



NO.48 Jan. 2023



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



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

Unimicron
欣興電子

2	主編的話
	邀請演講
3	可重置智慧表面 RIS 的發展現況與展望 臺灣科技大學電機工程系 廖文照特聘教授
5	相控陣列天線於 Ku Band LEO & 5G FR2 ORAN 運用之介紹 & 相控陣列天線快速量測演算法之介紹 台揚科技股份有限公司 陳常鈞副理、黃浩雲博士
	Milestone
7	從海上到陸上的衛星電話革新—台揚科技 「海事衛星陸上通訊系統 Inmarsat Transportable Communications Terminal」
	活動報導
10	「2022 夏季電磁教育引領研討會」成果報導
	國際研討會連線報導
16	亞太電磁相容國際會議 2022 Asia-Pacific International Symposium on Electromagnetic Compatibility and Technical Exhibition
20	2022 IEEE 天線與傳播國際研討會暨 USNC-URSI 無線電科學會議 2022 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting
24	2022 國際射頻積體電路技術研討會 2022 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT 2022)
	企業參訪
28	電磁產學聯盟企業參訪活動 — 川升股份有限公司
	人物專訪
31	專訪民航局局長 林國顯：縱橫陸海空交通規劃管理，化逆境為轉機
	企業徵才
36	台揚科技
37	國家中山科學研究院 資訊通信研究所
38	耀登集團
39	奇景光電
40	欣興電子
41	華碩電腦
42	GARMIN
	動態報導—最新活動 & 消息
43	最新活動、儀器設備及實驗室借用優惠方案
44	聯盟會員專區、臺灣電磁產學聯盟 2023 傑出講座



主編的話

為促進科技發展與創新，聯盟每年持續推出由學級會員針對企級會員服務的傑出講座（Distinguished Lectures）系列，並特推選台灣科技大學曾昭雄教授、陽明交通大學許恒通教授等兩位聯盟教授榮任 2023 年度傑出講座。曾昭雄教授提出「當沉默殺手遇上無形電磁波：談射頻血壓偵測與應用」、「居家照護的醫療快篩利器：談射頻微流體感測的展望」，許恒通教授提出「運用電路技術提升元件高頻增益之可行性分析與實現」、「新型態微型化射頻前端模組開發」作為新年度與會員分享的講題。傑出講座主講人將彙整其實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，藉此共同提升國內產業競爭力！

2022 夏季電磁教育引領研討會由長庚大學電子系主辦，本研討會為授課性質，目的在幫助國內電磁領域大三以上（含碩、博士班）學生及業界人士建立電磁領域基礎，並了解最新發展和機會。因當時疫情嚴峻，決定全部採線上課程方式舉辦，會議採用 TEAMS 線上課程授課。由金國生教授帶領電子系工作團隊負責執行。研討會舉辦過程順利、圓滿，獲得與會者讚譽迴響，活動相當成功。

電磁聯盟有幸於 2022 年 10 月專訪現為民用航空局局長、兼任桃園國際機場股份有限公司代理董事長林國顯，在訪談中，他娓娓道來過去參與交通部重要專案如高鐵可行性研究、東西向快速公路建設計畫的心路歷程，以及兩年多來民航局抗疫之施政措施與感悟。而近年無人機蓬勃發展，在工商業、農業都有廣泛應用，民航局作為民用航空事業的最高主管機關，林國顯也向我們分享台灣無人機產業的演變、機會和挑戰，還有政府的法規規範與產業發展規劃。

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。

於 2020 年開始，聯盟季刊也新增了「電磁園地」單元，本單元收錄內容包含對電磁相關、時事、教學等相關之意見分享，希望聯盟會員也能夠踴躍投稿，協助提供好文以供出版，分享給更多電磁領域的產學各界同仁。

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





演講
報導

邀請演講

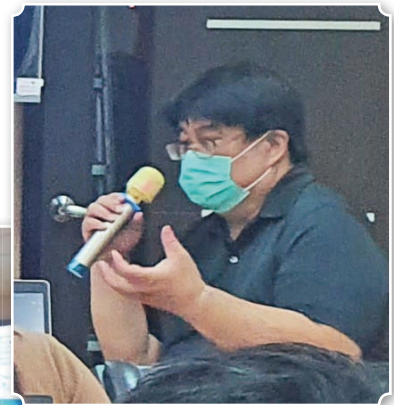
可重置智慧表面 RIS 的發展現況與展望

臺灣科技大學電機工程系 廖文照特聘教授

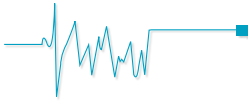
聯盟特約記者／宋德賢

隨著 5G 通訊逐漸成為無線通訊產業新世代的主流，技術演進的觸角也擴展到傳播領域的研究，自從 3G 導入使用智慧型天線的基地台後，便有相當多的研究嘗試建置智慧化的無線傳輸環境，依據使用者的位置，提供最佳的傳輸速度與頻寬。考量無線行動網路的涵蓋擴充與建置成本，所謂的可重置智慧型反射表面（Reconfigurable Intelligent Surface, RIS）變成了熱門的發展課題。電磁產學聯盟成立的宗旨是希望能將學術界的電磁教育與業界的專業技術做一個結合，因此在 6/30 日，邀請台科大電機工程系廖文照特聘教授至耀登科技演講，與業界分享 RIS 可重置智慧表面技術的發展現況，說明 RIS 的應用場景、效能特性與設計上的挑戰，以及介紹當今的可重置週期結構實行方法與操控反射單元的方式。

演講的開始，介紹 RIS 智慧表面的研究動機與現有技術比較，因現今社會的建築物密度與使用者的位置都是無線傳輸速度的重要參考，以往將基地台訊號傳輸到使用者的行動裝置都需要穿越過建築物或是經過多重路徑，以至於訊號衰減或網路傳輸速度延遲，先前是用小型基地台或強波器增強訊號品質，也可利用反射陣列（Reflectarray）改變傳播方向，但是固定式裝置無法動態調整波束方向，導致使用者只能在指定區域內使用，也因如此，RIS 智慧表面可以依照使用者的位置改變其傳輸方向，同時此設計成本也相對低廉，因此 RIS 智慧表面也成為消弭無線傳輸死角的重要角色。



廖文照特聘教授



而 RIS 是個半無源裝置，射頻元件中不包括放大級，並使用低功率進行反射單元的控制，因此 RIS 在傳輸訊號時，雖不會放大訊號，但也不會產生雜訊，傳輸時不會產生延遲，並可提供穩定的全雙工傳輸。RIS 是由大量反射相位可控單元排列組成的週期性平面，可重構輻射能量特性，藉由調整陣列單元的反射相位改變入射波反射角度，讓網路使用人數相較於傳統反射陣列可以大幅增加。由於毫米波頻帶頻寬的擴展，網速相較於傳統 Sub-6 GHz 頻段增加 10 倍以上，惟毫米波傳播衰減量大，且散射與繞射量相較微波頻段明顯有減少的特徵，因此需要如 RIS 這樣的裝置，擴展網路涵蓋範圍。

目前相移器的控制可分為電子式與機械式兩種，常見的電子式控制手段有利用偏壓施加在射頻二極體或是壓控電容，進而改變單元的反射相位。教授介紹了幾種新近文獻中的電子式控制方法。有將 IC 放置於每個單元反射平面的角落，該手段除了減少布線的面積，也同時利用 IC 調整反射單元的負載電阻電容值，藉此優化廣角的吸波能力和改變反射波的角度，此設計結果在正負 60 度以內都有達到 10 dB 的衰減，也可以改變反射波主波束的角度；也有可重置透鏡設計在頻率選擇表面上添加壓控電容，以偏壓決定導通的表面區域，進而影響透射波的行進方向、透射頻寬與相位差異，並有用實驗應證主波束的切換角度與波束的增益；還有可重置透鏡以偏壓控制具二極體負載的頻率選擇表面，使用四種不同偏壓控制每個周期性單元的透射特性，進而使天線波束偏轉。較值得注意的是 RIS 的結構如能與 LCD 面板架構結合，便有機會以成熟的大面積製程技術，壓低生產成本，只是現有設計雖已驗證改變液晶的偏轉狀態，可以調整反射波的相位，但其角度差異仍不足以實現波束偏轉效能，需再嘗試具創新性的相移架構。另外機械式的控制方式中，常見的有用馬達調整元件間距、或添加導電液體改變反射波極化等，機械控制的優勢是相移量可連續變動，可精準控制，且不會持續耗能，但缺點

是成本較昂貴，另外對應的機械控制與封裝技術也是實行時的關鍵。

日前已有廠商開發出可懸掛在室內牆壁和天花板的 RIS 系統，包括有天線罩、週期表面、射頻元件和控制電子器件的多層結構。該系統設計在 28 GHz 頻段，利用電控方式切換反射單元相位，改變反射波束角度，單元的反射訊號可以 IC 電控產生約 180 的相位變換，並以 FPGA 計算波束偏轉時，各個反射單元所需的相位狀態，因此可在毫秒等級切換波束方向。目前 RIS 的研發挑戰主要有如何擴展週期性表面尺寸，達成更好的波束偏轉與聚焦效能；如何以具價格優勢的電控元件實現相移單元；如何降低系統操作功耗；如何與行動通訊網路整合，使其成為探知傳播環境的觸角，進而達到無線通道評估，傳輸效能優化的性能。

廖教授也有分享其研究團隊近年來與 RIS 較有關連的研究成果。其一是以互補性幾何結構單元設計之可重置頻率選擇表面，透過單元上負載二極體的偏壓設定可在大的頻段範圍切換其傳輸與反射特性，有機會做為 RIS 的相移單元。其二是一不含導電材質，僅由介電材料所構成的周期性結構，透過適當的介質選擇與基板厚度，可在特定頻率同時達到零反射與零透射的效能，因此可以做為電磁屏蔽結構使用。其三為使用液態材質的相位抵銷結構，利用含氫鍵液體的高介電係數特性，減少相位抵銷結構的厚度，也有機會導入反射或透射訊號相位的可重置特性。

最後，廖教授總結 RIS 的特性與未來的研究方向，其 RIS 是一種全雙工的半被動元件，可合成任意形狀物體的散射行為，因為 RIS 不放大信號，相較於小型基地台或傳統的中繼裝置，需要更大的表面積來提升訊噪比，學界與產業界可以嘗試開發更便捷、更具有價格優勢的相位變動與波束方向控制機制，相信 RIS 產品若能成功導入行動通訊網路，將能更進一步提升網路效能。本場精彩的講座，感謝廖教授與出席人員熱情的發問以及互動，相信在互動的過程中也能夠讓學術界與產業界產生更多的靈感與潛能。■



演講
報導

邀請演講

相控陣列天線於 Ku Band LEO & 5G FR2 ORAN 運用之介紹 & 相控陣列天線快速量測演算法之介紹

台揚科技股份有限公司 陳常鈞副理、黃浩雲博士

聯盟特約記者／鄭渝縈

隨著時代演進，高速通訊產業蓬勃發展，為了追求更快的網路速度以及低延遲傳輸，低軌道衛星（Low Earth Orbit, LEO）因離地面近而具有的優點使其成為商業通訊衛星未來發展的一顆新星；而連接衛星的地面基站，因應 5G 通訊發展，高速通訊需求的毫米波（mmW）基站也隨之而起。同時，低軌道衛星的快速移動特性，以及毫米波基站的高路徑損失（Path Loss）特性，為通訊架構中最重要一環的天線設計帶來極大的挑戰。而這次台大電波組與電磁產學聯盟於 2022 年 9 月 14 日邀請到台揚科技股份有限公司的陳常鈞副理以及黃浩雲博士為同學們進行演講，了解如今通訊系統的發展。

現今，因為低軌道衛星相較於同步衛星（Geostationary Orbit, GEO）重量輕、所需功率低，且離地面近，所以具有更快的傳輸速度、更低的傳輸延遲等優點，適合應用於通訊系統以及互聯網，發展 5G 通訊以及下一代 6G 通訊，

因此低軌道衛星市場規模逐年成長，許多國際大廠紛紛投入大量資源佈局低軌道衛星通訊系統，是未來最具可能性之全球通訊系統架構。陳常鈞副理表示台揚科技也根據低軌道通訊系統展開佈局，專注在 5G 毫米波地面基站、使用者終端的收發機（Transceiver）以及天線設計。

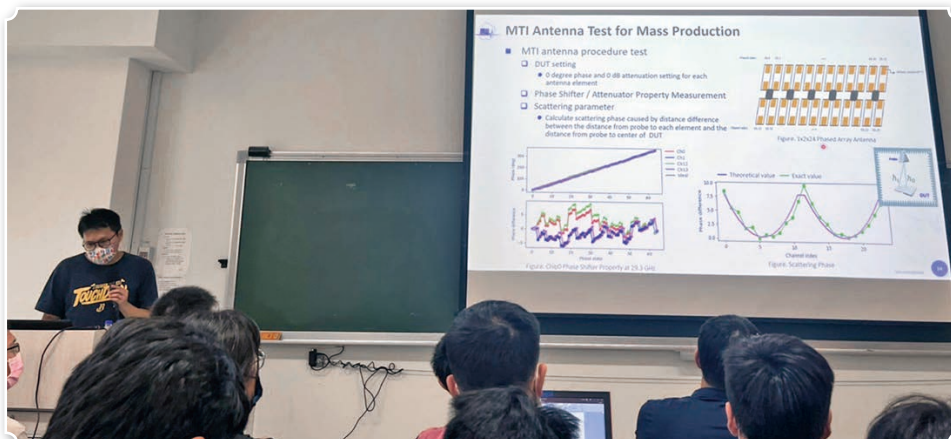
陳常鈞副理介紹 5G NR（New Radio）系統是由主節點（Donor）跟骨幹網路連結將訊號傳輸到跟基地台相連的多個次節點（Node），訊號即可傳遞到覆蓋範圍內的所有移動裝置，因此需要可波束掃描及多波束陣列天線以達到無形連接。也由於 5G 通訊地面站所運用的 FR1、FR2 頻寬變寬，尤其是 FR2 使用的是毫米波頻段，在高頻情況下，傳輸距離變短，需要高增益天線進行收發，因此相位陣列天線是目前最佳的運用，尤其以主動相控陣列天線（Active Electronical Steered Antenna, AESA）為首選。



陳常鈞副理演講

■ 相控陣列天線於 Ku Band LEO & 5G FR2 ORAN 運用之介紹 & 相控陣列天線快速量測演算法之介紹

台揚科技股份有限公司 陳常鈞副理、黃浩雲博士



黃浩雲博士演講

知道天線設計的重要性後，陳常鈞副理講述設計低軌道衛星天線的核心技術。陣列天線的設計最注重在 RF 上的特性，會藉由等效全相輻射功率（Equivalent Isotropically Radiated Power, EIRP）計算收發機加上天線的總增益；接收端會注意其雜訊指標，判斷收發機靈敏度是否符合需求，因此高線性低雜訊收發機設計相當重要。由於使用電路板製作天線，疊構會對天線特性產生影響，因此要向電路板廠確認製作細節以選出適當的低損耗板材，另外，因為會有很多控制線路，若是疊構層數超過八層會對製作產生挑戰，若是設計不好產生翹曲會對天線特性產生影響，因此兼顧天線 RF 特性以及製程穩定性是設計挑戰之一。陣列天線為主動元件包含很多 Beamformer，例如相移器，會先選擇適合的相移器，根據其特性設計天線單元；接著決定波長再進行電路佈局；有了天線單元組成陣列天線時會碰上耦合問題，如何解決耦合使天線發揮其特性也是挑戰之一，最後進行模擬與量測，那如何快速且可略知天線特性量測，達到量產需求也為一項挑戰。

