

P3HT ソフトアクチュエーターの性能向上

(農工大院工) ○鈴木拓海、吉井友哉、村沢義寛、下村武史

【緒言】

一般的なアクチュエーターはモーターを利用し、電気エネルギーを伸縮や振動などの様々な運動に変換して利用される。パワーアシストスーツ等の人体に近いロボットは多くが金属製の材料から成るが、人体を補助するロボットは人体になじむような柔らかい材料で構成させたい。そのためソフトアクチュエーターが盛んに研究されている。ポリアニリンなどの導電性高分子もその有力な候補とされているが、高い導電性能をもつポリチオフェンはその脆さ故に、これまでアクチュエーターとしての適用例がなかった。そこで高い結晶性をもち、ナノファイバーを形成することが知られている側鎖に位置規則性がある poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl) regioregular(RR-P3HT) に、側鎖に位置規則性のない poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl) regiorandom(RRa-P3HT)をタイ分子として添加し、さらに母材としてポリブタジエン(PB)をブレンドした膜を作製し、アクチュエーターの性能評価を実施した。

【実験】

貧溶媒である *p*-xylenen に RR-P3HT(0.1wt%)、RRa-P3HT、PB を加え、90℃で二時間攪拌した。その後室温まで徐冷させた後、冷蔵庫に入れて 24 時間冷却した。その溶液をキャスト成膜し、30℃の真空乾燥をすることで膜を得た。これをカットしたポリイミドテープに貼り付けて剥がすことで、アクチュエーターとして機能するバイモルフ構造の膜を作製した。電解質溶液として tetrabutylammonium Perchlorate (TBAP) (図 1)のアセトニトリル溶液を使用し、掃引速度 100 mV/s で電気化学的酸化還元反応を行い、酸化還元の様子を CV で確認しながら、膜のアクチュエーター挙動を CCD カメラを用いて評価した。また、洗浄したシリコン基板上に 2000rpm、100s の条件でスピコートを行い、得られた膜の AFM 画像を撮ることで膜の表面を観察した。

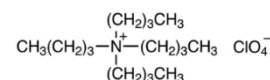


図 1 TBAP の構造式

【結果と考察】

図 2 にアクチュエーターの駆動の様子を示した。比率は RR-P3HT:RRa-P3HT:PB の混合比率を表す。(a)(b)(c)は酸化前、(d)(e)(f)は一回目の酸化後、(g)(h)は一回目の還元後、(i)(j)は 10 回目の還元後、(k)は 15 回目の還元後の画像である。クラック割れの発生を抑えるために混合した PB の比率によって、アクチュエーターの駆動角度が増減することがわかった。図 3 に(a)1:1:1、(b)1:1:2、(c)1:1:3 の CV 測定結果のグラフを示した。縦軸が電流値(mA)、横軸が Ag/Ag⁺参照電極との相対電位である。酸化時の最大電流値より還元時の最大電流値の方が値が小さくなった。図 4 に(a)1:1:1、(b)1:1:2、(c)1:1:3 の AFM 画像を示した。PB を加えたものは立体網目状の P3HT ナノファイバーの太さが太くなった。また、PB の量を増加させていくと、ナノファイバーが凝

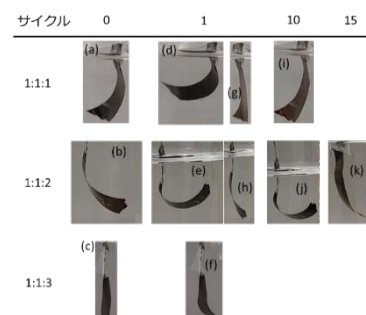


図 2 アクチュエーターの駆動

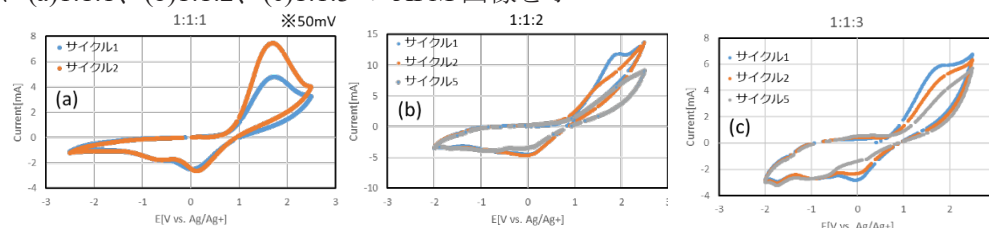


図 3 CV 測定結果

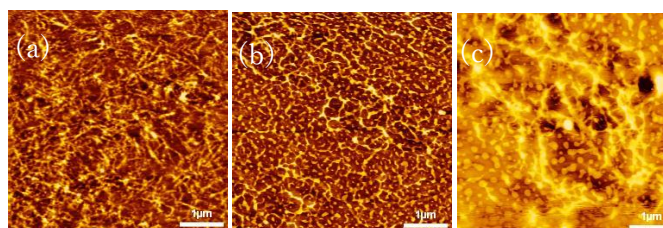


図 4 AFM 画像

集し、基板上に PB の島状構造があらわれてきた。アクチュエーターがうまく駆動しないときはこの状態にあることが多い。PB 中でナノファイバーを均一に分散させることが、アクチュエーターの駆動寿命を向上させるうえで大切だと考えられる。