

壹、出國目的及緣由

為執行經濟部委託之科技專案「寬頻無線通訊系統發展五年計劃」，解決寬頻分碼擷取(W-CDMA)通訊系統微波射頻收發模組次系統整合及關鍵微波組件如線性微波功率放大器等之設計、製程、構裝、可靠度及易測性等技術問題。

由於本單位負責分項為寬頻無線通訊系統中之微波射頻收發模組次系統，整個任務包括基地臺台及用戶端所有射頻收發系統之開發、及量產技術先期研究。本組對整個計劃之執行包含了策略、技術、管理及資源整合之重要任務。為期有效吸取他人豐富經驗以提昇技術水平，派員赴美國參訪 CTT、Kyocera America Inc. 等六家公司，研討微波砷化鎵單晶放大器元件之設計、製程與構裝；探討微波射頻收發模組自動測試技術並蒐集寬頻分碼擷取(W-CDMA)通訊系統相關之技術資料、瞭解市場現況及技術發展趨勢。期能使研發試產順遂，達成經濟部科技專案之研發目標。

貳、公差心得

參訪各公司商討課題及心得如下(依系統架構為順序,未按參訪公司順序撰寫)：

為提昇射頻收發模組性能與良率問題,本組採自行開發通訊微波積體電路晶片組(RFIC Chip set)方式,除了需建立波積體電路設計能力外並且需選用適合功率元件且高良率之異質介面二極電晶體(HBT)製程,以達頻段在 5.8GHz WBCDMA 之計畫目標。

因此,在本組自有之半導體實驗室,建構 HBT 製程以及驗證能量,亦是此次參訪任務中之重要目標。為瞭解開發通訊微波功率晶體及功率模組之相關製程設備我們拜訪了 Quintel Corporation 以及 Versatile Technologies Inc. 兩家設備廠並帶回相關資料(如附件一)。前者該公司主要專研於開發高精密光罩對準機有 20 年歷史。由於微波功率晶體製程之關鍵技術為黃光區之微影 (photolithography) 技術。其設計規則(design rule)需小於次微米,因此機械強度以及抗震度考量相當重要;另外光罩對準之重複性以及 deep UV light 照度之穩定性亦是挑戰。本次拜訪,除了與專業產品工程師討論光罩對準機之設計架構與使用技巧之外,亦讓我們參觀其設備之生產線。同時也吸收其從研發到產品化之規劃經驗。後者 Versatile 公司研發之產品主要為化學區之相關製程設備。我們也參觀了該公司之生產線與實驗室;另一方面,該公司亦投入建立砷化鎵微波積體電路晶片製程代工廠,特別在 20GHz 以上波段產品。顯然高頻元件積體電路此一市場需求量將逐年增加。

針對 5.8GHz 射頻通訊晶片組構裝問題,目前美國各大公司均採 Plastic Micro X 及 LGA (Land Grid Array) 方式解決構裝問題。彼等解決方案係以成本為考量重點,並不適合解決高頻構裝問題。目前高頻構裝並無標準規範,一般公司為解決此問題通常採用低溫共燒陶瓷構裝(low temperature cofired ceramic)雖然製程與材料系統尚未成熟,但已是形成一股風潮(與目前

本組自行開發低溫共燒陶瓷構裝雷同)。為解決高品質高頻晶片組構裝問題，此行特地安排參訪 Kyocera America Inc.。該公司為日本京都陶瓷公司之美國分公司，位於南加州的聖地牙哥，占其母公司先進陶瓷工藝技術之利及拜美國業界成熟微波科技之賜，其主要專長為先進光電及微波構裝研究發展；在微波構裝方面主要產品為通訊頻段功率晶體構裝及毫米波、微波多晶方模組及高密度構裝(如附件二)。其中尤以微波功率放大器構裝之研發為其特色。近年來有專利檔案顯示已有人開發塑膠材質毫米波構裝，但尚未商品化。此議題尚未有定論，所以仍有發展空間。目前該公司亦正在評估塑膠材質無接腳晶片構裝(PLCC, Plastic Leadless Chip Carrier)在高頻應用之可行性。國內也有日月光公司具此技術，此技術應用與傳統膠材構裝技術相容，但成品具微小化及電性、導熱特性佳之優點，推測其缺點可能有二，一為膠模材質對更高頻特性(5.8GHz)受質疑 二為其腳位數目受限於四周長度。故在此議題上本單位早有解決方案，但並非標準化 因未有既定標準 及最經濟途徑，值得結合國內產業界進一步追尋解答。

