

PL および XPS による GaN 表面へのプロセスダメージ評価

Investigation of process damage on GaN surface by using PL and XPS

住友電気工業（株）解析技術研究センター

○米村 卓巳, 斎藤 吉広

Sumitomo Electric Industries, Ltd. Analysis Technology Research Center

○Takumi Yonemura, Yoshihiro Saito

E-mail: yonemura-takumi@sei.co.jp

窒化ガリウム系高電子移動度トランジスタ（以下、GaN-HEMT）は、5G 無線通信システムに不可欠のデバイスとして期待されている。窒化物系のワイドギャップ半導体は耐圧向上による出力アップに適しており、また、AlGaN/GaN ヘテロエピ界面に形成される高移動度 2 次元電子ガスは数 GHz ~ 80 GHz の広帯域での動作を可能にする。一方、デバイス製造プロセスで半導体表面に生じるダメージはデバイス特性ばらつきや信頼性低下につながるため、その評価技術の開発が重要となる。例えば、アッシングによるレジスト除去プロセスは、GaN 表面の酸化、組成ずれ、その他の欠陥発生の原因になりうるが、これらダメージ量の僅かな差異を検出するのは容易ではない。そこで本研究ではダメージ発生のメカニズム解明を目指し、フォトルミネッセンス（PL）と光電子分光（XPS）を組み合わせた評価技術の開発を行った。

評価用サンプルとして異なるアッシング条件で処理した GaN エピを準備した。PL では、欠陥量を評価するために欠陥由来のイエロールミネッセンス（YL）とバルク結晶性を反映したバンド端発光（BE）の強度比（ I_{YL}/I_{BE} ）に着目し指標とした。XPS では、2 nm 程度の極表面を調べるため、九州シンクロトロン光研究センター/住友電工ビームライン BL17 にて通常よりも低い X 線エネルギー（600 eV）を用いて、N1s および Ga3d の光電子強度比（ S_{N1s}/S_{Ga3d} ）及び Ga3d 半値幅を算定し、それぞれ N/Ga 組成ずれと GaN 表面酸化の指標とした。

図 1 に結果の一例を示す。 I_{YL}/I_{BE} と S_{N1s}/S_{Ga3d} には高い相関関係（ $R=0.94$ ）が見いだされ、 I_{YL}/I_{BE} が大きい（=欠陥が多い）ほど、 S_{N1s}/S_{Ga3d} が小さい（=N 抜けが多い）ことが明らかとなった。また、 S_{N1s}/S_{Ga3d} が小さいほど、Ga3d 半値幅が大きく、GaN 表面の酸化が進行していることも別途確認した。以上より、欠陥を多く導入するアッシング条件では、GaN 表面の窒素抜けと酸化が進行するというメカニズムが考えられる。

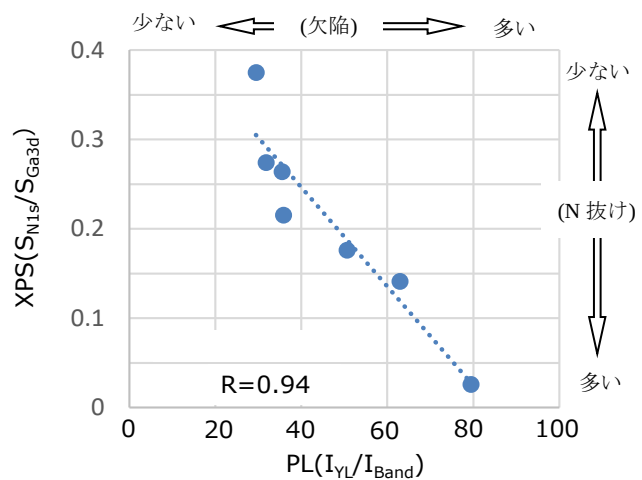


図 1. PL(I_{YL}/I_{BE})と XPS(S_{N1s}/S_{Ga3d})の相関