

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

高中組

生活與應用科學科

科別：生活與應用科學科

組別：高中組

作品名稱：超不炫！抗眩膜的研究

關鍵詞：

編號：040803

學校名稱：

桃園縣立永豐高級中學

作者姓名：

陳恬雅、郭敏柔、謝毅堅、端木康

指導老師：

方家慶、鄭存統



摘要

一般陰極射線管(CRT)的電視螢幕易造成光線的反射強度過強(如圖1-1)，可看到天花板的日光燈；所以在外部光線很大時，會因刺眼而看不清楚螢幕的影像。但經過表面霧化處理的液晶螢幕，就可以使入射光源產生散射現象，光源分散的效果，進而達到抗眩的效果(如圖1-2)，便看不到天花板的日光燈。而表面霧化處理，指的就是在螢幕上貼合一張含奈米粒子或微米粒子的薄膜。本實驗利用實驗計劃法設計，首先合成出奈米粒子之後利用塗佈、光聚合的方式(高中化學下第八章)，形成一張抗眩效果的薄膜；再利用光學反射原理(高中物理上15-17章)測量薄膜的眩光度；眩光度大表示眼睛會感到不適，螢幕不眩光表示較佳。根據實驗結果，發現粒子添加的多寡與粒徑大小是決定眩光度好與壞的主要因素。



圖1-1 一般陰極射線管的螢幕



圖1-2 經過表面霧化處理的液晶螢幕

壹、研究動機

電腦儼然已成為二十一世紀不可或缺的工具，但是長時間坐在電腦桌前，眼睛便會感到不適；原因是：當光線照射在電腦螢幕上後，其反射光會直射到人體的眼睛，造成眼睛的不舒服而無法長時間在電腦螢幕前工作。究竟要如何能夠在長時間的使用電腦時，又能夠不對眼睛造成傷害呢？針對這個疑問，我們觀察目前廣為流行的液晶電腦螢幕，發現液晶螢幕並不會因為光線而造成眼睛的不適，將兩種螢幕相比較之下，很明顯的發現以往的電腦螢幕表面非常的平滑，所以當光線照射在螢幕上時，人體的眼睛會接收到大部分的光線。為什麼同樣的光線照射在兩種不同的螢幕上時，會呈現出不同的狀況呢？液晶螢幕究竟如何做到讓反射的光線減少？這便是本實驗所要研究的！

貳、研究目的

- 一、製造抗眩膜，並找出具最佳效果的抗眩膜製作配方，並與商業販售膜做比較。
- 二、設計測量眩光度的方法，並探討各成分對眩光度的影響。
- 三、設計測量穿透度的方法，並找出穿透率與眩光度的關係。

參、器材及藥品

一、實驗設備

- | | |
|------------------------------|----|
| (一) 高速攪拌器 (圖4-1) | 一台 |
| (二) 電子秤 (圖4-2) | 一台 |
| (三) 烘箱 (圖4-3) | 一台 |
| (四) 眩光測量裝置 (圖4-4-1) (圖4-4-2) | 一組 |
| (五) 電腦 (圖4-5) | 一組 |
| (六) 數位相機 (圖4-6) | 一台 |
| (七) 紫外燈(UV) (圖4-7) | 一台 |
| (八) 氦氖雷射光源(圖4-8) | 一台 |
| (九) 線棒 (圖4-9) | 一根 |

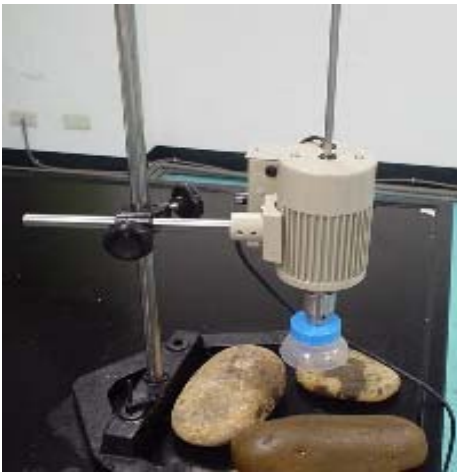


圖4-1 高速攪拌器



圖4-2 電子秤



圖4-3 烘箱



圖4-4-1 眩光測量儀器



圖4-4-2 眩光測量儀器



圖4-5 電腦



圖4-6 數位相機



圖4-7 紫外燈



圖4-8 氦氖雷射光源



圖4-9 線棒

二、實驗器材

(一) 玻璃片	數片
(二) PET膜	數張
(三) 塑膠杯	數個
(四) 玻璃滴管	數根
(五) 塑膠滴管	1 包
(六) 玻璃棒	10根
(七) 乳膠手套	3 盒
(八) 錐形漏斗	2 根
(九) 碼錶	3 個
(十) 點滴瓶(30mL)	50個
(十一) 鋁箔紙	1 盒
(十二) 膠帶	1 捲
(十三) 膠帶座檯	1 台
(十四) 量筒(500mL)	一個
(十五) 秤量紙	一盒

