

高分子ブレンドを用いた電気化学トランジスタの応答時定数制御

Controlling the Response Time of Organic Electrochemical Transistors

東北大院工¹, ケンブリッジ大² ◯山本 俊介^{1,2}, George G. Malliaras²

Tohoku Univ.¹, Univ. Cambridge², ◯Shunsuke Yamamoto^{1,2}, George G. Malliaras²

E-mail: syama@tohoku.ac.jp

【緒言】 電気化学トランジスタ(OECT)はバイオセンサや神経模倣素子への応用に向けて近年注目を集めている。本研究では OECT 素子の応答速度制御を試み、イオン拡散挙動と神経模倣動作の関係の解明を目指した。^[1]

【実験】 パターン金電極上に PEDOT:PSS とイオン伝導性高分子 PSS-Na (図 1) を種々の割合で混合した水溶液 (架橋剤 GOPS および界面活性剤 dodecyl benzenesulfonic acid を含む) をスピニング

後、熱アニール、純水中への浸漬によって OECT 素子($W = L = 50 \mu\text{m}$)を完成させた。素子測定では 0.1 M NaCl 水溶液中において Ag/AgCl ペレットをゲート電極として測定した。

【結果と考察】 PEDOT:PSS / PSS-Na 混合 OECT の出力特性では PSS-Na を混合した場合でもデプレッション型の OECT 動作が確認できた。また伝達特性測定からトランスコンダクタンス $g_m (= \partial I_D / \partial V_G)$ を求め、最大値 $g_{m,max}$ を混合分率に対してプロットすると経験的なパーコレーション挙動に従うことが示され、本実験の濃度範囲において PEDOT が形成する電子伝導パスが確保されていることを意味している。次に、ゲートおよびドレインへのステップ電圧入力に対する過渡応答を検討した。その結果、ゲート電流応答の時定数は PSS-Na の添加によって単調減少するが、ドレイン電流の応答時定数は PSS-Na の割合が少ない場合には短縮するものの、ブレンド比が 1:9 を超えるとむしろ時定数が長くなることを見出した。このことはイオン伝導性高分子の添加によってイオン応答が高速化するものの、ドレイン電流応答は単純にイオン応答速度と相関しないことを示している。さらに神経模倣動作(PPD 動作)を検討した結果、この動作に関してはゲート応答時定数ゲート電流の過渡応答と相関し、神経模倣動作はチャンネル層内におけるイオン拡散挙動によって決定づけられていることが明らかになった。

[1] Yamamoto, S., Malliaras, G. G. *ACS Appl. Electron. Mater.* **2**(7), 2224–2228 (2020).

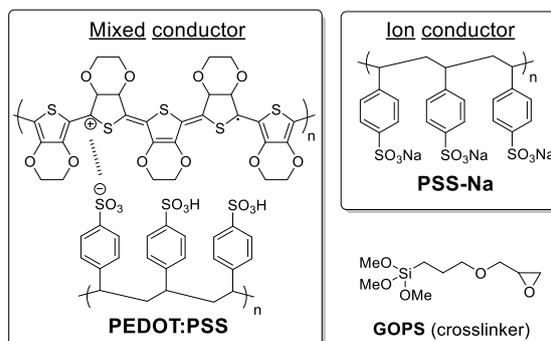


Fig. 1. Chemical structures of materials used in this study.

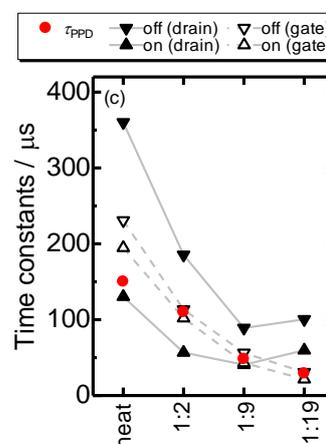


Fig. 2. Time constants estimated from the analysis of transient response of OECT devices. Filled circles indicate the retention time τ_{PPD} obtained from the PPD experiments.