シリコンナノコロイド塗布膜の熱・光焼結：表面修飾分子の熱安定性と室温フラッシュ光照射によるナノシリコンの結晶性向上

Thermal and Light Sintering of Deposited Si Nanocolloidal Films: Thermal Stability of the Surface Modifying Molecules and Improvement of the Nano-Si Crystallinity by Room-Temperature Flash Illumination

兵県大理[1]，ユメックス[2]　○(B)鈴木 宏和[1]，坪田 秀平[1]，小林 幹弘[2]，藤田 和宣[2]，佐藤 井一[1]
Univ. of Hyogo[1], Yumex Inc.[2], °Hirokazu Suzuki[1], Shuhei Tsubota[1], Mikihiro Kobayashi[2], Kazunori Fujita[2], Seiichi Sato[1]
E-mail: rg16w048@stkt.u-hyogo.ac.jp

【序論】濃厚 Si ナノコロイドによる Si ナノ構造膜の塗布形成は、多孔質 Si 膜などが持つナノ Si 特有の機能性を多様な基板上で実現することを可能にし、ナノ Si の応用範囲を大きく広げる可能性を秘めている。我々はこれまでに、メカノケミカル法により作製した Si ナノコロイドで多孔質 Si 膜を塗布形成し[1]、その塗布膜が特異な電気的・光学的特性を示すことを報告してきた[2]。今回、Si ナノ粒子表面に結合したアルコキシ基およびチオール基の熱安定性について、そして、光照射による Si ナノ粒子の結晶性の向上について新たな知見を得たので報告する。

【実験】 Si 粉末を遊星ボールミルにより湿式粉砕し、Si ナノコロイドを作製した。粉砕時の溶媒は、Si ナノ粒子表面をアルコキシ基で修飾する場合は対応するアルコールとし、チオリンゴ酸(TMA)で修飾する場合は、TMA を溶かしたメタノールとした。塗布膜を形成する基板は、評価内容に応じて、薄板ガラス、石英、Si ウェハーなどを用いた。フラッシュ光照射は、ユメックス製 Xe フラッシュランプシステム 500-R0 を用い、室温、窒素中でパルス幅 50 μsec 以下の照射を一回行った。

【結果・考察】得られた TMA 修飾 Si ナノコロイドの熱重量分析および示差熱分析により、Si ナノ粒子表面に結合した TMA は 270℃付近で一部が分解し、340℃付近で昇華が起こることが明らかになった。これらの数値は純粋なチオリンゴ酸の分解・昇華温度よりも 100℃以上高く、Si ナノ粒子表面との結合により熱安定性が高まることが示された。Figure 1 に、光照射前後のブトキシ基修飾 Si ナノコロイド塗布膜の X 線回折(XRD)パターンを示す。シェラーの式を用いて Si 結晶サイズを求めたところ、およそ 4 nm の Si 微結晶が、フラッシュ光照射で 10 nm 以上に成長することが確認された。フラッシュ光照射を行っても基板温度は室温のままであった。他の修飾分子の熱分析結果や、塗布膜の構造、光学的性質、電気的性質も合わせ、詳細は当日報告する。

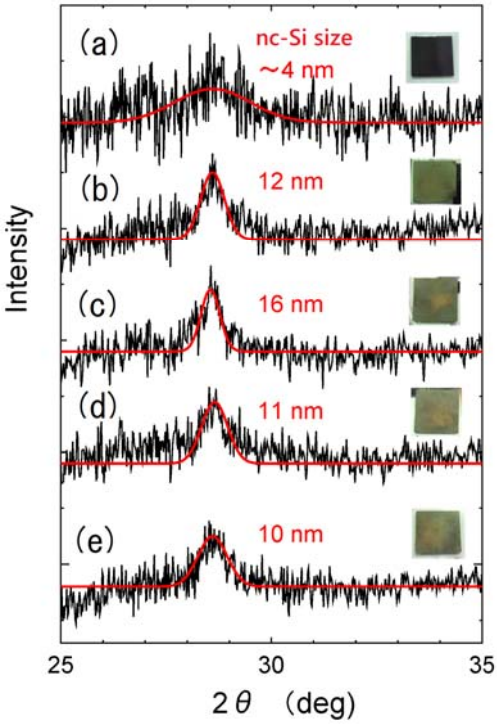

Figure 1. Background-subtracted XRD patterns and top-view photographs of (a) the as-deposited and the light illuminated films with different input energies to the discharge tube: (b) 170, (c) 210, (d) 250, and (e) 300 J. The crystal diameter obtained by Scherrer's equation is indicated near each peak.

[1] K. Tanaka, W. Nagoya, K. Moriki, S. Sato, Jpn. J. Appl. Phys. **57** (2018) 02CC05.
[2] R. Yoshikado, T. Hasegawa, Y. Tanaka, S. Tsubota, S. Sato, J. Phys.: Conf. Ser. **1220** (2019) 012048.

© 2019年 応用物理学会