

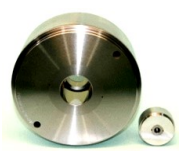
PVDの常識を変える 深穴内面PVDコーティング

深穴タイプ

500℃以下で処理可能なPVDコーティングのメリットはそのままに、深穴内面へのセラミックス保護膜の生成を可能にしました。深穴内面の摩耗が進行する深穴ダイスや深穴部品の寿命向上を実現します。

深穴内面へのPVDコーティングを実現

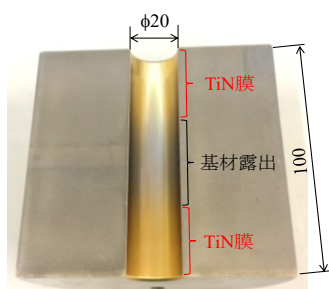
一般的なPVDコーティング



冷間鍛造用



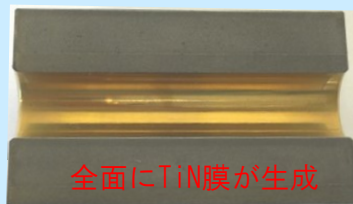
粉末成形用



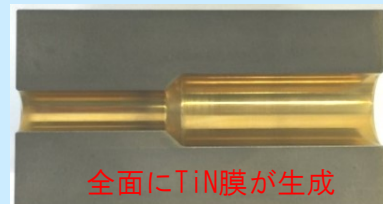
深穴金型のカットモデル
L/D=5 (穴寸: φ20×100)

- 一般的なPVDコーティングは深穴内面へのセラミックス保護膜（TiN、TiAlN等）の生成が困難なため、金型摩耗が進行しやすく、コストが増大します。
- L（長さ）/ D（内径）≧1を超える穴内面では、膜厚が極めて薄くなります。
- 高温処理（550℃＜）のCVDコーティングでは、変寸リスクが問題になります。

- 一般的なPVDコーティングでは難しい、L（長さ）/ D（内径）≧5の深穴内面へ、硬質なセラミックス保護膜（TiN、TiAlN等）を生成できます。
- 深穴内面においても、一般的なセラミックス保護膜と同様の高い硬さと優れた密着性を示します。
- 深穴内面で成形する金型や深穴内面で摺動させる機械部品において、飛躍的な寿命向上が期待できます。



L/D=5 (穴寸: φ10×50)



