

光學膠應用之高性能藍光吸收劑

High Performance Blue Light Absorbers for Optical Clear Adhesive

洪詩雅 Sylvia Hung、謝杰修 Miles Hsieh、王敏莉 M. L. Wang
黃耀興 Y. H. Huang、陳正聲 Johnson Chen、顏盟晃 M. H. Yen
台灣永光化學工業(股)公司特用化學事業處

藍光屬於可見光的一部份，由於接近紫外光，屬於短波長且能量強。依據文獻指出，長期暴露在藍光下容易造成眼睛傷害；近日亦指出，抗藍光產品顏色過黃，容易造成眼睛疲勞，影響視覺。本文研究紫外光吸收劑應用於光學膠，阻隔部份藍光。依實驗結果顯示，以 Eversorb® A與Eversorb® B搭配使用於25 μm厚度的光學膠，其穿透光譜顯示在400 nm之穿透度小於5%，550 nm仍維持穿透度≥90%；且 $b^* < 3$ ，有別於市售之抗藍光商品顏色偏黃的問題。若將樣品放置於鈔票上，利用驗鈔筆照射時，則無法顯示出防偽線，達成業界的檢驗規範。

Blue light is part of the high energy light of visible light spectrum. It has been regarded as a cause of eye injury after long-term exposure at this range of wavelengths. The yellowing color of some products is implicated to result in further eye fatigue. In this study, we blocked specific wavelength of blue light by adding the UV absorbers in optical clear adhesives. According to the result of this experiment, it showed that with the usage of UV absorbers, Eversorb® A and Eversorb® B, a 25 μm optical clear adhesive manages to block the light transmittance at 400 nm, allowing less than 5% to penetrate. Meanwhile, the transmittance at 550 nm of the sample remains over 90% with b^* value less than 3 to solve the common yellowing issue of anti-blue light products. The final sample passed the anti-fraud test which means to block the anti-fraud line of the bank note when exposed to 400 nm wavelength light. It meets the standard requirements in the industries.

關鍵詞/Key Words

紫外光吸收劑(UV Absorber)、光學膠(Optical Clear Adhesive)、抗藍光(Anti-blue Light)、防偽(Anti-fraud)

前言

隨著科技的日新月異，近年來3C(Computer、Communication、Consumer Electronics)產業蓬勃發展，尤其智慧型手機及平板電腦等商品的普及化，更改變了現代人的生活習慣；但長期頻繁地使用這類

3C產品所帶來的「文明病」則不容小覷。現今平面顯示器的背光模組，以採用發光二極體(Light-emitting Diode; LED)背光源為主流；許多文獻指出，LED所放射出的藍光比起傳統光源還要強烈，長期暴露在藍光下容易造成眼睛傷害⁽¹⁾。根據ISO(International Organization for Standardization)國際標準化

組織定義⁽²⁾，藍光屬於可見光的一部份，波長介於380~530 nm的電磁波，屬於短波長且能量強。

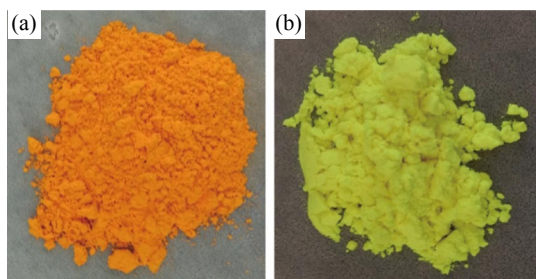
市場上抗藍光需求的領域相當廣泛，例如：眼鏡、護目鏡、LCD(Liquid Crystal Display)、LED等。為了製作工藝的便捷，普遍採用添加劑添加於光學膠之中，再加以應用。光學膠具有鍵結強度好、透明度高、易於加工等優點，因此在光電產業、節能產業及民生工業都被廣泛地使用。光學膠依樹脂種類可區分為有機矽橡膠系、丙烯酸系、不飽和聚酯系及聚氨酯系等⁽³⁾。

目前藍光吸收劑主要分為黃色染料及螢光材料^(4,5)，如圖一所示。目前市售的抗藍光商品大多呈現黃色，然而有醫生指出，抗藍光的產品若是顏色偏黃，反而易造成眼睛疲勞。所以如何在不影響視覺效果的前提下，有效地阻隔部份藍光，成為貼近生活及保健的課題。而本文將利用紫外光吸收劑在400 nm波段也有吸收的特性⁽⁶⁾，開發適用於抗藍光光學膠的產品。

