

全力推廣綠能產業開發太陽能源

李清庭 前電機資訊學院院長

成大電機系 61 級



成就歷程

李清庭教授於1990年擔任教職，先後任教於國立中央大學光電所與國立成功大學電機系，一生致力於光電半導體元件、三五族半導體電子元件與奈米材料方面之研究，由1995年至今已發表250篇SCI國際學術期刊論文以及248篇會議論文，獲有13項國內外專利，其研究成果顯著，歷年來獲得各項學術榮譽肯定，包括於1999年與2002年獲得國科會傑出研究獎、2002年獲得加拿大國家研究院講座教授、電子元件及材料協會傑出服務獎與光學工程學會光學工程獎、2003年獲得中國電機工程學會傑出教授獎、2005年獲得國科會第一級主持人、2007年獲得成功大學教學優良獎，更於2009年獲得國際電機電子工程學會與國際雷射與光電學會會士(IEEE Fellow & IEEE LEOS Fellow)、2010年獲得中國工程師學會傑出工程教授、2011年獲得英國國際工程技術學會會士(IET Fellow)、有庠科技講座教授與李國鼎榮譽學者，其中英國IET與美國IEEE皆為目前世界上備受推崇及敬重的學會機構，李清庭教授獲得該學會會士之頭銜，也代表李清庭教授於此領域具有相當領導能力以及重要學術成就。

李清庭教授二十一年來培育多位碩博士畢業生，對國內半導體產業界及學術界技術提升，有重大貢獻，李清庭教授亦積極推廣參與國內外學術學會各項活動，曾任台灣真空學會副理

事長、台灣電子材料與元件協會常務理事、IEET工程認證理事及團主席、IEEE台南分會理事、台灣光學工程學會理事、台灣電子材料與元件協會常務理事等，並擔任國際期刊Internal Journal of Innovation Computer, Information and Control與IEEE Photonics Technology Letters副編輯一職。並且擔任數項國際研討會議程委員或主席，協助其研討會議籌備工作，其指導學生經常獲得國際學術會議最佳論文獎。

此外李清庭教授之傑出學術研究成果獲得國內外各頂尖研究單位之重視，獲得加拿大國家研究院、法國國家科學研究院、俄羅斯科學院西伯利亞分院等邀請共同合作進行國際研究開發計畫，目前與交通大學、清華大學及國家實驗研究院共同執行三年期之國家型奈米計畫，亦獲得國內半導體相關產業界台積電、聯電、晶電與奇美等知名企業，獲邀共同合作計畫，並與工業技術研究院、核能研究所及中山科學研究院等研究機構進行合作，將研發成果推廣至實際產業界生產，提高研發成果之價值。

未來研究展望

在三五族半導體光電元件領域，李清庭教授多年來致力於技術與學術上的創新研發，首創開發光電化學氧化系統與製程技術以改善氮化鎵半導體表面高表面態密度之問題，由直接氧化氮化鎵半導體以成長高品質與高絕緣性氧化層，此

技術可於室溫及常壓下執行，並且可避免外部蒸鍍方式所造成之污染，除能提升氧化層與半導體界面特性，獲得極低界面態密度外，亦能大幅降低元件製作成本，猶如於矽基材料上利用乾氧及濕氧法成長二氧化矽層以製作矽質積體電路之功能。李清庭教授更以此新穎技術成功製作高性能之金氧半高速電子遷移率電晶體元件，其具有優良之直流、高頻輸出與低頻雜訊，尤其具有極低之閘極漏電流特性，並引進同時結合光電化學濕式蝕刻技術與光電化學氧化技術同時結合，製作更佳性能之閘極掘入氮化鋁鎵/氮化鎵高速電子遷移率電晶體元件，將來可應用於製作低成本與具市場競爭力之三五族半導體互補式金氧半電子元件與光電積體電路，提升我國科技產業於世界上的競爭力。

