

出國報告(出國類別：研究)

赴美國德州農工執行短期學術交流

服務機關：海軍軍官學校

姓名職稱：陳柏勳

派赴國家/地區：美國/德州

出國期間：2022 年 6 月 1 日-8 月 31 日

報告日期：2022 年 9 月

摘要

本次在科技部「補助科學與技術人員國外短期研究」經費支持及海軍司令部同意下，前往美國德州農工大學，在化學工程學系郭育教授團隊內，進行為期三個月(6/1~8/30)的短期學術交流訪問。郭教授為知名國際學者，其研究領域包括多種材料為基底之薄膜電晶體、奈米材料之記憶體元件，並致力奈米科技與超大尺寸之電子元件及固態科學發展，其跨領域研究材料、製程及電子元件成果豐碩，因傑出研究曾獲選相關固態科技學會包括 IEEE、ECS、AVS、MRS 的會士(Fellow)榮譽，2019 年度亦獲頒潘文淵研究傑出獎殊榮，其相關研究成果對奈米科技與顯示器技術的發展均有實質性與深遠影響，本次交流期間除了與郭育教授團隊一起合作與討論先進電晶體發展外，亦對半導體製程技術與新穎材料應用有所交流，藉以了解現今半導體技術等最新發展趨勢。

關鍵詞：美國，德州農工大學，電晶體，半導體製程技術

目次

一、目的.....	3
二、過程.....	5
三、心得.....	8
四、建議事項.....	12

一、目的

薄膜電晶體(Thin Film Transistor, TFT)是顯示器中最為重要的元件之一，其開關特性大幅影響顯示器之掃描頻率、亮度與解析度等；而可撻式顯示器(Flexible Display)因其輕薄、易攜帶的特點，不僅是熱門的研究主題之一，未來將對顯示器產業發展亦有革命性的影響。但是在可撻式顯示器中，外部的彎曲應力大幅影響電晶體元件開關特性與可靠度壽命，並造成嚴重的劣化(Degradation)，進而影響畫素顯示與畫面成像。因此深入了解彎曲應力(Bending Stress)對於 TFTs 元件之電性影響與可靠度變化至關重要，本研究計畫擬透過完整的電性量測搭配彎曲應力實驗與軟體模擬，可以建立完整的物理模型描述可撻式 TFT 元件劣化機制，再藉由製程上的改良以提升元件電性與可靠度表現，將有助於軟性顯示器關鍵元件的實際運用與未來發展。

目前運用於顯示器中的薄膜電晶體元件，主動層材料多採用矽(Si)或是金屬氧化物(Metal Oxide)為基底。相較於傳統非晶矽(amorphous-Si, a-Si)材料，低溫多晶矽(Low Temperature Poly-Silicon, LTPS)具備較高($>100 \text{ cm}^2/\text{Vs}$)的載子遷移率(Mobility)與開關速度，故擁有高反應速度、大驅動電流及低耗電量優點；而金屬氧化物薄膜電晶體元件在可靠度上，仍較為不穩定且有改善和進步的空間，綜上所述 LTPS 顯示器擁有高掃描頻率、高亮度、高解析度之優點，相較於傳統非晶矽顯示器可以更加輕薄短小。在 LTPS 元件製程中，係利用準分子雷射(Excimer Laser)照射非晶矽薄膜，並使非結晶矽轉態為多晶矽，元件製程均在 600°C 以下完成，因此適用於一般玻璃基板。若運用在可撻式顯示器上，基板另可使用聚醯亞胺(Polyimide, PI) 材料，PI 薄膜具高耐熱、耐化學特性，相當適合作為軟性顯示器的

基板，此外亦有發展出高透明度的 PI 基板，除了具備良好的柔軟性外還兼具高透明性，可運用在觸碰式面板中使用。

顯示器元件的發展對於未來顯示器產業與消費性電子產品有重要的影響力，相關關鍵技術開發與應用含括許多不同領域的專業知識，藉由本次短期學術交流使參與人員能有機會了解最新發展以及與國外優秀學者進行研究分享與建立合作關係。

二、過程

本次短期研究參加過程概述如下：

6/1 日搭乘美國聯合航空班機自台灣桃園機場出發，於美國舊金山機場短暫進行轉機後，隨即抵達休士頓喬治布希洲際機場(IAH)，再經過陸路交通轉乘抵達德州農工大學所在之大學城(College Station)；6-8 月期間一同參與郭育教授團隊研究討論，並藉各項學術合作交流機會至電機系、物理系參觀；8/30 日由休士頓喬治布希洲際機場搭乘美國聯合航空至舊金山國際機場後，再轉機由美國舊金山返回台灣。

本次行程重點概述如下

日期	活動內容	地點
6/1	搭乘美國聯合航空國際線航班，經舊金山轉機後至休士頓喬治布希洲際機場，再經陸地交通前往美國德州大學城。	
6/2~8/30	與德州農工大學化學工程學系郭育教授團隊進行學術合作交流、參與相關研究與實驗量測、數據討論等。	美國德州大學城 (College Station)
8/30	搭乘美國聯合航空國內線航班，經舊金山轉機後至桃園國際機場返回台灣。	

