

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

TFT-LCD 擴散片自動光學檢測系統之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2212-E-216-007-

執行期間：94年08月01日至95年07月31日

執行單位：中華大學機械工程學系

計畫主持人：邱奕契

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 9 月 11 日

TFT-LCD 擴散片自動光學檢測系統之研究

The Study of the Automated Optical Inspection System for TFT-LCD Diffusers

計畫編號：NSC 94-2212-E-216-007

執行期限：94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 30 日

主持人：邱奕契 副教授 中華大學機械工程學系

摘要

擴散片是 LCD 背光模組的關鍵零組件，其作用在於讓光源所發射出來的光線能夠均勻的散落在稜鏡片上，以確保 LCD 的亮度均一性。擴散片上的任何瑕疵都將影響 FPD 的品質，因此在組裝前必需將擴散片上的瑕疵偵測出以確保 FPD 的品質。目前擴散片的檢測大多還是以人工目檢的方式在進行，不僅耗時耗力，檢測品質也很難確保。有鑑於此，本研究嘗試應用機器視覺，對擴散片進行檢測。檢測時首先根據瑕疵的大小，將瑕疵分成巨觀瑕疵（塗佈不均及拉線）及微觀瑕疵（異物、白點、缺角、突出、尺寸不良、漆不均、及針孔）兩大類，並分別採取不同的方式進行偵測。巨觀瑕疵是以線掃描攝影機擷取低解析影像；微觀瑕疵則是使用面掃描攝影機，搭配高倍率變焦鏡頭擷取高解析影像，之後利用特別設計的影像處理流程進行瑕疵的檢測。就某些瑕疵而言，要取得其影像並不容易，為了順利取得瑕疵影像，本研究對於擴散片的取像方式有深入的探討，內容包含擴散片的擺放方式及光源與攝影機的選擇與控制等。實驗結果顯示本研究所提出之方法，可以有效地偵測出上述各種瑕疵。

關鍵字：擴散片、TFT-LCD、機器視覺、表面瑕疵檢測

Abstract

Diffusers are key components of LCD backlight modules. Their functions are to uniformly scatter light beams from the light source over the prism sheets. Thus, the uniform brightness of a LCD is ensured. An early detection of flaws on diffusers before assembly is important to the quality of the FPD. Currently, diffusers are inspected manually. Inspection by human inspectors is apparently

error-prone, labor-intensive, inconsistent, and slow. In view of that, we applied machine vision technique to inspect diffusers. According to defect sizes, two types of defects can be identified, i.e. macro defects (uneven coatings and streaks) and micro defects (foreign matters, white spots, mouse bites, protrusions, incorrect dimensions, uneven paints, pinholes). As to the automatic detection of these two types of defects, two different methodologies were developed. For the macro defects, we used a line-scan camera to grab low-resolution images, while an area-scan camera incorporated with a zoom lens of high zoom-rate was used to grab high-resolution images so as to detect micro defects. As soon as images were grabbed, defected are detected sequentially using specifically designed processing flows.

However, it is challenging to capture some defects that are barely visible to one without special training. To capture all the defects on a diffuser successfully, we investigated several kinds of imaging methods thoroughly. Aspects like the arrangement of a diffuser, the intensity of the light source, the choice of light sources and cameras, etc. are also discussed. The experimental results show that the developed methods can effectively detect aforementioned surface flaws of diffusers.

Keywords : Diffuser, TFT-LCD, Machine Vision, Surface Flaw Inspection

1. 前言

平面顯示器(Flat Panel Display；簡稱 FPD)具有輕、薄、省電、低輻射、可攜性佳等優勢，已成為顯示器產業中最受消費者青睞的產品，其中又以液晶顯示器(Liquid Crystal Display；簡稱 LCD)的運用最為廣泛。液晶顯示器大略可分為扭轉向列型(Twisted Nematic；簡稱 TN)液晶顯示器、薄膜電晶體

型(Thin Film Transistor；簡稱 TFT)液晶顯示器、及超扭轉向列型(Super Twisted Nematic；STN)液晶顯示器三種，其中 TN/STN 是以單純矩陣驅動技術來驅動液晶顯示，而 TFT 則是以主動矩陣驅動技術來驅動液晶顯示。應用方面 TN/STN-LCD 主要偏向文書處理及消費性的產品，像是 TN-LCD 多用於電子錶與電子計算機等需求穩定的市場，至於中小尺寸的 STN-LCD 則用於個人數位助理(PDA)、手機螢幕及掌上型電腦(HPC)等產品。由於三者中以 TFT-LCD 在色彩及解析度的品質上表現最佳，因此多用於筆記型電腦與桌上型電腦使用之監視器，近年來更應用在大尺寸之 LCD TV 上，可謂用途最廣之液晶顯示器。

擴散片(亦稱擴散膜或擴散板，Diffuser / Diffusion sheet) 主要的功能是讓光線透過擴散塗層產生漫射，使得光線的分佈均勻化。基材需選擇透光率高的材料如：PET/PC/PMMA，製程則為 PC/PET 基板加擴散 Coating。日常生活中擴散片的運用非常多，舉凡需要將光線均勻擴散的產品幾乎都需要使用到它，像是各式燈光與廣告看板，目前廣泛運用在背光模組中。背光模組的用途非常廣泛，可用於資訊、通訊與各類消費產品上，例如：平面顯示器、手機面板、PDA、數位相機、筆記型電腦、液晶投影機、車用面板、與監視器等產品，其中以平面顯示器產業運用的最多，像是薄膜電晶體液晶顯示器(TFT-LCD)與 LCD TV，主要的原因是因為 LCD 面板本身並不具有發光性，必須外加光源以達到顯示面板的功能[2]。

擴散片為 LCD 背光模組中關鍵的光學零組件，假使存在瑕疵將會影響背光模組的發光品質，導致 LCD 面板無法顯示正確影像，因此必需於組裝前將擴散片上的瑕疵偵測出以確保 LCD 的品質。目前擴散片的瑕疵檢測仍仰賴大量的人工進行檢測，不僅費時且容易受檢測人員主觀意識的影響導致漏檢的情形發生。有鑑於此，本研究導入機器視覺於擴散片(Diffuser)之表面瑕疵檢測，以避免人工檢測誤判所造成之損失。圖 1 所示為擴散片瑕疵樣本的取像結果。

