



Taiwan Electromagnetic
Industry-Academia Consortium Newsletter

臺灣電磁產學聯盟通訊



聯盟業界成員



台揚科技股份有限公司
MICROELECTRONICS TECHNOLOGY INC.



Quanta Computer



工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute



財團法人資訊工業策進會
INSTITUTE FOR INFORMATION INDUSTRY



國家中山科學研究院
NCSIST NATIONAL CHUNG-SHAN INSTITUTE
OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



先豐通訊股份有限公司
BoardTek Electronics Corp

2	主編的話
	活動報導 — 傑出講座
3	無線充電技術應用與設計探究 成功大學電機系 楊慶隆教授
	活動報導 — 邀請演講
5	車用電子元件多物理共同仿真優化 Multi-Physics Simulation & Optimization of Automotive Electronics 益華電腦 郭安宇資深研發處長
	活動報導 — 國際研討會連線報導
7	2018 國際電機電子工程師協會國際無線電頻率集成技術研討會 2018 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology
12	2018 歐洲電磁相容會議 EMC Europe 2018
18	2018 歐洲微波週 2018 EuMW
	專題報導
24	台灣電磁產學聯盟 2018 年第 2 次半年報 — 5G 天線與射頻前端關鍵技術挑戰與發展趨勢
29	無線電能傳輸結合 5G 新應用研討會活動報導
36	2018 夏季電磁教育引領研討會
	人物專訪
40	專訪鈺創創辦人兼董事長盧超群 — 領頭衝鋒陷陣 研發力展現競爭力
	企業徵才
45	奇景光電
46	國家中山科學研究院 資訊通信研究所
47	先豐通訊
48	耀登集團
49	聯發科技
	動態報導
50	最新活動 & 消息
51	儀器設備及實驗室借用優惠方案、聯盟會員專區
52	2019 傑出講座



主編的話

為促進科技發展與創新，我們推出由學級會員針對企級會員服務的傑出講座（Distinguished Lecture）系列，並特推選台灣大學周錫增教授、中正大學湯敬文教授、中山大學黃立廷教授等三位聯盟教授榮任 2019 年度傑出講座。傑出講座主講人彙整其寶貴研究經驗為專題演講，提供至聯盟企業面對面諮詢交流之機會，共同提升國內產業競爭力！

為持續推動產學之交流，本季特邀益華電腦的郭安宇博士蒞臨台大演講，向學生介紹最新研發趨勢並分享業界成功經驗，亦獲得廣大師生熱烈的迴響。

第五代行動通訊系統，自 2018 年 6 月 13 日 3GPP 會議訂下第一個國際 5G 標準後，各個國家正致力於發展相關技術以及其商業化的應用，由 ITU 提出的 5G 藍圖定義了三大應用場景，分別為 eMBB（enhanced Mobile Broadband，增強行動寬頻）、URLLC（Ultra Reliable Low Latency Communications，超高可靠超低時延通信）、mMTC（massive Machine Type Communications，大連接物聯網）。我們期望台灣在 5G 相關產業能夠有引領之效應，但在技術面與應用面仍有許多挑戰需要面對。因此這次台灣電磁產學聯盟於 2018 年 10 月 5 日在台灣大學博理館所舉辦的「研發半年報暨 5G 天線與射頻前端關鍵技術挑戰與發展趨勢研討會」，便是為了讓國內於 5G 天線與射頻前端領域耕耘已久的各方產學界菁英能藉此互相交流，討論產品開發與未來的可能方向。

於此盛會中，主辦單位邀請了台灣大學的周錫增教授、蘇炫榮教授以及吳宗霖教授，聯發科技的傅宜康經理、耀登科技的周瑞宏技術長以及交通大學的唐震寰教授來和與會者分享他們在 5G 天線領域與射頻前端研究的經驗。內容將從系統、射頻電路和產業的角度切入討論，包含相關的毫米波天線設計、工程上的問題、量測上的需求以及實務上的應用。

動態報導除了介紹聯盟近期相關活動外，為提供更有效益的徵才媒合方式，聯盟於每次季報中，開放企業會員免費擺設徵才攤位及徵才說明會，以服務各企業會員，無徵才需求之會員也得以儀器產品展示設攤。另外，聯盟新增企業會員徵才單元，將提供會員將最新徵才訊息免費刊登於每期季刊廣告頁上，歡迎企業會員多多利用。

台灣電磁產學聯盟通訊為提供聯盟伙伴們一個訊息傳播及意見分享的園地，惠請不吝賜稿。也盼望讀者繼續給予支持，並將本刊分享給相關領域的舊雨新知。

以上精彩活動內容，敬請鎖定本期季刊！

毛紹綱





活動
報導

傑出講座

無線充電技術應用與設計探究

成功大學電機系 — 楊慶隆教授

聯盟特約記者／張中澤

由於現在資訊要求快速流通，加上物聯網的前瞻性受到各界關注，使得如何獲取周圍環境狀況的第一手資訊成為舉足輕重的議題；手機、電腦等電子產品的便攜性已成為不可或缺的條件，減少電線與電池的使用顯得勢在必行。台揚科技為台灣首家以 RF 核心技術為主的企業，也是微波及衛星通訊的先驅，為了更了解射頻微波等無線技術的相關應用與發展，以促進公司技術的創新與進步，特與電磁聯盟合作，於 8 月 1 日邀請國立成功大學楊慶隆教授至該公司演講。電磁聯盟旨在促進業界與學界的交流，期望能積極推動電磁科技的發展與創新，以吸引更多優秀的人才一同努力，將台灣電磁科技發揚光大。楊教授於本次講座與業界優秀的工程師們分享成大研究團隊於微波感測器與無線傳能技術的經驗，並提供未來微波科技可能的發展趨勢，增進產學間的合作交流與學習。

這幾年來，無線傳能的議題在產業界漸漸受到重視，從日常生活中消費者的手機充電、自動化大眾運輸工具及電動車，到太空中蒐集太陽能的發電廠、物聯網架構下的智慧家庭、智慧醫護等。為了增加生活的便利性、減少不必要的浪費，這些琳瑯滿目的產物均結合了無線傳能的技術，引領眾人邁入無線的時代。

無線傳能技術的理論基礎是建立在電磁學上的，分為遠場的微波、雷達和近場的電磁感應架構，能夠將能量從傳送端無線地傳至接收端供給電器產品使用，因此如何提高傳能的效率就成了眾所矚目的焦點。例如，遠場應用中的整流天線，為克服傳遞時可能的損耗，以減少能量的流失，便出現了波束化、寬頻、多通道等各式各樣的改善方式進行優化。其中楊教授也提到傳輸能量和傳遞資訊的意義不同，但只要經過調變後，仍然會對能量的傳輸效率造成影響。也就是說，隨著調變程度的不



同，傳能效率也會漸漸地提高。

遠場所傳輸的距離可以遠達幾公尺，常常被應用在軍事及工業的裝置上，但論及一般消費者會用到的產品時，考量到效能及安全上的疑慮，相較之下，近場的傳能便顯得更勝一籌。近場傳能分為電場耦合、磁場耦合、磁共振等幾種架構，傳輸距離可達幾百毫米左右。常見的印刷式螺形線圈架構，有著低成本、易於製造、適合晶片整合等優點，除了利用線圈本身的電感性質傳能外，也設計操作在特定的自振頻率下，或是增加傳能過程中扮演中繼角色的線圈，這樣不僅拉長了傳輸距離，同時也會增加傳輸效益。此時若能設計成混合電容性和電感性的混耦合架構，利用電場彌補磁場在水平和角度上錯位時的能量損失、增寬耦合常數的頻寬容忍度以維持能量的傳輸效率。又因為近場傳能所需的功率不高，大小也有調整性，所以更適合生醫植入式裝置。為了跟上醫療監護和物聯網等資訊密集的趨勢，無線傳能技術亦能設計成雙頻的結構，再加上基因演算法、類神經演算法的優化，便能做到同時傳能又傳資料的終極目標！

無線傳能技術突破了電線所帶來的限制與不便，使電子產品的使用更加彈性。未來結合各種感測器偵測，在不愁沒有電能，資料也不斷在更新的情況下，更加速了資訊的傳遞與連續性，讓每個人都能充分了解自己身體與周遭環境的種種資訊，最終達到智慧城市的願景！

為了做到有效的預測及事先的預防措施，感測器必須能夠精準地偵測所量測的目標。感測器的應用很廣泛，可以用於辨識材料、氣體、濕度等參數，在農業、醫療、救災等場合將會是一大幫助。微波除了可以作為傳遞媒介外，更可以做為感測元件量測微小訊號。相較於一般感測器，微波感測器的優點包含了非接觸性、非侵入性、可穿透性等特色，而且由於微波屬於近場量測，所以本身就已經能夠達到極高的靈敏度。此時若將感測器設計成共振架構，如互補式共振環

(CSRR)、開口式共振環(SRR)，並利用非線性的性質，再加上主動元件的輔佐，便能夠量測到更多微小物件的訊號。舉例來說，隨著介質的磁導率、厚度發生改變時，感測器便會偵測到細微的偏移，其共振頻率也會隨之變化。微波感測器利用這個特性便可以量測血液濃度、液體流速、物質厚度等資訊，進而推測出受測者是否有高血糖、高血壓、腫瘤等病症，以幫助醫療對策及更妥善的醫療救護。

楊教授所帶領的成大研究團隊已驗證了微波感測器的可行性，不僅易於製作、方便整合、低成本且靈敏度高。藉由設計多環的CSRR，也就是TCSRR，感測器就可以量測到流通微流管的液體流速；利用加入主動元件產生共振的CSRR，再採用其非線性的特色，感測器便可以清楚地偵測到指尖上的心跳訊號等微弱信息。諸如此類的例子都有效地蒐集到資訊，再經過後續的分析與檢測，由最終的研究結果可知微波感測器的發展前途將是一片光明。

在無線傳能的研究方面，成大研究團隊以生醫應用為目標，期許能夠幫助植入式裝置做到非接觸的供電。例如發展傳能型隱形眼鏡，將線圈尺寸設定在隱形眼鏡上，也確保了傳能的安全性與使用性。近來則成功研製了能夠克服各種錯位(misalignment)、容忍近距離下的分頻現象(frequency splitting)，並同時能夠充電又傳資訊的混耦合雙頻線圈，對整個無線傳能系統而言更增加了傳資訊的功能，猶似如虎添翼。

本次講座楊教授分別分享了成大研究團隊在無線傳能技術及微波感測技術的研究成果，也深入淺出的介紹了目前射頻微波的發展、技術與優勢。不僅強調未來微波的應用不再只是傳遞信號，而是能夠量測環境中細微的變化，也突顯了結合無線傳能後可以同時達到充電和傳遞資訊的理念與價值。在這個資訊爆炸的時代裡，處處都可能使用到微波感測器與無線傳能技術，而本次講座除了交流尋求進步，也發揚電磁科技的無限可能！



邀請演講

車用電子元件多物理共同仿真優化 Multi-Physics Simulation & Optimization of Automotive Electronics

益華電腦 — 郭安宇資深研發處長

聯盟特約記者／林怡廷

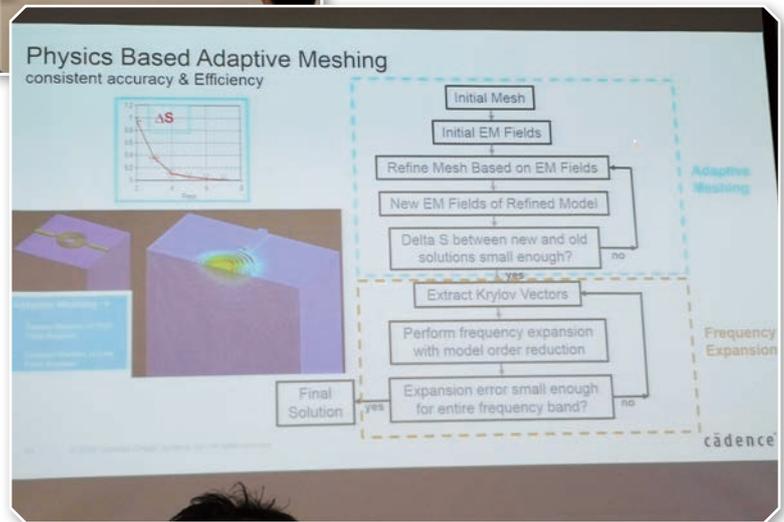
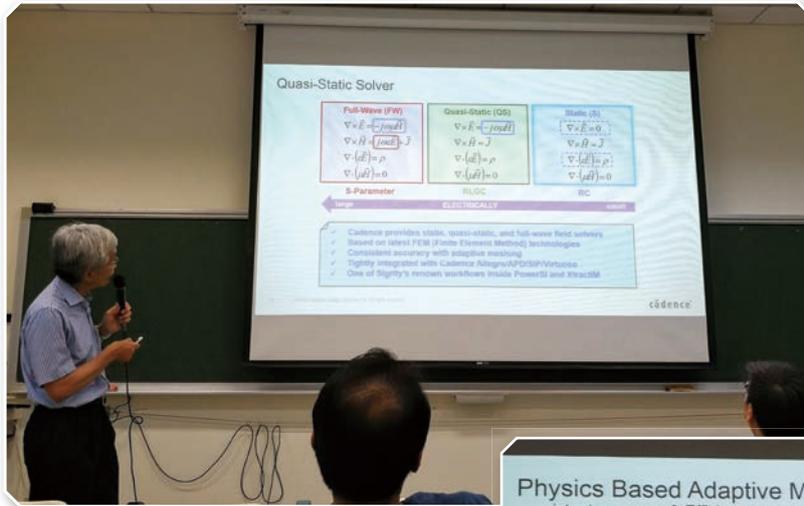
產品的生命周期，是產品在市場的壽命，即一種新產品從開始進入市場到被市場淘汰的整個過程。美國經濟學者弗農·史密斯（Vernon Lomax Smith）認為：產品生命是指市場上的營銷生命，和人的生命一樣，需要經歷形成、成長、成熟、衰退這樣的週期。也就是說，典型的產品生命周期一般可分成四個階段，分別為導入期、成長期、成熟期和衰退期。而眾多為人們所熟知的各種民生產品，如手機、電視機、筆記型電腦或汽車，都正處於他們的成熟期，市場的需求也趨近飽和，而為了延長產品的生命週期，各大廠商不得不在產品質量、規格、包裝或效能服務等方面推陳出新。然而在競爭者眾多的階段，除了需要源源不絕的可行創意外，開發的速度也必須跟得上市場的劇烈變化，所以許多廠商便倚賴模擬結果進行產品設計（design by simulation）以縮短開發產品的時間。然而，模擬結果是否能解決所有狀況仍有待商榷，因此，台大電信所電波組與電磁產學聯盟特地於 10 月 31 日電波組專題演講時，邀請到短暫回台的益華電腦郭安宇資深研發處長分享模擬優化的發展與目前面臨的挑戰。

郭處長在演講中介紹了多種不同應用層面的模擬方法，其中有三種應用於電磁的模擬。第一種為 3D 全波模擬（3D Full-wave EM solver），是利用有限元素法（Finite element method）搭配專業的切割矩陣方法才能有效並準確的分析。第二種為 3D 時域有限差分法（3D FDTD EM solver），其優勢為計算時域的精確度較高，而且記憶體的需求較小，還能有效解決在不同頻率傳



遞速度不同的色散材料問題，缺點則是若模型有斜線的部分則必須做修正。第三種則為準靜態電磁模擬（Quasi-Static EM Solver），此方法亦是根據有限元素法進行計算，但與全波模擬的條件不甚相同，因此在計算低頻時更有優勢，也可以應用於指紋辨識。

然而，隨著科技發展日新月異，現今電子產品的傳輸速度與電路密度持續增加，熱通量也隨之升高，這將會造成產品的溫度上升並連帶產生與熱相關的可靠性問題，進而導致電子產品的效能大打折扣，因此除了電磁模擬外，熱學相關的研究也必須進行探討，郭處長在此次演講中提出以下幾種模擬方法：第一個為熱傳導與熱應力分析（Heat Conduction and thermal stress solver），熱傳導需要分析靜態及穩態，也就是產品開始使用及達穩定時的熱傳導，而熱應力分析則是探討熱會使材料進行何種變形。第二種模

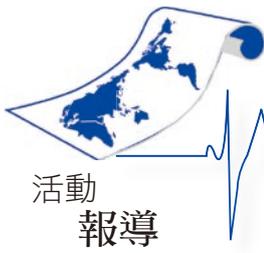


擬方法為計算流體力學（**Computational Fluid Dynamics Solver**），大多是用來分析空氣流並用於散熱分析，舉例來說，手機放在冷氣下方或是放在沒有冷氣的桌上會產生的熱就不相同。此種方法已經取代實際計算風阻的風洞實驗。

而若只侷限於單一物理現象的模擬，就無法全面性的考量熱與電磁效應的交互影響，將會導致最後階段的設計修改，因此多物理共同模擬及優化才能加速電子元件的開發。以直覺來說，車用的電子控制單元（**ECU, Electronic Control Unit**）最主要應該進行 3D 時域有限差分法模擬，但在此控制單元上也必須有散熱孔，因此搭配空氣流進行分析是必要的，然而目前尚未存在

將電磁模擬與空氣流分析整合的軟體。另一個已經有整合軟體的多物理模擬例子是電磁與熱共同模擬，由於電流流經銅線會發熱，而發熱又會影響漏電（**leakage**），因此需計算完電磁模擬再算熱以及電磁模擬，如此反覆地進行下去以達最佳效能的設計。

郭處長在最後提到模擬的技術將會日趨重要，畢竟與實際做實驗相比，不僅能縮短所耗費的時間，也更容易進行設計修改及優化，尤其在現今高速傳輸的時代，所牽涉到的各種現象也更趨複雜，更需要整合不同領域的分析，而這部分有賴於更多人才心血的注入以及更多技術的誕生。■



