

Indium Gallium Zinc Oxide(CAAC/CAC-OS)の発見とその応用 Discovery of Indium Gallium Zinc Oxide (CAAC/CAC-OS) and Application

株式会社半導体エネルギー研究所 山崎 舜平

Semiconductor Energy Laboratory Co. Ltd., Shunpei Yamazaki

E-mail: yamazaki@sel.co.jp

半導体エネルギー研究所では、これまで CAAC-OS 特有の物性を用いた特長的なアプリケーションに関する研究を行ってきた。それらの研究結果は 2017 年に出版された CAAC-OS に関する 3 冊の書籍に記されている[1]。また、近年は酸化物半導体の複合材料(composite)構成を見出し、これを CAC-OS (Cloud-Aligned Composite oxide semiconductor)と名付けた[2]。

CAC-OS 膜の成膜では、多結晶 IGZO ターゲットを Ar でスパッタした際に Ga 粒子(融点 29.8°C)とその他の原子が遊離する特性を利用して、代表的にはターゲットの組成比を In:Ga:Zn = 4:2:3~4.1 の割合とする。その薄膜を高分解能の EDX マッピングを用いて分析すると、InZnOx を主成分とする領域(In-rich)と GaZnOx または InGaZnOx を主成分とする領域(In-poor)が 2-3nm のサイズで相分離したコンポジット構造が観察され、局所的に成分比が不均一になっていた(図 1)。

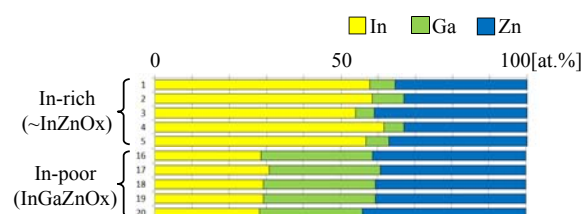


Fig.1 EDX quantitative analysis in each area

CAC-OS を用いた FET の特性を調査した結果、40~50 cm²/V·s の電界効果移動度が得られた。また、In:Ga:Zn = 4:2:3~4.1 の概略割合を

In および Zn 過剰にすることで TGSA 構造の OS FET は、103 cm²/V·s という極めて高い電界効果移動度を示した(図 2)。

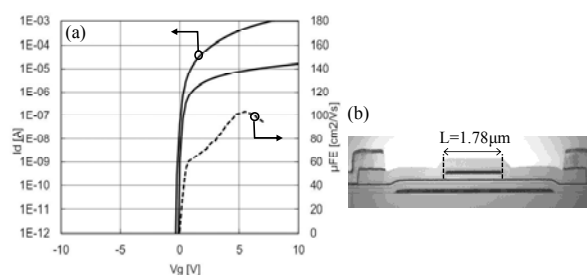


Fig.2 (a)TGSA type OS-FET characteristics using CAC-OS(measurement condition: Vd=0.1V, 20V, Vs=0V(COMMON)), (b) Cross sectional view (channel length)

CAC-OS FET は電界効果移動度が高いだけでなく優れた on/off 比をも示すことから、OS LSI への応用も試みており、60nm ノードでの量産試作ラインが始動している[3]。また、FPGA、GPU、DRAM 等への応用に対しても有効であり、さらに最近は画像エンジン、AI(Artificial Intelligence)、DNN(Deep Neural Network)を視野に入れた新産業への応用を行っている。

[1] *Physics and Technology of Crystalline Oxide Semiconductor CAAC-IGZO*, 3vols. (John Wiley & Sons, 2017)

[2] S. Yamazaki *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 55, 115504 (2016)

[3] T. Onuki *et al.*, VLSI Circuits Dig. Tech. Papers, p.124-125(2016)