台大光電所管傑雄教授與物理所蔡定平教授雙方研究團隊
合作研發可見光波全波段消色差超穎透鏡
為光學領域帶來更尖端的多領域應用

系列研究發表於《*Nature Communications*》(DOI: 10.1038/s41467-017-00166-7)、
《*Nature Nanotechnology*》(DOI:10.1038/s41565-017-0052-4)、
以及《*Nano Letters*》(DOI:10.1021/acs.nanolett.7b03135)

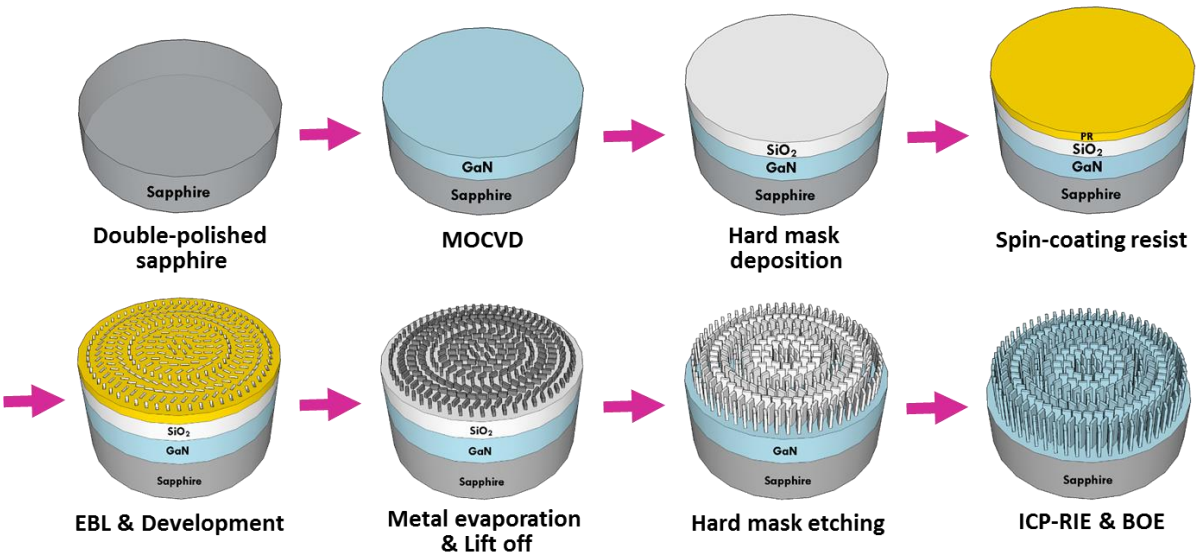
中研院應用科學研究中心主任暨臺灣大學物理所蔡定平教授，與臺灣大學光電工程學研究所管傑雄教授，雙方研究團隊攜手合作，成功地製作出具有寬頻消色差能力之超穎透鏡 (Broadband Achromatic Meta-lens)，打破了傳統透鏡消除寬頻色差需仰賴數片透鏡組合的觀念，躋身國際光學領域上重大的突破之一。該研究首篇發表於 2017 年八月的自然通訊 (Nature Communications) 期刊上，該篇研究係針對紅外光波段進行調制，後續更有針對可見光波段應用之研究，亦陸續發表於高等國際期刊自然奈米科技(Nature nanotechnology)以及奈米快訊(Nano Letters)上。

為因應手持電子元件之需求，平面、微米尺度之光學透鏡技術的創新，往往帶動著科技望下一世代邁進；但由於光學色差現象的存在，現今的解決方法係以透鏡組合消除色差，但往往得與增大的體積妥協；故此研究中之「平面型寬頻消色差超穎透鏡」正為解決此糾結之最佳辦法；由於可與可見光波長響應之次波長結構尺度令光學微影不敷使用，需得透過電子束微影進行，而電子束曝光顯影的精準度、圖形之連續性、以及後續蝕刻的完整性，在在地攸關整個光學透鏡的品質－即成像效果，故其超常規的要求，使得整個製程極度仰賴經驗、技術及技巧，才能得到一個可與理論模擬相符合之元件。因而，此項研究無論在理論建立，或是製程實現上，都堪稱是科技上之重大突破。

