

GaN on GaN ショットキー障壁ダイオードに対する表面処理の効果

Impact of Surface Treatment on GaN-on-GaN Schottky Barrier Diode

北大量集センター¹ ◯(M1)磯部一輝¹, 赤澤正道¹

RCIQE, Hokkaido Univ.¹ ◯Kazuki Isobe¹, Masamichi Akazawa¹

E-mail: isobe@rciqe.hokudai.ac.jp

【はじめに】 GaN を用いたショットキー障壁ダイオードは、パワーエレクトロニクス素子として有用である。障壁高が金属の仕事関数や GaN の表面処理によりどのように変化するかを知ることにより、デバイス設計の自由度拡大につながる可能性がある。本研究においては、フォトリソグラフィ工程を含む GaN 表面処理による、表面酸化膜の低減の度合いが、ショットキー障壁高の金属仕事関数依存性にどのような影響を与えるかについて調べ報告する。

【実験方法】 MOVPE により GaN 自立基板上に成長した n-GaN エピタキシャル層に対して、電極を形成するためのフォトリソグラフィ工程、その後の BHF(HF:NH₄F = 1:5, 1 min)または HCl 溶液(HCl:H₂O = 1:3, 1min)による酸化膜除去工程の各段階で XPS を行った。さらに、仕事関数の異なる種々の金属を電極としてダイオードを作製し、I-V 特性からショットキー障壁高を評価した。

【結果】 Fig.1 にプロセス各段階における GaN 表面の XPS O 1s スペクトルを示す。表面処理により、O-Ga 結合成分が低減することがわかった。作製したダイオードのショットキー障壁高の金属仕事関数依存性から S 値を求め、界面層モデル¹⁾に従って次式により界面準位密度 D_{it} を求めた。

$$D_{it} = \frac{(1-S)\epsilon_i}{S\delta q^2} \quad (1)$$

ここに、 ϵ_i と δ は界面層の誘電率と厚さであり、順に ϵ_0 (真空の誘電率) および 0.3 nm と仮定した。 S 値と式(1)より求めた D_{it} とを、XPS O 1s スペクトルの O-Ga 結合成分の積分強度を Ga 3d の積分強度で規格化した値に対してプロットすると、Fig.2 のようになった。表面処理により、O 1s 規格化強度が減少すると、 S 値は指数関数的に増加し、 D_{it} は減少している。ここで検出された酸化物は、制御されて形成されたものではないので、界面に存在することは好ましくなく、その低減が界面準位低減、ひいては S 値の増加につながったと考えられる。

1) S. M. Sze and K. K. Ng, *Physics of Semiconductor Devices* (Wiley, Hoboken, NJ, 2007) 3rd ed., Chap. 3.

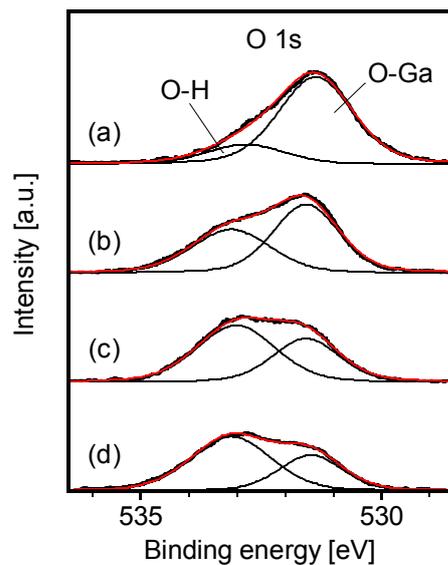


Fig. 1. XPS O 1s spectra for (a) as-grown surface and for the surfaces (b) after photolithography, (c) after BHF treatment, and (d) after HCl treatment.

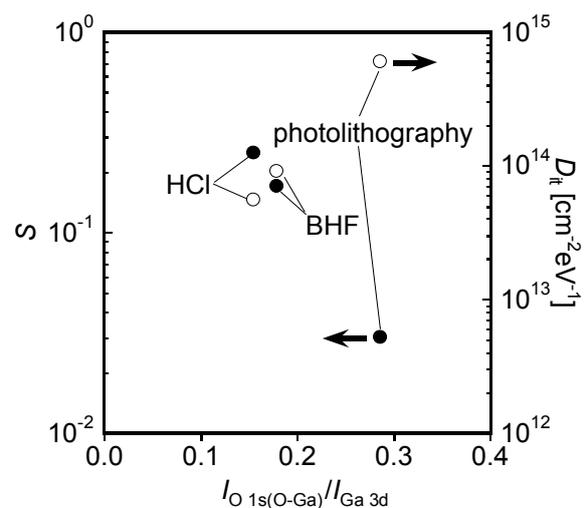


Fig. 2. Plot of S (●) and D_{it} (○) as a function of the intensity of O-Ga bonding in O 1s spectra normalized to that of Ga 3d spectra.