



理大於國際知名期刊《自然》發表三篇論文

附件

應用於仿神經視覺傳感的「光控阻變存儲器」

首席研究員：理大應用物理學系副教授 柴揚博士

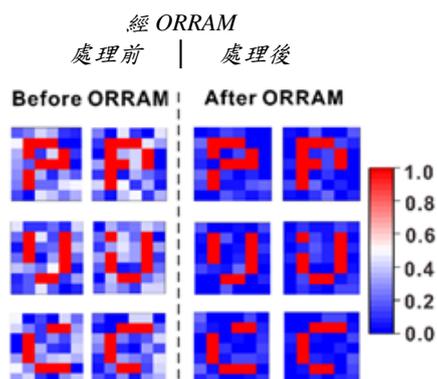
刊登研究論文的期刊:-

Feichi Zhou, Zheng Zhou, Jiewei Chen, Tsz Hin Choy, Jingli Wang, Ning Zhang, Ziyuan Lin, Shimeng Yu, Jinfeng Kang, H.-S. Philip Wong & Yang Chai. **Optoelectronic resistive random access memory for neuromorphic vision sensors**. *Nature Nanotechnology*, 14, 776–782 (2019) ([全文](#)只提供英文版本)

人體收集的信息八成以上是來自視覺，而視網膜是人體視覺系統中最重要的第一關。視網膜中的感覺神經元可以直接對光信息作出反應，進行第一階段的圖像處理，才將已作前期處理的信息通過視覺神經，傳遞到大腦皮層進行更複雜的信息處理。現有的人工視覺系統主要組成包括：將輸入的視覺信息轉為數碼圖像的感光器、存儲這些信息的存儲組件，以及處理信息的組件。這些組件無法如人體視網膜般直接對光信息作出反應，而是需要應用圖像傳感器將光信息轉換為電信息，才能進行進一步的處理。這種複雜的電路設計會產生大量的冗餘數據，因而需要大量存儲空間，以及甚高的能量需耗。

理大的研究團隊按「鈀 / 氧化鉬 / 氧化銦錫」(Pd / MoOx / ITO; 即 palladium / molybdenum-oxide / indium tin oxide)兩端器件結構，設計出一種光控阻變存儲器 (optoelectronic resistive random-access memory / ORRAM)，其可以直接感應光信息 (紫外線)，並能將感應、存儲和處理三項功能更有效地結合。實驗證明，ORRAM 可以模仿人類視網膜的功能，進行第一階段圖像處理，包括增強圖像的反差對比度、降低噪雜無用信息等。團隊將經由 ORRAM 處理後的圖像，再傳輸到人工神經網絡，進行圖像訓練和識別測試，結果顯示，與未經 ORRAM 處理的圖像相比，識別效率(包括處理速度和耗能)大大提升 41.5%。

研究結果證明，創新的 ORRAM 能簡化系統的電路，快速處理來自周圍環境的大量視覺信息，因此，極具潛力應用於現有仿神經形態的人工視覺系統 (neuromorphic visual system)，提升其功能與效率；由於所需的處理和存儲硬件，以及能量需耗得以大幅減少，這項發明將能進而為邊緣運算 (edge computing) 和物聯網的開發應用作出突破性貢獻。



實驗證明經 ORRAM 處理的圖像背景的噪雜無用信息降低



應用固定酶微流反應器進行人工光合作用，持續合成葡萄糖

首席研究員：理大應用物理學系副教授 張需明博士

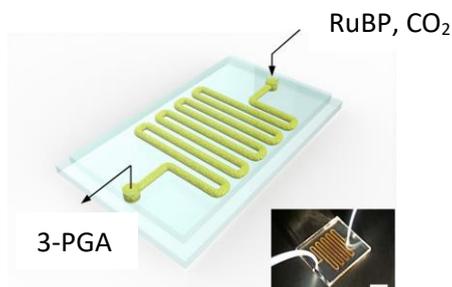
刊登研究論文的期刊:-

Yujiao Zhu, Ziyu Huang, Qingming Chen, Qian Wu, Xiaowen Huang, Pui-Kin So, Liyang Shao, Zhongping Yao, Yanwei Jia, Zhaohui Li, Weixing Yu, Yi Yang, Aoqun Jian, Shengbo Sang, Wendong Zhang & Xuming Zhang. **Continuous artificial synthesis of glucose precursor using enzyme-immobilized microfluidic reactors.** *Nature Communications*, volume 10: 4049 (2019) ([全文](#)只提供英文版本)

