

負負得正！清華造出更小更亮的極紫外光光源



國立清華大學
NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY

2017 首頁故事

負負得正！清華造出更小更亮的極紫外光光源

兩項光電研究上的負面效應，竟然負負得正，突破了學界十年來的研究瓶頸。本校光電工程研究所陳明彰助理教授研究團隊與中、美等國際團隊合作，令兩項負效應互相彌補，成功創造出體積小卻更亮的極紫外光(EUV)，能看見奈米級的微影世界，將加速半導體及生醫領域的奈米等級研究。這項創新突破日前獲刊在光電指標期刊 Optica。

「人類活在『秒』的世界，但奈米世界的時間是以『埃秒』(10^{-18} 秒)為單位計算，想看到電子、原子、分子、材料如何在奈米世界下運作，就需要更快更亮的光源。」陳明彰說，光的波長與空間解析度成正比，波長愈短就能看見愈小的結構，高次諧波產生超短脈衝的技術可產生同時具備「埃秒」與「奈米」解析的光源，約在二十年前被提出、發展，並逐步發展為 21 世紀新光源。

但過去十年來，科學家一直無法有效提升 18 奈米紫外光亮度。陳明彰分析指出，原因在於無法克服「相位錯位」問題，因為紅外光與極紫外光以不同的相位速度前進，導致光強度（亮度）無法累積。他運用小小光圈改變光子相位，激發出比過去更亮的「18 奈米、埃秒極紫外光」。

陳明彰解釋「相位錯位」，就像「紅外光」想號召「紫外光」玩兩人三腳的遊戲，但兩者的步伐大小及速度都不同，無法整齊劃一，就不能一起抵達終點，亮度難以提升。

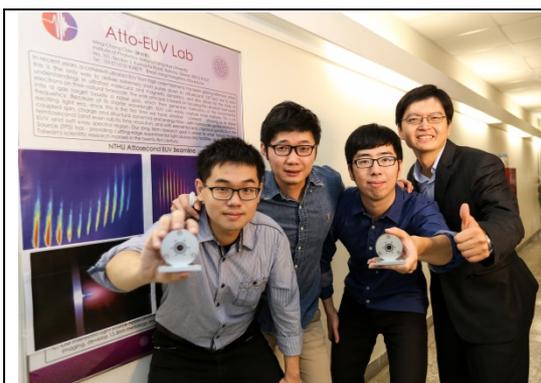
台灣雖有國家同步輻射中心能提供極紫外光作為研究光源，但發光設備的體積有 2 至 3 個操場大，難以普及應用。陳明彰 2013 年自美國學成歸國，任教清華大學，先利用 9 個月時間架設研究用的高次諧波真空腔體，到現在自主研發超快雷射光源，就是希望創造出體積更小、光源更亮的「桌上型極紫外光」，讓基礎研究光源更加普及應用，

3 年前，陳明彰指導碩士生孫宏維與博士生黃旆齊實驗，偶然將光圈置放於高次諧波實驗前方，竟發現只要調整光圈大小，就可精巧控制極紫外光的頻寬和中心波長，突破了傳統高次諧波的能量極限，讓 18 奈米的光子數增強了 4 百倍。陳明彰說，加強供給紅外光本是負效應，光圈用來限制光源通過、減少亮度，原來也是個負效應，「但兩個負面效應碰在一起，居然負負得正，成為美麗的巧合。」

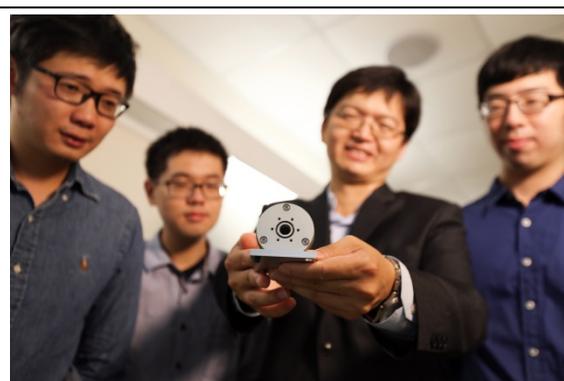
黃旆齊也以兩人三腳遊戲來說明，如果要使亮度愈亮，就要號召愈多光子來參加，但人變多了，光子的腳步愈亂，很難大家同步順利抵達終點，但若通過光圈的控