2. 研究方法

本研究是利用機器視覺技術來檢測擴散片表面是否有瑕疵的存在。由於擴散片的瑕疵種

類繁多，特性也不盡相同，因此本研究根據瑕疵的大小將瑕疵分成巨觀瑕疵及微觀瑕疵兩大類[2]，並分別使用巨觀檢測法及微觀檢測法進行檢測。請參考圖 2 所示之流程圖，檢測時根據取像方式的不同，將擴散片瑕疵的檢測分成三站進行。第一站為巨觀檢測，主要是檢查是否有面積較大涵蓋範圍較廣的瑕疵，例如：拉線及塗佈不均。巨觀檢測之硬體設備配置如圖 3(a)所示。第二與第三站屬於微觀檢測，微觀檢測使用之硬體設備配置如圖 3(b)所示。第二站主要是檢查是否有面積較小，肉眼不易查覺的瑕疵，例如：異物、缺角、尺寸不良、漆不均、及針孔瑕疵；第三站則專門對白點瑕疵進行檢測。以下就影像擷取及瑕疵檢測方法進行詳細的說明。

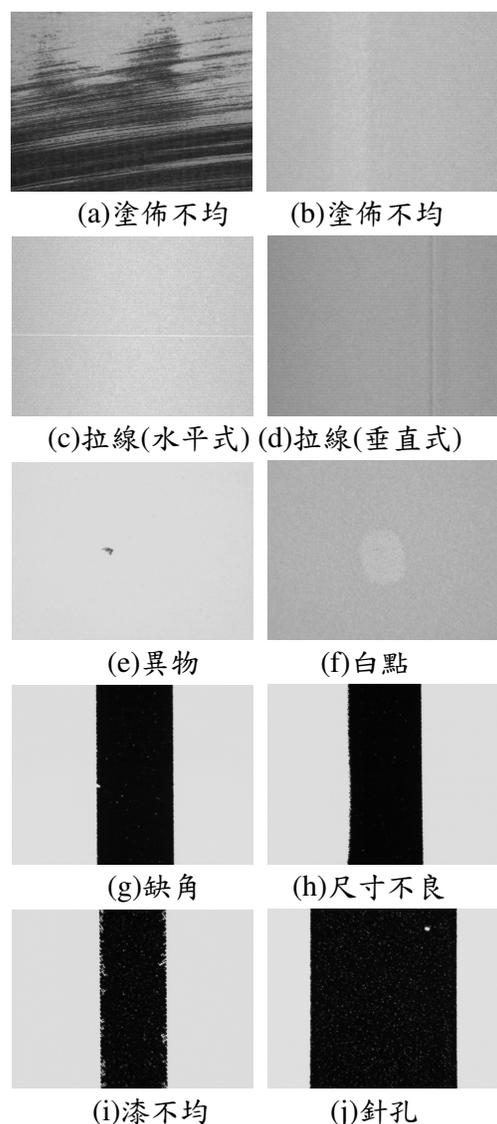


圖 1：擴散片上較常出現之瑕疵樣本影像。

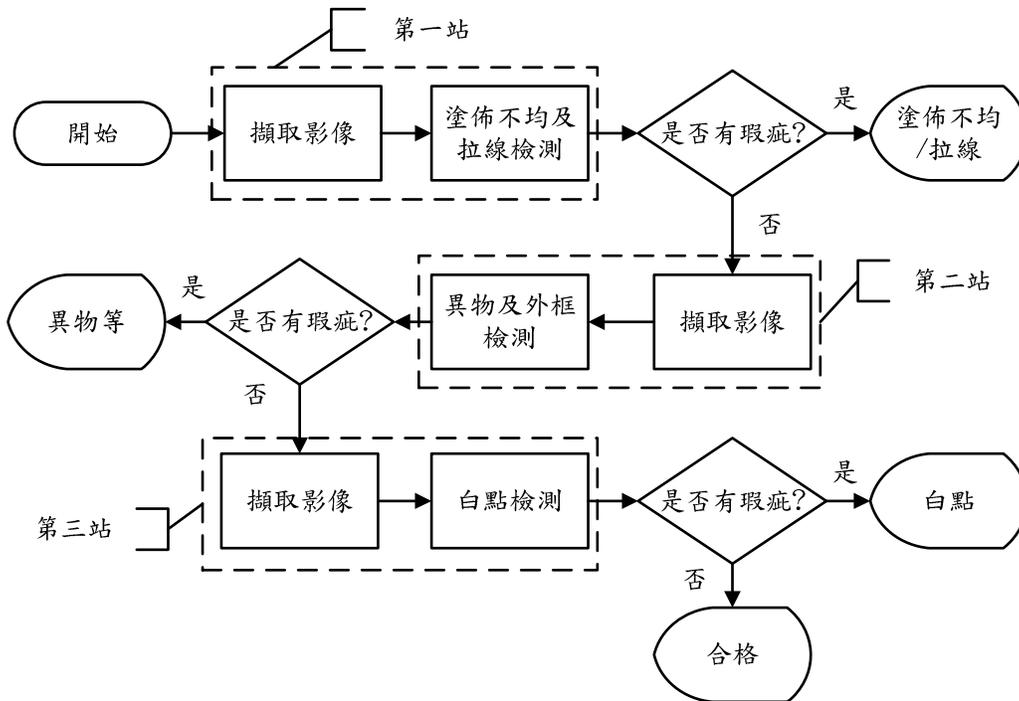


圖 2：擴散片瑕疵檢測流程圖

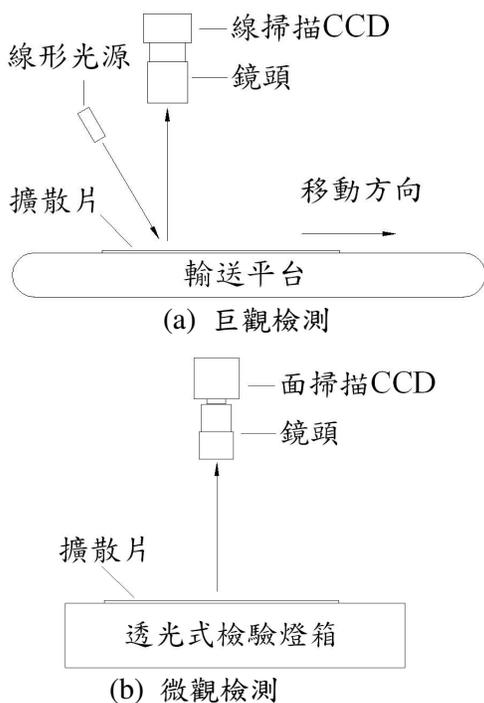


圖 3：巨觀檢測及微觀檢測法所使用之硬體設備配置圖

2.1. 擷取瑕疵影像

就擴散片而言，並無法以單一方式攫取所有類型的瑕疵，以下就各種瑕疵的取像方式進行探討。圖 4 所示是在相同取像條件下，針

