

コーティングのご案内

2020年3月31日



PUNCH INDUSTRY

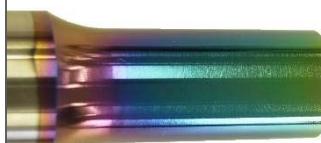
パンチ工業株式会社

(証券コード: 6165)



PUNCH INDUSTRY CO., LTD.

標準コーティングバリエーション

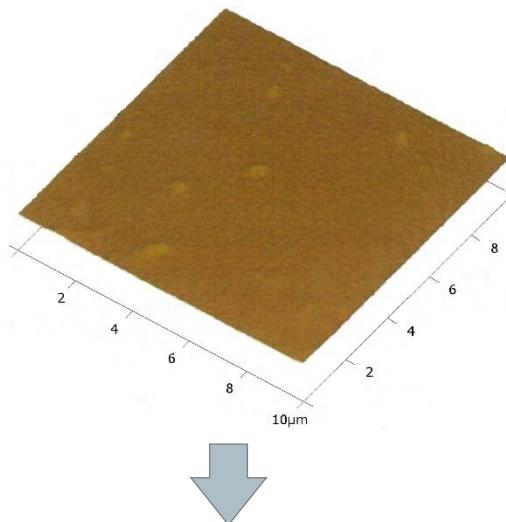
名称	外観	膜種	性能	説明
TiCN	 ダークグレー	TiCN	膜厚：2~3 μm 硬度：2,700HV 耐熱：400度 摩擦係数：0.6	スタンダードなコーティング処理。 表面処理無しのパンチを使用していて、 耐久性を求めるときに適用。
Fコート	 光沢無ダークグレー	特殊下地処理 + TiCN	膜厚：2~3 μm 硬度：2,700HV 耐熱：400度 摩擦係数：0.6	特殊下地処理でTiCNコーティングの密着力を上げて、耐久性が向上。また、表面に微細なディンプルを生成、スタンピングオイルの油膜保持性が向上。
NFコート	 グレー	TiAlN系	膜厚：4 μm 硬度：3,500HV 耐熱：1,000度 摩擦係数：0.6	超ハイテンやステンレスなど、プレス打抜き加工で発生する加工熱が高くなる過酷な加工向きのコーティング処理。
Rコート	 干渉色	水素フリー DLC	膜厚：0.3 μm 硬度：6,000HV 耐熱：600度 摩擦係数：0.1	アルミや銅などの非鉄金属向きのコーティング処理。水素を含まないダイヤモンドに近い結晶構造により、非鉄との親和性が低くなり、打抜き加工での凝着による不具合を解消。



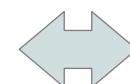
TiCNコーティング

当社TiCNコーティングは、ホローカソード法（HCD法）による成膜法を採用。

ホローカソード法（HCD法）
膜表面イメージ



【特徴】
膜表面が滑らかに仕上がる
→ 大きな粒子が発生せず、
ドロップレッドが少ない

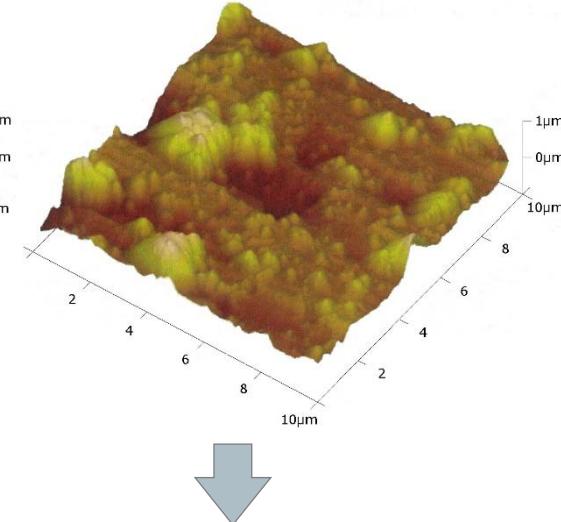


【欠点】
膜表面が粗くなりやすい
→ 大きな粒子が発生しやすく、
ドロップレッドが出来易い



【欠点】
成膜材料を溶融蒸発させるため、
高融点の材料は気化できない
ため、成膜可能な膜種が少ない

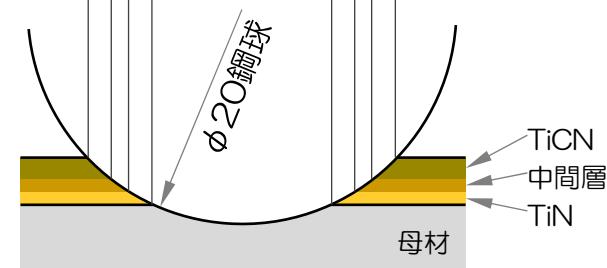
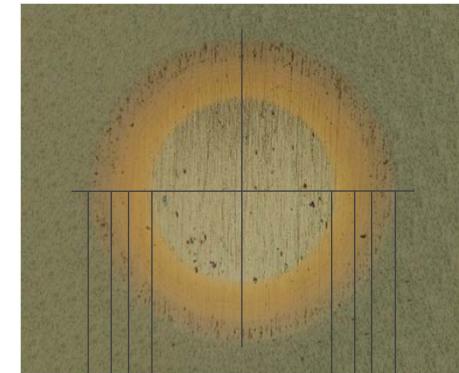
アークイオンプレーティング法
(AIP法) 膜表面イメージ



