

研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) FS ステージ (起業検証) 事後評価報告書

プロジェクトリーダー (研究責任者) : 名古屋大学 上坂裕之

側面支援担当 : (財)名古屋産業科学研究所

研究開発課題名 : 境界収束型マイクロ波ランチャーを利用した高密度近接プラズマによる三次元・超高速 DLC 成膜装置の開発

1. 研究開発の目的

機械部品の表面にダイヤモンドライクカーボン (DLC) を成膜することで、低摩擦・耐摩耗性を付与することが出来る。DLCは、プラズマやイオンの作り出す非平衡反応場で合成されるが、従来の低密度プラズマを用いた成膜では、成膜速度が遅い、細穴内面 (mm サイズ) への成膜ができない、などの製造技術上の問題があった。これらは、部材の内外面形状に沿って高密度プラズマを生成する技術により解決される。そこで我々は、電磁波を金属部材に沿って表面波モードで伝搬させ、部材表面を覆うように高密度プラズマを生成する方法を発明した。本研究では、同方法を応用した三次元・超高速プラズマ処理装置を試作し、DLCを 100 $\mu\text{m/h}$ 以上の超高速で部材の外表面や細穴内面に沿って均一に成膜することを目的とした。

2. 研究開発の概要

①成果

名大上坂らのシーズである「マイクロ波励起・高密度・近接プラズマ生成法」を応用した三次元・超高速プラズマ CVD 装置を試作し、立体形状への超高速 DLC 成膜技術、および細穴内面への DLC 成膜技術を確立した。具体的には、以下の優れた成果を得た。

立体形状外表面への超高速 DLC 成膜技術

部材外表面への成膜において、基材への良好な密着性 (密着力 70 N 以上) と高硬度 (12-15 GPa 程度) を確保しつつ、100 $\mu\text{m/h}$ 以上 (従来法比 100 倍以上) の成膜レートを達成した。

細穴内面 DLC 成膜技術

1/4 インチ金属パイプ内面 (内径 4.4 mm, 長さ 50 mm) に対して、原料ガスの枯渇—拡散繰りかえし法を併用した成膜を行い、DLC 膜の膜厚や膜質の軸方向バラつきを $\pm 15\%$ 以内に収めるという目標を達成した。また、膜の密着性は良好 (密着力 48 N) であり、摩擦係数は 0.167 と低摩擦であった。

②今後の展開

超高速 DLC 成膜技術については、大手製造業の内製 DLC 成膜ラインへの技術導入が、ニーズとして顕在化しており、そのための大学-当該企業間共同開発の方が、シーズを元に起業するよりもシーズの実用化・事業化に近いと判断した。従って、超高速 DLC 成膜技術については大学-当該企業間の共同開発により、大手製造業の内製 DLC 成膜ライン用のコア技術として事業化する。細穴内面 DLC 成膜技術については、最大の課題であった均一に成膜する技術が確立できたため、今後、中小企業向けに積極的にサンプル提供を行いながら、適切なタイミングでの起業を検討する。

3. 総合所見

目標通りの成果が得られ、ベンチャー企業の創出等の可能性がある。プラズマ生成条件などに新たな工夫を加えることにより、高硬度・超高速成膜の両立に成功したことは評価できる。また、細穴内面形状への硬質 DLC 膜の均一成膜を可能としたこと等、当初の目標をほぼクリアした。超高速 DLC 成膜技術をコア技術とした実用化開発・事業化を企業と連携して共同推進してください。また、細穴内面への均一成膜技術は本提案技術の独創性の高いテーマであり、適切なタイミングでの起業化を期待したい。