



NO.41 Apr. 2021



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.



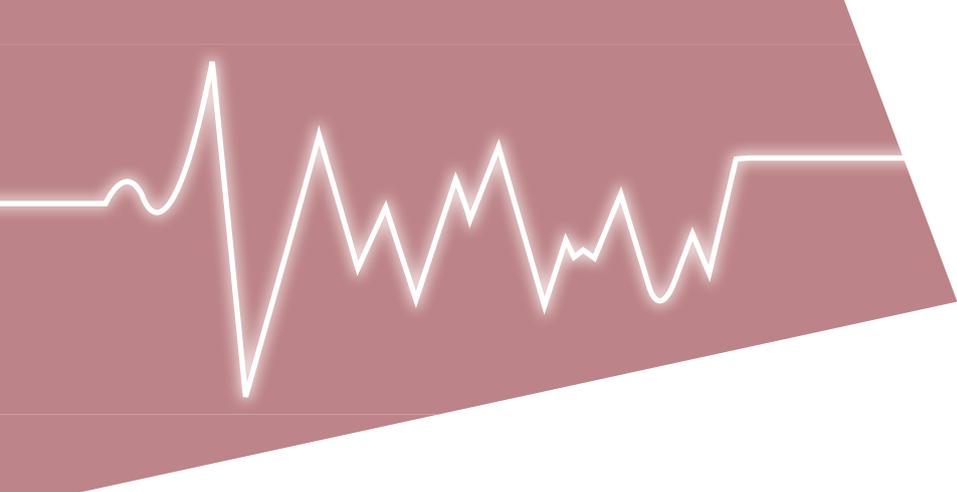
Quanta Computer



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
	活動報導 — 傑出講座
3	The Broadband Electrical Characteristic Measurement of Vertical Interconnects in Packaging / PCBs 元智大學電機工程學系 黃建彰教授
	電磁園地
5	創新科研島國突圍 共振全球產經脈動 — 第二十七屆東元獎頒獎典禮新聞稿
9	電磁學學習過程中的反饋機制
	活動報導 — 研討會
15	綠能產品電磁相容可靠度及碳足跡與產製登錄平台暨台灣電磁產學聯盟 IC-EMC Model SIG 研討會
17	2021 台灣電信年會 全國電信研討會、消息理論及通訊春季研討會與橋接未來電磁研討會
	活動報導 — 國際研討會連線報導
22	亞太微波會議 Asia-Pacific Microwave Conference
	專題報導
26	2021 冬季電磁能力認證測驗
	人物專訪
30	專訪欣興電子董事長曾子章：從新創走向 IC 載板全球龍頭
	企業徵才
35	欣興電子
36	奇景光電
37	台揚科技
38	國家中山科學研究院 資訊通信研究所
39	GARMIN
40	耀登集團
	動態報導 — 最新活動 & 消息
41	最新活動、儀器設備及實驗室借用優惠方案、聯盟會員專區
43	2021 傑出講座
44	2021 夏季電磁能力認證測驗



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，並特推選台灣大學陳士元教授、中央大學張鴻堃教授等兩位聯盟教授榮任 2021 年度傑出講座。傑出講座主講人將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！

2020 全國電信研討會、消息理論及通訊春季研討會與橋接未來電磁研討會於 2020 年 1 月 19 日至 1 月 22 日，於國立台灣大學博雅教學館舉行。台灣電信年會包含橋接未來電磁研討會與消息理論及通訊春季研討會，結合電信學門「電磁」、「通訊」、「訊號處理」及「網路」四個領域，並配合科技部辦理該年度的成果報告。橋接未來電磁研討會為國內最具規模的電磁技術精英交流平台。會議主要邀請國內主要的研究團隊、學者與業界專家進行專題報告及研究成果發表，內容包含前瞻且具備產業發展現況之課程講授，以及兼具未來微波與毫米波領域研究發展及產業之技能需求，期望以工程技術為基石，建立產官學研之橫向及縱向的發展橋樑。消息理論及通訊春季研討會為國內通訊學界重要研討會，本研討會已連續舉辦多年，每年分春季與秋季兩次舉行。參與會議的教授、學生、研究人員與產業界人士總數超過百人，對於最先進的消息理論及通訊技術的介紹與產學兩方面技術交流均有舉足輕重的地位。今年由於疫情關係，雖然不是於觀光飯店舉辦，但出席率依然不減，且反應相當熱絡。

本期人物專訪，電磁聯盟有幸於 2020 年 8 月專訪現為欣興電子董事長曾子章；在訪談中，曾子章分享他對台灣半導體產業的觀察，強調品質紀律、品質文化的重要，也回顧欣興走向全球載板龍頭企業的歷程，展望 6G 世代的半導體產業發展。曾子章表達對台灣學生投入高科技產業的期待，指出台灣人才素質高，即使不是理工本科出身，只要願意在社會大學花幾年努力學習，很有機會晉升公司主管大展長才、實現抱負。

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，敬請鎖定期季刊！

毛紹綱





傑出講座

The Broadband Electrical Characteristic Measurement of Vertical Interconnects in Packaging / PCBs

元智大學電機工程學系 黃建彰教授

聯盟特約記者／程冠潛

研發產品時首先第一件事情就是模擬以獲得產品概略的圖像。模擬完畢後需要驗證得到的結果是否正確，而「驗證」就是此次所討論的主題「量測」。若無經過量測驗證就無法確信模擬結果之真實性。雖然同一平面之量測技術發展已有些時日，但是垂直結構的並非如此。垂直結構的量測相較於同一平面之量測困難許多，在高頻時更是難上加難。以往在製作時因應用頻率低，並不會特地去考慮垂直結構的高頻特性。即使能夠幫助產品縮小體積，也僅測試直流部分有無導通，不會太在意損耗、反射等特性參數。但是現今的發展幾乎離不開「高頻」與「高速」的應用，電路中很多的傳輸損耗與干擾，或是訊號的減損，幾乎都發生於垂直連接結構之中，所以垂直連接結構的特性就顯得重要。電磁產學聯盟旨在針對產業界和學術界，希望能將電磁教育、研究和產業做一個結合，故於 12 月 16 日特別邀請元智大學電機工程學系黃建彰教授至龜山工業區欣興電子進行演講，與業界同仁分享寬頻之印刷電路板以及封裝的量測，並探討未來此技術之發展以及其應用。

演講開始時黃教授提及了模擬的重要性。電磁模擬在現今的技術需求下，於射頻產業界可說是每個人都會，也一定要會的技能，由此連帶著電磁模擬軟體也快速成長了起來。在模擬軟體中，最標準的軟體模擬架構為「有限元素法」(Finite Element Method)，此方法已經過很多的驗證也確實可用。而在眾多軟體中最具代表性的為 Ansys 公司的 HFSS。模擬軟體的使用需要對其背後原理有一定之理解，通常是有經驗的研究人員或工程師，依照

真實情況確切設定模擬所需的參數與條件，否則有可能得到錯誤的結論。

回到本次主題：量測。量測方法在垂直結構上，即便使用頻率低，仍必須使用探針進行量測。垂直結構本身的目的就是為了縮小產品，而縮小產品會使用到許多的微細結構。使用接頭引出進行量測並非不可行，但是會佔據許多印刷電路板的面積，與縮小產品的目的背道而馳。探針就非常適合應用於微細結構上的量測，現行技術已經可將探針間距縮小於 50 微米，特別是在「高精度」、「高密度」的封裝上。不過垂直結構在探針量測上會遭遇到困難如下：垂直結構為立體結構，但探針量測為平面式，且對於待測物平整度有一定之要求。如果是單埠量測則不成問題，反之雙埠量測則可能因印刷電路板之平整度不如預期而產生困難。執行上可能會造成量測不精確，甚至造成探針損壞，得不償失。雙埠量測在垂直結構上最理想的量測方式為雙面下針量測，以測得訊號的損耗以及反射。使用雙面下針的方式來進行雙埠量測仍有其他問題需要解決：技術發展時程上較單面下針晚，如何固定待測物以及維持待測物平整度不受固定方式影響，進而左右量測結果，都有待一一克服。

垂直結構的種類有很多：以矽基板當作中介層的 TSV (Through Silicon Via)、以玻璃當作連接媒介的 TGV (Through Glass Via)、錫球、同軸式通孔 Coaxial Via 等。因應垂直結構的種類，可以應用於許多種的封裝方式。垂直結構在層數變多以及頻率變高的情況下，其傳輸特性會接近傳輸線。如不理會此垂直結構的特性，會因為垂直結構



的阻抗不匹配等對於訊號有偌大的影響，縱使平面的設計再好都是徒勞，也可能延伸出訊號完整性（SI）、電源完整性（PI）以及電磁干擾（EMI）等問題。為了可以針對此結構進行設計，確保經過垂直結構的訊號能夠完整通過，就必須弄清楚垂直結構的特性。要定義出垂直結構的特性需要經過兩步驟：一是要有精確的材料參數以及尺寸，基於馬克斯威方程式以及有限元素法進行電磁模擬。二是使用網路分析儀以及探針的方式進行量測驗證，其中「校正」為影響結果精確度之關鍵。

目前的量測可用兩種方式來進行：現有技術較為純熟、成本較為低廉但是耗時的單面下針量測，以及成本較為高昂但省時、直覺的雙面下針量測。單面下針量測需要一組單面傳輸線，以及帶有 2 組 Via 的三等份等長傳輸線。雖然不需要升級機台即可進行量測，為了取得特性參數卻需要進行總計三次的校正與計算，多出另一組校正件則又浪費了許多面積，且不適用於製程中量測。在研發階段可行，但多花了校正件製作成本與量測時間成本，在量產時會大大減低效率。雙面下針量測可以省下單面下針量測多餘的時間以

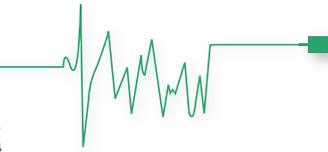
及製作校正件多餘的寶貴面積，不過有些許條件限制，例如需要寬頻且精準的短路開路負載校正（SOLR Calibration），且負載在毫米波頻段以上會產生較明顯之寄生效應，降低了校正的精準度。微波頻段的校正精度符合現行需求，未來頻率向上延展至毫米波頻段以上，雙面下針量測依然需要解決此問題。

鑒於高科技產品的功能日漸強大，在體積維持一定甚至需要縮小體積的情況下，加上高頻、高速的應用，垂直結構在不論是半導體或是印刷電路板的 3D 封裝技術與整合都愈趨重要。在製程當中如何確保垂直結構穩定性以及一致性高，在量測上如何去發展出相關的量測技術，皆需要多加探討、研究。模擬或是量測驗證對於產品的開發都至關重要，在研發階段或是在量產階段都是如此。只要有適當的校正，雙面下針量測的設備雖然較為昂貴且建置成本高，卻比單面下針提供了更省時方便且直接的方式來量測垂直結構。

本場傑出講座出席人員與黃教授之間有良好互動，問題討論熱烈、全員用心聽講，為產業界與學術界共同精進，創造更為美好的未來。■



電磁
園地



創新科研島國突圍

共振全球產經脈動

國產學者與海歸派花開並蒂，開啟新頁耀眼世界舞台
生命科學家打造台灣版諾亞方舟，反攻絕境守護世界熱帶植物
第二十七屆東元獎頒獎典禮新聞稿

東元科技文教基金會／蘇玉枝

發布日期 109 年 11 月 21 日

以「創造力」為核心價值的東元科技文教基金會，今日在松菸誠品表演廳舉行第 27 屆「東元獎」頒獎典禮。本屆科技類四大領域共有七位學者獲獎，不但打平上屆創下的歷屆最高紀錄，「國產學者」獲獎人數更首度超越海歸派，面對國內各大學博士班學生數持續走低，「國產學者」與海歸派在本屆「東元獎」科技類獎花開並蒂，對有意深耕台灣科研發展的年輕世代深具有啟發意義。人文類獎則頒發給清華大學講座教授李家維（2017 年的 11/21 日李家維教授在深夜駕車墜落 30 公尺深的溪谷失聯 32 小時，頒獎典禮當天剛好是三周年），表彰其籌畫建置「辜嚴倬雲熱帶植物保種中心」，推動台灣成為守護世界熱帶植物堅實堡壘的卓越貢獻。

典禮現場「單株抗體」國內外學者專家振興復健醫院副院長葉明陽、中央研究院 Steve Rofler（羅傳倫，東元獎第二十五屆得獎人）博士、鄭添祿（本屆生醫領域得獎人）、鄭添祿的學生莊國祥（目前是台北醫學大學的副教授），加上莊國祥的博士畢業生，代代相傳已承襲到第五代，可以說是目前台灣單株抗體研究成果豐碩且享譽國際的團隊，典禮中五代同堂且一起在台上合影，在單株抗體研究領域蔚為佳話。得獎人、貴人、恩師一同現身會場，也是典禮溫暖且意義殊勝的特色。

本屆「東元獎」科技類在「生醫／農業」、「電機／資訊／通訊」與「機械／能源／環境」

領域，同時有兩位學者脫穎而出，共同平分八十萬元獎金；僅「化工／材料」領域由清華大學材料科學工程學系特聘教授葉均蔚獨領風騷，主辦單位今年再度邀請中央研究院院長廖俊智擔任頒獎人。

「東元獎」自 1994 年創設至今，頒發獎金累計超過新台幣八千二百三十萬元（含本屆），陸續有一百五十五位學者專家獲得殊榮。本屆「生醫／農業」領域由高雄醫學大學講座教授兼研發長鄭添祿與台灣大學醫學院臨床醫學研究所講座教授兼任台大醫院副院長高嘉宏共同獲獎；「電機／資訊／通訊」領域交通大學終身講座教授兼副校長張翼與台灣大學電機系特聘教授兼電資學院副院長吳宗霖連袂摘下；台灣大學機械系終身特聘教授陳炳輝與工業技術研究院機械與機電系統研究所所長胡竹生則在「機械／能源／環境」領域同登榮耀。



值得一提的是，本屆科技類獎七位得主有四位是「國產學者」，在國內從小學攻讀到博士，卻在各自的領域引領全球研究風潮。葉均蔚發明「高熵合金」，打破千古煉金鐵律，開啟材料科學研究新頁；吳宗霖研製出世界最迷你且可抑制高頻無線傳輸雜訊干擾的電路元件；鄭添祿獨步全球開發出研發抗癌新藥的抗體鎖；高嘉宏是B型與C型肝炎病毒研究國際權威。四位得主都是從台灣出發，閃耀國際舞台的典範。

三位海歸派學者則審時度局掌握國際科研脈動，為台灣創新產業開創新局。張翼不但是台灣砷化鎵產業「開山鼻祖」，更是三五族複合物半導體產業的「動力火車」；陳炳輝透過研究成果技轉，為台灣打造兩家躋身全世界前五大的散熱模組廠商；胡竹生在 COVID-19 新冠肺炎病毒突襲全球的危急時刻，在四十天內協助政府迅速建置口罩國家隊，使我國成為國際防疫典範。

評審委員會主動遴選的人文類獎，今年以「物種保育」為遴選領域。李家維在台泥集團鼎力支持，2007年在屏東縣高樹鄉建置「辜嚴倬雲植物保種中心」，宛若台灣版的諾亞方舟，十四

年收藏接近 34,000 種熱帶和亞熱帶植物，成為全球物種最豐富的保種中心，為許多瀕臨絕種、甚至已找不到活體的植物，留下一線生機，吸引各國植物學家絡繹不絕到台灣探訪。

東元科技文教基金會董事長郭瑞嵩表示，「創造力」是東元基金會的核心價值，無論是創設「東元獎」，舉辦「Green Tech」國際競賽或「驚嘆號」台灣原住民族群永續教育，都是以激發「創造力」為主體，與本屆八位得獎者透過科研創新，不畏艱難為台灣永續發展創造新局，雖千萬人吾往矣的精神不謀而合。尤其是 COVID-19 疫情席捲全球，與世界經濟脈動息息相通的島國台灣，更因創新科研得以從全球性窒息的產經困境突圍而出，這就是「創造力」生生不息的動能。