活動
報導

國際研討會連線報導

2018 國際電機電子工程師協會 國際無線電頻率集成技術研討會 2018 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology

聯盟特約記者／黃慕召

2018 國際電機電子工程師協會國際無線電頻率集成技術研討會（2018 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology），於 8/15 ~ 8/17 在澳洲墨爾本（Melbourne, Australia）的 Rendezvous Hotel 會議廳展開，期間議程為期三天。共有來自 12 個國家的 43 篇論文發表。本會議每年八月底 / 九月初都會開辦且會輪流由台灣、韓國、中國、日本及澳洲輪流主持。

RFIT 研討會為射頻集成電路技術社群提供一個論壇，展示集成電路設計、技術和系統集成的最新發展。此次 RFIT 研討會的重點著眼在無線通信系統和新興應用，如生物學和醫療保健，以及新興的太赫茲（THz）和 3D 集成技術。

議程規劃

本次 RFIT 研討會主題為：下一代毫米波及射頻元件、電路和系統的核心技術。第一天上午邀請四位教授以物聯網（Internet of Things, IoT）為主軸，設計射頻和類比晶片，並介紹了各種高效率（high efficiency）及低功耗（low power consumption）的設計技巧。下午，由四位講師介紹為了新興技術而設計的毫米波晶片。第二天與第三天的議程則包含學界及業界的導論型專題演講，由投稿者親自報告研究成果，還有大會邀請的專題演講穿插其中，而在這眾多的報告演講中也穿插著海報論文發表（Poster Sessions）。

專題演講：多功能系統

第一天的研討會後，會議邀請了墨爾本大學的 Rob Evans 教授來專題演講。Rob Evans 教



授從墨爾本大學拿到學士學位後又從澳大利亞紐卡索大學拿到博士學位，並於 1992 年回到墨爾本大學教書。他也是國際電機電子工程師協會（IEEE）的終身會士（Life Fellow）。其演講講述在射頻技術領域下一波突破將是要研發通用的射頻輻射結構（Universal RF radiating structure），能有寬頻的使用範圍並能支援在不同頻率下有多數同時的波束控制（multiple simultaneous beam-steering）。目前高度集成的射頻電路（modern highly integrated RF circuits）可以在同一晶片上支援許多同時進行的感測與通訊功能，所以有這種通用的射頻輻射結構與目前的需求及應用非常相應。Rob Evans 教授從過去 50 年射頻系統的發展開始講述，特別介紹了多端口陣列系統（multiport array system）的研究與發展，給了後兩天的論文演講一個好的起點。^[1]

放大器集成電路

第二天早上在 Rob Evans 教授的專題演講結束後，主辦單位邀請了三組團隊來分享他們在放大器集成電路（Amplifier IC）上的研發。首先，台灣大學的王暉教授團隊發表了歷年來毫

米波 CMOS 功率放大器的綜覽，接著由韓國的科學技術研究院 (Korea Advanced Institute of Science and Technology, KAIST) 發表一個可以記錄神經元 (Neural-Recording) 的 16 頻道高共模抑制比的放大器 (16 Channel High-CMRR Neural-Recording Amplifier)。此放大器因具較高共模抑制比 (high-CMRR) 所以雜訊可以降低。最後一組團隊則是由三菱集團 (Mitsubishi Corporation) 來分享他們所做的基於機器學習 (Machine Learning) 的數位 Doherty 功率放大器。經由早上三個重量級團隊的演講後，可了解到學校及業界公司在對低雜訊及功率放大器所做的研究方向及應用已經不只侷限於純類比，而是開始配合目前局勢的機器學習和神經網路的應用。

混頻器與倍增器

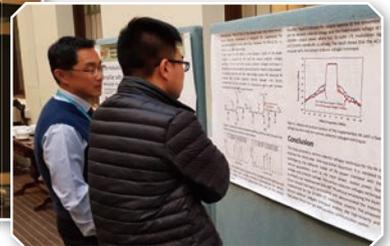
午餐後，大會提供了兩間會議廳，一間以頻率產生與取樣集成晶片 (Frequency Generation and Sampling IC) 為主題的投稿者報告，而另一間以混頻器與倍增器 (Mixer and Doubler IC) 為主題的投稿者報告。在混頻器與倍增器這間會議廳裡，由台灣大學盧信嘉教授的團隊發表了 E-band Gate-pump 單旁波帶 (Single-Sideband, SSB) 混波器，適用於偵查生命體徵 (Vital Signs) 的多普勒雷達 (Doppler radar)。此設計利用了單旁波帶的架構，使這電路可以克服零點所產生的問題 (Null-point problem)，並縮小晶片面積。LO 功率的大小也要仔細的去選擇，因為如果太小，會推不動混頻器，但如果太大，也就無法使電晶體在 Class B，進而導致較差的增益及鏡像抑制比 (Image Rejection Ratio, IRR)。這次發表的混頻器則是有最好的增益、鏡像抑制比及小面積的組合^[2]。韓國科學技術研究院的團隊發表了一個在 60 GHz 的寬頻降頻式混頻器 (Wideband Down-conversion Mixer)，採用雙平衡混頻器 (double-balanced mixer)，用 65 奈米 CMOS GP 製程所做的晶片。此雙平衡混頻器的架構可以提供較好的線性度以及 LO-IF 和 LO-RF 的隔離度。這個晶片適用於低功耗 (low-power) 且高速無線傳輸的通訊 (high-speed wireless



混頻器與倍增器
— 盧信嘉教授團隊



混頻器與倍增器
— 張鴻堃教授



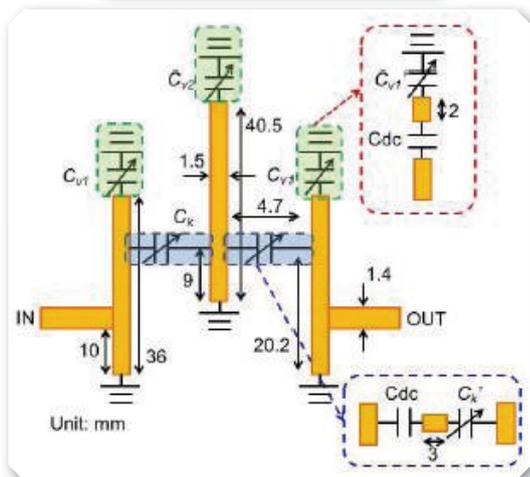
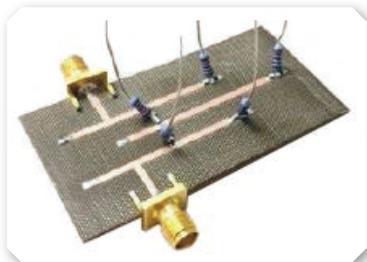
混頻器與倍增器
— 毛紹綱教授

communication) 應用^[3]。台灣中央大學的張鴻堃教授則發表了一個 K-band 的頻率倍增器用 0.15 微米 GaAs pHEMT 製程且有助於穩定性分析 (Stability Analysis) 的自製電路 (Autonomous Circuit)。頻率倍增器是毫米波接收機中的重要元件，因它可使接收機有較好的增益 (Conversion Gain)、輸出功率 (Output Power) 及較寬的頻寬。這頻率倍增器因為有自製電路，所以也可以達到有穩定性的分析，而在設計的過程中，穩定性與增益的取舍也有在此晶片做出詳細的研究^[4]。

在下午時段，會議間除了實體電路的報告之外，以海報論文的形式進行發表的豐富內容也是不容錯過的。台灣大學的毛紹綱教授團隊用海報論文的方式發表了有各種集電極電壓 (Various Collector Voltages) 的功率放大器互調失真分析 (Intermodulation Distortion Analysis)。他所設計的兩級功率放大器是用台積電的 3P6M 0.18 微米 SiGe BiCMOS 製程製作的。這功率放大器能使三階互調失真從 8.2dBm 降到只有 -4.5dBm，並能使二次諧波 (Second harmonic) 的輸出功率從 -6.7dBm 提升到 4.6dBm^[5]。

傳輸線與被動集成晶片

傍晚的議題則是著重於傳輸線 (Transmission Lines) 與被動集成晶片 (Passive ICs)。俄羅斯聖彼得堡電工大學 (Saint Petersburg Electrotechnical University, Russia) 的 Invited Lecturer 與我們分享有可變電容 (variable capacitors) 人工傳輸線的可調性 (Tunability of Artificial Transmission Lines)。由於人工傳輸線是由數個相同級聯的 unit cell 組成的被動電路。調整電容值也就可以調整此人工傳輸線的中心頻率 (center frequency)，且這調變範圍是取決於電路的反射係數 (reflection coefficient)，因此可變電容的人工傳輸線可以用在小型可調的射頻及微波元件的電路設計裡^[6]。在同一個議題裡，日本鹿兒島大學 (Kagoshima University, Japan) 的 Invited Lecturer 發表了他們團隊所研究的具有電容耦合技術 (capacitive coupling technique) 的雙模頻率 (dual-mode frequency) 可調變平面濾波器 (tunable planar filter) 設計。他們團隊可以做出一個從 0.7 ~ 0.9GHz 的頻率可調範圍 (tunable frequency range) 並有 10% 的頻寬^[7]。



傳輸線與被動集成晶片

更多放大器集成電路及海報論文

最後一天早上大會提供了兩間會議廳，一間以前一天尚未發表完的放大器集成晶片 (Amplifier ICs) 為主題的投稿者報告，而另一間以天線的集成晶片 (Antenna ICs) 為主題的投稿者報告。韓國嶺南大學 (Yuengnam University, South Korea) 的團隊發表了一個高效率 100 瓦的功率放大模組適用於 6.78 MHz 無線電力傳輸系統所使用的頻段。該團隊使用了一個可調整的功率合併器 (Adaptive Power Combiner) 來結合兩個功率放大器，好讓這功率放大模組可以有功率組合，並在兩個功率放大器的最佳操作點執行。在一個小時的操作後這模組最大的輸出功率可以有 123 瓦，而他的功率增加效率 (Power Added Efficiency, PAE) 也可以達到 85.9%^[8]。

另外，海報論文中有台灣大學王暉老師團隊報告一個在 24GHz 頻段的高線性降頻式混頻器 (High Linearity Down-conversion Mixer) 是用 90 奈米 CMOS 製程製作的。這個混頻器利用了折疊式架構 (Folded architecture) 來降低供電量，並用了分佈式導數疊加技術 (distributed derivative superposition technique) 來達到高線性度。這樣的設計可以只用 10mW 就能達到 -3dBm 的增益及 21dBm 的三階輸入截止點 (IIP3)^[9]。



海報論文發表

信號產生器及收發器的集成晶片

韓國高麗大學的 Invited Lecturer 與我們分享了太赫茲 (THz) 頻段的 InP HBT 震盪器 (oscillator)。太赫茲是在利用電磁學及光學結合而產生的中間高頻頻段，而這頻段可以應用在無線傳輸及成像和光譜學上。目前還需要克服的問題是地球的大氣層會導致太赫茲頻段的信號有強烈的衰減，而且目前還沒有太多元件及產品在太赫茲 (THz) 頻段內操作。Invited Lecturer 並介紹了以下四個不同的震盪器：300-GHz 基本模式 (fundamental-mode) 震盪器、可調式 300-GHz 壓控振盪器 (voltage-controlled oscillator, VCO)、較大功率的 280-GHz 功率合併 (power-combined) 震盪器以及較高頻的 645-GHz push-push 震盪器^[10]。

下午則有收發器的議題。台灣大學黃天偉教授團隊則發表了下一代衛星應用的高鏡像抑制升降頻器 (Up and down converters) 總覽。衛星通訊的需求正在不斷增長，因為它不會受到基地台所在位置的限制，衛星通訊可以提供較偏遠及在深山中需要通訊的人使用。因為衛星通訊需要極高的上傳與下載速度，所以寬頻及較佳的鏡像抑制比很重要。目前鏡像抑制的設計以哈特利和威福架構 (Hartley and Weaver architecture) 來實現。本團隊利用台積電 0.18 微米 CMOS 製程的哈特利單正交 (Single-quadrature) 架構可以在 28 ~ 30GHz 的頻段內做到小於 -38dBc 的鏡像抑制^[11]。



信號產生器及收發器的集成晶片



信號產生器及收發器的集成晶片 — 黃天偉教授

與會感想與期許

這次會議所在的城市對大多數與會者來說相對較遠，所以參加的人數也比往年為少，而且跟其他微波研討會相比，RFIT 算是規模比較小的一個研討會，但內容依舊十分精彩，錯過會令人惋惜。大會在後兩日都有提供雙會議廳，以便同時可有兩組進行論文發表。

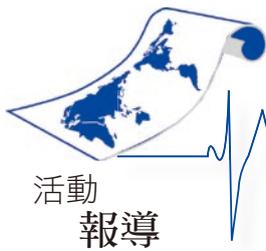
在這次會議中可以看到各個大學及業界對射頻應用的發展與貢獻。在諸多論文報告中，聆聽到許多放大器、混頻器、倍增器、升降頻器、信號產生器、震盪器等集成晶片在產品特性上都有進步與改善，同時也能看到不同頻段的可調人工傳輸線及晶片特性的設計。這次會議中，主辦單位邀請了幾個講師分享他們團隊在太赫茲（THz）頻率的研究，此頻段可以用來做無線中短距離傳輸、安檢成像、生物醫療成像及天文光譜學等應用。本會議讓筆者除了解自己的研究領域，也了解到其它團隊各種有趣的射頻應用與研究。

除了參與大會的論文及海報發表，能敘述自己的論點以及建立與其他國家、團隊、學校的友誼也是非常重要，能在論文發表會議之間與來自各地的朋友們交流，聆聽他們所做的研究，也是增廣見聞難得的機會。

從北半球炎熱的台灣飛到靠近南極且正處於冬季的澳洲，一大早呼吸著約攝氏五度的空氣走向會議所在的旅館，途中經過墨爾本著名的塗鴉巷，在其中不只體驗城中藝術家的創意，也在會議中看到產學各界設計的創意與創新，能在這美麗的城市中參加 RFIT 會議實在是個很值得的經歷。下一屆 RFIT 會議將於中國南京主辦，期待大家再次相見！

參考文獻（皆為 2018 RFIT 的論文）

1. Rob Evans, "Multifunctional Systems," in IEEE 2018 Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), Aug. 15-17, Melbourne, Australia.
2. Yu-Teng Chang; Hsin-Chia Lu, "An E-Band Gate-Pump SSB Mixer for Vital Signs Doppler Radar," in IEEE 2018 Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), Aug. 15-17, Melbourne, Australia.
3. Hae Jin Lee, Chul Soon Park, "A 60-GHz Wideband Down-conversion Mixer for Low-power and High-speed Wireless Communication," in IEEE 2018 Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), Aug. 15-17, Melbourne, Australia.
4. Kuan-Hsueh Lu, Jyun-Jia Huang, Wei-Cheng Chen, Hong-Yeh Chang, Yu-Chi Wang, "A K-band Frequency Doubler in 0.15-um GaAs pHEMT with an Autonomous Circuit for Stability Analysis," in IEEE 2018 Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), Aug. 15-17, Melbourne, Australia.
5. Shau-Gang Mao, Wei-Ting Tsai, Chong-Yi Liou, Zheng-An Peng, "Intermodulation Distortion Analysis for Power Amplifier with Various Collector Voltages," in IEEE 2018 Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), Aug. 15-17, Melbourne, Australia.
6. Dmitry Kholodnyak, "Tunability of Artificial Transmission Lines with Variable Capacitors," in IEEE 2018 Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), Aug. 15-17, Melbourne, Australia.
7. Kenjiro Nishikawa, Masashi Muraguchi, "Dual-mode Frequency Tunable Planar Filter Design with Capacitive Coupling Technique," in IEEE 2018 Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), Aug. 15-17, Melbourne, Australia.
8. Ui-Gyu Choi, Jong-Ryul Yang, "A 6.78-MHz 100-W Class E Power Amplifier Module with an Adaptive Power Combiner," in IEEE 2018 Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), Aug. 15-17, Melbourne, Australia.
9. Feifei Chen, Yunshan Wang, Jung-Lin Lin, Zuo-Min Tsai, Huei Wang, "A 24-GHz High Linearity Down-conversion Mixer in 90-nm CMOS," in IEEE 2018 Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), Aug. 15-17, Melbourne, Australia.
10. Jae-Sung Rieh, Jongwon Yun, Daekeun Yoon, Jungsoo Kim, Heekang Son, "Terahertz InP HBT Oscillators" in IEEE 2018 Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), Aug. 15-17, Melbourne, Australia.
11. Ian Huang, Yu-Ci Li, Wu-Chen Lin, Jen-Han Tsai, Abdulalah Alshehri, Mazen Almalki, Abdulhamid Sayed, Hsin-Chia Lu, Tian-Wei Huang, "Reviews of High Image Rejection Up and Down Converters for Next-Generation Satellite Applications," in IEEE 2018 Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), Aug. 15-17, Melbourne, Australia. ■■■



國際研討會連線報導

2018 歐洲電磁相容會議 EMC Europe 2018

聯盟特約記者／林晉毅

2018 年歐洲電磁相容會議（EMC Europe 2018）於 8/27 至 8/30 日舉辦，地點是荷蘭阿姆斯特丹（Amsterdam, Netherlands）的舊證券交易所（Beurs van Berlage）。本會議為歐洲最大型的電磁相容（Electromagnetic compatibility, EMC）會議，今年邀集超過 550 位來自全世界產官學界研究電磁相容法規及技術的專家學者，以及近三十家微波儀器製造服務和電磁模擬軟體的領導品牌，共同參與此次盛會。

會議首日安排一系列工作坊及教學課程（Workshop and Tutorial），主題涵蓋車用電磁相容（Automotive EMC）、電磁相容除錯技術（EMC troubleshooting）、電磁相容教育（EMC education）、電磁干擾課程（EMI Tutorial）以及民生設施的抗電磁干擾（Protection of civil infrastructures against intentional EMI）等議題，由數十位講者帶來內容豐富的講座。

