

Si 基板上に成長した Gd₂O₃ の高品質化における成長初期表面状態の重要性 Strong impact of initial surface state on crystal quality of Gd₂O₃ growth on Si Substrates

1. NTT 物性科学基礎研究所, 2. NTT ナノフォトニクスセンター

○稲葉智宏¹、徐 学俊¹、俵毅彦^{1,2}、尾身博雄^{1,2}、山本秀樹¹、後藤秀樹¹

1. NTT Basic Research Labs., 2. NTT Nanophotonics Center

T. Inaba¹, X. Xu¹, T. Tawara^{1,2}, H. Omi^{1,2}, H. Yamamoto¹ and H. Gotoh¹

E-mail: tomohiro.inaba.vm@hco.ntt.co.jp

【はじめに】我々は、量子状態操作のための材料としてエルビウム(Er)添加希土類酸化物結晶(ReO)に着目してきた[1, 2]。単結晶 ReO の Si(111)基板上の成長に成功しているものの、ReO の成長初期はアモルファス層が形成されることを RHEED から確認しており、その上の ReO の結晶性の劣化が懸念される[3,4]。そこで、通常は Si 基板表面の保護に用いられるアモルファス SiO_x 層とガドリニウム(Gd)金属を反応させることで、成長開始時に基板表面を単結晶化し、その上に成長した Gd₂O₃ の高品質化に成功したので報告する。

【実験方法】膜厚 40 nm の Gd₂O₃ を MBE で Si(111)基板上に作製した。原料として Gd 金属と O ラジカルを用いた。Si 基板は白木法[5]で洗浄し、表面を SiO_x 層で終端した。その後、(a)従来の成長方法である、Si 基板を 550°C でデガスした後、Si 基板清浄化を 850°C で行い、成長温度(750°C)まで降温し成長した Gd₂O₃ と、(b)新規成長方法である、Gd 金属を 100°C で 7.5 Å 堆積し、750°C まで昇温し成長した Gd₂O₃ の 2 種類の試料を作製した。

【実験結果】Fig. 1 に成長開始直後の RHEED 像を示す。上述のように、試料(a)はアモルファス層が形成された一方で、試料(b)は単結晶であることが確認された。XRD 2θ-ω測定の結果を Fig. 2 に示す。また、Fig. 2 のサテライトピークの各次数の、最大値と最低値の比率を Fig. 3 に示す。試料(b)の方がその値が大きいに加え、より高次のピークまで確認されたため、新規成長方法により Gd₂O₃ の結晶性向上が示唆された。試料(a), (b)に加え、新規成長方法の Gd 膜厚を変化させた場合の Gd₂O₃ (444)面 XRD ω-scan の半値幅を Table I に示す。いずれの Gd 膜厚においても新規成長方法の半値幅(FWHM)は従来の成長方法のものよりも小さく、Gd 膜厚が 7.5 Å の時には従来の約 1/3 の値であった。よって、Gd₂O₃ の高品質化のためには、新規成長方法による成長初期の表面状態制御が有効であることが明らかになった。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 16H01057、19H02207、19H02636 の助成を受けたものです。

参考文献:[1] T. Tawara *et al.*, *Opt. Mater. Express* **7**, 1097

(2017). [2] T. Inaba *et al.*, *Opt. Mater. Exp.* **8**, 2843 (2018). [3] F. U. Hillebrecht *et al.*, *Phys. Rev. B* **34**, 5377 (1986).

[4] F. Pagliuca *et al.*, *Surf. Sci.* **607**, 164 (2016). [5] A. Ishizaka *et al.*, *J. Electrochem. Soc.* **133**, 666 (1986).

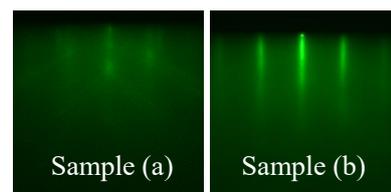


Fig. 1 RHEED patterns of sample (a) and (b) just after start of Gd₂O₃ growth.

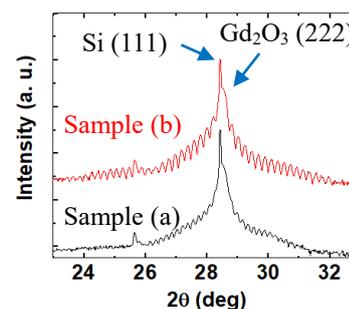


Fig. 2 XRD 2θ-ω scan for the Gd₂O₃ (222) of sample (a) and (b).

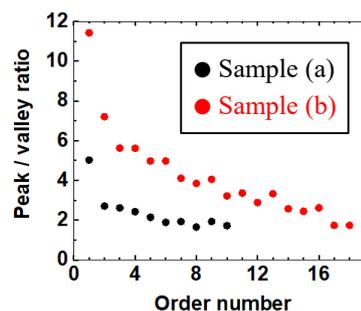


Fig. 3 Peak/valley ratio of satellite peaks derived from Fig. 2.

Table I Gd₂O₃ (444) FWHMs of each sample.

Gd (Å)	—	5	7.5	10
FWHM (arcsec)	1321 (Sample (a))	1063	446	623