本次參訪經任職該公司研發部友人 Dr. Panayiotis Tirkas 安排，針對微波構裝設計製造及應用等議題進行研討，以解決寬頻無線通訊系統發展計劃中微波積體電路商業標準構裝問題。該公司人員指出微波表面黏著構裝

早有其標準如微小十字(Micro X)構裝即為一例，該公司亦推出一系列標準化微波構裝如功率元件構裝、微波晶片構裝及微波表面黏著構裝，最高工作頻率可達 50GHz。其中高功率構裝已廣受如易利信和摩托羅拉等大廠所採用。其在毫米波構裝、波導及天線研發亦多有所成就，該公司研究人員 Chong Il Park 及 Roger T. Kuroda 去年在波士頓國際微波研討會所發表之專題課程提到該公司近期開發之各項技術。由於考量目前技術成熟度，在材料系統採用該公司專精之高溫陶瓷與銅合金焊接技術，電特性佳且可靠度極高。目前該公司日本總公司已積極開發低溫共燒陶瓷技術(LTCC)在微波構裝運用技術，新開發基本構

型最高工作頻率可達 30GHz。

目前該公司研究部對外公開之低溫共燒陶瓷技術(LTCC)材料系統共有兩種，即杜邦(Du Pont)與美國 Ferro 系統，該公司對商業界開放之低溫共燒陶瓷製程服務，也只提供此兩種成熟材料系統。本單位過去一直也採用 Ferro 公司材料系統，在微波構裝及多晶方模組之研究開發有相當成效及能量，若再接再厲繼續投入人才及資源應能得到令人滿意之成果。

由於低溫共燒陶瓷技術(LTCC)在微波構裝運用具有多重意義，目前國內部份陶瓷工業廠家亦對此一市場持高度興趣，惟其專業在於材料及製程，對於電子特性研究及微波領域應用及設計仍處於摸索階段，若有類似本單位具先進電子特性研究及微波領域應用及設計能量加以協助，配合目前我國產業環境及在世界科技產業分工地位，應可創造新的契機，確立我國為先進高頻無線製造中心之地位。

為吸取先進廠家在寬頻無線通訊微波系統設計及切入市場之經驗，特別安排參訪在這一行業新興起之 MM/COM 公司。該公司從事寬頻無線通訊微波系統設計，其目前主力能量著重於 LMDS 毫米波通訊系統之開發。該公司工

程師多聘請自前休斯公司毫米波及微波積體電路部門，從事寬頻無線高通訊多年。該公司自創立至今不過數年，員工人數從六人成長到目前二十二，人力結構以資深設計研究人員為其骨幹，輔以少數支援人力和線上作業人員。由於該公司人員專精毫米波技術且善於評估微波積體電路，該公司之產品經完善生產作業流程設計與技術管理，在極精簡的人力結構下每年可產出高附加價值之毫米波功率放大器數目超過兩千個。由於目前 LMDS 毫米波通訊系統需求量尚未達大量生產規模，該公司捨低價格 PCB 製程採造價稍高但可靠度極高之薄膜製程，將不良率控制在千分之一以內。該公司對市場需求與供應成本之看法，的確與目前一般不具經驗之通訊業一味地壓低成本的做法大異其趣。該公司由