主辦單位在頒獎典禮結束之後，也特別邀請最新出爐的人文類獎得主李家維以「瀕危的生命界—全球拯救行動」為題發表演講，跟所有得獎人與應邀觀禮貴賓分享各國如何透過跨國合作，遏阻並搶救因人類活動而瀕臨觸發邊緣的第六次物種大滅絕。李家維更從「辜嚴倬雲熱帶植物保



種中心」帶來 40 株台灣捲瓣蘭（台灣特有種，國家接近受脅（NNT）級）與 40 株國家瀕危（NEN）級九九峰秋海棠。透過東元科技文教基金會贈與觀禮貴賓，呼籲大家共同照顧愛護瀕危植物，讓保種活動開枝散葉。

科技類獎

電機 | 資訊 | 通訊科技領域 — 張翼

無中生有，從互相到互信，鏈結國際的創新先鋒

從木材貿易商之子到台灣半導體產業開路先鋒，似乎有股力量在冥冥之中，導引交通大學副校長張翼的研究生涯。若不是博士班指導教授因故離職，讓他從研究金屬材料轉攻電子材料；若不是已故交通大學校長張俊彥當年用一個便當，把被業界挖角的張翼再「騙回」校園，持續創新研發並源源不斷培育人才，台灣奠基於砷化鎵三五複合物的無線通訊產業發展史可能要全面改寫。

電機 | 資訊 | 通訊科技領域 — 吳宗霖

因挫折而堅韌，證道研究為產業所用的苦行僧

台灣俗諺「一時風，駛一時船」，教人做事應掌握時機，順勢而為。二十五年前頂著最高學府博士光環，意氣風發踏出校門的台灣大學電機資訊學院副院長吳宗霖，從沒想過「畢業即失業」會發生在自己身上。因謀求教職接連碰壁，他不得不掄起船槳，在茫茫大海搖槳前進，轉個彎棲身產業界賺錢養家。塞翁失馬，焉知非福！三年的產業實務經驗意外形塑出風起時刻，奔航浩瀚學海最穩定的船舵，引領他像苦行僧般的追夢踏實，從小咖教授蛻變成電磁相容領域國際大師。

機械 | 能源 | 環境科技領域 — 陳炳輝

拒絕向 NO 俯首稱臣 瞄準全球跨域出擊的挑戰者

當眾人稱羨的人生勝利組，突然獲知至親罹患無法根治的罕見疾病，在晴天霹靂之後，面對陰霾鋪天蓋地席捲而來，台灣大學機械工程學系終身特聘教授陳炳輝卻沒被老天爺重拳偷襲倒

地，而是在快速重整思緒後振奮雙臂撥開滿天烏雲，從微機電研究跨域挑戰生命科學，鑽研疾病檢測診斷技術，透過及早診斷協助病患及早接受治療，預防病情惡化。因為他不希望自己和家人輸給命運，更不願再看到有人被僅有的百萬分之一的不幸偷襲。更因此把研究視野從小我延伸到大我，奔波於各大學校園探尋可以讓台灣產業站上世界舞台的新創團隊，為自己圓夢，也為台灣的未來追夢。

機械 | 能源 | 環境科技領域 — 胡竹生

飛天跑地台灣 No.1 勇闖無人世界的冒險者

2019 年 9 月 4 日是台灣開發自駕車劃時代的里程碑，工業技術研究院機械與機電系統研究所拿到全國第一張自駕車牌照「Taiwan No.0001」，正式在開放場域上路！重要推手就是所長胡竹生，在短短四年內號召機械、車輛電子、電機和資通訊等技術專家打造出自駕車的黃金陣容，吸引日本與瑞典等國車廠爭相合作。機械所的機器人與無人機等榮獲全球百大科技研發獎等 4 項國際獎項。眷村子弟出身的胡竹生努力打造科技冒險天堂，讓台灣科技產業高飛。

材料 | 化工科技領域 — 葉均蔚

打破千古煉金鐵律，開創材料學新領域的領航者

雖然不像義大利科學家伽利略在十七世紀因支持波蘭天文學家哥白尼的「地動說」，遭羅馬教廷以違反聖經教義判處終身監禁那般的委屈困頓，清華大學材料科學工程學系特聘教授葉均蔚為了研究高熵合金，屢遭國內學術界冷嘲熱諷或打壓，歷程同樣備極艱辛。從被批評「高熵合金應打入烏山頭水庫永不翻身」，到被譽為「高熵合金之父」，二十五年沿路走來無畏風雨，用自己的黃金歲月為材料科學界淬鍊全新的合金時代。

生醫 | 農業科技領域 — 鄭添祿

把失敗當做成功的修練場，封印病魔的造鎖者

永不放棄是柔道的武術精神，但堅持不代

表過程不會遭遇失敗，而是不因失敗而放棄。因為競技擂台沒有永遠不敗的冠軍，卻隨時可能出現屢敗屢戰的冠軍。就如同高雄醫學大學生物醫學暨環境生物學系講座教授鄭添祿在研究抗體鎖（Hinge Lock）過程，經過兩年失敗卻從不曾放棄，關關難過、關關過，終於領先全球破繭而出。「我只要想到自己的想法最後能夠實現，心境就像是翱翔天際的飛鷹，這種快樂只能意會而無法言傳。」

生醫 | 農業科技領域 — 高嘉宏

定心傳承精準研究 追求無肝病時代的濟世醫者

肝炎曾被喻為台灣的國病，尤其是 40 年前因 B 型肝炎病毒肆虐，成為全球 B 型肝炎帶原率最高的國家。如果用棒球比賽比喻台灣對抗肝炎病毒的歷史，中央研究院已故院士宋瑞樓和陳定信師生兩人無庸置疑是這場戰役先發投手群，台灣大學醫學院臨床醫學研究所終身職特聘教授高嘉宏，受到宋瑞樓啟蒙進而追隨陳定信中繼登場，在 B 型肝炎被成功壓制之後，承接對抗 C 型肝炎的使命，更要承先啟後帶領年輕研究團隊終結肝炎病毒危害，打造台灣成為沒有肝病的美麗島。

人文類獎（遴選）— 李家維

先天下物種之憂而憂，隨宇宙萬象之樂而樂

過去 6 億年間地球曾歷經 5 次生物大滅絕，科學界在 1990 年代末期就開始警告第 6 次大滅絕危機可能降臨。近年來各種研究證實，不少物種已在人類來不及認識前就從地球永遠消失，如果不採取任何保護行動，現存近 40 萬種植物到本世紀末估計會有多達 3 分之 2 滅絕！李家維受台泥董事長辜成允及其母親辜嚴倬雲鼎力支持，2007 年於屏東縣高樹鄉建置「辜嚴倬雲植物保種中心」，宛若植物版的諾亞方舟，十四年來收藏接近 34,000 種熱帶和亞熱帶植物，物種豐富度為世界之最，許多在野外瀕臨絕種甚至已完全找不到活體的植物於此留下一線生機，來此探訪的各國植物學家絡繹不絕，成為台灣守護世界熱帶植物的堅實堡壘。

2017 年的 11 月 21 日李家維教授在深夜駕車墜落 30 公尺深的溪谷失聯 32 小時，頒獎典禮當天剛好是三周年，東元獎每年十一月初頒獎，今年因緣際會延至 11 月 21 日才頒發，這個巧合彌足珍貴。■■■





電磁園地

交通大學／蔡作敏教授

電磁學學習過程中的反饋機制

大學部電磁學課程的反饋機制

就本人觀察自己以及所任教的電機系大學生與研究生的學習過程中，規納大部分人的學習模式，可表示成圖 1 中的流程圖。老師想辦法教學生一些東西，學生想辦法理解，而這個理解再經過某種反饋的機制來對自己的理解進行修正。於是就在吸收知識以及自我反饋的循環中，達到逐漸增強的學習效果。在適當的教學情況下，學生反饋的力量會逐漸增強。強到這個反饋的力量就足夠讓自己成長後，老師的教學就會從最原始的灌輸知識，轉變成引導方向。例如研究所的教學就是老師指引方向，學生想辦法進行研究，主要的學習是從反饋而來。

依此想法分析目前大學課程的教學以及反饋機制，可得到圖 2 的結果。可以發現，老師的教學包含老師上課時的現場付出以及老師在備課時所準備的投影片。而反饋則是一些評分的機制。例如作業、期中考、期末考、小考、上課時的互動。一般而言，老師花大部分的時間在上課以及投影片上。期中、期末考、小考的部分，若負擔太大則有可能會請助教代勞。在這種架構下，可以發現，無論老師的教學，以及反饋都是由教授

來負擔。在有限的時間以及精力之下，不容易將課程的品質做有效的提升。在歷年教學改進計畫的產出，有投影片的提供（老師的教學部分），也有測驗的平台（另一種反饋的機制），可以稍為緩解此一困難。但教授的主要負擔仍為上課以及備課。然而在學生方面，若要在課後自行寫作業，則會發現原文書的題目都沒有解答，若要有反饋的效果，必須要有自我辯證的能力、或同學間組讀書會來進行大量討論，造成反饋的門檻變高。雖然學生在沒有解答的情況下進行大量討論的效果可以讓學生進行深度了解很好，但是在未入門學生的學習期間，就有這麼高的反饋門檻，反而會造成學生的集體放棄。因此，老師不易騰出更多心力改善，學生也無法努力起來，此為大學教學常見到的困境。

研究所以研究為導向的學習反饋機制

要討論系統配置所增加的學習效率程度，可以借鏡研究生的教學。舉本人研究生的經驗為例子，研究生的主要任務為完成研究，而教師教學以及學生反饋之間的關係，可以整理成圖 3 的流

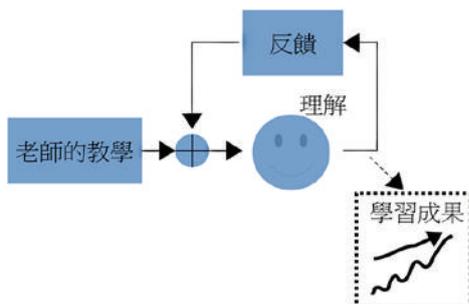


圖 1 大部分人的學習模式

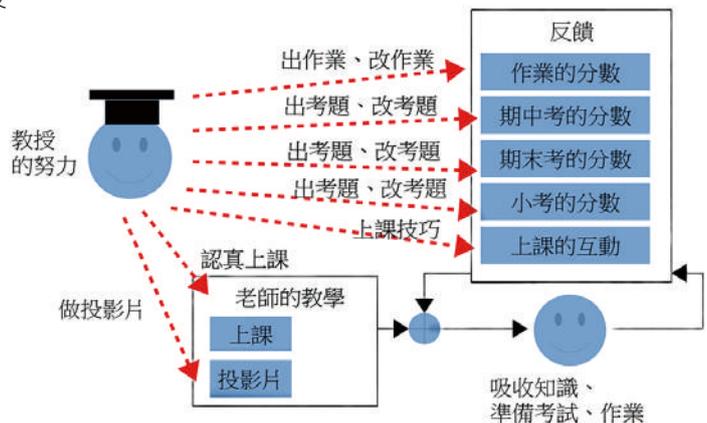


圖 2 大學課程的教學與反饋機制

程圖。在一開始上手之前，可能需要教授開的課程做為入門，或在 **meeting** 的時候進行教學。然而在上手之後，會開始著手進行研究（以本人的研究團隊為例子，學生做的研究可大致分為做電路以及寫程式這兩種）。研究的過程中，需要教授的意見，藉由提供經驗，或辯證來修正這些電路或程式。而最後，則是藉由電路特性以及程式的結果來進行評斷。

試著分析這種學習模式下，教授以及學生的負擔，教授同樣的需要上課以及 **meeting**。然而，在反饋的模式中，就從原本的考試、作業，變成實際的電路特性、程式結果。這些最終的反饋推手，則是需要符合社會的需求以及世界的趨勢，也就是自己做的研究是要有用的、夠好的。於是基於此種反饋，學生會主動的研讀論文以及做研究。比對圖 1 及圖 2 可以發現，大學生的學習，無論是教師的努力以及反饋，幾乎是由教授在維持，學生只是被動的依教授的需求做出反應。而研究生的學習以及反饋，則是由學生主導，教授主要是修正。因此負擔類似，但是學生的比重就增加了很多。另外，研究生的研究需和世界的研究進行比對，因此，研究就成了開放的環境，而非只是考試範圍的事情而已。

研究生模式的學習方式是非常有效率的。舉本人的個人學習歷程為例，在大學時期學習電磁學時，花了非常多心力。舉傳輸線來說，傳輸線的各種題目，都花了很多心思在做題目，電磁

學也拿到了不錯的分數。然而，在拿完學分後，仍有無法掌握此學問的感覺。一直到專題進行研究、需要利用傳輸線進行電路設計時，才會突然了解傳輸線特性阻抗和阻抗匹配的關係，開路殘帶（Open stub）以及短路殘帶（Short stub）對阻抗的影響。除了申請人的經驗之外，在任教這六年間，也觀察到非常多研究生，在接觸到實際的研究例子後，自身的理論背景在很短的時間內，就全部學習理解，程度突飛猛進的例子。

在此比對圖 1 以及圖 2 的學習流程中，可以發現，這兩種學習的方法，最大的差異就是在於回饋機制，研究生的研究本身，就充滿了種種的回饋機制，例如電路不能動，程式跑不出來。想辦法解決這些問題需要透過嘗試、思考，可能在短短幾天之間，就來來回回做了好幾次的嘗試。因此回饋機制造成正向的加乘作用非常有用。回饋越多，思考越多，學習越多，而這個回饋只需要維持適當的實驗室資源即可。因此要將大學的教學做系統配置的調整，主要的機制是要設計容易回饋的機制，此機制又要可以和現實層面（社會需求以及世界趨勢）接軌。這樣子就可以讓一般的教師用漸近的方式從傳統的教法過渡到以回饋為主的教學狀態。

強回饋－研究型的學習路徑

因此，若要將現有大學部電磁學的課程品質提升，可能最關鍵的環節，是在於回饋機制的設

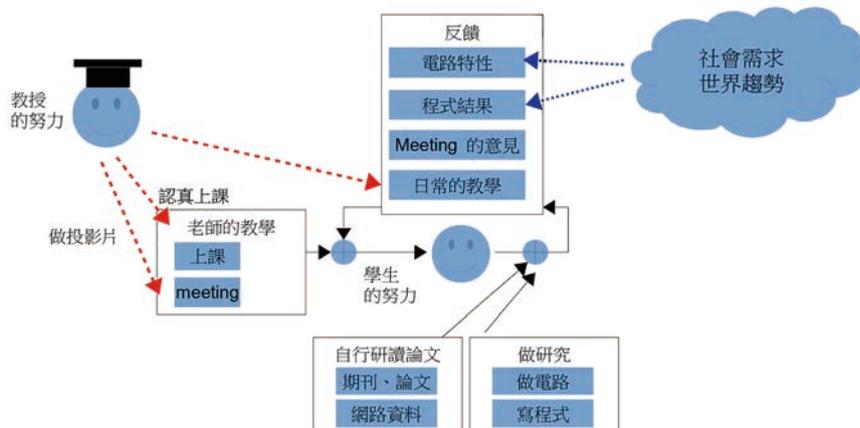


圖 3 本人研究生的學習機制

計以及維護。除此之外，這可能是會讓課程改善的一個關鍵。原因是大學的課程重點是要讓學生學習完之後，可以將所學到的知識應用出去。以電機工程的學科來說，也許是將此知識應用在工作場域，也許是創新新的技術，改善社會。

