

# 臺灣電磁產學聯盟通訊



## 聯盟業界成員 一



























## Contents 目 錄

2	主編的話
	活動報導 一 傑出講座
3	異質陣列天線之整合與合成傳輸線應用
6	超穎物質於主動自振盪天線之設計與應用
	活動報導 一 研討會
8	2017年臺灣電磁產學聯盟研發半年報 台灣電磁創業研討會
	活動報導 一 成果報告
13	2017 夏季電磁能力認證測驗
	活動報導 — 國際研討會連線報導
16	2017 國際微波會議(2017 IMS)
20	2017 亞太電磁相容國際研討會(APEMC)
26	2017 國際天線與傳播暨微波科學學會研討會
	專題報導
30	Current Research and Development of Wireless Power Transfer via Radio Waves and the Application
	企業參訪
32	國家晶片系統設計中心參訪
	人物專訪
35	專訪林茂昌 讓新漢乘著物聯網起飛
	企業徵才
39	耀登集團
40	奇景光電
41	國家中山科學研究院 資訊通信研究所
42	聯發科技
43	華碩電腦
44	台揚科技
	動態報導
45	最新活動 & 消息
46	儀器設備及實驗室借用優惠方案、聯盟會員專區
47	2017 傑出講座
48	2018 冬季電磁能力認證測驗

# 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,並特推選中央大學邱煥凱教授、交通大學郭建男教授、台灣科技大學馬自莊教授等三位聯盟教授榮任 2017 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!

「2017年台灣電磁產學聯盟研發半年報:台灣電磁創業研討會」於6月22日在台灣大學博理館101演講廳舉行。基於馬克斯威爾方程式之電磁理論問世迄今已超過150年,然而電磁技術與應用發展卻是歷久而彌新,相關產品不斷推陳出新正加速拓展現代物聯網與生技醫療的科技版圖。本研討會特別邀請台灣創新創業中心首任執行長王南雷博士剖析台灣新創的現況與未來,以及多位國內電磁領域新創公司代表來分享他們的創業與產品研發過程,演講涵蓋物聯網、無線影音、生理雷達、癌細胞檢測等新創產品的開發。會後亦邀請講者與學者專家聯合座談與聽眾互動討論如何在國內扶植新創公司以帶動產業升級。

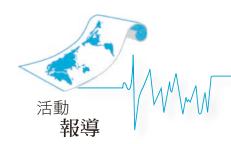
物聯網(IoT)一詞,無疑是近年產業大熱門,連一般民眾都可以琅琅上口,然而深究物聯網內涵卻並不簡單。物聯網並非仰賴單一產品,而是必須結合資通訊、機械、自動化等技術,讓各樣物品藉由安裝感測器、記錄訊息,並透過雲端彙整這些搜集而來的資訊,進一步透過大數據分析,提供消費者新型服務,考驗的正是跨界整合的能力。電磁聯盟有幸於今年(2017)採訪新漢董事長林茂昌,林董事長藉由本次專訪與電磁聯盟分享新漢如何從早期的圖形工作站、工業電腦起家,到如今公司邁入第二十五年,跨足工業 4.0 解決方案、智慧機器人、車聯網等領域之創業歷程。

聯盟季刊之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説明會,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 —



## - 傑出講座 ∭

#### 異質陣列天線之整合與合成傳輸線應用 馬自莊教授

聯盟特約記者/陳彦吟

近年來,行動通訊與智慧型裝置有顯著的 發展,可攜式無線通訊裝置的尺寸也日益輕薄短 小,且高傳輸資料量之需求也與日俱增,在有限 的空間下,如何實現高效能之多傳輸系統,已是 一個重要課題。若能將兩種以上不同形態之相位 陣列天線(phased array antenna)系統,如波 束掃瞄、信號回溯等,透過電路端之整合,使其 成為一多模態天線陣列系統,則可憑藉其系統操 作及應用層面之靈活多元化優點,達到提升通訊 品質與傳輸容量之目的。電磁聯盟旨在促進學界 理論與業界產品技術之結合與發展,特於6月30 日邀請到台灣科技大學馬自莊教授至耀登科技股 份有限公司演講,與業界優秀工程師們分享微小 化合成傳輸線之應用設計,藉此讓學界與業界激 盪出不同創意之設計。

演講一開始,馬教授首先介紹自己擅長的 領域,遊走在天線及電路領域,馬教授將自己定 位在將此兩個研究領域進行系統性的整合,將天 線前端的電路進行創意變化設計,可讓天線陣列 有不一樣的表現形態,不只可以更貼近產業的需 求,亦可在微波領域發展出更多的可能創意性。 本演講共分為三個重點,馬教授深入淺出地描述 了合成傳輸線的變化運用。

由於現今 3C 產品越做越小,但傳輸線在固 定的頻率必須有一定的長度,馬教授在思考如何 突破困境的過程中,進而演變出如今所擅長的合 成傳輸線(synthesized transmission line, STL) 領域。同時增加傳輸線之單位長度電感電容值, 可維持傳輸線之阻抗值,進而適當縮小傳輸線的 長度。為了讓合成微小化傳輸線應用有更多的附



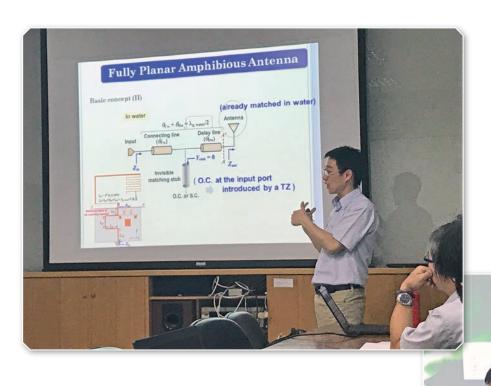
加價值,馬教授將多模態特性融入研究主題中, 在某些頻帶時,傳輸線可讓訊號完全通過,又控 制另一頻帶可讓訊號完全開路,類似濾波器的響 應,在子帶內有傳輸零點,又可控制訊號之相 位,結合天線的應用可切換其陣列天線輻射模 態。首先在某頻率可看到開路響應,在另一頻帶 可控制其特殊阻抗與相位,以及為左右手傳輸線 響應,其不同頻帶都可控制其傳輸線的阻抗及相 角,建立在公式理論上,並將此概念建立在等效 模型上,使設計更加嚴謹並具有説服力及可靠 性,利用數學軟體的輔助,計算出其合成傳輸線 之電感電容值,再利用全波合成軟體做模擬,尺 寸方面可利用 IPD 晶片製成實現。此合成傳輸線 之設計可用於切換天線陣列整合或是雙棲天線之 設計,亦可用於開關的切換。

第一個應用主題為天線陣列整合,波束切 換陣列具有切換主波束位置之能力,其主波束位 置具有固定的角度切換,可藉由改變天線前端的 饋入網路來實現,在訊號傳到不同的輸出埠時, 會有不同的阻抗和相角,藉此來切換模態。以此 合成傳輸線技術為基礎,開發創新「具迥異三模 態」之合成傳輸線,具以實現出一款三模態操作 之相位陣列天線系統,此三模態相位陣列將波束 切換陣列(巴特勒矩陣)及信號回溯陣列(范艾 達陣列、相位共軛陣列)整合為一的創新系統, 接下來的研究為將大電路晶片化,使用兩天線 陣列,並搭配使用一90度分合波器,如枝幹耦 合器所實現。該兩天線所接收之信號,透過枝 幹耦合器另一側反射式負載,產生相位差反轉 (phase difference reversal)效果,以自我驅動 (self-steering)波束,使重發射信號依循入射方 向回傳。其應用更加多元,可結合無人機將電路 載到空中做測試其量測訊號回溯之準確性。此構 想可用於 RDA(Retrodirective Array) 若結合調 變技術其運用將更加多元,若結合 RFID 之技術 運用於互聯網的系統中, 抑或結合衛星天線使回 傳訊號上更加多選擇。相關運用技術及設計方法



皆記載於馬教授去年出版的著作之中。

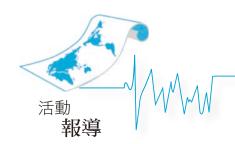
第二個應用主題為雙棲天線,隨著水面休 閒活動日益平民化,相關產業也隨之蓬勃發展, 近來不少研究致力於發展兼具水陸雙模態操作特 性之天線,以供水面通訊之用,進而演發展出水 陸兩用天線,天線設計可同時於空氣及水表層產 生有效率輻射,實際應用範圍相當廣泛,舉例而 言,如近岸娛樂設施之無線監控,可將水陸兩用 天線安裝於衝浪板、拖曳傘等裝置,作為遊客盡 興嬉戲時之安全保障;亦可用於生態研究,針對 兩棲類或爬蟲類生物安裝以無線感測裝置,搭配 水陸兩用天線進行信號收發,使生物活動及生命 跡象之偵測傳輸,不因生物進入淺水區活動而無 法持續。此設計目標為 433MHz, 為最主要水面 通訊之頻率,一般天線若進入水中,由於水之介 電係數為空氣介電系數的81倍,故匹配網路將 受到影響,進而使天線無法在水中使用先前所提 出之合成傳輸線技術為基礎,搭配創新的電路設



計方式,使該合成傳輸線之輸入阻抗可隨環境變 化而自動切換,利用此特殊之電氣特性,將得以 實現可自動切換之雙環境匹配電路,並可整合特 殊之天線架構完成全平面化水陸兩用天線設計。 總體而言,該類型合成傳輸線之特點,在於維持 原有的電路特性下,大幅降低電路所需之物理尺 寸;此外,經過特殊的設計後,可於合成傳輸 線引入完美開路響應,使之具備雙模態操作之能 力,並可進一步應用於雙頻帶回溯陣列天線和雙 頻帶解耦合密置陣列天線等「雙頻帶雙模態」應 用。通過這項概念,可利用合成傳輸線遇溶液之 開路短路特性,進而延伸出介電質量測電路的應 用,依照不明溶液之介電常數的不同而影響電容 之特性,故可量測出不明液體之介電常數。

第三個應用主題為在合成傳輸線加入主動元 件,加入可變電容(Varactor)之元件,利用不 同的偏壓做天線狀態的切換,目的是可以取代二 極體 (PIN Diode),此舉優點在於可變電容之直 流功耗比起二極體之直流功耗消耗較少,在於現 今作可調式天線陣列上之應用有相當大之優勢, 利用可變電容結合合成之傳輸線,可達成開關切 换陣列並控制其電路相位之功能,如此便可大大 節省產品生產之成本問題。應用在 4 × 4 之巴特 勒矩陣上,馬教授在巴特勒矩陣前面架入了 STL 之電路架構,達成可調相位之目的,因此設計可 切換 16 個 beam,當陣列波束切換之排列組合, 其應用就更加多元了。

最後,馬教授以過去之研究經驗做總結,將 合成傳輸線之理論和實際應用做完美結合,使天 線及電路有系統性的整合,而建立在理論公式推 導出的設計作品更加有其能力及強健性,考慮現 今科技產品之尺寸日益輕薄短小,如何在有限空 間下有最大之應用,馬教授將學界理論及業界實 務做融合,期待可以激盪出更多創意,使科技發 展更加往前邁進。■



## - 傑出講座 Ⅲ

## 超穎物質於主動自振盪天線之設計與應用 馬自莊教授

聯盟特約記者/陳彥吟

近年來,由於雲端科技興起,配合射頻辨 識與感測網路的技術也趨於成熟,因此物聯網 (Internet of Things, IoT)遂一躍而為次世代資 訊科技革命的主角,所引爆之龐大市場商機,讓 各國大型企業競相投入這股浪潮之中。此波革命 展現出無線通訊世界中,資訊的分享不再侷限於 人與人之間的溝通,而是涵蓋了「人與人」、「物 件與物件」及「人與物件」三大範疇。由電磁產 學盟主辦之傑出講座活動,特邀台灣科技大學馬 自莊教授至耀登科技股份有限公司演講,與業界 優秀工程師們分享超穎物質於主動自振盪天線之 設計運用,藉此提供學界及業界有更多連結與交 流的機會。

物聯網感知層之核心技術,以射頻辨識技術(radio frequency identification, RFID)與無線感測網路(wireless sensor network, WSN)為主體,射頻辨識系統近年來亦廣泛應用於倉儲管理。其工作原理係由讀取機(reader)與射頻標籤(tag)組成,當標籤受讀取機所發送之詢問訊號驅動,可將內儲訊息進行簡單調變,並以背向散射(backscattering)形式回傳至讀取機端,以快速辨識該物品資訊,並做為貨品盤點、出貨、進貨之運用。但被動式標籤(passive tag)內部不具備供電電源,所以常因電磁波之物理屏蔽等現象,造成讀取辨識率(successful read rate)之瓶頸,也成為射頻辨識技術之極大瓶頸。

而於物聯網環境之終端應用情境如:智慧型賣場或倉儲環境內,因貨架上之貨物堆疊非可預期,常造成相當複雜之電波傳播環境,依靠單一讀取機往往不能達成100%詢答辨識率;佈建更多的讀取機以強化讀取涵蓋範圍固然為解

決方案,但亦意味系統成本之提高。為克服此一困難,有研究學者提出多載波射頻辨識系統(multicarrier RFID system)之構想。該架構乃於環境中加入一個或一個以上之輔助連續波輻射源(auxiliary CW source),提供能量給較外圍的被動射頻標籤,增加標籤晶片所能擷取之射頻功率,以輔助晶片內部之電荷幫浦(charge pump)輸出電壓不墜,維持其喚醒工作狀態,使所有標籤皆具有足夠能量以回覆由讀取機所發送的詢問訊號。此外,該輔助連續波源可保持被動標籤之喚醒狀態,故若適當設計晶片通訊協定,將可不透過讀取機之介入,直接以連續波能量驅動晶片,進行被動標籤間之直接資訊交換(tag-to-tag communication)。

在所有輔助連續波輻射源之實際實現方案中,馬教授認為自振式主動集成天線(selfoscillating active integrated antenna)具有高效能、低成本之特性,若加以適當設計,應可作為標籤群附近之輔助連續波發射源,延伸讀取機之讀取範圍並降低讀取機之佈建密度。

藉由閱讀大量的文獻資料,了解傳統之自振式主動天線,由於天線要求之低品質因子及振盪



器的高品質因子要求,需在此兩個矛盾間找到平 衡及取捨,導致傳統之主動天線輻射效過低的問 題,主動集成天線之研究可追溯至 1960 年代, 依嵌入電晶體元件之功能,可分成四大族群:低 雜訊主動天線(low-noise active antennas)、 功率放大主動天線 (power amplifying active antenna)、自混波主動天線(self-mixing active antenna)及自振式主動天線。環形天線輻射體與 不穩定電晶體乃採取直接嵌入式整合,其天線尺 寸恰可環繞於電晶體,故受限於物理尺寸與其相 對應之電氣長度,前述設計之天線振盪頻率始終 難以降低至商業系統使用頻段;以及多數主動天 線之直流-射頻轉換效率並不高,綜觀文獻紀載約 莫為 9.8% 到 24.6% 之間,尚有改進的空間。

首先,馬教授將電晶體嵌入於輻射體內, 此設計將天線與電晶體視為一體,故可免除匹配 網路所需佔用之面積及其非理想的雜散響應。然 而,一體化之主動天線亦有缺點,於主動天線整 合過程中,需針對天線輻射體,即頻率選擇共振 器之品質因子作為折衷取捨。接著,馬教授將超 穎物質特性引用進自振式主動集成天線中,由於 超穎物質具有獨特之左、右手模態,成功縮小天 線之尺寸,並且維持良好的輻射效率及低損耗、 高品質因子等特性。解決先前文獻所提出的主動 天線之輻射效率過低及 DC-to-RF 轉換效率太低的 問題並成功設計出可應用於 UHF 商用頻段之新型 自振式主動天線設計,馬教授提出多款主動天線 設計與耀登科技同仁分享。

