



應用奈米科技股份有限公司
APPLIED NANO TECHNOLOGY SCIENCE, INC.

技術文件

真空濺鍍概論



發行版本：VI.03

版權所有 © 2022 All Rights Reserved.



TRUTH

GOODNESS

BEAUTY

濺鍍(sputter)簡介

在光電鍍膜產業中，濺鍍是一項相當普及的製程技術。在真空環境下，利用磁場控制電漿轟擊靶材，進而在目標物體上沈積薄膜，常見於光學元件鍍膜或半導體製程。

濺鍍原理

廣義的定義下，濺鍍屬於物理氣相沈積的範疇，大致的概念，是透過特定的能量來源，將靶材從固體轉變成氣體，再而凝結沈積在目標物體表面。除了反應式濺鍍以外，物理氣相沈積之所以會分類為「物理」，是鍍層材料僅只有物理之相變化，即靶材選用何種材料、鍍層也會是該種材料。此種直觀的製程結果，使濺鍍技術被廣泛運用在各式產業中。

隨著能量來源的不同，濺鍍也可以被區分成多種型態，常見的如真空電漿濺鍍、脈衝雷射濺鍍、電弧濺鍍等。在本文的介紹中，若無特別註明，則所有提及之濺鍍皆為真空電漿濺鍍。

真空電漿濺鍍，是藉由施加一電場能量至稀薄氣體中，使其分子游離而形成電漿型態，再將此電漿作為能量來源、轟擊靶材表面，使靶材分子以分子/離子型態被擊飛，從而沈積在被鍍物表面形成鍍膜。



圖 I：電漿濺鍍製程實績，圖中為高爾夫球球員鍍膜製程。

影響濺鍍成果的因素很多，從腔體設計、電源種類、氣體與電漿控制等等，本文將專注在濺鍍靶材特性進行解說，並且切入旋轉靶驅動端頭的介紹。

靶材型態

由於濺鍍是物理氣相沈積，鍍層的成份直接取決於靶材材料，故靶材即成為濺鍍製程很重要的事前準備工作。

一般最直觀的作法，即是將靶材製作成平板狀、使其與被鍍物平行擺放，使受到能量轟擊而飛出的分子，能直接沈積在被鍍物表面。當我們試圖使用較大的能量、即較大的電源功率來操作時，靶材表面會因為能量轟擊而非常高溫，此時就會在靶材上搭配水冷系統，讓靶材整體不至於過熱。而在使用高能量的操作參數時，腔體內的電漿會較多，故通常此時也會透過磁場安排，讓電漿集中在靶材表面，避免電漿轟擊腔體內其它部件。

至此，以量產規模之鍍膜製程來說，靶材的散熱與磁場控制就會變得非常重要。此外，維持靶材的表面狀態，也是製程穩定的一大關鍵。故定時的保養靶材、修整靶材表面，即成為濺鍍製程設備的主要維護工作之一。而為了降低此維護工作成本、並且提高鍍膜整體品質，圓柱靶的設計隨即因應而生。



圖 2：平面靶濺鍍後之表面狀態，圖中為金靶與銀靶。

旋轉靶濺鍍特性

圓柱靶是如同瑞士捲一般，將平面靶的結構捲成圓柱狀，並使其在濺鍍時不斷旋轉，進而讓靶材表面持續維持在良好的狀態，降低設備維護之成本。也因為圓柱靶有著「濺鍍時會旋轉」的特性，故一般又稱之為旋轉靶。