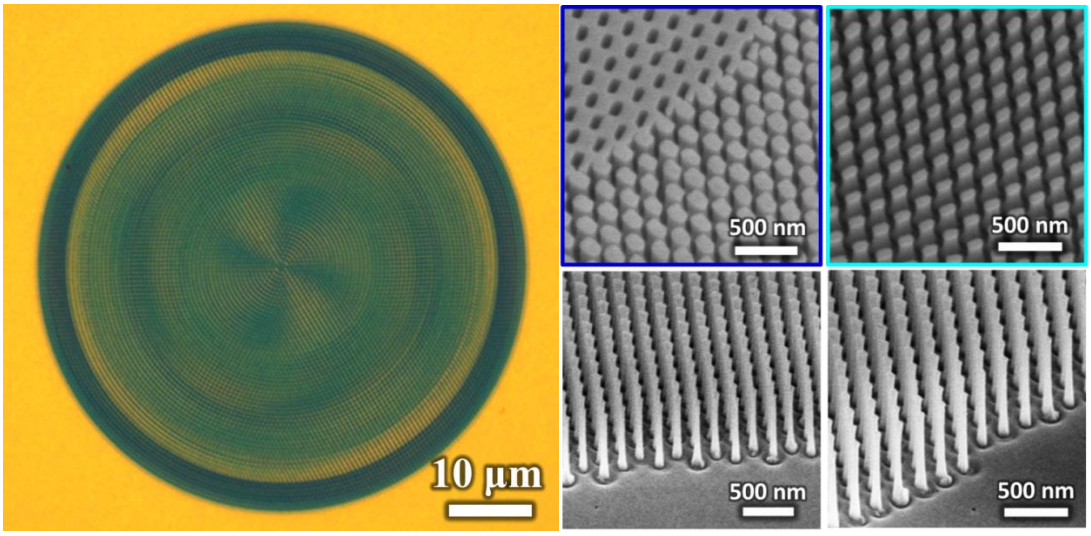
研究團隊中，負責元件製程的管傑雄教授表示，該研究難能可貴之處在於團隊間的分工無間，各展其長，而台大電機系電子束實驗室(以下略稱本實驗室)在其中擔當要務，肩負微透鏡之超穎表面結構的實現，實屬關鍵一環。自 2004 年購置電子束微影系統以來，本實驗室便持續著電子束微影相關技術的開發及突破。從甜甜圈法(Doughnut method)校正電子束曝光時鄰近效應(Proximity effect)的影響，繼而發現低溫快速顯影法並成功製作出線寬小於 10 奈米之金屬線路，後更建立理論模型以模擬曝光劑量之投放，大幅改善奈米尺度的開口諧振環(Split-ring resonator)之精確度；在與學生們共同的努力下，實驗室一步步地將電子束微影技術推展至巔峰。故此次的合作研究，我們得以憑藉著長年累積的經驗與技術，同時輔以創新的製程方式，成功且完美地實現超穎透鏡之表面奈米陣列結構，能有此次豐碩的成果，在在說明了基礎研究的重要性，創新的研究亦得奠基於扎實的基礎之上。

「平面型寬頻消色差超穎透鏡」系列研究可參考以下網址：
https://www.nature.com/articles/s41467-017-00166-7
https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.nanolett.7b03135

https://www.nature.com/articles/s41565-017-0052-4
相關報導亦可自臺灣大學、中研院、及物理所各網頁中瞭解。



圖一 以電子束微影技術製作全波段消色差超穎透鏡的製程步驟圖示



圖二 具全可見光波段消色差能力之超穎透鏡之光學照片，及其細節之電子顯微鏡照片。其中奈米柱狀結構之高深寬比，在以蝕刻製程所得之柱狀結構中堪稱世界之最。