



一秒充電有望 MXene鋰電池電極

蔡翔宇 文

現代人最懼怕的事情是什麼？沒錯，就是手機沒電。看著快見底的電量，心中的焦慮感是呈反比地直線上升，看到了充電插座，就像在沙漠中看見綠洲般感動。然而充滿一次電通常都需一至兩小時，邊充邊用的話，又會花上更久的時間，且非常容易損傷電池，導致手機使用壽命減少。一定有許多人會想，如果充電只要一秒，那該有多好？



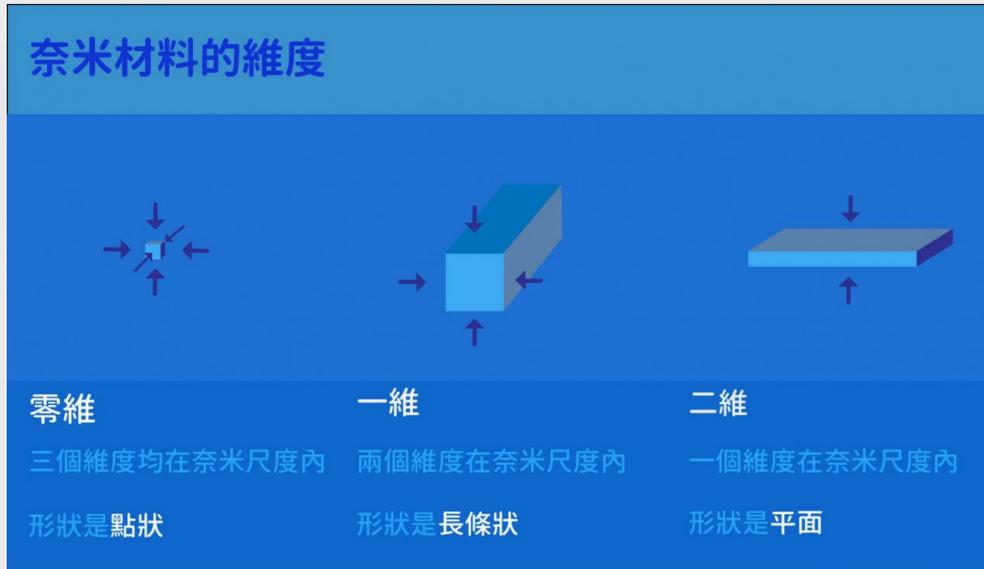
手機沒電讓人感到焦慮。（圖片來源／Pixabay）

由美國卓克索大學奈米材料研究小組研發出的奈米二維材料MXene，就是實現這個美夢的關鍵角色。MXene首次曝光是在2011年，研究小組將MXene的研究成果放上《Advanced Materials》，直到2017年，他們成功製造出以MXene為基底的鋰電池電極，等待手機充電的時間單位可能從小時縮減到秒，對於整天離不開手機的現代人將會是一大福音。

