

AlCrN 膜形成用真空アーク蒸着における 陰極点円軌道運動の速度制御 Speed Control of Circular Orbit Motion of Cathode spot in Vacuum Arc Deposition for AlCrN Film Formation

豊橋技科大¹, オーエスジー (株)²

○大根田 みらの¹, 渡辺 聖也¹, 佐野 絃貴¹, 滝川 浩史¹, 杉田 博昭², 服部 貴大²,
儀間 弘樹²

Toyohashi Univ. Technol.¹, OSG Co., Ltd.²

○Mirano Oneda¹, Seiya Watanabe¹, Genki Sano¹, Hirofumi Takikawa¹,
Hiroaki Sugita², Takahiro Hattori², Hiroki Gima²

E-mail: oneda.mirano.di@tut.jp

1. はじめに

切削工具の耐摩耗性や耐熱性の向上を目指し、熱安定性や耐摩耗性に優れた窒化アルミクロム (AlCrN) 膜が保護膜コーティングとして利用されている。そのコーティング方法には真空アーク蒸着法 (Vacuum Arc Deposition: VAD) が用いられる¹⁾。この方法は、陰極材料をアーク陰極点で蒸発させることで高エネルギーのイオンを得て、これを成膜に利用することで硬質な膜が得られるというものである。ところが、陰極点は極めて高温のため、陰極材料の微粒子 (ドロップレット) が副次的に放出される。これが膜に付着すると膜表面に凹凸が生じ、膜質が低下するという問題がある。このドロップレットの発生を抑制する方法として、ステアド法 (Steered arc) 法がある²⁾。これは外部磁界を利用して陰極点を高速に運動させ、陰極点の過加熱を防ぐことでドロップレットの発生量を減少させる、というものである。

本研究では、AlCrN 膜形成用真空アーク蒸着において、陰極表面の印加磁界を変えることで陰極点の運動速度を制御することを試みた。

2. 実験方法

実験装置には近年開発した HR-FAD (High-Rate Filtered Arc Deposition) を用いた。同装置は、陰極後方永久磁石と陰極部外周電磁石とで陰極点運動を制御し、コイル状陽極でプラズマを輸送するものである。実験条件は次の通りとした。陰極: 円形 AlCr (直径 100 mm), 導入ガス: N₂ (50 sccm), アーク電流: 直流 120 A, 放電時圧力: 0.3 Pa。

実験パラメータは陰極後方磁石 (ネオジウム) と外周電磁石の磁束密度とした。その条件を Table 1 に示す。陰極点運動を高速度カメラ (Photron, FASTCAM Mini AX200) で撮影し、陰極表面上を円状の軌跡で周回運動する陰極点の周回速度を求めた。撮影条件は、撮影フレーム速度: 1,000 fps, シャッター開放時間 (シャッター速度): 1 ms とした。

3. 実験結果と考察

陰極点運動の撮影結果の一例を Fig.1 に示す。

Table 1 Experimental conditions and results.

Test number	Back P.M. size	Outer coil (mT)	Rotation speed (rps)
#1	φ15, L10	3.2	205
#2	φ19, L9	4.2	250
#3	φ19, L9	9.8	360

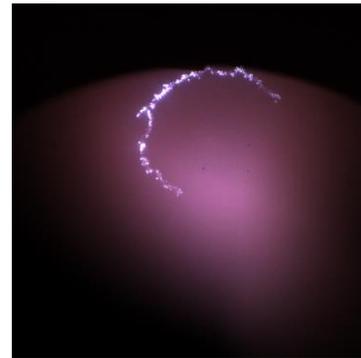


Fig.1 High-speed video frame of cathode spot on circular AlCr cathode (shutter speed 1 ms).

これは条件#1 の時のものである。この写真から、陰極点は 1 ms の間に、円軌道のおよそ半回転運動していることがわかる。このようなコマから回転数を求めた結果を Table 1 に示す。陰極後方磁石は径が大きいほど磁束密度が高い。すなわち、陰極後方磁束密度および陰極外周磁束密度を高くすると、陰極点の周回速度が速くなることがわかった。

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金 (課題番号: 22H01470) の助成を受けて行われた。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ている。

参考文献

- 1) H. Takikawa and H. Tanoue: IEEE Trans. Plasma Sci., **35**, 992 (2007).
- 2) J.Kito, et al.: Jpn. J. Appl. Phys., **62**, S11012 (2023).