

物理所碳纳米管复合薄膜/硅异质结太阳能电池研究获进展

目前，传统硅基太阳能电池依然占据主流光伏市场，然而，限制硅基光伏产业发展的主要因素是其生产成本偏高、制备过程繁琐。所以发展高效率、低成本、大面积和适合大规模生产的太阳能电池已迫在眉睫。宏观碳纳米管薄膜具有良好的力学、电学、光学等性质，而且是柔性的。通过调节生长参数，可以获得高透光率（可达95%）、高电导率（ 105 S m^{-1} ）的碳纳米管薄膜。碳纳米管和硅可以在室温下形成p-n结，无需传统硅基太阳能电池中的高温掺杂，这种新型的低成本太阳能电池易大规模生产，具有非常广阔的应用前景。有机导电聚合物可以通过溶液方法在温和的条件下与硅形成异质结，同样可以避免硅基太阳能电池中制备p-n结所需的高温过程。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家实验室（筹）先进材料与结构分析实验室“纳米材料与介观物理”研究小组，多年来一直致力于碳纳米结构的制备、物性与应用基础研究。最近，该课题组博士生范庆霞、张强、周文斌在中科院院士解思深、研究员周维亚的指导下，基于连续直接生长的透明导电碳纳米管网络（ZL 201310164499.5），设计并制备出一种新型的连续网络复合薄膜的PEDOT:PSS-CNT/Si太阳能电池（中国发明专利，申请号：201610517877.7），其能量转换效率可达10.2%。

他们通过分析由同样的材料在相同的工艺条件下分别制备的PEDOT:PSS/Si、CNT/Si和PEDOT:PSS-CNT/Si三种体系基本结构的太阳能电池，发现将透光率和导电性均优异的CNT薄膜和PEDOT:PSS按照精心设计的结构结合起来，能充分发挥CNT薄膜和PEDOT:PSS各自的优势。首先，PEDOT:PSS-CNT复合薄膜拥有更优异的透明导电性质；其次，PEDOT:PSS能够填充CNT网络的空隙，使得PEDOT:PSS和CNT共同与硅接触形成p-n结，相比于CNT/Si电池大大增加了有效异质结面积；更重要的是CNT连续网络可作为载流子传输的高速网络，使复合网络薄膜增加了p型层的空穴传输能力。新型结构电池的模型和性能提升机理，主要归结于PEDOT:PSS和CNT连续网络形成的独特复合结构产生的协同效应。该工作提供了一种高效、高重复性、易大面积制备的基于有机物和CNT网络复合薄膜的光伏器件。相关研究结果发表在《纳米能源》（Nano Energy, 2017, 33, 436-444）上。

该工作得到了科技部（2012CB932302）、国家自然科学基金委（11634014, 51172271, 51372269和51472264）和中科院（XDA09040202）等项目的支持。

