Pt 櫛型電極を水素生成サイトとする GaN モデル光触媒の解析

Analysis of GaN Model Photocatalyst with Comb-shaped Pt Electrode as Hydrogen Evolution Sites

東大工 [1]，東大先端研 [2]，○遠藤 達朗 [1]，沈 昊哉 [1]，嶺岸 耕 [2]，杉山 正和 [1,2]
Univ. Tokyo.[1], RCAST, Univ. Tokyo.[2],○Tatsuro Endo, Soraya Shizumi, Tsutomu Minegishi[2], Masakazu Sugiyama[2]
E-mail: tatsuro-endo@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

ワイドギャップ半導体中で光によって生成したキャリアが水分解反応を駆動する本多藤嶋効果および光触媒効果は 1972 年に発見されて以降、安価に水素を製造するための技術の要と目されているが、この反応を促進する目的で半導体表面を助触媒で修飾することがある。しかし、助触媒を介した半導体、水溶液間のキャリア授受には不明な点が多い。本研究では、水からの水素生成反応の優れた触媒である Pt を櫛形電極として n 型 GaN エピタキシャル膜表面に蒸着、光触媒として動作させて生成する水素の量とその時の GaN および Pt 櫛形電極の電位を測定した。

光触媒として MOVPE 法で作製された n 型 GaN エピタキシャル薄膜($n = 5 \times 10^{17}$ cm^{-3})を用い、Ti でオーム性接触を得て導線と接続することで電極形態とした。また、真空蒸着法によって表面に水素生成触媒として Pt 櫛形電極を形成した(図 1 参照)。電位計測は作用極として GaN 電極、参照極として Ag/AgCl 電極、対極として Pt 線を用いた三極系で行い、Xe ランプとバンドパスフィルターを組み合わせて得た、波長 355 nm の単色光を光源とした。全ての実験は、気密性のあるガラスセル中で行い、ガスクロマトグラフィーを接続して水分解反応で生成した水素を定量した。開放端条件で光触媒反応を行った場合の水素生成量が図 2 に示されている。Pt 櫛形電極を形成することで水素生成量が顕著に増加していることが確認できる。このことから半導体と水溶液との間のキャリア授受が、Pt の担持によって改善されたといえる。またこのときの Pt の電位は半導体に対して差が最大でも 10 mV とよく追従し、反応中は-0.1 V vs RHE 付近にあった(図 3)。ここから半導体から Pt へと渡った電子は水溶液からの水素生成電位に固定されておらず、水溶液-Pt 間と比べて、GaN-Pt 間のキャリア授受が十分に速いことが示唆される。仕事関数から GaN と Pt はショットキー接合を形成すると考えられ、発表ではこの影響について詳細に述べる。

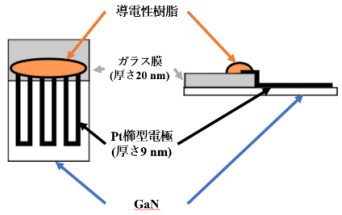

図 1 作製したサンプル構造

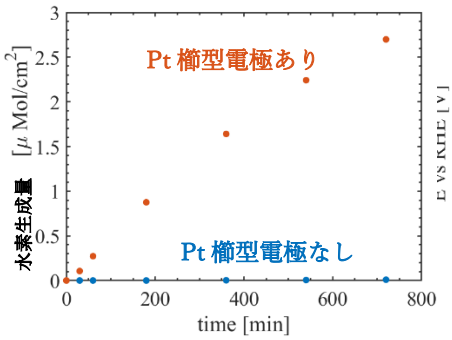

図 2 GaN 光触媒からの水素生成

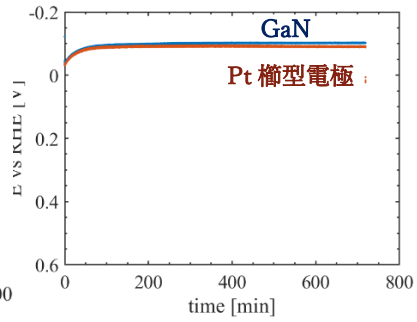

図 3 光触媒反応中の電位