

國立交通大學
National Chiao Tung University

出國報告（出國類別：學術交流）

題目：高性能 60-GHz 收發機系統
參訪行程

服務機關：材料科學與工程學研究所

姓名職稱：蔡思屏 博士生

吳佳勳 博士生

林孟樟 碩士生

前往國家：美國 洛杉磯 UCLA

出國期間：2012/11/19~11/25

報告日期：2013/07/02

摘要

國立交通大學(NCTU)張翼教授所帶領的複合物半導體元件實驗室(CSDLAB)一直致力於世界一流之三五族半導體電子技術的學術發展以及工業應用的創新技術，並與多間世界知名大學及公司有跨國合作，校際交流計劃也讓學生有很多機會在這裡得到國際培訓。本人與吳佳勳及林孟樟兩位學弟皆為張翼教授之指導學生，於 101 年 11 月 19 日至 11 月 21 日，前往洛杉磯加州大學(UCLA)進行 60 GHz 收發機系統之參訪行程，本次出國計畫為執行孟慶宗教授為主持人，張翼教授為計畫共同主持人的國際百大合作計畫，目的是參訪 UCLA 張懋中教授實驗室，開會並討論覆晶技術如何使用於合作的晶片上。

目次

一、目的	4
二、過程	4
三、心得及建議	6
四、附錄	7

一、目的

台灣 NCTU 與美國 UCLA 已有相當久遠的合作經驗，尤其在積體電路方面，此次有幸獲得國際百大合作計畫的補助，由我、吳佳勳及林孟幃三人於 101 年 11 月 19 日前往 UCLA 張懋中教授之實驗室，進行為期三日之學術交流及參訪行程。張懋中教授所帶領的 High Speed Electronics Laboratory (HSEL) 在射頻、微波及毫米波積體電路(RFIC and MMIC)方面皆有相當卓越的研究成果；NCTU 張翼教授及孟慶宗教授於前期 60 GHz 傳送接受器之覆晶多晶片模組的科專計畫期間也已累積不少高頻覆晶構裝技術之經驗，此行主要目的即為討論如何將 CSDLAB 之高頻覆晶技術使用於 UCLA 設計的 CMOS 射頻元件上，以期達到更為精進之實驗成果及研究經驗。

二、過程

11 月 19 日：於桃園中正機場 (TPE) 搭乘台灣時間上午 09：40 的達美班機，在日本時間 13：40 抵達日本成田機場 (NRT)，於 15:45 轉機前往美國洛杉磯機場 (LAX)，並於美國時間 08:45 抵達洛杉磯。先到住宿處 check-in 並安置好行李，隨即前往 UCLA 拜訪張懋中教授，並交流彼此實驗室的研究方向與成果。對方實驗室主要研究內容為應用在不同領域之 CMOS 元件設計，像是應用在高速大量資料傳輸的 self-healing mm-wave radio-on-a-chip、應用在 3D 影像系統的 144 GHz 0.76 cm Resolution Sub-Carrier Phase Radar 及應用在低功率無線通訊的 40mW 7bit 2.2GS/s Time-Interleaved Subranging CMOS ADC 等。我們實驗室在之前的科專計畫中有以覆晶封裝砷化鎵晶片完成收發機系統的背景，對於陶瓷基板、高分子 PCB 基板及金、鎳、銅、錫等凸塊的製程都相當熟悉，也曾封裝測試過 LNA、PA、mixer、VCO

等 MMIC 的經驗，因此雙方決定合作 CMOS 晶片版本的 60 GHz 收發機系統，以期透過覆晶構裝技術縮短晶片到基板的走線路徑，進而達到更好的 RF 特性。

11 月 20 日：上午前往 UCLA，拜訪博士生 Yuan Du 及 Frank Hsiao，先帶領我們參觀該實驗室的 S 參數量測系統（見附錄），製作完成的半導體元件可使用此機台量測在 60 GHz 下操作時的高頻特性，像是：Return Loss、Insertion Loss、Conversion Gain 及 Noise Figure。下午分別與他們各小組開會討論之後的合作方式與覆晶封裝應用於單一功能性晶片上等相關事宜。雙方討論之後，決定由 UCLA 張懋中實驗室負責設計 60 GHz 之 Tx、Rx 及 Frequency Synthesizer 元件，並做初步的電性量測及篩檢出特性較好的晶片，再由 NCTU 張翼實驗室負責後續的氧化鋁基板、金凸塊之 layout 設計及製作，進一步做覆晶構裝和可靠度測試，完成後再寄回 UCLA 做最後完整的電性量測 (S11、S21、noise figure 及 conversion gain) 以及下一層級的構裝。

