

研究論文

Sn ドープ DLC 薄膜の化学結合状態と摩擦特性

†井上泰志*, 坂本幸弘*

Chemical Bonding States and Friction Properties of Sn-doped DLC Films

by

†Yasushi INOUE*, Yukihiro SAKAMOTO*

(Received Jul. 27, 2022; Accepted Aug.22, 2022)

Abstract

Metal-doped diamond-like carbon (DLC) films have attracted considerable attention due to their interesting properties. This paper deals with chemical bonding states and friction properties of tin-doped DLC films deposited by plasma-enhanced chemical vapor deposition using benzene and tetramethyltin as reactant agents. We found that the tin concentration in the deposited films can be controlled by the reactant gas pressure ratio. Tin atoms on the surface of the deposited films are found to be in the bonding state of tin oxide formed after exposure to the air. A small amount of C-Sn bonding state was detected. The friction coefficient increased with tin composition, which may be due to adhesion of the abrasion powder in metallic-oxide mixed bonding states.

Keywords: Diamond-like carbon, Plasma CVD, Organotin compound, Friction coefficient

1. 緒言

グラファイトとダイヤモンドの中間的な化学結合状態をもつ非晶質カーボン系材料の中で、比較的硬度の高いものをダイヤモンドライクカーボン(DLC)と称する¹⁾²⁾。近年、DLCに金属元素をドープさせることによる、残留応力の制御³⁾、耐摩耗性、高温安定性など機械的特性の向上⁴⁾⁵⁾、電氣的伝導性の付与⁶⁾、生体関連材料応用における抗菌性の付与⁷⁾など、DLCの高品質化、新奇特性付与を目的とした研究が行われている。筆者らは、カーボン(C)と同じ14族の金属元素であるスズ(Sn)をドープしたDLC(Sn-DLC)薄膜を作製し、その化学結合状態および光学的特性の評価を行ったが⁸⁾、摩耗特性などの機械的性質については評価しなかった。Sn-DLCについては、Kundooらによる研究例

もあるが⁹⁾、機械的特性の評価は報告されていない。Snは金属系の代表的な固体潤滑材料として古くから利用されていることから¹⁰⁾、SnをDLCへドープすることによって、どのようなトライボロジー特性が発現されるか、興味深い材料系であるといえる。本研究では、Sn-DLC薄膜の化学結合状態とトライボロジー特性を評価し、摩擦・摩耗現象においてDLCにドープされたSnが与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 研究方法

Sn-DLC膜の堆積には、電極直径200mm、電極間距離50mmの容量結合型高周波プラズマCVD装置(S-3022, (株)シンク)を用いた。C原料としてベンゼン(C₆H₆)を使用し、Snのドープにはテトラメチルスズ(Sn(CH₃)₄, TMT: 東京化成工業(株))を用いた。C₆H₆, TMTはそれぞれ液体原料ボトルから自然気化したガスを、ニードルバルブを用いて流量調整し、Arガスと混合して成膜装置に導入した。基板にはSi(100)単結晶ウェハを使用し、高周波電界が印加される下部電極に設置した。Fig.1に成膜装置の概略図を示

令和4年7月27日受付

* 千葉工業大学工学部: 千葉県習志野市津田沼2-17-1
TEL/FAX: 047-478-4308
E-mail: inoue.yasushi@it-chiba.ac.jp
Department of Advanced Materials Science and Engineering,
Chiba Institute of Technology: 2-17-1 Tsudanuma, Narashino
City, Chiba 275-0016, Japan

†:連絡先/Corresponding author