於製程良率控制得宜，利潤反而相對得高，這樣思考方式值得參考。MM/COM 公司除了提供各式各樣毫米波功率放大器外也生產波導元件及量測用功率放大器。近年來為擴張其市場將於 2000 年 7 月 7 日發表其新開發之 LMDS 毫米波通訊收發系統(攜回資料如附件四)。該公司產品最大客戶為韓國，用於 CDMA 基地檯對通訊中心通訊使用。由於此一系統因工作頻率高可提供寬頻通訊服務可突破傳統固定網路業者之壟斷，改變通訊市場生態結構市場規模不可乎視。由於此一領域技術層次高利潤相對也高，所以國內知名大廠如臺揚及明碁等公司正準備投入人才資本搶攻市場。本單位具豐富研究發展經驗生產型態以小量多樣為主，應可考慮介入此一型態市場。

為瞭解寬頻分碼擷取(W-CDMA)微波系統線性功率放大器設計及生產製程相關技術，期能提升本單位線性功率放大器開發及生產製造技術，此行特地走訪 CTT 專業微波功率放大器製造公司。CTT 公司為一約有 90 人之小型公

司，其核心技術為功率放大器模組，產品亦旁及其週邊次系統。其客戶 75% 為國防業者，25% 為商用業者。由於其訂單多為少量多樣特殊規格 Custom design 之產品，非常適合與其合作獲得國內所需之高功率放大器模組。此外，該公司大迎部分承接國防軍品，故對品質管制作業極為重視值得借鏡。CTT 未來發展方向包括 Digital Radio 用次系統 LMDS 之關鍵零組件如低雜訊放大器、0.1-1 Watt 功率放大器、升/降頻器、倍頻器及收發機模組等。其次為高功率放大器，分為儀器型放大器、基地台放大器及 TWT 推動放大器等各類放大器模組。此外就是應用於 PCS, MMDS 與 LMDS 之功率放大器模組。

CTT 為傳統放大器設計公司，在高功率放大器設計製造和量測已投注大量時間與經費，也累積深厚的經驗，其在高線性度放大器之開發亦不遺餘力。由於高功率放大器已成為通訊業的主要產品，故各公司無不在此一領域全力衝

刺，據該公司戴總裁指稱功率放大器技術一日千里，CTT 仍稍落後市場的水準，現正努力迎頭趕上市場水準。該公司從設備齊全到今日已有五年努力才有目前的成績，故其發展關鍵技術之模式也有值得我們參考的地方。本院若循 CTT 模式發展恐怕落後市場水準更遠，因高功率放大器需要三大技術：(1) 功率晶體、(2) 元件模型及(3) 設計組裝能力，在這三者中本組皆較 CTT 落後，尤其在功率晶體與元件模型的取得，較位於矽谷內公司而言曠日費時。故本組若要發展功率放大器，宜借重外來經驗輔助：運用本組新建立之負載牽引量測系統(Load Pull System)直接取得設計資料，再培養組裝、測試能量，行有餘力再漸漸培養對晶體與元件模型的理解，如此才能使本組以最短時間達到市場技術水準。就此一角度思考，以華人組成的 CTT 公司，是值得考慮的合作伙伴。

Stellex Microwave Systems. 為此行唯一安排專業微波系統器製造公司，以觀摩其先進微波混成線路製程技術、微波系統構裝技術並討論無線通訊微波系統發展趨勢及因應開發之製程技術，做為本單位未來發展之借鏡。

Stellex Microwave Systems Inc. 原為成立於 1957 年之 Watkins-Johnson Company 的 Microwave Device Sector，1996 年為 Stellex 公司所併購，為一國防微波元件、次系統廠商。員工約 2000 人，主要技術能量以薄膜微波積體電路為主，與本組相當類似，故其發展方向值得借鏡。該公司基本上維持薄膜微波積體電路之技術能量，大部份供商業使用；少部份仍供國防計畫使用。美國軍方之反戰術彈道飛彈 ATMB Pac III 及先進中程空對空飛彈 AMRAAM 內之雷達系統微波組件都為該公司所生產。目前，與本組於 1991 年派員參訪時已有重大變革。

該公司在製程技術研發相當先進：薄膜微波積體電路之組裝採量產型 Pick & Place 方式，一部 Pick & Place System 可取代約 20 個人力。生產線任務編組亦由產品導向改為功能導向，裝配人員只需專注於專長動作即可，因此，生產

