



Title	ポリアルキルフルオレン有機電界効果トランジスタの真空紫外光照射による電気的光学的特性への影響
Author(s)	寺島, 大樹; 楠本, 悠介; 梶井, 博武 他
Citation	電気材料技術雑誌. 2011, 20(1), p. 26-32
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/76862">https://hdl.handle.net/11094/76862</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## ポリアルキルフルオレン有機電界効果トランジスタの真空紫外光照射による 電気的光学的特性への影響

寺島 大樹、楠本 悠介、梶井 博武、大森 裕

大阪大学大学院工学研究科 〒565-0871 吹田市山田丘 2-1

ポリアルキルフルオレン : poly(9,9-dioctylfluorenyl-2,7-diyl) (F8)を有機半導体層に用いたトップゲート型有機電界効果トランジスタ(OFET)の作製とその電気的光学的特性を検討した。F8を用いたOFETは両極性を示し、適切なゲート電圧を印加する事で、正孔と電子を同時に有機半導体層に注入でき、青色発光を示した。また、溶液プロセスのみでOFETを作製するため、ゲート電極に銀ナノインクを用いることを検討した。ゲート絶縁膜に用いたアモルファスフッ素樹脂Cytop<sup>®</sup>(旭硝子)は撥水性が高く通常その上部に銀ナノインクを用いることができない。しかし、窒素と酸素の混合雰囲気中で真空紫外光を照射することにより、Cytopの表面エネルギーが上昇し、銀ナノインクを用いてゲート電極を成膜できることが明らかになった。これより、溶液プロセスのみで発光OFETを作製できる可能性を見出し、実際にOFETのp型駆動を確認した。しかし、真空紫外光を照射することによりF8が劣化し、OFETのn型飽和特性が見られなくなりEL発光を示さなかった。これは真空紫外光照射により、F8に酸素由来の結合が生成され、電子トラップとなっていることが示唆される。

キーワード : 有機トランジスタ, トップゲート構造, Cytop, ポリアルキルフルオレン, 銀ナノインク

## Influence of Vacuum UV irradiation on electrical and optical properties of organic field-effect transistors based on poly(alkylfluorene)

Daiki Terashima, Yusuke Kusumoto, Hirotake Kajii, Yutaka Ohmori

Graduate School of Engineering, Osaka University, 2-1 Yamada-oka, Suita, Osaka, 565-0871 Japan

The fabrication and electrical and optical properties of top-gate-type organic field effect transistors (OFETs) utilizing poly(9,9-dioctylfluorenyl-2,7-diyl) (F8) were investigated. The OFETs utilizing F8 showed ambipolar characteristics and blue emission. Then, the Ag nano-ink was used for the gate electrode to fabricate OFETs only in the solution-process. The amorphous fluoro-polymer Cytop (Asahi Glass Co., Ltd.) which has good solution barrier properties was used for the gate insulator and the vacuum ultraviolet (VUV) light was irradiated on Cytop film in the mixture atmosphere of nitrogen and oxygen to decrease water-shedding quality of the film. As a result, the surface energy of Cytop was increased by VUV irradiation, and the gate electrode was fabricated in solution-process on the Cytop film by using the Ag nano-ink. In addition, the p-type output characteristic of OFET was achieved by all solution process method. However, after irradiated VUV light, the photo-degradation of F8 was observed. Consequently, the saturation current of OFETs in the electron enhancement mode markedly decreased, and the EL emission was not observed. It is suggested that the oxygen bindings were generated to F8 film by VUV irradiation, and acted as an electron trap sites.

Keywords : Organic Field Effect Transistors, Top-Gate-Type, Cytop, poly(alkylfluorene), Ag nano-ink

## 1. はじめに

有機半導体材料は印刷法などの廉価な作製プロセスに応用することができ、大面積化や低コスト化が可能であることから注目を集めている。また、低温プロセスで作製可能でプラスチックに代表されるフレキシブル基板への応用ができ、柔軟性に富む新しい電子機器への期待が高まっている。特に、有機電界効果トランジスタ(OFET)は電子機器を駆動するためのデバイスとして近年盛んに研究が行われている。<sup>[1]-[8]</sup>

