ポリマーFET の印刷製造とキャリア注入層の挿入効果の検討 Fabrication of polymer based field effect transistors based on printing techniques and the improvement of FET properties by the insertion of solution processable buffer layer

信州大 ○金森 暉、伊東 栄次 Shinshu Univ. **OAkira Kanamori and Eiji Itoh** E-mail: eitoh@shinshu-u.ac.jp

【はじめに】有機 FET は、軽量、フレキシブル、途布成膜が可能という特徴を持つ。最近の研究 では、アモルファス Si を超えるような移動度を持つ材料も開発され、より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用回路など が期待される。実用化において、大面積に一度に多くの素子を作製する方法や安価なプラスチッ ク基板上に低温で作製することが重要になる^[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・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 0, 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 メージを低減できる。さらに、凹凸を有するスタンプ上に成膜し転写することで um オーダーの パターン化も可能である。本研究では、電極に塗布形成可能なナノ銀インクを用いることでオー ル塗布での素子作製を行った。ただし、Agとp型半導体界面の接触抵抗が高いことから、本研究 では低減を試みた。金属/半導体界面に多層カーボンナノチューブ(MWCNT)や MoO3を塗布法 により、バッファー層として挿入して接触抵抗の低減を試みた。

【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)をスピンコートにより成膜した。PDMS の凸版上に離型層をコートし、 ナノ銀をスピンコートし乾かした後、バッファー層として MoOa や多層カーボンナノチューブ (MWCNT)をスピンコートで成膜し、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、ナノ銀を焼成するために N₂雰囲気中で 150℃、30 分間加熱を行った。最後に半導体層とし て poly(3-hexylthophene) (P3HT)を一旦スタンプ上で、ソフトリソグラフィでパターン化した後転 写した。比較のためにバッファー層のない素子も作製した。測定は真空中、室温にて行った。

【結果と考察】Fig.1 に作製したボトムゲート・ボトムコンタクト (BGBC) デバイスの素子構造 とトランスファー特性を示す。Fig.1 の青線のように、P3HT の HOMO レベルが Ag のフェルミ準 位から深い位置にあるため、注入障壁が大きく効率の良いキャリア注入が行えていない。一方、 MWCNT を挿入すると注入障壁が緩和され、Fig.1 のように、キャリア注入が改善された。

MWCNT/Ag の電極を用いた素子で、μ_{ch} は 1.9×10⁻²cm²/Vs、閾値は13V、オンオフ比は8.3×10⁴、 S値は5V/decであった。Ag電極における移動度が 大きく低下していたが、MWCNT を挿入したものは、 金電極を用いた注入障壁の小さなものと比較して も、ほぼ同等程度の移動度が得られた。また、接触 抵抗についても、 V_{gs} =-40Vの時、Agは281M Ω cm、 金電極は 2.41MΩcm、MWCNT/Ag は 0.64MΩcmとMWCNT/Agは金電極と遜 色ない値を得ることができた。依然、数 百 kΩcm オーダーと高いのは絶縁層が 800nm 程度と厚いため、チャネルにおい



10⁻⁶

Fig.1 transfer property and device structure

1) E. Itoh, and R. Kanai: Jpn. J. Appl. Phys. 52 05DB13 (2013).

2) R. Kanai, E. Itoh: Thin Solid Films (2014).

てゲート絶縁層に加わる電界が低いこと

が挙げられる。詳細は当日報告する。

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).

[【]参考文献】