

主編的話

臺灣電磁產學聯盟自去年 12 月成立至今已半年，感謝聯盟的每一位成員的鼎力協助，讓聯盟漸漸成長，越臻完善，未來聯盟將一步一步往目標邁進。也期許聯盟發揮正面影響力，推動活動擔任起連接產業、學校、研究的橋樑。

第二期季刊特別邀請到臺灣大學吳瑞北教授針對近期熱門的手機電磁波恐致癌的討論議題，以專家的角度撰寫『射頻電磁波是否可能致癌？— 解讀 IARC 的評估報告』一文。

聯盟這季主辦或參與協辦許多的活動，包含邀請臺北科技大學林丁丙教授演講、舉辦高速傳輸的訊號與電源完整性設計研習會，以及一系列的業界專題演講活動。本期的業界專題演講活動，邀請講員有環隆電氣 (USI) 研發副總張欣晴博士、Intel 公司高階主管鄧振球協理前來分享最新研發趨勢；另外奇景光電的技術長蔡志忠先生以及人資長蘇立瑩女士兩位貴賓，更是隨同工程師郭維德博士到校拜訪，介紹產業新知及給予勉勵，獲得廣大迴響。目前聯盟也正積極與其他業界成員聯繫，未來將會持續安排更多業界演講活動，敬請期待。另外各邀請講員也表示很樂意到聯盟其他學校進行演講，有興趣的學校請與聯盟辦公室聯繫，我們樂於進行安排。

專題報導中，除了報導臺灣大學吳宗霖教授榮獲「IEEE 2010 Best Paper Award」，以及由中央大學涂文化教授特別提供『台灣學生在國際微波設計競賽中再傳捷報』一文，分享帶領學生參加 IMS 學生競賽的得獎心得。而聯盟第二次研發季報是以近年來熱門的智慧型運輸系統中最核心的「汽車安全暨防撞感測系統之發展」為主題，由產、學、研三方之交流，討論前瞻汽車安全相關議題，重點涵蓋汽車安全需求及規劃，以及汽車防撞警示雷達之設計等，體現產學整合的成果。

另外聯盟本期非常榮幸地專訪到微波領域國際知名學者，台灣大學王暉教授，分享其研究態度、重要學術成果、以及給予學生的勉勵。王教授更提出未來對電磁領域教育的見解。

最後，聯盟動態報導特別介紹近期相關活動預告，聯盟的網站已正式上線，歡迎各位上網站瀏覽，關注聯盟最新訊息。

臺灣電磁產學聯盟季刊為提供臺灣電磁產學聯盟夥伴們一個訊息傳播及意見分享的交流園地，惠請不吝賜稿。也期盼讀者繼續給予支持，分享本刊給相關領域的舊雨新知。本期內容電子檔可在聯盟網站上的近期成果中下載。

以上精彩活動內容，敬請鎖定本期季刊！

毛紹綱





射頻電磁波是否可能致癌？

解讀 IARC 的評估報告

臺灣大學電機學系教授 吳瑞北

世界衛生組織 (WHO) 下的國際癌症研究單位 (IARC)，2011 年 5 月 24-31 日來自 14 個國家的 31 位科學家所組成的工作小組在法國里昂 (Lyon) 開會，會議結束在其 No.208 公報宣布將手機發射的射頻電磁場歸類為 2B 等級的可能致癌物，正式結果將發表於 IARC 專題論文第 102 冊中。時值食品業者添加塑化劑造成人心惶惶之際，部份人士如電磁輻射公害防治協會等以兩者同被列為 2B 等級，順勢要求政府將電磁場比照塑化劑訂定專法規範，各個單位如環保署、通傳會等多唯唯諾諾，恐已加深民眾無謂恐慌。

表一：IARC 致癌可能性分類

分類	致癌證據力等級	
	人體	動物實驗
1	充分	充分
2A	有限	充分
2B		未充分
3	不足	不足或有限
4	有證據支持缺少致癌性	

IARC 評估環境因素是否會增加致癌風險時，會檢視證據力強弱分為三種等級：充分 (sufficient)、有限 (limited)、及不足 (inadequate)，再依照人體及動物實驗結果，將致癌可能性分為四類，如表一所示，其中 2B 類是不排除有機會 (possibly) 致癌，指對人類致癌的證據“有限”，動物實驗上證據尚未達充分的程度。目前 IARC 評估的 942 項中，第 1 類有 107 項，2A 級 59 個，2B 級 267 個，第 3 類 508 個，而第 4 類只有一樣，還是有毒的化學物品 caprolactam。

手機在全球估計已有 46 億用戶，IARC 對於射頻電磁場是否會致癌自然十分重視。對無線通訊造成的電磁曝露，IARC 審查特別是有陽性反應的證據，評估後的結果是：手機用戶會增加腦瘤

及聽覺神經瘤風險的證據“有限”，對其他癌症的證據則判定為“不足”，對職業或環境的曝露同樣判定為“不足”。工作小組主席美國南加大教授 Dr. Janathan Samet 則總結說：這些證據仍在累積中，但不能排除有致癌的可能，過度手機使用與癌症風險的關連性仍須持續關注。

IARC 此一評估主要是依據 Interphone 計畫研究報告，此計畫共有 13 個國家參加，他們對兩種常見腦瘤—神經膠質瘤 (glioma) 及聽覺神經瘤 (meningioma) 患者的手機使用行為進行大規模研究，共找了 2,708 位 glioma 與 2,409 位 meningioma 患者與匹配的比較組患者，發現合理使用手機的用戶在上述兩種腦瘤風險是明顯降低的，只在最高的 10% 用戶群 (十年累積用量超過 1,640 小時)，有看到 glioma 的風險比率增加 (但 meningioma 則無)。

依據上述研究結果，IARC 竟通過將射頻電磁波列為 2B 級，其實開會過程內部就有爭議。像委員中任職於 Karolinska Institute 的 Dr. Anders Ahlbom，非常了解 Interphone 內容並寫了一篇回顧性文章¹，却因故被排除在外；任職於美國國家癌症中心的 Dr. Peter Inskip 無法認同評審過程，於投票前退出工作小組。因此 IARC 發表後連專家都不以為然也就不足為奇，著名的像癌症流行病學教授 Geoffrey Kabat²，在點閱人數極多全球第一個為 iPad 設計的 The Daily 日報上發表文章反駁。首先他指出手機用戶自 1980 年代起急遽增加，如果手機真會增加致癌風險，那 glioma 患者應該會增加，可是在這些國家的統計，全國致癌狀況並未增加，甚至在美國、北歐等許多國家，過去幾年還有明顯減少。

其次，手機使用的電磁波頻率比太陽光低了好幾百萬倍，更是遠低於游離輻射如 X 射線及

Gamma 射線，游離輻射會破壞組織的 DNA 及其他分子，會引發癌症，但非游離能能量不足以造成這些問題，因此迄今仍沒有任何機制可預測射頻電磁場會造成或促進癌症的發生。

此外，由於 glioma 的比例很低，Interphone 研究時採用“個案控制法 (case control approach)”。研究人員先找出癌症患者後，再找其他受試者當比較組，並以詢問兩個群體他們使用手機的情形來作研究。但根據受試者的印象來做分析並不嚴謹，尤其癌症患者在答問時並不一定與健康人表現一致，有些受試者回答的結果不合常情，好幾年間每天有超過 12 小時的使用量，有明顯的回憶偏差，因此 Interphone 作者特別在報告中提醒此一結果絕不能詮釋為有任何因果關係，很可惜 IARC 工作小組並未正確解讀作者的意思。

IARC 旨在維護人類健康，對致癌性歸類傾向嚴苛是可以理解的，像咖啡及泡菜也都列於類型 2B。國內有些團體最近聲稱 WHO 對射頻電磁曝露提出警訊，並要求政府採取行政措施限制手機的使用，是對 IARC 此一文件作了過度的詮釋。在 WHO 的運作中，IARC 只是評估致癌的可能性，並不涉及衛生機構是否需要制定因應措施或政策。WHO 另有一個電磁場計畫單位 (EMF 小組) 將參考 IARC 的致癌可能性，發表環境健康指導 (Environmental Health Criteria)，國際非游離輻射防護委員會 (ICNIRP) 將根據 EHC 進一步討論是否需要修改其曝露標準，屆時再作適當因應才是正途。

事實上，射頻電磁波從宇宙誕生就一直存在，太陽光就是一個生物維生都不能缺少的電磁波源。但 1864 年 Maxwell 方程式發表後人類才開始能夠進一步了解電磁波的奧妙，而 1879 年 Hertz 的實驗人類首次能產生電磁波，19 世紀末 Marconi 展現無線通訊傳播，其後廣播、電視、

