

赤外反射分光による GaN 薄膜の電子特性深さ分解評価手法

Electron properties depth-resolved evaluation technique of GaN films

by Infrared reflection spectra

○上條 隆明, 坂本 裕則, 馬 蓓, 森田 健, 石谷 善博(千葉大院工)

○Takaaki Kamijoh, Hironori Sakamoto, Bei Ma, Ken Morita, Yoshihiro Ishitani (Chiba Univ.)

E-mail: ishitani@faculty.chiba-u.jp

異種基板上に成長させた窒化物半導体はバッファ層を有し、また、AlGaIn/GaN ヘテロ界面には二次元電子ガスを形成する。広く用いられる Hall 測定は、得られる物性値が試料全体の平均値となってしまいうため、表面や基板界面、内部バルクの情報を区別する事が困難である。一方、赤外反射分光は非破壊非接触評価である上に、入射角や光の各波長の侵入長を用いる事で物性値の深さ分解評価が原理的に可能であると言える。この手法はスペクトル解析を行う上で試料モデルを必要とし、原則的には成長条件などを元にモデルを認識している必要がある。しかし、不明瞭とされた試料モデルのスペクトル解析は困難である。

本研究では理論計算による赤外反射率を用い、GaN 薄膜中に電子蓄積層が一箇所ある場合を想定し、スペクトルからモデルを得る手法及びスペクトルフィッティング手順のアルゴリズムを構築する事を目的としている。結果、およそ 6 μm 以上の波長領域でフォノンやプラズモン、また LO-フォノンとプラズモンのカップリング(LOPC)モード高低(±)分枝¹⁾の影響により電子蓄積層位置に依存してスペクトル形状が変化することが分かった。特にモデルを決定する上では、LOPC-領域(およそ 0-400 cm^{-1})のスペクトル評価が必要である²⁾。以上の結果を基に、図1にスペクトルフィッティング手順のアルゴリズムを示す。まず、総膜厚は 2000 cm^{-1} 以上の干渉周期でほぼ完全に決定されるので、単一層膜を想定し総膜厚を特定した後に全領域でフィッティングを行い、母体としての電子密度の概要を得る。電子蓄積層位置決定には LOPC+領域よりも LOPC-領域でのスペクトル解析が有効である。およそ 100 nm 以下の薄い電子蓄積層の場合はスペクトルに反映されやすい LOPC+領域でのフィッティングにより、より詳細な解析が可能となる。

また、赤外反射分光による評価可能限界の条件、電子移動度の不均一性、n-GaN において発生する表面空乏層の影響、入射角依存性、更に AlGaIn/GaN-HEMT 構造を想定した試料構造及び物性評価³⁾も可能であることが分かったので、報告する。

- 1). Y. Ishitani *et al.*, J. Appl. Phys., **103**, 053515(2008)
- 2). 上條他; 2015 秋季応用物理学会(名古屋国際会議場),16p-1D-9
- 3). T. Kamijoh *et al.*, ISGN-6, **Tu-B50**, Hamamatsu Japan(2015)

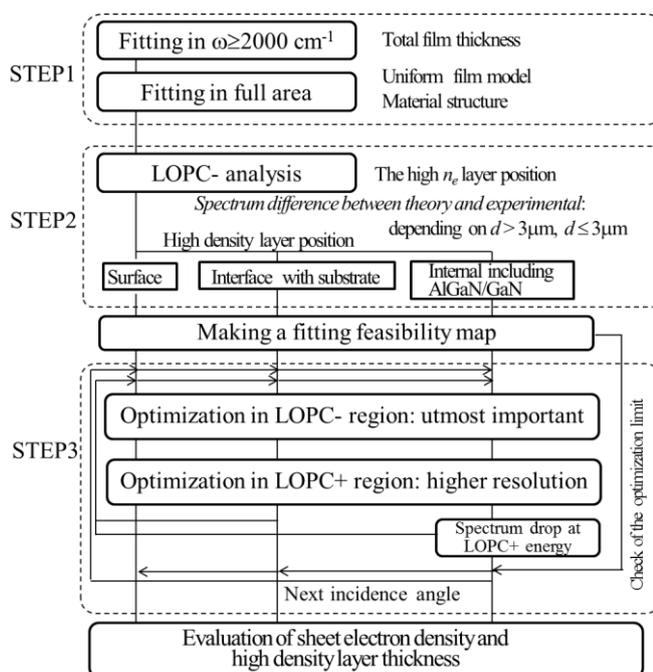


図1. 電子密度が深さ方向に不均一である場合のGaN スペクトルフィッティングアルゴリズム