

ポリシルセスキオキサンをゲート絶縁膜に用いた TIPS-pentacene トランジスタの作製

Fabrication of TIPS-pentacene transistors using polysilsesquioxane gate insulator layers

和歌山大学システム工, °松田 悠, 中原 佳夫, 道浦 大祐, 宇野 和行, 田中 一郎

Wakayama Univ., °Yu Matsuda, Yoshio Nakahara, Daisuke Michiura, Kazuyuki Uno, Ichiro Tanaka

E-mail: s143053@sys.wakayama-u.ac.jp

1. はじめに

汎用プラスチック基板上に溶液プロセスにより成膜が可能であるポリシルセスキオキサン(PSQ)をゲート絶縁膜に用いた有機薄膜トランジスタ(OTFT)が検討されている。^[1-3] 今までにわれわれは PSQ 絶縁膜と pentacene の真空蒸着膜を用いた OTFT を作製し、最大キャリア移動度 $0.38 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ が得られたことを報告した。^[4] しかし、PSQ の特徴をより活かすためには有機半導体膜も溶液プロセスにより成膜する必要がある。本研究では methyl 基と 3-methacryloxypropyl 基を 4:1 の割合で有する PSQ (図 1) をゲート絶縁膜に用い、その上に有機半導体材料として 6,13-bis(triisopropylsilylethynyl)pentacene (TIPS-pentacene) をフローコート法により成膜した OTFT を作製した。^[5]

2. 実験

まず、低分子架橋剤として trimethylolpropane triacrylate (TMPTA) を、溶媒として propyleneglycol monomethyl ether acetate (PGMEA) を用い、TMPTA:PGMEA=1:4 の溶液を作製した。この溶液に重合開始剤である 1-hydroxycyclohexyl phenyl ketone (2 wt.%) と PSQ (33 wt.%) を溶解させた。これを n^+ -Si 基板上に滴下し、7000 rpm で 30 秒間スピコートした。さらに 60 分間紫外線を照射して、ラジカル重合を行った。次に、トルエン等の有機溶媒を用いて濃度 0.5 wt.% の TIPS-pentacene 溶液を調製し、 $100 \mu\text{m/s}$ の速さでフローコートした。そして、金をマスク蒸着してソース・ドレイン電極を形成し、さらに、 80°C で 2 時間アニールした。また、hexamethyldisilazane (HMDS) で表面処理した n^+ -Si/SiO₂ 基板を用いて OTFT を作製し、PSQ 絶縁膜を用いた場合と比較を行った。なお、作製した OTFT のチャンネル幅は 2 mm、チャンネル長は 15~58 μm であった。

3. 結果および考察

PSQ 絶縁膜を用いた OTFT において最大キャリア移動度 $0.42 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ が得られた。この出力特性を図 2 に示す。また、PSQ 絶縁膜と SiO₂ 絶縁膜を用いて作製した OTFT のキャリア移動度のヒストグラムを図 3 に示す。どちらの OTFT もキャリア移動度 $0.2\sim 0.3 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ を示したデバイスが最も多く、それより高い値を示すものもいくつかみられた。平均キャリア移動度は、SiO₂ 絶縁膜を用いた OTFT が $0.31\pm 0.10 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ 、PSQ 絶縁膜を用いた場合は $0.30\pm 0.08 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ となり、両者は同程度の値である。したがって、溶液プロセスにおいても PSQ をゲート絶縁膜に用いることは充分可能であると考えられる。

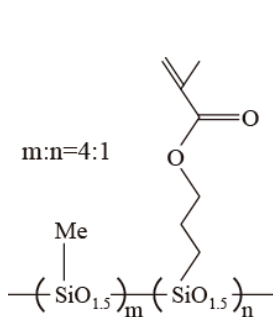


図 1. 本研究で使用した PSQ の構造

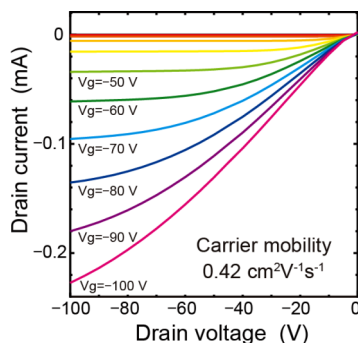


図 2. 絶縁膜に PSQ を用いた OTFT の出力特性の一例

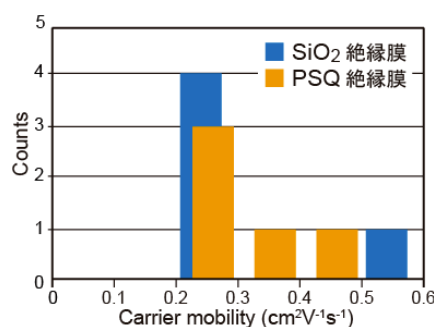


図 3. キャリア移動度のヒストグラム

[1] Z. Bao, V. Kuck, J. A. Rogers, and M. A. Paczkowski, *Adv. Funct. Mater.* **12**, 526 (2002).

[2] T. Nagase, T. Hamada, K. Tomatsu, S. Yamasaki, T. Kobayashi, S. Murakami, K. Matsukawa, and H. Naito, *Adv. Mater.* **22**, 4706 (2010).

[3] Y. Nakanishi, H. Kajii, K. Tamura, and Y. Ohmori, *Jpn. J. Appl. Phys.* **51**, 04DK03 (2012).

[4] M. Kawamura, Y. Nakahara, M. Ohse, M. Kumei, K. Uno, H. Sakamoto, K. Kimura, and I. Tanaka, *Appl. Phys. Lett.* **101**, 053311 (2012).

[5] K. Sakamoto, J. Ueno, K. Bulgarevich, and K. Miki, *Appl. Phys. Lett.* **100**, 123301 (2012).