サファイア基板上 α-Ga_2O_3 薄膜の相転移メカニズム

Phase Transition Mechanism of α-Ga_2O_3 Films on Sapphire Substrates

°神野　莉衣奈，金子　健太郎，　藤田　静雄

Kyoto Univ. Riena Jinno, Kentaro Kaneko and Shizuo Fujita

E-mail: °jinno.riena.68a@st.kyoto-u.ac.jp

コランダム構造酸化ガリウム(α-Ga_2O_3)は、5.3-5.6 eV のバンドギャップ値を有する超ワイドバンドギャップ(Ultra-wide bandgap)半導体材料の 1 つであり、近年パワーデバイスや深紫外発光デバイスの材料として注目を集めている[1]。α-Ga_2O_3 は熱的に準安定相であり、650℃以上で最安定相の β-Ga_2O_3 に相転移することが報告されていたが[2]、サファイア基板上に α-Ga_2O_3 を選択成長(SAG)することで 700℃以上でも結晶構造を維持することが可能となった[3]。高温を要するプロセスやデバイスの信頼性にとって、相転移温度の増加は非常に重要である。本研究では、TEM 観察を用い、サファイア基板上 α-Ga_2O_3 薄膜中の β 相への転移のプロセスについて検討した。

α-Ga_2O_3 薄膜はミスト CVD 法により c 面サファイア基板上に 700℃で約 100 nm 成長させた。成長後、試料を大気雰囲気下で 30 分間アニール処理した。アニール温度は 650-700℃の間で変化させた。XRD 2θ/ω スキャンプロファイルの結果から、α-Ga_2O_3 はアニール温度が 650℃まで結晶構造を維持し、675℃付近から β-Ga_2O_3 へ相転移し始め、700℃において完全に β 相へ相転移したことを確認した。(Fig. 1)

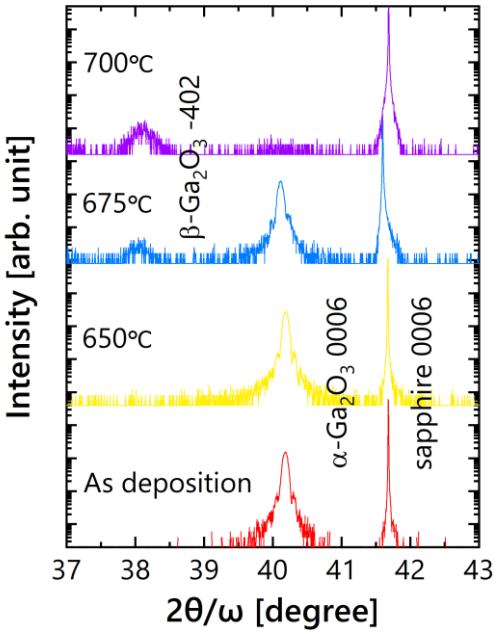

Fig. 1. XRD 2θ/ω scans of the Ga_2O_3 film on c-plane sapphire substrates before and after annealing at 650, 676 and 700℃.

一部 β 相への転位がみられた 675℃でアニールした試料の断面 TEM 観察を行うことで、薄膜中のどの部分が相転移しているかを調べた。Fig. 2 より、基板との界面に α-Ga_2O_3 が結晶構造を維持しているのに対し、表面に近い部分では β-Ga_2O_3 に相転移していることが確認された。α-Ga_2O_3 はサファイアよりも大きな熱膨張係数を持つため、薄膜表面には引っ張り応力がかかり、その影響により表面部分から相転移が起こったと考えらえる。また、基板との界面近傍では、基板からの圧縮応力により α 相を維持している可能性も考えらえる。α-Ga_2O_3 の膜厚の減少により相転移温度が増加する傾向が得られたことからも、応力が相転移温度を決める一因であると考えらえる。これらの結果から、基板やバッファ層、膜厚により応力を変化させることで α-Ga_2O_3 の相転移温度の制御が期待できる。

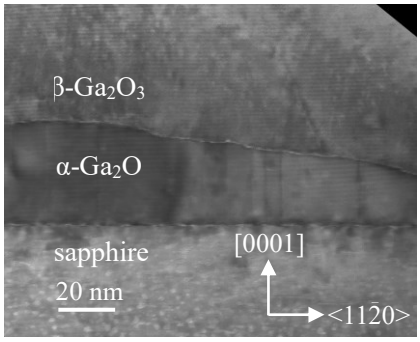

Fig. 2. A cross-sectional TEM image of the α-Ga_2O_3 film on sapphire substrate after annealing at 675℃ viewed along <10$\bar{1}$0> axis.

[1] S. Fujita, *et. al*., Jpn. J. Appl. Phys. **55** (2016) 1202A3.
[2] H. Y. Playford, *et.al.,*Chem. Eur. **19** (2013)2803-2813.
[3] R. Jinno, *et. al*., 45th ISCS, #Fr1PP-Ga, May 29-June 1, Boston, USA (2018).

© 2019年 応用物理学会