

課題番号 : F-16-HK-0055
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : プラズモン光アノードを備えたアンモニア合成デバイスの構築
 Program Title (English) : Fabrication of ammonia synthesis device bearing plasmonic photoanode
 利用者名(日本語) : 押切友也
 Username (English) : T. Oshikiri
 所属名(日本語) : 北海道大学電子科学研究所
 Affiliation (English) : Research Institute for Electronic Science

1. 概要(Summary)

当研究室ではこれまでに、チタン酸ストロンチウム (SrTiO_3) を半導体光触媒として用い、 SrTiO_3 と金ナノ粒子 (Au-NPs) 及びルテニウム (Ru) 及びジルコニウム (Zr) からなるプラズモン光電極を用いた窒素の光固定によるアンモニアの合成について成功しているが、反応性の低さが課題として挙げられていた。

本研究では、反応を制限していると考えられるイオン輸送効率、反応界面積を改善したアンモニア合成デバイスを構築し、反応性の向上を試みた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

ヘリコンスパッタリング装置、高分解能電界放射型走査型電子顕微鏡

【実験方法】

単結晶 SrTiO_3 基板 (110 面、0.05wt% Nb-doped) 上にヘリコンスパッタリング装置により 3 nm の金を成膜後、窒素雰囲気下で加熱することにより基板上に Au-NPs を作製し、光電極を作製した。光電極を陽極、Zr コイルを陰極とし、両極間を Nafion[®] フィルムで区画した反応セルを構築して硫酸水溶液を充填し、陰極層に窒素バブリングしながら光電極に可視光を照射して光電気化学反応を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

反応セルの模式図と、Au-NPs の走査型電子顕微鏡 (SEM) 像を Fig. 1 にしめす。SEM 像から、粒径 46 nm 程度の金ナノ粒子が形成されていることがわかる。反応セルに 1 V の外部電位を印加し、410-800 nm の可視光を照射したところ、照射時間に伴い生成するアンモニア量が増大し、その生成速度は既報の値の 10 倍以上に

達した。また作製したアンモニア合成デバイスは光電気化学反応の電流-電位特性も同時に追跡可能であり、反応の定量的な評価が可能となる。

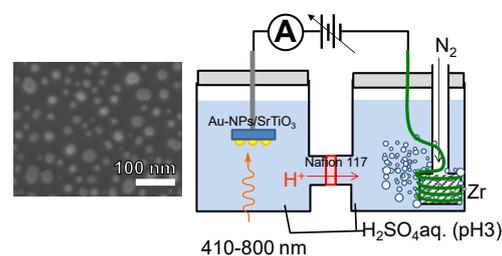


Fig. 1. The SEM image of Au-NPs on SrTiO_3 substrate (right), and the schematic representation of the ammonia synthesis device (right).

4. その他・特記事項(Others)

- ・共同研究者: 上野貢生, 三澤弘明 (北大電子研)
- ・関連論文

- (1) T. Oshikiri, K. Ueno, H. Misawa, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2014, 53, 9802-9805.
- (2) T. Oshikiri, K. Ueno, H. Misawa, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2016, 55, 3942-3946.
- (3) T. Oshikiri, K. Ueno, H. Misawa, Global Artificial Photosynthesis Workshop, Canberra, Australia, September (2016), (plenary invited)
- (4) T. Oshikiri, K. Ueno, H. Misawa, 9th Asian and Oceanian Photochemistry Conference, Singapore, Singapore, December (2016).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) T. Oshikiri, 229th ECS Meeting, San Diego, USA, May (2016), (invited)
- 他 1 件

6. 関連特許(Patent) 特許出願済み