對擴散片正/反兩面取像的結果。由取像結果可知，光澤面朝下時所獲得之影像（圖 4b 與圖 4d），其亮度不但較均勻而且較亮；反觀光澤面朝上所取得之影像則無上述特性（圖 4a 與圖 4c）。值得一提的是，取像時除了必需考慮瑕疵的特性外，還必需考慮取像環境所產生的影響。換言之，雖然光澤面朝下所取得的影像亮度較均勻，但是並非所有的瑕疵透過此方式，都可以取得瑕疵的最佳影像。例如欲取得白點瑕疵影像（圖 4c），必須將擴散片光澤面朝上才可。

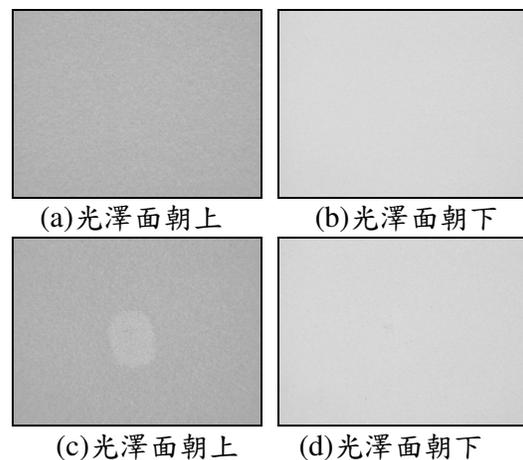


圖 4：在相同取像條件下，針對擴散片正反面取像之結果，其中上圖為無瑕疵樣本。

異物屬於外來之瑕疵而非擴散片本身之缺陷，因此異物可能出現在擴散片的正面或反面。本研究針對多個位於正面或反面之異物瑕疵進行檢測，結果顯示異物瑕疵在正面或反面，對檢測結果並不會造成太大的影響。例如圖 5(a)所示之異物是在非光澤面上，由取像結果可知，當光澤面朝下時取像結果較佳；至於圖 5(b)所示之異物則是在光澤面上，根據取像結果顯示，當光澤面朝上時所取得之瑕疵影像較清晰。雖然所取得之異物影像略有不同，但由於光澤面朝下所擷取之影像亮度較均勻，比較能有效突顯出瑕疵，因此本研究對於異物瑕疵的偵測，是採用光澤面朝下，搭配透光式檢驗燈箱做檢測。同樣的，經由實驗結果得知，對於白點瑕疵以光澤面朝上取像較合適。至於缺角、漆不均、尺寸不良、及針孔等瑕疵之取像方式與異物瑕疵之取像方式相同。

觀察巨觀瑕疵之取像結果（圖 6）可以發現，在相同取像條件下，光澤面朝上之取像結果較佳。有鑑於此，對於巨觀瑕疵本研究是採用線掃描 CCD 攝影機，搭配線形光纖光源及輸送平台，並採光澤面朝上的方式進行檢測。圖 7 及圖 8 所示分別為不同光源強度下擷取所得之白點及拉線瑕疵影像。透過觀察得知，無論是光線強度過高或過低，都無法擷取到有效的瑕疵影像。