11 月 21 日：前往 UCLA，與所有學生開會進一步討論關於構裝基板之光罩設計及如何完成所有的晶片之覆晶構裝整合。為了配合 UCLA 設計之 CMOS 晶片（晶片尺寸約為 1.2mm x 1.3mm x 600um），我們將氧化鋁基板上的金屬走線佈局為 50 微米寬，而每條走線的間距為 24 微米，且每個晶片皆需覆晶封裝至一片兩吋的氧化鋁基板，UCLA 一開始會先提供我們 20 個 CMOS 晶片，用以測試覆晶封裝的接合條件；另外，經過初步的電磁模擬結果，雙方討論出金凸塊之高度至少必須達到 25 微米。

11 月 22 日~11 月 24 日：私人行程。

11 月 25 日：於 LAX 搭乘美國時間上午 11：55 的達美班機，在日本時間 16：55 抵達 NRT，於 18:10 轉機返回台灣，在台灣時間 21：25 分抵達 TPE。

三、心得及建議

由於射頻高速積體電路元件之開發隨著無線網路與行動通信的發展而日趨重要，下世代的無線網路(WLAN)通信標準 IEEE 802.11ad 的 60 GHz 無線區域網路寬頻系統，擁有不須使用執照的頻帶及高頻寬之優點，將可加速高畫質影音之點對點資料傳輸，進而達到無線寬頻數位化之生活。UCLA 為國際知名大學，前往參觀訪問進而技術合作，將對本校研究能力的增進與台灣技術競爭力的提升有很大的助益；此外，與國外優秀人才進行學術交流亦可學習到許多不同的想法與態度，進而激發出新的研究思維，希望政府能夠大力推廣資助國內研究員與學生參加此類國際之間的合作交流計劃。

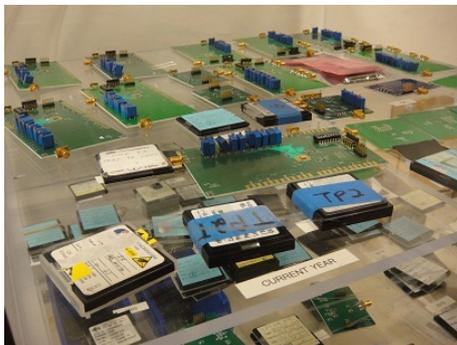
四、附錄



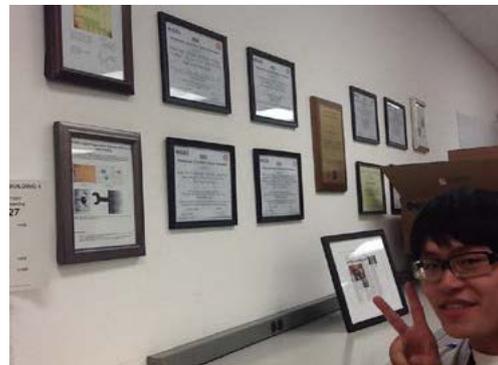
UCLA HSEL 所在建築物- Engineering IV



UCLA HSEL 外觀



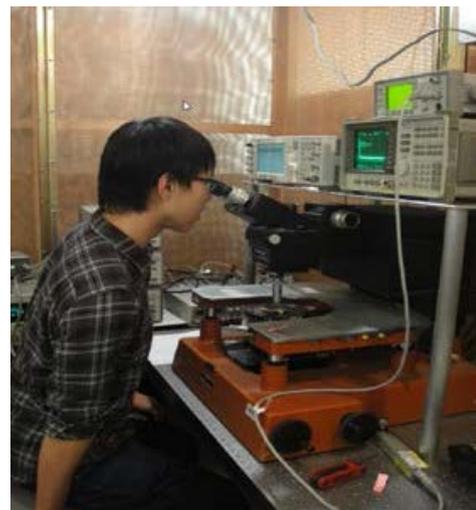
UCLA HSEL 所設計之 CMOS MMICs



牆上之獎狀代表 HSEL 的優良素質，是值得合作的好夥伴。



於高頻量測設備實驗間合影
(左起吳佳勳、林孟樟、蔡思屏)



實際操作量測設備