針對上述主要提到的挑戰，台揚科技皆提出了解決方法。多層疊構可能產生的翹曲，陳常鈞副理表示他們不使用傳統疊構方式而是提出一項新的疊構方法—Anylayer HDI，此疊構方法可以讓每層打穿孔（via），簡化電路佈局的複雜度，提升電路設計方便性以及製作穩定性，也向

同學們展示將天線單元根據此疊構法製作組合成完整的相位陣列天線，相當平整，避免了翹曲問題；當天線單元組合成相位陣列天線時會產生耦合問題影響天線特性，因此提出將電磁能隙結構（Electromagnetic Band Gap Structure, EBG）放在天線單元之間，以降低耦合、提高增益，讓天線發揮其特性；最後提到的量測問題，由黃浩雲博士向同學們解說，由於以傳統的微波暗室（Chamber）進行天線量測，動輒七、八個小時，耗時太長，因此台揚科技透過演算法萃取需要的相位與振幅，再針對相位偏移進行修正，並利用數學公式畫出場形圖，接著展示修正前後的場形圖與實際場形圖之比較，修正後場形圖相當接近實際場形圖，以此利用簡易量測，和演算法輔助，即可快速得到天線特性，達成量產之效。

本次的演講，台揚科技的陳常鈞副理和黃浩雲博士向同學們展示了低軌道衛星通訊系統架構，以及講述了天線設計上所遇到的挑戰和解決方法。此外，第五代行動通訊持續發展，而第六代行動通訊也隨之展開佈局，低軌道衛星通訊系統儼然確立了其發展重要程度，與之相連的地面基站以及天線設計在未來也扮演著重要角色，值得同學們投入心力，學習其相關理論，提出更具建設性與發展性之想法，讓衛星、地面基站、天線與通信業整合網路服務，相輔相成，進一步提升互聯網時代發展。■



從海上到陸上的衛星電話革新—台揚科技

「海事衛星陸上通訊系統 Inmarsat Transportable Communications Terminal」

聯盟特約記者／鐘友隸

衛星通訊技術自 1960 年代開始快速發展，最初以固定衛星服務（Fixed Satellite Service, FSS）為主，即電波的收發皆透過位置固定的設備進行。當固定衛星服務發展到能提供越洋的寬頻服務以後，將衛星用於海事通訊成為新的研發目標，於是相對於固定衛星服務的行動衛星服務（Mobile Satellite Service, MSS）也開始蓬勃發展。1979 年國際組織 Inmarsat 成立，提供海上、空中的商業、緊急通訊服務，服務範圍涵蓋全球。1986 年 Comsat 受美國政府的指示退出 Inmarsat 的部分業務；作為 Comsat 重要供應商的台揚接手相關業務，製造安裝於船上、使用 Inmarsat-A 標準的海事通訊系統。雖然 Inmarsat 的衛星通訊服務全球皆可使用，但當時的通訊設備體積、重量都頗為可觀，於是台揚科技（MTI）決定研發符合 Inmarsat-A 標準的手提式海事衛星陸上通訊系統（Inmarsat Transportable Communications Terminal）系列產品，滿足移動性的需求。

微型化海事通訊系統

可攜、耐撞、可適應嚴苛環境

手提式衛星通訊系統本質上是微型化的海事通訊系統，功能都是讓使用者能夠進行雙向語音通話與傳真、電報的收發。海事通訊系統一般包含甲板上設備（Above Decks Equipment, ADE）與甲板下設備（Below Decks Equipment, BDE）兩個部分。以台揚的海事通訊系統產品為例，ADE 包含天線、RF 單元、電力控制單元（Power Control Unit, PCU），PCU 包含電源供應與馬達控制等功能；BDE 則包含電子單元（Electronics Unit）、控制單元（Control Unit），而控制單元是使用者實際進行通訊時所使用的部分。以上關於海事通訊系統的敘述請參考圖 1。

對海事通訊系統而言，由於設備是固定在船上的，體積與重量的大小並不是設計時的重點，如何對抗鹽霧（Salt Fog）侵蝕與補償因船身晃動造成的天線偏移才是最需要處理的問題；因此台揚仔細選擇了材料與烤漆，以軍規標準測試，並使用全機械設計的垂直基準裝置（Vertical Reference Equipment, VRE）感測器。

相較於海事通訊系統，手提式衛星通訊系統需解決的問題則是如何承受運輸時可能遭受的衝擊，以及如何讓設備能在各種嚴苛的環境中維持正常運作。採用 Inmarsat-A 系統的初代手提式衛星通訊系統產品 TCS-9120，不但解決了前述的問題，通過軍規標準測試，還讓所有設備能夠收在兩

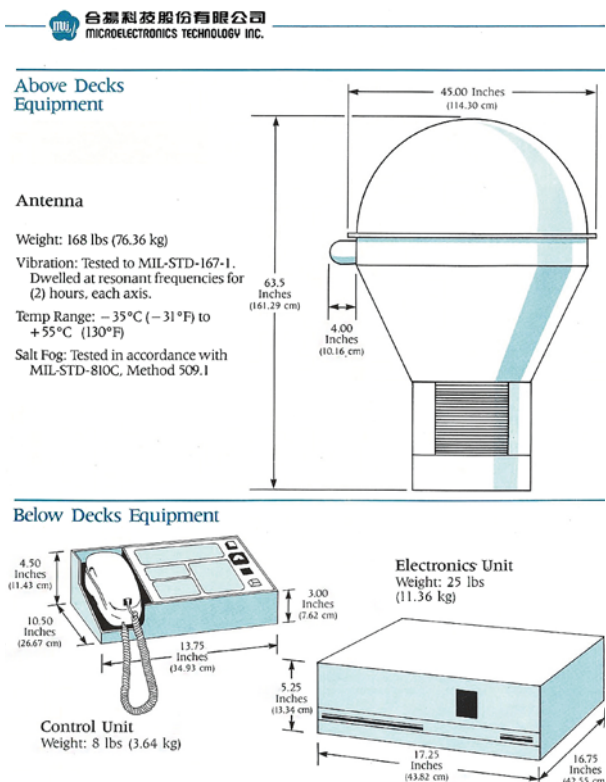


圖 1 台揚的海事通訊系統產品組成（台揚提供）

個行李箱內。雖然兩個行李箱的總重量仍有 60 公斤以上，但相較於光是天線部分就重達 76 公斤、直徑大於 1 公尺、高度更超過 1.6 公尺的海事通訊系統，長寬高僅約 70、50、25 公分的兩個行李箱毋寧已具極高的可攜帶性。1989 年發表的次代產品 TCS-9200 更進一步將設備簡化，僅剩一個不到 30 公斤的行李箱與一支 4.5 公斤的天線；可惜在 1991 年波斯灣戰爭期間，該產品仍在進行法規認證，不及應用於戰地新聞轉播。

導入新材料與製程 改良 RF 零組件

手提式衛星通訊系統的系統方塊圖如圖 2 所示，與海事通訊系統相去不遠；RF 部分的方塊圖則如圖 3 所示。為減少產品的體積與重量，台揚對許多 RF 零組件都做出改良。例如雙工器使

用 High-Q 共振材料並導入鍍銀製程，大幅減少其長度與重量；將鎖相迴路（Phase-Locked Loop, PLL）與本地振盪器（Local Oscillator）模組結合的做法，使系統能補償溫度、震動所造成的頻率變化，輸出穩定的射頻訊號，進而與衛星保持安定的連結。功率放大器（Power Amplifier, PA）則利用阻抗匹配線路提高工作效率，其頻率響應實測結果如圖 4 所示。值得一提的是，當時 RF 相關 IC 尚未問世，台揚必須用電晶體、二極體等基本電子元件設計出像是圖 5 的低雜訊放大器（Low Noise Amplifier, LNA）。在只能使用離散電路的條件下，做出體積小、重量輕但依然穩定的 RF 零組件並不容易。另外，由於台揚產製的零組件有極大的成本優勢，這些零組件除了用於自家的手提式衛星通訊系統之外，也有直接對外販售。

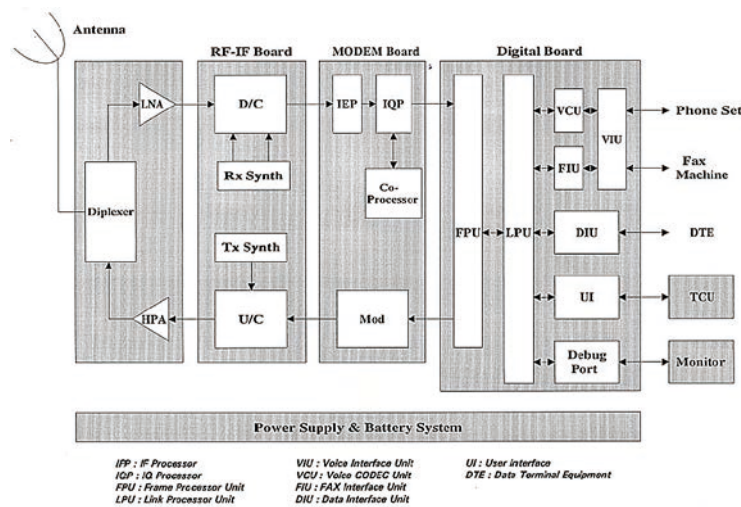


圖 2 手提式衛星通訊系統的系統方塊圖（台揚提供）

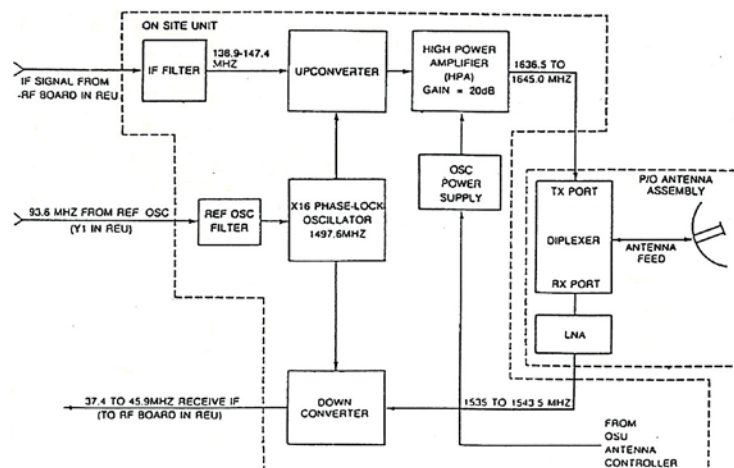


圖 3 手提式衛星通訊系統的 RF 方塊圖（台揚提供）

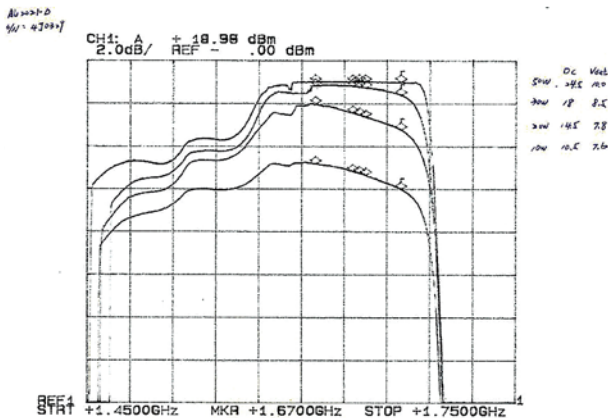


圖 4 台揚設計的功率放大器頻率響應圖（台揚提供）

應用共熔製程提升穩定性 首創手提式衛星通訊產品

除了 RF 零組件的改良之外，成功讓海事通訊系統改頭換面成為手提式衛星通訊系統的關鍵，還包括將可製造性設計（Design for Manufacturability, DFM）納入考量的共熔製程（Eutectic Process）。該製程提升了功率放大器的良率，改善了鎖相振盪器（Phase-Locked Oscillator, PLO）的 Phase Noise 特性，讓系統的性能與穩定性大幅提升；

應用共熔製程的具體範例可參考圖 6。台揚在手提式衛星通訊系統上的研發並不只限於藏在機殼內的電子、電路；作為此類產品在使用時最引人注目的部分，可收合的傘狀天線也是台揚為了產品的可攜帶性而特別研發的。此天線係應用 Robert A. Luly 在 1981 年發明的可折疊拋物面反射器（Collapsible Parabolic Reflector），進而製作出的 Iris Gap 金屬網（Metallic Mesh）天線；這是要滿足攜帶需求時不可或缺的部分。此外，由於手提式衛星通訊系統的零組件配置較為緊湊，又需滿足軍規需求，因此在設計機構時台揚特別針對散熱的問題進行考量，並使用堅固的外殼材料。

台揚憑藉其在電子、電路、製程、機構等方面的技術優勢，將海事通訊系統微型化，成為手提式衛星通訊產品的開創者。在 TCS-9120、TCS-9200 取得成功之後，台揚也隨著各種技術的演進，持續研發體積更小、重量更輕、功能更強的後繼產品；像是可以傳送壓縮影像的 TCS-9700、使用 Inmarsat-M 數位標準的 PCS-3000（M-Brief），在衛星通訊史上留下璀璨的一頁。■

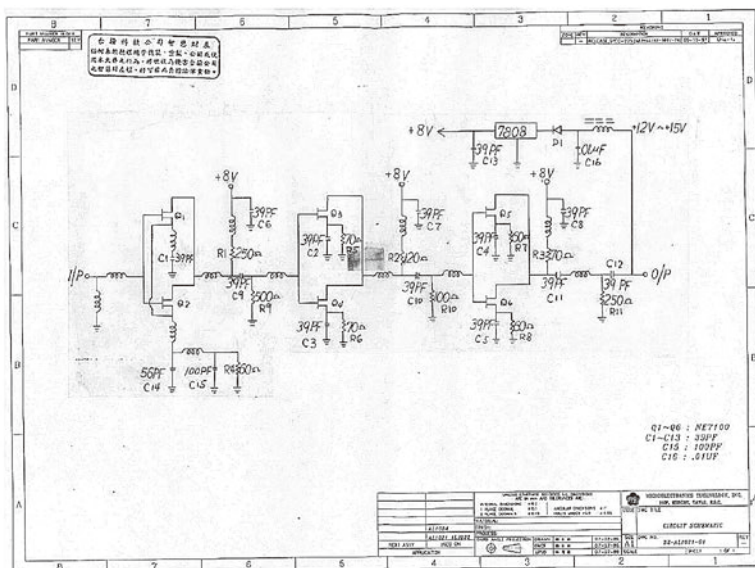


圖 5 台揚在 1986 年繪製的低雜訊放大器線路圖（台揚提供）

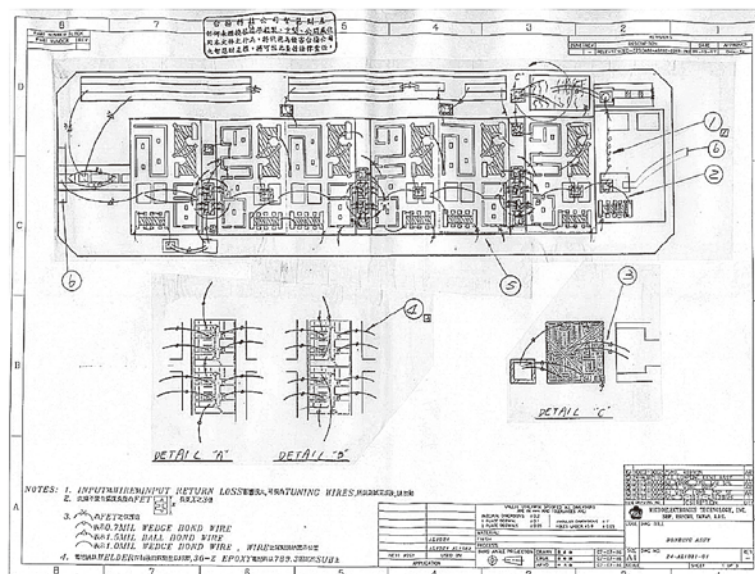


圖 6 應用共熔製程的微波基板圖稿（台揚提供）



活動 報導

主辦單位／長庚大學

「2022 夏季電磁教育引領研討會」成果報導

2022 夏季電磁教育引領研討會由長庚大學電子系主辦，由金國生教授帶領電子系工作團隊負責執行。研討會舉辦過程順利、圓滿，獲得與會者讚譽迴響，活動相當成功。

本研討會為授課性質，目的在幫助國內電磁領域大三以上（含碩、博士班）學生及業界人士建立電磁領域基礎，並了解最新發展和機會。

「2022 年夏季電磁教育引領研討會」原規劃兩個主辦方案，方案一採實體與線上課程混合舉辦，方案二則全部採線上課程方式舉辦。因當時疫情嚴峻，經請示微波學會後，決定採方案二辦理，會議採用 TEAMS 線上課程授課。研討會時間為 2022 年 8 月 15 日至 19 日，共計五天。每天

