

低速多価イオン照射 GaN 表面からの水素の選択的脱離

本橋健次*

*東洋大学理工学部生体医工学科、埼玉県川越市鯨井 2100

motohashi@toyo.jp

1. はじめに

20 価を超える高価数の多価イオンが誘電体の固体表面に接近すると、多価イオン 1 個当たりほぼ 100% の確率でナノ構造が形成されることが分かってきた¹⁾。そのため低速の多価イオンを微細加工に応用するための研究が近年盛んに行われている。これに対し、20 価未満の低価数の多価イオンが低速で表面に接近した場合には、これらのナノ構造は確認されない代わりに表面数原子層程度の吸着不純物が高い確率でイオンとして脱離することが分かってきた²⁾。特に水素の脱離収量が極めて高いため、従来難しいとされてきた不純物水素の高感度分析に有効であると考えられる。

著者は、低損傷かつ高感度な固体表面の不純物分析法の開発を目的とし、低価数多価イオンの低エネルギー照射下での各種固体表面からの二次イオン放出過程について調べている。今回、窒化ガリウム単結晶表面からの H^+ 放出過程について調べた結果を報告する。

2. 実験

電子衝撃型多価イオン源で生成した Ar^{q+} イオン ($q=4, 6, 8$) を $2.5 \times q$ keV で引き出し、扇形電磁石で価数・質量選別した後に GaN(0001) 単結晶表面に表面平行方向に対して約 10° の角度で入射させ、その際に放出された二次イオンの質量を飛行時間型質量分析器で測定した。通常の飛行時間型二次イオン質量分析 (TOF-SIMS) では、パルス化した入射イオンのタイミングで飛行時間の原点を取る。これに対し本研究では、入射多価イオンビームフラックスを 10^7 ions/($cm^2 \cdot s$) 以下に抑え、かつ、表面で電荷交換散乱した $Ar^{q'+}$ ($0 \leq q' \leq q$) を二次イオンと同時計測することにより、散乱イオン信号で二次イオン飛行時間のタイミングを取った²⁾。この方法では、散乱粒子 $Ar^{q'+}$ の価数 q' ごとに、その散乱過程と相関のある二次イオンの TOF-SIMS スペクトルが得られる。

3. 結果

図 1 に電荷交換散乱した $Ar^+(q'=1)$ と同時計測した二次イオンの TOF-SIMS スペクトルを示す。縦軸は H^+ のイオン強度で規格化した。この図から明らかなように、 Ar^{8+} 照射では、二次イオンの約 92% が H^+ であり、水素の選択的脱離が起こっていることが分かった。

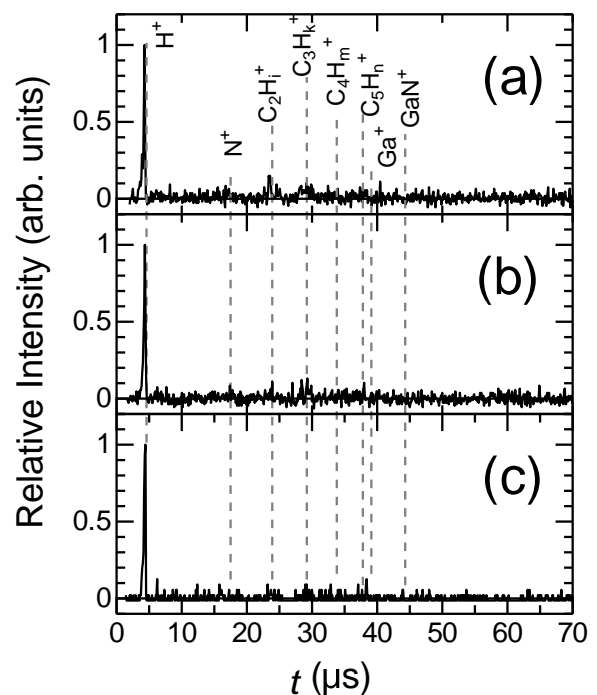


図 1 Ar^{q+} ($q=4, 6, 8$) イオン照射中の GaN(0001) 表面における TOF-SIMS スペクトル ((a): $q=4$, (b): $q=6$, (c): $q=8$)

1) F. Aumayr, A. S. El-Said and W. Meissl, Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. B, **266**, 2729 (2008).

2) 本橋健次, 日本物理学会誌, **65**, 629 (2010).