



NO.34 Jul. 2019



Taiwan Electromagnetic
Industry-Academia Consortium Newsletter

臺灣電磁產學聯盟通訊



聯盟業界成員



合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



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

Unimicron
欣興電子



仁寶電腦

2	主編的話
	活動報導 — 邀請演講
3	新一代衛星通訊小型地面站簡介 Introduction to VSAT User Terminal 台揚科技 陳瑞云協理
5	5G 時代天線工程師的機會與挑戰 廣達研究院 李奇軒博士
	活動報導 — 傑出講座
7	陣列天線系統架構、波束成型以及量測校正 台灣大學電信工程學研究所 周錫增教授
9	如何利用微帶線實現寬頻且高衰減率之帶拒濾波器 中正大學通訊工程學系 湯敬文教授
	活動報導 — 橋接未來電磁研討會
12	2019 台灣電信年會暨 106 年度科技部電信學門計畫成果發表會
	專題報導
16	台灣電磁產學聯盟 2019 年第一次研發半年報 — 微波功率放大器之技術發展與應用趨勢
	活動報導 — 國際研討會連線報導
21	2019 歐洲天線和傳播會議 The 13th European Conference on Antennas and Propagation (2019 EuCAP)
	人物專訪
26	中山科學研究院 — 吳中興院長專訪：「動手做」是一切根本
	企業徵才
30	先豐通訊
31	奇景光電
32	欣興電子
33	仁寶電腦
34	國家中山科學研究院 資訊通信研究所
	動態報導
35	最新活動 & 消息、儀器設備及實驗室借用優惠方案
36	聯盟會員專區、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 Lectures）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 2018 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，本季特邀聯盟企業會員之台揚陳瑞云協理、廣達電腦李奇軒博士蒞臨台大演講，與學生介紹產業界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。

微波功率放大器技術發展是當前國際之熱門議題。去年歐洲微波週於 2018 年 9 月 23 日至 9 月 28 日在西班牙舉行，其中，歐洲微波積體電路會議特別著重於微波與毫米波功率放大器設計，深入探討相關電路佈局、電磁模擬、環境設置等，可看出產學界對其之重視。期望台灣在微波功率放大器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 2019 年 5 月 3 日在台灣大學博理館所舉辦的研發半年報暨微波功率放大器之技術發展與應用趨勢研討會，便是為了讓國內於微波功率放大器之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。此次半年報由長庚大學電子系、台灣電磁產學聯盟與台大高速射頻與毫米波技術中心共同主辦，並獲得台大電機系、台大電信所、台大國際產學聯盟（ILO）等相關單位的協辦與支持。內容從系統、製程和產業角度切入討論，包含相關的 CMOS 及氮化鎵功率放大器設計、工程應用的問題、量測需求及軟體實設計實務範例等，議程十分精彩充實。

國家中山科學研究院座落於桃園龍潭，為台灣國防科技研發重鎮。知名的經國號戰鬥機、雄風三型反艦飛彈、天弓三型防空飛彈等都出自中科院之手。中科院原先隸屬於國防部軍備局，政府為提升國防科技能量，推動國防產業發展，特於 2014 年立法通過轉型為行政法人，使其擁有更具彈性的規範與制度，為研發動力引入活水。電磁聯盟有幸於 2019 年初前往中科院，專訪畢生致力武器研發的杲中興院長，分享其一生熱愛的國防科技以及終生不輟的研究生涯。

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

邀請演講

新一代衛星通訊小型地面站簡介 Introduction to VSAT User Terminal

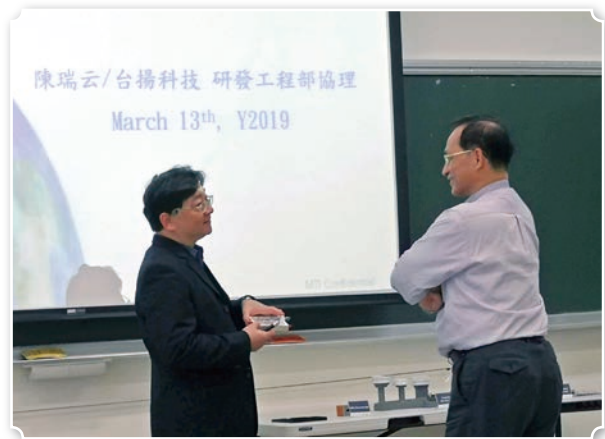
台揚科技 — 陳瑞云協理

聯盟特約記者／林怡廷

衛星雙向通訊先天具有良好的直視線（Line of sight）寬頻通訊頻道及品質，因此有不受距離限制及廣播的特性，長久以來應用於商業電視廣播、遠洋通信、軍用通信及救災通信等，而隨高速通訊的蓬勃發展，行動通訊技術從 4G 邁向 5G，所需要布建的基地台密度也就更高，但同時在通訊環境也會造成更多干擾，此時衛星就扮演了舉足輕重的腳色，因此本學期在台大電信所電波組的專題演講中，特地邀請到台揚科技研發工程部的陳瑞云協理於 3 月 13 日和大家講解新一代衛星通訊小型地面站（VSAT，Very Small Aperture Terminal）簡介。

衛星以軌道高度可以概分為同步軌道衛星（GEO，Geostationary Earth Orbit）、中軌道衛星（MEO，Medium Earth Orbit）及低軌道衛星（LEO，Low Earth Orbit）。同步軌道衛星軌道高度 36,000 公里，涵蓋範圍大，但傳輸的延遲也最長，約 120 ms，其最大優點為通信服務時間是 24 小時，且衛星使用年限可達 15 年。中軌道衛星的週期為 2 到 8 小時，由於離地較近，涵蓋範圍較同步軌道衛星小，也因此需要放較多衛星。低軌道衛星軌道高度最高至 2,000 公里，週期只要 10 到 40 分鐘，不僅可以降低傳輸的延遲至一趟僅約 10 ms 而且通訊需要的訊號強度較低，因此發射的成本也最低，不過美中不足的是其涵蓋範圍小，因此需要較多次的連接切換（handoff）且衛星使用的年限較短。

首先介紹衛星通訊小型地面站的系統與發展，衛星通訊小型地面站是指天線口徑為 3 米以



下的小型地球站，只要配置於衛星訊號的覆蓋區之內，與衛星保持直視線，就可建立雙向通訊連線傳輸寬頻訊號。此地面站在 1990 年代即應用於美國部分郊區，補足有線傳輸的缺陷，但當時用於此傳輸系統的衛星數目不多，而傳輸速率只有 140 Gbps，然而，隨時間的演進，運用此小型地面站的範圍也越來越廣，預計到 2020 年，衛星的數量及範圍可以涵蓋全球各地，可利用 3 顆同步軌道衛星，每顆涵蓋地球的三分之一，也就是 120 度，預期可達 1 Tbps 的傳輸速率，或是用數百顆低軌道衛星遍布地球，達 7 Tbps 的高傳輸速率。

衛星通訊小型地面站的科技與應用也十分關鍵，在使用者端需要有收發兩用機（transceiver）、天線、數據機等技術，為了能接收遠從衛星來的訊號，各個設備都有其需達到的標準與需克服的問題，像是收發兩用機中，低雜訊放大器（LNA）的設計就需將雜訊指數（Noise Figure）、暫存器傳遞語言（RTL，



register transfer language) 等最佳化，也會需要濾波器或屏蔽來防止 4G 的干擾，甚至為了避免消耗功率太快，熱學的分析也是不可或缺。而其中一項應用目標就是於 2020 年東京奧運時，利用 80 至 160 吋的顯示螢幕播放 8k 高畫質影像，甚至利用 Ku 頻段或 Ka 頻段將影像經衛星即時轉播至全球各地，達高解析度、多互動、多螢幕的發展。而其未來的發展也無可限量，飛機、郵輪、醫療、農田、物聯網（機器對機器）等都有其發展及應用空間。

接著，陳協理介紹新一代超大頻寬且覆蓋範圍無遠弗屆的低軌道衛星通訊，此種衛星發射在南北向，加上地球自轉，所有地方都可以涵蓋，每顆約涵蓋 1,200 km，因而使得地面站接收器有很多衛星可以追蹤。由於距離較近於地表，接收器功率不用很高也是其優勢，然而，即使使用者端的碟型天線會隨衛星緩慢移動，且天線涵蓋角度大，但仍需每十幾分鐘就進行連接切換為其缺

點之一，因此所需的演算法也較為複雜。而隨著發射技術的創新，將衛星發射出去的火箭也有團隊成功進行回收，由於火箭成本高，雖然回收的火箭能使用的次數仍為個位數，但此技術的發展還是能節省約 10% 的成本。未來也希望能將接收端的天線利用平面的相位陣列天線實現，並放置於車頂或飛機等移動的交通工具上，更能達無遠弗屆通訊的目標。此外，目前也有太陽同步軌道衛星（SSO，Sun-synchronous orbit），其所經的位置都是太陽光能照到的範圍，因此拍攝到的照片都是亮的，可應用於農業監控、土地變遷等領域。

衛星通訊應用的範圍涵蓋陸、海、空，汽車、郵輪、飛機等都是衛星通訊能觸及的範圍，加上高傳輸速率傳輸高解析影像，達到全球無線覆蓋的通訊，對人類通訊有十分大的助益，雖然衛星小型地面站不會取代現有 5G 的基地台布建，但理應能相輔相成，以達最佳的通訊品質。■



活動
報導

聯盟特約記者／林怡廷

5G 通訊技術一直是新興科技及產業的熱門議題之一，其指的並非是具體的單一技術，而是第 5 代行動通訊網路（5th Generation Mobile Networks）的泛稱。2015 年 9 月國際電信聯盟（ITU）發布「IMT 願景：5G 架構和總體目標」，定義增強型行動寬頻（eMBB，Enhanced mobile broadband）、大規模機器型通訊（mMTC，Massive machine type communications）、超可靠度和低延遲通訊（uRLLC，Ultra-reliable and low latency communications）三大業務場景，以及峰值速率、業務容量等八大關鍵指標。而天線在現代無線通訊中扮演不可或缺的角色，為了因應 5G 通訊不同場景的應用，也需要有不同特性的天線設計，例如在 5G 毫米波系統當中，天線就須與兩用收發機和射頻前端共同設計以達最好效能，因此台大電波組於 2019 年 3 月 20 日特地邀請到現任於廣達研究院的李奇軒博士在專題討論時間給予同學們演講，使同學能對 5G 天線設計的機會與挑戰有所了解。

首先，李博士以增強型行動寬頻此種應用環境進行探討，最常見且重要的例子之一為幾乎人人皆有的智慧型手機，在一手就能掌握的手機中可能需要 10 支以上的天線，無線廣域網路中 2 支用來發射、4 支接收、2 支負責 Wi-Fi 接收等，許多都需要天線的應用，而其中需突破的問題也不少，例如天線頻寬與隔離度、天線如何排列、不同模組會不會互相干擾導致接收感度惡化的現象，以及手機使用者經驗，像是手機不論直立或橫放都需能良好接收。其中天線隔離度在

邀請演講

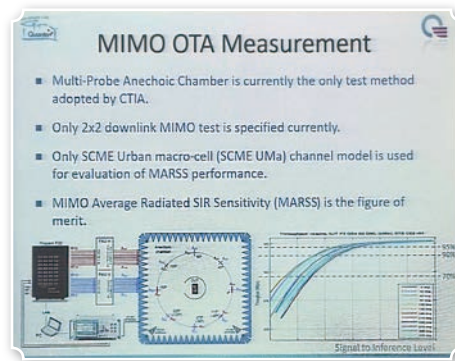
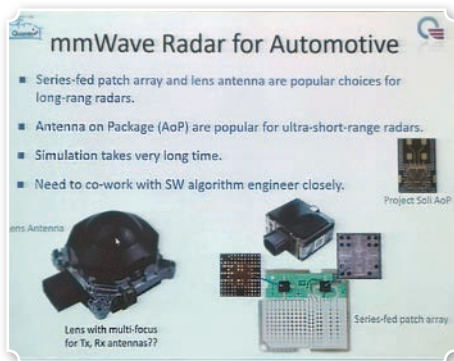
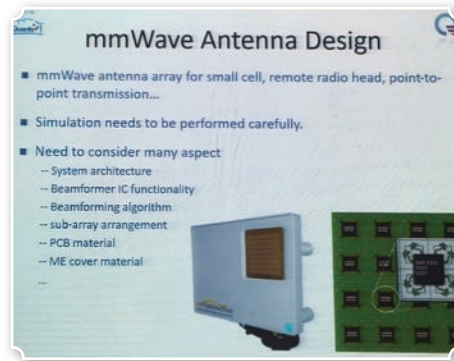
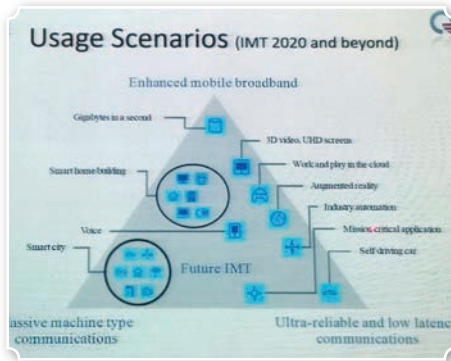
5G 時代天線工程師的機會與挑戰

