

# 高濃度 Si ドープ GaN の深さ方向結晶性の赤外およびラマン分光評価 Evaluation of crystallinity in the depth direction of highly Si doped GaN by IR and Raman spectroscopy

千葉大院工<sup>1</sup>, 東大生研<sup>2</sup>; 湯明川<sup>1</sup>, 馬ベイ<sup>1</sup>, 森田健<sup>1</sup>, 上野耕平<sup>2</sup>, 小林篤<sup>2</sup>, 藤岡洋<sup>2</sup>,  
石谷善博<sup>1</sup>

Chiba Univ.<sup>1</sup>, The Univ. of Tokyo<sup>2</sup>;

Mingchuan Tang<sup>1</sup>, Bei Ma<sup>1</sup>, Ken Morita<sup>1</sup>, Yoshihiro Ishitani<sup>1</sup>, Kohei Ueno<sup>2</sup>, Atsushi

Kobayashi<sup>2</sup>, Hiroshi Fujioka<sup>2</sup>

Email: mabei@chiba-u.jp

近年, THz 領域から中赤外のフォノン・プラズモンと光の相互作用について研究が進んでおり, 様々な評価手法が開発されている。物性値の深さ分解評価の可能性があり広いスペクトル範囲で多様な情報が得られる赤外分光と顕微評価に優れるラマン分光を組み合わせた評価を我々は進めている。特に窒化物半導体は発光素子のみならず, 電子デバイスなどの分野でも魅力的であり, 本材料の電子濃度や移動度と結晶成長状態との関連はデバイス製作の上で重要と思われる。本研究では, 高濃度 Si ドープ GaN における電子濃度や電子散乱速度の深さ分布について, 理論計算及び実験データの解析により, その評価手法を述べる。

ホール効果測定から見積もられた電子濃度が  $7.0 \times 10^{19} \text{cm}^{-3} \sim 3.0 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$  程度の電子濃度を有する高濃度 Si ドープ GaN 薄膜について赤外反射スペクトル解析を行った。反射スペクトルの計算では, 転送行列法を用いて電子濃度が深さ方向に分布する層状のモデルを用い, LO フォノン-プラズモン結合 (LOPC) を配慮して解析を行った。多くの試料で深さ方向の電子濃度分布が観測されたが, 低電子濃度試料では表面に近づくに連れて電子密度が高くなり, 高電子濃度試料では表面に近づくに連れて電子濃度が低くなる結果が得られた。これは, 高密度層の位置により膜内部に浸入する赤外光強度が変わり, そのため干渉を起こす層及び干渉強度が変わるためである。2000-4000 $\text{cm}^{-1}$  付近の反射率変化の大きい領域, 反射率の最下点領域, 膜による干渉領域の形状にこれらの特徴が現れることが分かった。これにより, 高電子濃度試料では, ドーピングによる結晶性劣化や Si の N 位置の占有によるアクセプタ準位の形成や格子間位置へのドーピングによる表面方向への電子濃度低減が考えられる。

本研究は, 科研費 No. JP16H06414, JP16H06425, JP17H02772 の援助により行われた。

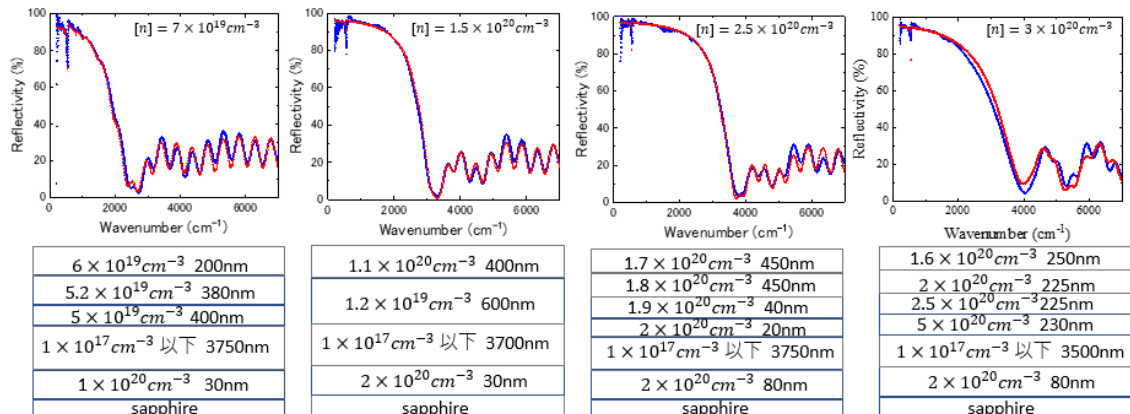


Fig1. Experimental (blue line) and calculated (red line) result of Si-doped GaN by infrared reflection spectroscopy