

熱フィラメント CVD 法による超硬基板への ダイヤモンド膜形成と異常成長の観察

Deposition of Diamond Films on Cemented Carbide Substrates by Hot Filament CVD
Method and Observation of Anomalous Growth

豊橋技科大¹, オーエスジーコーティングサービス (株)²

◎税木 善則¹, 坂東 隆宏¹, 針谷 達¹, 滝川 浩史¹, 服部 貴大², 杉田 博昭²

Toyohashi Univ. Technol.¹, OSG coating service²

◎Yoshinori Saiki¹, Takahiro Bando¹, Toru Harigai¹, Hirofumi Takikawa¹, Takahiro Hattori², Hiroaki Sugita²

E-mail: saiki.yoshinori.ru@tut.jp

1. はじめに

航空宇宙産業や自動車産業では高い強度を持ち、軽量の炭素強化繊維プラスチック (CFRP) の需要が高まっている。一方で、CFRP は加工の際にバリや剥離が生じやすい材料である。これらバリや剥離の発生を防ぐため、高い硬度をもち耐摩耗性に優れたダイヤモンドコート工具が CFRP の切削工具として用いられている。工具に対するダイヤモンド膜の成膜方法として熱フィラメント化学気相蒸着 (CVD) 法がある。熱フィラメント CVD 法は、同時に複数の工具コーティングが可能であり、また複雑な形状での均一成膜が可能であるため、工具への成膜に適する成膜方法である。

本研究では、熱フィラメント CVD 装置において、ダイヤモンド膜の形成を試みた。形成した膜の表面形状や結晶構造などの膜特性を分析した。

2. 実験方法

基板には工具母材に使用される超硬 (WC) 基板 (Co バインダ含有) を用いた。原料ガスは CH₄, 膜形成支援ガスは H₂, プロセス圧力は 1.0 kPa, 成膜時間を 5 時間とした。結晶粒径が小さいと加工性能が良いため、原料ガスと膜形成支援ガスの流量を変更して結晶粒のサイズの制御²⁾も試みた。作製した膜の表面形状を SEM で観察し、結晶構造をラマン分光分析および X 線回折分析 (XRD) で評価した。

3. 実験結果と考察

Fig. 1 に、Co バインダ含有超硬基板上に作製された薄膜表面の SEM 写真を示す。CH₄ 流量 10 sccm, H₂ 流量 1500 sccm では粒径 1.3 μm ほどのマイクロ結晶膜が形成され、CH₄ 流量 100 sccm, H₂ 流量 1500 sccm では粒径 50 nm ほどのナノ結晶膜が形成された。一方で、ナノ結晶膜では異常成長している箇所が多数みられた。

Fig. 2 に、Co バインダ含有超硬基板上に作製したマイクロ結晶膜・ナノ結晶膜のラマンスペクトルを示す。マイクロ結晶膜・ナノ結晶膜において、ダイヤモンドのピーク 1333 cm⁻¹ 付近にピークが見られ、作製されたマイクロ結晶膜・ナノ結晶膜は、ダイヤモンド膜であることが確認された。また、XRD においても、ダイヤモンド結晶のピークが確認された。一方で、ナノ結晶ダイヤモンド膜では、D バンドや G バンドといったアモルファスカーボン成分のピークがみられた。そのため、異常成長の発生は、アモルファスカーボン成分の存在に起因する可能性がある。

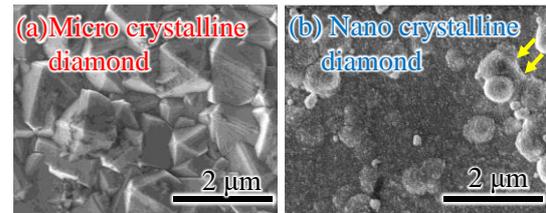


Fig. 1 Diamond films on WC substrate (a) Micro crystalline diamond films (b) Nano crystalline diamond films. Yellow arrows indicate the example of anomalous growth.

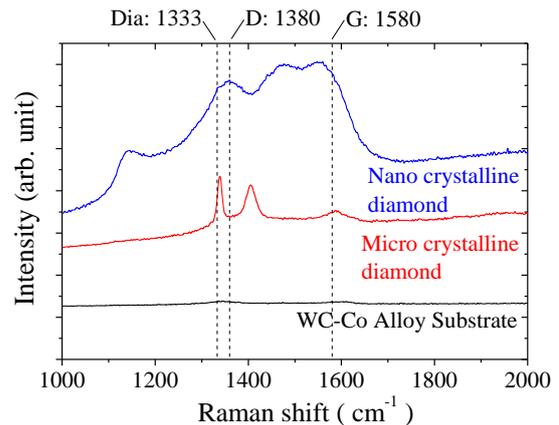


Fig. 2 Raman spectrum of micro/nano crystalline diamond films on WC substrate and WC-Co alloy substrate.

しかしながら、Si 基板上で成膜したナノ結晶ダイヤモンド膜では、アモルファスカーボンが確認されたものの異常成長が観察されなかった。そのため、アモルファスカーボンが異常成長の原因ではないと考えられる。

発表時には、以上に加えて、Co バインダフリー超硬基板上のナノ結晶ダイヤモンド膜の観察を通し、Co の異常成長への寄与³⁾について実験的に考察する。

謝辞 本研究では、豊橋技術科学大学教育研究基盤センター機器の装置を利用した。

参考文献

- 1) B. Shen, *et al.*: Surf. Coatings Technol., **253** (2014) 123-131.
- 2) In-D. Jeon, *et al.*: J. Cryst. Growth, **223** (2001) 6-14.
- 3) X. J. Li, *et al.*: Surf. Coatings Tech., **360**(2019) 20-28.