【特徴】
アーク放電で成膜材料を蒸発・イオン化するので、成膜材料に合金を使う事が出来、成膜可能な膜種が多い

■当社TiCN膜の断面状態

Φ20鋼球にダイヤモンドペーストを塗布して
研磨した断面の観察写真

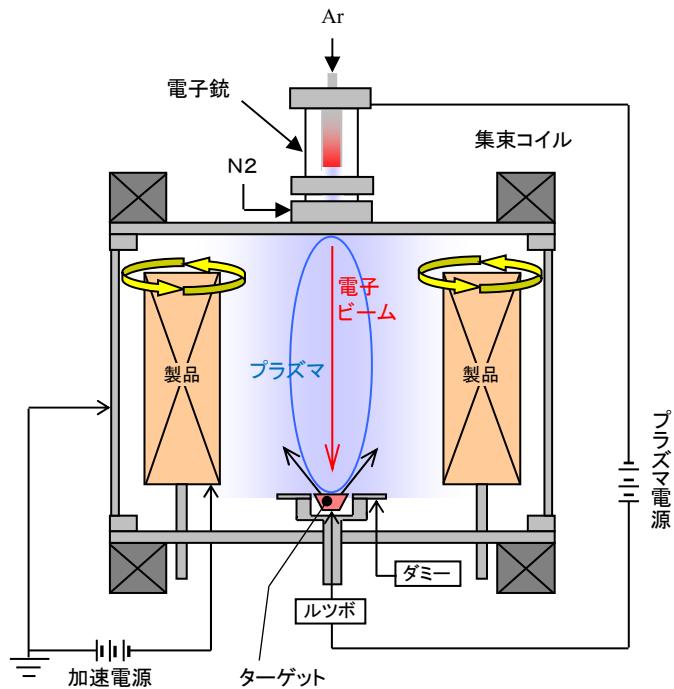


当社TiCN膜は、密着力の高いTiN膜を下地として、大きく3つの層で構成している



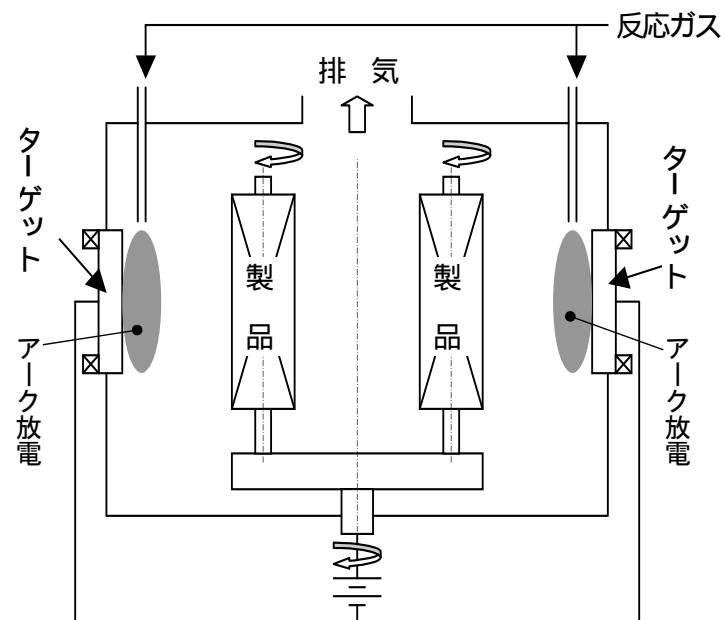
[参考] HCD・AIP構成図

HCD（ホローカソード）構成図



電子ビームでターゲット（金属）を溶解して蒸発させ、
プラズマ中で反応ガスとその蒸発した金属を反応させ
ながら製品に成膜する方法

AIP（アーキオンプレーティング）構成図



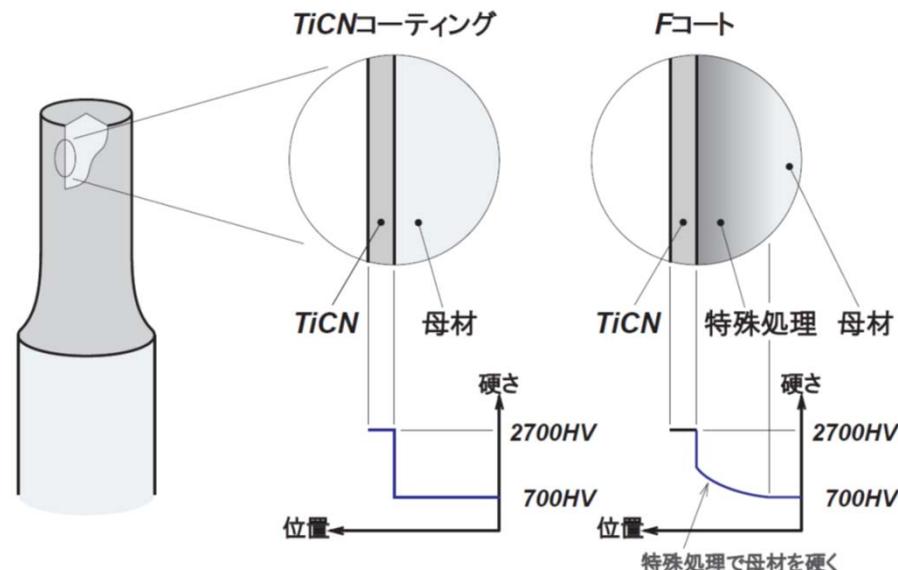
ターゲット表面でアーケ放電を発生させターゲットを
蒸発して、反応ガスと反応させて製品に成膜する方法



