

〔7〕 薄膜コーティング装置およびコーティング事業

金属の窒化物は、物理的に硬く、また化学的・熱的に安定である事から、早くから工具や金型などの表面改質技術として検討がなされてきた。これら硬質薄膜の製造方法として数有る方法のなかで、PVD (Physical Vapor Deposition) 法のひとつであるアーク式イオンプレーティング法は、金属蒸気のイオン化率が80%と高く、比較的低温 (200 ~ 500) でも緻密性・密着性に優れた膜を高速で形成できる。当社はこの特長に着目し、1984年からコーティング技術・装置の開発に取り組んできた。開発当初は米国マルチアーク社との技術提携により基本技術を導入して生産を開始したが、その後独自に要素技術の開発を進め、現在の単独事業とした。そして、アーク式PVD装置として完全国産化し、切削工具の耐摩耗性向上用途を中心に製造販売を行ってきた。近年、コーティングに対するニーズの高度化・多様化に対応するため、より適用性の広い装置の開発が必要となり標準装置のラインナップを完成させた。本報ではこれら装置の標準化作業や、装置仕様、設計や製造方法などへの見直し活動について報告するとともに、海外を含め9拠点で当社設備を用いたコーティング事業の活動内容について紹介する。

7.1 装置の高性能化・標準化

初期のアーク式PVD装置は最も基本的な膜であるTiNの成膜を主体としたものであったが、コーティング技術の普及や、TiCN, TiAlN, CrN, DLCなど膜が多様化したのにもとない、装置もそれらに合わせ高機能化が必要となった。表1に主な課題とそれに対する対策を示す。

- (1) より高温での成膜や、加熱真空排気時間短縮などを目的に、高出力ヒーターを新たに開発、搭載した。特に従来のヒーターは寿命が短く、また装置毎に異なった構成であったが、互換性を有する構造に改善した。
- (2) また熔融粒子 (ドロップレット) 低減のために開発されたマルチアークPVD装置の機能 (2S蒸発源) に加えて、特にCrNで平滑化効果の高い3S蒸発源を開発し、搭載できる様にした。
- (3) 摩擦係数の極めて低いDLCを、アーク式イオンプレーティング法で形成する研究を実施し、その専用蒸発源を開発し搭載できる様にした。また多層膜や3元素膜への対応として、1つの蒸発源に2個の蒸発材料を搭載できる2SD蒸発源を開発し、搭載出来る様にした。
- (4) 密着性向上のため、従来のアーク蒸発源を使ったクリーニング処理 (ボンバード処理) に加えて、アル

ゴンイオンによるボンバードが出来る機構を開発、搭載できる様にした。

- (5) 装置のメンテナンス性改善のため、内部アクセスが行いやすい様に両面扉方式にするとともに内部の防着板も工具無しで取り外しが出来る様に改善した。
- (6) 装置を全自動で制御するソフトを開発、加えて運転記録から装置の状態を自己診断するプロセスマネージャなどを開発した。
- (7) 真空排気を短時間で行うためのクライオトラップ (CT) とターボ分子ポンプ (TMP) を標準仕様とした。

表1 Mシリーズの開発コンセプト

	課題	対策
1	基材加熱能力の向上	高出力ヒーターの開発
2	面粗度改善	2S型,3S型蒸発源の開発
3	多層膜	2SD型蒸発源の開発
4	密着性改善	ガスボンバード機構の開発
5	メンテナンス性改善	両面扉 引っ掛け式防着板
6	安定性	全自動ソフト
7	真空排気時間短縮	CT/TMP

また新型アーク式PVD装置Mシリーズ(図1)の基本形をもとに、品質の向上とリードタイムの短縮およびコストダウンを実現すべく一層の標準化を進めた。以下、そのポイントとなった項目について簡単に述べる。

(1) 装置仕様の標準化

チャンパーサイズとして3種類を設定し、お客様のニーズに幅広く対応できるように9タイプを標準化した。

(2) モジュール単位の標準化

製作する装置で共通化できる部位をモジュールに分け、モジュール単位で標準化を行うことにより、従来に比較し短納期での対応が可能となった。

これまで手配・製作するたびに作成あるいは発行していた図面類を、必要部門にあらかじめ標準図面として配布しておき、製作する装置の型式を通知するだけで手配から製造・検査に至る工程まで、図面を発行しないシステムを構築した。これにより図面発行にかかる日数を短縮したばかりではなく図面作成時のミスがなくすとともに改良点のフィードバックが確実に行われるようになり、品質の維持向上に貢献した。

これらの標準化にあたっては上記の各項目でのデザインレビューを開催し、問題点の洗い出しや場合によってはモジュール単位での検証を行った上で作業を進めた。標準化を行う事により製造マニュアルや検査マニュアルも充実していき結果的に品質向上に役立ったと考えている。また、標準化した部品をリピータ製作することで、リードタイムの短縮およびコストダウンを実現した。



