

## 車載GaNパワーデバイスに向けた 硬X線光電子分光法によるエネルギーバンドダイアグラム測定

### Measurements of Energy Band Diagram using Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy for GaN Power Devices

(株)豊田中央研究所 ○片岡 恵太, 成田 哲生, 菊田 大悟, 伊藤 健治,  
田島 伸, 梅原 密太郎, 高橋 直子, 磯村 典武

Toyota Central R&D Labs., Inc. ○K. Kataoka, T. Narita, D. Kikuta, K. Ito, S. Tajima,  
M. Umehara, N. Takahashi, and N. Isomura

E-mail: e1354@mosk.tytlabs.co.jp

パワーデバイスとして高い性能指数を有する GaN を用いた縦型 MOSFET は、車載インバータへの応用が期待されている。高いデバイス特性を実現するためには、GaN の半導体材料としてのポテンシャルを十分に活かせるプロセス技術の確立が必要とされている。ドライエッチングプロセスでは GaN 表面近傍に導入される欠陥が電気特性を劣化させるため、低ダメージエッチング技術や結晶回復技術が求められている。MOS 形成プロセスではしきい値制御、しきい値変動の抑制、高寿命化を成立させるゲート酸化膜成膜技術や酸化膜/半導体界面制御技術が求められている。このようなプロセス上の課題を解決するため X 線等を励起光源としたエネルギースペクトル解析が有効な場合がある。エネルギースペクトル解析は、エネルギーバンドまたは元素固有の信号を与えるため、着目箇所のバンドダイアグラムや組成の情報が直接的に得られる。得られた情報は、しばしばプロセスに有効な改善指針を与え、効率的なデバイス開発が可能になる。

硬 X 線光電子分光法 (HAXPES) は、分析深さが 10-20 nm と深いためラボ XPS と比べて実デバイスに近い構造を評価することが可能であり産業分野での適用範囲が広い。HAXPES は XPS と同様に一般的に元素組成や化学結合状態の分析にしばしば利用されるが、デバイス特性に重要なエネルギーバンドダイアグラムも測定できる。本講演では、この測定を利用した表面バンド曲がり形状評価と絶縁膜/GaN 界面のバンドオフセット評価 [1]の事例を紹介する。表面バンド曲がり評価では、p 型 GaN のドライエッチングにより導入したドナー型欠陥により表面の n 型領域が深くなることを示した。p 型 GaN のドライエッチングプロセスではドナー型欠陥の低減が重要である。一方バンドオフセット評価では、絶縁膜として用いた  $\text{Al}_x\text{Si}_{1-x}\text{O}$  膜の Al:Si 組成に対応してオフセット値を連続的に変化させることが可能であることを示した。

The synchrotron radiation experiments were performed at the BL46XU and the BL47XU of SPring-8 with the approval of the Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI) (Proposal No. 2009B2008, 2010A1805, 2010A1713, 2010B1781, 2014A1312 and 2015B1344).

[1] K. Ito et al., Jpn. J. Appl. Phys. 56, 01CG07 (2017).