19p-A25-6

フォトニック結晶を導入したμc-Si 太陽電池の評価

Evaluation of μc-Si Solar Cells on Photonic Crystals

京大院工 [1]、京大白眉 [2]、°De Zoysa Menaka[1,2]、石崎賢司 [1]、梅田尚実 [1]、田中良典 [1]、藤田奨也 [1]、川本洋輔 [1]、野田進 [1]
Kyoto Univ., Kyoto Univ. Hakubi Center[2] °M. De Zoysa[1,2], K. Ishizaki[1], T. Umeda[1], Y. Tanaka[1], S. Fujita[1], Y. Kawamoto[1], S. Noda[1]
E-mail: menaka@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

[序] 我々は、薄膜系 Si 太陽電池において、吸収係数が小さくなる波長 600-1000 nm 帯域での光吸収を 2 次元フォトニック結晶(2D-PC)ナノ構造の広帯域バンド端共鳴効果を用いて、増大させることで、太陽電池の高効率化を検討している [1,2]．前回、2D-PC を導入した、μc-Si の太陽電池を作製し、2D-PC による光吸収の増大とともに、光電変換効率の向上が得られたことなど、初期的な実験検討を行った [2]．今回は、2D-PC ナノ構造上に形成されるμc-Si の状態など、より詳細な評価を行ったので報告する．

[太陽電池構造] 太陽電池構造を模式的に図 1 に示す．格子定数 600～700 nm の SiO_2 ロッド型正方格子の 2D-PC を用いた．SiO_2 ロッドの半径、高さをそれぞれ 125～150 nm、～150 nm とし、μc-Si を成膜する際に生じる空洞欠陥を減少させるために、ロッド側面をテーパー状にしている [3]．2D-PC 上に、裏面電極として Ag(100 nm)、その上に GZO(50nm)を成膜し、μc-Si の nip 太陽電池層を PE-CVD 法によって成膜した．なお、太陽電池の i 層厚を～500 nm とした．最後に、表面電極としての ITO(70 nm)と Ag 電極パッドを形成した．

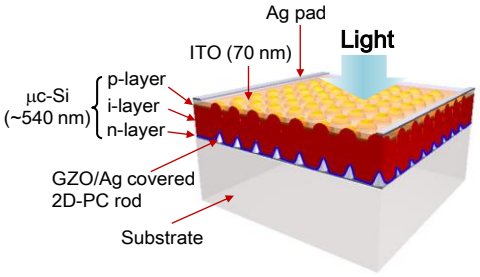

Fig. 1 : Schematic diagram of solar cell

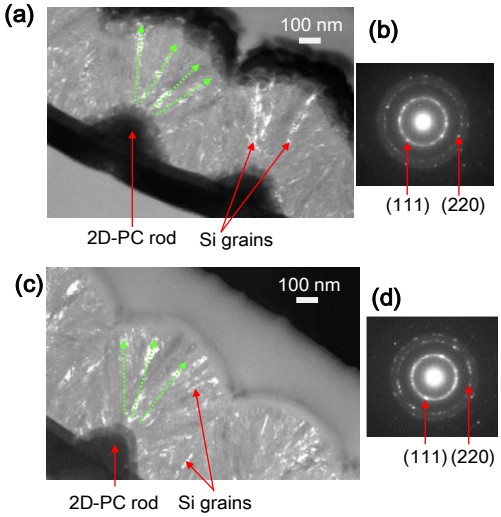

Fig. 2 : a) Dark field TEM image of sample having lower crystallinity in growth beginning. **b)** Diffraction pattern from rod top area of a. **c)** Dark field TEM image of sample having higher and constant crystallinity over growth. **d)** Diffraction pattern from rod top area of c.

[結果] PC 上に成膜したμc-Si 太陽電池の断面の状態を TEM によって観測した．図 2a には、i 層の成膜時に SiH_4/H_2 比を一定として成膜したものの暗視野像を示す(この場合、ラマン分光法により測定したμc-Si の結晶化率が、成膜初期状態で 10~20%、厚さ 500 nm で～50%)．また、図 2c には結晶化率が膜中で 50%程度と一定になるように、SiH_4/H_2 比を調整して成膜したものの暗視野像を示す．図 2a と 2c の膜中の明るい部分は、μc-Si に含まれる結晶粒である．図 2a と 2c を比較すると、図 2c では、結晶粒が多く存在することが見て取れる．また、結晶粒は、2D-PC 面に対して垂直方向に成膜される傾向を示す(図中の緑の矢印)ことがわかった．ここで、図 2b と 2d には、図 2a と 2c それぞれのもののロッド上部のμc-Si の電子線回折パターンを示す. 回折パターンより、厚さ方向に対して、(220)と(111)の結晶方位に相当する成膜が得られていることがわかった．また、結晶化率が 50%程度と一定にした図 2d の(220)/(111)の強度比は、図 2b と比較して、1.3 倍程度大きく、太陽電池に、より有効な配向性 [4]の膜が得られていると考えられる．EBIC 法を用いた電気的応答など、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) 石崎賢司他, 2014 年春季応物 18p-E12-1. 3) M. De Zoysa 他, 2013 年秋季応物 18a-A3-7．4) T. Matsui et al. *Jpn. J. Appl. Phys.* **42** L901-903 (2003).

© 2014 年　応用物理学会