

# 提高开路电压后的硅基太阳能电池效率提升

陈明星<sup>1</sup>, 李晓红<sup>1</sup>, 周昊闻<sup>1</sup>

1. 理学院, 西南科技大学, 四川省, 绵阳市

**简介:**本次研究采用COMSOL多物理场仿真软件进行仿真。通过调整结深厚度、金属接触类型等参数来提高开路电压, 得出: 采用肖特基接触能够明显提高电压, 从而使光电转换效率有所提升。

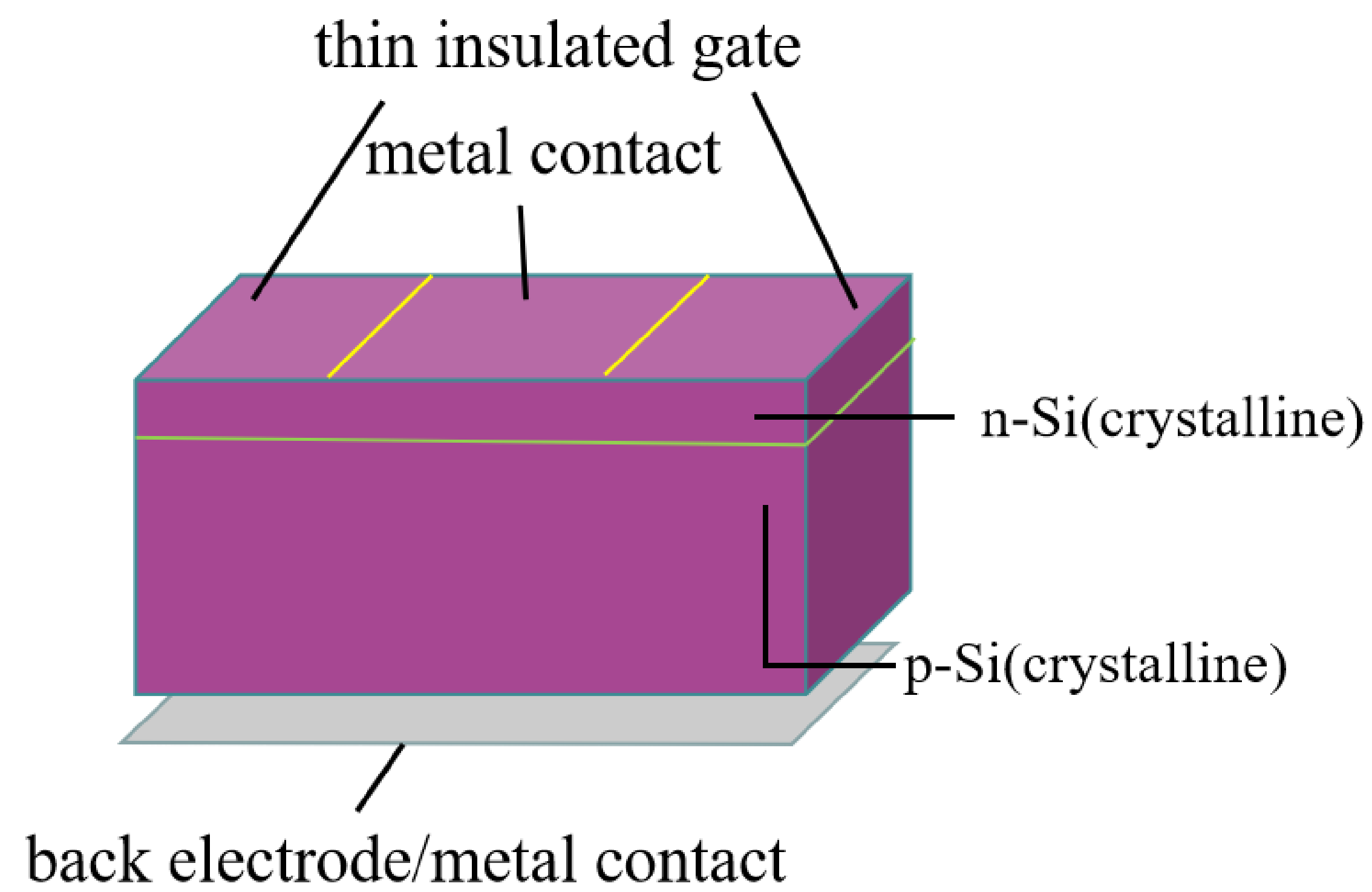


图1 本模型是本次研究的主体。光从上方进入, 在上方按比例设置金属接触和薄绝缘栅; 中间部分采取p型衬底n型掺杂, 下面再次设置欧姆接触, 加上背部电极。面外厚度为1um, 长为400um, 高为100um。