雷達等的蓬勃發展，人類才廣泛使用電磁波的頻譜資源，沒有電磁波，不可能有今日蓬勃的資訊 (ICT) 產業。

電子電機學者研究射頻電磁波對人體的影響已經非常多年，50 年前美國標準協會 (USASI) 就組成 C95 委員會，開始進行電磁輻射安全的計畫，並於 1966 年發表 USAS C95.1 規範，此一規範延用至今，中間變革不大。國際上則有 ICNIRP 同樣作了嚴謹的安全規範，兩者幾乎一致。二次大戰後，經過 60 多年的研究，學術論文有數千篇，WHO 指出目前對電磁波影響的知識遠超過對大多數化學物的認識。

在這種電磁安全規範下，幾十年來好幾十億人口長期享受了電磁波對生活的便利，又不致影響人類的健康，此一規範已經經過歷史嚴酷的考驗。持續維持國際對電磁曝露的安全規範，民眾使用手機進行無線通訊仍然可以放心。但如果對其使用仍然擔心者，可遵照 WHO 的建議使用耳機，減少或縮短通話時間。恐懼是人類最大的疾病，不必要的過度擔憂反而有害健康。■

¹ A. Ahlbom et al., "Epidemiologic evidence on mobile phones and tumor risk - review," *Epidemiology*, vol. 20, no. 5, Sept. 2009. Online: www.epidem.com

² 任職於 Albert Einstein 醫學院，是 "Hyping Health Risks: Environmental Hazards in Daily Life and the Science of Epidemiology." 一書的作者



活動
報導

邀請演講

Radio Receiver Architectures



4月16日下午，由臺大電信所主辦、臺灣電磁產學聯盟與臺大電信研究中心協辦，邀請臺北科技大學林丁丙教授至臺大演講，主題為「Radio Receiver Architectures」，介紹四種無線電接收器

架構演進，並分析其優缺點及使用考量。林教授表示，演講內容是他在北科大授課的教材之一，原先授課時間大約為4小時，本次演講特別濃縮成一個小時左右的演講，儘可能言簡意賅，希望能提供與會者豐富的收穫。

林教授指出，近年來無線電射頻 (RF) 接收器設計目標逐漸朝向低價位、低功耗、微型封裝及高速資料轉換發展。這些目標通常伴隨著頻寬限制問題，不僅需要高度整合無線電收發器，同時亦需要提升頻寬效益調變技術 (bandwidth-efficient modulation schemes)。為符合可攜性及價格可負擔性等需求，近日研究多半著重於發展單晶收發器架構 (monolithic transceiver architectures)，特別是使用互補金氧半導體 (CMOS) 技術，本次演講將介紹傳統及現今無線接收器架構在無線寬頻通訊系統中的應用。

首先，林教授介紹傳統的超外差 (heterodyne) 架構，至今仍為無線通訊系統所廣泛使用。雖然具備良好的性能，經過頻道選擇濾波器處理能有效降低雜訊接收敏感度，卻面臨高成本、大型封裝、射頻與中頻濾波器難以整合等考驗。

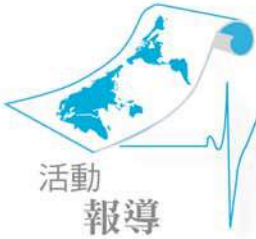
直接轉換接收器 (direct-conversion receiver) 又稱為零差 (homodyne receiver) 轉換接收器或

零中頻接收器 (zero-IF receiver)，它能夠直接將射頻信號轉換成基頻，中間只需經過一次降頻。又因為中頻信號為零，所以不會發生鏡像干擾的問題，因此也不需要鏡像拒斥濾波器 (image reject filter)。然而，直接轉換接收器卻存在不少缺點，例如 I/Q mismatch、直流偏移 (DC offset)、及 LO 洩漏等問題。

Wideband IF with double-conversion 則整合上述兩者之優點，解決超外差接收器缺點，可由 LNA 直接推動混波器。林教授進一步指出，此種架構具備易積體電路化、相位雜訊良好、LO 洩漏問題及時變直流偏移可降低到最小等優點，成功解決傳統接收器架構的問題。然而，它仍存在幾項缺點，例如需要具備寬頻壓控振盪器 (VCO) 及高動態範圍 (HDR, high dynamic range) 接收等限制。

低中頻接收器 (low IF receiver) 的提出，就架構而言，類似於 wideband IF with double-conversion 架構，期望同時擁有超外差及零差接收器之優點，主要有兩點差異，其一是中頻的選擇降低到只有一倍或兩倍通道頻寬的中頻頻率，因此可減緩直流偏移電壓造成的問題。其二是直接以高解析度之類比數位轉換器取樣中頻訊號，接著以數位降頻器將中頻轉換成基頻訊號，如此可以藉由交流耦合消除直流偏移問題，直接以數位技術消除 I/Q mismatch 問題。

綜觀上述四種無線電接收器架構，林教授認為主要的關鍵點在於 I/Q mismatch、直流偏移和 LO 洩漏，若成功解決這三個問題，將能找到最佳的無線電接收器架構。|||



邀請演講

從智慧手機微小化看電磁的機會與挑戰

臺灣電磁產學聯盟綜合報導



環隆電氣研發副總張欣晴博士

走在路上，經常可以看到人手一支 iPhone 或 HTC 手機，證明了智慧型手機透過高使用度一躍成為科技產品的主流。臺大電信所在臺灣電磁產學聯盟及臺大電信研究中心的協助下，邀請環隆電氣 (USI) 研發副總張欣晴博士於 5 月 11 日下午到臺大與同學分享智慧手機的微型化趨勢與電磁的關係，同時說明目前設計所面臨到的問題及演示未來將會持續進行的研發結構。

當日亦有多位 USI 的與會貴賓，都與臺大有深厚淵源。張副總 1985 年臺大電機系畢業，微型化產品事業處柳政龍處長為 1999 年臺大電機系電波組博士，王永林副處長及工程微小化研發處陳頡彥處長也畢業於臺大電機系，甚至企業服務總處的陳基國副總 2006 年也自臺大 EMBA 結業，臺大與業界的緊密關係可見一斑。

張副總臺大電機系畢業後，1993 年取得美國馬里蘭大學博士學位後，歷任華梵大學副教授、美國 Qualcomm 總部資深工程師，又回國先後任職於 BenQ、智上科技，也創立 Indigo Mobile，豐富的經歷讓在場同學羨慕不已，張副總則建議同學未來可以同時朝產業界與學界的方向努力，一定會有相當不錯的發展。

演講一開始，張副總先以拆解 iPhone4 和 iPad2 解釋手提裝置內部微型化運用來吸引大家的注意，透過詳盡的內部結構圖片可了解到由於電路與天線微型化，高階手提裝置才能非常輕薄

短小且功能愈做愈好，目前幾乎過半空間都被電池佔據。另一方面，通訊協定相當複雜且分散，雖然目前有合併的趨勢，但是仍然每幾年都會開發出新的通訊協定，因此微型化是需求同時也是期待。高階智慧手機包含 AP (應用端) 和 CP (通訊端)，都需進行微型化，因此 USI 發展微型化技術主要從密度、層疊及 IPD (整合型被動元件) 三方面著手，搭配高密度微型化、性能強化及 3D 整合化三種主要方向研發。

隨著同學們對於微型化越有興趣，張副總接著介紹 USI 之前曾完成過的業界微型化結構，如高密度 SMT 與 Die 整合，八層板中要放入十幾個雙模 PI、雙工器等，主動電路可以作得很小，而被動元件由於物理極限，很難微小化，因此已成為微型化的關鍵。

為了因應微型化的挑戰，張副總進一步深入說明研發所需的設計及模擬技術，包含電性、應力、熱傳及射頻四大部分，USI 有各種軟體來進行完整的分析。而同學也提出了模擬由四個截然不同背景的小組進行應如何取捨意見的問題，USI 的中央工程部門會負責整合四個小組的內容，並從該計畫的主軸來判斷各小組可發揮的空間。

最後，張副總介紹目前發展中及未來相當有前景的創新微型化架構，像是 PoP (Package on Package)、Die 堆疊、Si Interposer、TSV (Through Silicon Via)、IPD、WLP (Water Level Package) 及 Cu Pillar 等，這些架構由於微型化會產生非常多的訊號與電源完整度問題，沒有電磁學的技術將無法解決，對於學電磁的人將是很大的挑戰與機會。

本場演講由臺大電機系吳瑞北教授主持，現場共有一百多名同學到場參與，吳宗霖、盧信嘉及林怡成等教授也蒞臨參加，師生的熱烈討論也為臺大電機與 USI 的首次產學講座畫下了完美的句點。|||



