

ワイヤ状のPN接合を備えたシリコンナノワイヤ太陽電池の発電特性評価

Photovoltaic Properties of SiNW Solar Cells with Wire-Shaped PN Junction.

パナソニック¹, 東工大²°兼松 大二^{1,2}, 矢田 茂郎¹, 寺川 朗¹, 田中 誠¹, 小長井 誠²Panasonic Corp.¹, Tokyo Tech.²°Daiji Kanematsu¹, Shigeo Yata¹, Akira Terakawa¹, Makoto Tanaka¹, Makoto Konagai²

E-mail: kanematsu.daiji@jp.panasonic.com

【背景】シリコン系太陽電池の高効率化のために、バンドギャップが異なるセルを積層させたタンデム構造の開発が必要とされている。シリコンナノワイヤは、その直径を数 nm 程度まで小さくすると、量子サイズ効果によってバンドギャップが拡大する。バンドギャップ制御されたシリコンナノワイヤ太陽電池をトップセルに用いることで、材料が豊富なシリコンのみにより、高効率タンデム太陽電池を実現することが可能となる。ナノワイヤを利用した太陽電池には様々なデバイス構造が存在するが、量子サイズ効果の利用を想定した場合、ワイヤの内部に PN 接合を備えた構造^[1]によって、ワイドギャップ化の効果を最大限に開放電圧として利用できると考えられる。このような接合においては太陽電池構造における評価例が無いことから、今回は、Fig.1 に示す構造により、5 mm×5 mm のデバイス面積を有するシリコンナノワイヤ太陽電池を作製し、その発電特性を評価した。

【実験】熱拡散によって表面に接合を形成した P 型単結晶シリコンウェハ上にシリカナノ粒子を分散させ、これをマスクとしてスパッタリング法によって孔が開いた Ag 膜を形成し、HF /H₂O₂ 水溶液に浸漬させることでワイヤ状 PN 接合を作製した^[2]。今回は、Atomic Layer Deposition (ALD) 法によってワイヤの隙間を Al₂O₃ で埋め、その後 HF 水溶液に浸漬させることでワイヤの先端を露出させ、スパッタリング法及び蒸着によって基板の両面に電極を形成した。本プロセスにより、シリコンナノワイヤ太陽電池を試作し、その発電特性を評価した。

【結果】今回試作を行ったセルの電流-電圧特性を評価し、ワイヤ内部にPN接合を形成した太陽電池において、発電を確認することができた。今後、セルの発電特性を改善するためには、ワイヤ側面のパッシベーションの改善と、電極構造の形成プロセス開発が必要と考えられる。また、量子サイズ効果を得るためにワイヤの細線化についても検討を行い、高効率シリコンナノワイヤ太陽電池の実現に向けて研究を進める。

【謝辞】本研究は科学技術振興機構 (JST) の委託を受けて、革新的エネルギー開発拠点形成事業において実施したものである。

[1] V. Sivakove et al, Nano Lett., 9(4)(2009)1549.

[2] S. Kato et al, Jpn. J. Appl. Phys. 51 (2012) 02BP09.

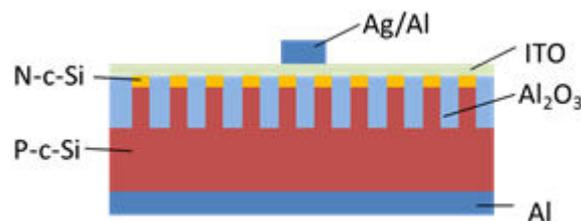


Fig.1 Cross section of the Si nanowire solar cell.