廣達研究院 — 李奇軒博士



某些共存的例子中更顯重要，像是 LTE 與 GPS 的干擾或是與 Wi-Fi 共存，將會造成訊號損耗，隔離度問題理論上有兩種解決辦法，第一個是降低互相耦合，另一個則是使電耦合與磁耦合相消，但在實際的實現上很難達成，因此還是需在設計初期就將天線擺設位置納入考量以降低整合的困難度。另外，為了因應日益複雜的射頻環境，天線調諧（Antenna Tuners）組件也是優化天線的方案之一，最常用的兩種為天線孔徑調諧（Antenna Aperture Tuning）及可調式阻抗匹配調諧（Tunable Impedance Matching Tuning），其可提高智慧型手機的射頻前端整體效率及性能。

手機內天線面臨的挑戰不僅來自於內部零件的干擾，裝置內天線所發射的任何訊號都會打到面板、背板或是手機邊框，因而造成天線增益下降，例如：使用者常用的玻璃表面，會使增益減為一半，大概就是下降 3 dB 左右；而金屬邊框的影響更為劇烈，可能會使增益降低 7 或 8 dB。



除了材質外，手機外殼形狀也是影響內部元件的因素，像是手機四邊的圓弧設計就限制了毫米波組件的擺設位置，雖然現在有些微波組件廠商常以軟硬結合板或全軟板作為基底以增加覆蓋率，但能否實際應用到商業產品仍是未知數。此外，為了符合 SAR 指標，還須將 SAR 感測器放在天線附近，若有人靠近就要降低天線輻射能量以策安全，其原理是利用兩個電容連接感測器進行充放電，一旦人接近就會使電容變大，充放電次數也隨之減少，因此利用充放電次數可以辨別是否有人接近。現今也有廠商將感測器功能與天線結合，製成混合式的天線。

第二種 5G 通訊技術應用環境為超可靠度和低延遲通訊，主要應用於無線的 VR 及 AR，由於影像傳遞的延遲會導致使用者有暈眩的現象，需要低延遲的設計；而影像品質與清晰度也是影響使用者意願的關鍵，因此高傳輸速率也是不可或缺，而這其中也必定有天線的擺設進行訊號收發，除了須達上述兩點要求外，此種設備配戴時很靠近人臉，因此也需符合安全的規範。最後一種應用環境為大規

模機器通訊，主要應用於智慧城市、建築、工廠、醫學等，車聯網與物聯網也在其範疇當中。

最後，李博士提到有關傳輸接收標準（OTA，Over the Air）的量測，此為取得美國無線通訊互聯網協會（CTIA）的認證，確保天線、系統效能以及安全上的考量。由於多輸入多輸出（MIMO）的天線是 5G 通訊的主流天線，而如今只有二乘二下行鏈路（downlink）的多輸入多輸出測試，因此傳輸接收標準的量測也是技術發展的關鍵之一。在量測天線輻射時重點是其有效等向射頻功率（EIRP，Effective Isotropic Radiated Power），但即使已淘汰傳統等間距取點的網格法，而採用較佳的等密度網格分割法，光一個測試仍需耗時 2.5 小時，依舊有其能改善的空間。

天線設計在不同應用中有不同的挑戰，除了上述提到的應用，還有許多需要天線發展的情境，而 OTA 量測亦是另一個熱門的問題，無法避免的就是 5G 應用當中，天線絕對佔有一席之地，期許每位同學都能主動學習新知，將來面對各種問題都能迎刃而解。■



活動
報導

傑出講座

陣列天線系統架構、波束成型以及量測校正

台灣大學電信工程學研究所 — 周錫增教授

聯盟特約記者／張晨毅

即便第五代行動通訊（5G）的發展已是近幾年來學界和產業界廣泛討論及投入研究的議題，但在相關技術的發展上依然存在諸多挑戰與瓶頸。除了天線設計、收發模組和基頻（Baseband）訊號處理等單一領域上的技術革新需求，包含整體設備的能源使用、散熱以及軟硬體整合等問題都是需一一克服的。因此，電磁產學聯盟以為業界與學界提供良好交流平台為宗旨，藉以消弭產學間的隔閡，進而促進相關技術的創新與發展。故於4月23日，台揚科技與聯盟合作邀請台大電信所周錫增教授至台揚科技發表演講，與業界同仁分享近幾年團隊在5G毫米波頻段上的相關研究和技術發展，藉以在產品研發上有不同的思維啟發，從其產生創新技術或新興商業模式。

對於為什麼要採用陣列天線這個問題，周教授在演講一開始便指出陣列天線在5G應用上的重要性。相比於其他6 GHz以下的通訊技術，毫米波訊號在傳輸過程中存在能量急劇損耗的缺點，為避免此一現象對於通訊品質造成過大的影響，在天線設計上往往採用陣列天線的形式，憑藉其高天線增益的特性以克服毫米波的高能量衰減。接著周教授更進一步介紹陣列天線是如何實現高天線增益以及其相關運作機制。基本上陣列天線的設計是透過調整天線單元的位置、激發權重和相位，來達到輻射能量聚焦的效果。而在陣列的佈局方面，存在著半波長此一“Magic number”，也就是說天線單元與單元傾向以半波長來做間隔，如此設計不僅能有效降低單元間的耦合現象，更可以避免光柵波瓣（Grating lobe）的產生。周教授指出，陣列天線



的輻射場型可視為陣列因數（Array factor）和基素因數（Element factor）兩者相乘。因此，在設計上必須去思考當前的規格需求是受到那一個參數所左右，如此才能做對應的調試。例如，天線增益和輻射場型的變化主要是受到陣列因數所影響；而交叉極化（cross-polarization）則是隨基素因數而有所改變。

除了能提供高天線增益外，周教授談到陣列天線的另一項優點，便是能在不增加天線體積的同時實現波束掃描或多波束的效果。而此特性在細胞規劃、衛星通訊以及 Massive MIMO 等諸多應用上都極具吸引力。不過周教授也提到在波束成型陣列天線的設計上有許多細節需加以檢視。除了陣列因數和基素因數相乘外，陣列天線的場型亦可視為將單元激發能量進行傅立葉轉換（Fourier transform）。對此周教授更進一步指出，由於傅立葉轉換具有週期性的數學性質，當陣列天線的波束指向偏離 broadside 方向時，在 end-fire 方向上將會產生光柵波瓣，進而導致天線增益降低和訊號雜訊比（SNR）不佳等問題，



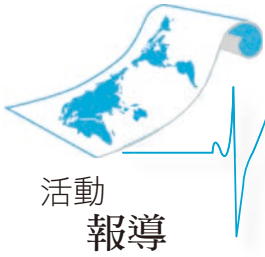
由於產品在製造生產過程中不可避免的會有製程上的誤差，因此產品一般在出廠前都會經過

因此在設計上一般都將陣列天線的波束指向限制在正負 45 度之間。再者，由於受到基素因數具有隨著偏離 **broadside** 而數值降低的特性，主波束的天線增益亦會隨著偏離 **broadside** 的角度加大而逐漸降低，此一現象稱之為 **scan loss**。對此，適度調整天線單元的設計以減低基素因數隨著角度變化的程度是一個有效的解決辦法。另外，受到基素因數中零點（**null**）的位置或單元間的交互耦合（**Mutual coupling**）所致，在特定方向上呈現破壞性干涉的現象，稱之為掃描盲區（**scan blindness**），這也是陣列天線設計上另一個值得注意的問題。而在抑制旁波瓣（**sidelobe**）技術方面，周教授則概述契比雪夫（**Chebyshev**）和泰勒（**Taylor**）兩種常見的激發權重，提供作為陣列天線設計上的參考。

為實現高天線增益和波束成型等效果，饋電網路必須提供對應的激發權重和相位變化。也因此相關饋電網路的設計便成了陣列天線設計上另一個要思考的課題。周教授對此將饋電網路中的原件進行逐一檢視並加以分析，其中包含衰減器、分功器、功率放大器以及相移器等。而除了主動原件外，被動的傳輸電路在訊號傳輸過程中的能量損耗和洩露現象也需加以檢視並排除。一般而言，在毫米波頻段的電路設計上，基板合成波導（**SIW**）與加地面共面波導（**GCPW**）兩種結構較為受到青睞，其不僅能降低能量在基板傳遞過程中的損耗，更能避免洩露能量對天線場型造成的破壞。

嚴格的檢驗與調整。而對於陣列天線而言，每個天線單元和饋電網路上的各個原件都可能存在製程上的偏差，使得產品性能因而大打折扣。若天線單元不多，大可透過人工校驗方式以對各個部件做逐一檢視。然而對於 5G 毫米波頻段的陣列天線，其單元數量動輒 128 個，人工校驗的方式便顯得不切實際。對此，周教授在講座的最後談及團隊裡最新發展的陣列天線波束校正技術，其透過電子式波束掃描的方式，在無反射實驗室內產生不同指向的天線波束並加以量測，接著藉由本技術中所開發的演算法將量測數據進行多次迭代運算，直到找到最佳的激發權重與相位變化。由於此一技術是在考慮天線單元和電路製程誤差的同時，進行整體性的波束校正，因此可直接根據校驗結果進行產品的調整。其不僅可減輕人工作業的人力成本，更可避免人為檢驗的疏漏，進而達到降低生產時程的壓力。

本場講座由陣列天線的介紹出發，從天線設計談到電路規劃，再由陣列佈局講到量測校正，其中分享不同技術的發展與應用，也概述潛在的挑戰與克服的方法。內容多元且豐富，但又都聚焦在射頻前端（**RF Front-end**）上，彼此環環相扣且內容相當精實。而演講的過程中也不乏有台揚的工程師現場提問，對於某些研究與應用做進一步的了解與討論。相信藉由本場講座的机会，使得學界的創新能量，能與產業界多年來的工藝底蘊相互配合，不僅共創雙贏的局面更開創新興領域的藍海市場。■



傑出講座

如何利用微帶線實現寬頻且高衰減率之帶拒濾波器

中正大學通訊工程學系 — 湯敬文教授

聯盟特約記者／胡宸毓

現今科技日新月異，對於應用在日趨重要的數位無線與多媒體無線通訊系統中，新的寬頻無線通訊系統架構皆採用寬頻道特性，以增進通訊系統的傳輸速率及低功耗設計來降低通訊功率。此項運用可大幅提升通訊系統整體效能，但對於射頻電路設計來說，是一個新的挑戰與考驗。由於台灣電磁產學聯盟成立宗旨為藉此平台將電磁教育、學術研究和產業做一個結合，且積極推動電磁科技之發展與創新、吸引更多優秀人才、弭平產學間之隔閡，並激發電磁科技的前瞻課題，因此於 5 月 15 日邀請國立中正大學通訊工程學系湯敬文教授至台揚科技股份有限公司，與業界同仁分享「如何利用微帶線實現寬頻且高衰減率之帶拒濾波器」。基於平面式帶拒濾波器為該公司目前點研發的電路，湯教授增加可調式單 / 雙寬頻特性的設計內容以加深演講的深度。

演講一開始，湯教授首先介紹自己在被動電路濾波器上的研究，並分享曾在業界做過晶片型低溫共燒陶瓷濾波器的經驗，最後是實際應用在 PCB 板上會產生的干擾與如何消除這些干擾的研究，以及得到有庠科技論文獎的心路歷程。此外，湯教授這些年不遺餘力投入微波領域的研究，獲得過國立中正大學傑出研究獎以及中國電機工程學會傑出電機工程教授獎。湯教授熟知業界要求與學術研究的差異性，因此電磁產學聯盟這次舉辦了此次演講，讓湯教授簡介近幾年在濾波器上所努力得結果，將研究經驗分享給業界同仁。

濾波器在無線通訊系統中，擁有其不可或缺的重要性。湯教授的演講主要介紹兩個利用微帶線實



現寬頻且高衰減率的帶拒濾波器，而帶拒濾波器的設計則是以濾除指定頻帶訊號為主要目標。傳統的帶拒濾波器設計是利用諧振頻率附近的訊號會反射回輸入端導致穿透量降低而產生止帶，因此又可將之稱為反射式帶拒濾波器；而另一種不是利用訊號全反射的方式，不但是在止帶內外均具有大的反射損耗，而且僅有在止帶內擁有很大饋入損耗，此即稱之為吸收式帶拒濾波器。至於如何設計能達到寬且深的截止頻帶和陡直的截止頻率帶拒濾波器則是這次演講要探討的重心。

