在氮氣流量30sccm功率5kW下使用DC直流磁控濺鍍披覆TiN鍍層磨潤性質之研究

指導教授：高文顯

成員：徐敏翔、林冠毓、劉至善、張育勝、柯皓翔

本實驗研究採用高速鋼(SKH51)為底材，使用非平衡磁控濺鍍法在高速鋼底材鍍上氮化鈦(TiN)鍍層，試片代號為$DC_{40/5}$(5kW脈衝功率)，對其進行磨耗試驗、刮痕測試、硬度測試，根據實驗結果進行分析，並探討此鍍層之成分、磨潤性質及其對材料性質的影響。

1. 前言

本專題製作使用之磁控濺鍍鍍層維氮化鈦(TiN鍍層)，本研究中鍍上氮化鈦鍍層增加高速鋼底材其硬度及抗磨耗性，改善切削性質。隨著科技及材料的發展，人們對於高精度之機械零件的要求也越來越高，這也使得切削刀具之產品性質的提升也變得格外重要，像是機械性質、磨潤性質、抗腐蝕性與產品壽命，往往在各個性質些微提升就能觀察到其明顯改善，而最直接的方法是表面處理，其中最有效改善材料磨潤性質的為表面鍍層披覆，絕大多數之鍍層都常被廣泛地運用在切削刀具上以提升刀具耐磨耗性及壽命。

2.方法與步驟

2.1 實驗方法

2.1.1 實驗流程與鍍層

實驗流程與試片鍍層如(圖1，圖2)所示，SKH51高速鋼製成試片，再被覆TiN鍍層進行磨耗試驗、硬度試驗及附著性實驗，比較兩試片之間的差異，並探討各種表面處理性質的機械性質、附著性，找出最佳抗磨性質條件。

2.2 磨潤性質

2.2.1 磨耗實驗

磨耗試驗是使用迴轉式磨耗試驗機，並使用直徑1.58mm的Cr(鉻鋼)與Si_3N_4(氮化矽)這兩種不同材質之對磨球，再使用3種不同荷重來進行磨耗，分別是2N、6N、10N，進行以0.1m/s滑動速度下進行5000圈的磨耗試驗。

2-2-1白光干涉儀

使用白光干涉儀(White Light Interferometers)量測試片的表面粗糙度並取4點得平均值，然後在經迴轉式磨耗試驗機磨耗後的磨耗圈上量測磨耗深度，並取得4點之平均磨耗深度。並將量測到的磨耗深度與截面積代入進公式計算取得磨耗率、磨耗深度，來探討在不同功率的試片下的抗磨耗性。

3.結果與討論

3-1硬度試驗

使用維克氏硬度機與奈米硬度機測量並比較其結果，兩者之值分別為維克氏(7.17GPa)、奈米硬度(25.62GPa)，測試結果發現TiN鍍層能夠有效提升SKH51底材的硬度，平均約為3.57倍。

3-2 摩擦係數

3-2-1 摩擦係數(氮化矽球)

SKH51底材與Si_3N_4球在2N、6N、10N荷重下對磨如圖3所示，摩擦係數分別為0.23、0.39、0.37；鍍上TiN鍍層後與$SisN_4$球在2N、6N、10N荷重下對磨，摩擦係數分別為0.27、0.38、0.31，鍍上鍍層後在中(6N)與重荷重(10N)下可降低約2%、16%，但在輕荷重(2N)下反而提升15%，在荷重為10N下降低摩擦係數最多。

3-2-2 摩擦係數(鉻鋼球)

SKH51底材與Cr球在2N、6N、10N荷重下對磨如圖4所示，摩擦係數分別為0.16、0.41、0.42；鍍上TiN鍍層後與Cr球在2N、6N、10N荷重下對磨,摩擦係數分別為0.20、0.29、0.31；鍍上鍍層後在中(6N)與重(10N)荷重下降低分別約29%及26%，在輕荷重(2N)下反而提升20%，在10N荷重下降低之摩擦係數最為明顯。

3-3磨耗深度

3-3-1磨耗深度(氮化矽球)