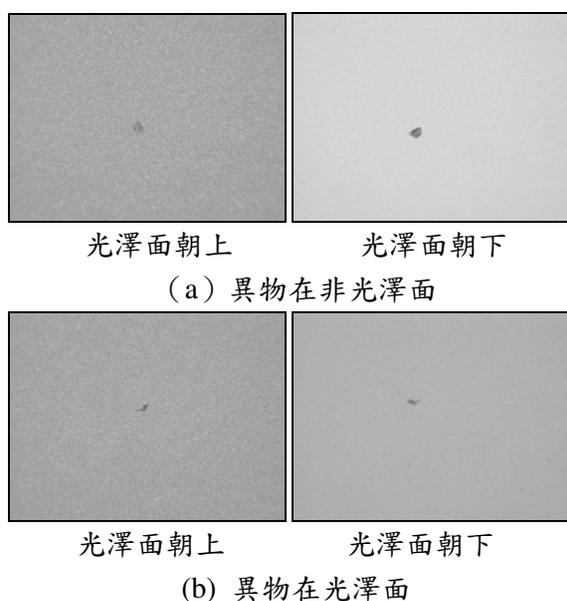


圖 5：相同取像條件下，當異物出現在光澤面或非光澤面，以及分別對光澤面及非光澤面取像之結果。

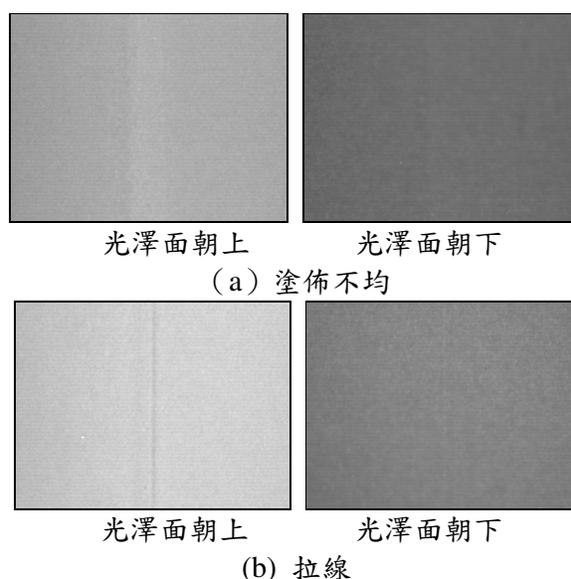


圖 6：相同取像條件下，針對具有塗佈不均或拉線瑕疵擴散片正反面取像之結果

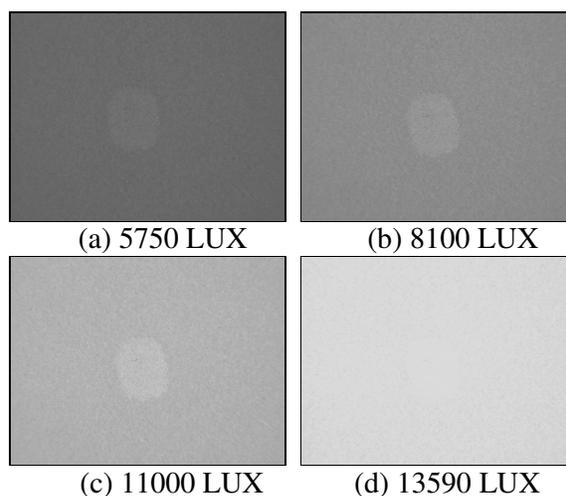


圖 7：不同照度下擷取所得之白點瑕疵影像

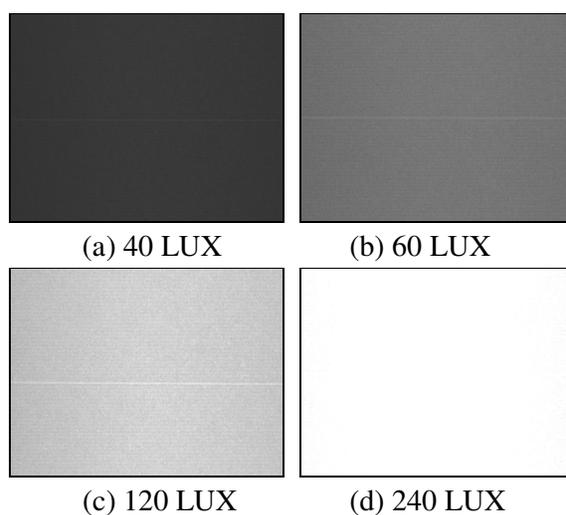


圖 8：不同照度下擷取所得之拉線瑕疵影像

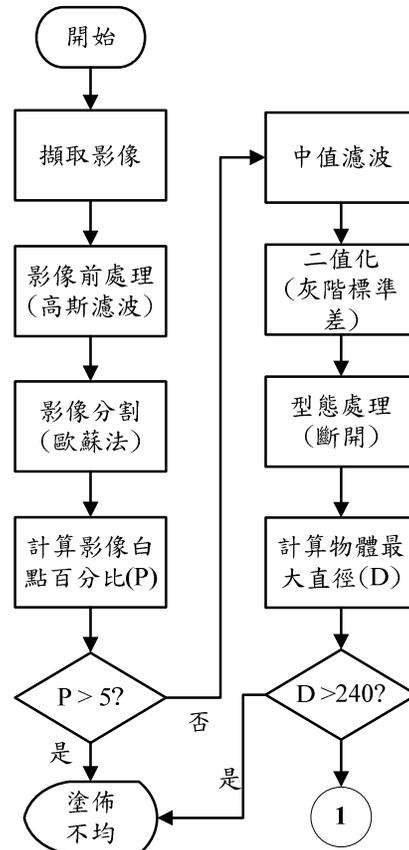
2.2. 檢查巨觀瑕疵

第一站所要檢查的是拉線與塗佈不均，由於這兩類瑕疵分佈的面積通常較大而且範圍較廣，因此必需採用巨觀檢測的方式。如圖 3(a) 所示，巨觀檢測所使用的設備包括線掃描 CCD 攝影機、鏡頭、及線形光纖光源，搭配輸送平台可進行動態取像，影像大小可視需要予以調整。巨觀檢測所使用之影像大小為 640×480 ，每一個像素的大小為 0.061mm 。由於塗佈不均與拉線並沒有固定的形態，本研究利用圖 9 所示之檢測流程進行檢測，可以有效地將塗佈不均與拉線偵測出來並達到分類的目的。以下就巨觀檢測所使用之方法及步驟進行說明。

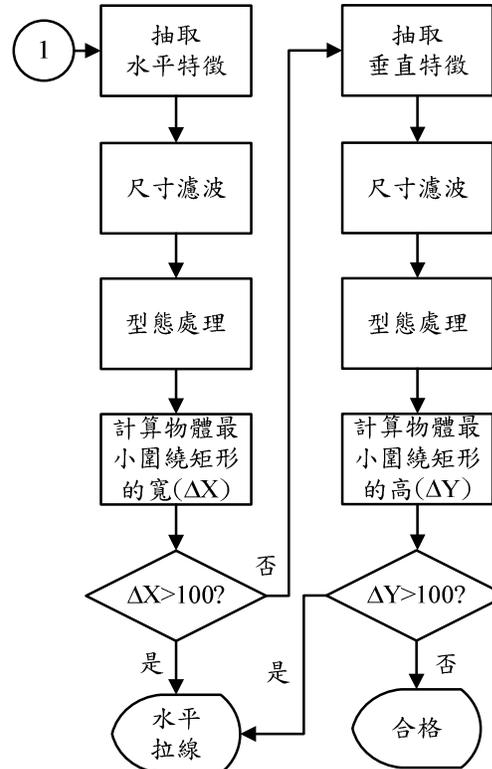
- 首先使用線掃描 CCD 攝影機擷取影像。
- 其次對擷取所得之待測影像施以高斯濾波處理達到平滑影像[1]的目標。
- 接著使用歐蘇二值化法進行影像分割，以突顯出瑕疵。
- 接下來，計算影像中灰階值為 255 之像素所佔的百分比。由於塗佈不均瑕疵分佈的範圍很廣，因此經由上述處理程序後，如果有塗佈不均的情形，白點（灰階值為 255 之像素）所佔的百分比必定很大。因此塗佈不均的判定準則是，當影像中白點所佔的百分比大於設定之閾值（在此使用之閾值為 5%）時，即認為塗佈不均(圖 1(a))瑕疵偵測出。