然而，近十年來，電機工程的技術發展非常快速，舉電磁的領域來說，大約三年就會有一次大型的技術革新。因此教科書的更新普遍不容易追趕得上技術的需求。舉電磁學為例，傳統的教科書重點在於把問題列式出來，然後再去解這些數學式，如圖 4(a) 所示。因此，要解答一個問題，需要通過列式能力的障礙以及數學計算能力的障礙。傳統上的認知是希望學生可以借由這些越過障礙來進行學習，或是篩選出比較具有思考能力的學生。然而，這些列式能力以及計算能力是針對解答題目進行優化。而題目又和現今電磁學的技術需求差距越來越大（因技術發展快速所致）。所以學生花了很多的時間，去練習和實際上電磁學技術需求相差很遠的解答技巧，因此造成學用落差不斷增大。再加上現在是知識爆炸的時代，學生有學習不完的知識，這些障礙就造成了學習上的阻礙以及學習意願的低落。而學生出社會找工作後，自然也發現這種問題，於是這種無力感逐代循環，導致學生的學習意願更加不斷低落，且教授的教學負擔也日益變高。再加上教

授研究負擔日益增加，使得教學的存在，對於科技的進步沒有太多的貢獻。

要改善這個問題，可以參考研究型的教學方法，如圖 4(b)，從需求做起，研究生會利用手邊的 EDA 工作，跑出模擬結果。當模擬結果不達需求，則會回過頭去強化電磁學的概念。因此這種反饋雖然是弱反饋，但非常即時，所以反饋的次數遠大於傳統的期中、期末考反饋模式。因此學生的討論、學習狀況在這個時候的效能最高。而最後實際的成果討論，更是能讓研究生更上一層樓的捷徑。所以，加強反饋的方式來做學習，可以讓大學生在大學時期，就有了研究基礎概念，而且也可以掌握自己學習的步調並且了解科技脈動與社會的需求，所以這種強化回饋的改善方式，對於目前工程學科的教學而言，是重要且急迫的。

電磁學課綱的演進及其在研究上的反饋機制

電磁學由於範圍很廣，所以普遍分成二到三段課程（電磁一、電磁二，或再加上相關電磁選修）。而電磁一需要在短時間建立學生的基礎觀念，並且提升學生對電磁學的興趣，因此是一個極具挑戰性的課程。在傳統上，電磁學一的範圍包含（以經典教科書 Chen, Field and Wave Electromagnetics 為例）：

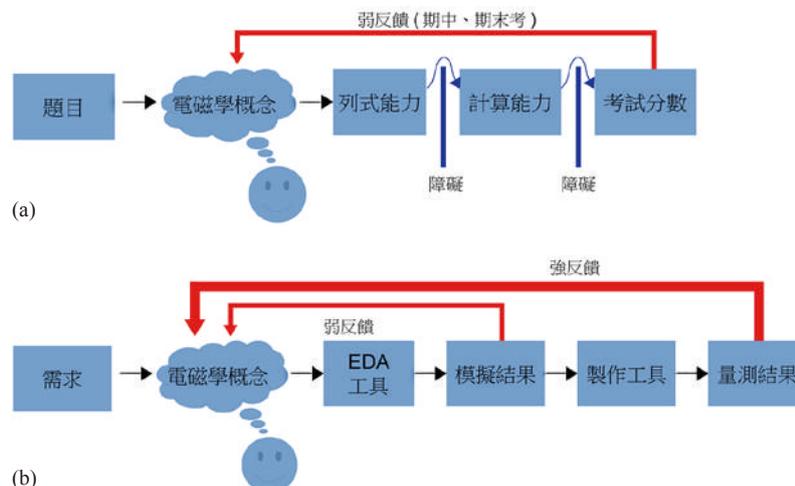


圖 4 (a) 傳統的解題需求、障礙及回饋分析 (b) 研究型學習的回饋分析

1. 向量分析
2. 靜電
3. 靜電問題特解
4. 靜電流
5. 靜磁

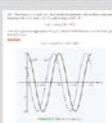
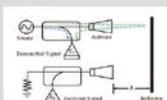
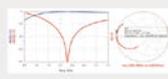
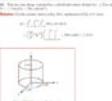
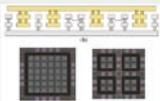
然此教學方式會在電磁學一的時候讓學生接觸過多的向量微積分運算，此微積分運算由於較為枯燥、學生的接受度已經逐年降低。加上近十年來，電磁領域的發展，已逐漸從場論解析演進到電路、系統設計。因此後來會有將目前研究議題最需要使用到的概念放到前面章節的電磁一課綱，如 Rao, *Elements of Engineering Electromagnetics* 就是一個例子，而台灣大學電機系亦多年使用此本教材。然而亦有不少學校是使用更生活化的課綱 Fawwaz T. Ulaby *Fundamentals of Applied Electromagnetics*。以此課綱為例列舉如下：

1. 波與相量
2. 傳輸線
3. 向量分析
4. 靜電
5. 時變場以及平面波（補充）

由於此課綱從波的特性出發，再加上電路學的電路分析技巧，很快的就可以直接讓學生接觸到傳輸線的章節。因為傳輸線的概念是微波電路的基礎，所以以此延伸，再加上一些例子，就可以讓學生比較快接觸到最近所發展的電磁領域的一些研究成果。

比對本課綱和傳統課綱的差別，會發現傳統課綱著重數學的計算，因此花了非常多的時間在進行微積分的計算練習，而現代課綱比較重視實例的討論。例如 Fawwaz T. Ulaby *Fundamentals of Applied Electromagnetics* 中，就有大量的實例解說，以及程式練習工具。然而，以電路等效化的電磁學概念來切入電磁學的觀點，會發現傳輸線其實有別於電阻、電容、電感之外另一種電路的元件，只是這個元件的組成較為複雜，例如特性在某種情況下（以入射、反射的想法來觀察），卻很容易掌握。這和向量微積分的關係就可以獨立出來。在可以運用傳輸線設計電路之後，學生將會好奇這些傳輸線的特性要如何掌握，於是就有了接續的向量分析以及場論的分析課程，讓學生可以從不同的架構中，學會如何計算出等效的電容、電阻值。再以此計算的值代入傳輸線

表 1 電磁學單元以及反饋機制

單元	傳統反饋機制 (課本習題)	與現實生活或研究相關議題 (舉例)
波與相量		干涉儀 
傳輸線		微波電路匹配  
向量分析		梯度、散度、旋度分析 
靜電		計算電容 
時變場及平面波		天線與雷達 

模型中加以分析或設計。電磁學一的最後，則是補充時變場以及平面波的概念以做為電磁學二之後課程的準備。

所以分析原始的課綱對應到回饋機制以及實際上研究會使用到的場域，我們可以得到表 1 的結果。在表 1 中，可以看得到傳統回饋機制是使用課本習題做引導。然而從表 1 可以清楚的發現，課本習題是一個過度簡化後的題目，而這個題目又為了讓學生可以使用計算機算得出來（考試需求），所以和現實的題目相差非常遙遠。以下逐一討論：

1. 波動章節，主要是要讓學生了解波的特性，波是有波長以及波速等行為，這些行為在空間上以及時間上都有重複的性質。由於可以相加，也有干涉的現象，所以也有駐波的形成。由於這些特性都有其規律性，所以只要掌握其規律性，就可以容易的掌握課本裡的題目，因此這些波動特性，舉例來說，使用波程差的相位，以觀察反射物的距離，就可以是一種經典的題目，讓學生可以有實際的計算能力，來利用這些波動的現象。
2. 傳輸線的章節，課本可能要學生代公式去解某一個頻率點的電路特性，然而現實生活中，大部分是不需要公式，而是需要以傳輸線的概念操作適當的工具來達成設計的目標。因此，會解答的同學不見得會設計電路。然而會設計電路的人，因為已經有了初步的概念。再回過頭去看簡化的問題，則會發現其實解答是很容易的。
3. 在向量分析的章節中，是學生最不易了解的章節，由於此章節需要一些抽象的思考，所以為了求精確，教學上多半是從微積分基本定理開始出發。雖然可以解析這些微積分運算子互換的功能，但實際上要如何使用，還是很少提及。然此向量分析若有現實的資料加以輔佐，可用於分析氣旋的大小（旋度計算），或者分析空污 PM2.5 和風向的關係（梯度計算），進而有機會定義出污染源的位置（散度）。因為每個人看到圖表都會有相對應的感覺，所以圖表對圖表的轉換，可以協助學生從數學式子過

渡到物理性質的應用。

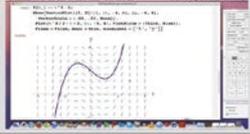
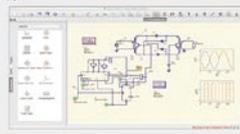
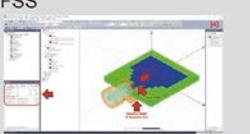
4. 靜電的章節中，最後章節的目標，是計算某一結構的電容值。電容是一個非重要的微波元件。然而課本的電容多半為球狀、柱狀或片狀，這也是為了要合乎所學習到的三種座標系。然而實際上的電容，如表 1 所示，是不規則狀的電容。而學習的目標也從「解出電容值」，轉化到「可以設計出電容」。以這種目標出發，就可以觸發非常多的思考。
5. 時變場及平面波，其實最主要的觀念，是結合馬克斯威爾的四大方程式，推導出波動方程式。於是再將此波動的現象和波動章節結合，把電波波傳波的型態說明出來。在這個章節裡，電場和磁場的交互作用，就成了很重要的概念。除去計算之外，實際上所有的雷達系統以及天線都需要這樣的觀念。因此在設計天線或計算雷達的電磁波場強，就是在加強這些時變場以及平面波的觀念。

由以上的分析可以看出，要達成學生可以借由接觸實務而造成正向回饋，有三個重要的條件，第一個條件是要有適當的主題，第二個條件是要有適合的工具，第三個條件則是要有驗證的平台。

尋找合適的工具成為最主要的關鍵

在主題的方面，由於電磁學的各個章節內容都可以找得到和現行研究相關的對應主題。因此設定主題並不會太難。而有了合適的工具後，就容易進行驗證。所以關鍵就在於是否有合適的工具，使學生可以有實務的體驗。然而，電磁教學之所以不易過度到實務的體驗，主要就是因為電磁學工具、材料的成本非常高。舉例來說，儀器通常都是百萬等級，而實際上的傳輸線也是幾千幾萬元的等級。一般的必修課，修課的學生人數非常多，所以課程要做到實際體驗非常困難。若提及軟體工具，舉電路模擬軟體 Advanced Design System，或電磁模擬軟體 HFSS 為例，要購買有限的 License 就已經很貴了，更不用提要給全班同學使用了。所以這就是現在電磁教學停留在導式子、計算機操作的階段。

表 2 電磁學各章節可使用的商用軟體及自由軟體

工具種類	商用軟體	相對應的自由軟體
向量與場	Mathematica 	Maxima 
微波電路計算	ADS 	Qucs 
電磁場分析	HFSS 	emgine 
靜電		Charge and Field 

因此找尋低成本的替代方案，則成了尋找適合工具以及驗證平台的關鍵。

表 2 分析了常用的商用軟體以及可能替代的自由軟體方案。例如在計算向量場的時候，一般會使用 **Mathematica**^[1] 的軟體來進行公式推導或者是向量場形的繪製。然而 **Maxima** 也有相同的功能。因此這部分的向量場形，可以由 **Maxima**^[2] 來做替代。而電路模擬軟體，是有關係到匹配電路，**Smith Chart** 等的介紹都會用到電路模擬軟體，其中以 **Advanced Design System (ADS)**^[3] 為代表。這套軟體亦有替代方案，就是 **Qucs**^[4]，其介面以及模擬精神和 **ADS** 非常類似，因此適合做上手之用。另外，解電磁場的軟體，早年因為電腦速度慢，所以比較少這樣的軟體，然而近年來，也有不少適合的 **Freeware** 可以做模擬。在商用的軟體當中，以 **HFSS**^[5] 為代表，他可以使用有限元素法模擬 3D 的電磁場問題。而目前亦有 **emgine**^[6] 軟體可以供使用。最後，也有些教學型的軟體，例如線上的 **Charge and Field**^[7] 軟體，也是可以用來做反饋。

總觀以上各軟體，可以發現自由軟體的核心功能和商用軟體類似，只是有些週邊功能還未備齊。因此用在實務上的設計會有些不方便，但用

來教學反饋，則是非常適合。因此只需要設計各種和實務可以結合的主題，就有機會大幅改善學生的學習動機。

總結

增加迴饋機制，有機會強化電磁學學習的動機及深度。而近年來自由軟體的發展，更提供了可以突破以往只能手算公式的框架，到達可以接觸到解決實務問題的階段。比對電磁學的課本例題，會發現主題的設計到實務問題的設計之間，仍有一道非常大的鴻溝，需要題目設計者的創意加以突破，但這至少是一個可以開始嘗試的方向。

參考文獻

1. Mathematica <https://www.wolfram.com/mathematica/>
2. Maxima <http://maxima.sourceforge.net/>
3. ADS <https://www.keysight.com/en/pc-1297113/advanced-design-system-ads?cc=TW&lc=cht>
4. Qucs <http://qucs.sourceforge.net/>
5. HFSS <https://www.ansys.com/zh-tw/products/electronics/ansys-hfss>
6. emgine <http://www.petr-lorenz.com/emgine/>
7. charge and field https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_en.html ■■■■



活動
報導

研討會

綠能產品電磁相容可靠度及碳足跡與產製登錄平台 暨台灣電磁產學聯盟 IC-EMC Model SIG 研討會

逢甲大學／林漢年教授

首先由林漢年老師進行開場介紹，台灣的學術界為了要做電磁應用，跟產業界成立了電磁產學聯盟，目的是希望能了解產業界對於電磁應用方面的需求，也讓學校的師生了解電磁應用在產業界的應用和發展，許多國內電磁領域的老師都有參與其中，產業界也相當熱烈的支持並幫助電磁產學聯盟的發展，本研討會的演講主要分成七個針對電磁應用的 SIG，他們透過國內的半導體和一些贊助廠商了解 Chip level EMC 的重要性，不管是從晶片、封裝還是系統的角度來看，EMC 都是系統整合的概念，林漢年教授希望藉由在 EMC 的產業裡面所接觸到的，還有未來國際發展的趨勢跟大家做分享，希望讓各位了解 Chip level EMC 對 EMC 技術發展和產品設計的應用。

接著林漢年老師介紹「IC 層級之 EMC 量測技術應用與電磁模型建立」，EMC 是一個系統整合的概念，在整個 IC-EMC 層級設計裡，Chip 是主動元件，所以通常是 EMS 的來源，不同的 IC 及製程會造成不同的 EMI Emission Profile，而 IC 內部的晶元在封裝的時候會產生耦合路徑，同一顆晶元透過不同的封裝也會產生不一樣的影響，因此在選擇 IC 和製程的時候，需要考量到設計的目標，在都能達成目標的情況下使用產生比較少 EMS 的組合。而系統層級的 EMI 設計，經由元件選擇之後，需要考慮 PI 和 SI 的問題，佈線的問題、Pin 腳的分配，要不要分割類比和數位，迴路面積的大小，連接器的種類，Clock 要怎麼走可以改善抖動和 EMI 的問題，Power Supply 的特性，產生雜訊後需要選用哪種濾波器，濾波器要裝在哪裡，控制按鈕要怎麼和內部連結，以上種種都



需要考慮才能解決整個系統的 EMC 問題。以目前 EMC 的發展趨勢來看，現在科技技術變化太快，不斷的有新產品推出，造成相同的產品替代性很大，會藉由元件的選擇減少研發過程的時間，在未來的 5G 世代，系統會越來越複雜，且需求傾向於客製化少量多樣，為了更了解元件特性及成本的考量，元件測試的需求會上升而產品的測試會越來越少，特別在車用電子方面，因為首重安全，所以在 Chip Level 的測試就很嚴格；老師接續介紹 IC 層級的 IC-EMC 量測應用，還有 EMC Model 的介紹，提到未來如果可以在 IC 設計的過程中就導入 EMC 的概念，利用模擬軟體和 EMC 的設計準則，在產品研發期間就解決 EMC 問題，可以大幅減少後續測試的時間。