上、下午各有一場 3 小時課程，共計十堂課。

開幕式首先由微波學會長理事長吳宗霖教授致詞，對所有與會學員表達歡迎之意，理事長談到未來 6G 通訊、太赫茲、低軌道衛星及智慧無線電等皆為微波領域未來重要發展方向，期許本課程能帶給學員豐碩收穫。開幕式之後正式展開五天精彩課程。本次會議每堂課 TEAMS 同時在線有近百人與會，即使到 8/19 日最後一天，仍有 80 多人在線上課，學員參與度非常高。本研討會對於增進我國電磁專業領域能見度，達到良好效果，希望透過這股能量能增進學生就讀電磁領域之風潮，進而提升學習風氣。各場次課程重點簡述如下：



微波學會長理事長吳宗霖教授開幕致詞

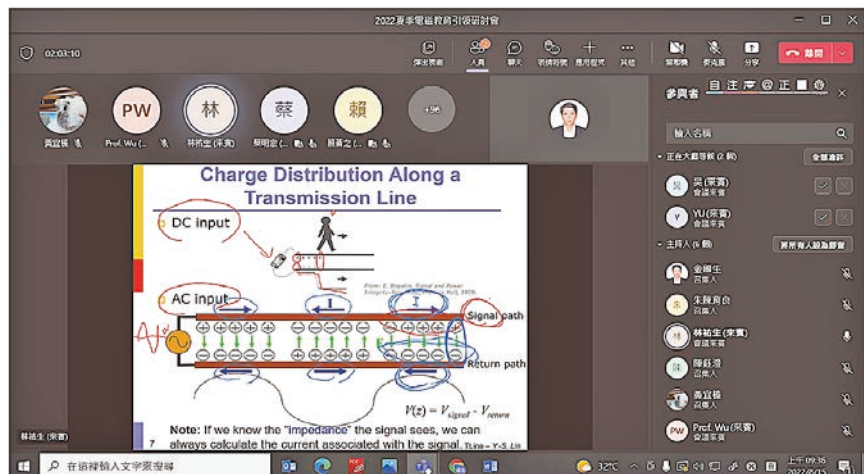
傳輸線原理與設計

中央大學電機工程系林祐生教授

時間：8/15（一）9:15-12:00

首場課程由林祐生教授開始。林教授首先簡介有關電波領域之研究，接著切入傳輸線原理。首先說明何謂傳輸線，並用實際物品做介紹，讓學員對傳輸線有較為具體之了解。然後說明傳輸線分高頻、低頻情況，接著特別提到不要用接地（Ground）這個詞，因為在高頻情況裡並沒有真正的地，而是應該用回流路徑（Return path）的觀念。因為高頻情況的接地面，仍然會有電流流動，也會有電位變化，與低頻的接地概念完全不同。林教授接著深入傳輸線原理，推導傳輸線公式，並對傳輸線 RLGC 參數，其中串聯電

感及電阻、並連電容及電導之物理意義有深入介紹，讓學員更加深傳輸線重點及特性。林教授提及傳輸線的損耗該如何去看，也讓學員知道傳輸線串連電阻代表的是導體損耗，而併聯電導代表的是介質損耗，並舉例說明傳輸線相關的功率損耗範例及結果。林教授之解說相當豐富生動，讓學員收穫豐碩。



林祐生教授講課畫面

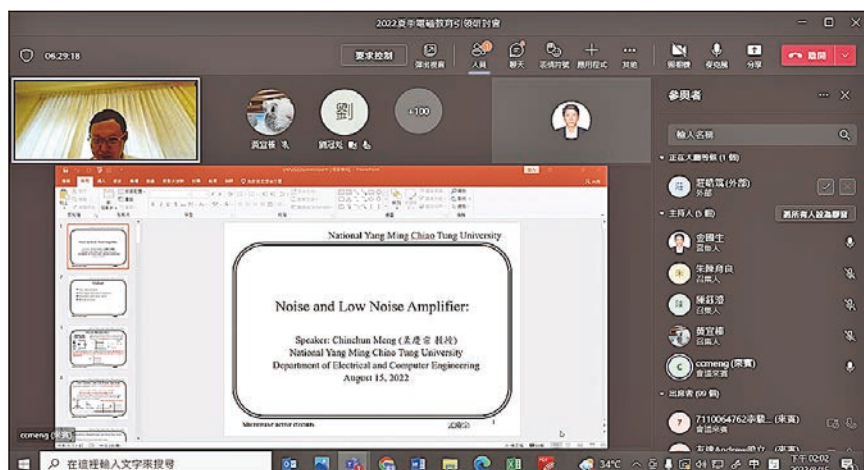
雜訊與低雜訊放大器

陽明交通大學電機工程學系孟慶宗教授

時間：8/15（一）14:00-17:00

孟慶宗教授為國內研究雜訊之著名專家，孟教授首先由 Noise 基本介紹開始，分別介紹了 Shot Noise、Thermal Noise 及 Flicker Noise 等雜訊，各種 Noise Source 以及其表示方式，再到 Noise Figure 與 Friis Equation。接著提到運用高斯 probability density function 推導 random noise，由 sensitivity 解說系統可接受之最小信號雜訊比。孟教授根據 Two Port Noise Theory，提到雜訊公式在 Norton 和 Thevenin 定理之間的相互轉換。接著說明 Noise Circle，並用公式解釋 Noise Circle 所包含之

物理意義。課程後半接著介紹 LNA 設計，介紹了 MOSFET 的 Two Port Noise Parameter，並開始進入 LNA 的設計，由 CNM 到 SNIM 再到 PCSNIM。孟老師對 Noise 及 LNA 的講解相當詳盡，他所提出之雜訊變換矩陣用途廣泛。本課程內容豐富精深，相當值得學習。



孟慶宗教授講課畫面

基礎微波量測

中央大學電機工程學系邱煥凱教授

時間：8/16（二）9:00-12:00

前兩堂課講述較偏重理論，本堂課邱煥凱教授教導學員如何測量微波電路。首先需分辨電路屬於主動還是被動，例如放大器類屬於主動電路，而濾波器類則屬於被動電路等。邱教授量測經驗深厚，常以親身遇到的量測趣事開頭，介紹量測需要注意的事項。課堂的開頭，邱教授先簡單介紹 S 參數、Y 參數、Z 參數以及 Smith Chart 和傳輸線等基本知識，就進入到電路量測主題。中間提到不同量測頻率所需要之接頭及 cable 差異，也介紹了網路分析儀硬體架構及原理，提到量測出現誤差時，該如何做

calibration，並介紹各種校準與驗證的方法。最後以幾個重要微波電路作為範例，介紹需要量測的電路響應及其量測方法。最後提到 Noise 對電路造成的影響，以及該如何消除，讓學生在微波量測上有更深入理解。邱教授在微波量測的介紹上，深入淺出，幽默生動，帶給學員相當有趣的學習經驗。



邱煥凱教授講課畫面

微波被動電路

中正大學電機工程學系湯敬文教授

時間：8/16（二）14:00-17:00

本堂課主要講授兩大類微波被動電路：濾波器及功率分割器。湯敬文教授首先從微波濾波器介紹開始，說明濾波器分類有低通、高通、帶通、帶止等頻率響應及特色，介紹 Butterworth、Chebyshev 等重要的低通原型響應觀念。湯教授推導了各種濾波器的合成理論與轉換方式，並以多個濾波器設計範例，讓同學們實地了解如何由理論公式推導，到設計出濾波電路，並讓學生了解濾波器實際設計步驟。之後介紹階阻抗濾波器的合成公式、

Wilkinson 功率分割器、耦合器設計理論，以及其設計範例。最後也介紹被動電路在 5G 通訊應用之發展趨勢。由於湯教授的投影片講述生動，學員在聽講時能迅速掌握重點，對於奠定學生在微波被動電路的設計基礎知識有很大助益。



湯敬文教授講課畫面

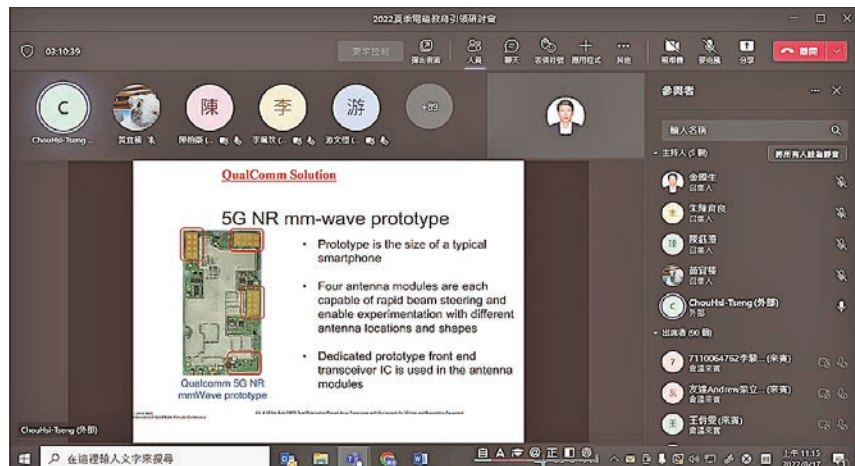
應用於 5G 之天線與輔助研發電磁技術

台灣大學電機工程學系周錫增教授

時間：8/17（三）09:00-12:00

周錫增教授首先點出天線在行動通訊演進歷程中具代表性的應用，並講解 5G 及後 5G 研發技術規格，5G 及後 5G 關鍵技術例如：高容量、高靈活性、低損耗、低電磁輻射、數位波束成形技術及面臨研發挑戰。緊接著，周教授介紹基站天線應用特性，提到趨勢將以 MIMO 應用為主軸，實現多頻段共構天線，並以此為基礎考量 5G 基地站天線可能之特性以及天線運作機制。周教授接著介紹高增益天線技術、電磁模擬技術、5G 陣列天線模擬、天線封裝（AiP）技術，天線量測與校

正技術等，最後展示數個陣列天線範例。周教授的課程較偏重介紹系統觀念及商用發展趨勢，內容相對具體且深入，也解析台灣發展天線技術的趨勢。周教授以幽默和簡化方式授課，並且結合時事激發共鳴，使學員們對於電磁模擬有更深入認知與了解。



周錫增教授講課畫面

單晶微波 / 毫米波積體電路與相關應用簡介

台灣師範大學電機工程學系蔡政翰教授

時間：8/17（三）14:00-17:00

蔡政翰教授首先以頻譜定義單晶微波與毫米波之間的差異，並說明波導在微波和毫米波中的應用。接著，蔡教授簡單提到 MMIC 的設計架構、製程及應用，舉了數個 MMIC 實例，例如衛星通信、軍事雷達、車用雷達等，讓學員了解高頻通訊的好處。接著，蔡教授鉅細靡遺地介紹數種不同架構之射頻 / 微波收發器，也詳細解析這些架構所需要之 MMIC 組件及各種性能參數定義。蔡教授並以實例介紹數款 MMIC 低雜訊放大器（LNA）、功率放大器（PA）、混頻器（Mixer）、

濾波器（Filter）、振盪器（VCO）及鎖相迴路（PLL）之設計實例，其中某些放大器頻率高達 77 GHz，頻寬寬達 127%，讓人印象深刻。最後簡單介紹量測儀器，講述在設計電路布局上的限制與注意事項，讓將來有心投入微波 / 毫米波積體電路設計的學員能有更實際的了解。蔡教授講課深入淺出，學員反映收穫豐碩。



蔡政翰教授講課畫面

雷達系統簡介

中央大學電機工程學系歐陽良昱教授

時間：8/18（四）09:00-12:00

歐陽良昱教授第一堂課介紹雷達系統發展背景及 1D、2D、3D 雷達之分類，並詳細推導雷達方程式，此方程式中波長參數似乎與偵測距離成正相關，意味著低頻雷達可以偵測距離較遠，但歐陽教授說明這是誤解，因為方程式中另一參數天線增益與波長則是負相關，所以兩者會抵銷。第二堂課介紹天線基本原理、設計方法，並詳細說明組成陣列天線之理論、天線單元間之相位延遲、陣列因子公式、波束掃描等，最後介紹到陣列天線在雷達通訊系統中的角色。第三堂課介紹雷達接收機，歐陽教授提到雷達截面積對於目標偵測之重要影響，截面積在雷達方程式中最不吃系統資源成本，但卻是影響目標偵測效果之關鍵參數。此外，接

收機損耗及雜訊均會影響接收訊號品質。最後介紹脈衝雷達之脈衝定義及脈衝工作週期對雷達方程式之修正，並提到如何由偵測機率及 S/N 比曲線訂定雜訊比規格，再從雜訊比雷達方程式來分配各子系統之分項規格。歐陽教授講課內容不時以動畫方式生動介紹雷達系統之重要參數及偵測概念，讓學員覺得相當有趣而不會過於艱澀，吸收效果良好。



歐陽良昱教授講課畫面

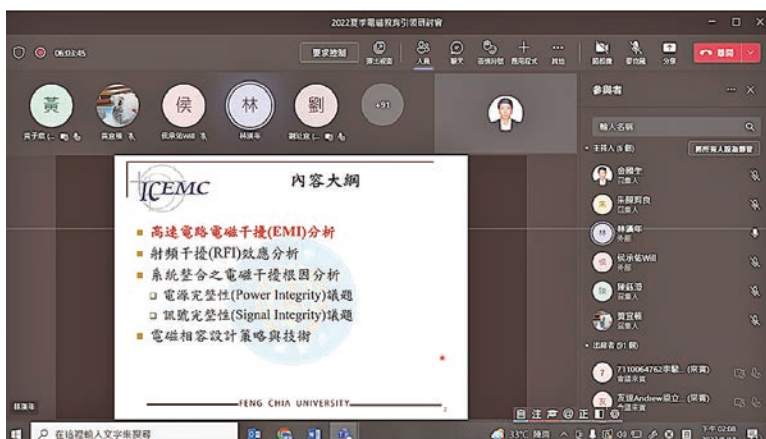
電磁相容簡介 / SI and PI 根因探討

逢甲大學通訊工程學系林漢年教授

時間：8/18（四）14:00-17:00

電磁相容（EMC）意為不對其他設備產生電磁干擾（EMI），且受到其他設備干擾仍保持原性能（EMS），因需兼備兩種性能而被稱為電磁相容。林漢年教授透過高速電路來分析 EMI 問題，主要造成干擾原因包括傳輸線效應和電源傳輸。傳輸線效應會造成訊號衰減、反射等問題，因此衍生出訊號完整性（SI）議題。當電源電路在高低電壓間快速切換時，rising & falling time 會造成電路特性改變或是產生雜訊，最終會衍生電源完整性（PI）議題。這兩者便是林教授分析電磁相容根因的關鍵。林教授

詳細分析這兩者的來由及造成的問題，並提供相對應的解決辦法。在課程最後，林教授提供了幾個電磁干擾模擬、分析及解決方法實例，使學員能夠充分了解如何應對電磁相容問題，並由實際解決案例中獲益良多。



