

# 電子サイクロトン共鳴プラズマスパッタリング (ECR) 法を用いた SiCN 薄膜の作製と評価

## Preparation and Characterization of SiCN Thin Films by Electron Cyclotron Resonance (ECR) Plasma Sputtering

龍谷大<sup>1</sup>, 富山大<sup>2</sup> ○(B)大庭優輝<sup>1</sup>, 伊藤公秀<sup>1</sup>, 野瀬正照<sup>2</sup>, 青井芳史<sup>1</sup>

Ryukoku Univ.<sup>1</sup>, Toyama Univ.<sup>2</sup>, ○Yuki Oba<sup>1</sup>, Kimihide Ito<sup>1</sup>, Masateru Nose<sup>2</sup>, Yoshifumi Aoi<sup>1</sup>

E-mail: [aoi@rins.ryukoku.ac.jp](mailto:aoi@rins.ryukoku.ac.jp)

### 【緒言】

切削工具には、長寿命化と母材の補完、強化を目的としたコーティング処理が行われている。代表的なコーティング材料として、TiC、TiN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などがよく知られている。しかし、同様にコーティング材料として優れた性質を持つとされている SiCN 薄膜では、薄膜の組成および結合状態と機械的性質との関係について示した研究はまだ少ない。そこで、本研究では電子サイクロトン共鳴プラズマスパッタリング (ECR)法を用いて、異なる窒素流量比と基板温度での SiCN 薄膜の合成を試み、その構造と機械的性質の関係について検討した。

### 【実験方法】

SiCN 薄膜は SiC ターゲットを窒素アルゴン混合ガス雰囲気下(4.5×10<sup>-4</sup> Torr)、マイクロ波出力 500 W、ターゲット電圧 -400 V、基板電圧 0 V、製膜時間 4 h で Si (100)基板上に製膜を行った。窒素流量比は 0~0.9、基板温度は 200~600 °Cの間で変化させた。得られた SiCN 薄膜の組成、構造については、X 線光電子分光法(XPS)、Raman 散乱分光法、原子間力顕微鏡(AFM)、機械的性質はナノインデンテーション(ベルコピッチ圧子、押し込み荷重 5 mN)、表面粗さ測定を用いて評価を行った。

### 【結果と考察】

薄膜の組成と結合状態について XPS により評価した。Fig. 1 に基板温度 200 °C で窒素流量比を変化させて作製した薄膜の組成を示す。窒素流量比の上昇に伴い、Si 含有量は約 40 at.%でほぼ一定であるが、N 含有量は増加し、一方 C 含有量は減少した。Si 2p スペクトルを波形分離することにより Si の結合状態について検討したところ、Fig. 2 に示すように窒素流量比 0.7 までは窒素流量比の上昇に伴い、Si-N 結合の増加、および、Si-C 結合の減少が見られその後ほぼ一定となった。作製した薄膜のインデンテーション硬さを測定したところ、N が含まれていない SiC 薄膜でインデンテーション硬さは 33.7 GPa であり、窒素流量比の増加に伴いインデンテーション硬さは減少し、窒素流量比 0.9、N 含有量 39.1 at.%の SiCN 薄膜で 22.6 GPa となった。Fig. 3 に基板温度 200 °C で作製した薄膜の薄膜中の Si-N 結合の割合とインデンテーション硬さの関係を示す。薄膜中の Si-N 結合の割合が増加することによりインデンテーション硬さは単調に減少し、窒素流量比の上昇に伴う機械的性質の変化と薄膜の結合状態の変化との間には相関が認められた。

### 【謝辞】

本研究の一部は科学研究費補助金・基盤(C)(21K04720)ならびに大澤科学技術振興財団の研究助成を受けて行われました。

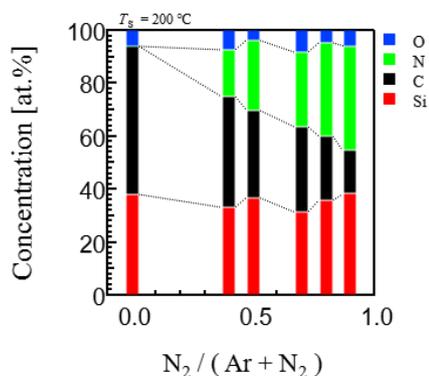


Fig. 1. Relationship between nitrogen flow ratio and composition of thin films.

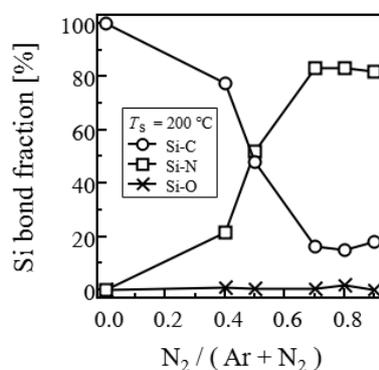


Fig. 2. Relationship between nitrogen flow ratio and Si bonding state of thin films.

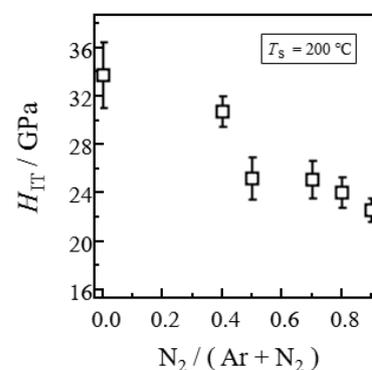


Fig. 3. Relationship between Si-N bond fraction and indentation hardness of thin films.