然而並非所有的塗佈不均皆可利用上述方式偵測出，例如圖 1(b)所示之塗佈不均即無法順利找到。針對此類型之塗佈不均，本研究再利用圖 9(a)右所示之檢測流程做進一步的檢查。

- 首先使用中值濾波消除影像中的雜訊。
- 接著利用灰階標準差二值化進行影像分割。有鑑於此種塗佈不均具有較高的灰階，因此影像分割的方式是將影像中每個像素之灰階值與整張影像之平均灰階值做比較，當差值大於灰階標準差時，則將該點之灰階設為 255；反之設為 0，如此即可突顯瑕疵。
- 其次透過斷開運算將影像中的雜點消去。
- 最後，抽取物體的最大直徑作為判斷是否有塗佈不均的依據，亦即當物體的最大直徑大於閾值（預設閾值為 240 pixels）時判定為塗佈不均。



(a) 塗佈不均檢測流程



(b) 塗佈不均檢測流程

圖 9：巨觀檢測流程。

經過圖上述流程之檢測後，可將塗佈不均找出，不過仍無法偵測出拉線瑕疵。因此，接著執行圖 9(b)所示之檢測流程，以便偵測出拉線瑕疵。拉線包括水平拉線與垂直拉線兩種，為了能夠將拉線偵測出來，本研究首先採用圖 10 所示之修正式單調運算子 (Modified Monotony Operator, MMO)，進行水平與垂直特徵的抽取。MMO 有垂直及水平兩種型式，遮罩大小可視需要隨意調整[5]。垂直式 MMO 之定義為：

$$A = \{(m, n) \mid m = 1, -q \leq n \leq q\} \quad (1)$$

$$a = \{(k, l) \mid k = 1, -p \leq l \leq p\} \quad (2)$$

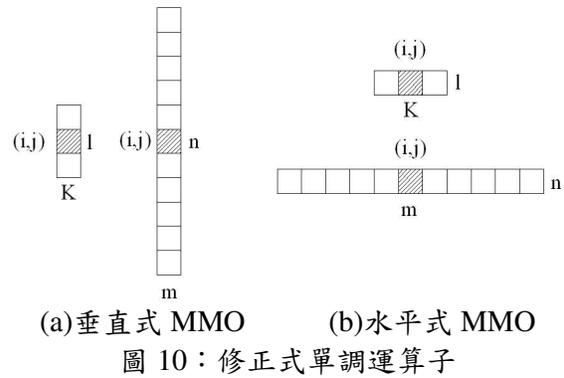
水平式 MMO 之定義為：

$$A = \{(m, n) \mid -q \leq m \leq q, n = 1\} \quad (3)$$

$$a = \{(k, l) \mid -p \leq k \leq p, l = 1\} \quad (4)$$

其中 A 與 a 分別表示大鄰近區域與小鄰近區域，且 $q > p$ ，q 與 p 為可調。遮罩運算的方式是將影像中各像素之小鄰近區域中的像素進行比較，找出具有最大灰階值(假設為 g_M)之像素，並利用此像素點之灰階值與大鄰近區域中的像素灰階值進行比較。如果大鄰近區域中的灰階值大於 g_M 的像素數目超過事先設定的門檻值 T，則將該像素點之灰階值設為 255，反之則設為 0。參數 q、p 及 T 的設定必須根據影像解析度與待測物的特性來選擇最適當的值。本研究針對水平特徵抽取所使用之參數設定值為 $p=1$ 、 $q=10$ 及 $T=1$ 。當 A 中的灰階值大於 g_M 的像素數目大於 T 時，將該像素點之灰階值設為 0，反之設為 255；對垂直特徵抽取所使用之參數設定值為 $p=1$ 、 $q=10$ 及 $T=9$ ，處理方式與原先定義相同。

接著將影像中面積小於 50 像素的物體去除 (此步驟可視為雜訊的濾除)，再以閉合運算做影像的修補，最後則計算各個物體的最小圍繞矩形的寬度(ΔX)與高度(ΔY)作為瑕疵判斷的依據。對於水平拉線與垂直拉線分別使用 ΔX 與 ΔY 做判斷，當物體的 ΔX 與 ΔY 小於 T_2 時，視為合格並予以排除；反之，則判定為瑕疵，並在螢幕上將拉線瑕疵顯示出來。在此使用的判斷閾值 (T_2) 是經由實驗測試得到的，對本研究而言，其值為 100 pixels。



2.3. 檢查微觀瑕疵

第二站與第三站是針對微觀瑕疵中的異物、白點、缺角、漆不均、尺寸不良、及針孔進行檢測。由於微觀瑕疵的面積較小，肉眼並不容易觀察，因此無法使用巨觀檢測的方式做瑕疵偵測。對於微觀瑕疵的檢測，本研究是利用面掃描 CCD 攝影機搭配透光式檢驗燈箱進行取像，使用之影像大小為 640×480 pixels，比例因子則為 0.016 mm/pixel。依據檢測的區域可將檢測方式分為擴散片內部的檢測以及擴散片外框的檢測兩部份(圖 11)，檢測方法詳細說明如下：

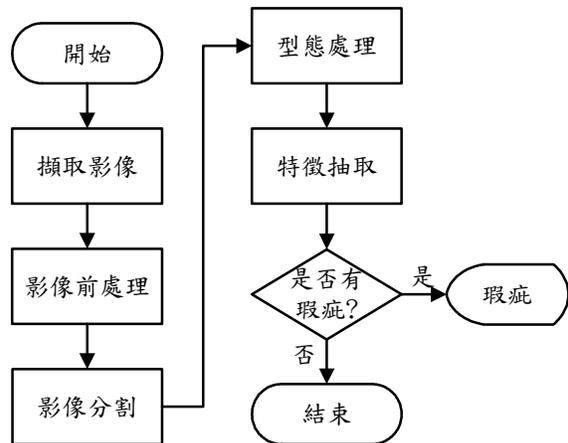


圖 12：擴散片內部檢測流程

2.3.1. 擴散片內部檢測

此部分僅針對微觀瑕疵中的異物與白點進行偵測。由於無法使用單一的取像方式擷取到有效的瑕疵影像，因此本研究將異物與白點的檢測分成兩站依序進行。其檢測流程如圖 12 所示，以下分別就異物及白點之檢測方式加以說明。

