

塗布型カーボンナノチューブを電極バッファ層とした 印刷形成有機トランジスタの作製と評価

Fabrication of solution processed organic based field effect transistors with printed source-drain electrodes with carbon nanotubes buffer layer

信州大 ○金森 暉、伊東 栄次

Shinshu Univ. ○Akira Kanamori and Eiji Itoh

E-mail : eito@shinshu-u.ac.jp

【はじめに】有機 FET は、軽量、フレキシブル、塗布成膜が可能であり、高い移動度を持つ材料も開発を受けて実用化に向けた研究が盛んに行われている。応用先としては、RF-ID タグ、センサーやディスプレイの駆動回路などが期待される。有機トランジスタの実用化において、印刷ベースの技術を用いてプラスチック基板を念頭に置いた低温プロセスが重要になる^[1-4]。本研究ではソフトリソグラフィを用いた半導体や電極のパターン化と積層化を行った。poly(dimethylsiloxane) (PDMS)上に薄膜を形成し転写することで、フォトリソグラフィや O₂ プラズマエッチング等の工程を回避できるため、下地層へのダメージを低減でき、凹凸を有するスタンプ上に成膜し転写することで μm オーダーのパターン化も可能である。こうした観点から本研究では、電極に塗布形成可能なナノ銀インクと多層カーボンナノチューブ (MWCNT) を用い、絶縁層や半導体層にも可溶性材料を用いたオール塗布での素子作製を行った。本研究では半導体に p 型の poly(3-hexylthiophene) (P3HT)に加えて n 型のフラーレン誘導体(PCBM)においても MWCNT の効果を検討した。

【実験方法】まず、ゲート電極としてガラス上の ITO を 2mm 幅にエッチングし、絶縁層として Cross-linked PVP(CL-PVP)をスピコートにより成膜した。PDMS の凸版上に離型層をコートし、ナノ銀と多層カーボンナノチューブ (MWCNT) の積層膜、単層膜、及び混合膜のいずれかをスピコートで成膜し、先の基板上にソフトリソグラフィで転写・積層した。その後、150°C以下の低温でナノ銀を焼成した後、最後に半導体層として P3HT または PCBM を積層した。測定は真空中、室温にて行った。

【結果と考察】Fig.1 に P3HT を半導体層としたボトムゲート・ボトムコンタクト (BGBC) デバイスの素子構造の電気特性を示す。Ag や Au 単独を S-D 電極とした場合に比べて MWCNT をバッファ層とした素子の特性が大きく改善されており MWCNT が正孔注入促進に効果的であることがわかる。なお、MWCNT 単独を電極とした場合も同様の傾向が得られるものの、MWCNT 自体の直列抵抗の影響がみられた。

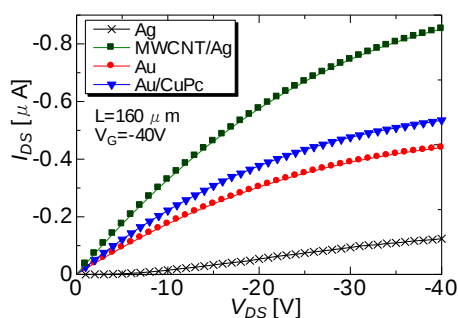


Fig. 1 The output properties of the bottom contact P3HT FETs on CL-PVP gate insulators with various S-D electrode

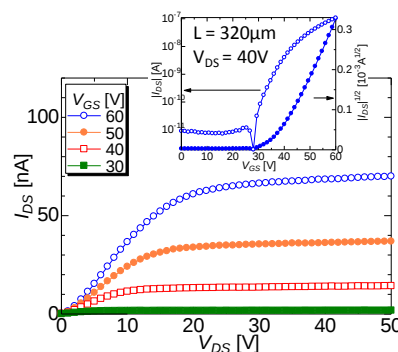


Fig.2 The output properties of bottom contact PCBM FETs on CL-PVP gate insulators with Ag;MWCNT S-D electrode

Fig. 2 には PCBM 半導体層とした BGBC デバイスの特性を示す。移動度としては、 $1.3 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であった。閾値電圧が高めであるが、MWCNT の挿入により FET 動作が得られていることがわかる。現在、PCBM の素子において電極の最適化の検討を進めており、詳細は当日報告する。

【参考文献】

- 1) E. Itoh, and R. Kanai: Jpn. J. Appl. Phys. **52** 05DB13 (2013).
- 2) R. Kanai, E. Itoh: Thin Solid Films, **554**, 127-131(2014).
- 3) T. Matumoto, J. Takeya et al., Organic Electronics **14** 2590–2595(2013).
- 4) Petert Darmawan, Takeo Minari et al., Adv. Funct. Mater., **22**, 4577–4583 (2012).
- 5) ポリマーFET の印刷製造とキャリア注入層挿入効果の検討 (金森暉, 伊藤栄次 : 応用物理学会春季学術講演会(第 62 回) 12p-P12-8 (2015)).