

工具鍍

- 工具鍍之處理對象為工業界應用之切削刀具、成型模具等。期望能提升刀工模具之使用壽命及效率。
- 一般鍍膜厚度約在 $1\ \mu\text{m}$ ~ $4\ \mu\text{m}$ 之間。

工具鍍之程序

步驟	1	2	3	4	5	6	7	8
項目	機械加工	熱處理			機械加工	物理蒸鍍處理		
操作	粗加工	弛力退火	淬火	回火	精加工	前處理	物理蒸鍍	檢驗
目的	粗胚加工 成型	消除殘留 應力	硬度、組織調整		部分 精修、磨 光、拋光	檢查並清 潔工件表 面	鍍膜	品質檢驗
設備	工具機	真空熱處理爐			研磨機	清洗機	物理蒸鍍 機	檢驗設備

蒸鍍前之注意事項-底材特性

- **硬度**：薄膜層僅可改善模具面之耐磨性，但對垂直磨面之衝擊力則幾乎無法抵抗，衝擊力仍須靠母材本身來承受，母材本身的硬度及強度不足以承受使用時之接觸面壓，則會產生塑性變形、破裂及磨耗現象。

蒸鍍前之注意事項-底材特性

- **母材蒸發性**：母材中不宜含有在真空中易蒸發及低熔點之元素，以免在蒸鍍過程中因高溫導致局部熔解或蒸發，會影響蒸鍍結果，例如含鋅之黃銅在蒸鍍時，必須先在其表面電鍍一層鎳後，在進行蒸鍍，以防止鋅之蒸發

蒸鍍前之注意事項-底材特性

- 底材最好為**非磁性**，以避免在清洗過程中吸附鐵粉，造成鍍層剝落。若模具必須鍍補，則鍍料中不可含有**鎘**、**鋅**等低熔點金屬，鍍補溫度最好不要超過600 。

蒸鍍前之注意事項-熱處理

- **回火溫度**：一般刀工模具之物理蒸鍍處理溫度均控制在400 500 ，此時必須顧慮到母材在處理後之硬度下降、變形量等問題，所以母材必須選擇在500 以上高溫回火處理後硬度仍佳之材料，如高速鋼、熱作模具鋼等。

蒸鍍前之注意事項-熱處理

- 冷作模具鋼SKD11，一般採用低溫回火（150 200 ），如欲經物理蒸鍍處理，則儘可能採高溫回火（500 530 ），雖然硬度會較低，但可保處理後之尺寸精度。

蒸鍍前之注意事項-熱處理

- **熱處理**：蒸鍍前之熱處理最好採用真空熱處理，避免使用鹽浴，以免在狹縫中殘留物造成鍍膜剝落；此外，母材中若有殘留沃斯田鐵，亦容易造成鍍層剝離。

蒸鍍前之注意事項-機械加工

- 放電加工：放電加工利用放電瞬間產生之高熱來成型及加工，被加工表面會發生熔解及急速冷卻現象，形成白層及熱影響區之變質層，白層厚度可達 $30\ \mu\text{m}$ ，此層為脆化狀態，與母材結合性差，熱影響區之硬度很高，容易因應力而產生微小裂縫，當模具應用於高成型壓力之場合時，將造成龜裂及缺口，所以在蒸鍍前必須以低速噴砂或研磨拋光將白層及熱影響區完全去除，必要時可在進一步做回火處理，其溫度宜較放電加工前之回火溫度低 50°C 。