新型奈米二維材料 MXene

首先，在深入了解MXene之前，我們必須要先認識一下何為奈米二維材料。《科
國立交通大學機構典藏系統版權所有 Produced by IR@NCTU

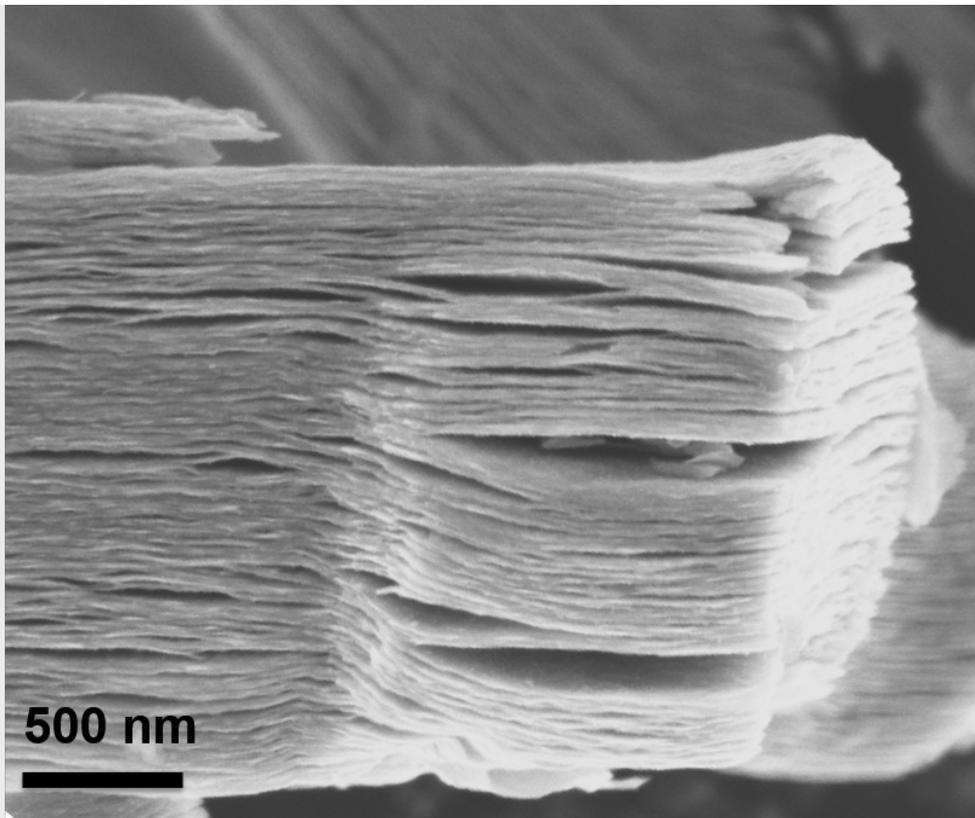
《學發展》的〈低維奈米材料〉一文中提到，奈米材料依維度可分為零維、一維和二維。零維奈米材料是指長、寬、高三個維度在奈米尺寸內，形狀呈點狀；一維奈米材料是指寬與高兩個維度都是奈米尺度，形狀呈條狀；二維奈米材料是指長、寬、高三維中，僅有高度為奈米尺度，形狀呈平面，而MXene即為二維奈米材料。



低維奈米材料示意圖。（圖片來源／蔡翔宇製。）資料來源：科技大觀園、黃金講座

二維材料因為形狀是平面的，所以它的外觀就像一層薄膜，依組成方式、成分不同，可以分為兩類：奈米薄膜及超晶格。那這兩者有什麼不同呢？簡單來說，奈米薄膜只有一層薄膜，而超晶格則是由好幾層奈米薄膜堆疊出來的，MXene即屬於超晶格。根據學術期刊，超晶格每一層奈米薄膜各有不同的化學成分，也因為各層間化學成分不同，不同晶體的多層奈米薄膜結構，形成如三明治般的夾層，各個夾層的接觸面會形成二維量子井，如同一個空曠的操場般，而井中會產生自由的電子游動在介面上，就像是小孩子在空曠的操場上自由移動。這種由超晶格結構所產生的自由電子，稱為二維自由電子。由於二維自由電子游動時，較少互相碰撞，所以二維自由電子的游動性相當快速，故二維材料成為新一代半導體的主要研究對象。

有了對奈米二維材料的基本認識，接下來為MXene的延伸說明。MXene為二維奈米超晶格材料由氧化物與導電的碳及金屬填充物構成，而氧化物相當於三明治中的麵包，填充物即為被包夾在其中的餡料，緊密的內部結構使其擁有抵擋輻射和過濾水的功能。同時，其超高導電性、優異的儲能能力以及能夠穩定存在的特性，使MXene擁有成為高效率電極的絕佳條件。製作MXene電極的方式是利用層壓法製造，顧名思義就是將一層又一層的MXene疊壓在一起，完整的電極材料在顯微鏡下看起來就像是薯片一樣。



一層又一層的MXene疊壓在一起，看起來就像薯片般。（圖片來源／[Wikipedia](#)）

競爭力強大 顛覆普遍認知

在MXene問世前，若想要快速充電，大概會想到超級電容，但是現今絕大多數的手機電池都是使用化學電池的架構，然而超級電容則是完全不一樣的架構。《每日頭條》提到超級電容和傳統電池相比，它的充電時間縮減非常的多，同時，其放電的能力也非常突出。通常它可以以較大的電流放電，充放電壽命遠勝過傳統電池，然而其最大的缺點即充電快，放電也快，續航力是為人詬病的部分。目前超級電容的運用範圍是大電流、數據備份、混合動力汽車等領域，不過在手機電池方面，卻因為能量密度低，在現在這個追求輕、薄的手機的時代，顯得較不切實際。

