

濺鍍技術原理

Principle of Sputter Technology



楊啟榮 博士

副教授

國立台灣師範大學 機電科技學系

Department of Mechatronic Technology

National Taiwan Normal University

Tel: 02-23583221 ext. 14

E-mail: ycr@ntnu.edu.tw



PVD 成膜機制說明

PVD之基本機制:

+能量

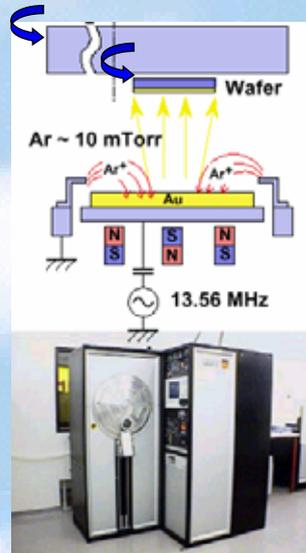
+基板



薄膜之生成並不經化學反應。只是將固態原料 (A) 氣化，然後再固化沉積在基板上。薄膜之組成成份和原料相同。



Physical Vapor Deposition (PVD) Sputtering



Metal (Cr, Au, Ni, Fe, Ti, Cu, Pt, ...)
Alloy (FeNi, TiNi, ...) TiN, TiW
Oxide (SiO₂, Al₂O₃, ...)
Nitride (AlN, SiN, ...)
All in 0.1 ~ 5 μm range

- + various materials other than oxide or nitride
- residual stress
- less density

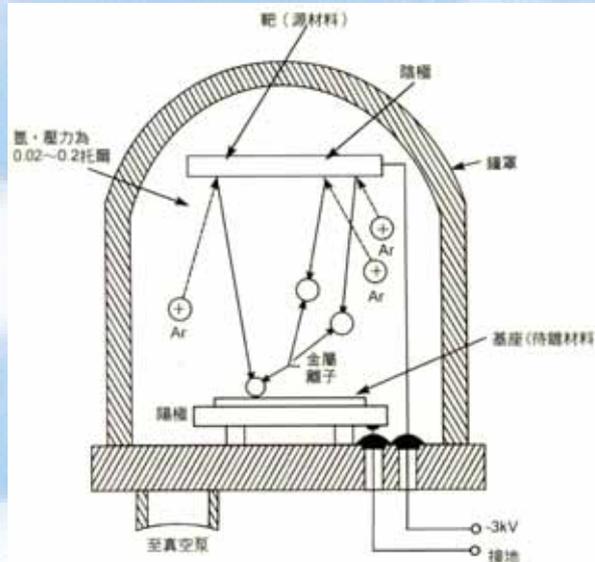
電漿 (plasma)

電漿的產生是靠電子在電場中加速，此極高動能電子碰撞氣體原子或分子而產生解離，形成一正離子和一電子。比如下列反應：



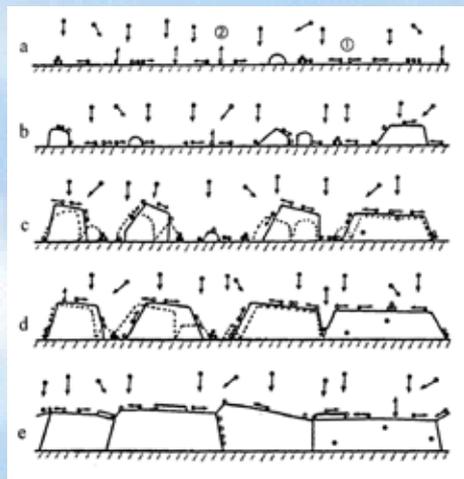
但是電子在碰撞前的能量，需在電場中累積到大於離子化所需的最低能量，此能量的累積量，取決於電場和平均自由途徑的大小。

基本濺鍍原理



薄膜沉積機制

- 長晶 (Nucleation)
- 晶粒成長 (Grain growth)
- 晶粒聚結 (Coalescence)
- 縫道填補 (Filling of channels)
- 薄膜成長 (Film growth)



影響薄膜成長的因素

- 基板的溫度：
 - 表面的活動能力(surface mobility)
 - 表面脫附(surface desorption)
 - 界面擴散(interdiffusion)
- 成長速率
 - 原子到達速率(arrival rate of source atoms)
 - 基板溫度(substrate temperature)
 - 結晶性質(crystallinity)
- 污染
 - 真空度、通入氣體純度
 - 基板表面清理

