

高分子強誘電体 VDF/TrFE 超薄膜を用いた FTJ 素子の作製

Fabrication of FTJ devices using ultrathin VDF/TrFE copolymer

東理大理¹, 東北大金研², 小林理研³ ○ 臼井 翔吾¹, 中嶋 宇史², 古川 猛夫³, 岡村 総一郎¹Tokyo Univ. of Sci.¹, Tohoku Univ.², Kobayashi Inst. Phys. Res.³ ○ Shougo Usui¹,Takashi Nakajima², Takeo Furukawa³ and Soichiro Okamura¹

E-mail: j1509008@ed.tus.ac.jp

【はじめに】近年、不揮発性メモリの有力候補として、Ferroelectric Tunneling Junction (FTJ) 素子への関心が高まっている。これは、金属電極で挟まれた強誘電体薄膜層の自発分極の方向により抵抗値が大きく変化する Tunneling Electro-Resistance (TER) 効果を利用したものである。これまで、BaTiO₃ 等の無機酸化物強誘電体を用いた報告が成されているが、有機物強誘電体を使った研究は皆無である。ここでは強誘電体層としてフッ化ビニリデン (VDF)/三フッ化エチレン (TrFE) 共重合体を用いた FTJ 素子を作製し、その TER 効果について検討したので、その結果について報告する。

【実験・結果】原料としてクレハ製 VDF/TrFE(75/25mol%) 粉末を使い、炭酸ジエチル溶媒を用いて 1.4 wt% 溶液を調製した。スピンコート法により Pt/Ti/SiO₂/Si 基板上に成膜し、金を蒸着して直径 100 μm 及び 200 μm の上部電極を形成した後、120 $^{\circ}\text{C}$, 30 minutes で結晶化アニール処理を施してキャパシタ構造を作製した。その断面 TEM 写真を Fig.1 に示す。これより、VDF/TrFE 層の膜厚は 7 nm で、一様な薄膜が得られていることが分かる。この膜厚と電気容量より、VDF/TrFE 層の比誘電率は 10 kHz で 4 程度と見積もられた。膜厚 50 nm 以上の VDF/TrFE 膜の比誘電率は 10 程度であり、これは薄膜効果によって減少したものだと考えられる。このキャパシタの D - E ヒステリシス特性を Fig.2 に示す。印加電圧 14 V(100 kHz、印加電場 1600 MV/m) でも、絶縁破壊することなく、飽和性に優れた良好なヒステリシス特性が得られた。残留分極値は 70 mC/m^2 と見積もられ、バルクの値と比べるとやや減少したが、大きな値を保持した。一方、抗電場は 320 MV/m と通常よりも倍近い値となった。このキャパシタの上部電極をドライブとして、それぞれ +8 V あるいは -8 V(電場換算 ± 1140 MV/m) の電圧を印加し、ポーリング処理した後の I - V 特性を Fig.3 に示す。これを見ると、-8 V を印加した場合は 1 μA オーダーの電流が流れ On 状態となったのに対し、+8 V を印加した場合は 1 nA 程度しか電流が流れず Off 状態となった。今回は、VDF/TrFE の膜厚が 7 nm と厚く、トンネル電流とは断定出来ないが、有機物薄膜を用いても自発分極の向きにより 3 桁程度の抵抗変化が可能であることが示された。

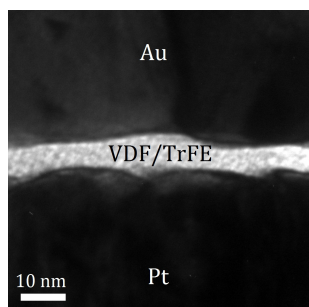
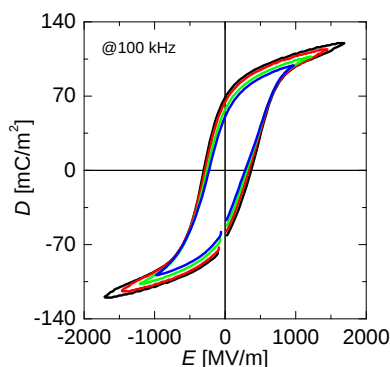
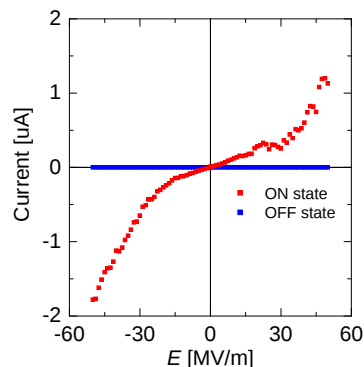


Fig. 1: TEM image of the ultra-thin VDF/TrFE film.

Fig. 2: D - E hysteresis curves of the 7-nm-thick VDF/TrFE film.Fig. 3: I - V properties in the ON($\uparrow$) and OFF($\downarrow$) states.