會議於次日正式開始，開場專題演講邀請荷蘭知名的社會實驗家 Kevin Weijers。他在 2015 年辭去政府單位的工作後，以最簡便的行囊，遊歷世界各國。在各城市、鄉村與大型企業、小型工作室及學校等機構，合作執行超過八十個小型社會實驗。實驗目的有增進企業之間的行銷窗口連結、銷售滯銷的多功能書桌、激發學童的創新思考等。他憑藉細心的觀察並安排縝密的計畫，展現開放的態度來積極促成正面有益的結果。在他精彩的經驗分享後，用李小龍的一句格言做總結：“Adapt what is useful, reject what is useless, and add what is specifically your own”。

本屆會議共有近兩百篇論文發表，包含四十篇海報論文發表，以下節錄本屆會議中數個議程的重點內容。



歡迎宴會場



歡迎宴



研討會會場



開場演講 Kevin Weijers

鐵路電磁相容 (Railway EMC)

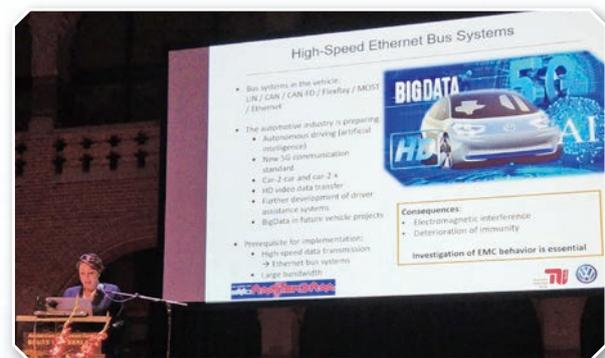
傳統鐵路的牽引系統 (Traction system) 為避免雜散電流 (Stray current) 洩出系統，使得鐵軌的接地設計不良，容易受到雷擊等外部干擾。來自 Movares Energy 的顧問 Erwin Smulders 發表一種有良好接地軌道及完整屏蔽的導線系統，不僅有優秀的抗干擾能力，且同時解決雜散電流的問題。此項鐵路系統在卡達杜哈 (Doha, Qatar) 建設，包含牽引電流迴流系統 (Traction current return system)、雜散電流收集系統 (Stray current collection system, SCCS)、整合型接地系統 (Overall integrated earthing system)、車廂與導線 (Cabinets, cabling and wiring) 以及雷擊保護系統 (Lightning protection system)。

牽引電流迴流系統包含四條軌道，阻抗在乾燥與潮溼的情況下分別是每公里 100Ω 及 10Ω。雜散電流收集系統則是在軌道下佈置鋼筋，並連接鋁製的雜散電流收集導線，以防止雜散電流干擾外部設施。使用整合型接地系統鋼筋網格，將鐵路系統連接至大地。導線設計則增加完整的屏蔽結構，增加對高頻訊號的抗干擾能力，而其傳統上產生的兩項問題，因雜散電流產生的過熱現象及接地準位失常時產生的錯誤，已透過前述系統設計獲得改善。實驗數據顯示，此系統即使在良好的接地情況下，雜散電流因導引至 SCCS，未對周遭系統產生影響。本篇論文對於未來世界各地的軌道系統建設，提供了新的設計方向及建議^[1]。

車用電磁相容 (Automotive EMC)

隨著車用的影音傳輸、偵測設備迅速發展，未來 5G 世代即將導入的車對車通訊 (V2V) 及自動駕駛 (Autonomous driving)，車用高速傳輸需求已是全球指標車廠關注的焦點。來自福斯汽車 (Volkswagen) 的 Sanaz Mortazavi，發表了福斯汽車針對每秒吉位元 (Gb/s) 的車用高速傳輸系統所產生的電磁干擾而進行研究探討的成果。

車用的乙太網路 (Ethernet) 規範有：IEEE-802.3bw/100BASE-T1、IEEE-802.3bp/1000BASE-T1 以及規劃中的 IEEE-802.3ch，傳輸速率從 100 Mb/s、1000 Mb/s 到數個 Gb/s。在高速訊號傳輸過程中，為解決吉赫茲 (GHz) 的雜訊干擾，未來的傳輸介面將採用屏蔽雙絞線 (Shielded twisted pair, STP)。本篇論文針對屏蔽雙絞線的訊號品質及輻射測試進行實驗，在 2.5 Gb/s 的傳輸速率下，線長達到十五公尺時，眼圖已不符合規範；而在 5 Gb/s 的傳輸速率下，線長於六公尺時，眼圖就已不符合規範。在輻射測試實驗中，分別觀察上述兩種速率在進行傳輸時，對調頻廣播 (FM)、數位聲音廣播 (DAB)、電視 (TV)、無線網路 (Wi-Fi) 以及短距離無線通訊 (DSRC) 產生的干擾。在排除測試板上的振盪器產生的輻射後，實驗結果發現傳輸高速訊號的屏蔽雙絞線會對 DSRC 系統產生干擾，使雜訊略高於自訂規範的 10 dBμV，但本篇論文中並未呈現雜訊的參考準位。作者未來會實現 2.5 及 5 Gb/s 的脈波振幅調變 (Pulse-amplitude modulation, PAM)，在更實際的介面及環境下進行相關的電磁干擾研究^[2]。



Sanaz Mortazavi

通訊系統中的電磁相容 (EMC in Communication Systems)

近十年來，通訊裝置快速發展，其中以智慧型手機以及平板電腦為代表。在推陳出新的電子產品中高密度的整合了許多精密的電子元件，使得工程師更加關注裝置對高功率微波 (High power microwave, HPM) 的耐受性。德國應用科學研究機構夫朗和斐協會下的自然科學技術趨勢分析研究所 (Fraunhofer INT) 的 Grzegorz Lubkowski，發表了針對二十五款智慧型手機與平板電腦 (出廠年份：2011 ~ 2016) 以及十三款功能型手機 (出廠年份：1997 ~ 2008) 所做的全機 HPM 耐受性測試。

測試結果顯示，智慧型手機與平板電腦在抗 HPM 能力上並未全面優於過去的功能型手機，於各個頻段呈現出不同的結果，在 900 百萬赫茲 (MHz) 以下，智慧型手機的耐受性較佳。在 1600 至 1700 MHz 以及 2100 至 2200 MHz 兩個頻段，功能性手機的耐受性較佳，而智慧型手機又比平板電腦稍好。在 100 至 3400 MHz 中分隔出三十三個頻段的測試結果中，智慧型手機在十九個頻段中有最佳表現，另外十四個均為功能性手機。未來作者將會針對不同世代電子裝置的電

磁耐受性設計，以及平板電腦與智慧型手機耐受性差異較大等議題做進一步研究^[3]。

電場探測 (E-field Sensing)

量測科學日新月異，今年十一月於巴黎西郊的凡爾賽 (Versailles) 召開第二十六屆國際度量衡大會 (CGPM)，重新定義質量單位「公斤」、溫度單位「克耳文」、電流單位「安培」與物量單位「莫耳」。除了基本單位的重新定義，全球有許多機構包含美國的國家標準暨技術研究院 (National Institute of Standards and Technology, NIST) 也在研究新的電磁場量測方法。

在理想的電磁量測中，所有物理量必須能直接連結到國際標準單位 (System of Units, SI)。然而現行量測電場的強度或功率，卻必須透過熱量計進行能量轉換以連結標準單位。來自 NIST 的 Christopher Holloway 博士發表了兩項實驗，驗證電磁場強度可直接連結到基本單位質量。第一項是利用電容式的力感測器 (Force sensor)，將電磁場的輻射壓 (Radiation pressure) 轉換成力的單位牛頓，並建構出電磁功率對應力的表格；第二項是利用商用的質量計組成輻射壓功率計 (Radiation pressure power meter, RPPM)



Christopher Holloway 博士

以量測電磁場在鋁製圓盤上產生的力。與傳統的熱量量測法相比，第二種量測方式的結果十分接近。未來作者將執行更多項實驗以累積不同頻段及功率在這類型方法的量測結果^[4]。

航太電磁相容 (Aerospace EMC)

在電波天文學領域中，收集宇宙中微弱的電波訊號必須防止頻帶外發射 (Out-of-band emission) 及混附發射 (Spurious emission) 產生的射頻干擾 (Radio frequency interference, RFI)。為了量化通訊衛星如鈹衛星 (Iridium satellite constellation) 對電波望遠鏡產生的射頻干擾，可採用等效功率流密度法 (Equivalent power flux density, EPFD)。來自特文特大學 (University of Twente) 的 Tom Hartman，在衛星位置、速率等資訊的輸入上，採用更易取得的兩行軌道要素形式 (Two-line element set, TLE) 來取代傳統的工具包，以進行資料處理以及 EPFD 運算。實驗數據顯示，作者提出的方法，在同樣的運算時間下，可達到最佳的準確率，為未來相關研究提供一個新的選項^[5]。

海報展覽 (Poster Session)

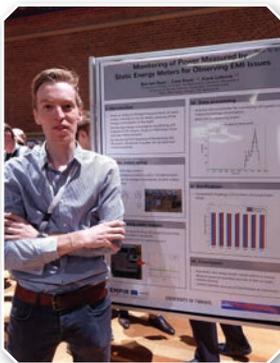
基於歐盟 2009 年發布的「第三次能源內部市場方案 (Third Energy Package)」，要求在 2020 年達成 80% 的智慧電表普及率，歐洲國家在智慧電表的相關研究相對豐富。然而，已有許多案例說明智慧電表所顯示的數據會因為受到電磁干擾而產生誤判。來自特文特大學的 Bas ten Have 提出利用智慧電表上的 LED 燈閃爍次數，

監控裝置的電量及判斷是否受到電磁干擾。通常 LED 燈每閃爍一次代表消耗一度電，此方法可大幅提升耗電量判讀的準確度，也透過與智慧電表顯示的數據做比較，來研判智慧電表在該環境中受到電磁干擾的嚴重程度^[6]。

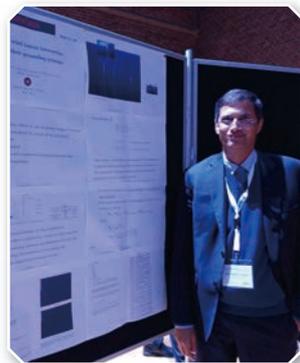
離岸風電是近年來發展迅速的綠色能源，經濟部擬訂的「風力發電四年推動計畫」，離岸風電佔有相當重要的部分。來自羅馬大學的 Salvatore Celozzi 教授，針對離岸風電機組在誤動作或雷擊等情況下，通過接地系統產生的干擾進行研究。他將機組周圍的非均勻介質 (空氣、海水及混凝土) 建立簡單模型，並透過該模型計算等效對地電阻，以快速模擬在誤動作及雷擊時，對其他機組或者海面上一定距離內的船隻產生的干擾狀況^[7]。

電源層與接地層之間的雜訊干擾是電磁相容及電源完整度 (Power integrity) 的重要問題，傳統上會利用去耦合電容 (Decoupling capacitor) 來解決。然而，隨著系統操作頻率向上提升吉赫茲 (GHz)，去耦合電容因寄生電感產生自振而無法操作在該頻段。因此來自岡山大學的 Sho Kanao 針對雜訊抑制機制進行探討，提出結合開路殘段共振器 (Open-stub resonator) 以及鐵氧體薄膜 (Ferrite thin film)，降低電源層及接地層之間的阻抗並同時吸收雜訊。他也對共振器擺放的位置及數量，進行分析比較^[8]。

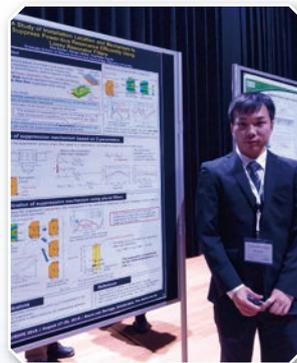
EMCMCC 是一家位於荷蘭布雷達 (Breda)，提供電磁相容設計、顧問及測試服務的公司，執行長 Mart Coenen 在本次會議發表主動式電磁雜訊抑制技術 (Active EMI Noise Cancellation)，



Bas ten Have



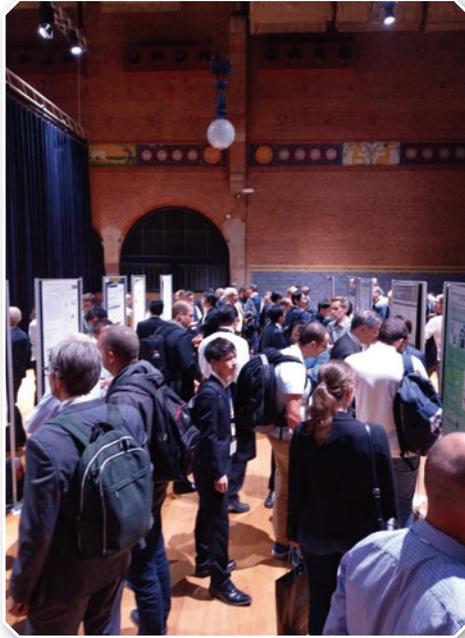
Salvatore Celozzi 教授



Sho Kanao



Mart Coenen



海報展覽



廠商展場



台灣

目標是解決運動控制系統 (Motion control system) 上的 EMI 問題。運動控制系統中包含三種頻率成分：電源頻率、取樣頻率以及運動頻率，再加上這些頻率成分產生的諧波。作者透過調整快速傅立葉變換 (Fast Fourier Transform, FFT) 的取樣頻率，使其為抑制目標頻率的最小公倍數，再與特定平移後的轉換結果做疊加，便可達到抑制效果。作者在展區旁架設一組簡易的測試環境，現場示範主動式電磁雜訊抑制技術的成果^[9]。

與會心得

歐洲的電磁相容研究有非常深厚的歷史背景，四天的會議收穫豐富。本次會議也觀察到各國電磁相容研究所關注的領域，與當地相關產業有密切的結合。例如亞太區的會議發表許多印刷電路板、元件封裝與晶片層級的相關論文，以解決消費性電子產品中的電磁相容問題；美國的會議則

有許多數值模擬、模型建立、演算法開發以及軍用電磁相容研究；相對的，歐洲的電磁相容會議在軌道系統、車用電子、綠能設備、航太領域中的電磁相容議題則有更深入且廣泛的研究。EMC Europe 2019 將於明年 9 月 2 日至 9 月 6 日在西班牙巴塞隆納舉辦，期待有更多台灣的專家學者，共同參與這場盛會，藉由多方接觸各領域的電磁相容問題以刺激台灣的電磁相容研究更上一層樓！

參考文獻 (均為 EMC Europe 2018 論文)

1. Erwin Smulders and Guus van der Hoeven, "When d.c. traction systems meet HF disturbances: The best of both worlds?"
2. Sanaz Mortazavi, Detlef Schleicher, Frank Schade, Carsten Gremzow and Friedel Gerfers, "Toward Investigation of the Multi-Gig Data Transmission up to 5Gbps in Vehicle and Corresponding EMC Interferences"
3. Grzegorz Lubkowski and Michael Suhrke, "Electromagnetic Immunity of Mobile Devices —

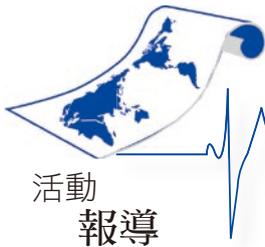


晚宴會場



晚宴

- Statistical Analysis”
4. Christopher L. Holloway, Alexandra Artusio-Glimpse, Matthew T. Simons, Ivan Ryger, Marcus D. Kautz, Kyle A. Rogers, Abdulaziz H. Haddab, Paul A. Williams, Sae Woo Nam and John H. Lehman, “Measurement of Radio-Frequency Radiation Pressure: The Quest for a New SI Traceable Power Measurement”
 5. Tom Hartman, Niek Moonen and Frank Leferink, “RFI Estimation from Non-GSO Satellites Based on Two Line Element Assisted Equivalent Power Flux Density Calculations”
 6. Bas ten Have, Cees Keyer and Frank Leferink, “Monitoring of Power Measured by Static Energy Meters for Observing EMI Issues”
 7. E. Stracqualursi, R. Araneo, P. Burghignoli, S. Celozzi and G. Lovat, “Offshore Wind Towers Interaction Through Their Grounding Systems”
 8. Sho Kanao, Kengo Iokibe and Yoshitaka Toyota, “A Study of Installation Location and Mechanism to Suppress Power-Bus Resonance Efficiently Using Lossy Resonator Filters”
 9. Mart Coenen and Jayanta Deb, “Active EMI Noise Cancellation” ■■■■



活動
報導

國際研討會連線報導

2018 歐洲微波週
2018 EuMW

聯盟特約記者／林宜賢

會議介紹：會議規模與國際間學術界與產業界參與情形

歐洲微波週 (European Microwave Week, EuMW) 是世界上微波領域的三大會議之一。其餘兩者為國際微波會議 (International Microwave Symposium, IMS) 與亞太微波會議 (Asia-Pacific Microwave Conference, APMC)。EuMW 舉辦頻率為一年一次，是每次為期一週的微波界學術及產業交流推廣大會，而活動的主辦單位則為歐洲微波協會 (European Microwave Association, EuMA)。歐洲微波週包含了三項前瞻會議，分別為：歐洲微波積體電路會議 (European Microwave Integrated Circuits Conference, EuMIC)、歐洲微波會議 (European Microwave Conference, EuMC)、歐洲雷達會議 (European Radar Conference, EuRAD)；以及一場精彩絕倫的商貿科技展覽會，展覽會場擁有來自世界各地最具規模的科技公司組織，並設置最新科技研討區實際演示目前

世界上的最新科技以及相關的儀器操作。每年數以千計來自世界各地的優秀學者與產業菁英們各自帶著一顆求知若渴的心，於行囊中裝上自己一年來的研究成果齊聚一堂，敞開心胸交流所知所學，而來自世界各個角落源源不絕的靈感造就了當今微波領域的蓬勃盛世。

