

動的加圧法による β - Ga_2O_3 の圧力誘起相転移

Shock-induced structural phase transition on β - Ga_2O_3

防衛大材料 ○岸村 浩明, 南郷 哲也, 松本 仁

National Defense Academy, ○Hiroaki Kishimura, Tetsuya Nango, Hitoshi Matsumoto

E-mail: kishimura@nda.ac.jp

パワーデバイス材料として有望な単斜晶の酸化ガリウム (β - Ga_2O_3) は、圧力印加によりコランダム構造の α - Ga_2O_3 へと構造相転移することが知られている。この相転移の特徴として、(1)不可逆 (α - Ga_2O_3 相が圧力解放後も保持される)、(2)大きな体積収縮 (約 9%) を伴う、(3)ガリウムの配位数変化を伴う、および、(4) α および β 相が共存する圧力範囲が著しく広い (数 GPa~40 GPa) ことが挙げられる。この相転移が始まる圧力値は、従来の静的圧力印加の研究では、3~20 GPa の範囲の様々な値が報告され一致していない。相転移の特徴から、この相転移は圧力印加方法や加圧時間に影響されることが考えられる。そこで、動的圧力印加 (圧力持続時間~1 μs) であり一次元的な加圧法である衝撃圧縮法における、酸化ガリウムの $\beta \rightarrow \alpha$ 相転移の特徴を調べた。

飛翔体衝突法により衝撃圧縮実験を行った。市販の β - Ga_2O_3 単結晶板 (ノベルクリスタルテクノロジー製) を銅製カプセル中に充填し、脱気したチャンバー内で銅製治具を用い固定した。これに向けて、厚さ 1.5 mm、直径 30 mm の銅板を先頭に付けた飛翔体を所定の速度にまで加速させ、衝突させた。飛翔体速度と既知のウゴニオを用いて、飛翔体衝突時に発生した衝撃圧力を計算した。本研究での衝撃圧力は、14~24 GPa の範囲とした。衝撃圧縮実験後、試料を銅製カプセルから取り出し、粉末 X 線回折 ($\text{CuK}\alpha$) およびラマン散乱分光 (励起波長 532 nm) にて評価した。

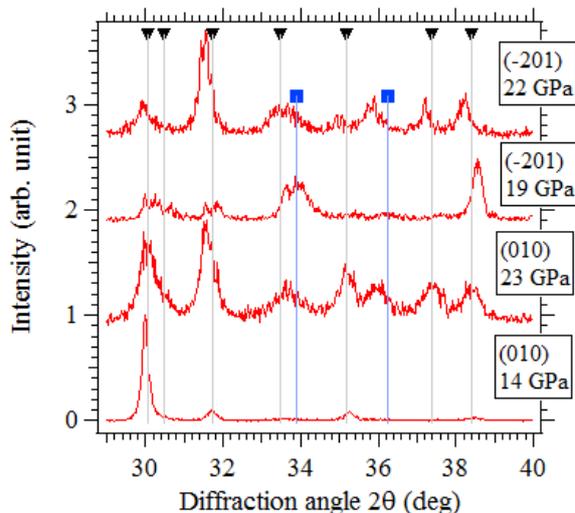


Fig. 1 XRD patterns of unshocked and shocked β - Ga_2O_3 samples. Triangles (▼) and squares (■) indicate β - and α - Ga_2O_3 , respectively.

回収試料の X 線回折結果を図 1 に示す。

β - Ga_2O_3 (010)での衝撃圧力 14 GPa では、粉末 X 線回折の強度とは異なるが、 β 相に起因するピークのみ見られた。23 GPa では、 β 相のピークに加え、 $2\theta = 34^\circ$ および 36° 付近に α 相に由来するピークが現れた。 β - Ga_2O_3 (-201)での衝撃圧力 19 GPa では、 β 相のピークに加え、 α 相に由来するピークも観察された。一方で、ラマン散乱測定では、どの試料からも、 α 相の痕跡は得られなかった。X 線回折、ラマン散乱の結果から、衝撃圧縮という極短時間の加圧でも $\beta \rightarrow \alpha$ 相転移は起こるが部分的であること、相転移が開始される圧力は 14~19 GPa の間であることが示唆された。