



研究課題名 摩擦誘導超低摩擦ナノ構造層によるスマートトライボシステムの開発

名古屋大学・大学院工学研究科・教授 うめはら のりつぐ
梅原 徳次

研究分野: 機械工学、設計工学・機械機能要素・トライボロジー

キーワード: トライボロジー、機械要素、カーボン材料、超低摩擦、構造変化

【研究の背景・目的】

油潤滑が困難な過酷な摩擦条件下の耐摩耗・超低摩擦の摺道材としてカーボン系硬質膜の応用が進められている。申請者らは、カーボン系硬質膜 CNx 膜表面の数 10nm の厚さのナノ構造変化層が摩擦係数 0.01 以下の超低摩擦を発現することを初めて明らかにした。本研究では申請者らが提案、実証した「反射光スペクトルによるカーボン系硬質膜のナノ構造変化層厚さの評価方法」と「ESEM 内での数 μm の液滴の接触角から表面エネルギーマッピング方法」を進展させ、「カーボン系硬質膜の超低摩擦発現ナノ構造変化層のその場評価法」及び「超低摩擦摩擦面の表面エネルギーの ESEM 内その場評価法」を開発する。その結果より、カーボン系硬質膜による自己潤滑スマートトライボシステムの材料と摩擦条件の設計指針を確立する。

【研究の方法】

1. 「超低摩擦発現ナノ構造変化層の摩擦時その場計測装置」の試作と実証

カーボン系硬質膜が摩擦係数 0.01 以下の超低摩擦を発現する際は、その構造変化層厚さ、合成表面あらしの標準偏差の比がある値以上となる必要がある。しかし、これらのパラメータが摩擦に伴いどのように変化するか不明であり、その変化により早期に安定した超低摩擦状態となるか、それとも長期間必要か、またその原因は構造変化なのか表面あらしなのか不明となる。そこで、本研究ではピンオンディスク型摩擦装置及び反射分光分析装置を複合した「超低摩擦発現ナノ構造変化層の摩擦時その場計測装置」を環境制御チャンパー内に試作し、摩擦初期からの超低摩擦を発現するまでの、これらのパラメータのモニタリングの可能性を実証する (図 1)。

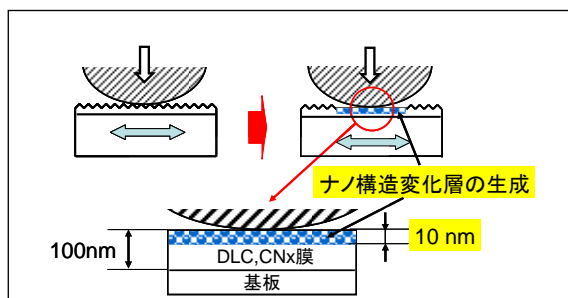


図 1 カーボン系硬質膜の超低摩擦発現ナノ構造変化層

2. 「超低摩擦摩擦面の表面エネルギーの ESEM 内その場評価装置」の試作と実証

研究代表者が提案した ESEM 内表面エネルギーの評価方法を、摩擦直後の摩擦面に施し、カーボン系硬質膜の摩擦による表面エネルギーの変化を明らかにする。そのため、「超低摩擦摩擦面の表面エネルギーの ESEM 内その場評価装置」を試作し、種々のカーボン系硬質膜において、種々の面圧、温度で摩擦実験を行い、表面エネルギーの極性成分、非極性成分を分離して明らかにする。

3. 超低摩擦発現ナノ構造変化層を安定維持するカーボン系硬質膜の実用的設計指針の提案と実証

実用的な機械部品の摩擦面を考えた場合、加工精度及び表面あらしを向上せず超低摩擦を実現する必要がある。上述した機械的特性及び化学的特性に関する設計指針を統合し摩擦誘導超低摩擦ナノ構造層によるスマートトライボシステムを実現する。

【期待される成果と意義】

油潤滑下の境界潤滑特性向上を目指し、計算化学によるトライボケミカル反応のシミュレーションが進んでいる。しかし、摩擦による構造変化層のシミュレーションは未だ困難であり、カーボン系硬質膜の工学的利用の拡大のためには、効率的な超低摩擦ナノ構造変化層のその場評価法の開発とそれに基づくトライボシステムの開発が急務の課題である。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- T. Tokoroyama, M. Kamiya, N. Umehara, et al., Influence of UV irradiation in low frictional performance of CNx coatings, *LUBRICATION SCIENCE*, 24, 3, (2012) 129-139.
- K. Ohara, N. A. Masripan, N. Umehara, H. Kousaka, T. Tokoroyama, et al., Evaluation of transformed layer of DLC after sliding in oil with spectroscopic reflectometry, *Tribology International*, 68, (2013) in press

【研究期間と研究経費】

平成 25 年度 - 29 年度
116,500 千円

【ホームページ等】

<http://huga.ume.mech.nagoya-u.ac.jp/>
ume@mech.nagoya-u.ac.jp