バイオテンプレート極限加工により作製した クォーツナノピラー構造の変化による表面撥水性の制御

Control of the Water-repellent by changing Nano-pillar Array Structures Fabricated by Bio-template Ultimate Etching

東北大流体研[1]，NCTU[2]，長瀬産業[3]，SPP テクノロジーズ[4]，リソテックジャパン[5]，産総研[6]，
東北大 AIMR[7] ○(M1)竹内 聡[1]，大堀 大介[1,2,7]，石田 昌久[3]，曽田 匡洋[3]，野沢 善幸[4]，
門井 幹夫[5]，遠藤 和彦[1,6]，寒川 誠二[1,6,7]

IFS, Tohoku Univ.[1], NCTU[2], NAGASE & CO., LTD.[3], SPT Co.[4], LTJ Corp.[5], AIST[6], AIMR, Tohoku Univ.[7], ◦Sou Takeuchi[1], (P)Daisuke Ohori[1,2,7], Teruhisa Ishida[3], Masahiro Sota[3], Yoshiyuki Nozawa[4], Mikio Kadoi[5], Kazuhiko Endo[1,6], and Seiji Samukawa[1,6,7]

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

【緒言】ミリ波レーダーやカメラのセンサの表面の材質として親水性である石英ガラスなどの透過性材料が用いられている。長期間自浄作用を保持するために、表面に撥水コーティングを行うことで撥水効果を得る必要がある。しかしながら、コーティング剤の剥離など、恒久的な撥水効果を得ることが困難である。そこで撥水性の実現には、表面へ微細構造を施すことで起こるロータス効果を用いることで[1]、クォーツ表面を恒久的な撥水表面にできることが期待される。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[2]。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】石英 NP 構造の作製には、石英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[3,4]。マスクには、分子量 0, 2000、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、間隔を 5, 15, 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石英 NP 構造を作製した。撥水性を調査するために、接触角測定法を用いた。得られた接触角結果を Cassie-Baxter の充填率補正モデル[2]を用いて充填率を求めた。図 1 に、石英 NP 構造における接触角測定結果および充填率(Filling factor)を示す。図より NP 間隔が 7 から 30 nm に増加すると、接触角が増加し、100 度を超える撥水性を示していることが分かる。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。

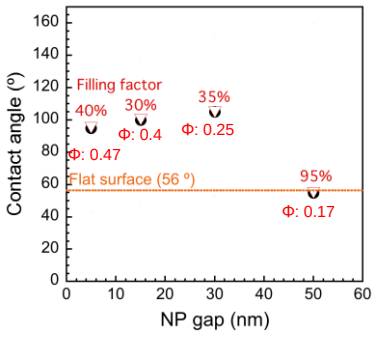

Fig.1 Experimental results and the simulation results of Cassie-Baxter model with filling factor [5].

【Reference】[1] J-G Fan, et al., *Nanotechnology* **15**, 501 (2004). [2] G.Nagayama, et al., *Jpn. Soc. Mech. Eng.* **73**, 176 (2007). [3] I. Yamashita, *Thin Solid Films* **393**, 12–18 (2001). [4] S. Samukawa, *Jpn. J. Appl. Phys.* **45**, 2395 (2006). [5] D. Ohori, S. Takeuchi, and Seiji Samukawa et al., *IEEE OJN* **1**, 1-5 (2020).

© 2020年 応用物理学会