第一款設計乃以環形天線架構與電晶體結合。 該環形共振器具有極自然之迴授路徑,可於閘、汲 極間形成雙埠網路。且輻射體皆採用環型共振器, 該設計之特點乃將迴授路徑與環型共振器融為一 體,免去迴授路徑所佔用之面積,使該環型共振器 不僅為輻射體亦為振盪器之頻率選擇元件,並可同 時改善相位雜訊。將環型輻射體置於一截斷接地 面,並與電晶體直接整合,使其輻射場型具準等向 性輻射(quasi-isotropic)之特性。

第二款設計 則是考量實際佈 建環境多有特殊 需求,諸如空間 佈建之頻率限 制、環境擺設要 求等,將開關二 極體及變容器設 置於環形天線輻 射體之滴當位

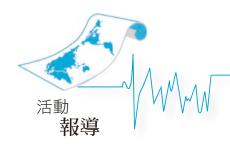


置,加以巧思提出可重置化及壓控化之設計,於 半環形天線結構中引入開關二極體及變容器,實 現具頻率捷變特性之主動天線,透過切換開關二 極體控制天線之布局,可使主動天線具備兩個操 作模態,其中任一模態皆可透過變容器於一定頻 

第三款設計則進一步引入場型可重置特性, 將一對正交單極化天線納入半環型共振器之兩 端,並藉由一對開關二極體切換該單極天線之負 載形態,實現場型分集之特色,根據開關二極體 切換組合可形成四種不同模態之輻射場型,以應 對各種客製化需求。

第四款設計為可使天線尺寸與頻率脱鉤,並 使表面電流均匀分布的複合式左右手傳輸線之零 階模態從未被應用,其原因為受限於電晶體放大 特性限制,單一電晶體之雙埠無法同時輸出等相 位,故無法滿足零階共振器兩端埠所需滿足之零 相位條件。為克服此困難,嘗試以具有兩顆電晶 體之交叉耦合對(cross-coupled pair)位基礎, 搭配零階共振器,實現一款自振式主動天線。

馬教授所提出之多款應用於 UHF 商用頻段之 新型自振式主動天線設計,利用實驗驗證其實踐 性,卻使可使標籤讀取率提高並提高其標籤讀取範 圍,可成功取代價格昂貴之輔助連續波輻射源,其 商業運用價值高,並具有低成本之特性。馬教授將 學界理論及業界實務做結合,期待可以激盪出更多 創意,使科技發展往前邁進一大步。■



## 

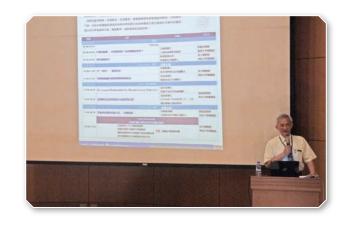
# 2017 年臺灣電磁產學聯盟研發半年報 台灣電磁創業研討會

聯盟特約記者/謝秉昂

「2017年臺灣電磁產學聯盟研發半年報:台灣電磁創業研討會」於6月22日在台灣大學博理館101演講廳舉行。由台灣電磁產學聯盟以及台大高速射頻及毫米波技術中心主辦,協辦單位有台大電機系、電信所、電信中心、資策會智通所、工研院資通所與中山大學電信研究發展中心,研討會議程則由中山大學洪子聖教授所規劃。

本次研討會議程主要分成七個專題演講和一個 論壇,由聯盟召集人吳瑞北教授開幕致詞並與洪子 聖教授共同主持上午的演講場次。首先由台灣創新 創業中心首任執行長王南雷博士分享扶植新創公司 和鏈結矽谷的相關經驗;其次是快樂島公司創辦人 黃俊穎執行長分享其基於骨傳導技術之游泳用音樂 播放器產品的開發過程,以及創業開拓市場的心路 歷程;再來是愛文西門科技創辦人李健榮博士,分 享其先前在學術界射頻領域的研究成果與創業後發 展物聯網全端開發解決方案的經驗;接著由帆船科 技創辦人金廷嶽博士分享其利用博士班所學的突破 式相位陣列技術為基礎,進而創新為室內定位技術 及智慧門禁卡等產品的開發。

下午的演講場次由中正大學張盛富教授主持,第一場演講由熱影生技公司技術副總薛文崇博士揭開序幕,分享其公司將微波量測技術應用於婦女乳癌細胞的居家檢測設備上;其次是 Techtron Technology 聯合創辦人及國家新創獎得獎人吳宏偉博士分享其整合跨光學、微波、生醫等領域技術,開發出早期癌症細胞篩檢與辨識之低成本醫療儀器;接下來為昇雷科技聯合創辦人田勝侑律師分享應用於生醫與無人交通載具先進雷達產品的開發前景與其在學術和產業界扮演技轉與產學合作橋樑中所遇到的點點滴滴以供在場的教授及業界先進做為參考。



最後,所有講者與吳瑞北教授、亞迪電子周育良董事長、佐臻公司梁文隆董事長一同座談, 並由洪子聖教授主持來引導發言,論壇開放給台下 聽眾作相互的交流,由於提問踴躍、討論相當地熱 烈,活動時間延長至六點半才閉幕,讓聽眾滿載而 歸。

#### 【Keynote Speech】台灣的新創一 為何要新創?為何要鏈結世界?

#### 工研院資通所技術長王南雷博士

王南雷博士從 2015 年被禮聘為台灣創新創業中心首任執行長,演講一開始,王博士以近年來全球新創趨勢作為起頭,先梳理竹科過去的新創繁榮時期,從而導出目前社會大眾心中的疑問:為何台



灣無法再延續當年的新創榮景?王博士歸結出初 步結論—台灣沒有與主流市場做連結。接下來,王 博士試著為這個問題找出一些解決之道,並引述了 張忠謀的話:「產業轉型升級是透過產生新的小公 司」,提出創業是創造就業機會之火車頭概念。綜 合以上所言,為了與主流市場做連結並且增加新創 公司數目,王博士提出實際的解決辦法一赴矽谷灣 區創業。

王博士逐層分析矽谷種種特殊的因素,更進 一步以自身的經歷和見解提出具體作法,技術層面 需加入當地的創業加速器,集資方面則有待媒合當 地的風險投資家,並且舉了西班牙新創 Inbenta、 台灣新創 MoBagel 及以色列 UpWest Labs 等國際 公司赴矽谷灣區成功的例子為佐證,強調此類經 營模式將帶來雙贏成果,即是所謂的:「拿美國投 資,養台灣團隊,賺美國市場」。

王博士進一步介紹他主持的小蘋果園計畫, 這個計畫主要的概念是培養和媒合台灣有潛力的新 創團隊,累積一定的基礎之後,再將其送往矽谷。 王博士簡述此計畫內容是實務取向,例如針對團 隊做募資練習、應用研發必須從一開始就與市場 鏈結等,且進一步分析參與計畫團隊所具有的台灣 新創特色,如牛醫、牛技方面的新創比例較高, 以及硬體相關的創業計畫相對較多,這些都是扎 根台灣多年來所發展的產業環境。王博士接著提 到 IndieBio (全球最大的生醫 / 生技加速器)表態 希望能吸收更多的台灣創業團隊,以及 Plug and Plav (PnP) 首席投資人和兩位灣區主流投資人安 排來台訪問,這兩個例子能突顯出台灣在全球創業 的競爭中仍具吸引力。

最後,王博士勉勵台灣的新興創業團隊,與 其等待政府挹注資源,不如自己先採取顛覆式的努 力措施。

#### 【專題演講】我的創業時代

#### 快樂島公司創辦人黃俊穎執行長

快樂島公司創辦人黃俊穎執行長向聽眾分享 其創業歷程,黃執行長開宗明義便指出他創業的目 的就是想要改變世界,而他的創業主題更切合自己



的興趣。黃執行長本身是各項運動的愛好者,尤其 喜歡在運動時聽音樂;但是,在游泳的時候聽音樂 卻不是一件簡單的事情,市面上的防水耳機種類雖 多,但卻礙於使用環境的限制,而有諸多缺點,例 如耳機容易脱落進水、配戴的異物感、操作複雜、 容易故障等。因此他提出了一個嶄新的商品設計概 念,一改使用者對於耳機的想像,改在後腦勺區域 設置音樂播放器,以「骨傳導」為主軸的技術來傳 搋音樂。

產品介紹完畢之後,黃執行長便從專利佈 局、產品定位、銷售通路等創業歷程向聽眾們分享 自身經驗。他也提到在創業路程中一些里程碑式的 進展,如在眾籌網站 INDIEGOGO 募到 7.6 萬美 金,以及在2016年中國黑馬創業大賽獲得台灣區 冠軍等事蹟。

演講的最後,黃執行長分享了自己認為創業前 三年最重要的事,分別是「專注」和「活下去」。

#### 【 專題演講 】RF 下西洋 — 創業拓荒

#### 愛文西門科技公司創辦人李健榮博士

李博士的創業經歷較為不同,他在中山大學 電機系念完博士班之後,曾在業界短暫服務一段 時間,之後轉戰學界,在北科大電子系擔任助理教 授,接著才展開創業生活。他對於自己這樣的跨界 經歷下一個完美的註腳一「生命是連續的」。

李博士所創立的是一家軟硬體整合設計公 司,進一步來説即是一家全端開發(Full Stack Development)物聯網解決方案公司。李博士提 到,作為一家全端開發公司,其所提供的解決方案



不會只有一種,但每個方案至少都具有三個元素,

- (1) 前端(GUI/Apps)、(2) 後端(Web/Cloud)、
- (3) 機器網路(M2M Network),在這三個元素之間,機器網路更是其核心業務。

李博士的公司經營有個使命,即是要打破 B2B的一條龍服務,一條龍服務簡單來説,就是 各家大廠都會想要建構屬於自己的平台,一旦買家 選用特定平台之後,便會綁定在這個平台上,所有 變更都需仰賴原廠提供服務。所以,愛文西門科技 就是幫各家想使用物聯網的公司,客製化地搭建屬 於他們的平台,讓買家購買產品之後,能夠在上面 自行做二次開發。

愛文西門科技提供的解決方案大概分為四個層級,第一個層級是機器節點(machine node)的運作,由於不同機器節點有不同的通訊協定,故其所支援的有 Bluetooth、ZigBee、CoAP、MQTT、Lora等在物聯網慣常使用的通訊協定;第二個層級是閘道器(gateway),在這個層級設計一個架構去整合第一層級各種使用不同通訊協定的機器節點;第三個層級是雲端上面的服務,這個層級主要是做資料的儲存和處理;第四個層級是提供企業型的介面。該公司目前所提供的服務對象大概是偏向台灣的中小型企業。

最後關於創業的心路歷程分享,李博士回想 他創業的初衷時也提到創業起因是什麼其實並不 重要,反而是在過程中累積的學習經驗比較重要, 他進一步勉勵一起創業的同仁,要在過程中持續反 省、發散收斂、精雕細琢,以不斷推出完成度更高 的產品。

#### 【 專題演講 】挑戰物聯網的創新應用 與商業模式

#### 帆船科技創辦人金廷嶽博士

在演講的一開始,金廷嶽博士先定義何謂創新,他將創新區分成三種類型,第一:延續性創新,這種創新可讓大公司在既有市場領域當中,最大化產品的市占率與利潤。第二:突破性技術創新,這種創新較常發生在大公司與研究機構,若是沒有搭配到天時地利人和等相關因素,這類創新往往不具商業利益。第三:顛覆式創新,這種是從既有技術組合出全新的服務,反轉人類既有的生活模式。金博士本身想做的創新屬於第二類創新,想要以突破式技術創新作為核心技術思想,利用所學的技術顛覆世界。

金博士原先的研究主題是奠基於相位陣列天線的室內定位系統,然而在一開始,手機室內定位並沒有市場,再加上業主需要的不只是定位系統,而是一套提供位置服務的整體解決方案。定位服務在執行方面有諸多困難點,如需大量佈建信標定位器、定位精確度差將影響用戶體驗、流暢的定位交互介面製作難度相對較高等,不過帆船科技皆一克服困難,整合所有的感測器達到精準定位。金博士於現場直接播放一段影片,內容展示其室內定位在中國某家醫院內的實際應用。接下來,金博士介紹他的第二項產品一ILOCKY,是一個基於藍芽轉RFID以及手機閃光驅動專利的技術,用於門禁系統產品,這個新產品使得用戶直接使用手機做為門禁卡,不再需要額外攜帶門禁卡,這不僅降低耗



材成本,也可以驅使用戶端在安裝相關軟體以達到 品牌宣傳的效果,一舉數得。

金博士提到物聯網應該以人為中心而非以物 為中心的思考概念,從而攫取用戶需求點,善加 利用需求點以獲利或獲益。最後以自身經驗期勉大 家,犯錯乃是創新的基石,鼓勵有志創業者多加嘗 試。

#### 【專題演講】Microwave Radiometer for Breast Cancer Detection

#### 熱影生技公司技術副總薛文崇博士

熱影生技公司是一家利用微波技術檢測乳癌 發生跡象的公司。在演講的一開始,薛博士引用 Globocan 2012 的數據來分析人體各種常見的癌 症,再引用 Cancer Statistics 的數據指出,乳癌佔 了女性癌症中的百分之三十。接下來,薛博士展示 其自行整理的台灣及美國乳癌患者好發年齡統計, 結果顯示出,台灣患者的好發年齡較美國早。然後 藉由 America Cancer Society 的資料指出,如果 能夠於早期發現乳癌病癥,及早投入治療,存活率 將可提高。

現有的幾項乳癌檢測技術,如 X-光、超音 波、磁共振及觸診,選擇雖多,但各有其優缺點。 其中,以X-光的使用最普遍,但屬於游離輻射; 磁共振雖然準確度高,可是費用相對也較高,而且 操作也較複雜。觸診的使用最簡單,可是其檢測準 確度不穩定,要靠個人的觸摸敏感度。薛博士的 公司應用 PMRT (Passive Microwave Radiometry Technology) 開發出非侵入式乳癌檢測器(Breast Cancer Scanner),相對於現今的乳癌檢驗方法, 這項技術顯得不那麼費時與費工,主要用途為日 常檢測乳腺癌,提供早期警訊,亦可用於乳腺癌 患者,在治療(如手術)前後的定期檢查及追蹤 手術後的狀況,還能夠與乳腺癌症微波熱療法 — Microwave Hyperthermia 整合,以更準確地控制 溫度來提高治療效果。

薛博士接著就技術層面説明為何選擇微波頻 段,原因是微波對物質(包括人體細胞)的穿透力 比紅外線強,所以利用微波可以量測到人體內(皮 膚底下數公分)的溫度,而紅外線僅能量測到皮膚 表面的溫度。熱影生技開發的產品是針對乳腺癌細 胞溫度較高的特徵去做檢測,此突破性技術可與現 有的檢測技術做出區隔。

#### 【專題演講】從實驗室走向商業辦公室的 研發之路

#### Techtron Technology CO., LTD 聯合創始人兼技術長 吳宏偉博士

吴宏偉博士擔任教職數年後,因為不想只坐 在實驗室,加上對自己實驗室技術的信心,便想走 出來看看這個世界。

吳博士公司所生產跨領域的產品,是將電資 相關的技術應用在生醫方面,是一種免抗體、免 標記的癌症細胞篩檢辨識技術。這種技術利用可見 光篩檢癌症細胞,透過微波介電質演算法去辨識癌 症細胞種類。現實的情況是高階的癌症篩檢所費不





