

第一章 緒論

1-1 前言

傳統的映像管顯示器，由於體積較大、耗電、輻射線等缺點讓人們思考發展新一代顯示技術。其中在 LCD 近年來佔有平面顯示器中的最大產值，並以平均高達 30% 年成長率以上成長，為目前的市場主流技術。根據 MIC 資料顯示，2002 年全球 LCD 監視器預計出貨數量為 2300-2500 萬台，加上筆記型電腦出貨數量 2700 萬台，總計全球將近有 5000 萬片大尺寸 TFT-LCD 面板的需求。根據 ITIS 2001 年 12 月報告中指出：2001 年國內平面顯示器關鍵零組件及材料的產值約為 158 億元台幣，預計 2002 年在彩色濾光片及背光模組廠商擴產之下，產值將達到 510 億元，年成長率高達 322%。LCD 產業因市場過度競爭，價格迅速滑落，使得市場的需求迅速攀升，另外，舉凡手機、PDA、LCD TV 等等新的應用不斷被開發出來，更進一步的增加市場上的需求。

由於 LCD 面板本身構造不具有發光特性。因此，必須在 LCD 面板上搭配一均勻的面發光源，才能達到顯示器的效果。而背光模組 (Backlight) 即是提供 LCD 顯示器產品背部光源的一種光學元件。

背光模組主要應用於筆記型電腦、LCD 監視器、LCD TV，而此

三項產品未來仍維持不錯的成長，因此背光模組相關的市場商機將可期待。表 1-1 為背光模組預估的市場需求量。

單位：千台/千片

	1999	2000	2001	2002	2003	1999-2003 年複合成 長率
筆記型電腦	19920	26000	27000	32000	38000	17.52%
LCD 監視器	4109	6425	15381	25897	44024	80.92%
LCD 電視		505	915	1690	3720	94.57%
需求總計	24029	32930	43296	59587	85744	37.44%
成長率		37.04%	31.48%	37.63%	43.90%	

表 1-1 背光模組市場預估需求。(IDC、MIC、寶來證...)

背光模組主要元件可分為導光板(Light Guide Plate, LGP)、稜鏡片(或稱光學膜)、擴散片及燈管，目前主要的來源為日本進口。圖 1-1 與圖 1-2 分別 15 吋桌上型電腦顯示器與 14 吋筆記型電腦用背光模組的成本結構。從圖中所示：各種光學元件佔背光模組成本的一半以上；但其中光學薄膜及燈管主要供應來源均集中在幾家大廠手中，屬於寡佔市場，以稜鏡片而言，目前全球供應主要有 3M、Nitto、Mitsubishi，其中 3M 幾乎可以說是攘括大部份市場，而且目前也在專利權保護中。而燈管在品質與市場佔有率方面也以日本廠商為首。故台灣大部分背光模組廠商都以導光板為研發的對象，而背光模組中最關鍵的技術也在於導光板的光學技術上。

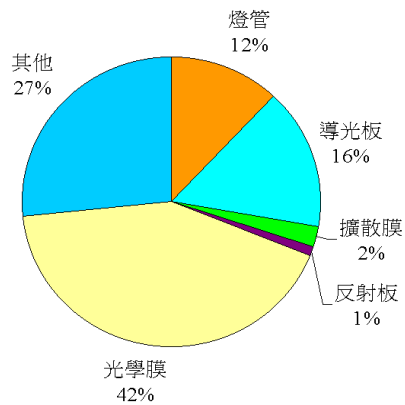


圖 1-1 15 吋桌上型電腦顯示器用背光模組成本比例圖。(工研院經資中心 ITIS 計劃 2001/10)

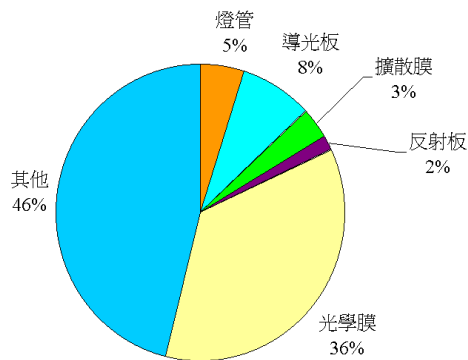


圖 1-2 14 吋筆記型電腦用背光模組成本比例圖。(工研院經資中心 ITIS 計劃 2001/10)

1-2 背光模組簡介

所謂的背光模組，主要是提供 LCD 顯示器均勻的光源，並藉由光學與機構設計有效利用能量以提高輝度。常用的背光模組燈源位置主要有側光式、直下式等等。側光式背光模組是燈源在面板的邊側，

目前大多數的筆記型電腦與 LCD 監視器大都採用側光式背光模組。圖 1-3 為側光式背光模組的簡單結構圖。目前大尺寸背光模組的燈管主要採用低壓汞螢光燈設計的冷陰極燈管 (Cold Cathode Fluorescent Lamp, CCFL)，CCFL 的發光原理與一般日光燈十分相似，其利用電場效應激發惰性氣體原子與汞原子碰撞來釋出低波長的紫外光，透過塗佈於燈管壁的螢光體後，便可轉換為可見光的能譜光源。CCFL 位於導光板厚側的端面，CCFL 所發出的光以端面照光(edge light)的方式進入導光板，大部份的光利用全反射往薄的一端傳導。導光板將光線導引使其模組整體亮度均勻，通常在導光板與反射膜接觸位置地方，都會利用一些光學結構或反射物質來影響光線在導光板中的行進方向。而反射膜的用途是將往下方的光源當碰到反射膜時，利用其高反射率的特性將光反射回導光板中，以提高光的使用效率。

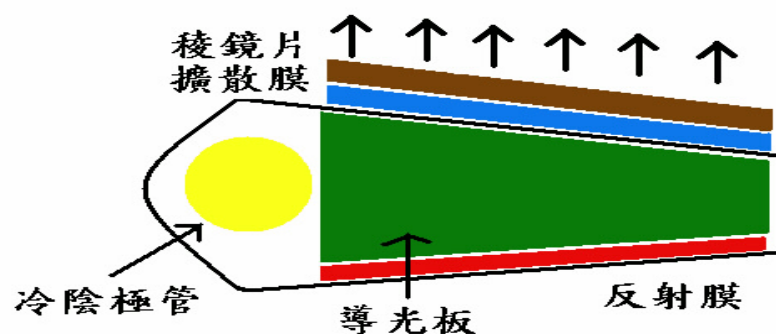


圖 1-3 側光式背光模組結構。

光線通過導光板來到上面的擴散膜，而擴散膜的主要用途，在於提昇正面的亮度，讓光的分佈更加均勻使從正面看不到反射網點的影子。但擴散膜使光線散射霧化導致光的方向性變差，一般像筆記型電腦使用者的目視角度通常都不大，為了提高正面亮度的表現，故利用稜鏡片來修正光的方向，達到聚光的效果。稜鏡片（Prism Sheet；又稱增亮膜、增光片、光學膜）的主要作用在於增加背光模組所產生的亮度，其原理與導光板的聚光效果相似。主要原料以多元脂（Polyester）或聚碳酸脂（Polycarbonate）為主，利用射出成型或貼上壓克力樹脂的方式、製作鋸齒狀的板面。藉由上下兩片、垂直交錯地壓合於兩片擴散膜中間，可讓原已擴散開來的光線再度集中、減少光耗損率，故可增加亮度。雖然不同板面間距設計的稜鏡片會有不同的亮度增強效果，但估計至少可增加亮度超過 60%（甚至於 1 倍以上）。

另外一種直下式設計的背光模組，採取將燈管置於模組正下方，因為安置空間變大，所以可使用兩支以上的燈管來增加光源強度。但相對地也增加了模組的厚度及重量，同時多支燈管也會增加耗電量，因而較適用於對可攜性及空間要求較不挑剔的 LCD 監視器或 LCD 電視。

由於背光模組並非標準化產品，在面對 LCD 監視器、筆記型

電腦等不同應用產品時，須使用不同設計的背光模組。甚至在面對不同廠商的相同尺寸產品時，亦需有不同的產品內部設計，因而使得背光模組廠商在爭取與下遊客戶合作時，需經歷一段長期的產品認證時間，才能進行大量出貨。而面板廠商基於成本考量及背光模組的非標準化特性，為了降低成本及確保面板品質良好與穩定，亦不輕易更換已建立穩定合作關係的背光模組廠商。背光模組的製造過程十分複雜，涵蓋光學與機構及模具的設計、導光板以及後段組裝等過程。其中後段的組裝技術層次不高，但需要龐大的人力。目前發展的方向朝著高亮度化、低成本化、低耗電化、輕薄化等考量進行。

1-3 導光板設計原理

導光板的主要用途在於引導燈源光線的散射方向和改變光在導光板中的行進路徑，其最終目的為用來提高面板的輝度，並確保面板亮度的均勻性。在材料方面，導光板大部分所使用的材料為光學級的壓克力板（以 PMMA 顆粒成型）。表 1-2 為 PMMA 材料與其他透明高分子材料的特性比較表。就導光板的基板在光學與其他物理特性方面，都會深深影響著其設計的考量。例如：PMMA 基板的光折射率與光透過率，對於光源的能量損耗和控制其光路徑等的差異，是造成能否有效提高平面輝度的一項重要性關鍵參數。而導光板因操作過程

當中，在高溫、高濕下可能產生變形，造成光學散射方向改變。故像吸水率、熱變形溫度等等特性就必須列入產品使用環境的評估，以維持產品的穩定度。

	特性	試驗方法	單位	PC	PMMA	TOPAS	ARTON	ZEONEX	APEL	O-PET
物性	比重	ASTM D 792	g/cm ³	1.19	1.19	1.02	1.08	1.10	1.05	1.27
	吸水率	ASTM D570	%	0.4	2.0	<0.01	0.4	<0.01	<0.01	0.4
光學性質	折射率	ASTM D542	-	1.58	1.49	1.53	1.51	1.53	1.54	1.62
	光透過率	ASTM D1003	%	90	93	92-93	92	91	91	90
	Abbe 數	ASTM D542	-	27	58	58	57	54	-	24
	複折射率		nm	60	<20	<20	<20	<25	<20	<20
熱性質	玻璃轉移點	DSC	°C	150	93	80-180	171	140	171	125
	熱變形溫度	ASTM D648 (18.5kgf/cm ²)	°C	130	90	75-170	164	123	129	114
機械性質	抗拉強度	ASTM D638	MPa	450	730	660	750	643	-	670
	抗拉伸長率	ASTM D638	%	12	10	3-10	16	-	-	15
	抗折彈性率	ASTM D790	10 ⁴ MPa	2.3	3.0		3.0	2.4	2.8	2.3
	鉛筆硬度	JIS K5401	-	B	H	2H	2H	H	2H	HB

表 1-2 新世代透明樹脂之性能比較表（工研院化工所高分子

組整理）

導光板因為利用像 PMMA 這類的塑膠光學材料，藉由將光線穿透或傳遞、形成清晰鮮明之影像，並希望具有再現性與穩定性。因此導光板材料在選擇上希望能具備以下幾項基本特性：高度的透明性、低的色散特性、小的雙折射性、潔淨性、易成形性、高的耐熱性、低吸水性及適當的強度特性。

選用好較佳的基板材質後，導光板在設計上大多是在壓克力板上製作出各式各樣合適的幾何結構或網點圖形，形成具有光射散特性的擴散點或線面等分佈，利用疏密、大小不同的擴散圖案設計，可使導光板面均勻發光。以大尺寸側光式的背光模組為例：冷陰極管位於導光板厚側的端面，大部份的光利用全反射往薄的一端傳導。當光線在底面碰到擴散點時，反射光會往各個角度擴散，破壞全反射條件而自導光板正面射出。最佳化的光學表現，則需熟練的光學設計者利用光學模擬或豐富的實作經驗值來達到所要的數值。

另外針對一些中小尺寸的導光板，像手機、PDA、遊戲機、搖控器等等產品，其光源利用到數個 LED 來作為設計，因為其不同於 CCFL 的線光源，所以在設計上就需思考像：導光板板射部形狀、導光板板射部紋路、反射膜白色印刷濃度、導光板入射部角度、導光板反射部白色印刷、導光板表面部紋路與 LED 位置等等參數來作最佳化的搭配。所以導光板的光學設計應先從選用材料的光學特性著手，

然後考量背光模組的機構設計位置，再利用光學的一些基本定律來設定模擬參數，找出適合的製程參數。而光學設計的驗證就必須靠實際的製作出一導光板測試，來修正光學模擬的可靠度與經驗值，最後不停地逼近最佳的參數值。

1-4 導光板製作方法

一般而言，導光板製作方法可大概區分為印刷式及非印刷式兩大類。其中印刷式製程為平板基板射出後，將含有高發散光源物質之印刷材料，用網版印刷印上圓形或方形的擴散點，將其印製在導光板基板之底部，然後進行固化步驟，此為目前應用成熟之製程。由於印刷式導光板具有開發成本低及生產快速的優點，所以目前大多數台灣導光板製作廠商多半採此方法。不過其技術除了之前導光板的網點設計能力外，導光板用光學油墨(內含高散射粒子)的搭配，網版印刷技術的水準也會影響到最終的輝度表現與穩定度，而良率的高低也跟此有關。在設備的需求上，由於光學油墨目前有熱固化與 UV 固化兩種形式的油墨。圖 1-4 為利用 UV 油墨所印刷的擴散網點。前者採用紅外線光源(IR)或熱風烤箱加熱設備，將其揮發性物質驅走後固化；後者則利用紫外光波長照射設備，讓 UV 油墨吸收其特定波長能量後，反應使其固化。基於溶劑揮發安全與量產速度等因素，慢慢會採取後者

的製程方式來生產導光板。

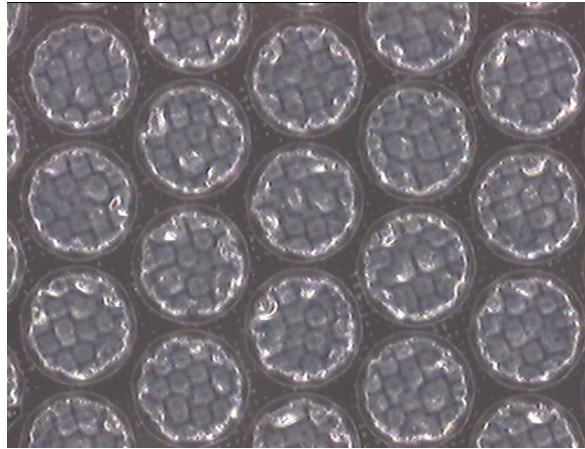


圖 1-4 印刷式導光板之印刷擴散網點。(帝晶光電公司提供)

