



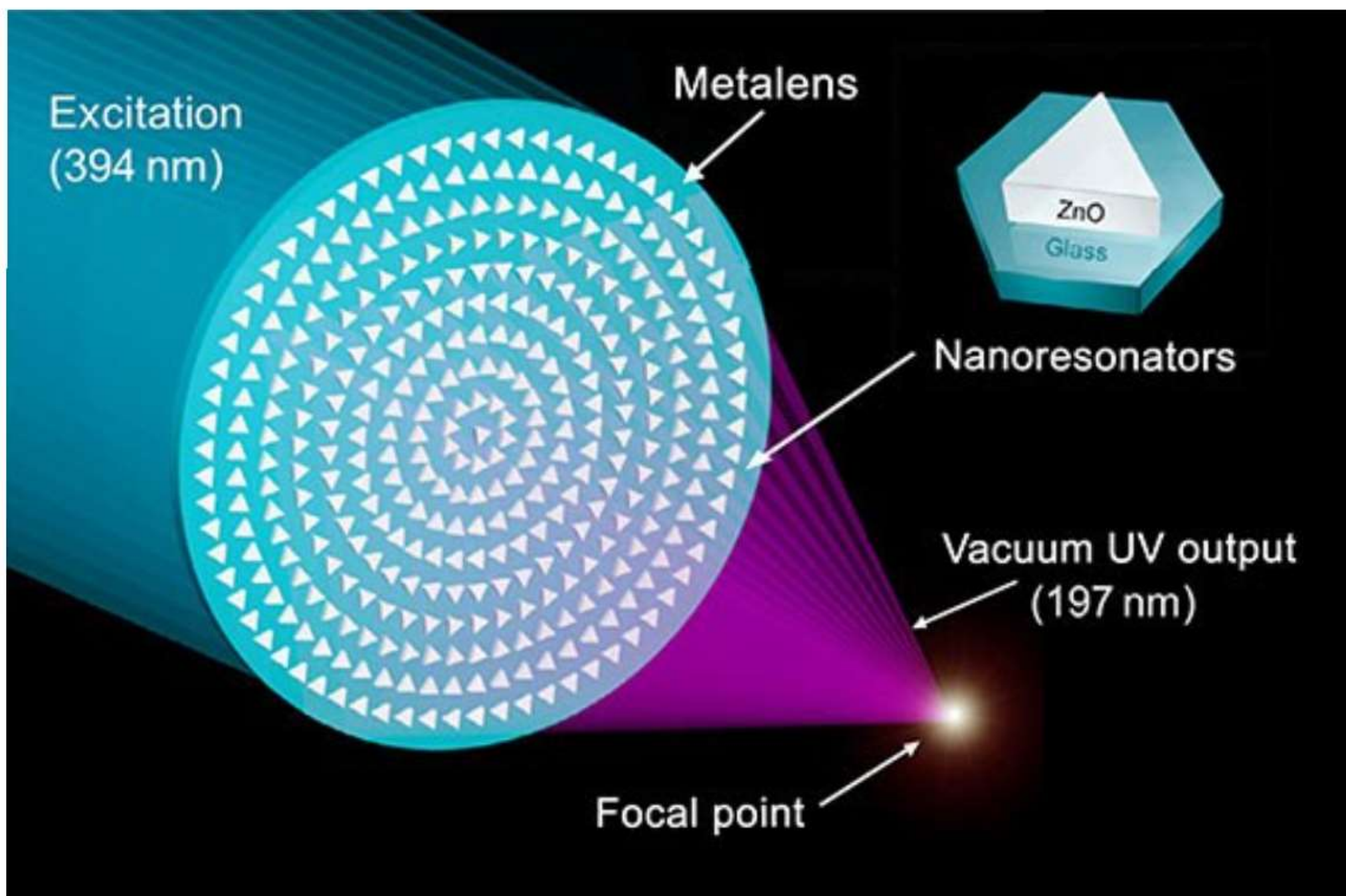
LINE



焦點新聞

陽明交大與跨國團隊合作開發真空紫外超穎透鏡

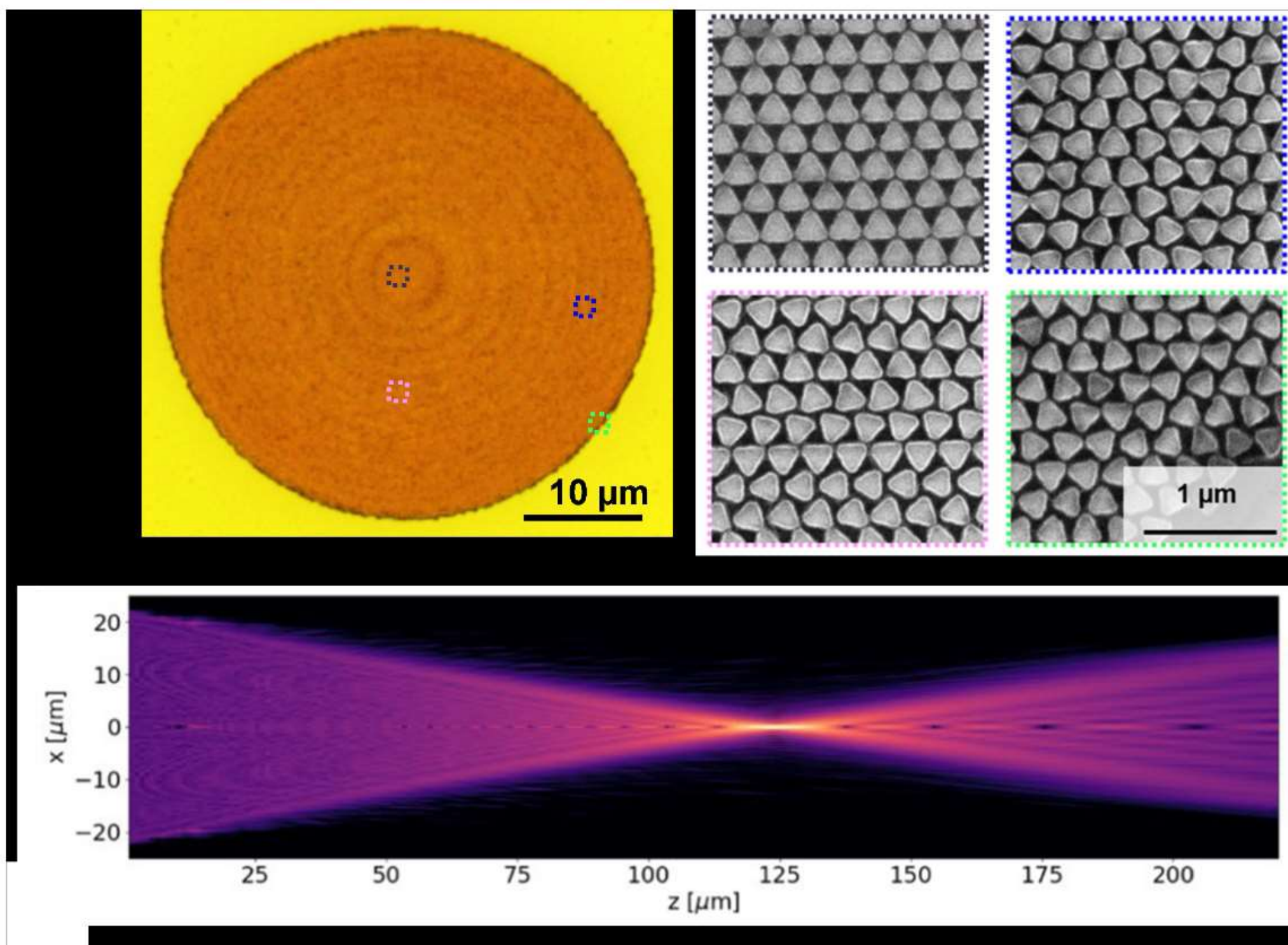
紫外光可應用於殺菌除汙、綠色能源生成、量子計算以及半導體廠的曝光微影，但要有效地產生並控制紫外光並非易事。電子研究所曾銘綸助理教授與美國萊斯大學、香港城市大學、國立聯合大學、中央研究院共同合作，開發出可有效產生並聚焦紫外光的奈米超穎透鏡(Metasurface lens，亦稱Metalens)。研究成果獲刊國際知名期刊《Science Advances》。



