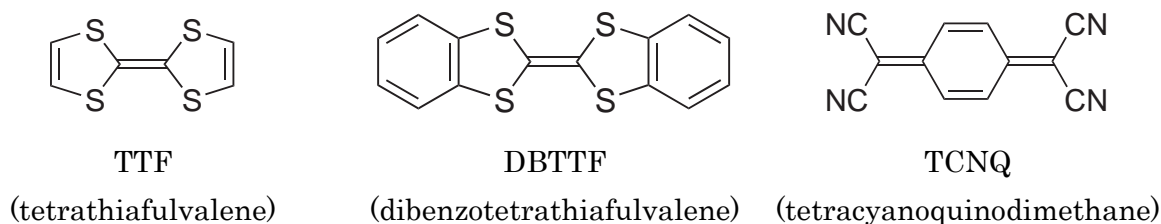


電荷移動錯体を用いた有機薄膜トランジスタ

(東工大院理工) ○柴田幸治, 和田拓, 野田文平,
田口智裕, 神林琢也, 森健彦, 石川謙, 竹添秀男

【序】

近年ペンタセンをはじめとするアセン系分子やチオフェンオリゴマー誘導体に加え、TTF (tetrathiafulvalene) 誘導体を用いた有機電界効果トランジスタ (OFETs) が多数報告されている。これまでは中性の有機半導体が活性層材料の主流であったが、2004年には電荷移動錯体 (DBTTF)(TCNQ) の単結晶を活性層に、電荷移動錯体 (TTF)(TCNQ) を電極に用いた OFET が n 型特性を示すという報告がなされた [1]。その移動度 μ は $\sim 1.0 \text{ cm}^2/\text{V}$ と高い値を示している。本研究ではより実用性を高めるために、この (DBTTF)(TCNQ) 錯体の蒸着膜によるトランジスタを作製し、その特性評価を行った。さらに活性層に中性分子である DBTTF を用い、電極に (TTF)(TCNQ)、Au、Ag および Cu を用いたトランジスタに対して、ゲート長を変えたデバイスを作製してトランスファーライン法によって接触抵抗を見積もり、電極材料の評価を行った。



Scheme 1.

【実験】

各物質を昇華精製し、100 nm 程度の薄膜を SiO_2 基板上に真空蒸着法を用いて作製した。薄膜の評価は AFM や XRD の測定により行い、キャリア移動度 μ は伝達特性の直線部分の傾きから算出した。

【結果と考察】

(TTF)(TCNQ) 電極を用い、活性層を (DBTTF)(TCNQ) としたトランジスタでは n 型、活性層を DBTTF としたトランジスタでは p 型の特性がみられた。(Figure 1.)

(DBTTF)(TCNQ) を活性層に電極に (TTF)(TCNQ) を用いたトランジスタでは、HMDS 処理を行っても効果は小さく μ は $4.5 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ となった。XRD 測定からはピークが得られず結晶性が悪いと考えられ、また AFM 測定からはドメインサイズが小さくなっていることがわかった。これらの要因から、単結晶デバイスに比べて移動度が低くなったと考えられる。しかしオンオフ比に関しては本研究では 100 倍となり、単結晶デバイスの 5 倍に比べ改善された。

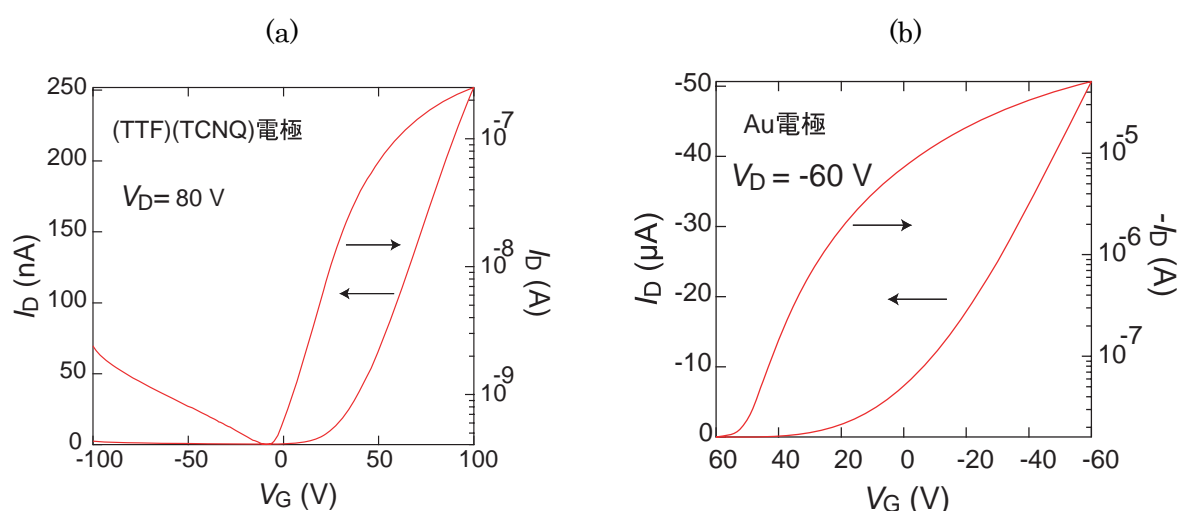


Figure 1. 各種 TTF 誘導体を活性層に用いたトランジスタの FET 特性
(a) (DBTTF)(TCNQ)、(b) DBTTF

Table 1. DBTTF を活性層に用いたトランジスタの各種電極における移動度 μ と接触抵抗 R

電極	(TTF)(TCNQ)	Au	Cu	Ag
ボトムコンタクト型 μ (cm ² /Vs)	0.027	0.015	0.0053	0.0031
R (M Ω)	3~4	8	8~9	20
トップコンタクト型 μ (cm ² /Vs)	0.027	0.21	0.19	0.073

Table 1. に活性層に DBTTF を用いたトランジスタの各種電極における移動度と接触抵抗を示す。ただし、トップコンタクト型のトランジスタについては HMDS 処理を行った。

ボトムコンタクト型では、(TTF)(TCNQ) 電極において最も高い移動度を示した。また、金属電極では仕事関数の値が大きい程高い移動度を示すという傾向が見られ、Au 電極において移動度が最も高くなった。接触抵抗の結果と合わせて、ホールの注入効率の増大が移動度の増大に寄与していると考えられる。

トップコンタクト型では、(TTF)(TCNQ)電極においては移動度が最も低くなった。これは DBTTF の表面が粗く、(TTF)(TCNQ)薄膜の成長を妨げたのが原因の一つであると考えられる。また八木らによって報告されたように、HMDS 処理を行うことによりオフ電流が抑えられた[2]。

活性層に DBTTF を用いたトランジスタにおいて、ボトムコンタクト型では電極材料として(TTF)(TCNQ)錯体が、またトップコンタクト型では Au が最適であると考えられる。

[1] Y. Takahashi et al: *Appl. Phys. Lett.* **86**, 063504 (2005).

[2] I. Yagi et al: *Appl. Phys. Lett.* **86**, 103502 (2005).