在整個頻率範圍之下，一般無線通訊系統的訊號取得，最常用的是使用帶通濾波器來得到指定的頻帶範圍。但是若它的頻帶範圍附近剛好有雜訊，而且增益幅度又非常大的時候，對於帶通濾波器的設計來說，就顯得很困難，因此在實用上會改用帶拒濾波器，它的優點是可以將高雜訊的地方做抑制，並間接得到指定的頻帶訊號。一



般設計帶拒濾波器，最常使用的方法是開路傳輸線段、L 型諧振腔與 T 型諧振腔，這些諧振腔可以用耦合的方式將訊號吸引下來形成帶拒效果。此外，亦有採用雙路徑（dual path）方式將上、下兩個路徑的訊號互相抵銷形成帶拒效果，或可使用矩形環狀諧振腔（square Loop）的架構來實現。由於這些電路架構皆可從教科書上的最基本雛形（prototype）帶拒濾波器推導得到，但缺點是此種設計方法所呈現的效果乃是窄頻的帶拒濾波器。

此次演講的第一個電路架構是寬頻的帶拒濾波器。它是以雛形（prototype）帶拒濾波器做為基礎，將並聯的開路傳輸線段分別設計在不同頻率上。由於傳輸零點分別在不同的頻率上，將呈現頻帶打開而達到寬頻帶拒的效果。如果再將最接近輸入與輸出埠的並聯開路傳輸線段阻抗提高至 $400 \sim 500 \Omega$ ，則可以使帶拒頻寬邊緣的斜率

變得更陡峭，如此會使此電路更接近理想中的絕對斜率。但衍生出來的問題是在一般的 PCB 電路板上無法實現如此高阻抗的傳輸線，除非是採用半導體製程的光罩技術，但是製作成本則會大幅的提升。如何達到高阻抗的效果，而仍舊能利用 PCB 電路板技術製作呢？我們提出利用平行耦合線加上 L 型諧振腔來達到阻抗轉換的效果以克服理論上單一傳輸線的高阻抗需求，如此既可達到高阻抗又克服實作上製程能力的限制。尤其當每個開路傳輸線分支的操作頻率間隔皆相同時，可以發現開路傳輸線分支的數目就會等於傳輸零點的個數。其次分別討論耦合係數與本質阻抗對截止帶頻寬的影響，最後將耦合線的奇偶模阻抗選擇由耦合係數與本質阻抗曲線重疊處取交集而得到。如此似乎已完成寬頻的帶拒濾波器設計，但在現實製作微帶線的平行耦合線會遇到奇偶模態不平衡的狀況。雖然耦合線在非常細的條件下並



不會產生顯著的影響，但是當耦合線並非如此細的條件下就會產生一定的影響。在實作上若採取不等寬耦合線設計，則可以進行補償回復近似理論需求的條件，且再進一步將平行耦合線外加的一段開路傳輸線段改變成輻射狀結構，則可以使補償效果更加提升。經過實作驗證並與近幾年的相關文獻比較確實具有尺寸小的優勢，而且不但 20 dB 饋入損耗的百分比頻寬優於其他文獻，而且甚至在 45 dB 饋入損耗的百分比頻寬更是其他文獻皆無相關數據提出，充分證明此研究方法能有效讓帶拒濾波器具有夠深夠寬頻的能力。

接下來湯教授介紹第二個電路架構單頻與雙寬頻特性之帶拒濾波器。此架構的特色是在雙頻時還可調整頻寬，而且還具有單頻與雙頻的切換功能。其中利用二極體來達成切換 (switch) 功能，至於調整頻寬功能的電路就採用可調式電容 (varactor)。這個電路的實現理念是要將單頻

與雙頻的帶拒濾波器同時整合在一起，因此在電路的選擇上需要先找出等效電路，其次是將平行耦合線接地改成電容加一段短路傳輸線，這樣的電路就形成有電容存在的可調式概念。而若要把雙頻特性改變成單頻帶時，可以在特定端點加上一段開路傳輸線，讓帶拒中間的帶通消失，即可達到雙頻單頻之間的轉換。頻寬的調整則是將開路傳輸線的前段加上一個 switch，在 off-state 狀態下，會呈現出雙頻的帶拒特性；反之，在 on-state 狀況下，呈現的則是一個單頻的帶拒特性。在設計上由於二極體並非理想的開關，它分別在 off-state 下的等效電路有寄生電容及寄生電阻，以及在 on-state 下的等效電路有寄生電感及寄生電阻，因此在實際電路分析時也要考量進去。

在本場講座中，出席人員與湯教授有熱情的互動和討論，相信在產業界與學術界中能相輔相成，在未來研究領域上能更符合業界需求。■



活動
報導

橋接未來電磁研討會

2019 台灣電信年會暨 106 年度科技部
電信學門計畫成果發表會

逢甲大學／張家宏教授

會議緣起

通訊產業一直是國家基礎建設與國防科技的重點項目之一，近年來無線與寬頻通訊的蓬勃發展，更使通訊產業成為經濟成長的動能主軸，而 5G 行動通訊為新世代通訊產業的一個重點項目，世界各國皆投注相當多的心力著重於未來這一波 5G 通訊產業的熱潮，並且投入從事前瞻科學研究與產業發展之研發工作。而台灣在電信產業的發展，需要結合產官學界力量做重點的扶持。電磁領域可謂通訊的基礎，尤其台灣產業長期以 IT 相關技術與應用作為發展核心，因此以電磁領域發展為國家長遠技術研發之重要基礎。有鑑於此，在科技部電信學門指導之下，中華民國微波學會與電磁產學聯盟共同創辦全國電信年會之「橋接未來電磁研討會」(Electromagnetics Workshop — A Bridge to the Future)，培養與提供本領域之學生與即將進入職場之資深學員建立先備知識，邀請國內相關領域之學者、廠商和大專院校學生們一起參與盛會並了解最新的發展。「橋接未來電磁研討會」儼然成為國內最具規模的電磁技術交流平台，期望以工程技術為基石，建立產學界之橫向及縱向的發展橋樑。

承續歷屆優良傳統，繼元智大學（第一屆、第二屆）、中山大學（第三屆）、中正大學（第四屆、第五屆）之後，第六、七、八、九屆均由台灣科技大學主辦，本屆（第十屆）於 108 年 1 月 24 日至 26 日在台中福容飯店舉行。總計有六項活動在三天的會期內進行，計有：(1) 國內外產研學專家專題演講、(2) 科技部電信學門計畫成果發表（包含口頭發表）、(3) 廠商展覽與科技新知發表、(4) 明日之星專題演講、(5) 微波學會理監事會議及年度會員大會、(6) 最佳論文演講。此研討會邀請國內主要電磁領域研究團隊中的資深教授與優秀青年學者進行專題報告與研究成果發表。內容包含前瞻研究且產業發展現況之分析與探討，以及兼具未來 5G 行動通訊毫米波領域研究發展，學員可藉此了解未來微波領域研究發展及產業之技能需求。本會議另一重點方向為協助年輕學者增進電磁技術發展之研究啟發，進一步發展與探究其研究潛能，而在學之碩、博士班生也可藉此場合向國內產官學研之相關領域的先進、前輩學習並增進此領域之先備知識，相信對年輕同學的生涯規劃會有所幫助。因此，橋接未來電磁研討會提供良好的管道讓各界相關領域之同好一個互相交流與討



論的場合，對未來電磁領域研究發展、產業技術研發與國內相關產業之發展有著深遠的影響。

第一天會議進程

專題演講

會議首日由吳瑞北教授、劉榮宗理事長進行研討會開幕致詞。接著第一場專題演講為元智大學通訊工程學系彭松村教授所帶來的「Electromagnetics in Retrospect and Prospect」，彭教授為國內電磁領域發展具備相當程度的貢獻，首場演講即帶給大家電磁領域之回顧與前瞻，探討電磁發展過去所面臨到的問題與解決方式，還有未來發展之剖析，提供給大家對於電磁領域一個不一樣的思維。

第二場為台灣電磁產學聯盟傑出講座演講，由國立交通大學電機工程學系唐震寰教授所演講的「毫米波相位天線陣列之技術發展與應用」，對於未來 5G 行動通訊之發展，毫米波頻段應用以及相位陣列天線為不可或缺的關鍵技術發展，其可因應高速與寬頻資料的傳輸。在毫米波頻段之高傳輸損耗下，陣列天線的發展與實現在系統考量上必須呈現高指向性及低旁波（Low side-lobe），也因為操作頻率在毫米波，其尺寸可以做的相當小以增加陣列天線實現之優勢，而此領域儼然成為電磁研究的重點課題。本場演講內容相當精彩，在國家型計畫執行上，從整個系統上之規劃與技術上所面臨的瓶頸和相對應的解決可行性皆有涵蓋。

廠商新知介紹

本次會議安排兩天時間，邀請到遠通電收、衛普科技、財團法人電信技術中心、安立知股份有限公司、NSI-MI Technologies 伯堅股份有限公司和 Voyantic 建儒實業有限公司等六個業界單位，有充分的時間讓各個廠商新知在會議中介紹其提供之最新設備及研究，分享相關實務經驗以及對未來發展之願景，並同與會者交流在電磁模擬與微波量測上所遇到的問題及心得。

台灣電磁產學聯盟傑出講座教授頒獎

台灣電磁產學聯盟於本次會議特別頒發「傑出講座教授」予國立交通大學唐震寰教授、國立



台灣大學鄭士康教授以及國立成功大學楊慶隆教授，並邀請與會者一同表揚三位教授在電磁領域上的傑出表現與付出。

廠商展示

廠商儀器展示電磁領域相關儀器與測試平台，最後以系統量測為產品檢測，為使用者提供最完善的設計。此次共有建儒實業有限公司、財團法人電信技術中心、美商安系思科技、NSI-MI Technologies、安立知股份有限公司、衛普科技股份有限公司、台灣羅德史瓦茲、伯堅股份有限公司、台灣微波電路股份有限公司等多家儀測設備廠商參與大會。分別展示最新的量測儀器及設備，供與會學者與學員觀摩諮詢，也介紹其所提供之儀測設備，分享相關新知，並同與會者交流在電磁模擬與微波量測之心得，達到產、學界相互交流之目的。

第二天會議進程

專題演講

第二天議程上午第一場為傑出講座演講，由台灣大學電機工程學系鄭士康教授帶來的「人工智



慧機器學習在電波研究的應用」。由於人工智慧機器學習為現今重要研究領域，也是國家重點發展方向，因此演講針對在電磁領域之研究主題並以人工智慧機器學習進行模擬與分析，探討透過 AI 實現微波電路設計與資料探勘評估，為其極前瞻之研究領域。講者闡述將現階段兩個當紅的研究方向做結合，提供電磁設計一個參數參考準則，以電子電路與微波電路的設計為例，就模擬軟體的數值實驗結果，調整問題參數，將設計產生的效能與規格差異極小化。此外，將深層類神經網路 (Deep Neural Network, DNN) 及 Bayesian Optimization 等做一簡單的介紹並對應到泛函 (functional, 例如線性迴歸的誤差平方和) 最佳化，因此可以應用到許多能以最佳化技術處理的問題。

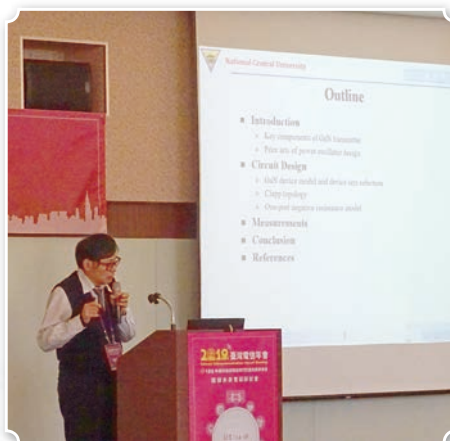
下午進行傑出講座第二場專題演講，為國立成功大學電機工程學系楊慶隆教授帶來的「淺談微波技術之創新研究」。講者針對微波技術導引，從電波發展歷程中尋找研究方向，最後以微型智能植牙系統為例，說明如何創造約五十分之一波長天線與檢測靈敏度提升 36 倍。利用原微波材料檢測技術於生醫相關的延伸創新研究，為重要研究經驗分享，相信對年輕同學的生涯規劃可有所幫助，激發研究潛能，引領微波技術下一個十年的脈動。

科技部計畫口頭發表

本屆研討會也加入科技部計畫口頭發表的項目，第一場科技部計畫口頭發表，是「優秀年輕

學者研究計畫」，計畫編號：103-2221-E-194-011-MY3，由國立中正大學電機工程學系張嘉展教授演講：「CMOS-MEMS 毫米波智慧型前端電之前瞻設計」。講者介紹以 TSMC 0.35- μm 及 TSMC 0.18- μm CMOS-MEMS 製程，設計並製作多種毫米波前端電路，包含帶拒濾波器、濾波整合開關、可調頻帶槽孔天線和反射式相移器等。為達可重置之目的，提出一新型靜電驅動式致動器，可生成多種狀態，因採用魚骨架構增加靜電吸附力，故能在合理的驅動電壓下提供更大的位移量。與傳統 MEMS 製程相較，使用 CMOS-MEMS 製程製作電路更易於與現有 CMOS 晶片電路進行整合。由於兼具了 MEMS 元件之優勢，使得電路特性與傳統 CMOS 電路相比更具競爭力而可重置性也更高，提供未來在毫米波前端電路設計的另一項選擇。

