

PVD 法による アルミナ皮膜形成技術

小原利光・玉垣 浩

機械カンパニー 産業機械センター 高機能商品部

当社は、AIP 装置(ARC ION PLATING SYSTEM)、UBMS 装置 (UNBALANCED MAGNETRON SPUTTERING SYSTEM) などの真空成膜装置を製造・販売しており、さらに近年 AIP と UBMS の機能を併せ持つ複合装置を開発、上市していた。今回は本複合装置に改良を加え、世界に先駆けて アルミナ皮膜の形成技術の開発に成功した。

アルミナは切削工具・摺動部品などに PVD 法、CVD 法を用いて被覆され、耐酸化性・耐熱性皮膜として最適の材料であり、特にコランダム構造をもったアルミナ(アルミナ)は高温でも熱的に安定な構造を維持するため、耐熱性向上に適している。しかし アルミナ皮膜形成に一般的に用いられる CVD 法では1000 以上の高温でアルミナを形成するために、基材の材質によっては軟化・変形を起こすものが多く、使用できる材種、基材に限られる問題があった。そこで我々は PVD 法の一つである反応性スパッタリング法を用いて、より低温で アルミナ皮膜形成することを試みた。

本開発には、当社 AIP-S40 複合装置を用いた(写真1)。装置は真空炉内に AIP カソード(ターゲットサイズ 100mm)6面とスパッタリングカソード(ターゲットサイズ 127×508mm)2面を合わせ持ち、AIP にて硬質皮膜を、スパッタリングにてアルミナ皮膜を同一装置内にて形成できる複合装置である(図1)。処理空間は 130×H400mm×6 軸で生産規模の装置であり、またテーブル中央部分にはセンタヒータ、装置側面には壁面ヒータを有し、基材温度 750 を達成できる高温対応モデルである。

アルミナ成膜は放電電圧制御とオプティカルエミッションフィードバックを組み合わせ、放電状態を遷移モードに制御して行うため、0.5~1.0μm/h の高い成膜レートが得られる。また CrN 硬質皮膜、さらに近年切削工具などに耐磨耗性向上のために成膜される TiAlN 硬質皮膜をアルミナの下地層として使い、合わせて成膜プロセスを最適化することによりアルミナ皮膜の結晶化を促進することで、700~750 の温度域で アルミナ形成が可能である。

図2に CrN 皮膜上、TiAlN 皮膜上に基材温度 750 にて成膜したアルミナ皮膜の薄膜 XRD 分析結果を示す。この図から分かるように、アルミナ皮膜からの回折ピークは 型結晶のみであり、従来この温度域では形成が難しかった アルミナを形成できていることが分かる。

また写真2に CrN 皮膜上の アルミナ皮膜表面の電子顕微鏡写真を示す。このように皮膜表面は1μm 程度の大きな アルミナのグレインが密集していることが分かる。

以上のように生産規模の AIP + UBMS 複合装置を用いて、比較的低温で高い成膜レートで アルミナ形成に成功している。本技術によってこれまで使用できなかった材種、工具、部品などにも アルミナ皮膜を適用できると考えられる。



写真1 装置外観図 (AIP-S40 複合装置)

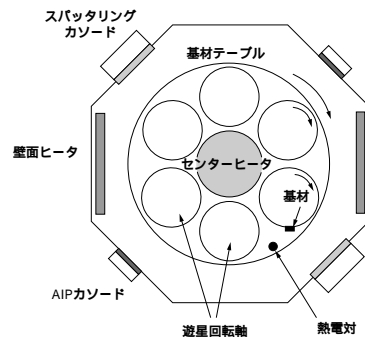


図1 真空炉内概略図 (上から見た図)

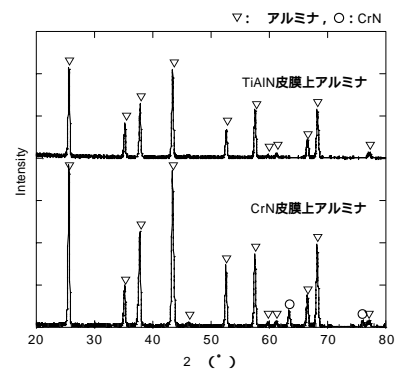


図2 CrN, TiAlN 皮膜上に成膜したアルミナ皮膜の薄膜 XRD 分析チャート (基材温度 750)

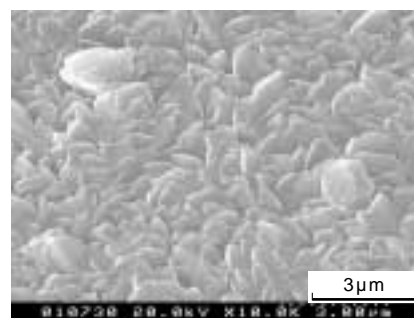


写真2 アルミナ表面の電子顕微鏡写真 (CrN 皮膜上, 基材温度 750)