

反應性射頻磁控濺鍍原理

濺鍍（sputtering）製程是使用電漿（plasma）對靶材進行離子轟擊（ion bombardment），將靶材表面的原子撞擊出來。這些原子以氣體分子型式發射出來，並到達所要沉積的基板上，再經過附著、吸附、表面遷徙、成核等過程之後，在基板上成長形成薄膜。

1. 電漿之理論

電漿是指由諸多離子、電子、分子、及原子團所組成的部份離子化氣體[64]。電漿的產生可經由在低壓下（100mTorr~數個Torr之間）對兩個電極之間施加高電壓，而在兩電極之間形成一個高電場。兩電極板之間帶正電荷的氣態離子藉著此一電場而加速前往帶負電的電極板面上轟擊，因此會產生很多不同的粒子，其中包含了二次電子。而這些遭轟擊出來的二次電子也在電場加速下，往帶正電的電極板方向前進，在途中，將會與電極板之間的其他氣態粒子產生多次的碰撞，產生解離、激發或離子化的反應。因離子化反應的離子將如前述一樣，在電場的加速下，獲得極大的能量，而對陰極板板面進行轟擊，而產生二次電子。因此，此時兩電極板之間離子與電子的關係，就此綿綿不絕的延續下去，類似崩潰（breakdown）的連鎖反應使得在低壓氣氛下產生大量的離子與電子而形成電漿態。電漿內包含了帶正電的離子、帶負電的電子與中性原子，故永遠保持在電中性的狀態。

利用此原理，於真空之腔體通入惰性氣體氬（Ar），且在兩個電極板間（陰極加在靶材，陽極加在基板）加上高壓直流電源，可將膜沉積於基板上。

2. 磁控濺鍍原理

若在濺鍍設備加裝磁控裝置，藉著磁場與電場間的電磁效應，所產生的電磁力，將會影響電漿內電子的移動，使得電子將進行螺旋式的運動。由於磁場的介入，電子將不再是以直線的方式前進。螺旋式的運動，使得電子從電漿裡消失前所行經的距離拉長，因此增加電子與氣體分子間的碰撞次數，而使得氣體分子離子化的機率大增，便有更多的離子撞擊靶材，濺射出更多的粒子沉積於基板上，因此磁控裝置可提昇濺鍍的沉積速率，如圖2-7所示。

