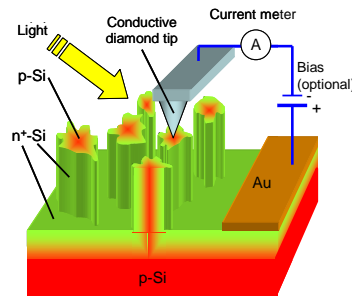


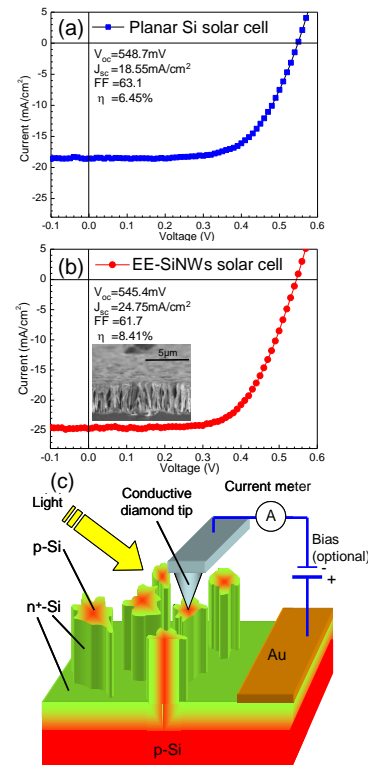
製作徑向 p-n 接面(radial p-n junction)奈米線太陽能電池並以照光導電 AFM 驗證其接面的存在



太陽能電池目前主要的發展瓶頸，在於高效率的電池成本太高，其中約有 50% 的成本來自對基板高品質的要求。之所以要高品質的矽晶，其原因主要在於雜質會使照光生成的少數載子，在短距離飄移後即與多數載子復合，而無法漂移到 p-n 面達成有效的載子收集。然而，矽因為是間接能隙，其對可見到紅外線光的吸收本來就需要一些距離，因此雜質過多對這些較長波長的光的收集，十分不利。

溼蝕刻單晶矽奈米線，具有高品質單晶又有很好的抗反射效果，作為太陽能電池，已經有很多人在研究，其中，做出徑向(半徑方向)p-n 接面是很多人的目標。徑向接面的好處是可以將載子吸收與收集的路徑加以區分，避免載子分離後在蒐集時遇到表面被再結合掉，並可降低材料的品質要求，減低電池成本。但之前，大多數的成功的徑向接面都是用大尺度的微米級的矽柱所做成，奈米線上做成徑向 p-n 接面，即使做出來，過去也不知道如何加以檢測。

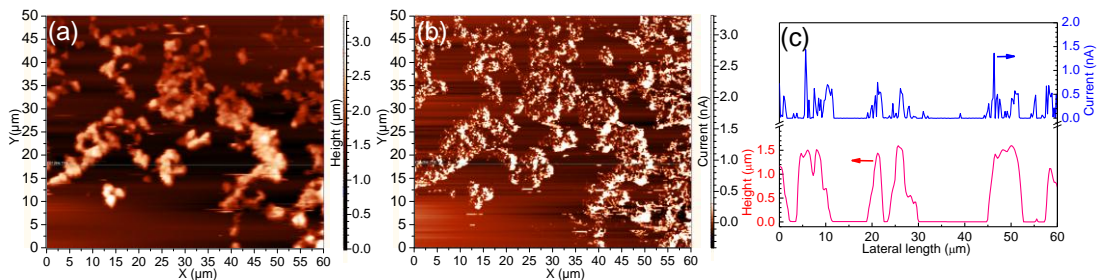
海大光電所黃智賢教授所主持的奈米製程實驗室最近利用自行調配的高濃度擴散源，以快速熱處理在 980 度加熱 10 秒，首次完成該奈米線的徑向接面，發表於 J. Phys. Chem. C [1]。他們製作簡單的



圖一、(a)平面太陽能電池的I-V曲線，與(b)徑向接面奈米線太陽能電池的I-V曲線(c)以照光並用cAFM量測斷裂面的光電流分布之示意圖。

雙面鍍金電極太陽能電池，量測出奈米線徑向接面太陽能電池其效率達 8.41%，較平面電池(圖一(a-b))增強 30%。未來，該電池的效率有機會因進一步最佳化而提升。圖一(b)中的內圖即為奈米線(電極下)的側視圖，可見到奈米線並未因製程而損壞。

他們並巧妙地首次以 cAFM 證實其徑向 p-n 接面的存在，該量測架構如右圖(c)。其量測結果如圖二，圖二(a)是其 AFM 形貌，圖二(b)是照光零偏壓下對應的電流分佈，而圖二(c)可見到其剖面曲線。值得注意的是他們的製程，因為不需使用危險的矽烷作為抗反射與有毒的 POCl_3 作為擴散源，完全是無毒性且低成本的技术。



圖二、(a)奈米線太陽能電池AFM形貌(奈米線有被TEOS包住成束)，圖二(b)是照光零偏壓下對應的電流分佈，(c)可見到其剖面電流分布曲線

[1] J. S. Hwang, M. C. Kao, J. M. Shiu, C. N. Fan, S. C. Ye, W. S. Yu, H. M. Lin, T. Y. Lin, S. Chattopadhyay, L. C. Chen, and K. H. Chen, Photocurrent Mapping in High-Efficiency Radial p-n Junction Silicon Nanowire Solar Cells Using Atomic Force Microscopy, *J. Phys. Chem. C* 115, 21981 (2011).