

清華大學「電漿子奈米雷射」研究成果發表記者會致詞

清華大學今天很高興有機會到國科會向大家報告清大與美國奧思汀德州大學施志剛教授等於七月二十七日在頂尖期刊「科學」(Science)上發表「利用磊晶銀薄膜之電漿子奈米雷射」" Plasmonic Nanolaser Using Epitaxially Grown Silver Film " 的研究成果。本研究通訊作者施至剛教授是清華物理系1977級校友，美國奧思汀德州大學物理系教授，且是另一位共同通訊作者，現任清大研發長果尚志教授1993年的博士論文指導教授，果教授同時是施教授的開門弟子。施教授與果教授都是奈米光學國際知名學者。這次整合奧思汀德州大學、清華大學、中國科學院與交通大學研究團隊在奈米雷射研究上獲得突破性的成果。

半導體雷射的微小化是未來發展高速、寬頻、低功耗光運算器與光通訊系統的關鍵。尤其將半導體雷射的三維尺寸縮小至次光波長等級，以與積體電路中的電晶體尺寸相匹配，且其操作速度可高過電晶千倍以上，更是當今電科技的研究焦點。然而傳統半導體雷射受限於光學繞射極限，其光學共振腔尺寸至少需在其發射光波長的範圍；如何成功發展出可突破繞射極限之新型半導體雷射已成為當今光電與材料科技之重要挑戰。

奈米雷射是晶片上光學傳輸與運算系統關鍵組件，可促成奈米光學與奈米電子學的整合應用。此次開發奈米雷射為利用表面電漿子共振產生的激光，稱為電漿子奈米雷射，或 Spaser (Surface Plasmon Amplification by Stimulated Emission of Radiation)。電漿子奈米雷射在不到十年前，才有理論預測其可能性，三年前獲得實驗證實；本研究利用特別材料組合與結構以及製程技術製作特性優異，尺寸最小的電漿子奈米雷射，並經原子分辨結構分析以及理論模擬驗證。所製成之奈米雷射尺寸已與最先進之電子元件相容，除臨界功率低外，並可以連續波方式運作。大大提高實際應用的可能性。在二十一世紀是光學資通訊時代的背景下，解決光學儲存、傳輸以及運算問題，至關重要，尤其本電漿子奈米雷射已克服光波繞射極限，對利用光學顯微鏡觀測生物影像、光刻微影術、光學積體電路會有很大的助力。

製作特性優異，尺寸最小的電漿子奈米雷射關鍵之一是製備原子層級平整與單晶的磊晶銀薄膜，另一則是 InGaN@GaN 核心-外殼六角形奈米柱結構，磊晶銀薄膜有低損耗特性，而 InGaN 為高光增益介

質，同時精密的電子顯微鏡結構分析更奠定了理論模擬驗證基礎，透過介電質間距的縮小，可使得高光增益介質與表面電漿極化子間產生耦合而發光，這些都靠各團隊多年累積的經驗與功夫，所謂十年磨一劍，適時整合而達成突破。

值得一提的是本論文是跨國、跨領域研究成果，同時研究主力包括多位國內培育的人才，第一作者呂宥蓉同學與王俊元同學是清大物理系博二生，物理系陳虹穎博士與材料系呂明諺博士均為清大博士畢業生，顯示國內優質的研究生教育能培育出從事頂尖研究的優異人才，在國內一片惋惜留學生大幅減少聲中，可為反思的參考。

本論文是清華大學今年在「自然」(Nature)、「科學」(Science)、「細胞」(Cell)三頂尖標竿期刊上發表的第五篇論文，如此佳績直追清大前五年在此三期刊發表論文的總和，進步驚人；在此要特別對支持這五項研究的國科會(National Science Council)表示感謝。另一方面，本研究成功關鍵之一是清大善用國科會「貴重儀器中心」的矯正球面像差穿透式電子顯微鏡(Cs-corrected transmission electron microscope, Cs-TEM)得到奈米雷射精確原子結構資料，尤其在Cs-TEM裝機僅略過半年內即有此佳績，可謂充分發揮功能，有很高的成本效益，也對國科會交出漂亮的成績單。相信未來更會捷報連連，與國科會同享榮光。