

熱電子放出フィラメントを援用した MVP 法による 長尺物上被膜の超高速除去技術の開発

Development of high-speed removal technology for surface coating on long objects
by MVP method using thermionic emission filament

岐阜大工¹, 片桐エンジニアリング² °(M2)古田 昌也¹, 上坂 裕之¹, 古木辰也¹, 山川晃司²

Gifu Univ.¹, Katagiri engineering.², °Masaya Furuta¹, Hiroyuki Kosaka¹, Tatsuya Furuki¹, Koji yamakawa²

E-mail: x4524082@edu.gifu-u.ac.jp

1. 緒言

近年、非鉄金属材料や複合材料などの難削材の使用の増加に伴い、切削工具には高性能化が求められている。そのため超硬合金を母材として工具表面に PVD (Physical Vapor Deposition) 被膜を施されることが主流になっている。高価な超硬合金は、使用中の被膜損耗や成膜中のトラブルによって不具合が生じた場合に除膜、再成膜を経て再利用することが望まれている。現在除膜には溶剤が広く使われているが、超硬合金からなる母材に対しては、Co の溶出により母材が荒れて再成膜することが困難となる。そのため超硬合金の母材を傷つけることなく除膜するにはドライ方式による除膜が望ましい。そこで我々は、高密度プラズマ生成法である通称 MVP 法⁽¹⁾の利用に着想した。MVP 法による除膜は、従来の DC プラズマ法と比較して約 100 倍の速度による除膜処理が可能であるが、その除膜速度分布は工具の根元から先端にかけて特有の分布を示すため⁽²⁾、均一な膜厚分布や一様な傾きを持つ膜厚分布を有する工具に対してオーバーエッチングによる工具母材の損傷が懸念される。本研究では MVP 法に対してタングステンフィラメントによる熱電子放出を援用することで長尺物上の膜厚分布に応じた除膜処理を行えるか検討する。除膜速度分布を評価するために、長尺物上の金属棒表面に対して Ar プラズマエッチングを行い、除膜速度分布にどのような影響を与えるか調査した。

2. 実験方法

実験装置の概略図を Fig. 1 に示す。試験片は直径 10mm、長さ 70mm の棒材であり、材質は S45C である。試験片はマイクロ波導入部石英窓の上に設置する。試験片の上端から 5mm の位置で直径 40mm のタングステンフィラメントを固定し、フィラメント加熱及び放電用の直流電源を接続する。試験はポンプを用いて 10^{-3} Pa 程度になるまで真空引きを行った後に Ar ガスを導入、チャンバー内を 5Pa の条件に保った。試験片に負電圧 800V 加えたのちの条件は、①マイクロ波を伝搬、②熱電子放出フィラメントの援用、③①と②を併用した 3 つの条件に分けられる。①マイクロ波の出力を 120W とする。②フィラメント加熱用電源は定電流制御で 17.5A に設定し、電圧値は 30V を示した。放電用電源は定電圧制御で 80V に設定し、電流値は 1.3A を示した。エッチング量の測定には非接触型レーザー顕微鏡を用いる。丸棒にはマスクを施してあり、被処理部と保護部の差をエッチング量とする。試験はすべての試験片に対して 60 分間行う。エッチング量を試験時間で除したものをエッチングレート $\mu\text{m}/\text{min}$ とする。

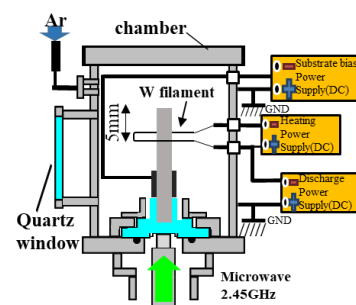


Fig. 1 Schematic of plasma Chamber for etching of rod

3. 結果及び考察

Figure.2 に条件①から③の実験結果を示す。①の条件におけるエッチングレートは、マイクロ波が投入される根元が高く、先端に向かうにつれて減少している。②の条件におけるエッチングレートは、先端から根元にかけてレートが減少している。熱電子放出フィラメントにより先端部のプラズマ密度が増加したが、根元に行くにしたがってプラズマが拡散しプラズマ密度が低下したためであると考えられる。③の条件におけるエッチングレートは、①と②のレートを足し合わせたものよりも速く、エッチング速度分布は②と同様の傾向を示した。そのため熱電子放出フィラメントを援用した MVP 法では、マイクロ波出力増加によるプラズマの高密度化でエッチング速度を大きくしつつ、熱電子放出フィラメントの位置や出力を変更することによって、エッチングレート分布の制御が可能になるのではないかと考えられる。

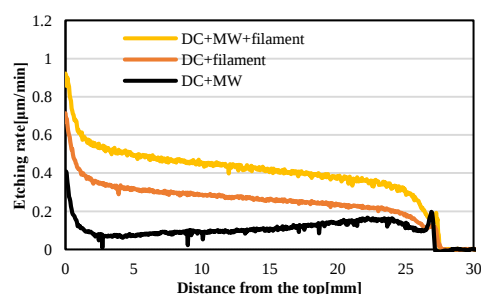


Fig. 2 Etching rate of rod

参考文献

- 1) Hiroyuki KOUSAKA, Noritsugu UMEHARA, Kouichi ONO1 and Junqi XU, (2005), Japanese Journal of Applied Physics Vol. 44, No. 36, pp. L1154-L1157
- 2) 古田 昌也, 他. 日本機械学会 2018 年次大会 講演論文集