

未来社会創造事業 探索加速型
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域
年次報告書(探索研究)

令和元年度 研究開発年次報告書

平成 29 年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名:小長井 誠]

[東京都市大学総合研究所・特任教授]

[研究開発課題名:超薄型 Si 系トリプル接合太陽電池]

実施期間 : 平成 31 年 4 月 1 日～令和 2 年 3 月 31 日

§1. 研究開発実施体制

(1)「超薄型 Si 系トリプル接合太陽電池」グループ(学校法人五島育英会東京都市大学)

① 研究開発代表者:小長井 誠 (東京都市大学総合研究所、特任教授)

② 研究項目

- ・超薄型 Si-Rib 太陽電池
- ・超薄型 Ge-Rib 太陽電池
- ・Si ナノウォール太陽電池

(2)「高品質・高均一性パッシベーション膜開発」グループ(国立大学法人福島大学)

① 主たる共同研究者:齊藤公彦 (福島大学共生システム理工学類、特任教授)

② 研究項目

- ・Rib 型太陽電池の高品質、高均一性パッシベーション膜開発

§2. 研究開発実施の概要

Si系トリプル接合太陽電池を実現するため3項目の要素技術開発を実施した。

(1)「超薄型 Si-Rib 太陽電池」では、まず高品質・高均一性パッシベーション膜開発を行った。パッシベーション膜として $i\text{-a-SiO:H}$ と $i\text{-a-Si:H}$ を積層した構造を提案し、各層の膜厚や堆積条件等の最適化を行った結果、パッシベーション層の全膜厚が約 5nm で有効キャリアライフタイム 3msec と優れた値が得られることが分かった。これらの結果をもとに、テクスチャーウェハを用いて Rib 太陽電池の性能改善を目指した。テクスチャーウェハでは、Si 凹部の底へのエッチング液の浸透を促進するためアルコール液を加える工夫を施すなどの新技術を導入した。その結果、厚さが 50 μm のセルで V_{oc} の最大値 725mV が得られた。また、厚さが 100 μm では変換効率 20.2% (V_{oc} =702mV、 J_{sc} =36.8mA/cm²、 FF =0.780、変換効率=20.2%が得られ、2019 年度目標を達成した。

(2)「超薄型 Ge-Rib 太陽電池」では、Si の場合と同様に、 $i\text{-a-SiO:H}$ 、 $i\text{-a-Si:H}$ をそれぞれ 2nm とした場合に最も高い変換効率 4.93% (V_{oc} =193mV、 J_{sc} =44.2mA/cm²、 FF =0.578) が得られた。

(3)「Si ナノウォール太陽電池」に関しては、要素技術開発を継続して行った。まずマイクロウォールを用いた接合形成技術開発では、幅 10 μm 程度のマイクロウォールを形成し、絶縁膜による溝の埋め込み技術、RIE によるウォールの頭出し技術を完成させた。ついでナノウォールの加工技術開発については、加工後の洗浄・乾燥時におけるナノウォールの張り付きの問題を解決し、しかもウォール幅の均一性を改善するため、光アシストエッチングと凍結真空乾燥法を開発した。その結果、幅 19nm、高さ 1.5 μm のナノウォールを貼りつきなく形成することができた。

論文発表等

Yukimi Ichikawa, Yoshiaki Osawa, Hiroshi Noge, and Makoto Konagai,
Theoretical studies of silicon hetero-junction solar cells with rib structure,
AIP Advances 9, 065117, 2019/06, doi:10.1063/1.5098964

Kimihiko Saito, Tsukasa Takamura, Yukimi Ichikawa and Makoto Konagai
Si-Based Heterojunction Solar Cells Passivated by a-SiO_x:H Thin Film
36th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 09 - 13 September
2019, Marseille Chanot Convention and Exhibition Centre, Marseille, France
Proc.pp.522-526, 10.4229/EUPVSEC20192019-2DV.1.38

Tsukasa Takamura, Ryuto Iwata, Yukimi Ichikawa, Kimihiko Saito and Makoto Konagai
Rib Silicon Heterojunction Solar Cells with Textured Surfaces
29th International Photovoltaic Science and Engineering Conf. (PVSEC-29), 4-8 Nov.
2019, Xi'an, China
Proc. 1818-1820