活動
報導

邀請演講

The Challenges and Opportunities of Electrical Validation

臺灣電磁產學聯盟綜合報導



Intel 資深協理鄧震球先生

一反市場擔心個人電腦產量減少會失去立足點的預期，身為世界最大晶片製造商的 Intel（英特爾），在 2011 年第一季財報表現亮眼，穩坐 CPU 大廠的龍頭寶座。由臺大電機系吳瑞北教授主持，臺大電信所 5 月 18 日下午特地邀請 Intel, Taiwan 的資深協理鄧震球先生發表演講，並分享他的人生經驗。

鄧協理 1986 年臺大電機系畢業後至美國深造，並進入 Intel 擔任各項職務多年，2007 年銜命到臺灣帶領團隊開發提升電器驗證 (Electrical Validation, EV) 效能的技術與流程至今，而當天數位畢業自臺大電波組的團隊成員亦到場參與，包括廖俊霖博士及碩士班畢業的陳政寬與林佑勳同學，可見 Intel 人才濟濟，而且與電波領域關係密切。

從 iPhone4 和 Toyota 先前商品瑕疵事件，鄧協理揭示了 EV 的重要性。iPhone4 憑藉著眾多蘋果迷的支持，利用手機保護套僥倖逃過對天線設計瑕疵的追究，反觀 Toyota 卻因為問題涉及消費者安全，不得不投入 23 億天價進行瑕疵車種召回。有鑒於此，Intel 早就投入比設計還龐大的資金在 EV 上，控管產品最後品質的重要性不言而喻。

很多時候電器設備及電子產品發生問題是因為 SI 的 EV 沒有做好，而科技的需求是處理速度越快且耗費電力越低越好，UI 越來越小使得 SI 設計和 EV 越具挑戰性。另一方面，SI 與電路的相互關係則越來越緊密，甚至已經密不可分。

鄧協理說明電腦科學與工程的不同，電腦科學是虛擬的，可以照著程式運行；但工程製造是物理的、有人性的，會有很多變動，所以 EV 不僅要能判斷好壞，且必須能夠量化出優劣程度，才可將變數縮到最小。不只是測量波形，還需要測量餘裕 (Margin)，確認電腦的設計與實際是否一致，同時掌握彈性的變動數值。

接著，鄧協理列舉了一些客戶曾提出的問題說明，並不是照著設計指南或是測試兩三次就算完成 EV，也並不是進行 EVT、DVT 和 PVT（工程、設計、生產驗證測試）三階段就可以保證產品沒有問題，問題經常出現在未測試或測試不正確的地方。雖然根據出貨量及產品的變動數值可決定測試的次數，仍必須努力將涵括範圍全面性提升以降低問題產生的可能性。

演講中，鄧協理不時提出問題與同學互動，強調要不斷問自己為什麼，即使很多問題並沒有標準答案，透過問問題卻可以讓自己更了解、更清楚。他也談到，「很多工程師工作太久，只會忙著做事情，卻沒有停下來想事情。」如此一來，分析只能看到表面，卻看不到內部細節問題，便無法將 EV 做到最好。

會末，鄧協理也告訴同學們 EV 的機會，「Each challenge is an opportunity!」抱持的想法不同，面對問題的結果也會不同。同時，他與同學們分享工作多年來的心得，他強調軟技術 (soft skills) 十分重要，必須學會如何溝通、如何團隊合作，還有如何與人互動。而專業上，要能夠獨立思考，要知道如何問問題及問對問題，即使不知道問題的解決方法也能夠和不同領域的人溝通合作。

本場演講在臺灣電磁產學聯盟及臺大電信研究中心協辦下，共有近一百五十位同學參與討論。鄧協理以專業又不失幽默的口吻，帶來內容十分豐富的演講，相信不僅對同學們在專業上有很大助益，也增添對人生未來方向的思考層面。▮



邀請演講 IIII

EMC Design Challenges in Future Image Display IC Development

臺灣電磁產學聯盟綜合報導

5月25日下午，由臺大電信所與臺灣電磁產學聯盟主辦及臺大電信研究中心協辦，邀請奇景光電的郭維德博士至臺大演講，而奇景光電的技術長蔡志忠先生以及人資長蘇立瑩女士兩位貴賓也特別前來和學生們介紹奇景光電及給予勉勵。

首先由奇景光電的技術長蔡先生致辭，表示非常榮幸能共襄盛舉贊助電磁聯盟的成立，並期許學術界能藉由聯盟引領相關產業發展，迎接摩爾定律之後乃至於 More-than-Moore 的技術發揮，希望能藉由產學合作，提高產品的創新性。他更提到 EM 領域未來發展的潛力無窮，期望學生們能成為產業提升的生力軍。

郭博士取得臺灣大學電信所博士學位，並發表多篇論文，且得到 IEEE 期刊最佳論文獎的殊榮 (2010)，是台大電波組歷年來的首次，意義非凡。此次返校和學弟妹分享他的實務經驗，演講主題為「EMC Design Challenges in Future Image Display IC Development」，著重在這些產品顯示器面板上的 EMC 設計問題、解決方式及面臨的挑戰。

奇景光電專長各種顯示器面板的驅動 IC 設計，是國際知名的大廠。郭博士首先簡介了 IC/TFT-LCD 面板的顯示原理，並從構成 EMC 問題的三個要素：干擾源、傳輸途徑、以及接收器，來說明顯示器 IC 造成的 EMC 挑戰及解決之道。國際上對 TFT-LCD 要求的 EMC 認證可分為：在 LCD TV、顯示器及筆電上的遠場 EMI、筆電上的 WWAN、以及手機上的近場 EMI 與 EMS，要解決這些認證問題可從軟體及硬體兩方面著手。硬體方面可利用四種規範檢測 (含近場 EMC、遠場 EMI、WWAN、及行動裝置 EMS) 以及 SI/PI 驗證著手；而軟體上則可利用 SI/PI 共模擬，測試產品真實狀況而進行 EMI 診斷。

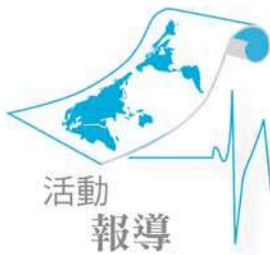
他進一步提到 EMC 設計未來所面臨的挑戰，

以供有志同學研究參考，例如：在單層結構上如何克服輻射量、如何檢測共模雜訊的來源、如何確保電源完整性、在晶片級 EMI/EMS 之模擬，面對外來干擾時如何釐清雜訊來源和對電源的影響，以及需要預想下一代面板高速介面會面對的問題。他總結對業界而言，一個好的 SI/PI 設計，對產品的 EMC 非常重要，它不僅能提升產品品質，更能降低設計成本和加快產品上市的速度；而且應該從 IC 設計時就考慮進來，才可以早期發現問題，否則若待模組或系統完成設計再來處理，愈晚加入 SI/PI 的考量，屆時要修補 EMC 問題所將耗費的時間與金錢會愈高。同時他也呼籲更多同學投入相關領域研究，面對將來 EMC 設計的挑戰，希望能藉由更多的產學合作計畫，創造出更多的可能性。

奇景光電向來非常重視產學交流，人資長蘇女士歷經工研院、奇美、奇景等人資部門主管，對研究界及產業界都有豐富的經驗，因此在正式演講結束後，主持人吳瑞北教授也特別把握這個難得的機會，歡迎有興趣的同學留下來，邀請蘇人資長介紹奇景光電公司內部的發展、工作環境、福利和目前的職缺。其中說明奇景光電對於產學合作的注重，除了提供研發替代役、在校生實習計畫，更資助優渥的獎學金給相關領域的碩博士班學生，讓學生能夠直接參與實務應用，真正做到學以致用。IIII



郭維德博士精采演講



活動
報導

Workshop on Signal / Power Integrity Design for High-Speed Channels IIII

臺灣電磁產學聯盟綜合報導

高速傳輸的訊號與電源完整度設計研習會由臺灣電磁產學聯盟主辦，並在臺大電機系、電信所及電資中心等單位的協助之下，於 2011 年 5 月 24 日下午，假國立臺灣大學博理館舉行。此次研習會內容相當豐富，現場與會人士包含學者、業界 12 家廠商代表及學生共計約 90 位人士到場。

本次會議共舉辦三場專題演講，邀請三位學者專家介紹最新研究成果及未來科技發展趨勢。三場演講主題分別為：Fundamental Concept and Methodology for Power Distribution Network Design (Prof. James Drewniak)、Channel Quality Comparison and OOG Designs of OEMs/ODMs (李源良博士)、SI-Aware Equalizer Design for Lossy Interconnects in High-Speed Channels (吳瑞北教授)。三位學者精彩演講，妙趣橫生，和現場互動熱烈，給現場的每一個人留下了深刻印象。



