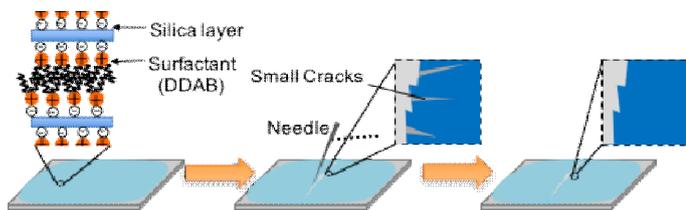


課題番号 : F-16-WS-0022  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 自己修復性シリカ材料の作製  
 Program Title (English) : Preparation of self-healing silica materials  
 利用者名(日本語) : 伊藤 駿<sup>1)</sup>、小林 真帆<sup>1)</sup>、和田 宏明<sup>1)</sup>、黒田 一幸<sup>1),2)</sup>、下嶋 敦<sup>1)</sup>  
 Username (English) : S. Itoh<sup>1)</sup>, M. Kobayashi<sup>1)</sup>, H. Wada<sup>1)</sup>, K. Kuroda<sup>1),2)</sup>, A. Shimojima<sup>1)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 早稲田大学大学院先進理工学研究科, 2) 各務記念早稲田大学材料技術研究所  
 Affiliation (English) : 1) Faculty of Science and Engineering, Waseda Univ. 2) Kagami Memorial Research Institute for Materials Science and Technology, Waseda Univ.

## 1. 概要(Summary)

自己修復材料とは外力によって生じた損傷を温和な条件下で自発的に修復するスマート材料である。しかし、材料組成はポリマーを中心としたソフトマターがほとんど<sup>1),2)</sup>であり、セラミックス等の剛直な骨格を有するハードマターの自己修復は大きな課題となっている。そこで、本研究では数あるハードマターの中でもガラスやコーティング等に広く利用されるシリカを選択しナノ構造制御による自己修復性シリカ系材料の創出を試みた。自己修復能の付与にあたり、ケイ酸種と第四級アンモニウムイオンの自己組織化によって形成されるシリカー有機メソ複合体薄膜に注目<sup>3)</sup>した(Scheme 1)。



Scheme 1. Preparation of self-healing silica materials.

ナノ構造は層間に有機物(第四級アンモニウム)を含む層状のラメラ構造を選択し、面内方向の応力の低減を目指した。これにより、自己修復に重要な傷口の接近が起りやすくなるように工夫した。また、第四級アンモニウムとの複合化により、物性の制御や未縮合部位の増加が見込めるため、修復部位の結合再形成が期待できる。以上の考えのもと、作製した薄膜に高温多湿の熱処理を施すことで付与したクラック状の傷の修復を確認した。この結果を基に、本装置を用いることで薄膜の強度と修復の相関性について調査を行った。また、実験条件や選択した四級アンモニウムの種類を変更した際の修復の相関性についても調査を実施した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

- ・クリーンルーム
- ・クリーンルーム環境維持装置

### 【実験方法】

作製した薄膜の押し込み硬度を装置にて測定。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

測定結果と算出した押し込み硬度についてそれぞれ Fig. 1 に示す。これにより、添加する第四級アンモニウムの種類によって硬度が大きく変化することがわかった。第四級アンモニウムとして DDAB を添加した場合のみ修復が見られたことから、修復には薄膜が多少の柔軟性を有する必要があることを示している。

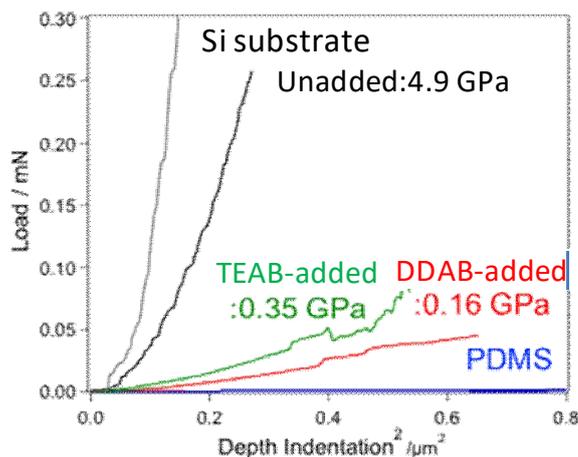


Fig. 1. Measurement profiles for the indent hardness of the samples.

## 4. その他・特記事項(Others)

### 【参考文献】

- 1) Y. Yang *et al.*, *Chem. Soc. Rev.*, **42**, 7446 (2013).
- 2) P. Zheng, T. J. McCarthy, *J. Am. Chem. Soc.*, **134**,

2024 (2012).

3) M. Ogawa, *Langmuir*, **13**, 1853 (1997).

**【関連文献】**

(1)伊藤, 小林, 和田, 黒田, 下嶋, “シリカー四級アンモニウムナノ複合体薄膜の自己修復挙動”, 第 6 回 CSJ-化学フェスタ, 平成 28 年 11 月 16 日(ポスター発表)

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

(1)伊藤, 小林, 和田, 黒田, 下嶋: “自己修復性シリカ-有機ナノ複合体薄膜の作製”, 日本セラミックス協会第 29 回秋季シンポジウム, 平成 28 年 9 月 9 日(口頭発表)

**6. 関連特許(Patent)**

なし