SKH51底材與Si_3N_4球在2N、6N、10N荷重下磨耗深度分別為0.45μm、0.85μm、1.57μm；鍍上TiN鍍層後與Si_3N_4球在2N、6N、10N荷重下磨耗深度分別為0.472μm、0.694μm、1.156μm；鍍上鍍層後在中(6N)和重荷(10N)重下降低分別約18%及26%，但在輕荷重(2N)提升約5%，所以TiN鍍層與Si_3N_4球對磨,在中(6N)和重荷重(10N)下都能有效改善抗磨耗性。

3-3-2磨耗深度(鉻鋼球)

SKH51底材與Cr球在2N、6N、10N荷重下磨耗深度分別為0.15μm、0.35μm、0.37μm；鍍上TiN鍍層後與Cr球在2N、6N、10N荷重下磨耗深度分別為0.42μm、0.7μm、1.16μm，鍍上鍍層後無法降低反而提升分別約64%、50%、68%，由於Cr球較軟，TiN鍍層無法有效改善抗磨耗性，反而讓鍍層破損，進而增加磨耗深度，所以TiN鍍層與Cr球對磨，在各種荷重下都無法有效改善抗磨耗性。

3-4磨耗率

3-4-1磨耗率(氮化矽球)

SKH51底材與Si_3N_4球在2N、6N、10N荷重下對磨如圖5所示，磨耗率分別為($4.37x10^{-7}mm^3/mN$)、($1.25x10^{-7}mm^3/mN$)、($1.2x10^{-7}mm^3/mN$)；鍍上TiN鍍層後與Si_3N_4球在2N、6N、10N荷重下對磨,磨耗率分別為($5.43x10^{-8}mm^3/mN$)、($7.85x10^{-8}mm^3/mN$)、($6.84x10^{-8}mm^3/mN$)；鍍上鍍層後可降低分別約704%、59%、75%，所以TiN鍍層與Si_3N_4球對磨，在輕、中和重荷重(2N、6N、10N)下都能有效改善磨耗率。

3-4-2磨耗率(鉻鋼球)

SKH51底材與Cr球在2N、6N、10N荷重下對磨，磨耗率分別為($9.10x10^{-9}mm^3/mN$)、($9.69x10^{-9}mm^3/mN$)、($3.97x10^{-9}mm^3/mN$)；鍍上TiN鍍層後與Cr球在2N、6N、10N荷重下對磨,磨耗率分別為($7.84x10^{-9}mm^3/mN$)、($1.13x10^{-8}mm^3/mN$)、($2.56x10^{-8}mm^3/mN$)；在TiN鍍層與Cr球在中和重荷重下，鍍層無法有效改善磨耗率,反而增加磨耗率，6N荷重下高出約16.6%，10N荷重下高出約544%，所以TiN鍍層在與Cr球對磨，在中和重荷重下皆無法有效改善磨耗率，但在輕荷重下能有效的提升抗磨耗性，2N荷重下降低約14.6%。