三、實驗藥品

- (一) 寡聚體(Oligomer)，Aliphatic urethane hexaacrylate

- (二) 單體(Monomers) , Ethoxylated 2,2-Methy-1,3-Propanediol Diacrylate
- (三) 溶劑(Isopropyl alcohol)(IPA)
- (四) 粒子(particle)
- (五) 光始劑(photo-initiators) , 1-Hydroxy-cyclohexyl-phenyl-ketone
- (六) 整平劑(leveling agent) , 1,6-hexanediol diacrylate

肆、研究過程或方法

前置作業：蒐集資料、閱讀整理資料^[1-9]、實驗試作、實驗配比設計。

一、具最佳效果的抗眩膜製作配方

(一)、合成奈米粒子，原理如(圖5-1-1)、(圖5-1-2)

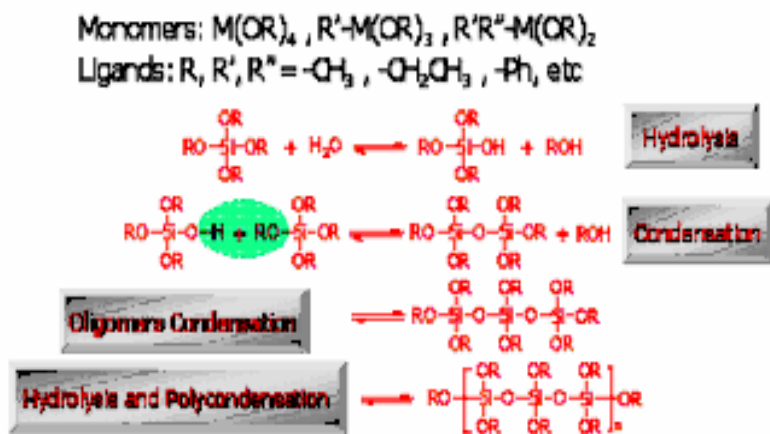


圖5-1-1 合成奈米粒子

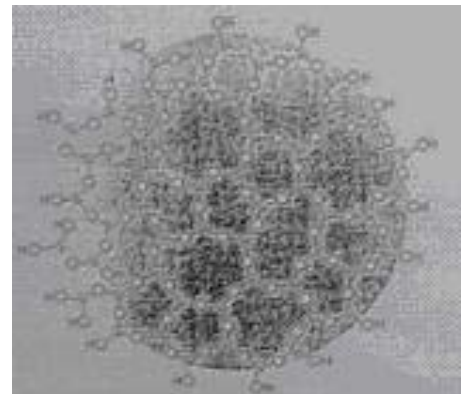


圖5-1-2 合成奈米粒子之原理

(二)、在塑膠容器內依序加入

- 1、寡聚體(Oligomer) 如(圖5-1-3)
- 2、單體(Monomer) 如(圖5-1-4)
- 3、溶劑(IPA) 如(圖5-1-5)
- 4、粒子(particle) 如(圖5-1-6)
- 5、光始劑(photo-initiator) 如(圖5-1-7)
- 6、整平劑(leveling agent) 如(圖5-1-8)



圖5-1-3 寡聚體



圖5-1-4 單體



圖5-1-5 溶劑



圖5-1-6 粒子



圖5-1-7 光始劑



圖5-1-8 整平劑

(三)、攪拌：

- 1、以玻璃棒攪拌三分鐘。
- 2、放至高速攪拌器以1500rpm的速度，攪拌十五分鐘。

(四)、塗佈：

- 1、將一片約15×15平方公分的玻璃片固定在桌上。
- 2、在玻璃片上墊白紙。
- 3、將PET膜固定於白紙上。
- 4、用滴管將溶液滴於橫放在PET膜上的線棒，由前往後將溶液均勻塗抹在PET膜上如(圖5-1-9)。

