印刷型有機薄膜トランジスタと集積回路応用

Printed Organic Thin-Film Transistors and Integrated Circuits

山形大学 ROEL　時任 静士

Yamagata Univ. ROEL

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

分子内に広がった π 電子構造を有する有機分子は固体状態(分子集合体)で優れた発光特性や電子伝導性を示すことが知られており、シリコンを基本とした従来の分野と異なる新しい半導体の学問分野を形成している。それが有機半導体と称される分野であり、その代表的な出口が有機 EL や有機太陽電池、有機薄膜トランジスタ(TFT)です。一方、近年、従来の手法に捉われない新しい電子デバイスのものづくりが注目されている。真空環境を用いず、大気中で溶液からの塗布法や印刷法を用いた方法で、国内だけでなく、欧州や米国、アジアの各国で研究開発が精力的に進められている。なぜ、それほど注目されているのかと言うと、従来のものづくりと比較し、大幅に低コストで製造できると言った期待からである。しかし、本質は、それだけでなく、低温プロセスのため、非常に薄く柔軟、さらには伸縮可能なプラスチックフィルムが基板として使えるため、従来に無いフレキシブルあるいはストレッチャブルな電子デバイスが実現できることもある。また、印刷法そのものが、迅速かつ容易に多品種、少量生産や大面積電子デバイスの製造に適していることや、省エネルギーで CO_2 排出を抑えた低環境負荷の製造法であることも大きな特徴である。有機材料は分子が基本単位であることから低温で溶媒等に溶けやすく、溶液からの乾燥後に緻密な薄膜の形成が可能である。つまり、本質的に印刷法を用いたエレクトロニクスに適していると言える。有機半導体を活性層に用いた印刷型有機 TFT の特性はここ 10 年で大幅に向上し、その安定性や再現性も大幅に改善されている。 筆者らは長年、有機材料を活用した印刷型電子デバイスの研究を行なってきた。特に、有機 TFT とその集積化の可能性を検討し、印刷法で作製した有機 TFT がアナログ、デジタル集積回路へ応用可能であることを報告している。応用の具体的な例としては、センサとの組み合わせたセンサシステムの実現であり、この場合、両者を印刷法で基板上に一体的に作製することができる。また、フレキシブル有機 EL やセンサをアクティブ駆動するバックプレーンも注目されている応用例である。本講演では、当研究室で進めているこれら印刷型有機集積回路とその応用展開について最新成果を紹介する。

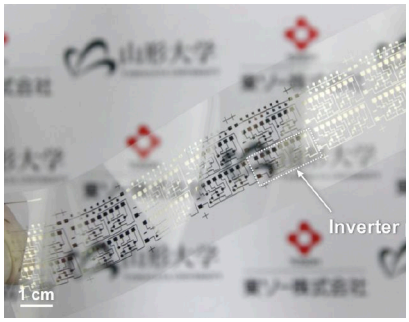

図 1 低分子有機半導体を用いた印刷型擬CMOSインバータ回路

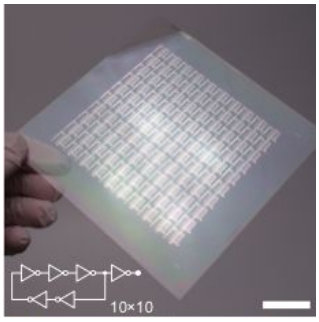

図2 高分子半導体を用いた印刷型リングオシレータ回路

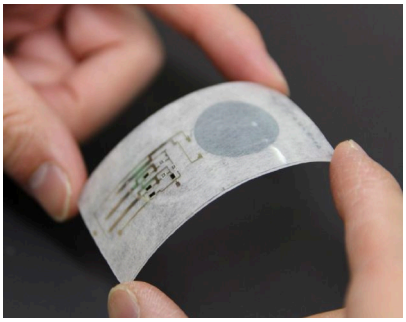

図3 印刷型有機増幅器（３段）を接続した印刷型圧電センサ

© 2020年 応用物理学会