

強誘電性ポリマー材料・デバイスの新展開

New Developments of Ferroelectric Polymer Materials and Devices

東北大金研 [○]中嶋 宇史IMR Tohoku Univ., [○]Takashi Nakajima

E-mail: tnakajima@imr.tohoku.ac.jp

強誘電性ポリマーに関する研究はおよそ 40 年前のポリフッ化ビニリデン(PVDF)における圧電性の発見を契機に、その多彩な機能物性への学術的興味と有機エレクトロニクス分野の著しい進展を背景に関心が高まっている。特に近年においては、強誘電性に関する基礎的理解と高分子不均一構造の制御手法が発展し、これまで知られていなかった現象や機能に着目した新しい展開が期待されている。

フッ化ビニリデン/三フッ化エチレン(VDF/TrFE)共重合体は、適切な分子配向手法を施すことで単結晶状とも言える強誘電性結晶構造を発現可能であり、自発分極量 $P_s > 0.1 \text{ C/m}^2$, 電気機械結合係数 $k > 0.3$ を有する代表的な強誘電性ポリマーである。一方でその分極反転は、長鎖状分子の回転を素過程とするダイナミックな運動であるために、高い抗電界と遅い分極反転時間が電子デバイス応用上の懸念点とされてきた。しかしながら、Fig.1 に示すように 1 GV/m 程度の超高電場印加ではナノ秒での高速分極反転が可能であり、印加電圧低減のための薄膜化に関しては 10 nm 以下の膜厚でも絶縁性の高い良質な膜形成が可能となっている(Fig.2)。また強誘電性ポリマー膜は金属や半導体と良好な界面状態を容易に実現可能であり、強誘電体ゲートトランジスタ、強誘電性トンネル接合素子、太陽光発電素子との複合化などの検討が進められている。圧電デバイスの観点からは、有機材料の柔らかさに注目した振動発電素子(Fig.3)や医療機器の実用化を目指した取り組みも始まっている。さらに、合成が容易であるが結晶構造制御が困難であった PVDF やフッ化ビニリデン/四フッ化エチレン(VDF/TeFE)共重合体の強誘電性も向上しており、有機材料の加工性・量産性を活かした新しいデバイス応用も期待できる。本発表では強誘電性ポリマーの基礎物性をベースに、高分子材料の特徴とデバイス応用の現状、そして可能性について議論したいと考えている。

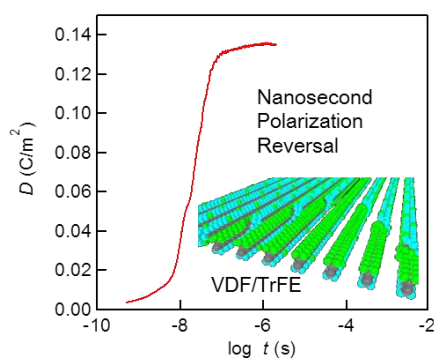


Fig.1 Ultrafast switching characteristics of VDF/TrFE copolymer thin film.

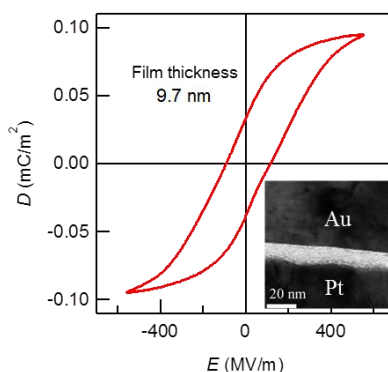


Fig.2 D - E hysteresis curves of 9.7 nm-thick VDF/TrFE copolymer.

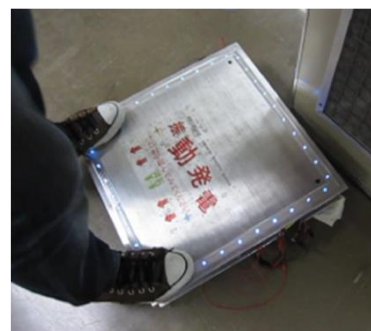


Fig.3 Piezoelectric power generation using multilayered PVDF films.