

台灣二〇〇五年國際科學展覽會

科 別：化學

作品名稱：蟹殼幾丁凝膠應用在金屬氧化物奈米顆粒的
製備與燒結

得獎獎項：大會獎佳作

學 校：國立臺南第一高級中學

作 者：黃書恆

評語與建議事項：

本實驗利用自製的幾丁質實際上是 Chitosan 非 chitin。以溶膠凝膠法製作 Zn, Fe, Ti 等奈米顆粒，實驗設計新，且有實驗結果證實其可行性，理論說明認為幾丁質與金屬成螯合，若能再多與其他螯合劑比較，將更好。

作者簡介

我是黃書恆，目前就讀於國立台南一中二年級，因為在一次偶然的經驗下，接受了鄧明聖老師的指導，而開始了我的科展之途，但是在實驗的過程中，辛苦固然無法避免，但是我得到的卻是心靈上更大的喜悅與成就，我從中學習到團隊合作的重要以及科學領域的趣味，現在我終於能夠參加國際科展這一切都要感謝老師以及與我同甘共苦同學們，謝謝你們！



作品名稱：蟹殼幾丁凝膠應用在金屬氧化物奈米顆粒的製備與燒結

壹、中英文簡介

一、英文摘要：

We make use of self-made chitin with the mixed solutions of different metals to solder nano particles, and the result is excellent. The particle radius not only matches up to the size, but in the process of soldering nano particles, it doesn't need any physical pulverizing or surfactant assistance. Also, it can solder in low temperature. And we could raise its practicality and the business value. What's more, there is a good efficiency in decomposing Methylene Blue. We can further decide the roughness (measured with AFM) and the variation of the band gap from nano colloid of different metal oxide mixed ratios. Our experiment in the extending research aims to apply it to the defense of bacteria and pollution, and even photoelectric cell.

二、中文摘要：

筆者利用自製的幾丁質與不同金屬的混合溶液而燒結出的奈米顆粒成效極佳，不但粒徑大小符合，在燒結的過程中也不需經過物理研磨及介面活性劑的輔助，並且在低溫下即可燒結，可以增加實用性以及商業價值。此外，在分解亞甲藍方面也有不錯的效率，並進一步從金屬氧化物之奈米膠體混合溶液比例的不同，決定其粗糙度（以 AFM 測定）及能隙改變，在陽光下有更高的應用效率。而在實驗的延伸研究上，希望應用在防菌、除污、甚至光電池。

貳、 內文

一、研究動機：

筆者曾經進行「鈦、鐵、鋅的氧化物奈米顆粒之製備與燒結及其對有機染料之光分解」的實驗，並獲得代表學校參加南區科展，透過經驗發現沉澱法及溶膠—凝膠法，製備不同粒徑的奈米級金屬氫氧化物時，調控濃度、溫度以及反應時間是非常重要的；根據文獻，溶膠—凝膠法化學組成及粒徑規則且顆粒可達 10nm 以下，並且在低溫下即可燒結，缺點是金屬醇化物價格較高，燒結過程也易引起凝聚，且從上次實驗發現，在進行沉澱膠體時稍控制不當即產生較大顆粒沉澱。因為閱讀學長「幾丁聚醣包埋酵母菌球珠對重金屬離子廢水的處理與應用」及「幾丁聚醣膜的生物感測器及電化分析方法的探討」的實驗，發現幾丁質如適當去乙酰化，對金屬離子螯合能力相當強，並進由學長的經驗獲知製備幾丁乾燥凝膠薄膜的技術。由文獻知道，影響燒結溫度及奈米粒的粒徑是由金屬鹽的濃度及有機高分子的分子量決定，濃度越高及分子量越大分隔效果越佳，因為筆者自製的幾丁質平均分子量約 20 萬道耳吞，且螯合官能基眾多可確實使所有金屬離子被錯合，故應能製備出低溫就可燒結奈米粒，並且粒徑控制精確的奈米製備技術。進一步從金屬氧化物之奈米膠體混合比例的不同，來找出使二氧化鈦光觸媒，吸收較長波長（紅移

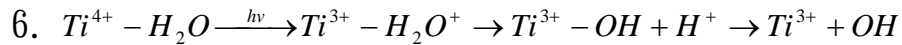
現象)的光即能催化氧化有機物的反應，使在陽光下有更高的能量應用效率，進而達到直接使用太陽光即可進行催化反應的目的。

二、研究目的：

- 1、製備去乙醯化的幾丁聚醣。
- 2、試驗製備奈米膠體最佳的溫度、濃度以及反應時間。
- 3、尋找適合燒結奈米膠體於玻璃上最佳的溫度及時間。
- 4、燒結體顆粒大小之比較(利用 AFM 掃描不同比例之燒結體)。
- 5、尋找金屬奈米氧化物混合之最好比例；並以 UV/Visible 光譜進行能隙狹窄評估。
- 6、探討奈米級金屬氧化物對亞甲藍分解之成效。

三、研究原理：

1. 利用醯胺鍵之熱分解所產生的氨與兩極金屬產生奈米級的氫氧化物膠體。
2. 利用廷得耳效應測試奈米顆粒的多少。
3. $Ti(OR)_4 + 4H_2O \rightarrow TiO_2 + 4ROH$ (R：異丙基)
4. $Ti^{4+} - OH^- \xrightarrow{h\nu} (Ti^{3+} - OH) \rightarrow Ti^{3+} + OH^-$ (O_2 不存在時)
5. $2(Ti^{3+} - OH) + O_2 \rightarrow 2Ti^{4+} - OOH \rightarrow Ti^{4+} - OH^- + O$ (O_2 存在時)



7. 吸收光譜上的藍位移及紅位移：

(1) 藍位移：

因為量子尺寸效應，而使得能隙會因粒子尺寸下降而變寬，因而使得其對光的吸收就會偏向高能量（短波長），而這種解釋對於半導體或是絕緣體都可以適用。因為奈米顆粒尺寸上的減小，導致表面張力上的增大使得晶格扭曲，晶格常數隨之變小而導致。

(2) 紅位移：

隨著奈米粒子粒徑的減小，增加粒子的內應力，使得其產生能帶結構的變化，電子波函數的重疊加大，能帶間距因而變窄所致。

8. 光觸媒現象

(1) 基本原理：當一個半導體奈米粒子(如 TiO_2) 受到大於其能隙寬度的光照射下，在價帶上的電子受到激發躍遷到導帶上，而產生電子電洞對，電子本身具有還原性，電洞具有氧化性，則電洞可和粒子表面的OH反應生成氧化性很高的OH自由基，OH自由基便可與其他的難以分解的有機物反應而生成無機的 CO_2 和 H_2O 。

(2) 當顆粒變的更小時，量子效應會更明顯，所以能帶分裂的情形更劇烈，導致價帶的氧化電位變的更正，而導電帶的還原電為變的更負，所以增加了奈米顆粒的催化效能。

- (3)當顆粒越小，半徑就越小，光子載子從顆粒內部擴散到表面時間就越短，所以電子電洞結合的機率降低，導致光催化效率的提高。
- (4)當顆粒尺寸降低，表面積所佔比例提升，所以吸附有機物的能力大大提升。

四、研究器材：

1. 分光光度計(日立 U-2001)、高溫爐、電爐、彩色燈管(20W)、紫外燈管(20W, 395nm)、濾光片、電子天平、石英玻璃、普通玻璃、自製旋轉台、微量滴管、超音波震盪器、磁石攪拌器。
2. 蟹殼、亞甲藍、乙醇、試藥級二氧化鈦、硝酸鋅、硝酸第二鐵、異丙醇、醇化鈦、TritonX-100、試藥級氫氧化鈉、鹽酸、無水醋酸。

五、研究步驟：

1. 將清洗完後的蟹殼浸入 2M 之 NaOH 溶液之中煮沸 4 小時以分解其中的蛋白質以及油脂。
2. 將蟹殼洗成中性後，加入 2M 之 HCl 之中 1 天以去除蟹殼上的 $CaCO_3$ 。
3. 再將蟹殼放入飽和 NaOH 溶液之中靜置 1 個月。

4. 將蟹殼浸入以 200ml 為標準加入 $H_2O:CH_3COOH = 1:1$ 並加入 $Mg(NO_3)_2$ (2.5M, 5 滴), 最後加入 100ml 的 H_2O ($60^\circ C \sim 65^\circ C$)。
5. 以針筒注射方式使其在 2M 之 NaOH 溶液中還原為球珠。
6. 在將其加入 2M 之 NaOH 溶液中, 利用加熱使幾丁質球珠去乙酰化。
7. 最後將球珠加入 H_2O 中與 CH_3COOH 、 $Mg(NO_3)_2$ ($pH=1\sim 2$) 共煮使其溶解成飽和幾丁聚醣溶液。
8. 取 15ml 之飽和溶液置入烘乾機之中使其乾燥測得飽和溶液中每 1ml 中 chitin 之含量。
9. 配置 Zn、Fe、Ti 之幾丁溶液
 - (1) 調配 1M 之 $Fe(NO_3)_2$ 以及 3.4 M 之 $Ti(OR)_4$ 水溶液
 - (2) 取 0.077ml 之 $Fe(NO_3)_2$ 以及 0.023ml 之 $Ti(OR)_4$ 溶液配置成 1ml 之混合溶液。
 - (3) 取不同毫升的 chitin 與 H_2O 加上步驟(2)之溶液製成 10ml 的混合溶液, 再超音波震盪(4W, 4min)。
 - (4) 將步驟 3 之溶液取出 4ml 加入 6ml 之異丙醇, 再超音波震盪。
10. 清洗方法為先將石英片泡入二氯甲烷, 將其置於超音波水槽震盪 1 小時, 將石英片取出泡入丙酮, 同樣置於超音波水槽震盪 1 小時, 將石英片取出用乙醇沖洗再利用氮氣吹

乾石英試片。

11. 將玻璃放於旋轉台之上，並加入 5 滴步驟 9 的溶液，利用離心力使其均勻分佈於玻璃之上。

12. 將玻片放入高溫槽中以 450°C 燒結 30 分鐘之後再降至 400°C 燒結 30 分鐘。

13. 燒製不同比例的奈米玻璃(總莫耳數= 1.155×10^{-4} mole)

(1) 取固定 mole 數之 Zn 重複步驟 9~12 製作 Ti-Zn 混合玻璃。

(1:1, 1:4, 1:8, 1:12, 1:16)