接著由葉丁豪老師介紹「EMC 模擬軟體的應用」，葉老師首先提到市面上有許多模擬軟體，沒有模擬經驗的人也許會不知道該從哪裡著手，首先必須了解自己的需求，因為模擬軟體有各自的優點，需要先去了解他們的適用場合再跟需求做搭配，才能找到符合你的軟體，至於有些人會有疑

問，既然有了模擬那還需要量測嗎？葉老師提到模擬的目的並不是要取代量測，兩者之間是相輔相成的，主要是在未來系統越來越複雜的情況下，利用模擬軟體進行分析能比較快找到問題的原因，還可以看到很多量測看不到的細節，便可以協助未來製作上建立更精準有效的設計準則，可以避免過度設計來降低成本，但自身必須了解系統的問題，要了解系統遇到的問題才有辦法用正確的模擬方法進行模擬，需要先有好的系統分析為基礎才能成功，葉老師強調雖然這不是一朝一夕能建立的能力，但具備這樣的技術才能拉開與競爭者的差距。接著葉老師展示了模擬軟體在 IC-EMC 上的應用，葉老師提到業界的系統工程師和 IC 設計工程師使用的軟體不一樣，由於彼此重視的問題不一樣而且雙方缺少良好的溝通橋樑，IC 設計工程師只考慮 IC 的效能並沒有考慮到系統整合的問題，系統端在做系統整合時便很容易遇到問題，如果能相互合作便能加快系統整合的速度，葉老師提到系統工程師在模擬時為了使模擬結果更貼近實際狀況，需要 IC 的 CPM (Chip Power Model)，CPM 包括 IC 的 Internal Activity 和 RLC 電路，葉老師藉由模擬軟體展示有無 CPM 對模擬結果的影響，表示系統工程師在缺少 CPM 的情況下可以使用量測的數據代替 CPM 導入模擬軟體來解決，但仍會和有 CPM 的模擬結果有些許誤差，因此 IC 設計和系統整合雙方的溝通很重要。在 IC 的 ESD 的部分，葉老師使用 HFSS 模擬 IC ESD 測試環境進行模擬，並講解模擬的細節可能導致跟測試結果的差異，並舉了一些 ESD 問題在 USB、觸控面板和筆記型電腦上模擬的成功案例；利用模擬軟體展示 PCB 在同樣的電路、元件和 IC 的情況下使用不同的元件擺設，修改了原本 ESD 藉由耦合路徑影響 Power Ground 的情形，再加上 IC 利用不同的轉場結果進行比對，不管是利用元件的擺設或是改變 IC 的轉場進行改善都會大幅改善整體的 EMC 問題，這表示 EMC 的問題不是二分法，兩方都可以對整體 EMC 做出貢獻，系統端雖然有很多方法可以改善 EMC 問題，但是如果已經盡其所能在進行合理佈局的優



化後，IC 的好壞就很容易被看出來。

在 PDN 的層面上可以分成 IC、封裝和 PCB 三個區塊，在離 IC 最遠的 PCB 端電容通常最大，往 IC 端靠近電容會越來越小，隨著頻段的不同會需要不同的電容，它必須越靠近 IC 才能發揮效果讓 ESR 和 ESL 值小，在三個區塊設置電容都能對 PDN 做出貢獻的情況下要怎麼做工作的分配，一般 PCB 能改動的頻段範圍落在相對低頻的位置，因此改動 PCB 端的電容並沒有辦法改善高頻的問題，往高頻就需要改動封裝，更高頻就必須要藉由 IC 端進行改善；在做 PI 的設計會需要考慮到 Target Impedance，葉老師利用模擬軟體展示兩種常被用來決定 Target Impedance 的方式，第一個方式是用 $Z = V_{ripple} / I_{max}$ 的方式取得 Target Impedance，但是忽略了電流的波型是由三個頻率的弦波所組成，並不是每個頻率的振幅都那麼大，所以如果按照公式一定會符合標準但會造成過度設計的問題，第二種方式是利用模擬或量測的電流轉換成頻譜做倒數當成 Target Impedance，但是這個方法將每個頻率拆開來看卻忽略了同相位可能造成的問題，導致標準過於鬆散，因此葉老師利用模擬將相位和頻率結合來看的方式，找出 Target Impedance 在低頻和高頻的標準，並在 IC、封裝和 PCB 端都下對策解決 PDN 問題，提到三者對於 PDN 都有各自具有影響力的頻段，利用模擬軟體的數據分析，可以很明顯的看出三者對於各個頻段的關聯性，因此需要有良好的溝通和合作才能有效率的對系統做出改善。■■■



活動
報導

研討會

2021 台灣電信年會 全國電信研討會、消息理論及通訊春季研討會與 橋接未來電磁研討會

聯盟特約記者／張騰、吳冠勳、顏志達

會議起源

現今微波技術與 5G 息息相關，其中第一個 C 為 Computer Industry，在物聯網蓬勃發展的時代裡，無線傳輸絕對佔有關鍵性的角色，第二個 C 為 Communication，隨著行動通訊的引進，5G 相關技術已經漸漸成熟，面對下一個世代 6G 行動通訊的來臨，現今微波技術將面臨嚴峻的挑戰。第三個 C 為 Cloud，在資料量爆炸的時代，即時傳輸需依賴更穩定更快速的無線傳輸技術。第四個 C 為 Car，更安全的智慧型電動車，需要更精確的雷達偵測技術！最後一個 C 為 COVID-19，此為危機亦為轉機，更成熟的遠端控制技術，皆需仰賴更穩健的微波技術來克服因受疫情影響之限制，以達成未來遠端醫療或無延遲的遠距教學相關應用。因此，電波技術就扮演著舉足輕重的角色，包含遙測技術、雷達傳輸技術、5G 通訊相關技術等。

第一天議程

專題演講

首先第一場為李俊興教授精彩的演講，李教授具備豐富的學業界資歷，特別是在 THz（兆赫波）相關技術，如積體電路設計與射頻端的應用，有相當卓越的貢獻。在演講中，李教授提出改良之系統級封裝（異質整合平台），把不同的製程平台整合其中，以達成性能優良與體積微型化之設計。其中對於發射端解決方案，李教授提出：338 GHz SoP 發射機可整合天線陣列（50 個天線單元），同時也提出接收機，並可以成像，解析度高達 1.4 mm 與理論值 1.1 mm 相近！並在未來規劃自己用 CMOS 晶



片來設計備頻模組，為目前市面上可以產生差動輸出的電路。在天線端，利用矽晶圓共振腔結構將原本的貼片天線當成訊號源來輻射，天線增益高達 7.9 dB，其結果為目前文獻中最佳！在最後，李教授提出完整的 FMCW Radar 架構，可將發射 / 接收機放在待測物同一側，未來將可用於安檢相關應用。第二個演講為士盟科技張士為總經理，提出利用數位化轉型，來提升未來研發的效率與結果精準度。如何整合資料驅動、數位連結、基於模型與仿真模擬，以及如何協助客戶體驗並打造單一平台，在演講中也有諸多的案例分享，特別以折疊手機為例，帶領大家一起體會數



位化轉型、最佳化設計於研發階段或未來產品化階段的便利性。第三場為景文科技大學陳一鋒院長的演講，內容聚焦在針對現階段天線測試所遭遇困難之解決方案的分享，會議中提出



利類平衡 (Quasi-balanced) 天線結構，來改善天線最後的量測結果。這樣的測試平台，也針對目前 WIFI 測試，特別是訊息吞吐量 (Throughput) 的測試，精闢的解釋 EIS 與 TIS 的差異性。同時也指出，電路板端的雜訊準位 (Noise Floor) 及天線隔離度 (Isolation)，在天線性能量測亦扮演很大的關鍵角色。第四場為元智大學的黃建彰教授，



針對毫米波材料量測，特別是平面式電路環境下，因為其內部的模態是混合式 (Hybrid) 的，而不是純的 TE 或 TM 模態，因此其散射參數的參考阻抗並不容易獲得。若工作頻率高達一定的程度，會產生高階模態 (Higher Order Mode)，以及未來若應用涵蓋至 THz 頻段，Surface Wave 的干擾會是一個很困難的議題。面對上述的問題，黃教授提出幾種寬頻散射參數量測校正技術，以及其實際使用的條件限制，並利用理論分析與模擬軟體去預測上述兩項高頻測試缺點所發生的頻率，也針對待測物探針接點與其連接線去除機制，來更精確得知傳輸線的特性阻抗，並反推材料參數，以利解決與判讀電路上的問題。第一天最後一場演講由歐姆加

科技 (國立台灣大學電信工程學研究所周錫增授價創計畫團隊) 鞠志遠執行長分享「新世代毫米波的測試與挑戰」。由於毫米波先天具備高通道容量，



但對於波長小於 1 公分的相控陣列天線 (Phase Array Antenna)，如何有效正確地進行測試及優化相控陣列天線是相當重要。而鞠執行長指出，他們團隊目前已經研究出相當不錯的成果，很快將應用於天線產品的最後測試。

第二天議程

專題演講及科技部計畫口頭發表

第一場科技部優秀年輕學者計畫，計畫編號為「106-2628-E-008-001-MY3」，由中央大學電機工程學系張鴻堃教授兼系主任帶來「應用於小型無人飛行載具之 W 頻段雷達前端積體電路研製」。張教授提到積體電路 (IC) 利用先進的矽基和 3-5 族化合物半導體技術，以實現高解析度、尺寸小、輕量化以及低功耗的設計。



其中晶片中包含功率放大器、低雜訊放大器、混頻器、降頻器和振盪器。發射器部分，張教授強調輸出功率以及直流到射頻的效率；接受器部分，張教授針對降低雜訊指數 (Noise Figure) 及增強轉換增益 (Conversion Gain) 兩種重要參數做了許多研究，最後演講內容著重於毫米波雷達系統的建立、晶片架構和模組以及量測技術。緊接著由講者經緯航太科技股份有限公司羅正方董事長帶來第



二場專題演講 II，主題為「無人載具系統的發展趨勢與關鍵課題」。首先羅董事長介紹無人機對於社會發展的重要性，例如無人機決定戰爭的勝敗。無人機的應用性包羅萬象，且

各領域對其需求大大增加，而目前台灣政府宣示推動國防與航太產業，並考量包含無人機與無人自駕車之「無人載具系統」，也是當前新創產業的核心項目。羅董事長指出現今台灣對於無人機的需求包含：(1) 農業災害、(2) 廠商污染防治、(3) 偵

防、(4) 治安維護、(5) 智慧巡檢等。由於無人機的高需求，而產生大陸製的氾濫，導致國內機密洩漏出去。最後羅董事長呼籲大家使用台製無人機，進而提升台灣產業。接下來第三場電磁產業技術新知 III 是由安矽思科技李祥宇台灣總經理所演講，其主題為「電磁之多物理現象」。演講內容主要講述模擬軟體，其中包含電磁場模擬、電源所產生的熱模擬、基板應力模擬等。由於毫米波頻段諸多好處，使得電子元件尺寸降低、電子元件密度增加，但引發訊號、電源完整度 (Signal Integrity & Power Integrity) 的問題，此時模擬軟體的正確性及耗時扮演重要的角色。早上第四場專題演講 IIIII 邀請中央大學太空科學與科技研究中心張桂祥兼任研究員，他帶來「小衛星、大任務、新商機 - 太空新世代的挑戰與契機」。



張研究員指出指出太空產業是未來十年全球十項最具潛力的投資主題之一。雖然第五代行動通訊 (5G) 已經來臨，但是毫米波訊號容易受到地形影響，導致覆蓋率 (Coverage) 差。低軌道衛星具低延遲以及高覆蓋率，可解決毫米波覆蓋率差的問題。低軌道衛星除了應用於 5G 通訊，亦可應用於車聯網，在自動駕駛的過程中，精確控制車輛，同時增強安全性。早上的最後一場演講由台灣科技大學電子工程學系林丁丙教授分享他的 5G 行動寬頻跨校教學聯盟計畫及教材，其中林教授至今已完成 6 門教材，以培育兼具學理觀念與實作能力人才，並且推廣至全國大專院校。

下午第一場專題演講特別邀請到來自泰國吞武里國王科技大學 (King Mongkut's University) Dr. Danai 教授，分享 RF sensors 的研究。他的研究共有五大領域，這次主題著重在 IoT 應用。內容提到因應當地的生活應用，設計出一套農產品保

存系統，其中包含 (1) 利用雷達觀測農作物的成熟期、(2) 利用偶極天線藉由介電係數做濕度感測、(3) 透地雷達、(4) RFID sensor: IoT&M2M 通訊系統。這些對於在地農業的管理有極大幫助。第二場專題演講邀請到台灣科技大學電機系馬自莊教授，分享圓極化主動天線及綠能無線充電室內量測系統。內容提到由於無線充電效率低，設計出自振盪主動天線 (AIA)，並且導入 metamaterial resonator 架構，使 conversion gain 大幅提升。並且圓極化 AIA 研究較少因不易驗證，提出一套量測方式並加以驗證。第三場專題演講特別邀請到泰國吞武里國王科技大學 Dr. Titipong 教授，分享數值分析中，統一的衍射幾何理論 (UTD)，用於解決電磁散射問題。在 RF 中可以解釋天線輻射的耦合及介電質鍍銅問題。第四場專題演講邀請到逢甲大學電機系沈昭元教授，分享 RFID 的系統應用，著



Dr. Titipong 教授，分享數值分析中，統一的衍射幾何理論 (UTD)，用於解決電磁散射問題。在 RF 中可以解釋天線輻射的耦合及介電質鍍銅問題。第四場專題演講邀請到逢甲大學電機系沈昭元教授，分享 RFID 的系統應用，著





重於賽鴿活動中，必須用縮小化的天線設計以搭配腳環，用以偵測每隻鴿子的位置。許多研究包括縮小化設計 RFID, NFC Reader design, laundry industry RFID

system 等，是個有趣的議題。第五場專題演講特別邀請到聯發科技的傅宜康處長，分享從 5G 到 6G 的觀點，以產業的角度出發，隨著每個世代通訊系統的演進，國際標準制定極其重要。從 5G 到 6G，觀察到許多可能的願景：(1) digital twin (實體與虛擬世界的映射)、(2) 網路安全、(3) edge intelligence (人工智慧)、(4) 全球暖化 (通訊技術監測)。尤其超過 300 GHz 後，電特性越來越弱，光特性越來越強，在電磁領域中，性質的穩定性會有許多值得研究之議題。第六場專題演講邀請到台灣大學李學智名譽教授，



分享他整合不同領域，從應用情境角度切入提出設計一個基地台通訊系統之解決方案。主要分為天線部分、RF 與低頻類比部分和基頻數位訊號處理。設計上沒有相



移器及數位控制電路的架構，相對於主流的相位陣列 (Phased Array) 來說結構較簡單，成本亦較低，值得大家參考。

第三天議程

第三天上午的第一場演講邀請到千竣科技有限公司洪偉坪處長，洪處長提出自動駕駛系統中最關鍵模組 - 前端傳感器。近



年來，高級駕駛輔助系統已廣泛應用於高檔車中，隨著便利性、安全性、舒適性和節能性的提升，使安裝多種傳感器逐漸成為現今主流。另外，傳感器的穩定性是當今自動駕駛技術相當關鍵的一環，其中包含傳感器的計算速度、抗環境干擾能力和識別精度成為技術的最重要指標。

