

塗布型 a-InZnO 薄膜トランジスタに向けた銀ナノペーストの印刷適性

Solution-Processed Metal Oxide Thin-Film Transistor with Printed-Silver Electrode

○浦川 哲^{1,2}, 石河 泰明¹, 長田 至弘¹, 藤井 茉実¹, 浦岡 行治¹○Satoshi Urakawa^{1,2}, Yasuaki Ishikawa¹, Yukihiro Osada¹, Mami Fujii¹, and Yukiharu Uraoka¹Nara Institute of Science and Technology¹, JSPS Research Fellow²

E-mail: u-satoshi@ms.naist.jp

【はじめに】 近年、電子情報端末のウェアラブル化を可能とするために、スイッチング素子である薄膜トランジスタ (TFT) の柔軟性や、低コストを追求したプリント化に多くの注目が集められている。本研究では、そのチャネル材料として透明酸化物半導体 (TAOS) に着目し、その TAOS TFT のプリント形成を試みた。本報告では a-InZnO (IZO) 半導体と銀ペースト電極を用いてボトムゲート型トップコンタクト構造における上層 2 層をプリント化し、特性評価を行った。

銀材料はナノインクやナノペースト材料としてプリント法に必要な低抵抗金属材料である。しかしながらこれまでの報告では、スパッタ法で作製した銀電極は TAOS との界面で高抵抗領域を形成し電流値を減少させることが報告されている。そのため、TAOS である IZO とスパッタ銀および銀ペーストとの界面評価を行うことで、TAOS と銀の印刷適性を評価した。

【素子構造】 ボトムゲート型 TFT におけるゲート電極とゲート絶縁膜はスパッタ法による Mo (50 nm) と化学気相堆積法による SiO_x (80 nm) をそれぞれ用いた。その後、IZO 前駆体をスピンコーティング法により作製し、300°C で 1 時間の焼成を行うことで IZO 層を形成した。さらに上部ソース・ドレイン電極には、スクリーンプリント法による銀ペースト電極を形成し、180°C で 20 分の焼成を行って IZO TFT を作製した。

【結果・考察】 銀ペーストを用いて作製した IZO TFT および TEM (透過型電子顕微鏡) 像による断面構造を Figure 1 (a, b) に示す。TEM 像では銀ペーストおよびスパッタ銀電極による IZO 界面の状態をそれぞれ示している。TEM 像から判る通りスパッタ銀電極は IZO 界面において約 5 nm の酸化銀中間層が確認できるが、プリント銀ではその中間層は見られない。これまで報告されてきた銀電極による電流低下は、この高抵抗な酸化銀中間層に起因すると考えられる。

さらに、Figure 2 にはそれぞれの銀電極とスパッタチタン電極を用いた TFT の $I_{DS}-V_{GS}$ 特性を示す。プリント銀による IZO TFT は明確なスイッチング特性を示し、その On/Off 比は最大で 6.0, その他の値については $S.S. = 450 \text{ mV/dec.}$, $V_{th} = 3.2 \text{ V}$, $V_{on} = -4.9 \text{ V}$, $\mu_{sat} = 1.0 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であった。ここでオン電流はチタン電極が最も高く、スパッタ銀は約一桁オン電流が低下している。その接触抵抗 $R_{C_Ti} = 22.8 \text{ k}\Omega$, $R_{C_pri_Ag} = 25.3 \text{ k}\Omega$, $R_{C_sput_Ag} > 100 \text{ k}\Omega$ であり、この事からも銀ペースト電極はスパッタ銀に比べてより低抵抗な界面状態を持つ事が判る。しかしながら、IZO と近い仕事関数 ϕ を持つチタン ($\phi = 4.45 \text{ eV}$) と比べて $\phi = 4.92 \text{ eV}$ の銀ペーストは、その仕事関数差からチタンに比べて電流値が減少しており、今後さらなるプロセス改善と最適な材料選択が重要である。

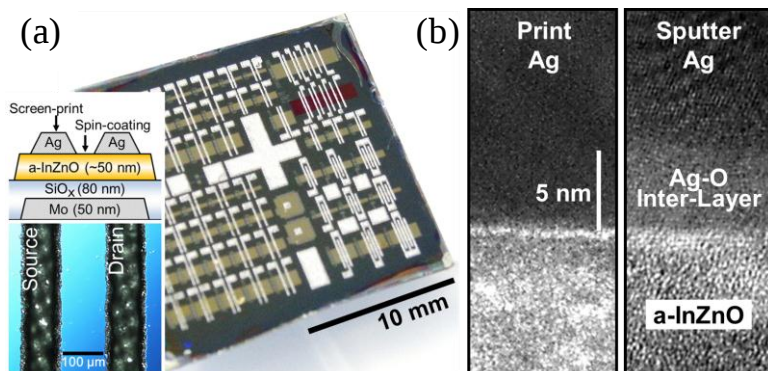


Fig. 1. (a) Printed a-InZnO TFT with Ag electrode by screen printing. (b) Cross-sectional TEM images of a-InZnO and Ag by screen printing or sputtering.

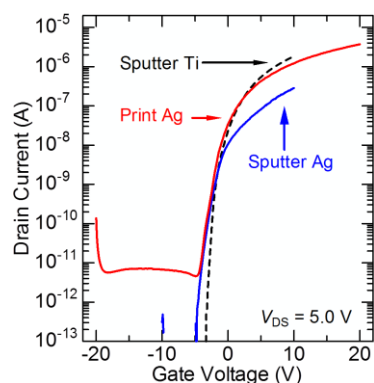


Fig. 2. $I_{DS}-V_{GS}$ curves of a-InZnO with Ti, Ag by sputter (W/L = 50/10 μm) and printed Ag (500/100 μm).