(2) 取固定 mole 數之 Fe 重複步驟 9~12 製作 Ti-Fe 混合玻璃。

(1:1, 1:4, 1:8, 1:12, 1:16)

(3) 固定總 mole 數並重複步驟 9~12 製作 Ti-Fe-Zn 混合玻璃。

(2:1:1, 2:2:1, 3:1:1, 3:2:1, 4:1:1, 4:2:1)

14. 燒結好的玻璃再以 UV/Visible 光譜進行能隙狹窄評估。

15. 配置不同濃度的亞甲藍液($10^{-5} M \sim 10^{-6} M$)。

(1) 取 29g 的亞甲藍，加入 250ml 的水中，使其濃度成為 $10^{-5} M$ 。

(2) 以 $10^{-5} M$ 為標準，稀釋出其他濃度($2 \times 10^{-6} M \sim 9 \times 10^{-6} M$)。

(3) 將配置好的亞甲藍液置入暗箱之中，避免其照光而改變濃度。

16. 製作亞甲藍液的校正曲線。

17. 將燒製過後，不同比例之純 Ti、Ti-Fe、Ti-Zn、Ti-Fe-Zn 玻

片置入培養皿，加入亞甲藍液(5.993×10^{-6})之中，後維持一定照度並照射不同波長之光(紅、黃、綠、藍、UV)。

18. 以分光光度計測試亞甲藍液濃度的改變，以便評估奈米玻璃分解之成效。

六、實驗結果：

1、金屬幾丁聚醣溶膠的製備與燒結

(1) 不同比例幾丁質之比較

(表一)

Chitin 量	9ml	8ml	7ml	6ml	5ml
ABS	0.390	0.441	0.553	0.452	0.356
沉澱量	無	極少	極少	少	少
微泡均勻度	優	優	佳	良	良

P.S 其他比例效果不彰，故不列入討論。

(a) 幾丁聚醣所含單元醣之莫耳數

$$= \frac{\text{所取 } \bar{V} \times \text{每ml所含重量}}{\text{單元醣之分子量}} = \frac{9 \times 0.018}{180} = 9 \times 10^{-4} (\text{mole})$$

(b) 所含金屬之莫耳數 = $0.308 \times 10^{-5} (\text{mole})$

(c) 金屬最佳螯合量 = 金屬莫耳數：幾丁質莫耳數 = 1：8

$$\Rightarrow \text{最少螯合之幾丁聚醣莫耳數} = 0.308 \times 8 \times 10^{-5} = 2.464 \times 10^{-5} (\text{mole})$$

⇒ 所剩幾丁聚醣之莫耳數

$$= 6.536 \times 10^{-5} \text{ (mole)}$$

- (d) 由以上數據可看出含 chitin 量多者效果較好。
- (e) 由實際操作可知，含 9 毫升 chitin 在配置過程中，不會產生沉澱，且在超音波震盪時，產生之微泡較為均勻。
- (f) 在混合幾丁質和 Zn 時，筆者發現其混合溶液產生果凍般的膠體，所以筆者推測應是幾丁質數量不夠，而導致其完全與金屬螯合而沒有餘下，因此喪失了保護劑以及介面活性劑的功能，並且與水的溶解度下降而彼此互相膠連所造成。
- (g) 幾丁質在本實驗中扮演保護劑、介面活性劑及螯合劑之功能，若幾丁質全部與金屬螯合，則將造成溶解度下降，而產生沉澱以及微泡不均勻之現象。
- (h) 根據實驗結果，較多的幾丁質效果較好，所以筆者認為應取 9 毫升 chitin 較為妥當。

(2) 金屬幾丁聚醣溶膠的燒結與添加介面活性劑燒結之比較

(表二)

種類 \ 表現	黏度	時間	溫度	次數	燒結能力
Chitin	適中	1 小時	400°C	1 次	佳
Triton X-100	強	2 小時	600°C	8 次	極差

- (a) 筆者使用 Triton X-100 能夠增加其對玻璃的附著度。

(b) 在實際的實驗中，筆者發現 Triton X-100 在燒結的條件上(溫度、時間、次數)困難度皆比 Chitin 高。

(c) 根據實驗結果，Triton X-100 不符合本實驗的需求，所以筆者決定用 Chitin 作為燒結玻璃之介面活性劑。

(3) 燒結體顆粒大小之比較 (利用 AFM 掃描不同比例之燒結體)

(表三)

樣本 粗糙度	空白	Ti:Fe 1:1	Ti:Fe 1:8	Ti:Fe 1:12	Ti:Zn 1:1	Ti:Zn 1:8	Ti:Fe:Zn 2:2:1	Ti
整體粗糙度 方均根(Rq)	5.940	51.070	47.607	34.483	31.398	51.881	51.077	35.798
整體粗糙度 算數平均(Ra)	3.590	38.124	32.089	24.641	24.662	37.198	44.425	24.914
部分粗糙度 方均根(Rq)	1.411	30.642	4.680	13.025	10.138	6.764	2.789	14.869
部分粗糙度 算數平均(Ra)	1.116	24.851	3.627	10.493	8.026	5.252	2.008	10.473

(單位:nm)

2、探討不同比例 Ti 與金屬氧化物分解亞甲藍之效率

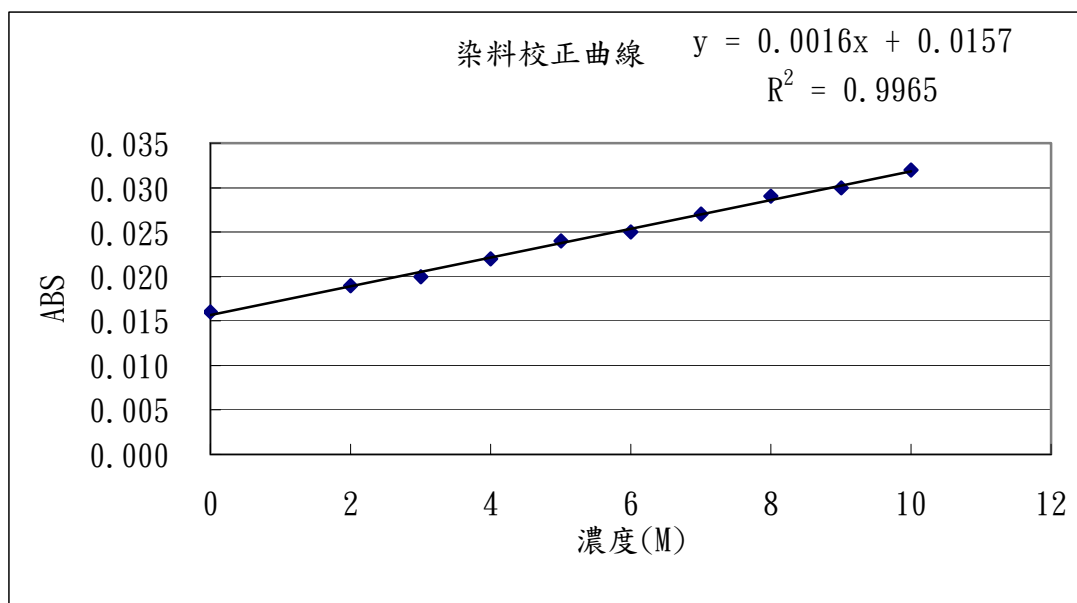
(1) 以能隙檢查尋找較佳的組成及比例範圍

(表四)不同比例燒結體在可見光波長下能隙波長比較

種類 比例	1:1	1:4	1:8	1:12	1:16

Fe:Ti	483	455	417	397	383
Zn:Ti	< 350	376	380	< 350	< 350

(2) 亞甲藍校正曲線



(圖一)

(3) 不同比例之奈米燒結體分解亞甲藍效率之比較

照光條件以及效率之計算方法：

(a) 照度: 19K 流明

(b) 玻璃面積: 9 cm^2

(c) 亞甲藍液體積: 15ml

(d) 原始亞甲藍濃度: $5.691 \times 10^{-6} \text{ M}$

(e) 時間: 30 分鐘

(f) 效率 = $\frac{\Delta C \times 0.015}{9 \times \Delta T} (\text{mole/cm}^2 \cdot \text{min})$

(表五)Ti-Fe 奈米玻璃照光後濃度($n \times 10^{-6} M$)

比例 \ 色光	紅光	黃光	綠光	藍光	UV	空白
1:1	3.262	3.187	4.665	4.786	3.398	5.737
1:4	3.971	3.684	4.439	5.088	4.635	5.314
1:8	3.911	3.820	4.198	5.510	3.760	5.706
1:12	4.047	3.594	3.881	5.299	5.340	5.691
1:16	3.926	4.876	4.228	5.223	3.473	5.571

(表六)Ti-Fe 奈米玻璃照光後分解亞甲藍之效率($10^{-10} \times mole/cm^2 \cdot min$)

比例 \ 色光	紅光	黃光	綠光	藍光	UV
1:1	1.375	1.417	0.596	0.528	1.299
1:4	0.746	0.906	0.486	0.126	0.377
1:8	0.997	1.048	0.838	0.109	1.081
1:12	0.913	1.165	1.006	0.218	0.195
1:16	0.914	0.386	0.746	0.193	1.166

(表七)Ti-Zn 奈米玻璃照光後濃度($n \times 10^{-6} M$)

比例 \ 色光	紅光	黃光	綠光	藍光	UV	空白
1:1	3.699	4.499	3.687	4.137	4.092	4.907
1:4	4.152	4.499	4.288	4.031	4.484	4.967
1:8	4.243	4.688	4.378	4.364	4.741	5.389
1:12	3.911	4.922	4.258	4.016	4.680	4.922
1:16	4.213	3.941	4.469	3.654	3.956	4.907

(表八)Ti-Zn 奈米玻璃照光後分解亞甲藍之效率($10^{-10} \times mole/cm^2 \cdot min$)

色光 比例	紅光	黃光	綠光	藍光	UV
1:1	0.671	0.227	0.678	0.428	0.453
1:4	0.453	0.260	0.377	0.520	0.268
1:8	0.637	0.389	0.562	0.569	0.360
1:12	0.562	0.000	0.369	0.503	0.134
1:16	0.386	0.537	0.243	0.696	0.528