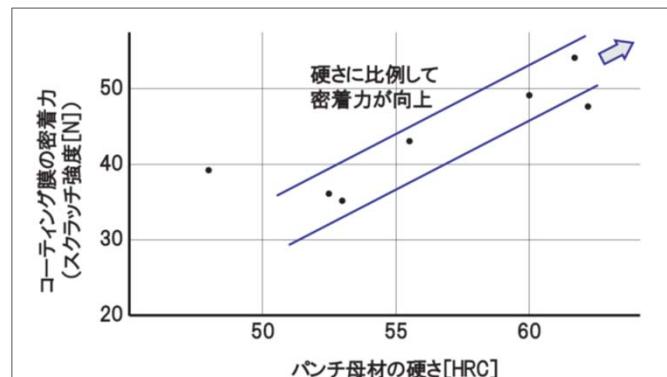
Fコート

Fコートは、TiCNコーティング前の下地に特殊処理を採用し、TiCN膜の機能を強化した当社独自のコーティング処理

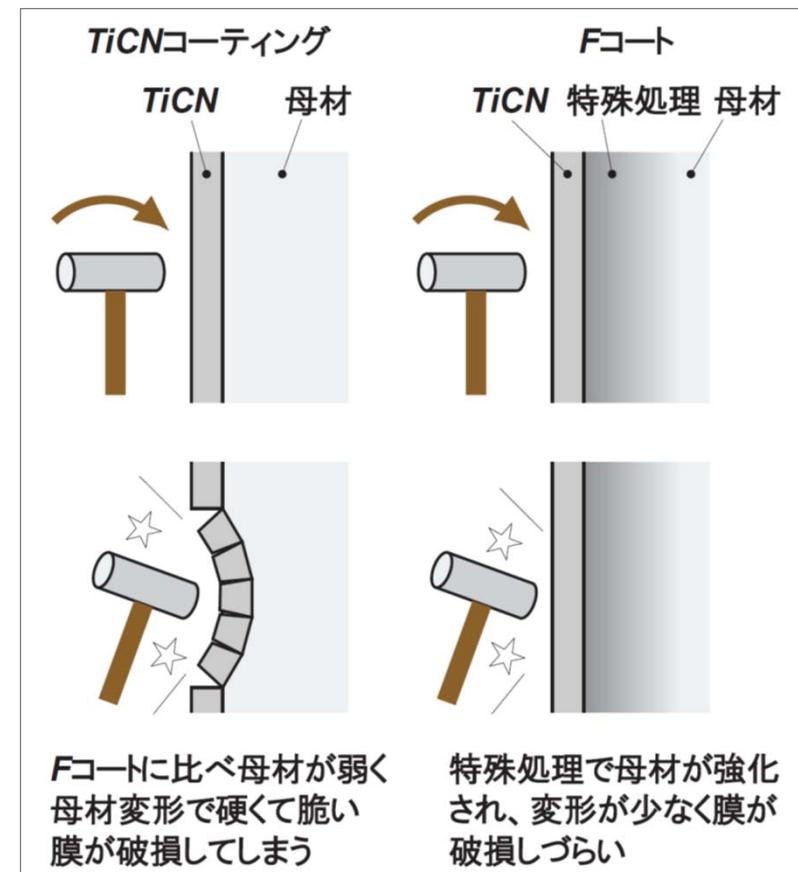
■TiCNとFコートの比較



■特殊処理の効果①



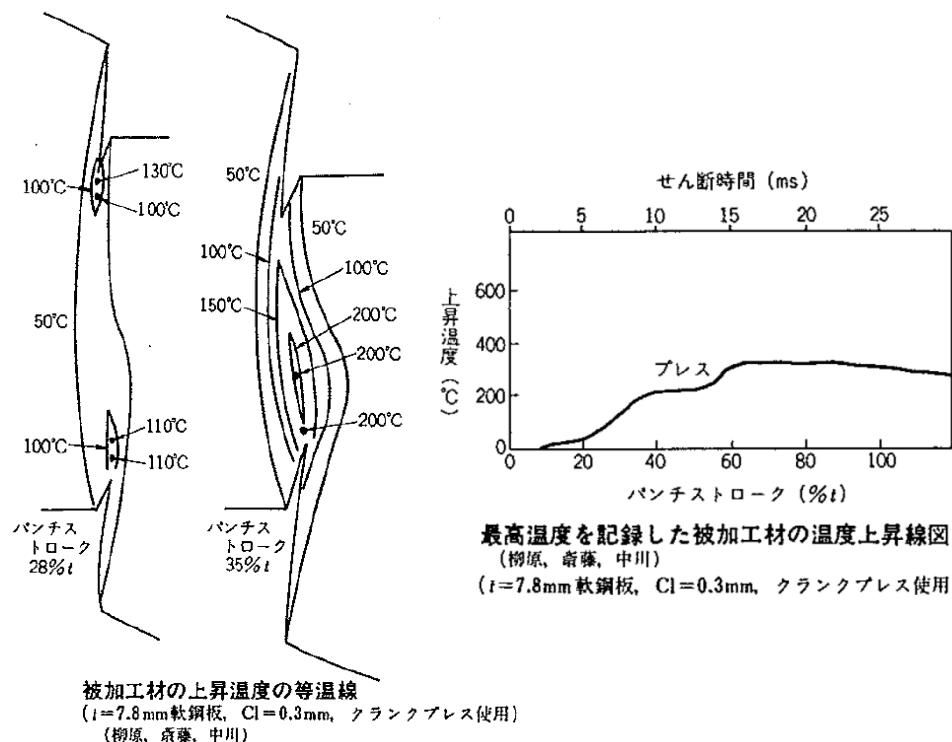
■特殊処理の効果②



NFコート

NFコートは、TiCNコーティングより耐熱温度と膜硬度が高いコーティング膜。厚板や難加工材など、プレス加工時に加工熱が高くなる被加工材向けに開発。

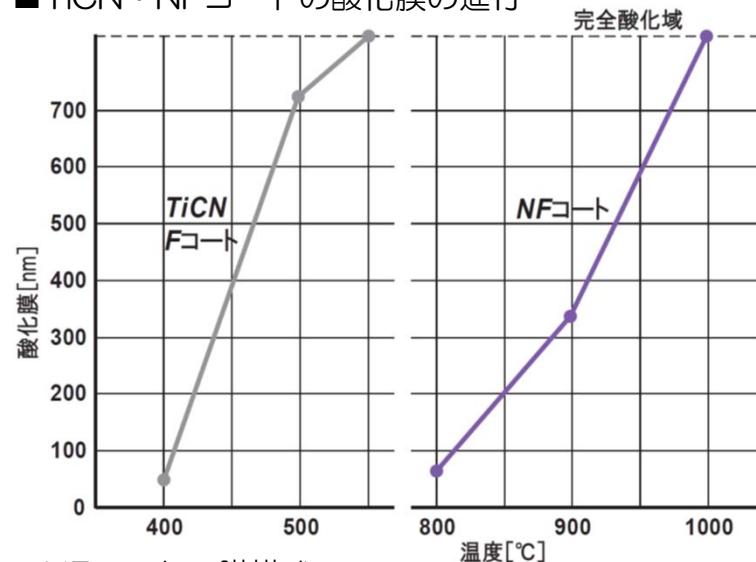
■厚板プレス加工での被加工材の温度



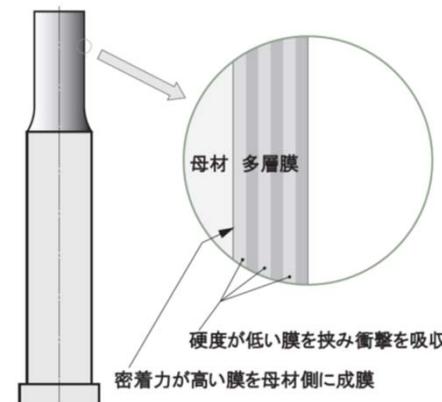
※出所：プレス加工データブック（日刊工業新聞社、昭和55年初版）

※板厚7.8mmのプレス加工では、加工熱が400°C近くまで上昇

■TiCN・NFコートの酸化膜の進行



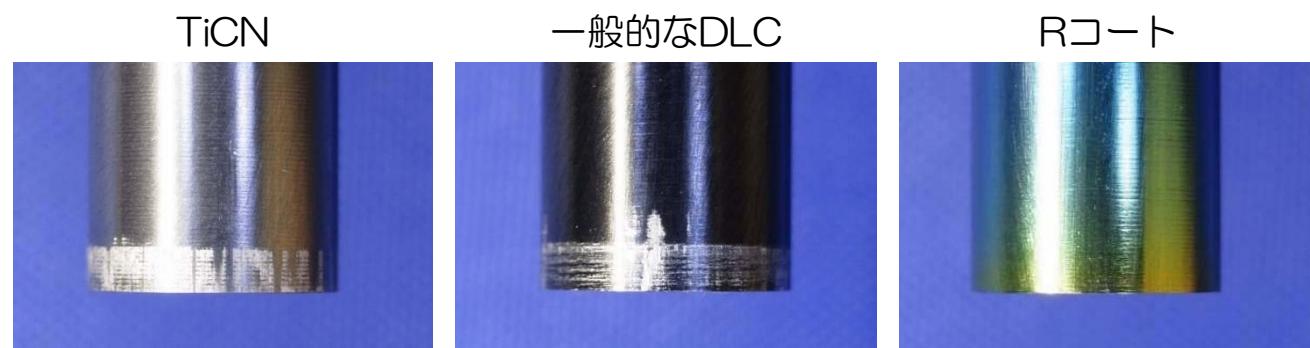
■NFコートの膜構成



Rコート

アルミや銅など非鉄金属の打抜き加工等では、被加工材がパンチに凝着して摩耗する現象が発生。Rコートは、このような加工で凝着を防ぎ、寿命が向上。

■アルミ打抜き加工での被加工材凝着の比較



※TiCNやDLCは239ショットで写真のように凝着が発生、Rコートは10千ショットでも凝着なし

■Rコートにアルミが凝着しづらい理由

- ① アルミは炭素との親和性が低く、炭素だけで構成する
Rコートは凝着しづらい
- ② ダイヤモンドに近い結晶構造で、摩擦係数が非常に低い
ことで、凝着が発生しづらい（摩擦熱の発生を抑え、
被加工材の凝着が発生しづらい）



※非鉄の被加工材全般で同様の効果が期待できる

	グラファイト	DLC	ダイヤモンド
構造			
構造	グラファイト構造	アモルファス	ダイヤモンド構造
元素	C	C+H	C
硬さ	—	1 000~8 000HV	10 000HV