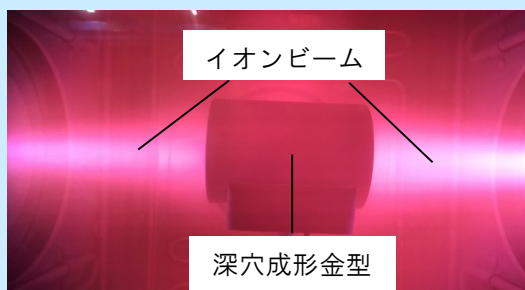
段付き形状

diXis-TiNを生成した深穴金型のカットモデル

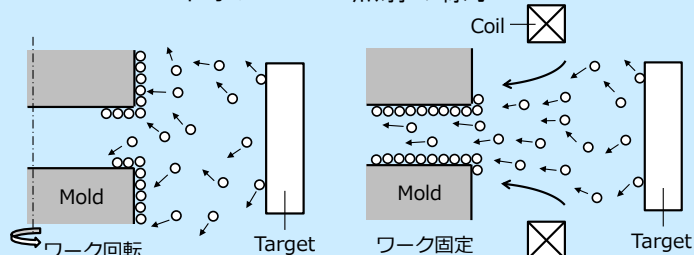
深穴内面PVDコーティング技術

diXis® ディクシス

Facing Dual-Beam Arc Ion Plating



イオンビーム照射の様子



一般的なPVDコーティング

diXisの生成イメージ

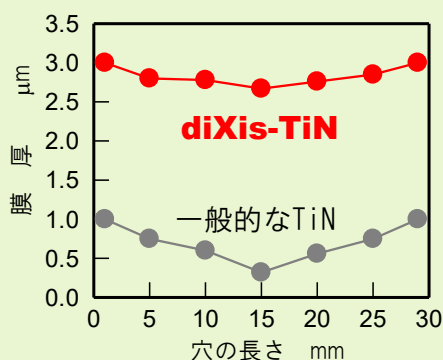
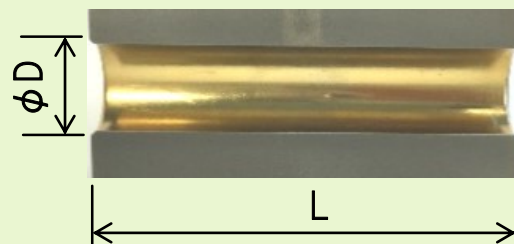
- 独自の対向デュアルイオンビーム・イオンプレーティング“diXis”により、PVDコーティングで初めて深穴内面への生成を実現しました。
- 一般的なPVDコーティングは、ターゲット原料を放射状に蒸発させて大面積ワークに膜生成しています。
- diXisは磁場制御によりターゲット原料をイオンビーム化し、穴に対して平行に照射することができます。
- 対象物である金型の深穴部の両側からイオンビームを照射させ、効率よく輸送することによって深穴内面へ硬質なセラミックス保護膜を生成させます。
- アークイオンプレーティング法を応用することで、様々な膜種に対応します。
- 冷間鍛造金型や粉末成形金型を想定した装置設計により、効率よくセラミックス保護膜を生成することが可能です。

膜厚分布

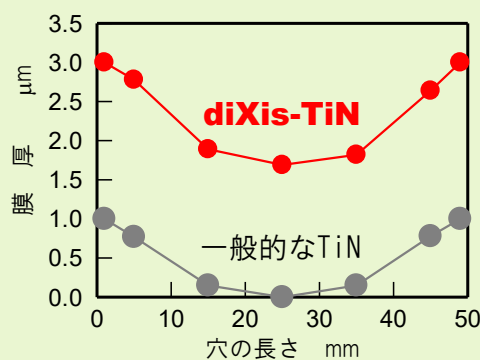
- 従来PVDコーティングでは不可能であった深穴内面の奥部までセラミックス保護膜を生成できます。
- L（長さ）と D（径）の比でおおよその膜厚分布が決まります。

耐摩耗性を重視する貫通穴内面 : $L / D \leq 5$ を推奨

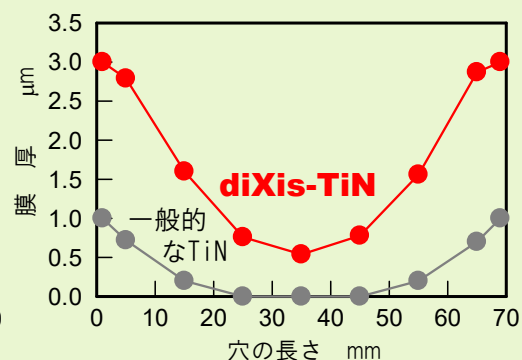
離型性を重視する貫通穴内面 : $L / D \leq 7$ を推奨



$L / D = 3$
(穴寸: $\phi 10 \times 30L$)



$L / D = 5$
(穴寸: $\phi 10 \times 50L$)

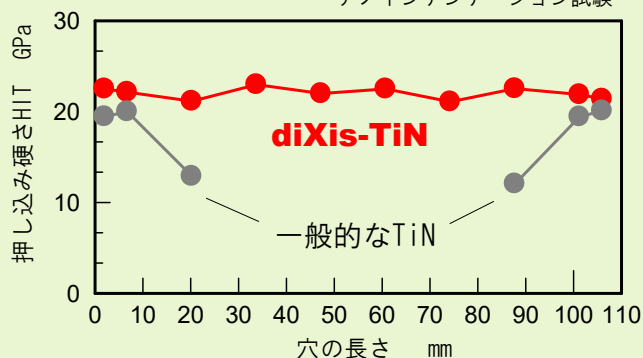


$L / D = 7$
(穴寸: $\phi 10 \times 70L$)