一方、ポリフルオレン材料は高い蛍光量子収率を持ち熱的、化学的に安定な高分子有機 EL 材料として知られている。<sup>[9]</sup> 更に成膜方法や熱処理により様々な相状態を有し、電氣的特性や光学的特性に変化が現れる事が知られており、OFET の材料として注目を集めている。本研究でソース・ドレイン電極として用いた ITO の仕事関数は poly(9,9-dioctylfluorenyl-2,7-diyl) (F8) の HOMO 準位と LUMO 準位の中央付近に位置する。そのため、適切なゲート電圧を印加する事で、ITO 電極から正孔と電子を両方とも有機半導体層に注入出来る事が期待され、絶縁膜/有機半導体層界面に引き付ける事で分子内励起子を形成し発光を生じる有機発光トランジスタを実現できる。これにより、従来有機 EL 部と薄膜トランジスタ部に分かれて駆動していた有機 EL ディスプレイが発光トランジスタのみでの駆動が可能となる為、更なる薄型化や低電圧化に繋がる事が期待されている。また、部品点数を大幅に減らす事が出来るため、作製プロセスの簡略化、低コスト化といった面においても有望な技術として期待されている。

本研究では、ソース・ドレイン電極として ITO を、有機半導体層として F8 薄膜を用いたトップゲート・ボトムコンタクト型 OFET を作製した。また、素子の作製方法の簡便化を図るため溶液プロセスのみで OFET を作製することを検討し、従来真空蒸着法で作製するゲート電極に銀ナノインクを用いることを検討した。銀ナノインクはスピコート法による溶液プロセスを用いて成膜することができ、その後、加熱焼成を行うことで電極として用いることができる。絶縁膜上に溶液プロセスを用いて電極を作製するため、絶縁膜には有機層への浸み込みを防ぐ高い安定性が求められる。そこで我々は絶縁膜として高い安定性を有するアモルファスフッ素系樹脂 Cytop<sup>®</sup>を用いることを検討した。しかし、Cytop は非常に撥水性が高いため、そのまま成膜しただけでは上部に銀ナノインクを成膜することができない。そこで、我々は真空紫外光を照射することにより Cytop の表面改質を行うことを提案し、膜の撥水性を低下させることを試みた。本研究では、真空紫外光照射時に起こる OFET の各層への影響と共に、素子の特性について評価・検討を行った。

## 2. 実験方法

図 1 に本研究で作製・検討したトップゲート・ボトムコンタクト型 OFET の素子構造及び用いた材料を示す。作製方法はフォトリソグラフィによりガラス基板上にコーティングされた ITO をパターンニングして、エッチングをすることでソース・ドレイン電極を形成した。その後、基板は有機溶媒を用いて超音波バス、及び UV オゾンチャンバーで洗浄した。次に有機半導体層としてキシレン溶媒に溶解させた F8 をスピコート法により約 80 nm の厚さで成膜し、窒素雰囲気中にて 290 °C にて加熱した。その後、絶縁層として poly(methyl methacrylate) (PMMA) と Cytop をそれぞれスピコート法により約 300 nm、200 nm の厚さで成膜し、大気中にてそれぞれ 150 °C で加熱した。Cytop のみを絶縁膜に用いた場合 F8/Cytop 界面に電子トラップが発生し、OFET の n 型駆動が確認されなかった。そこで、F8 と組み合わせることで両極性が確認されている<sup>[10]</sup> PMMA を界面に挿入した。その後、酸素と窒素の混合雰囲気中で、Cytop 上からトランジスタへ真空紫外光を照射し、OFET の各層への紫外光照射の影響を検討した。その後、ゲート電極として真空蒸着法または溶液プロセスにより Ag 電極を成膜した。用いた素子のチャンネル長、チャンネル幅はそれぞれ 0.1 mm, 2 mm である。OFET の電気特性の測定は暗所にて約 10<sup>-4</sup> Pa の真空度のチャンパー内にて行った。

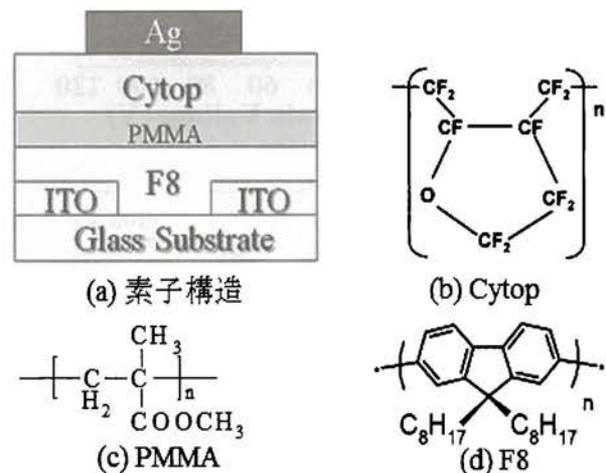


図 1. 素子構造及び分子構造

Fig. 1. Device and material structures.