而非印刷式則是將設計好的導光圖樣製作在模具上，採直接射出成型或壓印製作，不必再經過網印與固化步驟，簡化印刷式的製程方法。但由於製作導光板模具的過程當中，如果直接將設計好的圖形加工於金屬膜仁(鎳合金或鋼材等等)上，其成本與精密加工的技術困難度頗高。所以目前常利用到電鑄翻膜的方式，先將圖形切割加工於像 PMMA 板上確認其光學表現，或利用半導體製程技術蝕刻出精密的網點形狀後，再利用鎳電鍍液電鑄出所要的膜仁形狀。在導光板射出成型(蝕刻 Etching、電鑄 Stamper、Slot Cut/V-Cut)之際，在材料中加入不同折射率的少量顆粒材質，直接形成具擴散作用的凸點或凹點(前者考量亮度；後者考量均勻性)，可謂一體成型。

兩者相較，非印刷式之光學技術可使導光板之光學設計更趨精

密，並提升發光效率，且因其製程較短，成本也較低。但也因非印刷式採模具直接射出之製程，模仁及模具之製造技術即為關鍵，初期失敗較高、不良率成本也將提高，因此，目前國內生產廠商無不積極導入非印刷式製程之導光板研發以期提升長期競爭優勢[1]。

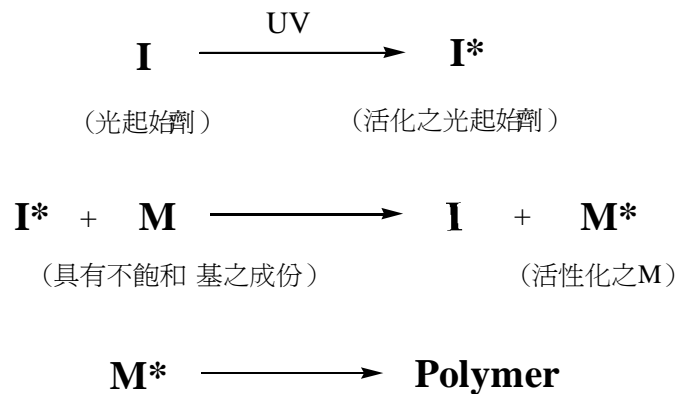
第二章 文獻回顧

2-1 UV 硬化簡介

近年來，具有無公害、省能源特點的新型樹脂受到重視，這些樹脂，可用在塗料、印刷油墨上。UV 硬化樹脂的 UV 即「Ultra Violet」之簡稱，及紫外線的意思。我們可以對 UV 硬化樹脂下一個簡單的定義—接受紫外線照射裝置放射出來之紫外線，與其產生化學作用，而在比較短時間內能硬化之樹脂。這個定義可能還有所不明，我們稍加詳細說明如下。

普通高分子反應是在加熱狀態下聚合而成，而 UV 硬化樹脂則是以紫外線來代替熱源。也就是藉紫外線的化學作用來產生聚合反應，使最初是液狀之樹脂變為固態硬質之物。因此 UV 硬化樹脂就是利用紫外線可與某樹脂行光化學作用產生硬化之原理。在工業上所使用之紫外線並不是純粹之紫外線，其中並混有可見光及紅外線。所以實際上不僅只有紅外線，多少還參與些許紅外線。藉由紫外線來行 UV 硬化樹脂的硬化過程，如果不能在短時間內完成的話，那麼在工業上之應用可能就會失去其意義了。所以最重要的是如何來改善光源或原料，使期能在最短時間內完成硬化反應。而經過這些改善若能使其在短時間內硬化的話，UV 硬化樹脂才能在工業上使用。

短時間內能達成硬化第一要件在於能引發聚合反應之光起始劑。光起始劑活性化乃是經紫外線照射而來，進而使 UV 硬化樹脂中之不飽和基成分也活性化，並使聚合反應得以進行。反應式如下：



短時間內硬化之第二要件即是將欲硬化原料先預先聚合到某一程度，才可使得硬化時間縮短。這類預聚合物稱之為光可聚合性 (photopolymerizable) 預聚物，且其聚合度遠小於最終硬化物之聚合度，所以也稱之為寡聚物(oligomer)[2]。

光可聚合性預聚合物並不是單體，所以本身有一定程度之黏度。當黏度高時，當作塗料來塗裝或當作印刷油墨來印刷時並不能直接使用，必須添加稀釋劑來使其黏度降低才行。UV 硬化樹脂的稀釋劑也可以加入酒精或苯等普通之溶劑，但是若所使用稀釋劑本身也參與聚合反應，兼具溶劑極具合成份時，我們稱之為光聚合性單體 (photopolymerizable monomer)。塗料用稀釋劑揮發性大可能造成社會公害問題，而且違反目前社會上進行之節省能源措施。所以光聚合單

體可說是具有防止公害及節省能源之優點。可是對於凹凸不平物體的塗裝，常使用噴佈塗裝(spray coating)的關係，需要混合大量溶劑降低黏度。

從以上的說明我們可以知道構成 UV 硬化樹脂之三大要件即(1)光聚合性預聚合物，(2)溶劑或光聚合性單體，(3)光起始劑等三種。而 UV 硬化樹脂在塗料、印刷油墨、接著劑、印刷電路板上廣被採用。

2-2 紫外線的作用及用途

紫外線為 400nm 到 10nm 範圍之電磁波，也可分為近紫外線與遠紫外線。紫外線因其光化學作用很強，所以亦稱之為化學線[3]，其在自然界中存在很多化學作用，對人體的影響也很大。紫外線最主要的作用為產生臭氧，產生陰離子，有殺菌作用，對生物體產生有害作用，產生維他命 D，有紅斑作用（使皮膚變紅），使色素沈著（使皮膚變黑），產生光化學作用（光合成、光分解、光聚合、光裂解）等。

紫外線的化學作用不僅在生活上，同時在產業上也有許多地方被利用，這些主要用途如表 2-1 所示。

表 2-1 紫外線的主要用途[4]

名稱	波長 (nm)	適用光源	用途
產生臭氧	150~200	短波長殺菌燈，石英汞燈	脫臭、水處理
產生陰離子	150~200	離子燈	清淨空氣

殺菌作用	240~300	殺菌燈	空氣殺菌、水殺菌、表面殺菌	
對生物體有害之作用	200~340	殺菌燈，弧光熔接，氣體熔接 碳弧光燈，健康用螢光燈	對眼睛和皮膚造成傷害之保護	
紅斑作用	250~330	醫療用紫外線燈，短弧燈，太陽光	光線過敏症之診斷	
產生維他命 D	260~300	健康用螢光燈，短弧燈	在食品、飼料等添加維他命 D，防止維他命 D 之不足	
色素沈著	330~400	黑光螢光燈，黑光汞燈	尋常性白斑之治療	
一般光化學作用	光分解	340~460	複寫用螢光燈，複寫用汞燈	偶氮複寫
	光聚合	340~460	高壓汞燈，短弧光燈，超高壓汞燈	印刷製版，塗料硬化油墨乾燥
	光合成	340~700	光化學用汞燈，碳弧光燈，短弧光燈，太陽光	耐光性試驗，屋外暴露試驗
	光裂解	300~750	紫外光螢光線，高壓汞燈	化學物質之合成

2-3 紫外線硬化的發展

紫外線硬化印刷油墨的第一個專利出現於 1946 年[5]。幾乎在同時美國通用電子公司也為了無溶劑塗料之硬化而作了離子化照射實驗。1940 年代及 1950 年代，有一連串有關紫外線燈之特殊組成油墨的專利被提出。這些專利使用四溴化碳，酸氯化物等溶劑之組成來達

快速乾燥效果[5]。但是這在工業上之印刷並不適當，而且乾燥時間不夠快速，不適宜最近之快速印刷機。

1952年美國柯達公司之 E. Minsk 發表了利用苯基丙烯酸之光二量化反應來合成劇本基丙烯酸乙烯。到了 1960 年代，由於環境保護的要求，石油之不足，生產力提高之要求，UV 硬化樹脂的開發及工業化就顯得重要。當時以紅外線、微波、誘導加熱、電子線、紫外線等來當作熱源從事調查，結果顯示以紫外線當熱源最具可能性[6]。

1969 年多色印刷膠板印刷機的開發是美國的最初 UV 硬化轉移至工業的成功例子。由於這個印刷機接有六個 200 W/in^2 的汞燈，所以特殊能快速硬化的之油墨的專利也同時出現[7]。同時 1969 年 Bayer 公司也發表了光硬化性不飽和聚酯塗料的配方[8]。1970 年代以後，UV 硬化之發展也日新月異，直到今日在各領域不難發現其應用[6]。

2-4 UV 硬化反應

2-4-1 反應機構

UV 硬化反應可分為自由基反應及離子反應兩種。自由基反應時需要光起始劑，並且常在系統內添加光增感劑。離子反應則主要使用偶氮化鹽化合物。

(1) 自由基反應

自由基反應如下所示

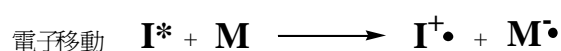
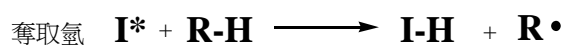
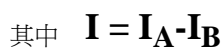
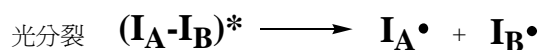
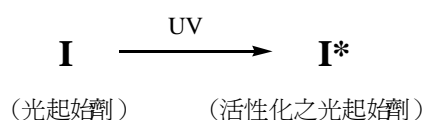
(I) 起始反應

紫外線照射在硬化組成物時，使得光起始劑活性化，活性的主要方法有三種：

[a] 光起始劑因光而分裂成兩個自由基—光分裂。

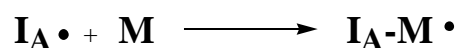
[b] 奪取其他分子之氫而產生自由基—奪取氫。

[c] 藉由電子之移動而產生自由基—電子移動，反應式如下所示



其中 $\text{I}^{\cdot+}$ 是離子自由基， M 是單體

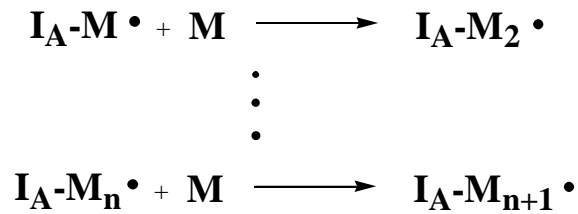
如此所得之自由基可使具有不飽和結合之分子(即光聚合性預聚物或光聚合性單體)產生活性化。



(II) 成長反應

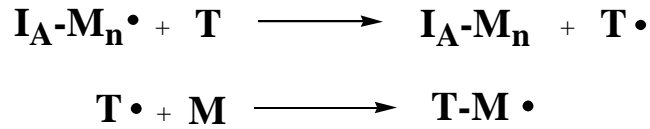
成長反應即由起始反應所產生之自由基與單體接二連三之反

應，隨反應時間增加而聚合度增加。



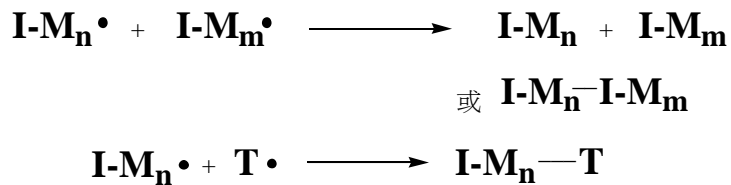
(III) 鏈轉移反應

自由基轉移至其他分子之反應。



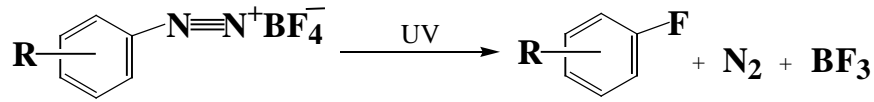
(IV) 終止反應

自由基消失，自由基反應終了。

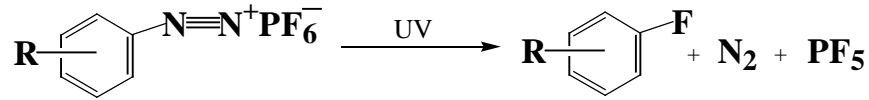


(2) 離子反應

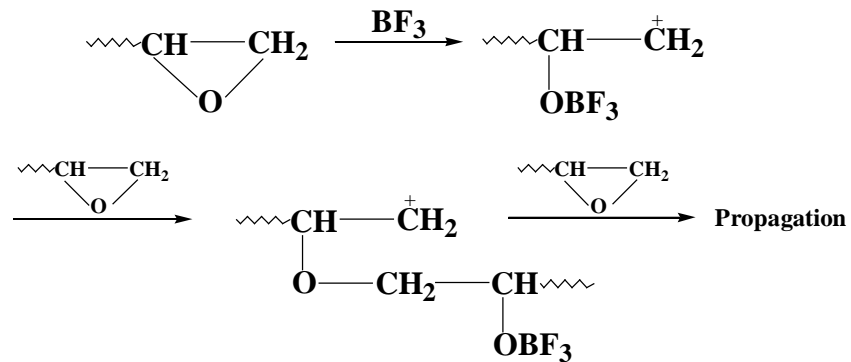
離子反應主要是利用偶氮鹽，當紫外線照射時，如下所示產生分解。



Schiemann reaction



其中 BF_3 或 PF_5 來引發離子反應，使得能和環氧乙烷(Epoxy)化合物反應。生成之陽離子接連不斷的與環氧乙烷化合物反應而成長，直到反應物消失為止。



光離子聚合除了使用偶氮鹽外，最近也發現其他化合物，例如環狀醚、乙烯醚、乙烯單體等也可行離子聚合[9]。

2-4-2 影響硬化之因素

在行 UV 硬化時，其 UV 硬化之速度，硬化後之硬度常受到下列幾種因素的影響，略述如下

(1) UV 燈源之強度、波長：

一般說來，當吾人所使用之 UV 光燈源能量愈強時，則硬化速度

亦隨之變強。而對 UV 光波長而言，因為無高強度且波長範圍狹小之光源，所以很難確定波長影響的關係。但是可從同能量之無臭氧燈及標準燈之硬化速度來加以比較，結果顯示出標準燈之硬化速度比無臭氧燈快，只是兩者之硬化速度的比值卻隨著波長不同而有所改變。兩種燈之波長最主要不同在於無臭氧燈之短波長範圍之能量較少，使得兩者燈之硬化速度不同。由此結果可知短波長之紫外光在硬化速度上扮演著重要角色。

(2) 熱

一般而言，溫度增加時反應速度也提高，所以熱可促進硬化速度。但是這種影響在實際使用範圍下卻很小。黏度高之組成物可因加熱而使黏度下降，自由基之運動則顯得容易，使得硬化速度提高。對於黏度低之組成物，隨著加熱自由基運動並沒有明顯改變，所以硬化速度也不變。

