

β -Ga₂O₃ 粉末の振動メカニカルミリング処理

Mechanical milling processing on β -Ga₂O₃ powder

防衛大学校材料 〇岸村 浩明, 出口 龍, 松本 仁

National Defense Academy, 〇Hiroaki Kishimura, Ryu Deguchi, Hitoshi Matsumoto

E-mail: kisimura@nda.ac.jp

【はじめに】次世代パワーデバイス用材料として有望な酸化ガリウム (Ga₂O₃) は、単斜晶 β 型でのバンドギャップが約 4.9 eV とされている。更にバンドギャップを制御することを目的として、アルミニウムを添加して (Al_xGa_{1-x})₂O₃ 合金とする試みは、薄膜試料を中心に数多く報告されている [1]。一方、メカニカルアロイング法は試料粉末を機械的に粉碎、混合し、粉末間の冷間圧着を繰り返すことにより合金化を図る処理法である。得られる試料は微粉末であるが、所定の材料を均一に大量生産することも可能である。これまでに (Al_xGa_{1-x})₂O₃ 合金の合成にメカニカルアロイング法を適用した報告は殆どないことから、基礎的知見を得るために、メカニカルな処理が酸化ガリウムの結晶構造へ及ぼす影響を調べた。

【実験方法】出発試料は、市販の β -Ga₂O₃ 粉末 (フルウチ化学) とし、何ら事前処理を行わずに使用した。メカニカルミリング処理は振動式ミリング装置 (スーパーミスニ、日新技研) で行った。ステンレス製容器中にステンレスボール、あるいはジルコニアボール数個および試料を、試料とボールの重量比が 10:1 となるように封じた。このミリング装置では、水冷しながら容器に 8Hz の振動数で上下および左右の振動を印加することが可能である。所定の時間が経過した試料は容器から少量ずつ取り出し、X 線回折 (RINT2200、リガク) およびラマン散乱分光 (RA-07F、西進商事) にて評価した。

【結果および考察】X 線回折の結果は、市販品の粉末は β 相とコランダム構造の α 相とが共存していることを示す。ステンレスボールあるいはジルコニアボールを使用したミリングのどちらでも、ミリング時間の経過と共に試料が灰色と変色した。どちらのボールを使用したミリングでも、ミリング開始直後から β 相の X 線回折ピーク強度は減少し、20 時間経過すると β 相のピークは確認できなくなる一方で、 α 相のピーク強度は変化が見られない。20 時間を過ぎると、ステンレスボールを使用したミリングでは鉄や鉄を含む化合物によるピークが顕著となり、 α 相のピーク強度も減少しブロード化するが、ジルコニアボールを使用したミリングでは α 相ピークの減少も見られず、鉄に起因する不純物のピークも見られなかった。ラマン散乱では、ミリング時間が経過するとピーク強度が著しく減衰した。これらのことから、メカニカルアロイング法で (Al_xGa_{1-x})₂O₃ 合金を作製する場合には、 β 型では無く α 型が形成されると予想される。

[1] Appl. Phys. Lett. **105**, 162107 (2014), Appl. Phys. Lett. **113**, 062102 (2018), J. Am. Ceram. Soc., **99**, 2467–2473 (2016), Superlattices and Microstructures **114**, 82-88 (2018)