

有機 TFT のコンタクト抵抗低減に向けた銀ナノ粒子電極の端部形状の観察

Observation of electrode edge configuration using silver nanoparticle ink

for reducing contact resistance of organic TFTs

山形大院理工¹, 山形大工², 山形大 ROEL³, 小林 悠¹, 竹田 泰典¹, 関根 智仁²福田 憲二郎^{1,3}, 熊木 大介^{1,3}, 時任 静士^{1,3}Yamagata Univ.^{1,2}, Yamagata Univ. ROEL³ Yu Kobayashi¹, Yasunori Takeda¹, Tomohito Sekine²Kenjiro Fukuda^{1,3}, Daisuke Kumaki^{1,3}, Shizuo Tokito^{1,3}

E-mail: tem95012@st.yamagata-u.ac.jp

【はじめに】近年、低温（120 °C 以下）で低抵抗な導電膜が得られる銀ナノ粒子インクの開発が進んでおり、この印刷電極と有機半導体を組み合わせた集積回路に関する研究開発が活発に行われている[1]。有機薄膜トランジスタ（TFT）や集積回路を高性能化する上で、印刷電極と有機半導体の間のコンタクト抵抗の低減は非常に重要となる。これまでに、我々は、銀ナノ粒子インクを使った印刷電極のコンタクト抵抗が、電極表面の銀粒子の大きさと強く関係していることを報告している[2]。本研究では、インクジェット装置を用いて作製した銀ナノ粒子電極のコンタクト抵抗を低減するため、特に電極端部の形状に着目し、有機半導体層と電極のナノスケールでの物理的接触状態を観察した。

【実験】Fig.1 に銀ナノ粒子インクを用いてソース・ドレイン電極を形成したボトムコンタクト型有機 TFT の構造とデバイス写真を示す。ガラス基板上にゲート電極として Al を 30 nm の厚さでマスク蒸着し、メラミン樹脂を架橋剤として混合したポリビニルフェノール（PVP）を 400~500 nm の膜厚になるようスピンコート成膜し、熱架橋させることでゲート絶縁膜とした。その上に、銀ナノ粒子インク（Harima Chemical : NPS-JL）をインクジェット装置（FUJIFILM : DMP-2800）によりパターンニングした後に 120 °C~180 °C で 30 分焼成し、ソース・ドレイン電極を形成した。最後に有機半導体層としてペンタセンを真空蒸着で 50 nm 成膜した。電極端部の形状は、SEM または AFM を用いて観察した。

【結果・考察】電極焼成温度 140 °C においてオン・オフ比 10^5 以上を示し、チャネル長に依存した移動度 $0.14 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ (L: 71 μm)~ $0.06 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ (L: 6.1 μm) が得られた。Fig.2 は TLM 法を用いて求めたコンタクト抵抗と電極の焼成温度との関係を示している。電極焼成温度 120 °C 以上で $250 \text{ k}\Omega\text{cm}$ 以下のコンタクト抵抗を示したが、蒸着法で電極を作製した場合と比較して 1 桁程度高いことが分かった。Fig.3 は電極端部の SEM 像を示している。焼成温度に依存せず、端部に近いほど粒子が不連続である様子が観察されており、コンタクト抵抗が高い原因と考えられる。以上の結果から、印刷電極を用いたデバイスでは電極端部の形状制御が重要と言える。

【謝辞】本研究は NEDO の委託を受けて実施したものである。

[1] Kenjiro Fukuda et al. Organic Electronics, 13, 3296-3301 (2012).

[2] 小林悠ら 2012 年秋季 第 73 回応用物理学会学術講演会 13a-H2-4

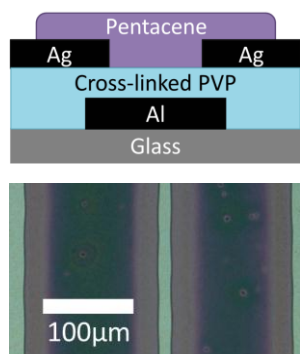


Fig.1 有機 TFT の構造とチャネル部の写真

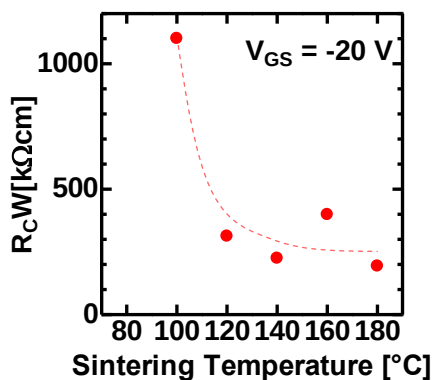


Fig.2 電極の焼成温度とコンタクト抵抗の関係

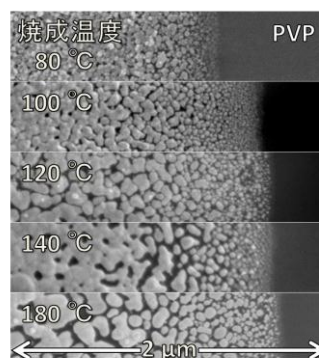


Fig.3 銀電極端部の SEM 像