光聚合和熱聚合之不同在於聚合過程中，硬化溫度之影響並不明顯。但是 F. R. Wight 將具有 UV 硬化性之 epoxy acrylate Epocryl 370 (Shell Chemistry) 和 HEA 系統加以研究(表 2-2)，結果顯示硬化溫度在是溫及 125°C，Epocryl 370 之玻璃轉化溫度有很大不同，125°C 時則有高聚合度樹脂產生。但是當組成比為 7/3 時，硬化溫度的變化並不能明顯影響玻璃轉化溫度[3]。

= Epocryl 370

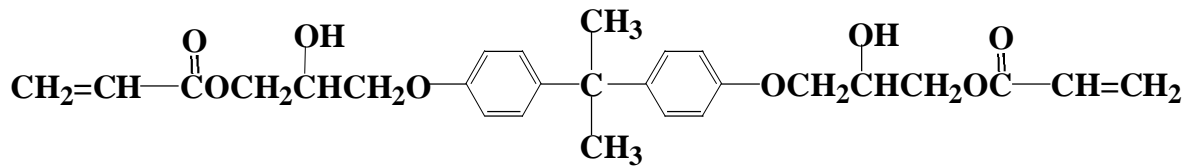


表 2-2 UV 硬化溫度和玻璃轉化溫度

試樣	硬化溫度		室溫	125°C
	10/0	9/1		
Epocryl 370	10/0		66	133
對	9/1		88	117
HEA	8/2		84	86
	7/3		80	81

(3) 不活性氣體及不存在空氣時

氧會使自由基聚合停止反應，所以工業上的設備常通以不活性氣體氮。一般來說，若通有不活性氣體時之硬化速度會增加，普通配方下會增快 2~4 倍，對於硬化速度較慢之配方則會增快 30 倍左右。而且會使表面光滑產生光澤，但是使用不活性氣體使得成本增加，實用上受到限制。

(4) 塗膜之厚度

塗膜之厚度增加時，硬化速度會急遽降低。一般說來，當膜異常厚或薄時，膜厚對硬化速率影響即非常無規則。例如當膜非常厚時，則硬化過程中必須加入更多的光起始劑或光敏感劑以便硬化後之膜能均勻硬化，否則愈接近膜底部份會有硬化不完全的現象，而影響膜

的品質。而當膜很薄時($\leq 5 \mu\text{m}$)，則膜因硬化而產生之皺折會明顯變少[10]。

(5) 預聚物本身的性質

在某些情況下，光聚合性預聚物之的平均分子量、可聚合官能基數或預聚物含量、單位重量下壓克力樹脂之雙鍵數對光聚合速率之影響非常顯著[11]。可預知的，當預聚物含量佔較大比例時，硬化時間將會縮短。而當可聚合性官能基或壓克力樹脂之雙鍵數所佔比例愈大時，則硬化速度愈快，且硬化後之樹脂硬度亦愈大。而預聚物平均分子量對硬化速率的影響則會隨著官能基數、黏度改變而變。

(6) 光起始劑之含量

對自由基聚合反應而言，當起始劑濃度愈高時，聚合反應速率亦愈快，若在聚合系統中加入光敏感劑，則除了可增加光起始劑的量子產率(quantum yield)外，亦可加速聚合反應。

2-5 UV 硬化樹脂

UV 硬化樹脂之組成即如前所述，基本上有三個主要的成分：光聚合性預聚物、光聚合單體和光起始劑。

光聚合性預聚物乃藉由光化學作用而行聚合反應之預聚物，也可稱之為光聚合性不飽和高分子，或光聚合性寡聚物，可說是構成樹脂

中重要的成分。光聚合性單體擔任稀釋預聚物之角色，除了使樹脂配合物因添加而降低黏度，可方便實際上的操作之外，同時當紫外線照射時，自己本身也可行聚合反應。這類單體若官能基數是一個時稱之單官能性單體，官能基是二個以上時稱之多官能性單體。多官能性單體即架橋劑(crosslinker)，擔任高分子間的橋架。

以上三成分為構成 UV 硬化樹脂的必須成分，其他因必要而加入之成分有：(1)增感劑，(2)顏料，(3)填充劑，(4)不活性有機高分子，(5)平坦化劑(leveling agent)，(6)熱聚合禁止劑，(7)溶劑。除了這些之外也可依照所要求的機能而添加其他成分，製成塗料、油墨、接著劑等。

2-6 UV 聚胺酯硬化樹酯

聚胺酯 (Polyurethane) 是由雙官能基或多官能基的異氰酸鹽 (Isocyanate) 和不同種類的聚醇 (Polyol) 聚縮合 (Polycondensation) 而成，為一種塊狀共聚物 (Block copolymer) [12]。並可藉由改變異氰酸酯、聚醇、鏈延長劑的種類和比例，得到不同的性質。

PU 由低玻璃轉化溫度 (Tg) 的軟節鏈和高極性硬節鏈交互聚合而成。軟鏈具有柔韌、橡膠和非結晶性的性質，主要由高分子量的聚二醇 (macroglycol ; polyol) 構成，在低應力下具高伸張性。硬鏈部

分主要由異氰酸酯與低分子量的聚二醇形成的胺基酸酯基團構成，或與低分子量胺類形成尿素（urea group）構成，為交聯、結晶和極性的短鏈節，於伸張時不變形。由於硬軟鏈節的性質差異，造成 PU 具有微相分離的結構。另外，可藉著改變聚醇和異氰酸酯的比例，得到不同軟硬的產物，其性質亦有不同。[13-14]

最早發現聚胺酯的是德國 Otto Bayer（於 1937 年）。具胺酯與其他高分子材料最大的不同在於加工過程中即可控制最終產品的性質，在結合其化學多樣性與結構對物性的影響，使得聚胺酯產品的硬度可以從非常柔軟的彈性體到非常堅硬的塑膠，應用範圍十分廣泛。一般說來，聚胺酯彈性體的優越性包括抗化學性及耐磨性佳，適當的硬度及彈性模數，組織及血液適合性與良好的機械性質及延展性等；因而被大量運用在汽車、工程、塗料、家具、穿著用品及運動器材等方面。

當壓克力系（acrylate）單體與聚胺酯寡聚物共聚合時，所得聚合物不但能保留聚胺酯原有的特性，還可加入壓克力系特有的光學特性。具有活性雙鍵的壓克力系列單體，與聚胺酯寡聚物聚合後還可控制反應條件，使其雙鍵保持活性（例如，反應時加入自由基抑制劑），而後可利用熱聚合或紫外光聚合以合成不同共聚合物；除此之外，吾人還可利用不同壓克力系列來改變其耐熱性、機械性或光學特性等。

Mitsunobu Koshiha 等人以異佛爾酮二異氰酸酯 (IPDI) (isophorone diisocyanate) 及甲苯二異氰酸酯 (TDI) (toluene diisocyanate) 為主體之聚胺酯壓克力樹脂，改變軟節 (聚醇) 的分子量及架橋劑 (cross-linker) 的含量，經 UV 硬化後觀察其對機械性質及玻璃轉化溫度之影響。結果發現隨著聚醇分子量的增加，玻璃轉化溫度將隨之降低。架橋劑含量愈多，楊氏係數 (Young's modulus) 及極限拉力強度 (ultimate tensile strength) 亦隨之增加。而 IPDI 或 TDI 之改變對此性質並無明顯差異。[15]

T. A. Speckhard 等人指出，若於 UV 反應系中加入更多具反應活性的稀釋劑 (reactive diluent monomer)，則在產物 DSC 圖譜中將出現第二個更高溫的玻璃轉化溫度，因此機械強度及模數亦將隨之增加。根據該文獻報導，若 PU 在 400 W 內，照射時間不超過 100 分鐘，則由 FTIR 圖譜上並未發現 PU 有嚴重裂解之現象，故照射前後不需考慮 PU 劣質化等問題。[16]

Han Do Kim 等人以改變 PU 之結構及反應系之稀釋劑單體、來觀察其對一級光纖塗佈的適用性。該研究以 HMDI (4,4-dicyclohexylmethane diisocyanate)、IPDI (isophorone diisocyanate) 作為氰酸酯來源，以 PBD (polybutadiene diol)、PPG (polypropylene oxide diol) 為軟節，並配合不同之烯基化物 (作為稀

釋劑)，如 VP (1-vinyl, 2-pyrrolidone)、LMA (lauryl methacrylate)、AEHA (acrylic acid 2-ethyl hexyl ester) 及 ABE (acrylic acid n-butyl ester)。結論指出該系列 PU 樹脂皆具有低玻璃轉化溫度、低溫時亦具有低模數、高折射率及低黏度等特性，非常適用於一次光纖塗佈。
[17]

2-7 UV 油墨

傳統的油墨，可分為兩類：(一) 油溶性油墨——俗稱油墨；(二) 水溶性油墨——俗稱水墨。這兩種油墨，其成膜和乾燥的機制，是依賴油墨中的溶劑(有機溶劑或水)部份在空氣中揮發，或部份被作用物(SUBSTRATES)所吸收。然而，這種機制，不但會污染空氣，而且使生產速率減低，將來印刷出來的效果，亦難達到高品質的要求。

UV 油墨，顧名思意，是一種特別配方的油墨，利用紫外線(Ultraviolet)光波感光作用，使油墨成膜和乾燥。它的特性是：(一) 乾燥快，成膜速度只需數十分之一秒便可，印刷生產率亦相對提高。(二) 所成的色膜，對作用物能起交聯作用，因此黏合力特強。(三) 色膜光亮度極高，抗水性和抗化學性好。(四) 減低空氣的污染，揮發性有機物(VOC)含量差不多等於零。

UV 墨乾燥和成膜的機制，是一種化學的變化。利用不同的紫外線光譜(Ultraviolet Spectrum)，產生不同的能量而將不同的預聚物

(Oligomer)和不同的單體，聚合成聚合物。所以 UV 油墨的色膜，具有良好的機械性和化學性。

如果將 UV 油墨的組成，和傳統油墨的組成比較，我們會發覺兩者有相似的地方。不同之處是 UV 油墨的成膜是化學作用，從單體到聚合體，而傳統墨的成膜是物理作用，樹脂已經是聚合體，溶劑是將固體的聚合物溶解成液狀的聚合物，幫助適應塗印在基材上，然後溶劑經揮發或被吸收，使液狀的聚合物再回復成原來的固態狀。下列是兩者油墨的組成比較：

UV 墨	傳統墨
顏料 (PIGMENT)	顏料 (PIGMENT)
預聚物 (OLIGOMER)	樹脂 (RESIN)
單體 (MONOMER)	溶劑 (SOLVENT)
添加劑 (ADDITIVES)	添加劑 (ADDITIVES)

現將 UV 墨中各組成，分別? 述：

(一) 顏料

很多類顏料，皆適用作 UV 墨的著色料；不過採用時仍需留意選擇。首先，很多顏料在黑暗中會促進載色劑(VEHICLE)自然聚合；這

種自然聚合作用，並非立即進行，卻要經一段長時間才發生的，因此會令 UV 油墨的庫存時間縮短。另外，不同的色澤對吸收紫外光波的快慢有差異，這往往影響 UV 油墨的聚合作用。換句話說，即印刷的乾燥快慢受影響，因而降低色膜的機械性和化學性。再者，在 UV 油墨的載色劑中所用的丙烯酸鹽(Acrylate)，並不是一種良好的濕潤劑，往往使顏料研磨較困難，影響將來色膜的光滑和均勻度。

(二) 預聚物(Oligomer)

是一種高分子量和高黏度的單體，它好比傳統墨組合中的樹脂，是成膜的主要化學品；亦是決定 UV 油墨的各種性能，如機械性，化學性，物理性等等。傳統墨所用的樹脂，是一種已經聚合了的化合物，可能是固態或液態；而這種預聚物則是一種未經聚合的液態化合物，需要受紫外光波的作用而聚合。常用的預聚物有三大類，(a)環氧丙烯酸鹽(Epoxyacrylates)，(b)胺酯丙烯酸鹽(Urethaneacrylates)，(c)聚酯丙烯酸鹽(Polyesteracrylates)。

(a)環氧丙烯酸鹽：環氧樹脂和丙烯酸作用，則產生環氧丙烯酸鹽。

用環氧丙烯酸鹽製成的 UV 油墨，乾燥極快，色膜光澤而耐化學性強，同時，成本低廉，極受 UV 油墨生產廠所歡迎。如果用以配製 UV 油墨，塗布於紙張或紙板上，則紙張或紙板能具良好的抗化學和

機械性能。

環氧丙烯酸鹽經紫外光波聚合成聚合物後，往往表現出丙烯酸樹脂特有性能，同時亦表現出環氧樹脂的抗化學性強結合力。它最大的缺點是對顏料的濕潤性差，黏度高，如單獨被採用作 UV 墨的成膜劑，往往會令色墨的流平(rheology)和擴散(dispersing)較差。

(b) 胺酯丙烯酸鹽：當異氰酸鹽(isocyanate)和丙烯酸中之羥基(hydroxyl)作用，產生胺酯丙烯酸鹽。

胺酯丙烯酸鹽受紫外光波作用而聚合後，具有聚胺酯樹脂的特性，色膜光亮度特高，柔韌性高，彈性強，黏合力好。胺酯丙烯酸鹽所組成的 UV 油墨，特別適合印刷各種塑膠和金屬薄片。

(c) 聚酯丙烯酸鹽：當聚酯中的羥基和丙烯酸作用後，則可得聚酯丙烯酸鹽。

聚酯丙烯酸鹽的分子量低，所以黏度亦很低。它的價格很便宜，濕潤性好，柔韌性高。常用作研磨顏料的載色劑。有時又可用作 UV 油墨的稀釋劑，調節環氧丙烯酸鹽和胺酯丙烯酸鹽的黏度。它對無孔性作用物和鋁片，鋁片及塑膠片等的表面黏力很強，常被用作這類物品的印刷 UV 油墨。