明日之星專題演講

接下來則是最受年輕學子期待的「明日之星專題演講」，本屆 2021 橋接未來電磁研討會暨科技部電信學門計畫成果發表會的明日之星專題演講邀請到五位學術界的未來之星講者分享他們的研究成果。首先第一位講者是台灣科技大學電機工程學系謝松年教授，謝教授在雷達技術的領域研究多年，並且在演講中介紹了日常生活中一些有趣又新穎的雷達應用。對於微小的運動或振動的檢測，如何利用雷達技術找到他們。第二位講者是台灣大學電機工程學系鄭宇翔教授，鄭教授對於 THz 領域有豐富的經驗，近幾年他開始研究 300 GHz 操作頻率下的濾波器及天線。300 GHz 頻段又基於 PCB 下元件，此研究是一大挑戰，同時挑戰台灣的製程及量測技術。第三位講者是中央大學電機工程學系歐陽良昱教授，其主題是「多維特徵之雷達目標識別」。首先歐陽教授簡單介紹雷達系統的架構和基本原理，接著介紹都卜勒效應 (Doppler Effect) 和微都卜勒效應 (Micro-Doppler Effect) 兩種效應。透過這兩種效應，能精確的估算物體微運動的週期。第四場未來明日之星演講邀請到去年參加 EuMW 學生競賽的中正大學電機所徐偉倫同學，徐同學設計一雙頻帶通濾波器，其研究使用互鎖式步階阻抗諧振腔架構，可在較小的電路面積內產生多個零點，使其在止帶內有較好的特性。第五場未來明日之星演講由台灣大學黃士銘同學代表其團隊進行他們的演講，主題為「Dual-Band Wearable Trojan Radar System」。黃同學以及他團隊參加 2020 AP-S 學生競賽，此競賽目標為提出雷達的實際應用以及具有教育性，並且實作且展示。黃同學的



雷達系統具備可穿戴式、雙頻段、可偵測速度、可偵測距離，並且組裝的便利性。此演講內容不僅相當有趣，同時能啟發各大專院校的同學們積極參與電磁領域的競賽。

消息理論及通訊春季研討會 ITCOM

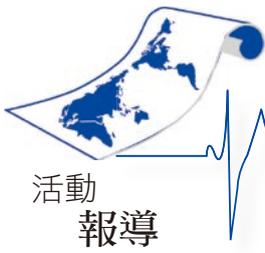
下午第一場專題演講特別邀請到來自美國東北大學 (USA Northeastern University) Dr. Edmund Yeh 教授，分享大數據的 networking 研究。他提出對於命名資料網路 (Named Data Networking, NDN) 架構的兩種關鍵的最佳化方式，應用於信息網路、P2P 網路和邊緣運算網路等並加以驗證。目前計畫將其最佳化的研究運用於世界最大數據中心之一的資料庫。

接下來是科技部電信學門計畫成果發表。第一個項目邀請到台灣大學電信所的陳宏銘教授，題目為「互動及情境式音樂推薦」，分享自動標記音樂與其標籤的機器學習方法研究。提出成本敏感學習技術 (Cost-Sensitive Learning) 並導入三種不同的學習模型，可將許多相似的音樂和信息一一標籤，對於日常生活的聽歌識曲等應用有進一步的突破。第二個項目演講邀請到交通大學電機所的黃昱智教授，題目為「實體層索引碼之理論與設計」，分享在非正交多址技術 (NOMA) 中作的兩項研究。其主要貢獻在於在保證傳輸速度的同時，可以提高頻譜效率提高頻譜效率，因此 NOMA 很可能在 5G 成為主要的無線通訊技術。

結語

由於疫情關係，以往會議多於觀光飯店舉辦，而本屆會議舉辦在台灣大學校園內，但出席率不減，且反應相當熱絡。每位電磁領域專家分享自己團隊的研究，讓大家帶回寶貴的知識。最後「2021 橋樑未來電磁研討會暨 108 年度科技部電信學門計畫成果發表會」在大家的祝福及歡樂的抽獎聲中，正式圓滿地落幕。■ ■ ■





活動
報導

國際研討會連線報導

聯盟特約記者／許清閔、張楷雋

亞太微波會議

Asia-Pacific Microwave Conference

概述

亞太微波會議 (Asia-Pacific Microwave Conference) 第一次舉辦在印度於 1986 年，1988 年於中國召開，1990 年在日本舉行，然後從 1992 年開始每年舉辦，時至今日，APMC 在微波領域會議上已經有舉足輕重的地位。2020 年的 APMC 於 12 月 8 日至 12 月 11 日在中國香港舉辦。因受到 COVID-19 疫情的影響，2020 年幾個微波領域相關會議如 IMS、EuMC、RFIT 以及此次 APMC 等，都已改成線上會議。本年度會議的報告內容琳瑯滿目，主題包含單晶微波積體電路 (MMIC)、天線、無線供電系統 (Wireless power transfer system)、高功率元件與電路及其他主動被動電路等。以下將根據筆者有參與之會議內容重點介紹。

議程規劃

本次 APMC 會議共四天。第一天先由兩個 workshop 拉開序幕，接下來的三天將有 15 個特別會議和 54 個一般會議，與會者可以根據自己的興趣參加。所有的會議都會錄影，並在會議結束公開在網路上。這次研討會共有 530 篇的短篇論文交稿，由 203 個專業審稿人員評定，402 篇通過審查並發表，另外還有 117 個學生參加論文競賽，可說是競爭相當激烈。

線上會議交流方式的探討

此次的 APMC 會議全程使用 zoom 軟體完成。因為是線上會議且免費參加，讓對微波領域有興趣的學生或研究人員直接在線上觀看，而不用特地到香港現場聆聽報告。而且若是有聽不清楚或是講者的內容稍難，想要複習等，會議結束後也可以在官方網站上面找到影片補聽，可說是非常方便。但網路線路偶有不穩，造成報告的講

者有時因收訊不良而影響其精彩的演講，也因為是線上會議的關係，報告時沒有什麼臨場感，少了一些現實中人與人之間的互動，實在可惜。但總體來說，在 COVID-19 肆虐下的世界，使用線上會議無庸置疑是最好的替代方案，也希望今年不但是第一次、也是最後一次線上會議。但筆者認為在疫情過後，研討會正常舉行時，是否也能多一個 live 現場直播並且錄影，讓無法去當地的學生也能透過直播了解微波領域的最新發展，讓因為時區的關係無法看直播的研究人員可透過錄影吸收新知。如此一來，這些攸關人類福祉的科技將更為普及，並使得這個世界更美好，人類文明發展更進步。

全體會議內容

一開始是由 Tatsuo Itoh 教授所演講的應用於微波領域之電磁超構表面的最新進展與前景 (Recent advances and promise of metasurface for microwave applications) 作為開場。Metasurface 的概念起源於光學的領域，最多是使用週期性的結構來實現，發展歷史悠久。最近因為太赫茲領域的興起，又為此技術注入新的活力。接下來是段寶岩教授的演講，題目是大型天線相位陣列電力機械的耦合問題 (On Electromechanical Coupling Problems in Large Phased Array Microwave Antennas)，段教授來自西安電子科技大學，一開始先簡短介紹西安附近的環境，接著以輕鬆但又不失穩重的口吻講解他的研究。大型天線相位陣列是一個包含電磁、機械及溫度控制的複雜系統。本演講重點討論天線的耦合問題。首先介紹了多場耦合模型 Multi-field coupling model (MFC)，其次描述非線性機械誤差對天線的性能影響處理，最後提出了基於多場耦合模型和非線性機械誤差及幾個工程應用的優化方法。



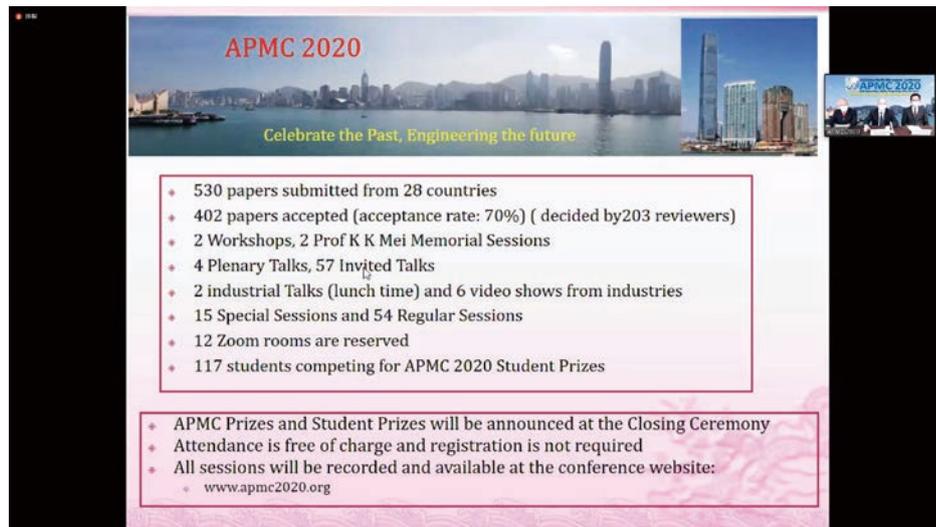
技術探討

5G 天線設計和未來趨勢

在 5G 的通訊系統中，由於操作頻率不斷提升，加上手機機型逐漸走向輕、薄、短、小，因此微小化的毫米波手機系統模組逐漸成為主流。中國的華東微電子所及乙太通訊研究中心發表了 [1] 結構，根據報告者的說法，這是應用於 sub-6 GHz 與毫米波頻段的微小化 (Miniature) 手機雙極化 (Dual-Polarized) 天線模組；這個模組不僅包含了目前市場上 5G 的所有應用頻段，也減輕了一般操作在多重頻段需要透過多重模組的設計難度，更不需要在 PCB 上保留清理的空間 (此好處能實際應用於手機上)；此論文透過將四個天線端口彼此之間的互相垂直擺放及不同金屬層的設計達到此成果。[2] 發表了一個應用於 5G 行動通訊的四端口多輸入多輸出 (MIMO) 的天線系統，演講者一開始先提到多輸入多輸出在 5G 系統上使用的優點，像是比較高的傳輸速率、比較大的通道容量、比較好的頻譜使用效率及較為可靠的連接性等，透過雙重諧振的方式，此篇論文達到了寬頻且高效率的表現；最後，提到了未來在 MIMO 的天線系統所需克服的挑戰，在行動裝置逐漸縮小的趨勢下，天線之間的隔離度能否在有限的空間內達到可接受的程度變得相當重要，也是未來設計者須仔細考量的問題。

應用於通訊系統中的電路研究

因應 5G 通訊時代的來臨，今年的研討會發表了不少值得表揚的電路。[3] 用 65 奈米實現了一個應用於毫米波頻段的低相位變化且高增益解析度的可變增益控制放大器 (VGA)，為了能使相位陣列系統中天線的波束場型可以對的比較準確，不需要透過額外的機制去校正，低相位變化的 VGA 是必要的；演講者有提到他們利用了差動對 (differential) 架構本身對稱的性質消除會造成相位變化的電晶體寄生電容，來達到低相位變化的效果，且在調整不同增益時透過數位訊號控制來實現高增益解析度。對比低相位變化的 VGA，[4] 發表了應用於衛星通訊系統的低增益變化相移器 (Phase Shifter)，透過主動電流模式的耦合器產生相位差 90 度的訊號，再經由雙向調變器 (Bi-phase Modulator) 產生四相位的訊號，最後再透過控制並聯兩個電晶體所組成的向量加法器 (Vector Adder) 來合成不同角度的相位，相較於一般的主動式相移器，使用了主動式的耦合器不僅補償了調變器造成的被動損耗，也節省了面積，是一顆相當具有競爭力的電路；最後的提問階段，報告者被問了有關於溫度的變化是否會影響相位的問題，根據他的分析，由於相位控制主要是由最後一級的 Vector Adder 內兩個電晶體的尺寸比例所決定，而由於在實際佈局



APMC 2020
Celebrate the Past, Engineering the future

- 530 papers submitted from 28 countries
- 402 papers accepted (acceptance rate: 70%) (decided by 203 reviewers)
- 2 Workshops, 2 Prof K K Mei Memorial Sessions
- 4 Plenary Talks, 57 Invited Talks
- 2 Industrial Talks (lunch time) and 6 video shows from industries
- 15 Special Sessions and 54 Regular Sessions
- 12 Zoom rooms are reserved
- 117 students competing for APMC 2020 Student Prizes

- APMC Prizes and Student Prizes will be announced at the Closing Ceremony
- Attendance is free of charge and registration is not required
- All sessions will be recorded and available at the conference website:
www.apmc2020.org

時的並聯兩個電晶體距離非常的近，所以即使遭遇溫度變異的情況電晶體的尺寸也是同時變化，所以對於相位的表現幾乎是沒有影響的；另一個問題是關於主動式耦合器的溫度變異，相較於被動元件，主動元件的變異是較為明顯的，由於耦合器的輸出相位差主要是由被動元件所決定，因此即使遭受到溫度變異，對於相移器的表現應該也不會有太大影響，顯示了抗溫度與製程變異也逐漸成為電路設計需要考慮的因素。而由交大所展示的 [5] 由單平衡 (Single-balanced) 混頻器 (Mixer) 及放大器組成 W 頻帶的降頻器，可以應用在頻率雙重轉換 (Dual-conversion) 的接收機上，相較於傳統的接收機系統，頻率雙重轉換能將鏡像頻率 (Image frequency) 的訊號移動到離主訊號頻率較遠的地方，這樣不僅能提高接收機的敏感度 (sensitivity)，也能達到壓制鏡像訊號的效果；此篇論文達到了能在低功耗的情況下還能維持不錯的轉換增益表現，演講者有提到藉由在 RF 端並聯傳輸線可以消除電晶體的寄生電容及在轉導級採用了電流注入 (Current injection) 的方式提高轉換增益，最後在輸出的中頻端加上緩衝器 (buffer) 提高整體增益，其混頻器的轉換增益達到了 2.5 dB，功耗僅 4.2 mW，是相當不錯的表現。

毫米波寬頻低雜訊放大器的設計與挑戰

在毫米波頻段的接收機系統中，能否實現寬

頻且低雜訊指數的放大器往往決定了系統的信號雜訊比 (Signal-to noise ratio)，由於電晶體在高頻容易受到寄生電容的影響，使得增益和雜訊指數變差，如何克服此問題是相當重要的。會議中，[6] 利用了兩級共源級 (Common Source) 電流再利用 (Current-reused) 的技巧，能使整體功耗有效的降低且達到不錯的增益；再者，透過變壓器回授來實現寬頻的增益和雜訊匹配，根據報告者的說法，與目前已發表的相同製程其他論文比較下，這篇論文達到了最高的品質因數 (Figure of merit)。由 [7] 顯示了寬頻且頻帶內的雜訊指數能維持幾乎不變的表現，透過第一級的互補式架構能有效的降低功耗，並藉由輸入的變壓器達到增益和雜訊阻抗點在頻帶內同時匹配，而為了提升高頻的增益，在輸出級採用了疊接 (Cascode) 的架構能降低米勒效應 (Miller effect)，增加了輸出和輸入端之間的隔離度，以利於雜訊匹配，整體達到了峰值增益 15.4 dB、比例頻寬為 119% 且雜訊指數在頻帶內僅 3.3 ~ 3.4 dB 的如此表現。

單晶微波積體電路 (MMIC) 相關技術探討

首先是由華南理工大學所設計的毫米波寬頻低雜訊放大器^[8]，在輸入端、級間、輸出端分別利用三個 transformer-feedback 的技術，可以同時達到寬頻且穩定的效果。在利用 HFSS 電磁模