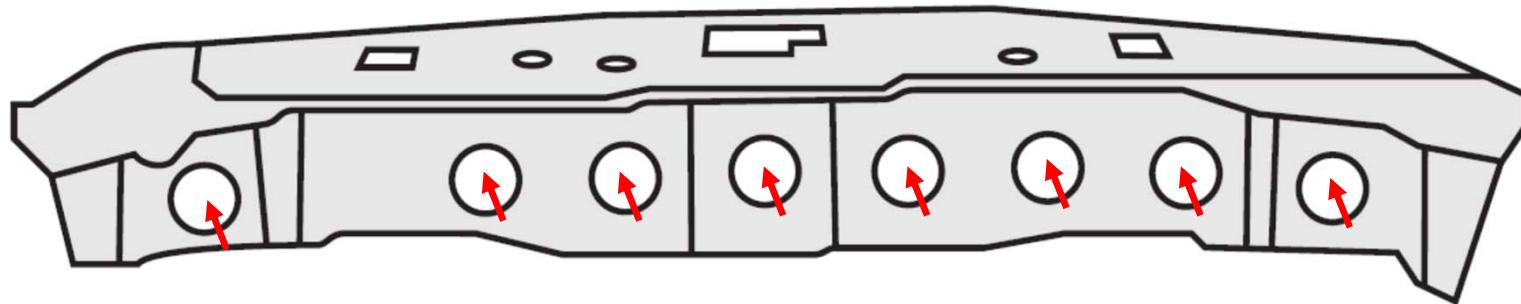
炭素だけで構成されているが、結晶構造が弱い

ダイヤモンドに近い結晶構造だが、水素原子が含まれる

炭素だけで構成され、結晶構造も強固で、硬く、摩擦係数も低い



Rコートの実用事例



- 品物 : 自動車ボディのアルミパネルへの穴あけ（赤矢8箇所： $\phi 40\text{mm}$ ）
品質要求 : 穴あけ時のバリが後工程で脱落しないこと
材質・板厚 : A7000系アルミ、板厚1.6mm
現状 : コーティング未処理品を使用
現状の寿命 : 数百ショットでアルミが凝着、パンチに凝着したアルミを除去してプレス再開
寿命の判定 : 穴部バリが後工程で脱落して、パネルに打痕が発生したらメンテナンスを実施
テスト結果 : 月産4,000個生産で、1年以上メンテナンスフリーとなる

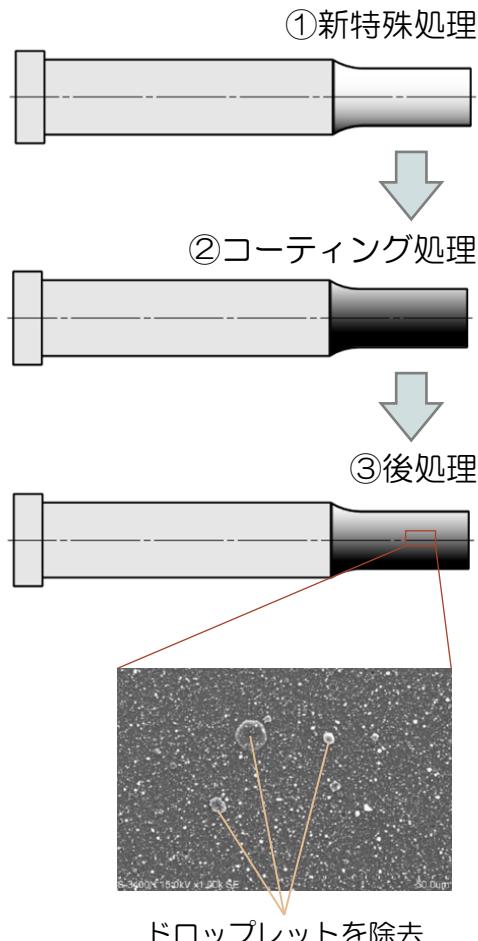


従来、打痕によるアルミパネルの不良率は10%だったが、不良ゼロに改善。また、
プレス生産時、何回もパンチメンテナンスのため生産を止めていたがメンテフリーに改善。

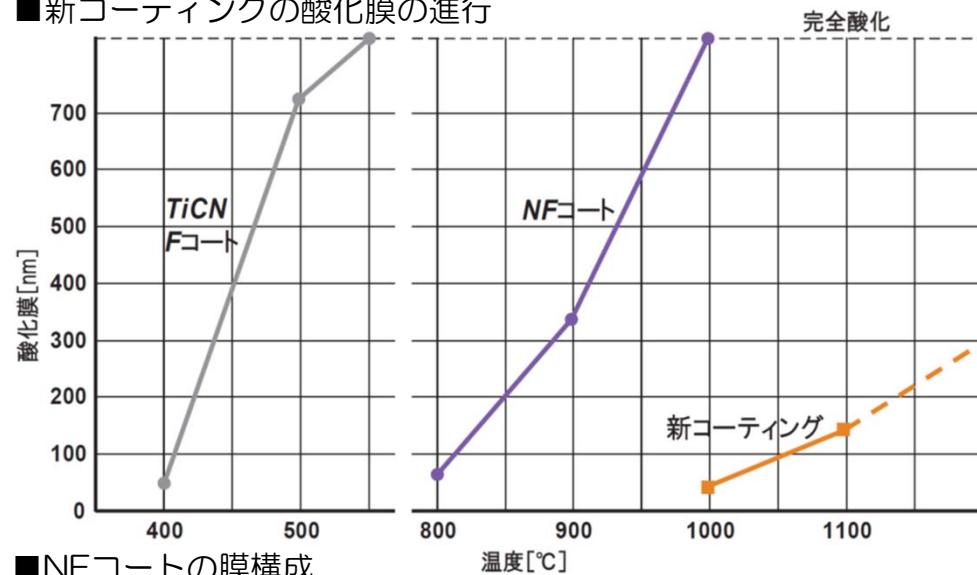
新コーティング（打抜き加工向け）

新コーティングは、NFコートで耐久性が足りない加工力が高い打抜き加工向けのコーティング膜。ファインプランギングや板鍛造など、切削加工品をプレス成型に置換えた打抜き加工等で効果を発揮。

