

(様式第4号)

X線回折を用いた有機薄膜光学ローパスフィルター(OLPF)の自己組織化構造の解析

Study of the self-organized structure of the organic thin film for the optical low-pass filter by X-ray diffraction

酒井隆宏、茶谷俊介、服部俊明

Takahiro Sakai, Shunsuke Chatani, Toshiaki Hattori

三菱レイヨン(株)

Mitsubishi Rayon CO., LTD.

1. 概要

微小角入射 X 線回折を用いて自己組織化した有機薄膜の表面規則性について調べた。本実験により、これまで困難であった自己組織化有機薄膜の表面規則性を定量的に評価できる可能性が示唆された。また、有機薄膜を金属染色する手法により、より詳細に議論できる可能性が明らかとなった。

(English)

We investigated the surface of the self-organized structure of the organic thin film by using grazing-incident X-ray diffraction method. It is indicated that the degree of crystallinity of the surface of the self-organized structure could be quantified. We found that the difference of the surface between the self-organized and random structure are clarified by using metal-dye.

2. 背景と研究目的：

ナノテクノロジーの実現手段として、自己組織化が重要な役割を担う事は疑う余地がない。

我々は光重合反応中に生じる自己組織化に注目している。これは我々が世界で始めて発見した現象であり、化学反応の進行と共にマイクロオーダーの周期構造を形成できる。この周期的な相分離構造は、重合反応の粗密及び組成の分布に基づいているが、その形成メカニズムは十分に解っていない。

これまで電子顕微鏡観察などにより、有機薄膜表面のナノオーダーの規則構造から徐々にマイクロオーダーの相分離構造が形成されることが推定されている。しかし、解像度や定量性に問題があり、メカニズムの解明に至っていない。

そこで本実験では、微小角入射 X 線回折を用いることで有機薄膜表面と膜全体との規則性を定量的に評価し、自己組織化メカニズム解明の一端を掴むことを目標とした。

3. 実験内容：

自己組織化有機薄膜は光重合した官能基を含むPMMA(ポリメチルメタクリレート)を主成分とした高分子有機薄膜であり、条件を変えることにより規則的に自己組織化した試料Aおよ

び、自己組織化していない試料Bを用意した。

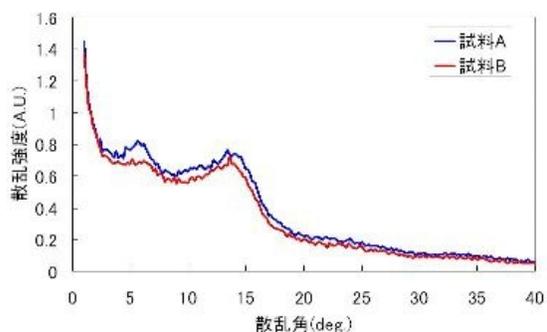
これらA,Bの各試料に対して、入射角を変えて微小角入射X線小角散乱の測定を行うことにより、これまで定量的に評価できなかった、自己組織形成過程での有機薄膜の表面と膜全体の官能基の分散状態変化を評価した。

4. 結果、および、考察：

先ず始めに、X線入射角を変えることで試料表面からのX線浸入深さを変化させた実験を行った結果、深さ方向に規則性が変化していることが明らかになった。しかし、これらの変化は自己組織化した試料Aと、自己組織化していない試料Bとの間で有意な差は観察されなかった。これは、試料を形成する主成分であるPMMAと官能基とが共に軽元素から成っているため、電子密度に起因するX線散乱においては、試料間の差を捕らえ切れていない可能性が考えられる。

そこで、官能基を金属Osで染色した試料を用意して実験を行った。試料をOsにて染色した結果、無染色状態の自己組織化有機薄膜では観察されなかった新たな規則性を示唆するピークが出現した。さらに、規則的に自己組織化した試料Aと自己組織化していない試料Bとの間で、

有意差が測定された。



図に示したように、試料 A の方がピーク強度が強く半値幅も狭いことから、自己組織化した試料の方が規則性が高いことが推測される。

以上の実験により、自己組織化有機薄膜に対して微小角入射 X 線散乱実験を行うことで、規則性を定量的に評価できる可能性が示唆された。また、有機薄膜を金属染色する手法により、より詳細に議論できる可能性が明らかとなった。

5. 今後の課題：

今後は X 線入射角依存性の詳細な実験と染色条件による染色深さの制御を行うことで、自己組織化メカニズムの解明を行っていく予定である。

6. 論文発表状況・特許状況

7. 参考文献

8. キーワード

・自己組織化

生物のように他からの制御なしに自分自身で組織や構造をつくり出す性質のことである。

・光重合

一つ以上の単量体に触媒あるいは開始剤を加えて、混合し、光を照射して始まる重合反応。