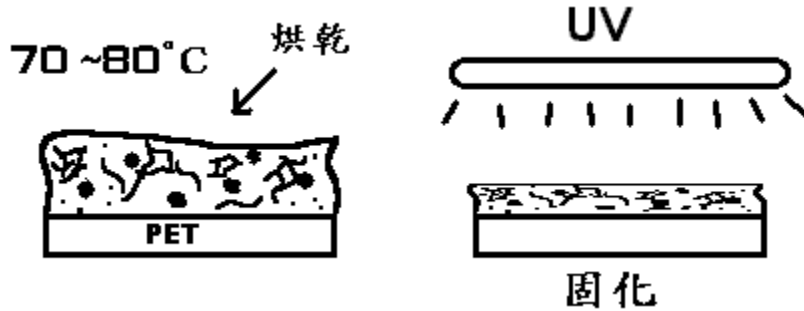


圖 5-1-9 塗佈

(五)、光聚合：

- 1、將完成塗佈的PET膜放進攝氏七十度的烘箱烘烤三分鐘。

2、放在紫外燈上照射十分鐘。



二、設計測量眩光度的方法 (裝置如圖4-1-1與圖4-1-2)

(一) 光強度原理：利用電腦光強度0~255作光強度分析，由照片(圖5-2)最左邊拉一條線到最右邊對比線段，分析得亮度對位置之曲線圖。

(二) 眩光度的定義：

眩光度=光強度分析所得曲線的轉折點的切線斜率(如圖5-2與圖5-3)



範圍

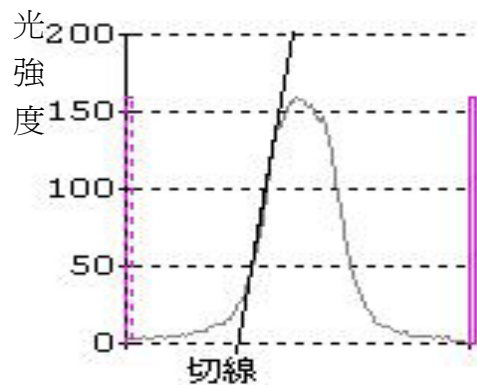


圖 5-3 一度空間之亮度對位置作圖

圖5-2 測眩光度時所拍攝之數位照片

(三) 測量眩光度的步驟：

- 1、調好光源線與反射線，使入射角與反射角為10度角。
- 2、用鏡子投影於一白紙屏上。
- 3、固定光源、反射鏡紙屏、相機。
- 4、用黑色壓克力盒蓋住，進行拍攝。
- 5、分析照片的眩光度。
 - (1)、對照片進行光強度分析
 - (2)、求出強度曲折線中，轉折點的切線斜率

三、設計簡易測量穿透率的方法

(一)、穿透率的定義：(如圖5-3-1)、(如圖5-3-2)

$$\text{穿透率} = \frac{\text{有膜光強度}}{\text{無膜光強度}} \times 100\%$$

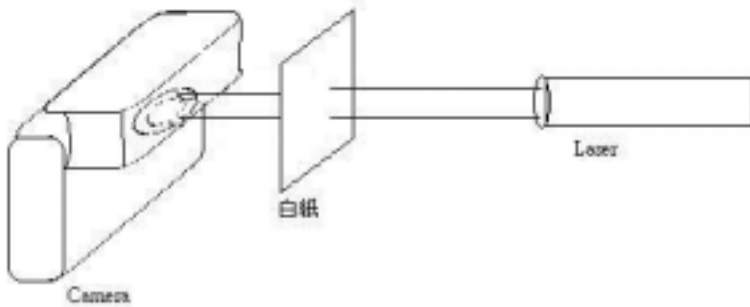


圖5-3-1 無膜時的亮度

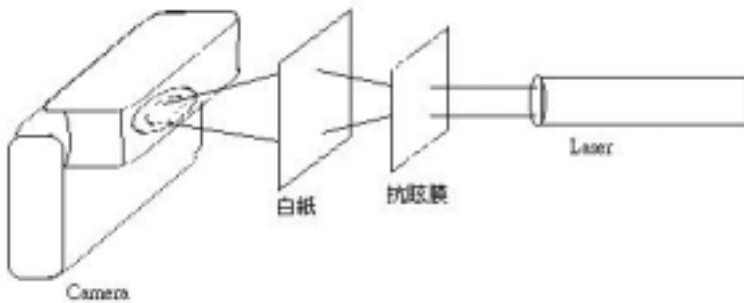


圖5-3-2 有抗眩膜時的亮度

四、測量硬度的原理與方法

鉛筆筆蕊有十八種不同的軟硬度，B 系列代表軟質筆蕊，B 前方的數字愈大，代表筆蕊愈軟；F 系列代表中硬度筆蕊；H 系列代表硬質筆蕊，數字愈大，代表筆蕊愈硬。筆蕊種類有：9H、8H、7H、6H、5H、4H、3H、2H、H、F、HB、B、2B、3B、4B、5B、6B、7B。

