

非接触共振超音波スペクトロスコピーによる 極低温における GaN の弾性定数計測と非線形性の異方性の研究

Elastic constants at low temperatures and anisotropy of lattice anharmonicity of GaN
studied by non-contacting resonant ultrasound spectroscopy

阪大院基礎工¹, 阪大院工² ○足立 寛太¹, 荻 博次^{1*}, 長久保 白¹, 中村 暢伴¹,
平尾 雅彦¹, 今出 守², 吉村 政志², 森 勇介²

Osaka Univ. Grad. Sch. of Engineering Science¹, Osaka Univ. Grad. Sch. of Engineering²,

○Kanta Adachi¹, Hirotsugu Ogi^{1*}, Akira Nagakubo¹, Nobutomo Nakamura¹,

Masahiko Hirao¹, Mamoru Imade², Masashi Yoshimura², Yusuke Mori²

E-mail: ogi@me.es.osaka-u.ac.jp

GaN(窒化ガリウム)は高いバンドギャップ (~3.4 eV)を有する圧電半導体であり, その特性を生かしてパワーデバイスとしての実用化が進んでいる. さらに, 音響デバイスへの応用も期待されており工学的に非常に重要な材料である. GaN の物性値はこれらのデバイスを設計する上で必要となり盛んに研究が行われているが, 大型バルク体の合成が困難であることから特に弾性特性は未だに解明されていない. GaN の各種特性が理論計算により予測されているが, ポテンシャル等の設計に際しポテンシャル形状をより正確に反映する弾性定数の実験値との比較が有効であるにも関わらず, 極低温での弾性定数の計測は計測の困難さから未だに行われていないため比較することができない. さらに, 極低温域の弾性定数からデバイ温度や結晶の非調和性等の重要な物性情報を得ることができるため, 極低温域に及ぶ弾性定数の計測は意義深い.

我々はサイズの小さい圧電体材料の弾性定数を計測する手法としてアンテナ発振超音波共鳴 (Antenna Transmission Acoustic Resonance : ATAR) 法を開発した^[1]. Fig.1 に示すように自作のアンテナの上に試料を設置し, 試料の圧電性を介して超音波振動の励起と検出を非接触に行う手法である. この手法により微小試料でも様々な共振モー

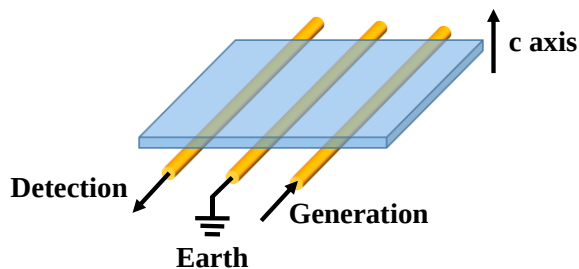


Fig.1 Schematic of ATAR method.

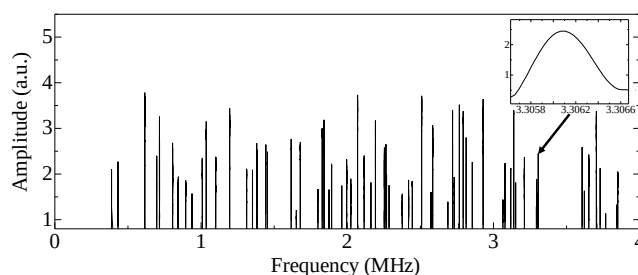


Fig.2 Resonant spectrum at 10 K measured by ATAR method for GaN (3×3.5×0.4 mm³).

ドを励起させることが可能であり, 計測した共振周波数(60 以上)から逆計算により全ての独立な弾性定数を求めることができる. この手法では電極などを使用せず非接触で超音波振動の励起と検出を行うため, 試料の圧電性が消失しない限り極低温においても計測が可能である(Fig.2).

Fig.3 のような計測システムを自作し, 冷媒には液体 He を使用して試料近傍に設置した半導体温度計により計測した温度を試料の温度とした. GaN の弾性定数を室温から極低温にかけて計測することに成功し, その結果, c 軸と a 軸方向に顕著な非調和性の差異が確認された.

今回の計測により得られた GaN の物性に関する新たな知見は今後のデバイス開発の発展に大きく貢献することが見込まれる.

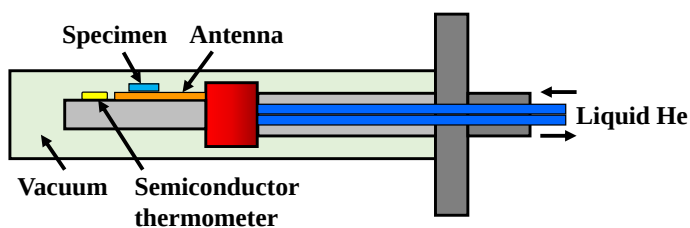


Fig.3 Schematic of laboratory-build measurement system for ATAR at low temperature.

[1] H. Ogi *et al.*, Appl. Phys. Lett. 88, 141110 (2006).