(a) **異物瑕疵檢測:** 根據對異物瑕疵取像研究，若有異物瑕疵存在，以第二站之影像方式可取得較佳的影像，因此將異物瑕疵檢測安排於第二站中檢測。以下就異物瑕疵之檢測流程進行說明。首先，使用高斯濾波做影像平滑，接著利用灰階標準差二值化進行影像分割。有見於異物瑕疵的灰階值較小，因此影像分割的方式是將影像中每個像素的灰階值與整張影像的平均灰階值做相減，當相減後的值小於零且其絕對值大於灰階標準差，則將該點之灰階設為 255；反之，則將該點之灰階設為 0，如此即可達到突顯瑕疵的目的。之後，將影像進行侵蝕，最後抽取物體之最大直徑作為瑕疵判定的依據。在此使用的判斷閾值 $T3$ 為 0.1mm，此判斷閾值為業界檢測異物瑕疵的標準，當物體的最大直徑大於 $T3$ 時，將其視為瑕疵，並在螢幕上顯示異物瑕疵。

(b) **白點瑕疵檢測:** 白點瑕疵的取像是否成功，與擴散片的擺放方式息息相關。欲順利取得白點瑕疵影像，必需將擴散片的光澤面朝上。由於第二站的取像方式無法取得有效的白點瑕疵影像，因此第三站的取像方式是針對白點瑕疵檢測所設計。以下就白點瑕疵的檢測方法及執行步驟做說明。首先，將影像施以直方圖均值化，以降低光源變異的影響，並達到影像增強的目的；接著同樣利用灰階標準差的方式進行分割。有見於白點瑕疵具有較高的灰階值，因此影像分割的方式是將影像中每個像素的灰階值與整張影像之平均灰階值相減，當相減後的值大於零且其絕對值大於灰階標準差，則將該點之灰階設為 255；反之，則設為 0，如此即可達到突顯瑕疵的目的。之後利用形態處理中的斷開、補洞等影像後處理可將破損的瑕疵影像進行修補。最後抽取物體的最大直徑作為瑕疵判定的依據。本研究所使用的判斷閾值 $T4$ 為

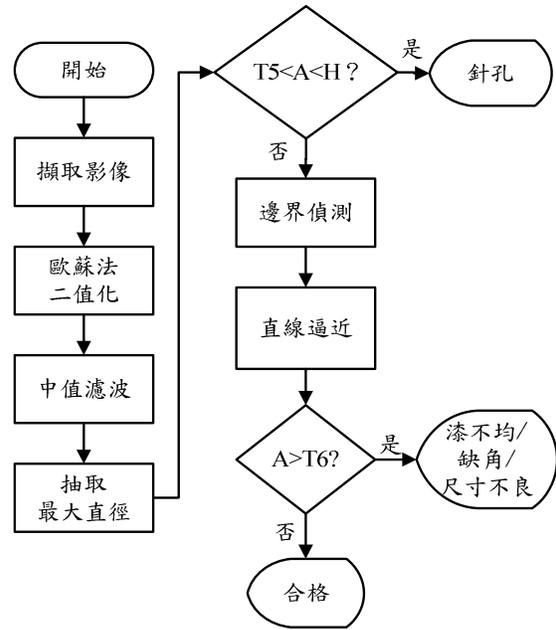


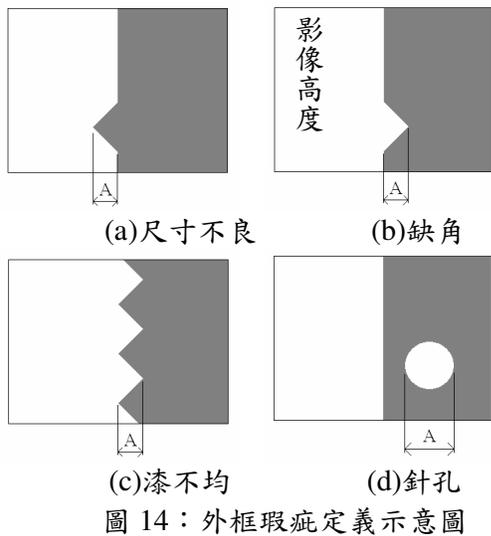
圖 13：外框檢測流程圖

20 pixels，此判斷閾值是經由實驗求得，當物體的最大直徑小於 $T4$ 時，將其視為合格並加以排除；反之，則判定為瑕疵，並在螢幕上顯示白點瑕疵。

2.3.2. 擴散片外框檢測

第二站檢測的項目除了異物外，還包含缺角、漆不均、尺寸不良、及針孔等微觀瑕疵，檢測流程如圖 13 所示，以下就流程中各個步驟作說明。首先，利用歐蘇法將影像二值化，以便將可能的瑕疵與背景分離；其次，使用中值濾波器將雜訊去除；接下來抽取物體的最大直徑，並根據預設之閾值 ($T5$) 判定是否為針孔瑕疵。本研究所使用之閾值為 0.1 mm，是業者判定是否為針孔所採用之標準。請參考圖 14(d)，針孔瑕疵是根據印刷油墨透空點直徑方向之最大值 (A)，是否大於 $T5$ 來判定，當 A 大於 $T5$ 且小於影像高度 (H) 時，則判定為針孔瑕疵；反之，則依流程做進一步處理以判定是否有缺角、尺寸不良、或漆不均等瑕疵。

對於是否有尺寸不良、缺角、或漆不均等瑕疵，本研究是根據物體邊界的最大偏差量 (A) 是否超過門檻值， $T6$ ，來判定，請參考圖 14(a)、14(b)、及 14(c)。首先使用 Laplacian 運算子找出物體的邊界，接著以線性迴歸直線逼近法找出最貼近邊緣資料點的



直線。外框有左右兩個邊界，因此本研究將影像分成左右兩個區域，分別進行直線逼近。最後計算各檢測區域之資料點至最佳逼近直線之垂直距離（亦即最大偏差量 A），做為判定是否有瑕疵的依據。本研究所使用的門檻 T6 為 0.1mm（此閾值為業界檢測缺角、尺寸不良、及漆不均時所設定的標準），經由比例因子的換算後相當於 6.25 pixels。當最大偏差量，A，大於門檻值，T6，時，則判定為瑕疵。