(一)準備：

- 1、小刀將鉛筆削至露出筆芯部份，但不可削到筆芯。
- 2、筆芯之頂端需為圓平面，且與筆桿方向垂直〈若筆芯頂端非圓平面，以砂紙【mesh 數 400 以上】將其磨平〉。

※注意：筆桿需與砂紙垂直，以免磨出橢圓形平面。

(二)操作流程：

- 1、以 2H 硬度的鉛筆，畫於抗眩膜上。
- 2、當鉛筆畫 1 公分時，即旋轉兩面再畫一次，如此重複三次。
- 3、取橡皮擦輕拭鉛筆的痕跡，觀察有無刮痕。
 - (1) 無：即以硬度更大的測試之，如有刮痕，硬度即為第一次所用鉛筆之硬度。
 - (2) 有：即以硬度更小的測試之，直到樣品無刮傷為止。

(三)注意事項：

1. 測試之鉛筆一定要成圓平面。
2. 磨好之鉛筆只能測試三次，且以不同面測試之。

伍、研究結果

一、表6-1為不同配比所製成的抗眩膜及其所量得的眩光度(Slope)、穿透率(T)、厚度(Thickness)及硬度(Stiffness)數據。

(表6-1) 由不同配比所製成的抗眩膜，在經過簡易的測量方法後，所量得的各數據。

組別	Oligomer	Monomer	IPA	Particle	slope	T(%)	Thickness(um)	Stiffness
1	5	45	49	1	0.69	95	87	19
2	5	45	40	5	0.4	70	88	5
3	45	5	49	1	1.28	92	88	2
4	45	5	40	5	0.06	60	89	1
5	5	34	60	1	1.08	61	85	14
6	5	25	60	5	0.03	60	85	10
7	45	34	20	1	4.5	96	93	13
8	45	25	20	5	0.17	73	90	21
9	34	5	60	1	3.26	89	85	6
10	25	5	60	5	0.02	57	86	17
11	34	45	20	1	2.24	90	89	15
12	25	45	20	6	0.28	81	90	12
13	28	28	43	1	0.15	96	87	11
14	25	25	40	5	0.06	65	87	9
15	17.25	17.25	60	5.5	0.02	56	85	18
16	37.25	37.25	20	5.5	1.15	85	89	16
17	17.25	45	32.25	5.5	0.27	82	86	8
18	37.25	5	52.25	5.5	0.27	52	89	20
19	5	37.25	52.25	5.5	0.03	56	85	3
20	45	17.25	32.25	5.5	0.58	86	89	7
21	26.5	26.5	41.5	5.5	0.2	71	86	4

在本實驗中，第17組的眩光度較小、穿透率較高、厚度較薄、硬度較大，由此得知此為本實驗最佳的抗眩膜配比。

二、針對不同粒子，以本實驗中的最佳配比進行測量眩光度及穿透率。(如表6-2)
(本實驗所使用的粒子為T-32)

(表6-2) 以相同配比但不同粒徑大小所製成的抗眩膜，其眩光度及穿透率。

名 稱	粒徑大小	眩光度	穿透率
T-32	1.4~1.6 μ m	0.27	82%
X-37	2.5~2.9 μ m	0.36	89%
X-60	5.5~6.5 μ m	0.39	85%
商用含氟粒子	未知	0.39	81%

