

MgO 基板の上に形成した β - Ga_2O_3 薄膜の結晶配向性

Crystal Orientation of β - Ga_2O_3 Thin Films Formed on MgO Substrates

石巻専修大理工, [○]中込 真二, 國分 義弘

Ishinomaki Senshu Univ., [○]Shinji Nakagomi, Yoshihiro Kokubun

E-mail: nakagomi@isenshu-u.ac.jp

【はじめに】立方晶である MgO 基板の (100),(111),(110)の各面上に形成した酸化ガリウム β - Ga_2O_3 の結晶配向について, Mi らのグループが報告している[1-3]。Table 1 に論文で報告されている MgO 基板上 β - Ga_2O_3 の配向性を示した。一方, 最近我々は, (100)MgO 上に形成した立方晶(100)NiO と (000) β - Ga_2O_3 とのヘテロ接合の配向関係について検討し[4], この系が有用であること示している。本研究では, この立方晶と単斜晶のヘテロ接合の配向関係について, 既報告の検証を行ったので報告する。

Table 1. Crystal orientation relationship between β - Ga_2O_3 and MgO substrate reported in Refs.

| MgO Sub. | Parallel plane to the surface of sub. | Rotation domain on the surface of sub. | Ref. | This work |
|----------|--|---|------|-----------|
| (100) | β - Ga_2O_3 (100) // MgO(100) | 4-fold, β - Ga_2O_3 [001] // MgO<011> | [1] | verified |
| (111) | β - Ga_2O_3 (-201) // MgO(111) | 6-fold, β - Ga_2O_3 [010] // MgO<110> | [2] | verified |
| (110) | β - Ga_2O_3 (-102) // MgO(110) | 2-fold, β - Ga_2O_3 [010] // MgO[001] | [3] | modified |

【実験】 β - Ga_2O_3 薄膜形成方法は, 酸素プラズマ中の Ga 蒸着により行った。真空装置内において基板温度 800°Cとし, 酸素 4sccm を流入して高周波 100W で放電状態としてから, Ga を加熱蒸着して厚さ約 200nm の β - Ga_2O_3 薄膜を形成した。 β - Ga_2O_3 薄膜の結晶配向性は, X線 2θ - ω スキャンおよび ϕ スキャン測定により行った。また, 一部の膜については断面 TEM 像の解析を行った。

【結果】(100)MgO および(111)MgO 基板上に形成した β - Ga_2O_3 薄膜の配向性は, Table 1 に示した既報告[1,2]と同一の結果を示した。しかし, (110)MgO 基板上に形成した β - Ga_2O_3 薄膜の配向性は, Ref. [3]とは異なる結果を示したので, これについて報告する。Fig. 1 は 2θ - ω スキャン X線回折パターンである。基板表面に平行な面に関しては, MgO の 220 回折と β - Ga_2O_3 の 204 回折のピークが観測され, Ref.[3] の結論と同じである。また, 31° 付近にも小さいピークが観測され, γ - Ga_2O_3 220 の回折と推定された。

一方, Fig. 2 に示す MgO 200, β - Ga_2O_3 002, β - Ga_2O_3 $\bar{4}02$ 回折の ϕ スキャン測定により, 基板表面の回転ドメインの振る舞いが, 既報告とは異なっていることが判明した。MgO 200 反射が得られる角度と β - Ga_2O_3 002, β - Ga_2O_3 $\bar{4}02$ 反射の得られる角度が 90 度ずれており, β - Ga_2O_3 [010] \perp MgO[001] であった。Ref.[3]の Mi らの結論とは 90° 異なっている。

MgO 基板の[001]方向に沿う断面 TEM 像を観測し, この配向性の確認を行った。結晶モデルの検討により, β - Ga_2O_3 ($\bar{2}04$)面の酸素原子の配置が配向に影響していると考えられる。

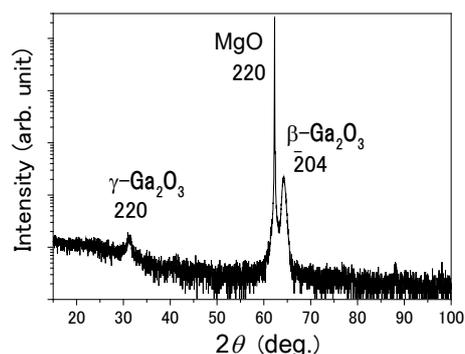


Fig.1 X-ray diffraction pattern for β - Ga_2O_3 grown on (110) MgO substrate.

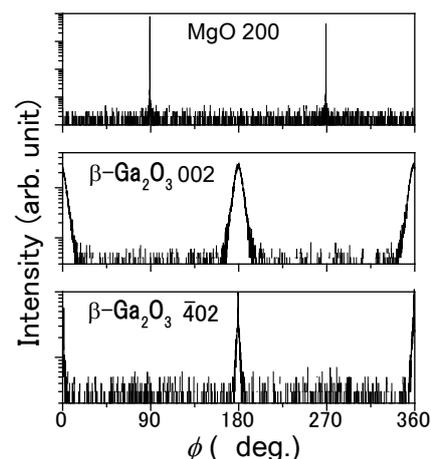


Fig.2 X-ray diffraction patterns (ϕ -scans) of MgO 200, β - Ga_2O_3 002, and $\bar{4}02$.

- [1] L. Kong, J. Ma, C. Luan, W. Mi, Y. Lv, Thin Solid films, 520, 4270 (2012).
- [2] W. Mi, J. Ma, C. Luan, L. Yu, X. Hongdi, L. Zhao, Mater Lett., 87, 109 (2012).
- [3] W. Mi, J. Ma, Z. Zhu, C. Luan, Y. Lv, H. Xiao, J. Cryst. Growth, 354, 93 (2012).
- [4] S. Nakagomi, S. Kubo, Y. Kokubun, J. Cryst. Growth, 445, 73-77 (2016).