

主鎖らせん反転を起こすポリアスパルテートのずり配向フィルム表面の圧電特性

東工大物質¹・関西大工² ○折戸優樹¹・古屋 秀峰¹・田實 佳郎²・安藤慎治¹

＜緒言＞

近年、センサー材料の多くに、伸び縮みによって電荷を発生する伸び圧電が応用されている。ポリフッ化ビニリデンなどの極性高分子は、分極処理により伸び圧電を発現する。一方、ポリ乳酸やポリペプチドといったキラルならせん高分子は、分極処理なしで、ずり圧電を発現する。ずり圧電とは、キラルならせん高分子を一軸配向させ、ずり応力を加えることで垂直に電荷が発生する現象である(Fig. 1)。しかし、無機材料や極性高分子が示す圧電値に比べて、ずり圧電値は小さいため、応用には分子をより高度に配向させ圧電性を増幅させる必要がある。一方、ポリペプチドの一種であるポリアスパルテートは、温度や溶媒などの外部環境にตอบสนองして主鎖らせん反転を起こすことが知られており、その反転に伴う電気特性変化が期待される。そこで本研究では、固体状態において約 140 °C で右巻き α -ヘリックス (α R) から左巻き π -ヘリックス (π L) へと不可逆的に主鎖らせん反転を起こすポリ(β -フェネチル L-アスパルテート) (PPLA, Fig. 2)¹⁾を面内一方方向に並べたずり配向フィルムを作製し、マイクロ表面領域の圧電特性を評価した。偏向透過型 FT-IR 測定と圧電応答顕微鏡(PFM)を用いて、主鎖らせん構造、および配向構造とずり圧電性の相関性について議論した。

＜実験＞

トリホスゲンにより合成した β -フェネチル L-アスパルテート N-カルボキシ無水物を用いて、トリエチルアミンを開始剤としてクロロホルム溶液中で重合して PPLA を得た。得られた PPLA の 12 wt% クロロホルム濃厚液晶溶液を調製し、Si 基板上における溶液のずり配向キャスト法により PPLA 配向フィルムを作製した。

＜結果・考察＞

偏向透過型 FT-IR 測定では、ずり方向に対して平行に p 偏向を入射した。amide I, amide II の吸収バンド波数から二次構造を同定し、その吸収強度比から、ずり方向に対する主鎖らせん軸の配向度 S を算出した。その結果、室温において PPLA は α R を形成し、 S は 0.82 となり、ずり方向に高度に配向していることが分かった。また、150 °C まで加熱処理すると π L にならん反転し、 S は 0.48 となり、ある程度配向を維持することが明らかとなった。Fig. 3 に PPLA のらせん反転前後の PFM 測定結果を示した。AFM 像において、高さが高いほど明色で示した。PFM 像では暖色部分は正のずり圧電値、寒色部分は負のずり圧電値の領域を表し、濃色部は絶対値が大きい領域である。ずり方向に起伏の大きな表面形状が観察された。このことから、凸部分は主鎖らせんがずり応力により一方向に配向している領域と考えられる。主鎖らせん反転前後ともに、ずり圧電値の絶対値は試料表面の凹凸に対応していた。また、 α R を形成しているとき、すべての領域でずり圧電値は負の値をとり、 π L を形成しているときは、すべての領域で正の値であった。このことから、PPLA はらせん反転に伴いずり圧電値の正負が反転することが明らかとなった。

＜参考文献＞

1) S. Sasaki, Y. Yasumoto and I. Uematsu, *Macromolecules*, **14**, 1797 (1981).

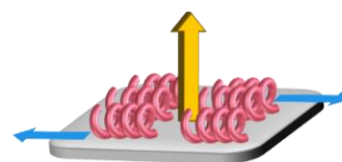


Fig. 1. Schematic image of shear piezoelectricity.

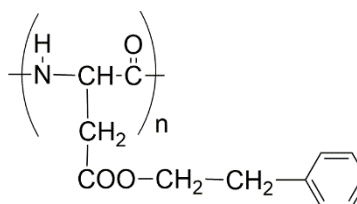


Fig. 2. Chemical structure of PPLA.

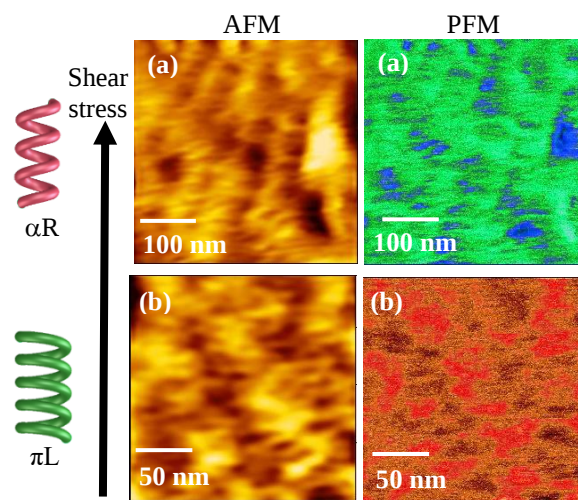


Fig. 3. Results of AFM and PFM measurements of PPLA (a) before (b) after helix transition.

Piezoelectric Characteristics on the Surface of Shear Oriented Film for Polyaspartate Exhibiting the Helix-sense Inversion

Yuki Orito, Hidemine Furuya, Yoshiro Tajitsu and Shinji Ando

(School of Materials and Chemical Technology, Tokyo Institute of Technology, 2-12-1-S1-20 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8552, Japan)

Tel: 03-5734-3551, E-mail: yorito@polymer.titech.ac.jp