林漢年教授講課畫面

行動通訊科技之產業發展趨勢

元智大學電機工程學系楊正任教授

時間：8/19（五）09:00-12:00

楊教授從中美科技戰展開，介紹 5G 發展趨勢。楊教授提到台灣在系統方面與其他國家拚搏並無優勢，台灣佔優勢地方是關鍵零組件，往這方面發展大有可為。因中美對峙對電子及網通產業影響，加速供應鏈外移，以前中國是世界工廠，但因中國製造成本攀升、生產技術自動化及疫情、政治等不確定性增加，所以現在工廠在全世界。美國針對中國企業限制提供技術及關鍵零組件，歐美廠商轉往台廠下單，於是台廠就有新機會。業界電路設計人才需求大，包括前端產品整合、射頻電路設

計、EM 模擬、天線設計等。楊教授也介紹短距及長距 IoT 網路之應用及發展趨勢。最後楊教授從學生角度，提醒同學在射頻電路、EMI/EMC 及天線技術都要深入學習，從系統眼光來解決電路整合問題。同學要多培養廣度及深度，未來在就業市場才有競爭力。



楊正任教授講課畫面

電磁風雲人物

長庚大學電子工程學系郭仁財教授

時間：8/19（五）13:30-16:30

郭仁財教授繼 2021 年介紹電磁風雲人物 Part 1 後，今年郭教授將 Part 1 內容精簡，並增加介紹電磁風雲人物 Part 2，一路引領大家從古希臘 Thales of Miletus 觀察到布摩擦琥珀會吸引羽毛，英國 Gray 發現物質可分為導體和絕緣體，美國 Franklin 描述了尖端放電現象，並利用此原理發明避雷針。法國 Coulomb 發現庫侖定律、義大利 Volta 發明電池、丹麥 Ørsted 發現電流生磁、法國 Ampère 提出安培定律、法國 Biot 與同事提出 Biot-Savart law、英國 Faraday 研究磁生電，繼而發現電磁感應。隨歷史時間演進，講述電磁領域發展故事。其中最令印象深刻的是 Faraday，窮而不苦，堅持

努力向上。郭教授提到，Faraday 傳奇一生的啟示：科學背後是純粹的好奇心，成功的要素是做事專一的態度，要「活躍思考，熟悉數學計算演練，心到、眼到、手到、耳到」。郭教授並鼓勵學員加入微波學會，隨時掌握世界最新微波技術發展潮流，讓自己與微波學會站在 5G 甚至 6G 浪頭上以貢獻國家社會。



郭仁財教授講課畫面



國際研討會連線報導

亞太電磁相容國際會議 2022 Asia-Pacific International Symposium on Electromagnetic Compatibility and Technical Exhibition

聯盟特約記者／劉旭偉

會議與議程介紹

今年九月於中國首都北京市舉辦的亞太電磁相容國際會議（2022 Asia-Pacific International Symposium on Electromagnetic Compatibility and Technical Exhibition）為亞太區非常重要的電磁相容會議，並且也是世界三大電磁相容研討會之一，此研討會從 1984 年至今，每年持續不斷地由亞太區各個主要國家輪流舉辦，如新加坡、韓國、澳洲、台灣等，都曾主辦過不同年度的亞太電磁相容研討會，今年由中國主辦，來自 19 個國家，包含中國、美國、日本、新加坡、台灣等，投稿超過 300 篇論文共同參與今年的亞太電磁相容研討會。這兩年因疫情關係，舉辦國際研討會格外艱難，而今年的亞太電磁相容研討會也受到疫情影響，原定於五月舉辦，改期至七月，再延後至九月才正式確定下時間，儘管日期不斷地推延，主辦方仍在九月成功舉行了本年度的亞太電磁相容研討會，使與會者能在線上與線下共同參與討論、分享研究成果。現今因疫情關係人們無法輕易地面對面討論問題、分享研究，而經由這些重要的國際會議將人們於線上聚在一起分享研究心得與討論研究內容，相信對於學術研究的推動是相當有助益的。



2022 亞太電磁相容國際會議會場

本次研討會舉辦日期為 2022/9/2（五）至 2022/9/4（日），共持續三天，包含三天的口頭報告在 5 間會議室中同時舉行，另外在第二天與第三天則分別有設置論文海報展示，第一天與第三天則是有廠商的設備與產品展示，參與的廠商包含 Ansys、是德科技（Keysight）、羅德史瓦茲（Rohde & Schwarz）、華為（Huawei）等國際知名的企業，藉由本次會議也促進了學界與業界之間的合作，並提供了良好的技術交流與討論平台。

此次研討會討論的研究題目包含晶片封裝的共同設計、ESD 保護、EMC 量測、近場 EMI 分析、共模雜訊抑制、訊號完整度、電源完整度、頻率選擇面、車載 EMC 等，討論的議題包含各種不同的面向與應用場景，而與會者能根據自己的興趣選擇不同主題的會議室參加。

電磁相容（electromagnetic compatibility, EMC）於現代電子系統中扮演的角色

今年亞太電磁相容研討會的開幕式由北京航空航天電子信息工程學院的蘇東林教授給出的主題演講揭開序幕，講解分析電磁相容到電磁安全的未來趨勢與挑戰，也更進一步的讓與會者知道，電磁相容在未來的電子系統中扮演著不可或缺的重要腳色。

現今無論是螢幕、相機、雲端傳輸、串流媒體等應用所需傳輸的資料量都逐年提升，使得對數位傳輸速率的要求也因而增加，例如常見的 USB 介面，即由 2008 年 USB 3.0 單一通道資料傳輸速率 5 Gbps，發展至 2019 年 USB4 的 20 Gbps，而在傳輸速率增加的同時，為了實現低功耗，操作電壓也持續下降。此外，電子設備的尺寸也在不停縮小，遵循著摩爾定律（Moore's law）而增加的電晶體密度，與被視為超越摩爾定律（More than Moore）的先進封裝技術，利用 2.5D 與 3D IC 封裝技術將整個

電子系統進一步的微型化。

然而，高速傳輸與低電壓操作都會使數位訊號更容易被干擾，且電路密度的增加也將使電路間電磁干擾變得更加容易且對訊號特性的影響也就日益嚴重，進而導致位元錯誤率（bit error rate, BER）上升，傳輸效能嚴重下降，故此，在現今的電子系統設計中已幾乎不能忽略電磁干擾（electromagnetic Interference, EMI）與電磁耐受性（electromagnetic susceptibility, EMS）的影響。而在考慮電磁干擾與電磁耐受性下訂定的電磁相容法規就會是電子工程師需要在做電路設計時所必須考慮的，因唯有通過電磁相容相關法規才能將產品上市，故如何在不斷提升傳輸速率與縮小系統尺寸的同時滿足電磁相容的設計要求，以避免線路、晶片、封裝之間，甚至是系統與系統間的互相干擾，將會是大部分電子工程師在電路設計的前期階段時，所需要具備的意識。

雜訊抑制

一個雜訊干擾問題可以拆分成三個主要部分，雜訊源、干擾路徑與受干擾對象，若能在雜訊源即根除雜訊，則可有效避免之後產生的雜訊輻射與耦合干擾問題，使用濾波器濾除特定頻率的雜訊是常見且有效的手段。傳統濾波電路於通帶設計時會使用的等漣波響應，然而，在實作上將遭遇到一個問題，即是隨著頻率增加，高頻損耗越嚴重，故原本的等漣波響應在實作上已經無法維持通帶內 S_{21} 正向穿透係數（transmission coefficient）的平坦度，此

外，製程上的誤差，也將使通帶內無法保持 S_{11} 反射係數（reflection coefficient）等漣波響應，因而在文獻^[1]中，中國電子科技大學作者傅尚即利用非等漣波響應的設計方法，補償損耗與製程對原先利用等漣波響應設計濾波器造成之影響。作者利用等漣波響應設計製造一濾波器，接著根據量測結果，觀察高頻損耗與濾波器因製程影響的漣波響應，據此設計非等漣波濾波器，先給定不同頻率下的 S_{11} 反射係數目標值，例如：想提升高頻 S_{21} 正向穿透係數，則高頻可選擇較低的 S_{11} 反射係數目標值；製程導致的 S_{11} 反射係數差異，則可被補償至設計的非等漣波濾波器。利用此方法設計出的濾波器則更能滿足實際應用上的需求。

在差模訊號傳輸（differential signaling）時，由於訊號與走線布局的不對稱，會導致模態轉換（mode conversion）產生共模雜訊（common-mode noise），而共模雜訊會在差模訊號線上傳遞，並且共模雜訊較差模訊號更容易導致 EMI 與 RFI 問題，故如何消除共模雜訊會是使用差模訊號的傳輸介面必須解決的問題。於過往文獻中，已有發表許多反射式共模濾波器，其目的為阻擋特定頻率的共模雜訊通過，即 S_{cc21} 共模正向穿透係數在特定頻率範圍內低於 -10 dB，然而，被阻擋的共模雜訊將會反射，並持續存在於差模訊號線上，此共模雜訊仍然有機會經由耦合與輻射的方式造成 EMI 與 RFI 問題。為了徹底消除差模訊號線上的共模雜訊，吸收式共模濾波器近年來已成為共模濾波器發展的另





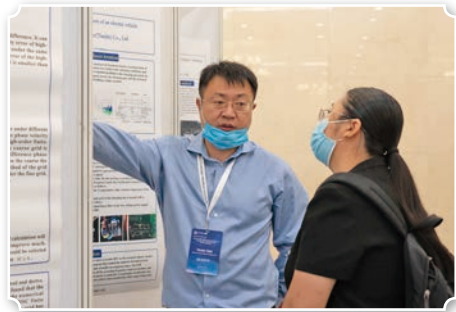
一重要方向，利用吸收式取代傳統反射式的共模雜訊濾波器，可將雜訊由電阻性元件吸收。由台灣大學電資學院副院長吳宗霖教授與劉旭偉博士生所發表的^[2]，提出了利用差模蜿蜒線設計出的單向吸收式共模濾波器，成功的將差模訊號線上特定頻率的共模雜訊引導至參考地，再由參考地上所設計的槽線（slotline）與槽上跨接的 SMD（surface mounted resistor）電阻，將共模雜訊經槽線引導至 SMD 電阻，最後再由 SMD 電阻將共模雜訊能量吸收轉換成熱能釋放，並且其電路設計是基於單級（single stage）的電路架構所設計的吸收式共模濾波器，故相較文獻具有尺寸小且設計簡單的優點。若定義共模雜訊吸收條件為 S_{cc21} 與 S_{cc11} 同時低於 -10 dB，則^[2]所提出之共模濾波器其共模雜訊吸收頻率範圍量測結果為 2.19 至 3.02 GHz。另外一方面， S_{dd21} 差模正向穿透係數則幾乎不受參考地上的槽線與槽上跨接的 SMD 電阻所影響，而差模蜿蜒線設計會貢獻較大的損耗，最終量測結果顯示 S_{dd21} 差模正向穿透係數的 -3 dB 頻寬為 DC 至 5.5 GHz。此類吸收式共模濾波器為近五年來逐漸受到重視的一個共模濾波器設計方向，故在未來，進一步的提升差模訊號品質、降低吸收式共模濾波器尺寸、提高共模雜訊吸收頻寬與雙向吸收式（即 S_{cc21} , S_{cc12} , S_{cc11} , S_{cc22} 同時為零）共模濾波器都仍會是此類濾波器發展的可行目標與方向。

晶片與封裝系統設計

奈良先端科學技術大學院大學的 Youngwoo Kim 教授在會議中分享了利用統計分析進行中介層（interposer）通道的訊號與電源完整度設計^[3]，由於中介層上會用以設計電源分布式網路（power distribution network）、矽穿孔（through-silicon via）、扇出（fan-out）走線，故中介層的訊號與電源完整度就需要被妥善設計考量，傳統上利用電磁模擬（electromagnetic simulation）或電路模擬（circuit simulation）都會需要較多的計算資源，故^[3]則利用機率統計搭配簡易的 SPICE 等效電路模擬，即可在使用較少的運算資源與較短的計算時間下得到訊號與電源完整度的分析結果或最佳化的電路參數值，此分析方法非常適用於設計前期的訊號與電源完整度效能評估。

傳統晶片利用電容式的記憶體與數位 / 類比訊號做資料的儲存與傳遞，而受到人腦與生物神經系統的啟發，新型態的神經型態晶片（neuromorphic chip）利用憶阻器（memristor）元件與脈衝神經網路（spiking neural network）進行資料的儲存與傳遞，並且相較傳統晶片使用的馮紐曼架構（Von Neumann architecture），神經型態晶片所使用的電腦設計架構為非馮紐曼架構（non Von Neumann architecture）。因神經型態晶片使用的技術明顯有別於傳統晶片，故在電路的模擬與設計上，專家、





學者們需新開發相關的 EDA (electronic design automation) 工具與電路，故現今神經型態晶片仍為開發與探索的前期階段。浙江大學電子信息技術與系統研究所所長李爾平教授所領導的團隊，在此次會議中有許多關於神經型態晶片的研究成果分享^[4-6]，介紹脈衝訊號在晶片封裝中的傳遞特性，模擬矽穿孔與重佈線層 (redistribution layer) 對脈衝訊號的訊號完整度影響，當脈衝時間越短則因矽穿孔與重佈線層的阻抗不連續現象越明顯，這部分能由時域反射法 (time domain reflectometry) 模擬得到。此外，當脈衝時間越短，輸出電壓訊號相比輸入電壓訊號也會有較明顯的失真，其研究結果顯示即使在最新發展中的神經型態晶片封裝設計中，訊號完整度仍會是在晶片與封裝設計初期即必須考量的重要議題。

在晶片與封裝設計的會議主題中，文獻^[7]則分享了不同外插方法用於 S 參數的比較結果，五種不同的外插法被列出比較，包含多項式 (polynomial) 外插法、多項式對數 (polynomial logarithmic) 外插法、線性 (linear) 外插法、靜態 (static) 外插法、墊零 (zero-padding) 外插法。當需要利用頻域模擬或量測結果轉時域做分析時，難免會遇到轉出時域

的時間間隔不夠小，或考量數位訊號的上升與下降時間 (rise and fall time)，進而需要頻域有較寬的頻寬，卻因計算資源有限或網路分析儀頻寬不足而無法滿足所需的頻寬要求時，就能使用外插方法，將頻寬延伸至所需範圍。作者將五種不同的外插方法用於 S 參數上，根據模擬結果，無論 S 參數的大小或相位，用多項式或多項式對數外插法都可以有較佳的精準度，線性次之，靜態與墊零外插法則是會有較大誤差，除非在特殊情況下，否則應避免使用。

與會感想與期許

這次於中國北京舉辦的亞太電磁相容國際會議，因疫情關係，此會議為線上與線下同時進行，而由於疫情期間旅行不便的關係，筆者選擇線上參加，線上口頭報告論文內容，在口頭報告結束後，參與會議的專家、學者們也能直接在線上提問，與口頭報告講者進行討論，故此次線上會議進行的相當流暢。然而，線上會議雖然便捷，卻少了面對面的人情味，雖然資訊傳遞、研究分享在此次 APEMC 國際研討會線上進行的有條不紊，但筆者仍期盼著各國能盡早走出疫情並恢復實體參與會議。