它最大的缺點是抗化學性差，很多鹼性化學品皆能侵蝕它。因為分子量低，故聚合時間較長，換句話說，即乾燥比較慢

2-8 研究目的

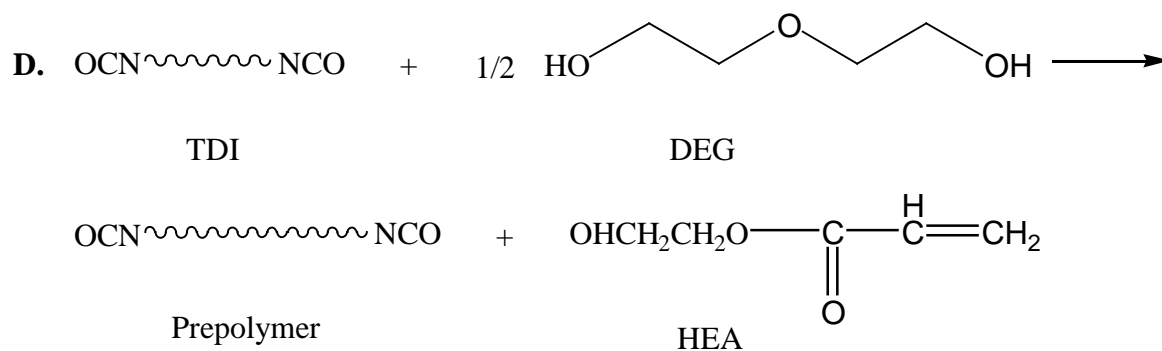
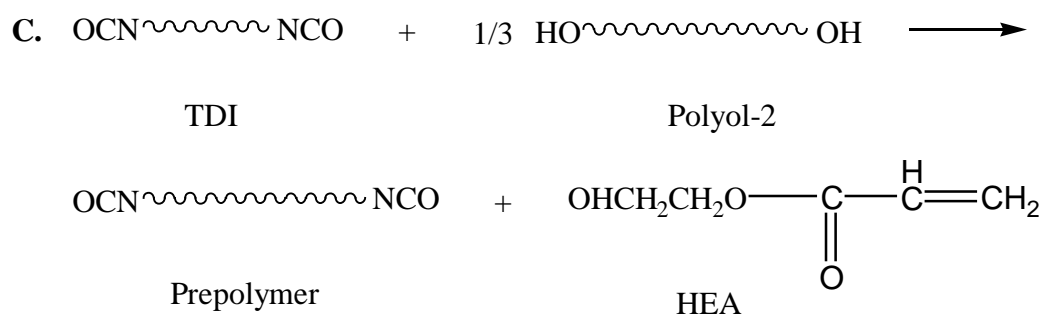
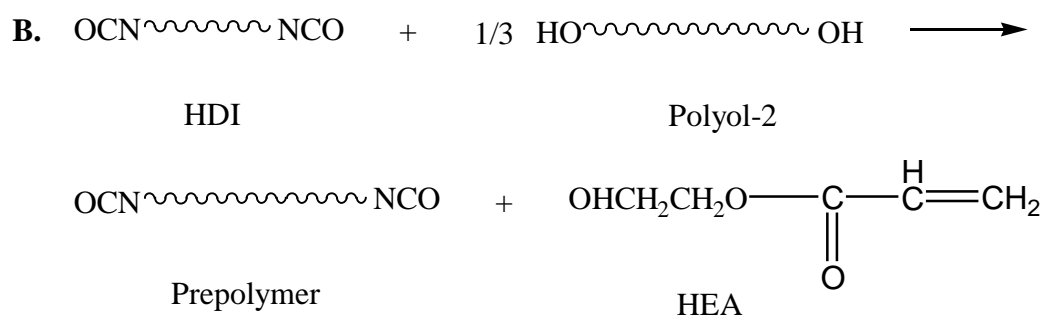
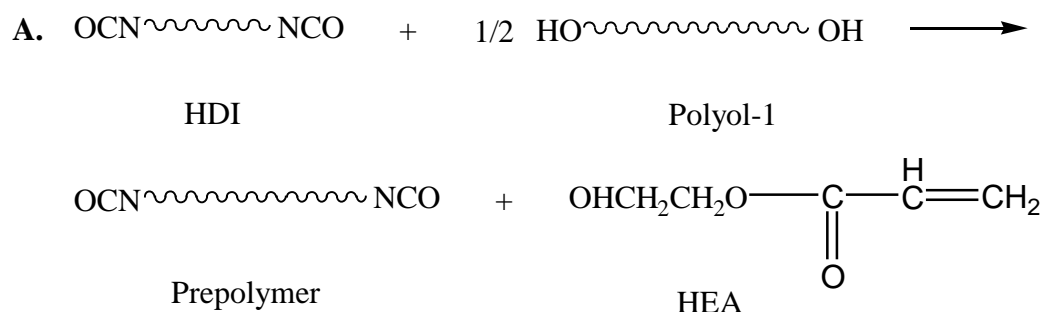
近年來紫外光硬化樹脂(UV curable resins)已被廣泛應用於塗料、油墨印刷、接著劑、印刷電路板及半導體元件等相關產業，其優點是節省能源、生產快速、品質優良、減少環境污染等。這些經由系統化設計所創造出具有特殊機能的高分子材料，小量生產但卻具有相當高的附加價值。本研究的目的即在合成出 UV 硬化樹脂中的光聚合性預聚物(photopolymerizable prepolymer)，其為胺基甲酸酯(urethane)與壓克力系(acrylate)單體所合成出之寡聚物(oligomer)，並找出黏著性佳之壓克力系(acrylate)單體，與光起始劑一起經由紫外光硬化(UV curable)反應，再對硬化後之 UV 硬化樹脂作光學性質，熱性質及機械性質測試，尋找出適合用於背光板上的圖案用之 UV 油墨，以取代國外進口之 UV 油墨。

本研究中所使用 UV 預聚物分為四組，如下圖所示：

而合成預聚物步驟中使用的催化劑為 Dibutyltin dilaurate[18]，光聚合反應所使用之光起始劑為 PI-01、PI-02、PI-03、PI-04、PI-05、PI-06、PI-07。

註：PI-01= Benzophenone；PI-02= Irgacure651；PI-03= Irgacure819；

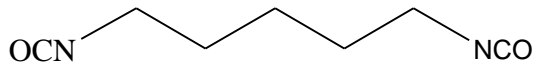
PI-04= Irgacure184 ; PI-05= SB-PI777 ; PI-06= SB-PI788 ; PI-06= SB-PI718



第三章 實驗方法

3-1 實驗藥品

1. 六亞甲基二異氰酸酯 (Hexamethylene Diisocyanate, HDI)

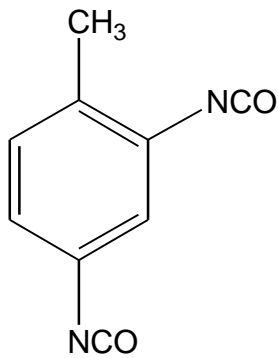


廠商：東京化成 (TCI)

等級：試藥級 mp：-55°C bp：255°C

藥品前處理：不經蒸餾即使用。

2. 甲苯二異氰酸(2,4-toluene diisocyanate)



廠商：Acros Chemical

等級：試藥級 mp：12.5-13.5°C bp：251°C

藥品前處理：不經蒸餾即使用。

3. 聚氧丙烯二醇 (poly(oxypropylene)glycol), PPG)

MW = 400,100(PPG 400,PPG100,PPG2000)

廠商：台灣拜耳(Bayer)

藥品前處理：使用前於 70°C 下攪拌抽氣 24 小時以上除水氣。

4. 聚氧丙烯三醇 (poly(oxypropylene)glycol), PPG)

MW = 480,(PPG 480)

廠商：台灣拜耳(Bayer)

藥品前處理：使用前於 70°C 下攪拌抽氣 24 小時以上除水氣。

5. 聚己二酸丁二酯二醇 (poly(butylene adipate)glycol, PBA)

MW = 500,1000(PBA 500,PBA1000)

廠商：台精化工

藥品前處理：使用前於 70°C 下攪拌抽氣 24 小時以上除水氣。

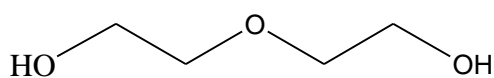
6. 聚氧四亞甲基二醇 (polytetramethylene oxide, PTMO)

MW = 650,1000(PTMO 650,PTMO 1000)

廠商：台灣阿科 (Arco) 化學公司

使用前於 70°C 下攪拌抽氣 24 小時以上除水氣。

7. 二甘醇 (Diethylene glycol)

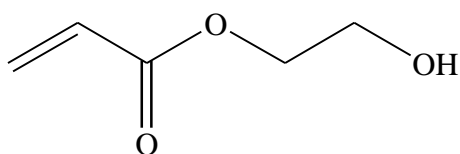


廠商：Acros Chemical

等級：試藥級 mp：-10°C bp：245°C

藥品前處理：不經蒸餾即使用。

8. 羥乙基丙稀酸脂 (Hydroxyethyl Acrylate, HEA)



廠商：弘光興業有限公司

等級：工業級

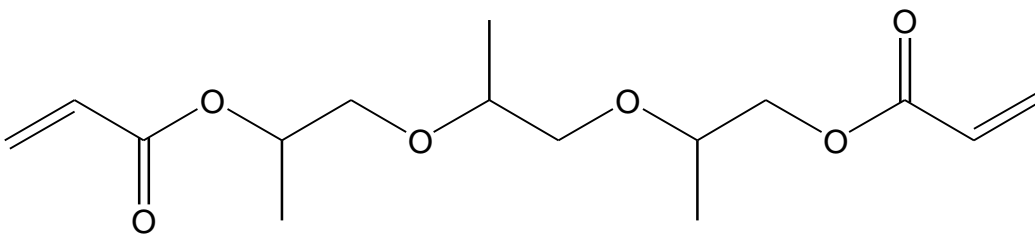
藥品前處理：不經蒸餾即使用。

9. DBDT (Dibutyl dilaurate(catalyst Sn% = 18), T-12)

廠商：Aldrich Chemical

藥品前處理：不經任何處理直接使用。

10. 三丙稀乙二醇雙丙稀酸脂 (Tripropylene Glycol Diacrylate, TPGDA)

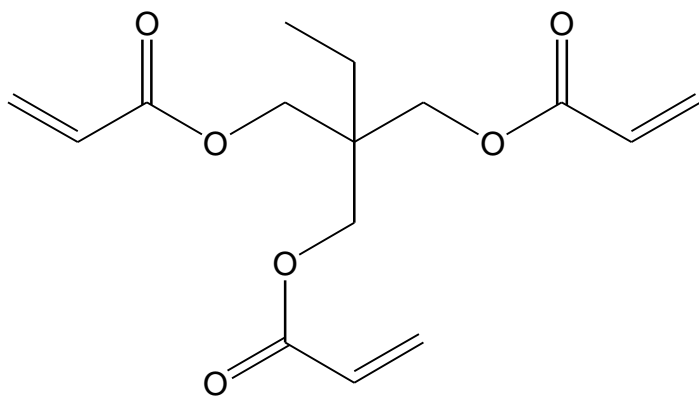


廠商：長興化工

等級：工業級

藥品前處理：不經蒸餾即使用。

11. 三 甲 醇 基 丙 烷 三 丙 稀 酸 脂 (Trimethylolpropane Triacrylate ,TMPTA)

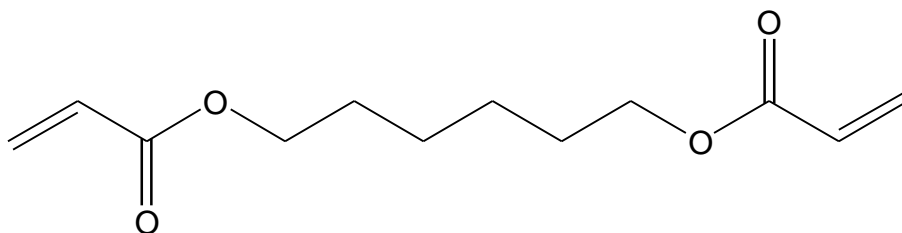


代理廠商：弘光興業有限公司

等級：工業級

藥品前處理：不經蒸餾即使用。

12. 1,6 己 二 醇 雙 丙 稀 酸 脂 (1,6-Hexanediol Diacrylate ,HDDA)

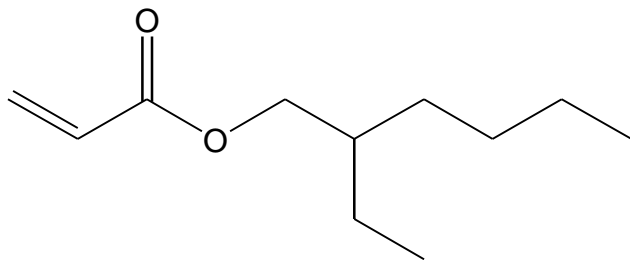


廠商：長興化工

等級：工業級

藥品前處理：不經蒸餾即使用。

13. 2-乙基己基丙烯酸鹽(2-Ethylhexyl acrylate,EHA)

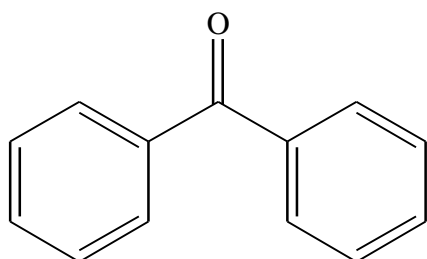


廠商：Acros Chemical

等級：試藥級 mp：-10°C bp：245°C

藥品前處理：不經蒸餾即使用。

14. 二苯甲酮 (Benzophenone)

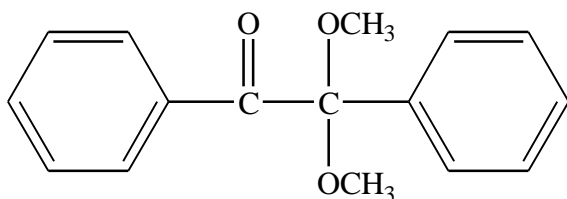


廠商：Acros Chemical

等級：試藥級 mp：48.5°C bp：305.4°C

藥品前處理：不經任何處理直接使用。

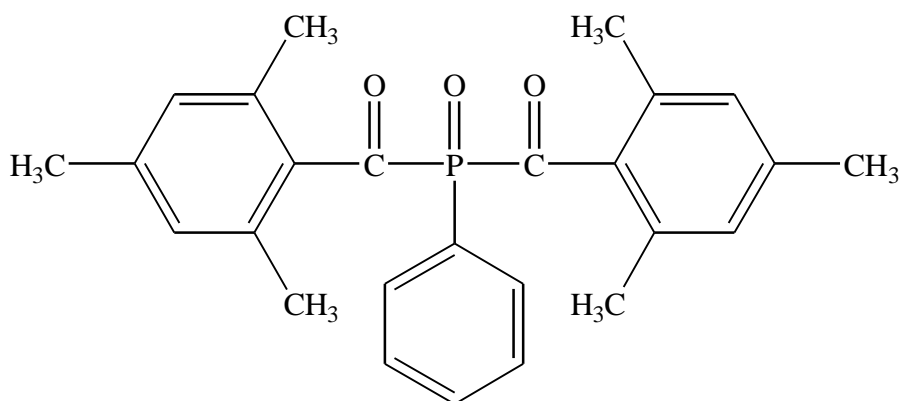
15. Irgacure651(Ciba)



