

第一章 前言

1-1 研究源起

奈米科技的蓬勃發展與實用化的相結合下，引發奈米光觸媒研究領域趨向經濟化與實用化的潮流；由於基礎的二氧化鈦（Titanium dioxide 或 titania, TiO_2 ）光觸媒具有狹窄之間隙能量帶（銳鈦礦 3.2eV）、高度光吸收率以及適當之半導體性質，其中又加上二氧化鈦光觸媒具有高氧化或還原能力、不易腐蝕、價格低廉和容易製備等優點，故被大量廣泛應用於環境污染處理；但是普遍在光觸媒之光催化過程中，皆受限於二氧化鈦之光吸收力集中於紫外光（Ultraviolet light）範圍，因此必需搭配放射性紫外線(365nm)之燈源進行操作，然而由於紫外線燈源之價格昂貴且保養不易，並對人體產生負面影響；故為能確實移轉二氧化鈦之吸收光譜範圍，跨越進入可見光（visible light）波長範圍，進而提昇可見光利用率，達到自然能源的有效利用。

根據此研究方向，近幾年來已有學者投入二氧化鈦製備技術上的改進與光觸媒摻雜金屬或非金屬之改質的研究。對於延伸二氧化鈦光觸媒之吸光波長，係較常利用加熱鍛燒或是溶膠凝膠(sol-gel)的方式進行製備具有可見光效果的光觸媒，這些研究不外乎為了獲得具有氮摻雜以及氧缺位型態之二氧化鈦，若以加熱鍛燒之方式以提高溫度促使氫及氮的游離，進而促使氮摻雜於晶相中；然而其中由於二氧化鈦之銳鈦礦(anatase)晶相具有熱不穩定性，故易因高溫變化而造成二氧化鈦晶相之轉移(銳鈦礦 金紅石)，進而使得光觸媒光催化活性降低。故有些研究則利用電漿輔助氣相沈積技術可在低溫狀態下製備二氧化鈦薄膜或是進行二氧化鈦的表面改質處理，其電漿形式包括直流放電(direct-current discharge)、高周波(radio frequency)以及微波(microwave)等三種。低溫電漿的電子溫度可達數萬度絕對溫度，而中性原子（或分子）卻處於室溫附近，因此高動能之電子與低動能之原子或分子碰撞後僅使其位能增加（如破壞化學鍵結而形成激發態）而不會增加原子或分子的動能（因電子質量遠小於原子質量）。因此，相較於高溫之

化學反應，電漿反應可在室溫下進行，故對於材料合成或改質較為適合。三種形式之低溫電漿中，以直流電漿的成本為最低，然而電漿產生效率較低，使其產物較為不均。微波電漿之電漿效率最高，而設備也最為昂貴。高周波電漿則介於二者之間，其頻率匹配技術也已成熟，因此其電漿品質也被廣泛接受。

1-2 研究目的

本研究將分成二個階段性實驗，第一階段係將利用 RF N₂ plasma 方式於低溫下，以高能量電漿放電進行商用型二氧化鈦光觸媒的表面改質，同樣將產生氮摻雜(Nitrogen-doped)之二氧化鈦。其研究目的為：

1. 以 RF N₂ plasma 方式於低溫下，進行氮摻雜改質，克服因高溫處理對二氧化鈦之晶相、粒徑、及比表面積的改變。
2. 經氮電漿摻雜以獲取具有 TiO_{2-x}N_x 形式結構的光觸媒，而藉由氮摻雜的方式，促使二氧化鈦的能帶間隙縮小，藉此使經氮摻雜改質後之光觸媒在可見光下能具有良好的吸收效果，以減低電子與電洞對的再重組率。
3. 對於觸媒活性測試，分別在可見光與紫外光光源下，進行異丙醇(IPA) 光催化降解，以瞭解氮摻雜改質後光觸媒的光催化效能。

本研究相對進行氮摻雜之二氧化鈦薄膜的製備其為第二階段，實驗過程係同樣利用 RF-PECVD 方式沉積生長 TiO₂ 薄膜；藉由從原料 TTIP 前驅物的方式進行一連串的製程實驗。其研究目的為：

1. 藉由高頻電漿輔助的方式於化學氣相沉積下，生長沉積均勻緊密的奈米級二氧化鈦薄膜，以增加其光催化效果。
2. 控制改變不同的製程參數以期盼獲得具可見光活性之氮摻雜的二氧化鈦薄膜，使其能增加可見光波長範圍之光利用率。
3. 本研究將以亞甲基藍(Methylene blue)在可見光與紫外光光源下，進行觸媒活性測試，以探討沉積生長的薄膜是否具有光催化反應。