

光觸媒介紹與應用

投稿類別：化學類

篇名：
光觸媒介紹與應用

作者：

莊弘哲。武陵高中。高三7班

湯智惟。武陵高中。高三15班

溫祐宇。武陵高中。高三15班

指導老師：
吳德鵬老師

壹●前言

一、研究動機

由於氣候變遷，地球持續暖化，環保意識近年來不斷抬頭，因此我們常常在化學課或一些科學報章雜誌上看到「光觸媒」這個名詞，因而明白它有淨化空氣、除臭、殺菌、汙水處理等功能，所以我們想要更深入了解「光觸媒」是如何產生這些功能？對環保又有什麼幫助？又如何運用在產品上？所以選擇「光觸媒」作為我們小論文的主題。

二、研究目的

- 1· 探討光觸媒的原理與功能
- 2· 整理出所有的功能及產品如何應用
- 3· 光觸媒的優缺點
- 4· 討論它使用上的困難，該如何克服
- 5· 在未來的發展

貳●內文

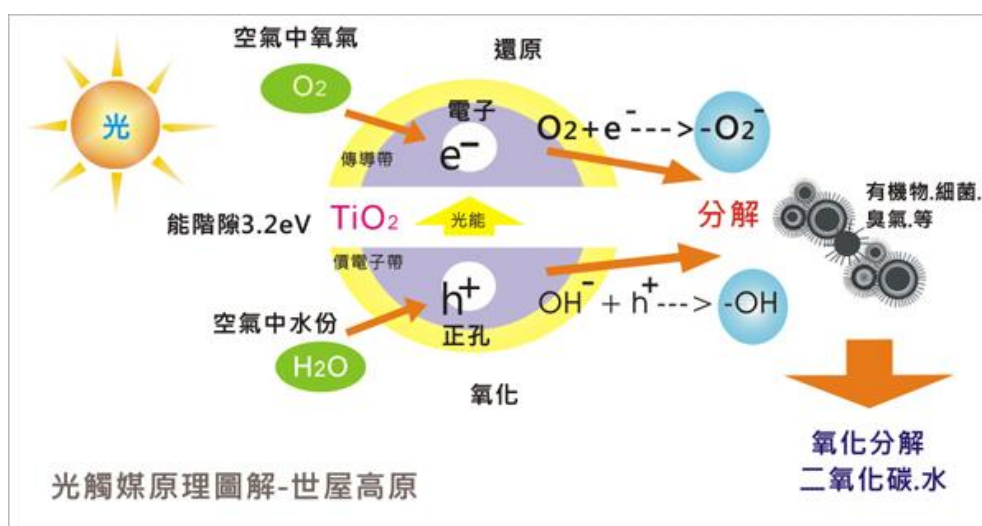
一、光觸媒的介紹

1· 原理

觸媒是指化學反應中加速或減緩反應速度的物質，在反應過程前後不會發生變化，而延緩反應速度的觸媒則稱之為負觸媒，由於反應前後不發生變化，因此理論上可以永久使用。而光觸媒並非光的觸媒，而是一種受到光的照射才會產生作用的觸媒，它可以分解有害物質，使其變成無害物質。由於可以直接利用自然中的光源，而不需要使用任何有害藥物，即可安全地分解有害物質，因此受到廣泛的關注，也有越來越多相關的研究正在進行。

光觸媒最常採用的是金屬半導體，其中以二氧化鈦最為代表性。二氧化鈦通常在常溫常壓下，其化學、物理性質都非常穩定，也不溶於鹼、酸、水及有機溶劑，使用它做為光觸媒，具有安全、經濟、實用等優點。

當二氧化鈦受到受到能量大於二氧化鈦能隙的光照射時，會產生電子和電洞，在與周遭環境的水分子和氧氣反應產生活性氫氧自由基及超氧離子，這些成分具有很強的反應性，尤其是活性氫氧自由基，它具有 120 kcal/mol 的能量。當有害物質遇到氫氧自由基，會進而引發一連串的氧化還原反應，使有害物質最終分解為水和二氧化碳等無害物質。



