

水素・窒素気流中における $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ の熱的安定性の熱力学的検討

Thermodynamic Study of Thermal Stability of $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ in Mixed Flows of H_2 and N_2

○富樫 理恵¹、野村 一城¹、江口 千尋¹、蒔澤 孝紘¹、後藤 健²、村上 尚¹、熊谷 義直¹、
倉又 朗人²、山腰 茂伸²、瀬瀬 明伯¹ (1. 東京農工大院工、2. タムラ製作所)

○Rie Togashi¹, Kazuhiro Nomura¹, Chihiro Eguchi¹, Takahiro Fukizawa¹, Ken Goto², Hisashi Murakami¹, Yoshinao Kumagai¹, Akito Kuramata², Shigenobu Yamakoshi², Akinori Koukitu¹
(1.Tokyo Univ. of Agri. and Tech., 2.Tamura Corporation)

E-mail: rie0831@cc.tuat.ac.jp

$\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ は約 4.9 eV のワイドバンドギャップエネルギーを有することに加え、EFG 法により導電性を有する単結晶バルク基板が実現されていることから¹⁾、高耐圧・低損失パワーデバイス材料^{2,3)}、GaN 系縦型光デバイス作製の透光性基板材料として注目されている⁴⁾。一方このようなデバイス作製時、 N_2 、Ar 等の Inert gas (IG)、及び H_2 が気相成長時のキャリアガスとして用いられるが、それらガス気流中における $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 基板の熱的安定性、キャリアガスと基板表面間の反応についての詳細な知見は得られていない。これまで我々は、サファイア基板の窒素・水素気流中における熱的安定性について検討してきた⁵⁾。今回、 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3(010)$ 基板の窒素・水素気流中における熱的安定性を熱処理実験および熱力学解析により詳細に検討したので報告する。

Fig. 1 に IG 及び H_2 、IG 混合気流中 ($\text{H}_2/\text{IG}=3/1$) における Ga_2O_3 分解の熱力学解析結果を示す。両気流中共に温度上昇に伴い各ガス種の平衡分圧が増加することから、温度上昇によって分解反応が進行することがわかる。混合気流中では、各ガス種の平衡分圧が高く、特に、IG 中において実験により分解開始が確認された 1150°C での $\text{Ga}_2\text{O}(\text{g})$ の平衡分圧は、 6×10^{-9} atm であるのに対し、混合気流中では 400°C

程度の低温でも同程度の平衡分圧に達する。これは H_2 により 350°C の低温よりエッチングが進行する実験結果を裏付ける。さらに、サファイアでは IG 中 1820°C で $\text{Al}(\text{g})$ 、混合気流中 1080°C で $\text{AlH}(\text{g})$ が 6×10^{-9} atm の平衡分圧を有することから、サファイアと比較して $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 基板は水素と非常に反応しやすく、デバイス作製時に水素を除外することが必要であることが明らかとなった。

参考文献 1) M. Higashiwaki *et al.*, Phys. Status Solidi A **211** (2014) 21, 2) M. Higashiwaki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **100** (2012) 013504, 3) K. Sasaki *et al.*, Appl. Phys. Express **6** (2013) 086502, 4) K. Shimamura *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **44** (2005) L7, 5) Y. Kumagai *et al.*, J. Cryst. Growth **350** (2012) 60.

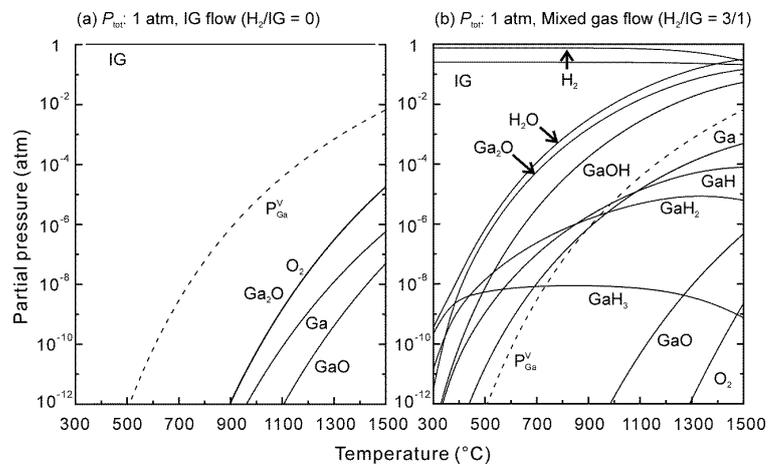


Fig. 1 Equilibrium partial pressures of gaseous species over Ga_2O_3 in an inert gas (IG) flow (a) and a mixed gas flow of H_2 and an IG ($\text{H}_2/\text{IG} = 3/1$) (b) as a function of heat-treatment temperature. The total pressure of the system (P_{tot}) is 1 atm. The vapor pressure of pure Ga metal (P_{Ga}^v) is also included.