

高硬度水素フリー DLC 皮膜

High Hardness Hydrogen-Free DLC Coatings

DLC coatings : *Tribec*[®] Kiwami MK-II

電気・電子部品の小型化、多機能化に伴い、金型の高精度化、長寿命化、被成形品の表面品質向上の要求が高まっている。精密金型には、耐摩耗性、耐凝着性、耐久性を向上させるため、DLC (Diamond-like Carbon) 膜が使用されるようになり、特に、非鉄材料(アルミ、銅、リードフレーム材など)の冷間金型へ高硬度な水素フリー tetrahedral amorphous carbon (ta-C) 膜の適用が増加している。

日立金属は、水素フリーであってダイヤモンド成分が85%以上で構成される、高平滑で高硬度の ta-C 膜である「*Tribec*[®] 極 MK-II (トライベックキワミマークツー)」を開発

した(図1)。一般的にアークイオンプレーティングで成膜されたDLCは、皮膜の表面に球状グラファイト(ドロップレット)が大量に発生し、ドロップレット付近は被成形材の凝着およびカジリの起点となる。開発膜は膜内のドロップレットの含有を抑制するため、特殊なT字型フィルターを採用し、製造している。従来の ta-C 膜(図2(b))と比較して開発膜(図2(a))の膜表面は優れた平滑性を示す。また、従来 ta-C 膜(図2(d))の表面には膜剥離が観察されるが、開発膜は特殊エッチング処理を実施したことにより優れた密着性を示している(図2(c))。

開発膜は高イオン化率の炭素プラ

ズマにて成膜されるため、皮膜の密度が高く、硬さが限りなくCVD (Chemical Vapor Deposition) ダイアモンドに近い、優れた耐摩耗性、耐凝着性を示す(図3)。

Tribec 極 MK-II は従来の *Tribec* 極に比べて厚膜であり、成膜条件の最適化により1 μm までの成膜を実現した。その厚膜化により耐久性が改善され、非鉄材の曲げ、絞り、かしめ金型および樹脂成形金型部品に対応している。開発膜の実型評価結果を表1に示す。

開発膜の除膜は、低温酸素プラズマ(アッシング)にて容易に膜の除去ができるため、金型の再利用が可能である。(高級金属カンパニー)



図1 *Tribec*[®] 極 MK-II 適用製品の外観
Fig. 1 Appearance of *Tribec*[®] Kiwami MK-II coated tools

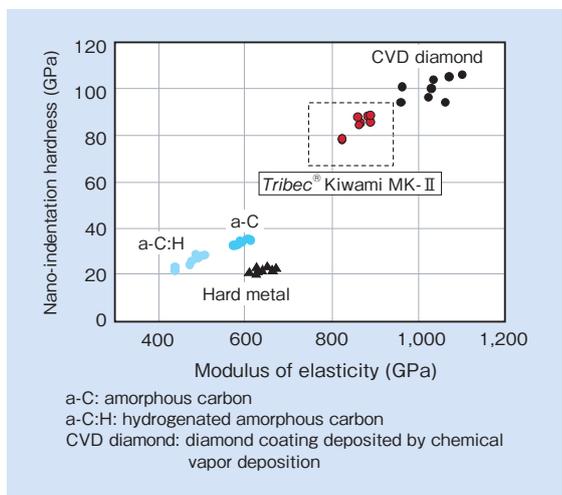


図3 *Tribec*[®] 極 MK-II のナノインデンテーション硬度
Fig. 3 Nano-indentation hardness of *Tribec*[®] Kiwami Mark-II

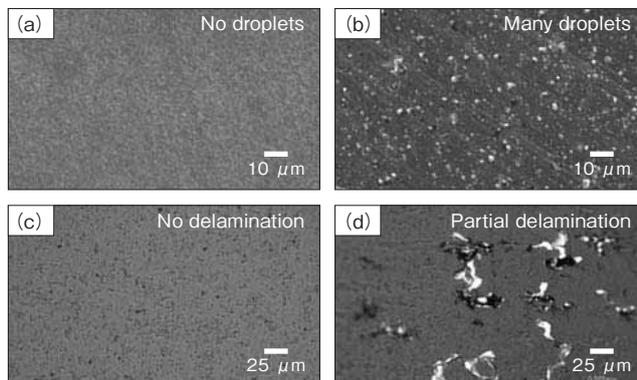


図2 膜表面の比較：(a) *Tribec*[®] 極 MK-II (ドロップレットなし)、(b) 従来 ta-C 膜 (ドロップレット形成)、(c) *Tribec*[®] 極 MK-II (剥離なし)、(d) 従来 ta-C 膜 (剥離あり)

Fig. 2 Comparison of coating surfaces: (a) *Tribec*[®] Kiwami MK-II (no droplets), (b) Convent. ta-C (many droplets), (c) *Tribec*[®] Kiwami MK-II (no delamination), (d) Convent. ta-C (partial delamination)

表1 *Tribec*[®] 極 MK-II の実型評価の結果

Table 1 Results of *Tribec*[®] Kiwami Mark-II testing in practical industrial applications

| Applications | Materials | Conventional coatings/ Failure mode | Improvement of tool life compared to conventional coatings |
|--------------------------|-------------------|--|--|
| Drawing dies and punches | Al | Hydrogenated DLC Metal build-up, wear | 4 times |
| Press dies and punches | Al | Non-coated Metal build-up | 6 times |
| Swaging (caulking) tools | Al | ta-C Metal build-up, flaking | 5 times |
| Forming dies and punches | Cu | Hydrogenated DLC Metal build-up, wear | 4 times |
| Injection molding parts | Plastics GF35% | Non-coated Corrosion, wear | 4 times |