主持人吳宗霖教授

首先，由國際級 EMC 領域大師美國密蘇里理工大學院的教授 James Drewniak 說明電源分配網絡 (PDN) 的基本概念與設計原則。他生動地比喻電源供應從 VRM、PCB、構裝版到 Chip

level 就像日常生活中從水庫至家裡水龍頭需要裝滿一杯水一樣，其中會遇到很多損耗及阻礙，而造成電源供應不穩定。為了要提供 IC 電路板穩定的電源避免因迴路及寄生電感產生的損耗，Prof. Drewniak 提出對於 PDN，如何建立合適等效電路模型的方法，可一一對應了解其物理機制，以利於進行 decap 設計。而 PDN 阻抗與 decap 的設計如擺放位置及大小息息相關，而且受限於物理特性，decap 的數量是有限制的，並總結 decap 設計位置離 IC 版越近越好，能夠減少因迴流電感造成的電流不穩定。



國際級 EMC 領域大師 Prof. James Drewniak
生動地演講

接著由 Inter 資深工程師李源良博士介紹實務上當產品超出設計指南 (OOG, Out of Guideline) 的標準時，如何使用 CQC (Channel Quality Comparison) 的方法快速的評估出設計的可行性。過去利用現存的 SI 方法，OEMs 或是 ODMs 無法快速地分析產品設計。而透過 Intel 所建立的 reference channel，顧客可經由 typical corner 模擬測試該產品和 reference channel，分析其眼

圖，而快速檢測產品的風險性。因此藉由 CQC 能大為改善 OOG 產品的設計。CQC 的優點為能有效地評估 PCB 設計的風險、產生最佳化的 PCB 設計，進而降低 SI 未來需要除錯的比率和減少 BOM 成本，不僅如此，更能提高產品製程速度，使產品快速上市。目前 Intel 提供客製化的多樣 reference 設計使客戶能應用 CQC，而李博士也特別說明 CQC 是為了風險評估，並不能保證實際上的應用不會出錯。



Intel 資深工程師李源良博士介紹實務新知

最後由臺灣大學電機系吳瑞北教授講述高速數位通道上的訊號完整度問題，主要著重於傳輸線損耗所造成眼圖問題的成因以及等化器的設計方式。隨著科技的日新月異，消費者越來越要求傳輸速度，然而傳輸線的損耗隨著頻率愈高而愈來愈大，會造成高速傳輸訊號的碼際干擾 (intersymbol interference)，並嚴重影響接收訊號的眼圖。吳教授分享了一種快速地眼圖分析方法來預測損耗，提出一個非常簡單的設計圖表可以直接讀出眼高及眼寬。他並進一步說明如何以等化器來設計改善眼圖，包含利用被動 RL 等化器可以補償 PCB 上的損耗影響，更推廣至利用 RC 等化器運用在 3D IC 的 TSV 上。另外對於任意的傳

輸線造成的眼圖衰減，則可藉由 peak distortion analysis 方法分析後，用 FIR filter 設計來解決此問題。最後他說明次世代的互連器如：RF、AC-couple、光纖、奈米線等，正在快速發展，學者們將面臨更多的挑戰。



吳瑞北教授講述高速數位通道上的訊號完整度

此次活動針對快速傳輸通道的問題，從訊號完整度、電源完整度、以及系統的觀點作一提綱契領的說明，與會者感覺收穫良多，對聯盟舉辦此一國際水準活動也表示高度肯定。邀請的講員對於聯盟推動產學交流的作法也十分認同，並願意提供演講內容給聯盟成員參考，若有需要者請向聯盟辦公室接洽。■



臺灣大學吳宗霖教授榮獲

「IEEE Transactions on Advanced Packaging 2010 Best Paper Award」

臺灣電磁產學聯盟綜合報導

臺灣大學吳宗霖教授、Dr. Antonio Ciccomancini Scogna 以及 Prof. Antonio Orlandi 所合撰的論文「Noise Coupling Mitigation in PWR/GND Plane Pair by Means of Photonic Crystal Fence: Sensitivity Analysis and Design Parameters Extraction」，2011年6月2日在美國佛羅里達州舉辦的第61屆 Electronic Components and Technology Conference (ECTC) 大會中獲頒2010年最佳論文獎 (2010 Best Paper Award)，彰顯他們的學術傑出貢獻。

此論文為吳宗霖教授主導的一個跨越歐、美、亞三洲的國際合作研究結果，包括義大利 L'aquila 大學，美國 CST 公司，及臺灣大學的三方合作，將吳宗霖教授於2005年提出的光子晶體電源平面 (Photonic Crystal Power Planes) 想法，進一步有效地落實於構裝中的電源完整性 (Power Integrity) 設計，經歷兩年密集合作，包括每个月的電話會議討論及三地互訪，得以獲得研究上的突破。此最佳論文獎也為臺灣大學主導國際合作研究的能力，給予最佳的肯定。

此篇論文提出一種以最少數量之高介電材料圓柱所形成的光子晶體柵欄 (photonic crystal fence) 的新方式，用以抑制電源平面因電路運作所產生之同步切換雜訊。在光子晶體柵欄的擺置方面，特別採取以 45° 正方晶格旋轉所形成的三層柵欄。此方式可以以最小之成本達到寬頻帶且高效率的雜訊抑制能力。

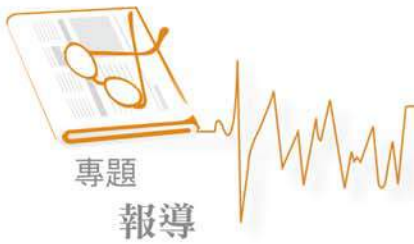
另外文中特別針對高介電圓柱半徑變更、數量增減和介電常數改變，探討與分析其對光子晶體柵欄所形成之能量截止帶的頻寬所帶來的影響，以及變化情形。在能量截止帶預測方面，過去以正規化半徑預測的方式，已經無法準確的預

估能量截止帶的頻段。因此文中總結提出一個一維等效電路模型，可以快速有效預測能量截止帶的頻帶特性。一層的光子晶體柵欄對於雜訊的抑制約有 8~10 (dB)，且當圓柱的介電常數被提高至 50~300 時，多個頻段的能量截止帶將會產生。

最佳論文獎每年從刊載於 IEEE 期刊的文章中選出。此篇論文從去年超過 100 篇為數眾多的論文中被遴選出，其中不乏很多國際傑出名學者所發表的文章，因此榮獲 2010 年最佳論文獎，無疑是給予吳宗霖教授及其團隊在電源完整性技術領域的卓越研究極大的肯定。



吳教授在美國佛羅里達州舉辦的第 61 屆 ECTC 大會中與其他二位得獎者合影



專題
報導

台灣學生在國際微波設計 競賽中再傳捷報

國立中央大學助理教授 涂文化

國際微波會議 (IEEE MTT-S International Microwave Symposium) 是微波界的年度一大盛事，在巴爾的摩所舉辦的 2011 年國際微波會議共吸引了八百多家的廠商與一萬多人與會，而近幾年的國際微波會議，除了會場內的論文發表與廠商展示商品外，還有另一大特色：學生設計競賽。

第一個學生設計競賽可以追溯回 2005 年的功率放大器設計競賽，今日的研究生個個都是未來的明日之星，因此今年度的學生設計競賽更一舉擴大為七個比賽項目，除 Power Amplifier 外，還有 Amplifier-Sequenced Hybrid Receiver, Low Noise Amplifier, Packaged Triplexer, Wideband Balun, Software Defined Radio 及 Optical-to-Microwave Converter。

學生設計競賽的規定與內容，每年年底左右會公布在大會的官方網頁中，每個項目都設有一位聯絡人，競賽相關的問題可與該聯絡人洽詢。每個項目會由一個或多個技術委員會 (MTT-S Technical Committee) 負責，參賽學生必須帶著電路成品親自至會場進行現場量測，再由裁判依先行公佈的評分標準給分，決定名次。得獎同學將獲頒獎狀一只與獎金，同時，微波雜誌 (Microwave Magazine) 會邀請得獎同學將得獎電路彙整並投稿，以詳細介紹電路設計的理論與方法。

中正大學張盛富教授所領導的團隊一直以來是學生設計競賽的常勝軍，過去三年連續得獎，創下大會紀錄。今年度來自台灣的參賽隊伍取得亮眼的成績，在封裝式之三工器 (Packaged Triplexer) 這個競賽項目中，包括中央大學涂文化助理教授所指導的研究生吳俊儀同學，張盛富教授所指導的研究生廖彥寧同學，以及中正

