ペルオキソ二硫酸イオン($S_2O_8^{2-}$)含有電解液における GaN の電気化学特性

Electrochemical properties on GaN electrode in $S_2O_8^{2-}$ containing electrolytes

北大量集センター[1]、サイオクス[2]
○渡久地 政周[1]、三輪 和希[1]、堀切 文正[2]、福原 昇[2]、成田 好伸[2]、吉田 丈洋[2]、佐藤 威友[1]
RCIQE, Hokkaido Univ.[1], SCIOCS Co. Ltd.[2]
○M. Toguchi[1], K. Miwa[1], F. Horikiri[2], N. Fukuhara[2], Y. Narita[2], T. Yoshida[2], and T. Sato[1]
E-mail: toguchi@rciqe.hokudai.ac.jp

1. はじめに

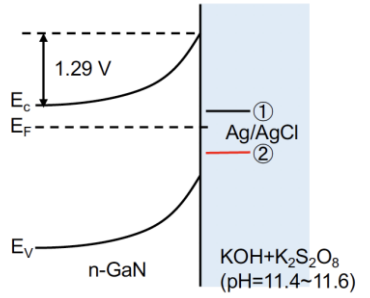
半導体のウェットエッチングでは、適切な酸化剤の選択とベース溶液（酸・アルカリ）の混合比が、エッチング速度や平坦性に大きな影響を与える。ペルオキソ二硫酸イオン($S_2O_8^{2-}$)は、過酸化水素（H_2O_2）と比べてより強い酸化剤として作用し[1]、窒化ガリウム (GaN) に対してもその有効性が報告されている[2]。この系において、$S_2O_8^{2-}$イオンの還元あるいは光励起（λ<310nm）により生成する硫酸イオンラジカル（$SO_4^{-\cdot}$）は、GaN 表面の直接酸化に利用されることもあり、その濃度制御は重要である。本研究では、GaN のウェットエッチングにおける $S_2O_8^{2-}$イオンと $SO_4^{-\cdot}$ラジカルの働きを明らかにすることを目的とし、GaN 電極の電気化学特性を調査した。

2. 実験方法

n 型 GaN 基板上に MOVPE 結晶成長した n-GaN 層 (N_D = 5×10^{16} cm^{-3}) を、電気化学測定用の GaN 電極として用いた。電解液として 0.01 M の水酸化カリウム (KOH)水溶液 [電解液 A]と、0.01 M KOH に 0.05M $K_2S_2O_8$ 水溶液を 1:1 の割合で混合した溶液 [電解液 B]の２種類を用いた。容量-電圧（*C-V*）測定から、GaN のフラットバンド電位（V_{fb} vs. Ag/AgCl）を評価した。また、$S_2O_8^{2-}$イオンの添加の有無によるキャリア輸送過程の変化を、電流-電圧（*I-V*）測定により評価した。

3. 結果および考察

n-GaN と溶液を接触させると、接触電位差により電位障壁が形成される（Fig.1）。*C-V* 測定の結果、[電解液 A]（pH=11.6）および[電解液 B]（pH=11.4）との接触により発生する V_{fb} vs. Ag/AgCl は、それぞれ 1.29V と 1.24V であった。２つの電解液中で測定した n-GaN 電極の *I-V* 特性（log*I-V* プロット）を、Fig.2 に比較して示す。どちらの電解液中でも、n-GaN 障壁に起因する整流性が観測された。[電解液 B]において dark で観測される順方向電流は、[電解液 A]と比較して１～２桁増大した。また、立ち上がり電圧が低バイアス側へシフトし、２段階の還元反応が観測された。これは、[電解液 B]の $S_2O_8^{2-}$イオンが電子受容体として働き、水の還元反応[①]に加えて $S_2O_8^{2-}$イオンの還元反応[②]が付与されたためである（Fig.1 反応式）。また、どちらの電解液においても、光照射の有無で順方向電流の値は変化しなかったが、平衡電位より正側（V > −1.0V）で電流の増大（光電流）が観測された。また [電解液 B]では、照射光波長: λ = 250nm で得られる光電流値は、λ = 360 nm と比べて大きく減少することが分かった。[電解液 B]中の $S_2O_8^{2-}$イオンが UVC 光を吸収し、$SO_4^{-\cdot}$ラジカル濃度が増大したことが示唆される。



① $H_2O + e^- \rightarrow \frac{1}{2}H_2 \uparrow + OH^-$ (pH > 7)
② $S_2O_8^{2-} + e^- \rightarrow SO_4^{2-} + SO_4^{-\cdot}$

Fig.1. Band diagram of n-GaN contacted with KOH + $K_2S_2O_8$ electrolyte.

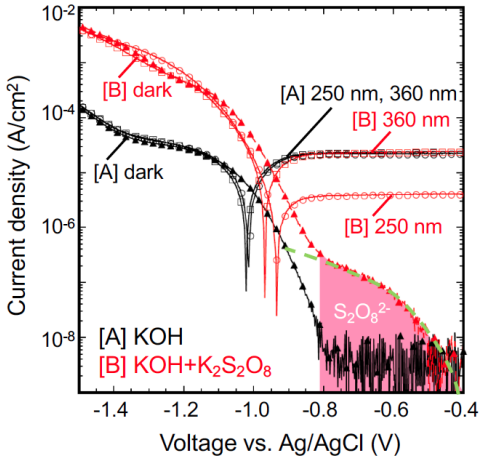


Fig.2. log *I–V* plots of n-GaN electrode measured in [A] KOH and [B] KOH+$K_2S_2O_8$.

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 JP16H06421, JP17H03224 の助成を受けたものです。

[1] R. Memming, *J. Electrochem. Soc.*, **116**, 785 (1969).
[2] J. A. Bardwell et al., *J. Appl. Phys.* **89**, 4142 (2001).

© 2019年 応用物理学会