

トップゲート効果を活用した a-InGaZnO TFT pH センサ (1)

a-InGaZnO TFT pH sensors utilizing top-gate effects (1)

NLT テクノロジー(株)¹, 山形県工業技術センター² °竹知 和重¹, 田邊 浩¹,

岩松 新之輔², 矢作 徹², 阿部 泰², 小林 誠也²

NLT Technologies, Ltd.¹, Yamagata Research Institute of Technology²,

°Kazushige Takechi¹, Hiroshi Tanabe¹,

Shinnosuke Iwamatsu², Toru Yahagi², Yutaka Abe², and Seiya Kobayashi²

E-mail: k-takechi@nlt-technologies.com

【はじめに】我々は、デュアルゲート構造 TFT におけるボトムゲート特性(V_{bg} - I_d)のトップゲート電圧(V_{tg})依存性を“トップゲート効果”と呼んでいる⁽¹⁾。負電界によりホール蓄積が生じ難く空乏化しやすい、バンドギャップ内の伝導帯端局在準位密度が小さい等の a-InGaZnO に特徴的な物性に起因して、a-InGaZnO TFT は従来の a-Si:H TFT に比べて著しいトップゲート効果を示す^(1,2)。このようなトップゲート効果は、ボトムゲート型 TFT において、TFT 上に発生する予期せぬ電荷により V_{th} シフトしやすくなるという課題につながる。一方で、積極的に V_{tg} を印加することにより V_{th} を任意に制御できるという回路応用上の利点にもなる⁽³⁾。我々は今回、a-InGaZnO TFT のトップゲート効果を積極的に活用して、TFT pH センサの高感度化に関する基礎検討を行った。本稿では、まず高感度化の発想のポイントについて、2 種類のトップゲート絶縁膜を有するデュアルゲート型 a-InGaZnO TFT のトップゲート効果を比較しながら議論する。

【実験及び結果】トップゲート絶縁膜(200nm)としてスパッタ TaOx 膜($\epsilon_r \sim 23$)又はスパッタ SiOx 膜($\epsilon_r \sim 4.2$)を用いた 2 種類のデュアルゲート a-InGaZnO TFT を熱酸化膜(200nm)付き Si ウエハ上に作製した。これらの TFT のトップゲート効果の測定結果を Fig. 1(a), (b)に示す。 V_{tg} 変化に対する V_{th} シフトの割合は、TaOx 膜の場合の方が 4 倍程度大きいことが分かる。これは、ボトム・トップゲート電界のカップリングを表す下記の完全空乏モデル式(1)の予測とおおよそ合致している^(2,4)。

$$\frac{dV_{th}}{dV_{tg}} = -\frac{C_{IGZO}C_t}{C_b(C_{IGZO} + C_t)} \quad (\text{Cb:ボトム容量、Ct:トップ容量、} C_{IGZO}: \text{InGaZnO 空乏容量}) \quad \dots(1)$$

【まとめ】ボトムゲート型 a-InGaZnO TFT の pH センサ応用を考えた場合、 V_{tg} を変化させるということは、センシング対象溶液の pH を変化させて、溶液/トップゲート絶縁膜界面での電気二重層電位差を変化させることに対応する。従って本実験結果は、トップゲート絶縁膜に高誘電率の TaOx を用い高容量化することで、SiOx の場合に比べて pH 変化に対する V_{th} シフト量を大きくできる、即ち、センシング感度を向上できることを示唆している。

(1)K. Takechi, et al., Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 104201, (2)K. Takechi, et al., IEEE Trans. Electron Devices **56** (2009) 2027, (3)L.-S. Chou, et al., SID 2012 DIGEST 768, (4)K. Abe, et al., IEEE Trans. Electron Devices **59** (2012) 1928

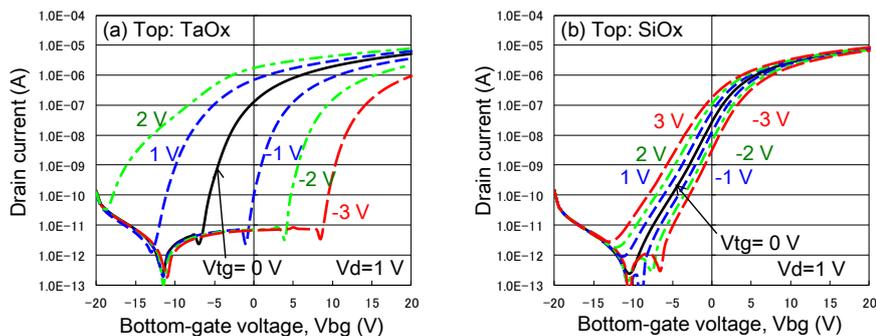


Fig.1 Top-gate effects in a-InGaZnO TFTs having (a) TaOx top insulator and (b) SiOx top insulator