第二場科技部計畫口頭發表「優秀年輕學者研究計畫」，計畫編號：104-2628-E-011-007-MY3，由國立台灣科技大學電機工程系馬自莊教授主講「異質整合天線陣列之創新實現與無人載具應用之研究」。此研究計畫探討藉由合成式傳輸線的方式去實現電路之微小化與多頻帶之應用。講者介紹異質整合天線陣列相關技術與相移器之設計方式，並提供由數位多位元、連續式類比切換之相位調整技術整合至陣列天線之饋入網路中。所提出的相關研究成果亦發表於多篇 IEEE 國際期刊論文及重要國際研討會論文上。



最佳論文口頭發表

研討會第二天下午則舉行最佳論文口頭發表，第一場 Best Paper 一電波應用創新之演講由國立雲林科技大學林明星教授發表「運動賽事用 RFID 系統讀取範圍之研究」。本論文研究運用 UHF 頻段 RFID



系統來改善運動賽事系統之 LF/HF 頻段 RFID 系統的讀取範圍與品質。研究中，我們設計一運動賽事用 RFID 讀取器用的 UHF 頻段圓極化 2×2 陣列天線，結合 LF/HF 頻段之地墊，進行有效讀取範圍評估，並在室外驗證讀取距離與照射範圍。

第二場 Best Paper 一電波應用創新之演講則由國立中央大學邱煥凱教授發表「An X-Band GaN MMIC Clapp Power Oscillator with High DC to RF Conversion Efficiency」。邱教授介紹一高輸出功率、高效率與低相位雜訊之功率振盪器。其設計製程為 WINTM $0.25 \mu\text{m}$ GaN process with $220 \mu\text{m}$ gate width。由 8-V 直流供應電壓，其功率振盪器可以提供 19.6-dBm 的功率輸出，且可達到 21.9% 直流對射頻之效率。而整體的相位雜訊在操作頻率為 9.81 GHz 時為 -118.02 dBc/Hz at 1-MHz 和 -130 dBc/Hz at 10-MHz，整體晶片面積為 $1.5 \times 1 \text{ mm}^2$ 。

科技部電信學門計畫成果發表

在會議第二日和第三日與會的同時，也可以到會場的大型會議廳內觀看廠商展示之儀器與各校系所參與科技部計畫研究之成果。本次成果發表反應熱烈，電信學門共計有 203 件研究計畫成果參與展出，分為 A、B、C、D 四個場次做展示，展現出科技部對於各校電信領域研究實力的認可及期待。

第三天會議進程

電磁推廣學習網站

本研討會在三天過程中也提供了電磁學線上

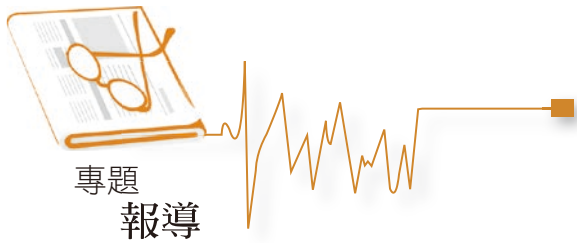
學習平台的宣傳與海報資訊，由高雄大學電機工程學系龐一心教授及同學們執行電磁學習網站的展示及推廣，可提供教師教學與學生自主學習之用，增進電磁領域同好之學習興趣及專業基礎。

明日之星專題演講

會議第三天則是最受年輕學子期待的，由畢業學長姐帶來的「明日之星專題演講」，本屆 2019 橋接未來電磁研討會暨科技部電信學門計畫成果發表會的明日之星專題演講共有四場，分別為國立台灣大學彭正安、蔡維庭、鄭立晟、黃釋平分享的講題：「高線性度高效率封包追蹤射頻前端模組」；國立中正大學廖又豪、陳柏諺分享的講題：「高靈敏度快速偵測雷達」；國立中正大學林元駿、賴俊諺分享的講題：「正交振幅調變發射機」以及台灣大學林怡廷分享的講題：「利用類神經網路快速並準確預測製作在電路板上共模濾波器的良率」。此次共有 11 位優秀青年與會分享研究成果，不僅增加其領域的交流，更能成為台下同學們的模範，開拓彼此視野，共同追求學術卓越。同時也個別頒發明日之星獎項予上述優秀青年獎者，以表揚及鼓勵他們的努力與研究成果。最後則由通通有獎之紅包牆結束此活動。

結語

「2019 橋接未來電磁研討會暨 106 年度科技部電信學門計畫成果發表會」在大家的祝福及歡樂的抽獎聲中，正式圓滿地落幕。本屆會議受到各專家學者、廠商先進及同學們熱烈積極的參加與討論，同時亦為台灣電磁相關領域之研究碰撞出更多火花。■



專題
報導

台灣電磁產學聯盟 2019 年第一次研發半年報

聯盟特約記者／閻荷青

微波功率放大器之技術發展與應用趨勢

微波功率放大器技術發展是當前國際之熱門議題。去年歐洲微波週於 2018 年 9 月 23 日至 9 月 28 日在西班牙舉行，其中，歐洲微波積體電路會議特別著重於微波與毫米波功率放大器設計，深入探討相關電路佈局、電磁模擬、環境設置等，可看出產學界對其之重視。期望台灣在微波功率放大器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 2019 年 5 月 3 日在台灣大學博理館所舉辦的研發半年報暨微波功率放大器之技術發展與應用趨勢研討會，便是為了讓國內於微波功率放大器之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。此次半年報由長庚大學電子系、台灣電磁產學聯盟與台大高速射頻與毫米波技術中心共同主辦，並獲得台大電機系、台大電信所、台大國際產學聯盟（ILO）等相關單位的協辦與支持。

此次盛會中，主辦單位邀請了台灣大學黃天偉教授、國家實驗研究院台灣半導體研究中心林劭冠副研究員、中央大學邱煥凱教授、工業技術研究院資訊與通訊研究所蔡岳霖技術副理、長庚大學邱顯欽教授以及美商國家儀器股份有限公司連俊憲博士來和與會者分享他們在微波功率放大器之技術發展與研究的經驗。內容將從系統、製程和產業角度切入討論，包含相關的 CMOS 及氮化鎵功率放大器設計、工程應用的問題、量測需求及軟體實設計實務範例等，議程十分精彩充實。

研討會首先由台灣大學電機系吳瑞北教授開場致詞揭開序幕，吳教授首先說明熱門電子產業包括 5G、IoT 及汽車電子等，各種無線通訊系統、先進駕駛輔助系統及雷達系統都需要發射微波及毫米波訊號，而其中最關鍵的主要元件就是功率放大



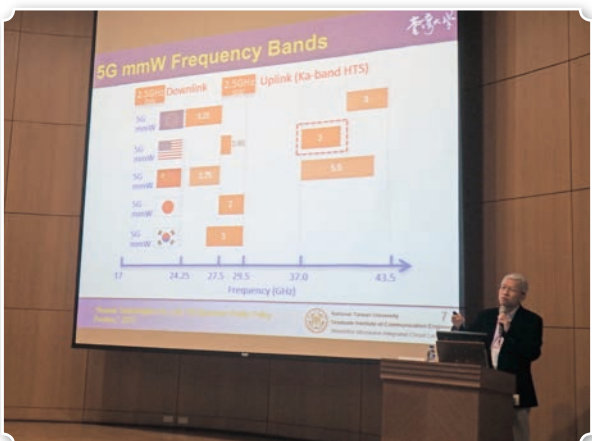
器（Power Amplifier, PA）。緊接著介紹 5G 模組包含三個部分，分別為射頻前端模組、射頻收發模組、基頻信號處理器，而當中產值成長最快的為射頻前端模組。以往 4G 射頻前端模組的成本平均為 10 美元，經市場預估 5G 將會達到 50 美元，而手機的前端模組在 2023 年市場規模大約會達到 350 億美元。在射頻前端模組當中，功率放大器為最耗電的元件，其市場也只落後濾波器，位居第二，未來省電省熱成為很重要的發展趨勢。吳教授指出了台灣在射頻前端模組及功率元件的技術發展關鍵與契機，讓聽眾耳目一新。

接著，由本次半年報之主辦人長庚大學金國生教授致詞。金教授表示，根據著名市調機構 Yole 分析，5G 將帶動功率放大器市場增長，以氮化鎵功率放大器為例，產業規模將由 2017 年的 3.8 億美元，到 2023 年將大幅增長到 13 億美元，年複合平均增長率（CAGR）為 22.9%，足見其重要性。微波功率放大器也是略帶神秘及敏感性之關鍵組件，業界對其研發均相當保密，因此邀請講員不易。所幸在中央大學邱煥凱教授、張鴻堃教授、台灣半導體研究中心張大強博士、



工研院資通所陳正中博士幫忙下，本次半年報邀請到多位優秀之業界講員，為活動成功大大增色。演講主題涵蓋 CMOS 功放設計、GaN 功放設計、功放之數位調變量測、熱退火應用及 AWR 軟體設計實例等，內容相當豐富。本次活動報名人數為 125 位，相當踴躍，其中學生及老師約 70 位，其餘為業界人士。金教授對本次講員致上最深謝意，也對聽眾表達歡迎之意。

系列專題演講部分，開場為台灣大學的黃天偉教授分享有關 5G 毫米波寬頻線性 28 nm/65 nm CMOS 功率放大器的發展與應用經驗，黃教授首先提到，為了符合市場省電的趨勢，現在購買的產品，PAE (Power Added Efficiency) 至少需要 40% 以上，而目前的高速訊號至少為 64QAM 的訊號，但加入 64QAM 訊號後，PAE 將會掉到 20%，是目前業界能做到最好的，但許多技術都尚未使用或未被開發，希望未來能夠發展出更好的產品。



接著，黃教授說明台大執行科技部有關於半導體方面 AI 計畫，要進行 8k 虛擬實境的影像即時傳輸，能應用在未來演唱會、體育賽事等運用無人機科技的場合，一台無人機上下各六個鏡頭，能夠讓人們選擇不同的鏡頭、角度去觀賞，若有 50 台無人機，就需要 500 個通道的 8k 電視傳遞，而 8k 的頻寬大約是 6 MHz，若同時傳 500 個通道就需要 3 GHz，所需要的頻寬很寬，而要傳遞 8k 的影像，在 6 MHz 至少要達 91 Mbps，所以每個 Hz 至少要 15bits 以上，所面臨的挑戰很高，目前選擇 37 GHz ~ 40 GHz 的頻帶，這就是為什麼需要毫米波的原因。

接著，黃教授比較不同製程，砷化鎵 (GaAs) 是當中可以達到高輸出高 PAE 的，CMOS 在輸出功率 20 dBm 以下 PAE 平均都可以達到 40%；而 20 dBm 以上，CMOS 則幾乎很難達到。根據研究發現合成器的損失，輸出功率越高，只要有些微 dB 的損失，就會影響 PAE，因此，在大訊號時要怎麼讓合成器能相位正確又少損失，是未來的一大挑戰。

最後，關於未來的趨勢，APD (Analog Pre-distortion) 較低成本且能增加特性，也能做在毫米波的整合晶片、商用模組線性化，相較 DPD (Digital Pre-distortion) 價錢高、複雜度也高，也有 power-hungry 及一些不能解決的問題，所以小信號用傳統 APD 的方式，可能會逐漸增加。

第二場演講邀請到國家實驗研究院台灣半導體研究中心的林劭冠副研究員來介紹功率放大器

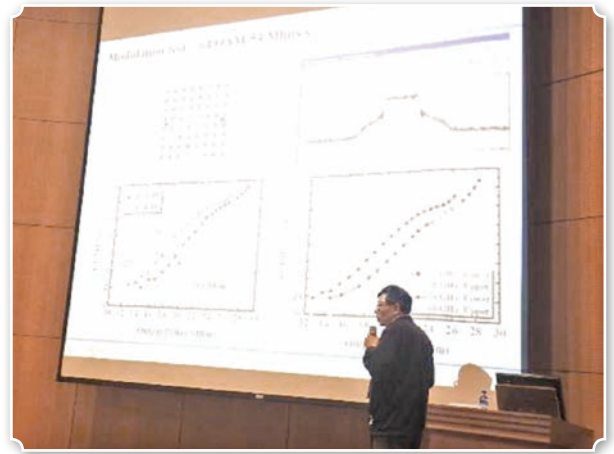


的調變訊號量測。首先介紹了三種在載波上的調變方式：振幅、相位或頻率，而相位與頻率是一體兩面的，通常傳輸訊號用振幅及相位，需要同時變化振幅及相位不是很容易，經由數學運算後，會發現 IQ 訊號是互相垂直的，而這兩個訊號的大小變化可以組合成一個星座圖，就可以由星座圖去觀察振幅與相位的變化，分析訊號傳遞時振幅或相位之改變。

