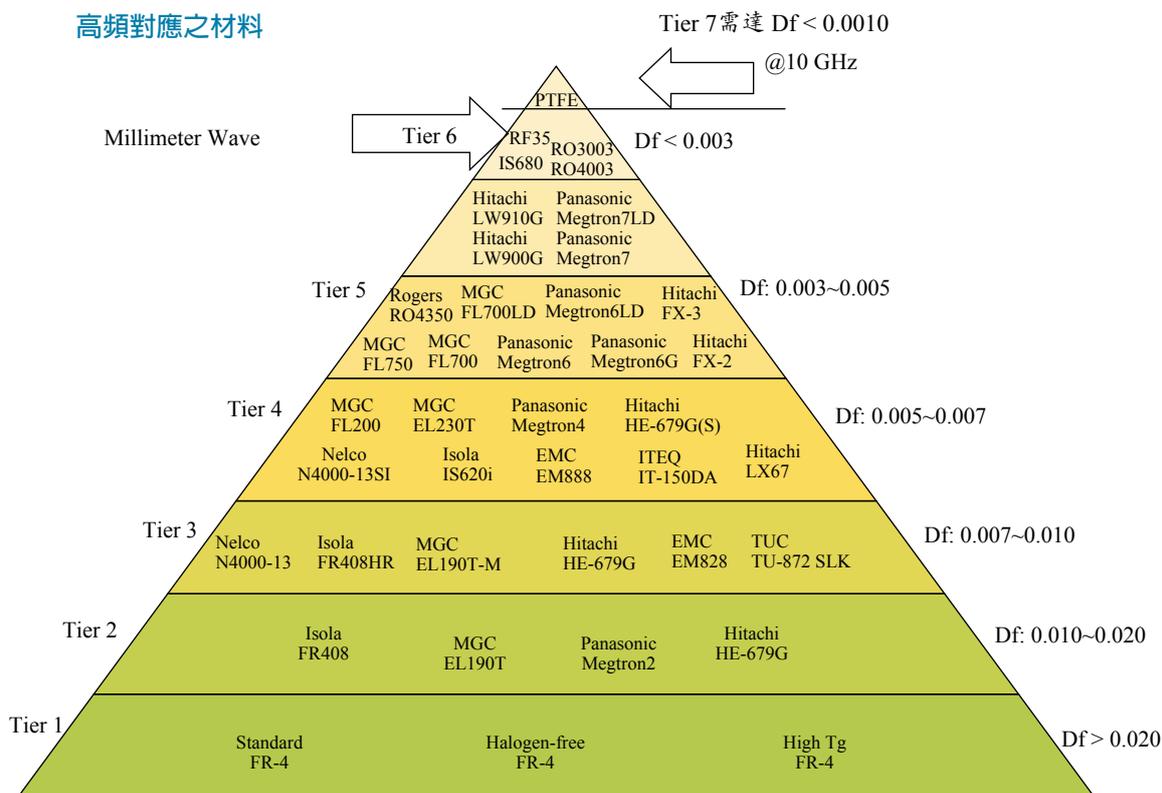
同期展出的還有由6個子展會組成的「AUTOMOTIVE WORLD 2020」，展示內容包括電子、EV、輕量化、車聯網、零配件與自動駕駛等，多項議題緊扣NEPCON關聯產業。車輛是電子業的重要出海口，更是未來智慧生活中最重要的應用場域之一。兩強聯手、多展聯合不但寫下盛大規模，因相互連結產生的綜效與可能衍生的



▲圖一 NEPCON 2020為亞洲最具指標性的電子產業綜合展，圖為等待報到的參觀人龍



▲圖二 2020年為東京奧運年，日本各大相關企業均使出全力展現新技術，吸引全球參觀者目光



▲圖三 高頻材料產品所對應的介電損失係數(Df)

商機，更是NEPCON展會最大的特色。

2020年奧運即將在東京舉行，日本各界莫不摩拳擦掌，準備一展科技實力。在本次展會中，應用層面與生活體驗亦成為展示重點；無論是先進材料、電子產品設計或精密加工，均積極透過食衣住行等不同層面，實際呈現在世人面前，一方面確立日本智慧科技大國的形貌，一方面亦透過規模經濟導入新技術應用。

