

水素の影響による酸化亜鉛スズ(ZnSnO:ZTO)薄膜トランジスタの電気特性変化 Influence Hydrogen on Electrical Properties of Zinc Tin Oxide (ZTO) Thin-Film Transistor

○竹之内良太¹、戸田達也¹、石井林太郎³、高橋広己³、王大鵬^{1,2}、古田守^{1,2}

(1. 高知工大, 2. 総研, 3. 三井金属鉱業株式会社)

○Ryota Takenouchi¹, Tatsuya Toda¹, Rintaro Ishii², Hiroki Takahashi², Dapeng Wang^{1,2}
and Mamoru Furuta^{1,2}

(1. Kochi Univ. of Tech., 2. Center for Nanotechnology

3. MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD.)

E-mail: 185008d@gs.kochi-tech.ac.jp

【概要】

In-Ga-Zn-O(IGZO)に代表される非晶質酸化物半導体は、高い電界効果移動度・大面積均一性に優れることから、薄膜トランジスタ(TFT)のチャンネル材料として期待されている[1]。しかしながら、レアメタル(In, Ga)は原産国が限られ、埋蔵量も少ないため、価格高騰などの供給リスクを抱えている。そこで、レアメタルフリー材料である酸化亜鉛スズ(ZnSnO:ZTO)をチャンネルに用いたTFTの作製を行った。また、我々は、IGZO TFTにおいて、エッチストップ層(ES)層成膜条件によりIGZO中の水素濃度が変化し、TFT特性や信頼性が変化することを報告している[2]。そこで、水素が、ZTO TFTの特性に与える影響に関して研究を行った。

【実験】

本研究ではFig. 1に示す、ES層を有するボトムゲート型ZTO TFTを作製した。ES層にはシラン(SiH₄)・亜酸化窒素(N₂O)・窒素(N₂)を原料ガスとした、プラズマ支援化学気相堆積(PE-CVD)法により成膜した酸化シリコン(SiO_x)膜を用いた。ZTOチャンネル中の水素濃度がTFT特性に及ぼす影響を調べるため、ES層成膜時のSiH₄ガス分圧(P[SiH₄])を変化させたTFTを作製し、特性評価を行った。

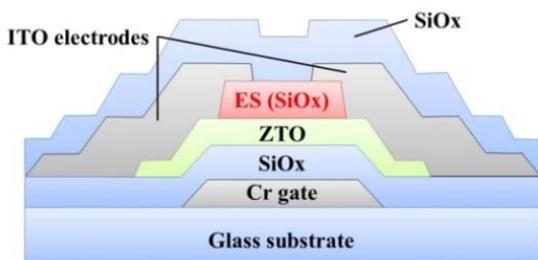


Fig. 1. A schematic cross-sectional view of ZTO TFT with an etch-stopper (ES) layer.

【結果・考察】

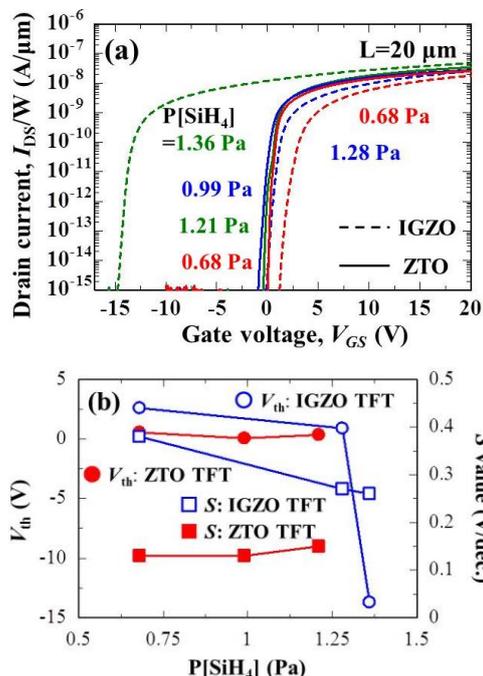
Fig. 2(a)はそれぞれP[SiH₄] = 0.68, 1.28, 1.36 Paのガス分圧で成膜したES層膜を用いたIGZO TFTの伝達特性と、P[SiH₄] = 0.68, 0.99, 1.21 Paで成膜したES層膜を用いたZTO TFTの伝達特性を示しものである。また、Fig. 2(b)はFig. 2(a)の伝達特性におけるしきい値(V_{th})とSubthreshold swing(S)値を比較したものである。

IGZO TFTでは、P[SiH₄]が0.68から1.36 Paへと増大するに従い、V_{th}が2.6 Vから-13.6 Vへと急激に負シフトする。水素はIGZOに対し

ドナーとして働くことが報告されており[3]、P[SiH₄]の増大に伴うV_{th}の負シフトは、水素拡散によるキャリア密度の増加に起因していると考えられる。一方、S値の向上は、拡散した水素によるIGZO中の電子トラップのパッシベーション効果であると考えられる。

一方で、ZTO TFTでは、IGZO TFTと比較してS値が小さいことから、ZTO膜中の欠陥密度が小さいと考えられる。また、P[SiH₄]が0.68から1.21 Paへの範囲では、伝達特性変化がほとんど見られないことから、チャンネル中水素量が特性に与える影響はIGZOと比較して小さいと考えられる。

今後、より高いP[SiH₄]で成膜したES層を用いたZTO TFTを作製し、電気特性の評価を行うと同時に、SIMSによるIGZOとZTO中の水



素の定量評価を行い当日報告予定である。

Fig. 2.(a) Transfer characteristics of a-IGZO and ZTO TFTs with ES layer deposited at different P[SiH₄].

(b) Variations of V_{th} and S value of the ZTO and IGZO TFTs as a function of P[SiH₄].

参考文献

- [1] K. Nomura *et al.*, Nature **432** (2004) p.488.
- [2] Tatsuya Toda *et al.*, IEEE Trans. Electron Devices, vol. 61, No. 41 (2014) p.3762
- [3] Y. Hanyuet *et al.*, Appl. Phys. Lett. **103** (2013) p.202114.