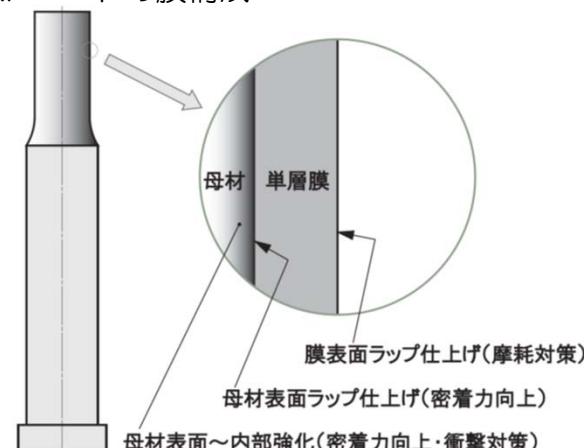
■新コーティングの概要



■新コーティングの酸化膜の進行

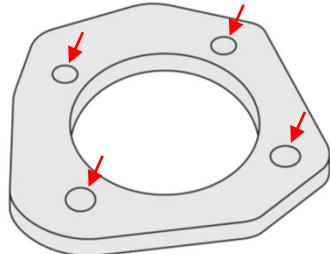


■NFコートの膜構成



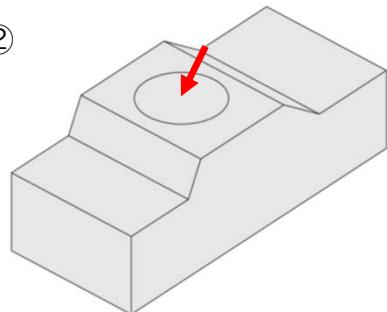
新コーティング（打抜き加工向け）の実用事例

テスト①



品物	自動車サスペンション部品のタップ下穴明け（赤矢4箇所：Φ10mm）
品質要求	破断面が無くせん断面だけの切断面とする（FBに近い加工）
材質・板厚	SPCC材、板厚10mm
現状	TiAlN系コーティングパンチを使用
現状の寿命	10,000ショット
寿命の判定	穴の切断面に破断面が見えたら交換
テスト結果	20,000ショットまで寿命改善

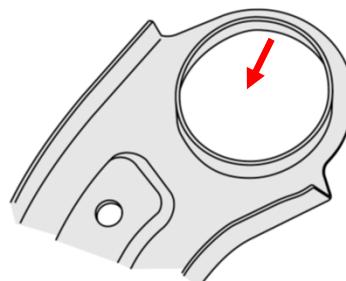
テスト②



品物	特殊ナットのタップ下穴明け（赤矢印部：Φ9.5mm）
品質要求	破断面が無くせん断面だけの切断面とする（シェーピング加工）
材質・板厚	SPCC材、板厚8mm
現状	TiAlN系コーティングパンチを使用
現状の寿命	13,000ショット
寿命の判定	穴の切断面に破断面が見えたら交換
テスト結果	20,000ショットまで寿命改善

打抜き加工以外での事例

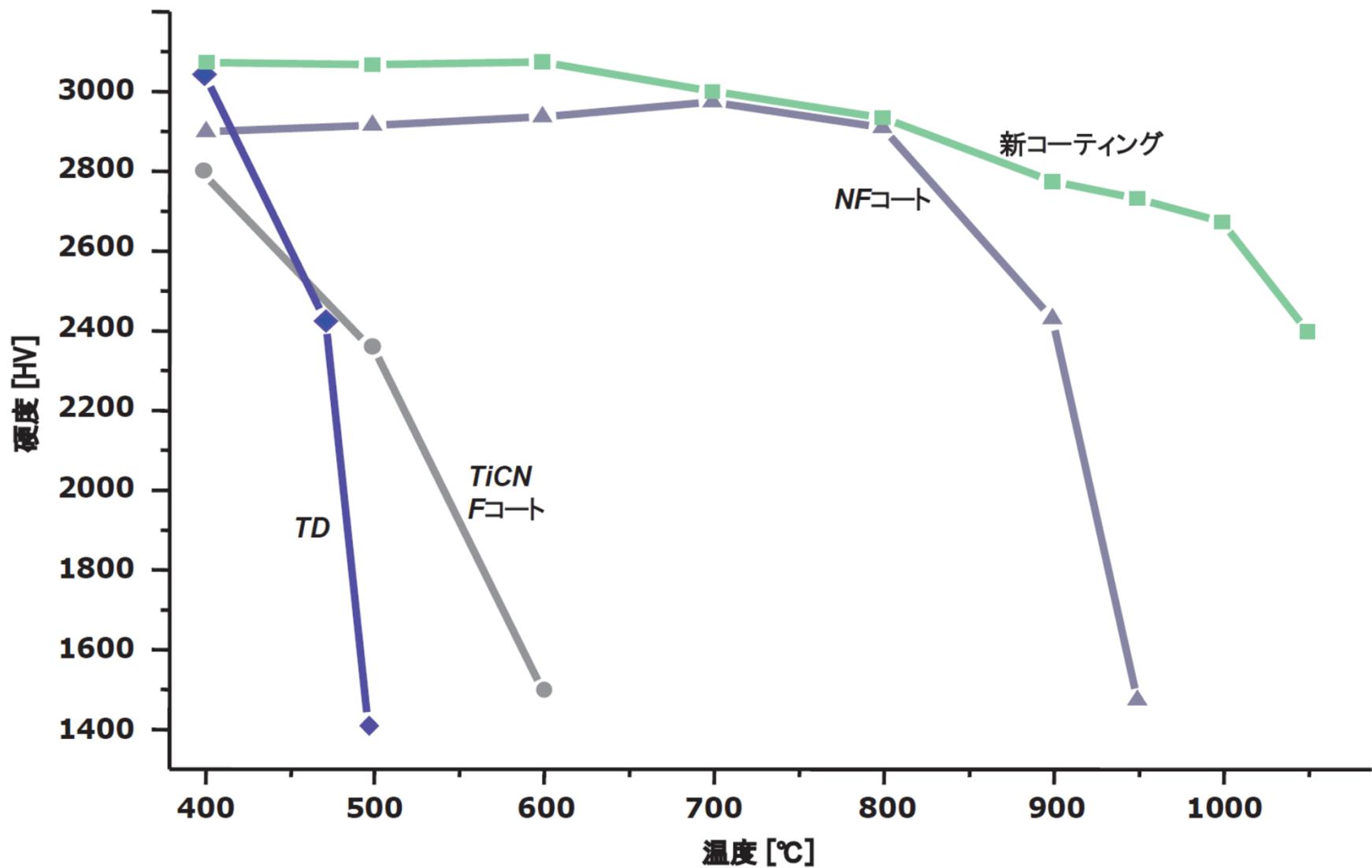
テスト③



品物	自動車サスペンションアーム ブッシュ穴加工（赤矢印部：Φ80mm）
品質要求	板厚10%減、深さ25mmでバーリング面が綺麗なこと
材質・板厚	ハイテン780MPa、板厚3.2mm
現状	TD処理パンチを使用
現状の寿命	2,000～4,000ショット
寿命の判定	バーリング面に面荒れ、焼付き跡が見えたら交換
テスト結果	16,000ショットまで問題無く継続テスト中