3. 研究成果

出現在擴散片上的瑕疵種類很多，特性也不盡相同，為了能夠攫取有效的瑕疵影像，本研究發展出三種不同的取像方式，將檢測站

分成三站，各站所使用之攝影機、光源、打光方式，以及擴散片的擺放方式彙整如表一所示。此外，為了順利偵測出瑕疵，本研究根據瑕疵的大小，將瑕疵分成巨觀及微觀兩類瑕疵，並針對巨觀及微觀瑕疵分別發展出巨觀及微觀瑕疵檢測法。這兩種檢測法的進行方式，在前面章節已做過詳細的介紹，以下就這兩種檢測法的結果進行探討。

3.1. 巨觀檢測之結果

圖 15 與圖 16 分別為兩種不同類型之塗佈不均瑕疵及拉線瑕疵檢測結果，由檢測結果可知，本研究所發展之巨觀瑕疵檢測法可有效的偵測出塗佈不均及拉線這兩種巨觀瑕疵。

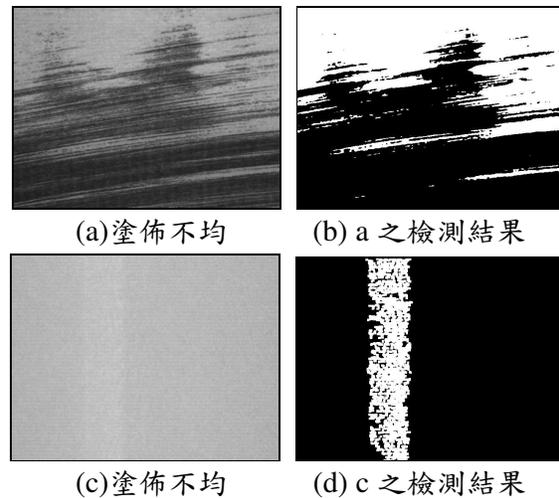
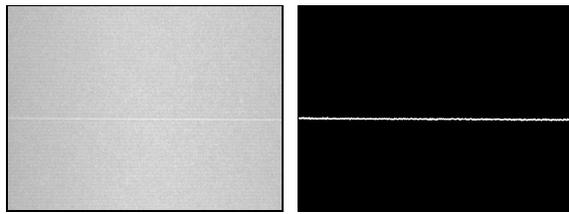


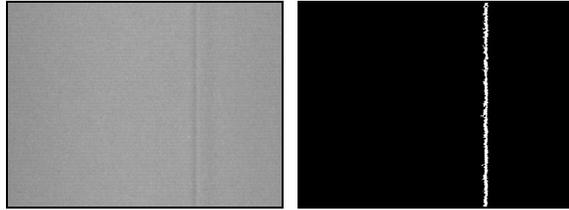
圖 15：塗佈不均瑕疵樣本影像之檢測結果

表一：擴散片之取像方式

檢測站	主要檢查瑕疵類型	檢測方式	CCD	照明方式	擴散片擺放方式	背景	照度(Lux)
第一站	塗佈不均	巨觀	線掃描	側邊打光	光澤面朝上	黑色	60~120
	拉線						
第二站	異物	微觀	面掃描	背光	光澤面朝下	無	8100~11000
	缺角						
	尺寸不良						
	漆不均						
第三站	針孔						
第三站	白點				光澤面朝上		



(a)水平拉線 (b) a 之檢測結果



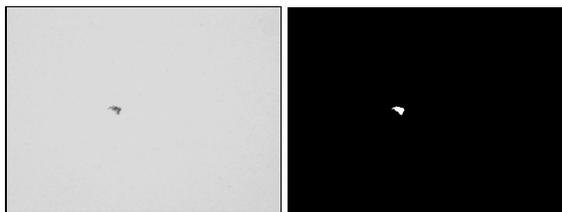
(c)垂直拉線 (d) c 之檢測結果

圖 16：拉線瑕疵樣本影像之檢測結果

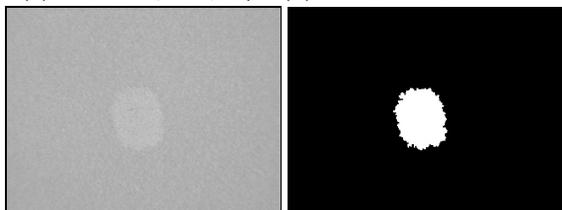
3.2. 微觀檢測之結果

圖 17 所示為異物及白點之檢測結果，由檢測結果可知，本研究所發展之異物與白點檢測法能夠有效的偵測出異物及白點。圖 18 至圖 21 分別為針孔、缺角、尺寸不良、及漆不均之檢測結果。圖 22 則為無瑕疵影像之檢測結果。

一般而言，漆不均瑕疵中通常存有針孔瑕疵。由於本研究所設定之檢測流程是先判定影像中是否含有針孔瑕疵，如果存有針孔瑕疵會先被偵測出，並判定瑕疵存在；反之，則就缺角、尺寸不良、及漆不均等瑕疵進行偵測。由結果可知，本研究所提出之檢測方法能夠有效的將缺角、漆不均、尺寸不良、及針孔等瑕疵偵測出來。