貲,其公司的使命和理念是為了讓所有人都能負擔 得起高階的癌症篩檢,透過技術的突破和跨領域整 合來做到早期的篩檢,進而做到有效治療與監控的 效果。

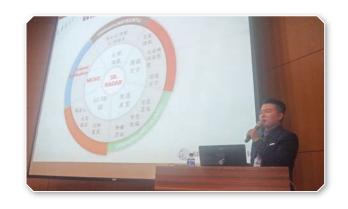
面對台下的聽眾,吳博士提到在創業過程的 關鍵要素很多,但是現實情況通常不會所有要素一 應俱全,所以需要有堅強的信心去克服,也分享了 合作不能只是靠人際之間的交情,而要共創利益雙 贏。最後吳博士也強調專利佈局對新創公司產品發 展的重要性。

#### 【專題演講】 學術與產業的激盪火花 一 技轉新創

#### 昇雷科技聯合創始人田勝侑律師

昇雷科技是以都普勒效應為基礎,利用自我 注入鎖定式(Self-Injection Locked) 雷達偵測生 物體動作為技術的公司,其技術具有系統簡單、功 耗低、高靈敏度、高訊噪比的特性。其商業策略是 透過專利佈局去創造新市場。

昇雷科技的技術目前已經應用在歐美地區的 畜牧業,主要用於偵測牛隻的生理訊號,以監測其 健康狀況,對於歐美龐大的畜牧產業來說,這類自 動化的健康監測裝置配合即時性訊號處理方式可以



節省大量獸醫人力成本,有效維護牲畜健康進而確 保乳肉產品品質。田律師在公司設立的過程中扮演 學術界及產業界的橋樑,技術方面與中山大學洪子 聖教授實驗室合作,由實驗室專職研究開發,輔以 田律師的專利法專業,將其技術以技轉或 design in 方式授權給全世界,達成學術與產業雙贏的成 果。

其公司的組織架構與市面一般的公司有些差 異,乃由研發、法律、市場三足鼎立,這樣的特性 讓他們能夠在研發技術之餘,透過專利和智財權的 保護與其他公司形成策略聯盟,並且其技術應用到 各式不同有發展潛力的市場,例如搜救安全、其他 動物的健康監測、穿戴式健康監測裝置以及無人交 捅載具等。■





## ■ 成果報告 📖

#### 2017 夏季雷磁能力認證測驗

台灣電磁產學聯盟報導

為協助學生升學或就業時,教師或企業能一 致性的評估學生能力,教育部網路通訊人才培育 先導型計畫電磁教育聯盟中心團隊教師建立了一 項全國性普遍認同之基本電磁能力認證機制,能 有效驗證學生之學習成效,並提供客觀能力佐證 資料,期盼提升電磁教育的關注度,以達成電磁 教育改善之使命。103年1月14日第一屆「電磁 能力認證測驗」便由此發起與規劃,爾後由台大 高速射頻與毫米波技術中心及台灣電磁產學聯盟 持續舉辦,其參與人員與實際成效超乎預期。

本測驗繼續延用電磁教學聯盟中心教材模 組題庫中的八項電磁學基礎課程模組作為命題範 圍:向量分析、靜電學、靜磁學、馬克斯威爾方 程式、平面波、頻域傳輸線、時域傳輸線、史密 斯圖,皆為電磁學基礎課程。學生透過此測驗, 可加強養成電磁基本能力,從而檢視自己是否 達成從事電磁相關技術實作之核心基礎要求;同 時,透過舉辦「電磁能力認證測驗」,可加強電 機電子領域對電磁能力培育的重視。連辦數年的 測驗在今年夏季有了重大改革,因應全國各校系

所電磁學授課進度不同,首次將測驗分為初級及 中高級兩種類別,供學生自行選擇合適的級別應 試。測驗題目難度中等偏易,中高級維持以往測 驗方式,從八項課程模組中出題96題,再隨機 選擇 24 題供考生作答;而初級則從四項課程模 組(向量分析、靜電學、靜磁學、馬克斯威爾方 程式)中挑選 48 題,再隨機選擇 12 題供考生作 答。電磁教學推動聯盟中心再依照所有考生成績 區分等級,中高級測驗分為:頂尖(PR值96以 上)、特優(PR值85以上)、優等(PR值70以 上)、良好(PR值50以上)等四級,而初級測 驗則分為優等(分數81.25分以上)及通過(分 數 50 分以上)。成績公布後,亦會寄發電子成績 證明書給予上述成績等級之考生,其餘則提供考 生參加證明書,積極鼓勵電磁研究潛力之人才投 入。

2017 夏季電磁能力認證測驗於 106 年 6 月 17 日星期六上午假全台 14 間考場舉行線上同步 測驗,考場分部於全台北區、中區和南區以利考 牛應試(圖**1**)。

區域	地點
基隆	國立台灣海洋大學通訊與導航工程學系電腦教室(延平技術大樓 702 室)
台北	國立台灣大學電機系電腦教室(電機二館 130 室)
台北	國立台灣大學電機系電腦教室(電機二館 132 室)
台北	國立台灣科技大學計算機中心國際大樓 IB-712
台北	國立台灣科技大學電機系電腦教室(第二教學大樓 510 室(T2-510)
桃園	國立中央大學電機館(工程二館)電腦教室(E1-219)
新竹	國立交通大學工程四館 713 電腦輔助教學教室
台中	逢甲大學通訊系電腦教室(401室)
台中	國立中興大學 電機系館 401 PC 教室
彰化	國立彰化師範大學工學大樓 EB211
嘉義	國立中正大學創新大樓 504 室
嘉義	國立嘉義大學電機系電腦教室(蘭潭校區理工大樓二樓 A16-206 室)
高雄	國立高雄海洋科技大學立誠樓 4505 室(天線及微波實驗室)
高雄	國立中山大學圖資 B1 電腦教室 PC02

圖 1 2017 夏季電磁能力認證測驗考場

本次報名人數來自全台 19 間大專院校共計 348 人, 其中初級報名人數為 276 人,中高級為 72 人。最後實 際到考人數為 294 人,到考 率約為 85%,其中以國立台 灣大學學生到考人數 100 人 居冠,中原大學到考人數 53 人次之,其他實際參加考試的 學校學生總計 13 間共計 141 人(圖 2~3)。

此次中高級測驗成績等級 為頂尖(PR值96以上)的學 生共計有1人,為國立暨南國 際大學學生;成績等級為特優 (PR值85以上)的學生共計 3人,為國立交通大學學生2 人及國立高雄第一科技大學1 人,其他成績等級依序為優等 (PR值70以上)9人、良好 (PR值50以上)13人,可 參考圖4。

本年度特別新增了初級 測驗,成績為優良(81.25以上)的學生共計48人,成績 為通過(50以上)的學生共 計82人,可參考圖5。

部分考生除了參加了本次 2017 夏季電磁能力認證測驗,也曾參加過先前已舉辦的電磁能力認證測驗,學生可藉多次測驗的成績比較作為檢視自我學習成效的依歸。綜合自103 年 1 月 14 日起共計八屆「電磁能力認證測驗」,包含國際上不同學校數次的測驗結果,歷屆成果資料統計如圖6。

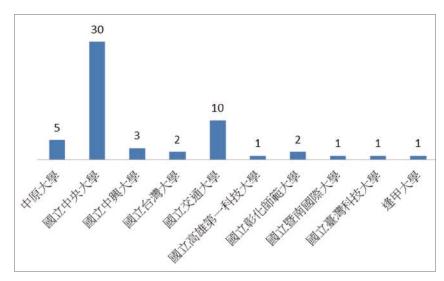


圖 2 各校到考人數 (中高級)

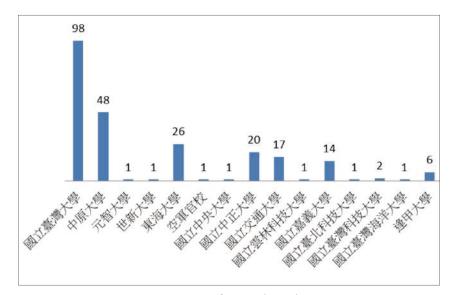


圖 3 各校到考人數(初級)

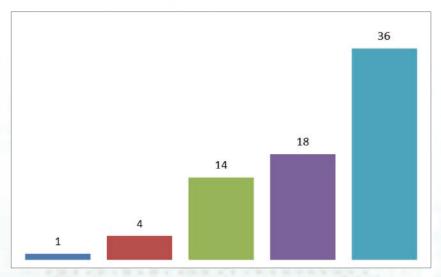


圖 4 2017 夏季中高級考試成績分布(人數)

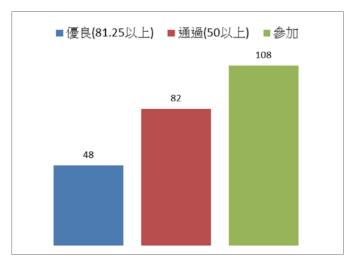


圖 5 2017 夏季初級考試成績分布(人數)

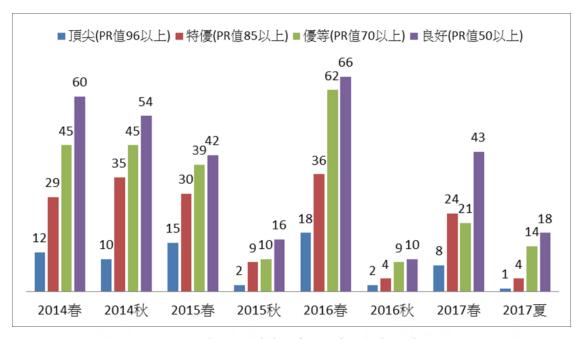


圖 6 歷年國內外中高級考試成績分布(人數)

為了更穩定並持續發展此電磁能力認證,電 磁教學推動聯盟中心的主持人吳宗霖教授及共同 主持人馬自莊教授於今年春季測驗後決定將秋季 測驗移至每年6月夏季舉行,而1月測驗則更名 為冬季測驗,並將測驗依考試內容分為兩等級: 初級及中高級供學生選考。而從這次夏季測驗的 結果可看出,測驗區分難易等級確實可以達到鼓 勵學生參與測驗的目的,因測驗內容更符合所學 的進度,更能提升學生學習的動力及參與認證的

意願。且配合學期課程,學生可藉冬、夏兩季測 驗驗證學習成效,並將測驗成績作為升學或就業 的有利審查文件。本認證測驗最終目的為使其推 廣為各大專院校研究所招生入學甚至公司錄取射 頻人才之重要基礎能力採信機制,以彌補各校給 分標準不一之缺失。若可獲得任一國家之學校組 織認同,此構想或可成為一國際性之基礎能力認 證測驗,對於我國爭取電磁教育之亞太區領導地 位,將可有實質貢獻。■



## 

2017 國際微波會議(2017 IMS)

聯盟特約記者/王雲杉



2017年國際微波會議(2017 IEEE International Microwave Symposium ),於 6/4  $\sim$  6/9 在美國 夏威夷州首府檀香山市(Honolulu, Hawaii State, USA)的夏威夷國際會議中心(Hawaii Convention center)舉辦。IMS 是關於微波理論與 實踐等各個方面技術人員的最高級別年度國際會 議。在一周的會期中包含了技術論文展示、工作坊 和教程及相關社交活動。研討會也同時舉辦大型的 商業博覽會。與 IMS 同時舉辦的還有射頻積體電 路(IEEE RFIC)與微波量測會議(ARFTG),議 程為期六天。會議的前兩天與最後一天為工作坊 (workshop) 時間,而技術研討會議(technical session)則在6、7、8三日舉行。由於微波技術 是當今所有無線設備所必不可少的部分,因此學術 界各研究團隊以及產業界各主要公司均踴躍參加, 分享這一年來在微波技術的各個領域的最新進展, 內容非常豐富。

#### 微波技術的重要性

自從馬可尼 (Guglielmo Marconi, 1874年4月25日-1937年7月20日)與波波夫 (Александр Степанович Попов, 1859年3月16日-1906年1月13日)在19世紀末發明了無線電通信起,人類進入了無線時代。在第二次世界大

戰以後,特別是隨著半導體電路製程的演進,實現電路小型化、高頻化,降低了電路的製造成本,使得無線通信得以走入千家萬戶,而採用微波頻段的個人行動通信亦成為現代生活中不可或缺的一部分。微波技術還應用於遙測遙控(TT&C)、深空探測(Deep Space Mission)、射電天文學(Radio Astronomy)等領域,引領人類探索未知世界。可以斷言人類世界的方方面面都離不開微波技術。

因此,每年IEEE都會舉辦各種全球性以及區域性的微波領域的研討會,例如亞太微波會議(APMC)、歐洲微波會議(EUMC)等。這些會議讓各國的專業人士得以有一個平台來交流各自的研究成果,內容包含元件建模(device modeling)、構裝(packaging)、天線(antenna)、電路(circuits)、應用(application)等領域。

#### 議程規劃

本次會議的議程架構主要是由專業人士參與 的工作坊與口頭論文報告(oral presentation)以 及海報報告論文(poster presentation)組成。議 程討論了微波技術的各個子領域。以下將分別在每 個領域摘要數篇具有代表性的著作。



#### 元件建模

隨著先進製程的持續進步,主動元件的非 線性效應,特別是由於矽基製程(silicon-based process) 廣泛應用於大功率電路而獲得了更多 的關注。隨之而來的就是各種新的分析方法,例 如來自比利時魯汶大學 (Université catholique de Louvain, Place du Levant, 3, B-1348 Louvainla-Neuve, Belgium)資訊與通信電子技術及 應用數學研究所(Institute of Information and Communication Technologies, Electronics and Applied Mathematics ) 的 Rack 和 Raskin,就提 出了矽基基材中考慮載流子動力學不平衡(nonequilibrium carrier dynamics)的射頻諧波失真 (RF harmonic distortion)建模[1]。這種模擬方法 在禁止介質載流子濃度的瞬時變化提供了更準確的 諧波失真(HD)分量估計。而使用這種方法模擬 由共面波導傳輸線(CPW line)引發的各種矽基 基材的諧波失真成分,將模擬結果與寬範圍的偏壓 點和 900 MHz 至 4 GHz 的三個基本激發頻率下的 量測諧波失真分量結果進行比較。顯示載流子弛豫 時間是理解由矽襯底引起的RF或更高頻率的諧波 失真程度的最重要的因素。進一步説,提取的諧 波失真分量中用於增加基頻(fundamental)功率 的特徵,被認為與元件的直流偏壓和基材平帶電壓 (flatband voltage)有緊密的聯繫。新的模擬工具 還能夠捕獲諧波失真曲線中這些典型的下降,並解 釋存在其背後的物理因素。由此可見,電路學、電 磁學以及半導體物理學的結合,為廣泛應用的矽基 電路製程元件提出了更先進的建模方法,在實際工 程應用中具有重要的意義。

#### 構裝

近幾年,3D 列印在各個工程領域始終是一 個熱門的名詞,如今它也在IC 製造領域得以應 用。來自南佛羅里達大學電機系(Department of Electrical Engineering, University of South Florida)的 Ramiro A. Ramirez等人就發表了 使用積層製造(Additive Manufacturing)和鐳 射切割(Laser Machining)的單晶微波積體電 路(MMIC)和片上低損耗橫向連接(Lateral Interconnection )技術<sup>[2]</sup>。這種技術橫向地由 MMIC 連接到了封裝中的晶片載體。為了提高 3D 列印品質,用鐳射切割技術使列印微帶線的 寬度能夠精確地控制在微米量級。使用這一技 術封裝的 2-30 GHz 分佈式放大器 (distributed amplifier) 量測結果顯示其整體性能優於傳統使用 磅線的 QFN 封裝,其封裝損耗在 20GHz 僅僅 0.2 dB。可以預見,這種具代表性的新封裝方法在未 來具有廣泛的應用前景,將取代現有的封裝技術。

