β-Ga_2O_3 上γ-Al_2O_3 膜のエピタキシャル構造と容量電圧特性評価

Epitaxial structure and capacitance-voltage characteristics of γ-Al_2O_3 films grown on β-Ga_2O_3 (010) substrate

○服部 真依[1]，大島 孝仁[1]，若林 諒[1]，佐々木 公平[2]，増井 建和[2]，倉又 朗人[2]，
山腰 茂伸[2]，吉松 公平[1]，大友 明[1,3] (1. 東工大院理工，2. タムラ製作所，3. 元素戦略)

○M. Hattori[1], T. Oshima[1], R. Wakabayashi[1], K. Sasaki[2], T. Masui[2], A. Kuramata[2], S. Yamakoshi[2], K. Yoshimatsu[1], A. Ohtomo[1,3] (1. Tokyo Tech., 2. Tamura Corporation, 3. MCES)

E-mail: hattori.m.ag@m.titech.ac.jp

【はじめに】近年β-Ga_2O_3 半導体の研究は，MOSFET 動作が実証され [1]，さらなる進展が期待されている．そのゲート酸化膜に用いられたアモルファス Al_2O_3 とβ-Ga_2O_3 (010)の界面には，結晶化した厚さ数 nm のγ-Al_2O_3 層が存在し，界面準位密度が厚さに相関することが報告されている [2]．しかし，界面γ-Al_2O_3 層の特性を直接評価することは困難と考えられる．我々はβ-Ga_2O_3 上に直接γ-Al_2O_3 膜をエピタキシャル成長し，その配向性と容量-電圧 (*C-V*) 特性を評価したので報告する．

【実験】酸素ラジカル支援パルスレーザ堆積法により [3]，β-Ga_2O_3 (010)導電性基板上にγ-Al_2O_3 薄膜を作製した．薄膜の結晶構造は X 線回折（XRD）により評価した．また，MOS キャパシタ構造を作製し，1 MHz で *C-V* 特性を評価した．

【結果と考察】Fig. 1(a)に示すように対称面 XRD パターンからはγ-Al_2O_3 (440)反射のみ観察された．一方，Fig. 1(b)に示すように，γ-Al_2O_3 (444)とβ-Ga_2O_3 (420)が同一逆格子マップ上に観察された．これらの結果から，薄膜はγ-Al_2O_3 単相であり，面直と面内の配向関係はそれぞれγ-Al_2O_3 (110)//β-Ga_2O_3 (010)，γ-Al_2O_3 (001)//β-Ga_2O_3 (100)であることが分かった．このことは，γ-Al_2O_3 とβ-Ga_2O_3 の酸素最密充填構造（ccp）が界面をまたいで連続することに対応する．作製した MOS キャパシタ構造 [Fig. 2(a)] の *C-V* 特性を Fig. 2(b)に示す．順方向バイアスではキャリアが蓄積，逆方向バイアスではキャリアが空乏する挙動が見られた．これは，典型的なワイドギャップ半導体の MOS キャパシタ特性である．蓄積領域の容量と膜厚からγ-Al_2O_3 の比誘電率は 6.9 ± 0.2 と見積もられた．また，光 *C-V* 法 [4]を用いて深いトラップ準位の密度を見積もった．

[1] M. Higashiwaki et al., APL. **103**, 1 (2013).　[2] 上村 他，2015 年春季応物, 11p-A21-2.
[3] R. Wakabayashi et al., JCG **424**, 77 (2015).　[4] J. Tan et al., APL **70**, 2280 (1997).

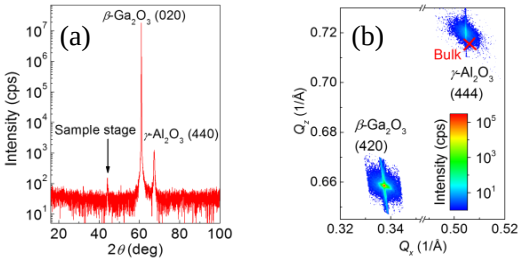

Fig. 1. (a) Out-of-plane XRD pattern of the γ-Al_2O_3 film grown on β-Ga_2O_3 substrate. (b) Reciprocal space map around γ-Al_2O_3 (444) and β-Ga_2O_3 (420) reflections.

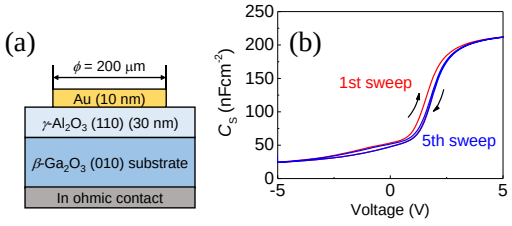

Fig. 2. (a) Schematic cross section of the Au/γ-Al_2O_3/β-Ga_2O_3 heterostructure. (b) *C-V* curves for this MOS capacitor.

© 2015年 応用物理学会