本文結合工研院內多位技術專家、材料世界網/工業材料雜誌特派員從不同專業角度切入，彙整出相關產業技術趨勢觀察，謹供諸位讀者朋友參考。更多展會相

關精彩内容更歡迎蒞臨材料世界網(<https://www.materialsnet.com.tw/>)免費參閱。

展場巡禮

本次展會中，針對5G應用於車載上所帶來材料特性的挑戰，包含ECU上的散熱和基板介電低損失等問題，各大廠商均提出自家的解決方案，相關產品介紹如下。

1. 5G用高速基板材料

隨著5G通訊世代來臨，5G基地台大量增加，作為核心設施的印刷電路板(PCB)也大幅增長。5G傳輸資料量更大、發射頻率



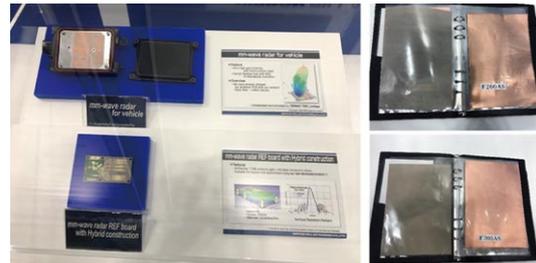
▼表一 AGC Nelco開發之低介電損失材料型號和特性

Laminate Properties	Tg (DMA) °C	Td (TGA) °C	Dielectric Constant 10 GHz Stripline (Typical Resin Content)	Dissipation Factor 10 GHz Open Resonator	Z CTE % Expansion (50°C to 260°C)	
					43% RC	55% RC
MW 1000	240	390	3.4 (65%)	0.0047	1.5%	1.9%
MW 2000	240	390	3.2 (65%)	0.0034	1.5%	1.9%
MW 3000	200	390	3.6 (65%)	0.0039	2.1%	2.6%
MW 4000	200	390	3.4 (65%)	0.0024	2.1%	2.6%
MW 3350	200	390	3.5 (65%)	0.0038	—	2.6%
M-Ply	200	390	3.3 (77%)	0.0020	—	2.1%
MW 8000	185	380	3.2 (77%)	0.0016	2.0%	2.5%
MW 8350	185	380	3.5 (58%)	0.0018	2.0%	2.5%
MW 8300	190	380	3.0 (59%)	0.0025	1.9%	2.4%
MW 3000HF	185	430	3.4 (65%)	0.0038	—	3.0%
MW 4000HF	185	430	3.0 (65%)	0.0022	—	3.0%

更大、工作頻段也更高，PCB材料需要有更好的耐化、耐熱性能，更重要的是必須有低介電損失，以確保訊號的完整度。

在NEPCON展舉辦的PWB EXPO論壇中，提出若要使用5G毫米波段的電路板絕緣材料，其損失係數必須達到Tier 6等級， $D_f < 0.003$ (圖三)，相較於傳統的環氧樹脂 D_f 介於0.02~0.005之間，並無法符合目前需求規格。

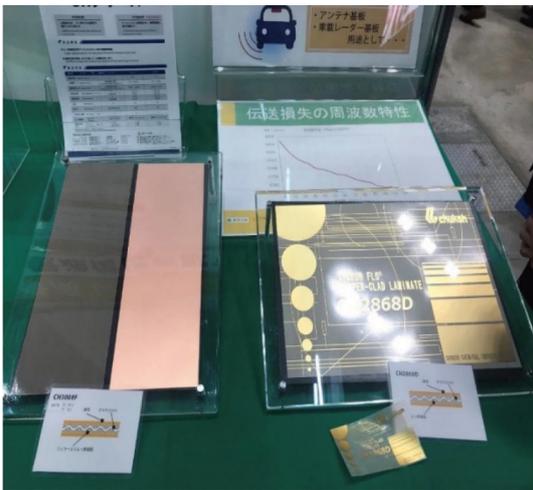
針對上述需求，Nippon Pillar Packing在此次展覽中推出新的低損失材料，均採用PTFE型樹脂，其 $D_f@10\text{ GHz}$ 為0.002~0.0012，同時在不同頻段測試中(10 GHz~90 GHz)，仍維持低損失特性。而傳統上PTFE樹脂在製備成電路板的壓合溫度都超過400°C，該公司透過樹脂改良，可使溫度降低至340°C，同時也降低能耗成本。其多層基板製程也不同于傳統FR-4製程，而



