

非晶質酸化物半導体ヘテロ接合におけるキャリア輸送特性

Carrier transport properties in oxide semiconductor heterojunction channel

高知工大¹, ナノテクノロジー研究センター², ◯是友 大地¹, 古田 守^{1,2},

Kochi Univ. of Tech.¹, Center for Nanotech. Research Inst.², ◯Daichi Koretomo¹, Mamoru Furuta²,

E-mail: 216003c@gs.kochi-tech.ac.jp

【概要】 In-Ga-Zn-O(IGZO)に代表される酸化物半導体は非晶質材料でありながら高い移動度を示すため、薄膜トランジスタ (TFT) の活性層として注目されている[1]。酸化物半導体の移動度向上手法として、高移動度元素の増大、かつキャリア抑制元素を減少させるという組成の最適化が挙げられる。しかし、この材料設計指針では欠陥準位が生成されやすく、TFT の信頼性が悪化するという課題がある (移動度と信頼性のトレードオフ)。我々は組成の異なる2種類のIGZOを用いた非晶質ヘテロ接合IGZO TFTによって、高移動度と高信頼性の両立に成功している[2]。本研究では、IGZOヘテロ接合TFTにおけるチャンネル膜厚がキャリア輸送特性・トランジスタ特性に及ぼす影響を調査した。

【実験方法】 デバイスシミュレーション (Silvaco, ATLAS) を用いてヘテロ接合チャンネルの膜厚がトランジスタ特性に及ぼす影響を検討した。Fig.1 にヘテロ接合チャンネルの断面図を示す。下層と上層IGZOの電界効果移動度 (μ_{FE}) はそれぞれ ~ 10 と ~ 20 $\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ であり、下層膜厚を2.5~10 nmの間で変化させた。IGZOヘテロ界面における伝導帯下端のポテンシャル障壁 (ΔE_C) は0.39 eVである[2]。

【実験結果】 Fig.1 (a)に下層IGZOの膜厚を2.5~10 nmの間で変化させたトランジスタ特性 (シミュレーション) を示す。下層膜厚の変化による閾値電圧やS値に大きな変化はみられなかった。一方で、高ゲート電圧印加時 ($V_{GS} \sim 20$ V) のドレイン電流値に差が得られており、下層膜厚が増大するに従い μ_{FE} が増大する傾向を示した。その結果、下層2.5 nmのTFTの μ_{FE} は下層10 nmのTFTと比較して約2倍高い値を示している。移動度向上メカニズムを明らかにするためにIGZO/ゲート絶縁膜界面およびヘテロチャンネル界面の伝導帯下端のエネルギーを抽出した。その結果、下層膜厚によってIGZO/ゲート絶縁膜界面の伝導帯下端のエネルギーが変化し、キャリア輸送経路が変化している事を明らかにした。当日は、実際に作製したTFT特性と組み合わせた詳細な解析について報告する。

【参考文献】 [1] K. Nomura *et al.*, Nature. **432** (2004). [2] M. Furuta, Jpn. J. Appl. Phys. (2019).

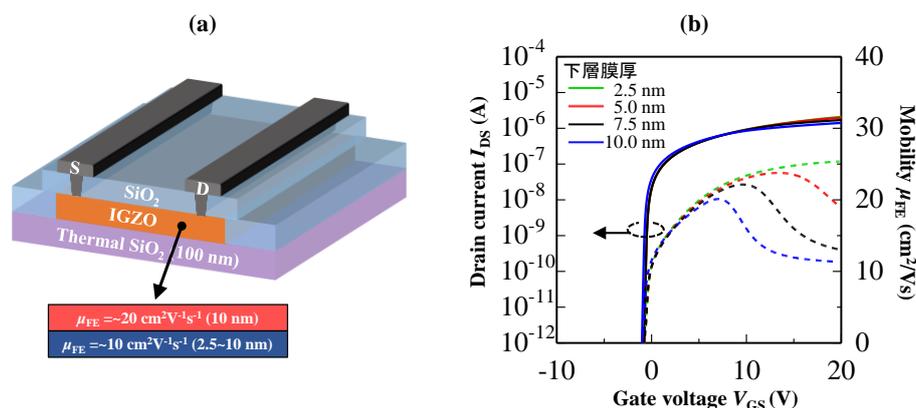


Fig. 1. (a) Schematic structure of heterojunction channel.

(b) bottom-channel thickness dependence of transfer characteristics of the heterojunction IGZO TFT (drain voltage: $V_d=0.1$ V).