(表九)Ti-Fe-Zn 奈米玻璃照光後濃度($n \times 10^{-6} M$)

色光 比例	紅光	黃光	綠光	藍光	UV	空白
2:1:1	5.978	6.038	6.023	4.575	6.612	6.838
2:2:1	5.812	5.555	5.691	4.680	6.219	6.999
3:1:1	5.646	6.536	6.083	4.741	6.280	6.610
3:2:1	6.083	5.797	5.948	4.228	6.461	7.050
4:1:1	6.250	5.963	6.083	4.213	6.914	7.038
4:2:1	5.933	5.359	6.250	4.590	6.597	7.285

(表十)Ti-Fe-Zn 奈米玻璃照光後分解亞甲藍之效率

($10^{-10} \times \text{mole}/\text{cm}^2 \cdot \text{min}$)

色光 比例	紅光	黃光	綠光	藍光	UV
2:1:1	0.048	0.044	0.045	0.126	0.013
2:2:1	0.066	0.080	0.073	0.129	0.043
3:1:1	0.054	0.004	0.029	0.104	0.018
3:2:1	0.054	0.070	0.061	0.157	0.033
4:1:1	0.044	0.060	0.053	0.157	0.007
4:2:1	0.048	0.044	0.045	0.126	0.013

(表十一)Ti 奈米玻璃照光後濃度($n \times 10^{-6} M$)

色光 比例	紅光	黃光	綠光	藍光	UV	空白
純 Ti	3.549	4.167	4.273	5.284	3.126	5.495

(表十二)Ti 奈米玻璃照光後分解亞甲藍之效率($10^{-10} \times mole/cm^2 \cdot min$)

色光 比例	紅光	黃光	綠光	藍光	UV
純 Ti	1.081	0.738	0.679	0.117	1.316

七、實驗討論：

1、探討幾丁質對於燒結玻璃之效果

- (1) 根據實驗結果，在燒結過程中筆者以幾丁質取代傳統介面活性劑而且筆者發現幾丁質與玻璃之附著力遠大於介面活性劑，並且幾丁質在 $300^{\circ}C \sim 400^{\circ}C$ 之間即可燒結於玻璃之上。
- (2) 筆者利用分光光度計來測量其奈米玻璃在不同波長時的吸收峰高低(參照表一)，以比較其成效以及之後樣本的選取，而筆者發現加入較多幾丁質的玻璃其吸收波長較長，可能在可見光下會有較好的表現。故筆者才選擇以 9 毫升的 chitin 作為之後實驗的標準。
- (3) 根據文獻上記載，使用介面活性劑時，必須先將要燒結的金屬以機械力研磨的方式，將固體微細化再加入介面活性劑混

合，但在混合的過程中不可以使用超音波震盪，否則產生氣泡的話，將會使得燒結體出現局部不均勻且剝落的現象，所以造成一種技術上的困難，最後在燒結的過程，介面活性劑還必須謹慎控制降溫速度，不然會造成粉屑剝落的情形。

- (4) 筆者使用的幾丁質卻不需要經過任何的研磨即可直接配製(參照表一)而且在混合的過程中可以以超音波震盪產生均勻的膠體；最後在燒結冷卻的時候，不需要做特別的溫控而且不會發生剝落的情形(參照表二)；幾丁質本身就可以當做保護劑的功能，而控制粒子的成長及防止凝聚(參照表三)。
- (5) 因為幾丁質與玻璃的結合度良好，所以在燒結的時候不需要特別的降溫並且一次就可以燒上，可以節省許多的時間，而且燒結出的效果良好，在操作上困難度不高，比傳統的介面活性劑具有更高的實用性。
- (6) 幾丁質是非常強的螯合劑，可以非常均勻的將 Fe^{3+} 、 Zn^{2+} 螯合至膠體溶液之中，才能確保燒結出均勻混合的Fe、Zn和Ti氧化物。

2、探討奈米玻璃分解亞甲藍之成效

- (1) 筆者在燒結完玻璃之後，便以UV/可見光光譜儀來測試燒結奈米顆粒玻璃能隙的大小(參照表四)，但是因為能隙只是代

表金屬氧化物價帶跟導帶的能階差，但是電子受到激發而躍升的過程中，可能會再度落下而與電洞彼此結合而湮滅，或者會經由中間能階落下而使得能量降低，無法驅動自由基的反應，並因此使反應效率下降；而從能隙掃描之中並不能看出其氧化還原生成自由基及電子電洞對彼此湮滅這兩個效應之間的競爭結果，因此必須經過實際分解亞甲藍才能確定。

(2) 再者，在照光的過程中，因為不同的金屬電子從價電帶激發到導帶以及由導帶躍至表面分解有機物的時間不同，而筆者在本實驗中必須探討其效率之高低，因此時間扮演著重要的角色，但是由 UV/可見光光譜儀無法看出其時間之長短，所以筆者才進行以亞甲藍做光分解的效率比較。

(3) 根據(表四)，在可見光下 Ti-Fe 及 Ti-Zn 的能隙波長分別為 483nm、380nm 所以筆者預估 Ti : Fe = 1 : 1、Ti : Zn = 1 : 8 等成分在可見光下有較好的效果。而根據表五~表十二的確可以明顯看出 Ti : Fe = 1 : 1、Ti : Zn = 1 : 8 在可見光下效率卓著($1.417、0.569 \times 10^{-10} \times mole/cm^2 \cdot min$)，而在紅光的部份，由於筆者沒有進行特別的溫控，可能導致亞甲藍因為吸收紅外線後溫度上升，使得紅光效率提升造成實驗數據的誤

差，所以筆者在討論時不將紅光列入討論範圍。而紫光在本實驗中成效不佳，所以筆者推測應是因為紫光的波長較短，而導致其無法穿透至亞甲藍溶液中而產生的結果。

- (4) 筆者根據文獻記載得知，在溶膠凝膠法中最重要的部分為溶膠本身的性質，因溶膠的性質會影響燒結顆粒的大小、均勻度以及燒結所需的溫度，而且溫度愈高則多孔性愈高，而筆者所使用幾丁質所需的燒結溫度的確比其他溶膠凝膠低，且筆者將溫度提高是為了提高反應的效率，此外在後續的實驗中發現多次的燒結也有助於提升分解亞甲藍的效率。

3、根據 AFM 掃描結果如表四的數據我們可以看出 Fe、Zn 離子浓度的多寡會影響到奈米玻璃表面粗糙度的高低，越多的金屬離子則其相對的粗糙度也就越高，以本實驗的結果以 1:1 的混合比例粗糙度最高 (Ti:Fe 1:1 部分粗糙度=30.642nm; Ti:Zn 1:1 部分粗糙度=10.138nm)，其中又以 Fe 跟 Zn 的粗糙度最佳，而在相同的表面積下粗糙度越高則接觸面積也會相對的增加造成反應面積的擴大，因此效率也跟著提高，這跟筆者之實驗結果也是吻合的。

4、在將奈米混合溶液覆蓋於玻璃上時，因為筆者使用的是自製旋轉台，可能導致分佈不均的現象，並在燒結的過程中與雜質結合產生較高的突起，所以筆者為了客觀起見，便將其較突兀處刪除，

而自選三塊面積相同區域之粗糙度來做平均(部分粗糙度)，以求其數據之正確性。

5、實驗過程中發生之技術問題

- (1) 在溶解蟹殼之的碳酸鈣過程中，必須將蟹殼內膜去除，否則碳酸鈣會分解不完全。
- (2) 需將蟹殼清洗至中性，否則在溶解過程中會產生不良聚合。
- (3) 在配置幾丁質溶液時必須使用冰醋酸而非醋酸酐，因為醋酸酐會跟幾丁質產生酯類而凝結成塊。
- (4) 第一階段配置好的幾丁質須保持酸性，否則溶液易變質發霉。
- (5) 加熱幾丁質時必須不停的攪拌否則會產生燒焦的狀況。
- (6) 去乙醯化未完全的蟹殼會產生溶解不全的現象。
- (7) 在配製溶液的過程中，必須將溶質的總莫耳數固定，才能比較不同比例效率的高低。
- (8) 根據文獻，在配製過程當中，必須在低溫的狀態下進行，才能避免沉澱以及確保顆粒大小。
- (9) 滴完溶液後的玻璃，需將其靜置至完全乾燥，否則在燒結時會產生氣泡，導致燒結的金屬剝落。
- (10) 亞甲藍液必須放置在暗箱之中，不然會因為照光而使得濃度產生改變，而且必須一次用完否則會因為玻璃本身的吸附造

成實驗數據的誤差。

(11) 在做玻璃吸收波長掃描時必須將表面清洗乾淨，不然會出現如鈦般的不良吸收峰。

(12) 照光時須將各種色光照度調整至相同，才能比較分解效率。

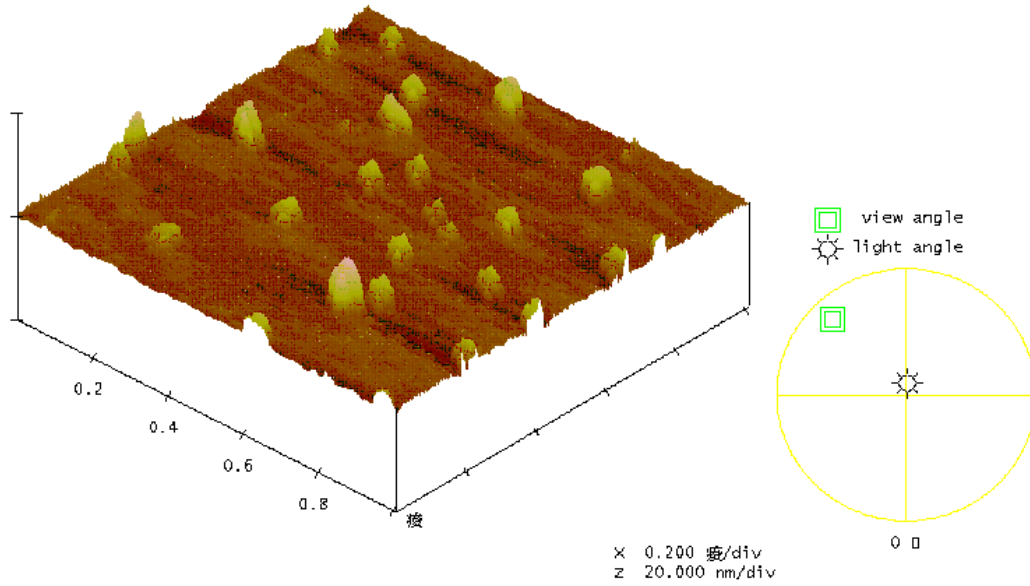
八、實驗展望：

希望能找到一理想奈米光觸媒製作方法(包含表面處理、鍍層顆粒、鍍層厚薄、…等)，並且不透過金屬醇化物，在低價位，高穩定度下製成奈米粒，使其在陽光下有很好的效率，可應用在防菌，除污，甚至光電池，提升其商業價值。而奈米光觸媒是燒結在玻璃上，實驗在衍申研究上，希望設法燒結在鎳網上，可能在污水處理裝置上應用性較佳。