蒸鍍前之注意事項-機械加工

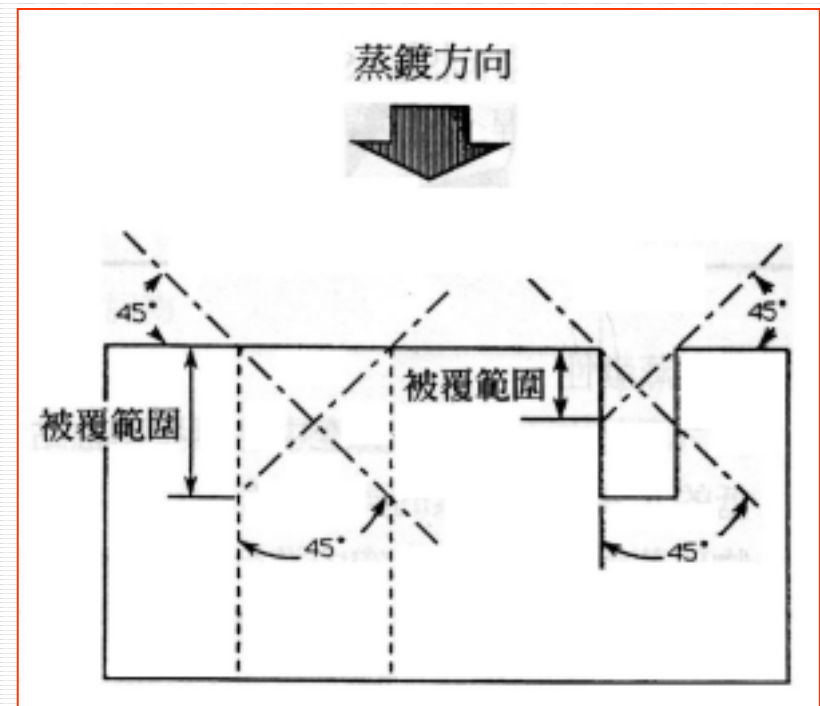
- 研削加工：在研磨母材時必須注意研磨液要充足，以防止母材表面溫度過高，造成金屬組織變化或形成**氧化物**。此外磨輪的利度要夠，以免造成過熱或磨料與磨屑陷入母材表面。

蒸鍍前之注意事項-機械加工

- 拋光加工：模具表面之**粗糙度**會大大影響蒸鍍效果，因此在拋光加工時必須注意金屬顆粒之去除，以防造成粗刮痕。

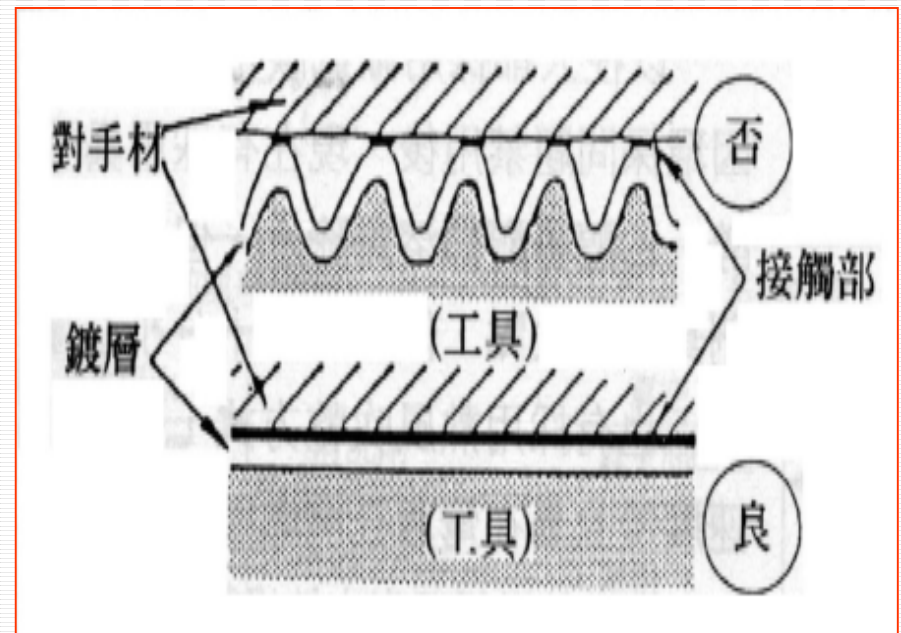
蒸鍍前之注意事項-工件狀況

- **形狀**：形狀複雜之工件具有深孔、狹縫及彎曲之內孔處，蒸鍍物質不易達到，因此在這些地方鍍膜之厚度、附著性及相關特性均與平面鍍膜相去甚遠。



蒸鍍前之注意事項-工件狀況

- **表面狀態**：工件之表面粗糙度會影響鍍膜附著性、摩擦係數及受力面壓大小，母材之粗糙度越小，鍍膜附著性越佳，鍍膜之受力面壓越低，
- 切削工具表面粗度 $Ra < 1 \mu m$ ，剪斷加工模具表面粗度 $Ra < 0.5 \mu m$ ，而成型模具 $Ra < 0.2 \mu m$ 。



工件處理前之檢查-材料特性

- 需核對工件之材料種類。
- 需確認材料之回火溫度。
- 工件如有銲接部分，則需確認銲藥可抵抗真空並且銲接溫度超過600 。
- 材質應為非磁性，若有磁性，則必須消磁處理。
- 材質中不宜有殘留沃斯田鐵。

