

K6-19

メタノール混合電解液中におけるポリピロールアクチュエータの動作特性

Dynamic Behaviors of Polypyrrole Actuators in Electrolyte Solution Containing Methanol

山崎隼¹、星野大樹²、門山徹也¹、積治風人²、荻原翔²、鈴木悠太郎²、西岡泰城³

Jun Yamasaki, Daiki Hosino, Tetuya Kadoyama, Futo Tsumuji, Syou Ogihara, Yuutarou Suzuki, Yasushiro Nishioka

Organic soft linear-actuators made of conducting polymers such as polypyrrole (PPy) films are of special interest for application in microelectromechanical systems (MEMS) because they generate large electrochemomechanical stress and strain. In this work, a PPy actuator was fabricated by galvanostatic electropolymerization. The electrochemical deformation behaviors of the PPy actuator were investigated in aqueous solutions of an electrolyte, lithium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide (LiTFSI), containing different concentrations of methanol.

1.はじめに

近年、ポリピロール(PPy)などの導電性高分子によるソフトアクチュエータの研究が進められている^{[1],[2]}.2011年にHoshino等の研究でPPy動作時の電解液に2-プロパノールを混合し、変形量の向上に成功した^[3].しかし、動作を繰り返すごとに膜が元の長さより長くなる現象(クリープ)が生じた.そこで、本研究では動作溶液に有機溶媒の一つであるメタノールを混合し、PPyアクチュエータのクリープを含む動作特性について報告する.

2.原理

PPyの作製には電解重合法を用いた.有機溶媒中にモノマーであるピロールと支持電解質を溶かし、両電極間に定電流を流し、作用電極側にPPy膜を重合した.PPyの伸縮原理は、図1に示すようにPPyに正電圧を印加するとLiTFSI電解溶液中の巨大陰イオン(TFSI-)がPPy膜に取り込まれ体積が増加する.一方、負電圧を印加すると薄膜内からTFSI-が抜け出し体積が減少する.

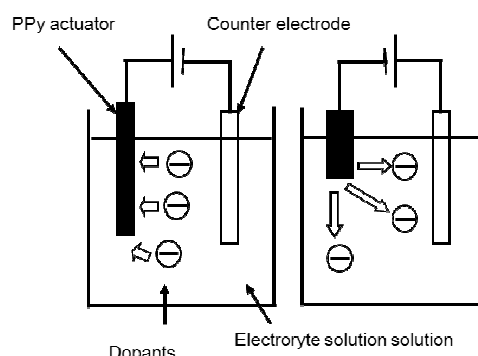


Figure 1 Thee conceptual description of principle for the expansion and contraction processes of PPy actuators.

3.測定方法

天秤の受け皿の変位をレーザー変位計によって測定することによって、間接的にPPyの変形量の測定を行った.受け皿には人間の筋肉の発生応力と同じ0.3MPaの応力がPPy断面に加わるように錘を載せた.PPyの厚さは150 μ m,幅は7mm,長さ8mmであった.

4.結果・考察

電圧範囲-1~+1V,スキャン速度10mV/s,10サイクルで動作試験を行った.また、動作溶液はLiTFSIと純水を混合したもの、メタノールを20, 40, 60, 80, 100%混合したものの計6種類を用意した.図2, 3は時間経過に伴うPPyアクチュエータの変位を示す.図3のメタノール濃度0%における10サイクル目のPPyアクチュエータの変形量は約4%であった.メタノール濃度を上げていくと変形量は7%,9%と2倍以上に向上した.

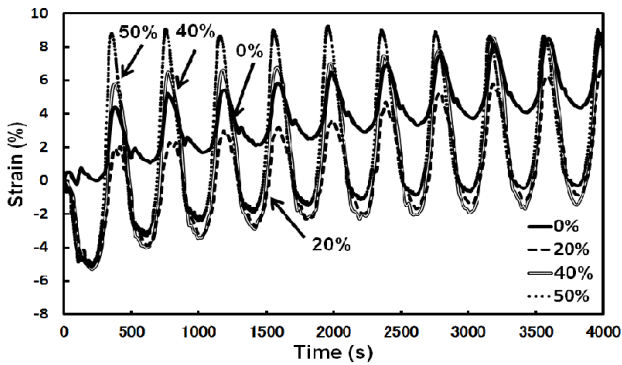


Figure 2 Methanol concentration 0-50

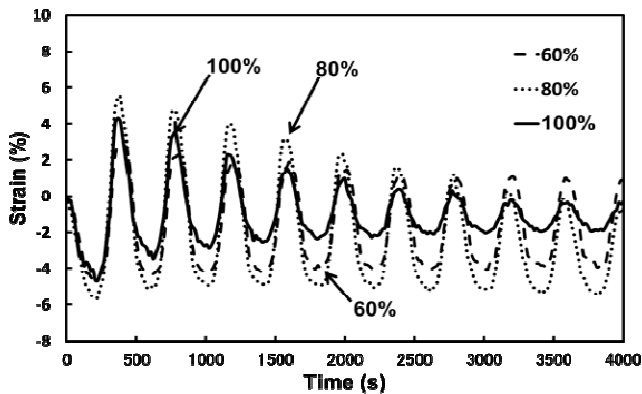


Figure 3 Methanol concentration 60-100

メタノール量が60%では動作を繰り返すと変形量が徐々に減少して行く。しかし、濃度0%では4.5%だったクリープが60%では1.3%まで抑制することが出来た(図4)。

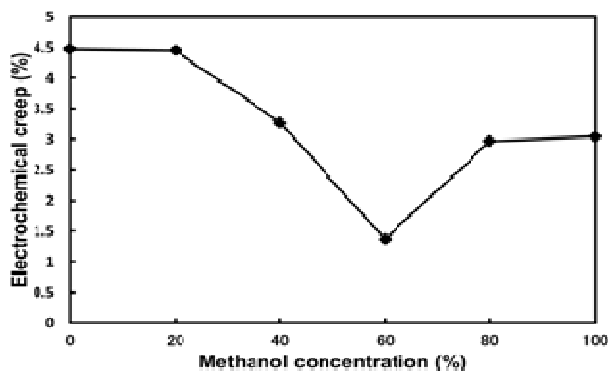


Figure 4 Actuating strain in each concentration

これはメタノールの表面張力,粘度が水よりも低いため液中の表面張力が低くなることによってドーパントである負イオンがPPy膜表面に侵入しやすくなり,粘度が低くなることによってPPy膜内に侵入したドーパントが放出されやすくなった為であると考えている(表1)。

Table1 Comparison of surface tension and viscosity

	Surface tension (dyn.cm ⁻¹)	Viscosity (mPa.s)
Water	72.8	1.01
Methanol	22.6	0.59

5.結論

動作溶媒に表面張力,粘度の低いメタノールを40~60%混合することにより,従来のアクチュエータよりも変形量が増加し,クリープの抑制にも成功した。

動作溶媒に表面張力,粘度の低いメタノールを40~60%混合することにより,従来のアクチュエータよりも変形量が増加し,クリープの抑制にも成功した。

6.参考文献

- [1] Y. Suzuki, et al., Mol. Cryst. & Liq. Cryst, vol. 539 (2011), 148.
- [2] S. Hara, et al., Synth. Met. 149 (2005) 199.
- [3] D. Hoshino, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 50 (2011) 01BG10.