當星座圖高達 4,096 個點時，功率放大器設計上會有雜訊或相位的變化，會造成訊號誤判。為了讓訊號傳遞的速度越快，目前主流有兩種設計方式，第一種是越高 QAM 數的調變，但會造成誤判的效應，第二種方式是可以增加 symbol rate，但代表增加頻寬，抗多路徑干擾的能力會降低。因此，OFDM 會被採用的優點，是本身有高的頻譜效率又能抵抗多路徑干擾。且 subcarrier 不會互相干擾，同時也可以傳遞更多資訊，但 OFDM 會造成 PAR 變大，以至於犧牲掉效率，未來正衍生出其他方式去解決。

近年來，儀器廠商開始整合一台有 AWG、SG 等功能的儀器，可以有更好的補償，將誤差向量幅度 (Error Vector Magnitude, EVM) 提升。對於 EVM，本身 PA 量測 EVM 的要求是 -25dB。相對重要的是 Back-off 多少 dB 才能符合規格要求，同時也要考量發射端所造成的失真影響。有關於 EVM 的校正、量測目前各界正在做探討，未來會制訂出相關文件、規範去校正接收端及傳送端。

第三場演講邀請到中央大學電機系邱煥凱教授來談氮化鎵的功率放大器設計。首先，邱教授針對氮化鎵 (GaN) 的 HEMT 技術與 GaAs 的 pHEMT 技術比較，而 GaN 有較快的飽和速度、高的能帶隙、高耐電場等優勢，因此 GaN 單晶微波積體電路 (Monolithic Microwave Integrated Circuit, MMIC) PA 具有高於 GaAs 3 ~ 5 倍輸出功率，或是相同輸出功率下可大幅減小晶片面積，目前許多 GaN MMIC 的 LNA (Low-Noise Amplifier)、PA 已廣用於商業和軍事用途。



設計功率放大器主要考慮的項目有：偏壓、尺寸、決定匹配點、輸出功率、達到 power 要求的 transformer、內部電路的微調及確定電路不會燒毀或無法運作。現在，穩定是一個很重要的議題，尤其 PA 不單只是功率放大，已經是一個發射器的系統了，EP、PDP、調變等會牽制到從發射端看到的效應，bypass 電容的大小也會造成跟不上或震盪等問題，PA 要當成一個系統來看待，所以 PA 設計包含三個重大要點：輸出功率、效率、線性度。

邱教授介紹了四種不同設計的 GaN PA MMICs，包含寬頻 Ku 波段差動傳輸線變壓器 (DTLT) 功率放大器，兩個 X-band 二元功率結合 4/10 瓦功率放大器和 7.5 瓦 X-band Doherty 功率放大器。而 DTLT 可以用於設計寬頻 PA，二元功率結合 PA 可應用於小面積、高功率設計，Doherty 放大器則是用於高範圍功率退回 (Power Back-off) 操作條件的高效率放大器。

接著來到下午場次的演講，第四場演講邀請到工研院資通所的蔡岳霖技術副理介紹功率放大器在微波熱退火的應用，這原本是機械所之腔體研究，但因後續想做更多應用，便請資通所參與分析，認為用功率放大器能提升晶圓熱退火的均勻度。

首先，蔡副理提及半導體熱退火設備的產值，長期來看有一直上升的趨勢，去年達到 600 億美金，顯示未來有商轉傾向的潛能。近期，台



積電研發的製程線寬越來越窄，傳統退火技術需要達到千度的高溫，離子擴散的距離也會因此越短，因此需開發熱退火製程設備。然而，比較傳統加熱與微波加熱的差異，發現傳統加熱會造成內外溫度不均，而微波加熱則可以整體均勻加熱且升溫速度快，熱預算又低，因此微波熱退火設備逐漸於市面嶄露頭角。

目前在特定微波模態下可以達成同時退火兩片晶圓，溫度差異只有 0.3%，用 SIMS 觀察時，發現摻雜物質偏移量非常小。進而說明用固態放大器取代磁控管，因功率及相位輸出可被精準控制，能增加很多微波模態數，故微波熱退火能讓整體均勻加熱且有較低的熱預算與製程成本。因半導體摻雜吸收於微波頻段之效果較好，故加熱效率比光學好，但現有設備狀態僅可處理少量晶圓，尚無法同時處理多片晶圓，且其均勻度再現性不足，未來需要再解決此困難。

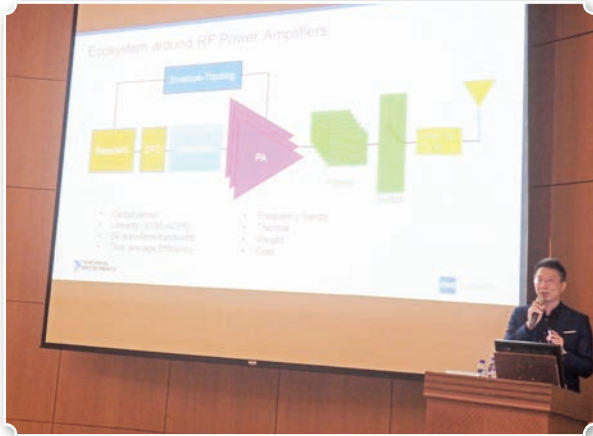
第五場演講邀請到長庚大學電子系邱顯欽教授來談六吋矽基板上氮化鎵功率放大器晶片在第五代行動通訊小基站之應用，邱教授表示只做電路設計無法將半導體性能發揮到極限，故需同時改善材料製程。邱教授本身 70% 從事材料製程改善，30% 從事電路設計，他分享 15 年來功率放大器的演變跟未來發展趨勢。

從 1990 年代世界十大市值公司趨勢分析，當時最好的公司大多是日本公司，偏向傳統產業，例如汽車產業等。2000 年是通訊市場很重要的 PA 與手機的起飛時間點，直到 2010 年智慧

型手機越趨普及化，漸漸出現以電子商務服務為主要的公司，此時世界十大市值公司主要為美國及大陸公司。目前做電子商務服務的公司比較主宰市場，但其實通訊跟硬體還是過去 20 年來的主流，包含微軟、APPLE 等公司，未來很多科技還是會以手機作為一個接點。所以通訊產業發展影響著未來商業重要趨勢，工作也不會太難找。各國近年來陸續推出 5G 服務，然而國內在半導體工業製作能力上雖強，但對於終端產品和系統卻是缺乏深入探索的。

對於小基站來說，只要 1 ~ 10W 的輸出功率就能傳送幾百公尺遠，以一家百貨公司為例，5G 規範的 MIMO 系統大概 120 度，一個基站就要三組，一層樓大概要十幾組，加總下來，會有無數個小基站，而對做硬體的人來說，硬體需求就更重要了。若基站越多，每個分配到的功率就越低，對人體的影響不大，且耗電量不高，可以裝置在電線桿上，這也建構了對硬體有極大的需求。若是手機，幾公尺的距離用 RFCMOS 即可，但談到高功率就要說到矽基板上的氮化鎵。接著，邱教授說明加入可靠度的分析與量測的元素，建立電子模型後，希望能夠實現實際量產與使用的三合一毫米波 5G 射頻前端模組系統，為通訊基地台打好工業實力的基礎。

最後一場演講邀請到美商國家儀器股份有限公司 AWR 事業群大中華暨東南亞技術經理連俊憲博士，其講題為探討 5G 及毫米波應用帶來



功率放大器及射頻前級設計的挑戰。連博士一開始說明為什麼國內從事手機 PA 的公司沒有一家存活下來，原因不在 PA 設計本身，而是缺乏周邊元件的連帶發展。商用的 PA 要求輸出功率要有好的 EVM，但本身就很難達成，而為了兼顧 PAE，需要調整的方面不只有 PA 本身，連帶需要 PA 周邊元件輔助，例如 BAW 濾波器，產業會選擇最划算的整體解決方案，不會單獨考量 PA。因頻帶越來越多，PA 自身沒有濾波功能，通訊需要使用大量濾波器，在 5G 通訊上毫米波角色也會越來越重，國內未來的發展應當要有長期的支持研究計畫以及相呼應的產業，才能促進 PA 市場成長。

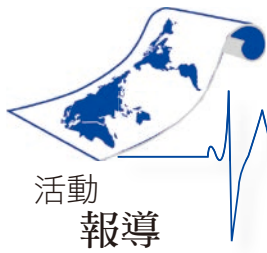


在過去大型基站中，天線跟射頻前端是分開的，中間必須靠電纜連結，而對於 MIMO 的傳輸來說，不可能接這麼多條電纜，故 RF 的接收、輸出模型需跟天線整合，這是一個很大的挑戰，面積必須變小且要精算需佈放多少顆 PA，又必須符合廣義基地台覆蓋範圍跟訊號的品質等，這些都讓困難加深。因此，有越來越多天線、基站的公司想要參與射頻前端研發，一些公司建議使用氮化鎵，重點就是因它的功率密度高，以同樣的功率來看，面積可以小非常多，因此市占率也高。



談到 Doherty，雖然平均效率可以提高，但其中有一個 PA 在低功率時的工作點於非線性區以至於 EVM 無法通過，例如：基地台要通過 256QAM，甚至是 1024QAM 的要求，即使做

了 Doherty，但沒有加 DPD 也是過不了 EVM，而想要加 ET 去改善，則必須要跟得上調變訊號的速度。調變如果是 1 MHz，ET 的速度就要三倍，如果 5G 是 800 MHz，那 ET 要到達 2.4 ~ 3 GHz，且要承受很大的電流跟功率，這是相當困難的設計。最後也盼政府能長期支持研究、產業，發展重要製程、材料，這方面是國內技術可期待的發展策略，期望日後能更多受重視。■ ■ ■



國際研討會連線報導

2019 歐洲天線和傳播會議 The 13th European Conference on Antennas and Propagation (2019 EuCAP)

聯盟特約記者／劉人瑋

簡介

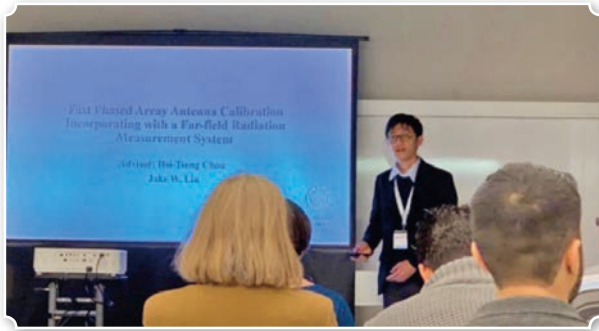
2019 歐洲天線和傳播會議 (The 13th European Conference on Antennas and Propagation, 2019 EuCAP) 於波蘭的克拉考夫 (Poland, Krakow) 市之 ICE 克拉考夫國際會議廳 (International Conferences & Entertainment Kraków Congress Centre, ICE) 舉辦，會議議程為期六天。天線與傳播領域一直是電機學科底下屬於較為核心及基礎的部分，沒有馬克斯威爾方程式 (Maxwell's equations) 的電磁學發展，就沒有今天電機領域百花齊放、生機盎然的多元樣貌。然而隨著計算機的發明，計算機及資訊工程相關的研究也在一時之間成為熱門；雖然電波領域仍從其中得益不少，卻未能從其奪回光彩。隨著第五代行動通訊 (Fifth Generation, 5G) 的到來，面對許多自然及技術上的瓶頸需要學界及業界共同克服，電波領域在近幾年內慢慢恢復其顯學的地位。諸如 EuCAP 這類天線和傳播會議，便是長期在電波領域耕耘的研討會，旨在為電波傳播相關研究提供一個良好的平台，俾使學界及業界能在相應的技術上引領世界科技的發展。第一屆歐洲天線與傳播會議於 2006 年在法國尼斯舉行，由歐洲第六框架計畫 (FP6) 的歐洲卓越網絡 ACE 組織與歐洲航天局 (ESA) 共同主辦，之後則定期在每年約四月於歐陸各國舉辦。每次舉辦至少約一千名來自世界各地相關人員共襄盛舉。相較於以亞洲為中心的天線暨傳播國際研討會 (International Symposium on Antennas & Propagation, ISAP)，本研討會之參與人員多以歐洲及美洲的教授、學生及廠商為主，所以有較多



與歐美學界人士切磋的機會。此次會議一如往常由 EuCAP 所舉辦的研討會，水平皆在一般的研討會之上，除了有相當精實與豐富的內容外，主辦單位及相關工作人員的辛勞付出也是成就此次高品質研討會的關鍵。

