

基于陷光结构的高效钙钛矿太阳能电池设计

喻腾腾

信息科学与工程学院、燕山大学、河北省、秦皇岛

简介: 新能源是一直备受世界，例如太阳能应用大力改善我们的生活水平，提高科技的发展。然而，在传统上设计太阳能电池，我们只考虑光学设计，通过陷光结构增加光吸收，但是没有考虑电学模块的损耗，在给太阳能电池带来不便。因此，在本项工作中，我们重点研究电池传输层和空穴传输层配置的钙钛矿电池，以发现光学器件和载体设备内的动力学特性以及指导太阳能设计以获得高效率。

结果: 仿真研究的结果展示。

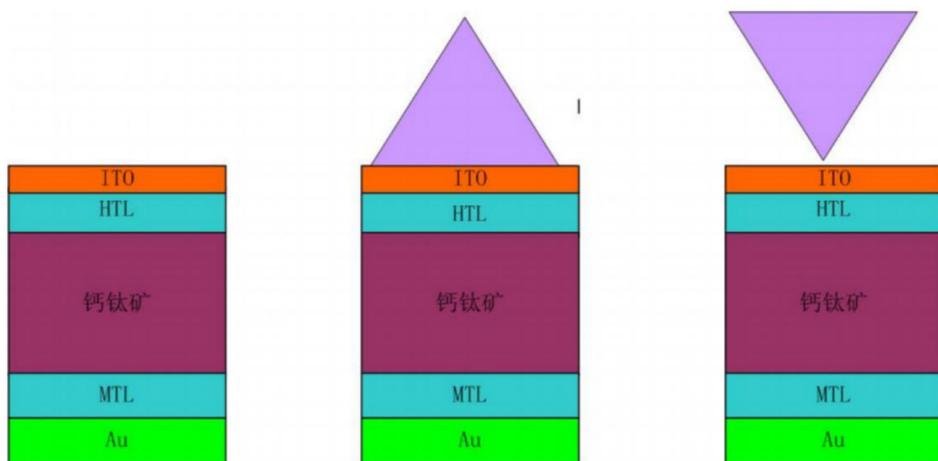


图1: 陷光结构的钙钛矿太阳能电池

计算方法: 首先在构建太阳能电池模型，采用Comsol Multiphysics @软件的电磁场模块和半导体模块，其次利用有限元的思想，近似求解物理模型。最后在基于偏微方程组构成的物理模型，采用网格剖分近似。

$$\nabla \times (\nabla \times \mathbf{E}) = \mathbf{k}_0^2 \epsilon_r \mathbf{E}$$

$$\nabla[-D_n \nabla n + n \mu_n (\nabla \Phi + \frac{\nabla \chi}{q} + \frac{K_B T}{q} \nabla \ln N_c)] = G - U$$

$$\nabla[-D_p \nabla p - p \mu_p (\nabla \Phi + \frac{\nabla \chi}{q} + \frac{\nabla E_s}{q} - \frac{K_B T}{q} \nabla \ln N_v)] = G - U$$