### 3. 実験結果及び検討

F8 を有機半導体層に用いた真空紫外光照射なしの OFET の出力特性を図 2 に示す。p 型駆動時及び n 型駆動時の両方において良好な飽和曲線が得られ両極性を実現する事ができ、更に両極性に起因した青色発光を確認する事ができた。ドレイン電圧が -100 V の p 型駆動時の移動度、閾値電圧はそれぞれ  $0.65 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、-26 V であり、ドレイン電圧が 100 V 時の n 型駆動時の移動度、閾値電圧はそれぞれ  $1.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、65 V である。これは ITO 電極の仕事関数が -4.8 eV であるのに対し、F8 の HOMO 準位が -6.0 eV、LUMO 準位が -3.1 eV であり、ITO の仕事関数が F8 の HOMO、LUMO 準位のほぼ中央付近に位置する事から、ITO 電極から正孔及び電子の注入が可能である事によるものと考えられる。また、n 型駆動時の閾値電圧は p 型駆動時のそれよりも大きく、n 型駆動時の 0V 付近の電流に非線形な振る舞いが確認された。これは正孔注入障壁に対し、電子注入障壁が大きいため、キャリアの注入に p 型駆動時よりも高い電圧が必要となるためと考えられる。

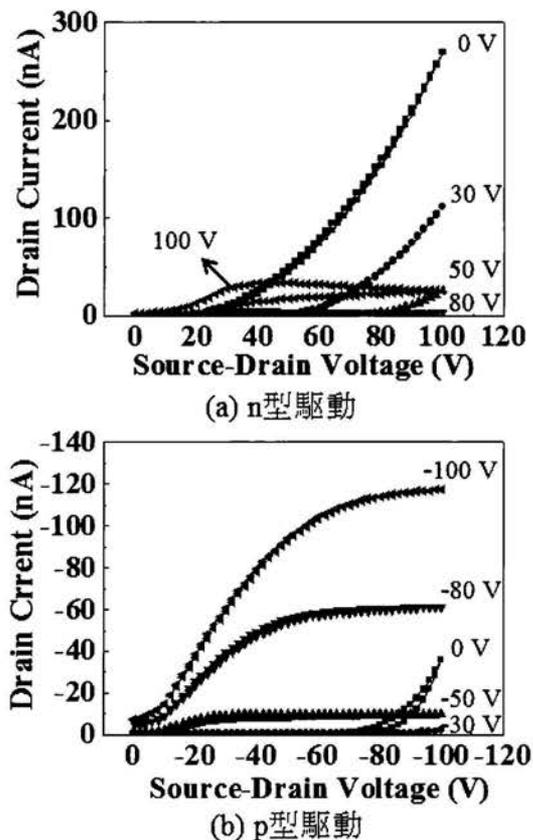


図 2. F8 を用いた OFET の出力特性

Fig. 2. Output characteristics of an OFET utilizing F8 film.

続いて、ゲート絶縁膜 Cytop の真空紫外光照射による膜質への影響を検討した。紫外光には波長 172 nm の Vacuum Ultraviolet (VUV) を用いた。また、紫外光照射は窒素(98 %)と酸素(2 %)の混合雰囲気(N<sub>2</sub>+O<sub>2</sub>)中で 30 秒間行った。図 1 に紫外光照射前後の Cytop 上に滴下した純水の接触角の変化を示す。Cytop はガラス基板上にスピンコート法により成膜、焼成加熱し、その後上部より紫外光を照射した。

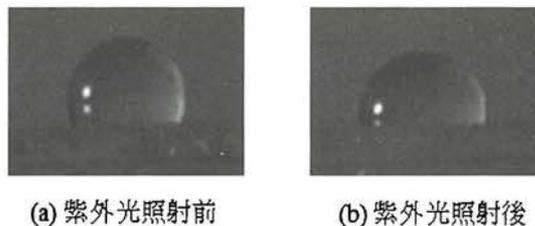


図 3. Cytop 上に滴下した純水の接触図

Fig. 3. Photographs of water droplets on Cytop films before(a) and after(b) VUV irradiation.

