

清華大學點亮埃秒極紫外脈衝光 捕捉奈米世界電子運動



國立清華大學
NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY

2023 首頁故事

清華大學點亮埃秒極紫外脈衝光 捕捉奈米世界電子運動

在奈米的世界裡捕捉剎那，清華大學做到了！本校研究團隊成功產生「埃秒極紫外脈衝光」。就是這個光，如同一台「奈米照相機」，可捕捉小至5奈米的物質在埃秒(10的負18次方秒)速率快速移動的清晰影像，精確地拍下電子的運動，未來應用於電晶體及記憶體的設計改良，可望大幅提升電腦及通訊速度。

清華電機系陳明彰副教授及核工所林明緯副教授組成的研究團隊研發出高效率脈衝壓縮技術，成為全世界第一個把摻鏡雷射壓縮到3000埃秒的團隊；將此光源聚焦到惰性氣體，進一步產生僅有290埃秒的極紫外脈衝光，創下新紀錄。這項創新成果已申請美國、歐洲及台灣專利，並登上國際頂尖期刊《科學進展》(Science Advances)。

因為電子非常小，且移動的速度非常快，要看清電子在奈米世界的動態十分困難。陳明彰副教授解釋，就像要拍攝正在振動翅膀的蜂鳥，如果快門不夠快，就會產生殘影，使得翅膀部位糊成一片。因此，奈米世界的照相機必須同時具有能夠針對極微小物質的空間解析能力，以及針對運動速度極快的時間解析能力。

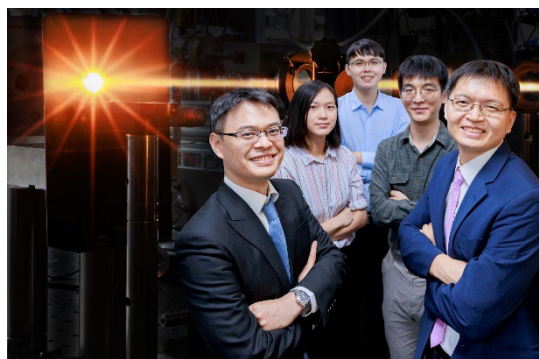
陳明彰副教授指出，在提升「空間解析度」方面，光的波長愈短，愈能看到微小的物質。一般可見光的波長介於400至760奈米，其中波長最短的紫光約400奈米，而肉眼不可見的極紫外光波長約為10奈米，空間解析度最佳。在提升「時間解析度」方面，則必須採用更短的脈衝雷射，讓奈米照相機的快門開關速度更快。

但如何才能讓每一發脈衝雷射的時間更短呢？本校團隊突破瓶頸，研發出獨創的「展頻壓縮」技術，先激發更多新頻率光波，再將不同頻率光波的波峰對齊在同一時間點疊加，經過多次的展頻與壓縮後，即可逐步縮短脈衝的時寬並產生更高的雷射波峰。經由這項技術，脈衝光的寬度可從160,000埃秒壓縮至290埃秒，總壓縮率達550倍。

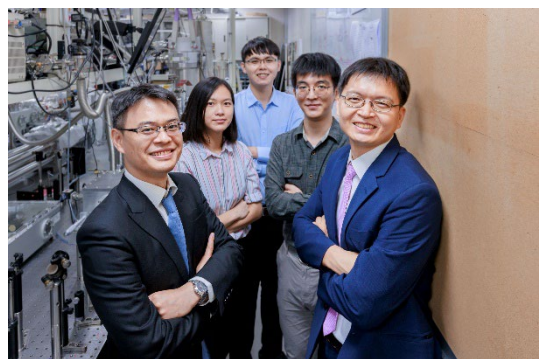
陳明彰副教授說，一般相機最快的快門為千分之一秒，而埃秒等級照相機快門喀嚓一次所需的時間僅是它的十兆分之一，即使電子移動得再快也能抓得住它。未來將它應用在於精密的半導體奈米級元件檢測技術及機台等，就有更好的光源來透入材料、解析微小結構。

研究團隊中的林明緯副教授則負責模擬，確定「展頻壓縮」架構的物理機制。團隊成員還包括清華大學博士生蔡明憲、研究助理梁安媛、博士後研究員蔡嘉

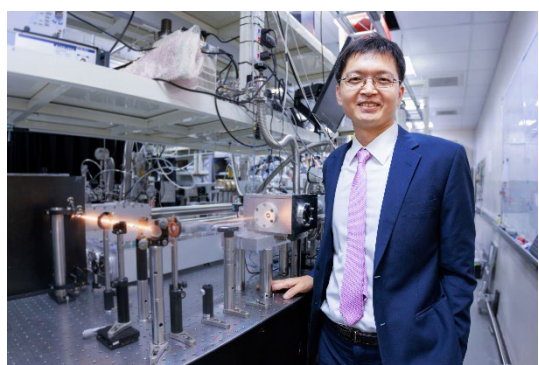
倫，及博士生賴柏維。



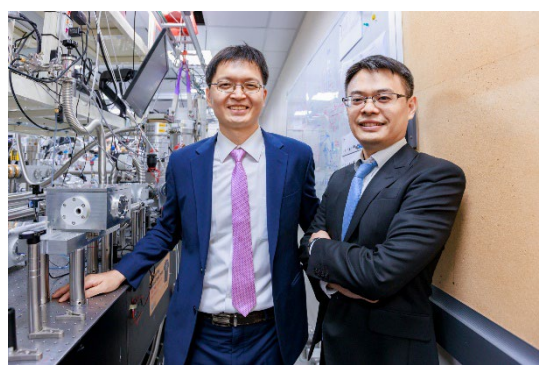
清華研究團隊成功產生埃秒極紫外脈衝光，成員包括陳明彰副教授(右起)、賴柏維、蔡明憲、梁安媛、林明緯副教授。