2018 年的歐洲微波週在充滿南歐熱風情的西班牙馬德里舉行，時間為 9 月 23 日至 9 月 28 日，此時的西班牙為典型地中海氣候，艷陽高照且風和日麗，是一個完美的造訪季節。此次會議的舉辦場地位於馬德里市外環上的 FERIA de Madrid (IFEMA)，它是一座國際規格的超大型展覽館，由這棟新穎且富科技感外型的建築物來舉行此次盛會著實再適合不過。今年的三項前瞻會議總計超過 100 場論文演講、500 個論文海報攤位，數量龐大凸顯出各研究團隊之成果豐碩。會場迴廊上穿梭的人潮中，皆是微波領域中鼎鼎大名的人物，從世界知名大學的研究生、教授，到國際電子電機學會 (IEEE) 的名譽會員



此次歐洲微波週舉行地點 (Feria de Madrid)



於會場發放之此次會議刊物



展場一隅



展場儀器介紹



展場攤位

與當代科學家，走一回彷彿置身於微波星光大道之中，這樣的震撼感動激勵了參與會議的每個人，讓每位參加者都各自期許自己有朝一日也能擠身於此名人堂之中。另外，以是德科技（Keysight Technologies）、國家儀器（National Instruments）與羅德史瓦茲（Rohde & Schwarz, R&S）為首，超過 200 家儀器廠商在數千坪的展場空間中各自展示，每個攤位前總是門庭若市。應用於最新世代通訊網路、生物醫學工程、太空雷達偵測、便捷生活物聯網（Internet of Things, IoT）、新興太赫茲（Terahertz, THz）技術、高速

晶片封裝技術、多輸入多輸出（Multi-input Multi-output, MIMO）天線系統等之量測與實驗平台一應俱全地展示於眼前，廠商們並提供詳細完善的產品介紹與使用操作教學。

會議內容摘要

2018 歐洲微波週的議程中，總共安排了為期六天的活動。第一天為特邀講者們的研討論壇講座；歐洲微波積體電路會議舉行於第二、三天；歐洲微波會議舉行於第三至第五天；歐洲雷達會議則舉行於第四至第六天。



馬德里景色美不勝收

特邀講者研討論壇

在特邀講者的研討論壇講座中，射頻 (Radio Frequency, RF) 與毫米波 (millimeter-wave) 功率放大器 (power amplifiers) 集成電路的設計為一大宗。在新世代行動通訊與物聯網的應用上，遠距離傳輸、高資料傳輸量、節能為一大要點，而上述幾項在功率放大器設計上往往是互斥條件。此次論壇講座中講者們提出了包括氮化鎵 (Gallium Nitride, GaN) 元件的模型化介紹，此原件之獨特特性非常適用於功率放大器設計；而寬頻與電路線性化技術的引入讓可用頻道數量增加，此舉有利提高系統總資料傳輸量，如此可提供更高畫質影像傳輸、更高靈敏度偵測及更高傳輸速率之行動網路，以上所提幾項正是未來第五代行動通訊 (5G) 必備要素；而最新世代行動通訊在多功系統的情境下節能尤其重要，因此提升效率的技術例如多賀提功率放大器 (Doherty Power Amplifiers) 便是近來各家學者所努力鑽研學習的實用知識。其他諸如智慧公共交通系統、射頻載波聚合技術 (carrier aggregation)、天文觀測儀表、超材料 (metamaterials) 也是特邀講者研討論壇講座中的重頭戲。

歐洲微波積體電路會議

在歐洲微波積體電路會議中，演講重點著重於微波與毫米波元件集成電路的設計。功率放大器集成電路是各路團隊發表的重點，與第一天特邀講者們的研討論壇講座中不同的是，此會議的講者更集中在細節的解說，如電路佈局的安排、電磁模擬的設定方法、量測環境散熱機制的設置。魔鬼往往藏在細節裡，微波射頻集成電路的設計更是如此，且往往失之毫釐差之千里，因此這些細節的交流非常重要。另外，系統晶片 (System on Chip, SoC) 的整合也是今年論文演說的重點，讓龐大的多功系統微小化且利用數



會議中的論文演講



會場一隅

位電路演算法造就智能化控制環境，使其更易整合於系統之中並可因應各種情境與環境變化，是當今各路行家皆竭盡所能追求的方向。

歐洲微波會議

歐洲微波會議是三項前瞻會議中涵蓋範圍最多也是研究作品最多的，來自各國講者之演講內容小至元件大至整個世界的通訊系統皆有涉略。新穎微波材料如 **metamaterials** 的發現抑或是高功率電晶體的應用讓電路技術有更大的應用頻率範圍擴展性。被動微波元件如分功器 (**power divider**)、耦合器 (**coupler**) 導波管 (**waveguide**) 猶如飲水之於生活，平凡卻又必須存在，低功耗與寬頻的被動微波元件讓整體系統更穩固牢靠。無線收發系統的實驗與實作包含了許多必要解決課題：如何找出低損耗的封裝技術、如何設計出能因應先進調變技術的子電路、如何做系統空間的配置與微型化、如何處理電磁干擾問題與相位陣列 (**phase array**) 多天線系統量測等都是一個收發系統能否成功的關鍵。

歐洲雷達會議

歐洲雷達會議今年的重點在於行車雷達的應用、太赫茲雷達應用、電磁理論中關於散射 (**scattering**) 與雷達截面 (**Radar Cross Section, RCS**) 理論的探討。在高人口密度的都市社會中，道路上的行車安全非常重要，行車雷達的研發重點在於智能化零死角掃描與長距離鄰車辨識，因此高增益天線與相移器 (**phase shifter**) 電路的設計與準確性就極為關鍵，搭配頻率調變連續波 (**Frequency Modulated Continuous Wave, FMCW**) 的調變方式更有利於行車偵測。太赫茲雷達利用高頻增加解析度的特性，使其有益於偵測微小物品或生物，廣泛應用於生物醫

療與太空雷達偵測上，雖然太赫茲系統的設計與量測往往會遇到損耗過大的困難，但是適當的封裝與佈局方法便能有效解決這個問題。電磁理論關於電磁波的運算與模型化探討是永不間斷的學問，利用更簡單的演算法與模擬軟體才有辦法化繁為簡的分析原本極為複雜的電磁運算，讓模擬更省時卻又不失其準確性。

其他活動

此次歐洲微波週除了上述會議外還有幾項特別活動：安全防禦論壇、女性微波工程師論壇 (**Women in Microwave Engineering, WiM**)、學生設計競賽、微波學習園地、企業徵才活動等。其中安全防禦論壇探討的重點為時下最夯的主題－無人空拍機 (**Unmanned Aerial Vehicles, UAVs**)。無人空拍機的發展猶如二十年前的哥大，雖處於問世初期且尚未普及的階段，但無人空拍機的發展潛能卻是非常大的，除了休閒娛樂功能之外，在國防安全防禦上一旦發展成熟，日後勢必成為一項有用之兵。目前各方團隊除了致力於讓無人空拍機能更省電、畫面解析度更高之外，更設法引入大數據 (**Big Data**) 與人工智慧 (**Artificial Intelligence, AI**) 的技術，將偵測器獲得的各種環境資訊，透過機器學習 (**machine**



與會者們前往歡迎晚宴



歡迎晚宴上之西班牙傳統表演

learning) 讓整個無人空拍機系統能毫無違和地行駛運作在任何環境狀況之下。

本次歐洲微波週的第三天晚上，大會精心安排了一場歡迎晚宴，宴會地點位於馬德里近郊的 Palacio del Negralejo，是一座西班牙皇宮式建築，其古典世界的魅力蘊含著西班牙優雅的縮影，精緻的庭園搭配傳統服飾下的佛朗明哥舞蹈，伊比利火腿與西班牙海鮮燉飯的美味如同樂者們的演奏一般美妙。讓此行在學術交流與工商交流之外，也認識了西班牙這個充滿藝術、歷史、人文的國家。

會後感想及對國內相關技術發展的期許

當今世界的科技發展日新月異，微波工程科技更是如此。從論文與期刊中可以發現一項事實：幾年前的微波元件與單一電路研究為發表大宗，然而在各項基礎知識成熟與普及之後的現在，整合系統電路設計、混合信號電路設計已因時勢所趨而躍升為必要的技術，低損耗封裝技術、系統晶片 (System on Chip, SoC)、數位控制、相位陣列 (phase array) 等則為其中的必要細節。而放眼未來，第五代行動通訊的開發、人

工智慧與機器學習的引入將是接下來各領域要一起埋頭研究的下一個目標。這次的歐洲微波週，雖歷時甚短，但肯定給了所有參與者帶來無限的啟發，至少對於筆者是如此。筆者這次完整參與完 2018 微波週後覺得收穫滿滿。參加會議不同於自我閱讀、修習或學校聽講之處為：會議是具有連結性的，如同此次歐洲微波週的所有會議與展示，所有微波領域最新的研究發展皆攤開在眼前一目瞭然，各項研究之間的連接如同蜘蛛網般，嚴密地交織建立起了網路並深印於與會者的腦海。此次會議中也遇到許多同樣來自台灣的同鄉學者們，其中有資深教授、碩博士生、科技業的工程師。互相聽了幾場各自的演說，發現到台灣的研究也是走在世界尖端的，今年有許多來自台灣的團隊展示了第五代行動通訊的相關研究，證明台灣正走在前往世界頂端的偉大航道上，我們要更有信心，不要妄自菲薄，在微波領域上我們也可以是 No.1！

2018 歐洲微波週圓滿落幕，2019 年的歐洲微波週將於法國巴黎舉行，期盼再與各位微波領域學者們再次於會場見面、交流。

參考文獻 (以下發表論文皆出自於 2018 歐洲微波週)

1. Ahmed S.H. Ahmed¹, Ali A. Farid, Miguel Urteaga, Mark J.W. Rodwell, "204GHz Stacked-Power Amplifiers Designed by a Novel Two-Port Technique".
2. Cuilin Chen, Tsuyoshi Sugiura, Toshihiko Yoshimasu, "A 14-GHz-Band Highly Linear Stacked FET Power Amplifier IC with 20.1dBm P1dB and 40.1% PAE in 56-nm SOI CMOS".
3. Anna Piacibello, Roberto Quaglia, Marco Pirola, Steve C. Cripps, "Design of an S-Band Chireix Outphasing Power Amplifier Based on a Systematic Bandwidth Limitation Analysis".
4. Jean-christophe Nanan, Yuanyuan Dong, Sandra De Meyer, Damien Scatamacchia, "1-Package 500W High Efficiency LDMOS Doherty Power Amplifier".
5. Simon Senega, Jurgen Rober, A. Nassar, Robert Weigel, Christian Heuer, Stefan Lindenmeier, "New Compact Antenna Diversity with a Fully Integrated Microwave Circuit for Automotive Satellite Radio Reception".
6. T. Shivan, Maruf Hossain, D. Stoppel, Nils Weimann, S. Schulz, R. Doerner, Viktor Krozer, Wolfgang Heinrich, "An Ultra-Broadband Low-Noise Distributed Amplifier in InP DHBT Technology".
7. K. Daffe, F. Mubarak, V. Mascolo, H. Votsi, N.M. Ridler, G. Dambrine, I. Roch, K. Haddadi, "On-Wafer Broadband Microwave Measurement of High Impedance Devices — CPW Test Structures with Integrated Metallic Nano-Resistances".
8. L. Pelliccia, Cristiano Tomassoni, F. Cacciamani, P. Vallerotonda, Roberto Sorrentino, J. Galdeano, C. Ernst, "Very-Compact Waveguide Bandpass Filter Based on Dual-Mode TM Cavities for Satellite Applications in Ku-Band".
9. Yusuke Inada, Toru Kawajiri, Ukyo Takeda, Hiroki Ishikuro, "Arbitrary Magnetic Field Control Technique by Multi-Coil Transmitter Voltage Phase Shifting for Omni-Directional Free-Positioning Magnetic Resonance Wireless Power Delivery".
10. Yi-Hsien Lin, Yu-Ci Li, Wen-Jie Lin, Jeng-Han Tsai, Abdulelah Alshehri, Mazen Almalki, Abdulhamid Sayed, Tian-Wei Huang, "A Ka-Band High Linearity Up-Conversion Mixer with LO Boosting Linearization Technique".
11. S. Hara, Kyoya Takano, Kosuke Katayama, Ruibing Dong, K. Mizuno, K. Takahashi, I. Watanabe, N. Sekine, A. Kasamatsu, Takeshi Yoshida, Shuhei Amakawa², Minoru Fujishima, "300-GHz CMOS Receiver Module with WR-3.4 Waveguide Interface".
12. Kohei Fujiwara, Atsushi Kanno, Koichi Tokita, "IEEE 802.11ad Packet Transmission Based SSB Optical Modulation on Radio-over-Fiber in the 90-GHz Band".
13. Kerlos Atia Abdalmalak, Gabriel Santamaria-Botello, Choon Sae Lee, Alejandro Rivera-Lavado, Luis Emilio Garcia-Castillo, Daniel Segovia-Vargas, Luis Enrique Garcia-Munoz, "Microwave Radiation Coupling into a WGM Resonator for a High-Photonic-Efficiency Nonlinear Receiver".
14. Benjamin Gabard, Laurent Casadebaig, Thierry Deloues, Alexandre Amiez, Pierre Escalas, Dominique Poullin, Olivier Rabaste, Herve Jeuland, "A UAV Airborne Passive Digital Radar for Aerial Surveillance".
15. Shih-Chung Tuan, Shen Shou Max Chung, "Radar Cross Section and Near Field of an Engine Digital Mock-Up Under UHF and S Band Radar Illumination".
16. Mohammad Alibakhshikenari, Bal Singh Virdee, Chan H. See, Raed Abd-Alhameed, Francisco Falcone, Aurora Andujar, Jaume Anguera, Ernesto Limiti, "Study on Antenna Mutual Coupling Suppression Using Integrated Metasurface Isolator for SAR and MIMO Applications".
17. H.-C. Wang, C.-C. Chou, H.-R. Chuang, "W-Band Millimeter-Wave On-Chip Log-Periodic Dipole Antenna with Integrated Balun Filter in GIPD Process".
18. Mohammad Alibakhshikenari, Bal Singh Virdee, Chan H. See, Raed Abd-Alhameed, Francisco Falcone, Aurora Andujar, Jaume Anguera, Ernesto Limiti, "Study on Antenna Mutual Coupling Suppression Using Integrated Metasurface Isolator for SAR and MIMO Applications".
19. Damian Dudek, "Fundamental Science in RF-Engineering and Funding Opportunities in Germany — The Role of the German Research Foundation in "High Frequency Flexible Bendable Electronics for Wireless Communication System"FFlexCom. ■■■



專題
報導

台灣電磁產學聯盟

2018 年第二次半年報

5G 天線與射頻前端關鍵技術挑戰與發展趨勢

聯盟特約記者／吳冠勳

第五代行動通訊系統，自 2018 年 6 月 13 日 3GPP 會議訂下第一個國際 5G 標準後，各個國家正致力於發展相關技術以及其商業化的應用，由 ITU 提出的 5G 藍圖定義了三大應用場景，分別為 eMBB (enhanced Mobile Broadband，增強行動寬頻)、URLLC (Ultra Reliable Low Latency Communications，超高可靠超低時延通信)、mMTC (massive Machine Type Communications，大連接物聯網)。我們期望台灣在 5G 相關產業能夠有引領之效應，但在技術面與應用面仍有許多挑戰需要面對。因此這次台灣電磁產學聯盟於 2018 年 10 月 5 日在台灣大學博理館所舉辦的研發半年報暨 5G 天線與射頻前端關鍵技術挑戰與發展趨勢研討會，便是為了讓國內於 5G 天線與射頻前端領域耕耘已久的各方產學界菁英能藉此互相交流，討論產品開發與未來的可能方

向。此次半年報除了由台灣電磁產學聯盟與教育部 5G 天線與射頻技術聯盟中心共同主辦，並獲得台灣科大電子系、台大電機系、台大電信所、科技部 5G 射頻產業技術聯盟、台灣科大無線通訊與電磁相容技術研發中心、台大國際產學聯盟 (ILO)、台大高速射頻與毫米波技術中心、IEEE EMC Taipei Chapter、科技部「5G/B5G 無線通訊網路技術研發專案計畫」推動辦公室等相關單位的協辦與支持。

於此盛會中，主辦單位邀請了台灣大學的周錫增教授、蘇炫榮教授以及吳宗霖教授，聯發科技的傅宜康經理、耀登科技的周瑞宏技術長以及交通大學的唐震寰教授來和與會者分享他們在 5G 天線領域與射頻前端研究的經驗。內容將從系統、射頻電路和產業的角度切入討論，包含相關的毫米波天線設計、工程上的問題、量測上的需求以及實務上的應用。





第二場演講則是請蘇炫榮教授分享應用於未來工廠之 5G 通訊技術，內容專注在未來工廠的需求。德國提出工業 4.0 的概念，目標將工廠利用 cyber physical network 構築，將原來的工廠加上一些網路連線，把範圍擴展到超過原本工廠的領域。最後生產者可以提供除了產品以外的售後服務，並根據不同的需求不定時更新以增加產品整體產值。

未來工廠將有幾個特性，第一是必須機動性調整，可以隨時改變並且客製化；第二為隨時監控工廠的產線，以達到零缺陷的目標；第三為能源有效率的運用；第四為機械手臂須具低延時性的特性；第五為汙染物的處理如雜音震動等。符合這些應用最好的方式為：產品與產線設計出一個通訊模組以隨時知道他們的狀況。目前大部分工廠之產線仍是有線的，少數使用 Wi-Fi 但因傳遞損失太大而僅做少數應用。有線方式的問題為每年連接器的折舊成本過高以及連接器相互纏繞之問題，因此如果能夠發展無線是最好的。