陸、討論

一、眩光度趨勢圖

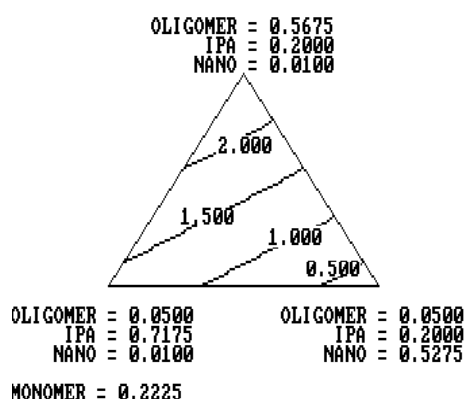


圖7-1-1 固定單體比例的眩光度趨勢圖

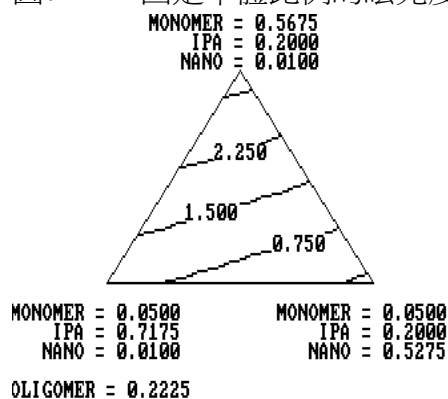


圖7-1-2 固定寡聚體比例的眩光度趨勢圖

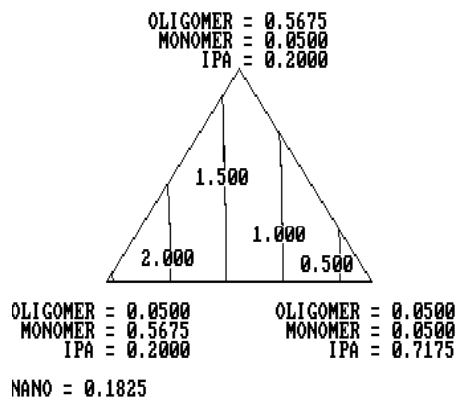
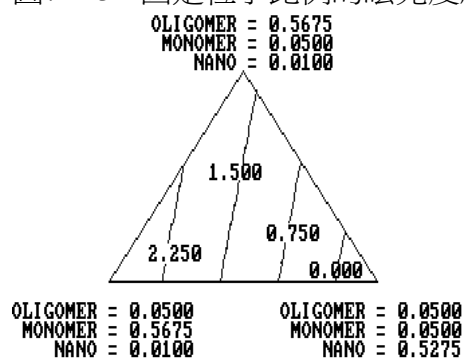


圖 7-1-1 為不同配方(固定單體量，改變寡聚體、溶劑、粒子量)所測出之眩光度趨勢圖。當固定單體比例 22.25%，粒子越多、寡聚體越少時，會得到較小的眩光度；溶劑量增加時，眩光度無明顯改變，表示溶劑在此對眩光度並無太大的影響。

圖 7-1-2 為不同配方(固定寡聚體量，改變單體、溶劑、粒子量)所測出之眩光度趨勢圖。當固定寡聚體比例 22.25%，粒子越多、單體越少時，會得到較小的眩光度；溶劑量增加時，眩光度無明顯改變，表示溶劑在此對眩光度並無太大的影響。

圖 7-1-3 為不同配方(固定粒子量，改變單體、溶劑、寡聚體量)所測出之眩光度趨勢圖。當固定粒子比例 18.25%，溶劑越多、單體越少時，會得到較小的眩光度；寡聚體量增加時，眩光度無明顯改變，表示寡聚體在此對眩光度並無太大的影響。

圖7-1-3 固定粒子比例的眩光度趨勢圖

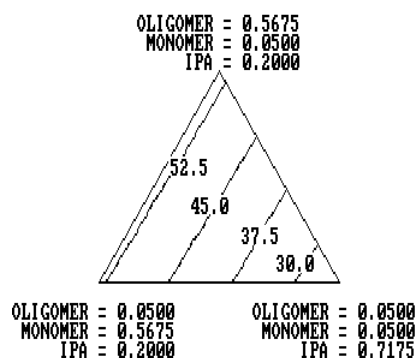


IPA = 0.3725

圖7-1-4 固定溶劑比例的眩光度趨勢圖

圖 7-1-4 為不同配方(固定溶劑量，改變單體、粒子、寡聚體量)所測出之眩光度趨勢圖。當固定溶劑比例 37.25%，粒子越多、單體越少時，會得到較小的眩光度；寡聚體量增加時，眩光度無明顯改變，表示寡聚體在此對眩光度並無太大的影響。

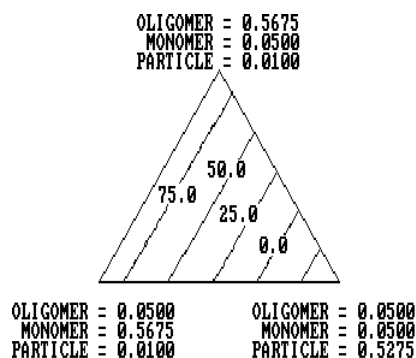
二、穿透率趨勢圖



PARTICLE = 0.1825

圖 7-2-1 固定粒子比例的穿透率趨勢圖

圖 7-2-1 為不同配方(固定粒子量，改變單體、溶劑、寡聚體量)所測出之穿透率度趨勢圖。當固定粒子比例 18.25%，寡聚體越多、溶劑越少時，可得到較高的穿透率。



