

## 有機エレクトロニクスの進展

### Development of Organic Electronics Research

阪大院工 °大森 裕

Osaka Univ., °Yutaka Ohmori

E-mail: ohmori@oled.eei.eng.osaka-u.ac.jp

#### 1. はじめに

導電性の有機材料を用いた電子・光デバイス研究は 2000 年白川英樹博士, A. G. MacDiarmid 博士, A. J. Heeger 博士のノーベル化学賞の受賞以降急速に進展している. それまで有機材料の移動度は  $10^{-3} \sim 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  程度でシリコン半導体の移動度には何桁も及ばなかったが, 近年開発された材料では  $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  台の移動度を持つ材料が開発され, アモルファスシリコンを凌駕するものも出現している. 有機材料の特徴の一つには溶液プロセスで薄膜形成が可能であり, 有機材料の特徴を生かしたデバイス研究が行われている. 本講演では主としてポリマー材料を用いた発光ダイオード, トランジスタ研究について振り返る.

#### 2. ポリマー発光ダイオードの研究開発

1987 年に C. W. Tang 等によるアルミキノリノール錯体 ( $\text{Alq}_3$ ) を用いた有機 EL (electroluminescence) の論文が発表され, 1991 年には R. Friend 等のポリパラフェニレン (PPV) を用いた溶液プロセスによる有機 EL が報告された. ポリマー材料を用いて EL を観測した報告は 1970 年代からあるが, 発光開始電圧が数 100 V と高く, その後均一な数 10nm の薄膜が作製できるようになって初めて低電圧化が実現できるようになった. ポリマー材料の中でもフルオレン系の発光材料<sup>1)</sup>は両極性の電気伝導をもち, 発光効率も比較的高く, 共重合体の開発により発光色も多様化された.

有機 EL は高速の応答をすることから, 画像信号を有機 EL に重畳して伝送することができ情報端末の光源としても使用可能である<sup>2)</sup>.

#### 3. ポリマートランジスタの研究開発

有機トランジスタの研究は 1980 年代から有機色素材料, ポリマー材料などを用いて行われていたが, 移動度が  $10^{-5} \sim 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  と小さく, その後, 容易に結晶化する構造を持つ材料が開

発され  $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  台の移動度が実現されるようになった.

移動度の大きな材料として開発されたペンタセンも溶液プロセスから結晶性のよい薄膜が形成できるようになり, 高移動度化が達成されている. 駆動電圧を低電圧化するために電極と有機薄膜界面に単分子膜を挿入する工夫やゲート絶縁膜界面の処理技術の向上によりヒステリシスの少ない動作特性が実現される.

ポリフルオレン系の材料は両極性の電気伝導を持つことからトランジスタ構造をもつ発光素子としても作製されている. 積層構造の半導体層を形成することにより, ソースドレイン電極間で均一な面発光が実現される.

電極形成も溶液プロセスで行われており, 銀ナノインクなどの溶液プロセスで金属電極を形成することにより, オール溶液プロセスで作製した発光トランジスタが作製されている<sup>3)</sup>.

#### 4. まとめ

有機デバイスの特徴の一つに溶液プロセスで素子作製が可能な点が挙げられ, 電極形成も含めて有機発光ダイオードや有機トランジスタなどのデバイスが実現されるようになってきた. プラスチック基板を用いることにより柔軟に折り曲げることができるデバイスが実現され, またナノワイヤなどを電極に用いたフレキシブルな電子光デバイスが作製される.

参考文献: 1) Y. Ohmori, M. Uchida, K. Muro, and K. Yoshino; Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 30, pp. L1941-L1943 (1991).

2) Y. Ohmori and H. Kajii; Proceedings of IEEE, Vol. 97, pp. 1627-1636 (2009).

3) T. Yamamoto, H. Kajii, and Y. Ohmori; Organic Electronics, Vol. 15, pp. 1077-1082 (2014).

謝辞: ポリフルオレン材料のご提供を受けた住友化学(株)筑波研究所に感謝します。