

エンチオール反応により紫外線重合させた有機薄膜トランジスタ用 ポリシルセスキオキサンゲート絶縁膜

Ultraviolet-light cured polysilsesquioxane gate dielectric layers by thiol-ene reaction for pentacene field-effect transistors

和歌山大システム工, [○]山根 健一郎、中上 智章、中原 佳夫、宇野 和行、田中 一郎
Wakayama Univ., [○]Ken-ichiro Yamane, Tomoaki Nakagami, Yoshio Nakahara, Kazuyuki Uno,
Ichiro Tanaka
E-mail : s206286@wakayama-u.ac.jp

はじめに

われわれは、耐熱性の低い汎用プラスチック基板上でも重合可能なゲート絶縁膜として、紫外線重合可能な Polysilsesquioxane (PSQ)を検討している[1,2]。紫外線重合にはビニル反応が良く用いられるが、炭素-炭素二重結合を開裂するために電子吸引性の大きなカルボニル基を有する低分子架橋剤を加える必要がある。しかし、カルボニル基は大きな双極子モーメントを持つためにクーロン相互作用により、有機薄膜トランジスタ(OTFT)のキャリア移動度を低下させてしまう欠点がある[3]。そこでわれわれはビニル反応の代わりにエンチオール反応を用いた PSQ の重合を検討している[4]。今までは、3-メタクリロキシプロピル基を側鎖に有する PSQ(Table 1 の PSQ-1)を用いていたが、本研究では、エンチオール反応に適した PSQ として Fig. 1(a)に示す 3-メルカプトプロピル基を側鎖に持つ PSQ-2 を合成した。また、Fig. 1(b)に示すカルボニル基を有していない低分子架橋剤として Pentaerythrityl tetraallyl ether (PETAE)を用い、それらをゲート絶縁膜材料に用いた結果について報告する。

実験方法

33 wt%の PSQ-2 と 0.075 mol/L または 0.15 mol/L の PETAE を Propylene glycol methyl ether acetate に溶解させた PSQ 溶液を n^+ -Si 基板上に滴下してスピンコート法で製膜し、窒素雰囲気下で強度 120 mW/cm²、中心波長 365 nm の紫外線を 40 分間照射した。その後、厚さ 30 nm のペンタセン薄膜をレート 0.010 nm/s で真空蒸着した。次に別の真空装置に移してその上にソース/ドレイン電極として厚さ 50 nm の金薄膜をマスク蒸着して OTFT を作製し、その特性を測定した。

結果と考察

先行研究と比較するために、ゲート絶縁膜の作製に使用したそれぞれの PSQ と濃度の異なる各低分子架橋剤 Trimethylolpropane triacrylate(TMPTA)、または 1,3,5-Benzenetriethiol(BTT)/TriallylCyanurate(TAC)の組み合わせを Table 1 に示す。それらの絶縁膜材料の組み合わせを用いたペンタセン TFT のキャリア移動度と PSQ ゲート絶縁膜の比誘電率との関係を Fig. 2 に示す。先行研究で用いた PSQ-1 とカルボニル基を有する TMPTA の組み合わせでは、比誘電率が大きくてキャリア移動度が低い。それに対して、カルボニル基を含まない BTT/TAC を用いた場合は同じ低分子架橋剤の濃度で比べると、それぞれ比誘電率が低下してキャリア移動度が向上していることが分かる。したがって、ゲート絶縁膜の誘電率が小さくなるほどキャリア移動度が大きくなると考えられる。PSQ-2 と PETAE を絶縁膜材料に用いた今回の研究では、PETAE の濃度が 0.075 または 0.15 mol/L どちらの場合も上に述べた傾向と同様に、比誘電率の値が小さく、平均キャリア移動度が高いという結果が得られた。

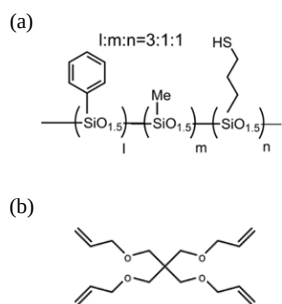


Fig. 1 The molecular structure of (a)PSQ-2 and (b)PETAE.

Table 1 The molecular structure of PSQs and the cross-linkers used in this study.

PSQ-1	
	● TMPTA (0.24 mol/L)
	○ TMPTA (0.48 mol/L)
	■ BTT/TAC (0.24 mol/L)
	□ BTT/TAC (0.48 mol/L)
PSQ-2	
	★ PETAE (0.075 mol/L)
	☆ PETAE (0.15 mol/L)

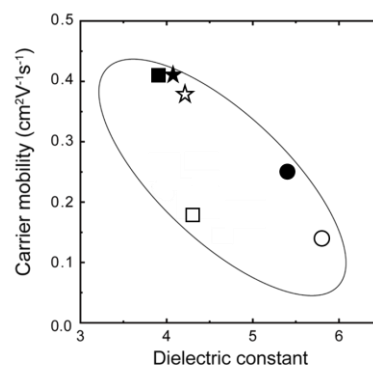


Fig. 2 Correlation between carrier mobility of the pentacene TFTs using PSQ gate insulator and relative dielectric constant of the PSQ insulators shown in Table 1.

- [1] Z. Bao, V. Kuck, J. A. Rogers, and M. A. Paczkowski, Adv. Funct. Mater. **12**, 526 (2001).
- [2] M. Kawamura, Y. Nakahara, M. Ohse, M. Kumei, K. Uno, H. sakamoto, K. Kimura, and I. Tanaka, Appl. Phys. Lett. **101**, 053311 (2012).
- [3] H. Shibao, Y. Nakahara, K. Uno, and I. Tanaka, J. Nanotechnol. **16**, 3327 (2016).
- [4] S. Okada, Y. Nakahara, K. Uno, and I. Tanaka, Jpn. J. Appl. Phys. Lett. **57**, 040313 (2018).