▲圖四 以低損失材料製作毫米波車用雷達電路板，應用於車用雷達

是透過使用Bonding Film當作連接層，在200°C~220°C下壓合成多層板。這種超低損失的板材，可應用在車輛雷達電子產品上(圖四)。

AGC Nelco推出MW8000系列產品(表一)，具有低介電損失($D_f \leq 0.0025@10\text{ GHz}$)、高玻璃轉移溫度185°C~190°C，同時有低熱膨脹特性，可應用在5G通訊電路板

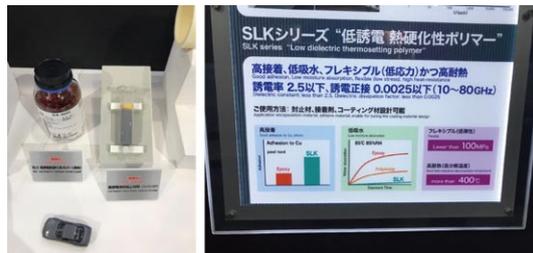


▲圖五 中興化成之低損失銅箔基板材料，可進行含浸加工處理

中。相對於其他產品，在不同頻率下的損耗測試中，其具有較低損失特性(-0.679@28 GHz)。該產品樹脂系統包含PTFE、PPE和含有低極性碳氫化合物，以達到降低基板材料的損失特性。

中興化成展出低損失含氟樹脂型銅箔基板材料(圖五)，其Dk@11~12 GHz為2.28~3.00，Df可達0.0008~0.0015，與銅箔的接著強度可達1.1~1.2 kN/m。此含氟樹脂可直接含浸在玻纖中，再壓合成板材，突破傳統PTFE樹脂無法含浸加工問題。部分產品的樹脂配方中導入無機粉體，使板材的熱膨脹係數降低至8~10 ppm/°C (XY)，可降低後段製程翹曲(Warpage)問題。

軟板方面，絕緣材料主要為PI樹脂。荒川化學展出具有低介電損失的PI材料，透過導入脂肪族鏈段合成Low Df PI樹脂，與多官能基環氧樹脂和硬化劑搭配，可形成低介電損失軟板材料，其Df (@10 GHz)為



▲圖六 信越化學Low Df熱固型樹脂

0.002~0.0025，同時具有良好的耐熱特性，可通過錫爐耐熱性測試，剝離強度(Peel Strength)可達0.8~1.1 N/mm。

信越化學展出開發中的低介電損失型熱固樹脂SLK(圖六)，其Df@10 GHz為0.0025以下，可用在5G用半導體封裝和接著材料。SLK樹脂與銅箔的接著強度為一般環氧樹脂2倍，吸水率也低於PI樹脂和環氧樹脂，同時具有良好的耐熱特性，裂解溫度大於400°C。

2. 散熱材料

在IC與Sensor封裝技術研討會中，提到車載ECU的小型化與輕量化將成為趨勢。在體積縮小後，散熱性成為一大問題，各廠商也針對車載應用開發高導熱材料。

住友Bakelite展出各項應用於車載模組的高性能Molding產品(圖七)。高導熱絕緣樹脂乃是透過自家合成配方混合導熱粉體，製備出與金屬連結的導熱基材(Metal Base Substrate)和具高導熱性之導熱絕緣片(High Thermal Conductivity Sheet)。在高導熱絕緣片上，具有相當的高導熱係數(12 W/m·K)和高玻璃轉移溫度(202°C)，



▲圖七 住友展出高導熱特性車載用絕緣材料、導電高導熱特性材料



▲圖八 Cosmo Oil推出高導熱TIM材料，具快速硬化與耐熱性

適合應用在車載ECU模組上。通常含有高含量導熱粉體會使樹脂變得剛硬和易脆，但在此導熱片透過粉體改質和調整樹脂組成，在尚未硬化前具有高柔軟性，可形成整卷的導熱材料。住友另一項導電高導熱銀膠產品，則是透過銀粒子高溫燒結，使得粒子間不單單只是接觸，而是如同塊銀一樣，導熱性可達 $260 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ，同時具備高導電性、良好接著性，可應用在SiC、GaN和IGBT高需求散熱性功率模組。

