

研究論文

アンバランスドマグネトロンスパッタリング法による

DLC 膜の成膜と摺動特性

† 上山秀明^{*,**}, 高井 治^{*}**Preparation of DLC Films by Unbalanced Magnetron Sputtering Method and Their Sliding Characteristics**

by

† Hideaki KAMIYAMA^{*,**}, Osamu TAKAI^{*}

(Received Jul. 29, 2017; Accepted Aug. 25, 2017)

Abstract

Fuel-efficient vehicles are required due to increasing concern about the environment. In order to realize them, it is necessary to reduce mechanical loss. Recently, diamond-like carbon (DLC) films are applied to automobile parts to lower friction. In this study, DLC films were formed by unbalanced magnetron sputtering (UBMS) method, and the film properties and sliding characteristics were investigated. As the results of nanoindentation and Raman spectroscopy, the film hardness increased as the negative bias voltage decreased, and film structure changed with bias voltage. About friction characteristics measured by ball-on-disk friction tester under non-lubricant conditions, friction coefficients of DLC films were about 0.1. As compared with the DLC films formed by the arc ion plating (AIP) method, the DLC films formed by UBMS had lower friction coefficients than those by AIP with different film structure.

Keywords: DLC, UBMS, Friction coefficient

1. 緒言

温室効果ガスによる地球温暖化や工場からの排出物質による大気汚染問題など、我々を取り巻く環境が大きく変化しており、環境に配慮した経済活動が推進されている¹⁾。

自動車分野においては、環境に配慮した低燃費車の実用化がなされ、すでに市場に投入されているが、さらなる低燃費化を実現すべく、研究開発が進められている^{2),3)}。

自動車における低燃費化の具体策としては、機械損失の低減（低摩擦化）を行う必要があり、各自動車メーカーは低摩擦性を有する材料の研究開発に注力している。最近、自動車に採用された新材料には、無潤滑下において低摩擦特性を発現する硬質非晶質炭素膜のダイヤモンドライクカーボン（Diamond-like Carbon, DLC）膜がある^{4),5)}。

DLC 膜は物理蒸着（Physical Vapor Deposition, PVD）法や化学蒸着（Chemical Vapor Deposition, CVD）法などの気相法によって合成され、自動車用エンジン部品においては、PVD 法によって成膜された DLC 膜が採用されている。アーカイオンプレーティング（Arc Ion Plating, AIP）法によって成膜した DLC 膜の実用例についての報告は多数あるが^{6),7)}、スパッタ法による研究例は少なく、特に、アンバランスドマグネトロンスパッタリング（Unbalanced Magnetron Sputtering Method, UBMS）法による成膜とその膜特性につ

平成 29 年 7 月 29 日受付

* 関東学院大学 大学院工学研究科：神奈川県小田原市荻窪 1162-2

TEL 0465-32-2600 FAX 0465-32-2612

Graduate School of Engineering, Kanto Gakuin University,

1162-2 Ogikubo, Odawara-shi, Kanagawa-ken 250-0042, Japan

** 日本ピストンリング株式会社 技術開発部：岩手県一関市東台 14 番地 42

TEL 0191-31-2134 FAX 0191-31-2135

h-kamiyama@notes.npr.co.jp

NIPPON PISTONRING CO., LTD., No.14-42 Higashidai,

Ichinoseki-city, Iwate-pref, Japan

†：連絡先/Corresponding author