フィルム基板上に作製した印刷銅電極を有する有機トランジスタ

Organic transistors with printed copper electrodes fabricated on film substrate

[1] 山形大 ROEL, [2] 東ソー株式会社
○松浦 陽 [1], 熊木 大介 [1], 福田 貴 [2], 時任 静士 [1]
[1]Yamagata Univ. ROEL, [2]TOSOH Corporation
○You Matsuura[1], Daisuke Kumaki[1], Takashi Fukuda[2], Shizuo Tokito[1]
E-mail: tnh54719@st.yamagata-u.ac.jp

【はじめに】

我々はこれまでに、インクジェット印刷された銅ナノ粒子を光焼成法により大気中で低抵抗化し、印刷型有機トランジスタのソース・ドレイン電極へ応用することを検討してきた[1]。熱焼成では銅ナノ粒子の焼結に 300 ℃程度の高温が必要となるが、光焼成では銅ナノ粒子のみを選択的に加熱するため、フィルム基板上に銅配線を形成することが可能である[2]。本研究では、光照射の条件を制御し、フィルム基板上へ印刷銅電極を形成する条件を最適化することで、ガラス基板上に作製したものと同等のトランジスタ特性を得ることに成功したので報告する。

【実験方法】

Fig. 1 (a)、(b)にトップゲート・ボトムコンタクト型有機トランジスタの構造と、フィルム基板上に 8×8 素子の有機トランジスタをアレイ化したデバイス写真を示した。ポリイミドフィルム（宇部興産製）上にソース・ドレイン電極として銅ナノ粒子インク（石原ケミカル製）をインクジェット印刷し、2.1 J/cm^2 と 5.7 J/cm^2 の照射エネルギーで光焼成した。有機半導体とのエネルギー障壁を低減するため印刷銅電極の表面をチオール分子で修飾した後、隔壁層として Teflon と有機半導体層として DTBDT-C_6（東ソー製）／Poly-TPD 混合溶液をそれぞれディスペンサ印刷した。CVD 成膜した Parylene を絶縁膜とし、その上に銀ナノ粒子インク（フューチャーインク製）をインクジェット印刷しゲート電極とした。

【結果と考察】

Fig. 1 (c) に焼成条件の異なる印刷銅電極を有する有機トランジスタの伝達特性を比較した結果を示した。光焼成後の印刷銅電極の体積抵抗率は、2.1 J/cm^2 では 22 μΩcm であったのに対し、5.7 J/cm^2 では 6.7 μΩcm まで低下した。しかしながら、有機トランジスタの特性は、Fig. 1 (c)に示されるように、照射エネルギーが低い印刷銅電極を用いた方が 1 桁以上高いオン電流が得られることが分かった。各素子の電界効果移動度は 5.7 J/cm^2 では 0.10 cm^2/Vs、2.1 J/cm^2 では 0.54 cm^2/Vs で、低い照射エネルギーで焼成したデバイスが非常に優れた特性を示した。照射エネルギーを抑えることで、銅ナノ粒子の焼結に伴う電極近傍やポリイミドフィルム基材への熱ダメージが抑えられたためだと考えられる。当日は、照射エネルギーとトランジスタ特性との関係について、より詳細な解析結果を含めて報告する。

【謝辞】銅ナノ粒子インクを提供頂いた石原ケミカル株式会社に感謝申し上げます。

[1] Shohei, Norita, et al. Organic Electronics, 25, 131-134 (2015)
[2] Hyun-Jun Hwang, et al. Scientific Reports, 6 (2016)

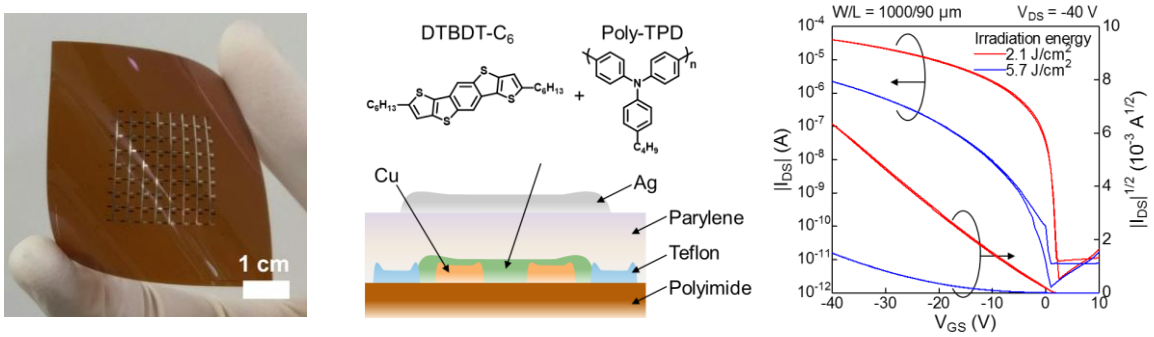

Fig. 1 (a) Photo, (b) device structure and (c) transfer characteristics of fabricated organic transistors.