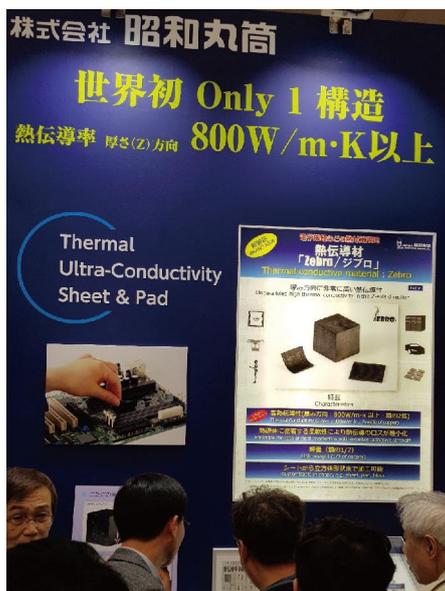
Cosmo Oil展出自家合成的高導熱TIM樹脂材料(圖八)。其樹脂含有大量導熱粉體，提升材料的導熱係數至 $4.9 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ，在 110°C 溫度下30分鐘即可完成硬化。其耐熱性在 150°C 下經3,000小時後，仍可保持熱阻抗值 $2.0 \text{ K}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$ 。而在冷熱衝擊測試中，從 $-35^\circ\text{C}\sim 125^\circ\text{C}$ 來回測試3,000小時，仍保持原本的外觀。

中央電子工業(CDK)展出自行開發的氮化鋁(AlN)纖維，作為導熱用粉體(圖九)，可將樹脂散熱效率由 $0.8 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 提升至 $8 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ，差別高達10倍。常見的導熱



▲圖九 中央電子工業展出高散熱特性氮化鋁纖維，標榜可提升10倍散熱效率

粉體有氧化鋁(Al_2O_3)和氮化硼(BN)，與樹脂混合後需靠著導熱粉體顆粒間的熱傳遞效應；若顆粒堆疊不佳，散熱效果就會降低。AlN以具有長度的纖維解決堆疊問題，同時可以多方向性進行熱傳遞，以達到快



▲圖十 昭和丸筒展出熱傳導材料，熱傳導率為銅的2倍

速排熱效果，可用於5G和車載功率元件。

昭和丸筒公司展出的熱傳導材料Zebro (圖十)，為世界首次展出唯一構造，其在Z軸方向的熱傳導率有800 W/m·K以上，是銅的熱傳導率之2倍，優良的黏著力使熱傳導損失最小化。此外，Zebro的重量十分輕，為銅的1/7，且具有加工性，可做成不同形狀，其耐熱溫度達180°C。

3. 半導體構裝技術

2020年NEPCON JAPAN舉辦多場最新技術研討會，在非常熱門的Fan-out Package技術中，除了既有的FOWLP持續發展，FOPLP因具有更大面積模封的優勢，受到各界矚目。在技術論壇中，Samsung與力成科技(PTI)均對此發表相關最新技術動態。

Samsung指出，FOPLP具有薄型化、高

▼表二 構裝尺寸與封裝元件數量的比例

Package Size	Wafer Size (300 mm)	Panel Size (405 mm × 510 mm)
10 mm × 10 mm	A	3 × A

品質、成本優勢，適合多種應用，包括小型化構裝、RF模組、3D構裝、多晶片堆疊構裝等。表二說明構裝尺寸之間的關係，當一般構裝元件尺寸為10 mm × 10 mm時，Panel Level Package一次模封的構裝元件數量為Wafer Level Package的3倍，在生產率與成本上具有優勢。該公司也提到大面積構裝面臨的挑戰，主要是翹曲量的控制，這部分對於封裝材料的應力、彈性模數是相當重要的關鍵。