效率及良率都大幅提升。電路封裝亦揚棄傳統方式；機械外殼大量採用金屬射出成型技術 Metal Injection Molding，質輕易於再加工成本低廉。電性及機械熱特性與 Covar 相近，陶瓷基片不需基座可直接安裝，也使設計、組裝技術更具挑戰性。至於模組與模組間改採 GPO Snap on Type 接頭而非傳統 SMA Type 旋轉螺絲接頭，據該公司宣稱改用此接頭除了易於組裝、節省空間外並可提高可靠度。此外，該公司建立包含收發機、放大器等全套微波線路自動測試系統簡化測試流程，縮短測試時間，均值得我們學習、借鏡。

參、效益分析

此行目的係為搜集國外微波通訊相關技術資源，解決無線通訊關鍵零組件之設計、製程、封裝、可靠度等問題以協助寬頻無線通訊系統之發展。參觀了各廠商的研發、生產及量測設備，其中有不少地方值得參考、學習改進。在參訪期間也與各公司工程師舉行專題討論，除了對我們的技術有所助益外，同時也激發我們對於解決問題的新的思考模式。如能參酌他們的經驗，運用其可提供的資源，對計畫之執行的確大有幫助。

肆、國外工作日程表 表填表人：李清源

項次	時間	地點	交往接觸人士及機關(外文名及譯名)				洽談內容記要	備考
			姓名	國籍	性別	地址		
1.	891103 0930-1630	CTT INC.	David Tai C. S. Lee	美	男	3005 Democracy way Santa Clara CA95054	討論 W-CDMA、LMDS 功率放大器設計技術	
2.	891104 0930-1530	Stellex	Edward L. McGhee, Timothy J. Galla Andrew Varga Darryl P. Woo Jim R. Blaser	美	男	Stanford Research Park 3333 Hillview Ave., Palo Alto CA 94304-1223	參觀工廠、討論混波器設計技術	
3.	891107 0900-1150	Versatile Tech.	John Chiller Michino Fuzy	美	男	4079 Realm Drive, San Jose, CA95119	參觀工廠、研討半導體相關化學製程設備	
4.	891108 1350-1700	American Pinpointek	Nelson choa	美	男	1630 Oakland Rd. Suit A-112, San Jose, CA 95131	參觀工廠、研討半導體相關黃光製程技術	
5	891109 0900-1630	MMCom Inc.	Yi-Chi Shih, Chic Shishido Steve Vaughn	美	男	4030 Spencer Street #3 Torrance, CA90503	討論微波功率放大器設計、封裝技術、量測及 MMIC 技術與製程、市場趨勢	
3	891110 0930-1430	Kyocera America, Inc	Panayiotis A. Tirkas Chong Il Park	美	男	8611 BalBoa Ave. San Diego, CA 92123-1580	參觀工廠、討論微波構裝設計技術	
填說 寫明	1. 填寫內容力求詳實，生活中一般瑣碎事務請勿填寫。 2. 回國後一個月內送交計畫處彙辦。							

伍、社交活動

由於工作日程短暫，行程安排密集故除夜間抽空拜顧問王博士。假日時亦與友人一同遊覽優聖美地以及 Stanford university，目睹世界美景及百年名校，覺得不虛此行。

陸、出國公差建議事項表

單位	出國	三所	元件組	日期	出國	人員	出國
<p>一、各公司在計畫研發階段即著手進行相關技術文件之彙整。所有研發技術資料需建檔，結案時必須完整提供，如此才能縮短研發至量產時程，亦不易藏私。這是我們一般研發部門較易忽略之處。</p> <p>二、研發時即考慮試產及未來量產之易產性，是各部門經驗累積之結果。因此，需急建立相關技術資料庫，勿存私，互相分享，將可提高產品開發效率。</p>							
<p>註： 1 請將建議事項表附於出國公差報告中 2 另請影印一份送中心初審小組。</p>							

