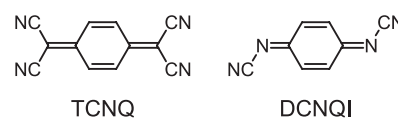


## DCNQI を用いた有機電界効果トランジスタ

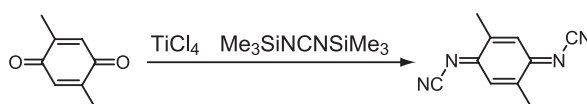
(東工大院理工) ○和田拓、柴田幸治、森健彦

これまで有機電界効果トランジスタの活性層材料としてさまざまな材料が開発されてきたが、電子をキャリアとするn型半導体としてはTCNQ (tetracyanoquinodimethane、Scheme 1) の有機トランジスタがA. R. Brownらによって報告されている



Scheme 1.

<sup>[1]</sup>。DCNQI (dicyanoquinonedimethane、Scheme 1) もTCNQ同様、アクセプターとして知られており、Scheme 2 に示すようなキノンからの1段階の反応によって得ることができる<sup>[2]</sup>。DCNQI誘導体においては金属塩の物性が報告されており、そのLi、Ag、Cuなどとの金属錯体M(DCNQI)<sub>2</sub>は金属的伝導性を示すことが知られている<sup>[3]</sup>。本報告では2,5位にメチル基を有するDM-DCNQI (2,5-dimethyldicyanoquinodimethane) を中心にその薄膜およびトランジスタ特性について報告する。



Scheme 2. Preparation of DM-DCNQI.

作製したサンプルは昇華精製により精製した後、真空蒸着法により薄膜をSiO<sub>2</sub>基板上に作製し、AFMおよびXRDによって評価を行った。トランジスタ特性の評価は金属マスクを用いて真空蒸着法により電極を作製し、半導体アナライザーを用いて行った。またSiO<sub>2</sub>基板に対しHMDS (hexamethylenedisilazane) による表面処理を施すことによりパフォーマンスの改善を試みた。

真空蒸着法により作製したDM-DCNQI薄膜のモルフォロジーをFig. 1 に示す。基板表面処理にかかわらず2~3 μm程度の細長い微結晶が観測されており、HMDSによるSAMs処理を施すことによりそのサイズは小さくなっている。これは他に報告されているHMDS処理の結果においても同様の報告がなされておりHMDSによる効果であることがわかる。XRDの測定においてはDM-DCNQI結晶の(h00)にあたる強いピークが観測され、薄膜内でレイヤー構造を有していることがわかる。またそのピークはHMDS処理を施しても大きな変

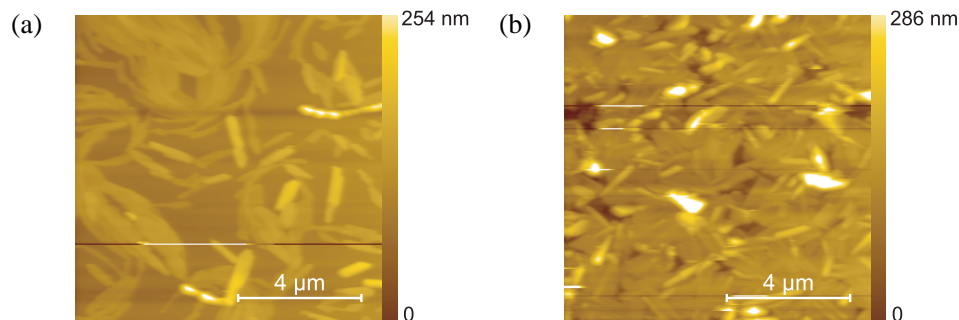
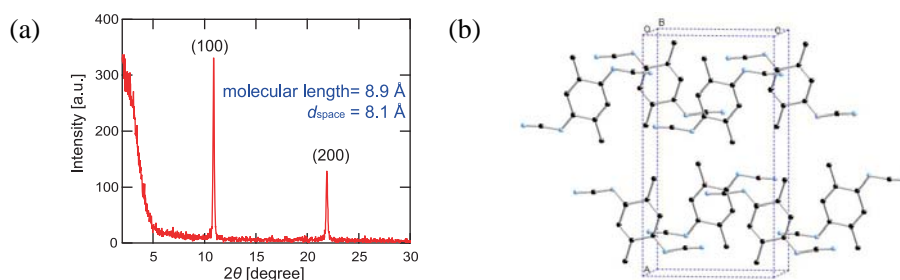


Figure 1. AFM images of thin films formed onto (a) bare SiO<sub>2</sub> substrates and (b) SiO<sub>2</sub> with SAMs.