IPA = 0.3725

圖 7-2-2 固定溶劑比例的穿透率趨勢圖

圖 7-2-2 為不同配方(固定溶劑量，改變單體、粒子、寡聚體量)所測出之穿透率度趨勢圖。當固定溶劑比例 37.25%，寡聚體越多、粒子越少時，可得到較高的穿透率。

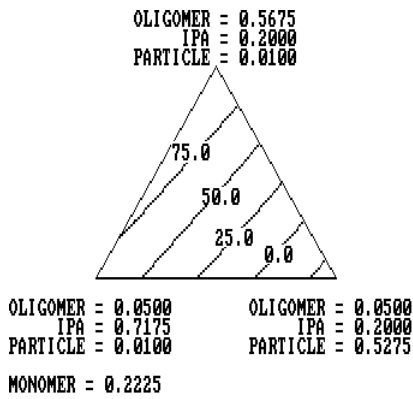


圖 7-2-3 固定單體比例的穿透率趨勢圖

圖 7-2-3 為不同配方(固定單體量,改變溶劑、粒子、寡聚體量)所測出之穿透率趨勢圖。當固定單體比例 22.25%,寡聚體越多、粒子越少時,可得到較高的穿透率。

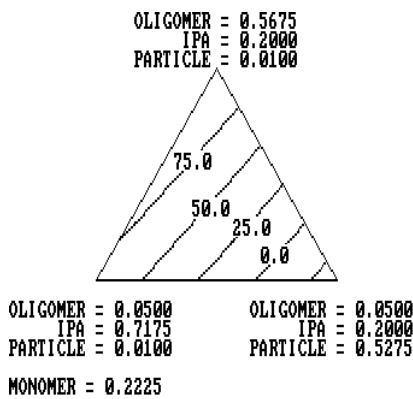


圖 7-2-4 固定寡聚體比例的穿透率趨勢圖

圖 7-2-4 為不同配方(固定寡聚體量,改變溶劑、粒子、單體量)所測出之穿透率趨勢圖。當固定單體比例 22.25%,單體越多、粒子越少時,可得到較高的穿透率。

三、厚度趨勢圖

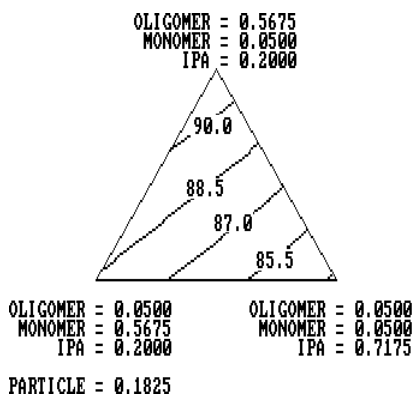


圖 7-3-1 固定粒子比例的厚度趨勢圖

圖 7-3-1 為不同配方(固定粒子量,改變溶劑、寡聚體、單體量)所測出之厚度趨勢圖。當固定粒子比例 18.25%,寡聚體越少、溶劑越多時,可得到較小的厚度。

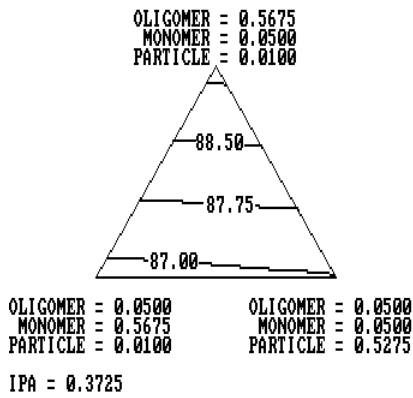


圖 7-3-2 固定溶劑比例的厚度趨勢圖

圖 7-3-2 為不同配方(固定溶劑量，改變粒子、寡聚體、單體量)所測出之厚度趨勢圖。當固定溶劑比例 37.25%，寡聚體越少、單體越多時，可得到較小的厚度。

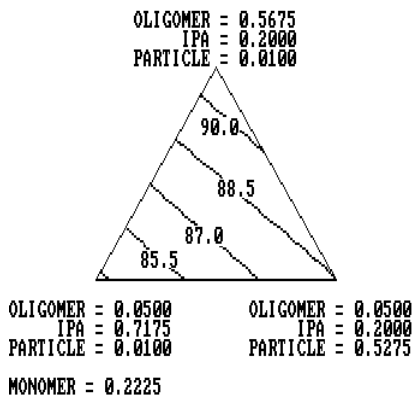


圖 7-3-3 固定單體比例的厚度趨勢圖

圖 7-3-3 為不同配方(固定單體量，改變溶劑、寡聚體、粒子量)所測出之厚度趨勢圖。當固定單體比例 22.25%，寡聚體越少、溶劑越多時，可得到較小的厚度。

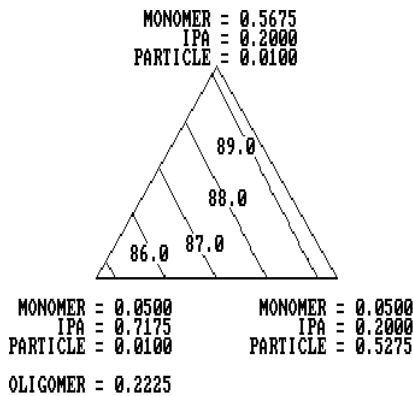


圖 7-3-4 固定寡聚體比例的厚度趨勢圖