九、實驗附錄：

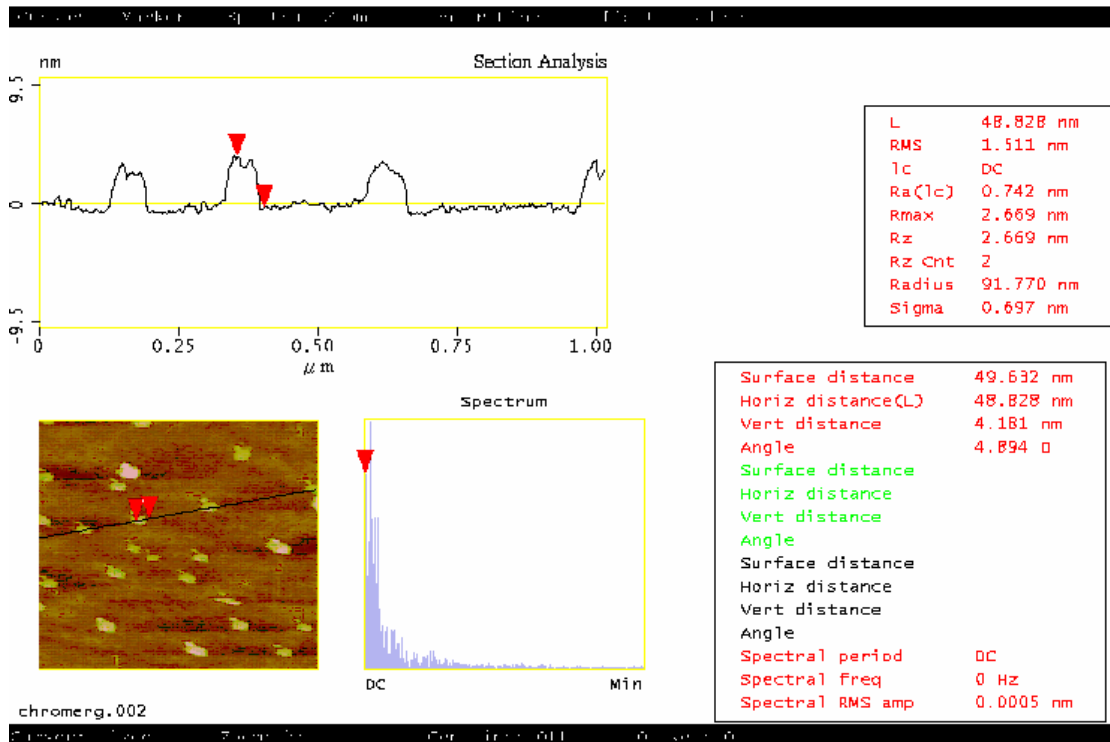
1、利用 AFM 掃描玻璃結果

Digital Instruments NanoScope
 Scan size 1.000 微米
 Scan rate 1.001 Hz
 Number of samples 512
 Image Data Height
 Data scale 20.00 nm



chromerg.002

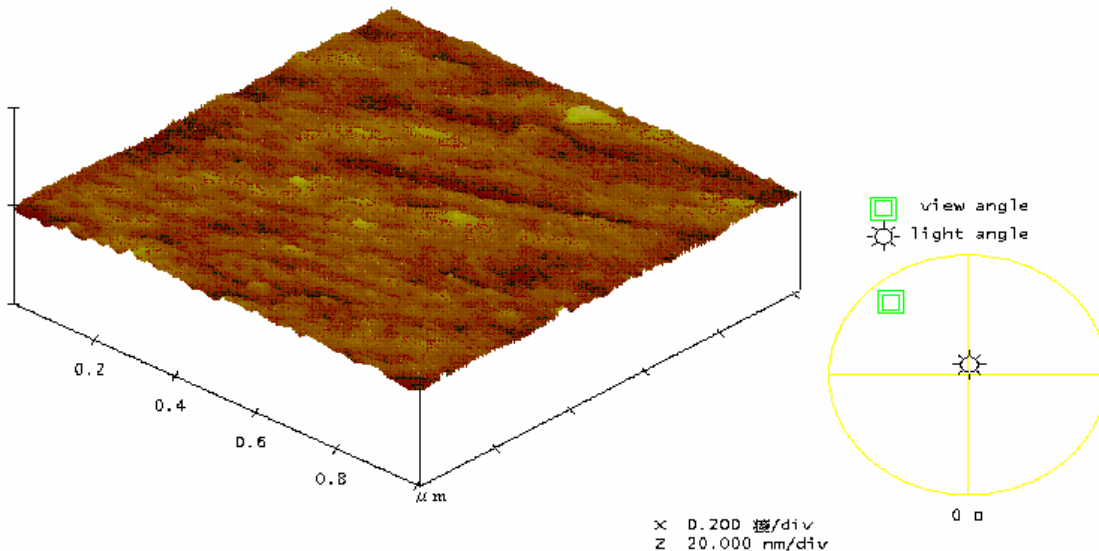
3. chromerge (24hr)



(附圖一) 尚未清洗之石英玻璃

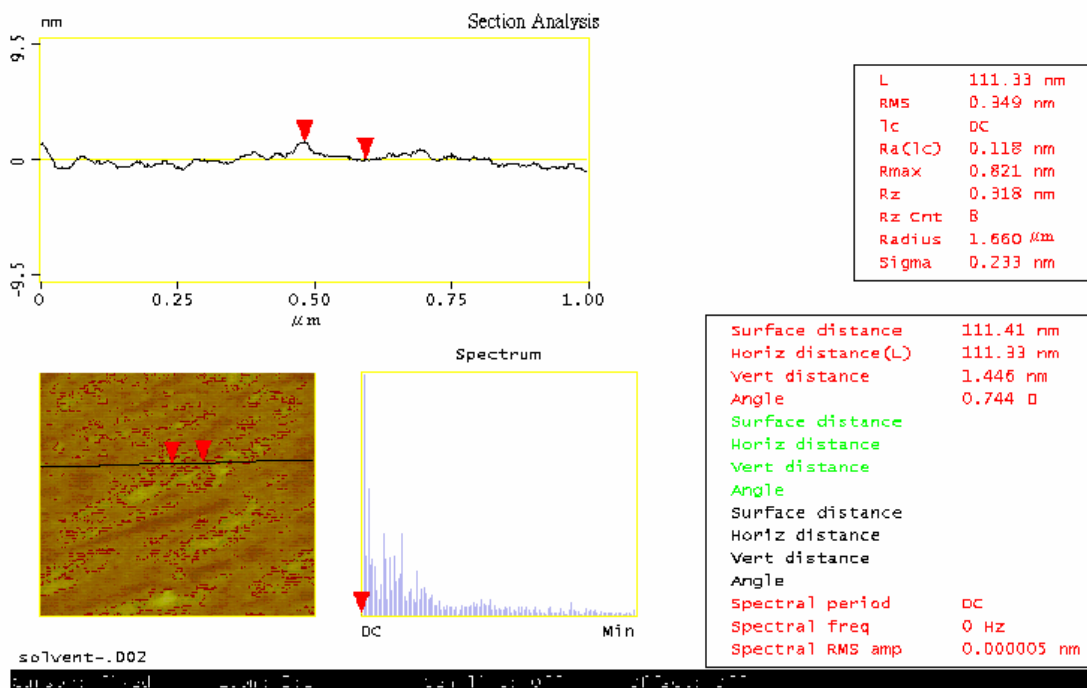
6. CH₂Cl₂ (1hr) and acetone(1hr)

Digital Instruments NanoScope
 Scan size 1.000 μm
 Scan rate 1.001 Hz
 Number of samples 512
 Image Data Height
 Data scale 20.00 nm