實驗設計與實作

1. 材料

選擇適用於光學膠，且在400 nm有吸收的紫外光吸收劑：Benzotriazole結構的

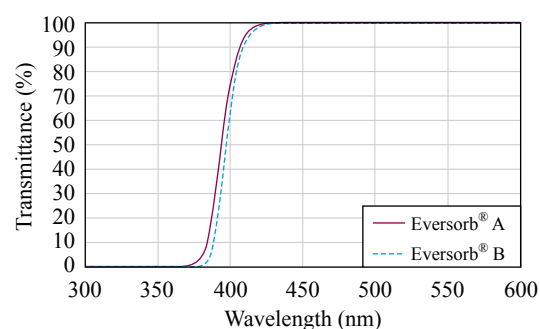


▲圖一 市售抗藍光材料(a)黃色染料；(b)螢光材料

Eversorb® A (永光化學)、Benzophenone結構的Eversorb® B (永光化學)。上述材料之UV-vis穿透光譜如圖二所示，其溶劑為Tetrahydrofuran(THF)、濃度為100 mg/L。光學膠選用體系為熱固化溶劑型丙烯酸系(新綜工業，型號HT-6678)，以上材料皆為工業級。各組樣品的固成分添加量如表一所示。

2. 檢測項目與方法

針對抗藍光的商品，目前並無國際標準檢驗規範，所以市場規格相當混亂。目前市面上最普遍檢測抗藍光產品的方式，是使用UV-vis光譜儀量測穿透圖譜，直接觀測各波段區域的阻隔能力。本研究採用380 nm、400 nm和550 nm的穿透度(T%)分別表示紫外光、藍光和可見光的阻隔能



▲圖二 Eversorb® A與Eversorb® B之UV-vis穿透光譜

▼表一 光學膠之紫外光吸收劑添加量

樣品	Eversorb® A	Eversorb® B
甲	20.0%	0.0%
乙	16.0%	4.0%
丙	10.0%	10.0%
丁	4.0%	16.0%
戊	0.0%	20.0%
空白組	0.0%	0.0%

▼表二 抗藍光樣品之UV-vis穿透度數據

樣品	380 nm	400 nm	450 nm	550 nm
甲	0.01%	12.3%	90.0%	91.1%
乙	0.01%	6.90%	89.4%	90.7%
丙	0.01%	4.65%	88.5%	90.4%
丁	0.01%	2.33%	87.9%	90.1%
戊	0.01%	1.35%	86.9%	89.4%
空白組	87.4%	89.0%	90.7%	91.3%

註：以上為去除離型膜之數據

力，數值越低表示阻隔能力越強。空間色彩則依CIE L*a*b*標準檢驗規範，b*為正值表示顏色為黃色，數值越接近零表示膜面顏色淺，當b*小於3時，人眼無法明顯辨識色差。量測b*也是使用UV-vis光譜儀（Shimadzu，型號UV-2600）。

除了穿透度外，霧度(Haze)為另一透明材料之光學性能重要指標。使用霧度儀（BYK，品名Haze-gard Dual）量測，Haze越小表示膜面越透明，一般市售品的要求為Haze小於2。

另外，業界常用抗藍光產品有另一檢測方法：將抗藍光產品放置於鈔票防偽線上，用驗鈔筆照射觀察防偽線，若無法觀察到防偽線，表示抗藍光產品能阻隔驗鈔筆光源。若要達成此規格，400 nm的穿透度必須小於5%，本研究將同步進行驗證。

3. 試片製作方法

各組依比例秤取樣品，均勻攪拌、消除氣泡後，使用金屬塗佈棒與自動塗佈機台（ZEHNTER，型號ZAA2300），將光學膠平均地塗佈於透明離型膜上，烘烤後製得25 μm乾燥膠層，再以滾輪護貝機（漢光，型號HK330DS）將光學膠面與光學級PET進行貼合，並裁剪成適當大小，最終得到「PET/光學膠/離型膜」的三層結構，待

▼表三 抗藍光樣品之b*與Haze數據

樣品	b*	Haze
甲	1.39	1.09
乙	1.85	1.12
丙	2.42	1.76
丁	2.89	1.93
戊	3.36	2.10
空白組	0.40	1.10