議程規劃

本次研討會之議程主要分為三大部分：口頭論文發表 (technical sessions-oral)、海報論文發表 (technical sessions-poster) 以及廠商展覽 (exhibitors)，三者分別在不同的會議室及展區同時進行，與會者能針對有興趣的題目自行參觀。本次研討會主題主要是關於第五代行動通訊技術與各式天線設計、電磁建模與模擬技術、生物醫學相關探討及電磁傳播基礎研究與應用等各項。所介紹之各項主題在此只能略記概要，且各項主題下所含括的論文及研究更是繁多，故以下介紹將以摘要形式進行討論。以下所涵蓋之簡介僅針對 (1) 第五代行動通訊技術、(2) 電磁建模與模擬技術、(3) 生物醫學相關探討研究，而其他主題如電磁干擾 (electromagnetic interference, EMI) 和電磁相容性 (electromagnetic compatibility, EMC) 等議題則因為求精要而略去不提，有興趣



的讀者可以到 2019 年 EuCAP 網站上下載完整的議程表以供參考。

第五代行動通訊技術

在第五代行動通訊技術項目底下，主要的主題包括多重輸入多重輸出 (MIMO) 技術、陣列天線 (antenna array) 專題及反射 / 透射陣列 (reflect/transmit array) 專題等。多重輸入多重輸出技術是本研討會屬於較為熱門的主題，在該主題下的口頭報告主要集中在關於空中傳輸 (OTA) 測試的部分。隨著第五代行動通訊系統的發展，無線用戶的數量也將大幅提升，有鑒於使用者對其行動設備的要求更高，提高網路和設備的穩定性便十分重要。而在評估、測試手機和平板電腦等無線設備以及基站之性能與穩定性的過程中，空中傳輸測試就是其中一個十分重要的環節。OTA 全稱是 Over the Air，是一種通過移動通訊的空中介面對 SIM 卡數據進行遠程管理的技術。在該相關會議中，有雙極化寬頻平面波產生器 (dual polarised wideband plane wave generator) 的設計^[1]、測試域 (test zone) 環境的驗證^[2]等精彩文章。

陣列天線與反射 / 透射陣列天線亦為第五代行動通訊的重要天線技術。在高頻段的電波傳播中，由於傳播損耗的關係，高增益天線成為彌補此一不足的必要構成元件，而為達到此一目的，除了傳統的反射面天線 (reflector antenna) 以外，陣列天線及近期相對熱門的反射 / 透射陣列天線也是一種可行的替代方案。在本次陣列天線專題的會議中，有以降低成本為目標之類比波束成

型 (analog beamforming) 陣列天線設計^[3] 以及以粒子群最佳化 (particle swarm optimization, PSO) 進行網絡設計的研究^[4] 等。在關於反射 / 透射陣列天線的會議中，則有單層雙頻 / 雙極化反射陣列天線單元的設計^[5] 以及寬頻帶電介質透射陣列天線設計^[6] 等研究被發表。

電磁建模與模擬技術

電磁建模與模擬技術這一主題包括了基礎電波傳播和天線理論與相應之數值技術、各樣電波傳播模型以及天線量測技術的研究等。在關於電波理論的部分，包含了關於格林函數 (Green's function) 在不同座標系統下應用於多層架構的研究^[7] 以及關於鐵電超材料 (ferroelectric metamaterials) 的探討^[8] 等有趣的基礎性文章。數值部分除了有限元素法 (finite element method, FEM)^[9] 相關以及時域有限差分 (finite difference time domain, FDTD)^[10] 的研究探討外，亦特別開出兩項專題，分別探討特徵模態 (characteristic mode) 與矩量法 (method of moment, MoM) 應用於電波傳播與散射所進行的研究。電波傳播模型的研究則一直是電波領域的基礎研究，除了以傳統射線追蹤法 (ray tracing) 對多重輸入多重輸出進行建模的研究外^[11]，也有像^[12] 應用全局複根和極點搜索演算法 (global complex roots and poles finding algorithm, GRPF algorithm) 來處理電波傳播問題這樣別具新意的研究。

天線量測及校正技術的部分則是筆者所投稿的專題。天線量測本已是一個發展已久的技術，但隨著陣列天線及多重輸入多重輸出系統應用的興起，量測和校正理論與其相關技術也逐漸成為一個熱門的研究。筆者所投稿的論文即是關於大型陣列天線的快速校正理論^[13]，以離散傅立葉轉換所建立的理論架構來改善以往校正陣列天線需要耗時許久的問題。其他有趣的論文^[14] 則是探討在未充分取樣 (under-sampled) 之近場 (near field, NF) 量測的情境下，以數值方法重建遠場 (far field, FF) 場型。



生物醫學相關探討研究

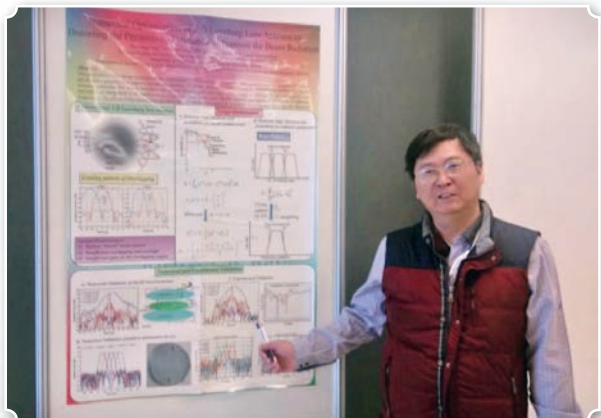
電波理論在生物醫學工程中的應用在強調跨領域跨學科的世代裡也是一個不容忽視的主題，因此一般天線與電波傳播的研討會也都會設有此一專題供學界及業界對最新的相關研究有一個互相討論的平台。在此次研討會中，生物醫學工程專題部分含括了理論、模擬以及量測等重要面向，如有關熱組織建模相關的應用與挑戰^[15]的基礎探討、有關出血性腦中風檢測儀的模擬研究及其性能探討^[16]以及關於組織之介電常數量測等文章。

其他有趣且熱門的主題包括太空相關專題、雷達系統、資訊安全以及物聯網技術（Internet of Things, IoT）等，也都是相當重要的論題，有興趣的讀者可以到 2019 歐洲天線和傳播會議的網站上找到此次研討會所有報告的論文摘要。

熱門議題演講及小型課程

熱門議題演講（keynote and invited talks）及小型課程（short courses）亦是 EuCAP 研討會的一大亮點。在熱門議題演講中，邀請到了學界及業界中針對特定領域的重量級人士與會演講，在短短的四十分鐘內分享最新的研究成果與天線領域發展所面臨的諸多挑戰。其中來自土耳其伊斯坦堡奧坎大學（Okan University, Istanbul, Turkey）的 Levent Sevgi 教授講授關

於工程電磁教育的一些觀點，以及來自華為科技（Huawei Technologies）的 Renato Lombardi 博士對第五代行動通訊之毫米波相關技術與研究發展所做的業界觀察，還有來自義大利西恩納大學（University of Siena, Italy）的 Stefano Maci 教授講授針對超表面（metasurface）所做的簡短介紹，都相當的精彩，亦發人深省。小型課程時間則較長，使用約莫三個半小時的時間講授一些較為深入的主題。其中筆者較有興趣的是由 Giovanni Toso 與 Piero Angeletti 所介紹關於多波束天線及波束成型網路（multibeam antennas and beamforming networks）的課程以及由電磁學界的大師 Raj Mittra 所主講關於應用特徵模態、本徵模態與特徵基函數（characteristic modes, eigenmodes and characteristic basis functions）





來處理複雜之天線設計問題的精要課程。其他課程如關於機器學習 (machine learning) 在電磁波方面的應用 (由 Said M. Mikki 博士主講) 以及關於可穿戴式小型天線的介紹 (由 Albert Sabban 博士主講) 等都是十分有趣且精彩的題目。有興趣的讀者可以到 2019 年的 EuCAP 網站找到各熱門議題演講的簡介以及各小型課程的授課大綱，或許在下一個有關天線與電波傳播的研討會中，還能親睹這些大師的風範。

與會感想與期許

綜合以上，相信各位都能感受到歐洲天線和傳播會議所擁有的豐富度、成熟度以及完整度，然而這篇文章所介紹的，相信還不及整個研討會內容的百分之一。於參與研討會期間，不禁使我想起曾在克拉考夫大學 (為現今的亞捷隆大學) 求學的著名波蘭數學家及天文學家尼古拉·哥白尼 (Mikołaj Kopernik, 1473 ~ 1543) 所講過的名言：「人的天職，是勇於探索真理。」報名及參加歐洲天線和傳播會議，不僅使我有機會了解目前電波傳播及天線領域的發展，更能貼近觀察歐美學界對天線工程問題的處理思維與方法，以此為

參照來批判與釐清我國天線傳播之理論與實務，期望能提升個人乃至團隊的研究水準。然而這次參與 EuCAP，既令人感到興奮，又令人感到迷惘。興奮的是，辛勤付出下所產生的研究成果終能登上國際場面，介紹予來自世界各地的同行們認識，進而彼此切磋、增進所學；迷惘的是，看見諸多優秀的學生和教授們在介紹自己的研究時那如數家珍、泰然自若之儀態，總使我有股望塵莫及之感，我想這就是參與研討會的目的及意義。除了拓展視野、增進知識外，更是一種對研究品格的培養—如何將自身的研究內化為生命的一部分。在瀰漫著虔敬氣息的克拉考夫舊城區之中，我彷彿在這漫漫的研究道路上體悟到了什麼，直至今日那來自修道院的鐘聲，依舊提醒著我當初投身研究所擁有的喜悅。

參考文獻 (皆為 2019 EuCAP 的論文)

1. Design of Dual Polarised Wide Band Plane Wave Generator for Direct Far-Field Testing, Francesco Scattone (Microwave Vision Group (MVG), Italy); Darko Sekuljica (MVG, Italy); Andrea Giacomini, Francesco Saccardi and Alessandro Scannavini (Microwave Vision Italy, Italy); Nicolas Gross and Evgueni Kaverine (MVG Industries, France); Per Iversen (Orbit/FR, USA); Lars Foged (Microwave Vision Italy, Italy)
2. Test Zone Verification Procedures in a Random-LOS Measurement Setup, Madeleine Schilliger Kildal (Chalmers University of Technology & RanLOS AB, Sweden); Aidin Razavi (Ericsson Research, Ericsson

- AB, Gothenburg, Sweden); Jan Carlsson (Provinn AB, Sweden); Andrés Alayón Glazunov (University of Twente, The Netherlands & Chalmers University of Technology, Sweden)
3. A Low-Cost Analog Beamforming Antenna for 5G mm-Wave Handset Applications, Marzieh SalarRahimi and Eduardo Anjos (KU Leuven, Belgium); Tom Buss (NXP Semiconductors, The Netherlands); Dominique Schreurs (KU Leuven, Belgium); Marcel Geurts (NXP Semiconductors, The Netherlands); Guy Vandenbosch (Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven), Belgium)
 4. PSO-based Combined Antenna and Matching Network Optimization for Mobile Terminals, Tran Quang Khai Nguyen (Université Cote d'Azur, CNRS, France); Fabien Ferrero (University Nice Sophia Antipolis, CNRS, LEAT & CREMANT, France); Leonardo Lizzi (University Côte d'Azur, CNRS, LEAT, France)
 5. A Single Layer Dual Band/Dual Polarized Reflectarray Cell for 5G, Sandra Costanzo, Francesca Venneri and Giuseppe Di Massa (University of Calabria, Italy)
 6. Broadband Dielectric Transmitarray with Scanning Capabilities, Andrea Massaccesi, Paola Pirinoli, Valentina Bertana, Giorgio Scordo, Simone Marasso, Matteo Cocuzza and Gianluca Dassano (Politecnico di Torino, Italy)
 7. Green's Functions of Layered Structures in Cartesian, Spherical and Cylindrical Coordinates, Sergey Knyazev, Sergey Shabunin, Boris Panchenko and Victor Chechetkin (Ural Federal University, Russia)
 8. Coupled Model for the Study of Effective Parameters of Ferroelectric Metamaterials, Benjamin Vial (Queen Mary, University of London, United Kingdom (Great Britain)); Yang Hao (Queen Mary University, United Kingdom (Great Britain))
 9. Macromodels for Efficient Analysis of Open-Region Problems Using the Finite Element Method, Damian Szyplski (Gdansk University of Technology, Poland); Martyna Mul (Gdańsk University of Technology, Poland); Krzysztof Nyka (Gdansk University of Technology, Poland); Grzegorz Fotyga (Gdańsk University of Technology, Poland)
 10. Perfect Electric Conductor Implementation in 3D Lebedev FDTD, Farzad Bordbar and Mike Potter (University of Calgary, Canada); Michal Okoniewski (University of Calgary & Acceleware Ltd, Canada)
 11. Characterization of Frequency-Selective Massive MIMO Channels by Ray-Tracing, Mehmet Mert Taygur (Technical University of Munich, Germany); Thomas F. Eibert (Technical University of Munich (TUM) & Chair of High-Frequency Engineering (HFT), Germany)
 12. An Improvement of Global Complex Roots and Poles Finding Algorithm for Propagation and Radiation Problems, Maciej Jasinski, Sebastian Dziedziewicz, Maria Jozwicka and Piotr Kowalczyk (Gdansk University of Technology, Poland)
 13. Fast Phased Array Antenna Calibration Incorporating with a Far-field Radiation Measurement System, Hsi-Tseng Chou and Jake W. Liu (National Taiwan University, Taiwan); Wen-Jiao Liao (National Taiwan University of Science and Technology, Taiwan)
 14. Far Field Evaluation from Undersampled near Field Measurements Using Numerically Built Basis Functions, Lorenzo Ciorba (Institute of Electronics, Computer and Telecommunication Engineering (IEIT-CNR), Torino & Politecnico di Torino, Torino, Italy); Giorgio Giordanengo (Istituto Superiore Mario Boella & Politecnico di Torino, Italy); Marco Righero (LINKS Foundation, Italy); Giuseppe Vecchi (Politecnico di Torino, Italy)
 15. Challenges and Opportunities in Thermal Tissue Modelling for Electromagnetic Applications, Margarethus M. Paulides (Eindhoven University of Technology, The Netherlands); Kemal Sumser (Erasmus MC Cancer Institute, The Netherlands); Iva Ribeiro (Erasmus MC, The Netherlands); Esra Neufeld (IT'IS Foundation, ETH Zurich, Switzerland); Gerard C. van Rhooen (Erasmus MC Cancer Institute, The Netherlands)
 16. Simulation Study of a Haemorrhagic Stroke Detector and Its Performance, Andreas Fhager, Stefan Candefjord and Mikael Persson (Chalmers University of Technology, Sweden) ■■■



