



アドバンスドコーティングシステム iDS-720

Advanced Coating System iDS-720

岡崎 尚登*
Naoto Okazaki

吉原 健
Ken Yoshihara

田野 義浩
Yoshihiro Tano

当社では2012年から、それまでのコーティング装置を、基礎的な項目から抜本的に見直し、生産性や膜性能を高めたiDSシリーズの開発を進めてきた。iDSシリーズのチャンバサイズのラインアップ化を進め、様々な用途への適用性を広げた。この度、工具などの量産や、大型の金型処理に適したサイズであるiDS-720を開発し、販売を開始したので報告する。

We have been developing the iDS series of coating systems with improved productivity and film performance since 2012 by reviewing the conventional coating systems from the basics. The iDS series has increased compatibility with a variety of applications by expanding the lineup of chamber sizes. This time, we have developed and launched iDS-720, which is suitable for mass production of tools and manufacturing of large punches and dies.

キーワード：PVD、アーク蒸発源、コーティング

1. 緒言

日新電機では、1985年にコーティング装置の初号機をお客様に納入して以来、36年間に渡って装置の製造販売の事業を行っている。2010年には、それまで日新電機で行っていた本事業を、関係会社である日本アイ・ティ・エフ（以下、当社）に移管して現在に至る。当社では、コーティングの受託加工と、装置販売の事業を展開している。

事業を移管した2010年以降、当社では従来のコーティング装置のモデルである「Mシリーズ」の抜本的な設計変更に着手して、新しく「iDSシリーズ」を製品化し、チャンバサイズのラインアップを充実させてきたので、以下報告する。

2. Mシリーズの性能向上

それまでのMシリーズのコーティング装置に対し、ユーザからの性能向上の要求を受け、抜本的に設計を変更し、性能向上を図ることとした。

まず真空装置としての基本的な性能である「排気コンダクタンス（真空引きのしやすさの数値の一つ）」の改善から着手し、真空チャンバから真空ポンプへと繋がる経路の最適化を実施した。次に、チャンバ内部を加熱するヒータの必要容量について検討を深め、生産機として十分なヒータ容量を選択できるようにした。同時に高出力のヒータを運用するための防着板構造についても改良を行った。

3. 新型アーク蒸発源の開発

Mシリーズに搭載していたアーク蒸発源は2S型と呼称し、カソード（コーティングの金属材料になる部分で、かつアーク放電のマイナス側となる）の直径がφ64mmで厚み

が32mmであった。直径が小さく、厚みがあるので熱伝導が制限され、アーク電流を大きくすることに制限があり、カソードの材料利用効率も低くなっていた。

この構造を設計変更して直径を大きく（160mm）厚みを薄い（12mm）サイズにすることで熱伝導を良くし、200Aといった大きなアーク電流での運転を可能とした。

新たな技術開発として取り組んだ部分は、その磁場構造であり、カソード背面に永久磁石を配置し、それをモーターで回転させる方式を採用した。これによりカソードの均一消耗と、平滑性の向上（ドロップレット^{*1}の低減）を両立させることができた。

永久磁石を回転させる方式は慣例的にステアード（steered）型と呼ばれており、我々はこの新型蒸発源をステアワン（steer one）蒸発源と名付けた。写真1に、ステアワン蒸発源によるチタン製カソード電極でのアーク放電の様子を示す。本写真は、カメラのシャッター開時間を0.5

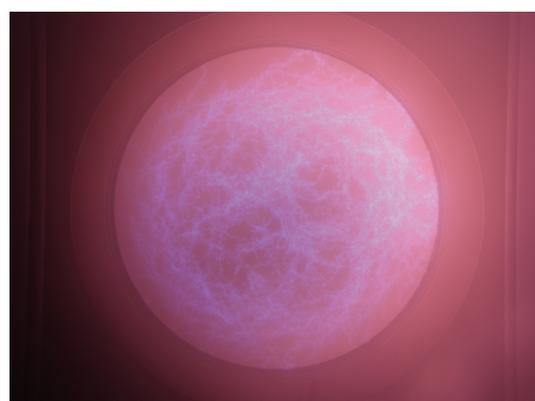


写真1 ステアワン蒸発源のアーク放電の様子

秒として、その間のアークスポット^{※2}の動く範囲を捉えたものである。短時間でカソード全面に渡って放電を行き渡らせることがカソードの均一な消費にもつながっている。

また、**写真2**、**写真3**には、2S型蒸発源とステアワン蒸発源を使用し、同じ成膜条件でAl-Cr-N膜を成膜したテストピース表面の電子顕微鏡写真を示した。

