

ヘテロ接合 Ge 太陽電池の接合界面 TEM 評価

TEM Analysis of the Junction Interface of Germanium Hetero-junction Solar Cells

東京都市大学 総合研究所¹、福島大学 共生システム理工学類²○陶山 直樹¹、高村 司¹、齊藤 公彦²、石川 亮佑¹、小長井 誠¹Tokyo City Univ.¹, Fukushima Univ.², [○]Naoki Suyama¹, Tsukasa Takamura¹,Kimihiro Saito², Ryoussuke Ishikawa¹ and Makoto Konagai¹

E-mail: nsuyama@tcu.ac.jp

【はじめに】 Si 太陽電池の超高効率化を目的として、Rib 構造を有する Si 系トリプル接合太陽電池の開発を進めている。ボトムセルとなる Ge では平坦なウエハを用いて効率 5.33% が得られ、Rib 加工プロセスもほぼ確立できている。現在、開放電圧の向上を実現するためパッシベーション膜、Ge 基板比抵抗、厚さの最適化の検討を行っている。今回はパッシベーション膜形成による接合界面構造変化を透過電子顕微鏡 (TEM) により評価したので報告する。

【実験方法】 本研究で用いた代表的なヘテロ接合 Ge 太陽電池の構造を図 1 に示す。ドーピング層と Ge 基板界面のパッシベーション膜には a-Si:H ならびに a-SiO_x:H を用いた。これらの膜の製膜条件は、ヘテロ接合 Si 太陽電池の最適化条件と同様である。製膜後の有効キャリアライフタイムは μ -PCD により測定した。接合界面の構造評価には TEM を用い、得られた高分解能 TEM 像から微小領域のフーリエ変換により回折図形を求め、格子面間隔をマッピング (空間分解能 1.7nm) することにより結晶構造情報をナノメートルスケールで可視化した。

【結果と考察】 パッシベーション a-Si:H 膜を形成することにより、ヘテロ接合 Ge 太陽電池のキャリアライフタイムは 20-25 μ sec から 100-125 μ sec へと向上し、開放電圧も約 200mV が得られた。図 2 に a-Si:H 製膜有無の n/p 界面断面 TEM 像を示す。i-a-Si:H を形成しない場合 (図 2 a)、n- μ c-Si 層は Ge 基板上でヘテロエピタキシャル成長していることがわかる。一方、i-a-Si:H(4nm) を形成することにより、エピタキシャル成長が抑制されている (図 2 b)。図 3 a に示す p- μ c-Si/Ge 界面 TEM 像ではより顕著にエピタキシャル成長が確認された。この界面近傍の高分解能 TEM 像より {111} 面間隔マッピングを行うと、格子面間隔が接合界面で急峻に変化しており (図 3 b,c)、p- μ c-Si/Ge 界面ではミスフィット転位、p- μ c-Si 膜中には積層欠陥が確認された。これらの欠陥が界面再結合を増加させる要因と考えられる。

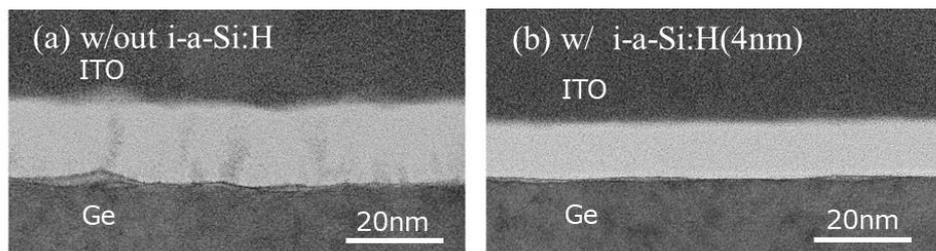
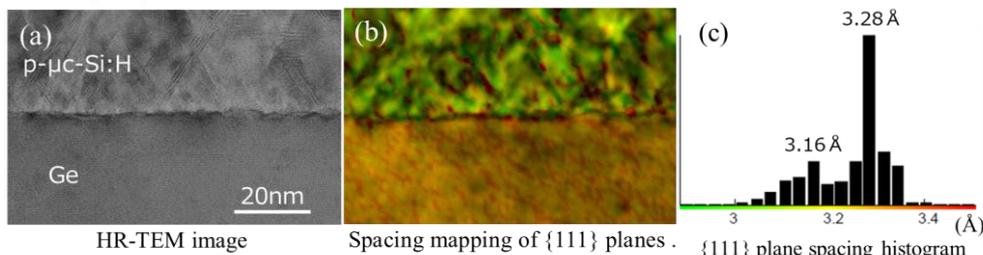
Fig.2 Cross-sectional TEM images of the n- μ c-Si:H/Ge interface.

Fig.1 Structure of hetero-junction Ge solar cell.

Fig.3 The spacing mapping of {111} planes calculated from high-resolution TEM image of the p- μ c-Si:H/Ge interface without i-a-Si:H layer.

【謝辞】 本研究は JST 「MIRAI」 の援助を受けた。