$$\nabla^2 \Phi = \frac{q}{\epsilon} (n - p - c)$$

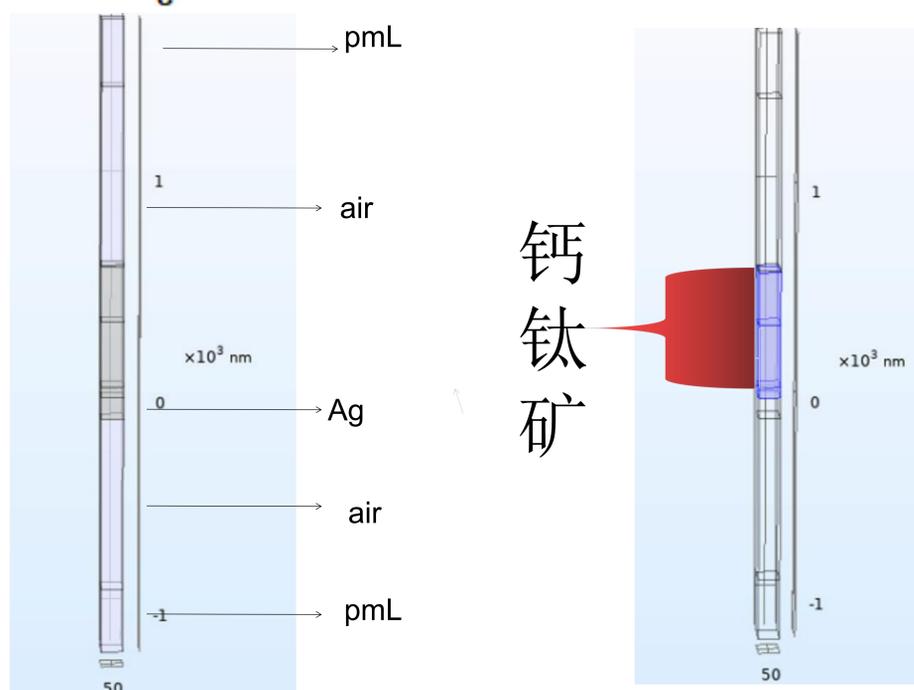


图2: 钙钛矿模型

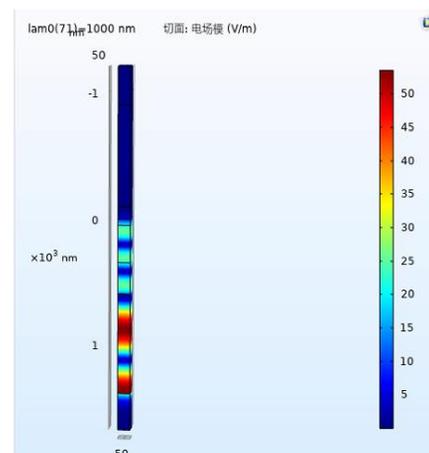


图3. 电场分布

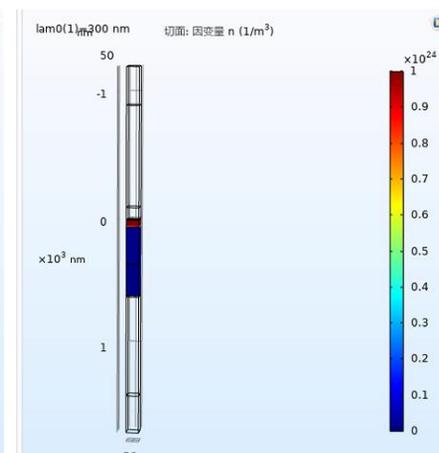


图4. 电子电流分布

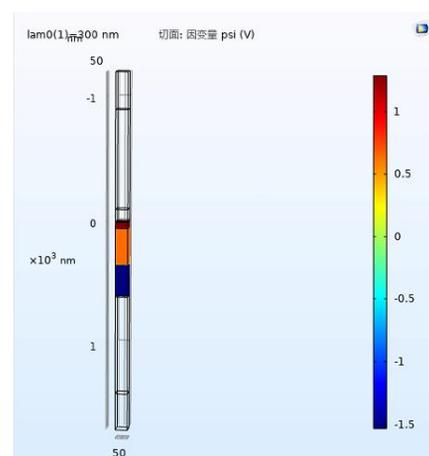


图5. 空穴电流分布

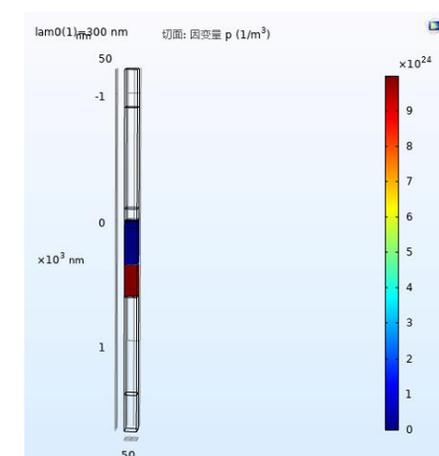


图6. 泊松分布

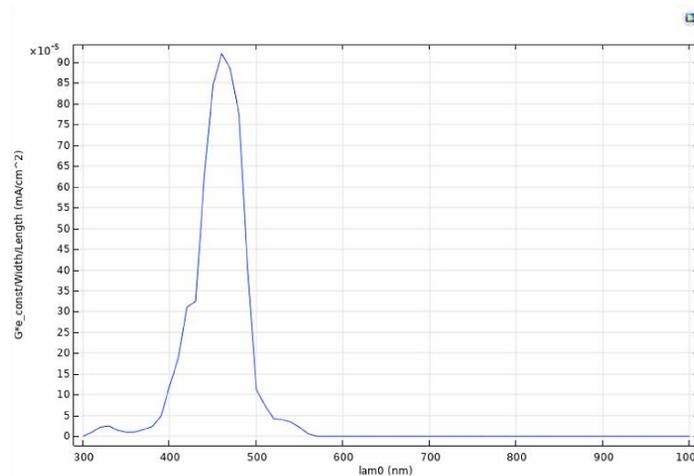


图7. 载流子光生电流分布

结论: 通过Comsol Multiphysics @软件以仿真解决电磁响应和半导体的载流子的生成、运输、重组，以及建立多种纳米结构模型，比较不同结构的钙钛矿电池光电效率，为光伏器件设计提供指导，降低制造成本。太阳能电池广泛应用于卫星、通信、新能源汽车等领域。

参考文献:

1. An, Yidan & Shang, Aixue & Guoyang, Cao & Wu, Shaolong & Ma, Dong & Li, Xiaofeng. (2018). Perovskite Solar Cells: Optoelectronic Simulation and Optimization. Solar RRL. 10.1002/solr.201800126.