#### 天線

在今年的 IMS 中,相位陣列 (phase array) 與波束成型系統是一個熱門主題。天線,是相位陣 列系統中的一個重要組成部分。今年台大的張立 奇(Li-Chi Chang)以及王暉(Huei Wang)教授 在此一領域發表了應用於全雙工系統(full duplex system)的雙工混合製程天線<sup>[3]。</sup>這個天線使用了 單槽(single slot)作為共振腔,而槽的長度恰好 是基頻波長的 3/4, 從另一端口看恰好是短路。在 設計中使用了液晶聚合物(liquid crystal polymer, LCP) 材料來實現低損耗。此一設計使在天線的中 心頻率收發隔離度達到了非常高的 58dB。由於實 現了天線的全雙工,這對減少系統面積具有重要意 義,能夠有效地降低系統製造的成本。

#### 電路

在微波系統中,各種主動電路是產生射頻 信號(RF signal)與射頻功率(RF power)的 關鍵部件,同時也扮演了頻率搬移(frequency shifting)的角色。台大本次在此領域有三篇論文 發表,分別是林容麟(Jung-Lin Lin)與王暉教 授的 K 波段 CMOS 功率放大器 [4]、張育騰 (Yu-Teng Chang)與盧信嘉教授的 D 波段 CMOS 振 盪器 [5] 以及王雲杉(Yunshan Wang)與王暉教授 的 G 波段單刀單擲 CMOS 開關 [6]。

在林容麟發表的 K 波段放大器中,使用了 基於電流功率合併(current combine)的片上 變壓器(on chip transformer)及疊接電晶體 單元(cascode transistor cell)中的中和技術 (neutralization technique),減少了功率合併中 的損耗並且提高了電路穩定度。電路在24 GHz 有 14.1 dB 的小信號增益,其飽和輸出 功率(Psat)為24.4 dBm,輸出1 dB壓縮點 (OP1dB) 為 21.7 dBm。該放大器在 24 GHz 下 的峰值功率附加效率(PAE)為 28%。這個結果 在同一頻段非常具有競爭力。這一作品在將來的 行動通信裝置中具有廣泛的應用前景。張育騰的 D波段寬調諧範圍(wide tuning range)壓控振 盪器(VCO),使用了可切換變壓器來實現其寬調 諧範圍。電路使用 70 GHz 作為振盪源,通過二 倍頻器(doubler)將其升頻至 D 波段。其最大輸 出功率為 -2 dBm,效率為 1.74%。這一設計可以 應用於影像雷達。王雲杉的 G 波段開關以太赫茲 互聯(THz interconnect, TI) 為設計背景,使用 了全新設計的接地共面波導折疊耦合線(GCPW folded coupled line)結構,實現了 2.4 dB 的低損 耗及 28.5 dB 的高隔離度,這一結果為迄今發表 的矽基 CMOS 開關在相似頻率的最佳結果。

除了台大之外,其他研究機構也在電路領域 頗有建樹,以下擇要加以介紹。隨著先進製程的 普及化,電路設計的趨勢就是向更高頻頻率進軍。 魯汶大學的 Kaizhe Guo 與 Patrick Reynaert 發 表了使用 40nm CMOS 製程的 500GHz 等級的輻 射源<sup>[7]</sup>。在這個設計中基材集成波導(substrate integrated waveguide)是其關鍵元件。輻射源由 交叉耦合振盪器(cross-coupled oscillator)、三倍 頻器 (tripler)、基材集成波導和片上天線組成。電 路的輸出功率為 -15.3dBm,效率為 0.173%,調 諧範圍為 7.5%。各項指標均為此頻率的矽基電路 最佳值。這一電路無論在設計還是量測上,都具有 極大的挑戰性,它的成功為我們提供了非常值得借 鑒的思路與方法。

另一個電路設計領域的趨勢則是挑戰更高功 率,隨著氮化鎵(GaN)製程的成熟,高功率積 體電路設計愈發可行。在這一領域具有代表性的 作品是來自 Ampleon 公司的 60W 基於單晶放大器 的 doherty 功率放大器 [8]。這一放大器整合了三路 doherty 放大器來實現大動態範圍下的高效率,它 實現了 27.4 dB 的最大增益, 8 dB 退避時(backoff) 平均 PAE 為 48.5%,可以將 20 MHz 寬的 LTE 信號線性化到低於 -58 dBc 的 ACPR 電平。

以上這些作品都是今年 IMS 中發表的優秀電 路設計,篇幅所限不勝枚舉,有興趣可參考IMS 論文集。

#### 應用

微波元件的設計目的為系統應用,而當今重 要的應用背景就是通信系統。今年代表性的系統是 相位陣列,以下介紹成都電子科技大學設計的 Ku 波段4單元相位陣列收發機設計[9]。此系統實現 於 180 nm CMOS 製程,整合了收發切換開關(T/ R switch)與 SPI 控制器,能夠做 44 位元的精確 控制。TX 和 RX 通道並排放置,以提高集成密度 和隔離度。每個通道由5位移相器和4位衰減器 組成。TX 通道的測量最大增益為 21 dB,RX 通 道的最大增益為 10.8 dB。 RX 與 T / R 開關的最 小噪聲係數為 9.9 dB。在 16GHz 時, RX 的輸入 信號 P1 dB 為 14.5 dBm, 而在 16GHz 時, 發射 機的輸出信號 P1 dB 為 10 dBm。此外,移相器的 RMS 相位誤差小於 4 度,衰減器的 RMS 幅度誤 差小於 3.2 dB。RX 元件消耗 114 mA, 1.8V 的功 率,而 TX 元件消耗 145 mA, 3.3V 的功率。該作 品是首次用 180 nm 製程實現全整合的 Ku 波段數 位控制收發機。

最後介紹微波技術在探索未知領域的最新應 用。歐洲空間局(ESA)的 Arapoglou 等人介紹了

RF 在太空探測上的各個里程碑 [10]。在不久的將來 (2023年), 低地球軌道至地面的遙測系統將由現 行的 2.2 Gbps 速率提高到 4.2 Gbps 而重量將會 進一步減輕;月球探測任務也將實現 2154 Mbps 的速率;而目標為火星和木星的深空探測任務也將 實現 2.65 Mbps 的速率。這些挑戰性的目標將由 更先進的地面接收站以及下一代高動態收發機來實 現。

#### 總結與展望

由前述各個領域的代表性著作可以發現,微 波技術廣泛應用於與人類息息相關的各個領域。與 會者能夠接觸到各領域的前沿技術,並可與行業領 軍人物做直接的交流。

本次會議除了知名學者外,大公司如INTEL、 IBM、華為、三星等也積極參與投稿。相比之下, 台灣的公司參與較少,而且更少參與先進系統設 計,這與世界潮流有一定的差距。不僅是業界, 台灣的學術界似乎也在系統設計領域有所建樹而更 多集中在元件設計領域。這一現象值得有關人士深 思。台灣產業界有著一流的製造能力,然而設計卻 是一項不可忽視的領域。對比歐美各名校,台灣的 學術界較少給予沒有發表的學生與會補助,這對學 術界保持與時俱進實屬不利因素。

本次會議舉辦在觀光勝地夏威夷,除了在會 議中交流學習外,我們也走馬觀花般地領略了夏威 夷的美景,給疲憊的旅途帶來了一絲欣慰。陽光、 沙灘以及會議主辦方帶給我們的夏威夷風情表演, 給大家的閒暇時間帶來了具有異國風情的調劑,增 加了閒談的談資。希望在這次會議中,各參會人員

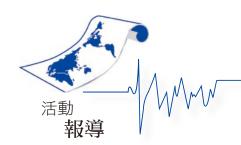


都有學習到新的知識,認識到自己的不足,將來能 為人類的進步寫下新的篇章。

#### 參考文獻(均為 IMS2017 發表)

- 1. M. Rack and J.-P. Raskin, "RF harmonic distortion modeling in silicon-based substrates including nonequilibrium carrier dynamics."
- 2. Ramiro A. Ramirez, Di Lan, Jing Wang, and Thomas M. Weller, "MMIC Packaging and On-Chip Low-Loss Lateral Interconnection using Additive Manufacturing and Laser Machining."
- 3. Li-Chi Chang and Huei Wang, "A Duplexing Hybrid Antenna Design for Full-duplex Applications."
- 4. Jung-Lin Lin, Yu-Hsuan Lin, Yuan-Hung Hsiao, Huei Wang, "A K-Band Transformer Based Power Amplifier With 24.4-dBm Output Power and 28% PAE in 90-nm CMOS Technology"
- 5. Yu-Teng Chang, Hsin-Chia Lu, "A D-Band Wide Tuning Range VCO Using Switching Transformer"
- 6. Yunshan Wang, Chun-Nien Chen, Yu Ye, Yen-Chih Chen, Bo Yu, Jane Gu, Huei Wang, "A G-Band SPST Switch With 2.4-dB Insertion Loss and Minimum 28.5-dB Isolation Using Grounded Co-Planar Waveguide Folded Coupled Line Topology in 65-nm CMOS Technology."
- 7. Kaizhe Guo and Patrick Reynaert, "A 475-511GHz Radiating Source with SIW-based Harmonic Power Extractor in 40 nm CMOS."
- 8. Xavier Moronval, John Gajadharsing, Jean-Jacques Bouny, "A Compact 60 W MMIC Amplifier based on a Novel 3-Way 1:2:1 Doherty Architecture with Best-in-Class Efficiency for Small Cells"
- 9. Xiaoning Zhang, Dong Chen, Weigang Lu, Lin Zhang, Yipeng Wu, Qinghe Xu, Zhilin Chen, Shoutian Sun, Xiaoyang Liu, Huihua Liu, Yunqiu Wu, Chenxi Zhao, Kai Kang, "A Ku band 4-Element Phased Array Transceiver in 180 nm CMOS"
- 10. Pantelis-Daniel Arapoglou, Massimo Bertinelli, Paolo Concari, Marco Lanucara, Alberto Ginesi, "Benchmarking the Future of RF in Space Missions: From Low Earth Orbit to Deep Space".





## ■國際研討會連線報導 ■■

2017 亞太電磁相容國際研討會(APEMC)

聯盟特約記者/沈祺凱

2017 亞太電磁相容國際研討會(Asia-Pacific International Symposium on Electromagnetic Compatibility, APEMC),於 6/20~6/23 在韓國 首爾(Seoul, Korea)市西大門區的延世大學 (Yonsei University)展開,議程為期四天。此 研討會為亞太地區在電磁相容的領導型研討會, 內容從電磁相容的模擬與量測方法, 到近年熱門 的無線充電技術、差動高速介面輻射問題以及天 線技術對於電磁/射頻干擾(Electromagnetic/ Radio-Frequency Interference, EMI/RFI) 的關 係等,包羅萬象。議程包含了口頭與海報論文 發表(Oral & Poster Sessions)、熱門議題演講 (Keynote Speech)、教學專題研討(Tutorials) 以及實務專題研討(Workshops)。由於電磁相 容議題對蓬勃發展的無線技術與高速傳輸至關 重要,故學界業界眾多團隊皆共襄盛舉,頗具 規模。

#### 電磁相容的重要性

近年隨著半導體製造技術的進步,電子系統快速趨向縮小化、高速化、低操作電壓與混和電路的高整合化,進而引發元件間不可忽略的干擾,不僅破壞晶片本身、封裝模組乃至整個電路系統的可靠性,也阻礙積體電路的設計與發展;另外,無線技術的蓬勃發展,如無線功率傳輸(Wireless Power Transfer)與物聯網(Internet of Things,IoT)技術等,更為各類電子系統帶來電磁雜訊所引發的電磁相容問題。這些都是未來系統封裝(System in Package,SIP)設計中,至關重要的課題。









因此,國際間許多大型研討會如亞太國際 電磁相容研討會、歐洲國際相容研討會(EMC Europe)以及國際電磁相容研討會(IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, ISEMC)等,都在探討相關議題, 交換來自各國團隊的研究成果,從理論模型、模 擬分析到量測方法、設計應用各方面,期許能更 有效地處理日益重要的電磁相容問題。

#### 議程規劃與會議規模

本次議程架構上,首日由教學專題研討起 頭,來自各國的專家針對電磁相容的基本概念、分 析方法與常見應用等方向,進行導論型的介紹。 第二與第三日則是包含多達 23 個主題、163 篇論 文的口頭與海報發表,並於外場設置 17 家廠商攤 位,供與會人員洽詢可能的設備、儀器。最後一日

則由實務專題研討作為壓軸,產學界的專家針對各 主題組成一連串的子題討論,給予許多實用的量 測、評估與設計指導。以下將針對一些有趣的主 題,摘要數個重要的發表。

#### 無線功率傳輸技術

由於無線射頻識別系統(radio frequency identification, RFID)、無線充電(wireless charger)、無線感測網路系統(remote sensing network) 在近年的蓬勃發展,無線功率傳輸技術 相當受到重視。無線功率傳輸與發展已久的無線通 訊技術並無本質上的不同,主要差別在於無線功率 傳輸重視提升能量的傳送效率,舉例來說,輻射能 量在空間中的溢散雖對無線通訊技術不見得是壞 事,但對無線功率傳輸而言一定要避免。無線功 率傳輸分成輻射式 (Radiative) 和非輻射式 (Nonradiative),輻射式包含微波轉換、雷射光轉換與 聲波轉換;非輻射式則包含電感耦合 (Inductive Coupling )、諧振感應耦合 (Magnetic Resonance Coupling) 與漸逝波耦合(Evanescent Wave Coupling)等技術型態。本次研討會在此無線供電 上有針對前述許多技術型態提出改良方案。







來自國立台灣科技大學的林丁丙教授與國立 台灣大學的周錫增教授,便針對輻射微波轉換型 態的無線功率技術,提出兩項實際的改良概念。 首先,由於輻射微波型態的無線功率傳輸來自兩 天線的收發,因此在不同環境下,收發天線的間 距可能有遠有近,一般天線設計通常只考慮遠場 (Far-field)的效果,但在兩天線位於電抗性近場 (Reactive Near-field)範圍內,就會出現強烈的 耦合效應並影響遠場設計的效能,因此林教授與 周教授提出在近場時須針對電抗性耦合(Reactive Coupling)調整天線的饋入阻抗,以達到最佳的 能量轉換;再者,對於位在輻射近場(Radiative Near-field)的收發天線,單一天線會使能量太過 溢散,導致傳輸效能低落,因此兩位教授也提出利 用相位陣列天線,調變各天線單元的相位,使得能 量得以被集中而有效提升能量傳輸效率,再透過多 波數(Multibeam)天線設計,可達成多區域聚焦 傳輸的效能以擴大功率輸送範圍,相當實用[1]。

非輻射式電感耦合的無線功率傳輸效率 (Power Transmission Efficiency) 受到線圈耦 合係數(Coupling Coefficient)k值與品質因子 (Quality Factor) Q 值的影響,且隨著傳送距離 越遠,Q值的影響相較k值越大,所以提高Q值 可以直接增進中長距離的功率傳輸效率。來自韓國 延世大學的 Se-Hwa Yoon 便提出使用功率放大器 (Op-Amp) 配對適當的回授電阻,設計出負實部 阻抗的負載與原線圈的阻抗串聯,用以製造出實部 更小輸入阻抗,代表損耗更為下降,Q值也隨之提 高。根據 Se-Hwa Yoon 的設計方法,可以有效將 Q 值提高十倍,對 10 公分距離的收發線圈來說, 功率傳輸效率也可以從 40% 提升到 90%, 頗具成 效[2]。

