

課題番号 : F-17-UT-0139  
利用形態 : 技術補助  
利用課題名(日本語) : a-C:H 膜の摩擦摩耗特性  
Program Title (English) : Friction properties of hydrogenated amorphous carbon (a-C:H) films  
利用者名(日本語) : 石川 功, 崔峻豪  
Username (English) : T. Ishikawa, J. Choi  
所属名(日本語) : 東京大学大学院工学研究科  
Affiliation (English) : School of Engineering, The University of Tokyo  
キーワード/Keyword : 形状・形態観察、分析、トライボロジー、a-C:H 膜

## 1. 概要(Summary)

a-C:H 膜(hydrogenated amorphous carbon film)は、主に炭素の  $sp^2$  結合および炭素と水素の  $sp^3$  結合を有する非晶質炭素膜である。高硬度、低摩擦性、耐摩耗性など優れた特性により、自動車のエンジン部品、工具、金型など様々な用途に用いられている。a-C:H 膜の優れた摩擦・耐久性を生かし、より多くの分野に応用するためにはその用途に合ったトライボロジー特性を有する a-C:H 膜の設計が重要である。一方、a-C:H 膜はその成膜手法や成膜条件によって多種多様な構造を持つ膜が作成され、そのトライボロジー特性も大きく変化する。a-C:H 膜は膜中の  $sp^2/sp^3$  結合比、水素含有量によって諸特性が大きく異なることが知られている<sup>1,2)</sup>。本研究では様々な内部構造を持つ a-C:H 膜を作成し、その内部構造が摩擦摩耗特性に与える影響を調べた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

形状・膜厚・電気評価装置群 dektak

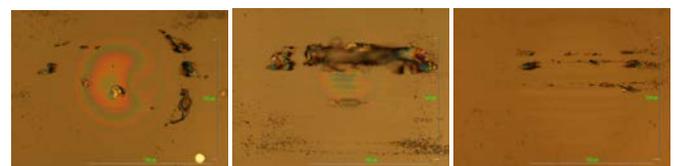
### 【実験方法】

プラズマ利用イオン注入成膜法を用いて作製した a-C:H 膜(3種類)について摩擦実験を行い、摩擦摩耗特性を調べた。摩擦特性については摩擦回数における摩擦係数の推移を計測し、a-C:H 膜および相手材の摩耗特性については武田先端知ビルの dektak 装置を使用し、摩耗深さを調べた。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した a-C:H 膜の内部構造の解析により、ポリマーライクな構造を持つ PLC 膜、ダイヤモンドライクな構造を持つ DLC 膜、グラファイトライクな構造を持つ GLC 膜の 3 種類に分類した。摩擦実験では 3 種類のすべての a-C:H 膜において摩擦係数が 0.1 以下の低摩擦を示した。摩擦実験後のボール材の光学顕微鏡画像を Fig. 1 に示す。

a-C:H 膜の内部構造の影響により摩耗形態が異なり、特に PLC 膜 (a)および DLC 膜 (b)のボール材からは中心に円形の虹色の摩耗痕が見られ、摩耗深さと相関があるのではないかと考えられた。そこで、dektak を用いてボール材の摩耗深さを調べようとしたが、摩耗痕の中心部を見つけてはできなかった。摩耗痕は 100  $\mu\text{m}$  の大きさがあるため、実体顕微鏡でマークを付けたが、摩擦によって摩耗した部分が検出されなかった。摩耗深さは測定できないほど浅くはないと考えられるため、今後、方法を改めて測定したい。



(a) (b) (c)

Fig. 1 Optical micrographs of worn balls slid against (a) PLC-, (b) DLC-, and (c) GLC-structured a-C:H film

## 4. その他・特記事項(Others)

### ・参考文献

- (1) J. Robertson: Diamond-like amorphous carbon, Mat. Sci. Eng. R, **37**, 4 (2002) 129-281.
- (2) C. Donnet & A. Grill: Friction control of diamond-like carbon coatings, Surf. Coat. Tech., **94** (1997) 456-462.

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 石川, 崔, a-C:H 膜同士の摩擦における膜内部構造の影響, トライボロジー会議 2017 秋高松, 平成 29 年 11 月 16 日.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。