影響濺鍍產率的因素

濺射產率(Sputter yield)：即為每一個入射離子所能濺射出的能靶材原子的數量。

決定因素：

- 入射離子的種類。
- 入射離子的能量。
- 入射離子的流通量。
- 入射離子的角度。
- 入射離子的質量與靶材原子之質量比
- 靶材原子之間的鍵能。

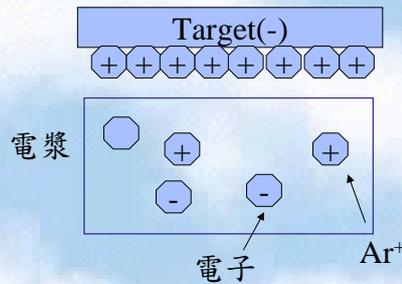
※ 靶材若由兩種鍵結能不同的元素組成，則兩種元素的濺射產率會不同。

濺鍍製程技術的特點

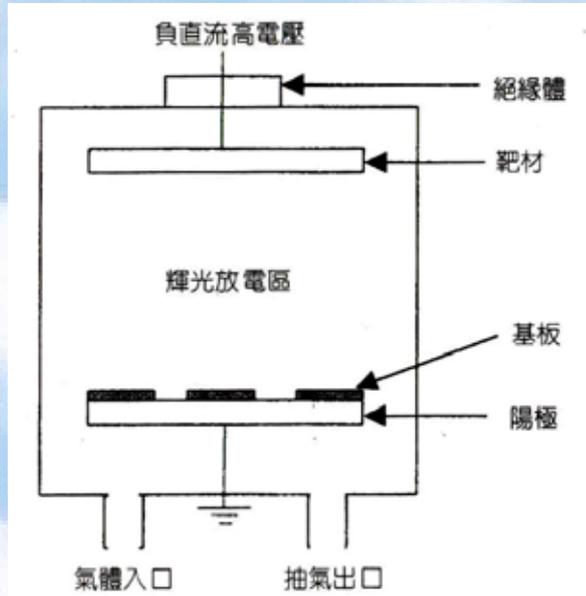
- 附著性佳
- 均勻度高
- 沉積速度快
- 適合鍍製合金材料
- 金屬或絕緣材料均可鍍製

射頻濺鍍

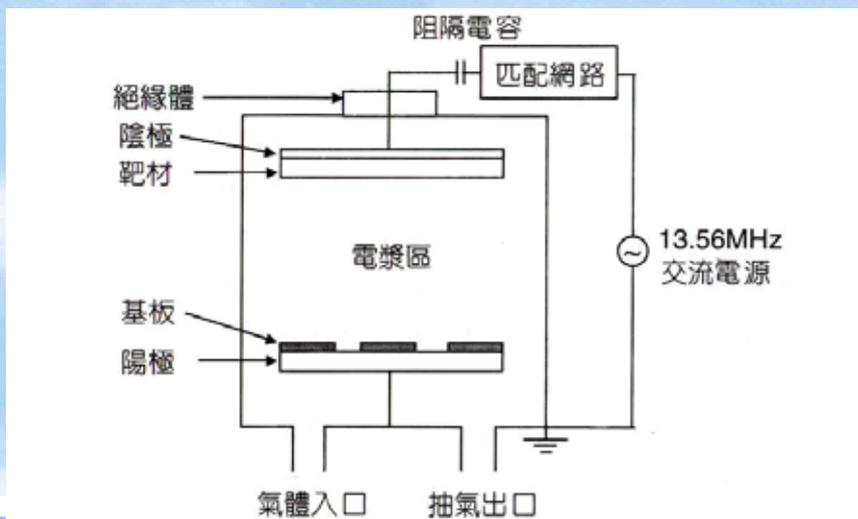
- 在直流濺鍍系統中，製鍍之靶為介電質靶材時，當離子不斷轟擊靶面，靶材表面會有正電荷累積的問題，而無法繼續進行濺鍍之工作；若將直流電源改為交流，則因電壓互相交換時，電子受正電位之吸引而往靶材方向前進，中和了靶材上的正電荷，因此解決了正電荷在介電質靶材上累積的問題。



DC濺鍍系統示意圖



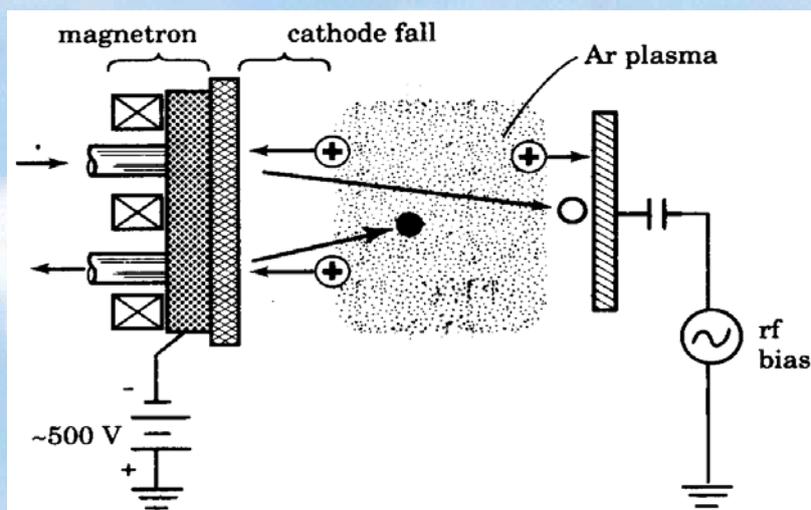
RF濺鍍系統示意圖



磁控濺鍍 ~ 改善靶材濺射率

- 磁控濺射係藉由靶背加裝永久磁鐵，使得靶面形成一額外磁場，促使電子運動軌跡沿磁力線方向以螺旋狀路徑迴旋前進，並將電子束縛於靶面特定環形區域中，藉以增加電子與氬氣分子碰撞之機率。
- 磁控濺射之目的旨在利用磁場控制靶前電子運動軌跡及其分佈密度來改善靶材的濺射率，提高鍍膜的沉積速率。

磁控濺鍍



C.R. Yang, NTNU MT



敬請批評與指教

Thank you for your attention!



台灣師範大學機電科技研究所