PVD處理適用區分及材料

品名	適用區分	被覆母材	備考
熱塑性成形模 熱固性成形模 閘門 (gate)	面壓 10kgf/mm ² 以下 母材硬度 HRC32 以上	塑膠模具用鋼 (NAK55, 80HPM1、 50, DH2F、IMPAX、 DP40 等)	左記之母材直接蒸鍍, 對耐磨耗性、耐蝕性、離型性十分有效
線軸 (bobbin) 連接銷 (connector pin) 螺絲心 (screw core) 滑件心 (slide core) 頂出銷 (ejector core)	面壓 20 kgf/mm ² 以下 母材硬度 HRC32 以上	機械構造用碳鋼及合金鋼 (S45C、SCM3、SNCM 等) 非鐵合金、鍍銅	左記材料除非鐵合金外施予氮化處理, 表面拋光後蒸鍍, 效果會改善

續下表

PVD處理適用區分及材料

品名	適用區分	被覆母材	備考
	面壓 40 kgf/mm ² 以下 母材硬度 HRC32 以上	熱作模具鋼 (SKD61、8407M) 冷作模具鋼 (SKD11、SKD11 改良鋼、SKD12) 麻田散系不鏽鋼 (STAVAX 、 HPM38 、 SM3 、 SUS440C、ELMAX 等)	材料經淬火後，回火 溫度儘可能在 500 以上施行
冷作成形模 精密沖模 切削刀具 沖桿 引伸模	SS、SPCC，各種非鐵材	SKD11、SKH51、 超硬合金 ASP23、 ASP30、HAP10、 20、40， KF2、KHA、 KHA VN	沖桿、引伸模對不鏽 鋼加工，蒸鍍效果無 法發揮

工件處理前之檢查-表面狀況

- 材料表面不可有氧化物及任何殘留物。
- 表面如有回火痕跡，必須完全清除。
- 工件欲被覆表面不可有任何雜物。
- 切削工具鋼表面粗度需少於 $1\ \mu\text{m}$ ，成型工具鋼表面粗度需少於 $0.2\ \mu\text{m}$ 。
- 工件表面不可有缺角或毛邊。

工件處理前之檢查-工件性質

- 需瞭解工件之加工尺寸精度。
- 需確認工件之表面硬度。
- 需瞭解工件蒸鍍之目的，以選擇正確之製程參數及鍍膜種類。

工件前處理

- 前處理之目的在去除工件表面存在之毛邊、油脂、粉塵、污漬、氧化膜及其他附著物，以獲得最佳之蒸鍍結果。
- 可依循以下程序：
- 機械處理
- 清洗

工件前處理-機械處理

- 表面如有加工毛邊及粗糙度過大現象，可以砂紙或砂輪粗磨。
- 工件如有放電加工，必須以低速噴砂或再拋光方式除去變質層。
- 工件表面如有氧化鏽皮，可以機械或化學方法去除。

工件前處理-清洗

- **去脂**：礦物油可利用二氯甲烷、三氯乙烯、溴丙烷、四氯化碳、丙酮、汽油等有機溶劑溶解去除；動植物油則可以熱鹼液皂化溶解。若能配合超音波震盪處理效果更佳。
- **去污**：金屬表面之氧化物、毛邊或污點可以噴水砂或酸洗方式來去除。

工件前處理-清洗

- **水洗**：水洗之目的是將經鹼洗或酸洗後之工件，以高純度去離子水沖洗，去除殘存之鹼液或酸液。
- **脫水**：現在有採用異丙醇或乙醇來脫水，但有燃燒之危險。除此之外，也可以熱風吹乾或真空熱風乾燥。

蒸鍍

- **抽氣**：蒸鍍室壓力抽至 3×10^{-5} torr以下。
- **升溫加熱**：加熱溫度為400 ~ 500 °C。
加熱方式可利用電熱絲、離子轟擊。

蒸鍍

- **離子轟擊濺射清潔**：氬氣輝光放電產生氬離子轟擊工件表面，可將工件表面吸附之氣體、雜質及工件表面層原子轟擊出來，露出潔淨金屬表面層。
- **鍍膜沈積**
- **冷卻**：待工件冷卻至150 以下即可開爐取出

