

スパッタ成膜単結晶 InGaZnO 薄膜のトランジスタ特性

Transistor characteristics of single crystalline InGaZnO film grown by sputtering

株式会社半導体エネルギー研究所 ○山田 良則, 松林大介, 松田慎平, 佐藤裕平, 太田将志,
伊藤大吾, 津吹将志, 高橋正弘, 廣橋拓也, 坂倉真之, 山崎舜平

Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd., Japan

Y. Yamada, D. Matsubayashi, S. Matsuda, Y. Sato, M. Oota, D. Ito, M. Tsubuku, M. Takahashi,
T. Hirohashi, M. Sakakura and S. Yamazaki

E-mail: yy1269@sel.co.jp

【はじめに】近年、酸化物半導体 In-Ga-Zn-Oxide(InGaZnO)が注目を集めており、ディスプレイやメモリなどの製品への応用が検討されている。1985 年に君塚らが InGaZnO の合成と結晶構造に関する研究を報告している^[1]。2003 年に野村らは PLD(pulsed-laser deposition)法で堆積した薄膜を 1400℃で熱処理して得た単結晶 InGaZnO 薄膜を用いてトランジスタを作製し、電界効果移動度 $80\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ を報告している^[2]。一方で、InGaZnO の移動度が $10\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ 程度とする報告もある^{[3][4]}。今回我々はスパッタ法で単結晶 InGaZnO 薄膜を作製し、トランジスタ特性の評価を行なった。

【実験・結果】単結晶 InGaZnO 薄膜を作製するため、DC スパッタ法で YSZ 基板上に ZnO 層を 2nm 堆積した後に c 軸配向の結晶性を有する CAAC(C-Axis-Aligned-Crystalline)- InGaZnO 薄膜を成膜した。成膜には InGaZnO(In:Ga:Zn=1:1:5)のターゲットを使用した。InGaZnO 薄膜を 1200℃の熱処理を行い単結晶化させ、図 1(b)に示すように InO_2^- 層と $\text{GaO}^+(\text{ZnO})_3$ 層が交互に整列している単結晶 InGaZnO 薄膜を得た。XRD 測定と In 層間距離から求めた c 軸長から薄膜が $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_3$ であることを確認した。フォトリソマスクを使用してパターンニングを行い、InGaZnO 薄膜をアイランド形状に加工して $L/W=50\mu\text{m}/200\mu\text{m}$ のトランジスタを作製した。図 1(d)に示す $I_{\text{DS}}-V_{\text{DS}}$ 特性では $V_{\text{G}}=10\text{V}$ におけるオン電流は 0.10mA であり、また、電界効果移動度は $7.5\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ であった。講演当日は CAAC- InGaZnO トランジスタとの比較についても議論を行う。

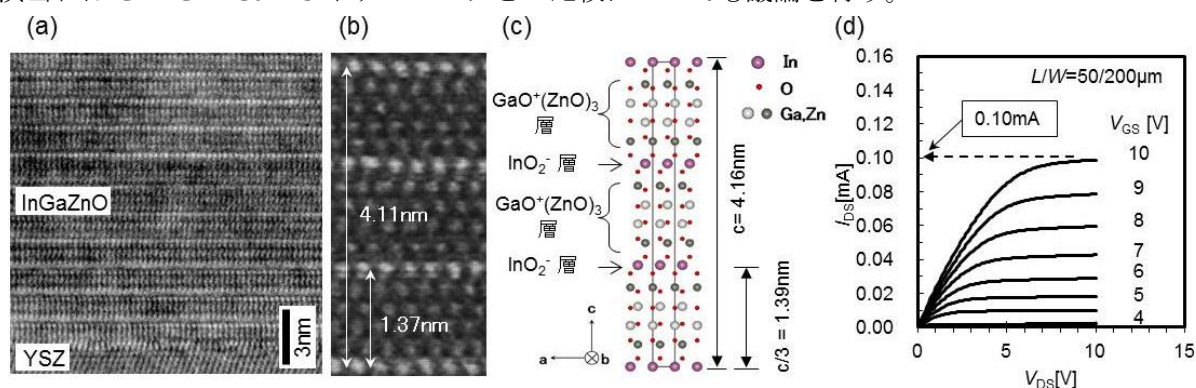


図 1. (a) 単結晶 InGaZnO 薄膜の断面 TEM 像, (b) HAADF-STEM 像, (c) $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_3$ の結晶構造の模式図, (d) 単結晶 InGaZnO で作製したトランジスタの $I_{\text{DS}}-V_{\text{DS}}$ 特性

[1] N. Kimizuka et al., J. Solid State Chem. **60**, 382 (1985). [2] K. Nomura et al., Science **300**, 1269 (2003).
[3] K. Nomura et al., Appl. Phys. Lett. **85**, 1993 (2004). [4] Y. Kang et al., Appl. Phys. Lett. **102**, 152104 (2013).