

ヘテロ接合チャンネルによる In-Ga-Zn-O 薄膜トランジスタの高移動度・高信頼性化

Heterojunction channel for enhancing performance and reliability of IGZO TFTs

高知工大 大学院¹, 高知工大 ナノ研²

◦古田 守^{1,2}, 是友 大地¹, S G Mehadi Aman¹, 曲 勇作¹

Graduate School of Eng.¹ and Center for Nanotechnology², Kochi Univ. of Technol.,

◦Mamoru Furuta¹, D. Koretomo¹, S. Aman¹, Y. Magari¹

E-mail: furuta.mamoru@kochi-tech.ac.jp

酸化物半導体 In-Ga-Zn-O 薄膜材料トランジスタ(IGZO TFT)は、非晶質シリコン TFT に比較して 10 倍以上の電子移動度、優れた大面積均一性と信頼性、極低リーク電流といった特徴から次世代ディスプレイの駆動素子として注目されている。代表的な組成である IGZO-111 (In:Ga:Zn=1:1:1 atom%) TFT の電界効果移動度($\mu_e \sim 10 \text{cm}^2/\text{Vs}$)は、非晶質 Si TFT の 10 倍以上ではあるが、多結晶 Si TFT の 1/10 以下である。このため酸化物半導体 TFT の更なる高移動度化が検討されている。単一組成(homogeneous)チャンネルにおける高移動度化アプローチとして In 組成比の増大が知られているが、キャリア抑制元素である Ga 比率の減少はキャリア濃度増大によるしきい値電圧の制御性や電圧・電流ストレス印加における信頼性に課題があり、Ga より結合解離エネルギーの大きなキャリア抑制元素を微量添加することで移動度と信頼性の両立が図れることが報告されている。¹⁾ 一方で、異種酸化物半導体の積層チャンネルにより移動度が向上することが報告されている²⁾が、そのメカニズムは明らかでない。また非晶質 IGZO/Ga₂O₃ 超格子構造において IGZO 井戸層内のエネルギー準位が量子化されることが報告されており³⁾、ヘテロ接合チャンネルが酸化物 TFT の高移動度化へのアプローチとなり得る可能性が示唆されている。

今回我々は組成の異なる二種類の IGZO を積層した type-II ヘテロ接合チャンネルを有する TFT を作製し、そのキャリア輸送特性を実験およびデバイスシミュレーションの両面から考察した。この結果より、ゲート絶縁膜との界面に IGZO-111 を用いたヘテロ接合チャンネルでは、ヘテロ接合界面のポテンシャル障壁により電子閉じ込め効果が生じ、低ゲートバイアス領域ではヘテロ接合界面にチャンネルが形成されることを明らかにした。狭バンドギャップ層に高移動度材料を用いたヘテロ接合チャンネルにより、IGZO-111 単層チャンネルに比較して、低ゲート電圧領域における電流駆動能力を大幅に向上させることが可能であることを示す。一方で、バイアスストレス信頼性に関してはゲート絶縁膜との界面が支配的であり、ゲート絶縁膜との界面に IGZO-111 を用いたヘテロ接合チャンネルでは電流駆動能力とバイアスストレス信頼性の双方を両立可能である。講演では IGZO ヘテロ接合チャンネル TFT のキャリア伝導とバイアスストレス信頼性の支配要因に関して議論する。

参考文献

1) T. Kizu *et al.*, Appl. Phys. Lett. **104**, 152103 (2014)

2) S. Kim, *et al.*, 2008 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM2008), pp.1-4

3) K. Abe *et al.*, Phys. Rev. B **86**, 081202(R) (2012)