真空紫外超穎透鏡。在可見光雷射的照射下，超穎透鏡會藉由非線性效應產生真空紫外光並聚焦在空間中。

曾銘綸助理教授表示，研究專注於真空紫外光(Vacuum ultraviolet light)，相較於一般的可見光，紫外光具有較高能量，皆採真空腔體操作，可應用於光化學、材料分析以及微影等前瞻科技，在次世代科技發展中扮演重要角色。然而，常見的光學材料會強烈吸收真空紫外光，因此如何產生與控制真空紫外光一向是個難題，也限制科學家們進一步探討真空紫外光尚未發現的潛在價值。

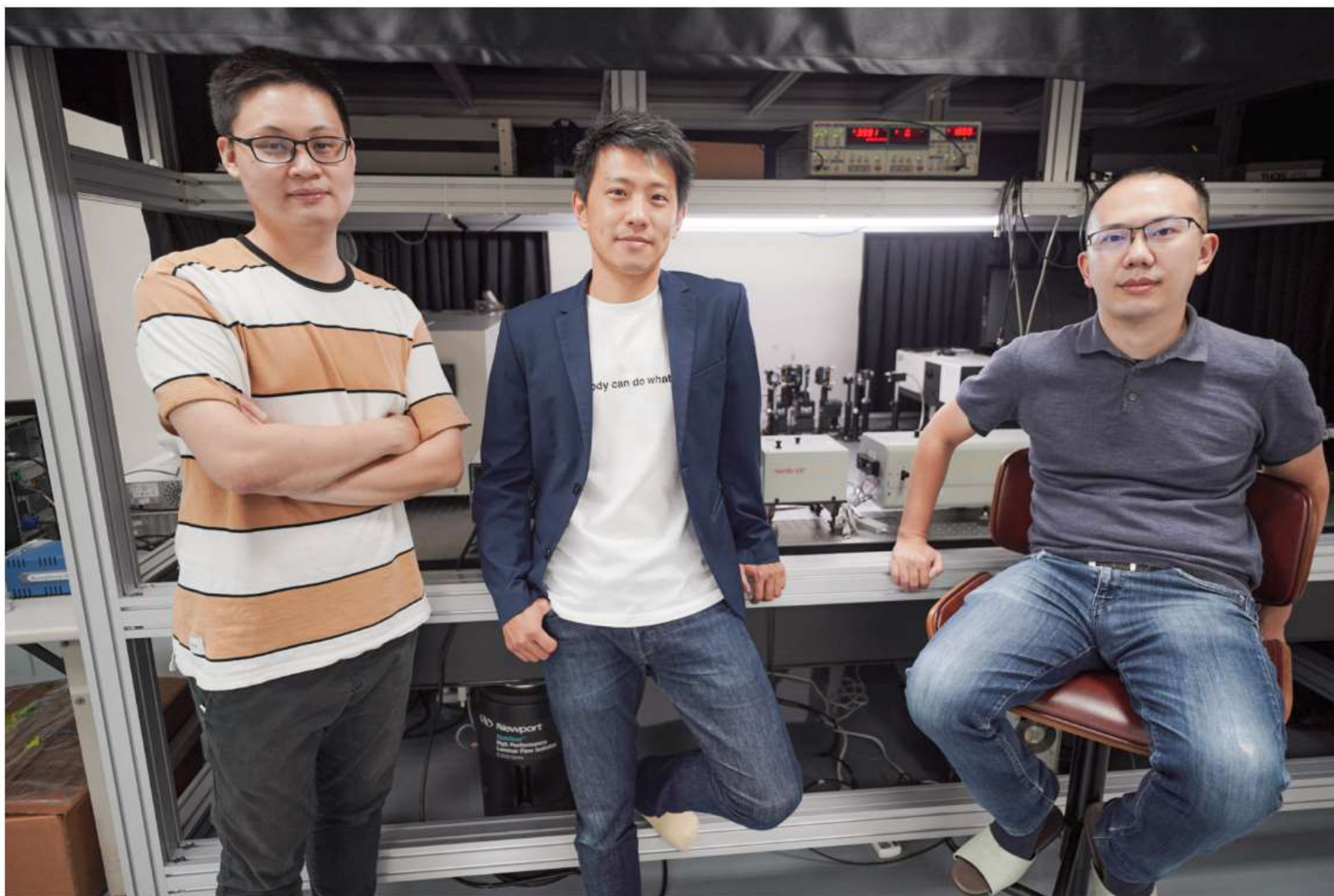
要理解此新型透鏡，需先認識超穎介面。超穎介面為人造的奈米結構，介面中包含成千上萬個經由仔細設計、具有特定光學性質的奈米天線，而超穎介面的光學性質，例如光的產生跟聚焦，都可經由設計奈米天線的幾何參數實現。其中，超穎透鏡是一種特製設計的超穎介面，其功能與一般厚重的玻璃透鏡相近，但具有更新穎的光電功能，近年來被應用於全彩影像、糾纏光子控制以及生醫檢測等儀器裝置。