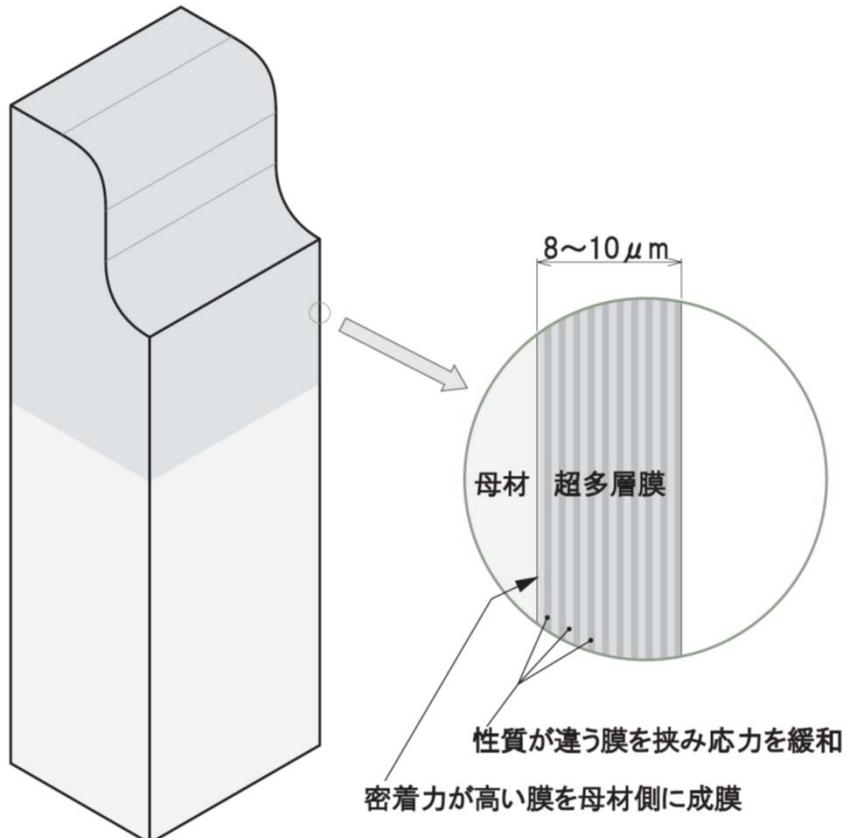


各コーティング膜の温度特性



新コーティング（曲げ・絞り加工向け）

曲げ加工向け新コーティングは、曲げや絞りなど比較的長い摩擦力が掛かる加工向けのコーティング膜。多層構造の厚膜でアブレシブ摩耗に強く、擦れによる高い圧力での膜破損も防止する。



■新コーティング性能比較

	曲げ・絞り加工向け	抜き加工向け
①膜種	: TiAlN	AlCrN
②硬度	: 3,400HV	3,200HV
③摩擦係数	: 0.35	0.35
④耐熱温度	: 900度	1,100度
⑤内部残留応力	: 1.5GPa	3.0GPa
⑥膜厚	: 8~10 μm	3~5 μm

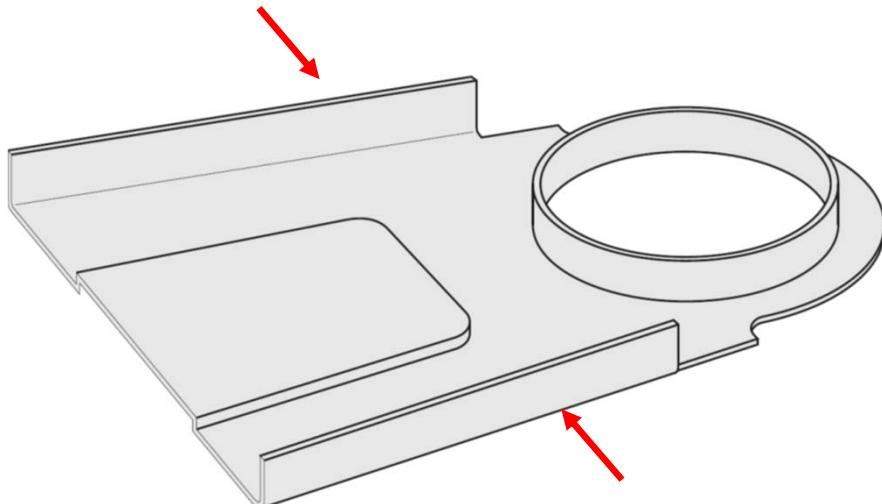
- ①膜種はTiAlNのほうがAlCrNより②硬度が高く、アブレシブ摩耗（擦れ合って削り取られるような摩耗）には強いが、④耐熱温度は少し低い。
- 曲げ・絞り加工向けは、図のように超多層膜を採用し、成膜時に発生する内部残留応力を低く抑え、⑥膜厚を8~10 μmまで厚く出来るとともに破壊靭性も低くして、アブレシブ摩耗に対応している。
- 図の通り、母材と接する膜は密着力の高いものとして、膜剥離の対策をしている。

↓
抜き加工向け（衝撃への強さと切断熱対策）と違った性能を附加した膜を曲げ加工用では採用



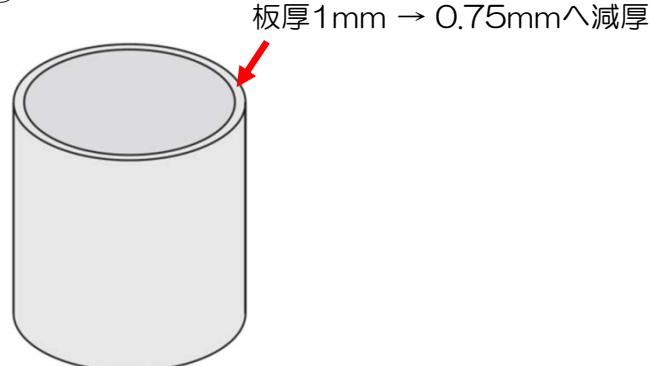
新コーティング（曲げ・絞り加工向け）の実用事例

テスト①



品物 : 自動車サスペンション部品 曲げ加工（赤矢印部）
材質・板厚 : ハイテン780MPa、板厚3.2mm
現状 : TD処理を使用
現状の寿命 : 概ね4,000ショット
寿命の判定 : 曲げダイのコーティングが剥がれ、焼付きが発生したら交換
テスト結果 : 20,000ショット以上問題無く継続テスト中

テスト②



品物 : 給湯器用配管部品
材質・板厚 : SUS430、板厚1mm
加工の特徴 : 減厚して絞るためダイ側入口R部が摩耗し易い
現状 : TD処理を使用
現状の寿命 : 概ね10,000～20,000ショット
寿命の判定 : コーティングが剥がれ製品に傷が発生したら交換
テスト結果 : 200,000ショット以上問題無く継続テスト中

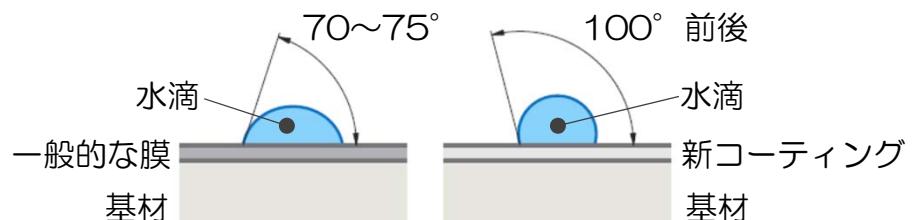
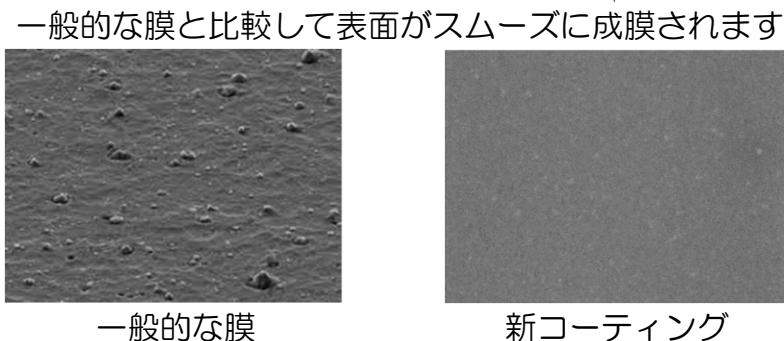