代理廠商：朴峰實業有限公司

藥品前處理：不經任何處理直接使用。

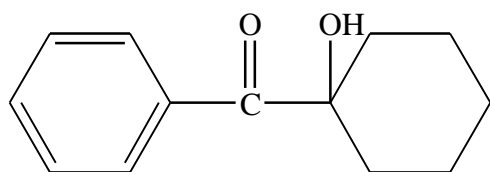
16. Irgacure819(Ciba)



代理廠商：朴峰實業有限公司

藥品前處理：不經任何處理直接使用。

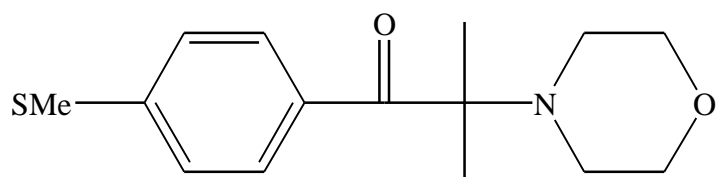
17. Irgacure184(Ciba)



代理廠商：朴峰實業有限公司

藥品前處理：不經任何處理直接使用。

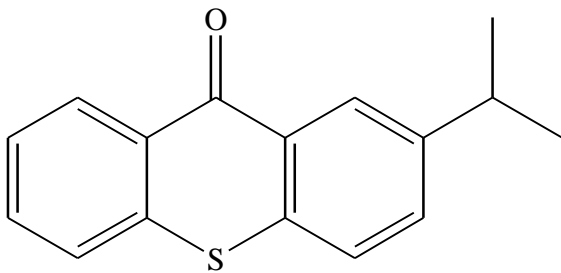
18. SB-PI777



廠商：雙邦實業股份有限公司

藥品前處理：不經任何處理直接使用。

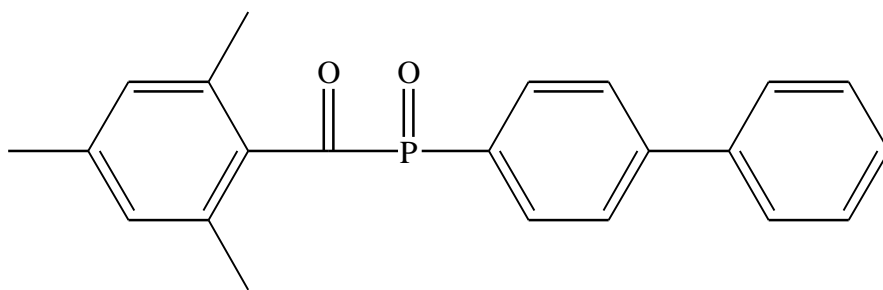
19. SB-PI788



廠商：雙邦實業股份有限公司

藥品前處理：不經任何處理直接使用。

20. SB-PI718



廠商：雙邦實業股份有限公司

藥品前處理：不經任何處理直接使用。

3-2 實驗儀器

1. 傅立葉轉換紅外線光譜儀 (FTIR)

廠商：Bio-Rad

單位：台大化工所

2. 反應器

型號：四孔平底反應器(500ml)；鐵氟龍攪拌棒

單位：台大化工所

3. 電子數位天秤

廠商：A and D Co. Ltd.,Japan

型號：四位及一位數天秤

單位：台大化工所

4. 真空幫浦 (Vacuum Bump)

廠商：新光精機

型號：5402,150 l/m,0.001 mmHg

單位：台大化工所

5. 油浴槽(circulating oil bath)

廠商：FIRSTEK

型號：B502

單位：台大化工所

6. 電熱攪拌器

廠商：大弘儀器公司 MNS-1000

單位：台大化工所

7. 3M 膠帶

代理商：眾坤股份有限公司

型號：Scotch 600

單位：帝晶光電股份有限公司

8. 附著性方格試驗機（百格刀）

代理商：資商貿易有限公司

單位：帝晶光電股份有限公司

3-3 實驗合成與製備流程

3-3-1 UV 預聚物

(1) HDI 與聚醇(Polyol-1)、HEA 預聚物之合成

將 HDI 與一半當量之聚醇(Polyol-1)置於充滿氮氣的四孔平底反應器(500ml)中，使用機械攪拌器攪拌，轉速為 300rpm，充分混合均勻反應，裝置如圖 3-1 所示，溫度控制在 60°C，以避免丙烯基雙鍵反應，並加入 T-12 加速反應。反應數小時後，反應物以 FTIR 觀察-OH 吸收峰(cm^{-1})的變化監控，直至吸收峰消失且生成-NH 吸收峰(cm^{-1})即可停止反應。於上述中間產物中加入將等當量之 HEA，溫度控制在 60°C。反應過程以 FTIR 觀察-NCO 吸收峰 (2270 cm^{-1}) 的變化來監控，直至吸收峰消失即可確定反應終了。

(2) HDI 與聚醇(Polyol-2)、HEA 預聚物之合成

將 HDI 與三分之一當量之聚醇(Polyol-2)置於充滿氮氣的四孔平底反應器(500ml)中，使用機械攪拌器攪拌，轉速為 300rpm，充分混合均勻反應，溫度控制在 60°C，以避免丙烯基雙鍵反應，並加入 T-12 加速反應。反應數小時後，反應物以 FTIR 觀察-OH 吸收峰 (cm^{-1}) 的變化監控，直至吸收峰消失且生成-NH 吸收峰 (cm^{-1}) 即可停止反

應。於上述中間產物中加入將等當量之 HEA，溫度控制在 60°C。反應過程以 FTIR 觀察-NCO 吸收峰 (2270 cm^{-1}) 的變化來監控，直至吸收峰消失即可確定反應終了。

(3) TDI 與聚醇(Polyol-2)、HEA 預聚物之合成

將 TDI 與三分之一當量之聚醇(Polyol-2)置於充滿氮氣的四孔平底反應器(500ml)中，使用機械攪拌器攪拌，轉速為 300rpm，充分混合均勻反應，溫度控制在 60°C，以避免丙烯基雙鍵反應，並加入 T-12 加速反應。反應數小時後，反應物以 FTIR 觀察-OH 吸收峰 (cm^{-1}) 的變化監控，直至吸收峰消失且生成-NH 吸收峰 (cm^{-1}) 即可停止反應。於上述中間產物中加入將等當量之 HEA，溫度控制在 60°C。反應過程以 FTIR 觀察-NCO 吸收峰 (2270 cm^{-1}) 的變化來監控，直至吸收峰消失即可確定反應終了。

(4) TDI 與 DEG、HEA 預聚物之合成

將 TDI 與等當量之 DEG 置於充滿氮氣的四孔平底反應器(500ml)中，使用機械攪拌器攪拌，轉速為 300rpm，充分混合均勻反應，溫度控制在 60°C，以避免丙烯基雙鍵反應，並加入 T-12 加速反應。反應數小時後，反應物以 FTIR 觀察-OH 吸收峰 (cm^{-1}) 的變化監控，直至吸收峰消失且生成-NH 吸收峰 (cm^{-1}) 即可停止反應。於上述中

間產物中加入將一半當量之 HEA，溫度控制在 60°C。反應過程以 FTIR 觀察-NCO 吸收峰（2270 cm⁻¹）的變化來監控，直至吸收峰消失即可確定反應終了。

3-3-2 UV 硬化樹脂的配製

UV 硬化樹脂之組成即如前所述，基本上有三個主要的成分：UV 預聚物、光聚合單體和光起始劑。本計畫所使用的光聚合單體為三丙稀乙二醇雙丙稀酸脂（Tripropylene Glycol Diacrylate, TPGDA）、三甲基醇基丙烷三丙稀酸脂(Trimethylolpropane Triacrylate ,TMPTA)、1,6 己二醇雙丙稀酸脂（1,6-Hexanediol Diacrylate ,HDDA）、2-乙基己基丙烯酸鹽(2-Ethylhexyl acrylate,EHA)，而光起始劑為二苯甲酮（Benzophenone）、Irgacure651(Ciba)、Irgacure819(Ciba)、Irgacure184(Ciba)、SB-PI777、SB-PI788、SB-PI718。將合成出來的 UV 預聚物與不同重量比的光聚合單體和光起始劑稍微加熱攪拌均勻，使其溶解為均一相的 UV 硬化樹脂。

3-3-3 UV 硬化樹脂的 UV 曝光

使用線棒將配置好的 UV 硬化樹脂塗佈在壓克力基材，再經由輸

送帶 UV 機照射 UV 曝光，使塗佈於壓克力基材上的 UV 硬化樹脂硬化成一層薄膜。

3-4 測試方法

3-4-1 塗膜附著性測試

塗膜的附著性測試是採用 Cross-cut 棋盤試驗的測試方法，使用附著性方格試驗機（百格刀），將 UV 硬化完後的塗膜，割畫出棋盤狀，再貼上 Scotch 600 3M 膠帶，然後垂直向上施力撕下膠帶，紀錄壓克力基材上塗膜的破壞百分比，並依 ASTM D3359B 的標準將塗膜的附著性等級分為 0，1，2，3，4，5 等六個等級，等級越小表示附著性越差。

3-4-2 配製背光板用之光學 UV 油墨及其混合後之均勻性測試

將配製好的 UV 硬化樹脂與背光板用之光學粉末使用滾輪攪拌機混合而形成背光板用之光學 UV 油墨，觀察 UV 硬化樹脂與粉末混合後的分散性是否均勻。

3-4-3 背光板用之光學 UV 油墨的印刷測試

將配製好的背光板用之光學 UV 油墨經由網版印刷在壓克力機材上，印刷後測試其是否會有氣泡或印刷不易之情形發生，也可知其流變性等相關特性。

3-4-4 背光板用之光學 UV 油墨 UV 硬化測試

將網版印刷在壓克力板上的 UV 油墨，經由輸送帶 UV 機照射 UV 曝光，測試 UV 油墨固化的效果。

3-4-5 背光板用之光學 UV 油墨 UV 硬化後的附著性測試

將 UV 曝光後硬化的油墨，貼上 Scotch 600 3M 膠帶後，再垂直向上施力撕下膠帶，觀察網點破壞的情形，試驗其附著性是否符合要求。

3-4-6 背光板的光學性質測試

將 UV 曝光後硬化的油墨，以 Risa Color 量測其光學效果，分析

UV 油墨光學分佈，均勻度，色度值是否偏差。測試規格如下：

測試板材：10.4 吋導光板。

測試儀器：LAIKO RISA COLOR。

測試環境：Temperature：26°C。

Humidity：51% RH。

測試條件：點燈時間為 20 分後測試。

第四章 結果與討論

4-1 UV 預聚物製備

圖 4-1 至圖 4-4 為 UV 預聚物合成過程之 FTIR 圖譜。其中異氰酸基 (-NCO , 2270cm^{-1}) 的吸收峰、羧基 (-OH , 3440cm^{-1}) 以及胺基 (N-H , 3340cm^{-1}) 吸收峰為三個重要的特性吸收峰。以此三個吸收峰的強度比來作為反應程度的判定。隨著反應的進行，定時取出試樣測試其 FTIR 光譜，觀察強度的變化。本實驗即以當羧基 (-OH , 3440cm^{-1}) 的吸收峰完全消失而生成胺基 (N-H , 3340cm^{-1}) 吸收峰時作為反應生成 Prepolymer 產物之時間，如圖 4-2，當 Prepolymer 產物生成完畢後加入 HEA，繼續反應至異氰酸基 (-NCO , 2270cm^{-1}) 的吸收峰消失而作為反應的終點，圖 4-4。

為確保反應過程中丙烯基雙鍵不因長時間加熱而斷裂，吾人於加入 HEA 步驟前滴入約 2 滴 T-12，則發現反應時間將可縮短，大約 1.5 小時後反應即可完全。

將所合成四種不同的 UV 預聚物與不同的單官能基、雙官能基、三官能基的光聚合單體及不同的光起始劑配製成不同組成的 UV 硬化樹脂，列於表 4-1 至表 4-10。光聚合單體本身也參與光聚合反應，

兼具稀釋降低 UV 預聚物的粘度，在配製成 UV 硬化樹脂時光聚合單體對於印刷的性質具有很大的影響，當加入的光聚合單體比例越多時 UV 硬化樹脂的粘度會隨之降低，加入光聚合單體的量也會影響往後的 UV 曝光及塗膜的性質。