圖一：光觸媒反應原理

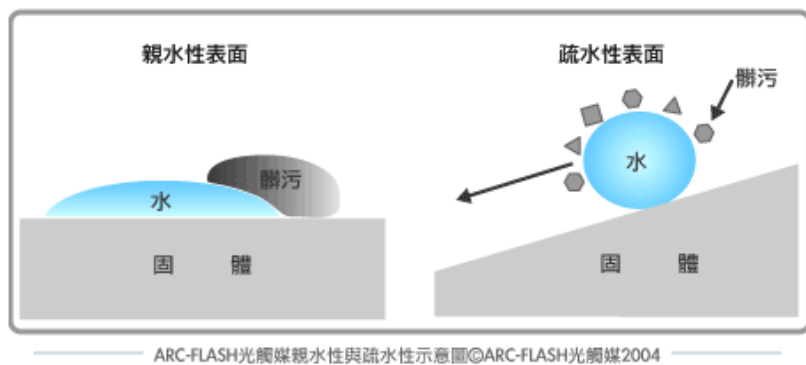
電洞：

光子具有一定能量，當照射到某些物質上（如半導體），原子的電子吸收一定的能量後，便會從價帶（valence band）躍升，到導帶（conduction band），而原本電子存在的地方就會出現一個帶正電的電洞——也即光生電子和光生空穴。由於這種電子和空穴分別具有較強的還原性和氧化性，因此能使半導體上的物質發生氧化還原反應，從而將光能轉換為化學能。這些物質被稱為光催化劑。

接觸角：

意指在液體/氣體介面接觸固體表面而形成的夾角。光觸媒未照光前是疏水性的，具有較大的接觸角，但是照光（紫外光）時，其接觸角會逐漸縮小，慢慢變成親水性，最後甚至達到親水性（接觸角在一度以下）。在停止照光後，會再逐漸增加其接觸角，變成疏水性。所以僅憑照光的動作，可使光觸媒表面產生疏水性與親水性之間的可逆變化。

超親水性：



圖二：親水性

TiO₂經 UV 光照射，電子還原四價鈦成為三價鈦，電洞會氧化負一價態的氧離子(O⁻)，當再結合四個電洞，會形成氧分子脫離，在 TiO₂ 薄膜結構上形成氧空缺(vacancy)。有水吸附時，水分子中的氧原子會填補氧的空缺，進而產生 OH 基，薄膜表面 OH 基的增加，便是表面的親水性的主因。主要應用在防霧、自潔上。

二、二氧化鈦

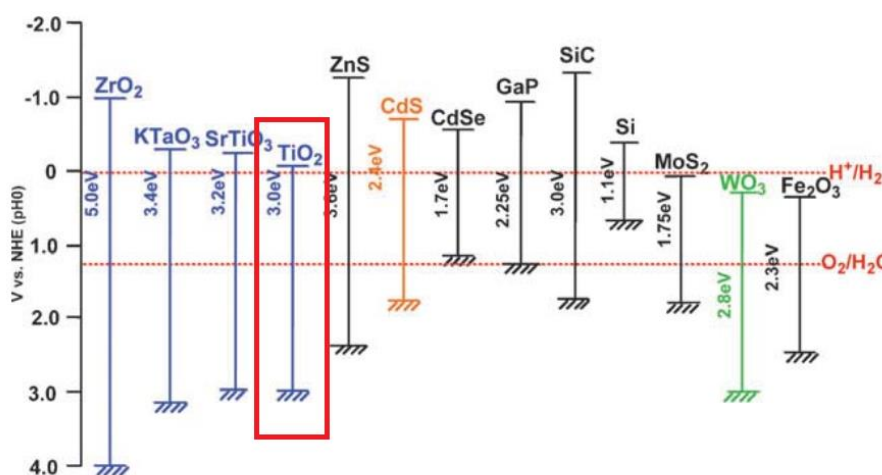
表一：二氧化鈦三種結晶構造的比較

	金紅石型	銳鈦型	板鈦型
圖示	<p>圖三：二氧化鈦晶體圖片 ※其中為了方便觀看，將氧與鈦原子大小交換</p>		
使用	工業用		學術用
晶型	正方晶系		斜方晶系
應用	白色塗料、顏料 Ex.修正液、修正帶	光觸媒	無
能隙	3.0eV	3.2eV	3.2eV

表面處理	Al₂O₃ 避免照光後分解		
氧化力	強	強	
還原力	較弱	較強	
光觸媒活性	低	高	研究顯示滿高的

1 · 二氧化鈦的獨特性

- (1) 二氧化鈦在生活中使用廣泛，除了光觸媒以外，還有油漆、修正液、纖維、橡皮、化妝品和食品等用品。
- (2) 屬於一種 n 型的半導體，其能隙為 3.2V 大於水的能隙 1.23eV，可以使水進行氧化還原反應。
- (3) 照光後「不會自己分解或溶解」，其他許多能隙比二氧化鈦小的都會溶解。照光後會自行的化合物：CdS、CdSe、ZnO.....等。如下圖四。
- (4) 許多化合物的能隙範圍都符合光觸媒的要求，但還未發現總條件比二氧化鈦好的化合物。二氧化鈦確是目前最好的化合物，已經可實際應用在產品上。
- (5) 能隙大，可接收的波長較短，大多吸收紫外光，因此常與原子或離子結合改良成可吸收可見光。



