

## イソインジゴを活性層に用いた有機電界効果トランジスタ

(東工大<sup>1</sup>・理工<sup>1</sup> 東大物性研<sup>2</sup> 兵庫県立大院・物質理<sup>3</sup>)

○増田 直彰<sup>1</sup>, 東野 寿樹<sup>2</sup>, 角屋 智史<sup>3</sup>, 芦沢 実<sup>1</sup>, 川本 正<sup>1</sup>, 松本 英俊<sup>1</sup>, 森 健彦<sup>1</sup>

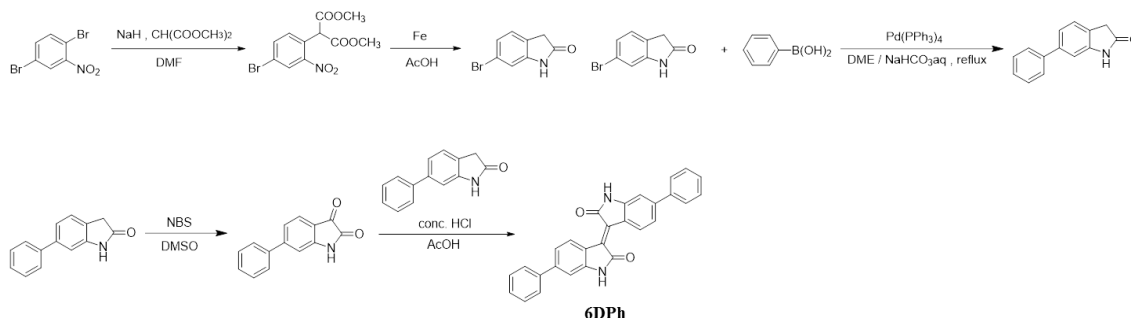
### Organic field-effect transistors based on isoindigo

(Tokyo Institute of Technology<sup>1</sup>, The University of Tokyo<sup>2</sup>, University of Hyogo<sup>3</sup>)

○Naoaki Masuda<sup>1</sup>, Toshiki Higashino<sup>2</sup>, Tomofumi Kadoya<sup>3</sup>, Minoru Ashizawa<sup>1</sup>, Tadashi Kawamoto<sup>1</sup>,  
Hidetoshi Matsumoto<sup>1</sup>, and Takehiko Mori<sup>1</sup>

【序】染料として古くから知られているインジゴが有機半導体としてアンバイポーラトランジスタ特性を示すことが報告されているが[1]、イソインジゴはその構造異性体であり、ドナー・アクセプターポリマー (D-A ポリマー) の A ユニットとして盛んに用いられている[2]。しかし、モノマーをトランジスタに用いた研究はあまり報告されておらず、無置換のイソインジゴをトランジスタに用いた研究の報告はまだない。当研究室では計算によってイソインジゴがアンバイポーラ特性を示す可能性があることを見出した[3]。前回は、イソインジゴは p 型特性を示すが、ピリジン置換イソインジゴでは n 型特性が見られることを報告した[4]。今回は、イソインジゴのアンバイポーラ特性と、その 6,6'位にフェニル基を置換した 6,6'-diphenylisoindigo (**6DPh**)について報告する。また、イソインジゴの新たな 2 種の結晶構造についても報告する。

【実験】イソインジゴはイサチンとオキシインドールのカップリングにより合成し、同様に **6DPh** は経路 1 に従って合成した。イソインジゴの粉末をエタノールで再結晶して針状と板状の 2 種類の結晶を得た。得られた結晶に対して単結晶 X 線結晶構造解析を行った。SiO<sub>2</sub> 基板上に長鎖脂肪族化合物テトラテトラコンタン(C<sub>44</sub>H<sub>90</sub>, TTC)を 20 nm 真空蒸着法にて不活性層とした後、イソインジゴ、**6DPh** をそれぞれ 40 nm ずつ薄膜を製膜した。トランジスタのゲート電極には n 型 Si, ソース・ドレイン電極には Au を用い、チャンネル幅、長さはそれぞれ 1000 μm, 100 μm とした。測定は真空下 (10<sup>-3</sup> Pa) で行った。イソインジゴの薄膜構造は XRD 測定にて評価した。