**计算方法:** 本仿真采用COMSOL多物理场半导体模块进行稳态研究。其方程为:  $\nabla \cdot (-\epsilon_r \nabla V) = \rho$  (1)

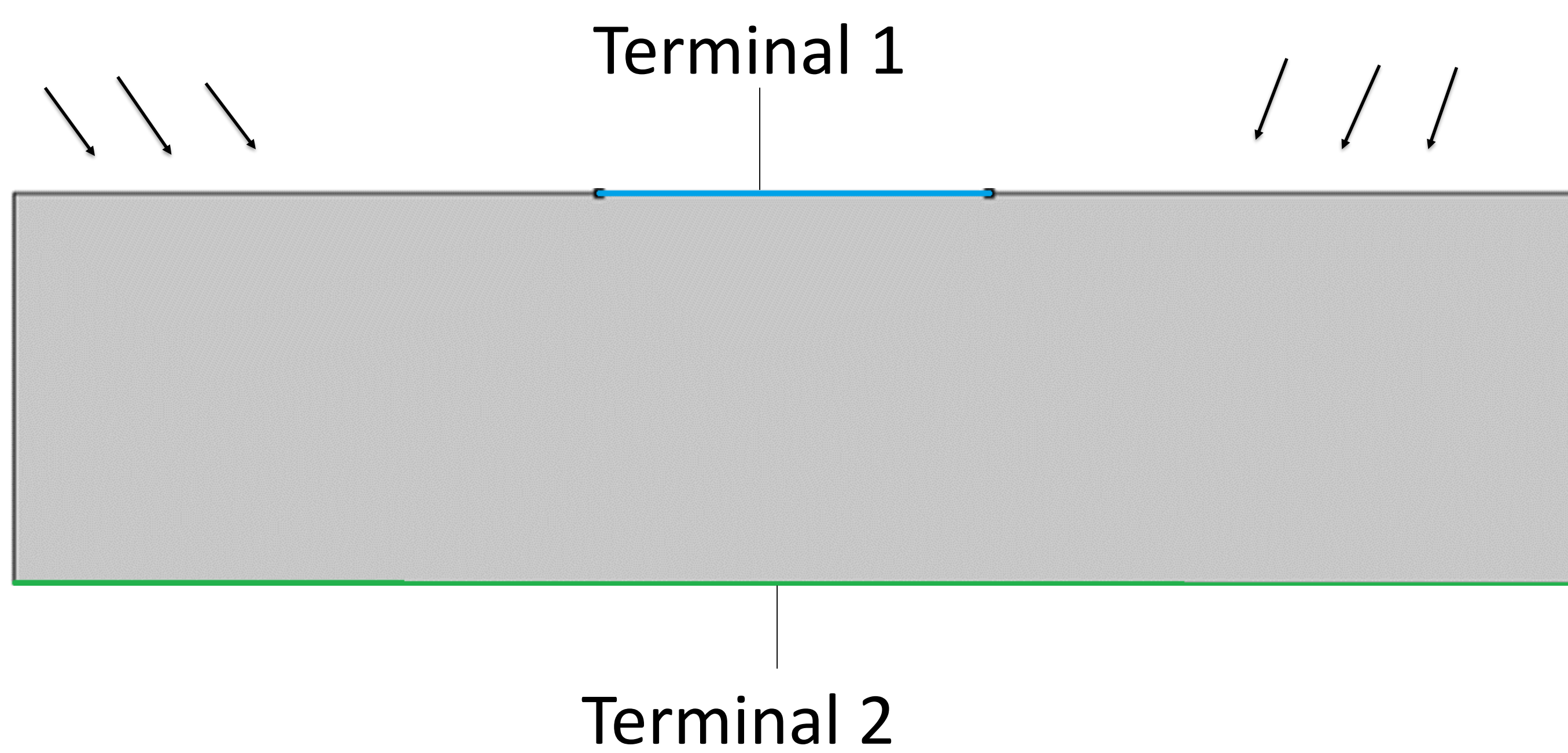


图2 该二维模型是本次研究假设厚度忽略时所建立的二维模型。光从上边界进入, 上方进行n型掺杂。在蓝色部分, 我们采用肖特基接触, 并将其定义为终端1, 下方绿色部分, 我们设置为欧姆接触, 并在这个部分外加电压, 并设置为终端2。

$$\text{P型衬底: } N_A = N_A^{prev} + N_{A0} \quad N_D = N_D^{prev} \quad (2)$$

$$\text{N型掺杂: } N_A = N_A^{prev} \quad (3)$$

$$ld = \frac{d_j}{\sqrt{\ln\left(\left|\frac{N_{D0}}{N_b}\right|\right)}} \quad (4)$$

$$N_D = N_D^{prev} + N_D \exp\left(-\left(\frac{r}{ld}\right)^2\right) \quad (5)$$

$$\text{肖特基接触: } V = V_0 - \phi_B - \chi_0 - V_{eq,adj} \quad (6)$$

$$V_{s,n} = \frac{A_n * T^2}{qN_c}, V_{s,p} = \frac{A_p * T^2}{qN_v} \quad (7)$$

$$\phi_B = \phi - \chi_0 \quad (8)$$

$$\vec{j}_n \cdot \vec{n} = -qV_{s,n}(n - n_0), n_0 = N_c \exp\left(-\frac{q\phi_B}{k_B T}\right) \quad (9)$$

$$\vec{j}_p \cdot \vec{p} = qV_{s,p}(p - p_0), p_0 = N_v \exp\left(-\frac{q(E_g - \phi_B)}{k_B T}\right) \quad (10)$$

