



GaN 洗浄表面の化学結合状態分析

大田 晃生, 牧原 克典, 宮崎 誠一
名古屋大学 大学院工学研究科

キーワード : GaN, 化学溶液洗浄, 光電子分光, 化学結合状態

1. 背景と研究目的

GaN-MOS デバイスにおいて、GaN が有する電子物性をデバイス動作に最大限に引き出すためには、低欠陥で高品質な絶縁膜/GaN 界面の形成が必要不可欠である。そのため、GaN 表面に存在する吸着炭素および自然酸化膜などの汚染物の除去や平坦化、元素修飾などの表面処理が重要となる。本実験では、HCl 系溶液を用いた化学溶液処理により Cl で表面終端した GaN において、化学構造および結合状態を明らかにすることを目的とした。

2. 実験内容

GaN 自立基板上に厚さ 2 μm の n 型 GaN(Si ドープ: $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) をホモエピタキシャル成長した。その後、ウェハをレジストでコートし、ダイシングした後、アセトンと IPA を用いた超音波洗浄を行い、純水リンスをした。GaN(0001) 表面の洗浄として、4.5% に希釈した HF に浸漬した後、一部の試料は HCl と H_2O_2 の混合溶液(SC-2: at 80 $^{\circ}\text{C}$, HCl: H_2O_2 : H_2O = 3: 11: 86) による処理を行った。上記の方法にて、所属機関で洗浄した試料をあいちシンクロトロンに持参し、光電子分光測定を行った。

3. 結果および考察

Fig.1 に、HF 処理もしくは HF+SC-2 処理した GaN 表面において、入射エネルギー($h\nu$)が 300.4 eV のシンクロトロン光で励起した Ga3d および Cl2p 内殻光電子と価電子帯信号を示す。各スペクトルは、光電子脱出角 18 度で測定し、Ga3d 信号 Ga-N 結合成分で信号強度を一致させた。HF 処理に比べて、HF+SC-2 処理することで、Ga3d 信号は高結合エネルギー側の成分がわずかに減少し、Cl2p 信号が顕著に増大する。これは、SC-2 処理により、一部の表面層を除去するとともに Cl 元素の表面終端が生じ、表面の荷電分布が変化したと考えられる。また、価電子帯スペクトルに着目すると、SC-2 処理により結合エネルギーが $\sim 5.5 \text{ eV}$ および $\sim 9.5 \text{ eV}$ 付近の信号が増大する。前述した内殻光電子信号の変化より、この価電子帯信号は GaN 表面に終端した Cl に起因すると考えられる。また、GaN の価電子帯上端位置に比べて、Cl に起因する状態密度は $\sim 1 \text{ eV}$ 以上深い位置に存在することが分かった。

謝辞 本成果の一部は、文部科学省「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」の支援を受けた。また、GaN ウェハは、豊田中央研究所より御提供頂いた。

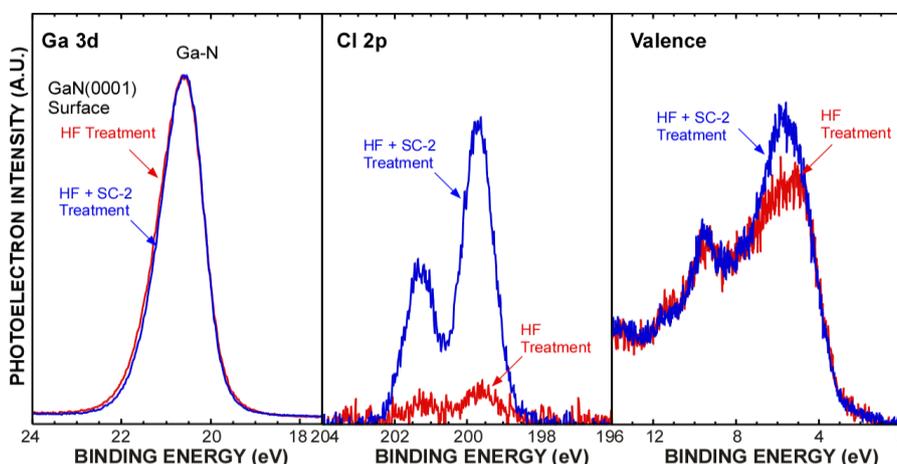


Fig. 1 Ga 3d, Cl 2p, and valence band spectra for the GaN surfaces after the wet-chemical treatments.