

課題番号 : F-20-WS-0120
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 自己修復性層状シロキサン材料の機械的特性の向上
 Program Title (English) : Improvement of the Mechanical Properties of Self-Healable Layered Siloxane Materials
 利用者名(日本語) : 宮本佳明
 Username (English) : Y. Miyamoto
 所属名(日本語) : 早稲田大学先進理工学研究科応用化学専攻
 Affiliation (English) : Department of Applied Chemistry, Waseda University
 キーワード/Keyword : 自己修復, シロキサン, 分析

1. 概要 (Summary)

自己修復材料の開発は近年注目を集めており、様々な手法によって自己修復が報告されている。なかでも可逆結合を利用した修復は、修復が繰り返し可能であるという利点がある。この修復手法は損傷部の物理的接触が必要であり、適用が主に柔軟なポリマー材料に限られている。最近当研究室では、可逆結合を利用した自己修復性無機材料の設計について報告している^[1]。この材料はラメラ構造を有するシロキサン系薄膜である。ラメラ構造が膨潤することによりクラックが閉塞されると同時に Si-O-Si 骨格が再配列することで、自己修復が行われる。しかしながら、この薄膜は硬度が低いことが応用面での課題である。硬度が低い原因としてラメラ構造の層間の相互作用が弱いことがあげられる。そこで、架橋剤を用いることで層間を架橋し、硬度の高い自己修復材料の創出を目指した。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】環境維持・制御装置

【実験方法】

エチレン架橋型アルコキシシランである 1,2-bis(triethoxysilyl)ethane を二本鎖型第四級アンモニウム界面活性剤 didodecyldimethylammonium bromide とエタノール溶媒中で混合し、酸性条件下で加水分解・重縮合させた。得られた前駆溶液を Si 基板の上にスピコートすることで薄膜を作製した。架橋剤を添加した薄膜も作成を行い、架橋剤の有無による硬度への影響を調査した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

GI-SAXS (Grazing Incidence Small-Angle X-ray Scattering) パターン(Fig.1)より、作製した 2 種類の薄

膜はラメラ構造を有していることが確認された。Fig.2 に架橋剤を添加した薄膜の室温における水蒸気処理前後のクラックの光学顕微鏡像を示す。架橋剤を添加した薄膜においても、添加していない薄膜と同様にクラックが修復する様子が観察された。薄膜物性評価装置により硬度の計測を行った。架橋剤を添加していない薄膜の硬度は 0.08 GPa であったが、添加した薄膜は 0.20 GPa であった。

以上より、架橋剤の添加によりメソ構造や修復能に影響を与えることなく、硬度を増加させることが可能であると分かった。

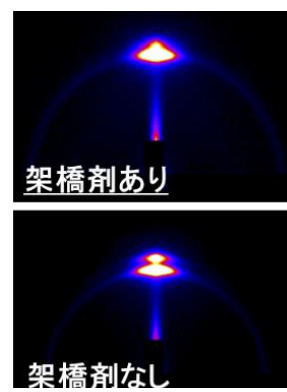


Fig.2 GI-SAXS pattern of the prepared thin film.

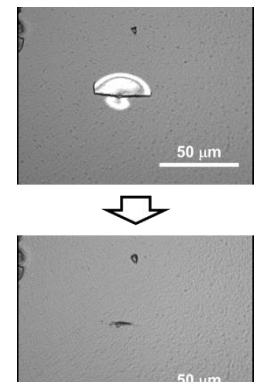


Fig.1 Repair test results for thin films with a cross-linking agent.

4. その他・特記事項 (Others)

・参考文献

[1] S. Itoh et al., *ACS Nano*, **2017**, *11*, 10289.

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

[1]宮本佳明, 池田垣沙弥, 和田宏明, 黒田一幸, 下嶋敦, 日本セラミックス協会, 第 33 回秋季シンポジウム, 1A02.

6. 関連特許 (Patent)

なし