大學湯敬文教授所指導的研究生團隊：陳明廣、洪宗益、陳盈橋、邱順興同學，一舉囊括了前三名。

和其餘的設計競賽一樣，此設計主題是一個和時間賽跑的比賽，參賽同學必須將電路安置於大會所提供的封裝盒內，封裝盒約於賽前一個月由大會贊助單位寄出，因此，除了在印刷電路板上設計出一個三工器外，參賽研究生只有一個月的時間去解決封裝所衍生出的問題，然而三工器是一個四埠元件，各埠間的負載效應再加上封裝所產生的問題，考驗著參賽同學的智慧與迅速排除問題的能力。



得獎同學：(左起) 陳明廣、廖彥寧、吳俊儀同學與
評審主席 Professor R. W. Jackson 合影



2011 臺灣電磁產學聯盟 第二次研發季報

汽車安全暨防撞感測系統之發展

本文由交通大學 鍾世忠教授研究室提供



汽車已成為主要代步工具，但隨著數量增加、交通複雜等因素，世界各地頻傳汽車交通意外事故，因此使用者、車廠與政府無不強化對汽車安全之重視。近年來各車廠對智慧型車輛電子相關系統的開發不斷推陳出新，期達成省能、安全、舒適、智慧化等創新需求，其中對於主動式及被動式車用安全系統更是多所著墨。汽車防撞感測系統為主動式安全系統之重要一環，也因此對於該系統所需之各種防撞感測器需求旺盛。

本次季報由交通大學電信所鍾世忠教授統籌規劃，力邀產學研三方專家與會，希望透過季報的舉辦，提供學術界與產業界交流的平台，為電磁領域注入新的活力。臺灣電磁產學聯盟召集人吳瑞北教授表示：「我們希望讓師生及業界都瞭解到，電磁領域是歷久彌新的，就像政府正在發展雲端科技，但是要將資訊送上雲端，沒有電磁波就做不到，這就是無線通訊的應用；而今天介紹的是另一個非常重要的技術—無線感測，不用摸到就可知道，不用接觸就可看到」，從前瞻發展趨勢、整體產業的發展、以至於相關的電磁技術，像是系統設計、晶片零組件研發等等，都會涵括在這次講者們所帶來的精彩演說當中。

此次研發季報參與人數約 165 人，包括聯盟廠商華碩、聯發科、台揚、台積電、啟碁、廣達、台灣國際航電、耀登科技等，還有非聯盟汽車廠商奧迪汽車、福特六和、中華汽車、工研院、中科院、士林電機等 51 家廠商代表，以及來自臺大、交大、成大、中央、中正等全台各地的聯盟教師與學生，足以見得產學交流的趨勢已刻不容緩，也是大家所樂見其成。活動安排 4 場專題演講，發表產學研界最新車用安全電子研究技術與成果，在各場中保留三次共一個多小時的海報展示時間和與會來賓交流。

專題演講

前瞻車用電子概述—
華創車電 陳正夫資深經理



本次專題演講由華創車電技術中心資深經理陳正夫以「前瞻車用電子概論」為題揭開序幕。自 19 世紀起，汽車開始逐漸成為人類的代步工具。隨著時代的演進，對於汽車安全的要求以及汽車人工智慧的需求日益增加，使得現行汽車市場的發展在車用電子產品上的生產成本就佔了 40%，可見車用電子的發展性以及前瞻性。然而，陳經理提到，安全用途的車用電子產品在量

產前必須經過繁複與嚴謹的安全規格檢測，其間所投入的人力與資金十分龐大，造成許多廠商對於車用安全電子的開發較為駐足不前。不過，近年來由於產學合作的催化下，已陸續有多項車用安全電子產品發表。

如前所述，目前車用電子產品的開發主要著重於汽車安全以及汽車人工智慧。在汽車安全的一部分，目前開發的重點在於車身周圍偵測雷達：短、中、長距離偵測雷達，以及最終的雷達影像辨識，讓使用者在能見度低的環境下也可以安全無虞地駕駛。至於汽車人工智慧，也就是智慧型汽車的部分，有了前述的短、中、長距偵測雷達之後，下一步就是往「車間網路系統」去整合開發。藉由現有的硬體資源，根據應用需求開發相關軟體程式，如此軟硬體相輔相成，提高車用電子產品的功能性。最後再整合雲端的技術，將某區域的汽車連線成為汽車網絡，讓車用安全推廣至即時與更遠的距離。智慧型汽車發展的最終目標就是無人駕駛，但是這個部分又會帶出許多安全性的問題，因此行車安全仍然會是未來車用電子產品發展最重要的方向。

前方防撞偵測與停車系統技術開發介紹— 車輛研究與測試中心 陳俊雄博士



第二場演講者為車輛研究測試中心的陳俊雄博士，以前方防撞偵測與停車系統技術開發介紹為題，介紹汽車安全暨防撞感測系統之發展。他提出車用前方防撞偵測系統包含車道偏移警示系統(LDW)及前方安全警示系統(FCW)等。LDW是利用安裝在前擋風玻璃上之攝影機，測量車輛前方的道路標線，並即時計算車輛與車道線的相對距離、道路斜率與曲率等參數，當駕駛者不經意偏離車道時，適時給予警訊，讓駕駛者即時修正車輛行駛方向，大幅降低車禍發生的機率。FCW則是擷取車輛前方的道路環境影像，並即時偵測道路的車道線與攝影機傾斜角度，再透過攝影機進行車輛辨識與前車距離估算，當駕駛者不經意偏離車道或前車距離過近時，系統會適時警示，讓駕駛者即時修正車輛狀態，降低車禍發生的機率。

接著陳博士介紹了包含整合式車輛創新技術、前方安全整合系統、駕駛狀態偵測系統、影像式障礙物偵測系統以及智慧停車系統，其中也有不少技術獲得國內外大獎，其中影像式適路性頭燈系統(IAFS)，利用車輛前方影像與智慧型控制系統，在夜間行駛時近燈會隨車速、方向盤轉角調整照明距離與角度，此系統獲得2009年德國紐倫堡國際發明展金牌、2009年臺北國際發明暨技術交易展銀牌；另外，車輛翻覆警示系統(VRWS)則利用車輛前方影像，偵測前方道路曲率半徑，進行車輛過彎之臨界車速估算，可於兩秒前發出車輛翻覆警示訊號，降低過彎造成車輛翻覆的發生，此項技術也獲得2011年瑞士日內瓦國際發明展金牌。最後陳博士介紹駕駛狀態監控系統(Driver Status Monitoring System, DSM)，這是以影像處理技術偵測駕駛者頭部偏擺與眼睛開闔狀態，以判斷是否有不專心駕駛與疲勞駕駛情形發生。其系統可結合以車身訊號為基礎之監

控技術，達到更周全之駕駛狀態判別。而自動停車系統結合超音波與影像之智慧感測技術，可導引駕駛者尋找停車空間、偵測鄰近的障礙物，並進行多轉向路徑規劃與電動輔助轉向控制，停車模式支援平行停車、倒車入庫與斜角停車，可有效縮短所需之停車空間長度，並幫助駕駛者更安全、有效率地完成停車動作。

防撞雷達系統設計考量— 中科院 楊培基博士



近年來由於車輛安全逐漸被重視，已有多種不同防撞感測器，各項市場需求調查中以微波式防撞雷達的需求最大。一般微波式防撞雷達又可依應用區分為短距、中距及長距三種，雖然核心技術雷同，但因長距離防撞雷達所需靈敏度高，加上量產成本及縮裝考量，技術門檻較高，資源需求較龐大。此演講以楊培基博士在雷達系統研發領域多年經驗，廣泛統整目前文獻、市場範例資料，提出在設計防撞雷達架構時各項重要考量，如頻段選擇、雷達相互干擾、信號處理、車道辨識等。

楊博士介紹現今市面上之長距離防撞雷達成品，如 TRW、DENSO、Bosch、Delphi、

Mitsubishi Electric 等廠商，並講解雷達系統設計考量之重點，包含產品開發評估過程、基本設計準則、相互干擾、Loss Budget、FMCW 雷達靈敏度測試、車道辨識需求、數位訊號處理等，以 Bosch LRR3、DelphiACC3 ESR、SmartMicro UMRR 三家廠商雷達成品為例，解釋以上之設計考量。雷達系統的測試與調校需求可分為四個階段：實驗室組裝測試、實驗室性能驗證、道路測試性能驗證、防撞雷達校正測試。即在實驗室內完成系統整合、收發特性驗證以及靜態規格驗證，接著在實際道路上驗證動態操作性能，最後進行雷達安裝角度 / 距離等 Bias 調校。

