

表面力測定による濃厚ポリマーブラシの構造の精密評価

(東北大 NICHe¹・京大化研²)

○高橋 裕¹・水上雅史¹・辻井敬亘²・栗原和枝¹

Direct Determination of Structure of Concentrated Polymer Brushes by Surface Forces Measurement (¹New Industry Creation Hatchery Center, Tohoku University, ²Institute for Chemical Research, Kyoto University) ○Yutaka Takahashi,¹ Masashi Mizukami,¹ Yoshinobu Tsujii,² Kazue Kurihara¹

Concentrated poly(methyl methacrylate) (PMMA) brushes exhibit superior lubrication properties in a good solvent (toluene). In order to understand the lubrication mechanism, we studied their properties by surface forces and resonance shear measurements. In this presentation, the composition (structure) of concentrated PMMA brush layers was investigated based on changes in the refractive index measured by fringes of equal chromatic order. The changes in their properties under the applying load and shear were discussed.

Keywords : Surface Forces Measurement; Resonance Shear Measurement; Polymer Brushes; Fringes of Equal Chromatic Order

濃厚ポリマーブラシ (CPB) は優れた潤滑性を示すことが知られている。これまでに、シリカ表面上の濃厚 PMMA ブラシ層 (膨潤膜厚: 530 nm, グラフト密度: 0.83 鎖/nm²) の粘弾性を表面力および共振ずり測定によって検討した¹⁾。荷重およびせん断振動を与えることで、膨潤したブラシ層は高分子鎖が相互貫入し、さらにより大きなせん断下では相互貫入が解消された。CPB を潤滑剤として応用するために、この挙動を理解することは重要である。そこで本研究では、等色次数干渉縞 (FECO) を用いた屈折率測定によって、荷重およびせん断下における表面間での濃厚 PMMA ブラシ層の組成からその構造および相互貫入について評価した。

FECO 法での屈折率測定には、ブラシ層の厚さが測定に用いる光の波長より十分に薄い必要があるため、より薄い PMMA ブラシ層 (膨潤膜厚: 95 nm, グラフト密度: 0.71 鎖/nm²) を合成した。この薄膜 PMMA ブラシ層の粘弾性を評価したところ、膨潤膜厚が 530 nm のそれと同様の挙動を示すことが分かった。

さらに、屈折率の詳細な解析から膨潤した PMMA ブラシ層の厚み方向に対する体積分率分布を検討したところ、ブラシ層の表面 (膨潤膜厚の約 20%) に低密度層が観測された (**Fig. 1**)。この低密度層の割合は PMMA ブラシ全体の約 10% だった。圧縮およびせん断振動下における濃厚 PMMA ブラシ層の相互貫入は、この低密度層によるものであると考えられる。また、せん断振幅に対する屈折率の変化は、相互貫入した高分子鎖が引き抜かれることも支持した。

[1] M. Mizukami, M. Gen, S.-Y. Hsu, Y. Tsujii, and K. Kurihara: *Soft Mater*, **15**, 7765 (2019).

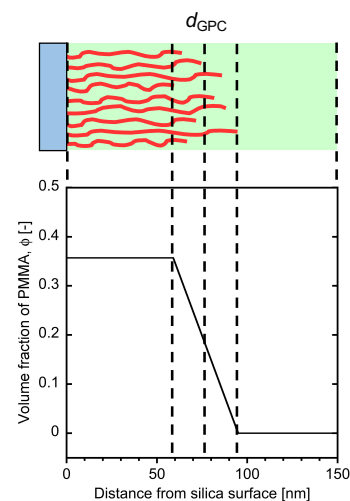


Fig. 1 Density distribution of PMMA brush layer between the silica surfaces against the distance from silica surface. d_{GPC} : the extended chain length calculated from M_w analyzed by the GPC.