

發現奈米矽的超大光學非線性

-- 應用在全光學開關與超解析顯微技術

矽是自然界含量最豐富的元素之一，由於積體奈米電路製程的發達，矽也是目前台灣乃至於全世界電子工業應用最廣泛的元素。在矽電子學領域中，關鍵是做出具有非線性，能夠用電控制電的元件，例如電晶體。同樣的，在矽光子學的領域中，用光控制光的元件，或說全光學控制元件，也是主要的關鍵。但是矽晶體本身的光學非線性效應實在太小，不足以作為有效的全光學控制應用。

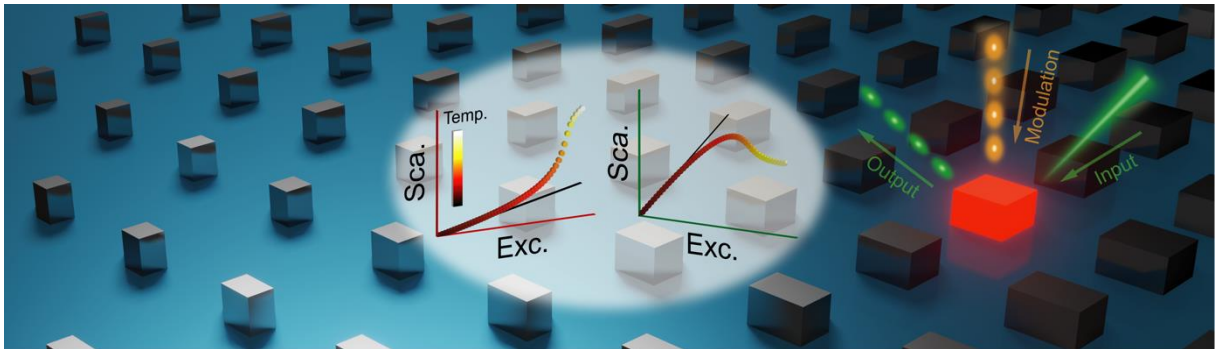
在科技部的「優秀年輕學者計畫」以及「自由型國際合作增值計畫」支持下 (105-108)，由本院物理系朱士維教授成立國際合作團隊，結合日本大阪大學光子學中心 Junichi Takahara, Katsumasa Fujita, 中國暨南大學李向平教授團隊，與台灣中研院物理所林宮玄博士、本校凝態中心張之威博士、交通大學陳國平教授等共同合作。在最近兩篇發表在自然科學頂尖期刊 Nature Communications 的研究中，利用矽奈米結構的特殊電磁共振模態，例如可以組成完整可見光光譜的奈米方塊，或是奈米圓盤中不放光的 Anapole。加上光致熱效應，將矽的光學非線性效應提升了三到四個數量級，而且反應時間僅須奈秒等級。因此能夠對個別矽奈米粒子的散射光做將近 100% 的調制，實現 GHz 超快奈米全光學開關。並且創新地應用這樣的非線性，做出精度高達 40 奈米的遠場光學超解析顯微影像。不僅比起傳統的光學繞射極限高出一個數量級，更於世界上領先能在矽奈米結構上實現不需染色的超解析技術。

目前整個研究團隊在科技部新一期計畫 (108-110) 的支持下，持續發展最新的矽晶體奈米光學技術。接下來希望進一步增加矽奈米結構的非線性效應與反應速度，也將繼續研發更高解析度的材料成像技術。

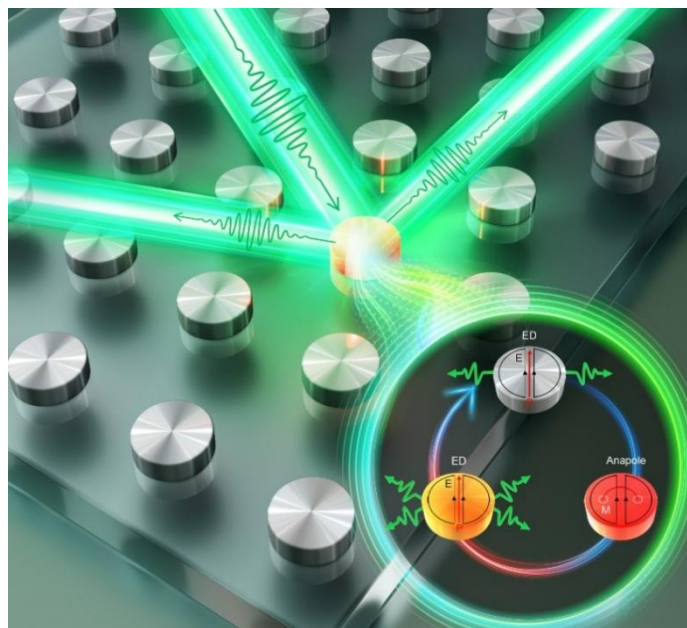
參考資料：

1. Y.-S. Duh, Y. Nagasaki, Y.-L. Tang, P.-H. Wu, H.-Y. Cheng, T.-H. Yen, H.-X. Ding, K. Nishida, I. Hotta, J.-H. Yang, Y.-P. Lo, K.-P. Chen, K. Fujita, C.-W. Chang, K.-H. Lin*, J. Takahara*, and **S.-W. Chu***, "Giant photothermal

nonlinearity in single silicon nanostructure," Nature Communications, 11, 4101 (2020).



2. T. Zhang, Y. Che, K. Chen, J. Xu, Y. Xu, T. Wen, G. Lu, X. Liu, C. Wei, B. Wang, J. Han, Y. Cao, B. Guan, **S.-W. Chu***, X. Li*, "Anapole mediated giant photothermal nonlinearity for super-localization nanoscopy" Nature Communications, 11, 3027 (2020)



研究成果聯絡人

朱士維教授

國立臺灣大學物理學系

聯絡電話(公): 02-33665131

電子郵件信箱: swchu@phys.ntu.edu.tw