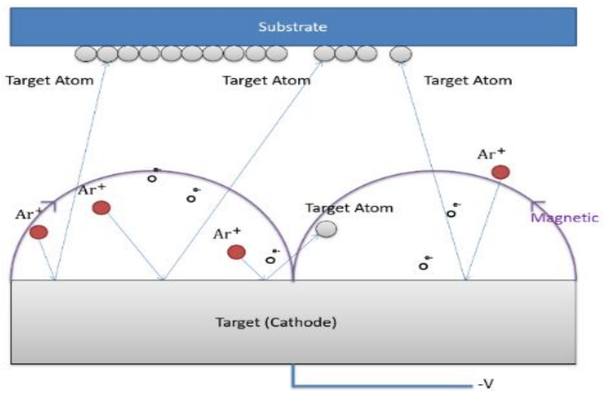


圖1

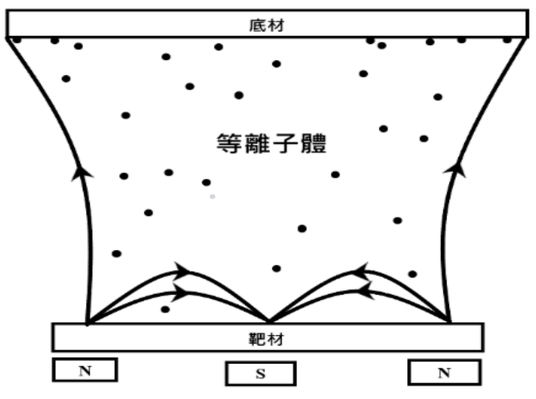


圖2

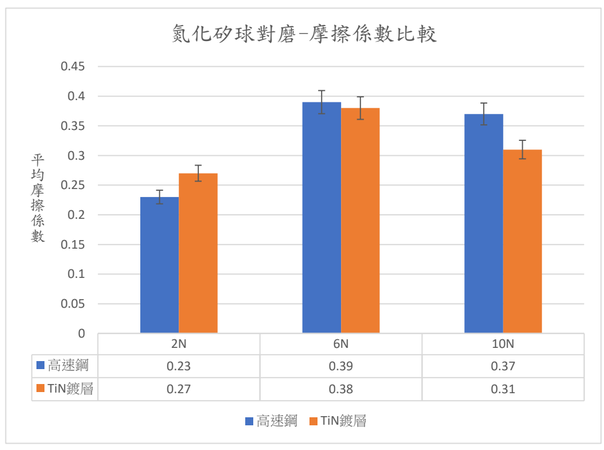


圖3

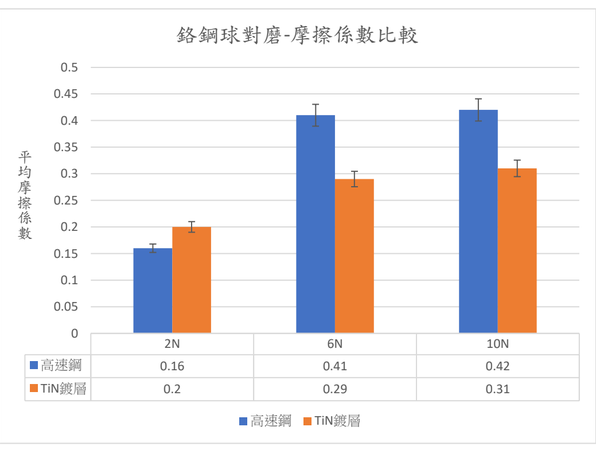


圖4

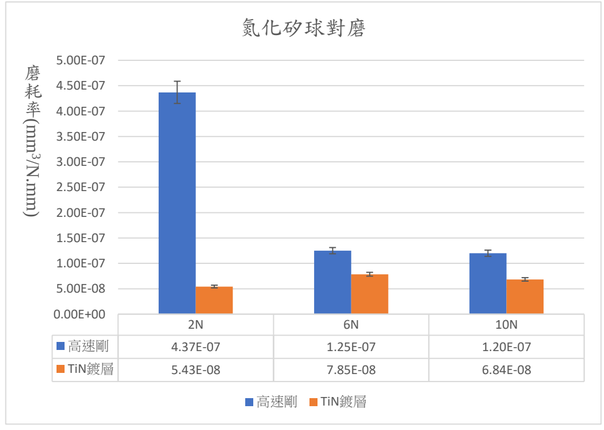


圖5

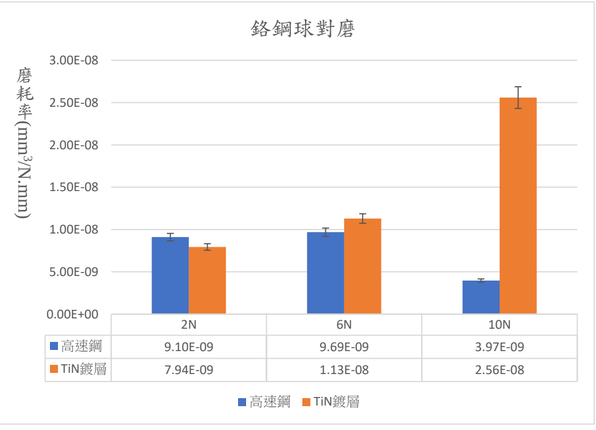


圖6