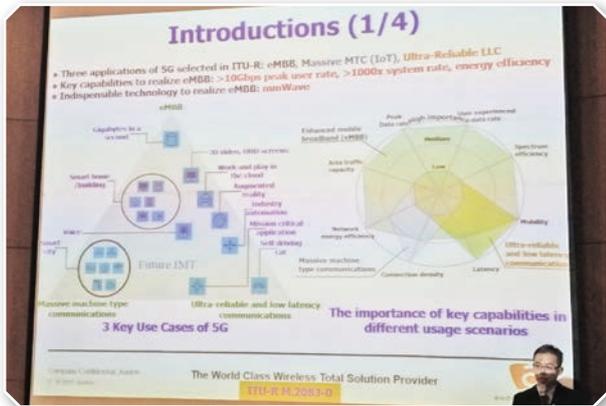
蘇教授指出 5G 需求應用情境包括監控系統、無縫接軌的通訊、遠端遙控等。為了因應未來的需求，智慧工廠需要的技術有無線、延時性、可靠性、能源效率等。然而目前還有許多問題，如毫米波應用成本高，目前時程上往後延、為達到低延時而造成較多能耗，須倚靠後端電腦技術做到更好的服務、頻譜之間區隔之安全性問題，必須建立自己的系統，若使用很多感應器並彼此建立通訊連線，則需耗費很多時間等。為了因應這些問題，蘇教授提出智慧工廠的通訊計畫，期望在 2020 年克服這些議題。



第三場演講邀請了聯發科技的傅宜康經理來分享公司從 5G 系統設計到商業化的成果。從產業的角度看，符合使用者的需求和應用情境才是最重要的。5G 和 4G 最大的差別在於數據的差異化，除了以往每個世代演進都會追求更高的頻譜效率和傳輸速率外，還提出較以往不同的革新技術，像是 URLLC 和 mMTC 之應用。然而對於企業來說，不可能將所有的研發都投資在新技術上，必須先了解市場需求，才會決定投入多少成本分別布建。就聯發科的角度而言，手機依舊是目前最主要的市場，手機總量持續成長，因此在選擇 5G 標準化策略時，eMBB 仍是其最關鍵的技術。在新技術的發展上，聯發科的策略為採取以 4G 技術為基底進而嘗試開發 5G 的應用產品。

行動通訊的標準在於 5G 系統的設計，設計前必須先研究頻譜策略，因為頻譜決定了基本架構。之後再劃分波型的調變方式，若是子載波間距較短，意味著覆蓋性較強，則可做為物聯網的應用；若是子載波間距較長，意味著低延時性，即可做為控制及汽車雷達的應用。如此形成可擴增的波型即 5G NR（新空中介面），而維持原本 LTE 的架構，在載波上支援 5G 不同波型的應用，達成有效率有彈性並具錯綜性的系統。由上述規畫可知，波束成型技術在 5G NR 扮演關鍵性的角色，可以藉由匯集較強波束彌補物理上覆蓋性不足之缺點。

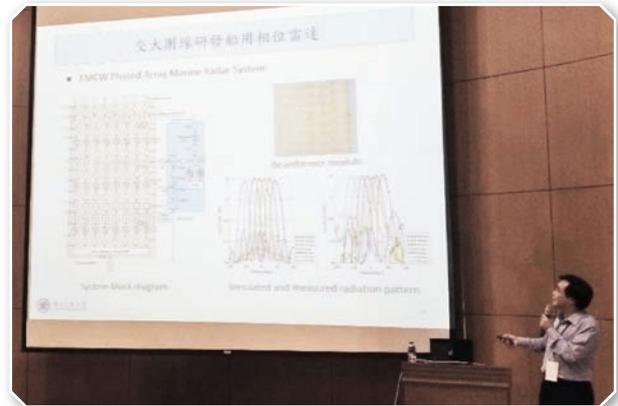
最後提到，5G 第一波事實上有些倉促，因為有太多的願景，但對於新的服務如 URLLC 等應用並沒有周延的考慮。另外，5G 系統設計如何最佳化是值得繼續研究的議題，聯發科希望透過其團隊摸索的經驗，提供大家在此方面的想法。



下午的演講則邀請到耀登科技的周瑞宏技術長，分享 5G 毫米波天線模組之技術與挑戰。有鑑於工研院整理出毫米波 5G 應用情境上亟需發展之五項技術，今天的講題將著重在其中一項：主動式陣列天線（active antenna array）之設計。

首先對於挑戰，周技術長提出的議題包括遮蔽效應、天線與主被動元件設計、毫米波校正技術、beamforming & beam-tracking 技術、毫米波 IC 設計。遮蔽效應主要發生於被建築物與人體阻擋時而造成的通訊品質下降。解決方案為提高布建基地台的密度，但此方案所費成本也較為高昂。高通提出增加手機天線數目至四支等方法，目前仍在研究階段；陣列天線為達到波束指向時，最重要的指標為控制相位，藉由相位延遲達成 beamforming 技術，如何適當設計亦是關鍵；由於相位會受到振幅或主動電路的影響，因此發展毫米波校正技術，使傳送端和接收端匹配將會是影響效能的關鍵；beamforming 技術分為類比和數位，從類比轉數位可節省相移器和衰減器，但到達一定數量後，訊號處理成本會超過類比的元件配置，因此需發展類比和數位共同使用以形成混合型之 beamforming 技術。

此外，周技術長提到耀登科技目前提供的模組，包含 4 × 4 主動式天線陣列模組、28/39 GHz 8 × 8 天線陣列模組，其包括單極化、雙極化、多通道等不同規格，以符合不同的應用情境等，希望藉此帶領台灣 5G 產業發展。



接下來的演講則是邀請到交通大學唐震寰教授來分享毫米波相位陣列之技術發展與應用。首先談到 5G 的應用情境，從頻率來看，頻段為 28 GHz/37-42 GHz/60 GHz。通訊面來看，他認為 5G 有兩種應用的情境，一個為點對點的通訊，如 60 GHz 之頻帶；另一個為點對多點的通訊，為提供給下世代的 Wi-Fi 使用。毫米波感測和通訊方面，自動駕駛、影像感測和雷達的應用也被引進，但雷達亦受天候影響，維護成本高，如何把這三個整合在一個感應器裡，做資料融合以及後續的影像處理是個值得研究的議題。唐教授認為毫米波的應用，可以從汽車的需求出發，而雷達將扮演其中重要的角色。

毫米波穿透損失大，也因遮蔽效應導致傳送距離短容易斷鍊。為解決此問題，唐教授團隊不但使用陣列天線來增加天線增益，也需從系統面來看，一路從基頻串穿至高頻、陣列信號處理、波束成型以及通道量測之評估以做整體的設計。

在相位陣列天線設計方面，從被動走向主動，差異在於把主動元件直接接在天線上，好處在於訊號發送時會被強化而不會衰減。由主動走向數位，差異在於把波束成型器拉到後端，然後把每一路降到基頻，再做訊號處理，好處在於容易控制波束的方向，雖然需要採樣的資料量大，但由於現在訊號處理速度夠快故足以應付此問題。

從整體的毫米波基地台相位陣列天線來看，主要有兩個應用，第一為 5G 網路中搭載 64 或 128 單元之基地台天線，從基地站直接傳送訊號至其周



圍的室內環境而不受遮蔽效應干擾之可能性以及室內量測系統之建置與評估；第二為雷達系統之演進，由於晶片之精進微小化，從固定的大型雷達系統慢慢縮小到晶片大小之尺寸，之後再增加雷達系統之單元，唐教授表示交大團隊會持續往這個方向努力。

最後一場演講邀請到台灣大學吳宗霖教授提出毫米波 RF 前端電路和屏蔽技術在 5G 通訊的應用。吳教授提出一個 Hype cycle，每個技術都有他的週期，從成長期、衰退期再回溯成長期，最後到達飽和的趨勢，而 5G 目前還在第一階段的成長期。

毫米波的使用可以從 Shannon-Hartley 定理可知，頻率越高擁有較高頻寬，但訊號雜訊比會隨之下降，彼此形成取捨關係，毫米波應用大約在幾百公尺的範圍，因此毫米波運用的頻帶就落在 20 ~ 50 GHz。

台大團隊在這方面做了許多研究，包括毫米波量測、波束成型電路以及波束成形天線、38 GHz RF 傳輸系統等，搭配 RF 電路驗證、陣列天線量測、系統評估等。期望最終可以把這些研究整合成一個晶片並將這些經驗與產業界相互分享。

再來談到 EMC 的問題，未來的 system in package (SIP) 是重要的技術，然而在整合的過程中，由於電源線、訊號線與接地線彼此很靠近，會有彼此耦合現象造成雜訊干擾，亦有訊號線漏電至前端元件與其耦合的問題，因此如何抑制這些雜訊是重要的議題。目前的 SIP 有遮蔽技術的使用，然而進入商用時，目前體積仍然很大，因此微小化技術的研究是重要的。吳教授團隊目前有發展頻率選擇表面 (FSS) 技術，其具有抑制雜訊又達到微小化的功能，具研發價值及應用可行性，期望未來可以因應 5G 的趨勢並在台灣發展生根。■ ■ ■





無線電能傳輸結合 5G 新應用研討會活動報導

工業技術研究院區域與兩岸工作小組／李勝隆、薛家涵、陳世倫整理

為探討無線充電新應用的標準與商機，工業技術研究院區域與兩岸工作小組在經濟部技術處的支持下，結合中興大學電資學院及台灣電磁產學聯盟共同於 10/30 假台灣大學電機系博理館演講廳辦理「無線電能傳輸結合 5G 應用研討會」，邀請到技術處翁燕芬科長、台灣電磁產學聯盟吳瑞北召集人、中興大學電機系許恒銘教授及工研院鄭尊仁副主任出席致詞，研討會在 AirFuel Alliance 聯盟主席 Sanjay Gupta 博士、美國知名網路設備商 MaxLinear 市場部經理 Jim Kappes 及 IHS Markit 的首席分析師 Dinesh Kithany 等進行

專家演講與商機探討後展開序幕，本次研討會共進行了高功率無線充電技術與商機探討、無線充電未來應用情境、無線充電材料與設計技術、無線充電產業之生態鏈建構等四大主題的無線電能傳輸結合 5G 新應用探討，共約 120 位國內外產官學研專家與會，並展示 300W 無線充電模組、大面積無線充電板及以無線充電提供穿牆電源強化 5G 服務等產品，期能強化產業與標準的推廣並散播無線充電種子於學界，強化產學研的鏈結，突破技術瓶頸，提升台灣無線電能傳輸產業的國際競爭力。



技術處翁燕芬科長致詞



台灣電磁產學聯盟吳瑞北召集人致詞



中興大學許恒銘教授致詞



工研院區域與兩岸工作小組鄭尊仁副主任致詞

研討會緣起

在 5+2 產業創新政策的支持下，2016 年工研院已分別邀請了國際無線充電聯盟 AirFuel Alliance 主席 Sanjay Gupta 博士及 Wireless Power Consortium 主席 Menno Treffers 來台簽署 MOU，並共辦論壇進行技術研討，2017 年宏達電亦在經濟部技術處支持的 A+ 計畫項下，於台灣資通產業標準協會（TAICS, Taiwan Association of Information and Communication Standards）中提出我國第一個無線充電標準（TAICS TS-0010；2017），推動至今更帶動新創營運模式，促成國內連鎖超商及咖啡店等已建置超過 800 個無線充電站，另亦結合新南向政策，協助產業至泰國進行佈建。



台灣無線充電產品佈建於超商



台灣無線充電產品佈建於泰國商會大會圖書館

根據市調機構 IHS Markit 的統計預期 2019 年具備無線充電功能的消費電子裝置可望達到 10 億套規模。全球超過 100 款手機支援無線充電功能。5G 商業模式如 5G 到府服務、車載資訊娛樂系統、自動駕駛、虛擬實境（VR, Virtual Reality）與擴增實境（AR, Augmented Reality）等創新商業模式正邁開大步向前發展，對於無法部署傳統光纖到府（FTTH, Fiber To The Home）或部署費用過高的住宅，美國兩大電信商 Verizon 與 AT&T 皆投入 5G 固定無線接入（FWA, Fixed Wireless Access）標準化的測試，未來運用無線充電技術提供穿牆電源可以使 5G 服務體驗更美好。

有鑒於 5G、筆記型電腦、機器人、機械工具和醫療設備等新應用的中高功率無線充電（WPT）需求不斷增加，無線電力的下一個殺手級應用將會是什麼？為了解答這個問題並以推廣無線充電產業及標準為目的，工研院區域與兩岸工作小組、中興大學電資學院及台灣電磁產學聯盟共同辦理研討會，邀請產學研業者就高功率無線充電技術與商機的探討、無線充電的未來應用情境、無線充電材料與設計技術、無線充電產業之生態鏈建構等進行研討。

研討會展出內容

1. 專家演講

為探討下世代無線電源解決方案、新商機與技術，本次研討會邀請了三位專家進行分享。Sanjay Gupta 主席過去是手機業巨擘 Motorola 公司的副總裁，也是無線通信的 WiFi 標準發明人之一，如今他帶領 AirFuel 聯盟，將要再次創立全新無線充電的標準，他以「AirFuel 聯盟：啟動下世代無線電源」為題進行演講並指出 2017 年全球已有 5 億台無線充電設備，較前一年成長約 40%，推估到 2022 年，全球將有 20 億個接收器和發射器，相關產值將達 120 億美元。然無線充電目前僅於手機應用上有大規模的商業應用，主要原因為消費者使用的體驗上，於快速、安全、高效與可互操作和可擴展的生態系統發展都還有改善

的空間，因此產品良好的設計及將無線充電設計納入物聯網生態系統的一部分，將是產業未來發展的關鍵。無線充電產業需要導入新的技術與應用，才有機會再創產業高峰，除了感應式及共振式充電技術外，無線射頻及遠紅外線傳技術等都是可行方向。

Jim Kappes 是世界知名 IC 設計公司 MaxLinear 的產品行銷總監，該公司在 5G 網路固接服務上推出了很有競爭力的點對點通信方案，與世界諸多一流電信商在即將推出的 5G 服務上都有密切合作，他以「5G 固接服務—下世代無線電源解決方案的新商機」為題進行演講，Jim 指出 2019 年全球寬頻使用者終端設備（CPE, customer-provided equipment）出貨量將達 2 億 1 仟 7 百萬台（Mu），2019 年出貨量將成長至 2 億 2 仟 1 百萬台。5G 寬頻相關應用將呈現爆炸式的增長，但 5G 商業化應用時將面臨 mmWave（28 ~ 70 GHz）信號於遠距時將無法穿透外牆與窗戶，或穿透時產生高衰減等困擾，以穿透外牆方式部署傳統光纖到府服務，將增加寬頻使用者終端設備的成本，且在許多情境下，如玻璃帷幕、高樓層外牆等亦不易施工，若針對此應用將無線電源解決方案進行優化，使之可自行安裝將可節省並有效抵消額外的使用者終端成本，對幅員廣闊及 5G 寬頻基礎設施落後的非工業化國家而言，無線電能傳輸結合 5G 應用是一個很好的選項，未來運用無線充電技術提供穿牆電源可以使 5G 服務體驗更美好。

眾所周知 IHS 是非常具有權威性的經濟預測及商業諮詢機構，該機構於無線充電領域從手機無線充電到汽車應用已擁有超過九年的專業報導，本次很榮幸邀請到 IHS Markit 首席分析師 Dinesh Kithany 以「無線充電市場 - 技術概述」為題進行專題演講，他指出驅動無線電力市場主要因素包括方便性、滿足客戶的使用需求、密封的設備設計、綠色福利、安全利益、提高可靠性、基礎設施和數據捕獲等。無線電力市場推動



專家演講 1
AirFuel Alliance 聯盟主席 Sanjay Gupta 博士



專家演講 2
MaxLinear 市場部經理 Jim Kappes



專家演講 3
IHS Markit 的首席分析師 Dinesh Kithany

的障礙則包括成本、充電標準與互操作性、設計和性能、尺寸和包裝、產品可靠性驗證及如何與有線技術競爭等；就無線電力市場技術發展趨勢而言，低頻解決方案繼續在 Rx 和 Tx 出貨量中佔據最大份額、在預測期間，使用感應技術的可穿戴設備（基本上是智能手錶）將很受歡迎，這主要是因為原始技術解決方案立刻可供原始設備製造商用作現成產品。而助聽器會有形狀奇怪的問

題；因此，使用磁共振和非耦合技術的解決方案有望在未來幾年內獲得顯著的市場份額，但人們期待已久的手機上第一個共振系統尚未推出，未耦合的解決方案通常會在之後的市場上出現，然而這種類型的無線充電（像任何新技術一樣）實施成本更高，因為 OEM 初期需要開發工作以及安裝基礎設施的成本；2017 年 IHS Markit 針對無線充電消費者進行調查，主要調查結果如下：超過 80% 的受訪者都知道無線充電、無線充電技術的使用正在增加，但相對於平均為 29% 依然算低，用戶希望下一代有所改進但對目前的經歷仍感滿意。超過 40% 的受訪者願意在公共場所使用收費的無線充電，且大多數消費者都希望提高互操作性，更希望所有設備從同一個發射器充電，就消費者來說，住家常是消費者手機充電的地方，依手機在家充電的習慣區分臥室及床頭櫃佔 65%、客廳佔 30%、廚房佔 1%、其他地方佔 4%。相關資訊可供業者作為無線充電產品設計及推廣的參考。

