

## 研究論文

## RF スパッタリング法による窒化ホウ素膜の作製と機械的特性

丸子拓也\*, 今宮麻衣\*\*, 鈴木飛鳥\*, 高橋芳弘\*\*\*, †坂本幸弘\*\*\*

## Preparation of Boron Nitride films using R.F. sputtering and their Mechanical Properties

by

Takuya MARUKO\*, Mai IMAMIYA\*\*, Asuka SUZUKI\*  
Yoshihiro TAKAHASHI\*\*\* and Yukihiro SAKAMOTO\*\*\*

(Received Feb. 12, 2019; Accepted Apr. 22, 2019)

## Abstract

Boron nitride films were prepared by R.F. (Radio Frequency) magnetron sputtering method using Ar, Ar-H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>, Ar-N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub> sputtering gas, and film structures and mechanical properties were investigated. From Raman spectra, XPS spectra, and X-ray diffraction patterns, deposition of amorphous boron nitride was confirmed under all conditions. Also, hybridization of the structure of sp<sup>2</sup> and sp<sup>3</sup> was recognized in sputtering gas conditions Ar and Ar-N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>, and films with relatively good crystallinity were recognized in sputtering gas conditions Ar-H<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>. In addition, at sputtering gas condition Ar-N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>, c-BN phase was observed in the amorphous film structure. As a result of the evaluation of mechanical properties, compared to films prepared with Ar, films prepared with Ar-H<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub> were confirmed to be soft. In addition, it was confirmed that the film obtained with N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub> has friction characteristics similar to h-BN. On the other hand, in Ar-N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub> was prepared, a film showing hard and low friction properties similar to c-BN.

**Keywords:** amorphous boron nitride film, microstructure, friction, sputtering

## 1. 緒言

DLC (Diamond-Like Carbon)は、炭素の sp<sup>2</sup> 結合と sp<sup>3</sup> 結合から構成される非晶質炭素であり、高硬度、低摩擦摩耗、表面平坦性など優れた特性を有する薄膜材料である<sup>1), 2), 3)</sup>。しかし、DLCは大気中での耐酸化性が乏しいことや、高温環境において炭素に対する触媒性を有する鉄系金属との接触で、激しく摩耗する特徴を有する<sup>4), 5), 6), 7)</sup>。

一方、窒化ホウ素(Boron Nitride)は、周期表で炭素の両隣

であるホウ素と窒素から構成され、炭素材料と類似した結晶構造および機械的特性を示す材料であり、一般的に大気中での優れた耐酸化性や鉄系材料に対する不活性を有することが知られている<sup>8), 9)</sup>。また、炭素材料における DLC と同様に窒化ホウ素も非晶質構造相があり、非晶質窒化ホウ素(amorphous boron nitride)と呼ばれており<sup>10)</sup>、DLC に変わる薄膜材料として注目されている<sup>11)</sup>。特に、DLC では不可能な鉄系金属の加工を目的とした工具や高温環境で用いる摺動部材へのコーティングなどへの応用が期待されている。

しかし、非晶質窒化ホウ素の成膜や評価に関する報告は少なく、機械的特性は明らかとなっていない。加えて、窒化ホウ素は c-BN(cubic boron nitride), w-BN(wurtzite boron nitride), h-BN(hexagonal boron nitride), r-BN(rhombohedral boron nitride)など炭素に比べて多くの結晶構造を有する<sup>12)</sup>。これらが短距離秩序のみで混在した状態の非晶質窒化ホウ素は、成膜条件により膜構造および機械的特性が大きく変

平成 31 年 2 月 12 日受付

\* 千葉工業大学 大学院：千葉県習志野市津田沼 2-17-1  
TEL 047-478-0516

s1321321HE@s.chibakoudai.jp  
Graduate School, Chiba Institute of Technology: 2-17-1  
Thudanuma, Narashino, Chiba 275-0016, Japan

\*\* 株式会社 花祭壇：宮城県仙台市青葉区中山 4-14-35  
HANA SAIDAN: 4-14-35 Nakayama, Aoba, Sendai,  
Miyagi 981-0952, Japan

\*\*\* 千葉工業大学：千葉県習志野市津田沼 2-17-1  
Chiba Institute of Technology: 2-17-1 Thudanuma,  
Narashino, Chiba 275-0016, Japan

† :yukihiro.sakamoto@it-chiba.ac.jp/Yukihiro SAKAMOTO