

エレクトロスピンニングによる単結晶 P(VDF-TrFE) ナノファイバーの形成

Single crystalline poly(vinylidene fluoride-trifluoroethylene) nanofiber web fabricated by electrospinning

静岡大¹, 野寄雅司¹, 根尾陽一郎¹, 三村秀典¹

Shizuoka Univ.¹ Masaji Noyori¹, Yoitiro Neo¹, Hidenori Mimura¹

E-mail: noyori@nvrc.rie.shizuoka.ac.jp

【研究背景】 P(VDF-TrFE) poly(vinylidene fluoride-trifluoroethylene) は強誘電体の有機高分子材料の中で、圧電効果や焦電効果が最も強い材料の一つである。その優れた特性から圧電センサーやアクチュエーター、超音波トランスデューサなど幅広い分野に利用されている。また P(VDF-TrFE) 薄膜は、常誘電体相から一軸延伸アニール処理を施すと単結晶膜 (single crystal-like films) が形成されることが報告されている [1]。一方、P(VDF-TrFE) 溶媒からエレクトロスピンニング (ES) 法を用いて作製されたナノファイバー (NF) 不織布による圧電センサー・発電素子が多数報告されている [2, 3]。既報告では ES 法により自己整合的に分極反転した NF が形成されると説明されているが、NF の構造や分極反転のメカニズムについて十分な理解はされていないと考えられる。我々は NF 不織布の伸縮性を活用した新しい強誘電体デバイスに注目している。第一段階として NF 不織布の結晶構造の解明及び構造制御を目的とした。

【実験方法】 図 1 に ES 法の概略図を示す。高電圧を印加したシリンジと対向電極から構成される。材料として DMF (dimethylformamide) を溶媒として用い P(VDF:TrFE/75:25) を 26wt-% 溶液を用いた。対向電極には 3000rpm で回転するドラムコレクタを用いた、配向 NF 不織布形成後に再大 1.5 倍の延伸アニールを行った。アニールは 140°C で 2hrs に固定した。サンプルとして ① as-electrospun, ② アニール, ③ 延伸アニールを用いて、DSC 熱分析、偏光顕微鏡・偏光 FTIR による配向評価、XRD、微小領域 X 線回折像により NF1 本の結晶構造解析を試みた。

【結果】 図 2 に as-electrospun の SEM 像を示す。NF 径は 1 μ m 以下であり、表面は非常に滑らかで欠陥は見られない。また後処理後も表面状態に変化はなかった。サンプル①で偏光特性が確認され、as-electrospun の状態で NF に添って c 軸配向している事が示唆された。偏光 FT-IR により c/a/b 軸の偏光吸収特性を評価した所、アニール処理により c 軸に配向進む事、更に図 3 に示す NF 数本の回折像から延伸アニールにより a/b 軸にも配向する事が明らかとなった。

[1] H. Ohigashi, K. Omote, and T. Gomyo, Appl. Phys. Lett. 66 (1995) 3281.

[2] D. Mandal, S. Yoon, K. J. Kim, Macromol. Rapid Commun 32 (2011) 831.

[3] L. Persano, et al, Nature Comm. 4 (2013) 1633.

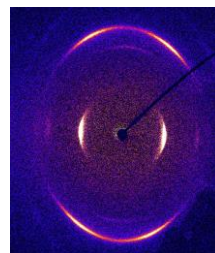
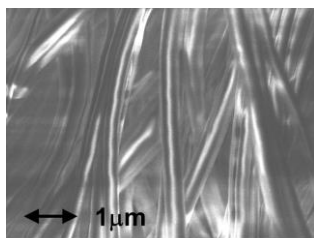
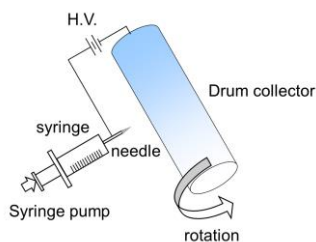


図 1. エレクトロスピンニング装置 図 2. ナノファイバー SEM 観察像 図 3. サンプル③の微小領域