

放電周波数の制御による p 型ホウ素ドーピングシリコン添加アモルファスカーボン/n-Si ヘテロ接合太陽電池の高性能化

Enhancement of Solar Cell Performance of p-Type Boron-doped Silicon-added Amorphous Carbon/n-Si Heterojunction by Controlling Discharge Frequency

山口大院創成科学¹, 山口大理² [○]檜木野 宏¹, 近藤 文太², 本多 謙介¹

Grad. Sch. Sci. Technol. Innov., Yamaguchi Univ.¹, Fac. Sci., Yamaguchi Univ.², [○]Hiroshi Naragino¹,

Bunta Kondo², and Kensuke Honda¹

E-mail: naragino@yamaguchi-u.ac.jp

1. 研究背景

太陽電池の高効率化の手法として、光学ギャップの異なるセルを積層するタンデム化がある。我々の研究グループは、これまでにシリコンおよび炭素原子から成り、光学ギャップ可変(1.25-2.76 eV)なアモルファス半導体(a-Si_xC_{1-x}, x > 0.5)薄膜の開発を行ってきた^[1]。しかし、p 型 a-Si_xC_{x-1} 薄膜と n-Si 基板のヘテロ接合太陽電池の変換効率は約 2.7×10^{-4} % と低い値であった^[2]。これは、原料ガスを十分に分解するために高い出力で成膜を行った結果、a-Si_xC_{x-1} 薄膜と Si 基板との界面にダングリングボンドなどの欠陥が生じたためと予想される。本研究では、成膜時の出力を小さくした低エネルギープラズマにより、接合界面のダメージの抑制を行った。加えて、成膜時のプラズマの周波数を増加させることで、原料の分解を促進し太陽電池の性能の向上を図った。

2. 実験方法

ホウ素ドーピング a-Si_xC_{1-x} 薄膜および n-Si 基板から成るヘテロ接合太陽電池は、テトラメチルシランおよびトリメトキシホウ素を原料とし、可変高周波電源 (THAMWAY, T162-5767C) を備えたプラズマ化学気相成長法 (SAMCO, BPD-1) により作製した。液体原料中の B/(Si + C) 比は 7.50 at.% とし、放電周波数および印加出力を変化させて作製した。

3. 結果と考察

周波数 40.68 MHz、出力 100 W において作製したヘテロ接合太陽電池の変換効率は 2.73×10^{-4} % であった。成膜時の

出力を 100 W から 10 W に減少させたことに伴い、変換効率は 1.83×10^{-2} % に増加した。さらに、周波数を 40.68 MHz から 60.00 MHz に増加させたことに伴い、変換効率は 3.03×10^{-1} % に増加した。

Fig. 1 に周波数 13.56, 40.68, 60.00 MHz において作製した太陽電池の I-V 曲線を示す。周波数を増加させた結果、変換効率に寄与する短絡電流密度と開放電圧が大きく増加した。成膜時の周波数を減少させることで、イオンの衝突エネルギーが減少すると報告されている^[3]。その結果、接合界面における欠陥が減少し太陽電池の性能が向上したと考えられる。 [1] K. Honda et al., ECS J. Solid State Sci. Technol. 5, P590 (2016), [2] H. Naragino et al., ECS Trans. 75, 153 (2016), [3] X. M. Zhu et al., J. Phys. D: Appl. Phys. 40, 7019 (2007).

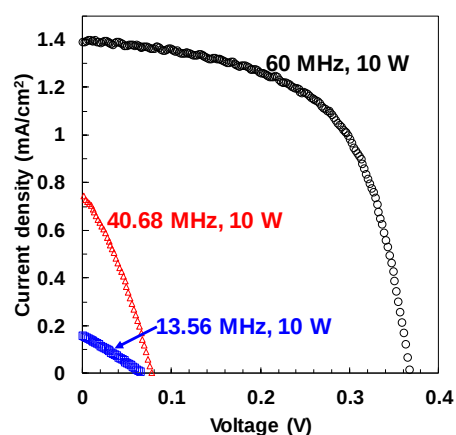


Fig. 1 I-V characteristics of heterojunction solar cells fabricated at frequency of 13.56, 40.68 and 60.00 MHz under simulated sunlight.