2. 高功率無線充電技術與商機的探討

為探討高功率無線充電的技術與商機，研討會邀請了兩位分別在 AirFuel Alliance 及 Wireless Power Consortium 協助推廣亞太區市場的台灣專家進行分享，首先登場的是 AirFuel 聯盟亞太區主席陳聖寬，陳主席曾任高通亞太區無線充電負責人，一直持續在產業界推行 AirFuel 無線供電標準，他以「新一代的無線電力傳輸技術及產業標準發展趨勢」為題進行分享，他指出不論是磁感應還是磁共振，都是使用電磁感應原理在接收端感應出電壓，接收端再透過匹配電路共振抽走功率，差異只在 Qi 用的頻率是 110 ~ 205 KHz，AirFuel 磁共振用的是 6.78 MHz，是 Qi 的 30 ~ 60 倍，MHz 具有天生的優勢，可以在互感時達到非常高的線圈對線圈耦合效率，以及在互感時感應到足夠的電壓，但 KHz 要做到空間自由度還要維持高效率及感應到足夠的電壓，發射與接收線圈的自感要非常大，2016 日本東京大學發表的論文，設計了一個 30cm 直徑的發射線圈，調整其可同時諧振在 85 KHz 與 6.78 MHz 兩個頻率。分別把 85 KHz（圈數多）與 6.78 MHz（圈數少）面

積接近的接收線圈放在 5 cm 高度量測線圈對線圈耦合效率，可以看到 6.78 MHz 在接收負載為 100 ~ 10Ω 時，效率為 82% ~ 90%。5 KHz 在接收負載為 100 ~ 10Ω 時，效率為 30% ~ 65%，可看出相同條件下，MHz 的線圈對線圈耦合效率確實優於 KHz，AirFuel 磁共振用的是一個 6.78 MHz 高頻 Class-EPA 去驅動一個大線圈（至少是單一 Qi 線圈的 5 倍大），同時可充多個裝置，高頻大功率 Class-EPA 設計難度雖較高，但已有量產產品，比難生產的 Airpower 充電面積還大，可充多裝置，還多了 Z 自由度，且成本比 Airpower 要便宜得多，德國的論文分析各種頻率應用在植入式醫療器材，如心律起搏器的無線供電上，分析發現 7 ~ 9 MHz 是穿透人體效率最高的無線供電頻率，且最不會被人體吸收。而 6.78 MHz 是最接近這個頻段的可用無線供電頻率，故結論為 6.78 MHz 最適合使用於植入式醫療器材無線電力傳輸，且使用國際組織已經驗證過的 6.78 MHz 來做無線供電才能釋放出無線供電應用的諸多潛力。就產業能量而言目前可量產 6.78 MHz 產品的廠商多在台灣，學界也有世界領先的 6.78 MHz 研發成果，台灣可以在筆電、使用者終端設備（CPE）、醫療、機器人等不同應用來發展出基於 6.78 MHz 的眾多無線供電產業標準，結合 AirFuel 聯盟來推向國際，共享未來可期的藍海市場。

楊士緯先生同時為新加坡商安富利股份有限公司台灣分公司產品行銷經理及無線充電聯盟推廣組大中華區共同主席，是兩岸三地無線充電產業能夠前進的重要推手。他以「中高功率無線充電技術與標準最新進展」為題進行分享，他指出無線充電聯盟（WPC）成立於 2008 年，是一個非營利性的國聯盟組織，2010 年 WPC 發布首款 Qi 1.0 規範，2014 年內置 Qi 接受器的手機銷售量達到 5000 萬台，2015 年 1.44 億台手機及 5 千萬個充電器搭載 Qi 規範，2017 年 Apple 宣佈 iPhone 8 和 iPhone X 支持 Qi 規範，2018 年華為和小米發布通過 Qi 認證的手機。為了維護市場秩序，近年 WPC 也極重視市場上 Qi 相關產品的一致性測試和互操作性測試，並將不定期進行市場產品的抽驗，以確保產品品質與信譽，WPC 未來

半年重點工作，包括針對 5 ~ 15W 快速充電產品強化執行 Qi V1.2.4 的 EPP 認證及低成本的可穿戴 TX/RX 規格，並探討 65 ~ 120W 含汽車 TX 等高效率和高距離或更高功率的解決方案。

3. 無線充電的未來應用情境探討

為探討無線充電的未來應用情境，研究磁共振無線充電並獲得 2018 年 ISSCC 年度論文肯定的交通大學電機系主任陳科宏以「GaN/ 磁共振無線充電應用設計考量與挑戰」進行分享，並指出近年來汽車、電信和工業等高壓應用的增長速度最快，對高壓電源管理 IC 的需求增加，而 GaN 已應用在許多高功率產品中，用於 A4WP WPT 的 GaN 驅動器應具備的條件包括無線充電造成的效率損失小於 20 ~ 30%、無線充電額外的年度成本小於 16 美分且便利性將有利於推動無線充電，無線充電另一個未來為汽車市場，2035 自動駕駛汽車市場總量為 770 億美元，新車市場佔有 25% 的市場份額。捷佳科技目前是麻省理工出身的知名無線供電技術公司 Witricity 的一線授權廠商，是世界上少數可以量產磁共振無線充電產品的公司，捷佳科技元立安市場總監在「無線充電機器人應用」的報告中指出，AirFuel Resonant 是消除連接到設備的最後一根導線的關鍵推動因素，AI 機器人市場大而結合無線充電後又兼具創新，故磁共振無線傳電與機器人無線充電是一個完美的結合，為開發 AI 機器人市場，捷佳科技已可提供部分的無線傳電模組，相關模組功率 10 至 20W 間皆有不同傳輸功率、距離能力與自由度設計，該公司目前亦已開發使用電力發射單元 (PTU) / 電力接收單元 (PRU) 模組於機器人無線充電實例，發射端天線與接收端天線距離為 3 cm，接收電力後擁有 20W 功率，約 2.5 hrs 即可完成充電。

成功大學電機系楊慶隆教授在磁共振無線充電上已深耕多年，尤其在生醫應用上有相當的進展，本次研討會楊教授以「無線充電生醫應用」為題進行分享。由於可植入的生物醫學裝置適用於治療和長期監測，但電池佔設備體積的 40%，更換電池既昂貴又危險，故無線電源為最佳解決方案。楊教授亦發表其成功用於深層腦部刺激術

的生物醫學 IC 無線充電系統原型，為了提高無線充電系統的效率，他提出一種簡單易於製造的雙層 PCB 線圈及使用雙層基板來提高無線充電效率的新穎設計。

中興大學電機系許恒銘教授多年來專注在磁共振無線供電的研究，還把無線通信的 MIMO 概念用到了無線供電上，相當地創新，本次以「基於 13.56 MHz 的多源無線電力傳輸系統」為題進行了分享，他指出物聯網為未來趨勢為：可攜式設備及傳感器的電源必須便於充電且 MIMO 無線充電系統將會是一種功率傳輸解決方案，許教授也分享新開發的一種系統方法來實現 MIMO 無線充電系統，可於寬負載範圍 (20Ω ~ 200Ω) 和高效率 (63%) 的 13.56 MHz MIMO-WPT 系統同時工作。

4. 無線充電材料與設計技術探討

材料的精進常為科技發展的基礎，為探討無線充電材料與設計技術的發展，特別邀請國內外業者及工研院專家進行分享，首先登場的是 Efficient Power Conversion 的 CEO Alex Lidow 博士，早在 1970 年代，Alex 就發明了 Silicon 功率 MOSFET，是半導體界的大前輩。他在 2007 年就看到了氮化鎵元件的潛力，成立了 EPC 公司專門開發氮化鎵元件，如今 EPC 公司已經是世界上最頂尖的氮化鎵元件供應商，且 EPC 的氮化鎵元件正式在台灣的漢磊投片，與台灣產業關係相當密切。本次他也以「GaN 於無線充電之設計」為題進行分享。

興澄公司是高通無線充電方案的一線授權廠商，這幾年在磁共振無線充電上也自主開發了很多新的技術，是台灣在磁共振無線充電產業的領頭羊，興澄董事長方明亮以「無線充電設計與應用案例分享」他指出該公司 20W ~ 65W 的 5G 使用者終端設備將於 2019 年 3 月導入量產產品，目標客戶包括電信業如 Vxx、Axx、中國移動，設備商如華為、中興、Fujitsu、Samsung 及網通廠如合勤、明泰、兆赫、亞旭、LEA network、Technicolor、Netcomm wireless 等，但目前仍有一些挑戰，包括 Low-E glass 的穿透率及穿牆 20 cm ~ 30 cm 的效率再提升等，方董事長指出，

無線電力的應用除了眾所週知的手機、筆電、穿戴式裝置外更包含 5G 使用者終端設備如：礦坑巡檢機器人、礦坑安全帽、智能鎖、無人機及生態系統等無限應用的空間。

意法半導體是歐洲一線 IC 設計大廠，在無線充電上有獨到的解決方案，周文介經理以「行動 / 穿戴裝置無線充電技術設計趨勢」進行分享，指出在美國、英國、德國和中國的 1600 名用戶的 WPC 調查中，使用無線充電的消費者比例從 2016 年 12 月的 10% 增長到 2018 年 4 月的 40%，2017 年，家庭和汽車中無線充電配件的使用激增，大多數是在購買手機後作為獨立配件購買的，30% 的配件是作為禮物購買的，截至 2018 年 6 月，約 90 台智能手機支持無線充電。無線充電設備 2017 年同比增長 40%，Rx 設備出貨接近 325 萬台，已搭載無線充電的手機包括三星、蘋果，應用產業包括消費者、醫療、工業、汽車與公共建設等。搭載無線充電的牙刷 2026 年將大於 100 百萬具，受智能手機製造商的推動影響，智能手錶於 2022 年將超過 90 百萬具，由於 Apple 手機搭載無線充電的效應，消費者對 WPC 的認知度超過 80% 並持續增加，2017 年實際使用者為 29%。

工研院材化所電子材料及元件研究組唐敏注副組長以「無線充電材料發展趨勢研究」為題進行分享，唐副組長研究無線充電的磁性材料多年，有相當多的研究成果，報告指出，依 AirFuel 磁共振規範，頻率須達 6.78 MHz，在此頻率要求高 Q 值。工研院開發之 Ni-Zn Ferrite 可滿足無線充電技術之各個頻段需求，同一磁芯材料適用於磁感應及磁共振之兩個頻段（100 ~ 300 KHz、6.78 MHz）的需求。

5. 無線充電產業之生態鏈建構

良好的無線充電產業之生態鏈建構可提供發展無線充電產品豐富的養分，本次邀請到已在台灣、新加坡及中國已有良好無線充電產業之生態鏈建構業者進行經驗分享，首先登場的是已在中國進行佈建的德陽弘益智電科技公司劉小愛執行長，劉執行長以「無線充電於大陸佈建的經驗分享」為題進行分享，報告指出該公司發展之「電

贊充電」用戶可引流到網路平台，使智能應用能結合通訊軟硬體進行整合，目前已在中國全家連鎖便利店、7-11 連鎖便利店、杭州蕭山國際機場、VANGO 連鎖便利商店等進行充電裝置的佈建；電贊於中國的城市發展布局第一階段為自營管理，主要在杭州、寧波雙城作為自營示範場景城市，第二階段將於 2019 年開展 6 個城市代理並以一二線城市（杭州）為起點對外佈建，第三階段將擴大至 10 ~ 15 城市代理，第四階段則進行跨界商品合作及技術升級管理。

宇逸科技 (Wyless) 是台灣無線充電公共佈建的先驅，近年來跟多個地方政府合作有不錯的成績，宇逸科技業務呂映輝經理以「無線充電生態鏈建構與推廣台灣」為題進行分享，報告指出宇逸科技希望能藉由無線充電帶給消費者更便利的生活，在外急需用電時不再受充電線材束縛。無線充電使用起來輕鬆便利，效率高且穩定，企業使用無線充電，不僅能提供消費者更便捷的充電服務，也能同時提升業者的專業形象與服務品質，創造三贏價值。宇逸科技至今在台灣已與上百餐飲、飯店、國際車廠、公共場所、百貨、通路業者合作，廣受顧客好評。未來將與更多樣產業合作，用無線串聯各項服務，提供消費者享受無線充電的便利，一同打造更便利的智慧生活。宇逸科技將與政府聯手打造智慧城市，在各縣政府的支持下，宇逸科技無線充電在公家機關佈建，讓您洽公辦事時不會因為手機沒電而錯失重要消息，提供市民生活中更多智慧化的應用。目前響應的單位包含台北市政府、宜蘭縣政府、新竹縣政府、台中市政府。

最後演講的為擎天科技吳阮弘執行董事，擎天科技公司以新加坡與台灣為根據地，發展創新的無線充電生態系統，甚至還結合了最熱門的區塊鏈概念「無線充電生態鏈建構與推廣 - 新加坡」吳執行董事指出擎天科技已在新加坡樟宜機場、台灣的機場捷運、立法院、台中市政府、ASUS 總部、HTC 大樓、歐德庫克沙發等場域進行佈建，目前更建立了結合無線充電贈送比特幣的區域鏈營運模式，也期許大家共同參與。



翁燕芬科長聽取業者說明無線充電 5G 應用



產品展示與交流



Sanjay Gupta 主席與作者及台方業者合影



Sanjay Gupta 主席與作者等合影



活動花絮

EPC 公司展示大面積無線充電版



許恆銘與作者及台灣業者合影



活動花絮

富達通科技展示得獎商品

結語

無線充電可視為一種載具或工具，結合手機、筆記型電腦、機器人、機械工具和醫療設備等裝置，將提高使用的便利性並增加附加價值，無線電能傳輸結合 5G 新應用可使 5G 服務體驗更美好。本次研討會邀請了 16 位來自海內外的講師包括 AFA 聯盟主席 Sanjay Gupta 博士及理事會成員 Alex Lidow 博士、IHS Markit 的首席分析師 Dinesh Kithany、美國知名的網路設備商

MaxLinear 市場部經理 Jim Kappes 等，吸引了約 120 人共同研討，出席成員包括產官學研等不同領域專家，其中產業界佔 85%，本研討會除可強化產業與標準的推廣並散播無線充電種子於學界外，更深化與國外無線充電產業標準組織的鏈結，強化台灣無線充電產業的國際能見度，更有利於產業標準的推動及提升了台灣無線電能傳輸產業的國際競爭力。■



2018 夏季電磁教育引領研討會

聯盟特約記者／元智大學電機工程學系（乙組）研究生共同撰稿

主席致詞

中華民國微波協會 劉榮宗理事長

因應未來 5G 與汽車防撞雷達市場的發展，微波甚至毫米波這個領域是非常有前景的，在高頻化的趨勢下，要如何設計濾波器以及天線，有別於以往的作法可以更加多樣化及客製化。顯然，光靠以往教科書累積的知識已然不足，還需要多閱覽一些其他的文獻攝取新知以及從別人的創意中找靈感並改良。理事長以諄諄的期許為本次演討會揭開序幕。



吳瑞北教授 演講盛況



開幕 — 劉榮宗理事長致詞

Keynote Speech- Development of Electromagnetic Science and Technologies: An Overview

台灣大學電機工程學系 吳瑞北教授

吳教授的演講細述微波的發展歷史：從靜電靜磁、庫倫定律、電生磁磁生電的概念以及電磁學先驅偉人的介紹，到基本理論公式、馬克斯威爾方程式、電場磁場的解釋，一直到電磁相關的應用模擬實驗，電磁實際攸關生活的實際層面發展以及目前最新的應用，包含物聯網、5G、SI/PI 等。以清楚的脈絡陳述出以時間軸為概念的微波進展狀況，讓同學們了解這是值得一輩子投入的領域。

Retrospect of Smith Chart and Transmission-Line Theory

交通大學電機工程學系 張志揚教授

張教授講述傳輸線基本定義、歷史發展和電報方程式推導，傳輸線單位長的電阻、電感、電導和電容等電路模型，再運用科西荷夫電壓電流定律、微分方程式與弦波穩態的技巧得到特徵阻抗和複數傳播常數，傳輸線特性基本上就是表現在這兩個參數上。

微帶線、共平面波導和共平面帶線一般較常接觸，但在傳輸線電路中較常用歸一化的阻抗來表示，反射係數、電壓駐波比和史密斯圖上都是用歸一化後的阻抗值，在設計時還需要考慮使用的頻率、板材厚度及色散效應。史密斯圖是由 Phillip Hagar Smith 於 1939 年發明，是一種反射係數對應到輸入阻抗或導納的工具，中心點為 1（通常 50 歐姆），阻抗圖和導納圖相差 180 度。一般來說，輸入阻抗要先歸一化後才畫在史密斯圖上，用來找反射係數、相位和駐波比都很方便。應用在阻抗匹配設計時，在低頻段可以使用串並聯電容或電感，但在高頻段時，即採用並聯傳輸線的方式來實現。相信這些概念會成為之後學習的基礎，不論是進行設計或量測上都有很大的幫助。



Basic Microwave Measurement

中央大學電機工程學系 邱煥凱教授

微波量測在微波領域裡面佔有非常重要的份量，雖然在量測的時候通常會花上好幾個鐘頭甚至好幾天的時間，但是任何一個研究只要有量測數值為佐證，就會使整個結果呈現變得完全不一樣。在邱教授精彩的介紹下，讓同學大開眼界，原來台灣在微波技術領域當中，藏著這麼進步的研究室，不管是微波領域還是未來的 5G 通訊，台灣都是具有很大潛力與價值。

Introduction to Modern Antenna Design

中央大學電機工程學系 涂文化教授

涂教授則用舉例的方式幫助我們了解什麼是天線，甚至運用昆蟲學來讓學生了解天線概念。在簡單的說明電磁波是如何傳遞之後，再介紹天線的基本架構以及什麼場合會用到什麼樣的天線。天線的分類以及輻射場型是很重要的基礎，接下來再講天線的極化、增益、效率、還有阻抗等，講完了天線饋入的技術，接下來介紹了好幾種常見的天線類型，例如：Horn、Parabolic Reflector、Spiral、Dipole 等，能夠應用在各式各樣不同的場合。科技的發達使得天線無所不在的存在於日常生活當中，課程的最後更說明了天線是如何製造以及如何去測試。透過完整的介紹，使同學可以更增加天線基本的認識。