交流機構簡介

本次前往交流地點為美國德州農工大學，其工程學院排名全美前十，校園占地廣大，研究資源充沛，是世界頂尖的研究型大學之一。這次交流的單位是化學工程學系的郭育教授團隊，其系館主要位置在 Jack E. Brown 化學工程大樓 (JEB Building)。郭育教授團隊有完整的製程設備與元件電性量測設施，放置位置在自己 7 樓的無塵室，該樓層尚有數間辦公室供研究生及訪問學者使用。



化學工程學系所在大樓以及 1F 空間。



2F 為系辦公室、老師研究室；另右圖為目前系上所有博士班學生。

郭育教授研究團隊

郭育教授研究團隊主要使用空間是系上的 7 樓，擁有 3 間無塵室空間及 4

間研究室，無塵室內包括製程設施及電性量測平台，可進行元件製作、電性量測等實驗。實驗人員進入無塵室前，均需先行完成系上相關工安、實驗室安全事項等線上課程，並完成測驗通過後方能進入進行實驗。



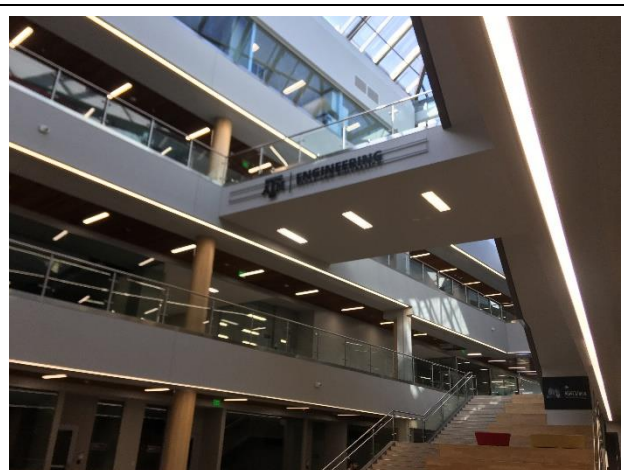
郭育教授團隊使用的無塵室環境與相關廠務設施。

三、心得

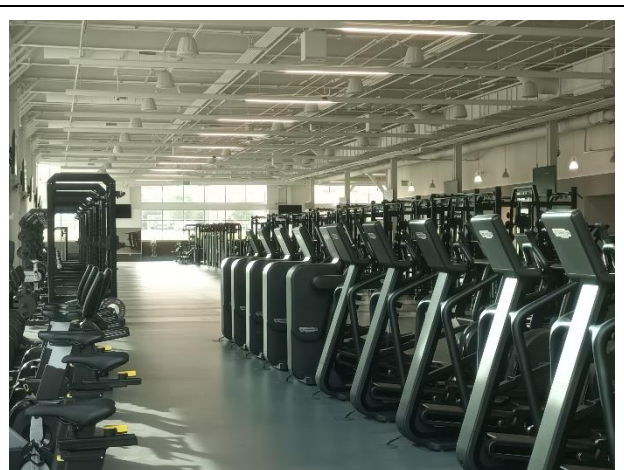
在出發前就已經先查詢過美國德州農工大學，其環境優良、校園占地廣大、師生人數數量超過 7 萬人，其下面有 11 個子系統大學分佈在德州內，想必校內資源定是相當豐富。6 月抵達校園後，實際在校園內部探索，才發現要管理如此大的校園也不是一件容易的事情。6-8 月期間剛好是暑假期間，校內有許多人員進行工程與環境維護，校園內部的大樓都相當新穎，而且公共設施都很完善。



最令我印象深刻的是 Zachry Engineering Education Complex，此建築是校內最大的單一學術研究大樓，也是工學院的所在位置，此大樓佔地超過 50 餘萬平方英尺，內部有許多用於教學與研究之設施、現代化的會議室與討論空間。

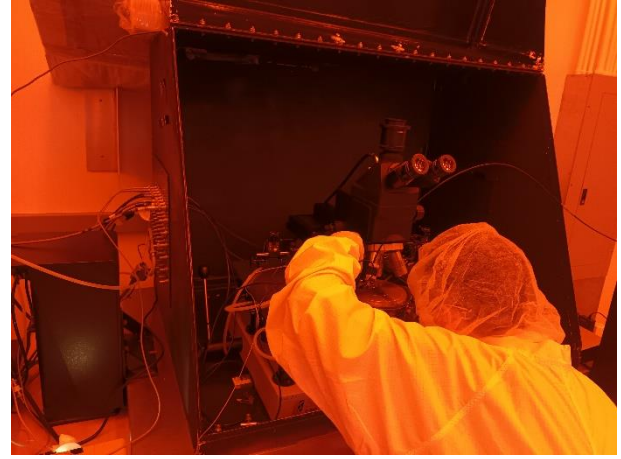
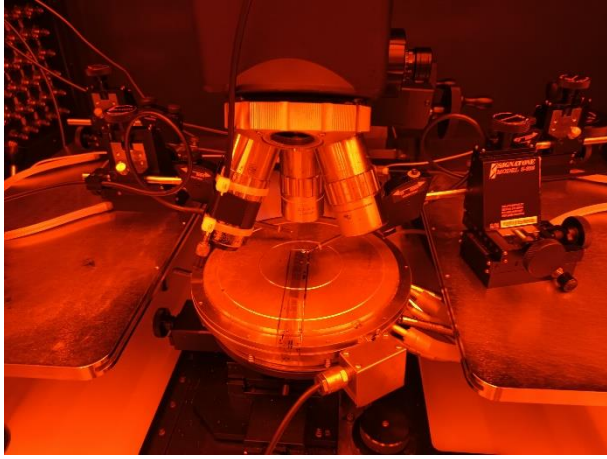


