ヘテロ接合型 Si 太陽電池の開放電圧の制限要素

Limiting factors of the open-circuit voltage of hetero-junction Si solar cells

東京都市大学 [1]，東京工業大学 [2]，科学技術振興機構 [3]

○佐藤綾祐 [1]、澤野憲太郎 [1], P. Sichanugrist [3], 中田和吉 [2]、小長井誠 [1,3]

Tokyo City University[1], Tokyo Tech[2], JST [3]

○ Ryosuke Sato[1], Kentarou Sawano[1], Porponth Sichanugrist[3],

Kazuyoshi Nakada[2], Makoto Konagai[1,3]

E-mail: r_ocean_leo7@yahoo.co.jp

Si 太陽電池の変換効率の向上には、開放電圧の増大が必要不可欠である。本研究では、実験的に高い開放電圧が得られることで知られているヘテロ接合型 Si 太陽電池の開放電圧の制限要素を理論解析するとともに、低倍率集光により、どこまで向上させることが可能か検証した。さらに、ヘテロ接合型 Si 太陽電池の開放電圧の温度特性について報告する。

ヘテロ接合型 Si 太陽電池のデバイスシミュレーションには AFORS-FET を用いた。すでに報告しているように [1)]、ヘテロ接合型 Si 太陽電池の性能は、アモルファス p 層の正孔濃度に大きく制限を受けているため、今回の解析では、アモルファス p 層が depletion にならないように高めに設定した。また、低倍率集光動作時においても、表面側透明電極 ITO のシート抵抗や接触抵抗などのシリーズ抵抗は考慮していない。

まず、オージェ再結合が開放電圧に及ぼす影響を理論解析した。その結果、開放電圧が 0.75V 程度まではオージェ再結合による影響は少ないが、10 倍集光以上になると、オージェ再結合による開放電圧の減少が顕著になることが分かった。そこで、n 形 Si ウェハの厚さを 100μm から 10μm、1μm と薄くすると、オージェ再結合の影響が少なりなり、0.8V 以上の開放電圧が期待できることが分かった。

一方、短絡電流密度を一定に保ってもウェハが 10μm 以下になると開放電圧に飽和が見られる（図 1）。この状態では、p 形アモルファス層の正孔濃度が開放電圧を制限している。

このほか、開放電圧の温度特性をシミュレーションした。その結果、光照射強度やバルク Si 内の欠陥密度によらず、開放電圧は 0K で禁制帯幅に漸近することが分かった。

当日は実験結果も含めて報告する。

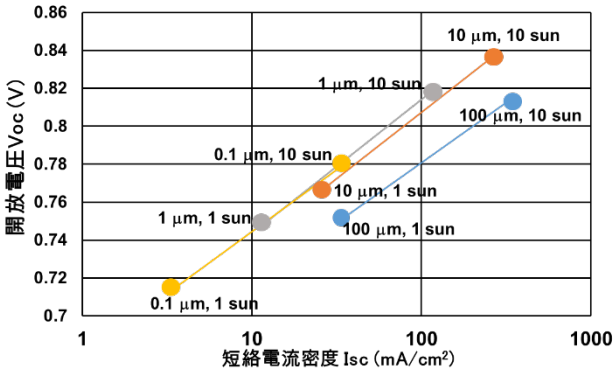

図 1　開放電圧の短絡電流密度依存性。

謝辞：本研究は、MEXT/JST FUTURE-PV Innovation の委託により行われたものである。

[1] 佐藤ほか、第 36 回応物春季講演会, 22a-W321-7 (2016)

© 2016年 応用物理学会