極薄フォトレジストパターンをスペーサーとして利用した 有機半導体膜の無溶媒転写形成

A solvent-free transfer-printing process for organic semiconducting layers with patterned photoresist layer as a spacer

信州大·繊維<sup>1</sup>,大日精化工業<sup>2</sup>,<sup>(DC)</sup>大山 惇郎<sup>1</sup>,小熊 尚実<sup>2</sup>,平田 直毅<sup>2</sup>,市川 結<sup>1</sup>

Shinshu Univ.<sup>1</sup>, Dainichiseika Color&Chemicals Mfg. Co., Ltd.<sup>2</sup>

°(DC)Atsuro Ohyama<sup>1</sup>, Naomi Oguma<sup>2</sup>, Naoki Hirata<sup>2</sup>, Musubu Ichikawa<sup>1</sup>

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

【緒言】有機薄膜トランジスタ(OTFT)を基盤とする電子デバイスのコスト削減および大面積製造に向けて、印刷プロセスや溶液プロセスが注目を集めている。しかしこれらのプロセスは有機半導体薄膜を作製する際、塩素系溶媒を使用しており人体や環境への悪影響が危惧される.そのため近年、溶媒を用いないもしくは低環境負荷溶媒を用いるプロセスの研究が頻繁に行われ、すでに多くの成果が報告されている<sup>1)</sup>. 我々もn型有機半導体ナフタレンジイミド誘導体(NTCDI-C13)粉末を疎水性ポリイミドフィルムにより直接基板へ転写成膜するプロセスを以前、本学会にて報告した<sup>2)</sup>.本研究では、研究室で調製した平滑な表面を持つポリイミドフィルム上に極薄スペーサーを作製し、有機半導体粉末を大気および真空中で転写パターンニングすることに成功したので報告する.

【実験内容】ポリイミドフィルムはポリイミドの前駆体であるポリアミック酸溶液(宇部興産株式会社, UPIA®)をシリコン基板にスピンコート,イミド化処理後,ポリイミド被膜を基板から剥離することで 作製した.転写フィルムは SU-8 溶液をポリイミドフィルムにスピンコート,フォトリソグラフィを用 いてパターンニング,さらに CYTOP 溶液により疎水化処理することで作製した. 有機半導体活性層は NTCDI-C13 粉末 0.01 mg を転写フィルム上に付着させ、シリコン基板上に静置,融点以上の熱処理を大 気もしくは真空中にて行うことで作製した. 50 nm の金電極を転写膜上に真空蒸着しトップコンタクト 型トランジスタを作製し,転写膜の電気特性を評価した.

【実験結果】NTCDI-C13 粉末は融点以上の熱処理で溶融し, SU-8 スペーサーによって保持された数十 ~数百ナノオーダーの間隙をメニスカス力により流動した. Fig. 1 にフィルム剥離後, シリコン基板上 に転写された NTCDI-C13 転写膜を示す. 欠損が所々にみられるものの転写フィルムの形にそって均一 に薄膜がパターンニングされていることがわかる. 続いて Fig. 2 に顕微鏡画像, Fig. 3 に AFM 像をそれ ぞれ示す. Fig. 2 と Fig. 3 で見られる円形の穴が SU-8 スペーサーのために生じた欠損である. また真空 および大気中で作製した転写膜を活性層とした NTCDI-C13 デバイスは良好な n 型挙動を示し, 得られ た電子移動度は 0.1 cm<sup>2</sup>/Vs であった (Fig. 4, Fig. 5 参照). 本プロセスはほぼ転写フィルム上に全ての半 導体粉末を薄膜化させることができるため効率的であり, SU-8 スペーサーによる間隙を変えることで 膜厚を制御することも可能である. 今後, SU-8 の形状を変化させることで融液を一定方向へ流動させ, 結晶配向性やグレインサイズを制御するような展開も期待できる.



参考文献

1) M. Sakai et al. Adv. Electron. Mater. 2, 1500221 (2016). 2) A. Ohyama et al. 第 77 回応用物理学会 15a-B11-6