図 3 より紫外光照射によって純水の接触角が低下し、膜の親水性が上昇していることがわかる。同様に表面張力が既知のエチレングリコール(EG)、ジヨードメタン(DM)を滴下し、それぞれ接触角を測定した。また、求めた接触角とそれぞれの液体の表面張力より、Fowkes モデル(式(1))を用いて Cytop の表面エネルギーを求めた。

$$\gamma = \gamma_s^d + \gamma_s^p \quad (1)$$

$\gamma$  は表面エネルギー、 $\gamma_s^d$  は分散成分(London 力のみ)、 $\gamma_s^p$  は極性成分(Debye 力や水素結合力を含む)を示す。紫外光照射前後における Cytop のそれぞれの液体に対する接触角と表面エネルギーの変化を表 1 に示す。

表 1. 紫外光照射前後における Cytop のそれぞれの液体に対する接触角と表面エネルギーの変化

Table. 1. Contact angles and surface free energy of Cytop films before and after VUV irradiation.

	contact angle [°]			surface free energy [mJ/m <sup>2</sup> ]		
	H <sub>2</sub> O	EG	DM	$\gamma_s^d$	$\gamma_s^p$	$\gamma$
Before Irradiation	109°	81°	78°	16	3	19
After Irradiation	90°	65°	77°	14	11	25

表 1 より紫外光照射によって、Cytop 上のそれぞれの液体に対する接触角が紫外光照射により低下していることがわかる。これは、表面エネルギーの極性成分である  $\gamma^p$  が大きく上昇したことにより、Cytop の表面の親水性が上昇したことが原因であると考えられる。結果として、紫外光照射前は Cytop の高い撥水性により上部に塗布するができなかった銀ナノインク(図 4(a))を、紫外光照射によってパターニングを行うことで、スピコート法にて成膜することが可能となった。(図 4(b))以上の結果より、我々は溶液プロセスのみで発光 OFET を作製できる可能性を見出した。

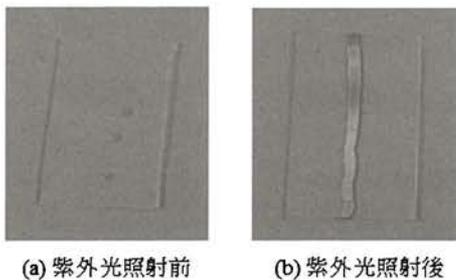


図 4. Cytop 上に成膜した銀ナノインク

Fig. 4. Photographs of Ag nano-ink formed on Cytop films before(a) and after(b) VUV irradiation.

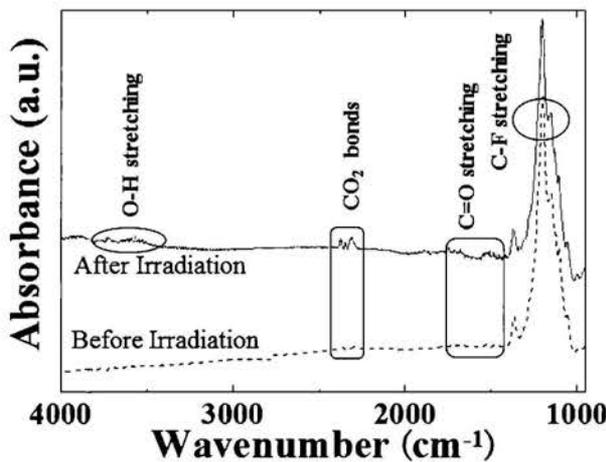


図 5. 紫外光照射前後の Cytop の FT-IR スペクトル

Fig. 5. FT-IR spectra of Cytop films before and after VUV irradiation.

また、同様に紫外光照射前後の Cytop の FT-IR スペクトルの変化を図 5 に示す。フッ化バリウム上に Cytop をスピコート法により成膜し加熱乾燥後、紫外光を照射した。吸収波長  $2350\text{ cm}^{-1}$  に  $\text{CO}_2$  結合、 $1700\text{ cm}^{-1}$  付近に  $\text{C}=\text{O}$  伸縮結合、 $1200\text{ cm}^{-1}$  付近に  $\text{C}-\text{F}$  伸縮結合、 $3500\sim 3800\text{ cm}^{-1}$  付近に  $\text{O}-\text{H}$  結合が見られた。図 5 より紫外光を照射することにより  $\text{C}=\text{O}$  結合や  $\text{O}-\text{H}$  結合といった酸素由来の結合が増加することが明らかになった。これは紫外光照射により Cytop 薄膜がオゾンに分解された酸素による影響を受けたためと考えられる。この結果より、表面エネルギー増加は、Cytop 膜中に生成した極性基である  $-\text{OH}$  や  $\text{C}=\text{O}$  伸縮結合の増加が膜の表面エネルギーの極性成分の増加に影響を与えたためであると考えられる。