非輻射式諧振感應耦合的無線功率傳輸具有 高Q值,相較非輻射式電感耦合效率來得好, 但是較窄頻。此種技術需將線圈的遠場輻射效率 大幅下降,用以降低損耗以持高Q值。然而一 般的線圈上因為不對稱,易從正常模態(Normalmode) 產生共模電流 (Common-mode Currents), 造成相當可觀的遠場輻射,使得諧振感應耦 合的效率大幅下降。來自日本名古屋工業大學 (Nagoya Institute of Technology) 的 Hiroshi Hirayama,就提出折疊式線圈(Folded Spiral Coils)的設計,有效將共模電流將低30dB(約30 倍),將原本功率傳輸效率就較電感耦合式良好許 多的諧振感應耦合線圈,再提升約 10% 的功率傳 輸效率[3]。

雖然無線功率傳輸技術替未來輸電帶來許多 便利性,但其內嵌在電子設備中,外溢的磁場對 於鄰近的電子零件會造成不小的電磁干擾,然而 已往針對線圈的屏蔽技術,因為共振頻率點太多且 複雜,在發揮屏蔽效果同時也會降低功率傳輸效 率。來自南韓科學技術院(KAIST)的 Jaehyoung Park 於是提出一種平面式共振屏蔽(Planar Resonant Shield) 迴圈的技術,先利用外側屏蔽 迴圈感應出與內側包覆的輸電線圈接近之反向電 流,再利用屏蔽迴圈上的斷點製造適當電容,調整 電流的相位以達到完全反向,進而抵銷遠場的輻射



約 25 dB 以有效解決電磁干擾狀況,且幾乎不使 無線輸電效率下降[4]。

來自南韓蔚山國家科學技術院(UNIST)的 Nak-Young Ko 則針對非輻射式的漸逝波耦合技 術提出設計與分析,強調非輻射式的電感耦合與 諧振感應耦合都受到距離、方向甚至匹配上的限 制,且易有電磁干擾的問題。而相對的漸逝波耦 合技術其傳輸效率則較不受距離及位置的影響, 透過金屬與空氣的介面形成導波結構,可以使得 功率傳輸效率穩定,且具備較低的電磁輻射 [5]。作 者在演講時,也現場播放實驗影片,著實讓報告 更加生動易理解。然而,此法僅有 20% 的功率傳 輸效率,因此筆者認為仍可進一步探討收發天線 與金屬表面的距離、結構與材質,是否仍影響匹 配的優劣?是否仍可再優化功率傳輸效率?

#### 高速差動介面與共模雜訊

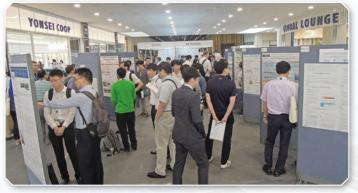
因應近年高資料量的高畫質多媒體、物聯 網、大數據、感測器與人工智能的發展,高速傳 輸介面蓬勃發展,如通用串行匯流排(Universal Serial Bus, USB)、高清晰度多媒體介面(High Definition Multimedia Interface, HDMI)、快捷外 設互聯標準(Peripheral Component Interconnect Express, PCI-E)等,都是採用差動傳輸線 (Differential Transmission Line) 取代傳統單端 (Single-Ended)傳輸線,用以傳輸差模訊號 (Differential Signal)來避免產生或對抗輻射干 擾。但若差動傳輸線不是完美對稱,就會產生共模 雜訊(Common-mode Noise),此時在兩差動對 上的電磁波相位相同,並以接地作為回流路徑,

極易造成輻射。因 此,以往常探討如 何避免差模訊號因 模態轉換(Modeconversion)轉變為 共模雜訊。

利用模擬來分 析差動介面造成的 電磁干擾問題,常

需耗費大量的運算空間與時間而降低利用模擬預先 分析問題的效益。因此,來自國立台灣大學的沈祺 凱博士生,針對一般的差動介面輻射問題,提出高 效率的拆解分析方法 (Partition Analysis), 將介 面環境分成印刷電路板上繞線的雜訊源區(Noise Generation Part)以及連接器與纜線的輻射源區 (Radiation Part), 其電氣尺寸較大所以主導輻 射。由於雜訊源區只要針對差模與共模,模擬色散 網路參數 (Scattering Parameters),無須模擬遠 場,計算空間便可大幅降低;而輻射源區雖然需模 擬遠場,但一組連接器與纜線只需模擬一次,得到 對應的轉移函數 (Transfer Function),就可以依 此搭配最初輸入雜訊源區的差模/共模功率以及雜 訊源區的S參數,重複使用計算不同狀況電磁干 擾的結果。而在高清晰度多媒體介面測試此模擬評 估方法,比起直接模擬全系統,可以節省五倍多的 計算空間,有效加速模擬分析[6]。

除了考量差動對因不理想而產生共模雜訊並 干擾其他系統,差動系統本身對外界共模雜訊的 抗干擾也很重要。來自日本總研電氣(Nippon Soken)的 Miyuki Mizoguchi,針對車用乙太網 路探討差動對抗電磁干擾的設計條件。由於外 部的共模雜訊耦合到纜線的差動對上後,會因 為連接器與內部的靜電防護元件(Electrostatic Discharge, ESD) 不對稱,進而使共模雜訊 轉換成差模雜訊而直接干擾車用電子控制單元 (Electronic Control Units, ECU)的訊號品質。 因此,作者量測纜線上最大可能的共模雜訊以及 電子控制單元可以忍受的最大差模擾動,計算最





大可承受的共模轉差模的反射係數 S<sub>dc11</sub>,作為設計上限條件,據此判斷各種分析情況是否需要修改連接器設計以降低共模雜訊轉差模的係數<sup>[7]</sup>。

避免共模雜訊產生或傳播的方法有很多,從印刷電路板的佈線來解決是較為根本的做法。來自中國思科系統的 Jianquan Lou 提出在繞蛇(Serpetine)線時採用 U 型轉角與 45 度轉角的些微差異,來補償差動對內正負端的內對歪斜(Intra-pair Skew)。有別於傳統單獨將相位落後的一端作蛇線繞線的做法,本篇提出的方法不僅可以補償差動對內的延遲差,在微帶線(Microstrip)與帶狀線(Stripline)有效降低 5~15 dB 與 10 dB 的模態轉換,而且可以保持良好的阻抗匹配<sup>[8]</sup>。

另一種避免共模雜訊傳播的方法是設計共模濾波器(Common-mode Filter)。來自國立台灣科技大學的林丁丙教授,提出合成缺陷接地面(Defected Ground Structure, DGS)與開路傳輸線段(Open Stub),製造寬頻的共模訊抑制,並提出精確的傳輸線模型,再利用對稱性製造偶模態(Even-mode)半電路,以利簡化分析公式。透過兩段提出的合成結構,可以製造出雙零點的共模濾波器,達到寬頻的共模訊抑制<sup>[9]</sup>。

#### 天線與射頻干擾

由於近年可供連網的智慧型電子產品快速普及,系統內的輻射雜訊對自身天線效能的干擾越來越嚴重,此種干擾會降低天線的訊雜比(Signal-to-noise ratio),進而造成天線的吞吐量(Throughput)大幅下降,而此種使天線靈敏度下降(Desense)的窄頻干擾稱為射頻干擾。其中較著名的案例就是資料率為 5 Gbps 的 USB 3.0 對於 Wi-Fi 2.4 GHz 的干擾,造成現行許多設備無法使兩者並存,高速傳輸介面與無線通訊出現嚴重牴觸。此狀況下雜訊頻率位在天線的頻帶內無法被天線模組內的帶通濾波器(Band-pass Filter)濾除,所以通常採取屏蔽(Shielding)、遠離雜訊源等機構層級的方法,來破壞雜訊傳輸路徑達到

降低干擾,但越趨小型化的電子產品,阻擋雜訊 路徑的方案,效果也越來越不易設計與掌控。

來自南韓三星電子的團隊,便針對智慧型電視(Smart TV)高速差動數位通道對 Wi-Fi 2.4 GHz 吞吐量的影響,設計得以精準預測量測結果的 CAD 模擬環境,以提升評估射頻干擾的效率,並且透過案例測試,發現在提升天線吞吐量的目標上,降低雜訊干擾可能比提升天線效能來得有效 [10]。

在天線的效能方面,來自國立台灣大學的周錫增教授,提出了兩篇用在 5G 通訊世代的毫米波(Millimeter Waves,mmW)相位陣列天線(Phased Array Antenna),其一是利用給收發天線用的雙埠搭配循環器(Circulator)製造出抗收發自耦合(Self-interference)的天線陣列,得以同步在收發天線實現波數成型網路(Beam-forming Network,BFN),非常實用[11];另一是在基板集成波導(Substrate Integrated Waveguide,SIW)結構上利用拋物反射面(Parabolic Reflector)實現毫米波的波數成型網路,用以降低通道損耗,再輔以空氣共振腔(Air Cavity)進一步降低損耗,實現方式相當有趣[12]。波數成型網路不僅可以提升傳輸效率,也可以避免干擾鄰近的不相關的設備。

#### 與會威想與期許

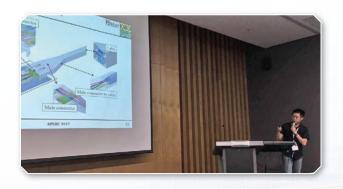
本研討會歷年來都是規模龐大、主題豐富,因此議程都採用多主題平行進行,獲益良多也目不暇給。在投稿總數共 163 篇中,台灣共 10 篇佔有 6.1%,主要著重在差動傳輸分析與天線設計;而主辦方南韓則有 76 篇佔總篇數 46.6%,內容涵



蓋無線功率傳輸、靜電防護、量測技術、晶片級 電磁相容、系統級射頻干擾、新穎材料、生醫應 用等,相當廣泛。由於電磁相容的技術涉及範圍 廣,若是僅聚焦在某一兩處的設計而忽略全局, 雖然研究可能得以質純精良,但不僅較易錯估問 題來源與研究趨勢,也會缺乏整體技術或專利布 局,造成往後產品設計上處處受到他國的技術牽 制。這部分值得台灣在電磁相容方面產學界研究 人員多多思考、規劃。

在無線通訊與高速傳輸齊步快速發展的時 代,電磁相容在系統級應用上越發重要,因此除了 來自各國的學術研究團隊齊聚一堂外,國際知名的 電子公司,如三星電子、LG、日立、豐田汽車、 日本電氣、富士通等,也都積極地投稿參與發表、 學習。然而,就筆者參與幾次的研討會來觀察,台 灣業界參與的意願仍然較低,今年僅有華碩電腦與 晨星半導體兩篇投稿。這也許短期無法用來評斷台 灣電子產業的研發能力,但確實也襯托出國外積極 參與的企業在此議題上遠程布局的企圖心,此現象 應值得台灣業界學界各研究團隊參考學習。

除了發表自己的研究、聆聽他人的論點外,認 識各國不同團隊的朋友,亦是學涯與職涯發展上相 當重要的一環。在研討會期間共舉辦過兩場大型的 餐宴,充滿南韓傳統風情的歡迎晚會 (Welcome Reception)以及頒獎晚宴(Banquet),這些都是 認識各國新朋友,聆聽他們的研究經驗以及文化與 生活,並拓展思考面向的好機會。首爾西大門區學 府林立,相較過去多在各市鎮公家的會議中心,本 次研討會在學生穿梭的活動中心舉辦,也多了一些 青春活力與學術的氣息。



#### 參考文獻 (均為 2017 APEMC 論文)

- 1. Ding-Bing Lin, Hsi-Tseng Chou and Jui-Hung, "Novel Concepts in the Design of Near-Field Antenna for Short-Distance Wireless Power Transmission with High Transfer Efficiency."
- 2. Se-Hwa Yoon, Jong-Gwan Yook and Tae-Hyung Kim, Li Jun Jiang and Woong-Yong Lee, "Improvement of Power Transmission Efficiency by Negative Impedance Converter for WPT."
- 3. Hiroshi Hirayama, Masanori Ando and Toshihito Sonobe, "Suppression of Common-mode Radiation Using Folded-spiral Antenna for Wireless Power Transfer."
- 4. Jaehyoung Park and Seungyoung Ahn, "Reduction of Electromagnetic Interference for Wireless Power Transfer Coils in Mobile Devices."
- 5. Nak-Young Ko, Seong-Kyu Song, Jagannath Malik, Woo-Jin Park, Bon-Young Lee, Seok-Tae Seo and Franklin Bien, Youngwoo Kim, and Joungho Kim, "A Study of Electromagnetic Emission From Evanescent Mode WPT System Through Metal Sheets."
- 6. Chi-Kai Shen, Tzong-Lin Wu, Tze-Min Shen, Chih-Ying Hsiao, Ting-Kuang Wang and Kuan-Yu Chen, "An Efficient Partition Analysis for Electromagnetic Interference Estimation of High-Speed Input/Output Differential Interfaces."
- 7. Miyuki Mizoguchi, Youhei Sekiya, Hiroyuki Mori, Noboru Maeda, Kaoru Yoshida, Hiroki Keino, Takashi Yasuda and Hideki Goto, "Technique of Immunity Estimation for In-Vehicle 1Gbps Ethernet."
- 8. Jianguan Lou, Xiaoxia Zhou, Shun Li, Yingchun Shu, Alpesh Bhobe and Jinghan Yu, "A Novel Differential Serpentine Delay Line to Reduce Differential to Common Mode Conversion and Impedance Discontinuity."
- 9. Ding-Bing Lin, Yong-Xun Chen, Yi-Hsien Lee and Lin-Zong Zheng, "Transmission Line Model for Designing Common-Mode Suppression Filter on Multi Differential Signal Pairs."
- 10. Soonyong Lee and Yeonsik Yu, Hoyong Kim, Yonghee Cho and Sungsoo Choi, "Analysis of Throughput Performance of Smart TV by Noise Effect Using Simulation Methodology."
- 11. Hsi-Tseng Chou and Yen Ting Chen," Phased Array Antenna Modules with Dual Ports for Independent Transmitting and Receiving Beam-Forming Networks."
- 12. Hsi-Tseng Chou, Ying-Shan Chen, and Chia-Hung Chang, "A Ka-band Parallel-plate Parabolic Reflecting Structure to Implement the Beam Forming Networks for Phased Array of Antennas."