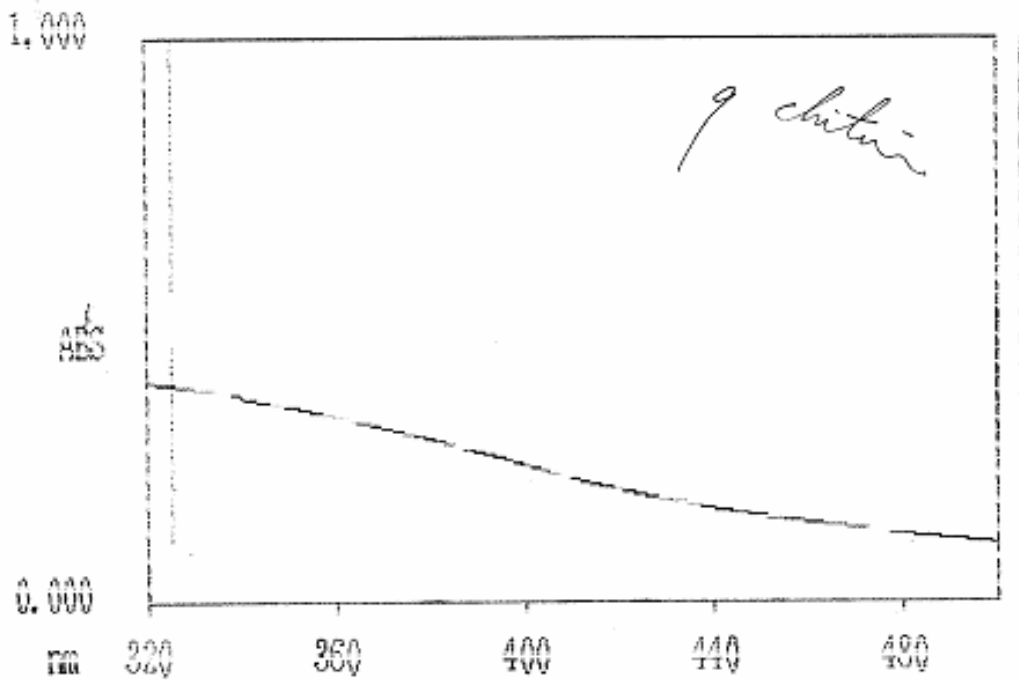
solvent-.002

7. CH₂Cl₂ (1hr) and acetone(1hr)

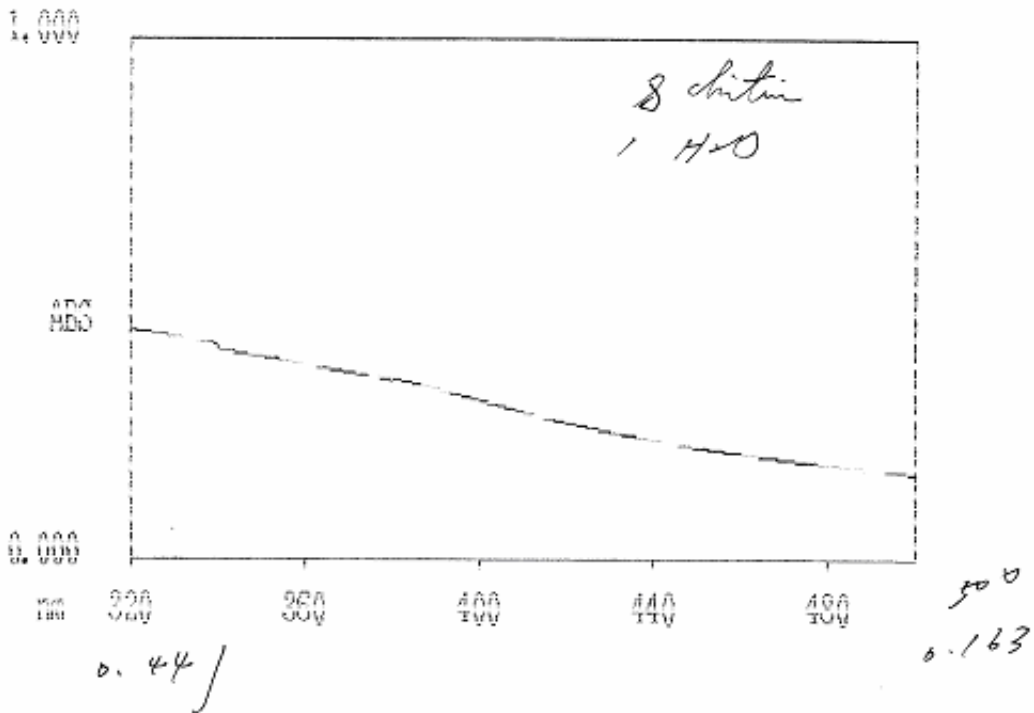


(附圖二)清洗後的空白石英玻璃

(1) 幾丁質 ABS 圖



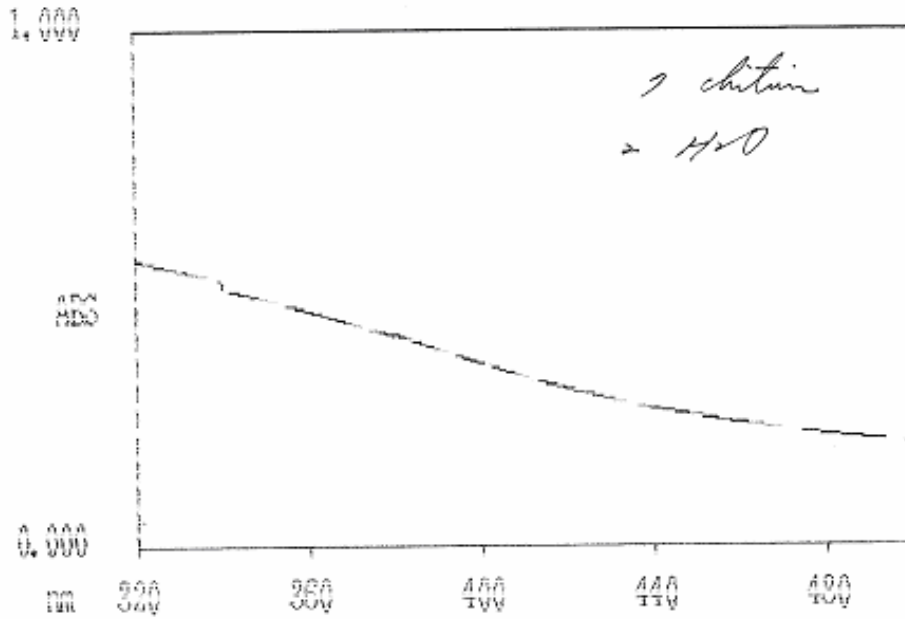
(附圖三)



(附圖四)

WAVELENGTH SCAN/SDCU

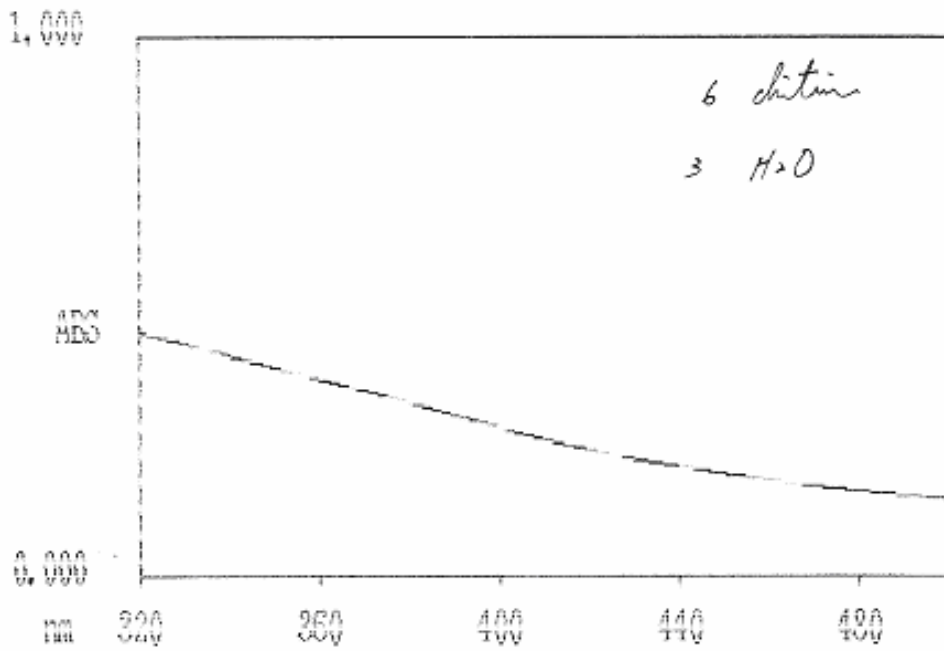
07/06/04 13:51



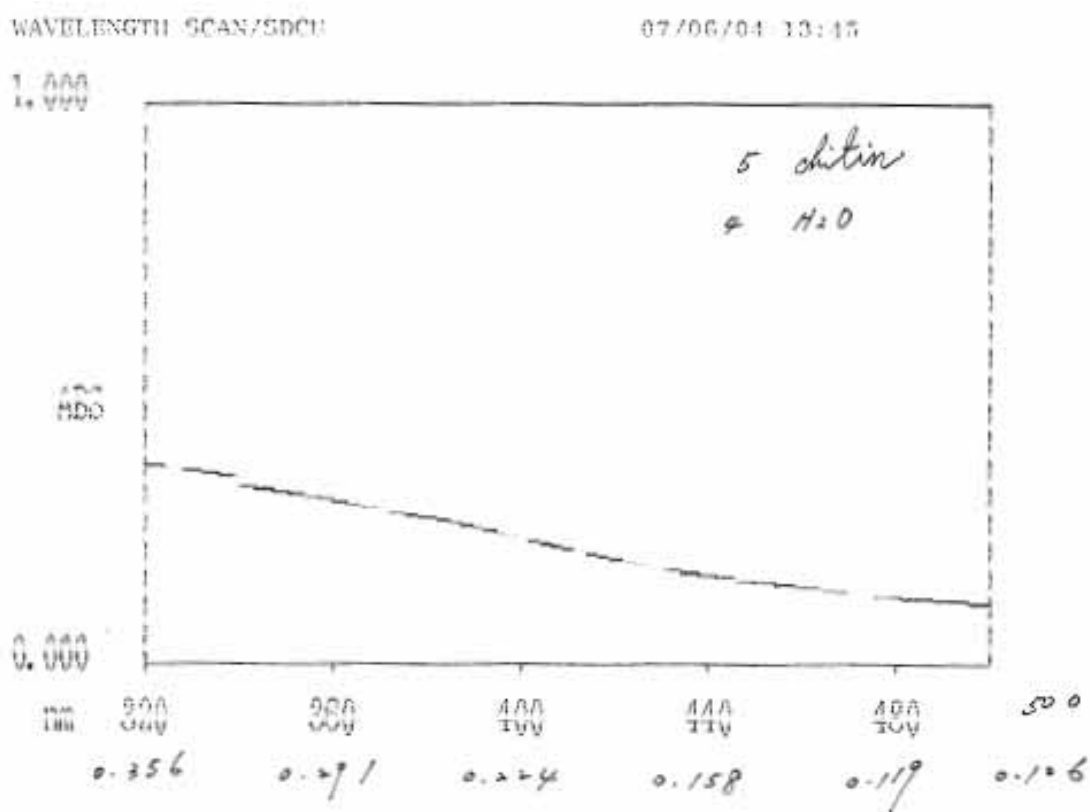
(附圖五)