擬後，達到 20 GHz 的 3 dB 頻寬，且雜訊指數 (NF) 最低點只有 3.0 dB。接下來是由加州大學戴維斯分校發表的 1 ~ 150 GHz 高功率分布式放大器^[9]，此放大器是使用磷化銦異質界面 (InP HBT) 製程製作。使用 double stacked 的架構達到高功率輸出；利用 MIM 耦合電容達到寬頻。此晶片的最大特色是同時擁有寬頻及高功率輸出，在 50 GHz 可達到 18.3 dBm 的輸出功率。再來是一個擁有雙頻的低雜訊放大器^[10]，此放大器可以操作在 28 GHz 或是 38GHz，而這兩個頻率是 5G 通訊的重點頻段，此放大器於這兩個頻段都有良好的增益及反射係數。另外它的 1dB 增益壓縮輸入功率也有達到一定的水準，直流功率耗損也僅有 13.6 瓦，可說是相當有競爭力。在此 MMIC 會議中第四個發表的電路為一個使用氮化鎵製程的超寬頻、高增益的功率放大器^[11]，此放大器的頻帶為 2 ~ 18 GHz，其輸出功率可達到 10 瓦，增益也有 29 dB，而在頻帶中的功率轉換效率 (PAE) 最高可達到 43%，全頻帶的功率轉換效率都高過 23%，現在行動通訊裝置越來越重視延長電池的壽命，而功率放大器的效率最佳化是一個相當關鍵的技術。而最後是一個操作在 D-band (110 ~ 170 GHz) 寬頻四路合併的功率放大器^[12]。此放大器使用 130 nm SiGe BiCMOS 製程，輸出功率可達到 17.5 dBm，在 D-band 中能夠達到這樣的功率是一大突破。

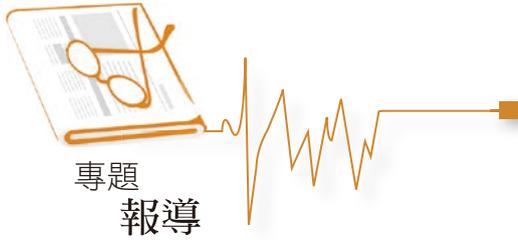
心得與期許

從這次的國際亞太微波會議上看見了各國許多傑出的研究成果，會議中發表的許多技術與想法都是我們從來沒有接觸過的，讓我們在這次的研討會當中學到了不少東西，更加了解到如何將我們在書本中所學的知識和理論應用到實際的系統中；而有的作品雖然承接自前人的研究，但能將這些想法分析的更加仔細，並找出與現實情況的矛盾點，進而套用至電路或整個系統架構中，也是讓我們相當佩服。今年的國際亞洲微波會議發表成果主要來自中國，尤其今年有許多 5G 相關的發展趨勢與電路、

天線及系統的分享，讓我們在每場研討會中都如同海綿一樣，拼命地吸取得來不易的知識，期望之後也能像今年辦得如此完美。今年因為疫情的關係，沒有辦法去現場報告，必須在線上參與研討會，雖然有點可惜，不過能與在線上曾經交流過的學者成為好友，也是難得的機會。

參考資料 (所有引用皆出自 2020 年亞太微波會議論文)

1. Huan-Chu Huang, Zhixing Qi, Dasong Gao, Junyong Liu, Yanchao Zhou, Jingwei Li, Hong Lin, "5G Miniaturized Module of Wideband Dual-Polarized mm-Wave Antennas-in-Package Integrating Non-mm-Wave Antennas (AiPiA) for Cell Phones."
2. Xi Wang, Yuandan Dong, "A Four-Port MIMO Antenna System for 5G Mobile Terminals."
3. Qingfeng Zhang, Chenxi Zhao, Yiming Yu, Huihua Liu, Yunqiu Wu, Kai Kang, "A Ka-Band CMOS Variable Gain Amplifier with High Gain Resolution and Low Phase Variation."
4. Yu-Teng Chang, Wen-Yu Wang, Hsin-Chia Lu, "A 19 GHz Vector Sum Phase Shifter Using Active Current-Mode Coupler and Bi-Phase Modulator for Satellite Communication."
5. Kai-Chieh Yu, Chien-Nan Kuo, "A 94 GHz Down-Conversion Mixer for Radar System in 40 nm Digital CMOS Technology."
6. Taotao Xu, Haoshen Zhu, Cao Wan, Liang Wu, Wenquan Che, Quan Xue, "A 17-48 GHz Wideband CMOS LNA for 5G Wireless Applications."
7. Hongchen Chen, Haoshen Zhu, Liang Wu, Wenquan Che, Quan Xue, "A Wideband 7.5-29.5 GHz LNA with Constant NF by Using Multistage Noise Matching at High Frequencies."
8. Xiongyao Luo, Wenjie Feng, Haoshen Zhu, Liang Wu, Wenquan Che and Quan Xue "A 21-41 GHz Compact Wideband Low-Noise Amplifier Based on Transformer-Feedback Technique in 65-nm CMOS."
9. Nguyen L. K. Nguyen, Duy P. Nguyen, Alexander Stameroff and Anh-Vu Pham, "A High Output Power 1-150 GHz Distributed Power Amplifier in InP HBT Technology."
10. Xin Xu, Songhui Li, Laszlo Szilagyi, Paolo Valerio Testa, Corrado Carta and Frank Ellinger, "A 28 GHz and 38 GHz Dual-Band LNA Using Gain Peaking Technique for 5G Wireless Systems in 22 nm FD-SOI CMOS."
11. Qian Lin, Haifeng Wu, Lin-Sheng Liu, Yu-Nan Hua, Yi-Jun Chen and Liu-Lin Hu, "An Ultra-wideband High-Gain GaN Amplifier with 10 W Output Power"
12. Abdul Ali, Wael Abdullah Ahmad, Herman Jalli Ng, Dietmar Kissinger, Franco Giannini and Paolo Colantonio, "Wideband 4-Way Combined Power Amplifier in BiCMOS Technology for D-Band Applications. ■■■



2021 冬季電磁能力認證測驗

台灣電磁產學聯盟報導

電磁能力認證測驗背景說明

教育部通訊人才培育先導型計畫電磁教育聯盟中心的教師團隊建立一項全國性之基本電磁能力認證機制，讓教師或企業在學生升學或就業時，能以一致性的標準評估學生能力，同時驗證學生在電磁領域的學習成效，也提供客觀的佐證資料。此外，亦希望藉由電磁能力認證機制提升社會、大專院校對於電磁教育的關注。在上述背景下，2014年1月14日第一屆「電磁能力認證測驗」正式啟動，並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，其參與學生與實際成效超乎預期。其相關重要時程如表1。

表1 「電磁能力認證測驗」重要時程

2014年1月14日	發起與規劃，一年兩次，分為春季及秋季認證。
2017年1月	更改測驗時間，秋季認證提前為夏季認證；同步春季認證改名為冬季認證。
2017年6月	將測驗分為初級及中高級兩種類別。

表2為電磁能力認證測驗命題範圍及成績等級說明，命題範圍根據初級、中高級不同級別而有所不同，並沿用電磁教學聯盟中心教材模組題庫，包含向量分析、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，共計八項電磁學基礎課程作為命題範圍。學生可以根據學校的教學進度與自己的學習狀況選擇適合的級別受試。除了能從中檢視自己的學習成效，也能評估自己是否達到從事電磁技術實作的核心基礎要求。每屆測驗結束後，皆會寄送成績給考生，其成績分為成績證明書或參加證明書。以此提供考生判斷此次測驗的成果，並作為電磁能力的佐證資料。

表2 「電磁能力認證測驗」命題範圍及成績等級說明

	初級	中高級
命題範圍	向量分析、靜電學、靜磁學、馬克斯威爾方程式	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
題數	12題(8題簡易+4題中等)	24題(16題簡易+8題中等)
成績等級	依加權分數可分： 優等：分數 81.25 分以上 通過：分數 50 ~ 81.25 (不含) 分	依 PR 值可分： 頂尖：PR 值 96 以上 特優：PR 值 85 ~ 95 優等：PR 值 70 ~ 84 良好：PR 值 50 ~ 69
以上成績寄送成績證明書，其餘寄送參加證明書		

本屆測驗成果報告

2021 冬季電磁能力認證測驗於 2021 年 1 月 9 日上午 10 點至中午 12 點於全台 15 所學校，共計 19 個考場舉行（表3），總報名人數 549 人。

表3 2021 冬季電磁能力認證測驗之考場列表

區域	學校	地點
基隆	國立海洋大學	延平技術大樓 702 室 (TEC702)
台北	國立台灣大學	計算機中心 110 電腦教室
		計算機中心 212 電腦教室
		計算機中心 206 電腦教室
		電機系電腦教室電機二館 130 室
台北	國立台灣科技大學	國際大樓 IB-712 (嵌入式系統實物教學實驗室)
		第二教學大樓 T2-510 開放系統實驗室
桃園	中原大學	電學大樓 410
	國立中央大學	電機館 (工程二館) 電腦教室 (E1-219)
	元智大學	元智七館 R70827
新竹	國立交通大學	工程四館 713 電腦輔助教學教室
	國立清華大學	工科館 404E 電腦教室
台中	國立中興大學	電機系館 401PC 教室
	東海大學	人文暨科技館 HT002
彰化	國立彰化師範大學	工學大樓 EB211
嘉義	國立嘉義大學	蘭潭校區理工大樓電機系電腦教室 A16-206 室
高雄	國立高雄科技大學	立誠樓 4505 室 (天線及微波實驗室)
屏東	國立屏東大學	屏東校區教學二館 M2415
澎湖	國立澎湖科技大學	B403 通訊實驗室

