(001) β-Ga₂0₃ 基板上に形成した NiO 薄膜の結晶配向性

Crystal Orientation of NiO Thin Films Formed on (001) β-Ga₂O₃ Substrates

石巻専修大理工, ^O中込 真二, 安田 隆, 國分 義弘

Ishinomaki Senshu Univ., [°]Shinji Nakagomi, Takashi Yasuda, Yoshihiro Kokubun

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

【はじめに】 我々は、(100) β -Ga₂O₃ 基板上に形成した NiO 薄膜が(100)配向することを酸素原子の配列に着目 して説明し[1], さらにNiO/ β -Ga₂O₃間のpn ヘテロ接合の 有用性を示している[2]。両者間のヘテロ接合についてよ り詳細な検討をする目的で、($\bar{2}$ 01)面と(010)面の β -Ga₂O₃ 基板上に形成したNiO 薄膜の配向性についても報告した [3]。本研究では、新たに(001)面 β -Ga₂O₃基板上に形成した NiO 薄膜の結晶配向について検討した結果を報告する。

【実験】NiO 薄膜はゾル-ゲル法により作製した。ゾル溶 液には、2-メトキシエタノールとモノエタノールアミン の混合液に酢酸ニッケル四水和物を溶解させたものを 用いた。この溶液をスピンコーティング法で基板上に塗 布してから 400℃で仮焼成する工程を繰り返したのち、 空気中 700℃で1時間焼成して NiO 薄膜を作製した。NiO 薄膜の結晶配向性は、X 線 20-ωスキャンおよび¢スキャ ン測定により行った。

【結果】(001) β -Ga₂O₃基板上に形成した NiO 薄膜の基板 表面に平行な面に対する 2θ - ω スキャン(15~120°)では, NiO 由来の回折ピークが見えない。そこで、これまでの 研究結果から NiO (100) || β -Ga₂O₃ (100)かつ NiO [011] || β -Ga₂O₃ [001]が成り立っていると予測して、基板を所定 の角度傾けることによって ϕ スキャン測定を行った。Fig. 1 (a),(c)は β -Ga₂O₃ (100)面からの 400 反射とそれと平行と なるべき NiO(100)面からの 200 反射であり,両者が同じ 角度であることから NiO (100) || β -Ga₂O₃ (100)を示して いる。また(b)の β -Ga₂O₃ 201 反射の角度に対して対称の 角度に(d)の NiO(100)面と直行する面の 200 反射がある。 これらの結果から NiO と β -Ga₂O₃基板とが予想通りの配 向関係となっていることがわかった。

Fig. 2 は、(001) β -Ga₂O₃ 基板を 76.3° 傾けて β -Ga₂O₃ (100)面が水平となるよう傾けた配置で測定した NiO 薄 膜の 2 θ - ω スキャンの結果である。(100) β -Ga₂O₃ 由来の 回折と(100) NiO 由来の回折のピークのみが観測され、 このことからも NiO (100) $\parallel \beta$ -Ga₂O₃ (100)の配向関係が 確認された。Fig. 3 は(001) β -Ga₂O₃ 基板と NiO 薄膜の配



Fig. 1 X-ray diffraction patterns (ϕ -scans) of (a),(b) β -Ga₂O₃ 400, $\overline{2}$ 01 and (c),(d) NiO 200 reflections.



Fig. 2 X-ray diffraction pattern for NiO grown on (001) β -Ga₂O₃ substrates when the substrate was tilted by 76.3°.



Fig. 3 Positional relationship between unit cells of NiO and (001) β -Ga₂O₃ substrate.

向関係の模式図で,前述の関係を保ちながらほぼ NiO (133) || β-Ga₂O₃(001)となっている。 この結果,我々の調べた(100), (010), (001), (201)全ての面方位のβ-Ga₂O₃ 基板上で NiO が NiO (100) || β-Ga₂O₃(100)かつ NiO [011] || β-Ga₂O₃ [001]の関係を保って成長することがわかった。

本研究は, JSPS 科研費 17K05042 の助成を受けたものです。

- [1] S. Nakagomi, S. Kubo, Y. Kokubun, J. Cryst. Growth, 445, 73-77 (2016).
- [2] Y. Kokubun, S. Kubo, S. Nakagomi, Appl. Phys. Express 9, 091101 (2016).
- [3] 中込、安田、國分、第65回応用物理学会春季、20a-E201-8 (2018)