同様に、紫外光照射による F8/PMMA/Cytop 多層薄膜の FT-IR スペクトルの変化を図 6 に示す。OFET 作製時と同様に、フッ化バリウム基板上に F8, PMMA, Cytop をそれぞれスピコート法により成膜し加熱乾燥後、紫外光を照射した。吸収波長  $1700\text{ cm}^{-1}$  付近に  $\text{C}=\text{O}$  伸縮結合、 $1500\text{ cm}^{-1}$  付近に  $\text{C}=\text{C}$  伸縮結合、 $3000\sim 2800\text{ cm}^{-1}$  付近に  $\text{C}-\text{H}$  伸縮結合、 $1300\sim 1000\text{ cm}^{-1}$  付近に  $\text{C}-\text{O}-\text{C}$  または  $\text{C}-\text{F}$  伸縮結合が見られた。一般に紫外光照射により、F8 に本来含まれるアルキル基が酸素由来の結合に置換されることが報告されている。<sup>[11, 12]</sup> しかし、図 6 で示すように、本研究で採用した素子構造では紫外光照射前後で F8 に由来する結合に大きな変化は見られなかった。

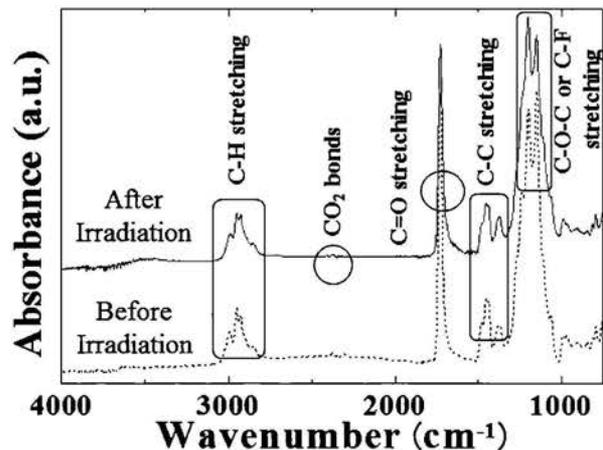


図 6. F8/PMMA/Cytop 多層薄膜の紫外光照射による FT-IR スペクトルの変化

Fig. 6. Change of the FT-IR spectra of F8/PMMA /Cytop multilayer films before and after VUV irradiation.

続いて、紫外光照射による変化が抑制される原因を検討するため、F8 単層薄膜(80 nm)、F8/PMMA 多層薄膜(580 nm)、F8/Cytop 多層薄膜(580 nm)、F8/PMMA/Cytop 多層薄膜(580 nm)の4種類のサンプルを用意し、PL スペクトルの変化を観察した。それぞれのサンプルはガラス基板上にスピコート法により成膜し加熱乾燥後、PL スペクトルを測定した。なお、絶縁膜の膜厚による影響を考慮しないために、それぞれの膜厚は合計 500 nm となるように成膜を行った。その後、紫外光を照射し、再度 PL スペクトルの測定を行った。図7にそれぞれのサンプルの紫外光照射による PL スペクトルの変化を示す。それぞれのサンプルの紫外光照射前の PL スペクトルは概ね同様であったため、F8/PMMA/Cytop 多層薄膜のスペクトルのみを示す。図より、F8 単層または F8/Cytop 多層薄膜では PL スペクトルが大きく減少しているのに対し、F8/PMMA または F8/PMMA/Cytop 多層薄膜では PL スペクトルの減少が抑制されていることがわかる。これは PMMA が波長 172 nm の真空紫外領域の光を吸収するためであると考えられる。<sup>[13]</sup> F8/PMMA 多層薄膜に対し、PMMA の膜厚が少ない F8/PMMA/Cytop 多層薄膜の PL スペクトルの減少が大きいため、PMMA が紫外光のダメージを抑制するのに大きく関わっていることが明らかである。