圖 1 為 2021 冬季電磁能力認證測驗的報名與到考人數。中高級的到考率為 87.7%；初級的

到考率為 86.3%。各所大學報名中高級的實際到考人數可見圖 2；初級則見圖 3。

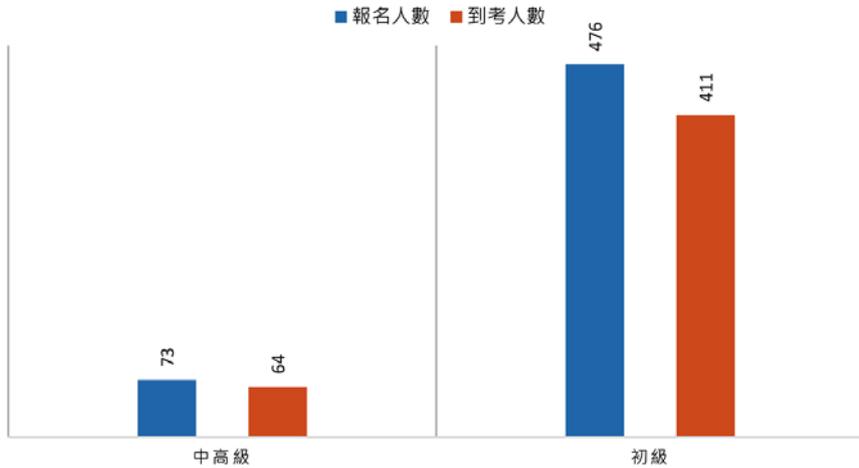


圖 1 2021 冬季電磁能力認證測驗報名人數及到考人數

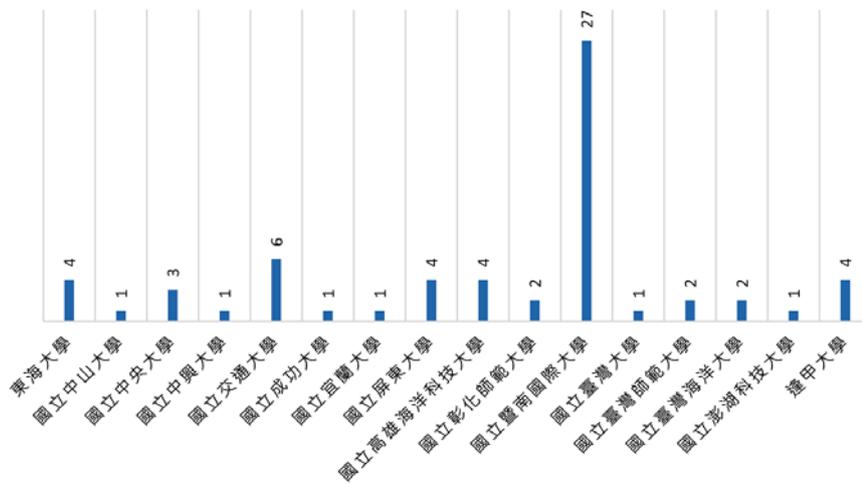


圖 2 2021 冬季電磁能力認證測驗各校到考人數 - 中高級

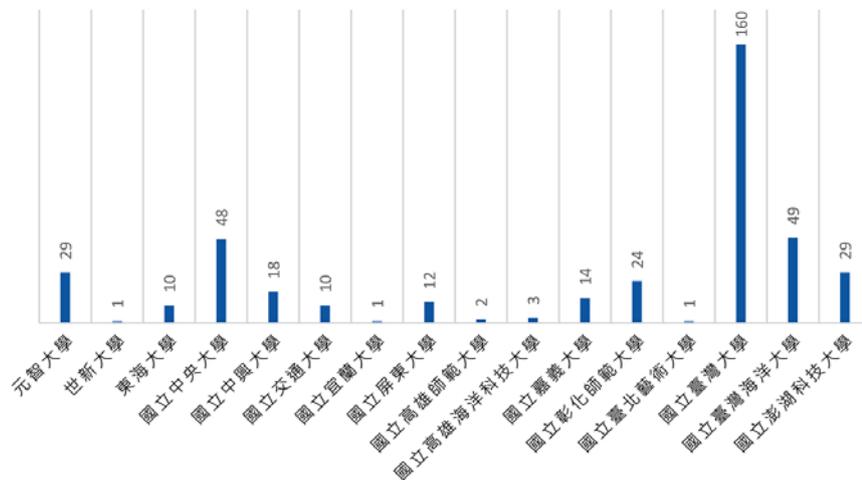


圖 3 2021 冬季電磁能力認證測驗各校到考人數 - 初級

本次測驗中高級成績等級為頂尖（PR 值 96 以上）的考生共計 2 人；特優（PR 值 85 ~ 95）的考生共計 6 人。其他成績等級依序為優等（PR

值 70 ~ 84）共 11 人、良好（PR 值 50 ~ 69）共計 9 人。圖 4 為詳細 PR 值分布狀況；各題型答對比率見圖 5。

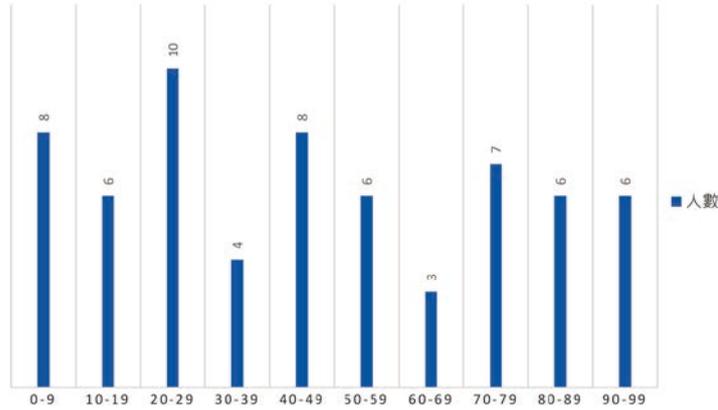


圖 4 2021 冬季中高級測驗 PR 值分布狀況

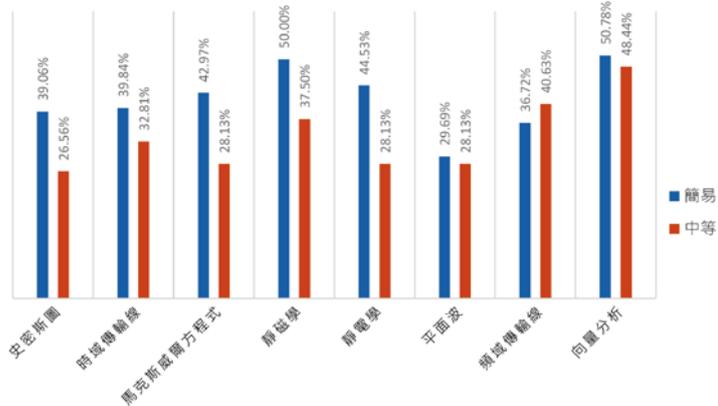


圖 5 2021 冬季中高級測驗各題型答對比率

在本次初級測驗的成績等級中，成績優等（分數 81.25 分以上）的考生有 96 人，成績通過（分數 50 分 ~ 81.24 分）的學生則共計 139

人。初級測驗詳細的加權成績分布狀況可參考圖 6，各題型答對比率可參考圖 7。

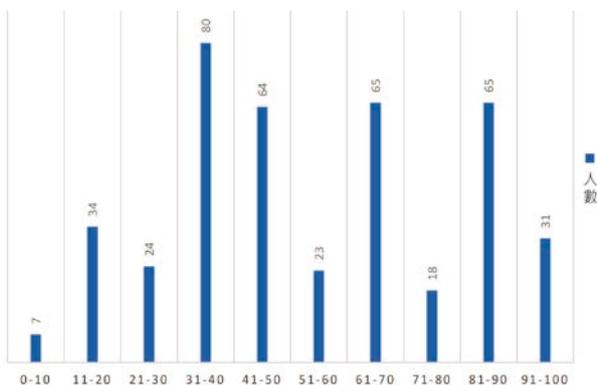


圖 6 2021 冬季初級測驗加權成績分布狀況

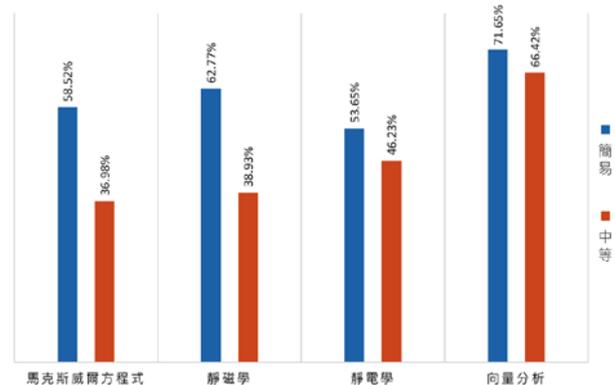


圖 7 2021 冬季初級測驗各題型答對比率

歷屆測驗人數及成績比較

圖 8 為歷屆電磁能力測驗到考總人數分布，自 2017 夏季認測測驗起，到考人數皆高於 300 人，並從 2020 冬季起皆高於 430 人，顯示出參

加電磁能力認證測驗的人數已愈趨穩定。圖 9 為 13 屆電磁能力認證測驗中高級成績比率分布狀況；圖 10 則為自 2017 夏季起，共計 6 次初級測驗的成績等級比率。■

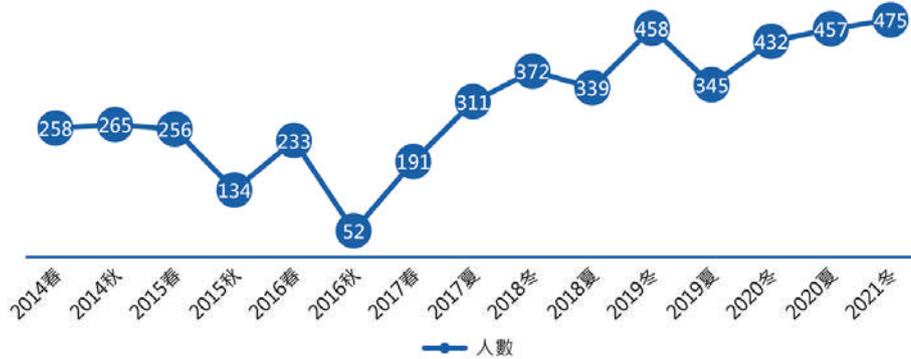


圖 8 歷屆測驗到考總人數

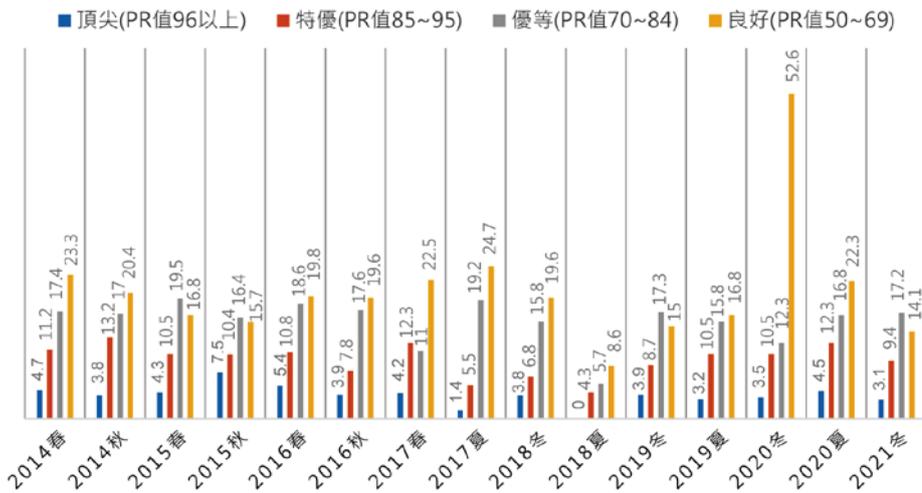


圖 9 歷屆中高級測驗的成績等級百分比

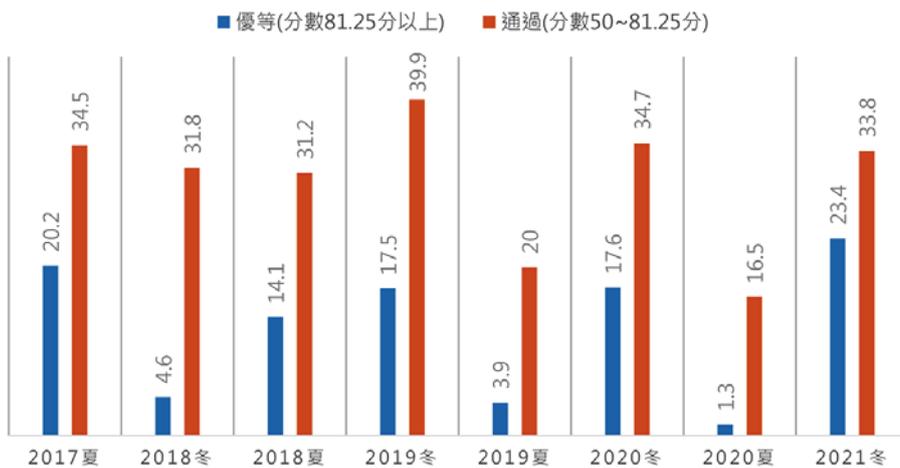


圖 10 歷屆初級測驗的成績等級百分比



人物
專訪

專訪欣興電子 董事長 曾子章

從新創走向 IC 載板全球龍頭

聯盟特約記者／劉宜庭

深耕先進製程領域逾 40 年，曾子章見證台灣開辦新竹科學工業園區後，一路發展成為全球半導體的重鎮。他於 1980 年 3 月加入聯華電子（UMC），投身草創、建廠、生產管理、品管等重要進程；於 1993 年加入欣興電子（Unimicron）後，帶領欣興轉虧為盈，打造堅實的團隊，重要決策包括 1997 年投入 HDI 技術、發展 CSP 載板，效益顯著，於 2003 年成為全台第一大 PCB 公司，以及 2011 年透過與知名的 CPU 國際大廠策略合作，開發次世代的 BGA 技術，力抗南電（南亞電路板）、Ibiden、三星（Samsung），於 2017 年躍為全球第一大 IC 載板、全球總 PCB 產值前三大公司。

電磁聯盟有幸於 2020 年 8 月專訪現為欣興電子董事長曾子章；在訪談中，曾子章分享他對台灣半導體產業的觀察，強調品質紀律、品質文化的重要，也回顧欣興走向全球載板龍頭企業的歷程，展望 6G 世代的半導體產業發展。曾子章表達對台灣學生投入高科技產業的期待，指出台灣人才素質高，即使不是理工本科出身，只要願意在社會大學花幾年努力學習，很有機會晉升公司主管大展長才、實現抱負。

因緣際會踏入 IC 產業 邊做邊學管理

回憶初踏入職場的歲月，曾子章指出，台灣當時的高科技產業環境不像現在這麼成熟、多元化，傳統公司、產業很容易受到石油危機的衝擊，造成嚴重的經濟、社會問題及公司的存續問題。在他的印象中，大學的同班同學有超過七成五的同窗畢業後選擇出國深造，他從清華大學物理研究所碩士畢業，服兵役退伍後就投入職場，先在通用器材服務半年，隨後獲聘精密儀器發展中心助理研究員。曾子章在精密儀器發展中心服務約三年，期間曾赴美國受訓半年，學習離子植入機設計、組裝及真空的原理、量測等實務，這段經歷讓他有機會進入半導體科技產業。

「精密儀器中心於 1978 年派我到美國受訓，一部離子植入機宛如龐然大物，大概佔地 20 多平方米，價格昂貴約 120 萬美金（當時可買 10 戶台北市 40 坪公寓），機器的原理、操作及安全性很複雜，很多公司都遴派有理工博士學位的工程師去受訓。這種機器是後來半導體科技裡，IC 電晶體不斷微小化，很重要的製程原理應用。」

1980 年，政府在新竹設立科學園區。曾子章回憶道，「工研院在園區成立不久後，醞釀轉投資聯華電子以轉移工研院自 RCA 技轉的 IC 生產，可能我有離子植入機及碩士論文與半導體有關的專長，很幸運的在 1980 年加入聯華電子，負責生產設備。因緣際會下，我開始踏入

IC 產業，從負責設備，到之後又負責生產、品管、籌建 6 吋工廠等等，直到 1992 年為止，十幾年的工作都跟 IC 有關。」

曾子章笑稱，當時他們一群工程背景的年輕人被遴派為主管，需要學習和 IC 製造有關的生產管理、工業工程管理、庫存管理、品管管理、製程管理，經常得佔用到下班後的時間上課及舉辦心得分享會，相關課程前前後後將近十個月，「我們這些兄弟們，邊學邊做、邊做邊學，也算是很幸運，經常可以碰到新的東西。對我來說，帶著熱忱學習，能學以致用，引發更多的喜悅及自我肯定，其實也是印證一句話，活到老、學到老。」

「品質至上」是高科技產業的根本

談起對台灣半導體產業的觀察，曾子章強調「品質紀律化、品質文化」的重要性，指出一家公司如果對品質的觀念與文化，在理解與執行上有所偏差，那家公司就可能沒辦法做好高科技，可能也撐不了幾年，「TQM（全面品質管理）是做高科技的一個根本。通常知名的高科技公司選擇供應商時，第一個選的就是品質，包括品質系統、能力、穩定性、可靠度等等，其次考慮的才是服務方面的交期管理、成本管理或技術力、財務力等等。」

「品質絕對是至上！必要的！」如果產品的品質不好，給了客戶壞的、不良的產品，第一個面臨的可能是要賠很多錢；賣出一千塊的不良品，或許要賠上幾千元，甚至要賠上數萬元。能夠賠錢解決的還不算太糟糕，有些客戶除了向供應商索賠外，甚至會停單、不相往來，而且壞事傳千里，其他客戶對不重視品質的供應商也會避之唯恐不及。

「品質至上」是很多高科技產業奉行不渝的公司文化之一，全球亦有許多國家和政府大力推廣以「品質至上、客戶滿意」為核心的「國家級品質獎」，用於提升企業競爭力。曾子章強調，

「產品的品質絕對不能打折扣」，例如近年曾發生過的食安問題、手機因充電過熱燃燒等事件，除了導致廠商損失甚鉅，也嚴重損害到相關企業的商譽，且負面影響久遠，「品質文化、品質紀律化，必須嚴格要求落實在工廠的具體管理上，工廠才有能力製造更難、更複雜的產品，把產品做得比其他競爭者更好。」

曾子章表示，企業經營「品質至上」不代表一定成功，卻是成功的基石之一。顧好品質，注重交貨力、成本、技術力，客戶滿意並得到客戶的青睞，公司才有機會成長、獲利，從而永續經營。欣興近年來相當著重公司治理與企業社會責任，力求減少對地球環境的衝擊，同時也要濟弱扶傾、響應綠能。以欣興電子位於桃園龜山工業區的「欣鮮圃」植物工廠為例，植物工廠將各式蔬菜養在類似無塵室內，以 AI 科技精準控管光度、溫度、濕度、養分及生產管理，全年無休的生產品質優良無毒蔬菜、草莓。此技術能讓沙漠、寒帶國家有機會實現全年自行種植蔬菜水果的美夢，也是減少糧荒、增進農產品品質的重要途徑，未來可能成為人類倚重的農業科技，「假如你五年後再來看這座植物工廠，它一定又會不一樣，因為在顧好品質和注重創新技術的基礎上，靠著不斷地創新、改善會發展出更多的新產品。」

行動通訊萌芽 欣興投入 HDI 技術、發展 IC 載板

回顧欣興走向全球載板龍頭企業的歷程，曾子章指出，欣興 1996 年至 1998 年在傳統 PCB 產業堪稱「Notebook 板子的龍頭」；而那時期也是中國成為世界工廠的熱潮開端，中國政府提供廣大、便宜的土地和人力，以潛力很大的內需市場為號召，吸引全球很多廠商進駐。「我們公司那時候規模小，每月營收新台幣約一億九千萬，員工八百多人，但為了迎合部分客戶的期

望，也在 1997 年成立大陸設廠評估小組，研究如何進駐大陸選地點、談優惠條件，及生產哪些產品來配合客戶的需要。」

「當年很多客戶鼓勵我們跟隨他們到大陸設廠，幾乎周邊的同業都說要去大陸，蔚為一股潮流。可是我們冷靜理智評估後，又覺得好像一窩蜂到大陸建廠，做現在會做的產品，前景堪憂。」那時候的手機產業剛萌芽，手機 PCB 的技術正朝向輕薄短小與高功能化改變，推出的第一代手機（又稱黑金剛）是裝在車上的大哥大，體積龐大且笨重，但它每一代的新產品都更小、更輕、更多功能，所使用的 PCB 技術也不是傳統的技術，而是 HDI（High Density Interconnection）技術。

「我們（欣興）把原本要拿去大陸設廠、大約十六億新台幣的資金，從中拿出五億至六億開發 HDI 技術及小量產，這是第一個策略轉折。欣興的第二個重要策略則是發展載板，因為大哥大手機的 IC 零件需要更加輕薄短小的 CSP 載板，因應此潮流，我們初期以十二億新台幣成立台灣第一家 CSP 載板公司群策電子，並於 1999 年開發成功及量產，主要供應 Motorola，可以算是 Motorola 幾乎全球唯一的 CSP 載板供應商。我們的團隊很優秀、很努力、運氣也好，載板和 HDI 後來都很成功，讓欣興從小規模的公司，十年間就轉變成全球 PCB 前三大公司，2010 年產值達到六百多億新台幣。」

咬牙挑戰 BGA 技術 打下 5G 獲利基礎

曾子章分享，發展 HDI、CSP 載板技術的成功，也讓欣興有較充足的資源重新思考前往中國投資，「我們那時候發現有些好朋友去大陸設廠遇到問題，可能設廠二、三年後還在做老東西、老技術，公司虧損、資金不濟，所以他們來尋找出售或合資，我們經過審慎評估後認為風險很小、條件也適當，就很快接手，全力改善生產、

