

バイオテンプレート極限加工により作製されたナノピラー構造における撥水性の制御

Hydrophobicity of Nanopillar Array Structures Fabricated by Bio-template Ultimate Fabrication Processes

東北大流体研¹, 長瀬産業², 産総研³, 東北大 AIMR⁴

○(M2) 竹内 聡¹, 大堀 大介¹, 石田 昌久², 田中 麻美², 遠藤 和彦³, 寒川 誠二^{1, 4}

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

○(M2) Sou Takeuchi¹, Daisuke Ohori¹, Teruhisa Ishida², Mami Tanaka²,

Kazuhiko Endo³, and Seiji Samukawa^{1, 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。さらには MEMS など小型化する半導体デバイスの性能を維持するため濡れ性の制御が注目されている。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 Cassie-Baxter モデルおよび Wenzel モデルより知られている。更にはピラー構造を微小化することによって効果が顕著に表れる。分子動力学シミュレーションの結果では、ナノレベルまで微小化することによって親水表面においても、撥水性が実現できることが示唆されている[1]。

本研究では独自技術であるバイオテンプレート極限加工を用いてナノレベルで大きさと間隔を制御したナノピラー(NP)構造を作製した。撥水表面である Si NP 構造、及び親水表面である石英 NP 構造、さらに Si NP 構造の表面を中性粒子ビーム酸化した SiO₂ NP 構造を作製した。これらの構造に対して接触角を測定し、表面状態や形状の違いによる濡れ性の影響を明らかにした。

【実験方法および結果】

ナノピラー構造の作製には、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[2,3]。マスクには、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 を用いることで、NP 間の間隔を制御した。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 NP 構造を作製した。NP 構造の高さは Si NP 及び石英 NP はそれぞれ 45 nm 及び 3 nm であった。

図 1 に、接触角結果の接触角測定結果を示す。親水表面及び撥水表面にかかわらず表面の撥水化が実現できることが分かった。一方で、間隔が広がると接触角が低下したことから、ナノレベルの間隔制御が撥水性の制御に大きく影響があることがわかった。更に、NP 高さを増加させることで、充填率を減少させ、より高い撥水性が期待できることが示唆された。石英 NP で、高い NP 構造を加工することが困難であるため、親水表面の NP を得るために、中性粒子ビーム酸化によって Si NP 構造を SiO₂ NP 構造へと変化させ、NP 構造の高さの違いによる接触角を検討した。詳細な測定結果は発表の折にて説明する。

【Reference】

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

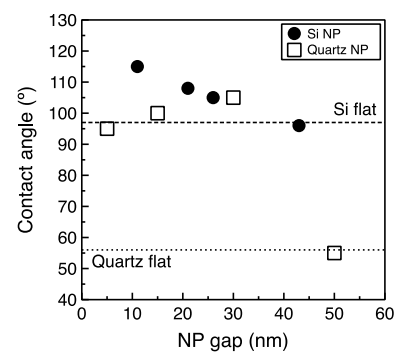


Fig. 1 Contact angle of Si NP and Quartz NP with their flat surface.