

力学機能のナノエンジニアリング
2021年度採択研究代表者

2022年度
年次報告書

石田 忠

東京工業大学 工学院
准教授

ハイドロゲル摩擦のナノ潤滑機構の流体力学的解析

研究成果の概要

2022年度は、①ハイドロゲル内部のナノ粒子のブラウン運動による粘度計測、②金属被覆ゲルのための低収縮乾燥法の検討、③対向した SU-8 カンチレバーと寒天導入、④静電アクチュエータのための SU-8 の導電化について取り組んだ。

① ハイドロゲル内部のナノ粒子のブラウン運動による粘度計測

寒天内の粘度計測のため、寒天網目サイズ以下の蛍光ナノ粒子(粒径 200 nm、50 nm、25 nm、7 nm)を分散させ、蛍光ナノ粒子のブラウン運動を観察した。粒径 200 nm と 50 nm ではほぼその場にとどまっていたが、粒径 25 nm と 7 nm ではブラウン運動を確認できた。粘度を計算したところ、粒径 25 nm では水に対して 391 倍の、粒径 7 nm では水と 7.3 倍の粘度であった。

② 金属被覆寒天のための低収縮乾燥法の検討

Pt 被覆寒天の Pt 被覆おけるひび割れ形成が、えぐれの原因であることを突き止めた。ひび割れを抑制するため、乾燥時の収縮と吸水時の膨張を抑制することが重要であると考えた。スラッシュ室素急速凍結真空乾燥法を試したところ、寒天が割れたが 8%の収縮率であり、吸水時の膨張率は 16%とひび割れが生じない条件を達成した。しかし、Pt 被覆寒天におけるえぐれを抑制できなかった。

③ 対向した SU-8 カンチレバーと寒天導入

対向した SU-8 カンチレバーを作製した。設計寸法通りの構造を作製することができた。また、SU-8 カンチレバーを 60°Cに加熱すると反りが生じることが分かった。そこで、SU-8 カンチレバーを 130°Cで 30 分間加熱後、徐冷したところ反りは解消し、再度加熱しても反りは生じなかった。先端間隔 100 μ m の対向カンチレバー先端に寒天液架橋を形成し、蒸発させたが、乾燥寒天が残存した。

④ 静電アクチュエータのための SU-8 の導電化

SU-8 に銀ナノ粒子を混合し、導電性と成形性を両立する条件を特定した。十分な導電性を得るためには 4.7 vol.%以上、パターニングについては 9.1 vol.%以下の混合比が必要であることが分かったまた、本手法で形成できる膜厚 50 μ m であり、膜厚ムラも大きかった。

【代表的な原著論文情報】

1) A. Sugihara et al, "Microfluidic Liquid Cell with Silicon Nitride Super-Thin Membrane for Electron Microscopy of Samples in Liquid," *Biosensors*, **12**, 1138 (2022).