

結晶性酸化物半導体の組成評価と FET 特性

Composition analysis and FET characteristics of Crystalline Oxide Semiconductor

株式会社半導体エネルギー研究所

岡崎 健一、生内 俊光、保坂 泰靖、山崎 舜平

Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.

K. Okazaki, T. Obonai, Y. Hosaka, and S. Yamazaki

E-mail:ko0600@sel.co.jp

結晶性酸化物半導体（Oxide Semiconductor：OS）を用いた電子デバイスは注目されており、活発な研究開発が行われている。OSを用いたディスプレイは、TVやスマートフォンの様々な商品に用いられ広がりを見せている。以前より、我々はこのようなトランジスタ製品に採用可能なものとして、結晶性 IGZO を用いる事により、高い安定性を得ることが出来ることを報告している。結晶性 IGZO の種類としては、c 軸配向性結晶（c-axis aligned crystal：CAAC）IGZO とナノサイズの結晶成分を持つナノクリスタル（nano-crystalline）IGZO の報告を行っている。また、In:Ga:Zn=1:1:1 の IGZO(IGZO(111))膜において、膜組成に着目した評価により、より高い FET 駆動能力を有する OS 膜では、コンポジットのような状態であることが示唆される結果を得ている。これらは結晶とアモルファスの間の新しい境界領域の材料であるとの指摘もある[1]。OS 膜の分類に関してまとめたのを表 1 に示す。今回、以前評価を行った膜中の組成に着目した評価に関して、IGZO(111)ではなく In がより多い組成で行った。

IGZO 膜は、AC スパッタを用い、酸素流量比（O₂/（Ar+O₂））は 10%と設定し、室温で成膜を行った。得られた膜に対し、STEM 観察した領域に対して複数の箇所を選択し、EDX 分析を行い In, Ga, Zn の組成比を調べた結果、In の EDX マップにおいて、In が多い領域と In が少ない領域とでは組成比が大きく異なることが確認できた。Zn はいずれの箇所でも同程度全体的に存在するが、In が多い領域と少ない領域とでは、In を主とする成分と Ga を主とする成分とが互いに分離して存在していることがわかった。このことから、ターゲットレベルでは等質的な IGZO 化合物を用いても、成膜中に Ar でスパッタされることにより膜では、組成成分が偏在しており、コンポジット（複合化合物）といえる構成に近いのではないかと考える。

Table 1. OS 膜の分類

Amorphous	Crystalline Oxide	Crystal
completely amorphous ¹⁾²⁾	新しい境界領域 • CAAC ³⁾ • nc ⁴⁾ • CAC ⁵⁾ exclude single crystal and poly crystal	• single crystal ⁶⁾⁷⁾⁸⁾ • poly crystal
1) K. Nomura et al. Nature 432 (2004) 488. 2) T. Kamiya et al., IDW2013 Proceedings AM2-5L	3) S. Yamazaki et al., J. Soc. Info. Disp. 22, 5567 (2014). 4) S. Ito et al., Proc. AM-FPD'13 Tech. Deg. Pap., 2013, p.151. 5) S. Yamazaki et al., Jpn. J. Appl. Phys. 55, 115504 (2016).	6) N. Kimizuka and T. Mohri, J. Solid State Chem. 60, 382 (1985). 7) M. Nakamura, N. Kimizuka, and T. Mohri, J. Solid State Chem. 93, 298 (1991). 8) Y. Yamada et al. Jpn. J. Appl. Phys. 53, 091102 (2014)

[1]Y. Waseda et al., Mater. Trans. 11, 1691 (2018)