葡萄糖是綠色植物生產的基本食物元素，然而透過自然光合作用生產葡萄糖，能源效益相當低（約 1%），而且受限於不同因素，包括土壤、氣候、水份和人力資源。相比下，人工光合作用可將能源效益提高至約 12%，所需土壤和水份甚少，亦不受氣候條件限制。理大新近的研發成果更是於相關範疇實現突破，博士生朱玉蛟和研究團隊成員成功複製天然葉脈中的光流體系統，利用微流控集成芯片來建構整個光合作用流程，並以之成功進行自然光合作用中最關鍵的二氧化碳固化反應。

加氧酶（簡稱 RuBisCO）是光合作用中最重要酶的，研究團隊研發出獨特的工藝，將加氧酶固定於微流反應器（RuBisCO-immobilized microfluidic reactor / 簡稱 RIMR）內，實驗證明能顯著提升 RuBisCO 的穩定性，這亦是整項創新發明成功的關鍵。RIMR 可重複使用，經過 5 次及 10 次使用後，其活躍性仍能分別保持 90.4% 及 78.5%。此外，由於 RuBisCO 經固定後的酶反應效率和穩定性已大幅提升，RIMR 只需非常少量的 RuBisCO，已能將不斷輸入的原料（即 RuBP 和二氧化碳）持續製成 3-PGA（一種製造葡萄糖必需的有機酸性物質）。

這創新的 RIMR 有望應用於工業生產糧食（包括糖和澱粉）及生物燃料，生產成本低廉、作業方式便捷兼可連續生產。全球在人口持續增長、氣候不斷惡化、能源和食水短缺下，正面臨糧食短缺的挑戰。長遠而言，理大這項發明定能推動科學發展，藉以減輕糧食匱乏的危機。



RIMR 的三維示意圖和相片（右下方小圖）



利用共價功能化增強剝離二硫化鉬膜的篩分

首席研究員：理大應用物理學系 Nicolas Onofrio 博士

刊登研究論文的期刊:-

Lucie Ries, Eddy Petit, Thierry Michel, Cristina Coelho Diogo, Christel Gervais, Chrystelle Salameh, Mikhael Bechelany, Sébastien Balme, Philippe Miele, Nicolas Onofrio and Damien Voiry. **Enhanced sieving from exfoliated MoS₂ membranes via covalent functionalization.** *Nature Materials*, 18, 1112-1117 (2019) ([全文](#)只提供英文版本)

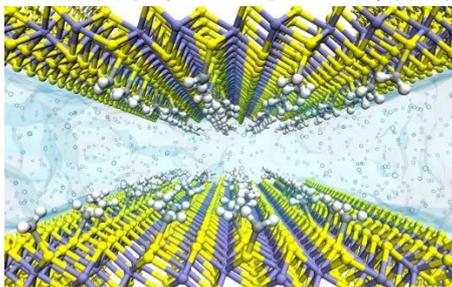
膜是半滲透性屏障，可根據各種參數（包括其大小、電荷和化學親和力）分離污染物。由二維材料如氧化石墨烯（GO）所製成的納米層膜是一種具有前景的候選物料，可透過二維毛細管內的擴散作用篩分特定大小的分子，但其高親水性導致這些膜在水中變得不穩定。研究團隊最近以共價功能化的二硫化鉬（MoS₂）納米片為基礎，開發出一種納米層膜。新型膜在反滲透條件下運作時，表現出對微污染物和氯化鈉（NaCl）的排斥率分別超過 90% 和 87%。

研究團隊以化學方法從大量層狀晶體中剝離納米片，然後利用真空過濾化學剝離的納米片，並將其製成納米層膜。納米片於過濾前或過濾後會共價功能化。透過控制二硫化鉬（MoS₂）納米片表面化學的獨特過程，團隊可以精確地調節和控制官能基的大小、性質和數量，並精細地調節納米片的表面化學，通過控制需要過濾的二硫化鉬（MoS₂）溶液的體積，確定納米層膜的厚度。

功能化的二硫化鉬（MoS₂）膜的篩分性能和水通量受以下兩項因素影響：一)對納米層毛細管寬度的控制，二)對納米片表面化學的控制。較小的疏水性官能基（例如甲基）在水淨化方面被認為是最具潛力的。分子動力學模擬證實，甲基功能化的納米片具有高的水滲透率，同時保持高的氯化鈉（NaCl）排斥率。

研究團隊發表第一份利用二維納米片的表面化學技術開發新型納米層壓膜的報告，該新型納米層膜的篩分由毛細管寬度以及納米片與滲透液之間的化學作用所控制。經此方法產生的功能化納米層膜不會溶脹，因此較氧化石墨烯膜更加穩定。新型膜在水流量和鹽/微污染物排斥方面亦較在以前報告發表的納米層膜優勝。

這個新技術可望應用於開發新型膜，以去除微污染物和脫鹽。



甲基功能化的二硫化鉬（MoS₂）膜內部的分子圖。