以MXene為基底的鋰電池是化學電池的架構，與現今手機電池的架構相同，電池工廠只需適應新的電極，不需要拋棄整個現有的電池架構，且《[Nature Energy](#)》提到MXene鋰電池電極擁有超級電容的優點，甚至是優於超級電容。因此，往後MXene鋰電池電極若持續研發地更加完善並走向商業化的話，將會有非常強大的市場競爭力。

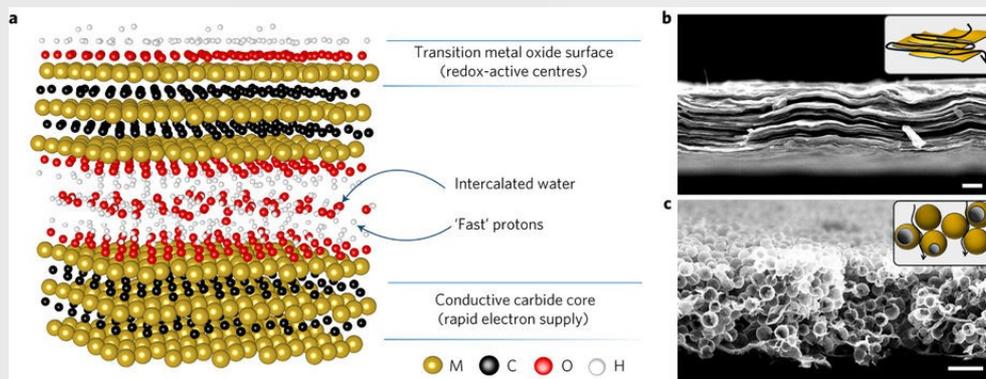
在普遍認知中，化學電池的充電速度一定會比超級電容慢，不過MXene的出現推翻了這項認知，而MXene研究的成功也為超快速充電打通了另一條道路。

改善缺點 突破極限

雖然MXene導電性極佳，使得充電速度加快許多，不過它並不是完美的。MXene
國立交通大學機構典藏系統版權所有 Produced by IR@NCTU

的扁平結構造成了一個問題，鋰電池充電的運作原理為帶電荷的鋰離子必須要能夠自由移動才能充滿電，但是當一層又一層的MXene堆疊起來後，鋰離子的移動便會受限。

為了改善這個問題，科學家使用了一種「瑞士奶酪」式結構的水凝膠，將MXene與此種水凝膠結合起來，既可以維持快速的充電速度，又能確保MXene中的離子能夠充分地自由移動。研究小組成員Maria Lukatskaya在接受《紐約郵報》訪問中表示：「理想的電極結構就像是離子通過多車道，高速率的高速公路到達港口一樣，而不是從單車道通過。我們的多孔電極設計就達到了這樣的目的，所以充電速度會很快，可能只需要幾秒。」



a：MXene電極結構的示意圖，上下兩層為MXene，中間紅白部分為水凝膠。b：為水凝膠橫截面。c：多孔模板的MXene橫截面。b和c圖顯示出了不同架構的電極中的離子電流路徑。（圖片來源／Nature Energy）

幾秒的速度其實已經算是相當保守的估算，在該研發團隊中的其他成員甚至發下了將現在動輒數小時的充電過程縮減至幾十微秒的豪語。所謂的幾十微秒代表著，我們每眨一次眼，MXene鋰電池已經完成三到四次從完全沒電到電量滿格的充電過程了，如此驚人的速度，著實令人興奮。

MXene的近況與應用

目前MXene鋰電池電極尚處於研發的階段，根據《Digital Trends》的文章，領導研發小組的Yury Gogotsi教授預測，我們若想看到將其轉化為手機電池一類的大規模產物，至少還需要等上三年的時間。雖然還沒成功量產，但是它的前途一片光明。研發團隊的目標不只是放在手機能夠快速充電，連車輛和筆記型電腦都有望能應用此種技術，到了MXene鋰電池電極成功量產的那一刻，將會大大地顛覆整個電池產業。





未來MXene有望運用在汽車充電上。(圖片來源/[Pixabay](#))



記者 蔡翔宇



編輯 洪麗娟