

フマル酸架橋による垂直配向ナノシリンダー薄膜の精密透水膜への応用

京工織大院工芸 ○田家沙也香, 泉谷佑, 浅岡定幸

【緒言】

現在実用化されている分離膜は孔径が一定ではないため、シャープなサイズ選択性は期待できない。さらに膜中のチャンネルの形状は一様ではなく、複雑に繋がった構造を有しており、「どこを通過するのか」という基本的なことさえ明らかになっていない。

我々はこれまでに、親水性のポリエチレンオキシド (PEO) と側鎖に液晶部位を有する疎水性のポリメタクリル酸エステルから成る両親媒性液晶ブロック共重合体 (lBC) を用いることで、孔径が均一な膜を垂直貫通する一次元チャンネルを、高密度 (10^{11} - 10^{12} 本/cm², シリンダー断面積合計/見かけの膜面積 = 12%) かつ高アスペクト比 (チャンネル長/孔径 = 10^3) を有するマイクロ相分離薄膜の開発に成功している。このような膜を貫通する直管の一次元チャンネルをもつ膜材料は、透過・分離膜として理想的な構造であるものと考えられる。

我々はすでに、スチルベンとフマル酸エステルをそれぞれ側鎖に有するメタクリル酸エステルを共重合させた lBC を用いて、犠牲層を有する基板上に成膜した後、紫外線照射によってスチルベンとフマル酸エステル間の電荷移動 (CT) 錯体選択励起による [2+2] 光環

化付加反応させることでナノ構造を固定化し、犠牲層を溶解・除去することでナノ自立膜の作製に成功しており、これらがシリンダー部を通じた透水性を有していることを確認している。そこで本研究ではこの透水膜に対して、サイズの異なる分子群の透過を試み、膜の阻止・分離性能を評価した。

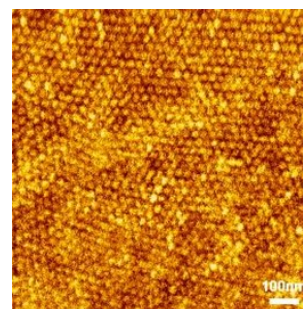
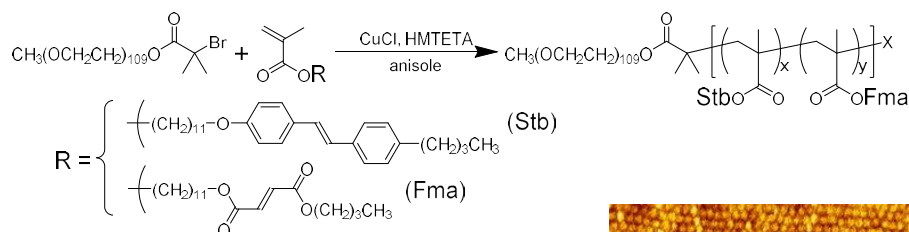


Figure 1 AFM phase-shift image of lBC free-standing film surface.

【結果と考察】

ポリスルホン多孔質膜上にアルギン酸ナトリウムの犠牲層を成膜し、その上に lBC のトルエン溶液をバーコートした後、真空下で熱処理を施すことによって薄膜を作製した。これに L37 フィルターを介して照射し、CT 錯体を選択的に励起することで架橋を施した。ナノ構造を固定化した後、水中に浸漬することで犠牲層を溶解・除去し、自立膜を作製した。得られた自立膜をシリコン基板上に貼り取り、AFM によって表面のナノ構造を評価したところ、ほぼ六方に配列したドットパターンが観測されたことから、基板に対して垂直に配向したシリンダー型マイクロ相分離構造を形成していることを確認した。

犠牲層を塗布した多孔質膜上に成膜した Fma を含む lBC の光架橋膜に対して、圧力を印可しつつ水を透過させることで犠牲層を溶出・除去し、lBC が犠牲層上に直接載った形の透水膜を作製した。得られた透水膜は、膜を垂直に貫通した PEO シリンダーを通じて、比較的良好な透過流束 $3.3 \pm 1.9 \text{ L/m}^2/\text{h}/\text{bar}$ で水を透過できることを確認した。次いでサイズの異なる糖類を透過させたところ、ファウリングによる流束の低下等は認められず、分子量 6000~10000 付近に分離境界があることがわかった。

異なるシリンダー孔径を持つ薄膜についても同様の透過実験を行い、阻止・分離性能を評価したので併せて報告する。

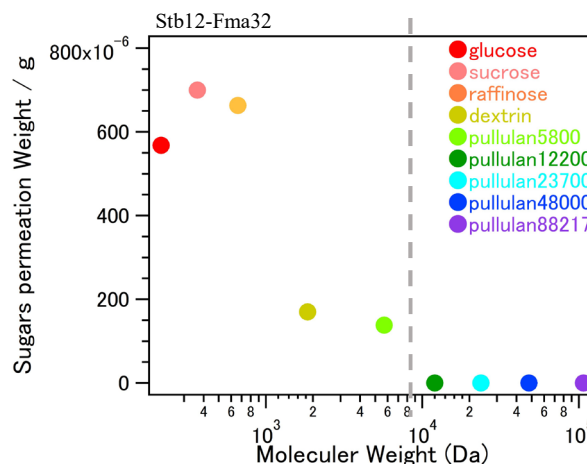


Figure 2 sugars permeation through lBC thin film fabricated on porous polysulfone membrane (3.1 cm², applied pressure: 0.25 -0.33 bar).

Vertically oriented cylindrical nanostructure through photocrosslinking of fumarate units toward the application to size-selective permeable membrane

Sayaka Taie, Tasuku Izutani, Sadayukji Asaoka (Faculty of Material Science and Engineering, Kyoto Institute of Technology, 1 Matsugasaki-Hashigamicho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8585, Japan Tel & Fax: +81-75-724-7768, E-mail: m2671006@edu.kit.ac.jp)