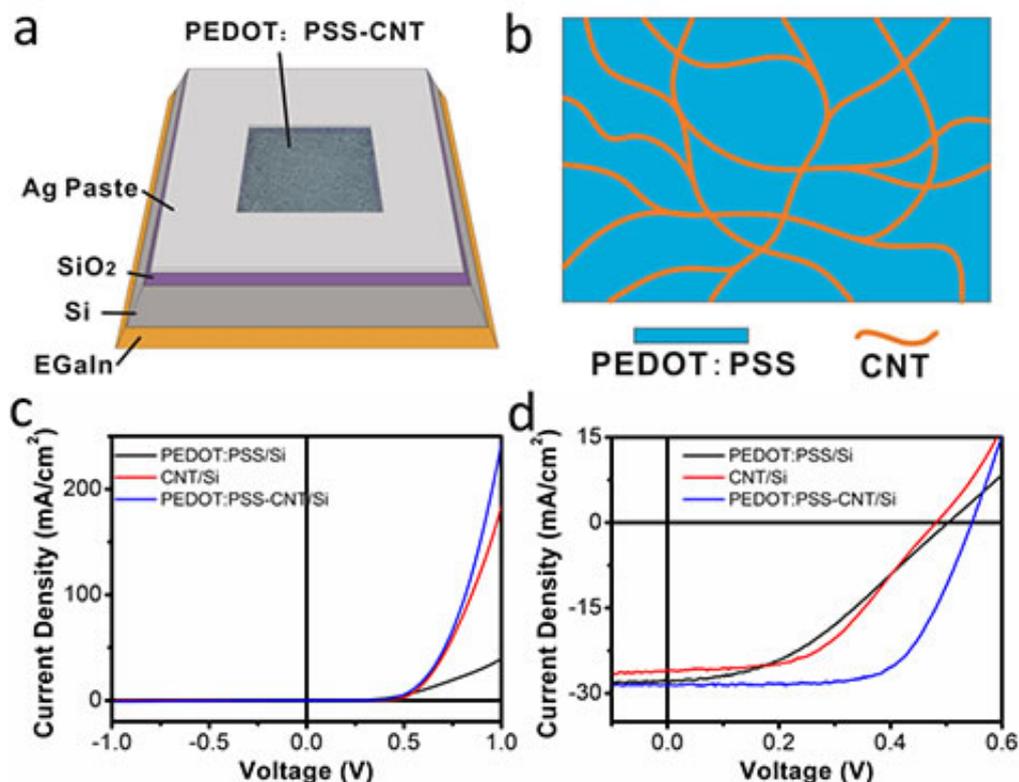


图1 (a) PEDOT:PSS-CNT/Si太阳能电池的结构示意图；(b) PEDOT:PSS-CNT复合薄膜背面的结构示意图；PEDOT:PSS/Si、CNT/Si和PEDOT:PSS-CNT/Si太阳能电池的(c)暗电流密度-电压曲线，(d)明电流密度-电压曲线。