WAVELENGTH SCAN/SDCU

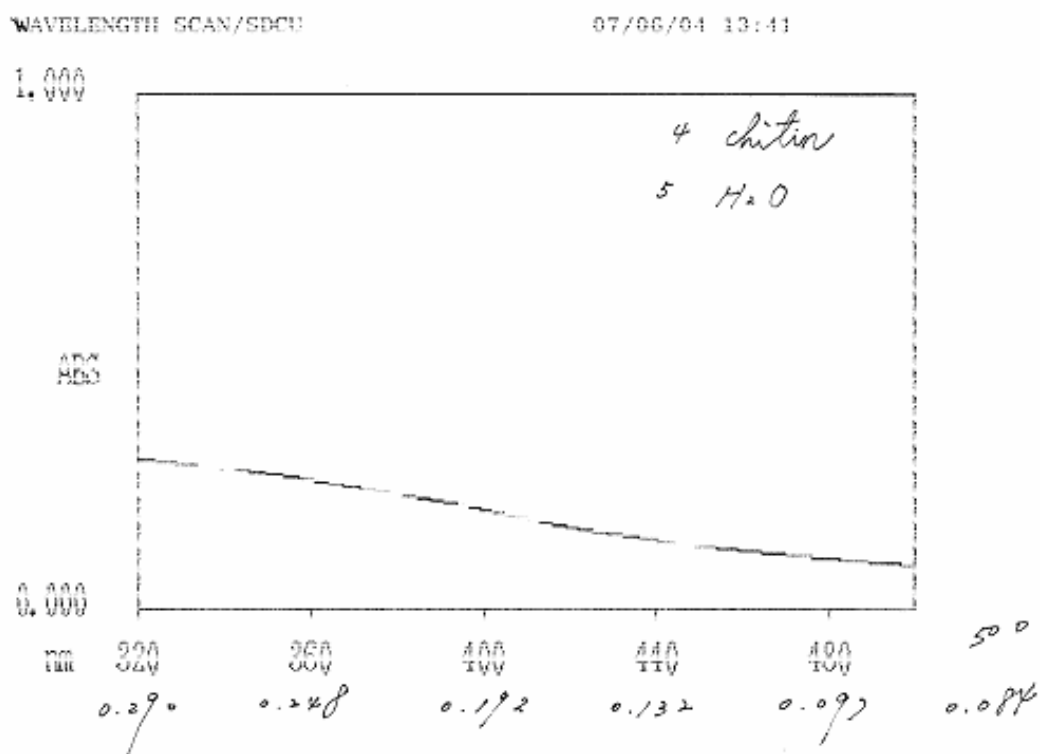
07/06/04 13:48



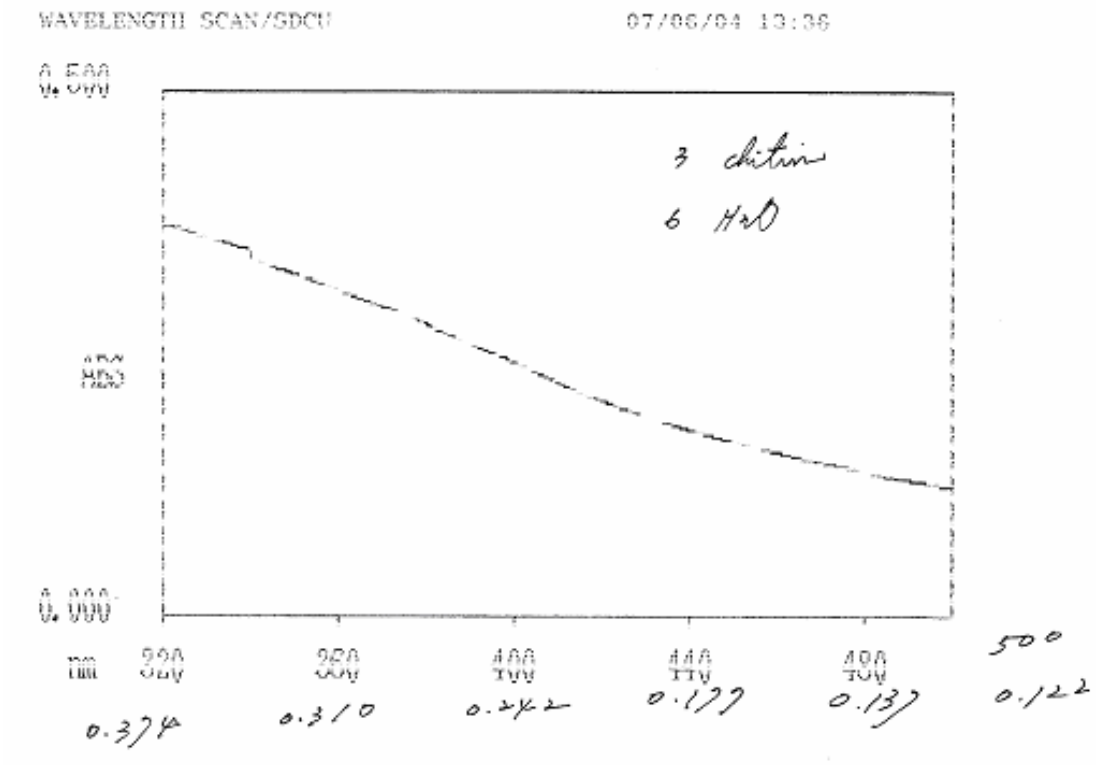
(附圖六)



(附圖七)



(附圖八)



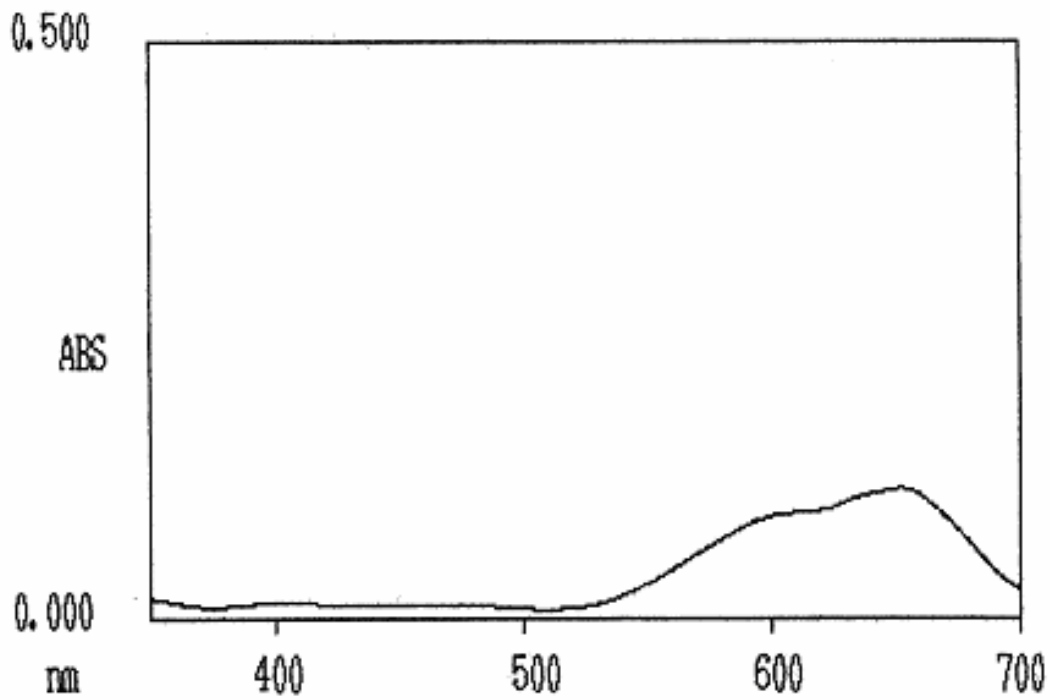
(附圖九)

(3) 玻璃燒結體之吸收波長

WAVELENGTH SCAN/WL

Ti

07/23/04 17:15

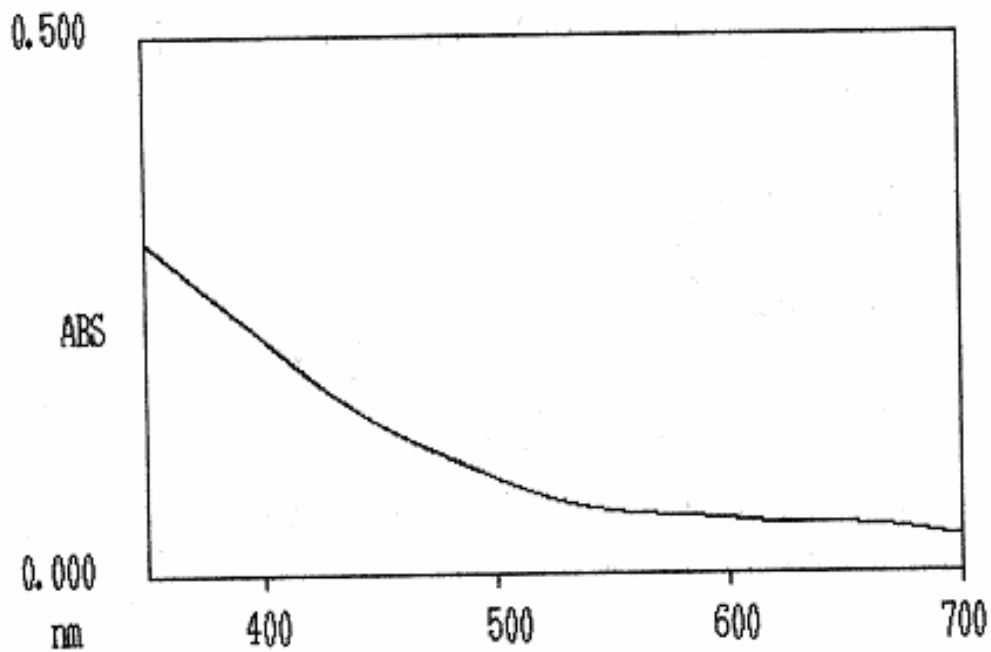


(附圖十)