化は見られず、算出される $d_{\text{space}}$ は8.1 Åとなる。この値はFig. 2 (b)に示したようにDM-DCNQIの $a$ 軸の長さ(16.3 Å)のほぼ半分の値となっており、単位格子内には $a$ 軸方向にDM-DCNQIが2分子並んでいることとよく一致する<sup>[4]</sup>。

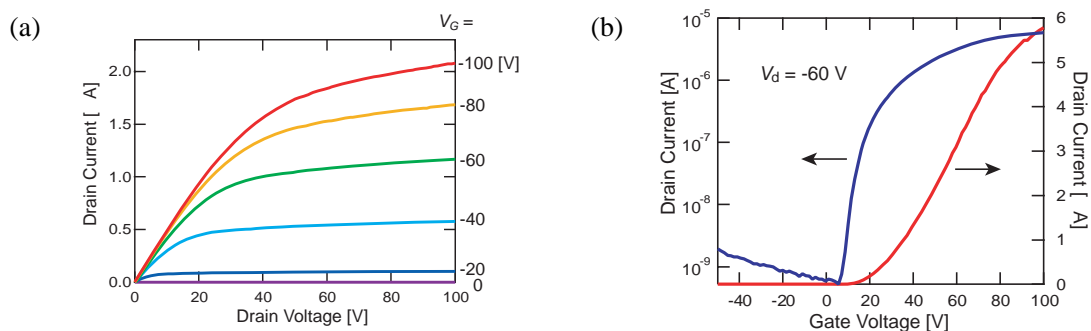


**Figure 2.** XRD profiles of thin film DM-DCNQI (a) formed onto a non treated substrate and (b) on a SAMs-treated substrate.

トランジスタ特性については(TTF)(TCNQ)電極を用いたデバイスで空気下において行った測定したところ、 $n$ 型のトランジスタ特性が得られた (Table 2、Fig. 3)。(TTF)(TCNQ)電極は活性層の有機半導体との界面において有機物どうしのコンタクトを形成することから、金属電極に比べ接触抵抗が低いと報告されている<sup>[5]</sup>。いずれの条件においても  $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ オーダーの移動度が得られた。金属電極においてはAgおよびCu電極においては $n$ 型のトランジスタ特性が得られたものの、AuおよびAlにおいてはトランジスタ特性を示さなかった。これは金属の仕事関数とは無関係にDCNQIと錯形成する金属において高伝導の錯塩の層ができ、トランジスタ特性を示したものと思われる。これらの詳細については当日に報告する予定である。

**Table 2.** FET performance of DMDCNQI with (TTF)(TCNQ) electrodes.

substrate	electron mobility $\mu$ [ $\text{cm}^2/\text{Vs}$ ]	on/off ratio	threshold voltage $V_t$ [V]
bottom contact	$6.3 \times 10^{-3}$	$2 \times 10^4$	22
top contact	$3.8 \times 10^{-3}$	$9 \times 10^3$	24
top contact (HMDS)	$7.8 \times 10^{-3}$	$10^4$	5.7



**Figure 3.** Output characteristics (a) and transfer characteristics (b) of DM-DCNQI fabricated onto a SAMs treated substrate in the top contact geometry.

[Reference]

- [1] A. R. Brown, D. M. de Leeuw, E. J. Lous, E. E. Havinga, *Synth. Met.*, **1994**, 66, 257.
- [2] A. Aumüller, S. Hünig, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **1984**, 23, 447.
- [3] R. Kato, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **2000**, 73, 515.
- [4] A. Aumüller, P. Erk, S. Hünig, E. Hadiche, K. Peters, H. G. von Schnering, *Chem. Ber.*, **1991**, 124, 2001.
- [5] K. Shibata, H. Wada, K. Ishikawa, H. Takezoe, T. Mori, *Appl. Phys. Lett.*, **2007**, 90, 193509.