



高分子境界膜の X 線反射率計測

伊藤伸太郎

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, 潤滑油, 高分子, 慣性半径

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。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^{2,4)}。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 μm 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、X 線反射率 (XRR) 計測により高分子境界膜の膜構造の解析を進めている。本研究では水和潤滑により低摩擦を発現する MPC ポリマーブラシ膜について、環境湿度による膜厚変化を検証した。

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た。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。MPC ポリマーブラシ膜は水中で使用された際に、水和してゲル状となることにより低摩擦を発現することが知られている。水和の程度が潤滑性に影響することが想定されるため、XRR を用いてナノ厚さの薄膜の吸湿性を膜厚変化により評価することとした。

3. 結果および考察

湿度を 5%, 50%, 80% と変化させたときの、MPC ポリマーブラシ膜の膜厚の XRR 測定結果を Fig. 1 に示す。湿度 5% においてはブラシ膜の膜厚方向の密度分布によって、密度の異なる 3 層構造でよくフィッティングされた。湿度を 50%, 80% と増加させると、膜厚が増大するとともに 2 層目と 3 層目がほぼ一体化する結果となった。このように、ナノ薄膜の吸湿性の定量評価や、吸湿に伴う層構造の変化の観測に XRR 測定が有効であることが確認された。

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

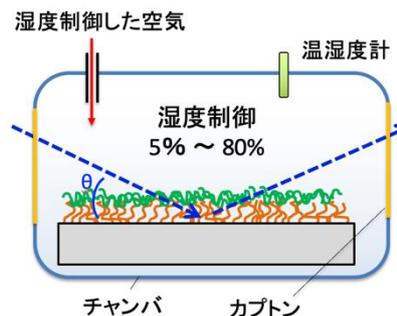


Fig.1 湿度依存性を計測するための XRR 測定系の概略図

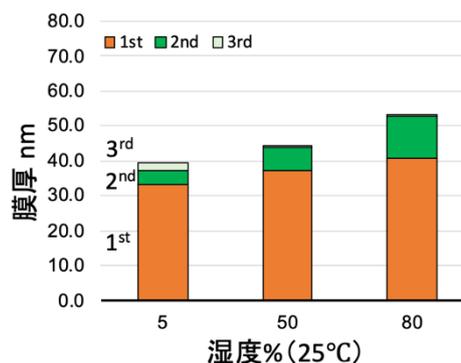


Fig.2 湿度を 5~80%まで変化させたときの MPC ポリマーブラシ膜の膜厚変化