圖四：各化合物能隙圖

2 · 光觸媒五大功能



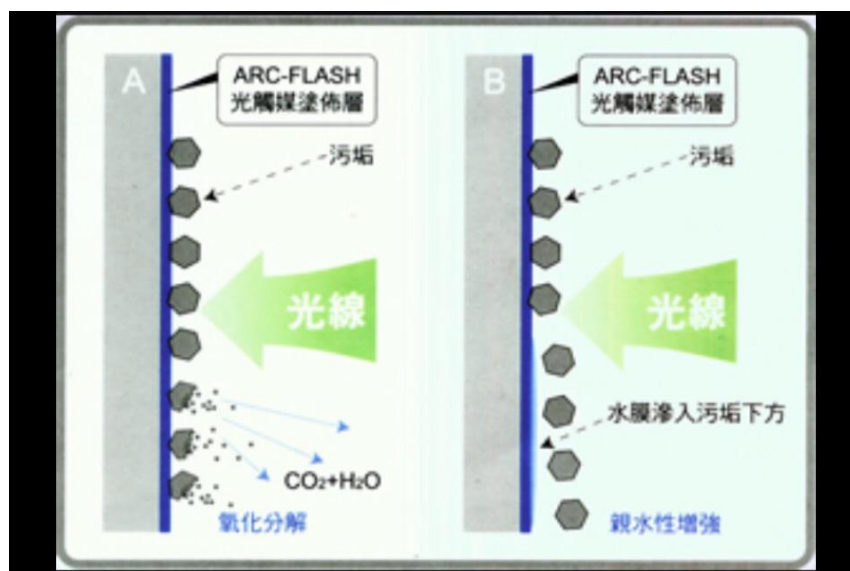
圖五：光觸媒的五大功能

3 · 產品應用

(1) 口罩

利用光催化反應來分解有害物質與殺菌。光催化反應是藉由一種半導體光電陶瓷作為觸媒，以達到將吸附物質氧化或還原的目的。使用奈米光觸媒處理，能有效抗菌、除臭、防霉、防污染、抗濾過性病毒、分解有害物質等，並且去除大氣中的污染物質。

(2) 隔音牆



圖六：去汙原理

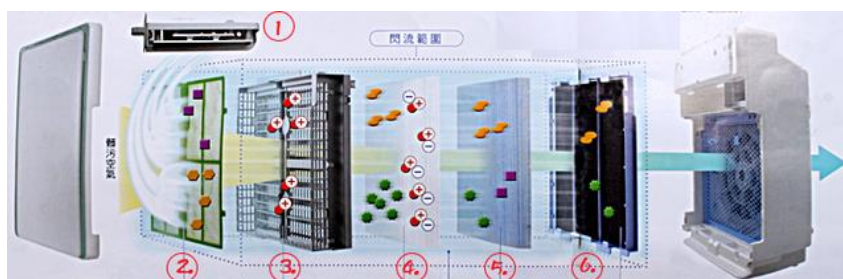
光觸媒塗佈於隔音牆上可淨化公路上的空氣，發揮相當於種樹的效果。這種光觸媒隔音板，可將氧化氮類、氧化硫等有害物質，氧化成硝酸根離子

及硫酸根離子，並且多孔狀結構對有害物質具有吸收能力，更有效的促進氧化過程的進行。

(3) 磁磚

一般是用在外壁、浴室等內裝方面。因為將二氧化鈦光觸媒混入釉藥中，再經過高溫燒製出來的磁磚，其二氧化鈦作為光觸媒，會變成性能較低的金紅石結晶。為了解決這個問題，採取了在磁磚上附上銀或銅等抗菌性金屬離子的方法。這樣一來，即使不受光照射，也能發揮其抗菌作用。

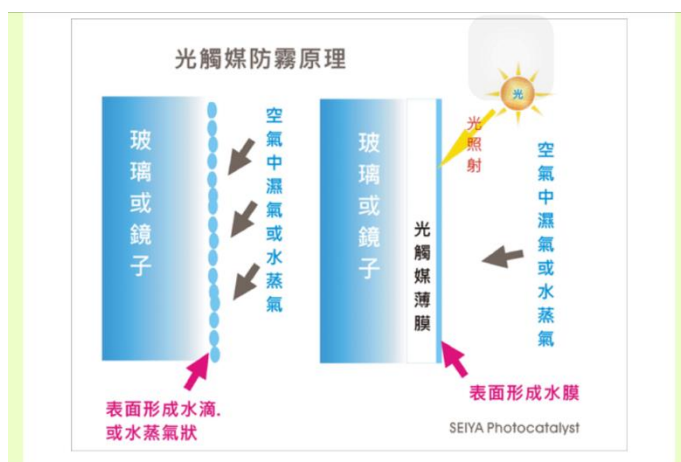
(4) 空氣清淨機



圖七：空氣清淨機

二氧化鈦光觸媒易受紫外線的照射而形成「光洞作用」，使得周圍空氣中的氧氣與水分子產生具超強氧化能力之氧與氫氧離子，再藉由空氣循環，就可分解大部分對人體或環境有害的物質，缺點是效果常常只表現在有噴塗二氧化鈦光觸媒的表面上，而無法擴散到更外圍的空間。

