

直接観測に基づく強弾性ドメイン壁のピンニングと分極反転機構の解明

Mechanism for Pinning of Ferroelastic Domain Walls and Polarization Switching

Revealed by Direct Observation

東大院工¹, 北大院理², [○](D)宮本 樹¹, 井上 悟¹, 原田 潤², 長谷川 達生¹

U. Tokyo¹, Hokkaido Univ.², [○]Itsuki Miyamoto¹, Satoru Inoue¹, Jun Harada², Tatsuo Hasegawa¹

E-mail: itsuki-miyamoto76@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

強誘電体におけるドメイン壁の電場応答は、分極反転や誘電・圧電等の諸特性に大きく影響する[1]。特に強弾性ドメイン壁の実際の運動を観測することは重要な課題であるものの、従来の材料では密度の高く変位の小さいことなどから困難であった。我々はこれまで、分子配向秩序による多軸分極を示す柔粘性/強誘電性分子結晶[AH][ReO₄] (図 a) に注目し、偏光顕微鏡像の電場変調[2]により強弾性ドメイン壁の変位を直接観測できることを報告してきた[3]。今回、ドメイン壁の電場応答を系統的に解析し、これに基づきピンニングや分極反転の機構を調べたので報告する。

電場反転から撮像までの遅延時間 t_d を掃引し 71°ドメイン壁の変位 Δx_0 を時間分解した結果、ドメイン壁に作用する電場の駆動力とピンニングの復元力が平衡する位置に達した後、連続的なクリープ運動を示す様子が観測された (図 b)。平衡位置の電場依存性を詳細に調べると、2 段階のピンニング (I から II)、分極反転 (III)、ドメイン壁間反発 (IV) という 4 段階からなることが分かった (図 c)。これはドメイン壁位置に対する復元力の分布に対応しており、電氣的・機械的ピンニングの特徴的なスケールを示唆している。これらは広範囲で観察可能なため、数十個のドメイン壁に対して同様の解析を行い統計的に調べることができる。さらに大きな電場下では、ドメイン壁の履歴的運動と対消滅が観察された (図 d 挿入図)。以上は分極反転ヒステリシス (図 d) の本質的な機構であり、強誘電体のドメイン応答に関する重要な知見を与えることが期待される。

[1] A. K. Tagantsev *et al.*, *Domains in Ferroic Crystals and Thin Films* (Springer New York, 2010). [2] Y. Uemura *et al.*, *Phys. Rev. Appl.* **14**, 024060 (2020). [3] 宮本等, 第 72 回応用物理学会春季学術講演会, 16p-K307-16.

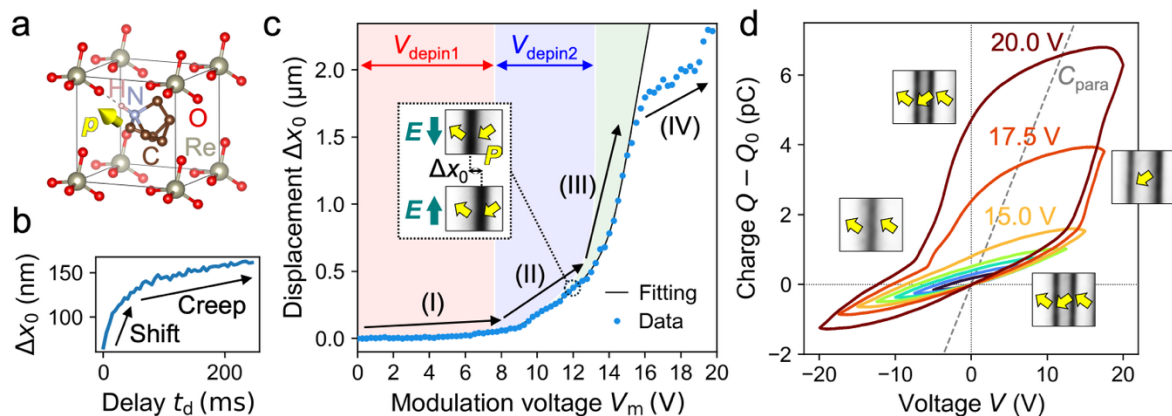


Fig. (a) Crystal and molecular structure of [AH][ReO₄]. The rhombohedral lattice permits the electric dipole $\mathbf{p}$ in $\langle 111 \rangle_{\text{pseudocubic}}$ directions. (b) Dependence of the domain-wall displacement on the delay time. (c) Dependence on the modulation voltage. The fitting curve represents the distribution of pinning force. The inset shows polarized light micrographs of the 71° domain wall under ± 12 V. (d) P-E hysteresis loops measured by a virtual ground circuit with various voltage amplitude and the corresponding micrographs. The yellow arrows are the polarization direction of each domain.