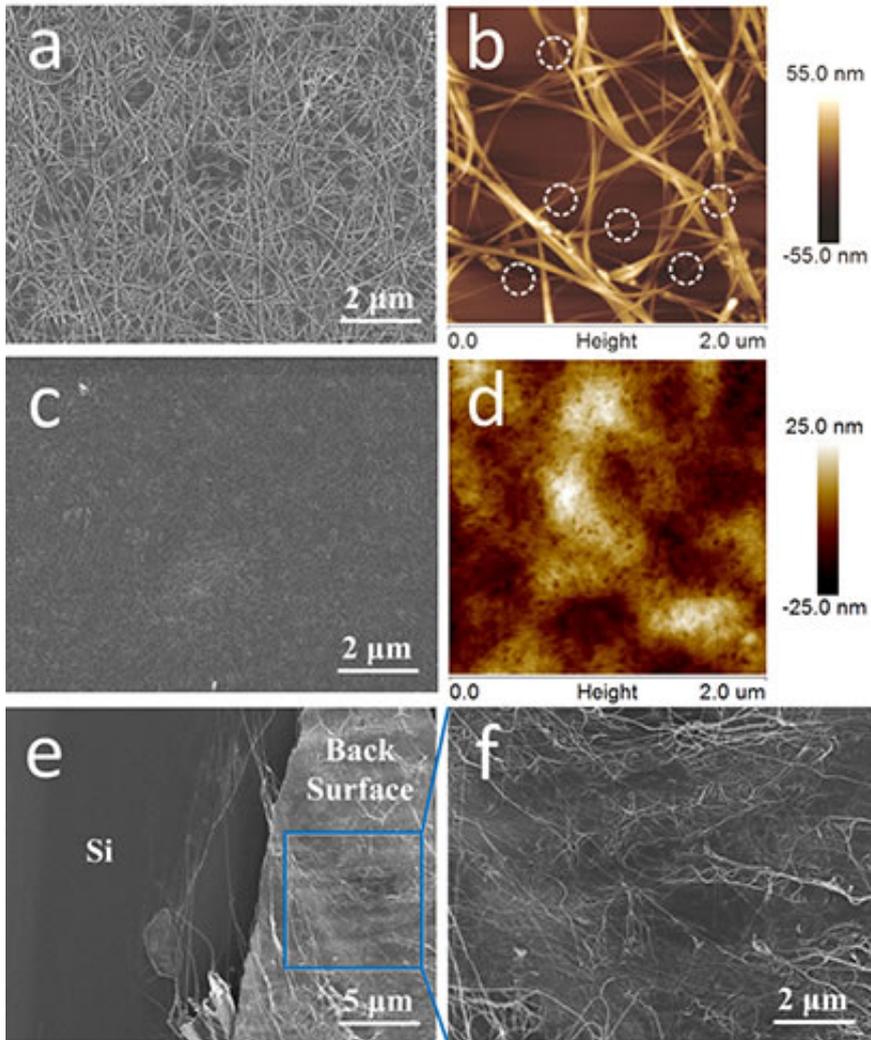


图2 碳纳米管薄膜的(a) SEM图, (b) AFM图; PEDOT:PSS-CNT复合薄膜的(c) SEM图, (d) AFM图; (e-f) PEDOT:PSS-CNT复合薄膜与硅接触界面和背面的SEM图。

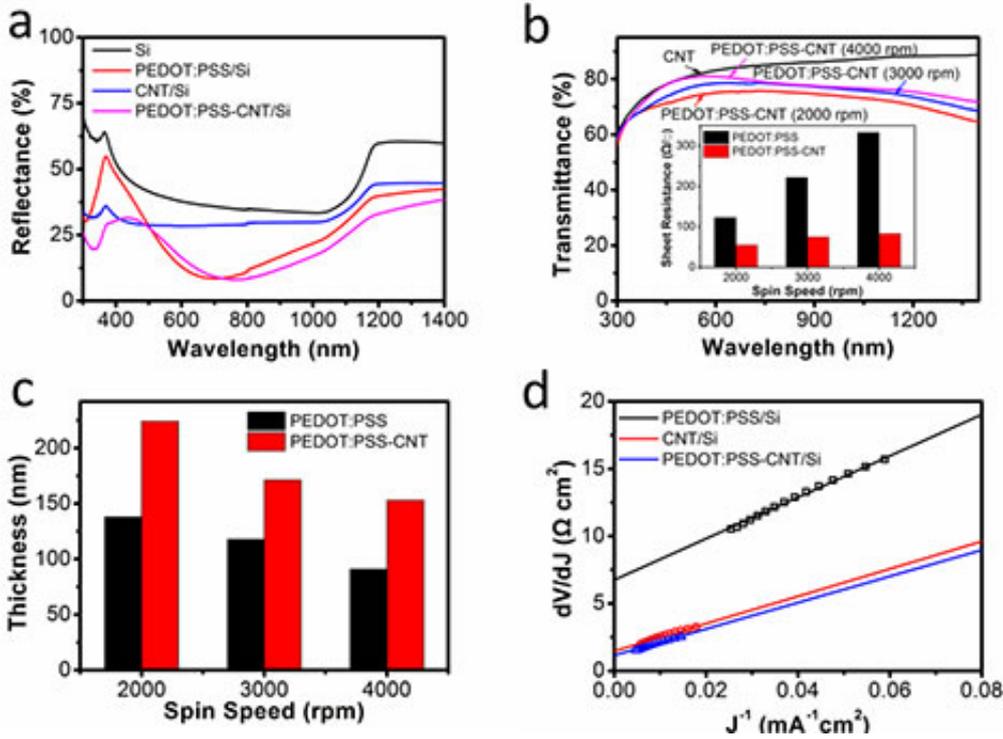


图3 (a) Si衬底、PEDOT:PSS/Si、CNT/Si和PEDOT:PSS-CNT/Si太阳能电池的反射光谱；(b)不同旋涂速度下CNT和PEDOT:PSS-CNT复合薄膜的透光光谱，插图：不同旋涂速度下PEDOT:PSS和PEDOT:PSS-CNT复合薄膜的面电阻；(c)不同旋涂速度下PEDOT:PSS和PEDOT:PSS-CNT复合薄膜的厚度；(d) PEDOT:PSS/Si、CNT/Si和PEDOT:PSS-CNT/Si太阳能电池的 dV/dJ - $(J+J_{ph})^{-1}$ 曲线。

