

水素雰囲気異方性熱エッチング (HEATE) 法による HVPE-In₂O₃ 成長層のエッチング特性評価

Investigation of Etching Characteristics of HVPE-In₂O₃ Layers by Hydrogen-Environment Anisotropic Thermal Etching

上智大理工¹, 東京農工大院²

○富樫 理恵¹, 笠羽 遼¹, 大江 優輝¹, 長井 研太², 後藤 健², 熊谷 義直², 菊池 昭彦¹

Sophia Univ.¹, Tokyo Univ. of Agri. and Tech.², °Rie Togashi¹, Ryo Kasaba¹, Yuki Ooe¹, Kenta Nagai²,
Ken Goto², Yoshinao Kumagai², Akihiko Kikuchi¹

E-mail: r-togashi@sophia.ac.jp

酸化インジウム (In₂O₃) はおよそ 3.4 eV の広いエネルギーギャップを有することから、次世代光・電子デバイス応用のための魅力的な半導体材料である。これまで、InCl と O₂ を原料としたハライド気相成長(HVPE)法を用いて、成長温度 1000 °C で立方晶 In₂O₃ 薄膜が成長することを報告した[1]。一方、デバイス応用実現のためには、低損傷かつ精密制御可能なエッチング技術の確立が必須である。これまで、毒性のないガスと簡便な装置を用いた低損傷のエッチング法として水素雰囲気異方性熱エッチング (HEATE) 法が開発され、GaN および β-Ga₂O₃ のデバイス作製に応用されている[2,3]。今回、HEATE 法を HVPE 成長で得られた立方晶 In₂O₃ 結晶へ適応し、その基本的なエッチング特性について検討したので報告する。

HVPE 法によりサファイア基板の(0001)面上に In₂O₃ を 1000 °C で 30 分成長したものの表面に厚さ 10 nm の SiO₂ ナノマスクを堆積したサンプルを用い、石英管状炉内で水素圧力 2-100 Pa、温度 500-800 °C の条件で HEATE 法を行なった。さらに、熱力学解析を用いそのメカニズムを検討した。

Fig.1 に、分解膜厚より算出した In₂O₃ のエッチング速度の温度および水素圧力依存性について示す。これより、HEATE 法によるエッチングは温度及び水素圧力の増加に伴い進行し、ナノオーダーで制御可能であることが明らかとなった。さらに、熱力学解析により求めた In₂O₃ エッチングの駆動力と実験結果は良い一致を示し、熱力学解析により HEATE 法による In₂O₃ 成長層のエッチング反応は説明可能であると考えられる。詳細は当日報告する。

本研究の一部

は科研費 No.16H06417, 17H02747, 19K15457, および JST CREST JPMJCR18T4 の援助を受けた。

[1] R. Togashi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 1202B3 (2016), [2] R. Kita *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 046501 (2015), [3] Y. Ooe *et al.*, The 66th JSAP Spring Meeting, 11a-S011-9 (2019).

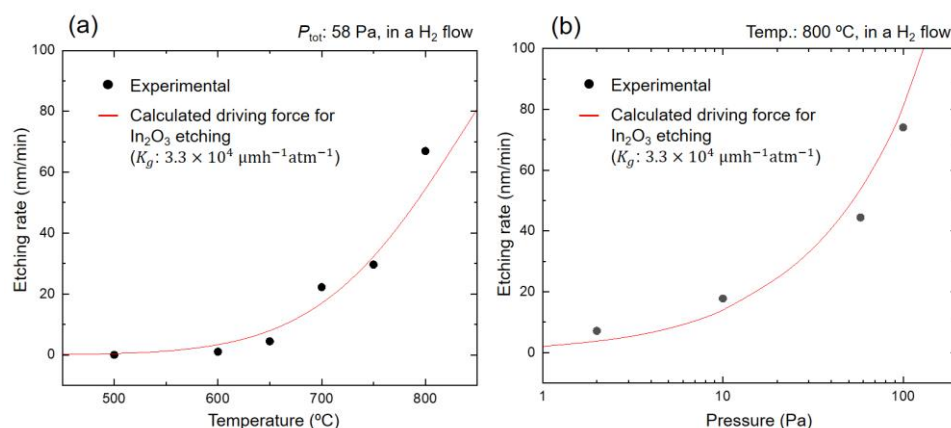


Fig. 1 Temperature (a) and H₂ pressure (b) dependences of In₂O₃ etching rates. The calculated driving forces by thermodynamic analysis were also shown.