

均一な特性を有する印刷型有機トランジスタの集積回路応用

Application of printed organic transistors with uniform performance to integrated circuits

山形大院理工[○]福田 憲二郎, 熊木 大介, 時任 静士Yamagata Univ.,[○] Kenjiro Fukuda, Daisuke Kumaki, Shizuo Tokito

E-mail: fukuda@yz.yamagata-u.ac.jp

【はじめに】一般に、印刷型有機薄膜トランジスタ(TFT)は蒸着型に比べて性能のばらつきが大きいという大きな問題を抱えるため、集積回路等への応用が制限される。我々は前回、新しいタイプの低分子有機半導体を用いることで、基板内で均一な特性を有する印刷型有機 TFT アレイが実現できることを報告した[1]。今回は、この均一性を利用することで差動増幅回路等の集積回路の実現に成功したので報告する。

【実験】厚み 125 μm の PEN フィルム上にフッ素系高分子絶縁材料をスピコートにより成膜し、プラズマ処理(100 W 1 min)を行い下地層とした。ゲート電極には水系溶媒の銀ナノ粒子インク(JAGLT シリーズ, DIC)をインクジェットにより印刷し、湿度制御環境中で乾燥させた後[2]、120 $^{\circ}\text{C}$ で焼成を行った。絶縁膜にはパレン-C (diX-C, KISCO)を用いた。ソース・ドレイン(SD)電極には炭化水素系溶媒を使用した銀ナノ粒子インク(NPS-JL, ハリマ化成)をインクジェットにより印刷し、120 $^{\circ}\text{C}$ で焼成を行った後、ペンタフルオロベンゼンチオール(PFBT)を用いて浸漬法により電極表面修飾を行った。最後に、ジチエノベンゾチオフェン (DTBDT-C6, Fig.1a) [3]のトルエン 1wt%溶液をディスペンサ装置によって SD 電極上に成膜した。集積回路も同様に作製した。

【結果】今回作製した印刷型有機 TFT も非常に再現性良く良好な特性を示した。作製した有機 TFT の最高移動度は 1.9 cm^2/Vs 、閾値電圧は -0.16 V、オンオフ比は 2.9×10^8 、サブスレッショルドスイング値は 0.17 V/dec であった (図 1b)。また、引張応力を印加した状態での測定では、曲率半径 6.25 mm までは可逆的な変化を示すことが分かった。この有機 TFT を用いて、差動増幅回路の作製を行った(Fig.2a)。 V_{INB} を一定値に固定し、 V_{INA} を変化させた場合の入力電圧差対出力電圧差の特性を Fig.2b に示す。入力電圧差が 0 V の場合には出力電圧差も 0 V であり、良好な動作をしていることがわかる。この場合の増幅度は 11dB であり、インバータのゲインとほぼ等しい増幅特性が得られている。

【謝辞】本研究は科学技術振興機構(JST)の支援を受けて行われた。

[1] 福田ら, 応物春, 17a-PG-19 (2014). [2] K. Fukuda et al., ACS Appl. Mater. Interfaces 5, 3916 (2013).

[3] P. Gao et al., Adv. Mater. 21, 213-216 (2009).

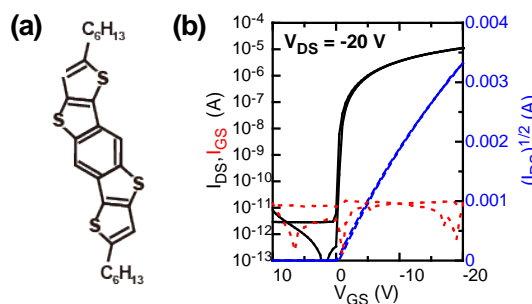


Fig.1: (a) Chemical structure of the semiconducting material used in this study. (b) A Transfer characteristics of fabricated organic transistor.

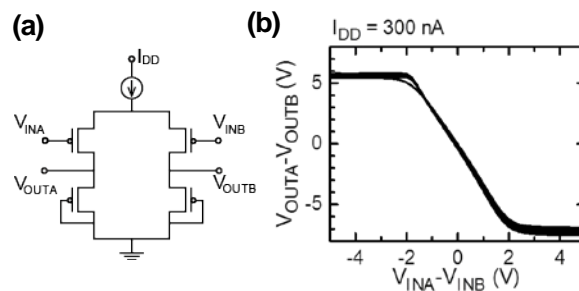


Fig.2: (a) A Circuit diagram of a differential amplifier. (b) Input-output characteristics of the amplifier.