大型天線的潛力應用與發展基礎

台灣大學電機工程學系 周錫增教授

周教授的演講幽默風趣，講課時會以有趣的方式講解實作相關案例，會令人莞爾一笑。大型天線的設計相較一般天線是較為困難的，其模擬相當費時，如果設計錯誤，更改一個參數又要重跑，過程將會非常枯燥無聊。教授的解決方法為：利用電腦的連結進行多工模擬，還有先用一個模型去跑，結果符合預期，再擴大並包含細部結構再做模擬也是另一種方式。

雷達技術的前瞻性應用

中山大學電機工程學系 王復康教授

雷達 (Radar) 是 Range Detection and Ranging 的縮寫，它主要的原理是將電磁波發射到想探測空間之中，藉由接收空間存在物體所反射的電波，可以計算出該物體之方向、高度及速度，並且可以探測物體的形狀。隨著現代科技的發展，雷達的技術及應用也越來越廣泛，發展出許多不同的雷達，舉例來說，地面、空中、外太空等都有雷達的蹤跡，不過在以前通常是運用於軍事方面，而在近期民生用品使用雷達也是屢見不鮮，例如：汽車防撞雷達、醫療照護感測雷達等，都是現在常見的熱門研究題目。而雷達跟天線又是不可或缺的好搭擋，在演講的後面也有提到一些不同種類天線，有 loop Antenna, Monopole Antenna 與 Horn Antenna 等，每個天線都有其長處，針對不同的用途，使用不同的雷達與天線做搭配。例如一些簡單的應用就不太需要用到太複雜的雷達設計，畢竟在產業中還是要以獲利做為前提，用最少的花費能做出足夠應用與效能的雷達設計才是最完美的。

Introduction to MMIC and Related Application

台灣大學電機工程學系 林坤佑教授

MMIC，也就是 Monolithic Microwave Integrated Circuits 的縮寫，從微波到毫米波，對於現在工作頻率越來越高的射頻發射機以及接收機來說，MMIC 在其中起到了非常重要的影響力。毫米波的使用是目前大家都積極追求的新頻段，他的頻率在 30GHz 到 300GHz，比起微波，它能使硬體以及天線的尺寸大幅縮小，有著更好的解析度及更寬的頻寬，這意味著資訊傳輸的速度更快。但除了這些優點同時也有缺點，頻率高則元件價格就會增加，在空氣中的損耗也高，在設計方面也會相對困難。MMIC 分為兩種，Si-based (CMOS) 跟 III-V/II-VI compound process (GaAs, InP, GaN 等)。與過去的 MIC (HMIC) 相比，兩者最大的差異在於，MIC 是將主動元件以及被動元件分開製作，製作完成後再全部焊上板子，而 MMIC 是一體成形，被動與主動元件設計好後直接於基板上生成。其他的差異分別在尺寸重量 (MMIC 較輕薄)、製程時間 (MMIC 較久) 以及特性 (各有好壞)。MMIC 相關應用非常廣泛，例如：衛星通訊、軍事方面的飛彈偵測系統、飛機起降輔助系統 (94GHz)、77GHz 汽車防撞雷達、天文望遠鏡、追尋蜜蜂雷達等。隨著頻率高的毫米波出現，使得 MMIC 的應用不斷擴大，必須跟緊腳步，才能追上不斷進化的技術。

Noise and Low Noise Amplifier

交通大學電機工程學系 孟慶宗教授

在現代通訊中，對於效能、高操作頻率及微型化的強烈需求，正在考驗著無線通訊系統中兩個連接天線電路的極限，也就是我們常見的功率放大器 (PA) 與低雜訊放大器 (LNA)，而孟教授則為我們講述一些關於 LNA 的基本原理。對於 LNA 而言，主要參數包含增益 (Gain)、線性度 (Linearity) 以及雜訊指數 (Noise Figure)，PA 是處理發射端訊號功率的增強，LNA 則是接收器前端的元件，且在充滿未知因素的環境中運作，所以 LNA 必須在指定的頻寬內將天線所接收到的微弱訊號進行放大，以便後端進行訊號處理。而孟教授則是利用一些簡易公式的推導，帶領剛入門的同學們去了解 LNA 的設計及其效能分析。另外，孟教授提到功率消耗在 LNA 中通常不屬於首要問題，大多數 LNA 功率消耗相當低，電流消耗在 10-100 mA 之間，它們向下一級提供增益，但不會向負載輸送功率，因此利用低功耗 LNA 來節能的意義不大。

低功率長距離物聯網之產業趨勢與應用實例

元智大學電機工程學系 (乙組) 楊正任教授

現今信息技術高度發達，繼網際網路之後，物聯網以迅雷不及掩耳之勢引發社會廣泛的關注。隨著物聯網快速興起以及日益增多的應用，WiFi、Zigbee、Bluetooth 等無線通信傳輸協議，





使得構建物聯網時有了豐富的選擇。不同的通訊技術有著不同的特點，也各有適合自己的應用場景。但是對於長距離、低功耗，只有少量資料傳輸的應用，主流的無線通訊系統尚無法滿足上述需求的相關技術，這也就是 LoRa 技術誕生的原因。而 LoRa 目前已經有一些實際的應用和未來使用的想像，像是智慧農業利用監控系統回傳土壤水分、溫度、空氣濕度等生長環境因素，可以做大數據分析及及時自動調整耕種環境。空氣的量測也是一個很好的應用，像是溫度、濕度、氧氣及二氧化碳濃度等。還有一些智慧城市的應用，像是停車、垃圾回收、街道照明等。但是 LoRa 相關產品的開發因為沒有一個公信的規範，會產生不同公司或者不同國家之間，商品的使用頻段與規範不同，而無法相互連接使用的問題。楊教授認為，若能解決此一問題，LoRa 的應用和終端設備會是台灣一個很有國際競爭力的領域，而 LoRa 的產業發展將一日千里。

Microwave Passive Circuits

中正大學通訊工程學系 湯敬文教授

微波被動元件包含濾波器、功率分配器、傳輸線、天線等。此次講座主要重點放在微波濾波器以及功率分配器／耦合器兩部分。湯教授提到利用集總元件設計濾波器，由低通濾波到高通濾波或是帶通濾波，基本上都是從低通濾波器發展而來，不同種類的濾波器有不同的等效元件。平行耦合微帶線是常用的帶通濾波器設計方式，透過公式計算能得到所需的傳輸線尺寸，進而設計

出所需的濾波器。再來是功率分配器與耦合器，提到 Wilkinson 功率分配器原型及設計原理，接著介紹 Directional Couplers、Hybrid Coupler、Ring Hybrid 等多種可以參考的設計方式。

微波 IC 量測技術簡介

中正大學電機工程學系 蔡作敏教授

蔡教授一開始即強調：在微波這塊領域，能做出電路是個才能，但是在實作後能夠精準量測與驗證的能力也同樣是不可或缺的。在微波相關的論文裡頭最重要的一節也正是實驗結果，模擬結果再完美，如果實測出來的完全不符預期，那也只是浮雲。因此，在設計中一定要知道之後要如何量測來驗證，並且要隨著可量測的儀器設計自己的電路，不然設計製作了一個電路卻沒有儀器可以量測也是白費。由於儀器的價格都非常昂貴，必須小心小心再小心，要一步一步的依照操作指示進行操作，因為探針等的都是非常脆弱的。而得到量測結果後，也要不厭其煩的去統整與驗證，要與模擬取得相近的結果才算是完成工作，因此微波的這塊領域，不可缺少的即是細心與努力。

總結

最後，感謝元智大學電機工程學系（乙組）承辦此次研討會活動，以及中華民國微波學會、台灣電磁產學聯盟、IEEE EMC Taipei Chapter、5G 射頻產業技術聯盟的大力支持，讓許多剛踏進微波領域的學子們，得以受到如沐春風的教育，引領他們走進微波這條康莊大道。■■■



人物
專訪



■ 專訪鈺創創辦人兼董事長 盧超群

領頭衝鋒陷陣

研發力展現競爭力 ▮▮▮

聯盟特約記者／游羽棠

求學生涯一路順遂，擁有顯赫學、經歷，盧超群的前半生是典型菁英寫照；然而，36歲那年，盧超群選擇放棄IBM的高薪與前景回台參與國家級次微米計畫、創業，開啟人生新頁。盧超群用深厚的學術研究實力，將鈺創科技打造成台灣半導體產業不可或缺的一員。走入業界逾40年，盧超群是少數擁有IEEE Fellow、美國國家工程院院士榮譽的企業家，如何在忙於經營時，保有研發動能？又如何專注本業時，亦能洞悉產業發展趨勢？

電磁聯盟有幸於2018年中專訪成立近30年仍穩健成長的鈺創創辦人兼董事長盧超群，談談鈺創持續創新的原動力，以及對科技業未來人才的期許。

立功

人生
準則

立德

立言





報國魂、創業夢 棄高薪返台

鈺創科技創辦人兼董事長盧超群的人生軌跡，展現撐起台灣科技業榮景的菁英典型：建國中學、台大電機系第一名畢業，獲得史丹佛大學電機系全額獎學金後赴美取得碩士、博士學位。盧超群畢業後旋即獲得 IBM 延攬、服務近十年，期間獲頒 IBM Corporate Award 等榮譽。此外，擁有 35 項美國專利、於國際工程專刊上發表超過 50 篇專業論文，年僅 38 歲就獲得 IEEE Fellow 肯定。

盧超群父親為知名鑛冶工程專家盧善棟，盧家三代於福州市行醫、家學淵源。但隨著戰爭爆發，盧善棟放棄就讀交大電機系，就讀交大鑛冶系以開採後方資源直接報效國家，戰後來台擔任經濟部鑛業司司長、台北工專（今台北科技大學）教授、擔任鑛冶工程學會理事長，一生為開採台灣礦產為民所用，貢獻心力。盧超群自幼看著父親為鑛冶事業獨居新竹山間，耳濡目染下，亦將貢獻國家產業發展視為內心志業。

盧超群赴美國史丹佛大學後，師從榮獲 IEEE Medal of Honor 的半導體領域大師 James D. Meindl 攻讀碩、博士，不僅養成深厚理論實

力，更深受校內豐厚的創業氛圍影響。「Stanford 鄰近矽谷，特別鼓勵學生把知識創新變成產品，創業顯然就是最直接了當的方法。」盧超群說。而剛畢業的盧超群選擇進入以擴大電腦製造與應用（Mainframe Computer）當紅的 IBM 公司貢獻，創業熱血卻從未消滅。

雖然盧超群擁有做人學、經歷，又能在世界一流企業立足、屢獲肯定，卻不安於穩定的生活。「期許自己要立言、立德、立功，」盧超群坦言。在家學淵源與所受教育影響，讓盧超群於 1990 年代毅然放棄 IBM 穩定高薪，應允時任政務委員李國鼎與工研院董事長張忠謀推展「次微米計畫」之約，返台創立鈺創科技公司。

人生準則 立功、立德、立言

「立言、立德、立功」，是中華文化裡千古流傳的價值觀，亦是影響盧超群人生方向的重要準則。

盧超群指出，首先能做到「立言」，做研究、撰寫且出版論文，讓研究成果得以流傳中外、縱貫古今；而盧超群取得史丹佛大學博士學位進入 IBM 任職前，為回饋台灣，曾於 1981 ~ 1982 年

間返台在交大擔任一學期客座副教授，向學生傳遞電子科技最新觀念「次微米技術」。而這份播種，竟意外地在十年後開花結果，當盧超群於1990年返台參與次微米計畫，驚喜地發現計畫內十餘名經理人都是當年任教交大時的學生，當年撒下的種子成了台灣半導體業界前進的動能。

下一步則是「立德」：「對工程師而言，就是把自己推導的抽象理論，實際生產出熱賣的產品。」盧超群說。1982年起，盧超群陸續進入IBM研發中心、產品總部任職。雖然盧超群在史丹佛學的是半導體製程技術，但當時IBM的半導體產品有70%是DRAM，因此，進入IBM後，為發展最頂尖的核心技術，轉做DRAM設計，亦成了盧超群日後建立鈺創的招牌產品。

在IBM任職九年期間，盧超群樹立記憶體產品及技術的兩大貢獻：提升並指出半導體未來能更加大速度與密度之技術發展：首先，開發出創新型3D（三維空間）半導體記憶體細胞（Memory Cell），證明半導體的密度可以達到0.1微米以下，被IBM應用在世界上第一顆4Mb DRAM中，且至2018年仍用在IBM高速電腦中。後來IBM將這項技術移轉給TOSHIBA（東芝）、SIEMENS（西門子），又陸續再由TOSHIBA與SIEMENS移轉予台灣華邦、茂德、南亞，顯見盧超群在研究與產品上之卓見與貢獻，受到世界各大公司採用、至今持續推展開發進程。

盧超群另一個大成就，則是於1987年發表當時全世界最快的DRAM，原本通用的DRAM速度是60奈秒，而盧超群發表快了兩倍、只要20奈秒的新產品。速度更快、價格更低，也讓半導體的DRAM能支援電腦功能（例如3D繪圖）。

負笈他鄉、在世界舞台上發光發熱，年僅36歲的盧超群在IBM達成立言、立德的成就。雖然1990年他已成功的在美立業，且身處資源豐沛、擁有一流人才的IBM，盧超群仍認為，回到故鄉、協助台灣半導體產業發展更可成就重要的

志業。「當時台灣的半導體技術及環境均非常落後，在全球連前十名都排不上，且造成台灣貿易嚴重入超（大於石油），人家已進入八吋晶圓，台灣還在做五吋。但那時李資政要求他懷抱雪中送炭精神，只要進步一點，就能提升半導體產業很多。」盧超群說。

因此，面臨李國鼎資政、張忠謀董事長提出次微米計畫的邀約，盧超群毅然地賣掉美國房子，回台灣創立鈺創。盧超群直言：「回台灣的目標，就是希望能立功。讓想做一番事業的年輕人，有好的社會環境可以發揮。」

盧超群與哥哥盧志遠院士返台加入次微米計畫，一同為台灣8吋晶圓技術與設計及建立DRAM產業奮鬥，在短短四年間，讓台灣半導體產業有能力自主設計、製造8吋晶圓產品。圓滿地完成次微米計畫後，盧超群以記憶體IC設計為主業，專心經營鈺創。

「原本目標是建立比韓國更大的DRAM事業，但限於台灣的財力與產業環境無法如願。」盧超群說，目前台灣的DRAM產業應該不跟競爭對手比規模，而是從最新領域，如：AI、IOT著手，用最先進的DRAM設計手法，搭配有限資源下的製程技術，開拓出鈺創在利基型DRAM的全球領先技術與產業地位。

異質整合、三經合流 洞悉趨勢

即使走進業界近四十年，盧超群的研究能力仍未稍減，不只於1991年獲選為國際電機電子學會榮譽會員（IEEE Fellow），1998年以其在高速動態記憶體設計的領先貢獻獲頒「IEEE Solid-State Circuits Award」。此外，盧超群亦因長期對半導體產業的貢獻與成就，於1999年榮獲美國國家工程院院士。

而盧超群之所以能屢屢獲獎項得到肯定，在於時時能藉由紮實研究輔以產學實務經驗，提出引領半導體界發展的創見。其中最為人所知的是，盧超群於2004年擔任「國際固態電路會議」（ISSCC）的主題講員時，於開場演說率先

提出「異質整合」(Heterogeneous Integration)架構，意即「未來的系統晶片將會完全利用在單一封裝中的多維整合，內含多元晶片包括各種數位、類比、記憶體與 RF 功能及技術。」這不僅是鈺創在技術研發與營運策略上的重要依據，更成為分析師們認為摩爾定律漸趨緩慢之後，全球 IC 產業亟需的發展趨勢。

「異質整合」(Heterogeneous Integration)，是不論在巨觀產業面及微觀技術面，皆能據以發展的方法與導向。首先，盧超群認為，在產業面可建構新的產業模式「群聚實質垂直整合模式 (CVVI: Clustered Virtual Vertical Integration)」。

過去半導體業偏向垂直分工，但近年來台積電與 Apple 發展出特殊合作模式，例如：Apple 的 A10 處理器與 Apple Watch 2 採用第二代 SiP 技術，促使台積電實現 InFO 技術突破。因此，從 Apple 與台積電的例子發現，台灣的晶片產業必須透過群聚、異質集成、垂直整合及加深合作，才能以小搏大，達到一加一大於三的效果。

此外，異質整合的另一重點，則是在製造技術層面：「以晶粒堆疊技術，將記憶體、邏輯晶片、RF、數位和類比等不同性質的晶粒堆疊起來。」盧超群進一步解釋，摩爾定律是透過在積體電路上盡可能擺進更多電晶體，獲取加乘功能。而發明裸晶技術後，是以異質性晶粒組合，搭配升級後的堆疊技術，再封裝成微電子單元，可視為類摩爾定律的延續。而未來 30 年可以預見，系統與應用元件都能被擺進半導體，達成數倍於過去的效能。

而鈺創屹立近 28 年，從專注記憶體 IC 設計，至今專業技術不限於 IC 設計，亦結合手持裝置與雲端運算，開拓網路攝影控制器、自然光 3D 影像擷取等技術。盧超群指出，維持強勁研發動能的箇中關鍵是以「三經合流」為理念，輔以「異質整合」技術，創造出符合客戶需求的整合性服務。

盧超群曾於接受《未來城市@天下》專訪時扼要介紹：「『三經合流』是仿效人體三個感官應用所研發成功的半導體相關產品。第一經是腦經，鈺創的利基型緩衝記憶體就如同人類大腦，掌管記憶 (Memory)；第二經是視覺神經 (Vision)，鈺創發展網路攝影 IC，也發展出 3D 視覺圖像及深度圖；第三經則是指神經傳輸 (Connectivity)，鈺創的 USB3.1 主端產品如同人體神經系統，負責傳達內容，速度亦有大步地突破。」

