

Brillouin 散乱法による GaN 単結晶の音波物性測定

Measurement of ultrasonic wave properties in GaN single crystal

by Brillouin scattering method

同志社大¹, 名工大², [○]市橋 隼人¹, 杉本 剛士¹, 柳谷 隆彦², 高柳 真司¹, 松川 真美¹Doshisha Univ.¹, Nagoya Institute of Technology.², [○]Hayato Ichihashi¹, Takeshi Sugimoto¹,Takahiko Yanagitani², Shinji Takayanagi¹, Mami Matsukawa¹

E-mail: mmatsuka@mail.doshisha.ac.jp

1 はじめに

これまで、我々は Brillouin 散乱法を用いた GHz 帯音速測定により、ZnO 圧電半導体単結晶の電気機械結合による緩和現象（音響電気効果）の観測に成功している^[1]。一方、圧電半導体の GaN は発光デバイスやパワーデバイスなどに幅広く利用されているが、その圧電性に基づく緩和現象は実測されていない。これは GaN のような低抵抗率の圧電半導体では、キャリアにより圧電分極が打ち消されるためである。さらに高キャリア濃度の半導体では圧電分極を遮断するように電子が集まる効果より、熱拡散で電子が散らばる効果の方が大きくなり、緩和に影響を与える。従って、緩和による音速変化の測定、例えば緩和の上限における音速値 v^p (Piezoelectrically stiffened velocity) を測定するのは難しい。本研究では Brillouin 散乱法を用いて、試料を冷却しながら GaN バルク単結晶の c 軸方向に伝搬する GHz 帯縦波音速を測定し、緩和による変化が観測されるか調べた。また、Brillouin スペクトルの線幅から音波の減衰変化を推定した。

2 Brillouin 散乱法

Brillouin 散乱法とは、フォノンによる光散乱を利用した GHz 域の測定法で、非破壊・非接触の測定が可能である。今回は RISO 散乱配置^[2]を用いて、(1)式により音速値 $v^{\Theta A}$ を算出した。ただし、 $f^{\Theta A}$ は測定で得られるシフト周波数、 $\Theta/2$ はレーザー光の入射角、 λ_i はレーザー光波長 (514.5nm) である。

$$v^{\Theta A} = f^{\Theta A} \frac{\lambda_i}{2 \sin \Theta/2} \quad (1)$$

また、Brillouin スペクトルの線幅（半値全幅：FWHM）から減衰変化を推定した。

3 実験方法と結果

m 面配向 GaN バルク単結晶（Mitsubishi Chemical Co., 20×8×0.34 mm³, キャリア濃度（常温）：6×10¹⁷ cm⁻³, キャリア移動度（常温）：4.9×10² cm²/Vs）を使用し、試料温度 -150°C から 250°C における 24 GHz 付近の音速と線幅の変化を測定した。

Fig. 1 に GaN 単結晶における縦波音速と線幅の温度依存性を示す。音速変化に緩和現象特有の傾向は見られない。また、線幅も変化せず、緩和による減衰のピークは見られない。従って、今回の測定温度、周波数範囲には、圧電による緩和過程がないことがわかる。なお、温度上昇に伴う線形的な音速低下は弾性定数の温度依存性によるものと考えられる。

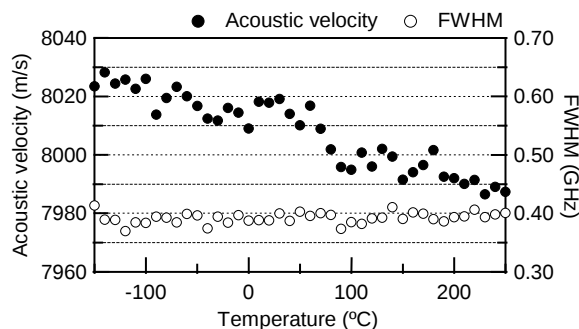


Fig. 1 Temperature dependence of velocity and FWHM of Brillouin peak in GaN.

4 まとめ

Brillouin 散乱法を用いて、GaN バルク単結晶の c 軸方向伝搬の縦波音速・減衰の温度依存性を測定した。低温領域においても 24GHz 付近では音速・減衰の顕著な変化は観測されず、この領域では圧電による緩和現象は観測されなかった。

参考文献

- [1] T. Yanagitani, et al: J. Appl. Phys. **108** 024910 (2010)
- [2] J.K. Krüger, et al: J. Phys. D: Appl. Phys. **31** 1913 (1998)