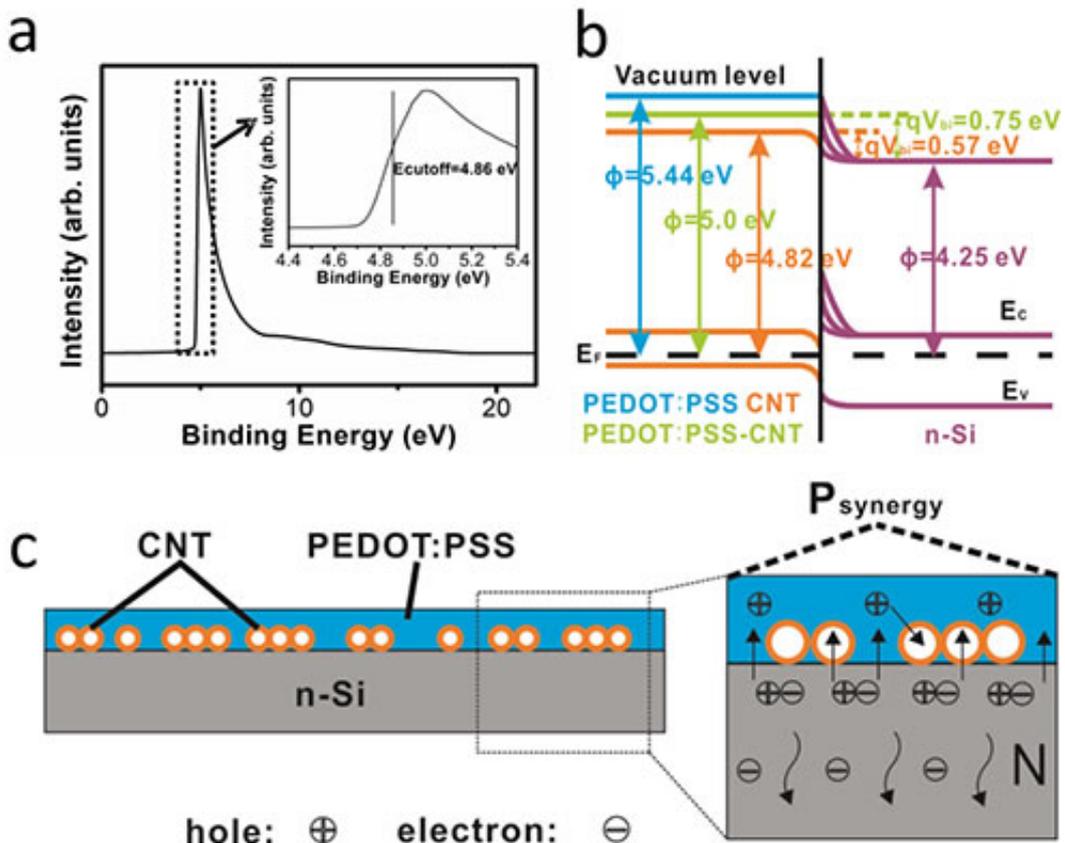


图4 (a) PEDOT:PSS-CNT的紫外光电子能谱曲线；(b) PEDOT:PSS/Si、CNT/Si和PEDOT:PSS-

CNT/Si太阳能电池的能带结构示意图；(c) PEDOT:PSS-CNT/Si太阳能电池的模型。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/108698.html>