



高分子境界膜の X 線反射率計測

伊藤伸太郎¹

¹名古屋大学 大学院工学研究科，JST さきがけ

キーワード：潤滑，トライボロジー，高分子膜，ナノ薄膜，コーティング

1. 背景と研究目的

機械システムの省エネルギーや耐久性向上に寄与する潤滑技術の発展は，持続可能な社会の実現に向けて必要不可欠である．特に世界的に増え続ける自動車の潤滑技術には，潤滑油の性能向上やしゅう動面の表面処理技術の発展がキーとなる¹⁾．先行研究において，固体表面に形成された高分子の境界膜が，過酷な摩擦条件において高い潤滑性をもつことが報告された²⁻⁵⁾．分子構造をデザインして高分子境界膜の潤滑性能を設計できれば，画期的な潤滑技術となるだけでなく，高分子の多様な物性を活かして高機能な潤滑面の創成が期待される．ただし，高分子境界膜の厚さは $1\ \mu\text{m}$ 以下（ナノ厚さ）であり，そのような薄膜が潤滑性を発現するメカニズムは未解明である．そこで我々はメカニズムの解明を目標とし，高分子境界膜の膜構造を X 線反射率（XRR）計測により明らかにすることを目的としている．本実験では，摩擦係数の異なる 2 種類の高分子境界膜について XRR 計測により膜の層構造を明らかにすることを狙いとした．

2. 実験内容

高分子境界膜として MPC ポリマーブラシ膜を用いる．シリコンウェハ上にパリレン薄膜を蒸着したものを基板とし，表面開始グラフト重合により MPC ポリマーブラシ膜を作成した．本実験では，摩擦試験において 0.1 オーダの摩擦係数を示した膜と，0.001 オーダの摩擦係数を示した膜の二種類を測定試料として用意した．それらの X 線反射率（XRR）計測を実施し，膜構造を検証した．

3. 結果および考察

XRR 測定の結果として得られた高分子膜の層構造を Fig. 1 に示す．低摩擦係数を示した膜においては，密度と膜厚に分布をもつ層構造があることが明らかとなった．このような層構造はブラシ膜から脱離したポリマーが再吸着したことにより形成された可能性が考えられる．今後はこのような層構造と摩擦特性の相関について検証を進める予定である．

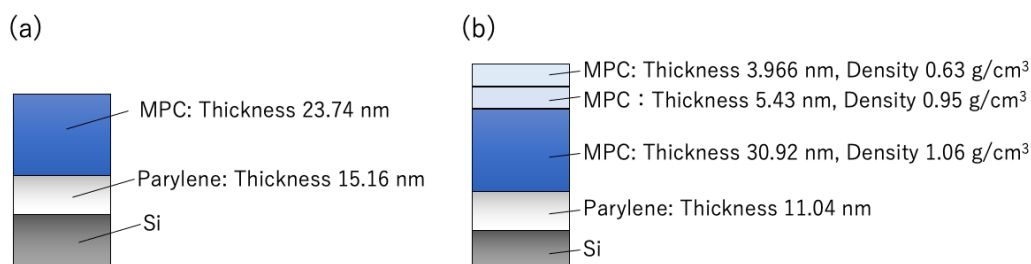


Fig. 1. Layer structure of polymer boundary films that had friction coefficient of (a)0.1 order and (b)0.01 order.

4. 参考文献

- 1) K. Holmberg, P. Andersson, A. Erdemir, *Tribology International*, 47 (2012), pp. 221-234.
- 2) J. Fan, M. Muller, T. Stohr, H. A. Spikes, *Tribology Letters*, 28 (2007), pp. 287-298.
- 3) 田川，村木，*トライボロジスト*, 60 (2015), pp. 342-348.
- 4) K. Ishihara, *Polymer Journal*, 47, (2015), pp.585-597
- 5) Moro, Toru, et al., *Nature materials*, 3.11 (2004), pp. 829-836.