

〔10〕 薄膜コーティング装置

地球温暖化問題や環境問題を背景として、自動車の燃費規制・環境規制が年々厳しさを増していることは周知のとおりであり、エンジンにはさらなる効率と燃費の向上が求められている。また一方では英仏で2040年までにガソリン車とディーゼル車の販売を禁止することが発表されるなど、急速な電動化の動きがあるが、その電力を全て火力発電や原子力発電に求めることは非効率で実現が困難であり、当面は小型・高効率エンジンのニーズが高まると言われている。

オイル中で水素フリーDLCの摩擦係数が大きく低下することが発見されたことに端を発して、2004年に動弁系摺動部品であるバルブリフターに水素フリーDLCである日本ITFのジニアスコートHAが採用され、その後、ピストンリングにも適用が広がった。また単純に摩擦抵抗を下げることで摺動損失を低減させるだけではなく、エンジンの小型軽量化・高圧縮比化など燃焼効率を高めるための改良も進められた結果、耐焼き付き性を高める必要が生じた摺動部品にDLCが採用されるという事例も増えてきている。

このような状況のなか、当社では水素フリーDLCのより一層の適用拡大を図るべく、従来よりも生産性の高いコーティング装置の開発を2015年より進めてきた。この度、そのプロト機を完成させたので、その装置の特長などを紹介する。

(日本アイ・ティ・エフ株式会社)

10. 1 大型DLC成膜装置 iDS1000の開発

アーク蒸発源搭載部分のフランジを、従来の丸型から縦長の矩形に変更することで、スパッタ源などの搭載も可能とした装置を、iDS^(注) シリーズと名付けてラインアップしている。新型機iDS1000は、そのコンセプトを踏襲した装置であり、**図1**に外観、**表1**に従来機(M720)との諸元比較を示す。



図1 iDS1000の外観

表1 大型DLC成膜装置 従来機M720とiDS1000との諸元比較

装置型式	M720	iDS1000
チャンバ内容積	約1.3m ³	約2.7m ³
有効コーティングゾーン	φ720×H800mm	φ1000×H1000mm
アーク蒸発源数	10基	12基
基材搭載個数 (φ20×L40円筒 基材の場合)	3,000個 (10軸×15軸×20段)	6,000個 (12軸×20軸×25段)

コーティング装置は、一般的には、より大きな容積の真空チャンバを用いて一度に大量の基材を処理する方が生産性が向上して、基材1個当たりの設備費用が低下する。一方で、1バッチ当たりの処理個数が増える事による弊害として、

- ① 基材の総重量が大きくなり、治具の出し入れなどが難しくなる。
- ② 治具全体の熱容量が大きくなり、冷却に時間がかかる。
- ③ チャンバ内の表面積が増し、吸着ガス量が増加するため、減圧に要する時間が長くなる。

などがあり、対象とする基材や成膜プロセス、また周辺の生産インフラなどから最適な大きさが決まる。

iDS1000は、比較的小型の基材に対して水素フリーDLCを中心とした成膜プロセスを実施するために最適化した装置であり、1000mmの有効直径と1000mmの有効高さを実現することで、従来機であるM720と比較して約2倍の基材搭載が可能になっている。

DLCは、一般的には200℃以下の低温で成膜する必要があるため、アーク電流を抑えたり、成膜を間欠的に行ったりして、単位時間当たりの流入熱量を制限する必要があるため、規定の厚さの膜を成長させるのに長時間を要する。それに加えて、装置の大型化が進むと、前記②の冷却問題が更に深刻化し、短時間サイクルでの処理が困難になる。

また、基材充填量を最大化し、かつ膜厚の均一性を高めるためには、**図2**に示す様に3重の回転（公転-自転-自転）をさせる必要があるため、個々の基材の冷却には、更に時間を要することになる。この課題の解決手段として、治具の回転部分にまで冷却水を通すことで、基材を急速に冷却することができる3重自公転治具を開発した。

