

バイオテンプレート極限加工により作製されたシリコンナノピラー構造 における表面濡れ性の制御

Surface Wettability of Silicon Nanopillar Array Structures Fabricated by Bio-templeate Ultimate Fabrication Processes

東北大流体研¹, 長瀬産業², 産総研³, 東北大 AIMR⁴

○(M1)竹内 聡¹, 大堀 大介^{1,4}, 石田 昌久², 曾田 匡洋², 遠藤 和彦^{1,3}, 寒川 誠二^{1,3,4}

IFS, Tohoku Univ.¹, NAGASE & CO., LTD.², AIST³, AIMR, Tohoku Univ.⁴,

○(M1)Sou Takeuchi¹, Daisuke Ohori^{1,4}, Teruhisa Ishida², Masahiro Sota²,

Kazuhiko Endo^{1,3}, and Seiji Samukawa^{1,3,4}

E-mail: samukawa@ifs.tohoku.ac.jp

【緒言】

濡れ性は材料の表面特性を考慮するための重要なパラメータの 1 つであり最先端の自動車、家電製品、AI および IoT システムへの応用を目指して広く研究開発されている。濡れ性は液体と固体表面のなす角である接触角にて表され、接触角が 90 度以下の親水性においては固体間の摩擦を減らし、90 度以上の撥水性においては水滴が表面を転がり汚れが落ちるのを助ける効果をもたらす。固体表面の濡れ性は固体表面の材質と水滴に依存するが、固体表面に微細なピラー構造を作製することで表面の濡れ特性が変化することが Wenzel モデル及び Cassie-Baxter モデルより明らかになっている。この微細構造の形状と濡れ特性の関係性を導くことが産業に対してブレークスルーとなる。

本研究ではバイオテンプレート特徴を生かし、直径 12nm で間隔を 15~50 nm に配置制御したシリコンナノピラー (SiNP) 構造を作製し、配置とその表面酸化膜が濡れ性にどのように影響を与えるかを検討した。

【実験方法および結果】

SiNP 構造の作製には、Si 基板に対してバイオテンプレート極限加工技術を用いた[1,2]。マスクには、分子量 2000、5000、10000、20000 のポリエチレングリコールを装飾した酸化鉄内包蛋白質 Ferritin を用い、ピラー間のギャップを 15, 20, 30, 50 nm と制御した。その後、中性粒子ビームエッチングによって配置制御した SiNP 構造を作製した。濡れ性を調査するために、接触角測定法を用いた。

図 1 に、表面に Si 酸化膜を残した SiNP 構造における接触角測定結果を、図 2 に表面 Si 酸化膜を除去した SiNP 構造における接触角測定結果を示す。図 1 より酸化膜が付いた状態においては SiNP 構造の接触角が 10 度以下になり親水性が増すことが分かった。これは親水表面である Si 酸化膜と水滴の接触面積が増えたからだと考えられる。一方、酸化膜を除去した場合、SiNP 構造表面は撥水性になるが間隔が広がると接触角が低下したことが分かった。これを Cassie-Baxter の充填率補正モデル[3]を用いて充填率を求めたところ、間隔が狭いほど液滴がピラー間に浸み込みにくくなることが分かった。

【Reference】

- [1] S. Samukawa, *Jpn. J. Appl. Phys.* **45**, 2395 (2006).
- [2] D. Ohori, S. Takeuchi, and Seiji Samukawa et al., *IEEE OJN* **1**, 1-5 (2020).
- [3] G. Nagayama, et al., *Jpn. Soc. Mech. Eng.* **73**, 176 (2007).

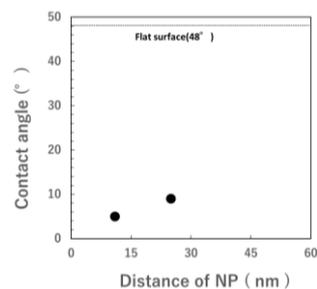


Fig.1 Experimental results with SiO₂

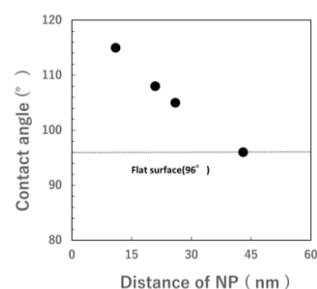


Fig.2 Experimental results without SiO₂