

[9] 薄膜コーティング装置およびコーティング受託加工事業

当社ビーム・プラズマ事業本部ファインコーティング部（FC部）とグループ会社である日本アイ・ティ・エフ株式会社（ITF）は、FC部が海外8拠点（中国3拠点、タイ1拠点、ベトナム1拠点、インド3拠点）でのコーティング受託加工事業、ITFが国内2拠点（京都1拠点、前橋1拠点）でのコーティング受託加工事業および薄膜コーティング装置の製造販売事業を担当している。当社グループでは、2021年度より5年間の中長期計画「VISION2025」を開始し、両社が保有するリソースを有効活用し、一体となって活動を進めている。2021年は、①平滑水素フリーDLC（Diamond-Like Carbon）膜「HAX-DLC」の開発、②工具用新窒化膜「ISAコート」の開発、③前橋工場の生産能力拡張に取り組んだ。以下に、上記三つのトピックスについて紹介する。

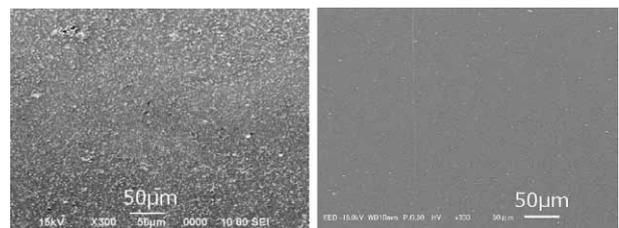
（ビーム・プラズマ事業本部 ファインコーティング部）
（日本アイ・ティ・エフ株式会社）

9. 1 平滑水素フリーDLC膜 「HAX-DLC」

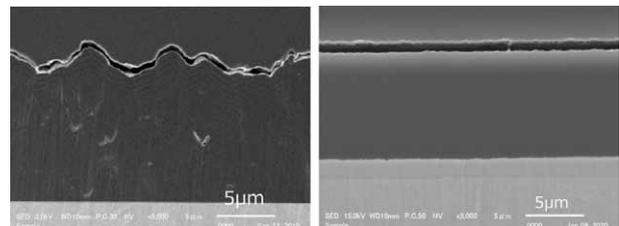
近年、世界的な、脱炭素社会実現に向け、省エネや自然エネルギーの活用、CO₂を出さない動力源の開発などに拍車がかかっている。このような背景のもと、摩擦抵抗を下げる事が可能なDLC（Diamond Like Carbon）膜には、従来よりも過酷な環境下での使用が求められるようになっている。

DLC膜の一種である水素フリーDLC膜は、他のDLC膜と比較して、高硬度や高い耐熱性などの特徴を持っているため注目されている。一方で、本膜は成膜中に形成されるドロップレットと呼ばれる硬質な粒子を多数内包しており、摺動の際に摺動相手やDLC膜自身を摩耗させるため、成膜後に磨き加工を施している。しかし、磨き加工によりドロップレットを完全に除去するのは難しく、摩耗を促進する要因となっている。

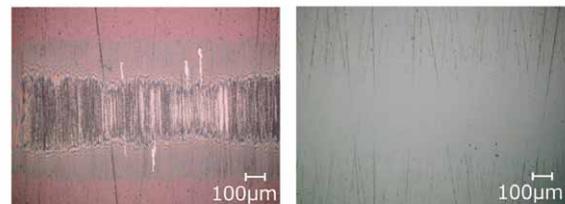
当社では、水素フリーDLC膜をPVD（Physical Vapor Deposition）法の一つであるアークイオンプレATING法で作製しており、本工法では成膜中にドロップレットの素となる微細なグラファイト粒子が発生してしまう。この度、当社はこのグラファイト粒子をプラズマ中から除去し、ドロップレットの発生を抑制することが可能なフィルタードアーク方式を採用した量産型成膜装置MF720を開発し、平滑性の良い水素フリーDLC膜であるジニアスコート^(*) HAX（HAX-DLC）の提供を開始した（図1、図2）。HAX-DLCは、ドロップレットが非常に少なく、従来の水素フリーDLC膜と比較すると、より高い耐摩耗性を有している（図3）。また、MF720により作製するHAX-DLCは、成膜条件により膜硬度を15 GPa～70 GPaと大きく変更することが可能⁽¹⁾であり、最大20μmの膜厚で作製できることから、幅広く、より高い耐環境性が求められる用途への適応が期待される。



(a) 従来の水素フリーDLC膜 (b) HAX-DLC
図1 従来の水素フリーDLC膜とHAX-DLCの表面状態



(a) 従来の水素フリーDLC膜 (b) HAX-DLC
図2 従来の水素フリーDLC膜とHAX-DLCの断面形状



(a) 従来の水素フリーDLC膜 (b) HAX-DLC
図3 耐摩耗性評価試験後の摩耗状態

9. 2 工具用窒化膜「ISAコート」

切削加工の高速化、使用工具の長寿命化に貢献できる高耐摩耗性、高耐熱性を持つ新しい工具用窒化膜「ISAコート」を開発した。ISAコートの開発においては、幅広いワーク材質に適用でき、ウェット／ドライ加工や高速切削加工等、さまざまな加工環境で性能を発揮する高い汎用性を目指した。

