

フェロセン修飾ポリエチレンイミン交互積層膜を用いた抵抗変化スイッチの作製

東北大多元研 ○渡邊 暁斗, 山本 俊介, 三ツ石 方也

E-mail: akito.watanabe.t4@dc.tohoku.ac.jp

【緒言】 シナプス模倣素子は、長期記憶と短期記憶の機能をあわせ持つデバイスであり、脳の機能模倣を目指して研究が行われている。シナプス模倣素子の長期記憶は酸化還元反応を、短期記憶はイオン拡散を用いることで実現可能である。本研究では、長期記憶にフェロセンの酸化還元反応を、短期記憶に交互積層(LbL)膜によるイオン拡散制御を用いて抵抗変化スイッチ型シナプス模倣素子の作製を試みた。

【結果と考察】 PEI-Fc は、活性エステル(*N*-Succinimidyl Ferrocenecarboxylate)によるアミド化反応により合成した。

ITO 基板上に PEI-Fc / polystyrenesulfonate (PSS) LbL 膜を作製し、その上に PEDDOT:PSS をスピコートすることで抵抗変化スイッチを作製した。抵抗変化スイッチは ITO を ground とした電流-電圧測定により評価した。12 サイクルの PEI-Fc/PSS LbL 膜では、3rd scan まではヒステリシスが観測されなかったが、4th scan 以降では負に掃引した時にヒステリシスが現れた Fig.2(a)。この抵抗変化挙動は、先行研究の結果^[1]と一致し、イオン拡散制御に起因すると考えられる。すなわち、PEDOT:PSS 膜中のプロトンが電圧掃引に伴い LbL 膜との間で行き来することで、LbL 膜中のキャリア密度が変化し、抵抗変化が起こったと考えられる。9 サイクルの PEI-Fc/PSS LbL 膜では、-2 -1 V の範囲ではイオン拡散によるヒステリシスが観察されたが、-1-2 V の範囲では Fig.2(a)と全く異なる挙動を示した Fig.2(b)。この範囲を線形プロットすると、フェロセンの酸化還元反応に由来すると考えられる対称性を持った電流ピークが観測された。

【結言】 PEI-Fc/PSS LbL 膜が膜中のイオンの拡散制御に利用可能であることがわかった。さらに、膜中のフェロセンが酸化還元活性を示し、それは積層数に依存して変化することがわかった。以上の結果から、今回の抵抗変化スイッチがシナプス模倣素子実現への可能性を有するといえる。

[1]S. Yamamoto, T. Kitanaka, T. Miyashita, M. Mitsuishi., *Nanotechnology*, **29**, 26LT02 (2018).

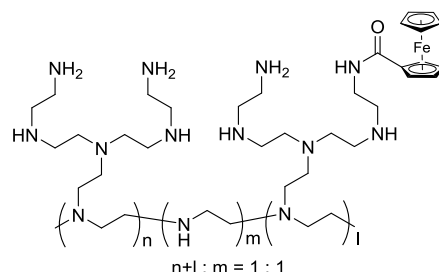


Fig.1 An example of ferrocene-attached polyethyleneimine (PEI-Fc) structure. PEI-Fc contains 2.6 mol% ferrocene groups based on total amount of primary and secondary amine.

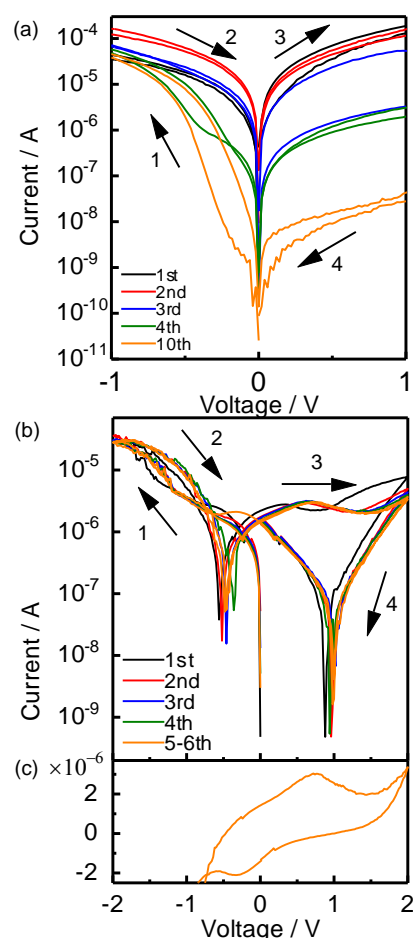


Fig.2 J - V curves of PEI-Fc/PSS LbL films for (a) 12 and (b, c) 9 assembling cycles.