圖 7-3-4 為不同配方(固定寡聚體量，改變溶劑、粒子、單體量)所測出之厚度趨勢圖。當固定寡聚體比例 22.25%，粒子越少、溶劑越多時，可得到較小的厚度。

四、硬度趨勢圖

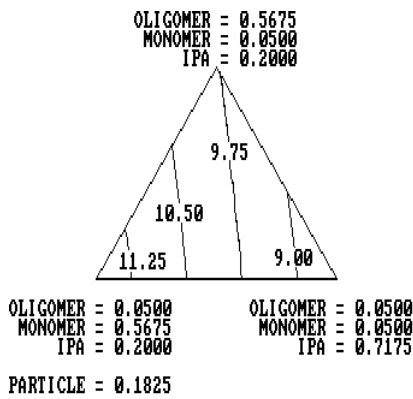


圖 7-4-1 固定粒子比例的硬度趨勢圖

圖 7-4-1 為不同配方(固定粒子量，改變溶劑、寡聚體、單體量)所測出之硬度趨勢圖。當固定粒子比例 18.25%，溶劑越多、單體越少時，可得到較大的硬度。

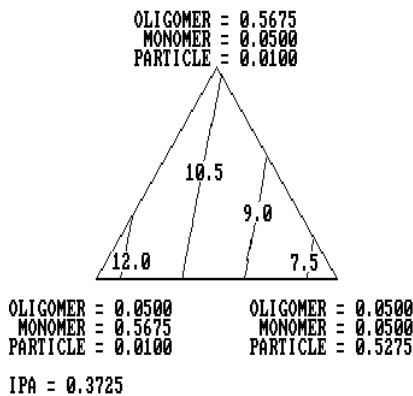


圖 7-4-2 固定溶劑比例的硬度趨勢圖

圖 7-4-2 為不同配方(固定溶劑量，改變粒子、寡聚體、單體量)所測出之硬度趨勢圖。當固定溶劑比例 37.25%，粒子越多、單體越少時，可得到較大的硬度。

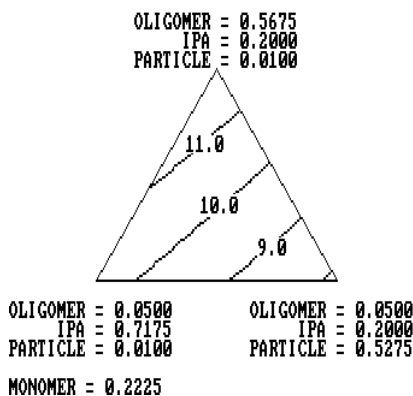


圖 7-4-3 固定單體比例的硬度趨勢圖

圖 7-4-3 為不同配方(固定單體量，改變溶劑、寡聚體、粒子量)所測出之硬度趨勢圖。當固定單體比例 22.25%，粒子越多、寡聚體越少時，可得到較大的硬度。

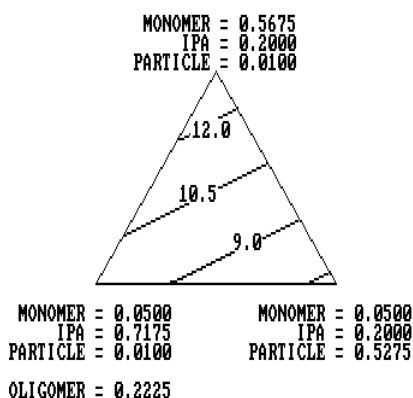
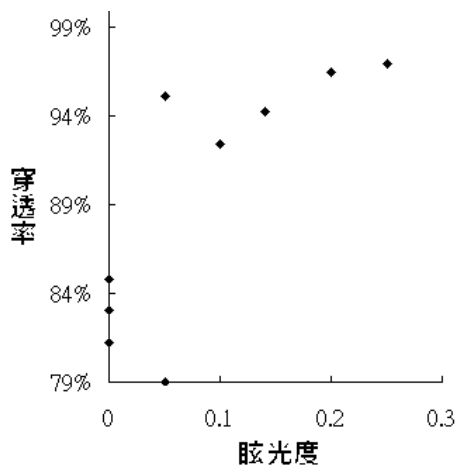


圖 7-4-4 為不同配方(固定寡聚體量，改變溶劑、粒子、單體量)所測出之硬度趨勢圖。當固定寡聚體比例 22.25%，粒子越多、單體越少時，可得到較大的硬度。

圖 7-4-4 固定寡聚體比例的硬度趨勢圖

五、眩光度與穿透率關係圖(如圖7-5)



我們將所得到的眩光度當X軸，穿透率當Y軸，作出X、Y分布圖，眩光度越低越好，穿透率越高越好，因此左上角為最佳之抗眩膜（第17組）

圖7-5眩光度與穿透率關係圖

柒、結論

- 一、當溶劑越少、寡聚體越多，硬度越大、厚度越厚。
- 二、當單體越多，硬度越大。
- 三、當粒子越多，則眩光度越小、穿透率越小。
- 四、本實驗的最佳配方為寡聚體：17.3%，單體：45%，溶劑：32.3%，粒子：5.5%。
