

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2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・特別教授(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 : 令和2年4月1日～令和3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、特別教授)

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、これまでに $a\text{-SiO}_x\text{:H}/a\text{-Si:H}$ 2 層構造パッシベーション技術を確立した。本年度は、光入射側である p 側の $a\text{-Si:H}$ バッファー層の薄膜化を図るため、現状 3nm 以上の厚みが必要とされる原因について検討を行った。その結果、バッファー層の厚膜化は、パッシベーション性能の低下原因となるパッシベーション層の結晶化を防いでいることが明らかとなった。これらの結果をもとに、Rib 太陽電池の性能改善を目指した。その結果、厚さが 120 μm では最高変換効率 21.3%、厚さが 50~100 μm では、20.4~20.9 %が得られた。また、これまでは、 Si_3N_4 を保護膜に用いたレーザ加工と異方性エッチングを利用して Rib ウェハを作製してきたが、より単純なプロセスで Rib ウェハを作製するため、フォトリソグラフィとアルカリ耐性の強いレジスト膜の併用による Rib 加工法を開発した。その結果、厚さ 50 μm の Rib 太陽電池で 21.3%の変換効率が得られた。

(2)「超薄型 Ge-Rib 太陽電池」では、 $i\text{-a-Si:H}$ をバッファー層に用いたパッシベーション構造により、面積 1 cm^2 のセルで変換効率 5.33 % ($V_{oc} = 198 \text{ mV}$, $J_{sc} = 48.0 \text{ mA/cm}^2$, $FF = 0.561$) を達成した。

(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。本年度は主にナノウォール間への絶縁膜埋め込み技術とウォール部分の Si バルクからの剥ぎ取り技術の開発を行った。まず絶縁膜の材料として PDMS をナノウォールに適用する検討を行った。その結果、20nm 程度のウォール間に PDMS を埋め込むことに成功した。次に Si ウェハ表面に形成されたウォール部分の取り出しについては、機械的に剥ぎ取る技術の開発を行った。その結果、液体窒素による急冷を利用した方法により PDMS を埋め込んだナノウォールを機械的にはぎ取ることに成功した。さらに接合形成の基礎研究として、ウォールの片側だけにヘテロ接合を形成したところ、光照射下、0.3V 程度の V_{oc} が得られた。

論文発表等

Makoto Konagai, Tsukasa Takamura, Ryuto Iwata, Rei Kondo, Yukimi Ichikawa, and Kimihiko Saito

Characterization of High Efficiency Heterojunction Thin Rib-Si Solar Cells

Proc.IEEE-PVSC, IEEE Explore, (2020) pps. 0088-0092

DOI: [10.1109/PVSC45281.2020.9300432](https://doi.org/10.1109/PVSC45281.2020.9300432)

Kimihiko Saito, Tsukasa Takamura, Yukimi Ichikawa and Makoto Konagai
Impact of Hydrogen Plasma Treatment on a-Si:H/a-SiO_x:H Passivation Film
37th EU PVSEC 2020, 07-11 Sep., Virtual Meeting

Yukimi Ichikawa, Masakazu Hirai, Ryouusuke Ishikawa and Makoto Konagai
Fabrication of nano-wall Si hetero-junction cells
PVSEC-30 & GPVC 2020, Jeju, Nov.3-13 (2020) Virtual Meeting