

## 大電流パルスマグネトロンスパッタリング法による成膜技術の開発

○渡部 友太郎<sup>\*1)</sup>、寺西 義一<sup>\*2)</sup>、長坂 浩志<sup>\*2)</sup>

## 1. 目的・背景

精密金型は、表面の摩耗を防ぎ、金型寿命を延ばすために表面に硬質皮膜を成膜する場が多い。金型成型品の製品精度に対する要求が高くなるにつれ、従来の成膜法と比較して、より平滑で、金型の寸法が狂いにくい低温成膜方法が求められている。

これらの要求に対して、スパッタリング法の中でもコンデンサーによって充電した電力を短時間に投入し、大電力とすることで、成膜材料（ターゲット材）を効率よくイオン化することが可能な大電流パルスマグネトロンスパッタリング法（以下 HiPIMS 法という）が提案されている。本研究では、従来法より平滑で低温成膜の可能性のある HiPIMS 法に着目し、精密金型に適した成膜法の開発を目指した。

## 2. 研究内容

## (1) 実験方法

検討対象とした皮膜は、アルミ合金ダイカスト金型や SUS プレス金型への皮膜として使用されている TiAlN である。皮膜特性は、様々な成膜パラメータにより変化するが、HiPIMS 法では、図 1 に示すように、パルスの On-Off 比である Duty 比と On-Off の頻度を示すパルス周波数という 2 つのパラメータが影響を与える。これらのパラメータを制御し、平滑性、硬さ、成膜温度との関連性を検証し、従来法（アークイオンプレーティングを対象とする：以下 AIP 法という）と比較して、優れた平滑性と同等の硬さを持ち、低温成膜が可能であるかを検証した。

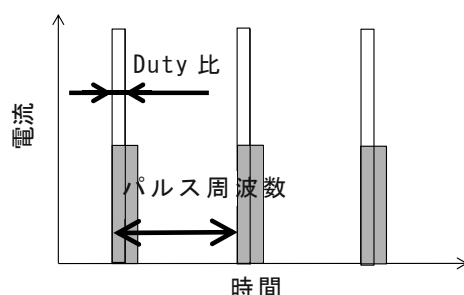


図 1. HiPIMS 法の成膜パラメータ

## (2) 結果及び考察

皮膜の平滑性については、Duty 比の影響が大きく、Duty 比が小さいほど平滑性は向上する。図 2 は、AIP 法と Duty 比 5% の HiPIMS 法による皮膜の比較である。AIP 法では、ドロップレットと呼ばれる粒状粒子による凹凸が目立つが、HiPIMS 法ではほとんど見られず、明らかに優れた平滑性を示す。また、この条件で、超微小押し込み硬さ試験機で測定した皮膜硬さは、AIP 法が 56 GPa、HiPIMS 法が 54 GPa でほぼ同等である。

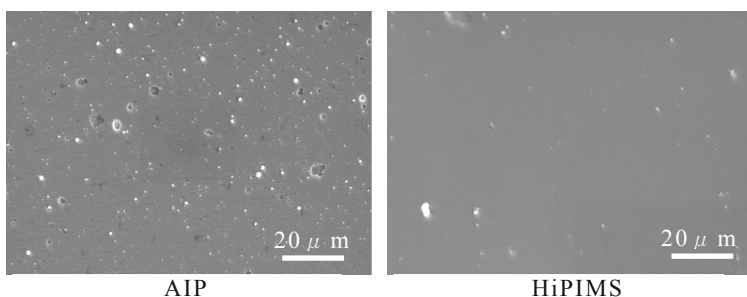


図 2. 従来 (AIP) 法と HiPIMS 法による皮膜の平滑性の違い

一方、成膜温度に関しては、Duty 比が小さいほど、ピークターゲット電流値は大きくなり、平均ターゲット電流値は下がる。ピークターゲット電流が大きくなることで、ターゲット材のイオン化率は向上するが、成膜時間は短いため、成膜温度上昇は抑制され、130℃前後という低温での成膜を確認できた。

## 3. 今後の展開

HiPIMS 法は、精密金型等に適した成膜技術となる可能性を確認した。今後、精密金型等の要求性能に応え得る、より具体的な皮膜評価を行い、成膜技術開発を継続する。また、研究部会の立ち上げ等により産業応用を目指した共同研究提携を目指す。

\*1)広報室、\*2)表面技術グループ