

低速多価イオン照射 GaN 表面における不純物水素原子の選択的脱離

○本橋健次

東洋大学 理工学部 生体医工学科

1. はじめに

複数の電子が電離したイオンを多価イオンという。多価イオンは太陽コロナなどの高温のプラズマ中に多数存在するが、これを実験室で生成することは難しい。そのため、多価イオンと物質との相互作用に関する研究は一価イオンのそれに比べてあまり進んでいない。

一方、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最近になって分かってきた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。さらに、低価数の多価イオンが低速で表面に接近した場合には、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。

著者らは、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/(cm²·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、その散乱過程と関連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。この図から明らかのように、Ar⁸⁺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³⁾が起こっていることが分かった。これは、多価イオンによる吸着不純物からの多電子捕獲に起因する脱離現象(Potential sputtering)²⁾であると考えられる。

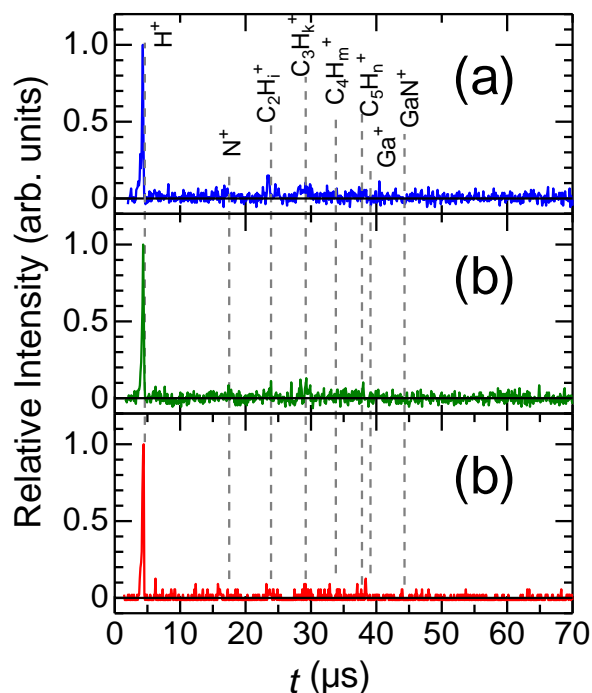


図1 Ar^{q+} ($q=4, 6, 8$)イオン照射中のGaN(0001)表面におけるTOF-SIMSスペクトル ((a): $q=4$,

参考文献

- 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).
- 3) K. Motohashi, Appl. Phys. Express **3**, 126301 (2010).