

新規ワイドギャップ混晶半導体 $\beta\text{-(Ga}_{1-y}\text{Sc}_y)_2\text{O}_3$

$\beta\text{-(Ga}_{1-y}\text{Sc}_y)_2\text{O}_3$ as a novel wide band-gap semiconductor alloy

東工大物質理工学院¹, 元素戦略² ○若林 諒¹, 吉松 公平¹, 大友 明^{1,2}

Tokyo Tech., Dept. Chem. Sci. Eng.¹, MCES.², °R. Wakabayashi¹, K. Yoshimatsu¹, A. Ohtomo^{1,2}

E-mail: wakabayashi.r.aa@m.titech.ac.jp

【はじめに】 $\beta\text{-(Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{O}_3$ は、パワー半導体 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ のヘテロ接合デバイスにおけるバリア層として検討されている。我々はさらに Sc_2O_3 を固溶させた四元系混晶半導体 $\beta\text{-(Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{Sc}_y)_2\text{O}_3$ に着目している。 Al^{3+} は Ga^{3+} に対して小さなイオン半径を有する一方で、 Sc^{3+} は Ga^{3+} に対して大きなイオン半径を有する。そのため、 Al^{3+} と Sc^{3+} による Ga^{3+} の置換量をうまく制御することで、 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ に完全格子整合するバリア層が形成できる。Bixbyite型構造を有する Sc_2O_3 は、 $\beta\text{-(Ga}_{1-y}\text{Sc}_y)_2\text{O}_3$ 相として $y \sim 0.4$ まで固溶することが知られているが [1], 薄膜成長や物性に関する報告はない。今回我々は $\beta\text{-(Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{Sc}_y)_2\text{O}_3$ 薄膜成長に向けて、 $\beta\text{-(Ga}_{1-y}\text{Sc}_y)_2\text{O}_3$ の薄膜成長を行ったので報告する。

【実験】薄膜成長は酸素ラジカル支援パルスレーザ堆積法により行った [2]。基板には $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ (100)を用い、基板温度 (T_g) は700–900°Cで変化させた。薄膜中のSc組成の決定にはオージェ電子分光法、バンドギャップ (E_g) の決定には反射型電子エネルギー損失分光法を用いた。

【結果と考察】Figure 1に $\beta\text{-(Ga}_{1-y}\text{Sc}_y)_2\text{O}_3$ 薄膜の対称面X線回折パターンを示す。いずれの薄膜においても $\beta\text{-gallia}$ 型構造由来の薄膜ピークが観測され、400反射ピークにおける ω スキンの半値幅はSc組成に依らず0.15°程度であった。Figure 2に $\beta\text{-(Ga}_{1-y}\text{Sc}_y)_2\text{O}_3$ 薄膜の E_g のSc組成依存性を示す。Sc組成の増加に伴って E_g は5.01 eV ($y \sim 0.2$)まで増加した。これらの結果は、 $\beta\text{-(Ga}_{1-y}\text{Sc}_y)_2\text{O}_3$ が従来の $\beta\text{-(Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{O}_3$ と同様にバリア層として有用であることを示している。

[1] S. J. Schneider *et al.*, Phys. Chem. **67A**, 19 (1962).

[2] R. Wakabayashi *et al.*, J. Cryst. Growth **424**, 77 (2015).

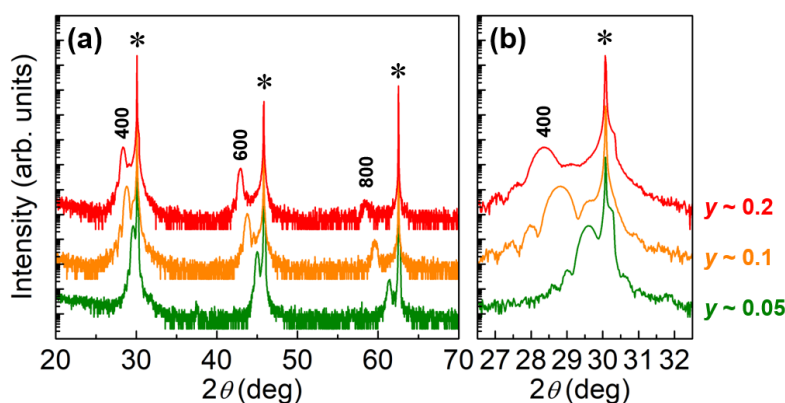


Fig. 1. (a) Out-of-plane XRD patterns of $\beta\text{-(Ga}_{1-y}\text{Sc}_y)_2\text{O}_3$ ($0.05 \leq y \leq 0.2$) films grown on $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ (100) substrates [whose peaks are labeled by the asterisks (*)]. (b) The narrow-range out-of-plane XRD patterns around $\beta\text{-(Ga}_{1-y}\text{Sc}_y)_2\text{O}_3$ 400 reflections.

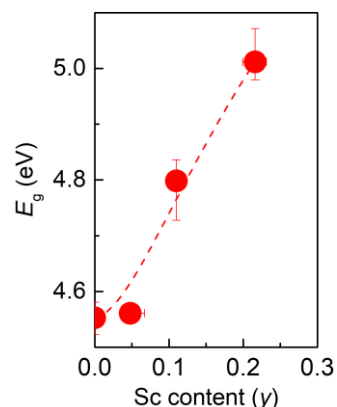


Fig. 2. Sc content (y) dependence of E_g for $\beta\text{-(Ga}_{1-y}\text{Sc}_y)_2\text{O}_3$ films. The dashed line is a guide to the eye.