

イオン液体種検討による高分子アクチュエータの変位量向上化

Improvement of polymer actuator displacement by studying ionic liquid type

千葉大院融[○]木田一肇, 佐藤健介, 宮川慧, 高濱悠一郎, 高橋大地, 串田正人

Graduate School of Engineering, Chiba Univ.,

[○]Kazutoshi Kida, Kensuke Sato, Kei Miyakawa, Yuichiro Takahama, Daichi Takahashi and Masahito Kushida

E-mail: kushida@faculty.chiba-u.jp

【緒言】電気活性高分子(EAP: Electro Active Polymer)アクチュエータが、小型で生物的な柔らかい動作が可能といった特徴があることから、医療検査機器や人工筋肉などへの応用が期待されている¹⁾。しかし、EAP アクチュエータには低変位量という問題点が幅広い実用化への弊害となっている。先行研究²⁾ではEAP アクチュエータの電極膜を従来のキャスト電極膜からナノファイバー電極膜に変更し比表面積の増大を試みたところ、電解質膜中のイオン移動量が増加することで変位量向上を達成できた。本研究ではさらなる変位量向上のために電解質膜に着目した。イオン液体(IL)のカチオンサイズを増大化することで、イオン1対毎の体積差増大が変位量向上につながる考えた。そこで本研究では従来用いている IL よりもカチオンサイズが大きい IL を用いてアクチュエータの性能を比較した。

【実験】ジメチルホルムアミドにカーボンナノチューブ(CNT)とポリフッ化ビニリデン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体(PVDF-HFP)を混合した溶液をエレクトロスピニング法によりナノファイバー電極膜を作製した。次に IL と PVDF-HFP を含んだ電解質溶液をキャストすることで電解質膜を作製した。IL は本研究室で従来用いている 1-エチル-3-メチルイミダゾリウムテトラフルオロボレート(EMIBF₄)に加え、EMI カチオンのエチル基をブチル基にした BMIBF₄、さらにはデシル基にした DMIBF₄の3種類を用いてそれぞれ電解質膜を作製した。金スパッタを施したナノファイバー電極膜2枚で電解質膜を挟み込み、ホットプレスにより EAP アクチュエータを作製し、性能を評価した。

【結果と考察】Figure 1 および Figure 2 に作製した EAP アクチュエータの変位量-周波数依存性およびキャパシタンス-周波数依存性をそれぞれ示す。EAP アクチュエータ変位量およびキャパシタンスの大きさは 0.01 Hz において、BMIBF₄、DMIBF₄、EMIBF₄の順となり、従来使用している EMIBF₄の結果を上回った。しかしながら、変位量の大きさはカチオンサイズの順にならなかった。変位量には「イオン移動のしやすさ」と「イオンの体積差」の2点が関係していることが挙げられる。カチオンサイズが大きいと、イオンの体積差が生じ変位量は大きくなる。一方、膜中で障害物に衝突するなど、イオンが両電極側に移動しきれない割合も増加する。そのためカチオンサイズが中間の BMIBF₄が上記2点を両立したと考えられる。また、キャパシタンスと変位量は相関関係があること³⁾を確認した。EAP アクチュエータ動作の様子やその他の実験については当日議論する。

【参考文献】

- 1) N. Terasawa, et al., Sensors and Actuators B, 163, pp. 20-28 (2012).
- 2) K. Kida, et al., Japanese Journal of Applied Physics 58, SDDF10 (2019).
- 3) I. Takeuchi, et al., Electrochim. Acta 54, pp. 1762-1768 (2009).

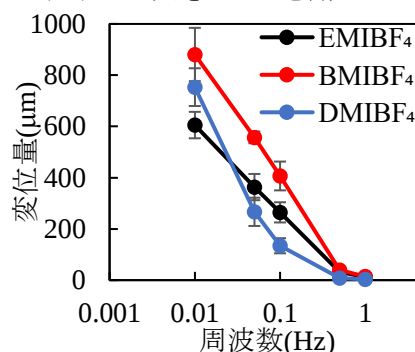


Fig. 1. Displacement of EAP actuators fabricated from three kinds of ILs.

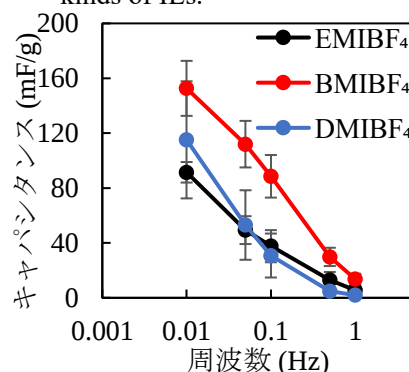


Fig. 2. Electrical capacitance of EAP actuators fabricated from three kinds of ILs.