- 五、影響硬度主要原因是單體、寡聚體與溶劑的比例。當單體、寡聚體越多則交聯性越大，則硬度越大，當溶劑越少時，聚合量相對越多，但同時厚度會太厚；因此溶劑與寡聚體的量需適當。單體、寡聚體越少，則厚度越薄，然而單體、寡聚體越多，則穿透率越高。
- 六、商用產品穿透率至少要 81%以上。當粒子越少則穿透率越大，但粒子少的情況會使得眩光度變大，因此，粒子量要多，而穿透率要高才符合需求。
- 七、在實際應用上，穿透率越高、厚度越薄、硬度越大、眩光度越小為最佳的抗眩膜。
- 八、由表 6-2 得知，當粒子越大，則眩光度越大、穿透率越小；當粒子越小，則眩光度越小、穿透率越大。

捌、感想

經由本實驗，讓我們深深體會到做研究實在是不容易，然而卻擁有許多的收穫，在實驗過程中，我們經歷過許多挫折，但憑藉著不怕難的心態去尋找方法以解決問題。抗眩膜的確是個相當有趣、值得研究的題目，且已經可以實際應用於日常生活中。藉由這次實驗讓我們都學會研究的方法，也了解到任何一產品的製造過程都是相當不容易的。

玖、參考資料及其他

- 一、張上鎮・周佰隆，塗料與塗裝技術，66 期，P.27~35
- 二、張上鎮・周佰隆，塗料與塗裝技術，P.39~45
- 三、日本大塚株式會社，塗料與塗裝技術，68 期，P.56~58
- 四、盧崑宗，塗料與塗裝技術，P.70~81
- 五、盧崑宗，塗料與塗裝技術，73 期，P.27~36
- 六、廖平喜，聚合體科學 初版，高雄市，高恩書局，P.68~76 107~115，1987 年
- 七、Kazuhiro Nakamura，United States Patent，US 6502,943 B2，Jan.7,2003
- 八、Naohiro Matsunaga，Use of UV curable organic，1122 st Charles st,Elgin,IL60120,USA
- 九、<http://www.optimax.com.tw/>，力特光電科技股份有限公司

評語

使用電腦時發現 CRT 螢幕遠較 LCD 螢幕反光性高，容易傷害眼睛，對周圍一切觀察入微。以塗裝抗眩膜方式降低眩光，在有限的環境及設備下，研究穿透率、厚薄、粒子及硬度大小對眩光的影響，誠屬不易。建議將焦點從 CRT 螢幕擴展至其它方面，例如車輛之後視鏡，使其用途更寬廣。另外應與實際銷售之抗眩鏡片比較其效能。