

ドロップレットフィルタ兼用陽極を用いた 直流フィルタードアーク蒸着による TiN 膜形成

TiN Film Formed by DC-Filtered Arc Deposition with Anode Acting as Droplet Filter

豊橋技科大¹, オーエスジーコーティングサービス (株)²

○鬼頭 純平¹, 橋本 侑樹¹, 税木 善則¹, 坂東 隆宏¹, 針谷 達¹, 滝川 浩史¹, 儀間 弘樹²

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

○Jumpei Kito¹, Yuki Hashimoto¹, Yoshinori Saiki¹, Takahiro Bando¹, Toru Harigai¹,
Hirofumi Takikawa¹, Hiroki Gima²

E-mail: kito.jumpei.jq@tut.jp

1. はじめに

切削加工工具の保護膜として、窒化チタン膜 (TiN 膜) が用いられている。工業的製法として、真空アーク蒸着 (vacuum arc deposition: VAD) 法が広く利用されている。同法では、イオン化率が高いプラズマが得られるため、緻密性に優れ、高い密着性を示す薄膜が成膜できるからである¹⁾。しかしながら、蒸発源である陰極からドロップレットと呼ばれる微粒子が放出されると、平滑性などの膜質を低下させる²⁾。ドロップレットを低減させる方法として、VAD 法を高機能化したフィルタードアーク蒸着 (filtered arc deposition: FAD) 法がある。

本研究では、「く」の字形状を呈したコイルを陽極として用い、直流アーク電流自身によってフィルタ磁界を発生させる屈曲状フィルタードアーク蒸着システム (winding-type filtered arc deposition: W-FAD) を開発した。同システムおよび、比較のため、円筒状陽極を用いた直線状フィルタードアーク蒸着システム (Linear-type filtered arc deposition: L-FAD) を用い、TiN 膜を作製した。

2. 実験方法

成膜条件は次の通りとした。陰極: Ti, プロセスガス: N₂, 流量: 30 sccm, プロセス圧力: 0.3 Pa, アーク電流: 110 A, 陰極-陽極間外部の真空ダクト外部に設けた電磁コイルの電流: 2 A。成膜時間は、L-FAD および W-FAD で、それぞれ、5 分および 60 分とした。基板には工具母材に使用される超硬 (WC) を用いた。作製した膜に関し、次のように分析した。膜厚: カロテスト, 表面形状: SEM, 表面粗さ: レーザ顕微鏡。

3. 実験結果と考察

両システムの陽極出口のプラズマの様子を Fig. 1 に示す。L-FAD では生成されたプラズマビームは陰極から基板に向かって直進していることがわかる。一方、W-FAD ではコイルアノードに沿って屈曲し、基板まで輸送されていることがわかる。同図から、直流アーク放電においても、コイル状陽極を用いてプラズマを磁氣的に輸送できることがわかった。

両システムで作製した TiN 膜の膜厚は、L-FAD および W-FAD でそれぞれ 1.8 μm および



Fig. 1 Photographs of plasma beams at anode exit of filtered arc; (a) L-FAD and (b) W-FAD

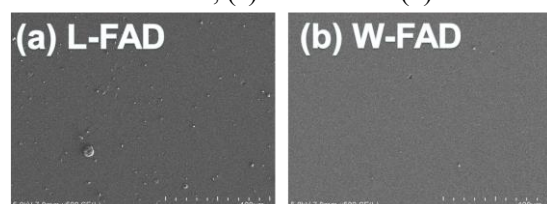


Fig. 2 SEM micrographs of TiN films on WC substrate; (a) L-FAD and (b) W-FAD

1.7 μm であった。従って、成膜速度は L-FAD および W-FAD で、それぞれ、360 nm/min および 28 nm/min であり、W-FAD の成膜速度は L-FAD のその約 1/10 であった。これは、L-FAD では、真空アークで発生したイオンと同時に原子も成膜に寄与しているのに対し、W-FAD ではイオンのみが成膜に寄与していることが主因である。

L-FAD および W-FAD で成膜した TiN 膜表面の SEM 写真を、それぞれ、Fig. 2(a)および(b)に示す。同様な写真複数枚を用いて、100 μm × 100 μm の範囲におけるドロップレット数を数えたところ、L-FAD および W-FAD で、それぞれ、約 40 個および約 4 個であった。このことから、L-FAD と比べ W-FAD は、ドロップレットの生成膜への付着を大幅に防止できることがわかった。

以上から、W-FAD は成膜速度を犠牲にするものの、ドロップレットの付着が極めて少ない膜を形成できることがわかった。

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の共用機器を利用した。

参考文献

- 1) 岡本康治, 上篠栄治: 真空, **30**, 10, 786 (1987)
- 2) A. Bendavid, *et al.*, Thin Solid Films, **360**, 241 (2000).