

足立 幸志

東北大学大学院工学研究科
教授

超低摩擦機械システムのためのトライボ化学反応を制御したナノ界面創成

§ 1. 研究実施体制

(1) 足立グループ

- ① 研究代表者: 足立 幸志 (東北大学大学院工学研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・低摩擦を発現するナノ界面構造の分析・解析手法の開発
 - ・ナノ界面の特性分布評価システムの開発
 - ・種々因子の摩擦係数とトライボ化学反応に及ぼす影響の実験的解明

(2) 久保グループ

- ① 主たる共同研究者: 久保 百司 (東北大学金属材料研究所、教授)
- ② 研究項目
 - ・トライボ化学反応ダイナミクスの理論的解明

(3) 杉村グループ

- ① 主たる共同研究者: 杉村 丈一 (九州大学大学院工学研究院、教授)
- ② 研究項目
 - ・高純度ガス雰囲気における超低摩擦発現機構の実験的探求

(4) 上坂グループ

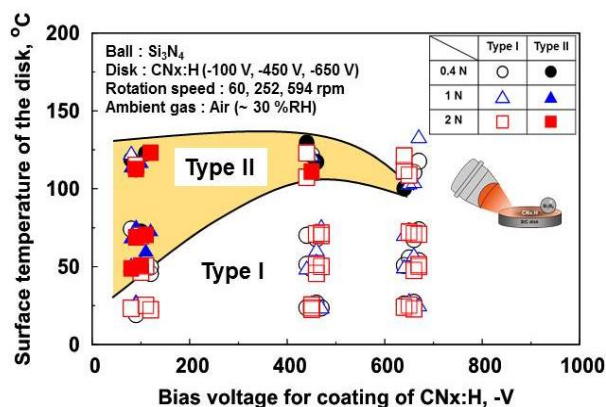
- ① 主たる共同研究者: 上坂 裕之 (岐阜大学工学部、教授)
- ② 研究項目
 - ・超高速成膜 DLC のさらなる低摩擦化に向けた Si-DLC 膜の低摩擦化メカニズムの解明

§ 2. 研究実施の概要

本プロジェクトの基盤技術である「摩擦時のその場観察・分析手法」の一つとして摩擦時の生成気体に着目し、本研究において明らかにされた 0.01 以下の低く非常に安定した摩擦係数を発生させるナノ界面自己形成機構の解明を推進した。特に超低摩擦発現時におけるトライボ化学反応を実験的に明らかにするため、特にトライボ化学反応生成物に着目し、摩擦時に発生する生成気体のその場分析を試みた。その結果、炭素系硬質薄膜を用いた系において超低摩擦を発現している時には、摩擦試験開始直後から、炭素系硬質薄膜に起因した水素、炭化重水素、水素化アンモニアが定常的に生成しつづけていることが明らかにされ、このトライボ化学反応が、安定した低摩擦発現時に摩擦相手材である球表面の炭素ベースのナノ界面形成の自己形成解明の鍵を握ることが示唆された。

また、バイアス電圧を変化させ成膜した水素含有量の異なるCN_x:H 膜において、発生する摩擦係数及びナノ界面形成に及ぼす摩擦面温度の影響を明らかにした。その結果、高いバイアス電圧で成膜された水素含有量の少ないCN_x:H膜では、ナノ界面を形成する温度領域が高温領域に限られているのに対し、低いバイアス電圧で成膜された水素含有量の多いCN_x:H 膜程、より低い摩擦面温度ならびに広範囲の温度領域においてナノ界面を形成し得ることを明らかにした(右図)。

これらの結果は、トライボ化学反応によるナノ界面の形成機構およびナノ界面による低摩擦発現機構の解明に加え低摩擦発現のためのトライボ化学反応制御技術の開発に対し有益な成果である。



代表的な原著論文

Naohiro Yamada, Tomomi Watari,

Takanori Takeno, Koshi Adachi, Effect of Oxygen on the Self-formation of Carbonaceous Tribo-layer with Carbon Nitride Coatings under a Nitrogen Atmosphere, Tribology Letters, 65: 27, 2017.(DOI: 10.1007/s11249-016-0809-1)

Kentaro Kawaguchi, Hiroshi Ito, Takuya Kuwahara, Yuji Higuchi, Nobuki Ozawa, and Momoji Kubo, Atomistic Mechanisms of Chemical Mechanical Polishing of a Cu Surface in Aqueous H₂O₂: Tight-Binding Quantum Chemical Molecular Dynamics Simulations, ACS Appl. Mater. Interfaces, 8, pp. 11830-11841, 2016. (DOI: 10.1021/acsami.5b11910)

Shenjiang Wu, Hiroyuki Kousaka, Satyananda Kar, Dangjuan Li and Junhong Su, Friction and Wear performance of Bearing Ball Sliding against Diamond-like Carbon Coatings, Mater. Res. Express 4, 015602, 2017. (DOI: 10.1088/2053-1591/aa516b)