

THz 波イメージングセンサのための高性能有機電界効果トランジスタの作製

Fabrication of High Performance Organic Field-Effect Transistors for THz-Wave Imaging Sensors

奈良先端大物質 〇(M1) 中本 裕太、志水 祐貴、鄭 敏詰、小島 広孝、辨天 宏明、中村 雅一

NAIST 〇Y. Nakamoto, Y. Shimizu, M.-C. Jung, H. Kojima, H. Benten, and M. Nakamura

E-mail: nakamoto.yuta.no5@ms.naist.jp

テラヘルツ(THz)波は水を含まない多くの物質を透過する電磁波として知られ、様々なイメージング応用が期待されることから、そのための検出器について研究が進められている。我々は、ペンタセン薄膜の HOMO バンド端における微小なポテンシャルゆらぎ[1,2]を利用した有機電界効果トランジスタ(OFET)型 THz 波センサを提案し、研究を続けている[3-7]。OFET 型センサでは、バンド端ポテンシャルの谷に弱く束縛されたホールが THz 波を吸収することによって移動度端以上のエネルギーを得て、出力電流の増分として THz 波が検出される。これまでに THz 波の初検出には成功[4,6]したものの、検出感度の改善が課題となっていた。それには、ポテンシャルゆらぎ以外の移動度低下要因や電極からの注入障壁を減らすことが有効であると考えられる。そこで本研究では、自己組織化単分子膜(SAM)によるゲート絶縁膜およびソース/ドレイン金電極の表面修飾を最適化することにより、高移動度化および低サブスレッショルドスロープ化を試みた。

従来、SiO₂ ゲート絶縁膜を修飾する SAM として用いてきた 1,1,1,3,3,3-ヘキサメチルジシラザン(HMDS)の代わりに、オクチルトリクロロシラン(OTS)[8]を用いてボトムコンタクト型 OFET を作製した。その結果、移動度は HMDS を用いた場合と比較して 2 倍程度に増加、サブスレッショルドスロープは 3 分の 1 程度に減少した(図 1)。

一方、これまで、出力特性においてドレイン電圧 0 V 付近に出力電流の非線形な立ち上がりが確認されていた。これは電極/有機半導体界面におけるキャリア注入障壁の影響が大きいことを示唆していることから、それを低減させるために金電極表面をペンタフルオロベンゼンチオール(PFBT)[9]によって修飾した。その結果、金電極の仕事関数が増加することで、出力特性における非線形な立ち上がりはなくなり、より理想的な特性を得ることができた(図 2)。

講演では、表面修飾による THz 波検出用ボトムコンタクト型 OFET の特性変化の詳細を報告する他、THz 波検出機構への影響についても議論する。

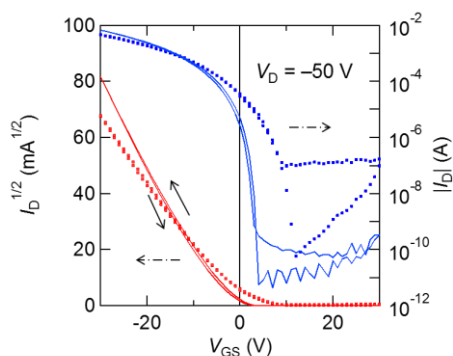


図 1. HMDS (点線) および OTS (実線) によりゲート絶縁膜を表面修飾した OFET の伝達特性

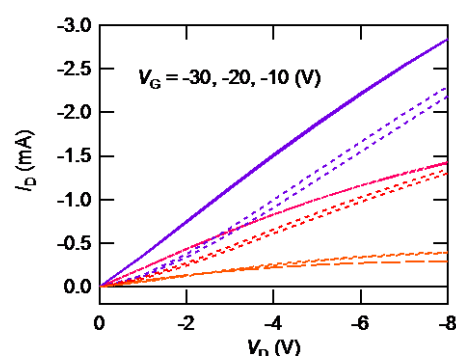


図 2. 金電極表面の PFBT 修飾による出力特性の改善効果 (点線: 修飾なし、実線: 修飾あり)

- [1] N. Ohashi *et al.*, APL **91**, 162105 (2007). [2] R. Matsubara *et al.*, APL **92**, 242108 (2008). [3] S.-G. Li *et al.*, Org. Electron. **14**, 1157 (2013). [4] M. Nakamura *et al.*, J. Vac. Soc. Jpn. **58**, 97 (2015). [5] 上田他, 2014 春季講演会 p.12-174. [6] 木元他, 2015 春季講演会 p.11-435. [7] 志水他, 2016 春季講演会 p.10-063. [8] S.-P. Tiwari *et al.*, Org. Electron. **13**, 18 (2012). [9] Z. Jia *et al.*, Phys. Rev. B **2**, 125457 (2010).