



# 2024「中技社科技獎學金」

2024CTCI Foundation Science and Technology Scholarship

研究獎學金  
Research Scholarship

## Monolithic Integration of Metasurface and PCSEL for Polarization-Division Multiplexing in Free Space Optical Communications

### 單石整合 PCSEL-metasurface 偏振複用自由空間光通訊系統

國立陽明交通大學 電子物理學系博士班三年級 繆文茜

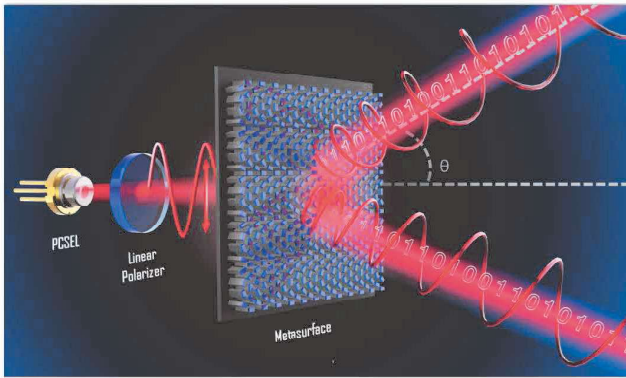
指導教授：郭浩中教授、林俊良教授



國立陽明交通大學  
NATIONAL YANG MING CHIAO TUNG UNIVERSITY



#### 研究重點



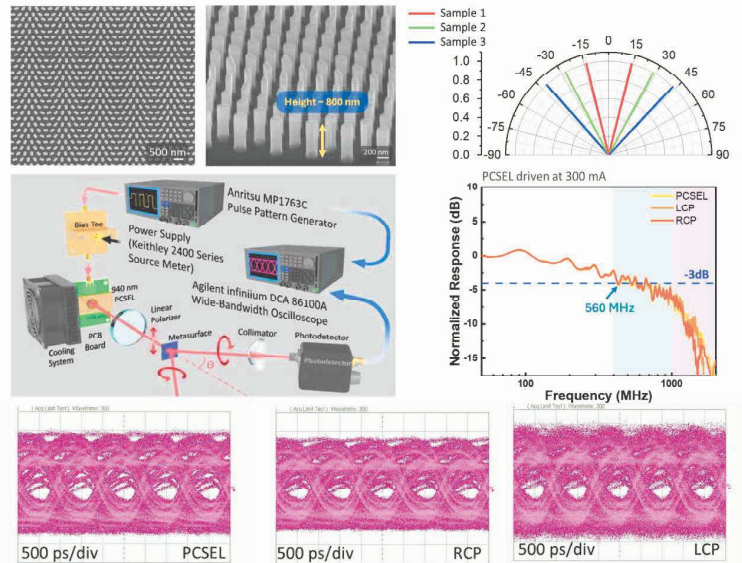
近年來，光通訊技術的迅猛發展使得人們對於提高數據傳輸速度和效率的需求日益增長。此計畫針對光通信領域的新興技術進行了深入的探討，重點聚焦於利用超穎介面驅動的偏振復用 (Polarization-Division Multiplexing, PDM) 技術，並 PCSEL (Photonic Crystal Surface-Emitting Lasers) 整合，製作出一整合型的光通訊系統。

PCSEL為一種新興的面射型雷射，具有優越的特性，但尚處於研發階段，其應用於光通訊的研究與相當有限。本研究通過引入超穎介面的技術，成功地實現了對PCSEL的偏振調控，從而提高了光通信系統的性能和效率。

超穎介面的應用使得PCSEL能夠更靈活地控制光的偏振狀態，這對於克服散射和降低光信號在各種介面間的損耗至關重要。我們透過設計和優化超穎介面的結構，成功地實現了高效的偏振調控，進而實現多通道的自由空間光通訊傳輸。

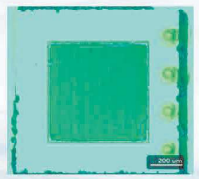
我們希望可以實現超穎介面與PCSEL的單石整合，並達成偏振復用的自由空間光傳輸通訊系統，為光通信技術的發展提供了新的思路和方向。這項技術的成功應用有望進一步推動光通信系統的性能提升，並促使其更廣泛地應用於未來的通信網絡中。

#### 研究成果



我們首先利用分離式的超穎介面驗證此方法的可行性。我們以驗證超穎介面偏轉轉換、繞射光束等功能。同時，我們也利用此分離式系統進行通訊傳輸的量測。當以300 mA的條件操作PCSEL時，其-3dB頻寬約為560MHz。同時在500MHz至1GHz之間，其頻率響應曲線在-2dB~-5dB間振盪，當超過1GHz後，其響應曲線顯著下降。

此外，我們有透過NRZ-OOK的傳輸格式，證明了此系統的傳輸速率可以達到1Gbit/s。值得一提的是，不論是經過轉換的左圓或是右圓偏振，均表現出與原始光源相似的傳輸特性，這代表了超穎介面可以在不影響傳輸性能的前提下對光的行為進行調控。我們目前也成功完成了整合型樣品的製作，後續的量測分析也已經在進行中。



#### 獲獎心得

很榮幸能夠獲得2024年中技社研究獎學金，這對於我專注於電光工程領域的博士研究是一份莫大的肯定與鼓舞。在研究過程中，我從微型LED的應用到光子晶體表面發射雷射 (PCSEL) 與超穎表面技術的結合，持續探索這些技術在衛星通訊上的潛力。感謝指導教授和團隊的支持，讓我能跨領域的挑戰中學習與成長，也感謝中技社對年輕研究者的肯定與鼓勵。未來，我將繼續努力突破技術邊界，為光電科技的創新與應用貢獻一份心力！