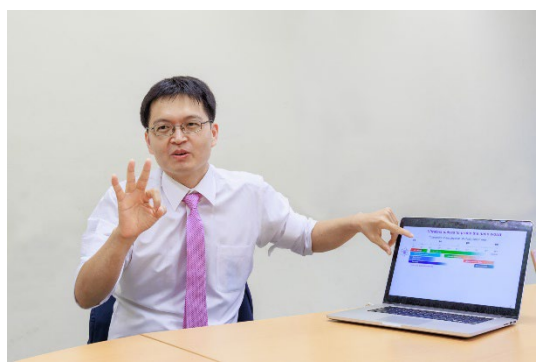
本校研究團隊成功產生埃秒極紫外脈衝光，成員包括陳明彰副教授(右起)、賴柏維、蔡明憲、梁安媛、林明緯副教授。



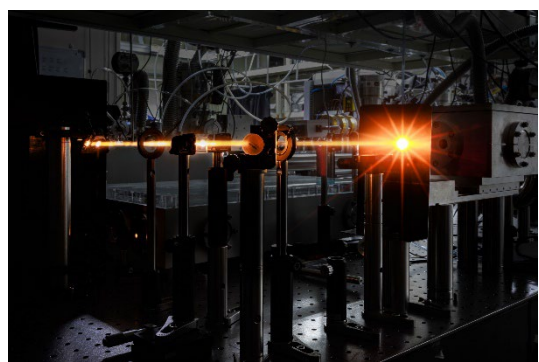
清華電機系陳明彰副教授研發出可捕捉奈米世界電子運動的「奈米照相機」。



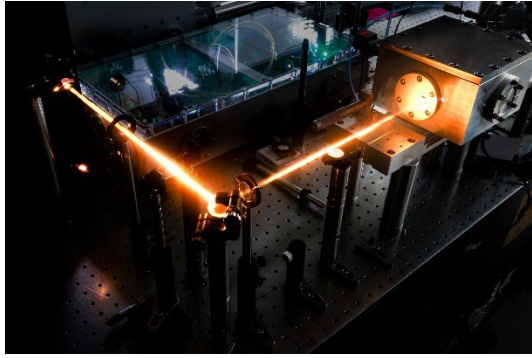
清華電機系陳明彰副教授(左)與核工所林明緯副教授組成研究團隊。



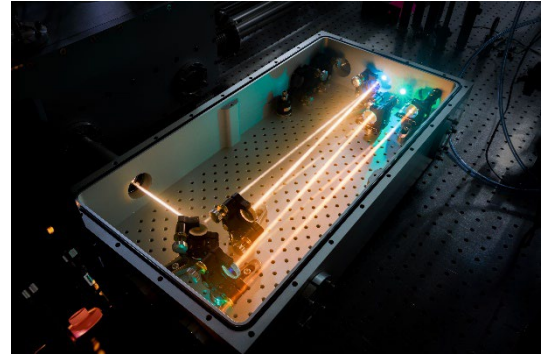
清華電機系陳明彰副教授將極紫外脈衝光推進到埃秒等級。



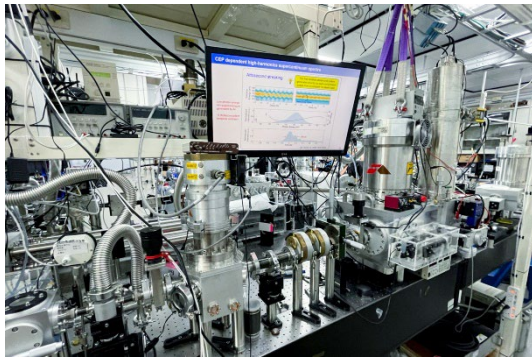
清華團隊研發展頻壓縮技術，成功產生埃秒極紫外脈衝光。



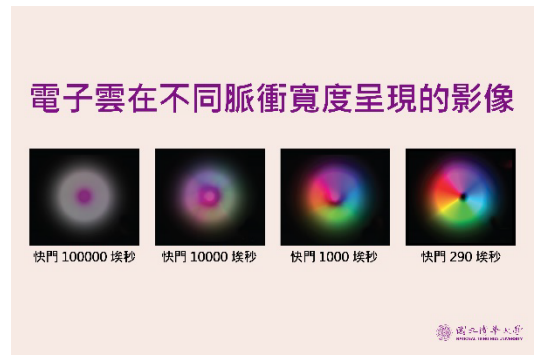
清華團隊研發展頻壓縮技術，成功產生埃秒極紫外脈衝光。



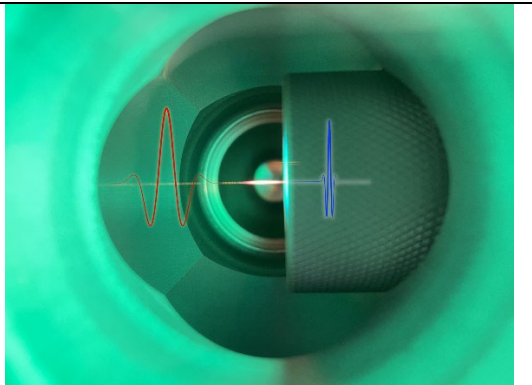
清華團隊研發展頻壓縮技術，成功產生埃秒極紫外脈衝光。



本校埃秒極紫外脈衝光產生及量測系統。



電子雲在不同脈衝寬度呈現的影像。



聚焦 3000 埃秒紅外光脈衝到惰性氣體，產生 290 埃秒極紫外脈衝光。