

強誘電体ポリマーゲルの作製と構造・電気物性評価

Fabrication and electrical characterization of ferroelectric polymer gel

神戸大院工, °深川 美樹, 小柴 康子, 森本 勝大, 石田 謙司

Kobe Univ. , °Miki Fukagawa, Yasuko Koshiba, Morimoto Masahiro, Ishida Kenji

E-mail: kishida@crystal.kobe-u.ac.jp

【研究背景】近年、人工筋肉などの人工生体材料として、軽量で柔軟、生体適合性に優れた有機アクチュエータが注目されている。圧電性を示す有機強誘電体も有力な候補素材であるが、その変形量は未だ充分ではない。強誘電体の変形には材料の柔軟性が大きく関わってくることから柔軟なゲルと複合することで変形量の増大が期待されるが、有機強誘電体ゲルの圧電特性に関する研究例は少ない。そこで本研究では有機強誘電体をゲル化剤またはイオン液体を用いて複合・ゲル化させ、作製した有機強誘電体ゲルの構造および電気物性を評価した。

【実験方法】フッ化ビニリデン・三フッ化エチレン共重合体(P(VDF-TrFE))と、ゲル化剤 Poly(pyridinium-1,4-diyliminocarbonyl-1,4-phenylenemethylene)(PICPM-SCN) および DMF、またはイオン液体 1-Ethyl-3-methylimidazoliumbis(trifluoromethylsulfonyl)imide(EMIM-TFSI)とを混合させることで P(VDF-TrFE)ゲルを作製した(Fig. 1)。その後、電極と絶縁層パリレン C の付いたフィルムで P(VDF-TrFE)ゲルを挟んだ素子を作製し、P(VDF-TrFE)ゲルの強誘電特性および圧電特性の評価を行った。

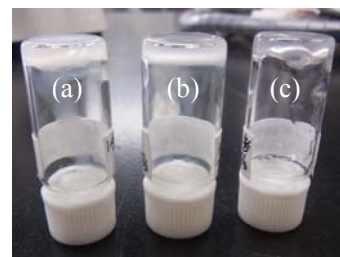


Fig.1. P(VDF-TrFE)/PICPM-SCN gel of each gelator concentration (a)50 g/L (b)30 g/L (c) 10 g/L.

【結果・考察】P(VDF-TrFE)/PICPM-SCN ゲルの電流密度-電界 (J - E) 曲線を Fig. 2 に示す。分極反転に由来する電流ピークが観測されるものの、リーク電流が多くゲル中溶媒の影響が大きい。一方、分極反転に必要な坑電界 E_c は 1.99 MV/m と算出され、P(VDF-TrFE)固体薄膜($E_c=52$ MV/m)に比べ非常に低い値となった。これはゲル中では P(VDF-TrFE)ドメイン周囲に溶媒分子が存在することで分極反転の起点となる構造欠陥(コンフォメーション乱れ)や分子間相互作用の弱い部分が多数存在するため固体薄膜中よりも低い電圧から電場応答性が向上したと考えられ、ゲル化による駆動電圧の低電圧化が示された。P(VDF-TrFE)ゲルに電圧印加した際の変位量(d_{33})測定結果を Fig. 3 に示す。印加電圧の増加に比例して変位量も増加する圧電応答が確認され、P(VDF-TrFE)ゲルの圧電性発現に成功した。また測定時の印加電圧周波数は 4 kHz であり、高速な応答特性も確認された。圧電性能を示す圧電定数 d_{33} は 5~7 pm/V と、P(VDF-TrFE) 固体薄膜 (d_{33} :10~20 pm/V) に比べ小さい値となったが、溶媒量やゲル化剤添加量の最適化、デバイス構造の工夫により更なる向上が期待できる。

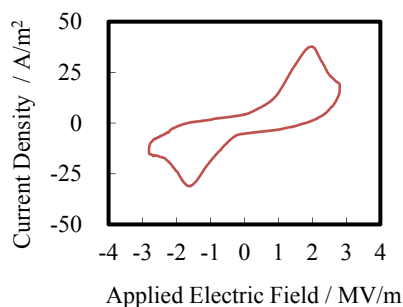


Fig. 2. J - E curve of P(VDF-TrFE)/PICPM-SCN gel.

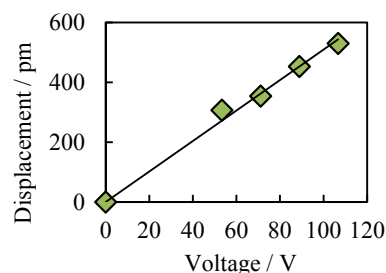


Fig. 3. Piezoelectric displacements of the P(VDF-TrFE)/PICPM-SCN gel at various applied voltages.