以下皆為 APEMC 2022 的論文。

1. Shang Fu and Sheng Sun, "Synthesis and Design of Non-Equiripple Filter with Composite Coplanar Waveguide and Slotlines".
2. Hsu-Wei Liu and Tzong-Lin Wu, "A Wideband Single-Cell Unidirectional Absorption Common-Mode Filter with Pattern Ground Structure".
3. Youngwoo Kim, "Interposer Channel Design Based on Statistical Signal/Power Integrity Co-Analysis".
4. Hanzhi Ma, Tuomin Tao, Da Li, and Er-Ping Li, "Signal Integrity Analysis of Spiking Signals in Neuromorphic Chip".
5. Quankun Chen, Da Li, Tuomin Tao, Hanzhi Ma, and Er-Ping Li, "Temporal Neural Encoding Methods for Spiking Neural Networks".
6. Yan Li, E.-P. Li, Z. Sun, X. Lei, S. Huo, S. Xu, L. Fang, and B. Li, "Analysis of Neural Spike Signal Transmission Characteristics in 3-D Heterogeneous Integration".
7. Shan S Chen and Zhifei Xu, "A Comparison of the S-Parameter Extrapolation Methods". ■■■





國際研討會連線報導

2022 IEEE 天線與傳播國際研討會暨 USNC-URSI 無線電科學會議 2022 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting

聯盟特約記者／吳睿哲

2022 IEEE 天線與傳播國際研討會暨 USNC-URSI 無線電科學會議（2022 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting, 2022 AP-S/URSI）於 7 月 10 日至 7 月 15 日舉辦於美國地勢最高的大城市—丹佛市（Denver, CO）當地的凱悅酒店（Hyatt Regency）和君悅酒店（Grand Hyatt）。本年度會議自 1963 年舉辦以來，以逾 50 年的歷史，是天線傳播與無線電領域中最大的國際研討會，聚集了來自世界各地無數該領域的年輕學生、傑出教授、頂尖業界工程師和相關從業人員。

暨去年度首度於亞洲的新加坡舉辦的 2021 AP-S/URSI 之後，本年度的會議重新舉辦於北美地區，同時也是自疫情影響以來舉辦的第二次會議。本次會議註冊的參加者來自全球 50 個國家，共有 1,471 人，其中有 608 名學生，且有 437 名參加者因為簽證或疫情原因而以線上報告（virtual presentation）的方式參與會議。本年度會議沒有海報展演，但仍有 1,371 篇口頭論文發表，細分成 15 場平行的會議（sessions）安排於每天的議程中，其中包含了 24 場精采的特別會議（special sessions）。除了論文發表外，本次會議亦有種類繁多的課程、技術展示與演講，包含安排於 7 月 10 日的 11 場短期課程與工作坊（short courses and workshops）、7 月 11 日中午的大師演說（Master Class）、7 月 12 日至 7 月 14 日廠商與學校的技術展演（technology demonstrations）、學生論文競賽（student paper competition）與學生設計競賽（student design competition）等。此外，會議亦提供有許多可供交流經驗與觀光社交的活動，例如舉辦

於當地太空歷史博物館「Wings Over The Rockies」的歡迎晚會、於市中心的「Wynkoop Brewery」酒吧舉辦的學生與年輕教授招待晚會（student and young professionals' Reception）、青年專業人士職涯發展與成長對談會（young professionals' career development and growth conversations）、工程女性經驗分享（woman in engineering）、紀念晚會以及會議結束隔天組織的洛磯山一日觀光旅程，讓來自世界各地的與會者能有更多的交流機會，同時體驗到丹佛市的都市風情與落磯山的明媚風光。



致詞者為 Balanis 先生，右為主持人

論文發表

作為天線傳播與無線電領域的重要會議，其論文的主題類型眾多而廣泛，其中關於「天線傳播」的大主題有天線（Antennas）、電磁學與材料（Electromagnetics & Materials）、計算與數值技術（Computational & Numerical Techniques）、傳播與散射（Propagation & Scattering）、天線應用及新興科技（Antenna Applications & Emerging Technologies），關於「無線電」的大主題則有電

磁計量學 (Electromagnetic Metrology)、場與波 (Fields and Waves)、無線電通信系統和信號處理 (Radiocommunication Systems and Signal Processing)、電磁環境與干擾 (Electromagnetic Environment and Interference)、波傳播與遙測 (Wave Propagation and Remote Sensing) 和生物學與醫學中的電磁學 (Electromagnetics in Biology and Medicine)。一篇論文的研究內容可能同時相關於複數主題，並且在上述的大主題底下，又依序細分了諸多子項目，族繁不及備載。

會議中我陸續參加了數場的論文口頭報告會議，其中多以天線及其相關應用的設計主題為主，包含 5G 及 WIFI 的天線應用、相位陣列天線、MIMO 以及天線耦合效應，以下摘錄幾場會議中的口頭報告內容：

由於近年來衛星應用與 5G 通訊方面的對通訊容量的需求，極化的多樣性備受重視，因為其往往意味著更多的通訊頻道。來自澳洲麥覺理大學 (University of Technology Sydney) 的 Haider Ali 和 Subhas Mukhopadhyay 以及澳洲雪梨科技大學 (University of Technology Sydney) 的 Muhammad Afzal 和 Karu Esselle 合作的「通過正交子陣列之間的孔徑共享實現極化多樣性」介紹了關於利用空間上彼此正交的子陣列來實現極化多樣性的設計概念：相較於利用同一天線單元設計雙饋入結構，此方法避免了耦合效應；而和相位重組天線相比，不必使用開關或主動元件使該設計免除了插入損耗；另外，也不用外加額外的硬體材料（如超穎材料）來控制相位。為驗證理論，依此概念實作而成的 11 GHz ~ 12 GHz 間天線陣列，在各種極化之間表現良好，並且在運作頻段之中有優秀的極化獨立性與場型性質。

由於工作頻段的提升，使陣列天線物理尺寸降低仍具有高指向性與可調控場型的性質，其逐漸成為 5G 和衛星通訊應用不可或缺的設計。頻段的提升伴隨著更高的能量損耗與發射功率不可避免地增加，使陣列天線單元間的耦合效應影響漸漸顯現。由台灣國立台灣大學電信工程學研究所碩士班學生吳

睿哲 (Rui-Zhe Wu) 和周錫增 (Hsi-Tseng Chou) 教授與英國雷克斯漢姆格林多大學藝術、科學與技術學院 (Faculty of Arts, Science and Technology, Wrexham Glynd r University) Mobayode O. Akinsolu 教授和英國格拉斯哥大學詹姆斯瓦特工程學院 (James Watt School of Engineering, University of Glasgow) Bo Liu 教授共同合作完成的「使用微分演化優化陣列天線激發以降低主動反射係數」，提出了一種天線陣列激勵的全局優化，以降低天線元件的主動反射係數 (ARC)。天線場型合成的部分使用嵌入式元件方向圖 (EEP) 來估計考慮互耦合的實際場型圖，並且使用全波模擬的結果進一步驗證。另外，關於全局的優化部分使用了差分進化 (DE) 演算法實現，在此之上定義了考慮增益、旁瓣電平 (Side Lobe Level) 和 ARC 的成本函數。結果部分展示了根據不同引數優化後的 ARC 和場型，以驗證基於 DE 算法的全局優化效果。該方法的創新性在於其並非透過增加超穎材料或改變天線陣列等硬體設計來降低 ARC，而是透過軟體計算的途徑在波束合成時考量 ARC 因素，使經過權衡的場型優化結果可使大部分場型在保留其性質的同時降低 ARC 約 1 dB ~ 3 dB。



Rui-Zhe Wu 的口頭報告

關於變形天線陣列的相關研究目前看來還有待拓展，若是考量到物聯網相關產品的發展，或是機械變形造成的誤差，這類特殊形狀的天線陣列研究將能夠為相關的設計提供理論基礎。一些來自中國的學生帶來了許多與變形天線陣列主題相關的口頭報告，其中的一篇報告是由西安電子科技大學 Yujie



Chen、Wei Wang、Shaofan Lian、Shunxi Lou、Hong Bao、Liwei Song 與中國電子科技集團第二十九號研究所的 Guojun Leng 等人帶來的「使用特徵模式分析計算具有元素位移和旋轉的天線陣列的遠場方向圖」，其介紹了一種改良特徵模式計算方式的新計算方法，在保留了其考慮耦合效應特性的同時，也可用於評估變形天線陣列的遠場。其將原本的特徵模式計算評估公式中位置向量的矩陣考量了變形因子並改寫，以此得到了新的場型評估公式，並且和電磁模擬軟體 FEKO 的全波模擬結果進行比較並驗證了公式。

短期課程

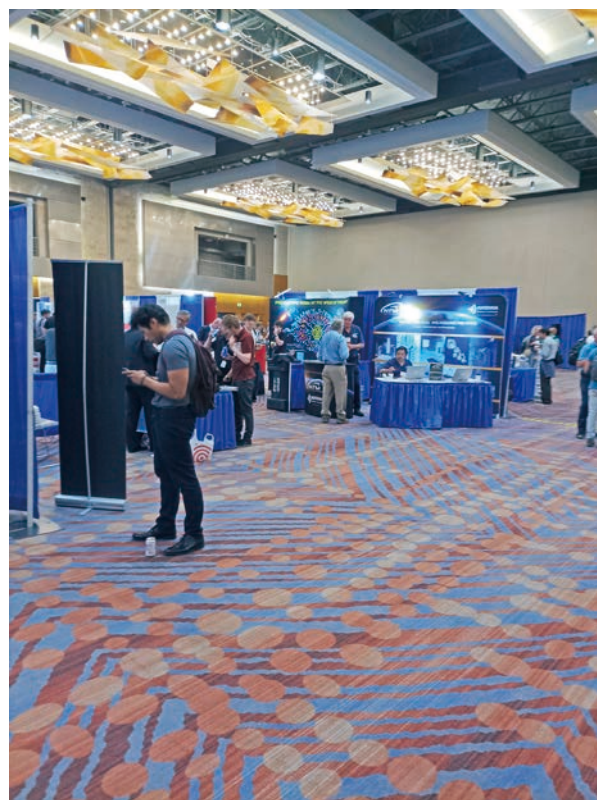
由美國航太製造商洛克希德·馬丁（Lockheed Martin）的副技術研究員 Thomas H. Hand 帶來的課程讓我印象深刻，其報告內容是關於相控陣饋電反射器（Phased Array Fed Reflectors, PAFRs）架構的改良。所謂相控陣饋電反射器類似於相位陣列與反射結構的結合，可以有效提升增益，卻需要配合機械式結構才能夠補償較為狹窄的掃描角度。報告中提出新式的相位陣列天線架構，應用了環型聚焦反射器並配合電子掃描陣列（Electronically Scanned Array, ESA）的解決方案，最終提升了掃描角度的性能。該技術因而被稱為廣角 ESA 饋電反射器（Wide angle ESA Fed Reflector, WAEFR），其電子掃描的體積比傳統的 PAFR 提升了高達 20 倍，並且所需的 ESA 尺寸則相較原本減少了 40% 以上。



大師講座，主講人為 Susan Hagness 女士

大師演講

於會議第二天中午（7 月 11 日）舉辦的大師講座，由 Susan Hagness 女士為大家介紹了其在電磁波與人體之間相關的研究創新：透過初步介紹電磁波在生物中的傳播模型，延伸到相關的診斷工具和技術部分仍在開發中，其中有些卻已經成為了重要的診斷工具。短短的一小時二十分鐘雖然難以針對任何具體的研究深入淺出，但 Susan Hagness 女士的演講卻讓我們對於電磁波在生物醫學領域相關的應用有了更多的認識。



廠商展覽會場

廠商展覽

本次 AP-S 會議亦有大量科技公司或產業巨頭進駐攤位展覽，包含傳統的電磁模擬軟體商 Ansys 和 FEKO、積極拓展電磁模擬相關數值計算的 MATLAB、電子設計與量測設備商 Keysight、電商巨頭亞馬遜、社交媒體巨頭 Meta（原 Facebook 公司）、航太製造商洛克希德·馬丁（Lockheed Martin）以及 3D 列印新創公司 Fortify 等等。

其它活動

舉辦於丹佛市太空歷史博物館「Wings Over The Rockies」的歡迎晚會讓與會者直接置身於航空發展史之中，近距離了解到近代來以來航天器架構與相關歷史。酒酣耳熱之餘，與來自五湖四海各地的青年才俊攀談交流，與會者們能更加掌握國際盛行的研究方向以及產業的趨勢，甚至以此契機展開不同的研究領域或是形成未來的合作關係。

會議結束後的隔天，還有一場由會議舉辦前往鄰近洛磯山脈的小型觀光旅行，與會者在這場旅行中可與之前認識的其它與會者結伴而行，在壯麗的山河與原始的自然風光中加深彼此間的交流。

與會感想

身為碩士生就能有機會出國參加大型國際會議增廣見聞，真的非常難得。來自各國研究者對於相位陣列天線方面的研究，對我目前的研究很有啟發。雖然這次的報告恰逢設備問題而不太順利，導致報告時間的緊湊而未盡全功。但在報告以外的時間中，我還是有了非常多和相似研究領域的人交流的機會。不再限於國內，我遇到了來自美國、德國、瑞典、中國、日本、印度、尼泊爾等許多不同國家的與會

者，大多都是比我年長的博士生，交流的內容不只限於討論自身的研究，既可以是產業界的發展或各種技術，也可以是關研究這門領域的其他軼聞，又或是單純地分享出國留學、在各種國家生活的經驗等。經過這場會議，除了學術上的收穫，我也親眼見識到了這個產業發展的現況，並且有了不侷限於台灣的視野。

參考資料

1. Branislav M. Notaros, Chair's Report, https://www.2022apsursi.org/chairs_report.php, 2022 IEEE AP-S International Symposium and URSI Radio Science Meeting, Denver, CO, Jul. 2022.
2. Haider Ali, Muhammad Afzal, Subhas Mukhopadhyay and Karu Esselle, "Polarization Diversity via Aperture Sharing Between Orthogonal Sub-arrays," 2022 IEEE AP-S International Symposium and URSI Radio Science Meeting, pp. 1054-1055, Denver, CO, Jul. 2022.
3. Yujie Chen, Wei Wang, Shaofan Lian, Shunxi Lou, Hong Bao, Liwei Song and Guojun Leng, "Far Field Pattern Calculation for Antenna Array with Displacement and Rotation of Elements Using Characteristic Mode Analysis," 2022 IEEE AP-S International Symposium and URSI Radio Science Meeting, pp. 2072-2073, Denver, CO, Jul. 2022. ■■■





2022 國際射頻積體電路技術研討會 2022 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT 2022)

聯盟特約記者／邱德彥

概述

2022 年度國際射頻積體電路技術研討會（2022 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology, RFIT 2022）於 8 月 29 日至 31 日在韓國釜山舉行，因受 COVID-19 疫情影響採用實體和線上會議混合模式進行，線上參與者可透過 Webex 進行問答，本年度研討會領域包含積體電路（IC）技術、封裝技術、被動元件、天線、毫米波（mm-wave, 30 GHz ~ 300 GHz）和太赫茲（Terahertz, 300 GHz ~ 3 THz）積體電路和 5G/B5G/6G 通訊系統等，共有 95 篇論文來自 12 個國家。議程包含 2 場熱門議題演講、15 場實體和線上論文發表、1 場線上海報展示和學生海報比賽。

議程規劃

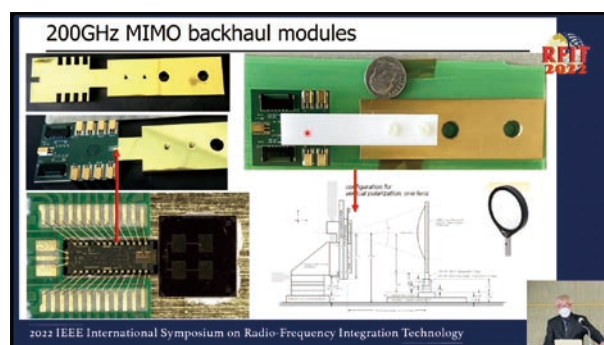
為期三天的研討會發表全程以實體和線上同時進行，第一天為業界主管和教授專題演說，講述目前新穎的毫米波和太赫茲積體電路波束成形技術和新興生物醫學應用的射頻技術，提供全面的概述。第二天早上為美國加州大學聖巴巴拉分校（University of California, Santa Barbara, UCSB）Mark Rodwell 教授和韓國科學技術院（Korea Advanced Institute of Science and Technology, KAIST）Songcheol Hong 教授展現的熱門議題演講，第二天下午及第三天的論文發表、海報展示皆為實體和線上同步。以下將針對這些主題，摘要幾個重要的發表。