註：以上為去除離型膜之數據

熟成完畢後，將離型膜剝除，量測穿透光譜、b*及Haze。

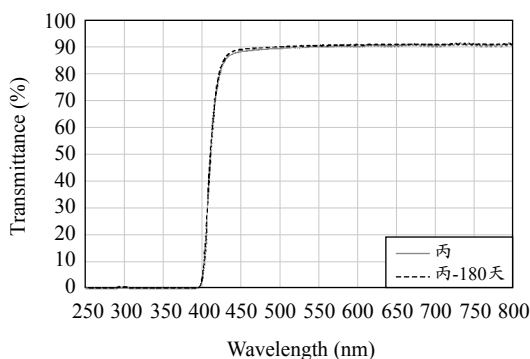
實驗結果分析

1. 實驗數據

本實驗之穿透度結果如表二。抗藍光樣品在380 nm可完全阻隔，紫外光無法穿透；400 nm則隨著Eversorb® B添加量的提高而下降，從圖二可觀察出係由Eversorb® B的吸收強度較強所導致的；而550 nm仍維持高穿透。b*與Haze數據如表三所示。甲樣品的400 nm穿透度偏高，但是b*和Haze數值很低，顯示單獨使用Eversorb® A不足以滿足穿透度的標準；戊樣品的400 nm穿透度極低，然而b*與Haze數值偏高，故Eversorb® B不適用於高添加劑量。反而將Eversorb® A與Eversorb® B兩者互相搭配效果較好。

2. 效果確認

若要通過驗鈔筆檢驗規格，400 nm的穿透度必須小於5%。丙樣品UV-vis穿透圖譜如圖三所示，400 nm的穿透度為4.65%。將其置於鈔票上實測，成功阻隔驗鈔筆光源，無法觀測出防偽線，如圖四所示。並將樣品於常溫下靜置180天，UV-vis穿透圖



▲圖三 丙樣品UV-vis穿透圖譜

譜標示於圖三， b^* 為2.41、Haze為1.76，顯示數據與效能仍維持不變，代表此產品無析出的議題存在。

結語

市面上雖有商品可達成業界之驗鈔筆檢驗規範，但 b^* 卻偏高；另有些商品則無法通過驗鈔筆之檢驗規範。由實驗結果顯示，紫外光吸收劑之Eversorb® A搭配Eversorb® B，應用於光學膠，製備實際膠層厚度為25 μm 的塗層於光學級PET上，可滿足400 nm以下穿透度<5%、550 nm穿透度 $\geq 90\%$ 、 $b^* < 3$ 的需求，並可達成業界之驗鈔筆檢驗規範。發展出可應用於光學膠之抗藍光產品，且有別於市售抗藍光商品顏色偏黃的問題。永光化學特化事業處將會持續進步創新，發展不同應用領域的產品，並將持續發表後續的研究成果。☒

參考文獻

1. J. Wu, S. Seregard, B. Spingberg, M. Oskarsson, E. Chen, "Blue light induced apoptosis in rat retina", 577-583, vol.13, 1999, Eye.
2. International Organization for Standardization, ISO-13666.



▲圖四 利用驗鈔筆照射新台幣上的防偽線(a)未放置任何物品；(b)使用丙樣品

3. 謝杰修、王敏莉、黃耀興、陳正聲、顏盟晃，"使用光安定劑提昇光學膠之耐候特性"，161-164, vol.330, 2014, 工業材料雜誌。
4. 溫志光, CN103448312A, "可過濾藍光的螢幕保護膜及其制備方法"，2013年12月。
5. 納利光學材料有限公司、比科斯電子股份有限公司, CN201310593851, "一種金色抗藍光保護膜及其制備方法"，2014年03月。
6. 三井化學株式會社, JP5620033, "光學材料、光學材料用組成物およびその用途"，2014年11月。

關於永光化學Everlight Chemical 特用化學事業處

永光化學特化事業處(特用化學產業)主要為光安定劑及紫外線吸收劑之製造商，其中以Benzotriazole類紫外線吸收劑為主要產品。添加永光之光安定劑(產品專利名稱Eversorb®)，可抵抗日光及人造光中的紫外線並增強耐候性、延長使用壽命。如您對本公司光安定劑、紫外線吸收劑等產品有進一步問題，請聯絡Email: uva@ecic.com.tw，本公司將提供更詳細的技術資料！