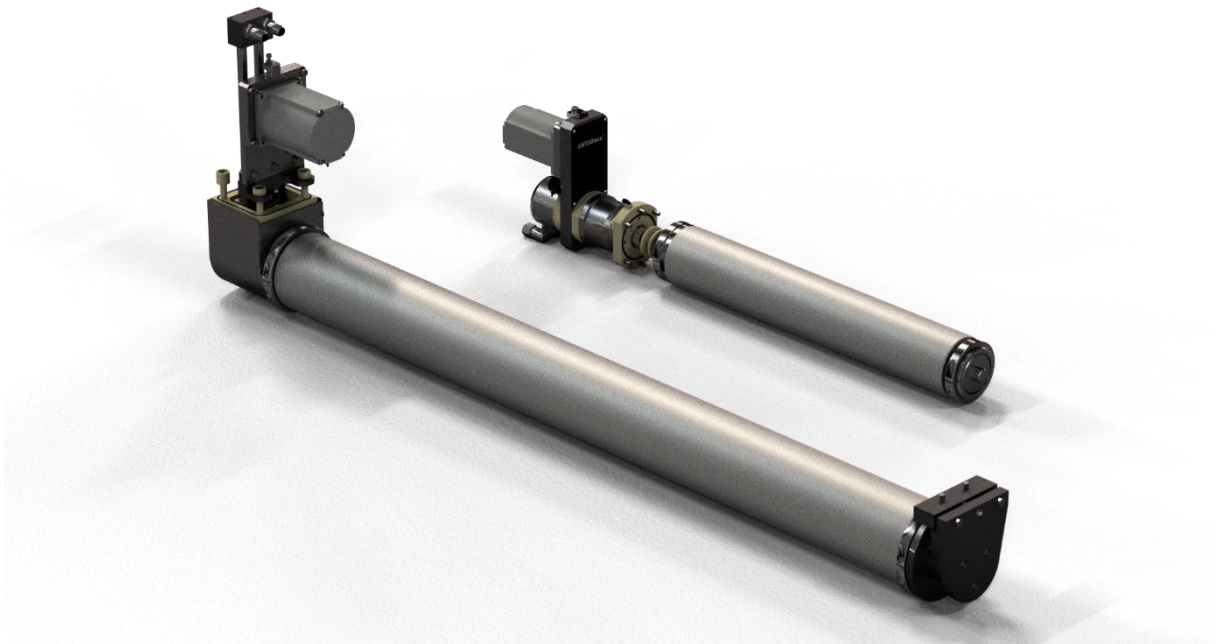


圖 3：圓柱靶銜接旋轉驅動模組示意圖。

相較於平面靶，旋轉靶濺鍍具有幾個優勢如下：

靶材利用率較高

旋轉靶通常有著較高的靶材利用率，在材料越貴的情況下，這項優勢會變得更明顯。雖說現在的市場機制，靶材供應商大多可以回收沒用完的靶材並折抵部份費用，但整體上仍比不過原本較高利用率之靶材設計。

此外，對於相同重量的靶材，利用率越高、表示靶材可以使用越久，是故旋轉靶的使用壽命週期，都遠超過同規模等級之平面靶。這代表了靶材更換的週期拉長、設備停機的時間變少、整體稼動率也可以提高。

製程控制更穩定

旋轉靶透過持續的轉動，讓電漿不會轟擊同一個位置，讓靶材能夠平均的被利用。對於平面靶，由於電漿會持續的轟擊相同區域，會導致該部份靶材消耗特別快，而這個落差會使鍍膜成果產生落差。針對此種現象，除了頻繁的保養靶材表面之外，有時也仰賴設備工程師的經驗來微調製程參數，才能讓鍍膜成果盡量一致。所以以長時間的操作來看，旋轉靶是有利於製程穩定的設計。

而旋轉靶的旋轉方式，會使靶材表面經歷電漿濃度淡→濃→淡的變化，在前期的淡電漿，會產生預清潔(pre-clean)的效果，能夠先清除靶材表面的髒汙、雜質；而後期的淡電漿，則是會後濺鍍(post-sputtering)的效果，可以去除靶材因為濺鍍而產生的氧化物或反應物。整體而言，都能夠提高鍍膜製程穩定性。

必須再次強調，對一個鍍膜設備或製程而言，影響製程的因素其實相當多，靶材類型只是其中一個因素。其他如腔體氣流設計、磁場設計、真空度與特徵長度控制等等，都會交互的影響最終的鍍膜成果。對製程控制而言，也必須將各項影響因素都盡量做到最好，才能夠成就一個良好的鍍膜成果。

旋轉靶驅動端頭

如同前一章節所述，旋轉靶可以視為將平面靶捲起來的結構。此種描述很直觀，但背後則是潛藏了多個困難的關鍵工藝技術。導致這個現象的原因，除了圓柱結構限制了機構設計的空間外，最主要的原因還是「旋轉」。

對於濺鍍設備的靶材端而言，有三個主要的設計項目：1)真空密封，2)冷卻水路設計，3)電路與絕緣設計。對於平面靶而言，此三項目皆屬於「靜態」；以真空密封為例，平面靶僅需要靜態密封即可滿足需求，代表只要挑選合適的 O-ring、與適當的鎖附設計即可。而對於旋轉靶而言，此三項目全部變成「動態」，包含真空旋轉密封、旋轉水封、與旋轉電刷設計；可想而知，旋轉靶的驅動模組，有著非常高的設計難度。



圖 4：外置型旋轉靶驅動端頭。

整合此三項目的旋轉靶模組，由於其會銜接在靶材的一端，故行業領域內會

將其通稱為端頭(endblock)，「旋轉靶驅動端頭」這個名稱也因此而生。根據設計概念的不同，端頭可以分為「內置式」與「外置式」兩種類型，設備商會根據其腔體的特性，選用內置或外置的端頭模組。

Terms of Use

應用奈米科技股份有限公司 (以下簡稱應用奈米科技) 對此文件內所有內容，包含但不限於文字、圖形、表格等資訊，持有最終解釋權力。此文件內容有所更新異動時，應用奈米科技將不會主動告知；請用戶自行確認持有的產品與文件版本之適配性。

應用奈米科技將秉持善良企業人之責任，盡力維護此文件之完整性。若對此文件之內容有任何疑問，可透過以下方式進行聯繫。

地址：30743 新竹縣芎林鄉文華街 306 號

電話：03-5921999

傳真：03-5927599

服務信箱：info@ants-inc.com.tw

應用奈米科技股份有限公司

APPLIED NANO TECHNOLOGY SCIENCE, INC.

No. 306, Wenhua St., Qionglin Township,
Hsinchu County 30743, Taiwan

| 30743 新竹縣芎林鄉文華街306號 (台灣)
TEL : 03-5921999 FAX : 03-5927599

| 0511 江苏省镇江市润洲民营开发区润兴路70号(南京)
TEL : +86 159-5284-8715