膜硬さ分布

- 一般的なTiNは穴内面で硬さが低下します。
- diXis-TiNは穴内面でも高い硬さ（22GPa）を示し、穴奥部まで均一に分布しています。

ナノインデンテーション試験

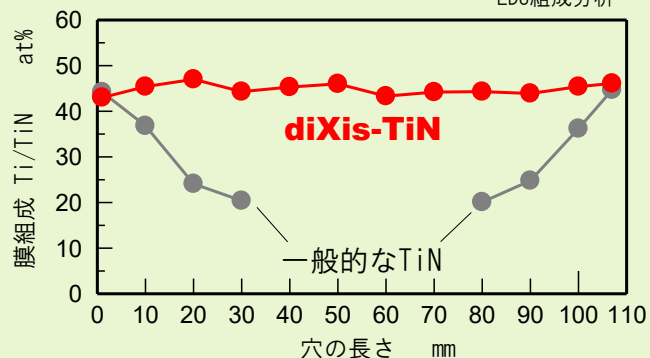


$L/D=5.4$ (穴寸: $\phi 20 \times 108L$)

膜組成分布

- 一般的なTiNは穴内面でTi組成が減少します。
- diXis-TiNは化学量論組成（Ti:N≒50:50at%）を示し、穴奥部まで均一に分布しています。

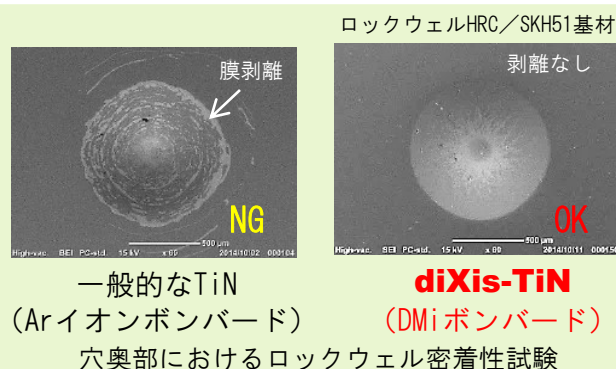
EDS組成分析



$L/D=5.4$ (穴寸: $\phi 20 \times 108L$)

膜密着性

- 一般的なPVDコーティングはArイオンボンバードで基材をクリーニングしますが、深穴内面までArイオンを照射することができません。
- diXisイオンビーム照射技術を応用した、深穴内面専用のDMi（デュアルメタルイオンビーム）ボンバードを開発しました。
- 指向性の高い金属イオンビームを深穴内面へ照射することで、穴奥部でも優れた密着性が得られます。



5種類の膜種から加工条件に最適な膜種を提案致します。

diXis-TiN

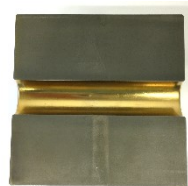
ベストバランスゴールド、窒化チタン

硬さ・密着性・表面粗さのバランスが優れ、摩耗時の識別明瞭、コストパフォーマンスが高い。

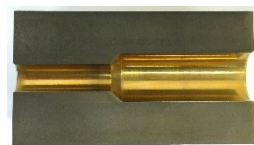
外観色	ゴールド	摩擦係数	0.5
硬さ	22GPa	表面粗さ	Rz<0.8
耐熱温度	600℃	膜厚(入口)	3±1μm
密着性(Lc)	60N	処理温度	<500℃

