



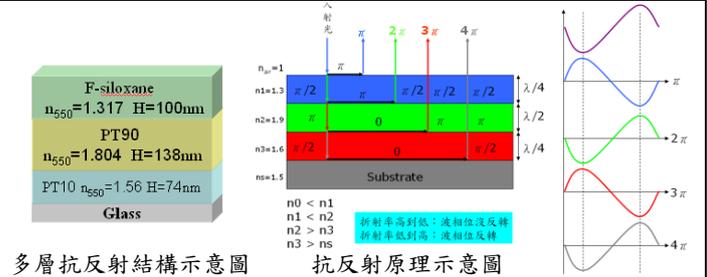
# 材料工程系專題製作成果報告

題目：以聚甲基丙烯酸甲酯/二氧化鈦混成材料製備抗反射膜及其性質探討之研究  
 學生：陳思翰、游輝桓  
 指導教授：游洋雁 老師

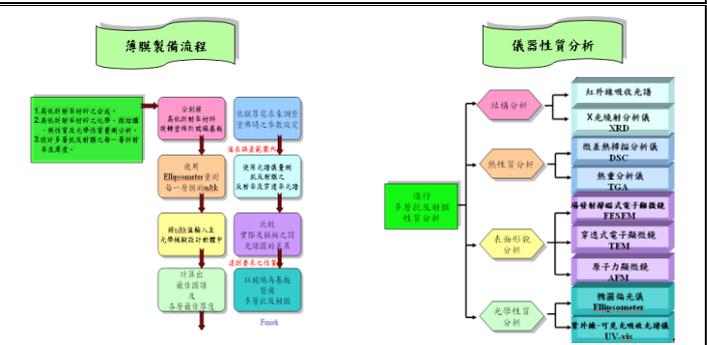
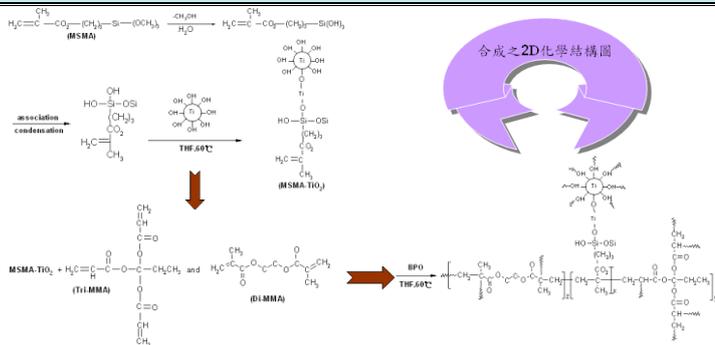
## 簡介

有機-無機混成材料在新的高等材料歸類上已被認同，因為在合成上、及協調性上具有多變性。在最近研究中指出，混成材料在光電元件上具有不同的應用，如太陽能電池、高折射率薄膜...等等。

本研究以溶膠-凝膠法製備聚甲基丙烯酸甲酯/奈米二氧化鈦混成薄膜，有機材料選用高透光性甲基丙烯酸甲酯高分子，無機材料以懸浮性二氧化鈦微粒取代二氧化鈦前驅物(鈦烷氧化物)為原料製備薄膜。此法在本研究中可有效控制薄膜中二氧化鈦顆粒大小，進而控制薄膜的各種重要光學性質。



## 實驗步驟



## 研究成果

**★結構分析**  
 從 FTIR 光譜圖中得知，Si-O-Ti 的特徵峰(720cm<sup>-1</sup>)會隨著二氧化鈦含量增加而逐漸變寬縮小；且圖中顯示經固化之後的單官能基壓力之 C=C 鍵結(1630cm<sup>-1</sup>)消失，表示有機部份已完全聚合；TiO<sub>2</sub> 特徵峰(400-850cm<sup>-1</sup>)隨二氧化鈦含量增加，其特徵峰逐漸增強。

從 XRD 繞射圖中發現，隨著 TiO<sub>2</sub> 含量增加，其 TiO<sub>2</sub> 繞射峰隨之出現，顯示出 TiO<sub>2</sub> 無機材料以混入薄膜當中。

**★熱性質分析**  
 由 TGA 圖中可知其熱裂解溫度為 302-354°C；溫度升溫至 800°C 時，發現殘餘量隨添加二氧化鈦含量增加而增加。

DSC 圖中顯示 PT10~90 均沒有發現 T<sub>g</sub> 點；原因是有機材料與無機材料間會產生氫鍵而使其鍵動減低，且無機二氧化鈦會均勻分佈於有機高分子中而限制高分子的鍵動，因此使得其 T<sub>g</sub> 點升高亦顯示沒有此混成膜相分離發生。