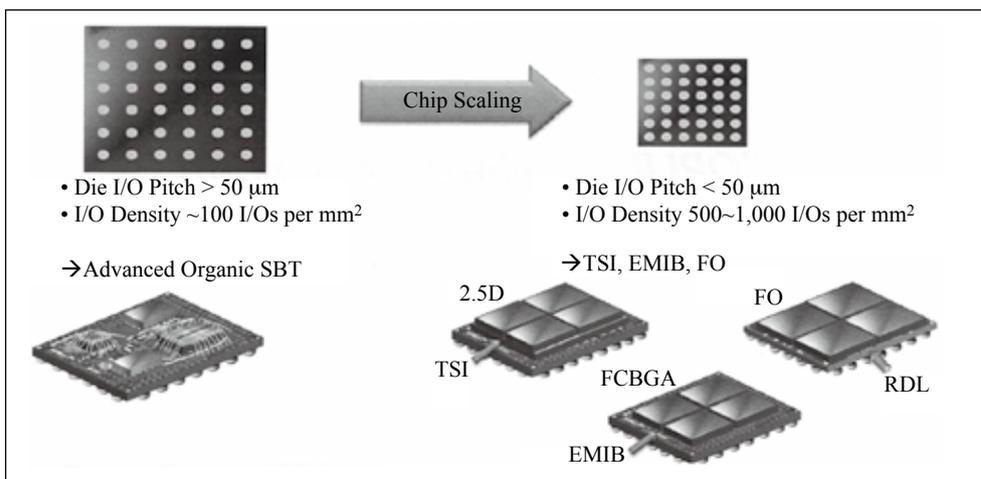
PTI指出，未來的晶片(IC)技術趨勢必然朝向高密度發展，從現有的I/O密度~100 I/Os per mm²，朝向500~1,000 I/Os per mm²目標開發；構裝型態也朝向堆疊式構裝(2.5D、3D、FO)發展(圖十一)。PTI近年投資大量的設備於扇出型構裝技術上，新建廠房預計於2021年完工啓用，屆時將可達到每月50,000片Panel產能。其Fan-out開發技術如圖十二，因應不同應用需求，有不同的構裝元件尺寸(PKG Size)，以及構裝密度(RDL的線寬/線距(L/S))。另外，近年需求大增的HBM (High Bandwidth Memory)組裝技術，PTI亦投入大量心力進行開發，預計於2020年第一季完成HBM構裝，將8個記憶體晶片堆疊於Base Die上，這高難度的構裝也需要高流動性的底部填充(Underfill)，以及高信賴性的EMC封裝材料共同參與。



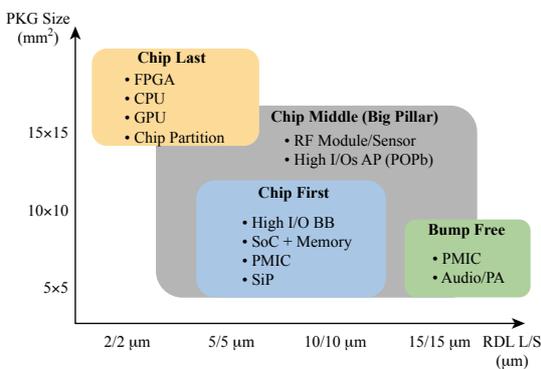
▼表三 應用處理器(AP)的發展趨勢

	Production Year					
	2018	2021	2024	2027	2030	2033
AP Performance (Index)	1.00	1.75	2.66	4.05	6.15	9.36
Data Down Load Rate*	350 Mbps	1 Gbps	2 Gbps	3 Gbps	5 Gbps	10 Gbps
Die Technology	7n	5n EUV	3n EUV + 7/5n Chaplets	2.1n EUV + 7/5n 2D/3D Chiplets	1.5n EUV + 7/5/3n 2D/3D Chiplets	1.0n EUV + 7/5/3n 2D/3D Chiplets
Memory	LPDDR4x 2ch	LPDDR5 4ch	LPDDR6 4ch/ (Wide IO)	Wide IO/HBM	HBM	HBM
Band Width	34.1 GB/s	102.4 GB/s	153.6 GB/s	204.8 GB/s	307.2 GB/s	409.6 GB/s
RDL Bottom Layers	3	3	4	4	4	5
Bottom L/S (μm)	10/10	5/5	2/2	2/2	1.5/1.5	1.5/1.5
RDL Top Layers	1	1	2	2	2	3
Top L/S (μm)	NA	10/10	7/7	5/5	2/2	2/2