用途

金属成形金型
粉末成形金型
冷間鍛造金型
各種機械部品



粉末成形ダイス



冷間鍛造ダイス

diXis-TiCN

ダイス金型に適した低摩擦コーティング

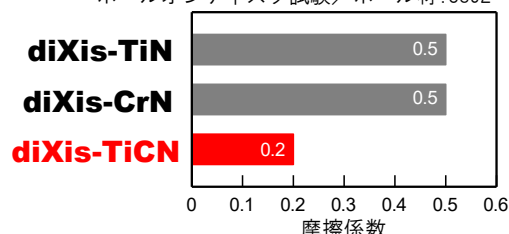
DLCに匹敵する低い摩擦係数と高い硬さで、冷間加工におけるダイス金型の寿命向上を実現します。

外観色	グレー	摩擦係数	0.2
硬さ	32GPa	表面粗さ	Rz<1.0
耐熱温度	400℃	膜厚(入口)	3±1μm
密着性(Lc)	50N	処理温度	<500℃

用途

金属成形金型
粉末成形金型
冷間鍛造金型
絞り成形金型
(滑り重視)

ボールオンディスク試験／ボール材:SUJ2



低い摩擦係数で焼付きやカジリを防止

diXis-TiAlN

様々な金属成形に対応する万能コーティング

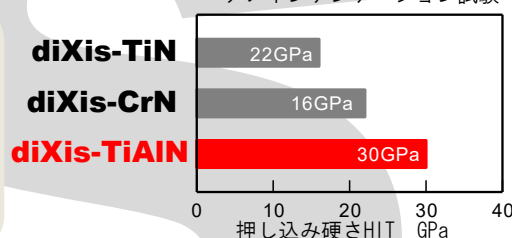
高い硬さと高い耐熱性を特徴とし、あらゆる金属成形金型の寿命向上を実現します。

外観色	バイオレット	摩擦係数	0.5
硬さ	30GPa	表面粗さ	Rz<1.0
耐熱温度	800℃	膜厚(入口)	3±1μm
密着性(Lc)	50N	処理温度	<500℃

用途

金属成形金型
粉末成形金型
冷間鍛造金型
絞り成形金型
(耐摩耗重視)

ナノインデンテーション試験



最も硬い膜特性が摩耗進行を抑制

diXis-CrN

プラスチック成形の定番コーティング

プラスチック成形で求められる離型性や耐腐食性が優れ、基材との密着性は最も高い。

外観色	シルバー	摩擦係数	0.5
硬さ	16GPa	表面粗さ	Rz<0.8
耐熱温度	700℃	膜厚(入口)	3±1μm
密着性(Lc)	70N	処理温度	<500℃

用途

樹脂成形金型
射出成形部品
Cu成形金型
Ti成形部品
各種機械部品



耐食性試験 (10%HCl, 96h)

diXis-Acro

過酷な摩耗環境に対応する新ベーシック

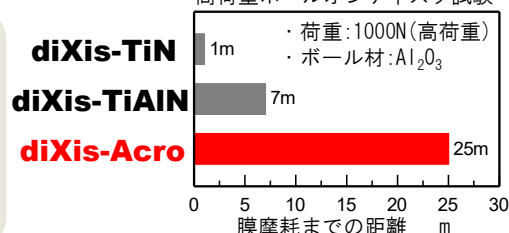
全性能を進化させた新世代コーティングで、様々な環境で圧倒的な耐摩耗性を示します。

外観色	グレー	摩擦係数	0.5
硬さ	30GPa	表面粗さ	Rz<1.0
耐熱温度	1000℃	膜厚(入口)	3±1μm
密着性(Lc)	60N	処理温度	<500℃

用途

金属成形金型
冷間鍛造金型
(高温/高面圧)

