

大電力パルススパッタプロセスによるカーボン膜の産業応用

Industrial Applications of Carbon Films

using High Power Pulse Magnetron Sputtering Process

ナノテック¹ ○平塚 傑工¹, 中森 秀樹¹Nanotec Corp.¹

E-mail: hiratsuka@nanotec-jp.com

1. はじめに

DLC (Diamond-like Carbon : ダイヤモンドライクカーボン) 膜は、炭素が主原料のカーボン膜の一種で低摩擦性と高硬度を特徴とする。DLC 膜の用途が拡大するに伴い、単に硬質で摩擦係数が低い「ダイヤモンドライクカーボン」という呼称では、その機能を含め捉えきれなくなってきた。DLC 膜の定義付けを明確にするために、新たにカーボンを大きな枠組みで捉え直す概念として、他元素を含まないカーボン膜を ICF (Intrinsic Carbon Film : 真性カーボン膜) と呼称している。本研究では、大電力パルススパッタプロセスによるプラズマ生成技術により作製した水素を含有しない ICF 成膜技術の開発とその産業応用に関して示す。

2. 実験方法

大電力スパッタによる ICF 成膜技術の主な特徴として、平均電力は従来の電源と同等でありながら 100kW の瞬時電力を出力可能である。マグネトロンスパッタで生成できるプラズマ密度は、 10^{10} オーダ程度であるのに対し、大電力パルススパッタにより生成されるプラズマの密度は、 $10^{11} \sim 10^{12}$ と高密度プラズマが生成可能であり、アークの少ないグロー大電力パルスを形成できる。成膜装置は、通常のマグネトロンカソードを使用した。真空排気後に Ar ガスを導入し、カーボンターゲットに対して印加したカソード電圧波形と電流波形の事例を図 1 に示す。

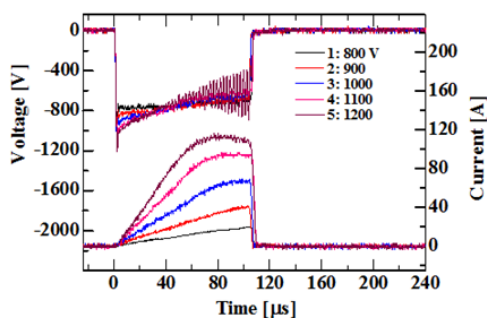


図 1 カーボンターゲットの電圧・電流波形

3. 結果と考察

本技術により成膜された水素を含有しない ICF は、硬さ、電気抵抗率、熱伝導率、油潤滑特性において、従来の水素含有 DLC よりも良好な性質を示した。パルス条件を制御することで従来法では不可能であった高密度カーボンプラズマを生成でき、高品質な ICF を生成できた。従来法では、密度が $2.4 \sim 2.8 \text{ g/cm}^3$ の DLC の作製が困難であると言われていた。しかし、本技術により、 $1.5 \sim 2.6 \text{ g/cm}^3$ の幅広い膜密度の制御が可能な ICF を 100°C 以下の低温プロセスにより作製できた。成膜速度は、最大で 600 nm/min も可能となり、スパッタリングプロセスでの超高速カーボン膜生成に成功した。以上の特性を活かした産業応用としては、プラスチック等のフィルム市場への展開がある。図 2 はフィルムへの大電流パルススパッタによる Roll to Roll 成膜装置の例である。また、高機能水素フリー ICF として酸素透過防止用途や高機能フィルムへの応用が増加すると考えている。



図 2 大電力パルススパッタリングプロセスによる Roll to Roll 式 ICF 成膜装置

4. 謝辞

本研究の一部は、平成 21～23 年度の戦略的基盤技術高度化支援事業「軽金属材料及びプラスチックへの水素フリー DLC 低温成膜技術の開発」における研究成果である。本プロジェクトにおいて多大なご協力を賜った行村建氏に、ここに感謝の意を表す。