

# 塗布型有機薄膜トランジスタのための UV/オゾン処理による有機単分子膜の改質

## Modification of organic monolayers by UV/ozone treatment for solution-processed organic transistors

神戸大院工 ◯井上 聡, 服部 吉晃, 北村 雅季

Kobe Univ. ◯Satoshi Inoue, Yoshiaki Hattori, and Masatoshi Kitamura

E-mail: 214t208t@stu.kobe-u.ac.jp

塗布型の有機薄膜トランジスタ(OTFT)は、フレキシブル基板上に大面積かつ低コストで作製できるため、近年注目されている。高性能な OTFT を作製するためには、界面トラップ密度が低いゲート絶縁膜の上に有機薄膜を製膜する必要がある。ゲート絶縁膜の表面状態を改善させる手法としては、hexamethyldisilazane (HMDS)などの有機分子を用い、絶縁膜の表面に有機単分子膜を修飾する技術が良く知られているが、その改質により基板表面が一般的に疎水性になるため、塗布法による有機薄膜の製膜が困難になる。そこで本研究では、親水性かつトラップレスな界面を作製することを目的として、有機単分子膜を修飾した絶縁膜に UV/オゾン処理を行い、単分子膜を改質する手法を検討した。

厚さ 94 nm の熱酸化シリコン基板を有機洗浄し、オゾンランプを用いて、30 分間 UV/オゾン処理を行った後に、気化した HMDS にシャーレの中で 120°C、30 分間曝露し、トリメチルシリル単分子膜を SiO<sub>2</sub> 表面に修飾した。その基板に再び UV/オゾン処理を行い、光化学反応により、疎水性のメチル基を親水性のカルボキシ基やヒドロキシ基に改質することで、基板を親水性にした[1, 2]。その後、クロロベンゼンに 2,7-dioctyl[1benzothieno[3,2-b][1]benzothiophene (C8-BTBT) を 0.5 wt%の濃度で溶解させた溶液を用いて、スピコート法とブレードコート法により有機薄膜を製膜した。さらに、スピコート法では、チャンネル長 200 μm, チャンネル幅 1400 μm となるように、ブレードコート法ではチャンネル長 50 μm, チャンネル幅 200 μm, となるように作製し、どちらも厚さ 40 nm の Au 電極を真空蒸着法で作製した。その後、単一のトランジスタとなるようにそれぞれの有機薄膜を機械的にニードルで分離した。

図 1 と図 2 に、二度目の UV/オゾン処理の時間( $t_{uv}$ )を変えた場合の、水接触角とトランジスタの飽和移動度( $\mu_{sat}$ )をそれぞれ示す。UV/オゾン処理を 15 分以上行うことで、接触角が 0°になった。図 2 の黒丸はスピコート法(2000 rpm, 30 s)により製膜した場合、図中の破線は単分子膜を修飾せずに製膜した場合の移動度である。これらの結果から、単分子膜を UV/オゾン処理により適切な時間で改質することで、移動度が向上されることが確認できた。図 3 は 12 分間の処理を行った代表的な OTFT の伝達特性を示す。大きなヒステリシスは観測されず、最大で 4.76 cm<sup>2</sup>V<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup> を有する OTFT が作製された[1]。しかし、溶液を高速回転させて製膜するスピコート法では、基板全面に均一な薄膜を得るためには UV/オゾン処理を 15 分以上行い、親水性を高める必要があり、電気的に最適な~12 分の処理では部分的な薄膜しか得られない問題があった[1]。そこで、大面積で製膜可能なブレードコート法によって掃引速度~10 μm/min で単結晶有機薄膜を製膜し、OTFT を作製した結果を図 2 に赤丸で示す。代表値として~5.4 cm<sup>2</sup>V<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>(最大で 7.19 cm<sup>2</sup>V<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>)の OTFT が作製された。以上より、UV/オゾン処理で部分的に単分子膜を改質する本技術の有用性が確認できた。

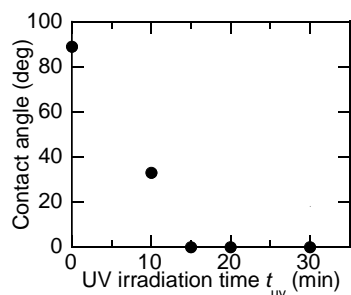


Fig. 1 Water contact angles on a SiO<sub>2</sub> surface covered with a monolayer irradiated for  $t_{uv}$ .

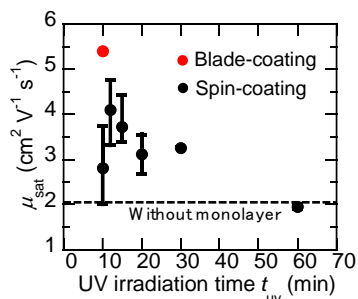


Fig. 2  $\mu_{sat}$  as functions of  $t_{uv}$ .

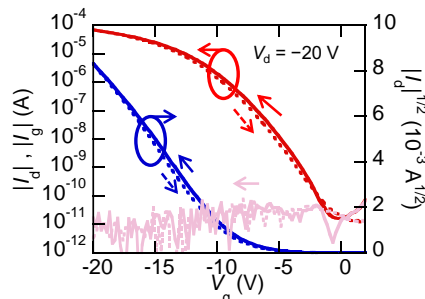


Fig.3 Transfer curves for the substrates with a monolayer irradiated for 12 min.

【謝辞】本研究は、JSPS 科研費 (21H04655, 21K04195), 関西エネルギー・リサイクル科学研究振興財団, 池谷科学技術振興財団, ひょうご科学技術協会, 伊藤忠兵衛基金の助成を受けて遂行された。

【参考文献】 [1] S. Inoue, et al., *JJAP*, **61**, SE1012 (2022). [2] A. I. A. Soliman, et al., *Soft Matter*, **11**, 5678 (2015).