ステアワン蒸発源では、ドロップレットが抑制されて、平滑な表面が得られている。

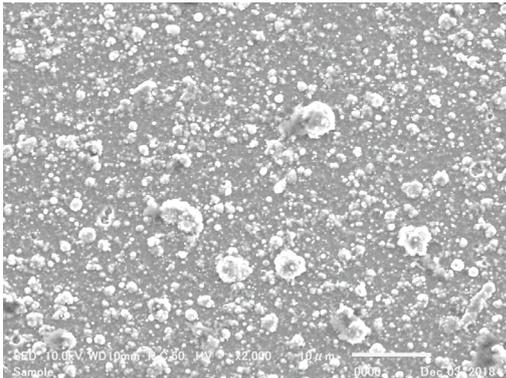


写真2 2S蒸発源によるAlCrN膜表面写真
(膜厚3.9μm, 平均粗さRa 0.24μm)

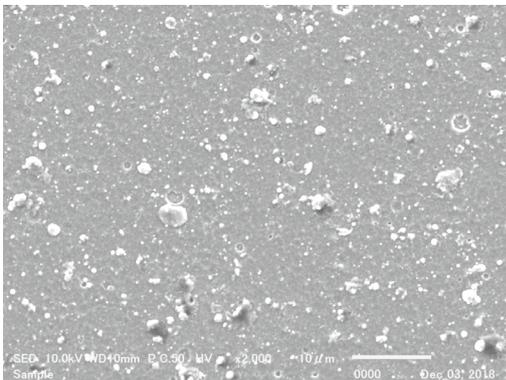


写真3 ステアワン蒸発源によるAlCrN膜表面写真
(膜厚3.9μm, 平均粗さRa 0.14μm)

た結果を図1に示す。従来は平均10.4時間を要した処理が、iDS-500では5.7時間で処理ができており、サイクルタイムが大幅に短縮されたことがわかる。排気コンダクタンスの増大と加熱ヒータの高容量化により、短時間で炉内のガス出しを完了させることができ、初期排気と加熱排気時間の短縮が可能となっている。また、炉内の真空度が向上しているため、ボンバード工程もより短時間で同じ効果が得られている。新型アーク蒸発源ステアワンにより成膜速度が上がったので、成膜時間も短縮できている。



写真4 iDS-500外観写真

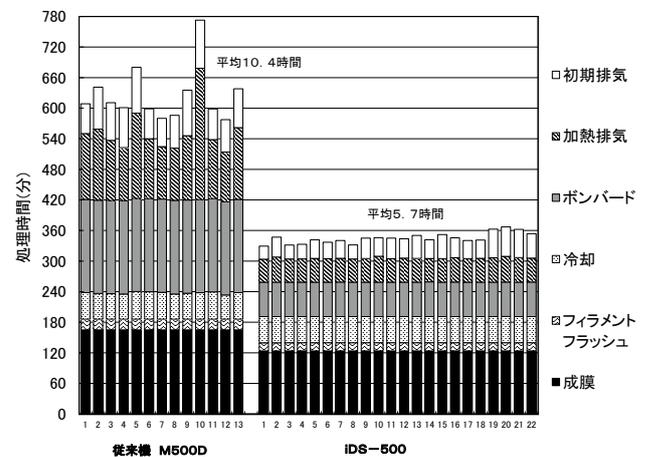


図1 iDS-500と従来機とのサイクルタイムの比較

4. 新型装置iDSシリーズの開発

前述した、排気コンダクタンスの改善やヒータ・防着板等の改良、及び開発した新型アーク蒸発源「ステアワン蒸発源」などの新技術を、新しい装置に盛り込み「iDS、Innovative Deposition System」とシリーズを命名した。2014年には、最初のモデルであるiDS-500(写真4)が完成した。

従来機M500Dと開発機iDS-500とで、同一のドリル受託加工品で、同じ膜種を成膜した場合の処理時間を比較し

5. iDSシリーズのサイズのラインアップ化

前述のごとく、iDS-500は膜性能やサイクルタイムなどの生産性が高いことが判明した。しかし、装置サイズが1種類のみでは、様々な用途に適合させることは難しく、iDSのコンセプトを守りながら、ラインアップを拡大させる必要がある。

前記のiDS-500は2014年10月に発売を開始した後、2017年10月には自動車部品を対象とした超大型の装置

iDS-1000を発売した。その後、ドリル・エンドミルなどのシャンクツールの新作品や再研磨品を対象として、小型機であるiDS-miniを2018年6月に発売を開始した。