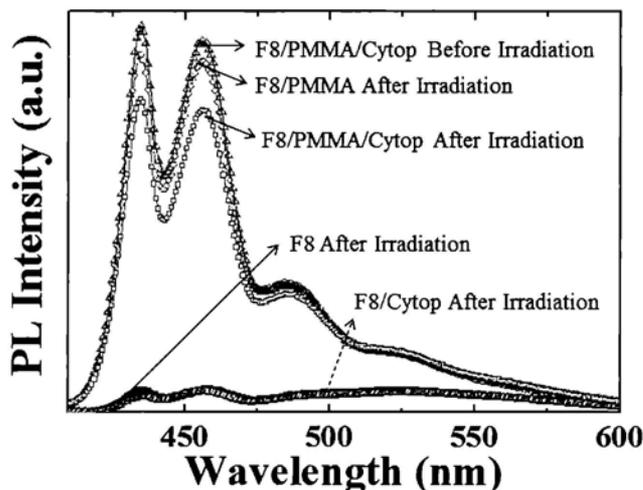


図7. 種々のF8薄膜の紫外光照射によるPLスペクトルの変化

Fig. 7. Change of PL spectra of various F8 films by VUV irradiation.

F8を用いた OFET に紫外光を 30 秒間照射前後の伝達特性と発光強度のゲート電圧依存性をそれぞれ図8に示す。紫外光照射の影響を観察するために、本実験ではゲート電極は通常通り真空蒸着法により作製した。紫外光照射がない OFET は両極性を示し、前述したように正孔移動度  $6.5 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、電子移動度  $1.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  の電気特性を示した。また、p型駆動時では  $V_{GS} = -70 \text{ V}$ 、n型駆動時では  $V_{GS} = 40 \text{ V}$  付近に発光強度のピークが観測された。これらのゲート電圧のときにソース、ドレインの両方から同時にキャリアが注入され、絶縁膜/有機半導体層界面にそれらが誘起されて再結合していると考えられる。発光のピーク位置が p型駆動時と n型駆動時で異なるのは F8 の HOMO、LUMO 準位と ITO の仕事関数の関係より、正孔のほうが注入されやすいためである。

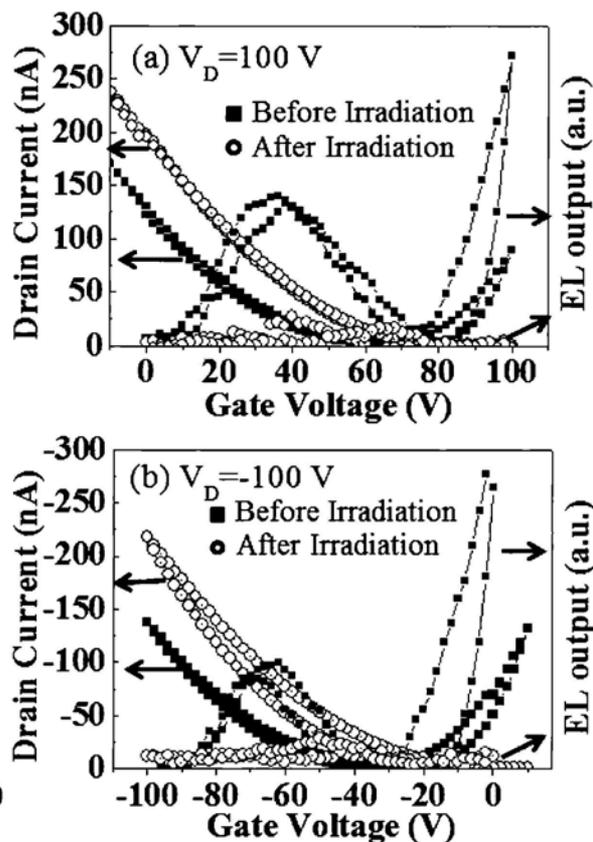


図8. (a)  $V_D = 100 \text{ V}$  と (b)  $V_D = -100 \text{ V}$  印加時の紫外光照射前後の OFET 伝達特性と発光強度のゲート電圧依存性

Fig. 8. Transfer characteristics and corresponding light output of the F8 OFETs for different drain voltages of (a) 100 and (b) -100 V before and after VUV irradiation

また、p型駆動時、n型駆動時ともに電子電流が多く流れたときに最も発光していることがわかる。反対に正孔電流が支配的になるとき、もしくは電流が非常に少ないときに発光が著しく減少した。これは先述考察したキャリア移動に加え、ソース/有機半導体層/ドレインでのキャリアの移動を考えて考察を行う。

