

フォトニック結晶 $\mu\text{c-Si}$ 太陽電池の作製

—表面層のみへのフォトニック結晶形成効果の検討—

Fabrication of $\mu\text{c-Si}$ Solar Cell with photonic crystal formed only on top surface

京大院工¹, 京大白眉² °梅田尚実¹, 元平暉人¹, 石崎賢司¹, De Zoysa Menaka^{1,2},
田中良典¹, 川本洋輔¹, 藤田奨也¹, 野田進¹

Kyoto Univ.¹, Kyoto Univ. Hakubi Center² °T. Umeda¹, A. Motohira¹, K. Ishizaki¹,
M. De Zoysa^{1,2}, Y. Tanaka¹, Y. Kawamoto¹, S. Fujita¹, and S. Noda¹

E-mail: t.umed@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

[序] 我々は、薄膜シリコン太陽電池の効率向上に向けて、フォトニック結晶(PC)のバンド端共振作用を活用した広帯域光マネジメント法を提案している。これにより、 $\sim 500\text{ nm}$ という極薄 $\mu\text{c-Si}$ を発電層とする太陽電池においても、 $\sim 9\%$ の変換効率の実現に成功した^{1,2)}。ただし、これまでは、PC 形成後に $\mu\text{c-Si}$ 層の成膜を行っていたため、欠陥導入を避ける観点から、 $\mu\text{c-Si}$ 層の厚みは PC の格子定数以下に限定する必要があった^{3,4)}。一方、 $\mu\text{c-Si}$ 層成膜後に、その表面に PC を形成する場合には、上述の制約から外れるため、格子定数以上の厚さをもつ $\mu\text{c-Si}$ 太陽電池の作製も可能となり、高い光吸収増大効果が得られるものと期待される⁵⁾。今回、 $\mu\text{c-Si}$ 層表面に PC を形成した太陽電池の作製・検討を行ったので報告する。

[試料作製および結果] 平坦な基板の上に、裏面電極および $\mu\text{c-Si}$ 層を成膜し、その後 PC 構造を形成した太陽電池を作製した。フォトニック結晶は、周期 600 nm 、深さ $\sim 300\text{ nm}$ の孔を正方格子状に配置したものである（この構造は、光吸収を最大にするために最適化した構造⁵⁾ではないことに注意）。試作後の太陽電池の SEM 写真を図 1(a)に示す。試作素子における短絡電流密度を評価した結果、PC を形成していない平坦な太陽電池の 20.0 mA/cm^2 に対して、 22.4 mA/cm^2 への増大が得られた。外部量子効率(EQE)の測定結果(図 1(b))より、特に長波長側において、PC 効果が確認できるとともに、その結果は、理論解析結果と良い一致が見られた。

また、 $\mu\text{c-Si}$ への表面加工が電気特性に与える影響についても検討を開始しており、 $\mu\text{c-Si}$ 膜を構成する微結晶相およびアモルファス相を均一にエッチングする条件を用いることで、加工しない場合とほぼ同等の、開放端電圧および曲線因子を維持できることを見出しつつある。以上の結果より、今後、最適な周期・深さをもつ PC 構造⁵⁾を表面に導入することで、従来構造を上回る高い効率の実現が可能となるものと期待される。

[謝辞] 本研究の一部は CREST の支援を受けた。 **[文献]** 1) 石崎, 野田 他, 2014 年秋季応物 19p-A25-7. 2) 石崎, 野田 他, 2015 年春季応物. 3) Y. Tanaka, S. Noda, *et al.*, Progress in Photovoltaics (in press). 4) 梅田, 野田 他, 2014 年春季応物 18p-E16-3. 5) 川本, 野田 他, 2015 年春季応物.

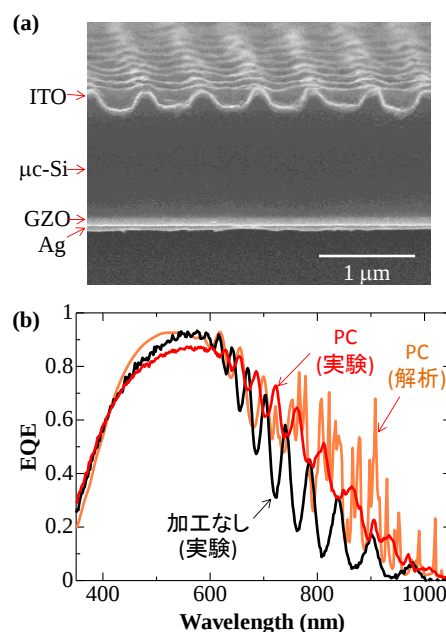


Fig. 1 $\mu\text{c-Si}$ solar cell with photonic crystal at surface. (a) SEM image, (b) EQE.