**结果:**

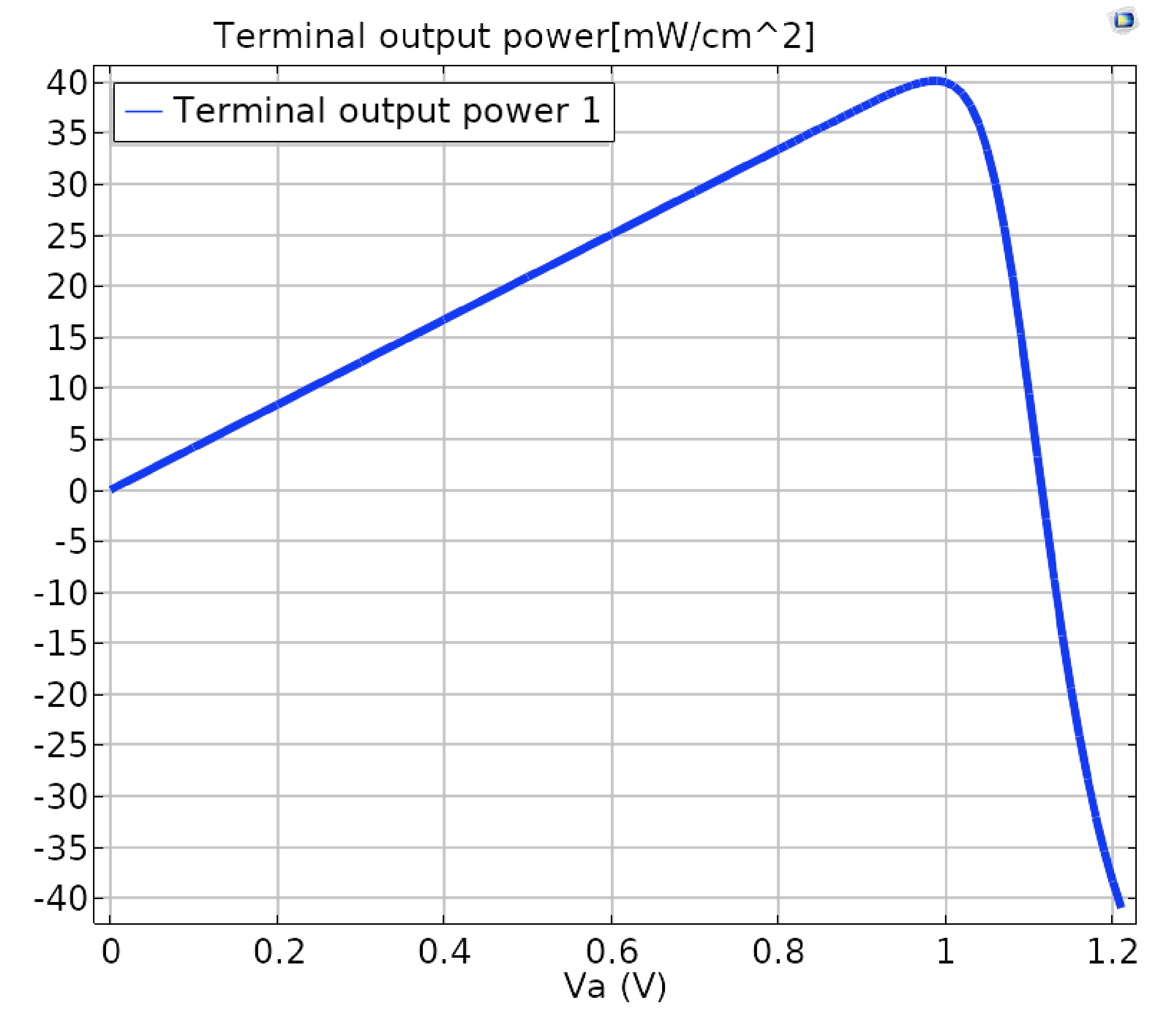


图3 该图描述了在外加电压后, 终端1处的输出功率。由图可知, 理论上硅基太阳能电池达到的最大效率为0.401。

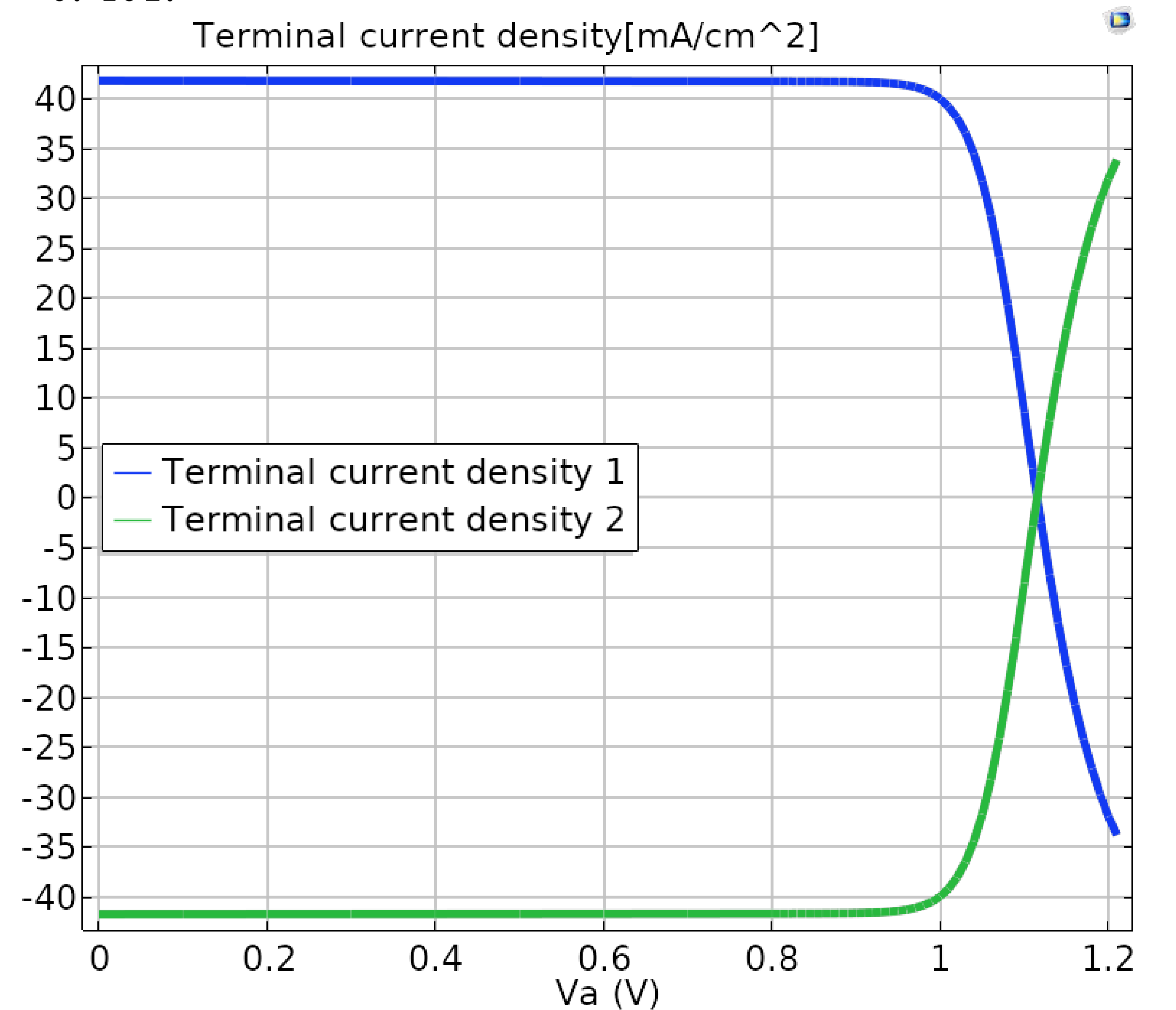


图4 该图描述了在外加电压后, 终端1、2处的输出电流密度。图中表明, 最大电流密度为41.778mA/cm<sup>2</sup>, 开路电压为1.115V。

**结论:** 本次仿真研究中, 我们针对硅基太阳能电池, 通过对金属接触、结深厚度、统计类型等多种参数进行分析, 得出结论: 当金属接触设置为肖特基接触时, 电流密度变化不大, 但开路电压有明显上升, 效率也有明显增大, 为提高光电转换效率提供了另一个方向。

## 参考文献:

- [1] Shockley W, Queisser H J. Detailed balance limit of efficiency of p-n junction solar cells[J]. Appl. Phys, 1961, 32: 510-519.
- [2] Gorji M S, Cheong K Y. Embedded Nanoparticles in Schottky and Ohmic Contacts: A Review[J]. Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences, 2015, 40(4): 197-222.
- [3] Green MA, Dunlop ED, Levi DH, etc. Solar cell efficiency tables (version 54)[J]. Prog Photovolt Res Appl, 2019, 27: 565-575.