

## 顕微ラマンマッピング測定による酸化ガリウム結晶の微細構造評価

### Characterization of Microstructures in $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Crystals by Raman Mapping

工学院大<sup>1</sup>, ノベルクリスタルテクノロジー<sup>2</sup>, 佐賀大<sup>3</sup>, <sup>○</sup>中西 雅彦<sup>1</sup>, 飯塚 万友<sup>1</sup>, 庄司 昂平<sup>1</sup>, 梶谷 聡士<sup>2</sup>, 嘉数 誠<sup>3</sup>, 山口 智広<sup>1</sup>, 本田 徹<sup>1</sup>, 佐々木 公平<sup>2</sup>, 倉又 朗人<sup>2</sup>, 尾沼 猛儀<sup>1</sup>

Kogakuin Univ.<sup>1</sup>, NCT<sup>2</sup>, Saga Univ.<sup>3</sup>, <sup>○</sup>M. Nakanishi<sup>1</sup>, M. Iizuka<sup>1</sup>, K. Shoji<sup>1</sup>,

S. Masuya<sup>2</sup>, M. Kasu<sup>3</sup>, T. Yamaguchi<sup>1</sup>, T. Honda<sup>1</sup>, K. Sasaki<sup>2</sup>, A. Kuramata<sup>2</sup>, and T. Onuma<sup>1</sup>

E-mail: cm20039@ns.kogakuin.ac.jp

[はじめに] 酸化ガリウムは4.5~4.9 eVのバンドギャップと高い絶縁破壊電界(8 MV/cm)、そして化学的、熱的安定性を有することからパワーデバイスへの応用が期待されている[1]。デバイスの実用化、及び性能向上を図る上で非破壊での微細構造評価技術の確立が望まれている。そこで、本研究では、酸化ガリウム結晶に対しラマンマッピング測定を行い、ラマン散乱強度分布から微細構造の可視化を試みた。

[実験] 試料はデバイス動作後のショットキーバリアダイオードを使用した。Ni/Au ショットキー電極直下の評価を行うため、Ni/Au 電極パッド周囲を KOH 溶液によりウェットエッチングを施した。続いて電極を除去することで、電極部を視認し易くした。電極パッドは直径 500  $\mu\text{m}$  であった。顕微ラマンマッピング測定では、波長 532 nm、12 mW の cw YAG:Nd レーザ光を試料に照射し、後方配置にてラマン散乱光を観測した。分光器の回折格子は 600 本/mm とし、分解能はホールが 100  $\mu\text{m}$  のとき 6.9  $\text{cm}^{-1}$  であった。対物レンズは 15 倍、スポット径は 1  $\mu\text{m}$  のものを用いた。マッピングのステップは 3 または 10  $\mu\text{m}$  とし、室温で行った。

[結果と考察] ラマンスpekトルの代表例を図 1 に示す。 $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> には無極性光学フォノンとして 10 個の A<sub>g</sub> モードと 5 個の B<sub>g</sub> モードがあるが、全て 800  $\text{cm}^{-1}$  以下に観測された。また、1300  $\text{cm}^{-1}$  付近にはブロードなピークが観測された。図 2(a) に光学顕微鏡像、2(b) に A<sub>g</sub>(1)、2(c) に A<sub>g</sub>(3)、2(d) に 1300  $\text{cm}^{-1}$  でのラマンマッピング像をそれぞれ示す。図 2(a) の光学顕微鏡像では、上部の大きな黒点と数個の小さな黒点以外は特徴的な構造は観測できなかったが、ラマンマッピング像では図 2(c) のように、黒点を含め、ライン状の構造が観測された。さらに、図 2(d) に注目すると、(110) 方向に線状の像が確認できた。しかし、同様な構造は、図 2(b) や図 2(c) では観測できなかった。1300  $\text{cm}^{-1}$  付近に、C-H 基による散乱が現れることが報告されている[2]ことから、これは、基板作成時の化学機械研磨の跡が観測されていると考えられる。以上のように、光学顕微鏡では観測できない微細構造を、顕微ラマンマッピングにより可視化することができた。

本研究の一部は、NEDO 戦略的省エネルギー技術革新プログラムの援助を受けた。

[参考文献]

[1] M. Higashiwaki and G. H. Jessen, *Appl. Phys. Lett.* **112**, 060401 (2018).

[2] A. Kamińska *et al.*, *J. Mater. Chem.* **21**, 8662 (2011).

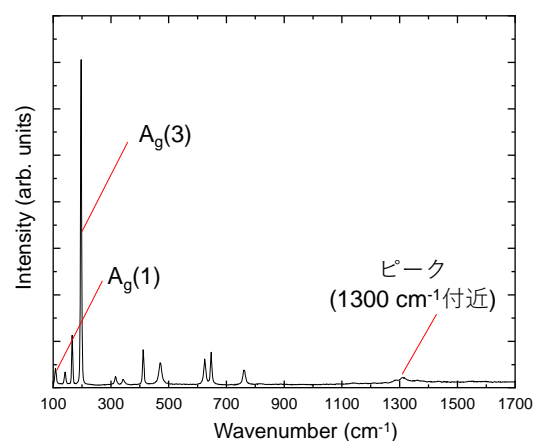


Fig. 1. Representative Raman spectrum at RT for  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

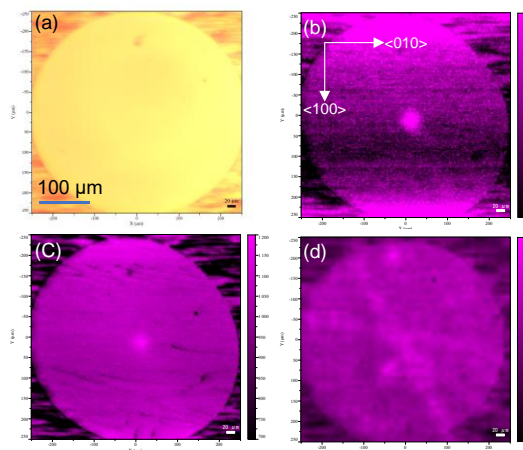


Fig. 2. (a) Optical microscope image and Raman mapping images at (b) A<sub>g</sub>(1), (c) A<sub>g</sub>(3), and (d) 1300  $\text{cm}^{-1}$ .