新コーティング（離型対策）

アルミダイカストやゴム成形などで、素材の凝着による成形不良を対策するためのコーティング膜。本コーティングは希土類系セラミックスが主成分となり、磁性がないことから静電対策にも有効。

■新コーティング特性

①膜種	:	希土類酸化物系セラミックス
②硬度	:	約2,500HV
③水接触角	:	100度前後
④表面粗さ	:	Ra0.01 μm
⑤耐熱温度	:	1,000度
⑥膜厚	:	2.8~3.2 μm
⑦色調	:	干渉色



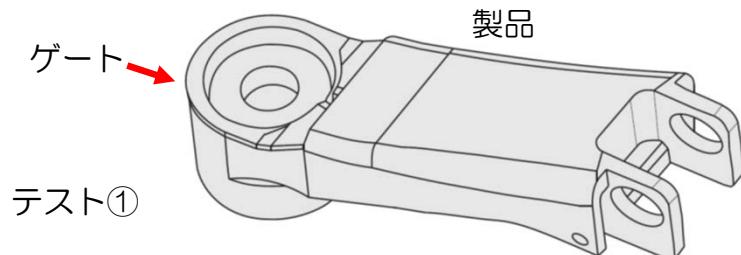
新コーティングは、一般的な膜と比較して濡れにくい性質があります。この効果で、アルミ・ゴム・樹脂などの離型性が上がります。



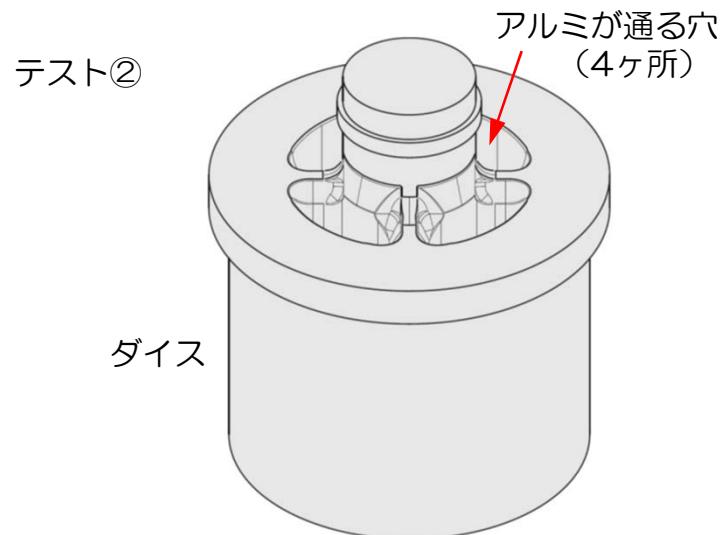
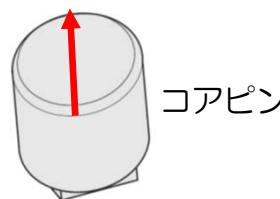
離型性が求められる金型部品だけでなく、耐摩耗性に優れたセラミックスが主成分の膜であることで、滑り性と耐久性が求められる部品にも適しています。また非磁性なので、非磁性を求めるプラ型部品（SUSコアピン等）の摩耗対策としてもご利用いただけます。



新コーティング（離型対策）の実用事例



適用種類	：アルミダイカスト
製品	：自動車部品
成形温度	：650~680°C
課題	：ゲートからの湯を直接受けるコアピンの溶損が激しい
問題点	：生産開始後約3時間でコアピンに付着したアルミが原因で離型不良が発生、製品の穴面が荒れてメンテが必要となる。
現状膜種	：TiAlNやAlCrNをテストしたがほぼ同じ結果
テスト結果	：新コーティングに変更したことでの連続生産が可能となる



適用種類	：アルミ押出し成型用ダイス
製品	：異形状のアルミフレーム
成形温度	：500°C
課題	：ダイスに押込まれるアルミビレットがスムースに流れるダイス表面の仕上げ方が見つからない
問題点	：高温・高圧のアルミビレットをダイスに押込むさい、スムーズでないと成型サイクルが長くなり、かつ成型品表面の面粗さが悪くなる
現状	：マシニング加工したダイス穴を磨き加工
テスト結果	：未処理品の押出し速度：1.43mm/秒が、新コーティング処理により13mm/秒となり、成型品の品質も向上した



新コーティング（硬質薄板材の打抜き）

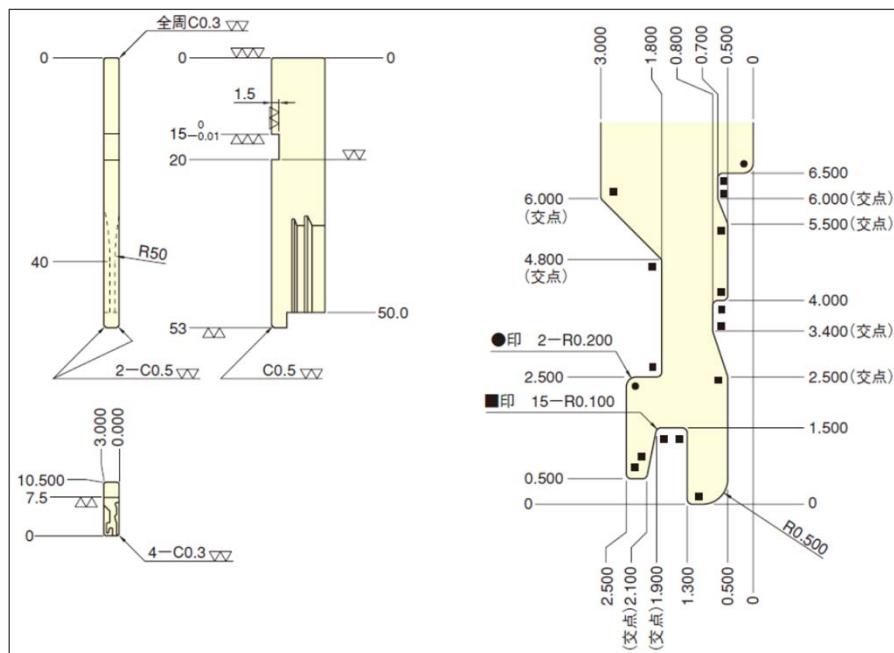
硬質・薄板のプレス加工で、生産量が多く生産品の寸法精度や抜きバリ要求が高い品物（クリアランスが狭い打抜き加工）の、打抜きパンチ向けのコーティング膜。