WAVELENGTH SCAN/WL

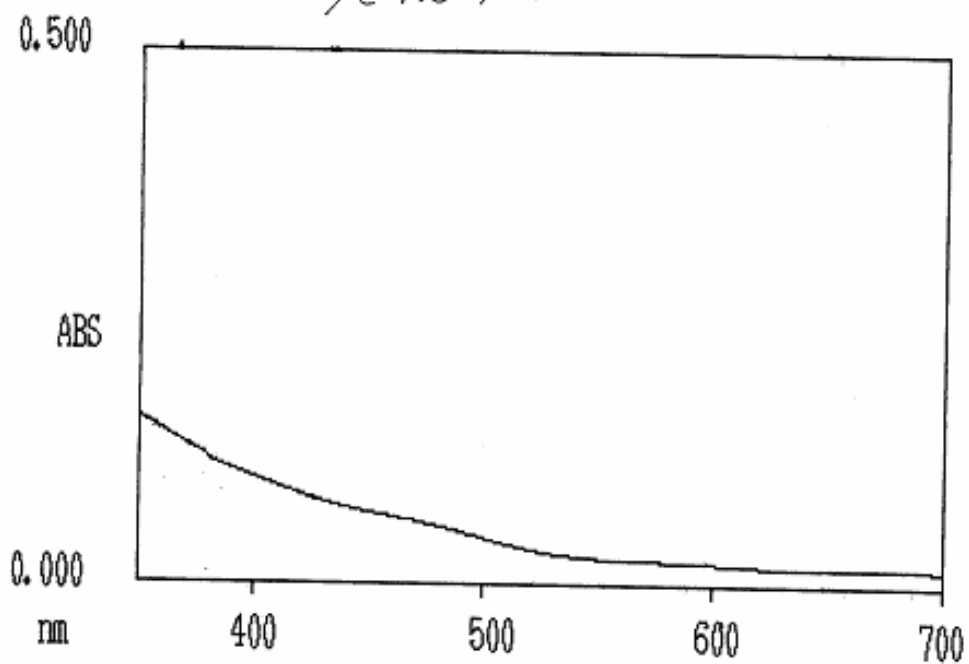
Fe:Ti = 1:1

07/23/04 10:38



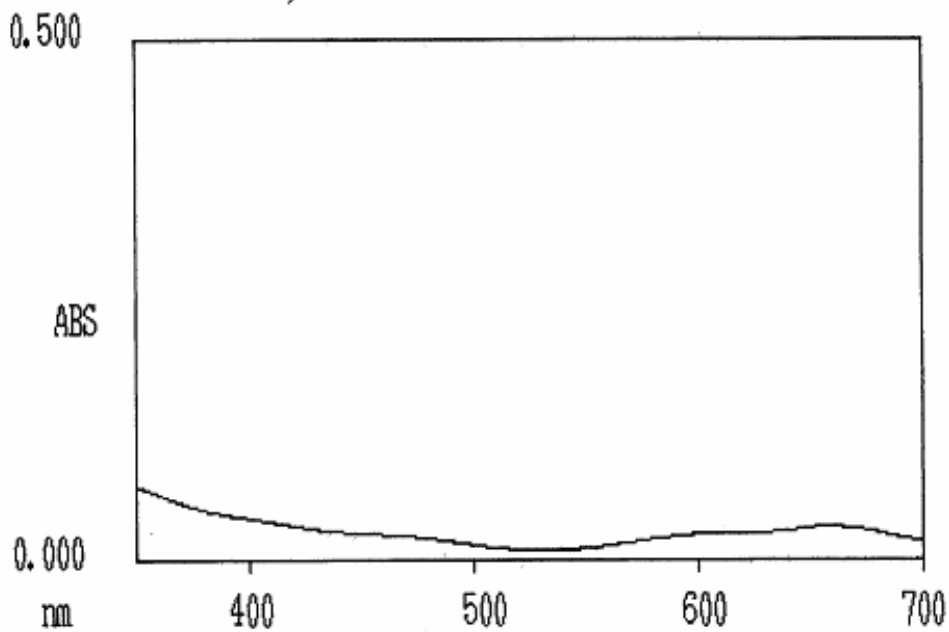
(附圖十一)

WAVELENGTH SCAN/WL *Fe:Ti = 1:4* 07/23/04 15:20



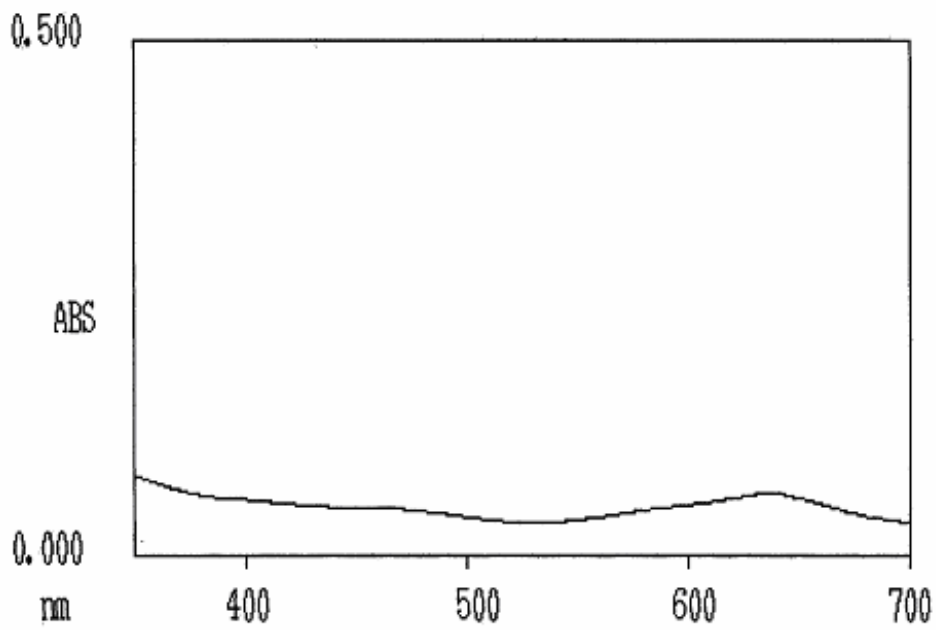
(附圖十二)

WAVELENGTH SCAN/WL *Fe:Ti = 1:8* 07/23/04 15:59



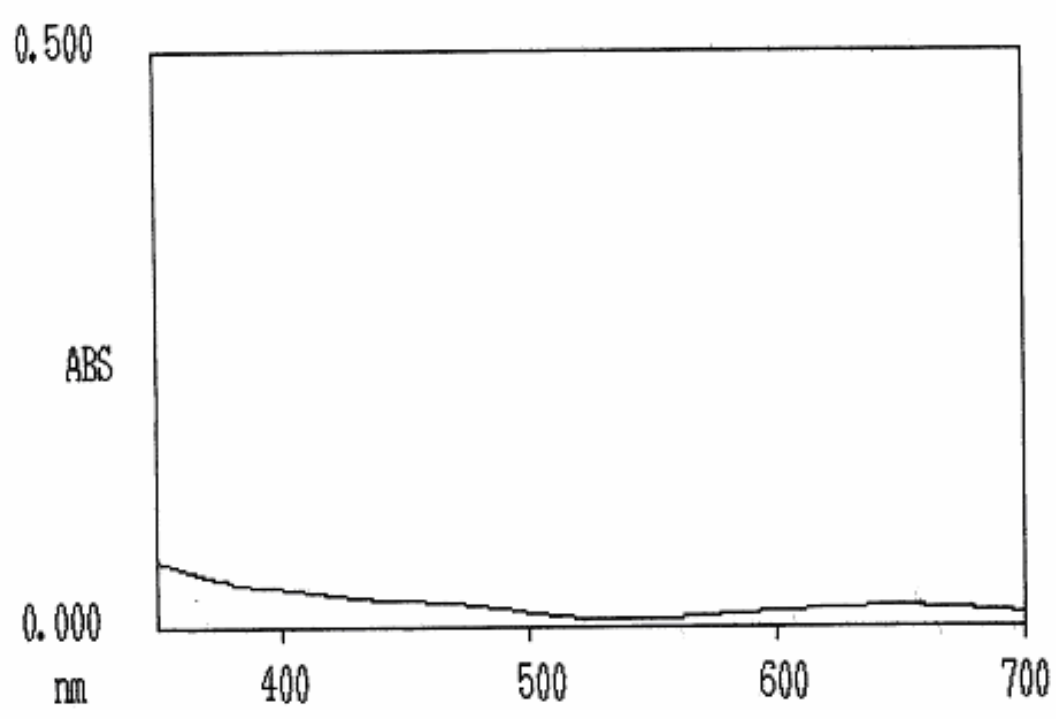
(附圖十三)

WAVELENGTH SCAN/WL $Fe:Ti = 1:12$ 07/23/04 16:04



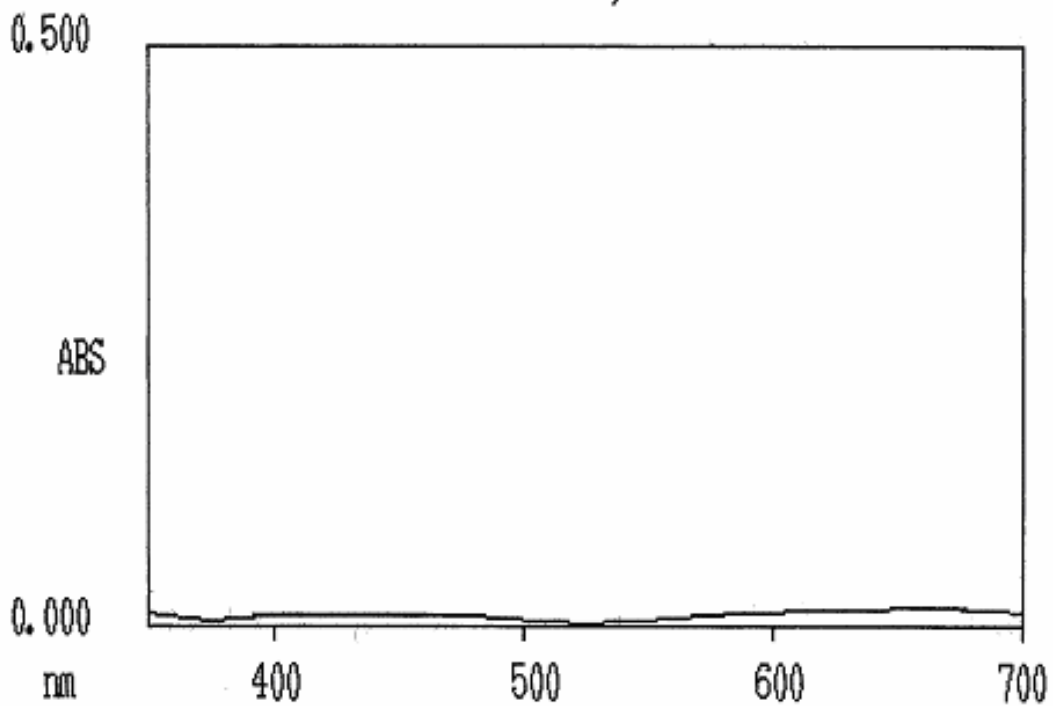
(附圖十四)