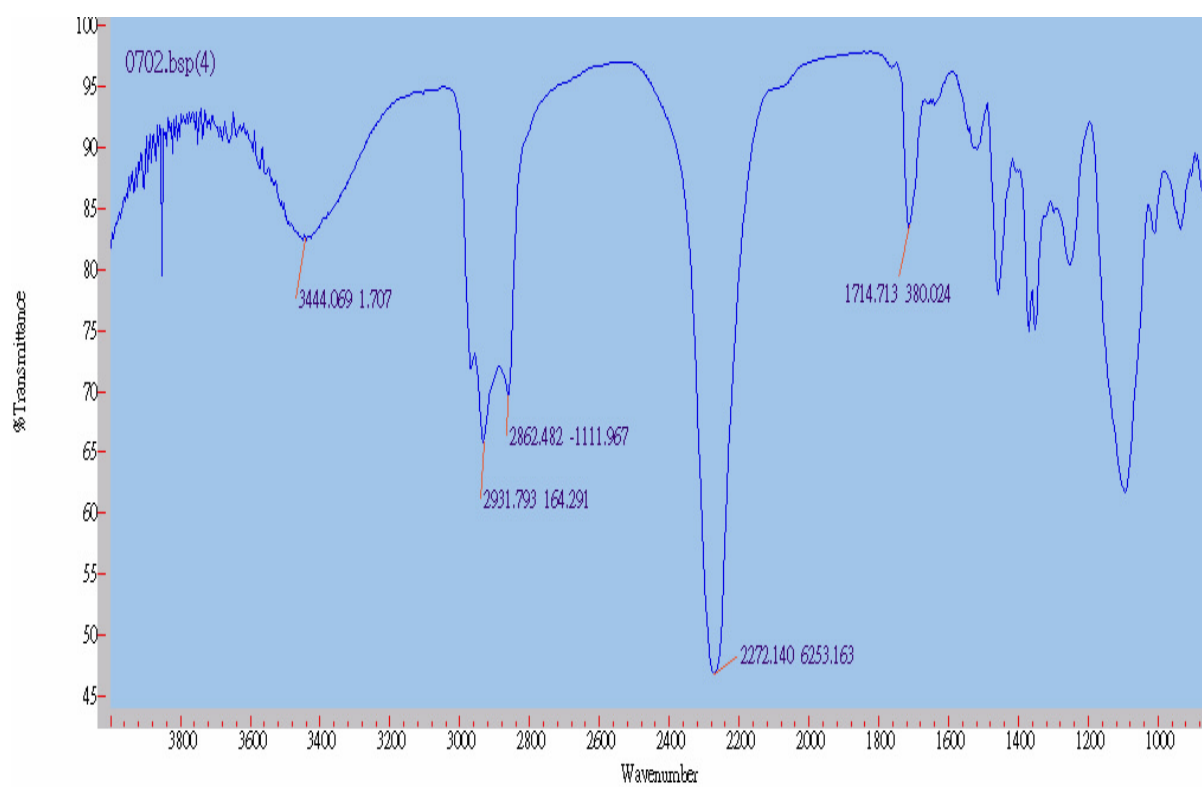


圖 4-1 開始反應之 FTIR 圖

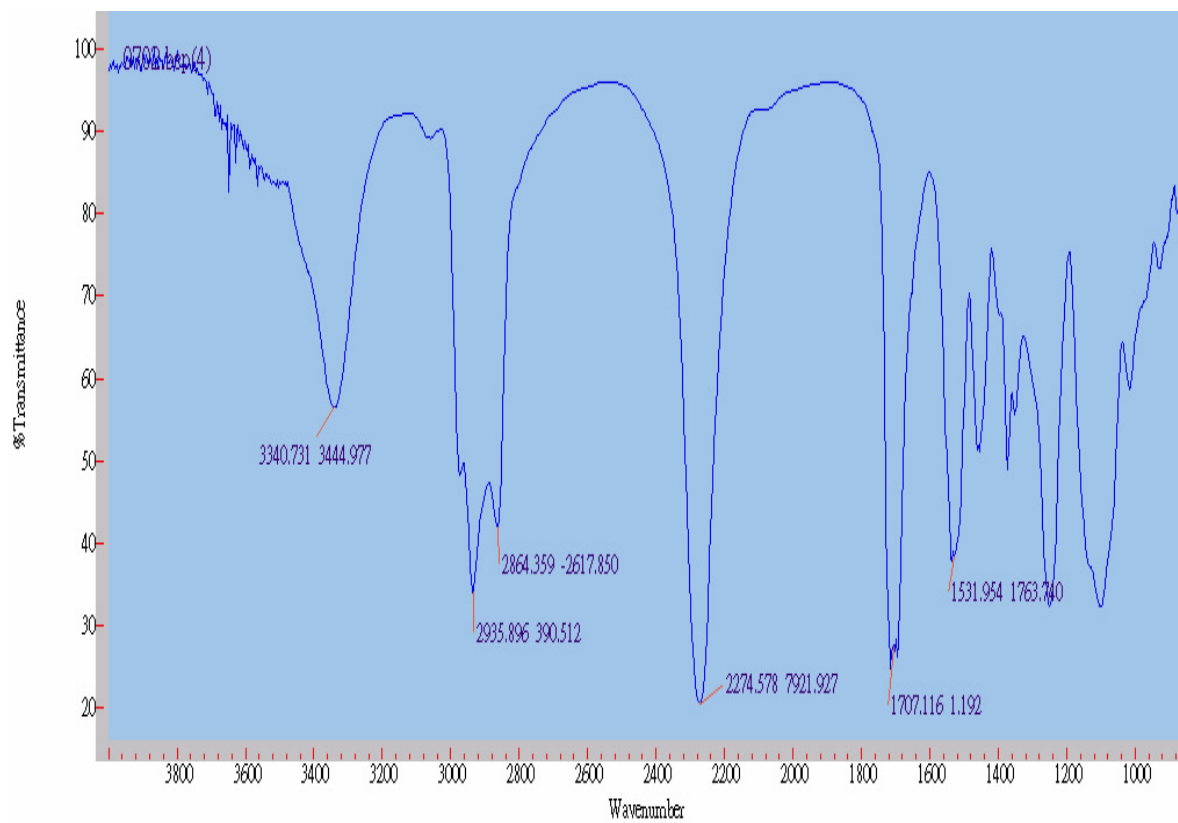


圖 4-2 生成 Prepolymer 之 FTIR 圖

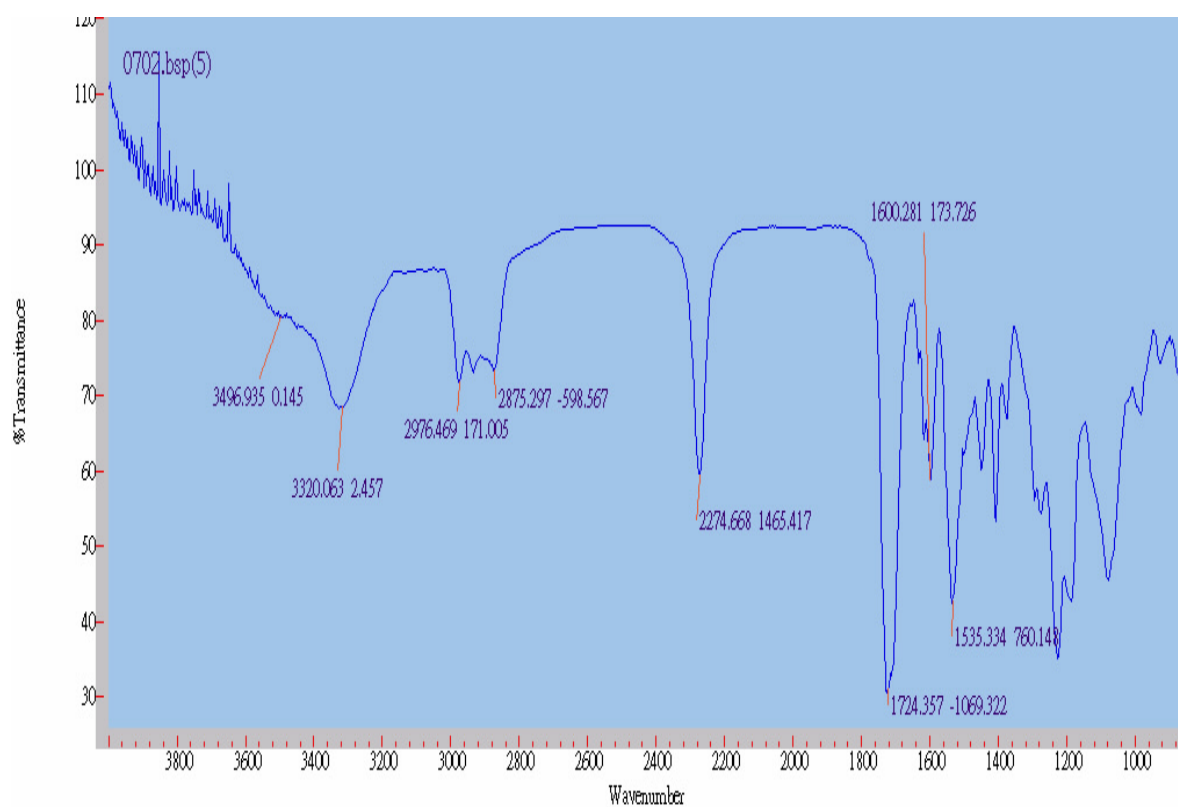


圖 4-3 HEA 加入 Prepolymer 之 FTIR 圖

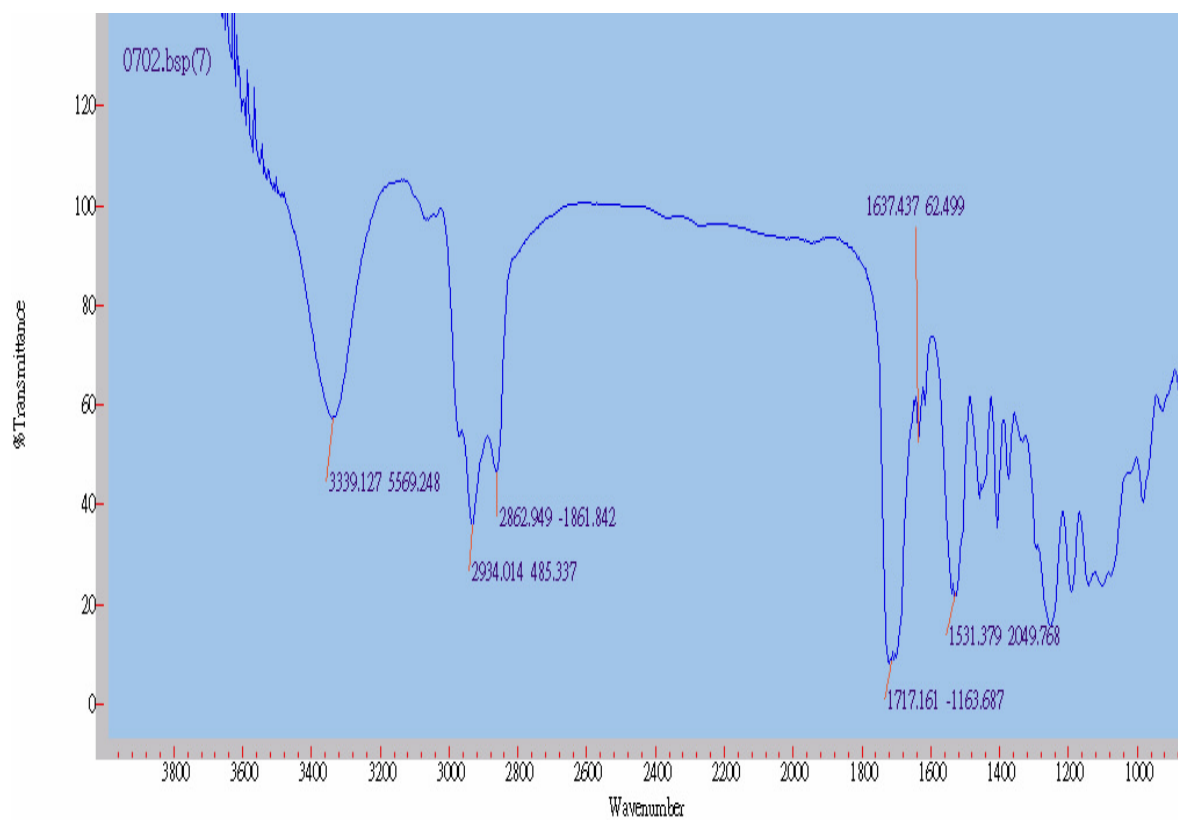


圖 4-4 UV 預聚物之 FTIR 圖

表 4-1 UV 預聚物 A 與 Acrylate03 及 Acrylate01 所製備的 UV 硬化樹

脂的組成與編號

UV 硬化樹脂	Acrylate03 重量比(wt%)	UV 預聚物 A 重量比(wt%)	Acrylate01 重量比(wt%)	光起始劑含量
UVA101	30	20	50	PI-01=5phr
UVA102	30	30	40	PI-01=5phr
UVA103	30	40	30	PI-01=5phr
UVA104	30	50	20	PI-01=5phr
UVA105	40	40	20	PI-01=5phr
UVA106	50	40	10	PI-01=5phr
UVA107	20	40	40	PI-01=5phr
UVA108	10	40	50	PI-01=5phr

表 4-2 UV 預聚物 A 與 Acrylate12 所製備的 UV 硬化樹脂的組成與編

號

UV 硬化樹脂	Acrylate12 重量比(wt%)	UV 預聚物 A 重量比(wt%)	光起始劑含量
UVA201	100	0	PI-01=5phr
UVA202	90	10	PI-01=5phr
UVA203	80	20	PI-01=5phr
UVA204	70	30	PI-01=5phr
UVA205	60	40	PI-01=5phr
UVA206	0	100	PI-01=5phr

表 4-3 UV 預聚物 A 與 Acrylate03 所製備的 UV 硬化樹脂的組成與編號

UV 硬化樹脂	Acrylate03 重量比 (wt%)	UV 預聚物 A 重量 比(wt%)	光起始劑含量
UVA301	100	0	PI-01=5phr
UVA302	90	10	PI-01=5phr
UVA303	80	20	PI-01=5phr
UVA304	70	30	PI-01=5phr
UVA305	60	40	PI-01=5phr

表 4-4 UV 預聚物 A 與 Acrylate12 及 Acrylate01 所製備的 UV 硬化樹脂的組成與編號

UV 硬化樹脂	Acrylate12 重量 比(wt%)	UV 預聚物 A 重量比(wt%)	Acrylate01 重量 比(wt%)	光起始劑 含量
UVA401	50	30	20	PI-01=5phr
UVA402	60	30	10	PI-01=5phr
UVA403	50	40	10	PI-01=5phr
UVA404	40	40	20	PI-01=5phr
UVA405	30	40	30	PI-01=5phr
UVA406	20	40	40	PI-01=5phr

表 4-5 UV 預聚物 B 與 Acrylate12 及 Acrylate01 所製備的 UV 硬化樹脂的組成與編號

UV 硬化樹脂	Acrylate12 重量比(wt%)	UV 預聚物 B 重量比(wt%)	Acrylate01 重量比(wt%)	光起始劑含量
UVB101	50	30	20	PI-01=5phr
UVB102	60	30	10	PI-01=5phr
UVB103	50	40	10	PI-01=5phr
UVB104	50	40	10	PI-01=10phr
UVB105	50	40	10	PI-01=15phr
UVB106	40	40	20	PI-01=5phr
UVB107	40	40	20	PI-01=10phr
UVB108	40	40	20	PI-01=15phr
UVB109	45	40	15	PI-01=5phr
UVB110	45	40	15	PI-01=10phr
UVB111	45	40	15	PI-01=15phr
UVB112	30	40	30	PI-01=5phr

表 4-6 UV 預聚物 B 與 Acrylate12 所製備的 UV 硬化樹脂的組成與編號

UV 硬化樹脂	Acrylate12 重量比(wt%)	UV 預聚物 B 重量比(wt%)	光起始劑含量
UVB201	90	10	PI-01=5phr
UVB202	80	20	PI-01=5phr

UVB203	70	30	PI-01=5phr
UVB204	60	40	PI-01=5phr
UVB205	0	100	PI-01=5phr

表 4-7 UV 預聚物 B 與 Acrylate03 及 Acrylate12 所製備的 UV 硬化樹脂的組成與編號

UV 硬化樹脂	Acrylate03 重量 比(wt%)	UV 預聚物 B 重量比(wt%)	Acrylate12 重 量比(wt%)	光起始劑含 量
UVB301	30	20	50	PI-01=5phr
UVB302	30	20	50	PI-01=10phr
UVB303	30	20	50	PI-01=15phr
UVB304	30	20	50	PI-01=20phr
UVB305	30	30	40	PI-01=5phr
UVB306	30	30	40	PI-01=10phr
UVB307	30	30	40	PI-01=20phr