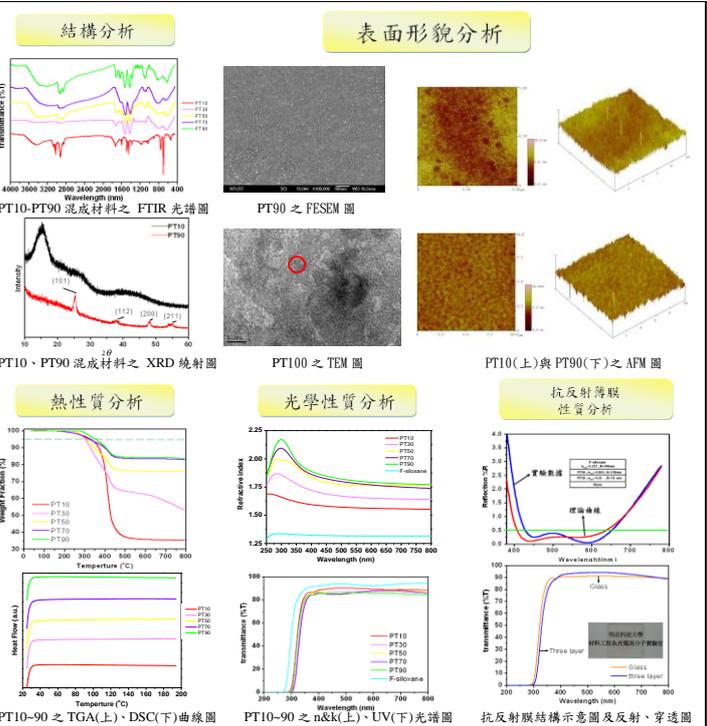
**★表面形貌分析**  
 FESEM 圖中看出 PT90 薄膜上的顆粒大小約 12~13nm。

AFM 圖中看出二氧化鈦含量為 10wt% 的壓力力薄膜，其二氧化鈦球分佈的很均勻；而二氧化鈦含量為 90wt% 的壓力力薄膜其二氧化鈦沒有聚集的現象，且 Ra/h 小於 0.3%，顯示此混成光學薄膜具良好之平坦度。

從 TEM 圖中發現，隨著 TiO<sub>2</sub> 含量的增加，其薄膜 TiO<sub>2</sub> 結晶相更明顯。

**★光學性質分析**  
 由 n&k 光譜圖中顯示混成膜折射率隨 TiO<sub>2</sub> 含量增加而增加(1.566 至 1.804)，故此混成膜折射率是可以調控的；從 UV 光譜圖中在波長 450 nm 時，其穿透率為 85-95%，顯示薄膜具有良好的光學性質。

**★抗反射薄膜之性質分析**  
 抗反射膜性質由圖中可看出(1)可見光區下，反射率均小於 0.5%。(2)可見光區穿透率皆在 90%以上。顯示出成功製備了高透明、高穿透抗反射薄膜。



## 結論

一、本研究成功製備聚甲基丙烯酸甲酯/奈米二氧化鈦之有機無機混成光學薄膜，並且以不同折射率比例製備多層抗反射薄膜(PT10/PT90/F-siloxane)，顯示出在可見光波長下，其反射率小於 0.5%。

二、AFM 檢測結果顯示，此薄膜顆粒大小分佈均勻且沒有相分離情形發生。

三、熱性質的檢測結果得知，在有機材料中加入無機材料時，溫度升溫至 800°C，殘餘量隨 TiO<sub>2</sub> 含量增加而增加；DSC 的量測結果顯示此混成薄膜沒有相分離的現象發生。

四、光學性質方面，n&k 的量測結果顯示，可藉著控制二氧化鈦含量多寡來控制混成材料之折射率，且薄膜在可見光區的消光係數(k)值幾乎等於零，表示薄膜具有良好的透明度。

★並由以上結果得知，本研究中所製得之混成薄膜深具實際應用上的價值★

No.	薄膜厚度 (nm)	n550	k550	Ra (nm)	Ra/h (%)	Rq (nm)	Rq/h (%)	Tg (°C)	Td (°C)	實驗殘餘量 (wt%)
PT10	365.28	1.56	0.054	0.968	0.265	1.216	0.332	-	328	35.31
PT30	234.72	1.66	0.042	0.638	0.272	0.793	0.338	-	302	50.40
PT50	211.47	1.764	0.012	0.569	0.269	0.723	0.342	-	308	73.31
PT70	215.69	1.782	0.012	0.597	0.277	0.748	0.347	-	322	77.95
PT90	151.37	1.804	0.011	0.394	0.281	0.538	0.355	-	354	78.09



# 材料工程系專題製作成果報告

題目：以聚甲基丙烯酸甲酯/二氧化鈦混成材料製備抗反射膜及其性質探討之研究  
學生：陳思翰、游輝桓  
指導教授：游洋雁 老師

---