*Estimated Max in Smartphone

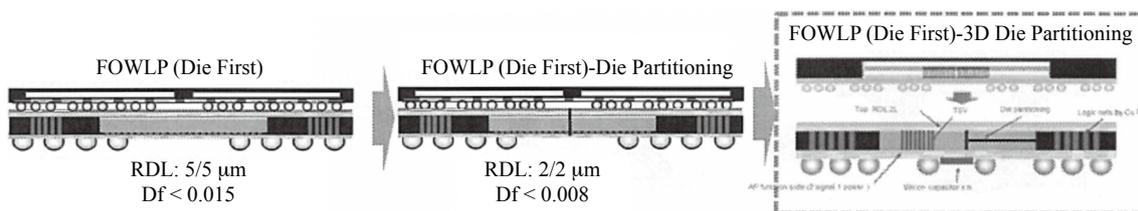


◀圖十一 晶片技術將朝向堆疊式構裝發展



▲圖十二 PTI於扇出型構裝(FO PKG)規劃

SBR Technology在會議中，針對5G到6G時代的構裝技術趨勢進行說明。表三以應用處理器(Application Processor; AP)技術趨勢論述，現階段AP晶片下載速度約350 Mbps，未來下載速度將大幅提升到1 Gbps、2 Gbps，預估10年後可以到5 Gbps，屆時晶片就需要用到1.5 nm的技術方能達到。因此FOWLP (Die First)重分布層(RDL)的線寬線距(L/S)，也將從現有的5/5 μm朝



▲圖十三 5G到6G的構裝技術趨勢

向更細線化 $2/2\ \mu\text{m}$ 技術開發，構裝技術也會從現在的FO往FO + 3D堆疊的高密度構裝邁進(圖十三)。

在5G甚至未來的6G應用中非常需要優異的材料，以滿足快速傳輸、天線構裝(Antenna in Package; AiP)等技術。在AP方面，構裝趨勢未來將朝向TSV製程、3D堆疊的構裝技術發展，對構裝材料的要求也更嚴苛。對EMC材料來說，必須具有低應力、高韌性、高接著強度、低收縮、低熱阻等特性，方能滿足高信賴性的需求。另一個高度挑戰的材料則是RDL，RDL須具備高延展性、避免CTE不匹配的問題、滿足細線寬線距要求、低離子遷移率以及低的Dk、Df特性。

在AiP相關材料方面，特性要求也如基板材料需要低的介電係數與介電損失，同時滿足細線化製程；模封材料部分則需要考量低應力、低硬化溫度、薄型化以及低成本；軟板材料則要求材料需要低介電係數($Dk < 3.2$)、低介電損失($Df < 0.003$)、能滿足堆疊4層以上製程要求。

4. 電源與電子設備

FLOSIFA株式會社開發 α -GaO Based



▲圖十四 FLOSIFA電源功率轉換模組，用於DC/DC電源轉換模組設計及功率應用

SBD之電源功率轉換模組(圖十四)， α -GaO氧化物為剛玉結構材料，與其他電源用驅動元件相比，具有更寬能隙($\sim 5.3\ \text{eV}$)、極低阻抗($0.1\ \text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$)及超高速逆回復時間等優勢，電子遷移率高達 $72\ \text{cm}^2/\text{Vs}$ ，且瞬間切換之導通電阻比市售SiC元件低約50%，有助於大幅降低切換損失及提高功率密度，性能指數高過於現有電源元件。

Murata開發的微型DC/DC電源整合型



▼表四 NEPCON 2020展出之電容器相關技術

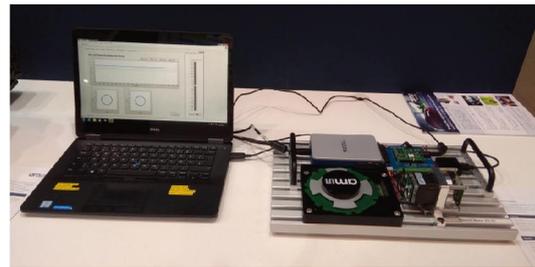
廠商	鋁電解電容			薄膜電容	電雙層電容	MLCC	PML CAP	鉭電容	陶瓷電容
	液態	固態	混合						
Nichicon	✓	✓	✓	✓	✓				
Nippon Chemi-Con		✓	✓		✓	✓			
Rubycon	✓	✓		✓	✓		✓		
Taiyo Yuden (ELNA)	✓		✓		✓				
Kemet (Tokin)		✓		✓				✓	✓