■コルソン銅・チタン銅・硬質りん青銅の打抜き



■焼入れリボン材（SK焼入れ材）
・ばね用ステンレス（SUS304-H材など）の打抜き



■適用パンチの例（形状公差±0.001mm）

■新コーティング特性

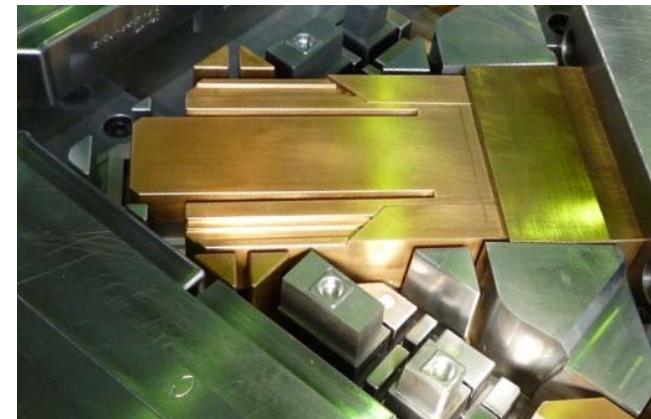
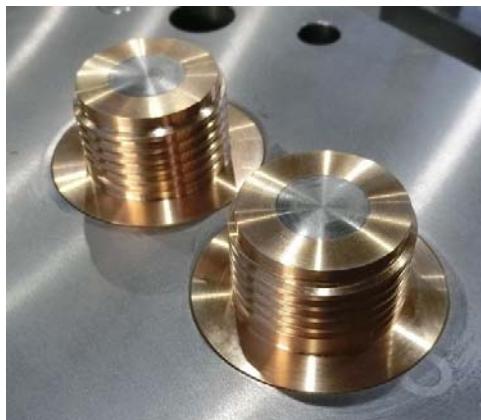
①膜種	: AlCrN系
②硬度	: 非公開
③表面粗さ	: スムース（数値非公開）
④耐熱温度	: 1,000度以上
⑤膜厚	: 1 μm
⑥密着力	: 非常に高い（数値非公開）
⑦色調	: グレー

薄膜なので、コーティング膜が磨滅してもクリアランクス変化が少なく、パンチ素材が超硬であれば素材の耐久性も利用出来て長寿命を実現する。薄板の打抜きはクリアランクス量が小さいため、厚膜ではコーティングの磨滅によりクリアランクス変化率が大きくなり、問題となる。



新コーティング (Bu-Cu系キャビ・コア向け)

樹脂成型でのホットスポット対策や冷却改善で使われるベリリウム銅 (Be-Cu) の、耐摩耗対策や離型性向上に適したコーティング膜。



ベリリウム銅は、スチールに比べて熱伝導率が3~4倍高く、樹脂成型金型の熱対策でキャビ・コア等に利用されている。

しかし、耐摩耗性や硬度はハイス鋼などよりも劣り、表面改質を行う場合は時効処理温度（315°C前後）よりも低温で処理を行なわないと変質することから、処理温度が低いメッキ処理を使うことがあるが、効果に満足しない顧客も多い。

新コーティングは、PVD処理だが処理温度が低く、メッキ処理よりも耐摩耗性や離型性が向上、ベリリウム系銅合金全般で効果を発揮することが出来る。

また、熱膨張が大きい銅合金を低温処理出来るので、製膜中の素材膨張量を減らすことが出来、処理後元に戻った素材表面の膜に溜まるストレスも少なく、外力での膜破壊リスクを軽減出来る。

■新コーティング特性

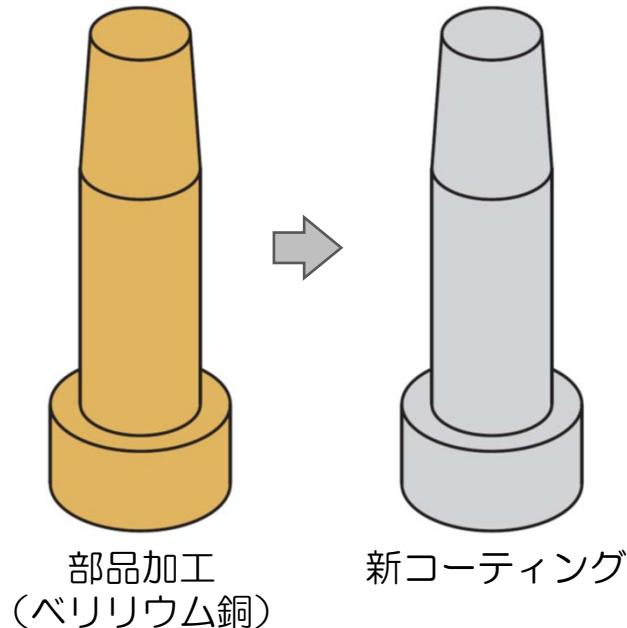
①膜種	:	CrN系
②硬度	:	1,900HV
③摩擦係数	:	0.65
④耐熱温度	:	500度以上
⑤膜厚	:	2~3 μm
⑥純水接触角	:	100°
⑦色調	:	シルバー



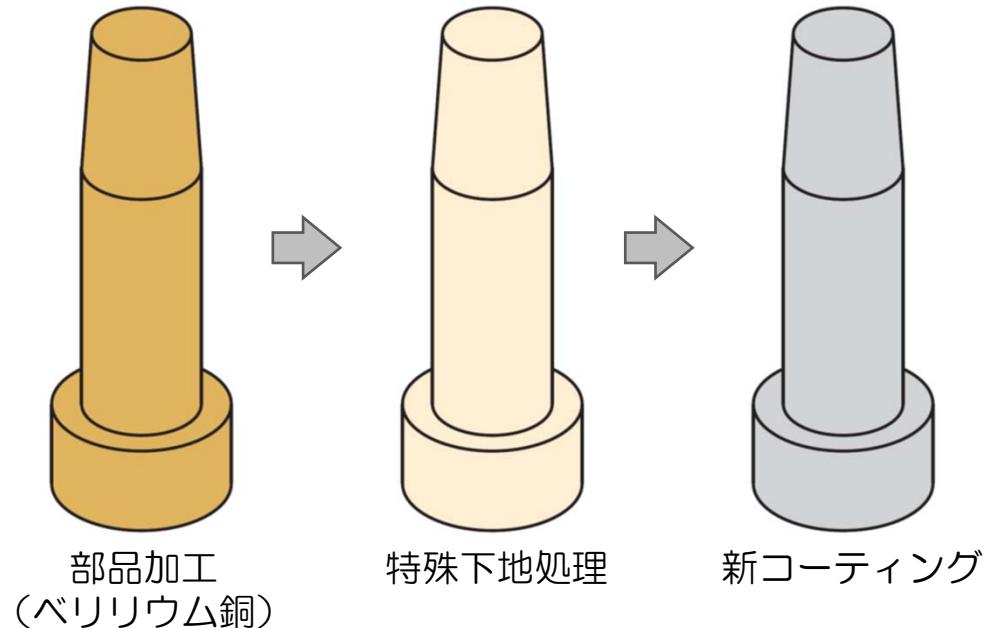
新コーティング改良版 (Bu-Cu系キャビ・コア向け)

ベリリウム銅向け新コーティングは素材に直接処理をしただけでも効果が見込めますが、金型への攻撃性が高い樹脂の成形では、下地処理をすることで膜の密着度が上がり、耐摩耗性がさらに向上します。

■新コーティング



■新コーティング改良版



※ 通常は、新コーティングのみで
ノンコートのベリリウム銅より
耐久性が向上します

※ さらなる耐久性を求める場合は、新コーティングの
前に特殊処理を行うことで、コーティング膜の
密着性を向上させます

