

課題番号 : F-19-KT-0119  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 微細表面構造を有する機能性ポリマー薄膜の作製(1)  
Program Title(English) : Preparation of polymer thin films having nano-structure surfaces (1)  
利用者名(日本語) : 清水大智、三浦尚華、本柳仁、箕田雅彦  
Username(English) : D. Shimizu, N. Miura, J. Motoyanagi, M. Minoda  
所属名(日本語) : 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科  
Affiliation(English) : Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、表面加工、ナノインプリント、表面機能

## 1. 概要(Summary)

近年、ナノインプリントや表面グラフト重合を用いることで、ナノレベルでの表面微細構造を有する機能性材料が数多く報告されている。本研究室では、ナノインプリント法と精密グラフト重合を融合することで、階層的表面構造を有する表面機能薄膜材料の創製を検討している。基板ポリマーとして、光二量化反応が可能なケイ皮酸を担持したメタクリレートモノマーと、原子移動ラジカル重合(ATRP)の重合開始部位( $\alpha$ -ブromoエステル基)を有するモノマーからなる共重合体(polymer A)を設計した。合成した polymer A の薄膜に対し、京都大学ナノプラットフォームの設備を利用して、陽極酸化ポーラスアルミナ(AAO)を鋳型として加熱圧着下でナノインプリントすることで、微細なピラー形状の表面構造を有する薄膜材料を作製した。続いて、光照射することで表面微細構造を固定化した後、階層的表面構造を付与するために ATRP 条件下での表面開始グラフト重合を検討した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

ウェハスピン洗浄装置、ナノインプリントシステム

### 【実験方法】

表面疎水化したシリコン基板上にスピコートを用いて合成した polymer A を成膜し、得られたポリマーフィルムに AAO を乗せ、ナノインプリントを行った。その後、1 M NaOH aq. でフィルム上の AAO を除去し、蒸留水で十分に洗浄したのち、乾燥させた。SEM を用いて得られたフィルム表面のモルフォロジーを観察し、静的接触角による表面物性を評価した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

合成した polymer A ( $M_n=46,000$ ,  $M_w/M_n=2.3$ ) の 20 wt% テトラヒドロフラン溶液を疎水化した Si 基板上にスピコートすることで、厚さ 1  $\mu\text{m}$  程度の均一な薄膜

を得た。さらに、得られた薄膜上に AAO を置き、140 °C, 50 bar で 30 分加熱圧着(ナノインプリント法)することで、AAO の微細構造をポリマー薄膜上に転写した。その後、1 M  $\text{H}_3\text{PO}_4$  水溶液に一晚浸漬させることで AAO を溶解除去し、SEM を用いて得られたポリマー薄膜表面のモルフォロジーを観察した結果、AAO の細孔構造に対応するポリマーピラー構造体の形成を確認した。続いて、UV 照射下による構造の固定化を行なった後、2,2,2-トリフルオロエチルメタクリレート(TFEMA)の表面グラフト重合を検討した。SEM 観察結果より、表面グラフト重合を施したのちもピラー構造体を保持していた。さらに、EDX 解析の結果、表面グラフト重合後の試料にはグラフト鎖由来の F 元素のピークが新たに観測された。これらの結果より、ポリマーピラー薄膜の表面重合開始部位から制御グラフト重合が進行していると示唆された。最後に、階層的表面構造の構築による表面物性の変化について、水の静的接触角測定を用いて検討した。その結果、表面グラフト重合前のポリマーピラー薄膜では、接触角が  $7^\circ$  であったのに対し、TFEMA を表面グラフト重合することで接触角は  $120^\circ$  となり、大きく疎水化することを見出した。以上より、ナノインプリント法で形成した表面微細構造をさらにグラフト修飾により階層化することで、表面特性の変化を誘起することが可能であることが明らかになった。

4. その他・特記事項(Others) なし。

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

6. 関連特許(Patent) なし。