演講結論為由於長距雷達靈敏度需求高，加上量產成本及縮裝考量，技術門檻高，且因牽涉專業廣且深，產品開發所需投入資源（包括人才、技術及資金）較多，宜整合國內產學研資源以降低風險，爭取市場商機。此外，防撞雷達產品開發期長達 4~6 年，在投入產品實體研發之初，宜有審慎之整體研發策略評估及完整之系統架構設計擇優，以提高未來市場切入之利基。

77 GHz 汽車防撞警式雷達之開發— 台灣大學 林坤佑教授



最後上場的是台大林坤佑教授，主講題目為 77 GHz 車用防撞警示雷達的發展，首先說明車用防撞雷達可偵測視覺死角及增加駕駛人反應時間，減少交通事故的發生。比較現今發展各種雷達的優缺點，發現毫米波雷達不論遠距偵測能力、目標辨別能力、判斷錯誤率等都比其他種雷達來的好，也驗證毫米波雷達的發展正崛起。

再來介紹由交通大學所研發的 77 GHz 防撞雷達系統，利用砷化鎵 (GaAs) 製程使得電路縮小化更易於整合，並搭配 FMCW 演算法來解析速度與距離。雷達偵測距離範圍從 2 到 100 公尺，距離解析度小於 2 公尺，而可偵測角度範圍為 ± 10 度，角度解析度小於 4 度。硬體架構由 RF 電路 (如振盪器、倍頻器、放大器、功率分配器、低雜訊放大器、混波器等) 及被動電路 (如天線) 所組成，所收到訊號經由 DSP 來處理分析。在天線系統方面，其增益可達到 28 dBi，半功率波束寬度小於 4.5 度，旁波瓣小於 -20 dBc，共有三個波束，角度分別為 -7、0、7 度。實車測試結果，發現實際距離與利用演算法所分析之距離，其誤差小於 2 公尺，精準度非常高。

最後介紹台大在 E 頻段收發模組整合於機體電路中，使用的製程為標準 65nm CMOS 製程。在 RF 電路中的低雜訊放大器的增益可達到 17 dB，上/下變頻器的轉換損耗 (conversion loss) 為 5 dB，中等功率放大器有 6.7 dBm 的輸出功率，由此可驗證 65nm CMOS 製程技術在 E-band 電路設計上是可行的。

海報展示

主辦單位特別廣邀國內各校及廠商與研究單位於會場外展出相關研究海報，參展學校包含臺大、交大、中央、中正等，產業界則由啟碁科技

為代表，共計 13 組參加。值得一提的是車輛研究與測試中心 (ARTC) 有影音動態展示，在中場保留近一個小時的時間和與會來賓交流研究成果。

台灣大學學生沈澤昊利用低溫共燒陶瓷 (LTCC) 的多層特性，改進傳統環形耦合器，大幅縮減電路面積，此外，亦提出各種不同的 180 度耦合器的架構，使其具有多種功能以適用於種不同的應用。同樣來自台灣大學的學生黃定彝博士，同樣使用 LTCC 的系統構裝技術，將元件整合於同一塊基板中，包含了 X 頻段 FMCW 感測器之前端模組；以及 V 頻段相位陣列前端模組。除了利用 LTCC 製程對傳統電路加以改進與整合之外，台灣大學的陳錡楓博士，則是使用步階阻抗微帶線共振器及其變形，實現各種不同類形的平面微波電路，以適用於同時具有多功能之無線通訊系統。

中央大學學生林紀賢發展使用於 24 GHz 頻段的汽車測速測距雷達上的晶片，其電路為一個整合前端天線與收發電路的雷達電路系統。其中收發電路使用了單晶微波積體電路 (MMIC)，具有小面積、高重複性、高穩定性及在大量生產時的低價格等優點。中正大學則展示應用於二維無線室內定位之連續調頻雷達系統，運用 2.1 GHz~2.5 GHz 的 FMCW 收發機，獲期待測物體的距離資訊，並結合可切換波束式圓極化天線陣列，透過判斷不同波束間的能量差得知待測物體的角度資訊。此一設計僅需單一定位節點，即可達成定位效能的一維和二維無線室內定位功能。

交通大學鍾世忠教授實驗室，將 24 GHz 毫米波前端電路、天線、DSP 電路整合成一完整雷達系統，可偵測待測物體之相對距離、速度與角度。利用 DSP 控制壓空振盪器 (VCO) 得到連續調頻 (FMCW) 訊號，此訊號透過毫米波前端電

路做適當的升頻以及放大，送至天線發射，天線設計上須針對不同應用之雷達做適當設計。如：前視雷達利用透鏡天線原理得到高增益、高指向性，以便偵測前方遠距離車輛；側視雷達之天線需求必須要有較廣的偵測範圍，且安裝於視覺盲點區，以彌補駕駛者視覺上之漏洞。訊號經由處理過後，可得到距離、速度與角度之資訊，再根據不同應用做出最佳之判斷，最後由螢幕顯示提供給駕駛者最即時的行車資訊。

產業界由啟碁科技介紹其 24 GHz 雷達發展技術。採用 FMCW 的技術，發展應用在 BSD (Blind Spot Detection)、LCA (Lane Change Departure) 及 FCW (Forward Collision Warning) 之 24 GHz 雷達，利用新的 DSP 架構，搭配不同的天線設計，在不同的使用環境條件下，達到效能與價格最佳化。

此次還有財團法人車輛研究測試中心 (ARTC) 的動態展示，介紹全自動停車系統 (APS)，此系統結合超音波與影像之智慧感測技術，可導引駕駛者尋找停車空間、偵測鄰近障礙物，並進行多轉向路徑規劃與電動輔助轉向控制，自動地控制方向盤轉向、排檔、煞車，直到停妥目標停車空間。引起許多學生和業界人士熱烈討論。

共創產學雙贏美好願景

臺灣電磁產學聯盟第二次季報廣邀產學研三方重量級人物參與，透過演講、海報展及影音展示等多樣化形式達到促進三方交流之目的，吸引全臺各地廠商及師生共襄盛舉。希望藉由此次季報的舉辦能夠拋磚引玉，吸引業界願意投入資源到研究及學術界、增加更多的產學合作可能性，以利提升產學研三方技術發展。■





人物
專訪

專訪臺灣大學 王暉 教授

聯盟特約記者 / 尹智剛



王暉 教授

現職

國立臺灣大學電信所暨電機系教授

學歷

1980 國立臺灣大學電機工程學系學士
1984 美國密西根州立大學電機碩士
1987 美國密西根州立大學電機博士

經歷

1998- 國立臺灣大學電信工程學研究所教授
1998- 國立臺灣大學電機工程學系教授
2004- 中央研究院天文及天文物理所籌備處研究員
2006-2009 國立臺灣大學電信工程學研究所所長
2006-2009 國立臺灣大學電信研究中心主任
2006-2009 中國電機工程學刊總編輯
1999-2006 中國電機工程學刊編輯
1987-1998 美國 TRW 公司工程師、資深經理

專長

微波積體電路

榮譽

2010 第 14 屆教育部國家講座主持人
2009-2011 國科會傑出學者研究計畫
2008 領導台大電信所電波組之教師團隊獲選為『科學 50- 國科會 50 科學成就』團隊
2008 潘文淵文教基金會研究傑出獎
2007 教育部第 51 屆學術獎
2007-2009 IEEE 傑出微波講座 (Distinguished Microwave Lecturer, 2007-2009)
2006 IEEE Fellow
2005-2007 國立臺灣大學洪敏弘學術講座
2003-2005 國科會傑出研究獎

「臺灣在 IC 設計領域的環境不比國外差，但在系統應用上的研究仍有進步的空間。以 MMIC（單晶體微波毫米波積體電路）來說，系統方面的整合經驗還略嫌不足。」臺灣大學電機工程學系和電信工程學研究所的王暉教授認為，臺灣電磁學界針對微波系統的課程較少，是目前還需要再加強的地方。

王教授在 1987 年獲得美國密西根州立大學 (Michigan State University, MSU) 電機博士後，擔任美國 TRW 公司的研發工程師，參與負責砷化鎵 (GaAs)、磷化銦 (InP) 毫米波積體電路的研發，完成並發表許多領先全球的研究成果，並升任為毫米波設計團隊的資深經理。1998 年應邀回國，獲聘為臺大電機系及電信所教授，2004 年起也開始兼任中央研究院天文及天文物理所研究員，2006 年 8 月至 2009 年 7 月擔任臺大電信所所長。