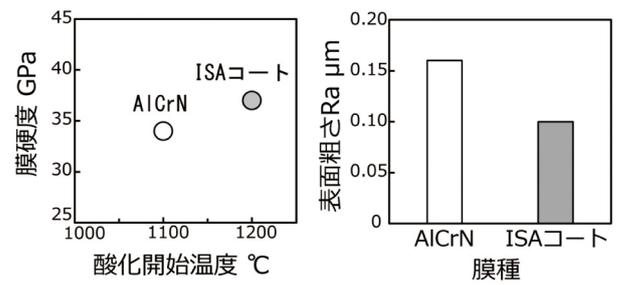
本開発において、成膜装置は最新型のステアワン蒸発源を搭載した当社のアーク蒸着装置iDS^(*) miniを使用した。ステアワン蒸発源は、独自のアークスポット制御技術により、平滑な膜の作製が可能である⁽²⁾⁽³⁾。

ISAコートは、窒化アルミクロム (AlCrN) をベースに、数種の元素を添加することにより、従来AlCrN膜と比較して膜硬度、耐酸化性 (酸化開始温度) が向上し、また、ステアワン蒸発源により、表面粗さの小さい平滑で高品質な工具用窒化膜を実現した (図4)。

さらに超多層構造を採用することで、強い衝撃に耐えられる高強度な膜を実現した。図5はISAコートの膜断面の模式図および透過電子顕微鏡写真である。膜厚3~4μmの中に組成の異なる2種類の層を、数百層積層した超多層構造であることが、約10nmで繰り返す明暗の縞模様として確認できる。

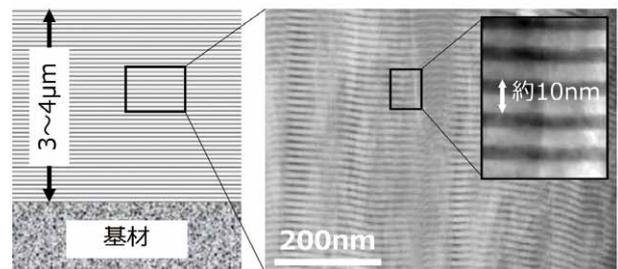
図6にハイスホブによる歯車加工事例の結果を示す。AlCrN系のコーティングを施された新品のホブは、1000個加工毎に交換している。再研磨品にISAコートを施したホブは、同様に1000個の加工をしても、加工後の刃先を観察したところ刃先は継続加工可能な損傷状態であった。

本膜はハイスホブのみならず、超硬ブレードによる歯切り加工、超硬ドリルによる鋼の穴あけ加工、高硬度材のエンドミル加工においても良好な結果を得ており、幅広い種類のワーク材質への適用とさまざまな加工環境にも対応可能なことから、お客様のお役に立てるものと期待している。



(a) 各種膜の膜硬度と耐酸化性 (b) 各種膜の表面粗さ

図4 AlCrN膜とISAコートの膜特性の比較



(a) 膜断面模式図 (b) 透過電子顕微鏡写真

図5 ISAコートの膜断面模式図と透過電子顕微鏡写真

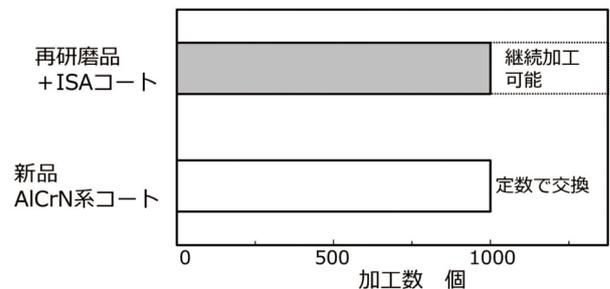


図6 ハイスホブによる歯車加工事例

9. 3 前橋工場の生産能力拡張

当社では、2021年春よりコーティング加工の業容拡大に向けた体制構築の一貫として、前橋工場の生産能力を拡張した。

以下に、前橋工場における生産能力拡張の効果について紹介する。

(1) 大型金型向け、HA-DLC^(*)コーティングサービスの開始

自動車部品へのコーティング加工で、培ってきた技術力を活かして、当社では、従来手掛けていなかったワーク重量100kg、500mm×500mm（500角）寸法の大型金型へのHA-DLCコーティング加工が可能となった。

(2) 本社 久世工場（京都市）との連携による臨機応変な対応

前橋工場の生産能力の拡張により、本社 久世工場において、大口の案件等、工程が輻輳した場合は、両工場が連携しあうことで、臨機応変な対応が可能となった。

(3) BCP対策

本社 久世工場との国内2拠点体制とすることで、災害時等のBCP（事業継続計画）対策としても寄与している。

本稿で紹介した前橋工場の生産体制増強を嚆矢として、今後も当社はコーティング加工の業容拡大に向けた体制構築を順次進めていく所存である。

参考文献 [9] 薄膜コーティング装置およびコーティング受託加工事業

- (1) 岡崎 他：「平滑厚膜DLC成膜装置の開発」、日新電機技報、vol. 66, No. 2, pp.64-67 (2021.11)
- (2) 「2018年の技術と成果」日新電機技報Vol. 64, No. 1 (2019.4)
- (3) 岡崎 他：「アドバンストコーティングシステムiDS-720の開発」日新電機技報、Vol.66, No.1 (2021.6)

(*) 「ジニラスコート」は、日本アイ・ティ・エフ(株)の登録商標です。

(*) 「iDS」は、日本アイ・ティ・エフ(株)の登録商標です。

(*) 「HA-DLC」は、日本アイ・ティ・エフ(株)の登録商標です。