真空紫外超穎透鏡的聚焦結果。左上：超穎透鏡的光學顯微鏡照片。右上：超穎透鏡的電子顯微鏡照片。下：超穎透鏡的聚焦分析結果。

超穎透鏡由半導體材料氧化鋅薄膜加工製作而成。團隊在研究中發現，在可見光雷射的照射下，氧化鋅可將入射的可見光雷射轉換成真空紫外光，此現象稱做二次諧波效應(Second harmonic generation)，是非線性光學中經常使用的一種關鍵技術。研究也發現要達到期望的雙重功能，超穎透鏡的奈米天線需要有良好的光學共振與適當的材料，連形狀也需符合某些條件才能使超穎透鏡同時產生與聚焦真空紫外光。

在搭配奈米光學、非線性光學及量子力學中幾何相位的理論後，曾銘綸助理教授與合作團隊決定採用氧化鋅奈米三角天線組成超穎透鏡，以電子束微影及聚焦離子束雕刻等技術製作數個超穎透鏡，並於美國萊斯大學的量測實驗中成功觀察到超穎透鏡將可見光雷射轉換成真空紫外光並聚焦於空間中。此超穎透鏡產生的聚焦光點僅約為兩個微米(micrometers)，相對於沒有聚焦的平面波，在聚焦點的真空紫外光的單位面積強度有21倍的顯著增強，未來可整合於現有的光學系統中並應用於先進的光譜研究。



曾銘綸助理教授(中)研究團隊與跨國團隊共同開發真空紫外超穎透鏡

研究團隊期望未來能藉由超穎介面輕薄短小、功能多樣性、開發自由度的特性實現更多紫外光超穎介面；得益於台灣半導體產業居世界領導地位，團隊也相當看好由半導體奈米結構組成的超穎介面未來量產與商業化的潛力。曾銘綸助理教授特別感謝科技部、教育部、電子所及合作團隊的支持，並表示這只是第一步，相信未來超穎透鏡可以用來解決紫外光以及可見光區間的挑戰，並帶來更多重要的科技應用。

論文連結：

Ming Lun Tseng, Michael Semmlinger, Ming Zhang, Catherine Arndt, Tzu-Ting Huang, Jian Yang, Hsin Yu Kuo, Vin-Cent Su, Mu Ku Chen, Cheng Hung Chu, Benjamin Cerjan, Din Ping Tsai, Peter Nordlander, Naomi J. Halas "Vacuum Ultraviolet Nonlinear Metalens." *Science Advances*, 8, eabn5644 (2022).

<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abn5644>