

赤外反射分光による GaN のキャリア密度深さ分布解析

Carrier density depth profiling analysis of GaN by infrared reflection spectra

千葉大院工, °上條 隆明, 馬 蓓, 森田 健, 石谷 善博

Chiba Univ., Graduate School of Electrical and Electronic Engineering,

E-mail: t.tsuchiya@chiba-u.jp

Hall 効果等の電気的な物性評価は電極を形成するために破壊検査になり、またキャリア密度や移動度の測定を容易に行えるが、表面、界面、内部バルクの情報区別が困難である。非破壊・非接触評価であるラマン散乱による構造解析ではレーザーを用いるために信号が得られる深さを任意に変えることができず、深さ分解の解析は困難である。一方、赤外分光は、広い波長範囲でのスペクトル解析が要される為に複雑ではあるが、より多くの情報を含み、正確な物性値が得られる可能性がある。ここでは、波長や入射角度による光の侵入深さの違いにより深さ方向の情報を得ることが期待される。およそ $6\ \mu\text{m}$ 以上での波長範囲では、フォノンやプラズモン、又は LO フォノンとプラズモンの結合モード(LOPC)の特徴がスペクトルに特徴としてよく現れ、スペクトルの特徴から直感的な物理現象の理解を助ける。

本研究では、赤外反射分光による深さ分解解析のアルゴリズムの確立を目標とし、シミュレーションにより、スペクトルに現れる深さ方向の電子密度解析手法を検討した。n-GaN を想定試料とし、母体に対して深さ方向に高キャリア密度層(各位置 A,B,C)を持つ場合(図 1)に、入射角度を 30° 、 45° 、 60° と変化させたときのスペクトル変化を計算した。p 偏光での全ての結果において、LOPC の高低 (±) 両分枝のエネルギー付近で大きな変化が見られた。図 2 は、バッファ層を想定した C の位置にキャリア密度の高い層がある場合の計算結果である。キャリア密度が高くなるに連れ、 50cm^{-1} 以下での反射強度が上昇する。 30° と 60° における結果との差分(図 3)をとると、LOPC+ 付近のピーク強度、LOPC- 領域の極小点位置が規則的に変化する。

これらの結果から、特に 300cm^{-1} 以下の低エネルギー側の LOPC- の情報の利用により深さ分解の精度が上がると考えられる。

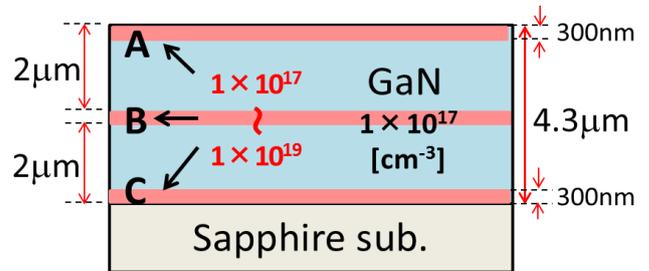
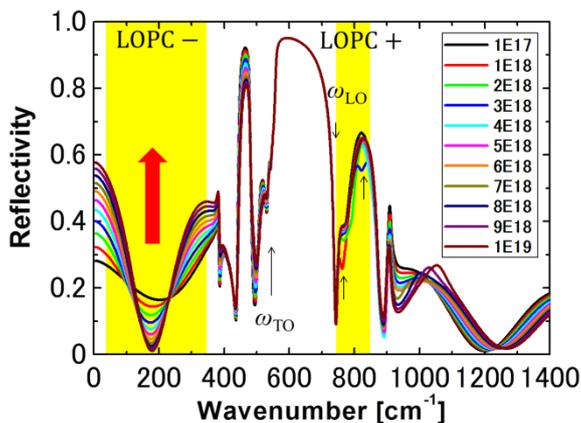
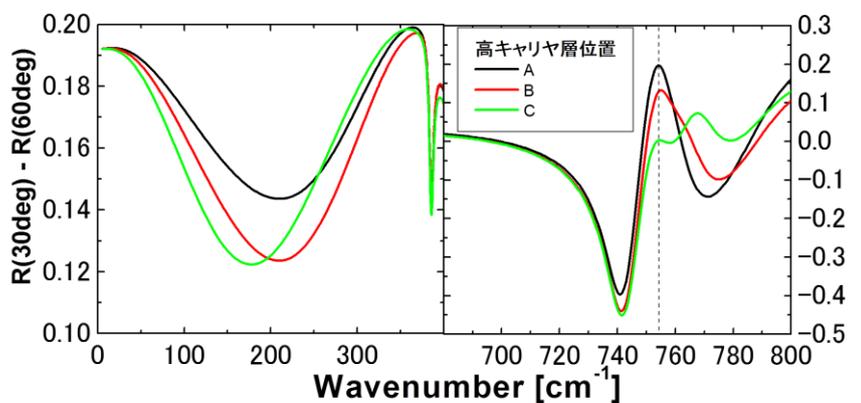


図 1. 想定試料構造(各高キャリア層 A,B,C)

図 2. C 層キャリア密度変化に対する p 偏光 30° 入射反射率スペクトル図 3. 高キャリア層位置変化に対する p 偏光 ($30^\circ - 60^\circ$) 反射率差分結果。母体キャリア密度: $1 \times 10^{17} [\text{cm}^{-3}]$ 、高キャリア層: $1 \times 10^{18} [\text{cm}^{-3}]$