この状態では、ソース/ドレインには電位差が100V生じているため絶縁膜/有機半導体層界面を介さないキャリア移動も存在する。また、印加するゲート電圧により正孔もしくは電子が絶縁膜/有機半導体層界面にひきつけられる。F8とITO電極の仕事関数の関係より正孔のほうが注入されやすいため、有機半導体層には正孔が電子よりも多数存在するp型半導体とも言うべき状態であると言える。この状態の下、ゲート電圧を変化させて電子電流を誘起すると有機半導体層に多数存在する正孔と再結合をするために強い発光が見られたと考えられる。反対に正孔電流が流れる場合は有機半導体層が正孔でほぼ満たされる。したがってソース/有機半導体層/ドレイン間を移動する電子は正孔と再結合する場合は限りなくITO電極近傍であると考えられ電極での消光の影響を受け、発光が確認されなかったのではないと思われる。

また、OFETに紫外光を照射した場合、n型、p型どちらの動作でもEL発光が見られなくなった。これは、紫外光照射によりp型出力特性はほとんど影響を受けないに関わらず、n型駆動時では出力特性を示さなくなり、F8由来の両極性を失ったことが原因と考えられる。この原因として、紫外光照射により酸素由来の電子トラップがF8薄膜中に発生していることが示唆される。また、紫外光照射前後で図7のPLスペクトルがあまり減少しなかったのに対し、図8のOFETのEL発光スペクトルが大きく減少したことから、OFETにおけるキャリア移動は有機層半導体層内に発生したトラップによる影響を受けやすいということが明らかになった。

表2. ゲート電極の作製方法によるOFETの移動度と閾値電圧の変化

Table. 2. The mobility and threshold voltage of OFET by change of production methods of a gate electrode.

	unit	Ag (evaporation)	Ag nano-ink
mobility	cm <sup>2</sup> /Vs	1.1 × 10 <sup>-3</sup>	1.1 × 10 <sup>-3</sup>
threshold voltage	V	-34	-20

次に、銀ナノインクを用いて溶液プロセスでゲート電極を作製したOFETの出力特性を図9に示す。先述した結果より、OFETのn型の出力特性が見られなかったため、絶縁膜として溶液の浸み込みによる影響を受けにくいCytop薄膜のみを用いたOFETを作製した。図9に示すようにn型の飽和特性は観察されなかったが、良好なp型特性を示すことが確認できた。また、表2に示すように、ゲート電極を真空蒸着法により成膜した場合と同様の移動度を示し、閾値電圧については低下が見られた。これは、紫外光照射によりF8薄膜中に電子トラップができた影響により、F8薄膜内にホールが支配的になったため、OFETの閾値電圧が低下したと考えられる。以上の結果より、Cytopの表面を真空紫外光照射により加工することによって溶液プロセスのみでOFETを作製できることが明らかになった。

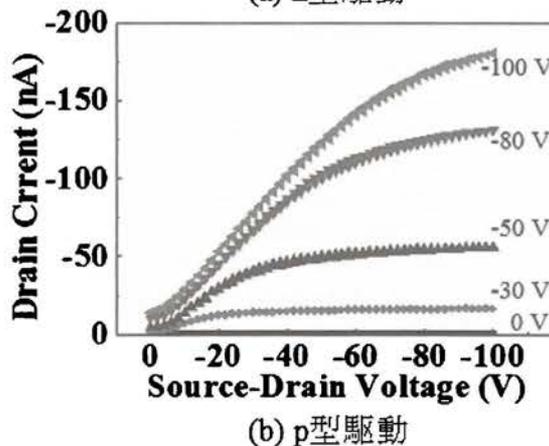
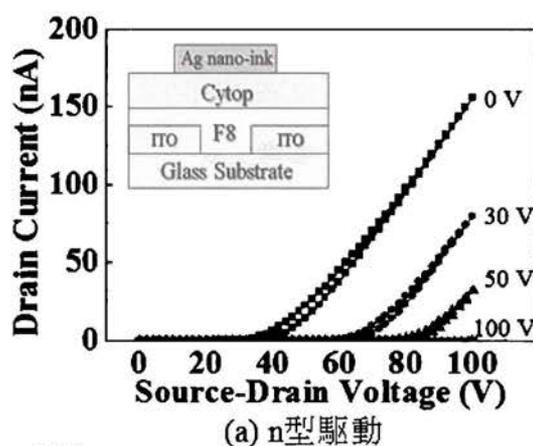


図9. ゲート電極として銀ナノインクを用いて作製したOFETの出力特性

Fig. 9. Output characteristics of an OFET utilizing Ag nano-ink as gate electrode.