図4に示す様な3重の自公転を行っても、通常では、短時間に基材の周囲に均一性の高い成膜を行う事は難しいが、周方向の膜厚分布をシミュレーションするプ

ログラムを開発し、ギヤ比の変更による膜厚分布の変化を把握する事で、わずか2回の公転で周方向の膜厚均一性を±10%以下にすることに成功している。

その他、前記①の課題に対処するための搬送機構の開発や、③の課題解決手段としての大容量ターボ分子ポンプの複数搭載など、各種課題の解決にも取り組んでいる。

(注)「iDS」は、日本アイ・ティ・エフ株式会社の登録商標です。

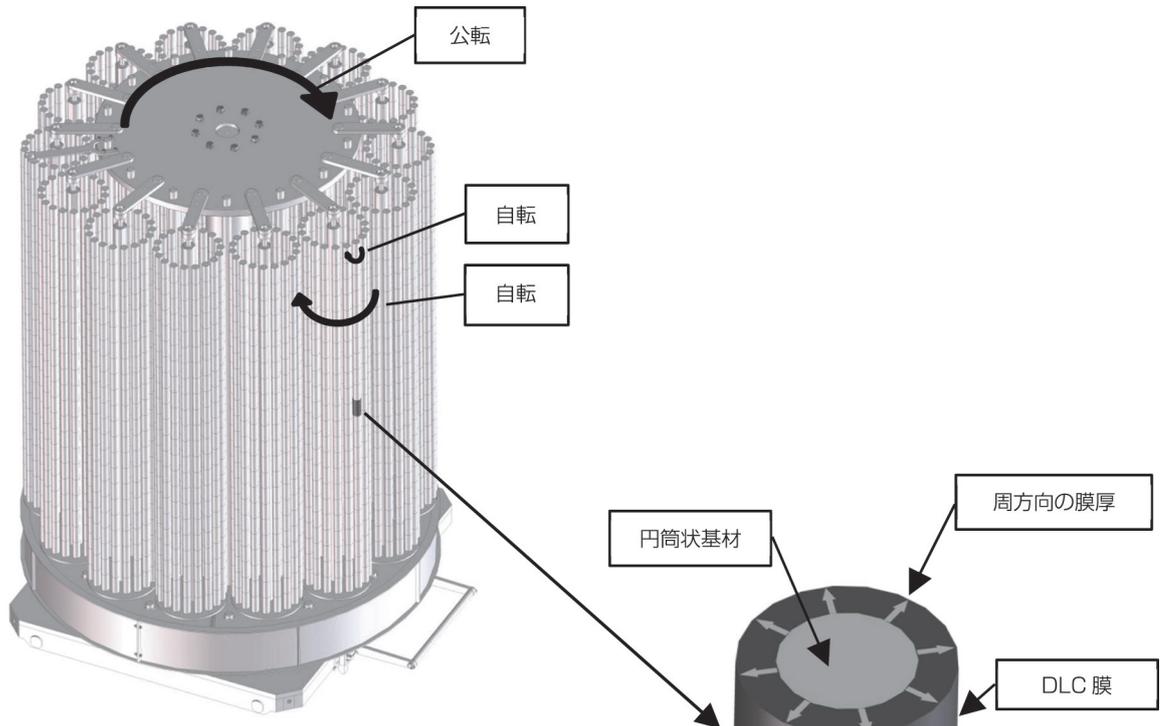


図2 3重自公転治具、イメージ図

図3 個々の基材の周方向のDLC膜厚

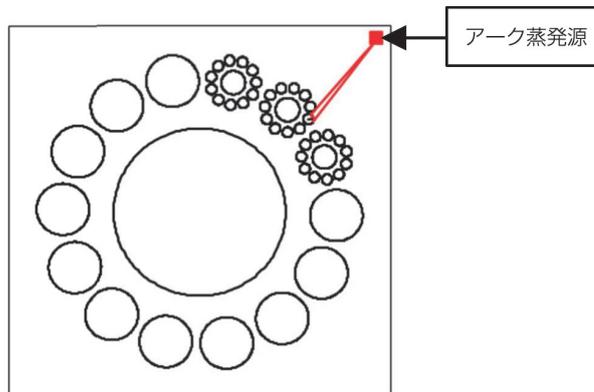


図4 周方向のDLC膜厚分布計算シミュレーションの様子