制，就像有人呼口號指揮，喊著左、右、左、右，讓光子們腳步有序，解決了相位錯位問題，亮度就提升了；且這套光源系統的體積縮小至約兩公尺左右大小，朝研發出桌上型的光源的夢想再進一步。

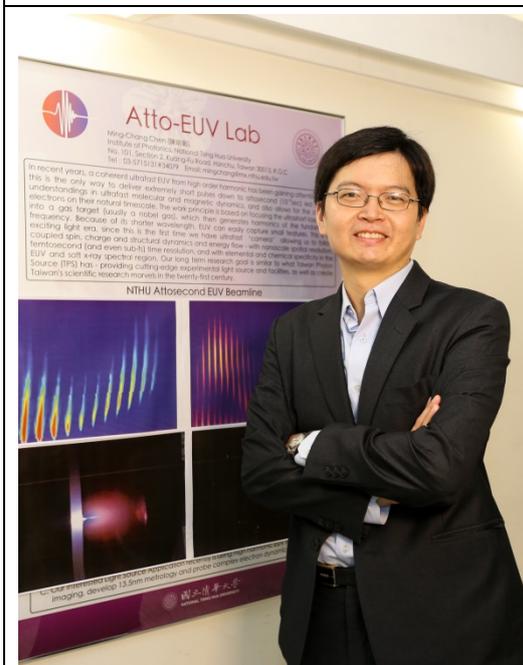
國際半導體大廠近年極欲掌握極紫外光技術，在先進製程上再突破。陳明彰表示，「桌上型極紫外光」光源的應用層面將十分廣泛，包括半導體產業的研發、檢測、製程，生醫界也可以此看到更微小的疾病細胞。



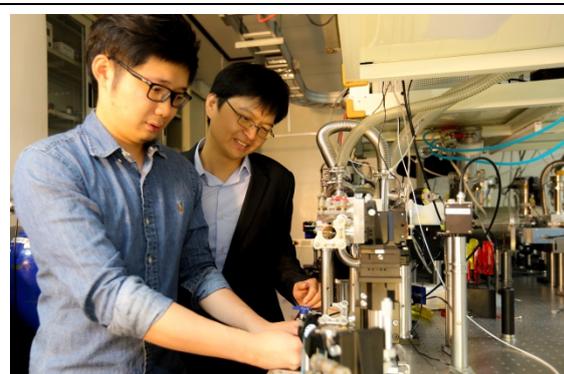
本校光電工程研究所助理教授陳明彰(右一)團隊，成功突破光電瓶頸，利用小小光圈發展出 18 奈米的極紫外光。



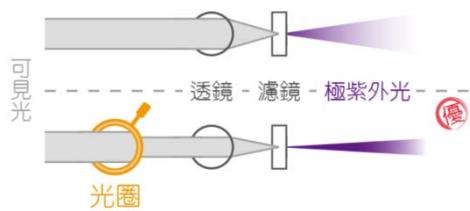
負負得正！小小光圈立大功，清華大學光電所團隊，發展出 18 奈米的極紫外光。



清華大學光電工程研究所陳明彰教授。



本校光電所助理教授陳明彰(右)與博士班學生黃旆齊(左)，操作桌上型 EUV，此項研究也登上光電指標期刊 Optica。



光圈應用示意圖，透過光圈控制光子成為「同調光」，亮度大提升。



光圈立大功！在光子的世界中，運用調控光圈大小為紅外光、紫外光呼口號，使其成為「同調光」，提升亮度。



清華大學光電工程研究所博士班學生黃旆齊示範研究過程。



清華光電所團隊示範研究過程。