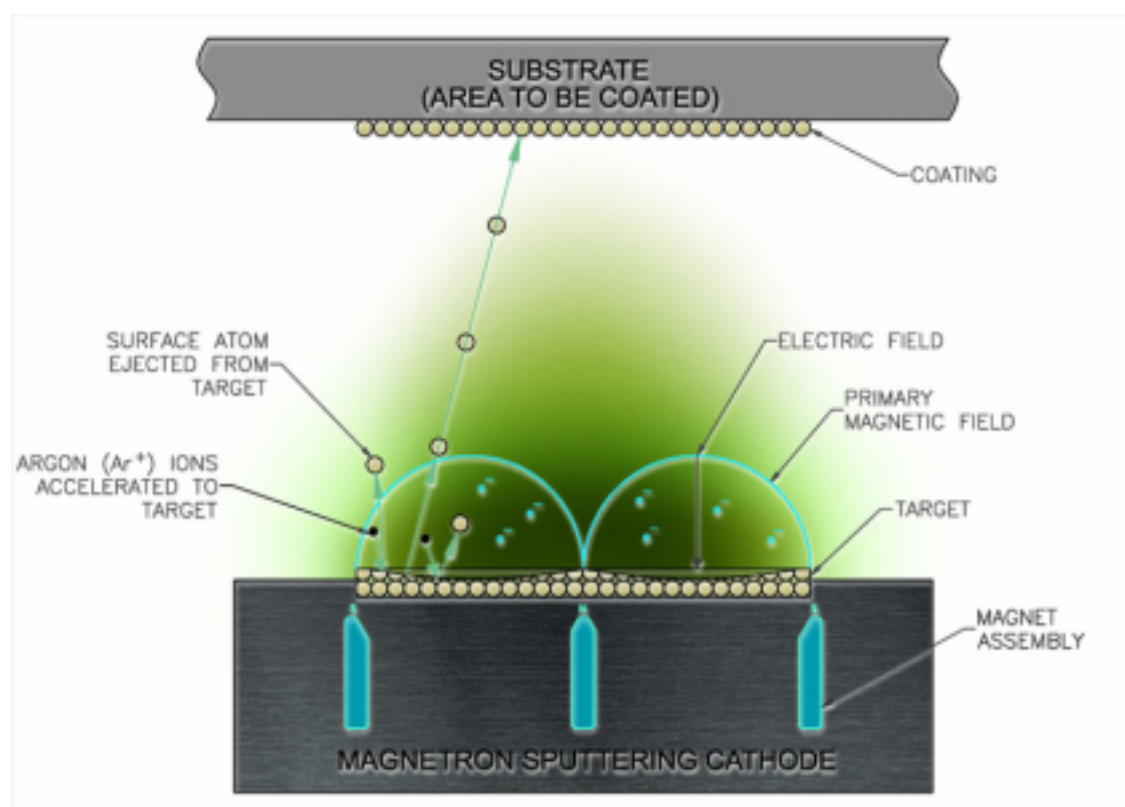


圖2-7 磁控濺鍍示意圖。

3. 射頻濺鍍

射頻濺射鍍膜系統（RF sputtering system）基本上是使用真空抽氣設備，將真空室（chamber）抽至高真空環境中，然後充入工作氣體（working gas）於真空室內，工作氣體一般是氬氣，藉著互相對應的陰極（靶材）和陽極（基板和真空室壁），施加頻率13.56MHz的交流電壓於此系統內，使得真空室內產生電漿，由於自生偏壓（self-bias）效應，電漿中的正離子受到負電壓吸引加速，具有高能量後，轟擊陰極靶材表面，將離子動量轉移給靶材原子，靶材原子獲得動量後逸出靶材表面，附著於基板上。簡單地說，就是將交流電壓輸入真空系統中，進行濺擊於靶材的薄膜製鍍工作。

在功能上，射頻濺射鍍膜系統與直流濺射鍍膜系統的目的是一樣，就是進行製鍍薄膜功能，但直流鍍膜濺射系統只能進行金屬薄膜製鍍，射頻濺射鍍膜系統不論金屬薄膜或介電薄膜均可進行製鍍，原因在於直流濺射鍍膜系統會有正電荷累積在介電質靶材上的問題，而射頻濺射鍍膜系統使用交流電源，正負電壓互相切換，電子會受到正電壓的吸引往靶材方向移動，在靶材上中和正電荷，解決正電荷累積在介質靶材上的問題，所以射頻濺射鍍膜系統可進行介電質薄膜的鍍製工作。

4. 反應性濺鍍

由於在濺鍍化合物薄膜時，若直接以化合物當作靶材，則所濺鍍出來的薄膜會與靶材成份有所差別，且因為不同物質被離子擊出的濺擊產額不同，因此不容易控制化合物的成份組成與性質。為了得到優異品質的化合物薄膜，通常在濺鍍金屬靶時，通入與被濺射出物質反應的氣體，在基板上相互反應生成所需的化合物薄膜，此種濺鍍系統稱為反應性濺鍍。如果所通入的氣體含量剛好足夠與濺射出的原子進行反應，使得在靶材表面甚少形成化合物，則有利濺射的進行。相反地，如果通入過量的氣體，則不僅在基板上與濺射出的原子進行反應，也會在靶

面上與靶材反應生成化合物。如圖2-8所示。因此大幅降低濺射速率，適當的控制反應氣體分壓，將有助於濺鍍率的提昇。

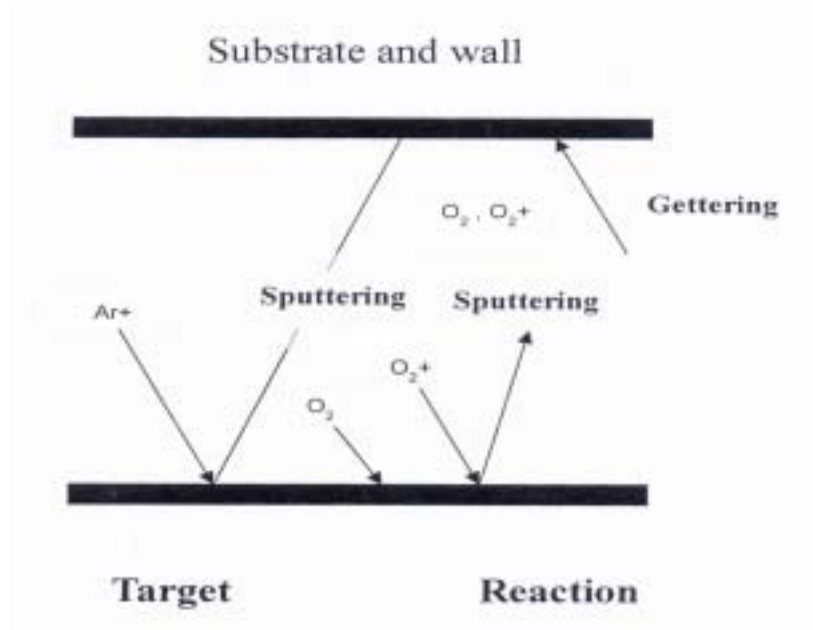


圖2-8 反應性濺鍍示意圖。