

## Abstract

由于能源的消耗，太阳能电池越来越受到人们的关注。然而，作为商业中主要应用的晶硅太阳能电池存在表面入射光反射以及无法吸近红外光的性质限制了晶硅太阳能电池效率的进一步提高。因此，我们设计了一种表面具有掺铒氟化钇钠( $\text{NaYF}_4:\text{Er}^{3+}$ )上转换纳米球阵列的超薄晶体硅太阳能电池。利用COMSOL Multiphysics®中波动光学模块系统的研究了具有不同尺寸和间距纳米球的晶硅太阳能电池的陷光性能。利用周期性边界条件及有限元的思想构建了电池计算单元，在300-1150 nm入射光范围内计算了模型的光反射及透射，从而得出了电池的光吸收。结果表明，在纳米球最佳直径及间距时，表面具有微纳结构的2.33  $\mu\text{m}$ 厚活性层的晶硅太阳能电池平均光吸收效率相比于没有表面纳米结构的电池提高了8.5%。并且在增加晶硅厚度情况下电池平均光吸收依然有提高，只是增幅减缓。具有表面微纳结构的电池在晶硅厚增加到10  $\mu\text{m}$ 时相较于无结构电池，平均光吸收依然有5.4%的增加。考虑到 $\text{NaYF}_4:\text{Er}^{3+}$ 可以吸收晶硅电池无法利用的近红外光并将其转换成电池可以利用的可见光，电池效率还会进一步提高。所设计的模型对上转换纳米材料在晶硅太阳能电池中的应用有指导意义。

## Figures used in the abstract

---

**Figure 1:** (a) 3D diagram of the silicon solar cell with 60 nm  $\text{Si}_3\text{N}_4$  and hexagonally packed  $\alpha\text{-NaEr}_{0.2}\text{Y}_{0.8}\text{F}_4$  NSs on the surface; (b) and (c) top view and oblique view of the periodic arrays of  $\alpha\text{-NaEr}_{0.2}\text{Y}_{0.8}\text{F}_4$  NSs. The black rectangle of dimension indicates the lattice constant; (d) Schematic of planar solar cell with  $\text{Si}_3\text{N}_4$  layer on the surface and Ag layer on the bottom (e) Schematic of planar solar cell with  $\alpha\text{-NaEr}_{0.2}\text{Y}_{0.8}\text{F}_4$  NSs arrays on the surface.