WAVELENGTH SCAN/WL $Fe:Ti = 1:16$ 07/23/04 16:10



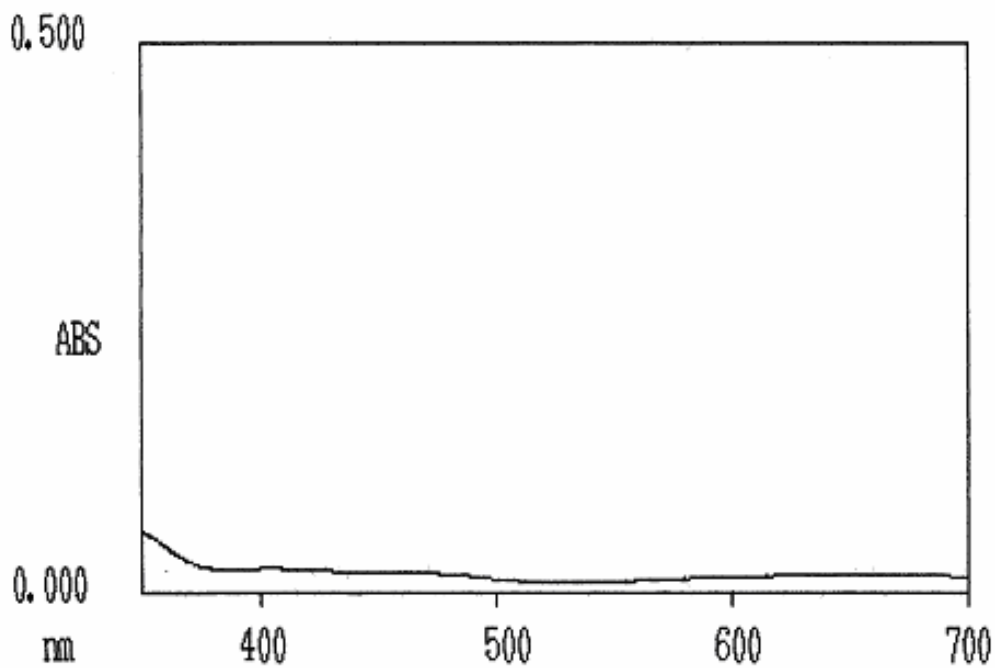
(附圖十五)

WAVELENGTH SCAN/WL $Zn^{2+} \cdot T_{\lambda} = 1 \mu$ 07/23/04 16:32



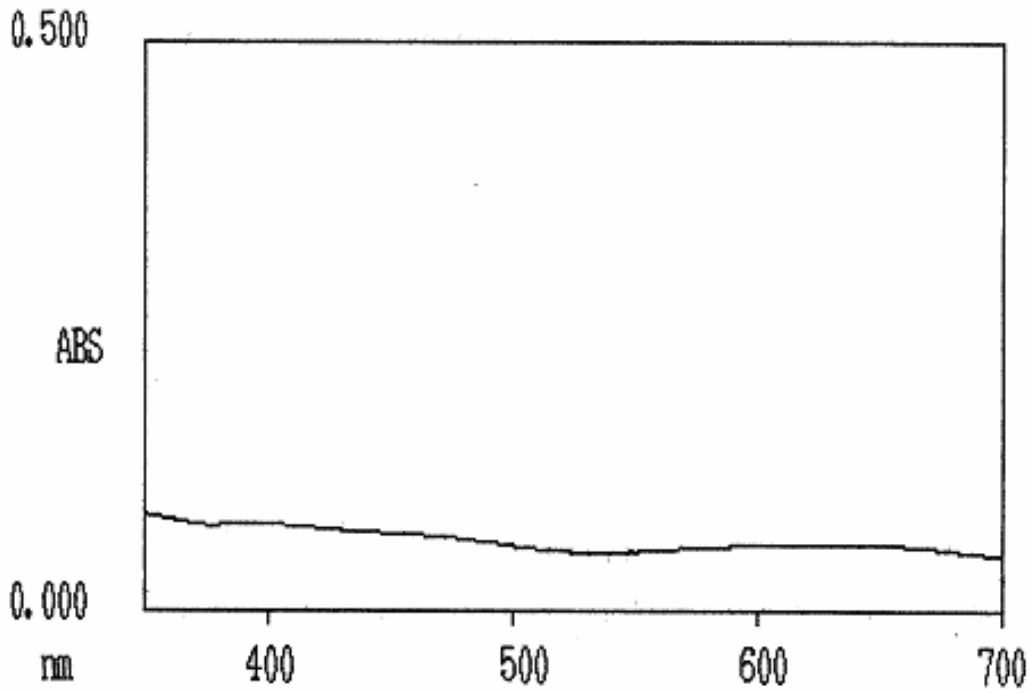
(附圖十六)

WAVELENGTH SCAN/WL $Zn^{2+} \cdot T_{\lambda} = 1 : 5 \mu$ 07/23/04 16:44



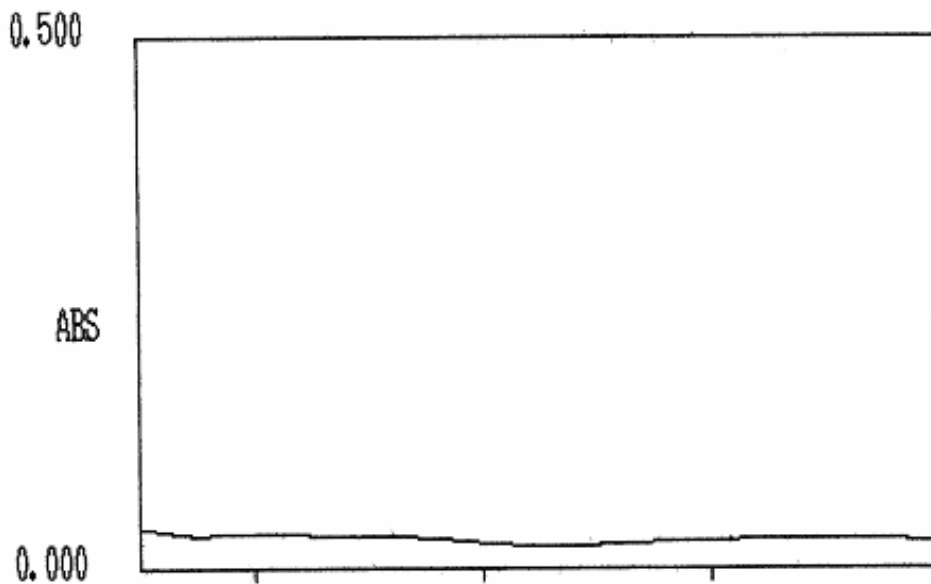
(附圖十七)

WAVELENGTH SCAN/WL $Z_{0.5}T_{0.2} = 1:8$ 07/23/04 16:50

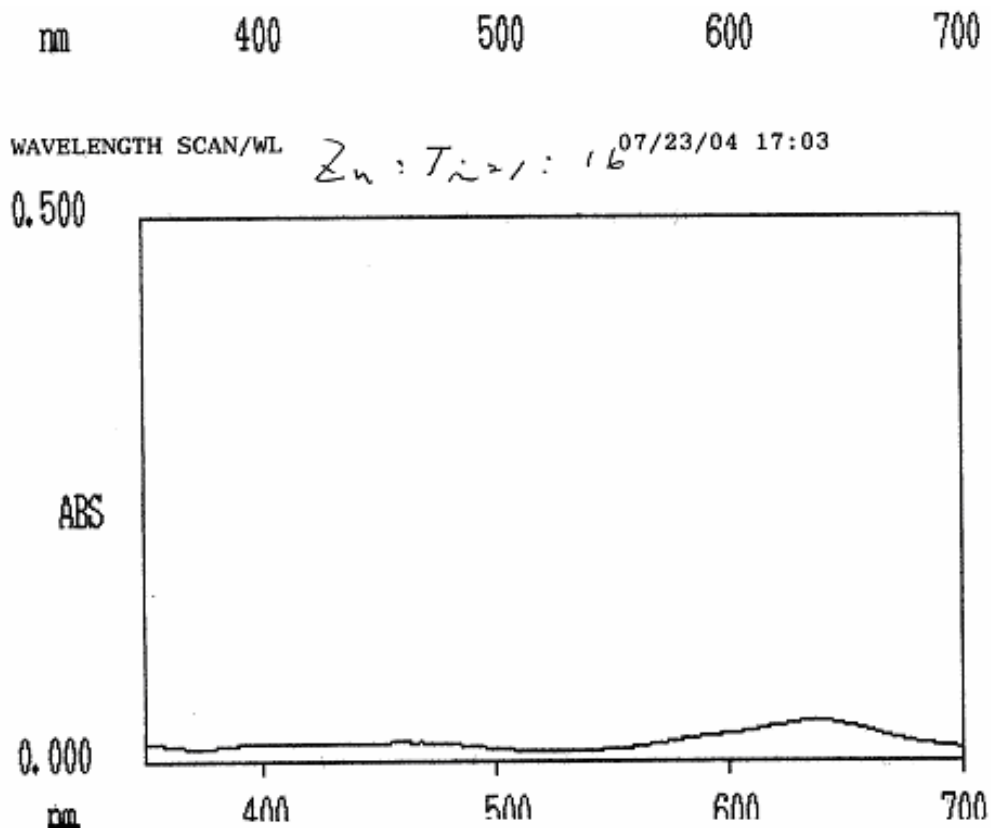


(附圖十八)

WAVELENGTH SCAN/WL $Z_{0.5}T_{0.2} = 1:12$ 07/23/04 16:57



(附圖十九)



(附圖二十)

十、參考資料：

1. 超微粒子理論應用，莊萬發，復漢出版社
2. 奈米材料在光學上的應用及其製造方法，魏碧玉、賴明雄，工業材料，第153期，88年9月，p.113~123
3. 奈米材料及製程介紹，呂英治、洪敏雄，科儀新知，第22卷第6期，92年6月

http://nano.mse.ttu.edu.tw/html/doc/Class01_Intro/3.pdf

<http://nr.stic.gov.tw/ejournal/NSCM/v28n4/281-288.pdf>