

清華發表全球最薄鏡頭 比紙薄、可撕貼



國立清華大學
NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY

2019 首頁故事

清華發表全球最薄鏡頭 比紙薄、可撕貼

微型相機鏡頭大突破！本校光電所劉昌樺助理教授與美國華盛頓大學研究團隊合作，研發出不用玻璃折射成像，而是以數萬個極微小的奈米柱排列為同心圓來改變光穿透速度的超平面透鏡，厚度比紙還薄、甚至還可像貼紙一樣撕下轉貼，未來可應用在相機、手機及微創手術導管等鏡頭上。

這項全球最薄介電質超平面透鏡的研究成果，不僅登上了國際頂尖期刊 Nano Letters，許多外國媒體也都爭相報導，並以「超超薄的平面鏡頭」、「光學鏡頭從 3D 變 2D」、「永別了，立體玻璃鏡頭」標題來形容這項重大突破，也讓清華的研究能量揚名國際。

傳統透鏡由厚厚的玻璃鏡片構成，需要經過打磨、拋光等昂貴製作過程，厚度往往達數個毫米。劉昌樺老師表示，近兩、三年來奈米技術和奈米光學精進，開啟了人工平面透鏡「介電質超平面透鏡」的研究領域，採用半導體材料如二氧化矽來「長」成數萬一樣高度的微米等級柱子，並排列成一圈圈同心圓的圖案，來改變光穿透的速度，達到跟傳統透鏡一樣好的效果。但因為構成透鏡的微細柱子高度至少得是直徑的 5 倍以上，又高又細的柱子很容易倒塌。

劉昌樺老師採用創新的光學設計方法，成功降低這些柱子的高度至奈米等級，柱高只要達直徑 2 倍即可。柱子變矮了，更方便製作、更穩固，製作出的透鏡也更加輕薄。以此方式製作出的鏡頭，直徑只有頭髮的百分之一；厚度僅 190 奈米，比五萬分之一公分還要薄，創下世界上最薄介電質平面透鏡的紀錄。

此外，劉昌樺老師研究團隊也首度提出採用凡得瓦(Van der Waals)材料來製作奈米柱的構想。他解釋，凡得瓦材料的特性與我們平常使用鉛筆中的石墨相似，都是由一層層的單原子層堆疊形成，層與層之間只靠微弱的凡得瓦力連接，因此筆跡可輕易地被寫在紙上、也可以輕易地被擦掉。

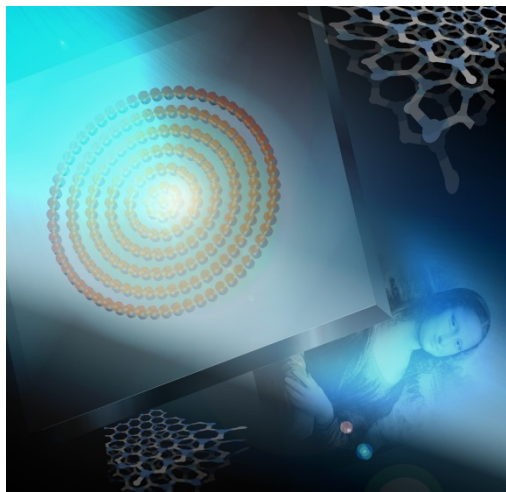
因此，研究團隊採用六方氮化硼、二硫化鉬等凡得瓦材料製作奈米柱來形成超平面透鏡，就能像貼紙一樣撕下來再貼在其他的基板上，「就像壁虎的腳能輕易地攀附並爬行在天花板上，也是因為凡得瓦力。」劉昌樺老師說明。

劉昌樺老師目前在實驗室使用電子束顯微鏡來製作超平面透鏡，成功證明不同的奈米柱排列方式，可取得清晰度不等的成像。但因上萬個奈米柱都得用人工一個個排列出來，製作速度較慢。劉昌樺表示，未來這套技術如獲業界採用，用半導體製程的曝光機及光罩來製作透鏡，數秒就可完成。

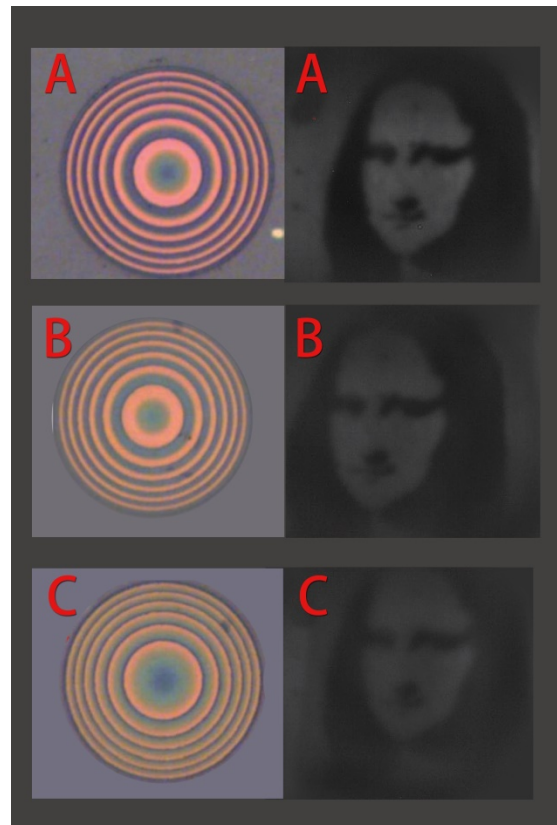
光學鏡頭微型化的重大突破，竟起於一次不經意的錯誤。根據光學原理，透鏡的奈米柱高度週期設計應為 0 到 2π 。劉昌樺老師笑說，在某一次實驗中，奈米柱高度週期被誤設為 0 到 π ，因透鏡仍可有效聚光、成像，一開始他們還沒發現出錯，直到回頭檢視，才大驚「為何這樣也行？」開啟了新的研究方向。

