

## トップゲート効果を活用した a-InGaZnO TFT pH センサ (2)

### a-InGaZnO TFT pH sensors utilizing top-gate effects (2)

NLT テクノロジー (株)<sup>1</sup>, 山形県工業技術センター<sup>2</sup> °竹知 和重<sup>1</sup>, 田邊 浩<sup>1</sup>,  
岩松 新之輔<sup>2</sup>, 矢作 徹<sup>2</sup>, 阿部 泰<sup>2</sup>, 小林 誠也<sup>2</sup>

NLT Technologies, Ltd.<sup>1</sup>, Yamagata Research Institute of Technology<sup>2</sup>,

°Kazushige Takechi<sup>1</sup>, Hiroshi Tanabe<sup>1</sup>,

Shinnosuke Iwamatsu<sup>2</sup>, Toru Yahagi<sup>2</sup>, Yutaka Abe<sup>2</sup>, and Seiya Kobayashi<sup>2</sup>

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

【はじめに】前稿では、トップゲート効果の解析を通じて、ボトムゲート型 a-InGaZnO TFT の pH センサ応用において、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、センシング感度を向上できる可能性があることを示した。この可能性検証を目的に、a-InGaZnO TFT を用いてセンサ素子を試作し pH 感度を測定した。

【実験及び結果】TaOx 又は SiOx をイオン感応絶縁膜(トップゲート絶縁膜)に用いたボトムゲート型 a-InGaZnO TFT センサを試作し、Fig. 1(a)に示すような測定系で pH センシングを行った。センシング溶液として、pH 値が 3~8 の McIlvaine 緩衝液を用いた。従来のイオンセンシティブ FET (ISFET)においては、参照電極電圧-Id 特性の Vth シフトからセンシングするのに対し、本測定系ではトップゲート効果を活用するために Vbg-Id 特性の Vth シフトからセンシングする点がポイントである(参照電極はアース電位)。Fig. 1(b)に TaOx サンプルでの測定結果を示す。pH センシング感度として 180 mV/pH 程度の値が得られた。SiOx サンプルで同様な測定を行ったところ、感度は 40 mV/pH 程度であった。従来の ISFET 測定系では、電気化学のネルンスト理論により、59 mV/pH のセンシング感度限界が予測されている。一方本測定系の TaOx サンプルでは、その理論限界よりも高い感度が得られた。今回の結果は、決してネルンスト理論と矛盾しているわけではなく、ネルンスト理論(式(2))に従って pH 緩衝液/TaOx 界面に発生した電気二重層電位差(Fig. 1(a)中の  $V_{edl}$ )が、トップゲート絶縁膜・空乏 a-InGaZnO とボトムゲート絶縁膜とのカップリング容量比で“増幅”されたトップゲート効果(前稿の式(1)と式(2)から得られる式(3))によるものであると考えられている(TaOx サンプル：容量比=3.70、SiOx サンプル：容量比=0.92)<sup>(1-3)</sup>。

$$\frac{dV_{ig}}{dpH} = \frac{dV_{edl}}{dpH} = -59(mV/pH) \quad \dots(2)$$

$$\frac{dV_{th}}{dpH} = 59 \frac{C_{IGZO} C_t}{C_b(C_{IGZO} + C_t)} (mV/pH) \quad \dots(3)$$

【まとめ】a-InGaZnO TFT pH センサにおいて、ボトムゲート絶縁膜に対してイオン感応絶縁膜を高容量化し、Vbg-Id 特性の Vth シフトを活用することで高感度化できる可能性があることをデュアルゲート TFT 解析と実際のセンシング実験により示した。これは、a-InGaZnO ならではの物性の特徴と、それらの特徴が元となる a-InGaZnO TFT のトップゲート効果に起因すると考えられる。(1, 2) K. Takechi, et al., submitted to Jpn. J. Appl. Phys. and ECS Journal of Solid State Science and Technology. (3) H.-J. Jang, et al., Sensors and Actuators **B181** (2013) 880.

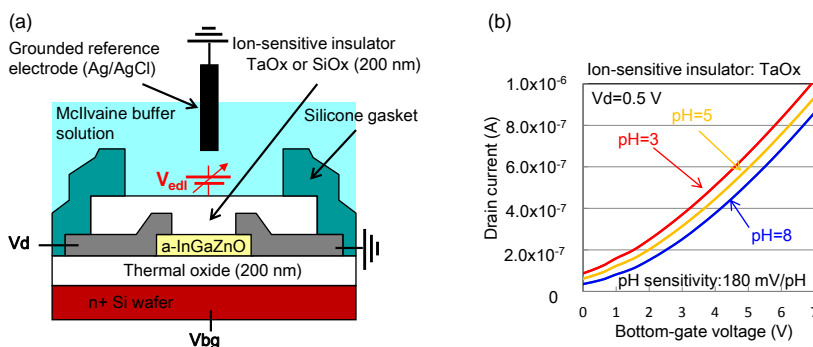


Fig. 1 (a) pH sensing system with a-InGaZnO TFT and (b) sensing result for TaOx ion-sensitive insulator