在 MMIC 設計領域鑽研 20 餘年，王教授擁有多項傑出研究成果，因此在 2006 年榮膺國際電機電子工程師學會會士 (IEEE Fellow) 之後，隨即在 2007 年獲選為 IEEE 任期三年的「傑出微波講座」(Distinguished Microwave Lecturer)，乃全球獲得此一殊榮的首位華人。除此之外，王教授在 2003 年和 2009 年也分別獲得國科會傑出研究獎和傑出學者研究計畫，2007 年獲頒教育部第五十一屆學術獎的工程及應用科學類獎項，並於 2010 年獲選為教育部國家講座教授。

期許能改善電磁學教學方式

在教學方面，王教授談到常有學生對電磁學課程感到棘手，這也許是由於電磁學以馬克斯威爾的四大方程式 (Maxwell's Equations) 為基礎，而這些方程式都是偏微分方程式，解題必須



要熟悉工程數學，數學基礎如果不夠，就會覺得吃力。但他認為臺大電機系多數學生的數學程度都還算不錯，反而是電磁學的教學方式可以稍做變化，「例如可以用動畫方式來呈現電磁場在空間中隨時間的變化，讓學生容易理解，不會覺得枯燥難懂。」

提及電磁學該如何與電子學、電路學等其他科目連結，王教授表示，微波積體電路本來就需要以電路學及電子學為基礎，在低頻時電路分析只需用到集總元件（lumped element）的觀念，而在高頻時就需加入分佈元件（distributed element），以及元件之間的耦合效應等屬於電磁學的觀念，「所以 MMIC 正好是把電子學、電路學、電磁學這些電機系的基本科目結合在一起的科目。」

可加強系統研發的課程

「會做系統才可能有自創品牌的能力，臺灣目前這方面還比較弱。」王教授點出國內電磁領域的課程唯獨在系統方面比較缺乏，有些老師即使在課堂上提到微波系統，也僅點到為止。晶片製造廠商所生產的系統晶片（System-on-Chip）無法讓消費者直接使用，最多只能算是次系統而已。唯有系統製造業者（如 NOKIA、蘋果電腦、宏達電等）才能主導與設定系統的標準，「因此臺灣要提昇競爭力，可以由主導系統的能力上著手。」

令人欣慰的是，臺灣在某些部分已不讓國外專美於前。王教授表示，國內的三五族及矽基半導體製造業者目前多已是全世界知名的大廠，加上國家晶片系統設計中心（CIC）可對學生提供許

多挹注，因此在 MMIC 設計領域方面，臺灣的學生不僅身處在相當優良的環境中，也有許多可運用的資源。

MMIC 新技術的開創者

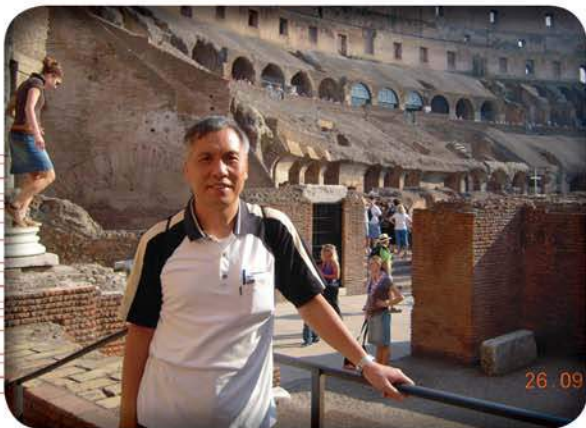
王教授率領的研究團隊在 2004 年以矽為材料，成功研發出以「互補式金氧半導體製程」（CMOS）設計的毫米波晶片，讓 MMIC 的技術向前邁進一大步，可望大幅降低毫米波電路的成本。王教授指出，毫米波電路最早都是利用價格較昂貴的砷化鎵（GaAs）、磷化銦（InP）等三五族半導體來製作，改採 CMOS 來製作可以降低成本，使車用雷達、通訊等一般有廣大市場的產品受益，並帶來龐大的商機。王教授進一步表示，60 GHz 的毫米波傳輸距離有限，但傳輸速率可達每秒數個 Gigabits，因此目前大多應用在室內的高速無線通訊，未來高畫質電視可以不用接上纜線，下載一部影片也僅需短短數秒。而 77 GHz 主要應用在汽車雷達，深具發展潛力。

毫米波晶片的跨領域合作

除了民生用途，毫米波也可應用在天文領域。在 TRW 任職時期，王教授曾和 NASA 的「噴氣推進實驗室」（Jet Propulsion Laboratory, JPL）、美國國家天文台（National Radio Astronomy Observatory, NRAO）合作，是以返台後也受邀與中研院天文所合作。目前在夏威夷毛納洛峰山上設置的「電波天文望遠鏡陣列」（Array of Microwave Background Anisotropy, AMiBA），其中就有王教授團隊設計的毫米波積體電路。「這是第一次由國內研發大型

天文望遠鏡中有自行設計的毫米波元件，」王教授指出，AMiBA 由 19 個接收器排列而成，過去國內的天文望遠鏡系統都是向國外採買元件再組裝，自 AMiBA 計畫以後，希望基礎的元件能在國內自行開發生產，加上為了持續因應不同的望遠鏡計畫所提出的各種需求，「到現在和天文所仍然繼續合作。」

除了天文領域，王教授目前也和臺大昆蟲學系合作。王教授表示，由於前幾年蜜蜂曾經出現大量消失的情況，可能使作物無法授粉，進而引發糧食短缺的危機。2008 年在李嗣涇校長的指示下，王教授的研究團隊開始研發蜜蜂追蹤裝置（微波傳感器，Transponder）及雷達，用以協助昆蟲系老師研究蜜蜂的行蹤。王教授表示，目前已經完成地面雷達和傳感器的設計與製作，室內的追蹤距離可達 20 公尺，「最近就會到野外進行測試，目標是希望追蹤蜜蜂的距離可達數百公尺。」



產、學研究經驗豐富

王教授的父母都是任教於中學的國文老師，一直相當重視孩子的學業，卻不鼓勵補習。由於王教授高中時對化學頗感興趣，大學填志願原本想要選擇化工，但因哥哥已就讀於臺大化工系，

父親也建議兄弟不要朝相同領域發展，於是別作選擇。「覺得自己沒天分去念物理系，選擇電機系比較自在一點。」於是王教授進入了臺大電機系。

當時臺大電機系約有 80% 的畢業生會選擇出國深造，王教授也是其中一員。在準備申請國外學校之時，有位在 MSU 深造的學長居中協助，使從事電磁波研究的陳坤木教授收王教授為指導學生，並提供獎學金。王教授最後就選擇了前往 MSU，投身電磁波研究的領域。

獲得博士學位之後，王教授在 TRW 服務超過 10 個年頭。王教授表示，有鑑於東方人在外國公司中的「玻璃天花板」(glass ceiling)，升遷機會有限，加上當時臺大電信所甫成立不久，受到陳俊雄教授的邀請，加上臺南一中及電機系學長的吳瑞北教授也不斷地強烈說服，「我也一直不排斥教書，」所以王教授便決定和太太動身回國，返回母校教授微波領域的相關課程。

先後在業界和學界都任職超過 10 個寒暑，王教授認為兩者的差別在於身處業界必須要先完成公司交付的任務或研究，而學校的自由度則相對較大，不管是教學或是研究，都可以自行選擇有興趣的主題。但王教授也指出，TRW 擁有良好的研究環境，加上當時所研發的是最前端的科技，公司也非常鼓勵發表研究論文，「還好當時有發表論文，現在才能回學校教書，不然就回不來了。」王教授笑道。

熱愛運動、感謝貴人提攜

研究室角落放置著兩、三支網球拍，明顯可看出網球是王教授閒暇時候的運動。一直很喜歡運動的王教授表示，他在大學時喜歡打籃球，甚



王暉教授於第 14 屆國家講座主持人頒獎典禮與馬英九總統合影

至還是田徑隊的長跑選手，但返國任教後找不到可以一起打籃球的老師，反而有一群老師會固定打網球，因此目前多以網球健身。「清晨會跟太太在校園騎腳踏車。」王教授補充，這也是忙碌生活中的休閒調劑。

提及進入電磁波研究領域以來所遇到的貴人，王教授認為指導教授陳坤木老師便是其中之一，迄今仍持續和陳教授保持聯繫，到美國的時候也會抽空探望。對於電波組的陳俊雄教授和吳瑞北教授，王教授也相當感謝。王教授指出，吳教授不僅是認識多年的高中和大學學長，「我回臺任教多由他說服。」而陳教授堪稱是電波組的大家長，不但經常一同申請許多大型計畫，也對王教授多所提攜，「我入選成為 IEEE Fellow 也是由陳教授所提名。」