## ■國際研討會連線報導 ■■

2017 國際天線與傳播暨微波科學學會研討會

聯盟特約記者/蔡仁貴

2017 年國際天線與傳播暨微波科學學會研討會(2017 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting)於美國加州的聖地牙哥舉行,往年這樣的大型國際會議通常會選在美國或是加拿大的大城市舉行,研討會的會期為六天(7/9至7/14),本研討會於天線與傳播領域具有相當的權威性,本次的與會人數約莫一千多人,提出了將近一千四百篇的論文,足見其規模及影響力。研討會的內容主要為天線與傳播相關應用,但也涵蓋了其他領域,例如:數值電磁、微波元件、電磁理論以及封裝等。

本次研討會的會場位於曼徹斯特聖地牙哥君 悦酒店(Manchester Grand Hyatt San Diego), 酒店離海灣只有步行幾分鐘的距離,並且鄰近著 名景點如巴爾波亞公園(Balboa Park)、煤氣燈街 區(Gaslamp Quarter)、中途島號航空母艦博物 館(USS Midway Museum)以及聖地牙哥動物園 (San Diego Zoo)等。聖地牙哥氣候宜人,是加 州除洛杉磯及舊金山灣區之外的大型都會區。漫 步在陽光普照的街上,處處可見打扮休閒享受渡 假生活的遊客,心情也隨之輕快起來。輕軌電車 (trolley)是這座城市主要的大眾運輸工具,近五 十公里長的電車路線主要由三條路線組成,環繞 著聖地牙哥市中心。乘客也可搭電車達東郡(East County)、老鎮(Old Town)、南灣(South Bay) 及密遜河谷(Mission Valley)等地。

研討會展場主要分布於飯店一樓、三樓及四樓。一樓主要是海報展示的地點,而三樓及四樓則是口頭報告演講廳。在同一個時間點約莫有十多個報告同時進行,研討會的與會者除了學術單位的教授與學生之外,還有眾多電磁相關產業的





廠商代表(Apple、Qualcomm、Anritsu、Huawei 及 Altair 等),各家廠商在各自的攤位展示自家的電磁產品或技術,展示方式通常選用海報加上筆電輔助説明。

研討會中除了一般的口頭報告(oral)及海報展示(poster)之外,還有其他諸多活動行程,例如:課程(Short Course)、學生設計競賽(Student Design Contest)以及學生論文競賽(Student Paper Contest),內容十分豐富精彩。課程部分皆安排於週日,參與者需額外付費參加。有持續一整天的,也有僅安排於一個上午或一個下午時段的課程。課程主題十分多元,其中涵蓋多波東天線(multibeam antenna)、5G基地台天線系統(base station antenna system)、反射式

天線陣列 (reflectarray)、特殊電磁表面如電磁能 隙結構 (electromagnetic bandgap structure)、 頻率選擇表面(frequency selective surface)以 及超穎介面 (metasurface)等。講者如 Yahya Rahmat-Samii 教授等皆為各領域的佼佼者,無論 是在設計方面或是在解決問題的經驗皆十分豐富。 而學生設計競賽的部分,每年主辦單位會提出一個 天線相關的題目,本次的題目為應用於立方衛星 (cubesat)之天線設計,參賽隊伍必須基於這樣 的題目提出創新應用並將其整合成一個系統。在這 過程中,每個人在團隊中需扮演不同的角色及使用 不同領域的技術來幫助整個團隊前進,順利進入複 賽階段之後,每個隊伍可獲得一筆經費來實現各自 的設計,完成之後必須拍成影片上傳至網路向評審 展示成品。最後,學生論文競賽的部分則是針對投 稿論文的品質進行審核。為維持公平性,參賽者須 隱匿自己的姓名及資料,在研討會開始前會選出獲 選佳作的論文,而最終的決賽則會在舉行研討會的 過程中選出前三名。筆者於大學時期曾與實驗室的 學長學弟一同組隊參加學生設計競賽,此次投稿則 是參加了學生論文競賽。

在此次國際會議中,最重要的領域便是天 線。而主辦單位又將其細分為許多天線相關的主 題,例如: Additive Manufacturing in Antenna and RF Systems \ Reflectarray with Novel Elements 及 Electrically Small Antennas 等。





Additive Manufacturing in Antenna and RF Systems 這個主題講述的是使用 3D 列印的方式 來製作天線與微波元件。一般常見的天線製作方 式主要為電路板蝕刻,而使用 3D 列印的好處在於 易於實現複雜的立體結構,以及不需要昂貴的蝕 刻設備,而對於設計概念也可以快速地製造成品 進行量測驗證。在一些設計上會結合不同於 3D 列 印的方式來達成互補的效果,比如選擇性雷射燒 結(Selective Laser Melting)比較適合處理金屬 材質,而立體光刻(Stereolithography)則較適 合處理非金屬的材質。令筆者印象較深刻的是有 篇提到使用 3D 列印來製作透鏡天線的設計方式, 由於設計透鏡天線時必須使用同心圓環狀的介質 結構,因此在這樣的結構當中,每一環的介電常 數根據與焦點的距離以及操作頻率會有各自的

> 值,而使用常見的基板不一定能滿足 以此得出的介電常數值,但若是藉由 3D 列印製作出微小的單元結構(unit



cell)於一般的基板上,即可用於滿足所需的介電 常數值,進而實現整個透鏡天線的結構。

Reflectarray with Novel Elements 這個主題 是與反射式天線陣列相關的一些創新設計。反射 式天線陣列的原理是藉由在焦點(focal point) 利用天線饋入一反射面結構,使整體天線指向性 獲得顯著的提升,常用於雷達與衛星等長距離通 訊應用。由於饋入源與反射面各位置的距離有所 不同,因此須對於反射面各單元結構進行相位 補償。其中有篇論文提及基於可導電之細線構 成反射式陣列的單元結構,使其具有可彎折性 (flexible),基板部分也選用紡織物以便將絲線 編織於其上,至於相位補償的部分則藉由旋轉單 元結構來產生不同的相位差,此外此款反射式陣 列被設計為圓極化陣列因而能有效抵抗多重反射 (multipath reflection)的干擾。此外基因演算 法(genetic algorithm, GA)常被用於設計不同 的單元結構,例如有篇論文藉由使用 GA 來設計 單元結構,進一步達成極化轉換(polarization conversion)的目標,並藉由相位關係來定義適 應度函數 (fitness function), 其中將金屬部分定 義為 1,反之則定義為 0 進行演化,持續進行迭 代,直至結果收斂至一個我們可接受的誤差範圍 內,利用這樣的結果產生不同形狀的單元結構以 完成天線陣列。

Electrically Small Antennas: Metamaterial Inspired 這個主題涵蓋超穎材料相關的微小化天線 設計,例如藉由使用構成超穎材料的部分結構,

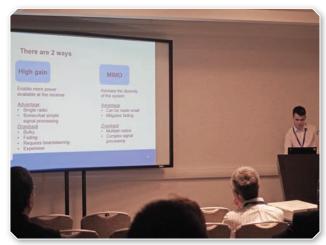
像是開口諧振環(split-ring resonator)來設計 天線。套用此結構的優勢在於其共振頻率可以遠 小於圓環的尺寸,故單一開口圓環便可產生串聯 RLC 共振,然而其共振頻率主要受到圓環尺寸所 影響,導致無法有效地降低。而若是使用兩個開 口圓環則會因圓環與圓環間的電容性達到將共振 頻率顯著拉低的效果,故無需增加圓環的尺寸。 再者,使用寬邊耦合(broadside coupled)的方 式則可更進一步增加圓環之間的電容性,並更有 效地降低其共振頻率。

除此之外,有的論文則提出使用人造磁導 體(artificial magnetic conductor, AMC)來縮小 天線與反射面之間的距離。一般而言,金屬反射 面會置於天線下方約四分之一波長的位置,使得 向下輻射的電場與向上輻射的電場產生建設性疊 加,雙邊輻射的天線因而成為單邊輻射。相較於 理想導體可提供 180 度的相位差, AMC 則提供 0 度相位差,因此反射面與天線的距離可以有效地 縮短,儘管 AMC 設計時通常會因使用週期性的邊 界條件而造成實際製作時會使用一定數量的單元 結構以增加整體的尺寸,但瑕不掩瑜,筆者仍然 認為這樣的設計概念是一個啟發性的想法。

至於 Phased Array 的部分也提及了很多關 於相位天線陣列的巧妙設計,例如使用部分穿透 表面(partially transmitting surface)作為相移器 (phase shifter)來改變每個天線單元之間的相位 差,並藉由改變天線與部分穿透表面的距離來達 到改變相位差的目的,以此調整及移動陣列主波







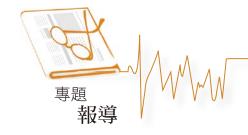


束的方向。儘管這樣的設計方式在整合多個天線 單元時會遇到每個相移器不共平面的問題,但由 於其成本低廉,並且能夠在一定的角度範圍內控 制主波束的方向,這樣的設計還是時常被使用。 除此之外,也有其它論文提及使用寬波束的天線 單元來構成波束掃描(beam scanning)陣列時, 可以有效地降低增益變動的幅度。

筆者所屬的實驗室於本次研討會提出了兩篇 論文,一篇是關於波束可調之雙波束反射陣列設 計,另一篇則是基於複合式左右手傳輸線之雙頻 天線陣列。前者為了因應衛星通訊及 5G 無線通 訊技術的發展,提出了一個新穎的雙波束可調系 統。隨著使用頻段的提高,在基地台數目被限制 的情況下,提高基地台的覆蓋率是未來發展的趨 勢,為了維持高增益以及高覆蓋率的特性,因此 提出了一個波束可調的雙波束反射陣列來實現, 並且利用理想點波源模型求得其相位分布。

後者是一款在雙頻都滿足寬邊輻射的天線陣 列,使用雙頻槽孔天線作為天線單元,為了達成 寬邊輻射的目的,天線單元應使用同相饋入而這 樣的條件在雙頻都應被滿足。與一般傳輸線不同 複合式左右手傳輸線具有小於零的傳播常數,藉 由搭配使用複合式左右手傳輸線與一般傳輸線作 為饋入網路便可符合雙頻同相饋入的條件。

從這次參與大型國際研討會的經驗中,筆 者獲益匪淺,亦體認到自身的不足及侷限性。雖 然本次研討會主題著重在天線領域,但在微波傳 播、數值電磁乃至於微波成像,都有人提出論文 與眾人交流探討,並且天線部分也不只著重在單 一個小方向,而是無所不包地涵蓋了許多不同的 主題。踏入研討會會場之後,筆者一直不斷地在 思考來自台灣的自己與研討會上來自世界各國的 研究人員究竟有何相似、有何不同,相同的地方 大概只有彼此的研究領域都與微波相關,而不同 的地方實在太多了。筆者意識到自身的英文能力 不如他人,在筆者與他人討論問題或是聆聽報告 時更是如此。此外,在研究方面筆者總是依循著 固有的既定方式進行研究,對於研究工具的使用 過於依賴單一模擬軟體,也常常將自己困在狹窄 的問題中缺乏通盤的考量及跨領域的整合,而來 自世界各國的研究人員卻普遍具有跳躍性的思 維,不會糾結提升於單一的設計效能而是嘗試使 用不同的方法來解決問題,絕不會滿足於單一個 案而是追求一個通盤設計的流程,對於理論的論 述與推導也比較嚴謹,而這樣的方式其實才是做 研究的正確方式。從自身的觀察延伸到台灣與世 界的比較,筆者認為台灣的產業過於依循舊有的 模式而在創新方面就顯得保守許多,相較於研究 及原創性似乎更看重產品以及產品的效能,而這 樣的心態在如今全球化的浪潮之下無疑是相當危 險的,期許台灣的產業能夠跳脱原有的侷限性再 創高峰。Ⅲ



# Current Research and III Development of Wireless Power Transfer via Radio Waves and the Application

聯盟特約記者/呂昀芝

Naoki Shinohara 教授

無線傳輸一百是電磁領域中相當熱門目 極富發展性的一部分,而隨著無線通訊的應用 普及,擺脱傳統有線通訊的枷鎖讓各種行動裝 置都能夠隨時隨地連上網外,無線電力傳輸的 發展讓手機、電腦或其他各種電器充電時不再 侷限於充電線的限制,能更加的便利。因此在 2016/5/11 特別邀請到了任教於京都大學(Kyoto University ) 生存圈研究所(Research Institute for Sustainable Humanosphere)的 Naoki Shinohara 教授來為我們談談無線電力傳輸應用 和當前研發現狀,這樣的演講相當難得,在此特 別感謝 Naoki Shinohara 教授撥冗參加。Naoki Shinohara 教授將從無線電力傳輸(WPT)的理 論技術及應用開始介紹至當前研發現狀。自 1864 年麥克斯爾基於安培定律(Ampere's law)和 法拉第定律(Faraday's law)建立麥克斯爾方 程式(Maxwell's Equation)來描述無線電波以 及 1888 年由赫茲 (Hertz) 的實驗發現無線電波 (Radio waves)至今,透過無線電波來傳輸訊號 已蓬勃發展,但在無線電力傳輸尚有很大的發展 空間。廣義上無線訊號傳輸與無線電力傳輸皆屬 於無線電波傳輸,但在無線傳輸中訊號的損耗可 藉由後端電路補償還原,但能量的損耗所造成的 轉換效率低,依照能量守恆定律是無法忽視的。

無線電力傳輸(Wireless Power Transfer, WPT),又稱作感應充電、非接觸式感應充電,是利用近場感應,也就是電感耦合(Inductive Coupling),由供電設備將能量傳送至用電裝置,該裝置使用接收到的能量而對電池充電,並同時

供其本身運作之用。由於充電器與用電裝置之間 以電感耦合傳送能量,兩者之間不需使用電線連 接,因此充電器及用電裝置都可以做到無導電接 點外露,比有線充電更為方便。近來愈來愈多智 慧型手機、平板電腦開始提供無線充電的功能, 但它們充電的時候,只要離充電座的距離稍遠一 些(約距離5公分以上),充電效率就會明顯的降 低。事實上,目前絕大部分可以無線充電的行動 裝置,都是要完全平放在充電座上才能進行,和 想像中隨走隨充的無線充電仍有一段需要努力的 距離。為了增加無線充電的距離與充電效率,目 前有幾個努力的方向:利用共振拉長充電距離, 在電路中加入諧振電路共振,將兩個振動頻率相 同的諧振電路放在一起,當其中一個開始因為通 電而振盪時,另一個也會隨之振盪起來產生電 流,可以讓充電距離達到數公尺,效率也有所提 升,但要將兩諧振電路調整到一模一樣的頻率, 並不是容易的事。除此之外,為達到電源無所不 在(Ubiquitous Power Source, UPS),即為真正 的無線充電以及有效的充電器共用(不同的電子 產品皆可使用相同的無線充電源),將電能透過和 家用 Wifi 網路相近的電波頻段(ZigBee 等)來傳 送,也是目前努力的方向。此外還有部分學者嘗 試藉由雷射光的光能來充電等。

無線充電優點有很多,無外露的通電接點,可以避免觸電的危險,也因無與外界接觸較不會有侵蝕或是機械磨損的狀況發生。之後如能運用於植入式醫療裝置上,可在不損害身體組織的情況下對植入於人體內的醫療裝置進行充電而不



需要有電線穿過皮膚及其他組織,免去感染的風 險。一個充電器可以對多個用電裝置進行充電, 在有多個用電裝置的情況下可以省去多個充電 器、不用佔用多個電源插座、沒有多條電線互相 纏繞的麻煩。即便如此,無線充電目前還是有許 多難以克服的問題,如效率低、充電速度慢、電 力轉換損耗導致發熱嚴重,且因利用共振增加無 線充電距離與效率,當裝置在充電時移動可能會 因都普勒效應造成共振頻率不同造成充電失敗。 除此之外,因使用無線充電技術充電與用電裝置 需要有推動線圈的電子線路及電力轉換的電子裝

置,兩者均須要有線圈,且無線充電須滿足 FCC 等規範,故生產成本相對直接接觸來得高。另外 不同品牌的無線充電裝置因為無統一標準,目前 還不能互相使用。近年來,業界組織開始推行標 準化,展望將來可以達至標準統一,但目前對未 來的發展則尚未可知。無線傳輸在生活中的運用 層面越來越廣,無論是已發展多年日趨成熟的無 線訊號傳輸,抑或是起步不久的無線電力傳輸, 而無線傳輸一直是電磁領域中相當熱門且極富發 展性的部分,就算是已經發展許久的技術,仍有 許多待改進的地方留待以後的學者繼續研究。Ⅲ



