

貴金属ルツボフリー β -Ga₂O₃ 結晶育成法による成長中の酸素濃度の影響

Effect of oxygen partial pressure on β -Ga₂O₃ crystals grown by crucible free techniques

株式会社C&A¹, 東北大学², 九州大学³ ○高橋勲¹, 富田健稔¹ 菅原孝昌², 庄子育宏¹, Vladimir Kochurikhin¹, 鎌田圭^{1,2}, 柿本浩一³, 吉川彰^{1,2}

C&A corp.¹, Tohoku univ.², Kyushu univ.³, ○Isao Takahashi¹, Taketoshi Tomida¹, Takamasa Sugawara², Nobuhiro Shoji¹, Vladimir Kochurikhin¹, Kei Kamada^{1,2}, Koichi Kakimoto³, Akira Yoshikawa¹, E-mail: takahashi_isao@c-and-a.jp

本研究では、 β -Ga₂O₃ の結晶成長に貴金属ルツボを使用しないスカメルト法や Floating Zone (FZ)法を利用し、酸素濃度を变化させ結晶中の酸素欠陥を Photoluminescence(PL)法により評価した。その結果、スカメルト法で成長させた結晶や育成雰囲気中の酸素濃度が高い結晶ほど欠陥起因のピーク強度が下がり高品質な結晶が得られることが示唆された。

これまでの β -Ga₂O₃ の作製は貴金属ルツボ・部材を用いる Edge-defines Film-fed Growth 法等が用いられるが、貴金属の酸化を抑えるために雰囲気中の酸素分圧を上げることが出来ず（最大でも 2%）、これが点欠陥の原因となっていた。そこで我々のグループでは Fig.1 に示すスカメルト+Cz 法を考案し、高酸素分圧下での融液成長を試みている。この方法は、原料の中心部のみを誘導加熱により融解させ、周辺部で焼結される原料をルツボ（容器）代わりとし、単結晶育成を行う手法である。本手法の特徴は貴金属ルツボの制限を受けず酸素濃度を 100%まで上げた成長が可能のため、高品質結晶となることが期待される。

実験では、雰囲気中の酸素濃度を 20%から 100%まで変化させ、従来の FZ 法と提案するスカメルト+CZ 法で結晶を成長させた。成長した結晶を切断研磨した後、Mist Chemical Vapor Deposition (ミスト CVD)法を用いてエピ膜を成長した。PL 測定では酸素欠陥に起因すると考えられている [1]400nm 近傍の発光を評価した。

基板の PL 結果を Fig.2 (a)に、エピ膜の結果を Fig.2(b)に示す。FZ 法の酸素 20%で成長させた結晶では 410nm 付近にピークがみられ、酸素を 100%に増やすとピーク強度が下がった。また、同じ酸素 20%の育成でもスカメルト+CZ 法作製の結晶でピーク強度が小さくなった。これは、炉内の温度勾配や育成速度が影響したと考えられ、酸素濃度を上げ、スカメルト法で育成することにより酸素欠陥密度を低減できることが分かった。また、ミスト CVD 法により成長したエピ膜ではピーク強度が 100 分の 1 程度となり、欠陥密度が小さいことが示唆された。

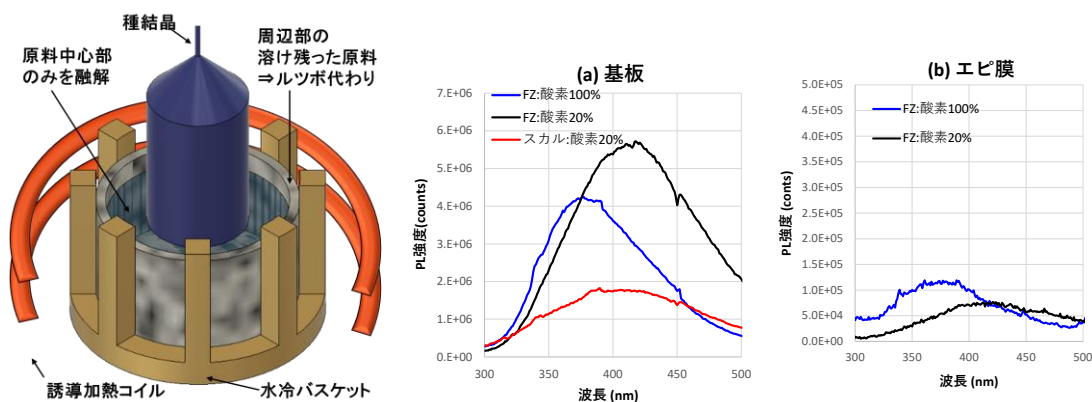


Fig. 1: Schematic view of skull melting + CZ method, Fig. 2: Photoluminescence spectrum of (a) β -Ga₂O₃ substrates and with (b) epitaxial layer.

[1] Matthew D. McCluskey, "Point defects in Ga₂O₃", J. Appl. Phys. **127** 101101 (2020).