

熱プラズマ CVD 法による切削工具用 コーティング技術の開発

辻野 二郎 (つじの じろう) 北海道電力(株)
山崎 勳 (やまざき いさお) 北海道住電精密(株)
嶋田 志郎 (しまだ しろう) 北海道大学

要約 熱プラズマプロセスは我々が1万度程度の超高温を利用できる唯一ともいえる工業的プロセスであり、これまでに溶解炉や溶射などで広く使われてきた。筆者らは金属アルコキッド溶液を Ar/N₂ 熱プラズマ中に噴霧、分解し 800°C以下の基板上で結晶化させる新規な熱プラズマ CVD (化学気相成長) 法を開発して、様々な窒化物、炭化物、ホウ化物、酸化物を作製してきた。本稿では本プロセスを切削工具のコーティングへ適用して従来の熱 CVD 膜と同等以上の優れた耐摩耗性が得られたため、その実験結果や特長について紹介する。

1. はじめに

大気圧近傍で発生する熱プラズマは粒子密度が高く、プラズマを構成するイオン、中性粒子、電子の運動エネルギーがほぼ等しい熱平衡状態にある。工業的に用いられる熱プラズマはガス温度が1万度程度であり、高温の熱源や活性の高い反応場として様々な用途で利用されている¹⁾。

熱プラズマを成膜プロセスに用いた場合は、高密度のプラズマにより高速成膜が行えるほか、固体、液体、ガスの様々な原料が使用できるといった特長がある。

一方、現在、超硬合金などの切削工具には耐摩耗性や耐熱性を付与するために、TiN、TiCN、Al₂O₃などのセラミックスが、主に塩化物ガスを原料とした熱 CVD 法により成膜されている。

我々は比較的安価で取り扱いの容易なアルコキッド溶液や水溶液を熱プラズマ中に噴霧、分解させる熱プラズマ CVD 法により各種のセラミックスを超硬基板上に成膜し、熱 CVD 法による従来品と同等以上の耐摩耗性を得た。これまでに、TiN、AlN、TiAlN、TiCN、TiB₂、TiBN、SiN_x、Al₂O₃、ZrO₂などの作製を行ってきたが^{2)~4)}、本稿では TiN、TiAlN および Al₂O₃ の実験結果について紹介する。

2. 実験方法

図1に実験で用いた熱プラズマ装置の外観写真と概略図を示す。本熱プラズマ装置は高周波による電磁誘導方式で直流のアーク放電を利用した場合と比べてガスの流速が1桁遅いため原料が分解し易く CVD に適している⁵⁾。代表的な実験条件は表1のとおりである。成膜は1万度程度に達するプラズマ中に供給された液体原料が瞬時に蒸発し、トーチ上部に配置された水冷ホルダー上の基板で結晶化することにより行われる。原料溶液はトーチ最下部より噴霧供給した。基板温度はホルダー位置やプラズマへの入力電力および基板加熱コイルによる誘導加熱で制御し、プラズマ照射により設定温度になった時点で原料供給を開始して所定時間の成膜を行った。成膜条件の最適化を目的とした基礎的試験では基板に 10×10×0.5 mm の Si (100) を使用したが、研削試験用には Co を 6 wt% 含む WC 超硬基板を用いた。

TiN 膜の作製にはチタニウムテトラエトキシド溶液を用い、安定化剤としてトリエタノールアミン溶液を使用した。これをエタノールに溶解して原料とした。TiAlN 膜にはアルミニウムトリブトキシド溶液を用いた。Al₂O₃ 膜は酸化物であるため原料として硝酸アルミニウム水溶液を用いた。