## フォトニック結晶 µc-Si 太陽電池における形状効果の検討

Discussion of Structural Effects on µc-Si Photonic-Crystal Solar Cells

京大院工<sup>1</sup>, 京大白眉<sup>2</sup><sup>0</sup>田中良典<sup>1</sup>, 川本洋輔<sup>1</sup>, 石崎賢司<sup>1</sup>, De Zoysa Menaka<sup>1,2</sup>, 梅田尚実<sup>1</sup>, 藤田奨也<sup>1</sup>, 浅野卓<sup>1</sup>, 野田進<sup>1</sup>, Kyoto Univ.<sup>1</sup>, Kyoto Univ. Hakubi Center<sup>2</sup><sup>O</sup>Y. Tanaka<sup>1</sup>, Y. Kawamoto<sup>1</sup>, K. Ishizaki<sup>1</sup>, M. De Zoysa<sup>1,2</sup>, T. Umeda<sup>1</sup>, S. Fujita<sup>1</sup>, T. Asano<sup>1</sup>, and S. Noda<sup>1</sup> E-mail: ytanaka@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

**[序]**我々は、薄膜微結晶 Si(µc-Si)太陽電池への光吸収量を、フォトニック結晶のバンド端効果を利用して増大させ、光電変換効率を向上させることを検討している<sup>1)</sup>。前回、我々は、円錐状のフォトニック結晶を形成した基板上にµc-Si層を成膜することで、図1に示すように空洞欠陥のない太陽電池構造を形成することに成功し<sup>2)</sup>、実験的に短絡電流密度が向上しうることを示した<sup>3)</sup>。また、µc-Si層の成膜により、上面がドーム形状になることをも示した(図1)。本発表では、このような太陽電池の形状が光吸収量に与える効果について、数値解析を行った結果について報告する。

[解析]計算モデルを図2に示す。SEM 像から得られた形状を反映し、底面の形状は正方格子円錐 形状(底面半径150 nm,高さ150 nm)、上面構造はドーム形状とした。µc-Siのi層平均厚さを500 nm、 格子定数 a を 600 nm とした。ここでまず、上面のドームの曲率を、曲率0.71a から1.0a まで変化 させた場合の特性についての解析を行った。この際 µc-Si の体積は、各条件で同一になるようにし た。計算には3次元 FDTD 法を利用し、µc-Si のほか、透明導電膜(ITO, Ga:ZnO)の光吸収も考慮し た。図3(a)に、曲率が0.71aの場合と1.0aの場合の、µc-Si 層への吸収スペクトルを示す。また標 準太陽光(AM1.5)照射時の理論最大短絡電流密度をまとめた結果を図3(b)に示す。曲率が小さいほ どより大きな電流密度が得られており、上面ドーム構造の微調整が、µc-Si 太陽電池への光吸収お よび光電流の増大に有効であることが分かる。次に、上面を曲率0.71aのドーム形状とし、底面 をフォトニック結晶ではなく平坦とした構造に対して同様の解析を行った。得られた吸収スペク トルを図4に示す。底面を平坦とすると、電流密度が低下することが判明し、上面のドーム構造 だけでなく、底面のフォトニック結晶構造そのものも光吸収を増大させるうえで重要であり、両 者が一体的に働いて、光吸収の増大に寄与していると考えられる。詳細は当日報告する。

[謝辞] 本研究の一部は CREST の支援を受けた。

[文献] 1)Y. Tanaka, et al, *Opt. Exp.*, **21**, 20111 (2013). 2) 梅田他 2014 年春応物 18p-E16-3. 3) Menaka 他 2014 年春応物 18p-E16-5.