そして、今回はiDS-720（写真5、写真6）を開発した。狙いは、大型の金型が搭載できるサイズで、また一度に処理する数量の見込まれる工具やホブカッターなどを成膜対象とした。

生産量が見込まれるのであれば、装置は大型として、一度に多くの基材を処理する方が、基材1個あたりの処理コストは低減できる。そのような選択肢を広げる意味でも、装置にサイズのバリエーションは必要となる。

表1にiDSシリーズの各モデルの比較表を示す。

また表2には、iDSシリーズで成膜可能な膜種の例を示した。これらは一般的に公知となっている膜種であるが、これらを積層した膜や、別な元素を添加した新しい膜などの開発が各社で行われている。

6. 結 言

従来の成膜装置モデルであるMシリーズの抜本的な設計変更と技術開発を行い、iDSシリーズを開発した。アークイオンプレーティング装置の重要部分であるアーク蒸発源については、以前の2S型からステアワン型へと進化し、平滑性を改善させることができた。また、材料の利用効率が高まったことにより、従来の2S型と比較して、最大1/2に



写真5 iDS-720外観



写真6 iDS720用治具

表1 iDSシリーズのラインアップ

| モデル名 | iDS-mini | iDS-500 | iDS-720 | iDS-1000 |
|--------------|---|---|--|---|
| 外観写真 |  |  |  |  |
| 有効成膜ゾーン (mm) | φ450×H420 | φ500×H500 | φ720×H800 | φ1000×H1000 |
| 縦方向蒸発源数 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 蒸発源搭載可能面数 | 3 | 4 | 4 | 6 |
| 最大搭載重量 (kg) | 180 | 320 | 700 | 700 |

表2 iDSシリーズで成膜可能な膜種例

| 膜種 | TiN | TiCN | TiAlN | CrN | AlCrN |
|------------------|----------------|----------------|----------------|------------------------|----------------|
| | 窒化チタン | 炭窒化チタン | 窒化チタンアルミ | 窒化クロム | 窒化アルミクロム |
| 色 | 金色 | 灰色～紫色 | 紫色 | 銀色 | 黒灰色 |
| 膜厚 (μm) | 2～4 | 2～4 | 2～4 | 2～4 | 2～4 |
| ピッカース硬度 (Hv25gf) | 1800～2200 | 2000～3000 | 2000～3000 | 1200～2200 | 2000～2500 |
| 耐摩耗性 | ○ | ◎高荷重滑り環境 | ◎高速切削環境 | ◎高荷重滑り環境 | ◎高温切削環境 |
| 耐熱性 (°C) | 600 | 500 | 800 | 800 | 900 |
| 処理温度 (°C) | 400～480 | 400～480 | 400～480 | 400～480 | 400～480 |
| 用途例 | 一般切削加工 汎用金型 | パンチ/ダイ 摺動部品 | 高速切削加工 高温金型 | 機械部品・エンジン部品 Crメッキ代替 | 高速切削加工 高温金型 |
| 膜の特徴 | 汎用膜 | 低摩擦係数 高硬度 | 高温耐酸化性 | 耐摩耗性 耐熱性 | 高温耐酸化性 |

まで材料費の低減が可能となった。そして、色々な分野に適用していただけるように大きさのラインアップを拡充させた。

今回報告した iDS-720 は以前のモデル M720 と同じ有効成膜ゾーンを持つモデルであるが、使い勝手を考慮し、M720 よりもチャンバ高さを 100mm 延ばし、より有効に成膜ゾーンを利用できるようにしている。また、基材を搭載する治具テーブル部分は強度を増し、荷重が 700kg まで耐えるようにした。この数値は iDS のラインアップ中では iDS-1000 に相当し、より大型の金型や大量の基材の処理も可能となった。

このように、性能や使い勝手にも配慮した製品となり、お客様にご満足いただけるものと確信している。

用語集

※1 ドロップレット

アーク放電を金属表面で発生させた際に飛び出す金属の粒子で、膜の平滑性を悪化させる。

※2 アークスポット

金属表面でのアーク放電は、ある点から違う点へと放電を誘発させながら継続するが、そのアーク放電が起こっている点をアークスポットと言う。

・iDS は日本アイ・ティ・エフ(株)の登録商標です。

執筆者

岡崎 尚登* : 日本アイ・ティ・エフ(株) 部長



吉原 健 : 日本アイ・ティ・エフ(株) グループ長



田野 義浩 : 日本アイ・ティ・エフ(株) 主査



*主執筆者