

シリコン基板上に成長した GaAs ナノワイヤの光アノード応用

Photoanode using GaAs nanowires grown on silicon substrates

愛媛大工¹, ミシガン大工², (M1)大野 智樹¹, (M2)行宗 詳規¹, (M2)藤原 亮¹,石川 史太郎, Yongjie Wang², Zetian Mi²Ehime Univ.¹, Michingan Univ.², °Tomoki Ohno¹, Mitsuki Yukimune¹, Ryo Fujiwara¹,Fumitaro Ishikawa¹, Yongjie Wang², and Zetian Mi²

E-mail: g845007y@mails.cc.ehime-u.ac.jp

【はじめに】太陽光から燃料を得るための光電気化学は、将来の持続可能なエネルギー社会実現のための技術として期待されている。効率的な光陽極と光電陰極の追求は、その実現に不可欠である。そのなかでナノスケール材料は、これを実現する有望な1つの要素、材料と期待される。III-V 半導体ナノワイヤは、物質中でも最高峰の高い電子移動度と、光電変換効率を有し、この光電気化学用途に期待される。優れた光吸収を提供するナノワイヤの大きな表面積対体積比と構造の多様性は、液体中の化学反応での使用にも有望である。近年、MiらはGaN ナノワイヤを使用した人工光合成と水分解を実証した。[1,2] これらの背景のもと本研究では、太陽光に対する優れた光キャリア応答が期待される1.4eVのバンドギャップを持つGaAs ナノワイヤのフォトアノード応用を試みた結果について報告する。

【実験・結果】GaAs ナノワイヤを、リンドーパされたn型Si(111)基板上に分子線エピタキシー法を用いて作製した。成長にはGa自己触媒を用いたVapor Liquid Solid成長を用いた。成長条件を調整して、長さが約3 μm 、直径が300nm、 $1 \times 10^7 \text{ cm}^{-2}$ 以上の高密度のナノワイヤを作製した。Fig.1にサンプル表面の30°傾斜走査電子顕微鏡観察を示す。枝の存在は、光電気化学実験で溶液にさらされる表面積が大きくなるため、ナノワイヤの光電気化学用途に適していると考えられる。

ナノワイヤを成長させていないSi基板と比較して、GaAs ナノワイヤのサンプルに対して光電気化学実験を実施した。測定は、0.1Mの H_2SO_2 溶液中でAM1.5Gの光照射を行い実施した。電極には、対極にPtを使用し、参照極にAg/AgClを使用した。また、 IrOx ナノ粒子を共触媒に使用した。光電気化学的スペクトル応答をFig.2に示す。Fig.2(a)のSi基板のみではほとんど光電流を得られなかった。一方、Fig.2(b)に示したSi基板にGaAs ナノワイヤを成長したサンプルでは、 5 mA/cm^2 の電流密度で明確な光電流を示した。この結果は、GaAs ナノワイヤの光電気化学的応用に対する有望な可能性を示唆している。

[1] AlOtaibi et al., ACS catalysis 5, 5342, 2015.

[2] Kibria et al., Nature Comm. 6:6797, 7797, 2015.

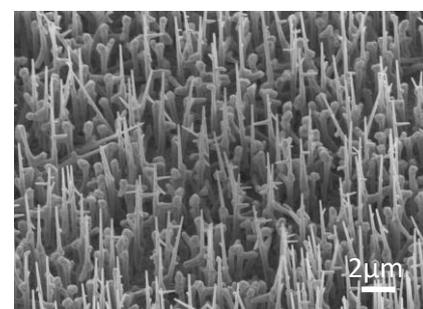


Fig. 1 30°-tilted SEM images of GaAs nanowires.

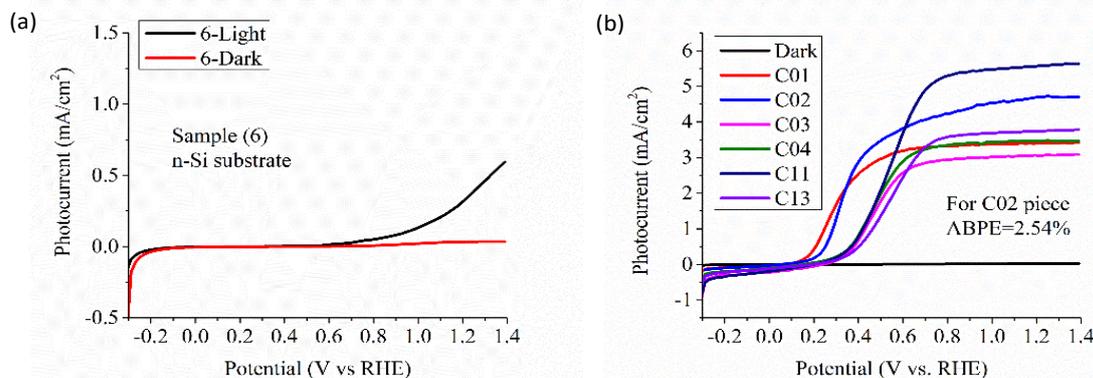


Fig. 2: Photoelectrochemical spectral response from (a) n-Si substrate and the sample with (b) GaAs NWs grown on the n-Si substrate.