▲圖十五 Murata電源整合模組，具微型化優勢並利於功能整合，可提高設計自由度

模組(MonoBK) (圖十五)，與現有電源設備不同處，在於以積層電感材料及結構作為承載基板，將其他電源用主動或被動元件置於印刷電路板PCB表面，將兩者進行疊壓整合後以形成POL (Point of Load)電源降壓轉換模組，以供多點負載用。規格為輸入2.8~5.5 V，輸出0.4~3.58 V，最大電流達3.5 A。

AMS公司開發定位感測器(Position Sensor)及偵測訊號測試雛形驗證系統(圖十六)，該感測器的設計主要將磁場感應線圈整合於特殊形狀之印刷電路基板表面，當移動時產生磁場改變，使得感測器即時偵測到附近周圍磁場變化進而調整定位。同時針對使用情境開發定位解碼測試雛型



▲圖十六 AMS定位感測器，可應用於車用動力轉向系統、電子裝置定位感應

系統，可直接驗證感測器之性能及性能優化改善方向。該公司另展出感測結構形式之定位感測器，應用於車用排檔加速切換裝置，因應微型化及安裝空間需求，以霍爾磁阻元件作為感測主體，當操作狀態或環境之磁場產生瞬間變化時，會使得磁阻元件產生電壓轉換變化，同步結合感測電路整合並即時回傳中控系統，進行可視化介面即時顯示與分析，以提供使用者更快速精準的定位方法。

在電容器方面，本次展出電容器之廠商一共有五家，包含Nichicon、Nippon Chemi-Con、Rubycon、Taiyo Yuden (ELNA)、Kemet (Tokin)，另外電容器大廠Panasonic則未展出電容器相關技術。表四為本次各



家廠商展出之電容器相關技術。

由各家廠商展品可以看出近年電容器發展趨勢，朝向耐高溫、耐震動與小型化發展，以滿足車用環境條件。目前耐溫最高的產品可達150°C，耐震動可達40 G，小型化設計則是可以降低生產成本，同時也能節省更多空間。

在電池方面，村田製作所(Murata)展出兩款電池產品—Micro Battery CR鈕扣型電池以及圓筒形鋰離子二次電池。Micro Battery CR鈕扣型電池具有高電壓及高能量密度、適用的溫度範圍廣、優良的保存特性等，獲得UL認定合格品並取得IATF16949認證，可應用於胎壓偵測系統、ETC收費等，其耐熱型產品更可在-40°C~125°C使用。圓筒形鋰離子二次電池使用LFP Cathode，具備高安全性、長時間保存性、優良循環壽命，其用途為通信車載機(Telematics Control Unit; TCU)和電源供應。

未來聚焦5G與半導體封裝

NEPCON JAPAN為亞洲最大電子研發、設計以及製造展示平台，忠實呈現國際電子製造業最新的趨勢與脈動。而在2020年的展會中，明顯可以看出5G與AI是最具共通性、最熱門的話題。

NEPCON JAPAN展會事務局前副局長(圖十七)表示，本屆展會中有關5G的展出，主要集中於材料、零部件與基板等產品與廠商；AI部分則是以檢查設備與裝置為重點。在應用層面的強勁驅動之下，2021年將針對5G的零部件與AI檢測，開拓專門對應新展區，同時針對由5G、IoT共同



▲圖十七 NEPCON JAPAN展會事務局局長前副局長，歡迎各界共同參與NEPCON盛會

建立的AI智慧製造有更多的著墨，以滿足商業交流的需求。

對於主導電子產業創新的半導體業來說，傳統的產業鏈生態有所改變，封裝成為最受矚目的環節。對此，NEPCON也將導入相關的資源，在2021年度中展出全球更大的能量。

NEPCON服務電子產業已累積數十年的經驗，緊扣著客戶的脈動，對於未來的產業前景，目前設定為6G與量子電腦的發展，在5年內也將逐步導入這些先進技術，希望能協助業界勾勒出未來電子產業的形貌，並由此尋找自身的定位與機會。

NEPCON目前每年舉辦兩次，若錯過東京場次，在2020年10月21日至23日，將於名古屋舉辦第3屆「NEPCON Nagoya」，同期也包括「AOTOMOTIVE WORLD Nagoya」、「RoboDEX Nagoya」、「SMART-FACTORY Expo Nagoya」等展覽。名古屋為日本工業重鎮，也是Toyota的大本營，展覽將以探討技術應用為主軸，歡迎各界共同參與盛會。📍