## 國家晶片系統設計中心

參訪活動

台灣電磁產學聯盟報導

近年來,台灣產學合作愈趨密切,為促進學 術界與產業界及各研究單位之交流,提升雙方研發 能力,並掌握研究發展趨勢,促成未來合作契機, 台灣電磁產學聯盟於 2017 年 7 月 14 日舉辦聯盟 教師業界暑期參訪活動,本次參訪對象為台灣長期 致力於提升國內晶片設計之研究水準與培育晶片系 統設計人才之「國家晶片系統設計中心」(CIC)。 由呂良鴻主仟等共同與會,並由江政降副組長簡介 CIC 的發展現況,而後是張大強博士針對技術及各 量測設備做詳細的簡報。電磁聯盟也由吳瑞北教授 介紹了電磁產學聯盟的成立與近年之執行成果,並 與在座來自全國各校之聯盟教師共同分享研發成果 及交流。

#### 國家晶片系統設計中心

積體電路(IC)為通訊、資訊及消費性電子 等 3C 產業朝向數位化、體積微小化之關鍵性零組 件。歷年國內來諸多會議中,均將「提升國內晶片 設計之研究水準,培育晶片系統設計人才」列為重 大議題。

國家晶片系統設計中心(以下簡 稱 CIC)設立宗旨為「培育積體電路 晶片及系統設計人才、提升積體電路 晶片及系統設計技術」, 期能強化我國



積體電路晶片及系統設計能力。主要仟務為:

- 一、建立積體電路晶片及系統設計環境。
- 二、提供積體電路晶片及系統設計雛型品之實作 與測試服務。
- 三、推展積體電路晶片及系統設計之「產、學、 研工合作研究,並將學術界之研究成果落實 推廣至產業界。
- 四、推動國內外積體電路晶片及系統設計相關技 術之合作與交流。

為了搭配學術研究需要以及產業未來發展, CIC 引進多項產業界廣泛使用的晶片與系統設計 的電腦輔助設計軟體,以及多項矽智財(IP)資 料庫,免費提供學校申請使用,並分別針對前段 設計、實體設計、快速雛形設計、系統技術設 計、嵌入式軟體設計等需求,整合設計軟體、規 劃並建立完整的晶片及系統設計流程與環境,藉 以提升晶片及系統設計的效率,並且提供設計者 於設計時所需的技術支援、訓練課程、快速雛形 驗證環境與設計環境之維護等服務,包含了設計 資料庫之整合、設計環境技術資料檔的建立、設

> 計軟體之使用流程規劃與管 理、軟體安裝更新與使用諮 詢、設計軟體與設計流程之訓 練、伺服器之管理維護諮詢、 快速雛形驗證設備之提供與技 術支援、單晶片系統(System on a Chip)的整合設計環境、 矽智財模組的規範與建立、軟 硬體共同設計環境、驗證平台 之建立以及設計範例之提供等 多項設計技術支援。

#### 晶片製作及測試

為達資源共享及有效節約成本, CIC 自八十 二年開始以「多計劃晶片」(Multi-Project Chip, MPC)方式,整合不同設計案於同一套光罩,並 委由國內外晶圓廠製作後,依不同設計切割封裝, 以提升國內雛形品實作能力。為配合我國 IC 產業 發展需求及培育晶片設計實作人才, CIC 依年度規 劃各類成熟及先進製程,建構製程相關之實作環 境,進行相關軟體環境及元件庫驗證並提供下線諮 詢服務,以協助教育性、前瞻性雛形品製作。因 此,數位、類比或射頻晶片設計者皆可選擇適當之 CMOS、BiCMOS 或化合物半導體製程,以滿足各 類晶片之設計需求。未來將進一步結合國外相關機 構,推展國際性業務。在晶片測試方面,為協助晶 片雛形品驗證工作及降低測試設備重複投資,CIC 設置有晶片測試實驗室,提供數位晶片、混合訊號 及射頻晶片量測系統。目前擁有安捷倫(Agilent) 93000 測試系統供數位及混合信號晶片測試,以及 MEMS 測 試 環 境: optical profiler, MEMS motion analyzer 等。針對射頻電路設計, CIC 亦陸續建構 高頻參數量測、射頻模型粹取、功率及雜訊量測及 通訊晶片量測等系統,以提供元件至系統晶片之驗 證。量測實驗室亦提供電路板雕刻機、打線機等後 段製作服務。

#### 教育訓練及推廣

為培訓晶片及系統設計人才,中心每年利用 寒暑假期針對各種不同設計方式對學術界分別開設 Full Custom IC design \ Cell-Based IC design \ FPGA design \ RF/MM design \ CMOS MEMS \ IC Testing SoC design 及 Embedded Software 開發等訓練課程。除學術界訓練課程之外,亦開設 E-Learning 訓練課程,以減低人才培訓的成本, 縮短學習曲線。另外也邀請國內外專家學者開設 進階的訓練課程及研討會。此外中心定期出版相關 刊物,供學術界與業界參考。為使各種資訊交流更 為便利有效, CIC 設有網站(http://www.cic.org. tw)以提供技術諮詢與交流、晶片設計軟體申請與 下載、晶片製作申請與製程資料下載、儀器設備預 約、上課報名等各類服務。另外也出版 Enews、





年報、各種訓練教材、晶片設計成果論文集、研討 會論文集等出版品供各界參考使用。

#### 聯盟教授簡報、產學交流

在企業簡報之後,參訪教授亦簡介其個人研究專長,聯盟此次參與活動的教師有台灣大學:吳瑞北教授、吳宗霖教授、邱奕鵬教授、交通大學郭建男教授、高雄大學龐一心教授、高雄第一科大許耀文教授,現場由每位教師提供一頁簡介,並略述其專長領域、近年執行的計畫及選列幾篇重要研究論著,並針對 CIC 之研發、產品等技術相關提出問題以及擘畫未來合作的方向。期許藉由產、學雙方交流而更了解彼此,雙方並就研發的方向、政策規畫、人才培育等相關議題做討論交流。

## 實驗室參觀-異質整合量測實驗室、混合訊號測試實驗室

為達資源共享及有效節約成本,CIC 自八十二年開始以「多計劃晶片」(Multi-Project Chip,MPC)方式,整合不同設計案於同一套光罩,並委由國內外晶圓廠製作後,依不同設計切割封裝,以提升國內雛形品實作能力。為配合我國 IC 產業發展需求及培育晶片設計實作人才,CIC 依年度規劃各類成熟及先進製程,建構製程相關之實作環

境,進行相關軟體環境及元件庫驗證並提供下線諮 詢服務,以協助教育性、前瞻性雛形品製作。因 此,數位、類比或射頻晶片設計者皆可選擇適當之 CMOS、BiCMOS 或化合物半導體製程,以滿足各 類晶片之設計需求。未來將進一步結合國外相關機 構,推展國際性業務。在晶片測試方面,為協助晶 片雛形品驗證工作及降低測試設備重複投資,CIC 設置有晶片測試實驗室,提供數位晶片、混合訊號 及射頻晶片量測系統。目前擁有安捷倫(Agilent) 93000 測試系統供數位及混合信號晶片測試,以及 MEMS 測試環境: optical profiler、MEMS motion analyzer 等。針對射頻電路設計,中心亦陸續建構 高頻參數量測、射頻模型萃取、功率及雜訊量測及 通訊晶片量測等系統,以提供元件至系統晶片之驗 證。量測實驗室亦提供電路板雕刻機、打線機等後 段製作服務。

過去幾年來「國家晶片系統設計中心」的工作重點在於協助學術界建立晶片及系統的設計與實作環境並提升設計技術,主要偏重在基礎的技術開發與服務。未來除持續培育晶片系統設計優質人才與提升晶片系統設計前瞻技術外,亦將配合產業未來發展需求,與各界合作研發晶片及系統設計相關的前瞻技術,使「國家晶片系統設計中心」成為「學術界研究、產業界發展的重要資源及具國際地位的技術研發機構」,達成世界級國家實驗室的願景,成為晶片系統設計研發與服務的重鎮。





# - 專訪林茂昌 讓新漢乘著物聯網起飛 ....

聯盟特約記者/蘇思云

#### 前言

物聯網(IoT)一詞,無疑是近年產 業大熱門,連一般民眾都可以琅琅上口, 然而深究物聯網內涵卻並不簡單。物聯網 並非仰賴單一產品,而是必須結合資通 訊、機械、自動化等技術,讓各樣物品藉 由安裝感測器、記錄訊息,並透過雲端彙 整這些搜集而來的資訊,進一步透過大數 據分析,提供消費者新型服務,考驗的正 是跨界整合的能力。那麼面對物聯網開啟

的機會,產業界又如何乘 勢而起?

電磁聯盟有幸於今 (2017)年採訪新漢董 事長林茂昌,林茂昌畢業 於台大電機系、交通大學 管理科學研究所,曾任職 濟業電子、神達電腦,因 緣際會下,林茂昌於三十 七歲創業成立新漢。新漢 早期以圖形工作站、工業 電腦起家,如今公司邁入 第二十五年, 跨足工業 4.0 解決方案、智慧機器 人、車聯網等領域。今年 三月更與中國固高科技合 作,成立合資公司「新固 興」,期能進一步拓展業 務規模。



#### 從電機轉戰管理 有幸貴人相助創業

談到求學經歷,林茂昌笑稱自己以前是放牛的孩子,「我以前住在台中外埔鄉,農忙季節便幫忙在田裡除草。」大學考上電機系後,自由的學風讓林茂昌發現自己對於人文更有興趣,「當時交大給工科學生另外一個選擇,入學考還是考物理、微積分,其他會計學門則是入學後再補修。」林茂昌便考取交大管理科學研究所,從電機轉戰管理。

畢業後,林茂昌短暫進入電話機公司濟業服務,離職時,研究所同班同學鄭志凱在神達電腦擔任總經理特別助理,便説服林茂昌來神達電腦試試,因此讓林茂昌走入資訊業。林茂昌在神達電腦做到協理,帶領個人電腦(PC)系統事業部,營收佔比高達八成,但最後因為高層人士異動,林茂昌決定與一群老同事離職創業,新漢便在1992年成立。

回想創業初期,林茂昌跑了好幾家公司做簡報、找資金,當時,致福電子是最後一個名單。 林茂昌很感謝致福電子的總經理林正泰,願意投入 資金支持新漢。在林正泰力挺下,新漢成立初期的 購料與製造都由致福代勞,連財會報表都由致福製 作。「林正泰是我電機系同學,當時如果沒有他支 持,新漢就不會成立。」後來致福的股份,就由林 正泰承接,成為新漢的董事與大股東。

#### 上櫃前遭逢網路泡沫 深耕經營搏轉型

林茂昌認為創業之初,最重要的是先讓公司 活下來,「大市場裡面的小蝦米只會被吃掉,但看 準小市場,搞不好會有自己一席之地。」因此,新 漢成立之初,林茂昌決定從高階圖形工作站做起。

高階圖形工作站屬於當時個人電腦中的利基市場。林茂昌回憶,當時開發 486 的工作站,為了追求強大的繪圖功能,用料比個人電腦貴很多,市場銷售不如預期,好在蘋果創辦人賈伯斯(Steve Jobs)當時成立 NeXT,其作業系統為 Nextstep,後來推出 80486 的版本,就是 Nextstep486,其經銷商 CANON USA 意外發現新漢這項產品是Nextstep486 的最佳載台。林茂昌提到,「當時CANON USA 訂單一下就是一萬多片,一年就有一億多元營業額,靠著 NeXT 這筆大訂單,讓新

漢活過前三年。」當時新漢的規模,經過後來的縮編,加上林茂昌自己,只剩下四個人。

1995年起,新漢正式跨足工業電腦領域。林茂昌指出,工業電腦講究穩定性,因為是控制另一個更重要的系統。林茂昌舉例,「譬如放到 ATM,就是控制吐鈔票,不能因為天氣太熱或太冷吐不出鈔票。」林茂昌進一步説明,「工業等級就是在無人操作、無人生存的地方還要運作,控制現場必須二十四小時不停機,必須把溫度、濕度、震動、粉塵等惡劣因素都考慮進去。」

沒想到在準備上櫃前,新漢碰到 2000 年的網路泡沫。由於當時新漢的四大客戶,都是網通企業,佔比超過一半營收,影響甚大。但與半導體、網路產業相比,同時期的工業電腦產業幾乎未受影響,因此網路泡沫期間,其他競爭者仍有不少成長。

林茂昌用蛋糕比喻工業電腦產業,「我們後來檢討認為我們雖然是工業電腦廠商,但當時只專注在蛋糕上面最好的那一層,忽略下層一整塊蛋糕。網路泡沫就像一陣強風刮掉了最上面一層,當時體會到我們要繼續深耕經營才行。」因此,新漢陸續投注更多心力在工業電腦領域,召募相關人才,進而開發網安、網通、車聯網相關產品。雖然相較同業晚了幾年,但也順利在 2007 年上櫃。

#### 用 EtherCAT 讓機器說同一種語言

隨著人力成本的上升以及工廠生產管理流程日益複雜,新漢便從中看到「EtherCAT」(乙太網控制自動化技術)的機會,企圖落實工業 4.0 的精神,讓企業的生產過程不只自動化,還要智慧化,除了即時掌握生產流程相關數據,還要能提高生產效率。

林茂昌解釋,打造智慧工廠需要奠基於既有的設備與系統,連結所有機械實現智慧製造。過去工廠自動化主要由德國西門子(Siemens)、美國洛克威爾(Rockwell)以及 Beckhoff等公司主導,EtherCAT 便是其中一項由大廠所制定而架構在 Ethernet 硬體之上的工業通訊協定。那麼 EtherCAT 究竟可以如何應用?林茂昌進一步説明,「工廠現場有許多機器需要互相傳輸資訊,



新漢董事長林茂昌介紹公司產業應用



林茂昌提到 responsive store 概念,商店可以裝設具有 記錄影像功能的感測器,讓老闆知道哪些東西是客人 可能最有興趣的, 進而改善放置區域。

EtherCAT 可以想像是一組標準、一種共通語言, 讓這些機器可以互相溝通。」

林茂昌指出,新漢的 EtherCAT 系列產品可 以作為自動化的重要架構,只要擁有「EtherCAT Master」的技術,不僅可以控制主站,也可以延 伸下去控制許多從站,進而達到分散式控制。過去 需要倚賴運動卡(motion card)的中央控制,很 大問題是由於需要發出許多訊號,造成現場處處有 一大捆訊號線,又礙於訊號線性質,無法延長線路 長度。林茂昌説,「現在 EtherCAT 一次延伸可以 一百公尺,節省配線外,還可同時把幾十個點連在 一起,讓佔地廣大的工廠可以同步動起來。」

除此之外, EtherCAT Master 也可以用來製 作控制器,控制智慧機械、機器人等。 林茂昌 解釋,過去全世界的機器人主要由日本發那科 (FANUC)、安川電機(YASKAWA)、德國庫卡 (KUKA)、瑞士 ABB (AseaBrownBoveri) 等四 大家族掌握,封閉體系的特性讓客戶無法拿到完整 的開發套件為機器人寫新程式,不同廠牌的機器人 之間更完全不相容。然而,有了 EtherCAT 標準之 後,無論是製造商、系統整合商以及終端用戶,都 可以在開放架構上開發與整合更多的功能與產品, 也讓機器人更能與時俱進,更可以做到產業分工蓬 勃發展。林茂昌認為,透過 EtherCAT 平台,「每 一個人都可以自己寫機器人應用程式,不再像過去 依賴四大家族。」

林茂昌補充道,「等於用 EtherCAT 之後, 在溝通、自動化、機器控制方面,全部都是 EtherCAT 標準,整個體系用 EtherCAT 貫穿。就 像一個新的 PC 時代出現。」

#### 開發教育用機器人模擬器 IoT Studio 打通物聯網關節

隨著新漢目前開發的 EtherCAT 控制器可以控 制越來越多軸的機器人,林茂昌更興致勃勃提到, 新漢也投入教育用機器人模擬器的開發,主要提供 給有需求的大專院校,為的就是讓學生可以更方便 學習寫出機器人應用程式。