(5) 鏡面



圖八：防霧原理

在浴室裡的鏡子或是汽車兩旁的後視鏡，常常會因為有水滴附著或起霧而使得視線不清楚，但是在塗有光觸媒的鏡面上，會因光觸媒的超親水性而形成連續水膜，使光線不會不規則散射，這樣就可以讓人更加清楚看見鏡中的事物。

(6) 玻璃球

為了解決海中的漏油問題，美國德州大學的 A.Hellar 教授在中空的玻璃球表面鍍上光觸媒薄膜，只要玻璃球浮在海面上接受陽光照射後，就可以激發光觸媒作用，進而分解水中的油汙。但光觸媒玻璃球的功效只在實驗室中獲得證實，實際應用上卻難以實現，因為當大海的浮油層太厚時，會把整個玻璃球包覆住，使光觸媒無法受到足夠的陽光照射，因而無法產生分解油汙的效果。

(7) 冰箱、冷凍車

光觸媒並不會受到溫度的限制，在低溫的環境下仍可進行反應，也因此促成了光觸媒冰箱以及冷凍車的可行性。在冰箱內部加裝「奈米濾網」，藉由光觸媒的反應，達到殺菌與除臭的功能。

(8) 吸塵器

為避免吸塵器排出令人難受的空氣，吸塵器也應用了光觸媒的科技。在吸塵器內部加「光觸媒過濾器」，用以抵抗細菌與病毒，同時淨化空氣。吸塵器的過濾器多會附著大腸菌，但只要每星期照一次陽光，便可消滅過濾器上的細菌，也可以分解惡臭物質。(王政友(譯)(2006)。圖解光觸媒。台北縣：世茂出版。)

4·光觸媒優缺點：

(1) 優點

- a·全面性：光觸媒可有效分解甲醛、苯、氨等汙染物，且能夠消滅和抑制細菌、真菌和病毒的存活。
- b·持續性：反應過程中光觸媒不會發生變化和消耗，具有時間持久、續作用的優點。

- c · 安全性：無毒、無害，對人體安全，反應後的產物二氧化碳和水也不會產生二次污染。

(2) 缺點

- a · 大多要在有光的環境才可反應，而且是在紫外光照射下才有較顯著的效果，可見光卻較不穩定。
- b · 成本高
- c · 需要專業人員製作和維修

參●結論

一、

現今社會中，多數國家早已工業化，造成地球環境嚴重被破壞，環境議題因此漸漸受到重視，而具有多功能且對人體無害的光觸媒因而開始發展。雖然仍有許多缺點和技術上的問題尚未克服，但整體來看，抗菌、無毒等優點所帶給環境的效益是不可或缺的。

二、

在製作過程中，我們遇到很多困難，像是資料內容艱深難以理解、彼此意見分歧，都令我們傷透腦筋。然而，經過與老師的不斷討論與三人間的不斷溝通，整合了不同的看法和意見，這份小論文漸漸成形了。

三、未來展望

- 1 · 持續尋找比二氧化鈦效益更好的化合物。
- 2 · 將二氧化鈦與其他各種離子結合，以補足二氧化鈦的缺點，創造更大的效益。
- 3 · 研發板鈦型的二氧化鈦晶體，目前只有在學術上才會看到，也沒有深入探討。若在未來深入研究，也許能發展成為更有價值的光觸媒材料，使光觸媒更貼近生活化。

4 · 將光觸媒大量應用在生活上，如：汽車、眼鏡等等。

5 · 持續盡量降低成本和提升效益。

肆●引註資料

註一 王政友（譯）（2006）。**圖解光觸媒**。台北縣：世茂出版。

註二 謝文權（譯）（2003）。**圖解光觸媒**。台北市：全華出版。

註三 張京、楊健（譯）（2003）。**光觸媒圖解**。台北市：商周出版。

註四 世屋高原光觸媒。8/18。 <http://www.lightkiller.com/photo.htm>

註五 綠科技光觸媒工程。8/18。 <http://tio2spraying.blogspot.tw/>

註六 科技大觀園。8/20。 <https://scitechvista.nat.gov.tw/zh-tw/Home.htm>

註七 ARC-FLASH 光觸媒。8/20。 http://www.arc-flash.com.tw/our_tec2-5.htm

註八 小木蟲 科研第一站。8/26。 <http://emuch.net/html/201110/3725302.html>

註九 光觸媒空氣清淨機。8/26。 <http://muchong.com/html/201110/3725302.html>