劉昌樺老師說，未來透鏡輕薄化，不只改變手機及相機鏡頭、放大鏡、近視眼鏡、太陽眼鏡等，更可讓由許多鏡頭組合而成的儀器微型化，如以目鏡、物鏡、反光鏡組合而成的顯微鏡，未來甚至能打造鑽進人體血管的微型醫療機器人，「小小的光學元件改變，也可能帶動醫療領域的重大革命。」

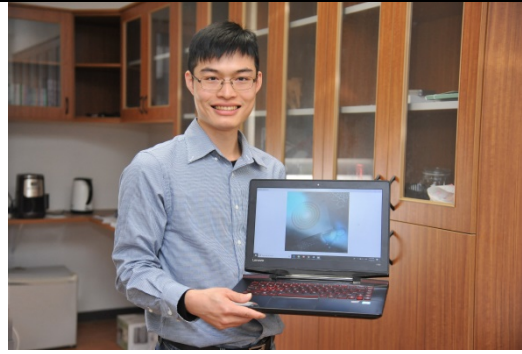
劉昌樺老師畢業於本校動機系，之後赴美於密西根大學電機系取得博士學位，並分別在西北大學材料系和華盛頓大學物理系擔任博士後研究員。在回到母校清華執教之前，他也接到了國外知名大學的聘約，仍決定回台任教。他認為台灣的生活及研究環境，對年輕教授仍有一定的吸引力，例如厲害的半導體產業，「當然，能與父母家人一起生活是最重要的事。」他笑著說。



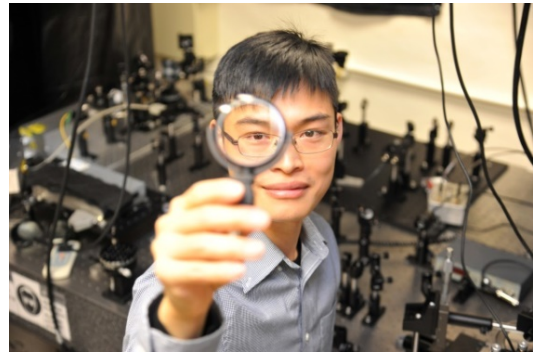
本校光電所劉昌樺老師利用奈米柱排成一圈圈同心圓，研發出世界上最薄的超平面透鏡



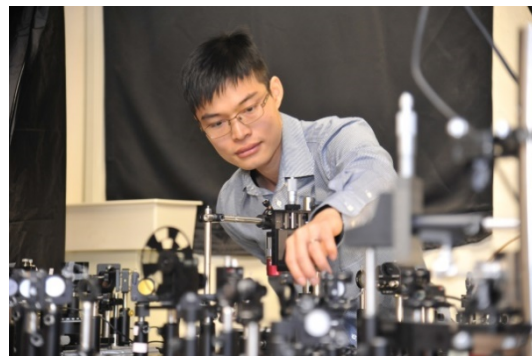
不同奈米柱排列方式做出的透鏡成像效果也不同，A透鏡成像效果最好



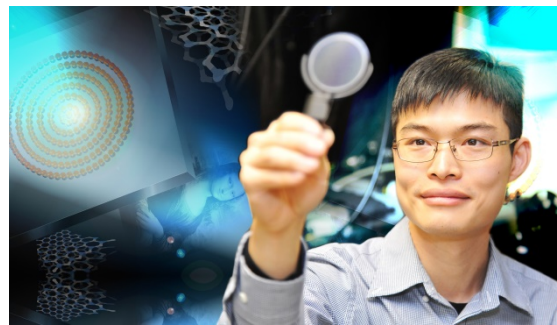
本校光電所劉昌樺老師研發出世界上最薄的介電質超平面透鏡



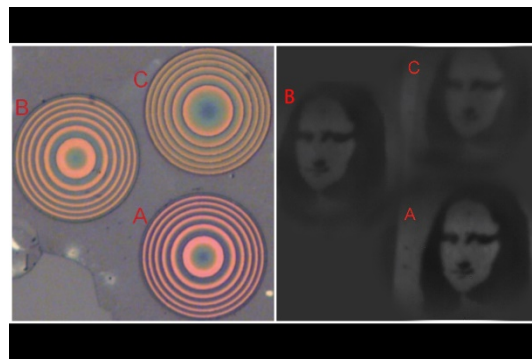
本校光電所劉昌樺老師研發出世界上最薄的介電質超平面透鏡



本校光電所劉昌樺老師研發出世界上最薄的介電質超平面透鏡



本校光電所劉昌樺老師研發出世界上最薄的介電質超平面透鏡



新型超平面透鏡採用半導體材料如二氧化矽來「長」成數萬一樣高度的微米等級柱子，並排列成一圈圈同心圓的圖案