固体ソース MBE 法で作製した単層 Ge ドットマスクを用いた結晶 Si 太陽電池用光閉じ込め構造の表面形態

Surface morphology of light trapping structure using a Ge dot mask grown by solid source MBE for crystalline Si solar cells

°本部 惇史(M1)[1], 黒川 康良 [1], Dmitrij Yuasov [2], Alexey Novikov [2],
宇佐美 徳隆 [1] (名大院工 [1], ロシア科学アカデミー[2])
°A. Hombe[1], Y. Kurokawa[1], D. Yuasov [2], A. Novikov [2], N. Usami[1] (Nagoya Univ.[1], IPM RAS [2])
E-mail: hombe.atsushi@h.mbox.nagoya-u.ac.jp

【はじめに】既存の結晶 Si 太陽電池は、表面をアルカリ溶液で処理することによりランダムピラミッド型の凹凸構造を形成し、入射光の光路長を延ばしかつ表面反射を抑制することで変換効率の向上を図っている[1]。しかし、ランダムピラミッド型の光閉じ込め構造は形状制御が困難かつ多量の削りしろを要するため将来的に極薄基板への応用が難しいとされている。これまで我々は Si 基板上にガスソース分子線エピタキシー（MBE）法で単層 Ge ドットを成長させそれをマスクとしてエッチングすることで、先の欠点を克服する新しい光閉じ込め構造が得られることを示してきた[2]。今回は固体ソース MBE 法を用いて Ge ドット構造を作製し、その試料から光閉じ込め構造を作製した。これにより、より低温での成長が可能になり Si と Ge の混晶化を抑制されるので、これまでと異なる構造が獲得できると考えらえる。

【実験】固体ソース MBE 法を用いて Si(100)基板上に結晶成長温度 600, 700, 750℃で，Ge 被覆率が 8 原子層の単層 Ge ドットを成長させた。その後 2M KOH 溶液を用いてこの試料を室温下で 5 分間ウェットエッチングした。作製した試料は走査型電子顕微鏡(SEM)で表面形状を観察し、分光光度計で試料表面の反射率測定を行った。

【結果】Fig. 1 はエッチング後の試料表面の SEM 像である。試料表面と入射電子線のなす角は 52° である。750℃で Ge を成長させた試料は 700℃で Ge を成長させた試料と比較して低密度かつ大きなアイランドが形成されていることがわかる。アイランドサイズのヒストグラムを調べてみると、700℃で Ge を成長させた場合は直径 150-175nm のアイランドが最も高密度で、8.8×10^{8} cm^{-2} 存在していた。一方 750℃では Ge を成長させた場合は直径 175-200nm のアイランドが最も数密度が高く、3.4×10^{8} cm^{-2} 存在していた。この結果は Ge の成長温度を変化させることでアイランドのサイズ分布を制御できることを示している。Fig. 2 は 700℃と 750℃で結晶成長成長させた試料のエッチング前後の反射率を結果を示している。700℃で成長させた試料はエッチング前後で反射率がほとんど変化しないのに対し、750℃で Ge を成長させた試料はエッチング後に、主に紫外～可視光線領域で反射率を低減することに成功した。これらの結果は反射率の低減には、試料表面に存在するアイランドのサイズ分布や密度を光散乱に特化したサイズで作製する必要があることを示唆している。

本研究は，科学技術振興機構の先端的低炭素化技術開発(ALCA)、および日本学術振興会二国間交流事業の支援を受けて行われた.

[1] Bailey WL *et al.*, United States Patent: 4137123 - Texture etching of silicon: method (1979).
[2] 本部 他, 第 63 回応用物理学会, 22a-W321-15

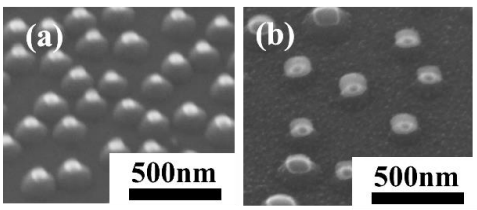

Fig. 1. SEM image of fabricated light trapping nanostructure. Substrate temperature: (a) 700℃ (b) 750℃

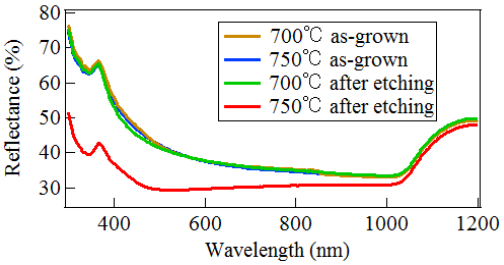

Fig.2. Reflectance spectra of each sample.

© 2016年 応用物理学会