近年來，鈺創最受矚目的技術為「自然光 3D 深度圖」，主要應用在影像感測與擷取面向。而目前最為大眾所知的 3D 深度圖技術，是由 Apple 推出的 iPhone X 手機配備的臉部辨識 (Face ID)，以雷射光描繪出 X,Y,Z 三度空間的影像。Apple 的臉部辨識技術一出，業界多朝向雷射光發展。

然而，盧超群指出，鈺創的自然光 3D 深度圖技術擁有三項雷射光所不及的優勢：首先，雷射光只能直進，自然光卻能支援廣角，除了臉部辨識外，更可廣納周遭景物；此外，相同距離時，自然光比雷射光耗能更低；最後，自然光無處不在，且無健康顧慮。因此，看得廣、看得遠、耗能低的自然光 3D 深度圖，特別適合用在無人商店、無人機、汽車、物流系統等。目前鈺創的自然光 3D 深度圖技術已經獲得多家世界級系統廠商採用，亦導入工業 360 度望物儲影像擷取模組至竹科廠商的影像管理系統，以紀錄工廠管理系統影像、進行環安衛檢測、提升生產效率與保護勞工作業安全。

勉學生踏穩根基 放眼國際

除了經營鈺創等四家公司，盧超群亦花費相當心力參與半導體產業組織，曾擔任台灣半導體產業協會 (TSIA) 理事長、全球半導體理事高峰會 (WSC) 前全球主席、全球半導體聯盟 (GSA, the former FSA) 亞太區主席及前全球主席，以

及台灣新竹科學工業園區科學工業同業公會常務理事。身為基督徒的盧超群相信，「萬事互相效力，叫愛神的人得益處。」除了能從擔任組織領導人的經驗，重新定義如何做好領袖。盧超群也期待，產業組織的存在能將各企業皆會面臨的問題，如：環保、水電、人才等困境，以宏觀、多元的角度集思廣益，共同努力解決。

自盧超群擔任半導體產業協會理事長起，定期出版年刊，持續紀錄、傳承半導體發展。除了舉辦年會凝聚產業界向心力、加強交流；也邀請各領域專家學者演講，如：台積電董事長張忠謀告訴大家「The Next Big Thing」、導演李崗談電影、台達電創辦人鄭崇華談能源、台大校長李嗣涔談醫學與電子結合之未來發展，不僅拓展視野，也試圖與半導體產業發展接軌，創造更多可能。而擔任國際組織主席期間，向其他國家引介台灣半導體業的能耐，不僅懂得用異質整合，除了做代工，也能做自己的設計，還兼顧系統應用。

值得一提的是，盧超群不僅重視業界前景，更在乎人才培育。有鑒於博士生薪水低、雜務多，難專注研究，導致博士生源越來越少，難以挹注台灣半導體業界需求。對此，盧超群直言：「要安貧樂道，那是個人修養；提供合於環境的報酬，是社會必須做的。」因此，盧超群推動成立「台灣產業研發聯盟」，由企業界出資 60%，政府補助 40%，提供博士生每個月五萬元以上的薪水，鼓勵學生在進修之餘，加入產學合作專案，出版學術論文、實際設計產品，加強戰鬥力。

話鋒一轉，盧超群提醒電機系學生，愈難讀的科目愈是競爭力所在，趁在學時養成困難及基礎的學問，進入業界就可舉一反三。以半導體業瞬息萬變的發展為例，「以前大家都說拓撲學、量子力學不重要，結果現在要做 AI 不能不懂這些。」盧超群進一步談到，很多學生認為只要把應用的電子、電路學好，就能覓得好工作。然而，「電磁學」才是有志於進入半導體業的學生必備武器。盧超群提醒，賈伯斯於 2007 年推出

iPhone、開啟智慧型手機世代，不過短短十年，就有許多新技術，如：AR、VR、智慧城市由此衍生。只有掌握基礎學問，有能力舉一反三的工程師，才能掌握主動權、創造新技術。

最後，盧超群以自身經歷勉勵莘莘學子，「成功靠的是底蘊與部分機運，機運是求不來的，但底蘊可以靠自己努力。」除了專研本科系，也要把握在學時光齊備三大面向的知識：會計與財務、法務、哲學與心理學，擁有這些能力，掌握科技與人文知識，才能努力為生活奮鬥之餘，不失生命與工作相乘的樂趣與品質。■

盧超群董事長 簡歷

現任

- 鈺創科技股份有限公司創辦人暨董事長
- 台灣半導體產業協會 (TSIA) 理事長
- 全球半導體聯盟 (GSA) 亞太區主席

學歷

- 美國史丹福大學電機系博士
- 美國史丹福大學電機系碩士
- 國立台灣大學電機系學士

經歷

- 凱鈺科技股份有限公司董事長及執行長
- 世界半導體理事高峰會 (WSC) 全球主席
- 全球半導體聯盟 (GSA) 全球主席、董事
- 新竹科學園區同業公會常務理事、理事
- Symposium on VLSI Circuits 技術委員會委員
- 中華民國科技管理學會頒發科技管理獎、院士
- 國立台灣大學傑出校友
- 財團法人潘文淵文教基金會頒發 ERSO AWARD
- 行政院頒發中華民國傑出科技榮譽獎
- 美國國家工程學院院士
- 欣銓科技股份有限公司協同創辦人
- 創意電子股份有限公司共同創辦人及第一任董事長
- 台灣半導體產業協會理事、常務理事
- 國際電機電子工程學會會士 IEEE Fellow、IEEE Solid-State Circuits Award Winner
- ISSCC 國際固態電路會議技術委員
- 美國 IBM 總部及研發中心經理
- 國立交通大學副教授、傑出校友、講座教授



奇景光電股份有限公司



職稱	工作地點	科系	工作內容
數位IC設計工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. Develop and implement the timing controller of TFT-LCD panel or relative 2. Digital IC design and simulation 3. FPGA verification and debugging/IP development 4. IC test pattern generation or process mass production problem 5. High Speed IP design 6. AI deep learning Algorithm design 7. 3D depth decoder application design
類比IC設計工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. SERDES CMOS Circuit Design (HDMI, DisplayPort, or USB3.0). 2. All Digital PLL Circuit Design.
類比IP設計工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. PLL design 2. High speed receiver design (~3Gbps)/High speed transmitter design (~3Gbps) 3. eDP receiver/V-by-One receiver 4. MIPI D-PHY/HDMI Receiver/HDMI Transmitter/MHL Receiver 5. I/O (General purpose or high speed) design 6. Collaborate with the systems and applications group in the following fields: -Definition and design of IP spec. -IP test and characterization -Systems and applications testing of product -Develop production test spec and implementation methods
Video/Vision Algorithm Engineer	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. Research and develop video/vision algorithms. 2. System software/hardware architecture analysis 3. Implement real time video/vision algorithms on embedded systems 4. Optics / Sensor / Algorithm co-design by system simulation and experiments from application point of view 5. Build simulation model and design tools for diffractive optical elements(DoEs)
系統硬體設計工程師	<input type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. 熟悉電子電路設計 2. 熟FPGA、MCU系統應用、Verilog 應用與設計 3. 具高速介面 應用與設計 5. 了解 TFT LCD 驅動原理與視訊原理 6. 具TV/Monitor/TV TCON系統硬體及韌體設計開發 7. 具 MIPI, LVDS, eDP 等相關經驗者佳 8. 具SOC IC 驗證與系統應用開發經驗 9. 熟悉Embedded FW, 8051/ARM/DSP coding, C/C++ 10. LCD驅動IC驗證、單晶片(8051)韌體撰寫、電腦控制軟體撰寫(VB) 、FPGA平台開發
SI/PI/EMC工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. " Chip+PKG+Board " co-simulation for SI/PI/EMC analysis. 2. Co-work with system engineers and circuit designers on product Design-In tasks. 3. High-speed interface co-design, such as DDR2/3, LPDDR1/2, HDMI, VBO, eDP, MIPI, mini-LVDS, etc... 4. Generate pkg/board-level design guideline or reference design. 5. Electrical-Thermal Characterization for IC, PKG, and PCB design 6. " Chip+PKG+Board " modeling & co-simulation for pre-silicon SI/PI/EMC analysis. 7. Co-work with RD/CAD/SE for chip design-in SI/PI/EMC issue support. 8. Gbps interface SI/PI co-design and validation, such as DDR2/3, LPDDR1/2, HDMI, VBO, eDP, MIPI, etc.
系統軟體設計工程師	<input type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	資訊工程/電機 /電子/通信 相關科系	1. 有電容式觸控韌體開發相關經驗 2. 有電容式觸控演算法開發相關經驗 3. 熟悉8051組合語言,C ,C++ ,C# 4. 有Linux/Android driver開發相關經驗 5. 有MCU(8051/ARM...)相關經驗 6. 熟USB interface 7. 具相關driver開發經驗

歡迎您將履歷請寄到resume@himax.com.tw 更多職缺內容請上104查詢 或掃描QR Code



國家中山科學研究院資訊通信研究所 菁英招募

智慧國防
AI科技

物聯網
IoT

前瞻通信
技術

數位
自動化
製造

智能
資安防護

區塊鏈
技術

ICRD
INFORMATION & COMMUNICATION RESEARCH DIVISION

- 科技人員-具理工科系碩士以上學位。從事前瞻性國防科技研究或科技管理相關工作
- 技術人員-具高中(職)以上學位。從事技術操作、生產製造相關工作
- 定期契約人員-依本院任務需要聘雇之特定期間人員。從事協助性質工作。可擇優轉正
- 研發替代役-理工相關科系碩士以上。可依規定轉成正式科技人員。
- 延攬大學院校獎助金生-提供在學優秀學生獎助金。畢業後可來院服務

招募



先豐通訊股份有限公司

知名觀音PCB大廠徵才

一、職務需求

需求項目	學歷/班別	大約薪資
各類技術員	高中畢業科系不限 日夜排休(12小時)輪班	29650~52930 元
各類工程師	專科/大學以上 理工相關科系畢業 固定日班或中班(較少) 週休二日	依學經歷核薪計算加給



二、公司簡介及福利

1. 公司為 PCB 全球百大廠商，業績走勢穩定成長
2. 獨家專利技術具有市場優勢與諸多世界級客戶建立夥伴關係
3. 享年終、四節禮金、生日禮品、績效獎金
4. 企業文化優良照顧員工，有年度檢康檢查，享團保，
5. 培訓體系完善業界楷模，供膳宿
6. 配合政策有專案補助，最高可領 21000 元獎勵金



三、應徵方式

面試各類工程師請投遞 104 人力銀行

面試技術員請親洽或投遞 104 人力銀行

地址：桃園市觀音工業區經建一路 16 號

求才專線：03-4839611 分機 1318 人事 蘇小姐

分機 1319 人事 陳先生

auden 耀登集團

沒有完美的狀態，只有不斷的超越

NO PERFECT STATUS, ALWAYS SEEK FOR BETTER

Integrated Service Modules

*Global Product
Certification Compliance*



*Technology Research &
Product Engineering*



*Antenna Sales &
Manufacturing*



*Test Equipment &
Regulatory Technology*



ABOUT US.

耀登集團創立於1981年的知名天線大廠，集團多年來以專業的經營團隊和堅強的研發實力，紮實的RF核心能力落實於市場的各项無線應用發展，其客戶涵蓋國際知名網通通訊大廠。

耀登集團的產品服務應用範疇廣泛，可提供完整的無線通訊服務，從世界標準級的射頻量測儀器與系統設備儀器設備建置、技術開發、量測認證、專業天線設計研發、客製化量產製造到售後服務，提供全方位一站式服務的廠商。

耀登科技 ☎ 03-363-1901 📍 桃園市八德區和平路772巷19號
晶復科技 ☎ 03-271-0188 📍 桃園市八德區長安街140之1號





Technology built to be human at heart

IOT

AI

5G



HOME | MOBILE | AUTO
#thischipchangeseverything



聯發科技

最新活動

自聯盟成立以來，一直希望能提供更好的會員服務。初期曾設立產學聯盟徵才媒合網，由於操作及註冊程序較為繁瑣，效益不侷專業的人力銀行網站，因此希望能調整運作方式。我們知道各位會員很希望每年都能招募到各大專院校優秀傑出的畢業生，因此調整聯盟可協助項目如下：

• 轉發徵才或實習訊息：

如您需要聯盟代為轉發相關徵才或寒暑假實習訊息，惠請將訊息內容告知我們，聯盟將協助轉發相關訊息給全國 140 多位聯盟教師及 8 校學生。

• 開放企業會員擺設徵才攤位：

為提供更有效益的媒合方式，聯盟擬於每次的季報中，免費開放企業會員擺設徵才攤位、徵才集點活動及徵才說明會。

• 於季刊中刊登徵才訊息：

目前聯盟每次季刊紙本發行量約 400 份，寄送對象包括聯盟會員、教師以及電磁相關單位，電子季刊寄送對象則為聯盟企級會員、研級會員、聯盟 140 多位教師、聯盟 8 校學生（超過 600 名研究生），以及先前活動參與者（上千位），開放每位會員可於每次季刊中刊登 1 頁 A4 之徵才訊息，出刊前將詢問各位會員是否提供徵才稿件，敬請踴躍報名。

• 可邀請聯盟教授於徵才說明會中致詞：

會員在各校的徵才說明會中，如需邀請聯盟教授撥冗出席簡短致辭，歡迎不吝告知，聯盟會協助後續安排。

電磁產學聯盟儀器設備借用優惠方案 ~ 歡迎會員踴躍申請

為了確實落實跨校產學合作及資源共享的目標，聯盟彙整各校微波儀器及實驗室的借用辦法及收費標準，並特別訂定「電磁產學聯盟廠商申請使用儀器設備及實驗室優惠方案」，歡迎聯盟會員踴躍申請利用，詳情請上聯盟網站查詢（網址：<http://temiac.ee.ntu.edu.tw> → 關於聯盟 → 聯盟實驗室）。

【聯盟廠商的儀器借用優惠方案】

1. 凡電磁產學聯盟廠商申請使用台灣大學、台灣科技大學、中正大學在聯盟網頁所列示的儀器設備，一年可免費使用共計 50 小時，相關協助研究生之鼓勵經費由聯盟支出，自第 51 小時起再按各校實驗室辦法的收費標準收費。
2. 凡電磁產學聯盟廠商申請使用元智大學通訊研究中心近場天線量測實驗室、中央大學在聯盟網頁所列示的儀器設備，一年內申請使用的前 50 個小時（與上款合計），聯盟補助每小時優惠 500 元。
3. 各校微波儀器及實驗室的借用辦法及收費標準，請詳閱聯盟網站關於聯盟 → 聯盟實驗室 → 各校實驗儀器對外借用規定。
4. 相關細節歡迎進一步連繫，並隨時提供寶貴意見讓我們可以參考改進，請洽詢聯盟助理許瑋真小姐，電話：02-33663713，e-mail: weichenhsu@ntu.edu.tw

聯盟會員專區

徵才媒合服務	<ul style="list-style-type: none"> 轉發徵才或實習訊息 開放企業會員擺設徵才攤位 於季刊中刊登徵才訊息 可邀請聯盟教授於徵才說明會中致詞 相關說明：http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=208
會員邀請演講	<ul style="list-style-type: none"> 會員自行邀請聯盟教授前往演講 聯盟可提供演講部分補助（聯盟補助上限 3,000 / 次，每位會員一年至多申請 2 次） 相關說明：http://temiac.ee.ntu.edu.tw/news/news.php?Sn=203
會員舉辦季報	<ul style="list-style-type: none"> 補助各界申請辦理季報，初期希望能以 IEEE MTT 支會、AP 支會、EMC 支會為主 每次補助上限 8 萬元（補助金額由召集人決定） 103 年度申請案以彈性提出方式申請，104 年度請於 103 年度 9 月底之前將申請提交聯盟辦公室，俾利於年度委員會議提出審查。 相關說明：http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=202



台灣電磁產學聯盟

2019 傑出講座

台灣大學電機工程學系 周錫增教授

講題：

1. 陣列天線系統架構、波束成形及量測校正
2. 5G/B5G 無線Front Haul Network 天線技術發展



中正大學通訊工程學系 湯敬文教授

講題：

1. 步階耦合微帶線的特性及其在微波電路的應用
2. 如何利用微帶線實現寬頻且高衰減率之帶拒濾波器



中山大學電機工程學系 黃立廷教授

講題：

1. Packaging Solutions and Hardware Technology for 5G Mobile Systems.
2. Detecting the Internal Distribution and Structure of Pd Doped Ag Wire Bonds Using an RF Technique.



演講摘要及申請辦法請洽聯盟網頁 temiac.ee.ntu.edu.tw，
聯盟將補助傑出講座至聯盟會員演講之演講費及交通費，
欲申請講座者，歡迎與聯盟助理沈妍伶小姐聯繫。
Tel: 02-3366-5599、E-MAIL: temiac02@ntu.edu.tw



編輯小組

發行人 吳瑞北
總編輯 毛紹綱
執行編輯 沈妍伶
發行單位 臺灣電磁產學聯盟



臺灣電磁聯盟季刊中，特別設置「電磁園地」專欄，
歡迎聯盟業界成員及聯盟師生投稿發表電磁相關文章，
以促進產學研多方交流意見。若您欲惠賜稿件，
請與臺灣電磁產學聯盟辦公室聯繫！

聯絡人 沈妍伶
電話 +886-2-3366-5599
傳真 +886-2-3366-5599
e-mail temiac02@ntu.edu.tw
地址 10617 台北市大安區羅斯福路四段一號
(國立臺灣大學電機系博理館 7 樓 BL-A 室)

美編印刷 麥田資訊股份有限公司
地址 10055 台北市中正區仁愛路二段一號四樓一六八室
電話 +886-2-2322-1930
傳真 +886-2-2396-4260
e-mail dnecy@gmail.com

0 3 2



臺灣電磁產學聯盟通訊

Taiwan Electromagnetic Industry-Academia Consortium Newsletter

