

CO₂ レーザードーピングのレーザー周波数が 結晶シリコン太陽電池に与える影響

Influence of Laser Frequency of CO₂ Laser Doping to Crystalline Silicon Solar Cells

奈良先端大¹, 九州大² ○本多 竜規¹, 石河 泰明¹, 池上 浩², 渡邊 陽介²,

吉永 征矢¹, 姜 雲健¹, 浦岡 行治¹

NAIST¹, Kyushu Univ.², ○Tatsuki Honda¹, Yasuaki Ishikawa¹, Hiroshi Ikenoue², Yosuke Watanabe²,

Seiya Yoshinaga¹, Yunjian Jiang¹, Yukiharu Uraoka¹

E-mail: honda.tatsuki.hl1@ms.naist.jp

1. 背景・目的

近年、太陽光発電の導入量は急激に増加しており、将来を担うエネルギー源の一つとしても注目を集めている。しかし、現状の発電コストは他の発電方法に比べてまだまだ割高である。この発電コストの低減には発電効率の向上と生産プロセスの高速・簡略化が必要である。これらの問題を解決すべく、熱拡散工程をレーザー照射工程で置き換える技術が発展してきた[1, 2]。これまでの研究では、グリーンレーザー等、直接レーザーエネルギーが Si 基板に吸収される波長域のレーザーが用いられてきた。しかし、直接的なレーザーエネルギー吸収は Si 基板表面付近に欠陥形成をしてしまい、太陽電池特性を低下させる一因となってしまう。本研究では、Si が直接エネルギーを吸収しない波長 10.6 μm の CO₂ レーザーを用いることで SiO₂ を介した間接的なレーザーエネルギー吸収を実現している。これにより、Si 基板に生じる欠陥を抑制することが期待される。

2. 実験方法

抵抗率 1-5 Ωcm , 膜厚 300 μm の CZ 単結晶 11 mm 角 Si 基板表面にスパインコートを用いて P ドープ SiO₂ (PSG) を塗布後、ホットプレートを用いて 200 $^{\circ}\text{C}$ で 1 分間乾燥させた。次に、PSG 堆積の Si 基板表面に CO₂ レーザーによるレーザー照射を行った。レーザー照射の概略は図 1 の通りである。最後に、PSG を除去し、表面に Ag のくし型電極を、裏面に Al の全面電極を蒸着した。完成した太陽電池の特性は AM1.5 (100 mW/cm^2), 25 $^{\circ}\text{C}$ の条件下でソーラーシミュレータを用いて測定した。この時の測定領域はシャドウマスクを用いて 8 mm 角とした。

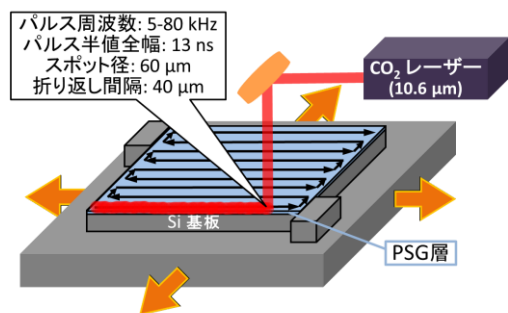


図 1. CO₂ レーザー照射の概略図

3. 結果と考察

CO₂ レーザーを用いた間接的なレーザーエネルギー吸収によるドーピングが実現し、結晶シリコン太陽電池作製に成功した。レーザーパルス周波数を変化させることで、PSG 層における熱残留量を制御することが可能と考えられる。当研究では、80 kHz と 5 kHz でドーピング状況を確認したところ、低い周波数の場合、熱残留量が少なくなったことによると思われる Si 表面荒れの低減が確認された。作製した太陽電池の J-V 特性を図 2 に示す。80 kHz の場合は 3.1 %であったのに対して、5.0 %の変換効率を記録した。今後、レーザー照射条件最適化により、更なる太陽電池の高効率化が期待できる。

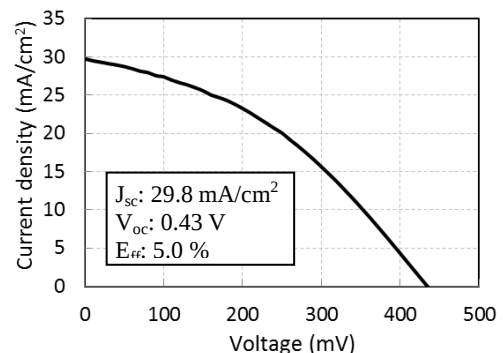


図 2. CO₂ レーザードーピングにて作製した太陽電池の J-V 特性 (レーザーパルス周波数 5 kHz, レーザー強度 1 W)

4. 参考文献

- [1] A. Ogane, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **48**, 071201(2009)
- [2] S. J. Eisele, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **95** 133501 (2009).