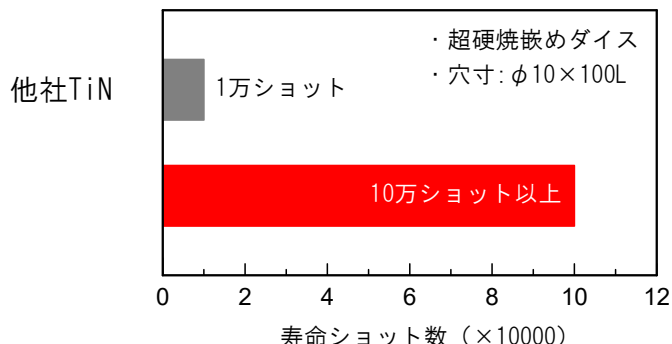
高荷重ボールオンディスク試験



高荷重環境では圧倒的な耐摩耗性を実現

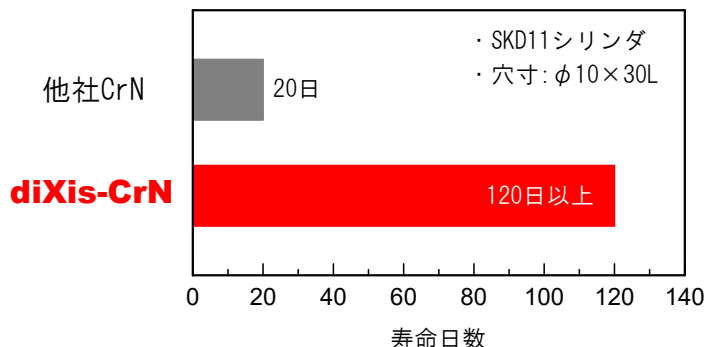
粉末焼結金型

- 純鉄製自動車部品の粉末焼結金型（成形工程）において、従来比10倍以上の寿命向上を実現しました。



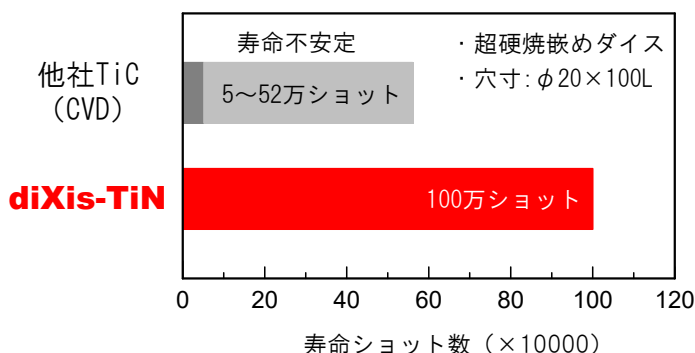
射出成形機部品

- プラスチック射出成形機のシリンダ部品において、従来比6倍以上の寿命向上を実現しました。



冷間鍛造金型

- 純鉄製自動車部品の冷間鍛造金型において、寿命の安定化および従来比2～20倍の寿命向上を実現しました。



特殊形状

- 各種穴形状における膜厚分布等、お気軽にお問い合わせください。



テーパ形状



ギヤ形状

コーティング受託加工

- 原則として金型1個/1バッチ処理となります。処理価格および納期はお問い合わせください。
- 原則として端面をマスキングして処理するため、初回品はマスキング板製作のため通常納期+4日必要です。

対応金型	- 最大外寸: $\phi 450 \times 340$ (mm) - 最大重量: 300kg
深穴形状	- 穴形状: 丸穴、四角穴、六角穴、段付き穴等 - 穴寸: $\phi 5 \sim \phi 100$ (mm) - L (深さ)/D (穴径): 7以下 (止穴は3.5以下) ※L/D=7(3.5)を超える場合はご相談ください。
処理温度	500℃以下
その他	- 超硬焼嵌め後のダイスにも対応します。 - コーティング必要部はラップ仕上げ ($R_z < 0.8$) を推奨します。



diXis生産機 (diXis-K213)

※ 本技術は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の助成により開発しました。

※ diXis®は株式会社北熱の登録商標です。

コーティング-深穴タイプ-202209