毫米波 / 太赫茲積體電路波束成形技術

在毫米波和太赫茲頻段中因頻率較高、波長較短，易於小區域內配置大量的天線數目，因此 5G/B5G/6G 通訊系統中，相位陣列已成為至關重要的關

鍵技術^[1-2]。來自三星電子（Samsung Electronics）團隊成功展示使用，工作於 28 GHz 之 16×16 相位陣列來實現控制波束的方向，並創建一個聚焦到特定用戶設備的定向波束。而商用毫米波基地台有一千多個天線元件，它們需要準確的校正才能獲得最佳天線陣列的性能。因此，每根天線僅能使用非常短的時間進行校正。三星電子（Samsung Electronics）團隊提出使用一種正交碼（Orthogonal code）進行校正，可以在短時間內量測所有天線陣列的元素，解決 Hadamard 矩陣的問題。

波束成形電路具有高分辨率、相位和增益控制的能力，不僅對於控制波束精準度和除錯能力都是必不可少的，但由於功率放大器之數位預失真（Digital pre-distortion）線性化技術使得一個功率放大器設計較不適用相位控制陣列系統中，因為相位控制陣列系統需要多個功率放大器和高頻寬訊號。因此必須採用類比線性化技術（Analog linearization techniques）。韓國電子通信研究院（ETRI）團隊展示使用一種雙向量合成技術（Dual-vector synthesis technique）設計可變增益移相器（Variable gain phase shifter, VGPS），它能在單一個模塊中實現固有的正交向量和增益控制。這樣大幅降低了晶片的尺寸、功率消耗和校正複雜性。韓國電子通信研究



院 (ETRI) 團隊實際利用此技術設計了一模塊基於四通到晶片帶有可變增益移相器和功率放大器展示了一個可擴展至 64 元素的相位陣列模塊，此類比線性化技術可以成功改善傳統功率放大器的振幅調變 (Amplitude modulation, AM) 失真及相位調變 (Phase modulation, PM) 失真。

太赫茲影像器

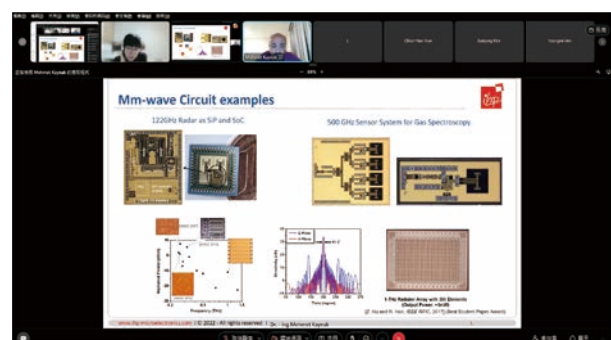
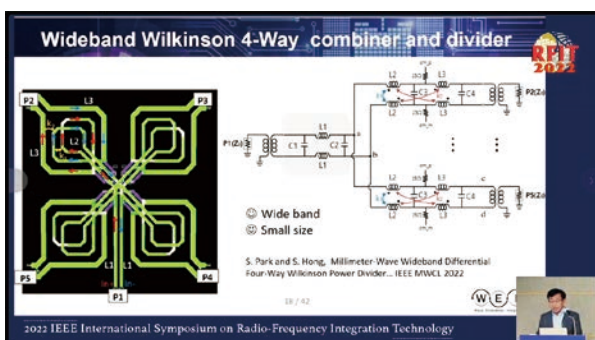
相比 X 光，太赫茲是非電離 (Non-ionizing)、能量低使用多次，也不會對人體健康造成影響，是非常安全的技術；太赫茲可偵測牙齒是否有蛀蝕，以便早期進行治療，而且太赫茲可以即時成像，因此，牙醫可以一邊做手術一邊進行即時成像，增進手術之準確率。此外，太赫茲波可穿透衣服，但無法穿透金屬，因此可用於機場安檢，經過太赫茲成像，身上若帶有危險物品，例如：刀械、手槍，馬上可檢測出來。而在影像器中較高的像素是非常需要的，增加像素可以提高分辨率及減少影像器掃描的次數，達到即時成像的效果。然而在太赫茲影像器中，一個主要對於影像器像素數量限制的原因是晶片的尺寸，對於大多數商業半導體技術標準尺寸通常被限制，而研究型、小批量生產的晶片會被降低到幾 mm^2 以下，這種限制大面積的晶片、且給定標準尺寸的理由是因為：如晶片面積過大在製作時會在晶圓邊界附近留下很大未使用的面積，從而降低晶圓的使用效率，並提高晶圓製造的成本。因此，製程廠更偏好小晶片的製作、且方便處理^[3]。而影像器陣列上單一的像素缺陷都有可能使整個晶片無法使用，這將是一個巨大的損失，尤其當晶片尺寸大，晶片基板需要切割或細化處理時，稍有輕微的壓力

都會導致晶片破裂、損壞的機率增加^[4]。

為了解決上述問題，來自三星電子 (Samsung Electronics)、韓國高麗大學 (Korea University) 和韓國電子通信研究院 (ETRI) 合作團隊使用 65-nm CMOS 設計一個工作於 300 GHz 的 7×7 單位像素、具有模組化的功能，每組晶片可透過鎔線接合，可任意擴展至 2×2 、 4×4 等多種組合，於此次會議中展示具有模化的太赫茲影像器陣列由 16 個 4×4 晶片組成，每個晶片包括 7×7 單位像素，多晶片陣列產生了 971 個大像素 (包括虛擬像素)。此多晶片陣列太赫茲影像器能一次成像 $1.6 \times 1.6 \text{ cm}^2$ 面積的 2D 影像，透過旋轉待測物不同的角度計算出不同組合的斷層圖像，從中獲得 3D 的影像。最終結果也顯示了一個螺絲不同角度的 3D 影像。

毫米波 / 太赫茲天線

在 5G/B5G/6G 通訊系統中，天線是最關鍵的部分，因為它負責訊號的輻射和接收，天線增益直接決定發射機和接收機最大傳輸距離之間可以接收、輸出多少功率，也就是等效全向輻射功率 (Equivalent Isotropically Radiated Power, EIRP) 它有很大的影響，雖然 CMOS 可以將類比和數位電路整合集中，具有微小化的潛力和大量生產的優點，但不幸的是，晶片上天線的增益很低，並且由於損耗的 CMOS 矽基底導致輻射效率很低^[5]。因此日本東北大學 (Tohoku University) 提出一種基於 45-nm CMOS 使用高電阻率絕緣矽基板、八層金屬層，電阻率可高達 $2,500 \Omega\text{-cm}$ ，相較於傳統矽基板 $1 \Omega\text{-cm} \sim 100 \Omega\text{-cm}$ 高出許多^[6]。實際模擬 100 GHz 時的增益為 5.8 dBi、天線效率為 47%， 1×2 天線陣列增益為 7.5 dBi，大





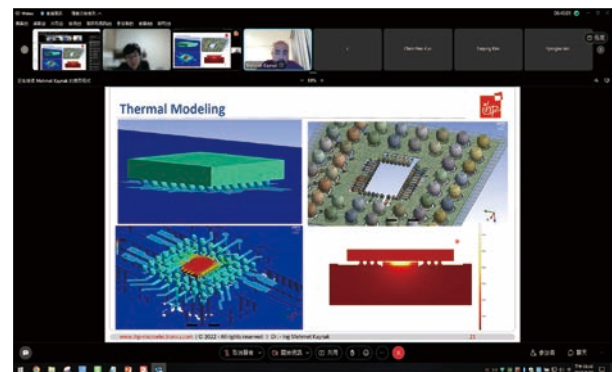
幅改善了傳統有損耗的矽基板天線效率輻射很低的問題，量測結果顯示反射損失（Return loss）也與模擬結果非常吻合， 1×2 天線陣列晶片總面積為 2.5 mm^2 。未來進入量產階段，必能大幅改善毫米波和太赫茲頻段之晶片上天線增益和效率低的問題^[7]。

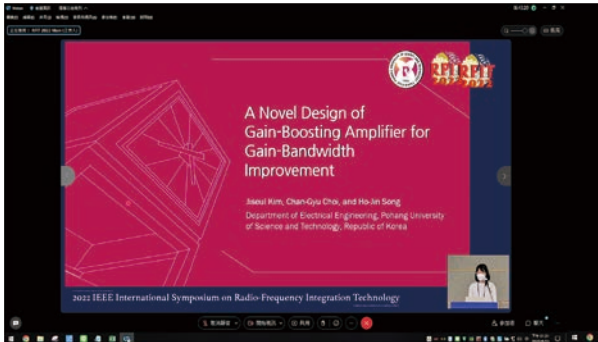
在地球低軌道移動衛星通信系統中，接收器需要微小、輕巧，但傳統的衛星通信接收天線都採用拋物面天線（Parabolic antenna），雖然具有良好的性能，但結構過於笨重。因此不適合應用於移動的裝置上，且維護成本高、不可靠。為了克服這些缺點，相控陣系統已被研究應用於飛機、船舶、車輛和移動衛星通信，圓極化（Circularly polarized, CP）相位陣列系統具有微小、輕巧與其他積體電路（IC）兼容性佳的優點^[8]。在相位陣列系統中，波束積體電路（IC）和天線之間的損耗是降低系統雜訊係數的重要因素，來自韓國科學技術院（Korea Advanced Institute of Science and Technology, KAIST）團隊設計將波束積體電路（IC）和數位控制訊號線整合，採用多層印刷電路板（PCB）之交流耦合方式饋入網路，克服垂直貫穿饋入網路成本高的問題。在此結構中饋入網路的設計對於降低波束積體電路（IC）和天線之間的損耗並實現量產的能力至關重要。為了驗證所提出之設計，此團隊設計單一圓極化（CP）天線，展現晶片與圓極化相位陣列系統連接並測量波束形成性能。所有晶片整合圓極化相位陣列系統在 9.9 GHz、11 GHz 和 12 GHz 頻寬內，皆可掃描 -50° 至 50° ，此外在工作頻率內軸比（Axial ratio）皆小於 -3 dB 。

太赫茲異質系統整合平台

CMOS 製程是實現太赫茲電子系統的一種可行的方法。然而 CMOS 製程所提供的電晶體速度（ f_{max} ）不夠快，且輸出功率低，難以在太赫茲頻帶實現功率放大器及低雜訊放大器，造成太赫茲系統工作距離有限。CMOS 製程的高損耗矽基板、高歐姆損耗之金屬層（Back-end of line, BEOL）、最高金屬層和最低金屬層距離過近及製程設計規範（Design rule checks, DRC）等限制，也造成 CMOS 被動元件之品質因素（Q）低及晶片上天線

之效率及天線增益極低，嚴重限制太赫茲系統之性能。而且若以系統單晶片方式（System-on-a-chip, SoC）進行太赫茲系統之整合，所有的主動及被動元件，包括體積龐大的天線，將全部整合在單一片上，佔據極大的晶片面積，造成系統實現成本增加。為了解決上述利用 CMOS 製程及 SoC 整合方法所遇到的問題，採用系統級封裝技術（System-on-package, SoP）進行系統整合，將天線製作於低成本的載具（Carrier）上，而非昂貴的先進製程晶片上，不僅可以降低天線實現成本，且載具之製程可客製化為適合天線應用，提供遠高於晶片上天線之天線增益。而且最重要的優點是可以進行異質系統整合，太赫茲系統中的每個子系統都可以利用最合適的製程實現，實現高效能及低功耗之太赫茲異質整合系統，滿足太赫茲應用之系統需求^[9]。來自台灣大學（National Taiwan University）團隊提出一種緊湊且低成本的太赫茲系統級封裝技術（SoP）異質系統整合平台，可以整合 CMOS、InP 太赫茲晶片和光電元件等，每個子系統再經過低損耗太赫茲連接結構整合在共同載具上，載體上的低損耗微帶線（Microstrip line）、共面波導（Coplanar waveguide, CPW）和基板集成波導（Substrate integrated waveguide, SIW）用於在這些不同的晶片之間傳遞信號。低成本無主動元件之製成（Integrated-passive-device, IPD）載體上的低損耗 SIW 濾波器用於濾除不需要的諧波和干擾信號。實驗結果表明，從 $0.18\text{-}\mu\text{m}$ CMOS 晶片到 IPD 載體於太赫茲工作頻率下之單頻、雙頻和寬頻太赫茲連接結構插入損耗（Insertion losses）僅 2 dB、2.8 dB 和 3.2 dB，反





射損失 (Return loss) 皆優於 10 dB。四階切比雪夫 (Chebyshev) SIW 濾波器實際量測在 327.5 GHz 時插入損耗為 3.6 dB。通過所提出的太赫茲異質系統整合平台，將這些不同晶片分別以不同技術實現的獨特優勢，可用於實現傳感和通信應用，提供緊湊、高性能、低成本和高整合度太赫茲系統^[10]。

心得與期許

雖因 COVID-19 疫情影響大多演講者都以線上的方式參與此次研討會，但仍不影響各國學者交流的機會，主辦方很貼心的提供了 Cloud Platform InfoVaya 平台能使各位參與此次會議的人員進行交流、預先觀看演講者簡介和簡報，大大增加了線上參與研討會的優點。本次國際射頻積體電路技術研討會 (RFIT) 領域眾多、議題廣泛，以上僅針對幾個新興主題、摘要幾個重要成果，感謝各國學者、國際知名電子公司如：三星電子 (Samsung Electronics)、村田製作所 (Murata Manufacturing) 和 GCT Semiconductor, Inc. 精彩的演講，使筆者受益良多。

參考文獻

1. Kenichi Okada, "Millimeter-wave/THz CMOS phased-array transceiver for 5G and beyond," in IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), 2022.
2. JiHo Lee, Hyun-Jun Dong, Hakmin Lee, Woo Hee Lim, Donghyun Baek, and Han Lim Lee, "Compact concentric antenna module integrated with coplanar T/Rx array and multi-channel CMOS radar IC," in IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), 2022.
3. Kiryong Song, Doyoon Kim, Jungsoo Kim, Junghwan Yoo, Wooyong Keum, and Jae-Sung Rieh, "A scalable 300-GHz multichip stitched CMOS detector array," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 70, No. 3, pp. 1797-1809, Mar. 2022.
4. Kiryong Song, Doyoon Kim, Jungsoo Kim, Jai Heon Cho, and Jae-Sung Rieh, "Terahertz 3D imaging with a 300-GHz CMOS multi-chip array detector," in IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), 2022.
5. Chun-Hsing Li and Te-Yen Chiu, "340-GHz low-cost and high-gain on-chip higher order mode dielectric resonator antenna for THz applications," IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology, Vol. 7, No. 3, pp. 284-294, May 2017.
6. Te-Yen Chiu, Yu-Ling Lee, Chun-Lin Ko, Sheng-Hsiang Tseng, and Chun-Hsing Li, "A low-loss balun-embedded interconnect for THz heterogeneous system integration," IEEE International Microwave Symposium (IMS), 2020.
7. Jean Temga, Mizuki Motoyoshi, Noriharu Suematsu, "100 GHz-band on-chip 1x2 phased array antenna fed by hybrid coupler on 45nm CMOS SOI," in IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), 2022.
8. Jeong-Wook Kim, Sol Kim, Hyunyoung Cho, Soo-Chang Chae, ByungKuon Ahn, and Jong-Won Yu, "Design of chip integrated circularly polarized phased array system," in IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), 2022.
9. Chun-Hsing Li and Te-Yen Chiu, "Low-loss single-band, dual-band, and broadband mm-wave and (sub-)THz interconnects for THz SoP heterogeneous system integration," IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology, Vol. 12, No. 2, pp. 130-143, Mar. 2022.
10. Chun-Hsing Li and Te-Yen Chiu, "A compact and low-cost THz SoP heterogeneous integration platform," in IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), 2022. ■■■