人物
專訪



中山科學研究院 杲中興 院長專訪

「動手做」是一切根本

聯盟特約記者／董容慈

國家中山科學研究院（以下簡稱中科院）座落於桃園龍潭，為台灣國防科技研發重鎮。知名的經國號戰鬥機、雄風三型反艦飛彈、天弓三型防空飛彈等都出自中科院之手。中科院原先隸屬於國防部軍備局，政府為提升國防科技能量，推動國防產業發展，特於 2014 年立法通過轉型為行政法人，使其擁有更具彈性的規範與制度，為研發動力引入活水。

2016 年，政府積極推動國防自主政策，聚焦推升國機國造、國艦國造及潛艦國造等研發任務，在此重責下，2017 年杲中興接任中科院院長，帶領中科院積極創新，延續台灣國防武器研發動能。

電磁聯盟有幸於 2019 年初前往中科院，專訪畢生致力武器研發的杲中興院長（以下稱院長），分享其一生熱愛的國防科技以及終生不輟的研究生涯。



求真求實、奉行動手做的精神

院長從小生長在南投中興新村，父母是縱情雅墨的書法家及國畫家。孩提時期，擺在廳堂的家具、把玩在手的玩具，卻常是出自其母親之手，因此也養成他自己動手做玩具的習慣。在美軍協防駐紮台灣時期，台中清泉崗機場上空時常盤旋各式軍機，而 50、60 年代美蘇太空競賽，阿姆斯壯成功登陸月球，人類實現挑戰太空的夢想，更激發院長對各種飛行器的熱愛，從此便一頭栽入自製飛機火箭的世界。

在那個沒有 Google 的年代，院長從就讀小學四年級起，就與鄰居小朋友合作拆解爆竹取得火藥，來重組製作紙火箭。到了國中時期，有了化學知識並參考其父親任職的中興新村圖書館藏書中，有關火炸藥及火箭的科普書籍，更進一步的從原料配方開始，配製各型推進劑藥柱。在當時就構思，以樣品藥柱的燃速來調整配方，這種作法與現在的火箭推進劑開發方式並無太大差異。這樣的嗜好，一直持續到某天，在家中作試驗發生爆炸起火傷人，才嘎然而止。但是這種從動手實作去發掘問題，再從參考資料中，構思解決問題的能力也逐漸形成。

大學聯考放榜，院長放棄中央大學的錄取資格，依自己的興趣，選擇進入中正理工學院航空工程系。畢業後，兩年部隊生涯中，院長每天與戰鬥機為伍；一架戰鬥機約有近百個零件需要定期更換，在當時，一個機場裡約有兩到三種型號的飛機，各種零件的維修更換時程，視每架飛機的飛行時數而不盡相同。院長每天面對一張大黑板，協調飛機維修及更換零件，縱使在高壓的工作環境下，仍然樂此不疲。訪談中院長洋溢笑容的說「在部隊裡，叫我去做什麼，我都願意接受。這種心態，我覺得對年輕人來講是一個滿可貴的歷練，你去適應那個環境，從中學習到，在這個環境裡面能給你的東西，因為你不能躲避」。

中正理工學院航空研究所畢業後，院長分發到中科院，因表現優異，三年後就被選訓至美國加州大學戴維斯分校，攻讀機械航空博士學位。返台後，從組員一路當到航空研究所所長、

飛彈火箭研究所所長、副院長至院長。因為從基層員工做起，一直到各類型的計畫主持人及管理階層，服務過的單位涵蓋電子所、航空所及飛彈所。參與了這麼多面向的計畫與專案設計開發及管理工作，其中的專業技術包羅萬象，但人不可能什麼都懂都深入；就管理專案的立場，主持人必需具備追根究柢、提問問題及觀察細微末節的能力。院長從小時候拆汽車、做火箭，到現在站在台灣國防研發第一線，始終貫徹「求真求實」的中心理念。

站穩基礎零件開發

談到電磁領域在國防產業的應用，院長敘明中科院電子系統研究所及資訊通訊研究所研發工作與電磁領域息息相關。電子所負責的是電磁搜索，用電磁波搜尋目標，遠距離時使用雷達，尋標器則是裝置在飛彈上，搜索近距離目標。資訊通訊所則是把電磁波作為通訊的手段，進行資料、圖像與語音的傳遞交換。

國防領域所需的零組件為軍事用途元件，從最基本的被動元件到高階的晶片都屬於戰略物資，在進出口上常受到嚴格限制，因此中科院在國防工業領域都是從基礎元件做起。也因為關鍵零組件的製作難度高，產量並不像一般商用的硬體普遍，因此單價高、數量少。台灣雖然有雄厚的製造能力，但是在關鍵零組件如：高功率元件、高頻元件及高速數位類比轉換器的生產能力，仍然不敵美國、日本。

院長進一步說明，軍事用品和一般商用元件不同，一台好的筆電用五年，手機用兩年就得淘汰，但軍事用品一用就可能是三十年。武器系統經常被擺放在惡劣的環境中，因此構型固定後幾乎不容易再更動，加上系統運作是 24 小時，隨時都有可能要擊發，幾乎不能斷線、停機，甚至是中途維修。綜合上述條件，國防工業在設計上的要求，是所有電子產業裡面最嚴苛的，台灣目前的發展還是應朝向「往下開發」，針對被美國或日本控制的關鍵零件，持續從基礎元件的研製開始做起。

整合系統、推出品牌

台灣在軍事用品生產上，最主要的困境是「只有按圖製造，但掌控不了檢驗與驗證」。院長舉例，飛機上面的電子產品，不論是一個頭盔、一台通訊機或是一具多功能顯示器，裡面很多元件都是台灣製造的，但是系統檢驗與驗證合格規範，卻是美國訂定的。台灣廠商接到一張藍圖，辛苦地做出來後，每個產品只賣美金 1 元，但經美方檢驗、測試通過後，價錢可能就爆增為美金 100 元。

F16 戰機裡面許多的零件，其實是在科學園區及加工區做的，但是我們卻買不到；國外公司賺的是真正的智慧財產權。院長認為，台灣應該要跳脫大量生產、民生用品、利潤偏低、智財權不高等弱勢製造模式，才能掌握優勢。另外台灣缺乏系統整合性產品，國內製造業在許多國際大廠如蘋果、特斯拉等，只是扮演關鍵供應商角色，由台灣具名的品牌並不多，且通常是元件等級，例如一台工業電腦在武器系統裡面，只是一個非常小的分系統，F16 戰機內大概有十幾種電腦，而且都是特殊規格的電腦。一個武器系統的軟硬體規模及其數量，其複雜度是難以想像的。院長在歐洲、美國等知名大廠參訪時，常常機櫃一打開，裡面電腦都是台灣的品牌，但我們卻很少有品牌廠商，能推出系統整合性的產品。

院長以航空產業為例，波音、空中巴士掌握了全系統的設計、行銷及後勤維修等關鍵性獲利來源，反而機體製造都盡量外包，由台灣、韓國等承製。其實一架飛機營運全壽期的獲利來源，主要是定期更換零件、航電軟硬體系統性能提升等，機體部分從產出到汰除，幾乎不再有獲利來源。

院長認為，台灣要停止 Me Too 的思維，不應侷限在產品代工與零組件的產製上，重要的是系統性產品的創新發展。但是從創新到真正商品化，是很困難又漫長的流程。台灣市場規模小，產品初始用戶難尋，所以國際市場通路很重要，如何結合國外公司的現有通路，應是發展重點。因此院長認為，發展國防科技需要創造新通路，這個通路不能循既有的模式，因為別人是強勢的

市場，以美國為例，境內皆是富可敵國的公司，大型系統根本沒有機會。台灣製造業成熟，但品牌打不出去，要如何在國際市場裡面建立通路，將系統整合性的產品賣出去，才是最大的挑戰。

借鏡國際經驗，以合資公司共同尋找新市場

院長說，新加坡及土耳其是很好的學習榜樣。他坦言新加坡製造業能力絕對不如台灣，但是該國很早就投入國防產業市場。新加坡利用金融、法律服務、語言能力，發展中介轉運，協助客戶解決轉運及財務上的問題。新加坡學習買賣軍品，從中尋找到利基產品，並協助原廠從事研發。新加坡在以色列投資、併購很多國防產業公司，在併購的過程中，以技術轉移掌握關鍵技術，從生意的角度出發，開拓市場、解決問題、提供客戶服務。土耳其的國際合作行銷模式，更將其國防產業從無到有，以二十年的時間達到現在每年有二十億的銷售規模。

反觀台灣，擁有成熟的製造基礎，但從未思考過將國防發展成「產業」。院長說：「我們永遠投身在國防工業，工業跟產業是不一樣的，不管是電子產業、航太產業，如果你沒有買賣就不是產業，那就是放在家裡敝帚自珍，這個 cycle 就活不起來。」

院長認為，要讓國防產業動起來，關鍵在於掌握「獲利—投資—研發」的循環。但目前台灣的产品沒有銷售通路，「沒有交易、國家的投資就沒有回收，永遠把開發成本壓在國家預算上，成果無法回收，就動不起來」。

台灣處境敏感，國防產業通常與政治綁在一起，針對開發通路，院長並非完全悲觀。他坦言，在台灣「只做不賣」的方針下，軍方退伍的人都變成了外商的銷售員，辦過軍售的人都被外國公司僱用去賣外國產品，誰來幫我們國人的產品銷售？一個沒有通路的國家，政治面是在狹縫中生存，如何切入大國佔據的市場？院長認為，台灣應回頭扮演供應商的角色，走國際合作的路，雖然還是扮演供應商的角色，但是供應的不再是零組件，要想辦法提升為比較不敏感，沒有殺傷力的純粹防衛武器研

發。比如說雷達，不用來攻擊，但要做得更精準、更輕便、更容易安裝。

法人化鬆綁限制 中科院發展更有彈性

法人化後的中科院，注入了更多活水。院長說明，中科院轉型為行政法人最重要的核心精神是「鬆綁」，購案不再依循政府採購法，中科院在選擇廠商的自由度提高，也可以延伸成長期合作的夥伴關係，甚至能合作成立新公司。雙方的合作關係從買賣、交貨、付清、關係結束，下回一切從頭再來一次，轉而選擇一個有品質、有文化、有願景的公司來合作，不再是單純買賣而是共同成長的夥伴，並期待能進軍國際市場。在學界，中科院除了既有的各校獎學金生，近年也積極與內思高工、中正理工學院、交通大學共同育才，提供代訓生名額。

同時，院長以自身在美國攻讀博士的經驗，對學界提出了建議，改變教學環境是第一關鍵。他認為，台灣教學理論重於實務，導公式重於動手，但美國好的學校有自己的機場、飛機，老師不光是理論強，許多教授都能夠開飛機。他們教飛機設計，不是每天在電腦前面跑程式、算公式，而是一天教室上課、一天模擬器飛行，另外一週就上飛機跟著老師飛。教室就是機場，從飛機拖出來量重量、重心，飛上天量所有的飛行數據，全部都是實戰演練。

