

課題番号 : F-21-AT-0064  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : スチレン系熱可塑性エラストマー超薄膜中のスチレン成分の深さ方向分布解析  
Program Title (English) : Analysis on depth direction distribution of styrene domain in styrenic thermoplastic elastomer ultrathin films  
利用者名(日本語) : 齊藤雅之, 横山英明  
Username (English) : M. Saito, H. Yokoyama  
所属名(日本語) : 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 物質系専攻  
Affiliation (English) : Dept. of Advanced Materials Science, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo  
キーワード/Keyword : 分析、化学&分子テクノロジー、マテリアルサイエンス、高分子材料、高分子薄膜

## 1. 概要(Summary)

近年、フレキシブルデバイス等への応用に向けて高分子超薄膜が注目されているが、高分子超薄膜はバルクとは異なる力学特性を示すため、超薄膜特有の力学特性を理解することが不可欠である。最近、スチレン系熱可塑性エラストマーの poly(styrene-*b*-butadiene-*b*-styrene) (SBS) や poly(styrene-*b*-isoprene-*b*-styrene) (SIS) が超薄膜になると、特異的な弾性率上昇を示すことが明らかになった。今回、SBS や SIS 超薄膜の薄膜構造と力学特性の相関解明を目的として、産業技術総合研究所 ナノプロセッシング施設の設備を利用して、SBS 及び SIS 薄膜中のスチレン成分の深さ方向分布の解析を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

二次イオン質量分析装置 (D-SIMS)

### 【実験方法】

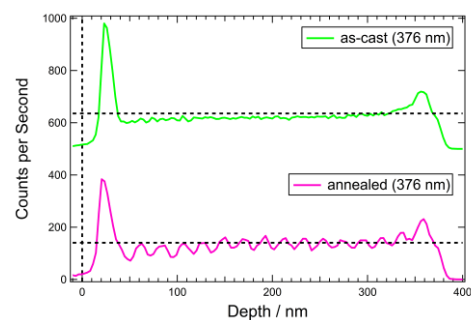
Si 基板の上に、重ポリスチレンを1%含む SBS または SIS 薄膜 (膜厚 50–600 nm 程度) 及びポリクロロスチレン薄膜 (膜厚 60 nm 程度) の積層試料薄膜を作製した。この積層試料薄膜をナノプロセッシング施設に送付し、以下の条件で D-SIMS 測定を行っていただいた (技術代行)。

一次イオン:  $O_2^+$ 、エネルギー: 3 keV、ビーム電流: 10 nA、入射角度: 60 度、Rater: 300  $\mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$ 、Aperture (Gate): 中央 10% (面積比)、Neutralizer: 1 keV 電子ビーム、検出対象の負の 2 次イオン:  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$  ( $^2\text{D}$ ),  $^{12}\text{C}$ ,  $^{12}\text{C}^1\text{H}$ ,  $^{12}\text{C}^2\text{H}$ ,  $^{28}\text{Si}$ ,  $^{35}\text{Cl}$

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に、D-SIMS により得られた SIS 薄膜中の  $^2\text{H}$

( $^2\text{D}$ ) 成分の深さ方向分布を示した。SBS、SIS 超薄膜いずれにおいても空気表面側にポリスチレン-rich な層が形成していることが確認できた。ブロック間の表面エネルギー差に起因して形成したポリスチレン-rich 表面層が、スチレン系熱可塑性エラストマー超薄膜の特異的な弾性率上昇に寄与していると示唆された。



**Fig. 1** D-SIMS depth profiles of negative deuterium for the as-cast (light green line) and the toluene vapor annealed (pink line) SIS thin films with 376 nm thickness. Each film contains 1 wt. % of deuterated polystyrene as a label element.

## 4. その他・特記事項(Others)

技術代行により D-SIMS 測定を行っていただいた産総研 NPF 大塚照久様に感謝申し上げます。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- ・ 齊藤 雅之 他、第 70 回高分子年次大会、口頭発表
- ・ 齊藤 雅之 他、第 70 回高分子討論会、口頭発表
- ・ M. Saito *et al.* *Macromolecules* **2021**, 54, 8538.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。