表 4-8 UV 預聚物 C 與 Acrylate12 所製備的 UV 硬化樹脂的組成與編號

UV 硬化樹脂	Acrylate12 重量 比(wt%)	UV 預聚物 C 重量 比(wt%)	光起始劑含量
UVC101	70	30	PI-05=5phr
UVC102	70	30	PI-05=5phr PI-05=1phr

表 4-9 UV 預聚物 D 與 Acrylate03 所製備的 UV 硬化樹脂的組成與編號

UV 硬化樹脂	Acrylate03 重量比 (wt%)	UV 預聚物 D 重量 比(wt%)	光起始劑含量
UVD101	90	10	PI-03=5phr
UVD102	80	20	PI-02=5phr
UVD103	80	20	PI-01=5phr
UVD104	80	20	PI-03=5phr
UVD105	70	30	PI-03=5phr
UVD106	60	40	PI-03=5phr

表 4-10 UV 預聚物 D 與 Acryalte03 及 Acryalte22 所製備的 UV 硬化樹脂的組成與編號

UV 硬化樹脂	Acryalte03 重量 比(wt%)	UV 預聚物 D 重量比(wt%)	Acryalte22 重 量比(wt%)	光起始劑含量
UVD201	30	30	40	PI-03=5phr
UVD202	30	30	40	PI-04=5phr
UVD203	30	30	40	PI-05=5phr
UVD204	30	30	40	PI-06=5phr
UVD205	30	30	40	PI-07=5phr
UVD206	30	30	40	PI-02=5phr
UVD207	30	30	40	PI-01=5phr

4-2 UV 硬化樹脂的 UV 曝光測試塗膜附著性測試

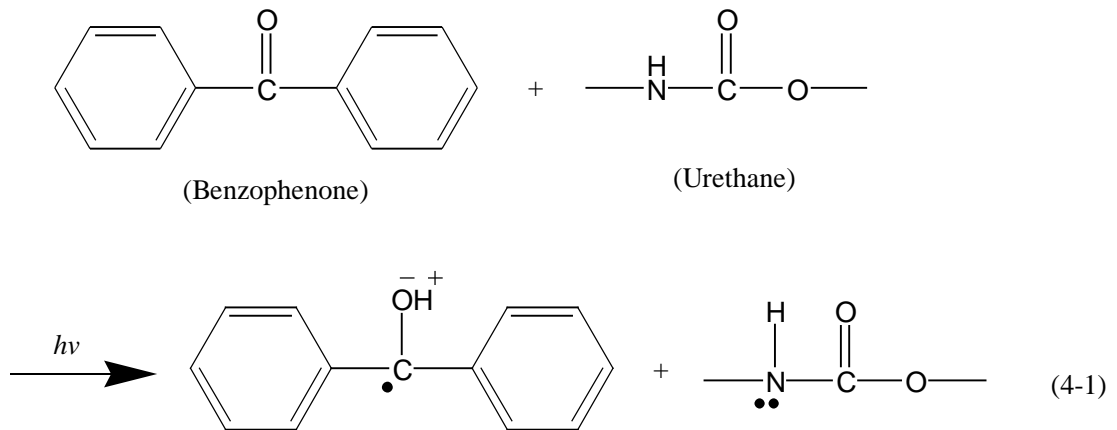
UV 硬化樹脂的 UV 曝光測試及塗膜附著性測試列於表 4-11 至表 4-20。使用線棒將配置好的 UV 硬化樹脂塗佈在壓克力基材，再經由輸送帶 UV 機照射 UV 曝光，使塗佈於壓克力基材上的 UV 硬化樹脂硬化成一層薄膜，通過輸送帶 UV 機照射一次數的能量大約為 $550\sim 650\text{mJ}/\text{cm}^2$ ，時間約為 9 秒鐘左右，在背光板的製造過程，UV 硬化樹脂通過輸送帶 UV 機照射需為一次數的限制，在生產的速度及能量的成本才能達到標準。而在塗膜附著性測試中塗膜附著性等級須達到 ASTM D3359B 標準的等級 5 才符合背光板 UV 油墨的標準，這是因為防止網印在基材的網點剝落，所以在 UV 硬化樹脂樹脂 UV 曝光硬化能牢固的附著在基材上才能達到背光板 UV 油墨的標準。

所以能適用在背光板 UV 油墨上的 UV 硬化樹脂最初步的測試標準為通過輸送帶 UV 機照射次數一次及 ASTM D3359B 標準的等級 5，此兩項限制。

在表 4-11 中 UVA101 及 UVA102 塗膜附著性等級為 5，相較於表 4-11 中的其他組成其通過輸送帶 UV 機照射次數較為多次，可看出由於單官能基單體含量的增加，使 UV 曝光硬化的塗膜的附著性提高，但相對的也使得 UV 曝光硬化的反應時間增長，所以在表 4-11 中皆

不適合當作背光板 UV 油墨的 UV 硬化樹脂。

在表 4-12 中無塗膜附著性符合標準，在通過輸送帶 UV 機照射次數可看出當 UV 預聚物 A 的含量增加至 30% 以上時通過輸送帶 UV 機照射次數只要一次，這是由於 UV 預聚物 A 為胺酯-壓克力 (Urethane-Acrylate) 的預聚物，含有 Urethane 的官能基可使光起始劑 Benzophenone 更有效率的分解成光聚合的自由基，如式 4-1，使曝光硬化的速度加快。在表 4-12 中皆不適合當作背光板 UV 油墨的 UV 硬化樹脂。



在表 4-13 中 UVA301 及 UVA302 塗膜附著性等級為 5，因為三官能基單體含量增加而提高其塗膜的附著性，但也使得 UV 曝光硬化的反應時間增長，而 UV 預聚物 A 的含量增加，也加快了曝光硬化的速度，此外與表 4-12 相比較，可看出在 UV 預聚物 A 中三官能基單體與雙官能基單體 1 相對於 UV 曝光的硬化速度，含有三官能基單體的 UV 硬化樹脂之 UV 曝光的反應速度較含有雙官能基單體的 UV 硬

化樹脂慢，在表 4-13 中皆不適合當作背光板 UV 油墨的 UV 硬化樹脂。

在表 4-14 中無塗膜附著性符合標準，所以此系列 UV 硬化樹脂皆不適合當作背光板 UV 油墨的 UV 硬化樹脂。在表 4-15 中雖然有多組 UV 硬化樹脂的亦無塗膜附著性符合標準，通過傳送帶 UV 機照射次數為一次，但無塗膜附著性符合標準，所以在此系列皆不適合當作背光板 UV 油墨的 UV 硬化樹脂。

在表 4-16 中無塗膜附著性符合標準，在通過傳送帶 UV 機照射次數可看出當 UV 預聚物 B 的含量增加至 30% 以上時通過傳送帶 UV 機照射次數只要一次，這也是由於 UV 預聚物 B 為胺酯-壓克力 (Urethane-Acrylate) 的預聚物，含有 Urethane 的官能基可使光起始劑 Benzophene 更有效率的分解成光聚合的自由基，如式 4-1，使曝光硬化的速度加快。在表 4-16 中皆不適合當作背光板 UV 油墨的 UV 硬化樹脂。在表 4-17 中亦無塗膜附著性符合標準，所以此系列 UV 硬化樹脂皆不適合當作背光板 UV 油墨的 UV 硬化樹脂。

在表 4-18 中此系列的 UV 硬化樹脂所使用的光起始劑不是表 4-11 至 4-17 所使用的 PI-01，而是改用 PI-05 的光起始劑，在表 4-18 中，UVC101 通過傳送帶 UV 機照射次數為一次，塗膜附著性等級為 3，而 UVC102 為 UVC101 多加 1phr PI-06 的光起始劑其通過傳送帶

UV 機照射次數為一次，塗膜附著性等級為 5，可看出在含有 PI-05 光起始劑的 UV 硬化樹脂中加入少量的 PI-06 光起始劑可使 UV 硬化樹脂再短時間 UV 曝光硬化的更完全，以達到硬化的塗膜與基材附著的更牢固，所以 UV 硬化樹脂 UVC102 可初步被採用作為背光板 UV 油墨的 UV 硬化樹脂。

在表 4-19 中通過輸送帶 UV 機照射次數皆為一次，在塗膜附著性的等級測試中，只有 UVD101 及 UVD104 含有光起始劑 PI-03 的塗膜附著性等級為 5，可知光起始劑 PI-03 具有深層光聚合的起始，使塗膜再短時間光硬化的聚合反應更完全，此外在 UV 硬化樹脂 UVD101 及 UVD104 其 UV 預聚物 D 的含量只小於 20%，大部分組成皆為三官能基單體，所以靠著光起始劑 PI-03 的解離效果，使得通過輸送帶 UV 機照射次數為一次，所以 UV 硬化樹脂 UVD101 及 UVD104 可初步被採用作為背光板 UV 油墨的 UV 硬化樹脂。

在表 4-20 中 UV 預聚物 D 與三官能基單體及雙官能基單體 2 所製備的 UV 硬化樹脂，皆為同樣比例的 UV 預聚物及光反應性單體，而不同於所加入的光起始劑，由表 4-20 中可看出塗膜附著性等級皆為 5，在通過輸送帶 UV 機照射次數中，UV 硬化樹脂 UVD201、UVD202、UVD203 為一次，可見在此種配方下 PI-03、PI-04 及 PI-05 三種光起始劑可達到相同的效果。所以 UV 硬化樹脂 UVD201、

UVD202 及 UVD203 可初步被採用作為背光板 UV 油墨的 UV 硬化樹脂。

表 4-11 UV 預聚物 A 與 Acrylate03 及 Acrylate01 所製備的 UV 硬化樹脂的 UV 曝光及塗膜附著性

UV 硬化樹脂	通過輸送帶 UV 機照射次數	塗膜附著性等級
UVA101	7	5
UVA102	5	5
UVA103	3	0
UVA104	1	1
UVA105	2	0
UVA106	2	0
UVA107	2	0
UVA108	3	1

表 4-12 UV 預聚物 A 與 Acrylate12 所製備的 UV 硬化樹脂的 UV 曝光及塗膜附著性

UV 硬化樹脂	通過輸送帶 UV 機照射次數	塗膜附著性等級
UVA201	7	2
UVA202	4	0
UVA203	3	0
UVA204	1	0
UVA205	1	0
UVA206	1	0

表 4-13 UV 預聚物 A 與 Acrylate03 所製備的 UV 硬化樹脂的 UV 曝光
及塗膜附著性

UV 硬化樹脂	通過輸送帶 UV 機照射次數	塗膜附著性等級
UVA301	11	5
UVA302	8	5
UVA303	3	0
UVA304	2	0
UVA305	1	0

表 4-14 UV 預聚物 A 與 Acrylate12 及 Acrylate01 所製備的 UV 硬化樹
脂的 UV 曝光及塗膜附著性

UV 硬化樹脂	通過輸送帶 UV 機照射次數	塗膜附著性等級
UVA401	2	0
UVA402	2	0
UVA403	1	0
UVA404	1	0
UVA405	2	1
UVA406	2	1

表 4-15 UV 預聚物 B 與 Acrylate12 及 Acrylate01 所製備的 UV 硬化樹
脂的 UV 曝光及塗膜附著性

UV 硬化樹脂	通過輸送帶 UV 機照射次數	塗膜附著性等級
UVB101	3	0

UVB102	2	0
UVB103	1	0
UVB104	1	0
UVB105	1	0
UVB106	1	0
UVB107	1	0
UVB108	1	0
UVB109	1	0
UVB110	1	0
UVB111	1	0
UVB112	3	0

表 4-16 UV 預聚物 B 與 Acrylate12 所製備的 UV 硬化樹脂的 UV 曝光
及塗膜附著性

UV 硬化樹脂	通過輸送帶 UV 機照射次數	塗膜附著性等級
UVB201	4	0
UVB202	2	0
UVB203	1	0
UVB204	1	0
UVB205	1	0

表 4-17 UV 預聚物 B 與 Acrylate03 及 Acrylate12 所製備的 UV 硬化樹
脂的 UV 曝光及塗膜附著性

UV 硬化樹脂	通過輸送帶 UV 機照射次數	塗膜附著性等級
---------	----------------	---------

UVB301	3	0
UVB302	3	0
UVB303	3	0
UVB304	3	0
UVB305	2	0
UVB306	2	0
UVB307	2	0

表 4-18 UV 預聚物 C 與 Acrylate12 所製備的 UV 硬化樹脂的 UV 曝光
及塗膜附著性

UV 硬化樹脂	通過輸送帶 UV 機照射次數	塗膜附著性等級
UVC101	1	3
UVC102	1	5

表 4-19 UV 預聚物 D 與 Acrylate03 所製備的 UV 硬化樹脂的 UV 曝光
及塗膜附著性

UV 硬化樹脂	通過輸送帶 UV 機照射次數	塗膜附著性等級
UVD101	1	5
UVD102	1	0
UVD103	1	0
UVD104	1	5
UVD105	1	0
UVD106	1	0

表 4-20 UV 預聚物 D 與 Acrylate03 及 Acrylate22 所製備的 UV 硬化樹脂所製備的 UV 硬化樹脂的 UV 曝光及塗膜附著性

UV 硬化樹脂	通過輸送帶 UV 機照射次數	塗膜附著性等級
UVD201	1	5
UVD202	1	5
UVD203	1	5
UVD204	3	5
UVD205	4	5
UVD206	2	5
UVD207	10	5

4-3 UV 硬化樹脂應用於背光板用之光學 UV 油墨的測試

選擇 UVB105 UV 硬化樹脂與背光板用之光學粉末使用滾輪攪拌機混合而形成背光板用之光學 UV 油墨，觀察 UVB105 UV 硬化樹脂與粉末混合後的分散性，其配製後的光學 UV 油墨能混合的均勻，而且背光板用之光學粉末能均勻的分散在 UVB105 UV 硬化樹脂中。

將 UVB105 UV 硬化樹脂配製好的背光板用之光學 UV 油墨經由網版印刷在壓克力機材上，印刷後無氣泡發生，而且再網板印刷時 UV 油墨的流動性也符合印刷的需求。

再將網板印刷後的背光板經由輸送帶 UV 機照射一次的能量大

約為 $550\sim 650\text{mJ}/\text{cm}^2$ ，時間約為 9 秒鐘左右，後觀察其背光板的表乾性，發現 UV 曝光後的 UV 油墨完全乾硬完畢。再將背光板經由貼上 Scotch 600 3M 膠帶作接著性質的測試，其有 3~5% 的網點會掉落。

