

THz エリプソメトリーによる GaN 単結晶の評価 Characterization of GaN single crystal using THz ellipsometry

達紀平¹, 藤井高志^{1,3}, 荒木努¹, 名西徳之¹, 長島健², 岩本敏志³, 佐藤幸徳³,
森田直威⁴, 杉江隆一⁴, 上山智⁵

(1. 立命館大, 2. 摂南大, 3. 日邦プレジジョン, 4. 東レリサーチセンター, 5. 名城大)

°K. Tachi¹, T. Fujii^{1,3}, T. Araki¹, Y. Nanishi¹, T. Nagashima², T. Iwamoto³, Y. Sato³, N. Morita⁴,
R. Sugie⁴, S. Kamiyama⁵ (1.Ritsumeikan Univ., 2.Setsunan Univ., 3.PNP., 4.TRC., 5.Meijo Univ.)

E-mail: ro0022hs@ed.ritsumei.ac.jp

窒化物半導体デバイスは単結晶基板上的エピタキシャル薄膜上に作製される。薄膜及びバルク基板について非破壊・非接触での電気特性の評価手段が確立されれば、今後の窒化物半導体デバイス開発がより加速されると期待される。

長島らにより、半導体の非破壊・非接触の電気的特性評価手法としてテラヘルツ時間領域分光エリプソメトリー (THz-TDSE と訳す)^{1,2} が提案されている。図 1 に原理図を示す。THz-TDSE は斜入射させた電磁波の s 及び p 偏光複素反射率(それぞれ r_s 及び r_p)の比から試料の光学定数を導出する通常の反射測定と異なり、試料の交換を要するリファレンス測定が不要なため、その場観察が可能という利点がある。これまでに、藤井ら³によって、MOCVD 法による直径 2 インチ c 面サファイア上 GaN エピ単層膜に対しても THz-TDSE が有効であることが示されてきた。

今回、我々は THz-TDSE 測定により得られる電気的特性の妥当性を検討するために、n 型 GaN バルク(直径 1 インチ)についての THz 測定結果と従来評価手法による測定結果を比較した。THz-TDSE による評価結果をキャリア密度及び散乱時間をパラメータとしてドルーデモデルを用いてフィッティングした結果を図 2 に示す。自由キャリア密度及び散乱時間はそれぞれ $8.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, 0.023 ps であり、これらから導出される移動度及び直流抵抗率はそれぞれ $206 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, 及び $3.8 \times 10^{-3} \text{ } \Omega\text{cm}$ である。同一試料について CV 測定をした結果、イオン化不純物濃度は $4 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 程度であった。講演ではさらに詳細な CV 測定結果の他、PL 法, CL 法, XRD 測定及びホール効果測定の結果と比較して THz 測定の妥当性を議論する。さらにサファイア上の GaN エピタキシャル膜についても報告する。

¹T. Nagashima and M. Hangyo, Appl. Phys. Lett. **79**, 3917 (2001).

²T. Nagashima, M. Tani, and M. Hangyo, J. Infrared, Millimeter, Terahertz Waves **34**, 740 (2013).

³藤井他; 2014 秋季応用物理学会 (北海道大学), 17p-A27-12.

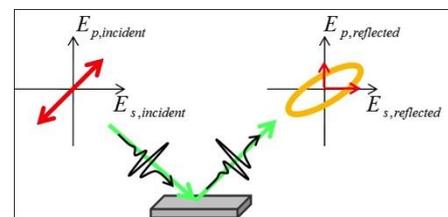


図 1 THz-TDSE の原理図。

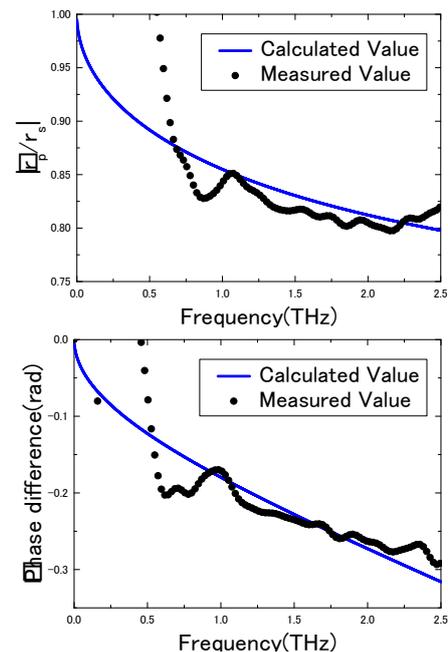


図 2 GaN バルクの振幅反射率比(上)及び位相差スペクトル(下)。