

## ナノコンポジット AIBN 薄膜の硬度および膜構造に及ぼす B 添加の効果 B doping effects on hardness and film structures of nanocomposite AIBN thin films

九大院総理工<sup>1</sup>, 福岡県工技セ機電研<sup>2</sup>, オーエスジー株式会社<sup>3</sup>, 九大超顕微セ<sup>4</sup>

°内田 聖也<sup>1</sup>, 吉田 智博<sup>2</sup>, 村澤 功基<sup>3</sup>, 福井 康雄<sup>3</sup>, 櫻井 正俊<sup>3</sup>,  
工藤 昌輝<sup>4</sup>, 鳥山 誉亮<sup>4</sup>, 吉武 剛<sup>1</sup>

Dept. of Appl. Sci. for Electr. and Mat., Kyushu University.<sup>1</sup>,

Mech. & Elec. Res. Inst., Fukuoka Industrial Technology Center<sup>2</sup>, OSG Corp.<sup>3</sup>, Kyushu Univ.<sup>4</sup>

°S. Uchida<sup>1</sup>, T. Yoshida<sup>2</sup>, K. Murasawa<sup>3</sup>, Y. Fukui<sup>3</sup>, M. Sakurai<sup>3</sup>, M. Kudo<sup>4</sup>, T. Toriyama<sup>4</sup>, T. Yoshitake<sup>1</sup>

E-mail : seiya\_uchida@kyudai.jp

### 1. はじめに

金属部品へのハードコーティング技術は、耐摩耗性、耐焼付き性、耐食性、耐熱性、摺動性を向上させる技術として活用されている[1]。ハードコーティングに用いる材料はダイヤモンドやダイヤモンド状炭素(DLC)などの炭素系材料が広く知られているが、鉄系母材に対しては常温・常圧下で鉄中に炭素が容易に拡散するために用いることができない。鉄系母材向けの材料としては窒化物であるTiNやAlTiNなどが実用化されているがダイヤモンドの硬度には及ばない。現在、窒化物である立方晶窒化ホウ素(c-BN)がダイヤモンドの硬度に匹敵する硬度を有する材料として有力視されているが、その薄膜堆積は基板温度が500°C以上となるCVD法で行われるため、熱処理が施されている高速度鋼へは適用できない[2]。低温合成が可能な新たな硬質皮膜材料の作製が必要とされている。

本研究では、ナノ微結晶ダイヤモンドアモルファスカーボン混相膜の作製で実績のある同軸型アークプラズマ堆積(CAPD)法を用いることで[3]、窒化アルミニウム(AIN)の一部をBで置換したナノ微結晶とアモルファスから構成されるナノコンポジットAIBN薄膜を高速度鋼上へ作製した。本研究ではB含有率の異なるAl-B焼結体ターゲットを用いてAIBNを作製し、Bドーパが膜の硬度および構造に及ぼす効果を調べた。

### 2. 実験方法

成膜はCAPD法を用いて窒素雰囲気中で行った。同軸型アークガンと基板間には高速回転の羽型フィルターを設置して、サブミクロン以上のサイズのドロップレットは捕捉した。ターゲットにはB含有率0, 10, 30 at.%のAl-B焼結体ターゲットを用いた。チャンパー内は $10^{-4}$  Pa以下まで真空排気した後、N<sub>2</sub>ガスを15 sccmで流入し、成膜時には1 Paとした。基板間距離は80 mmとし、室温にて成膜した。アーク放電電圧を100 V、コンデンサ容量を720  $\mu$ Fとし、放電周期は10 Hzとした。作製した薄膜の硬度についてナノインデンテーション法により評価し、結晶構造をTEMにより評価した。

### 3. 実験結果

Fig. 1.にターゲットB含有率0~30 at.%で作製したAIBNの硬度を示す。B含有率の増加とともに硬度は低下する。Fig. 2(a)及び2(b)にB含有率0と10 at.%のターゲットで作製した薄膜の高分解TEM像と電子線回折パターンをそれぞれ示す。回折パターンには結晶に由来する回折リングが観察される。0 at.%の膜ではリング中にスポッティな回折が含まれ、10 at.%膜に比べて結晶粒の大きなものが含まれていると考えられる。高分解TEM像ではナノ微結晶とアモルファスのコンポジット構造となっていることが確認できる。10 at.%膜では結晶粒径が0 at.%膜に比べて縮小する。AIBN薄膜の硬度の低下は、B添加による結晶粒径の減少、あるいは結晶密度の低下によると考えられる。

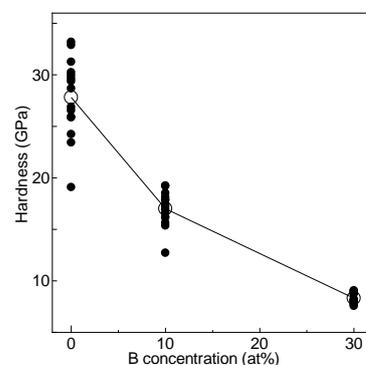


Fig. 1. Boron content dependence of hardness.

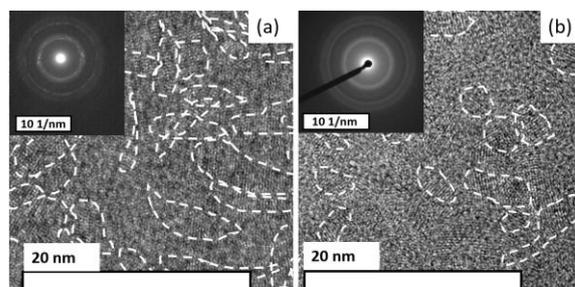


Fig. 2. High-resolution TEM images and electron diffraction patterns of (a) 0 and (b) 10 at.% B-doped nanocomposite AIBN films.

#### 参考文献

- [1] 辻岡 正憲, "表面技術", Vol. 63, No.3, pp.134-139 (2012).  
 [2] W. Zhang *et al*, *Comp. Hard Mater.* Vol. 1-3, pp.607-639 (2014).  
 [3] T. Yoshitake *et al*, *Jpn. Appl. Phys.* Vol. 49, 015503 (2010).