院長認為，這樣的教學環境，是將工程體驗深埋在學生的生活經驗裡的，他強調「No Hobby, No Industry」，要會玩才會有產業。他舉美國的環境為例，加州 Davis 又被稱作 Bike Town，全市大概一萬五千人，但是有兩萬五千部腳踏車，學校鼓勵學生自己動手修車，提供工具、場地；學生自己拆金龜車改造成跑車，開模具做遙控飛機，對他們來講是家庭工藝，沒有人能夠比得過他們。他強調，台灣四面環海，大概只有千分之一的人口，有玩船的經驗；台灣空運發達，但卻只有二千分之一的人口，有開飛機的經驗。「我們永遠做東西給別人玩，別人在玩的過程中有想法有創新，別人回饋意見，我們只有變成代工的份」。

記者問及近年國防自主策略是否有辦法改善？院長認為，國機國造在經濟層面上未必是一個好的選項，但對培養經驗而言是「必要之惡」。近二十年來，台灣在國防工業開發上確實有遲滯的現象；過去經國號戰機計畫結束，就沒有任何新機種的研發計畫，當時的研發人員，大多數都屆齡退休了，現在政府推動國防產業政策，的確創造了一個新舊傳承的機會。

採訪時，院長拿出辦公室展示櫃裡的飛機零件，都是他親手拆下，用來做研究參考的。櫃子裡擺了幾副原住民開山刀，從磨刀到木造刀鞘，也是他親手完成的，這些都是他平日生活的喜好。最後他勉勵學子「No Magic, Just Basic」。去年東京航展，遇見台灣模具協會理事長，他是日本東京大學工學院畢業的，但在日本公司上班的前十天都在掃地。直到有一天，他把箱子搬開再掃，日本老闆跑來跟他說，你可以進到下一個學習階段了。「如果你都還只掃看得見的地方，代表你沒有觀察能力。因為你沒有親自動手去做，你只是照我叫你做的，只做表面，你永遠學不會東西」。透過這段對話，院長更加相信，動手做、提問題是所有學問的根源。現在知識獲取的管道很多，你打開電腦 Youtube 或 Google 都會告訴你，但一定要自己動手學習，靜下來好好把基本功練好，才是做學問的根本。■

杲中興院長 簡歷

現任

- 中山科學研究院院長

學歷

- 中正理工學院航空工程系學士
- 中正理工學院航空工程研究所碩士
- 美國加州大學戴維斯分校機械航空博士

經歷

- 中山科學研究院航空研究所所長
- 中山科學研究院飛彈火箭研究所所長
- 中山科學研究院副院長

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

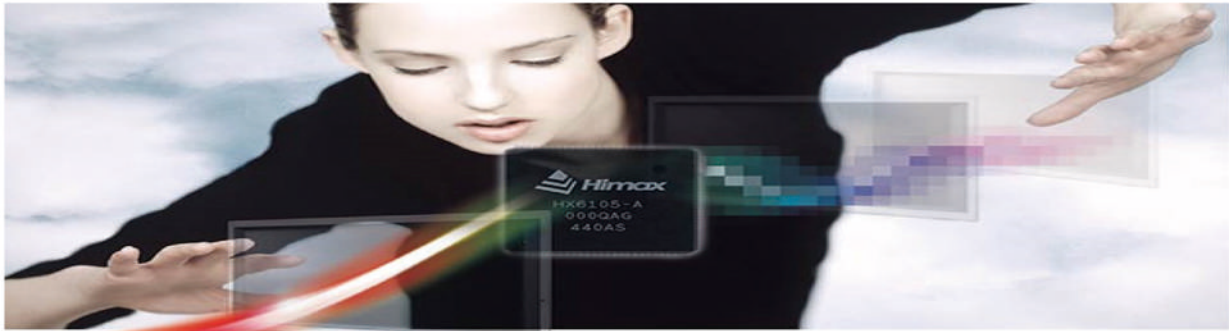
求才專線：03-4839611 分機 1318 人事 蘇小姐

分機 1319 人事 陳先生





奇景光電職缺表



Drive for the better vision

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	電機/電子/電信/ 資訊工程等理工科系	1. CIS ISP SoC 設計與整合開發 2. 影像處理IP設計開發 3. 高速介面IP設計開發 4. 影像處理IP設計開發 5. Familiar with digital logic design and verilog RTL coding. With DSC and MIPI DSI will be a plus.
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	電機/電子/電信/ 資訊工程等理工科系	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 type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電機/電子/電信/ 資訊工程等理工科系	1. PLL design 2. High speed receiver design (1.5Gbps/4Gbps/5.4Gbps/8.1Gbps/12Gbps) 3. High speed transmitter design (1.5Gbps/4Gbps/5.4Gbps/8.1Gbps/12Gbps) 4. eDP receiver 5. V-by-One receiver 6. MIPI D-PHY 7. HDMI Receiver/HDMI Transmitter 8. LCD P2P interface Transmitter
IC系統應用工程師	<input type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電機/電子/電信/ 資訊工程等理工科系	1. LCD 驅動IC 驗證 2. 單晶片(8051)韌體撰寫 3. 電腦控制軟體撰寫(VB) 4. IC之規格訂定與驗證 5. 具備C#或C++能力, 以開發IC驗證軟體與IC驗證系統 6. FPGA系統設計與驗證 7. 客戶端手機與面板模組 Design In 技術支援 8. 面板(Mobile, Tablet) 驅動IC之規格訂定與驗證 9. IC驗證軟體開發(C++)與IC驗證系統開發 10. 客戶端手機與面板模組 Design In 技術支援
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 <input checked="" type="checkbox"/> 深圳 <input checked="" type="checkbox"/> 上海	電機/電子/電信/ 資訊工程等理工科系	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
SI/PI/EMC工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電機/電子/電信/ 資訊工程等理工科系	1. "Chip+PKG+Board" modeling & co-simulation for pre-silicon SI/PI/EMC analysis. 2. Co-work with RD/CAD/SE for chip design-in SI/PI/EMC issue support. 3. Gbps interface SI/PI co-design and validation, such as DDR2/3, LPDDR1/2, HDMI, VBO, eDP, MIPI, etc. 4. Provide pkg/board-level SI/PI/EMC design guideline or reference design.

歡迎您將履歷請寄到resume@himax.com.tw(註明〈2019校園徵才〉)
 更多職缺內容請上104查詢 或掃描QR Code





Unimicron
欣興電子

欣夢想 興未來

欣興電子成立於1990年，是電路板(PCB)、積體電路載板(IC Carrier)產業的世界級供應商。創新與品質為欣興的競爭力來源，多年來持續技術突破，秉持實事求是的精神與對品質的堅持，欣興在兩岸快速擴張，歡迎對未來有願景的你加入我們!!

職務名稱	系所	工作內容
大陸儲備幹部 製造/製程/工程/產品/品保/設備工程類	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 材料/化學/化工/電子/電機/機械/物理/工工/工管/統計/應數 ○ 光電/航太/車輛工程/生醫/奈米/高分子理工等相關科系 	<ul style="list-style-type: none"> ● 在台完整培訓 ● 工作地在中國：黃石、昆山、蘇州、深圳
研發工程類	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 材料/化學/化工 ○ 電子/電機/機械/物理/光電/航太/車輛工程/生醫/奈米/高分子理工等相關科系 	<ul style="list-style-type: none"> ● 新產品技術開發 ● 新產品開發、試產及量產導入 ● 新材料開發專案執行 ● 以PCB前端/後端的經驗為輔與客戶接觸並建立 total solution合作模式
工業4.0 智慧製造類 ● 資訊軟體設計 ● 自動化系統開發 ● 大數據資料分析	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 電機/電子/自動化控制/資工/資管 ○ 統計/工工/機械等相關科系 	<ul style="list-style-type: none"> ● 工廠製造資訊系統程式開發、ERP系統維護、雲端大數據平台開發。 ● 設備機台資料收集、防呆作業系統程式開發與維護。 ● 大數據資料探勘、機器學習及統計分析技術，進行工程資料的分析與探勘
業務行銷類	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 化工/化學/材料 ○ 企管/外文/國貿/行銷 	<ul style="list-style-type: none"> ● 國外業務管理、新客戶開發 ● 專案管理、英文/日文/韓文溝通
產品工程類	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 材料/化學/化工/電子/電機/機械/物理 ○ 光電/航太/車輛工程/生醫/奈米/高分子理工等相關科系 	<ul style="list-style-type: none"> ● 訂定產品製作規範、量產導入 ● 新產規格分析及審查 ● 產品工程變更管理及品質改善 ● 客戶專案開發執行
製造工程類	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 工工/材料/化學/化工 ○ 電子/電機/機械/物理/資工/資管/土木/光電/航太/車輛工程/生醫/奈米/高分子理工等相關科系 	<ul style="list-style-type: none"> ● 製造程序管理、產線問題解決、人員訓練管理、品質管控 ● 生產成本管理與改善
製程工程類	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 材料/化學/化工/電子/電機/機械/物理 ○ 光電/航太/車輛工程/生醫/奈米/高分子理工等相關科系 	<ul style="list-style-type: none"> ● 製程設定(兼顧品質與效能)、異常分析與改善、良率提升 ● 新製程/新技術導入
品保工程類	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 工工/工管/統計/應數 ○ 化學/化工/材料/物理 	<ul style="list-style-type: none"> ● 製程/產品品質管制、製程及產品稽核、品質系統稽核、品質異常處理 ● 可靠度測試與客戶失效模式分析 ● 客訴分析處理
設備工程類	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 電子/電機/機械/自動化控制 ○ 光電/輪機 	<ul style="list-style-type: none"> ● 工廠設備維護、機器日常保養 ● 自動化控制PLC設備規劃
廠務工程類	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 電子/電機/機械/冷凍空調 ○ 光電/輪機 	<ul style="list-style-type: none"> ● 工廠公用系統維護與保養(空調/供水/空壓)
行政支援類	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 會計/財金/企管/人資 ○ 國貿/經濟/語文 	<ul style="list-style-type: none"> ● 首會/成會及稅務相關工作、推動成本管理專案、議價策略展開、供應鏈管理、人力資源選/育/用/留等相關工作

招募中心聯絡資訊：

電話：03-3500386 分機 26800 | 信箱：recruit@unimicron.com | 地址：桃園市龜山工業區山營路177號





Connect Your Talent Change Your Future

仁寶電腦創立於1984年，以專業的經營團隊和堅強的研發實力，成為世界500強企業。產品包含筆記型電腦、智慧型行動裝置、液晶視訊產品、車用電子以及數位媒體產品。企業總部位於台北內湖科技園區，具有六千多名高素質的研發人才，並在大陸、美國、越南、巴西相繼成立服務據點，以提供客戶彈性及快速的服務，並持續以穩健步伐朝向5C (Cloud, Connecting, Computing, Communication, Consumer) 的領域發展。

教育訓練

- ◆ 新人養成
- ◆ 基礎培育
- ◆ 專業學習
- ◆ 職能發展
- ◆ 語文訓練
- ◆ 品質管理
- ◆ 知識管理
- ◆ 管理才能

福利生活

- ◆ 分紅/年終獎金
- ◆ 慶生會/電影欣賞
- ◆ 員工餐廳
- ◆ 三節/生日禮券
- ◆ 員工旅遊/藝文補助
- ◆ 健身中心
- ◆ 生育補助/托兒服務
- ◆ 健康檢查/醫療諮詢
- ◆ 社團補助



強打職缺

- ① 5G天線設計工程師
- ② mmWave 天線設計工程師
- ③ 行動裝置RF工程師
- ④ 5G RF工程師
- ⑤ 通訊協定工程師



📍 職缺訊息歡迎至官網查詢：<https://www.compal.com/>
 📞 HR聯絡人 楊小姐 02-87516228#13207 Jenny_yang@compal.com

國家中山科學研究院 資訊通信研究所

熱烈招募 優秀研發人才

智慧國防
AI科技

物聯網
IoT

前瞻通信
技術



智能
自動化
製造

智能
資安防護

區塊鏈
技術

★具競爭力薪資

研發類工程師博士月薪7萬7起
研發類工程師碩士月薪5萬6起
技術類技術師學士月薪3萬8起
年終工作獎金

★照顧員工的健康與生活

免費員工宿舍、員工餐廳美食街
定期免費員工健康檢查
附設專屬醫院看診掛號費減免

★工作與生活平衡

豐富多元的社團活動、各項運動及文康活動
五星級健身房、附設逸光幼稚園



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 150 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：

- 陣列天線系統架構、波束成形及量測校正
- 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：

- 步階耦合微帶線的特性及其在微波電路的應用
- 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：

- Packaging Solutions and Hardware Technology for 5G Mobile Systems.
- 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 4



臺灣電磁產學聯盟通訊

Taiwan Electromagnetic Industry-Academia Consortium Newsletter