進入新漢產品展示館中,林茂昌一邊介紹 道,「我們讓學校可以免費下載開發套件,並設計 出一套軟體模擬器,讓學生寫好機器人程式後,透 過模擬器檢測,確定程式做到一定成熟度,然後 再透過硬體模擬器來優化程式。」 林茂昌指著一個 六軸模擬器説道,「這相當於機器人手臂的六個關 節,透過硬體模擬器,可以讓使用者準確了解每一 個軸、每一個動作的座標位置,若有錯也會馬上標 示出讓學生再做修正。」

透過可以遠端支援的模擬器,林茂昌認為過 去學校有電腦教室,也許未來也會出現機器人教 室。「透過五六台模擬器,讓學生在學校就有機會 直接寫出相當成熟的應用程式,之後就可以在真正 的機器人上運作。」

除此之外,新漢也推出 NEXCOM IoT Studio 連網軟體工具免費下載,為的就是要打通物聯網 的關節,讓開發人員可以迅速完成連線設定。林 茂昌認為,「物聯網面臨的不只是橫向平台相容 性問題,縱向從感測器到雲端也都需要打通, NEXCOM IoT Studio 就是想定辦法先納入一些常 用的通訊協定(Protocol),讓使用者只要寫好應 用程式,就可以即插即用,縮短開發週期時間。」

他以新漢在中國的應用為例,「中國醫院目前使用的洗腎解決方案,讓病人從量血壓、心跳、血糖到使用耗材的消耗情形,不再倚賴人力抄寫,感測器全部會記錄下來。是一個物聯網在醫療的典型應用。」林茂昌認為物聯網將會繼續發展,未來感測器甚至可能佈滿地球表面,如同地球的眼睛鼻子皮膚一般,除了精準記錄下各處的影像、溫度、濕度之外,還可幫助人們做出判斷、更具執行力而成為所謂的智能星球(Smart Planet)。

#### 兩岸合作 須善用自身優勢

在新漢展示館中,林茂昌曾在歷史介紹區寫下一段話:「我有一個夢,當大國有夢,台灣人的夢可以更精彩,當台灣有夢,新漢人的夢可以更精彩。」林茂昌認為,台灣擁有政治、經濟戰略地位,站在大國的肩膀上,更能趁勢起飛。

談到兩岸在物聯網上的發展,林茂昌認為,雖然中國具有後發優勢,同時具有強勁的創業能量,但台灣三十年來累積的經驗,在專業度、管理方面、國際化經營能力、服務上都有其優勢,必須善加把握。

林茂昌以新漢與中國固高科技合資的重慶「新固興公司」為例,「固高本身是研究型公司,也是機器人專家,固高已經在重慶發展整個機器人生態系統。而我們有 EtherCAT 開放架構,有物聯網技術,再加上我們的產品規劃、全球銷售經驗,可以跟他們互補。」

而問到對於創業的看法,林茂昌認為,近年來年輕人創業蔚為風潮,但以自身經驗觀之,林茂昌建議年輕人先工作幾年,再找創業夥伴。「隨口說說的志同道合,跟一起工作是不一樣的,因為每個人對於工作的想法作法、價值觀與人格特質、對風險接受程度都不同。如果可以先在公司中合作過、知道彼此想法,再來挑選合適的人,這個團隊才比較容易成功。」

#### 人才培育 面對挑戰蝦咪攏不驚

展望未來,林茂昌認為台灣當務之急是要把 人才培養出來,「現在找人才不易,許多新的技術 人才,尤其是工業 4.0 的人才,我們需要自己培 養,若相關機構能訓練人才,也許能設計一套機制,讓受訓後的人之後都可以進入所有業界作為工業 4.0 的種子。」林茂昌認為,人才有了,台灣就有機會在工業 4.0 做到整廠解決方案的技術自主,也才有可能進一步做整廠輸出。

而對於電磁聯盟的師生,林茂昌認為,電磁 波、電磁產品,因為晶片頻率越來越高,在現今社 會已經成為產業與生活的「新常態」,其相關技術 的應用層面越加廣泛,林茂昌建議同學們掌握既有 所學知識,除此之外,還需要結合行業應用,才能 真正發揮所長。

新漢展示館中,有一面牆標題大大寫著「向前行,蝦咪攏不驚」。林茂昌笑著回憶,準備創立新漢時,把原有大車拿去換成小車,汽車業務員當時給了自己一捲錄音帶,正是林強紅極一時的《向前走》,林茂昌説「衝著那首歌就這樣創業了」。也許,歌詞中人人印象深刻的那句「向前行,蝦咪攏不驚。」便也是林茂昌帶領新漢,在物聯網浪潮下不斷開創新業務的信念。

#### 林茂昌博士 簡歷

#### 現任

• 新漢股份有限公司董事長

#### 學歷

- 國立交通大學管理科學研究所(1980)
- 國立臺灣大學電機工程系工程組(1978)
- 台中一中第 35 屆畢業 (1974)

#### 經歷

- 創業成立新漢股份有限公司 董事長(1992-)
- 神達電腦股份有限公司系統事業部協理(1990-1992)
- 神逹電腦股份有限公司產品規劃處資深經理(1986-1990)
- 神達電腦股份有限公司特別助理(1984-1986)
- 濟業電子股份有限公司特別助理(1982-1984)

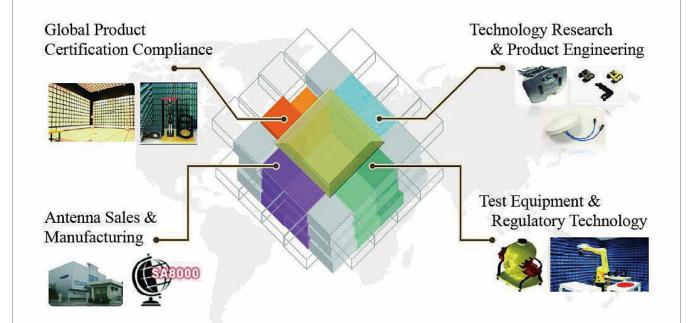
#### 近年事蹟

- 新漢電腦在 OTC 櫃買中心掛牌(2007)
- 領先全國,全力投入工業 4.0,包含自動化、機器人、與物 聯網(2013)
- 新漢合併營收 NT\$ 61 億(2016)
- 關係企業「物聯雲股份有限公司」開放物聯網、機器人開發套件免費下載(NEXCOM IoT Studio、NexRobo),以及垂直應用如視訊軟體、數位看板軟體之免費下載(ToGazer、PowerDigiS)(2016.6)



## 耀登集團

## Auden Techno Corp.



#### 招募職缺:

- 1.天線電氣/RF電路 設計工程師(研發替代役)
- 2.天線研發高級工程師
- 3.生物醫療電子工程師 (研發替代役)
- 4.進口精密量測儀器FAE 工程師(研發替代役)

#### 招募對象:

電子/通訊/電機/生醫

#### 招募網址:

http://goo.gl/wP6aaR



沒有完美的狀態,只有不斷的超越 NO PERFECT STATUS, ALWAYS SEEK FOR BETTER

#### 耀登科技股份有限公司

公司地址:桃園市八德區和平路772巷19號 公司網址: http://www.auden.com.tw





#### 奇景光電股份有限公司 Himax Technologies, Inc.



# 奇景光電 106年研發替代役 強力登場

# 強力徵才職缺

- ◆ 數位 IC 設計工程師
- ◆ 類比 IC 設計工程師
- ◆ 演算法數位 IC 設計工程師
- ◆ 軟韌體設計工程師
- ⊕ 技術開發工程師
- ◆ 系統應用工程師
- ◆ SI / PI / EMC 工程師

- ◆ APR 工程師
- ⊕ EDA 工程師
- ⊕ IC Layout 工程師

#### ■徵才內容:

歡迎碩士以上,電機/電子/電信/資訊/通訊等理工科系人才加入

- ■詳細職缺:
  - 請上104人力網站查詢。
- ■履歷投遞:請上104人力網站 或 Email至 resume@himax.com.tw。
- ■準備文件:履歷自傳、大學&研究所成績單、論文&專題摘要。

#### 聯絡方式

新竹 紀小姐(03)5163276分機38113 E-mail:claire\_chi@himax.com.tw 台南 盧小姐(06)5050880分機58882 E-mail:shirley\_lu@himax.com.tw





# 2<sup>3</sup> 18 聯發科技 研替/應屆預聘正職



國際舞台 遍佈12餘國27個辦公據點,體驗跨國合作平台。

頂尖團隊 跨國組成參與新一代視訊壓縮國際標準HEVC的團隊,拿下 全球第4名佳績,且全球提案並已成為HEVC國際標準之一。

產品完整 市場主流產品(Phone/Tablet/Wearable等)佈局最完整的IC 設計公司,且全球市佔率皆在前三名內,營運穩健成長。

海外出差 研替人員服役期間出國率達68%,學習無國界。

薪資領先 碩士年薪100萬元起,博士年薪150萬元起領先同業。

彈性福利 提供自主報銷與選擇的福利補助、旅遊、健檢、社團 補助等皆領先同業。



更多2018研替/應屆預聘正職訊息 歡迎至官網查詢 careers.mediatek.com/eREC/



#### MAKE YOUR VISION A REALITY

夢想不再虛擬,成就即刻實境

# WE



#### 招募職缺

軟韌體研發/無線通訊射頻 數據分析/機器視覺/自動控制 通訊研發/硬體研發/聲學研發

# 2018 華碩電腦 徵才說明會暨博覽會

#### 招募對象

資工/電子/電機 電控/電信/通訊 相關科系研究所以上未役同學

#### 09/28 @

#### 清華大學

說明會 13:10 - 13:50 台達館107室

#### 09/28@

#### 台灣大學

說明會 13:10 - 13:50 綜合研究大樓一樓 RB-102 國際會議廳

#### 10/15 @

#### 成功大學

博覽會 10:00 - 15:00 光復校區 中正堂

#### 09/28 @

#### 交通大學 說明會

13:10 - 13:50 綜合研究大樓一樓 RB-102 國際會議廳

### 10/26 @

#### 台灣科技大學

說明會 12:20 - 13:10 綜合研究大樓一樓 RB-102 國際會議廳





華碩人才網 http://hr-recruit.asus.com/ 請勾選:「2017研發替代役人員」類別選擇適合您的職缺唷!





#### 數位韌體工程師 X1

- 電子、電機、通訊、通信、資工相關科系畢
- 熟悉程式設計 C、C++及單晶片使用
- 熟悉電路設計及 OrCAD/Protel/PADS 使用
- 有 RTOS、DSP、FPGA、PCB layout 的設計 經驗尤佳

#### RF研發工程師 X2

- 電子、電機、通訊、電信相關科系畢
- 熟悉微波模擬軟體
- 對微波產品電路設計開發有興趣者

#### 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

#### 訓練與發展

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

#### 保障與關懷

- 勞保、健保、退休金提撥集團保
- 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

#### 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 社團活動及競賽
- 生日禮金、三節賀禮、特約廠商優惠
- 員工餐廳



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: 03-573335#2125/2108 Fax: 03-5777121

招募信箱:talents@mtigroup.com www.mtigroup.com

公司網址:www.mtigroup.com

世界的距離有多遠,由身懷絕技的您來做主~歡迎研發替代役加入我們的行列! 詳細職缺內容請至 104 網頁



報導

# 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,效益不偌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 130 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:

會員在各校的徵才説明會中,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。

#### 勘誤表 臺灣電磁產學聯盟通訊 NO.26 Jul. 2017

章節	頁數	錯誤訂正
主編的話	2	張麗鳳 技術長帶領 5G 團隊研究,其研究團隊應為資策會、中科院與工研院(非中研院)
專訪 - 張麗鳳 走在通訊世代的浪潮上	24	張麗鳳 技術長帶領 5G 團隊研究,其研究團隊應為資策會、中科院與工研院(非中研院)

#### 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  $\rightarrow$  關於聯盟  $\rightarrow$  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

#### 聯盟會員專屆

徵才媒合服務	<ul> <li>轉發徵才或實習訊息</li> <li>開放企業會員擺設徵才攤位</li> <li>於季刊中刊登徵才訊息</li> <li>可邀請聯盟教授於徵才説明會中致詞</li> <li>相關説明: <a href="http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=208">http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=208</a></li> </ul>
會員邀請演講	
會員舉辦季報	<ul> <li>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</li> <li>每次補助上限 8 萬元(補助金額由召集人決定)</li> <li>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。</li> <li>相關説明: <a href="http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=202">http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=202</a></li> </ul>



# 台灣科技大學電機系 馬自莊教授

#### **謹題**:

- 1. 異質陣列天線之整合與合成傳輸線應用
- 2. 超穎物質於主動自振盪天線之設計與應用



## 中央大學電機系 邱煥凱教授

#### 講題:

- 1. 傳輸線變壓器應用於整合式被動元件 與矽基積體電路設計
- 2. 微波頻率轉換電路之設計



#### 交通大學電機系 郭建男教授

#### 講題:

- 1.微波與毫米波頻段晶片間封裝連線設計
- 2.應用CMOS製程之兆赫波影像系統設計



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



# 2018冬季電磁能力認證測驗

- 一、測驗宗旨:建立全國普遍認同之基本電磁能力認證機制,協助學生就 業或升學時,能為企業或教師統一評估學生程度之管道。此測驗對於 考研究所的學生將成為重要有力證明,且已有大學採計此測驗為有利 審查資格。
- 二、參加對象:全國大專院校理工相關科系大學部學生,以大三、大四學生為主。
- 三、報名日期與方式:線上免費報名,網址為http://iempt.emedu.org.tw, 預計於2017年12月1日至2017年12月31日期間開放報名,額滿為止。
- 四、測驗日期與方式:2018年1月6日(星期六)上午10至12時,分為<u>初級及</u> 中高級測驗。統一線上測驗,詳細地點請上報名網站查詢。

#### 五、命題範圍:

電磁學基礎課程。

初級測驗內容包含:向量分析、靜電學、靜磁學、Maxwell's Equations。中高級測驗內容包含:向量分析、靜電學、靜磁學、Maxwell's Equations、平面波、頻域傳輸線、時域傳輸線、史密斯圖等電磁教學聯盟中心教材模組題庫(不含天線及波導)。

六、成績寄發日期與方式:預訂於2018年1月15日(星期一)前以E-mail方式通知。

七、獎項:考後頒發測驗證書。 初級測驗結果分二級(優等、通過)。 中高級測驗結果分四級(頂尖、特優、優等、良好)。

聯絡人:國立臺灣大學電信所 黃育芬小姐

電話: 02-33663700#201; E-mail: yufen831@ntu.edu.tw

主辦單位:臺灣電磁產學聯盟、臺大高速射頻與毫米波技術中心

協辦單位:國立臺灣海洋大學通訊與導航工程系、國立臺灣大學電機系、國立臺灣科技大學電機系、淡江大學電機系、國立中央大學電機系、中華科技大學航空電子系、國立交通大學電機系、國立中興大學電機工程系、逢甲大學通訊系與電機系、國立彰化師範大學電子工程系、國立中正大學電機系、國立嘉義大學電機系、國立高雄海洋科技大學電訊工程系、國立中山大學電機系與光電系、財團法人國家實驗研究院國家高速網路與計算中心

# 編輯小組

發行人 吳瑞北 總編輯 毛紹綱

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 新北市中和區板南路 496-6 號 1 樓

電話 +886-2-2221-2552 傳真 +886-2-2221-8872 e-mail nhsdneinfo@gmail.com





Taiwan Electromagnetic Industry-Academia Consortium Newsletter





