企業 參訪

聯盟特約記者／李 勁

企業參訪活動

川升股份有限公司

近年來，第五代行動通訊及低軌道衛星（LEO）通訊的發展備受關注，對於該頻段內高傳輸損耗及低繞射能力等特性目前採取了幾項技術來支援。

首先透過波束成形（Beam-forming）技術可增加總體的天線增益，並達到波束掃描功能，以解決輻射場涵蓋範圍狹小的問題。而另一項重點技術 - 封裝天線（AiP），能將大量的天線與晶片直接整合封裝在一起，減少元件連接造成的損耗以利提升天線的性能，並降低整體的成本及體積。

上述技術背後代表的是排列更加緊湊且複雜的天線結構，正因如此，在測試儀器與天線模組元件難以直接接觸的情況下，如何精準量測天線信號以正確評估產品性能可謂十分關鍵。

OTA 以非接觸量測方式，不僅能夠針對產品本身的綜合輻射效果來進行量測分析，甚至可以將人體影響等因素一併考慮進去，使量測結果更加地貼近實際狀況，而其挾帶此項優勢也逐漸受到了業界重視。

川升多年來為客戶提供客製化量測服務，研發團隊以十年以上的開發經驗為基礎，累積了許多 5G 毫米波 AiP 的 OTA 量測相關知識，並配合各種量測情境開發了多種天線及量測用治具，本次在台灣電磁產學聯盟、國立台灣大學、國立陽明交通大學及川升股份有限公司的共同安排下，有幸於 2022 年暑假前往該公司參觀。

關於川升

川升致力於天線自動化量測及量測演算法的開發，創立至今持續與通訊 IC 設計公司、行動裝置 OEM / ODM 公司，以及通訊被動元件與基板公司保持合作，創辦人邱宗文博士，藉由多年來累積的天線設計實務經驗，以天線工程師的角度精準切入，清楚掌握實際量測時所會遭遇的問題，並針對客戶的需求提出規劃及建議。

公司始終秉持「量得準才能做得好」的信念，並期許天線能夠成為台灣的名產，近期因應 5G 通訊的潮流，也推出了完整的 OTA 量測系統，此外，低軌道衛星天線的相關量測也是該公司積極研發的項目之一。



高雄技術研發中心

除了位於台北市內湖區的據點外，川升也在高雄市楠梓區成立了技術研發中心，推廣產學合作並提供下針相關的測試服務，參訪當天也透過視訊同步連線，向來賓展示公司 MW5 系列產品的下針操作畫面，該產品為全台灣第一套探針式饋入 OTA 量測設備，有別以往將針台放進無反射室中進行量測的方式，川升整合了針台與暗室，藉由精密設計的機械懸臂，讓量測探針得以從暗室上方精確且穩固的進行下針，支撐台的部分也以特殊方式來加強抗震效果，避免量測時因晃動而對昂貴的探針造成損傷。



內湖展區參觀

在台灣電磁產學聯盟召集人吳瑞北教授簡介完組織相關運作後，緊接著由邱宗文創辦人為聯盟成員講解當天的參訪項目，並大方分享設計產品時的考量或遇到的問題等供成員參考，參觀過程中也與聯盟教授保持熱絡交流，針對各項議題與疑問，以自身專業提出彼此的看法來進行討論。

量測用天線展示

對於客戶所提出的各種量測要求，往往並非常規方式所能夠處理，川升根據不同的應用場合，開發最為合適的量測天線，以滿足當時的量測環境，並持續鑽研最新的天線相關資訊，以快速應對多樣化的量測問題，本次除了展示號角天線、韋瓦第天線及螺旋天線外，也試著將天線和智慧反射面結合來控制天線的輻射方向。



3D 天線旋轉治具

由於 Beam-forming 技術有著較為明確的方向性，藉由旋轉治具的協助得以有效量測天線的 3D 輻射場型。而為了支撐 5G 基地台天線及 LEO 地面站等體積相對龐大的物件，川升開發了能夠牢固乘載重量級天線的旋轉治具，並使馬達在帶動治具時能夠達到精準定位，另外，為了避免對天線輻射場造成干擾，在支架結構的設置和選材方面也經過了慎重考量。

OTA 量測暗室

微波暗室為進行天線量測的重要設施之一，其周圍牆壁及治具上佈滿了大量的吸波材料，用於減少反射波對訊號帶來額外的干擾，此外，為了避免過大的場距導致暗室佔用太多的空間，可藉由加入縮距場（CATR）反射鏡以提供近似遠場的均勻平面波，來取代常見的直接遠場（DFF）量測方式。

接著邱宗文創辦人帶領來賓參觀了該公司型號 MW6 及 MS10 的量測暗室，強調為了有效分析低軌道衛星實際應用時的數據，川升在設計時盡可能地仿照了真實的場景。



首先展示 MW6 暗室結構，說明其可藉由來回擺盪式的懸臂來模擬都卜勒效應與換手效應所造成的影響。

接著是透過 MS10 為衛星天線的圓極化輻射量測進行了介紹，提到若採用既有固定不動的雙正交線性極化測量方法，將會使相位受到反射鏡影響而失真，於是川升嘗試將此方法進行了改良，提出結合了縮距場（CATR）和連續自轉饋源天線所構成的量測系統，並於暗室角落額外引入 5G 干擾訊號源，以及在衛星天線下方設置了波浪搖晃模擬機台，形成不規則的運動，藉此來重現海事應用時所會面對的嚴苛環境。

活動結尾

聯盟本次參與活動的教師有台灣大學吳瑞北教授、莊晴光教授、鄭宇翔教授及暨南大學翁偉中等人，並在邱宗文創辦人的陪同下圓滿落幕。邱宗文先生過去以天線工程師的身分，面臨過許多量測天線時所會碰到的難題，於是將當時的種種經歷化為創業時的能量，主動發現並解決所有潛在性問題，充分展現出了工程師精益求精的精神，在此之餘，也透過成立川升學苑，積極培養該領域的年輕人才，讓學生於在學期間便能夠逐步累積實務經驗，加速畢業後與職場做銜接，邱宗文最後也提到，為了使自家公司的量測資源得到最有效的利用，期盼川升能與聯盟達成密切合作，攜手提升台灣的國際競爭力。||||





人物
專訪

■ 專訪 民航局 局長 林國顯

縱橫 陸海空交通規劃管理，

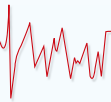
化 逆境為 轉機 IIII

聯盟特約記者／孫嘉君

於交通部服務超過三十載的林國顯，現為民用航空局局長、兼任桃園國際機場股份有限公司代理董事長。林國顯在交通部擔任過的職務包括主任秘書、路政司司長、運輸研究所組長等，曾負責國內橫跨公路、鐵路、航空、海運各領域的交通運輸規劃；近期身為民航局局長、桃機代理董事長，肩負著帶領受新冠疫情衝擊的航空業度過難關的重責大任。

電磁聯盟有幸於 2022 年 10 月專訪林國顯，在訪談中，他娓娓道來過去參與交通部重要專案如高鐵可行性研究、東西向快速公路建設計畫的心路歷程，以及兩年多來民航局抗疫之施政措施與感悟。而近年無人機蓬勃發展，在工商業、農業都有廣泛應用，民航局作為民用航空事業的最高主管機關，林國顯也向我們分享台灣無人機產業的演變、機會和挑戰，還有政府的法規規範與產業發展規劃。





交通運輸管理

一門結合工程與管理的專業

林國顯大學與研究所皆就讀於國立交通大學（現國立陽明交通大學），1980年考上大學時，適逢海洋運輸學系、運輸管理學系兩系合併更名為運輸工程與管理學系。令林國顯印象深刻的是，運管系老師強調「工程與管理密不可分」，意即工程技術僅是工具，必須和管理相輔相成、企業化才能付諸實行，因此系上開設了以往工程科系較少有的企管、財管等課程。如此文理科雙管齊下的訓練，林國顯於職場歷練多年後，更加感受其深意：純粹學工程或理工的人，一般較不擅與人互動、與社會溝通，在領導統御、行銷或財務管理等層面，易碰到瓶頸，因此不論是理工或社科背景出身，躋身管理階級時，都需自我進修學習，以提升團隊領導能力。

求學時期，林國顯自大學一年級起，便跟著老師做研究計畫，一路做到研究所，「從完全不懂一直學，到後來漸漸知道一個案子要怎麼做、要怎麼收尾。」他認為，從事研究計畫得以鍛鍊定義問題、設想情境、找尋關鍵原因等技能，對於撰寫學位論文及工作上的策略與績效評估，皆幫助甚豐。

碩士畢業後，林國顯先是在交通部運輸研究所擔任研究員，後獲國科會公費留學推薦資格，赴美國加州大學戴維斯分校進修取得博士學位。在美留學時，林國顯觀察到，身邊的一些同學雖有很強的專業能力，但面對開放式問題、在缺乏引導的情況下常陷入困難，也遜於向上質疑及提出反問。林國顯因而體認到跳脫框架之開放性思維（open mindset）及換位思考（change the mindset）的必要性，尤其在規劃國家交通運輸計畫時，更是重中之重。

從國家交通建設規劃得到的啟示

回顧在交通部的30多年職涯，林國顯深受被譽為「公路界國寶」的交通部顧問張澎影響，他表示：「張顧問一輩子沒出過國，可是他的觀

念非常先進。他告訴我們，第一個，看事情要從整體看；第二個，要知道國家長年的發展；第三個，要解決長年的問題。」

參與過的交通部專案中，林國顯首先舉例，1980年代台灣西部城際運輸需求增加，高速公路面臨容量漸趨飽和、壅塞情況惡化的問題，交通部運輸研究所受行政院委託，負責執行「西部走廊高速鐵路可行性研究」。當下社會中也在進行台北捷運與鐵路地下化的討論，林國顯回憶，部分人士認為高鐵興建成本過高、捷運應更加重要，這讓他感嘆：「因為對他們來講，生活範圍都在台北，覺得坐捷運就好啦，卻看不到這是整個國家的問題。」如今，高鐵儼然成為台灣都市間的捷運，促成一日生活圈，「所以看問題不能說『有高速公路就不用蓋高鐵』、『有捷運就不用蓋高鐵』，而是要看國家整體的發展方向。」

另外一項專案是「東西向快速公路建設計畫」。在那時，南北向高快速公路僅有國道一號，國道三號、西部濱海快速公路尚在規劃，為了讓路網更加健全，時任行政院長提出興建東西向快速公路的構想，指示交通部辦理可行性研究。林國顯說，他和同仁原先摸不著頭緒，畢竟若要貫通台灣東西部，中央遍佈高山，談何容易！他想起當時張顧問的教誨：「如果院長沒有說要怎麼做，我們就要發揮工程師的本分跟角色，去定義需要什麼樣的東西向快速公路，要幾條？這個不是長官教我們，而是自己要去找問題，找出這個國家未來長期發展，需要什麼樣的公路系統。」

林國顯與同事們遂從國土分析著手，找出各縣市重要的都市重鎮、產業發展預定地、計畫區，以及港口、機場、觀光遊樂區等地，串連為十二條快速公路；而為避免平面外環道易塞車的弊病，則透過系統交流道與一高、二高、西濱立體交叉連通，從此，南來北往、東西穿梭都變得十分便利。林國顯為此段經驗下了這樣的註腳：「如果上面交代我們一個任務，我們不只要把事

情做對 (Do the thing right)，更要回過頭去告訴長官，什麼是對的事情 (Do the right thing)，而且要建議他做這個決策。」

疫情海嘯第一排的航空業 實是禍福相依

2022 年 10 月 13 日，台灣歷經 900 多天的邊境管制解除，新冠疫情雖未完全落幕，但已可說是步入了尾聲，終於看見隧道盡頭的光。作為民航局局長的林國顯，近三年來在前線目睹航空業的劇烈變化，「疫情剛爆發時，他們（國內航空業者）說唯一的考量就是要生存下去。全世界都一樣，航空公司倒了四五十家，兩百多個機場發生財務問題。桃園機場 2019 年旅客運量 4,869 萬人、平均一天 13.3 萬人，我們在疫情期間最慘是一天不到 2,000 人，飛機 300 多架，等於一架飛機只載六七個人！」

儘管處境艱難，但也不能坐以待斃。民航局透過設置入境旅客專用動線、每小時定期清消等對策，落實防疫守住國門，並以多種紓困方案協助產業度過難關。對於航空運輸業者，祭出開放客機改裝載貨、補貼航空站相關費用（如飛機停留費與降落費）等措施；對於機場地勤、空廚、商業服務設施等業者，除了減免房屋、土地使用費、權利金等費用，並補貼四成員工薪水，以支撐企業運作、維持員工生計。另一方面，則抓緊國際旅運淡季時機，興建維護硬體設備，為後疫情時代的復甦成長做準備，例如桃園機場陸續完成南北跑道整修，新建第三航廈並預計於 2025 年完工啟用。

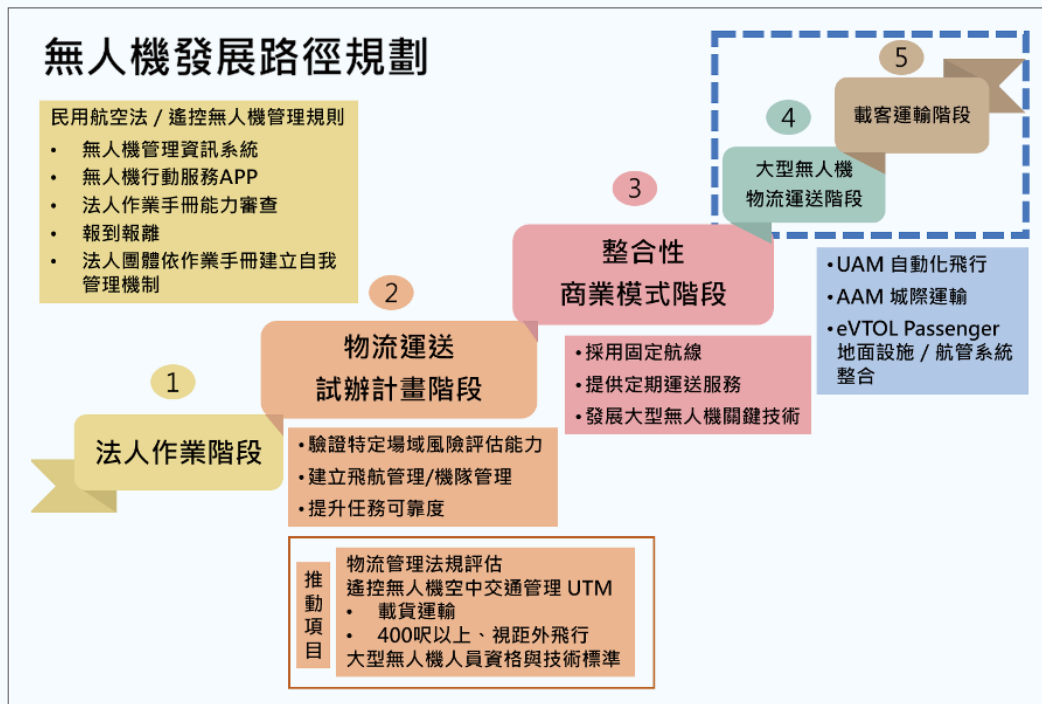
經過疫情的考驗，林國顯引用《老子》所言：「禍兮福之所倚，福兮禍之所伏」，來詮釋他的體悟，「不好的事情發生時，可能有好的事情潛伏其中；順利的時候，卻可能會埋藏弊病。也就是說，事情不會只有一面倒的壞，或一面倒的好。」他解釋，疫情下航空業面臨巨大衝擊，客運業大慘，沒想到得利於電子零件產品需求增、中