期勉學生開闊眼界，學習正確的做事態度及方法

王教授平時即鼓勵學生必須要瞭解最新的研究或產業趨勢，在專精於本行之外，也要對其他方面多加涉獵，盡量接觸各種不同的領域，讓自己的眼界得以更高、更廣。除此之外，由於科技不斷地變化、創新，王教授認為每個人都應該要有自我調整的學習能力，在研究所習得的專業技術固然重要，但學習做事的方法和態度更加重要，「因為有正確的態度和工作方法，將一輩子受用。」



聯盟動態
報導

榮譽事蹟

榮譽事蹟

台灣科技大學馬自莊教授指導博士生吳政勳同學榮獲「2011 IEEE AP-S 會議 Student Paper Competition Honorable Mentions」，論文題目為，“Self-Oscillating Dual-Ring Active Integrated Antenna”，特此恭賀。

臺灣電磁產學聯盟官方網站正式上線

為了提供聯盟成員更完善快速的服務，聯盟官方網站於 100 年 6 月 7 日正式上線。其中包含聯盟成員介紹；各校實驗室簡介；最新消息；發佈近期聯盟活動的內容；聯盟成果；包含活動演講報導及提供聯盟季刊供下載；電磁知識家：分享電磁領域相關的最新知識等，網站內容豐富多元。此外本網站採取互動式介面，可直接線上報名聯盟活動。未來還將提供影音互動資源服務，讓使用者可以線上觀看聆聽演講。詳情請上 <http://temiac.ee.ntu.edu.tw/>



活動預告

臺灣電磁產學聯盟下一次季報，將移師於國立臺灣大學舉辦，主題為 60GH 無線通訊系統！聯盟也將舉辦多場業界參訪活動，分享產業界最新動態及趨勢！不僅如此，未來 8 月 22 日至 26 日將於交通大學舉辦電磁教育引領研討會，8 月 29、30 兩日於元智大學舉辦高增益天線設計、量測與應用研討會。另外聯盟成員台灣科技大學也將於 8 月 15 日舉辦先進無線網路與射頻前端技術國際研討會。千萬不能錯過下期精彩活動，敬請各位拭目以待！

敬請各位拭目以待！

International Workshop on Advanced Wireless Networking and RF Front-End Technologies

先進無線網路與射頻前端技術國際研討會

August 15, 2011 (Monday)

IB-201 Room, International Building, National Taiwan University of Science and Technology

8:30-8:50	Registration	
8:50-9:00	Opening Ceremony	
9:00-10:30	Prof. Robert Shou-Yen Li The Chinese University of Hong Kong <i>Linear network coding - with applications to wireless communications, network security, data storage, P2P content delivery, optical networks, ...</i>	
10:30-10:45	Break	
10:45-12:15	Prof. Zygmunt J. Haas Wireless Networks Lab, Cornell University <i>Information Assurance for Sensor Networks</i>	
12:15-14:00	Lunch	
14:00-15:30	Dr. Chi-Chih Chen ElectroScience Laboratory, Ohio State University <i>Ground Penetrating Radars</i>	
15:30-15:45	Break	
15:45-17:15	Prof. Yuanxun Ethan Wang University of California, Los Angeles <i>Antennas in MIMO Communications</i>	

在無線通訊與網路的發展中，網路編碼(network coding)與射頻前端技術(radio frequency front-end technology)研究對於無線通訊應用的實現具有關鍵的影響，在“先進無線網路與射頻前端技術國際研討會”中，共邀請四位國際知名學者發表相關的最新研究成果。

費用:免費(包含午餐、茶點) 報名方式:請於100/8/10(三)前以電子郵件或電話報名。

聯絡人:洪瑩慧 e-mail: yvettehung@mail.ntust.edu.tw 聯絡電話:02-27376404

交通方式:捷運公館站，公車可搭至公館或台科大站，開車請停基隆路上的臺灣大學停車場

2011 EM Education Initiative : Summer Program

2011夏季電磁教育引領研討會

日期：100年8月22日(一)~8月26日(五)

地點：國立交通大學電機學院國際會議廳(工程四館B1)

參加對象：全國大專院校電機工程領域大三、大四學生、碩一新生、碩二(以上)學生及
業界人士

名額限制：190人

日期	時間	活動/講題	講師
8/22 (一)	08:45~09:15	報到	參加學員
	09:15~09:30	開學典禮/主席、來賓致詞	蔡福讚 理事長 中華民國微波學會 彭松村 主任 元智大學通訊研究中心
	09:30~12:00	Keynote Speech - Development of Electromagnetic Science and Technologies: An Overview	吳瑞北 教授 台灣大學電機工程學系
	13:30~16:30	Retrospect of Smith Chart and Transmission-Line Theory	張志揚 教授 交通大學電機工程學系
8/23 (二)	09:00~12:00	Basic Microwave Measurement	邱煥凱 教授 中央大學電機工程學系
	13:30~16:30	Electromagnetic Simulation	周錫增 教授 元智大學通訊工程學系
8/24 (三)	09:00~12:00	Microwave Filters and Passive Circuits	湯敬文 教授 中正大學電機工程學系
	13:30~16:30	Introduction to Modern Antenna Designs - from Academic and Industrial Perspectives	馬自莊 教授 台灣科技大學電機工程學系
8/25 (四)	09:00~12:00	The Trend of Technology and Industry for Wireless Broadband	楊正任 教授 元智大學通訊工程學系
	13:30~16:30	Introduction to MMIC and Related Applications	黃天偉 教授 台灣大學電機工程學系
8/26 (五)	09:00~12:00	Fundamentals of EMC and Power Integrity Design for High-Speed Circuits	吳宗霖 教授 台灣大學電機工程學系
	13:30~15:30	EM Design Issues for RF System-in-Package	洪子聖 教授 中山大學電機工程學系
	15:30~16:00	結業典禮/代表領取結業證書	全體與會者

主辦單位：中華民國微波學會、國立交通大學電信工程研究所

協辦單位：IEEE MTT-S Taipei Chapter、IEEE AP-S Taipei Chapter、IEEE EMC Taipei Chapter、
台灣電磁產學聯盟、財團法人鼎勳電信發展文教基金會

詳細內容：請見活動網站：<http://cnc.cm.nctu.edu.tw> (主辦單位保留調整活動內容之權利)

報名方式：國立交通大學電信工程研究所

TEL: (03) 5131450 | FAX: (03) 5724956 | Email: nctucnc@gmail.com

2011

9.19(一)~9.20(二)

高增益天線設計、 量測與應用研討會

Design, Measurement and Applications of High-Directive Antennas

元智大學七館三樓會議廳 (桃園縣中壢市遠東路135號)

2011年9月19日(一)

時間	講題	主講人
08:40~09:00	報到 / 開幕式	
09:00~10:20	Current Development of High Directive Antennas and their Applications	周錫增 教授 元智大學通訊系
10:20~10:40	茶敘	
10:40~12:00	微波向量網路分析儀原理與其在微波元件特性暨天線場型量測之應用	章鴻仁 技術總監 Agilent 大中華區
12:00~13:30	午餐	
13:30~14:50	Numerical Techniques and their Applications in Treating Real Problems	魏培森 資深工程師 ANSYS TAIWAN
14:50~15:10	茶敘	
15:10~16:30	Anechoic Antenna Test Ranges Design 無反射天線測場設計	劉榮宗 總經理 安寶磁科技

2011年9月20日(二)

【微波天線量測理論暨實務應用研習會】

時間	講題	主講人
08:45~09:00	報到	
09:00~10:20	微波天線場型特性與近場、遠場量測概論	林健維 經理 WavePro
10:20~10:40	茶敘	
10:40~12:00	Advanced Measurement Technologies for MIMO Antennas	劉榮宗 總經理 安寶磁科技
12:00~13:30	午餐	
13:30~15:00	微波天線增益暨效率之量測方法與校正	林健維 經理 WavePro
15:00~15:20	茶敘	
15:20~17:00	NSI 天線量測系統架構介紹暨射頻量測系統解析； YZU 天線量測實驗室參訪:天線量測示範	林健維 經理 WavePro

- ❖ 參加對象：全國大專院校研究生、教師及業界人士
- ❖ 名額：180人，報名額滿為止。
- ❖ 費用：免費
- ❖ 聯絡人：(03) 4638800分機7002
元智大學電機通訊學院 黃小姐
- ❖ 活動網站：<http://www.en.yzu.edu.tw/Seminar20110829>
- ❖ 主辦單位：元智大學、IEEE Antennas and Propagation Society Taipei Chapter、台灣電磁產學聯盟
- ❖ 協辦單位：經濟部技術處學界科專專案辦公室
- ❖ 贊助單位：