Zachry Engineering Education Complex 大樓內部設施與共同實驗室。

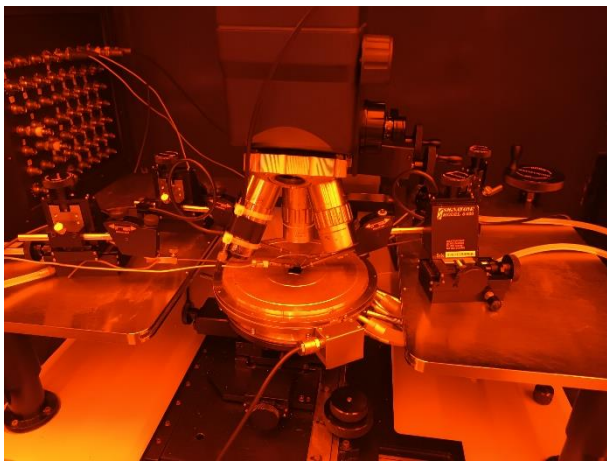


暑假期間校園常見校內工程人員進行施工，以及校園內的健身房等設施。

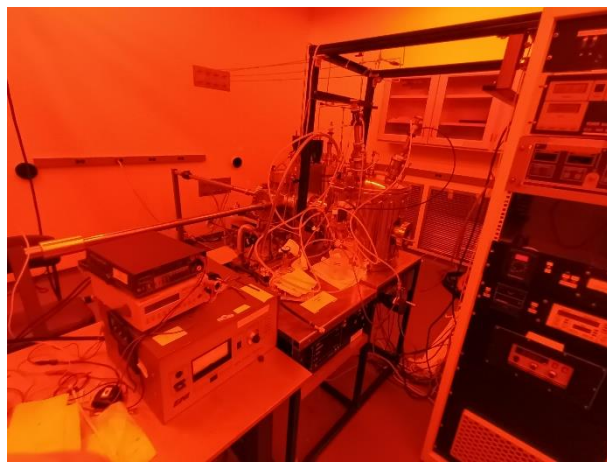
研究期間，與郭育教授團隊博士班學生一起參與實驗，包括薄膜電晶體、銅導線製程、以及電致發光等元件及議題進行討論，另對相關先進製程與材料運用及未來薄膜電晶體的發展與製程挑戰均有進行討論。



與郭育教授團隊博士生進行電晶體電性量測實驗。



除電晶體元件外，亦參與銅導線製程以及電致發光元件等相關實驗。



實驗室內的多靶濺鍍機與化學氣相沉積設備機台。

除了相關研究進度外，亦利用時間與郭育教授一起針對相關顯示器元件發展、材料與製程上等議題，進行充分討論與交流，藉以了解其研究觀點與相關研究經驗分享，相信對於個人研究題目與發展均能有相當大的幫助。另除研究工作外，也與其博士班學生一同交流聚餐，增進雙邊情誼。



與郭育教授及其團隊博士班學生合影留念。

四、建議事項

藉由參加本次短期學術研究交流獲益良多，除了學術上的互動與交流外，也包括了與來自不同國家的語言及文化上的交流，也見識到了國際頂尖大學在環境軟硬體上的投資。相關建議事項如下：

1. 建議國防部可以多鼓勵軍事院校教師，利用暑期期間進行短期學術研究交流，藉以提升教師自我充實及國際視野，此外建議在政策許可下，可與國外民間大學進行多方學術交流合作，推動有關師生互訪、教師短期研究及雙邊學生交換等措施，除可增進師生外語溝通能力外，亦有助於提升學校的國際能見度。
2. 出國前的前置作業繁雜，包括國外參訪機構的簽證、軍事院校內的課程授課、教師請假等諸多先前作業事項，這些都可能將影響教師出國意願。建議本校有關單位可以適時提供有關資訊並予以協助，對於提高教師出國意願將有所幫助。
3. 德州農工大學的國際學生/學者辦事處(International Student & Scholar Services, ISSS)相當專業，除了定期分享與提供相關校內重要生活與活動資訊外，每月也會舉辦相關聯誼活動，邀請國際學者/學生與眷屬，讓彼此間進行相互交流，使得訪問學人可以快速地了解並掌握相關資訊，這點是我國各大專院校的國際事務相關人員可以學習之處。