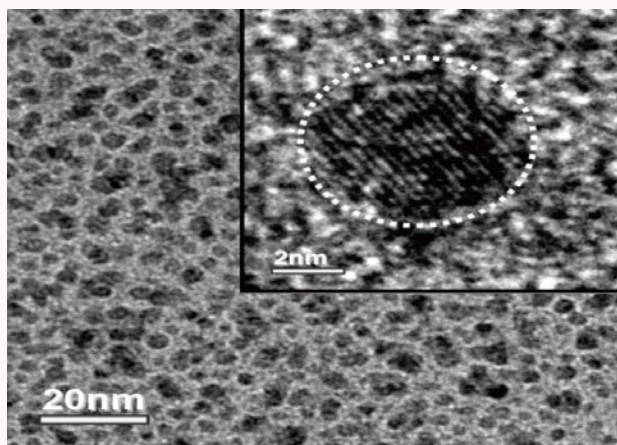
在生物檢測領域，半導體檢測技術具有高靈敏度、高響應速度與可重複使用等優點，其中氧化鋅材料因具低成本、對環境無污染性而備受各界矚目，由於氧化鋅材料之寬直接能隙、高載子移動率、高崩潰電壓及良好熱傳導性等特性，因此應用於檢測器可避免檢測過程中不必要的光雜訊與熱雜訊干擾，適合應用於多種惡劣工作環境。李清庭教授實驗室對於氧化鋅材料具有多年研究經驗，首創開發低溫氣相冷凝蒸鍍系統技術製備低濃度高品質氧化鋅薄膜，將此氧化鋅薄膜應用於光電元件、電子元件與感測元件上，除皆獲得優良的特性外，並搭配極高表面積/體積比

之奈米結構，應用於檢測元件具有較大反應面積可有效增加其靈敏度，對於生物檢測方面，例如葡萄糖、尿素、蛋白質與脫氧核糖核酸及酚類等，亦有優良之檢測特性，將來可提供快速且穩定之醫療應用檢測系統中。

在太陽光電研究領域，由於矽晶圓太陽能電池所耗費材料與成本相對較高，因此推廣太陽能電池產業面臨降低發電成本與提昇光電轉換效率等問題。其中為降低發電成本，發展薄膜型太陽能電池逐漸成為趨勢，李清庭教授實驗室近年積極開發高品質低成本之微晶矽基薄膜沈積技術，創新使用二氧化碳雷射輔助電漿增強式化學氣相沈積系統於低溫環境進行薄膜沈積，圖一為所設計的三腔體雷射輔助電漿增強式化學氣相沈積系統，在薄膜沈積過程，系統腔體內反應氣體對於二氧化碳雷射波長具有很高的吸收率，藉由



圖一、三腔體雷射輔助電漿增強式化學氣相沈積系統



圖二、穿透式顯微鏡下拍攝微晶矽薄膜結構

雷射輔助及電漿更能有效解離反應氣體，使得所沈積之矽基薄膜具有微晶結構且降低薄膜氫含量；圖二顯示利用穿透式顯微鏡所觀察之微晶矽薄膜結構，其中微晶結構使得矽基薄膜之載子遷移率大幅增加，因而改善微晶矽基太陽能電池之光電轉換效率，同時，沈積薄膜之氫含量有效降低，受到照光衰退的影響也大幅下降，因此微晶矽基太陽能電池具有高穩定性，此外，此微晶矽基薄膜沈積技術能於低溫環境完成，故能採用低成本玻璃材料作為基板或沈積於可撓基板上，由此可增加使用基板之選擇性，未來將搭配多層結構設計，期望獲得低成本高穩定度高效率之微晶矽基太陽能電池。

現今能源短缺與環境保護是全球正面臨的雙重重要課題，經過日本福島核電廠的核災事件，以及現今台灣高能源需求的情況，太陽能與相關市電併聯系統成為台灣未來再生能源科技

最具發展潛力之關鍵技術，期盼綠色能源能夠逐漸取代現今能源生產模式，以達到科技發展與生態環境共存的目的。有鑑於此，經濟部近年來積極推動綠能科技研發，於各大專院校設立機構、中心，期盼透過研發團隊的努力，將學術界前瞻、實用性技術與知識應用等做結合，整合運用各專業資源，以提升技術的價值。因應國際發展趨勢與國內產業導向，98年全國能源會議「能源科技與產業發展」中，將太陽能電池等綠能科技列為推廣項目，李清庭教授受經濟部能源局委任，於本校至民國98年開始創立太陽光電科技研究中心，並擔任中心總召集人，集結本校專業領域之教授，成立太陽能源研發團隊。目前除李清庭教授實驗室所開發之雷射輔助電漿增強式化學氣相沈積技術，能於低溫環境製作低成本高效率之矽基薄膜太陽能電池元件外，同時太陽光電科技中心合作之研究團隊亦針對各式太陽能電池之前瞻材料及關鍵技術進行研究與推廣，在模組封裝與市電併聯系統部份積極開發相關系統技術，進行環境模擬與實際運作記錄，目的即為增加太陽能光電產業之研發能量，並與廠商共同研發合作，至今已有數件技轉與數件專利申請提出，針對太陽能光電產品應用方面投入大量研究心力與開發，並定期舉辦業界與學界成果發表會以展示研發成果，進而建立產學交流平台，希望藉由太陽光電科技中心推廣綠能產業及開發太陽能相關技術，能夠增強台灣太陽能源產業發展之動力與水平。