而圖 4-5 為 UVB105 UV 硬化樹脂配製背光板用 UV 油墨，所製作的背光板以 Risa Color 量測其光學圖示，黃色表示比較亮，綠色則是相對比較暗，而紅色輝度更高，而表 4-21 是 UVB105 UV 硬化樹脂配製背光板用 UV 油墨所製作的背光板之光學性質，從最上面的項次依序為：輝度最大值，最小值，平均輝度值，而下面三項均為均勻度值，最大值及最小值的均勻度值為 76.64%，其光學性質是符合作為背光板的標準。而圖 4-6 及表 4-22 為日本進口之背光板用 UV 油墨所製作的背光板以 Risa Color 量測其光學圖示及其光學性質。

另外以 UVB105 的相同組成，選擇使用 PI-05 光起始劑的量為 5phr 及 PI-05 光起始劑的量為 5phr，PI-06 光起始劑的量為 1phr 的 UV 硬化樹脂與背光板用之光學粉末使用滾輪攪拌機混合而形成背光板用之光學 UV 油墨，觀察 UV 硬化樹脂與粉末混合後的分散性，其配製後的光學 UV 油墨皆能混合的均勻，而且背光板用之光學粉末能均勻的分散在這兩組 UV 硬化樹脂中。而在通過輸送帶 UV 機照射一次的能量大約為 $550\sim 650\text{mJ}/\text{cm}^2$ ，時間約為 9 秒鐘左右後，UV 油墨完全乾硬完畢。接著性測試大約有 50% 的網點會掉落，而通過輸送帶

UV 機照射二次時，接著性測試大約有 30%的網點會掉落，通過輸送帶 UV 機照射三次時，接著性測試大約有 20%的網點會掉落，通過輸送帶 UV 機照射四次時，接著性測試大約有 3~5%的網點會掉落，通過輸送帶 UV 機照射五次時，接著性測試沒有網點掉落。因此可發現，雖然通過輸送帶 UV 機照射一次時，UV 油墨完全乾硬，在接著測試後會有網點掉落，這是深層部分未硬化完畢，因為加入光學粉體後，會降低光起始劑對 UV 硬化的效果，以致於須通過多次的輸送帶 UV 機照射才能達到網點不掉落的接著性質。

而以 UVD101 UV 硬化樹脂與背光板用之光學粉末使用滾輪攪拌機混合而形成背光板用之光學 UV 油墨，觀察 UVD101 UV 硬化樹脂與粉末混合後的分散性，其配製後的光學 UV 油墨能混合的均勻，而且背光板用之光學粉末能均勻的分散在 UVD101 UV 硬化樹脂中。而在網板印刷時 UV 油墨在壓克力板上有糊掉的現象發生，這是由於 UVD101 UV 硬化樹脂含有 90wt%的 Acrylate03 單體，以致於配製後的光學 UV 油墨粘度較低，而在通過輸送帶 UV 機照射一次的能量大約為 $550\sim 650\text{mJ}/\text{cm}^2$ ，時間約為 9 秒鐘左右後，UV 油墨完全乾硬完畢。接著性測試大約有 30%的網點會掉落，加入光學粉體後，會降低光起始劑對 UV 硬化的效果，以致於須通過多次的輸送帶 UV 機照射才能達到網點不掉落的接著性質。

而以 UVD201 UV 硬化樹脂與背光板用之光學粉末使用滾輪攪拌機混合而形成背光板用之光學 UV 油墨，觀察 UVD201 UV 硬化樹脂與粉末混合後的分散性，其配製後的光學 UV 油墨能混合的均勻，而且背光板用之光學粉末能均勻的分散在 UVD201 UV 硬化樹脂中。而在網板印刷時 UV 油墨在壓克力板上有糊掉的現象發生，這是由於 UVD201 UV 硬化樹脂含有 30wt% 的 Acrylate03 及 40wt% 的 Acrylate22 單體，以致於配製後的光學 UV 油墨粘度較低，而在通過輸送帶 UV 機照射一次的能量大約為 $550\sim 650\text{mJ}/\text{cm}^2$ ，時間約為 9 秒鐘左右後，UV 油墨完全乾硬完畢。接著性測試大約有 30% 的網點會掉落，這也是由於加入光學粉體後，會降低光起始劑對 UV 硬化的效果，以致於須通過多次的輸送帶 UV 機照射才能達到網點不掉落的接著性質。

整體而言，在配置背光板用之光學 UV 油墨時，通過輸送帶 UV 機照射一次時，UV 油墨完全乾硬，在接著測試後會有網點掉落，這是深層部分未硬化完畢，因為加入光學粉體後，會降低光起始劑對 UV 硬化的效果，以致於須通過多次的輸送帶 UV 機照射才能達到網點不掉落的接著性質。所以可被採用作為背光板 UV 油墨的 UV 硬化樹脂其加入的光起始劑量需提高至能使加入光學粉體的 UV 油墨，通過輸送帶 UV 機照射一次而達到能源成本上的考量。

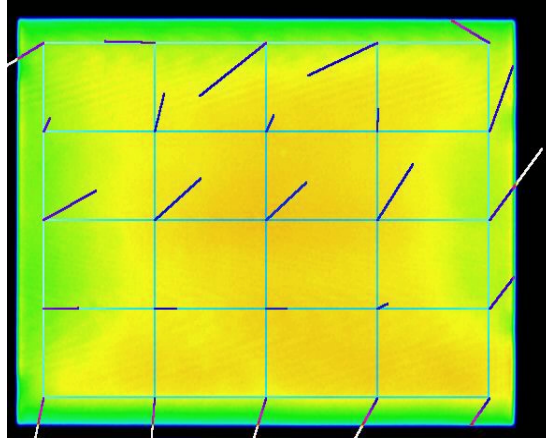


圖 4-5 UVB105 UV 硬化樹脂配製背光板用 UV 油墨所製作的背光板

以 Risa Color 量測其光學圖示

Topic Value (cd)		
Max	3123.48	x NG
Min	2393.82	x NG
Mean	2729.08	x NG
Min/Max	76.64%	OK
Deviation	12.28%	OK
Min/Center	76.64%	OK

表 4-21 UVB105 UV 硬化樹脂配製背光板用 UV 油墨所製作的背光板

之光學性質

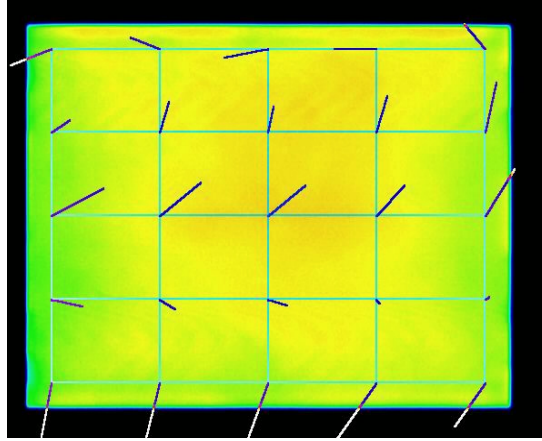


圖 4-6 日本進口之背光板用 UV 油墨所製作的背光板以 Risa Color 量測其光學圖示

Topic Value (cd)		
Max	3011.26	x NG
Min	2354.26	x NG
Mean	2687.30	x NG
Min/Max	78.18%	OK
Deviation	12.39%	OK
Min/Center	78.04%	OK

表 4-22 日本進口之背光板用 UV 油墨所製作的背光板之光學性質

第五章 結論

1. 由 UV 硬化樹脂的 UV 曝光測試可以發現，當 UV 硬化樹脂的 UV 預聚物含量越多時，UV 硬化樹脂通過輸送帶 UV 機照射硬化所需的次數會降低，這是因為 UV 預聚物為胺酯-壓克力(Urethane-Acrylate)的預聚物，含有 Urethane 的官能基可使光起始劑 Benzophene 更有效率的分解成光聚合的自由基，如式 4-1。而詳細的影響關係可進一步的作其 UV 曝光的反應動力學測試，來了解其關係。
2. UV 硬化樹脂 UVD101、UVD104、UVD201、UVD202 及 UVD203 可被採用作為背光板 UV 油墨的 UV 硬化樹脂。
3. 在配置背光板用之光學 UV 油墨時，通過輸送帶 UV 機照射一次時，UV 油墨完全乾硬，在接著測試後會有網點掉落，這是深層部分未硬化完畢，因為加入光學粉體後，會降低光起始劑對 UV 硬化的效果，以致於須通過多次的輸送帶 UV 機照射才能達到網點不掉落的接著性質。所以可被採用作為背光板 UV 油墨的 UV 硬化樹脂其加入的光起始劑量需提高至能使加入光學粉體的 UV

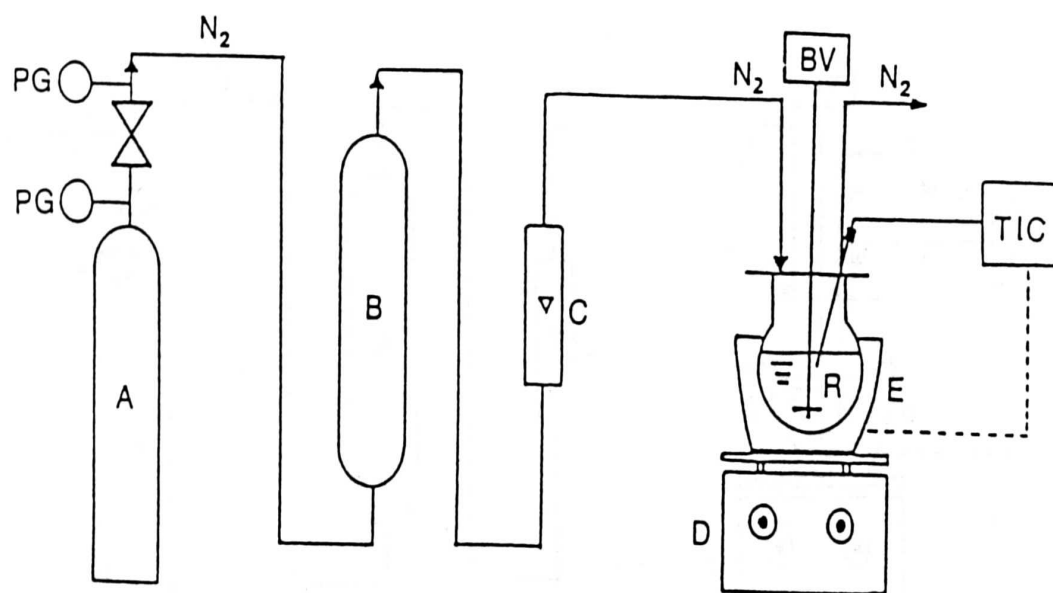
油墨，通過輸送帶 UV 機照射一次而達到能源成本上的考量。

4. 在光學性質的方面，由於 UV 預聚物及選用的稀釋單體和背光板的基材皆為壓克力係，所以製作背光板後能符合光學測試的標準。

第六章 參考文獻

1. 郭昇鑫，塑膠資訊，71，p16-22，(2002)
2. 日本化學會編，化學便覽，p114，完善（1975）。
3. 石井孝雄，平本立躬，塗裝與塗料，p135，完善（1975,8）。
4. F. R. Wight，J. Radiation Curing，p24（1981,8）。
5. Young，L. C.，"Material in Printing Process"，p210，Focal Press（1973）。
6. 綿貫稔，印刷情報，3，49（1975）。
7. "The Universal Encyclopedia of Machines，How Things Work"，p397，Paladin（1972）。
8. Askew，F. A.，"Printing Ink Manual"，p412，Heffer & Sons Ltd.（1969）。
9. J. P. Fouassier，J. F. Rabek，"Radiation Curing in Polymer Science and Technology"，Vol. 1，p186，Elsevier Applied Science（1993）。
10. Wicks Z. W. et al.，J. Paint Technology，47，p49（1975）。
11. 陳暉，UV 硬化技術入門（一），高分子工業，34，p65（1985）。
12. C. Hepburn，"Polyurethane Elastomers"，Applied Science Publishers，（1982）。

13. M. D. Lelah and S. T. Cooper , "Polyurethane in Medicine" ,
p1-199 , CRC Press (1984) ◦
14. Cunteroetel , "Polyurethane Handbook" , p7-39 , Hanser (1985) ◦
15. Mitsunobu Koshiha et al. , J. Material Science , 17 , p1447-1458 ,
(1982) ◦
16. T. A. Speckhard et al. , J.A.P.S. , 30 , p647-666 (1985) ◦
17. Han Do Kim , Seung Gu Kang and Chang Sik Ha , J.A.P.S. , 46 ,
p1339-1351 (1992) ◦
18. Xuehai Yu et al. , J.A.P.S. , 49 , p1943-1955 (1993) ◦



A. Nitrogen Supply

D. Hot Plate

B. N_2 purification apparatus

E. Heating Mantle

C. Flowmeter

R. Reactor

TIC : Temperature Indicator and Controller

PG : Pressure Gauge

BV : Agitator

圖 3-1 預聚物製備裝置

計畫成果自評

1、 研究內容與原計畫相符程度：

本研究的執行內容與當初計畫書的構想是一樣，即在合成出 UV 硬化樹脂中的光聚合性預聚物(photopolymerizable prepolymer)，其為胺基甲酸酯(urethane)與壓克力系(acrylate)單體所合成出之寡聚物(oligomer)，並找出黏著性佳之壓克力系(acrylate)單體，與光起始劑一起經由紫外光硬化(UV curable)反應，再對硬化後之 UV 硬化樹脂作光學性質，塗膜的接著性質測試，且依照廠商的需求來尋找出適合用於背光板上的圖案用之 UV 油墨，以取代國外進口之 UV 油墨。

2、 達成預期目標情況：

本研究的成果，其中在配置的 UV 硬化樹脂 UVD101、UVD104、UVD201、UVD202 及 UVD203 依照廠商生產的條件下，性質與國外進口之 UV 硬化樹脂相同，經過光起始劑的調整下，與背光板用之光學粉體混合後，可被採用作為背光板 UV 油墨。

3、 研究成果之應用價值

就目前國內所使用背光板上的圖案用之油墨，大部分皆由國外(日本)進口，且在技術上常依賴國外，本研究的成果，對於取代國外使用背光板上的圖案用之 UV 油墨，將有不錯的前景，且可大大的節省材料成本，由於 UV 油墨生產速度快速，節省能源，無溶劑下製造，減少環境污染。

4、 本研究由於有合作企業參與的關係，研究內容較不適合在學術期刊公開發表，而未來研究的成果將以合作企業來作為技術上授權的優先考慮對象。由於國內外紫外光硬化樹脂，應用在背光板上的圖案用之油墨研究並不多，研究的成果適合來申請專利。