物理蒸鍍之實例及效果

名稱	用途	工件材質	鍍膜	效果
成型銑刀	加工六栓槽刀 具	SKH55	TiN 離子氮化 /TiN	未處理： 440mm~660mm TiN：1320mm 複合處理：2640mm
成型衝棒	螺帽成型衝棒	SKH51	TiN	未處理：57600次 TiN：308400次
沖切模	鋁拉環橢圓孔 沖切	SKH51	TiN	未處理：10天 TiN：18~22天
成型模	鋁拉環成型	WC-Co	TiN	未處理：20天 TiN：45~50天
沖切模	橡膠圓孔沖切	DC53	TiN	未處理：30天 TiN：45天

續下表

物理蒸鍍之實例及效果

壓鑄模	鋁壓鑄成型	SKD61	CrN	未處理：800次產生熔損 TiN：1500次未產生熔損
塑膠模具	PVC射出成型	SUS420	NiP/CrN	未處理：約1個月產生腐蝕 NiP/CrN：3個月未產生腐蝕
彎曲模	IC銅導線架彎角成型	WC-Co	DLC	未處理：80,000次 DLC：400,000次
裁邊刀	鋼捲裁邊用具	SKD11	TiN CrN CrCN	未處理：100m TiN：125~150m CrN：180m CrCN：320~420m

續下表

物理蒸鍍之實例及效果

模邊滾輪	鋼捲連接銲道整平	SKD61	CrN	未處理：4~6 月 CrN：12 14 月
Crop shear	線材鋼條裁切用刀	SKD61	CrN	未處理：15000 18000 噸 CrN：54327 噸
矯直模	鋸條淬火及整平矯直	SKD61	離子氮化 /CrN	未處理：2 4 週 離子氮化/CrN：7 個月
超音波熔接壓頭	超音波熔接工程塑膠 PET + 30 % 玻璃纖維	Ti alloy	CrN	未處理：使用 1 萬次被磨損 0.15m CrN：6 萬次未磨損

工具鍍實例

壓鑄模具-
CrN



銑刀-TiN



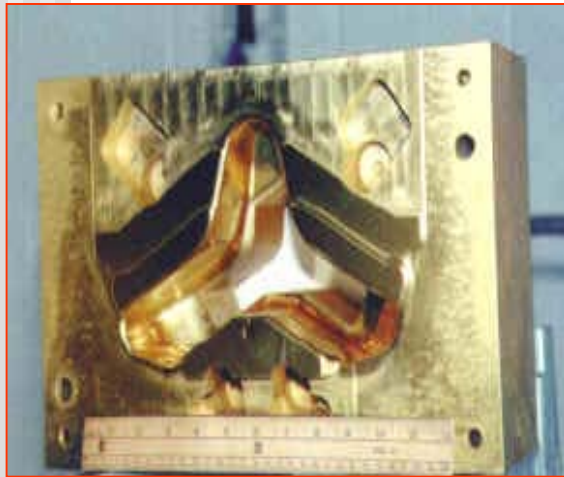
齒輪-DLC



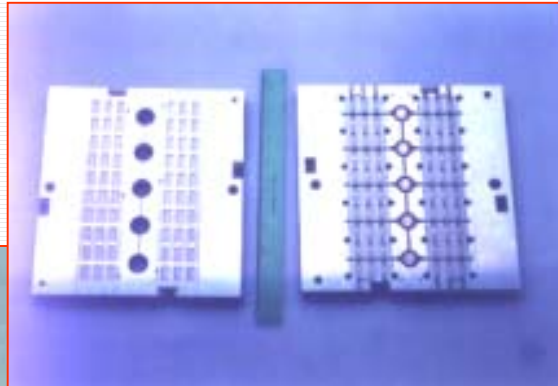
CD模具-TiN



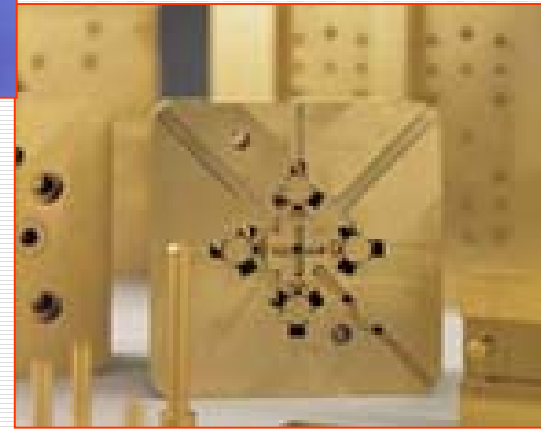
工具鍍實例



沖壓模具-TiN



封裝模具-CrN



射出成形模具-TiN