

課題番号 : F-13-HK-0029
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : 金属ナノ構造/酸化チタン電極を用いた全固体太陽電池の作製
 Program Title (English) : Fabrication of solid-state solar cell using gold nanostructured titanium dioxide photoelectrode
 利用者名(日本語) : 鎌田義臣
 Username (English) : Yoshiomi Kamata
 所属名(日本語) : 北海道大学大学院情報科学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

1. 概要 (Summary)

近年、プラズモンの光アンテナ効果を利用した太陽電池や水の光電気分解など光-エネルギー変換系に関する研究が盛んに行われている。太陽電池への応用に関しては、電解質水溶液を用いる湿式太陽電池ではなく、全固体太陽電池の開発が極めて重要となる。本研究では、原子層堆積装置などのナノテクプラットフォームの装置を利用して金ナノ構造/酸化チタン電極上に、ホール移動層として酸化ニッケル (NiO) を用いた全固体プラズモン太陽電池を構築した。

2. 実験 (Experimental)

ルチル型単結晶酸化チタン基板 (0.05 wt% Nbドープ) 上に真空蒸着により 3 nm 金を成膜し、窒素雰囲気下 800°C でアニールすることにより Fig. 1(a) の電子顕微鏡写真に示すような平均粒径サイズ 18 nm の金ナノアイランド構造を作製した。基板上に、Fig. 1(b) に示すように原子層堆積装置を用いて NiO を成膜し、大気中において 500°C でアニールを行った後、スパッタリングにより金を 5 nm 成膜して、アイランド状の金膜を形成した。太陽光シミュレーター (AM1.5) および電気化学測定装置を用いて、太陽電池特性を評価した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1(c) に、疑似太陽光照射を行った場合の電流-電圧曲線を示す。開放電圧が 0.765 V と高い値を示しており、アニールにより既存のシリコン太陽電池と同等の高い開放電圧を持つ太陽電池の構築に成功した。また、アイランド状の金膜の形成により、光電流の取り出しに成功した。これはアイランド状の金膜中の微粒子が NiO の多結晶境界の微小な空壁に入り込み、NiO の面内抵抗を減少させたためであると考えられる。短絡電流値から IPCE アクションスペクトルを求めたところ、Fig 1(d) に示すようにプラズモン共鳴波長である波長 550 nm 以上の長波長の光でも光電流が観測され、プラズモン共鳴スペクトルの形状と良い一致を示すことが明らかになった。これらの結果から、NiO を用いた全固体プラズモン太陽電池の構築に成功した。また、光電変換効率を向上させるためには、NiO にリチウムをドープして導電性の向上を図るなど、NiO 成膜の最適化を行い、短絡電流値を増大させることが重要であることが考察された。

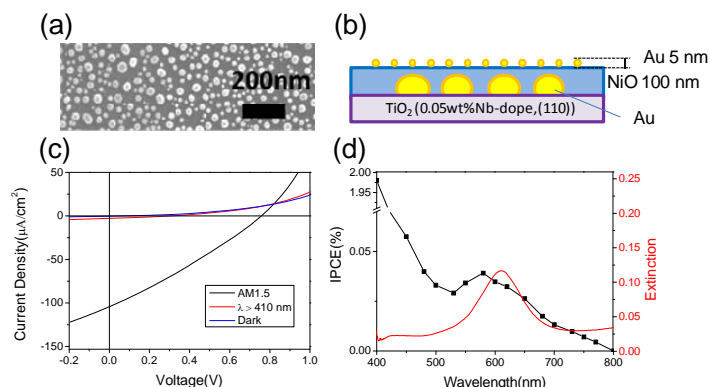


Fig. 1. (a) SEM image of Au-nanoislands, (b) Schematic representation of solid state plasmonic solar cell, (c) I-V curve, (d) IPCE action spectrum.

4. その他・特記事項 (Others)

なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- Y. Kamata et al., *J. Phys. Chem. Lett.*, **5**, 25-29 (2014).
- Y. Kamata et al., The 26th International Conference on Photochemistry, PXX, KU Leuven, Leuven, Belgium, July (2013).
- 鎌田義臣 他、「液層高密度エネルギーナノ反応場シンポジウム(第5回日本化学会新領域研究グループ「液相高密度エネルギーナノ反応場」研究会)、産業技術総合研究所 臨海副都心センター、8月(2013)。
- 鎌田義臣 他、2013年光化学討論会、2P098、愛媛大学、9月(2013)。
- 鎌田義臣 他、2013年光化学討論会、愛媛大学、9月(2013)。
- Y. Kamata et al., THE 14th RIES-HOKUDAI International Symposium 網 [mou], P49-A, CHÂTERAISÉ Gateaux Kingdom SAPPORO, Dec (2013).
- 鎌田義臣 他、日本化学会第94春季大会、2H2-15、名古屋大学、3月(2014)。

6. 関連特許 (Patent)

なし。