調整客戶和訂單，不到一年就能獲利。」

欣興的第三個重要策略是發展載板的 BGA 技術；BGA 載板提供 CPU、GPU 等高密度、高可靠度的封裝，是 PCB 產業最具挑戰、技術最先進的領域。「欣興在 2005 年才決定做 BGA。當時全球有四家 BGA 供應商（日本 Ibiden、日本 Shinko、韓國三星、台灣南亞）都已經是知名 CPU 國際大廠長期合作的供貨商，由於欣興要去爭取該家大廠的生意著實也不容易，我們的策略是從非 CPU 領域開始做起，一直做到 2011 年，非 CPU 的客戶已經大多由欣興供貨，年產值約七十億新台幣，讓欣興進而縮小與南亞、三星等競爭對手在 BGA 技術能力與規模的差距。」

曾子章指出，BGA 載板整個產業從 2011 年開始，有一點供過於求，價格不好，剛好那時候知名 CPU 國際大廠既有的供應商有點跟不上其 BGA 載板次世代研發的需求，於是該家大廠計畫找新的供應商，條件是需要承諾投入二十多億新台幣的研發和一百億新台幣建造量產工廠，「我們經過董事會審慎評估，決定要參與計畫，自我挑戰，也是在為中期發展奠基。經過六年至七年的努力後，欣興達成了知名 CPU 國際大廠在這個計畫的技術、營運目標，榮獲年度最佳供應商，也晉升成為全球 BGA 技術的領導廠商之林。」

曾子章 1993 年加入欣興後，帶領公司以品質、創新、客戶滿意投入 HDI 技術、發展 CSP、BGA 載板，並透過與客戶的次世代研發合作，逐步邁向全球第一大 IC 載板公司。提起研判新市場的精準眼光，曾子章謙稱，「現在獲取新知的管道比以前更快、更廣，組織長大後，不能只靠自己花很多時間涉獵資訊，更重要的會有一組人專門蒐集特定領域的新知，讓這些專家把市場資訊、科技資訊，甚至政治和經濟資訊都整理出來，跟相關主管做分享和建議，成為公司高階主管現在、未來發展策略與規劃的重要參考。」

深耕 5G、早期佈局 6G，自許成為 IC 載板產業的龍頭指標

提起欣興未來十年的發展規劃，曾子章指出，欣興在大部分的 5G 載板技術上略微領先同業，當前的十年計畫主要是針對 5G 過渡到 6G 的技術銜接並長握市場機會，成為下個波段高速成長、獲利的公司，「5G 時代來臨，6G 也不會太晚，一般認為 6G 的研發大概 2025 年、26 年就要差不多就定位，以迎接 2030 年 6G 的快速成長」。

曾子章也指出，Sub-6 是進入 5G（第五代通訊）較簡單且容易賺錢的模式，各個廠商都卯足力量在此競逐，但第五代行動通訊技術的毫米波（millimeter wave）相關開發，預估在 2021 年至 2022 年陸續完成。「未來數年在基地台、雲端、高性能運算、AIoT、無人車、智慧家庭、智慧工廠、智慧城市的應用，將呈爆炸性成長，前景可期」。

IC 載板在 5G 及 6G 世代相當重要，擁有龐大的商機。IC 載板要配合高頻、高速材料的推陳出新，對集膚效應、尺寸控制的精準度、散熱等挑戰，所需的資源極大。欣興計畫未來幾年的資本支出，大部分資源都會投入載板，「我們希望專注把載板做好，為客戶增加價值，讓公司在下個十年的成長更強勁、獲利更好；我們有信心，在團隊的努力下，繼續扮演全球載板的領頭羊」。

看好台灣高科技發展 鼓勵學子培養國際化能力

「台灣過去四、五十年在高科技產業累積了很多的成功經驗，包括人才與創新，相信台灣未來會繼續出現更多好公司、好人才及創新，或者一些很好的企業未來也會成立更多新的事業單位。青年學子要對台灣有信心，好好努力，選擇出國深造或是留在台灣就業都是好的選擇，這是一個全球化的時代；不管是學理、工、文、法、商，學生畢業後會

有很多好的選擇，不用太擔心，要先培養自己成為人才，畢竟路是自己走出來的。」

曾子章表示，不論科系為何，只要是人才就不怕沒有施展抱負的機會，大學或研究所畢業後進入更多樣化的社會大學，人生將更多彩多姿。他鼓勵大家身體力行「活到老、學到老」，要對工作有熱情，保持一顆年輕、好奇的心，要更有企圖心的訂定自己的抱負，「你的成就一定比上一代更大！台灣整體的機會跟競爭力都是滿強勁的，比世界上很多地方的發展還是相對好」。

談到產學落差，曾子章認為，產業界和學界維持一點落差是必然的。比如 5G 醞釀了五、六年，發展才漸臻成熟，6G 的準備一定也是需要好幾年的時間，要投入很多人才、資源，不會憑空出現；但產業界各個公司的資源有限，不可能投入過多資源在長期花大錢的研發上，所以學界一定會比產業界走得更前面。

與此同時，曾子章積極鼓勵學界和產業界的人才交流，表示學校應與企業維持良好的產學合作關係，產、學要聯手把新的機會創造出來，催生新創公司或老公司的新事業部，以便帶動青年學子就業，增進對社會的貢獻。■ ■ ■

曾子章先生 簡歷

現任

欣興電子（Unimicron）董事長兼策略長

學歷

1972 國立清華大學物理系學士

1974 國立清華大學物理研究所碩士

經歷

1980 ~ 1994 聯華電子公司設備經理、廠長、副總經理、資深副總

2004 ~ 2006 台灣電路板協會（TPCA）理事長

2006 清華大學院級傑出校友

2008 行政院「國家品質獎—個人獎」

2009 清華大學傑出校友

2009 ~ 2015 清華大學校友總會理事長

2011 帶領欣興電子榮獲日本戴明獎應用獎（DAP）

2012 國際品質學術院（IAQ）院士

欣興電子員工福利



獎金類

分紅制度、調薪制度、達成獎金
專利申請獎金、績效獎金
年終獎金、年節獎金

補助類

生日禮金、結婚禮金
喪葬補助、急難救助金
獎助學金

其他類

員工餐廳、咖啡吧、健身房、停車場
宿舍、廠醫駐診、專業按摩服務
健康促進活動、免費健檢、孕期關懷
及哺集乳室

休閒類

家庭日活動、社團活動
年終聯歡會

訓練類

內外部教育訓練、贏的團隊
海外派訓

保險類

勞、健、團保、眷屬團保、出差&
海外派駐保險、退休金提撥

職務名稱	工作內容	系所
研發	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 熱應設計分析、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	<ul style="list-style-type: none"> 製造程序管理、產線問題解決、人員訓練 管理品質管控 生產成本管理與改善 	◎ 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	<ul style="list-style-type: none"> 製程設定(兼顧品質與效能)、異常分析與改善良率提升 新製程/新技術導入 	◎ 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)	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 工廠設備維護、機器日常保養自動化控制 PLC設備規劃 	◎ 電子/電機/機械/自動化控制光電/輪機
環工廠務	<ul style="list-style-type: none"> 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

招募中心聯絡資訊：電話:03-350-0386 分機26800 | 信箱:recruit@unimicron.com

各廠地址

(山鶯廠) 桃園市龜山區山鶯路177號
(山鶯二廠) 桃園市龜山區山鶯路169-2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圳南路2號
(中國廠) 桃園市中壢工業區中國路19 2-3號

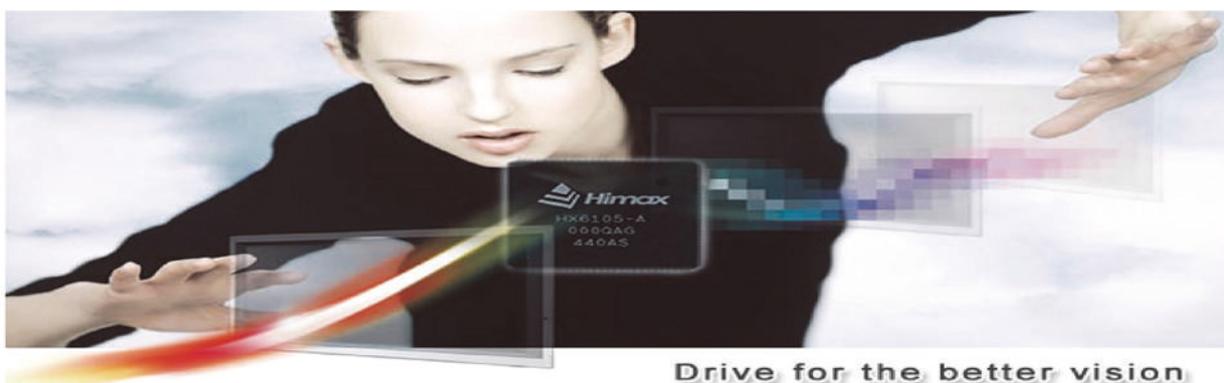
(蘆二廠) 桃園市蘆竹區南山路二段470巷21號
(蘆三廠) 桃園市大園工業區民權路5號
(楊梅廠) 桃園市楊梅區新農街二段209巷166-1號
(中興廠) 新竹縣竹東鎮中興路四段669號
(新豐廠) 新竹縣新豐鄉中崙村290號



立即行動，開拓您的欣夢想，成就精彩興未來，歡迎您的加入。



奇景光電股份有限公司



職稱	工作地點	科系	工作內容
類比IC設計工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. 觸控IC , TDDI or 指紋辨識 IC 開發經驗 2. ADC or sensor IP 開發經驗 3. TFT-LCD or OLED Display driver IC 開發經驗
數位IC設計工程師	<input type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. 高速介面IP設計開發 2. 影像處理IP設計開發 3. Familiar with digital logic design and verilog RTL coding. With DSC and MIPI DSI will be a plus.
電源系統應用工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. IC驗證 2. 驗證系統開發 3. 客戶design in問題解決 4. FPGA驗證
類比IP設計工程師	<input type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. PLL design 2. High speed receiver design (1.5Gbps/4Gbps/5.4Gbps/8.1Gbps/12Gbps) 3. High speed transmitter design (1.5Gbps/4Gbps/5.4Gbps/8.1Gbps/12Gbps) 4. eDP receiver 5. V-by-One receiver 6. MIPI D-PHY 7. HDMI Receiver 8. HDMI Transmitter 9. LCD P2P interface Transmitter
SI/PI/EMC工程師	<input checked="" type="checkbox"/> 台北 <input type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南	電子/電機工程 相關科系	1. "Chip+PKG+Board" modeling & co-simulation for pre-silicon SI/PI/EMC analysis. 2. Co-work with RD/CAD/SE for chip design-in SI/PI/EMC issue support. 3. Gbps interface SI/PI co-design and validation, such as DDR2/3, LPDDR1/2, HDMI, VBO, eDP, MIPI, etc. 4. Provide pkg/board-level SI/PI/EMC design guideline or reference design. 5. Familiar with transmission line
系統軟體設計工程師	<input type="checkbox"/> 台北 <input checked="" type="checkbox"/> 新竹 <input checked="" type="checkbox"/> 台南 <input checked="" type="checkbox"/> 深圳 <input checked="" type="checkbox"/> 上海	資訊工程/電機 /電子/通信 相關科系	1. 有電容式觸控韌體開發相關經驗 2. 有電容式觸控演算法開發相關經驗 3. 熟悉8051組合語言,C ,C++ ,C# 4. 有Linux/Android driver開發相關經驗 5. 有MCU(8051/ARM...)相關經驗 6. 熟USB interface 7. 具相關driver開發經驗

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



+ 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

mtg 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
自動化
製造

智能
資安防護

區塊鏈
技術

★具競爭力薪資

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

★照顧員工的健康與生活

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

★工作與生活平衡

豐富多元的社團活動、各項運動及文康活動
五星級健身房、附設逸光幼稚園



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，徵才職缺佈局全球。
我們持續擴大團隊規模和期盼更多頂尖人才的加入。Mapping your future with Garmin!

職缺說明

正式職缺

軟體工程 / 電子工程 / 機構工程 / 顯示器與光學技術工程 / 產品研發與管理 / 製造工程 / 供應鏈管理

實習職缺

軟體工程 / 電子工程 / 機構工程 / 量測中心 / 產品研發與管理 / 顯示器與光學 / 經營管理 / 製造工程 / 產品品質工程 / 供應鏈管理 / 資訊科技 / 市場行銷 / 產品支援 / 業務銷售

招募領域

資訊通訊科技領域 / 工程製造及營建領域 / 自然科學、數學及統計領域 / 商業、管理及法律領域 / 社會科學、傳播學及教育領域 / 外語、藝術及人文領域

GARMIN.

Auden Techno Corp.

徵

加入耀登
捷足先登

先進5G研發團隊 技術設備領先業界



招募新血

天線研發工程師
軟韌體研發工程師



Scan To Apply

具有5GmmWave天線或系統設計經驗優先面談
持有經濟部能力鑑定(iPAS)證書者優先面談

歡迎加入我們的團隊 共同成長茁壯

不要再猶豫 快成為我們的夥伴吧





動態
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 160 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 160 多位教師、聯盟 8 校學生（超過 600 名研究生），以及先前活動參與者（上千位），開放每位會員可於每次季刊中刊登 1 頁 A4 之徵才訊息，出刊前將詢問各位會員是否提供徵才稿件，敬請踴躍報名。

• 可邀請聯盟教授於徵才說明會中致詞：

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

電磁產學聯盟儀器設備借用優惠方案 ~ 歡迎會員踴躍申請

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

【聯盟廠商的儀器借用優惠方案】

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

聯盟會員專區

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



台灣電磁產學聯盟 2021傑出講座



台灣大學電機工程學系
陳士元 教授

講題：

1. 從電磁逆散射到太赫茲成像
2. 當微波技術與量子計算相遇

中央大學電機工程學系
張鴻埜 教授



講題：

1. 異質整合化合物半導體積體電路設計
2. 矽基製程低抖動低相位雜訊時脈產生技術及應用

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: 02-3366-3713、E-MAIL: temiac02@ntu.edu.tw



2021夏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**2021年5月3日(一)至2021年5月31日(一)**期間開放報名，額滿為止。
- 四、測驗日期：**2021年6月19日(星期六)**上午10至12時
- 五、測驗方式：分為初級及中高級測驗，統一線上測驗，詳細測驗地點請上報名網站查詢。
- 六、命題範圍：電磁學基礎課程。

初級測驗	向量分析、靜電學、靜磁學、Maxwell's Equations
中高級測驗	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) http://em.emedu.org.tw/

- 七、成績寄發日期與方式：預訂於**2021年6月25日(五)**前以E-mail方式通知。

注意事項

1. 請自行參閱各大學的防疫措施與校園出入口管制說明，以免無法進入該考場應試
2. 參加測驗請配戴口罩，如未戴口罩，監試人員可拒絕考生應試
3. 報名考場如未達一定報名人數而未開放，將移轉考生至其他考場參加測驗
4. 主辦單位保有隨時修正、補充說明及解釋本活動之權利
5. 活動詳情與日程，請參閱網站資訊

聯絡人：國立臺灣大學電信所 邱小姐
電話：02-33663700#165；E-mail：tingyc@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：國立臺灣大學電機系、國立臺灣科技大學電機系、國立臺灣科技大學電子系、國立臺灣海洋大學通訊與導航工程學系、國立中央大學電機系、國立中央大學通訊系、元智大學通訊系、中原大學電子系、國立交通大學電機系、國立清華大學工程與系統科學系、國立中興大學電機工程學系、東海大學電機系、國立彰化師範大學電子工程系、國立嘉義大學電機系、國立高雄科技大學電訊工程系、國立屏東大學電腦與通訊學系、國立澎湖科技大學電信工程系、財團法人國家實驗研究院國家高速網路與計算中心

立即前往報名



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 dnecy@gmail.com

0 4 1



臺灣電磁產學聯盟通訊

Taiwan Electromagnetic Industry-Academia Consortium Newsletter

