

低電界印加による強誘電性高分子の面内分極配列メカニズム

Mechanism of In-plane Dipole Alignment of the Ferroelectric P(VDF/TrFE) Thin Films by Applying Low Electric Field from the Melt

神戸大院工¹, 神戸大先端膜工学研究センター²

○酢谷 陽平¹, 小柴 康子¹, 福島 達也¹, 石田 謙司^{1,2}

Grad. Sch. of Eng., Kobe Univ.¹, Research Center for Membrane and Film Technology²

°Yohei Sutani¹, Yasuko Koshiba, Tatsuya Fukushima, Kenji Ishida^{1,2}

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

緒言: 人感・ガス検知などに用いられる焦電型赤外線センサはそのセンサ素材として強誘電体を用いる。現在、鉛を含む無機強誘電体が主流であり、非鉛系代替材料の1つとして有機強誘電体が注目されている。焦電性発現には分極配列制御が不可欠であるが、有機系材料では無機系材料に比べて10倍以上の電界印加(70 MV m^{-1} 以上)が必要となり、この高電界印加は素子絶縁破壊や焦電特性劣化の原因となる。我々はその問題を解決する手法として、膜構造形成時の低電界印加による分極制御を提案し、高い焦電電圧感度を示すことを報告した^[1]。本研究では、フッ化ビニリデン・三フッ化エチレンランダム共重合体[P(VDF/TrFE)]の融液からの膜構造形成時に抗電界(E_c)よりも1/10程度に低い電界印加をした際に生じる分極配列メカニズムの解明を行った。

実験と結果: 電極間距離 $1.3 \mu\text{m}$ の楕円電極を作製した基板上に P(VDF/TrFE) をスピコートし、アニール処理を施した。電極間には、P(VDF/TrFE) の E_c : $50\text{--}80 \text{ MV m}^{-1}$ よりも小さな電界 7.7 MV m^{-1} を印加し続け、加熱および冷却過程の FT-IR インターバル透過測定を行った。Fig. 1 に冷却過程における低電界印加した P(VDF/TrFE) 薄膜の FT-IR インターバル透過スペクトルを示す。438 K の融液状態では、 1240 cm^{-1} 付近、 1190 cm^{-1} 付近の吸収ピークの存在より、P(VDF/TrFE) 融液は T_3GT_3G' 構造と T_3GT_3G' 構造の混在状態であることが分かる。433 K への冷却によって、 1190 cm^{-1} 付近の吸収ピークが鋭くなり、低電界印加により電界応答性を有する T_3GT_3G' 構造へと転移したと推測される。413 K まで冷却が進行すると、結晶化に伴う強誘電性 III 型構造へのスペクトル変化が生じ、キュリー点(常誘電-強誘電転移: 342 K)で強誘電性 I 型構造(all-trans)への転移が生じた。以上より、わずか 7.7 MV m^{-1} の低電界印加によって、融液状態で P(VDF/TrFE) 分子鎖内には T_3GT_3G' 構造が生じ、融液状態から結晶化していく段階で強誘電性 III 型構造が形成された後、キュリー点において、面内方向に分極配列した強誘電性 I 型構造に転移するメカニズムが明らかとなった。

謝辞: 本研究の一部は JSPS 科研費、CREST の助成を受けたものです。

[1] Y. Sutani, et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **59**, SDDF01 (2020).

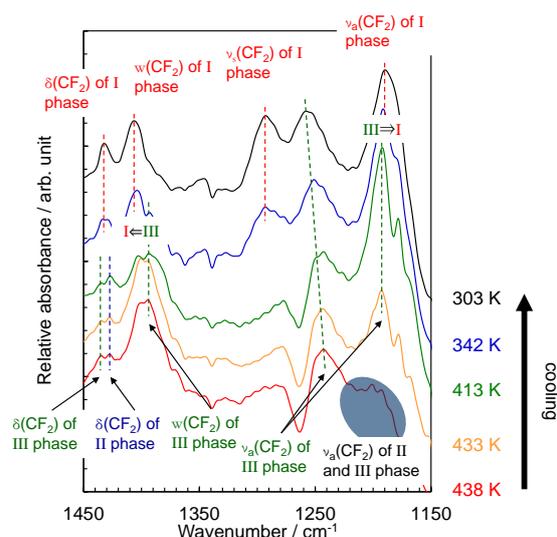


Fig. 1. Temperature dependence of FT-IR transmission absorption spectra during cooling process of annealed with low electric field P(VDF/TrFE) thin films.