

高抵抗 GaN の高温における共振超音波スペクトロスコピーの開発と 圧電性の評価

Development of resonant ultrasound spectroscopy for high resistance GaN at elevated temperatures and evaluation of its piezoelectricity

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

○Kanta Adachi¹, Hirotsugu Ogi^{1*}, Akira Nagakubo¹, Nobutomo Nakamura¹, Masahiko Hirao¹,
Mamoru Imade², Masashi Yoshimura², Yusuke Mori²

(1. Osaka Univ. Grad. Sch. of Engineering Science, 2. Osaka Univ. Grad. Sch. of Engineering)

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

現在, GaN を用いたパワーデバイスの実用化が進んでおり, 例えば携帯電話基地局では GaN を用いた高電子移動度トランジスタを電力増幅素子として使用している. このデバイスでは GaN の圧電性を利用して電流を増幅するため, 圧電定数が重要な設計パラメータとなる. 従来手法で圧電定数を求める場合, 圧電定数の共振周波数への貢献度の低さから, 共振周波数, 寸法, 密度を ppm オーダーの精度で決定する必要があった. しかし, 大型バルク体の合成が困難な GaN に対して, 各パラメータをそれほどの精度で決定するのは非現実的である. そのため, 未だに信頼性の高い実験値は存在しない.

そこで, 我々は温度上昇に伴うキャリアの移動による圧電性の消失現象を利用して, 共振周波数の相対的な変化から圧電定数を決定する手法を提案する. 圧電半導体は高温域でキャリアの移動度が高まり圧電分極を緩和するため見かけの圧電性が消失する. これにより弾性定数は低下し, 共振周波数が低下する. つまり, 室温から高温にかけて共振周波数計測を行うと圧電性の消失に伴い共振周波数が低下することになる. この変化は圧電性だけに依存するため, 共振周波数の低下量から圧電定数を求めることができる. この手法では共振周波数, 寸法, 密度を厳密に決定する必要がないため, 微小試料に対しても精度良く圧電定数を求めることができる.

本研究では共振超音波スペクトロスコピー (Resonant Ultrasound Spectroscopy : RUS) により高温で試料の自由振動の共振周波数を計測するシステムを開発した. Fig. 1 に自作した計測システムを示す. 2本のピンデューサと1本の熱電対による3点支持により試料を支持する. トランスデュー

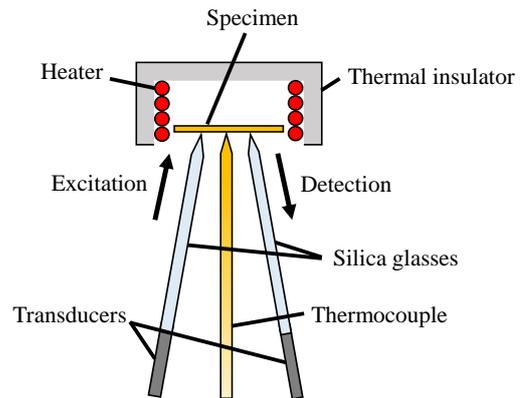


Fig. 1 Schematic of the handmade experimental system for high temperature RUS measurement.

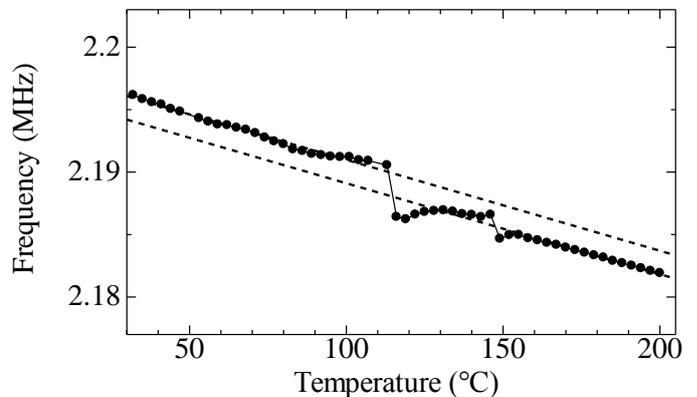


Fig. 2 The resonance-frequency change with temperature.

ーサの先端部には石英ガラスを使用し, 高温による機能低下を防ぐ.

自作した計測システムで室温から高温にかけて計測を行い, 圧電性の消失に伴う共振周波数の低下を観測することに成功した (Fig. 2). 複数の共振モードに対して圧電性の消失に伴う低下量を求め, 逆計算により GaN の圧電定数を決定することが可能となる.

本手法により微小半導体の圧電定数の正確な評価が可能となるため, 半導体デバイスの開発と性能向上に大きく貢献する.