美貿易戰，貨運業逆勢大漲，台灣華航、長榮及韓國大韓航空、韓亞航空異軍突起，成為 2020 年全世界唯四賺錢的航空公司。林國顯認為「永遠不要浪費一個好的壞時機」，應以遠見研判趨勢、預劃未來，把逆境化為重新奮起的機會。他亦舉出反例，如復興航空曾藉兩岸航線獲利豐碩，卻忽略了人員訓練與飛安，導致悲劇發生；因此，即使身處順境，也要兢兢業業、戒慎恐懼。

無人機產業發展盛 安全為最高指導原則

近年無人機技術與應用高度發展，軍事上不僅在俄烏戰事大放異彩，日常生活也時常可見於大型表演活動中。林國顯說明，無人機早期是為軍事用途開發，這幾年來因資通訊技術提升，已廣泛運用於空拍、測繪、巡檢監控、群飛展演、精準農業、災害防救等多元場域。關於台灣本土無人機產業，民間業者部分是源自傳統製作航空模型的工廠，自 2005 年起，另有一批製造無人機及提供服務的廠商，在政府專案計畫支持下開始推展業務；2016 年後，空拍與植保無人機的技術日漸成熟，業者數量如雨後春筍般增長。目前通過民航局能力審查核准的無人機法人團體已有 1000 餘個，大部分提供應用服務，少數具有製造整合能力。

林國顯分析，無人機產業的進入門檻較客機產業低，台灣在電子業、精密機械製造業及理工人才培養等方面素有優勢，於全球無人機產業發展初期，有甚大機會佔有一席之地；然而國內無人機廠商多為新創企業，人力與資本較不足，所以在無人機製造方面，可參考歐美國家無人機產業成長模式，如能運用如經濟部、交通部等部門提供之政策鼓勵機制，將研究發展、測試驗證與生產銷售三者結合，提高成功機會。另外，無人機檢驗、法規與監理制度的健全，是提升品質、建立品牌、與國際競爭的重要關鍵，亦是當前台灣無人機產業的一大挑戰。



對此，交通部與民航局於《民用航空法》增訂「遙控無人機專章」，將自然人與法人分別管理，在註冊、檢驗、人員測驗、活動區域、操

作限制、飛航活動申請等面向均有詳盡規範，自2020年3月31日起正式施行。林國顯表示，「這部無人機法案幾乎是全世界最先進、多元完



整的，考量到產業發展和監理應該並存，2016年我就任局長時，便開始法案制定的研究。」他並強調，研發或操作無人機前，都需先了解法規規範，再內化到設計、生產製造及後續操作應用中。民航局現行的管理措施與資訊服務，包括「遙控無人機管理資訊系統」，政府機關、學校或法人的無人機皆需辦理註冊，自然人則是250公克以上者需註冊；另有手機App「Drone Map」可供下載，得透過圖資與定位功能，查詢所處空域是否適合飛行活動。而為扶植本土無人機產業，民航局今年8月於嘉義縣「亞洲無人機AI創新應用研發中心」設置「無人機檢驗辦公室」，提供在地廠商檢驗服務，以和研發、測試等項目相結合，助力台灣無人機產業聚落發展。

至於國內現有的無人機應用案例，林國顯表示，一些政府單位與企業合作推行了相關專案，包括交通的車流與肇事鑑定，農業的農藥噴灑、植物病蟲害防治等；物流載貨則是發展重點之一，例如中光電於新竹縣尖石鄉展示載貨飛行服務，交通部與疾管署於阿里山試辦郵件遞送、蛇毒血清載運等。林國顯提到，近年科技巨頭積極發展無人機快遞，其中尚有困難需克服，「無人機送貨過程中，若會經過監獄、軍營、核電廠等敏感區域，上方一般不被允許通過，因此需規劃出安全的航路。」他進一步說明，為了讓大量的無人機都能安全航行，諸如運用AI的精準定位、自動防撞功能，是未來無人機載貨可朝向的研發方向。

鼓勵學子跨領域學習

由研究計畫培養實務能力

對於高等教育，林國顯提出了見解，認為大學的科系與課程規劃應更加跨域整合，例如他曾留學的美國加州大學運輸研究中心，旗下設有永續能源、飛天汽車等研究室，以及現在日本部分學校設有「機器人系」等。林國顯認為如此整合性的學程或研究單位，比起傳統的電機系、機械系等較為工具導向的劃分方式，師資及資源得有更多合作、學生可獲得更加全面的學習與實務訓練。

林國顯建議年輕學子，不管大學所就讀學系為何，都應盡量參與研究計畫或專題，不僅可以將所學科目融會貫通，並能跟著老師、學長姐學習如何定義問題、建立假設、進行評估，最終提出結論與建議，他認為這樣的能力不管未來身在各行各業、公部門、學術領域都有所助益。林國顯從他耕耘公部門30年以上的經歷指出，執行研究計畫、計畫案需將各種假設條件與數據資料，進行印證與推理，得以培養獨立思考與判斷能力；而在政策的制定上，也時常需與事件關係人、利益相關團體多方溝通：「一個計畫案或政策，會對哪些人有利、對哪些人有害，得利者可以如何和他互助合作、受害者可以用什麼方式降低疑慮、彌補損失，或甚至將損失轉變為正面影響。」不論是拉高看問題的角度，或是向外廣泛徵詢請益，都能讓政策更加盡善盡美，是決策者、執政者需不斷精進的課題。■

林國顯局長 簡歷

現任

交通部民用航空局局長
桃園國際機場股份有限公司代理董事長
成功大學航太所兼任副教授

學歷

交通大學運輸工程與管理學系學士
交通大學交通運輸研究所碩士
美國加州大學戴維斯分校土木暨環境工程研究所博士
美國哈佛大學甘迺迪政府學院菁英班結業
新加坡李光耀學院高階領導班研習

經歷

交通部運輸研究所簡任工程司
交通部運輸研究所簡任研究員
交通部運輸研究所組長
交通部路政司副司長
交通部路政司司長
交通部主任秘書

+ Job Opportunities

世界的距離有多遠，由身懷絕技的您來做主~

歡迎加入我們的行列! 詳細職缺內容請至104網站。

軟體工程師

- + 電子、電機、通訊、電信、資工相關科系畢
- + 熟悉C/C+ 程式語言，有Linux開發經驗者尤佳
- + 未來負責前端網頁及IoT嵌入式系統開發

RF/電子產品工程師

- + 電子、電機、通訊、電信、資工相關科系畢
- + 熟悉AutoCAD, Circuit Design, OrCAD
- + 未來負責微波電路設計/無線充電電路設計

產品工程師

- + 電子、電機、通訊、電信、資工相關科系畢/熟悉RF
- + 未來負責新產品NPI, 環境驗證測試, 量產前準備/測試站問題分析與改善



+ Our Company

- + 國內首家專業的微波及衛星通訊公司
- + 製造基地：台灣新竹科學園區、中國江蘇省無錫市
- + 研發中心：美國California、丹麥Hillerød
- + 積極投入虛擬化無線接入網 (vRAN)及低軌衛星(LEO)商機
- + 北美高階衛星電視接收高頻頭市占率第一供應商

+ Benefits

激勵與肯定

- + 三節獎金及年度盈餘分紅
- + 提供激勵措施獎勵績優
- + 專利獎金/績優表揚/資深獎勵
- + 內部晉升調遷制度



保障與關懷

- + 勞保、健保、退休金提撥及團保
- + 結婚、喪葬、生育、傷病住院給付
- + 提供醫療保健服務/定期員工健檢
- + 急難救助及重大災變補助

訓練與發展

- + 海外專業工作歷練及集團內培訓
- + 多職能及多能工培育
- + 工作授權、任務指派、專案參與
- + 全額補助內/外訓練課程

生活與休閒

- + 設有員工休閒中心及圖書室
- + 年度旅遊補助、家庭日活動、多元化社團
- + 生日禮金、三節賀禮、特約廠商優惠
- + 員工餐廳

mti 台揚科技股份有限公司

若有任何招募事宜，歡迎來電洽詢人力資源部招募任用組
Tel : 03-5773335 Fax:03-5777121

新竹市科學園區創新二路1號
招募信箱：talents@mtigroup.com
公司網址：www.mtigroup.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
控制
技術

認知
電子戰

智慧
水下科技

★具競爭力薪資

研發類工程師博士月薪7萬9起
研發類工程師碩士月薪5萬8起
技術類技術師學士月薪3萬9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





- 天線研發工程師
- 軟韌體研發工程師
- 射頻電路研發工程師
- 研發替代役 —

耀登科技股份有限公司

地址 桃園市八德區和平路772巷19號
www.auden.com.tw

**加入耀登
捷足先登**

We are looking for you!



耀登官網



加入我們



職稱	工作地點	科系	工作內容
數位IC設計工程師	☒ 台北 ☒ 新竹 ☒ 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 functions/algorithm 2. 對MOBILE(手持裝置)驅動晶片的數位IC設計工作有興趣者 3. 觸控IC, TDDI or 指紋辨識 IC 開發經驗 4. MCU or DSP IC開發經驗
類比IC設計工程師	☒ 台北 ☒ 新竹 ☒ 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.
系統軟體設計工程師	☐ 台北 ☒ 新竹 ☒ 台南	電子/電機工程 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
前/後端程式設計師(車用)	☐ 台北 ☒ 新竹 ☐ 台南	電子/電機工程 相關科系	1. 開發公司內部Web日誌的網頁設計開發及基本UI/UX 2. 後端運作及資料庫存取, 串接 RESTful API、Access SQL
演算法設計工程師	☐ 台北 ☒ 新竹 ☒ 台南	電子/電機工程 相關科系	1. Image/Video 影像處理算法設計開發經驗 2. 機器學習(AI)相關開發經驗(ex: tensorflow, keras...) 3. embedded system coding 相關經驗 4. 曾有DSP or GPU coding 相關開發經驗尤佳
硬體研發工程師	☐ 台北 ☒ 新竹 ☒ 台南	電子/電機工程 相關科系	1. FPGA與IC硬體PCB系統設計及驗證 2. PCB功能驗證與測試 3. 跟進並解決專案研發至量產階段的問題 4. 製作技術文件, 對內部及客戶進行技術分享, 教育訓練 5. 客戶端產品Design In技術支援 6. 協助客戶電路開發問題解析與驗證工作
IC系統應用工程師	☒ 台北 ☒ 新竹 ☒ 台南	電子/電機工程 相關科系	1. IC 之規格訂定與驗證 2. 具備C# 或 C++ 能力, 以開發IC驗證軟體與IC驗證系統 3. FPGA系統設計與驗證 4. 客戶端車載/筆電/手機與面板模組Design In技術支援
SI/PI/EMC工程師	☒ 台北 ☒ 新竹 ☒ 台南	電子/電機工程 相關科系	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 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 更多職缺內容請上104查詢



Unimicron | 欣興電子 | 職缺欣訊

實習預聘

實習職缺

高頻高速製程相關
機械設備自動化相關
綠能環保相關
AI智能智慧相關
程式設計通訊相關
全面品質管理相關

對象與制度

大四、碩博士班在學生，
讓自己擁有不一樣的體驗！
另外分成學期制、專案制、
時薪制，三種制度，依照
你的課表安排！

實習好康

享有正職同仁相關福利
享受完整訓練培育課程，
以及專業輔導員引導
畢業後留任可接續年資，
薪資與年資雙雙贏在起
跑點！

最新職缺

研發	● 新產品導入之技術開發 ● 新產品試產及量產導入新材料開發專案執行	◎ 材料/化學/化工/電子/電機/機械/物理等理工相關科系
電路設計	● 熟應設計分析、設計佈線模擬、電路設計分析	◎ 電機/電子/機械/通訊等理工相關科系
製造	● 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	◎ 工工/材料/化學/化工/電子/電機/機械/物理等理工相關科系
製程	● 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	◎ 材料/化學/化工/電子/電機/機械/物理等理工相關科系
智能工廠 (大數據、自動化)	● 評估與規劃機台自動化系統，整合機台資料收集與控制	◎ 資訊工程/工業工程/電子電機工程/數學統計相關
設備	● 工廠設備維護、機器日常保養自動化控制PLC設備規劃	◎ 電子/電機/機械/自動化控制光電/輪機
環工廠務	● 處理廠區電機、機電、空壓設備相關維修保養與規劃。 ● 工廠廢水/空污/供藥系統操作、管理、改善	◎ 環境工程/電機/電子/冷凍空調/機械

各廠地址

(山鶯廠) 桃園市龜山區山鶯路177號
(合江廠) 桃園市中壢工業區合江路12號
(合二廠) 桃園市中壢工業區合川南路2號
(新豐廠) 新竹縣新豐鄉中崙村290號

(蘆二廠) 桃園市蘆竹區南山路二段470巷21號
(蘆三廠) 桃園市大園工業區民權路5號
(楊梅廠) 桃園市楊梅區新農街二段209巷166-1號



招募中心：03-3500386 #26800 信箱：recruit@unimicron.com

加入欣興 · 成就新星

2022華碩電腦徵才職缺資訊

ASUS INCREDIBLE BEGINS

熱情招募電機電子相關科系同學投遞以下職缺：

1. RF Circuits Talent
2. Antenna Design Talent
3. All Electromagnetic Related Talent
4. SI (Signal Integrity)/PI (Power Integrity) Talent

開始招募時間：即日起～

-----應徵 3 步驟-----

1 準備申請資料

- 個人履歷與自傳
- 在校成績單

2 履歷投遞

- 至華碩人才招聘填寫履歷，並應徵職缺

3 資格審查與面談

- 等候面談安排



請掃QR Code投遞履歷
(華碩人才招聘網)



請掃QR Code了解更
多徵才活動資訊

GARMIN.

MAPPING YOUR FUTURE



Garmin為GPS領導廠商，我們的產品應用於五大領域
航空、航海、汽車導航、戶外運動與健身休閒
工作機會垂直整合，從研發、製造、銷售到客服，徵才職缺遍布全球
我們持續擴大團隊規模和期盼更多頂尖人才加入

正式職缺

- 製造工程
- 產品品質工程
- 機構工程
- 顯示器與光學技術工程
- 軟體工程
- 經營管理
- 電子工程
- 供應商管理



招募官網
查看更多職缺資訊

追蹤我們的社群！



最新活動 & 消息

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 170 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：

聯盟每季除紙本發行外，亦同時發行電子版本，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 170 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及實驗室借用優惠方案 ～ 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）。

聯盟會員專區

徵才媒合服務	● 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	● 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	● 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） ● 申請案以彈性提出方式申請，下一年度請於前年度 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 2023傑出講座

**台灣科技大學電子工程學系
曾昭雄 教授**

講題：

- 1.當沉默殺手遇上無形電磁波：
談射頻血壓偵測與應用
- 2.居家照護的醫療快篩利器：
談射頻微流體感測的展望





**陽明交通大學
國際半導體產業學院
許恒通 教授**

講題：

- 1.運用電路技術提升元件高頻增益之
可行性分析與實現
- 2.新型態微型化射頻前端模組開發

演講摘要及申請辦法請洽聯盟網站：temiac.ee.ntu.edu.tw

講座申請窗口：沈妍伶小姐 Tel: 02-3366-3713

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 +886-2-3366-3713
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 dnecyy@gmail.com



0 4 8



臺灣電磁產學聯盟通訊

Taiwan Electromagnetic Industry-Academia Consortium Newsletter

ASUS

auden
耀登科技

GARMIN

Himax

MEDIATEK

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

Quanta Computer

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

Unimicron
欣興電子