図1 M500D外観写真

7.2 受託加工事業の展開

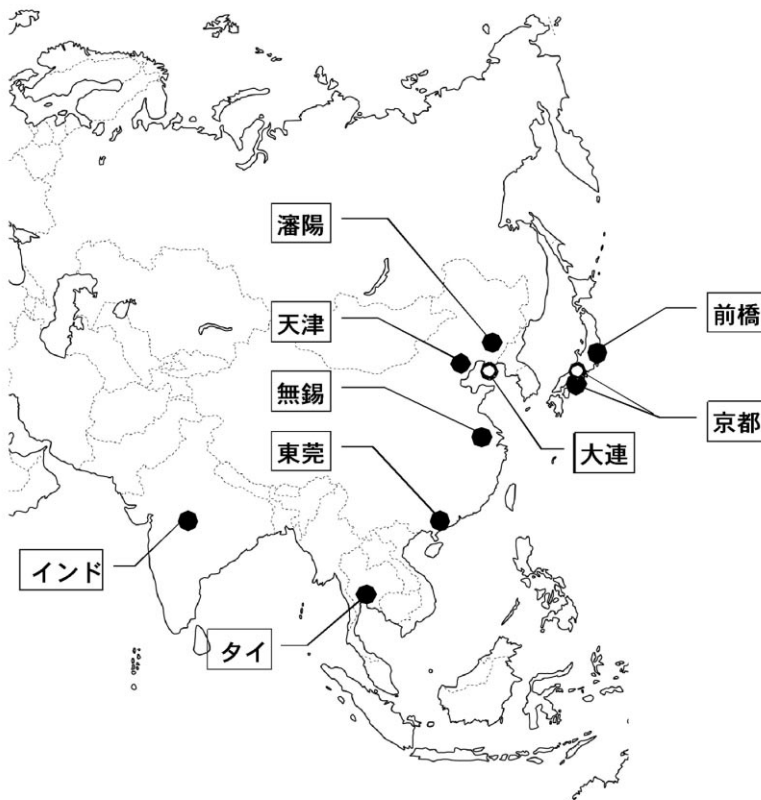


図2 受託拠点マップ
● : 受託拠点 ○ : 研究機関

当社では、関連会社である日本アイ・ティ・エフ株式会社が、1986年より受託加工事業を開始し、日本国内でのコーティングニーズを担っている。さらに、お客様のグローバル展開にあわせて海外における受託コーティング加工事業を開始した。当社は、2003年に日新電機タイ株式会社にPVD装置を設置、現在までに海外で6箇所のサービス拠点を置いている（図2、表2）。装置の設置状況を図3、図4に示す。また表3の2箇所においてコーティング技術の研究開発を実施している。

海外拠点においては、全て当社の新型アーク式PVD装置Mシリーズを設置している。海外拠点では1台で多品種のコーティング処理をまかなう必要があるため、本装置の優位点の一つであるカソード材料の交換利便性が活かされている。さらに、アルミニウムから鋼類、超硬合

金に至るまで幅広い温度領域でのコーティング処理を可能にする高出力ヒーターや、密着性を高めるためのボンバード機構、生産性向上に寄与する高性能真空ポンプなどが、受託加工事業での対象アイテムを広げるポイントとなっている。

また本装置はメンテナンス性が考慮されており、約1~2週間に一度のメンテナンス作業において、内部の防着板などが比較的簡単に交換できるようになっていることから、中国・タイ・インドの現地スタッフが、短期間のトレーニングで簡単に出来るようになった。

海外設置の装置としては、現在設置後6年が経過するものもあるが、その間には生産に重大な支障をきたす故障もなく、膜特性に関しても長期間にわたり安定しており、Mシリーズの堅牢性、安定性が実証された。

表2 当社の国内外におけるコーティング関連会社

会社名	所在地	操業開始時期	中心となるコート対象
日本アイ・ティ・エフ久世工場	京都市	1986年4月	超硬工具
日本アイ・ティ・エフ梅津工場	京都市	2001年4月	自動車部品
日本アイ・ティ・エフ前橋工場	前橋市	2005年11月	自動車部品
日新電機タイ株式会社	タイ パトゥムタニ県	2003年4月	超硬ドリル、ハイス工具
日新（無錫）機電有限公司	中国 無錫市	2005年8月	超硬ドリル、プレス金型
日新高性能塗層（東莞）有限公司	中国 東莞市	2006年4月	タップ、パンチ
日新高性能塗層（瀋陽）有限公司	中国 瀋陽市	2007年6月	ホブ、ピニオン、超硬ドリル
日新高性能塗層（天津）有限公司	中国 天津市	2008年4月	プレス金型、超硬工具
Nissin Advanced Coating Indo Co.,Ltd.	インド ノイダ市	2008年6月	ハイス工具、金型

表3 当社の国内外におけるコーティング装置・技術の研究機関

会社名	所在地	中心となる研究テーマ
日新電機株式会社	京都市	新装置・新膜の開発
日新電機（大連）技術開発有限公司	中国 大連市	PVD装置のコストダウン研究



図3 M720設置例
日本アイ・ティ・エフ株式会社 前橋工場



図4 M500設置例
日新高性能塗層（東莞）有限公司