経路 1. **6DPh** の合成

【結果と考察】得られた粉末は、イソインジゴは茶色、**6DPh**は紫色であった。単結晶 X 線構造解析の結果、イソインジゴでは既報のブリックワーク構造[5]の他に、針状と板状の 2 種類の結晶構造が存在することが明らかになった。それぞれの結晶構造を図 1 に示す。針状結晶の構造は単斜晶系  $P2_1/n$ ,  $a = 13.683(5) \text{ \AA}$ ,  $b = 4.769(2) \text{ \AA}$ ,  $c = 9.479(4) \text{ \AA}$ ,  $\beta = 97.57(3)^\circ$ ,  $V = 613.2(4) \text{ \AA}^3$ ,  $Z = 2$  で、 $b$  軸方向に面間距離  $3.32 \text{ \AA}$  のレギュラースタック構造をとる。HOMO/LUMO 間のトランスファー積分  $b$  の値は  $71/60 \text{ meV}$  であった。板状結晶の構造は斜方晶系  $Pca2_1$ ,  $a = 15.998(3) \text{ \AA}$ ,  $b = 6.757(1) \text{ \AA}$ ,  $c = 21.582(4) \text{ \AA}$ ,  $V = 2333.06(8) \text{ \AA}^3$ ,  $Z = 8$  で、HOMO/LUMO 間のトランスファー積分  $t$  の値は  $7.2/5.3 \text{ meV}$  であった。

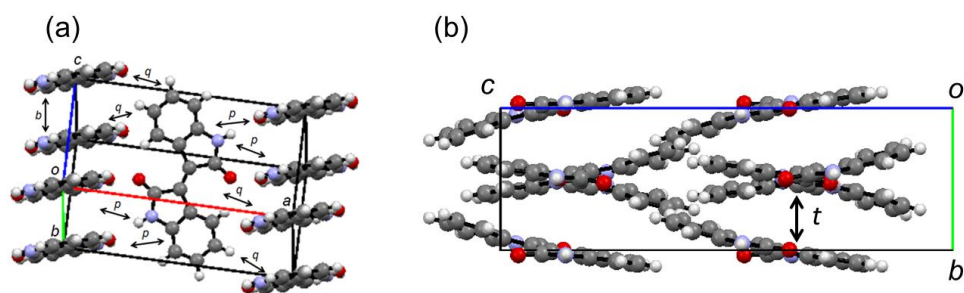


図 1. (a) 針状結晶と (b) 板状結晶の結晶構造

イソインジゴを活性層に用いたトランジスタはバランスのとれたアンバイポーラ特性を示し (図 2)、正孔/電子移動度は  $\mu_h/\mu_e = 5.8 \times 10^{-3} / 6.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  であった。XRD から得られた面間距離  $d = 11.9 \text{ \AA}$  より、薄膜中のイソインジゴは既報のブリックワーク構造になっているものと考えられる[3]。**6DPh**を活性層に用いたトランジスタは n 型特性を示し、電子移動度は  $\mu_e = 7.3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  であった。

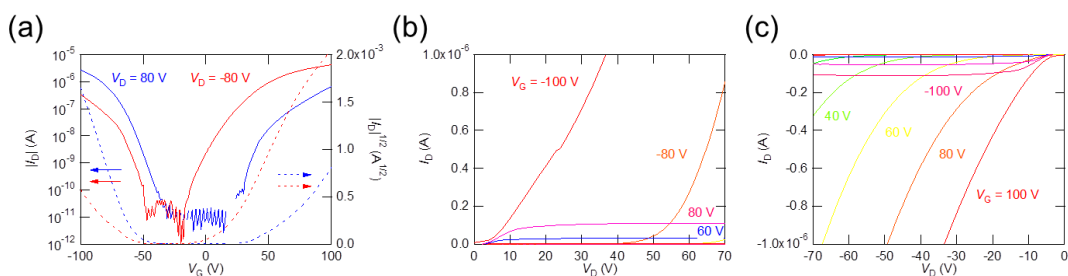


図 2. イソインジゴを用いたトランジスタの (a) 伝達特性 (b, c) 出力特性

#### References

- [1] M. Irimia-Vlada *et al.*, *Adv. Mater.* **2012**, *24*, 375; O. Pitayatanakul, *et al.*, *J. Mater. Chem. C* **2014**, *2*, 9311. [2] T. Lei *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **2011**, *133*, 6099. [3] H. Kojima and T. Mori, *Chem. Lett.* **2013**, *42*, 68. [4] 増田他、分子科学討論会、広島 (2014) 3P062. [5] H. von Eller-Pandraud, *Acta. Cryst.* **1960**, *13*, 936.