

バイオテンプレート極限加工技術によって作製した石英上のナノピラー構造による撥水性の発現

Water-repellency Realization of Nanopillar Structure on Quartz surface by Bio-template Ultimate fabrication

東北大流体研¹, 東北大 AIMR², 長瀬産業³, 産総研⁴ ○(P)大堀 大介¹, 竹内 聡¹,
石田 昌久², 曾田 匡洋², 遠藤 和彦³, 寒川 誠二^{1,3,4}

IFS, Tohoku Univ.¹, AIMR, Tohoku Univ.², NAGASE & CO., LTD.³, AIST⁴, ○(P)Daisuke Ohori¹,
Sou Takeuchi¹, Teruhisa Ishida³, Masahiro Sota³, Kazuhiko Endo⁴, and Seiji Samukawa^{1,2,4}

E-mail: daisuke.ohori.a4@tohoku.ac.jp, samukawa@ifs.tohoku.ac.jp

【緒言】

AI・IoT 社会では、大量のセンサ・カメラから得られた膨大な情報を超高速通信である 5G ミリ波通信回線を用いて送られ、AI により処理する必要がある[1]。従って、センサ等から送信される情報には、高い信頼性が必要となる。これらのセンサ(ミリ波レーダー)やカメラ表面への防滴・防汚の実現は非常に期待されており[2]、固体表面の微細構造を用いることで高い撥水性を示すことが広く知られている。しかしながら、レーダーやカメラのレンズで使用されるガラスは親水性であることから、毛細管現象により微細構造による撥水性の発現が困難とされており、さらにマイクロ・ナノ構造の組み合わせにより光の透過率が著しく低下することが問題となっている。一方、分子動力学シミュレーションより得られた、親水性固体表面上の 10 nm 以下の高密度ナノ構造上で、完全に水が浸入することのない Cassie-Baxter モデルと Wenzel モデルの中間状態が存在することが報告されている[3]。そこで、本研究では 12 nm 直径および 25~60 nm で間隔を制御させた石英ナノピラー (NP)構造を作製することで撥水性を実現し、その濡れ性のメカニズムを議論した。

【実験方法および結果】

クォーツ基板に対し、バイオテンプレート極限加工技術を用いて直径 12 nm、中心間隔 25、40、60 nm、高さ 3 nm の石英 NP 構造を作製した。マスク間距離の制御には、Poly(ethylene glycol) (PEG)が修飾された Ferritin 分子を用い、PEG の分子量を 2k、10k、20k と変化させた。作製した試料に対して接触角法を用い、静的接触角を測定した。

図 1 に接触角測定の結果を示す。図 1(a)より、平坦な石英基板上の接触角は 56 度となり、親水性を示した。一方で、図 1(b)に示す石英 NP 構造上の接触角は、105 度と撥水性となった。この結果は、Wenzel モデルより高く、Cassie-Baxter モデルより低い接触角であり、分子動力学モデルから予測された親水性表面を持つナノ構造に対する Cassie-Baxter 充填率補正モデルを用いたところ、充填率 35%の時に接触角 105 度となる結果を得た。この結果より、微細ナノ構造中に水が 1 nm 程度侵入し、それ以上侵入することなく空気により支えられていることが明らかになった。したがって、石英 NP 構造を用いることで親水性表面において撥水性を実現することが出来た。さらに、可視光において透過特性に変化が見られず、表面にナノ構造を作製することで光学特性に変化を与えないことが示唆された。

【参考文献】

- [1] Y. Ai, et al., *Digital Communications and Networks*, vol. 4, pp. 77-86, 2018.
- [2] R. Cortés, et al., *Procedia Comput. Sci.*, vol. 52, pp. 1004-1009, 2015.
- [3] 長山暁子他、日本伝熱学会、伝熱、46 巻 194 号, p. 12~19, 2007.

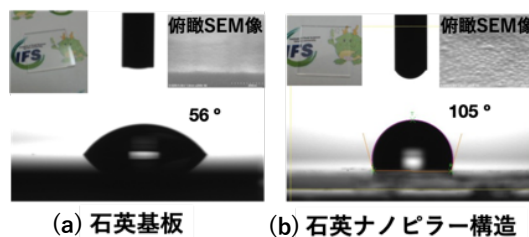


Fig. 1. Contact angle measurement results of a (a) quartz flat surface and a (b)quartz NP structure.