#### 4. まとめ

溶液プロセスのみで OFET を作製するために Cytop の表面を真空紫外光照射により改質することを検討した。Cytop 上から  $N_2+O_2$  雰囲気中で 30 秒間真空紫外光を照射することにより、Cytop 膜中に極性基である-OH や C=O 伸縮結合が生成し、膜の表面エネルギーの極性成分表面エネルギーが上昇した。その結果、Cytop の親水性が増加し、銀ナノインクを溶液プロセスで成膜できることが明らかになった。溶液プロセスのみで OFET を作製できる可能性を見出し、実際に銀ナノインクをゲート絶縁膜に用いることで、p 型トランジスタ駆動を達成した。また、移動度はゲート電極を真空蒸着法により成膜した場合と同様の値を示し、閾値電圧については低下が見られた。

しかし、真空紫外光を照射することにより OFET の n 型出力特性が見られなくなり、EL 発光を示さなくなることが明らかになった。PMMA を挿入することにより、F8 へのダメージは大幅に改善されたが、PL スペクトルに対し、トランジスタ駆動におけるキャリア移動は有機層半導体層内に発生したトラップによる影響を受けやすく、それが n 型出力特性の喪失につながったと考えられる。

#### 参考文献

- [1] K. Kudo, D. X. Wang, M. Iizuka, S. Kuniyoshi, K. Tanaka: Synth. Met. **111-112** (2000) 11
- [2] H. Sirringhaus, T. Kawase, R. H. Friend, T. Shimoda, M. Inbasekaran, W. Wu and E. P. Woo: Science **290** (2000) 2123.
- [3] K. Kaneto, W. Y. Lim, W. Takashima, T. Endo, M. Rikukawa: Jpn. J. Appl. Phys. **39** (2000) 872.
- [4] L. L. Chua, J. Zaumseil, J. F. Chang, E. C.-W. Ou, P. K. -H. Ho, H. Sirringhaus and R. H. Friend: Nature **434** (2005) 194.
- [5] T. Minakata and Y. Natsume: Synth. Met. **153** (2005) 1.
- [6] M. Ando, M. Kawasaki, S. Imazeki, H. Sasaki and T. Kamata: Appl. Phys. Lett. **85** (2004) 1849.
- [7] H. Kawaguchi, T. Someya, T. Sekitani and T. Sakurai: IEEE. Solid-State Circuits **40** (2005) 177.
- [8] T. Someya, Y. Kato, S. Iba, H. Kawaguchi and T. Sakurai: IEEE Transactions on Electron Devices **52** (2005) 2502.
- [9] Y. Ohmori, M. Uchida, K. Muro, and K. Yoshino, Jpn. J. Appl. Phys. **30** (1991) 1941.
- [10] H. Kajii, K. Koiwai, Y. Hirose, and Y. Ohmori: Org. Electron., **11** (2010) 509.
- [11] W. Zhao, T. Cao, and J. M. White: Adv. Funct. Mater. **14** (2004) 783
- [12] K. Asada, H. Takahashi, and H. Naito: Thin Solid Films **509** (2006) 201
- [13] S. Onari, J.Phys.Soc.Japan, **26** (1969) 214



寺島 大樹

2010 大阪大学工学部電子情報工学科卒, 2011 大阪大学工学研究科博士前期課程電気電子情報工学専攻在学中, 有機材料を用いた電子・光デバイスに関する研究に従事. 応用物理学会会員



楠本 悠介

2011 大阪大学工学部電子情報工学科卒, 2011 大阪大学工学研究科博士前期課程電気電子情報工学専攻在学中, 有機材料を用いた電子・光デバイスに関する研究に従事. 応用物理学会会員



梶井 博武

1996 大阪大学工学部電子工学卒, 1998 同大学大学院工学研究科電子工学専攻博士前期課程修了, 2000 同大学大学院工学研究科電気工学専攻博士後期課程修了, 2000.4 大阪大学助手, 2007 大阪大学助教. 現在 大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻 助教. 有機材料を用いた電子・光デバイスに関する研究に従事. 電子情報通信学会, 応用物理学会, 電気学会各会員



大森 裕

1972 大阪大学工学部電気工学卒, 1974 同大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了, 1979 同大学大学院工学研究科電気工学専攻博士課程修了, 1977 日本電信電話公社(電気通信研究所), 1989 大阪大学工学部電子工学科助教授, 2000.4 大阪大学 教授, 現在 大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻 教授. 有機分子・高分子の電子・光デバイスに関する研究に従事. 電子情報通信学会, 応用物理学会, 米国電気電子学会(IEEE), 米国物理学会(APS)各会員.

(2011年9月10日受理)