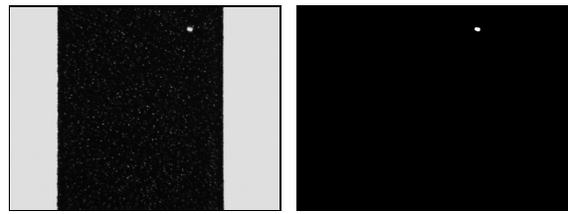


(a)異物之原始影像 (b) 異物之檢測結果



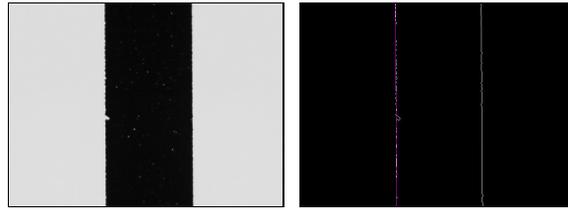
(c)白點原始影像 (d) 白點之檢測結果

圖 17：異物及白點之檢測結果



(a)針孔之原始影像 (b)針孔之檢測結果

圖 18：針孔瑕疵之檢測結果

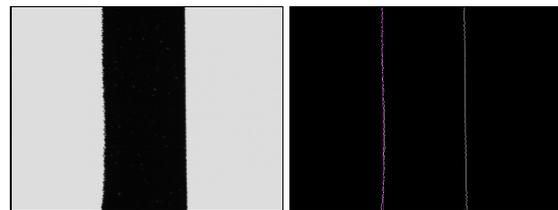


(a)缺角之原始影像 (b)曲線逼近之結果

擴散片外框檢測	
擴散片外框檢測結果：	瑕疵存在
左邊曲線最大偏差量	10.9556563399023
最大偏差量判斷閾值	6.25

(c) 缺角之檢測結果

圖 19：缺角之檢測結果

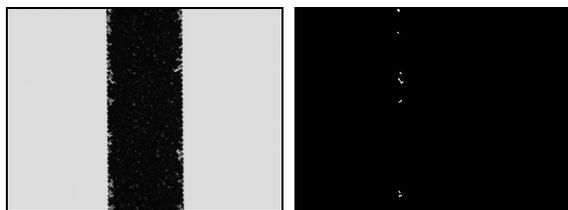


(a)尺寸不良之原始影像 (b)曲線逼近之結果

擴散片外框檢測	
擴散片外框檢測結果：	瑕疵存在
左邊曲線最大偏差量	12.3390793896999
最大偏差量判斷閾值	6.25

(c) 尺寸不良之檢測結果

圖 20：尺寸不良之檢測結果



(a) (b)

圖 21：漆不均之檢測結果；(a)漆不均之原始影像；(b)偵測所得之瑕疵影像。

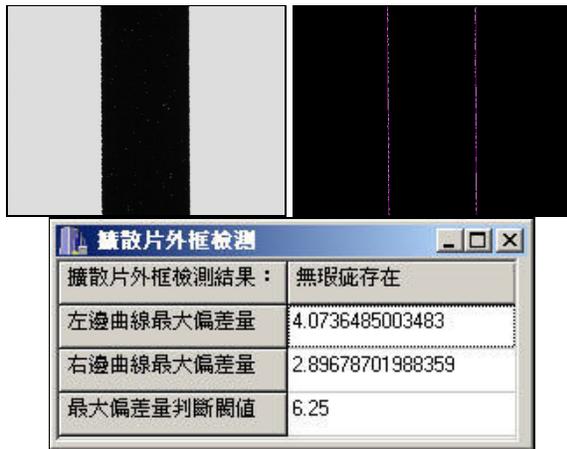


圖 22：無瑕疵影像之檢測結果：上圖左為無瑕疵之原始影像；上圖右為曲線逼近之結果；下圖之檢測結果證實為無瑕疵。

4. 結論與建議

本研究所檢測之擴散片瑕疵包含人眼看得見的巨觀瑕疵（塗佈不均、拉線），以及人眼不易查覺的微觀瑕疵（異物、白點、缺角、尺寸不良、漆不均、針孔）兩大類。檢測時則依據取像方式的不同，分成三站依序進行，可將上述瑕疵偵測出來。在取像方面本研究所獲得的結果條列如下：

- 利用側面打光的照明方式，搭配黑色背景可順利取得塗佈不均與拉線瑕疵的影像。
- 使用背光照明可取得白點、異物、缺角、尺寸不良、漆不均、及針孔瑕疵影像。
- 巨觀檢測所採用之光源，其理想強度為 60 ~ 120 LUX；微觀檢測使用之光源，其理想強度為 8100 ~ 11000 LUX。

本研究針對擴散片上的瑕疵進行檢測，已獲得不錯的結果。然而受限於時間及設備等因素，僅能針對上述幾種瑕疵做檢測。其他瑕疵，例如：撞傷、刮傷、髒污、折痕、及凹凸等，則未著墨。再者對於缺角、尺寸不良、及漆不均等瑕疵也未予以分類。以下就未來可進一步改進的地方提出幾點建議：

- 巨觀檢測時並未擷取整張擴散片的影像，導致檢測速度太慢，未來應選用視野足以涵蓋整張擴散片的攝影機。
- 可選用穩定性及均勻度較高之光源，以避免照明不均的現象。的區域大小。
- 目前是以一台攝影機配合輸送平台進行取像，無法採用背光式照明。未來可增加攝影機的數目，搭配滾筒式輸送機，以提

高檢測速度，滿足線上即時檢測的要求。

5. 參考文獻

- [1].Boyle R, Hlavac V, Sonka M (1999), Image processing, analysis, and machine vision.
- [2].Nakashima K (1994), Hybrid Inspection System for LCD Color Filter Panels. In: IEEE Tenth International Conference on Instrumentation and Measurement Technology 2, pp. 689-692.
- [3].Vujovic N, Brzakovic D (1997), Establishing the Correspondence Between Control Points in Pairs of Mammographic Images, IEEE Transactions on Image Processing, 6(10), pp. 1388-1399.
- [4].陳學宇，“應用機器視覺於 LCD 擴散板之檢測，” 碩士論文，中華大學機械與航太工程研究所，新竹，2005。

6. 計畫成果自評

本研究的貢獻可分成硬體及軟體兩方面來說明。在硬體設備上本研究針對瑕疵的特性發展出三個檢測站，並分別採用線掃描及面掃描攝影機進行取像，可有效攫取大部份瑕疵的影像。在軟體程式上，本研究也是針對瑕疵的特性，首先將瑕疵分成巨觀及微觀兩大類，接著再分別針對各種瑕疵發展特定的檢測流程。檢測時依序進行檢測，可有效檢測出擴散片上常見的幾種瑕疵。值得一提的是，擴散片上的瑕疵並非只有這幾種，而且有些瑕疵必需在特定角度及照明下，人眼才看得見，針對此類瑕疵取像成功與否與打光息息相關。因此有必要針對此一議題，進行更深入的研究。

要徹底找出所有瑕疵，有必要在生產流程中建構一序列的檢測站始克有成。有些站必需讓擴散片產生上下左右運動、翻面及 Roll、Yaw、Pitch 等旋轉運動，然而受限於經費的不足，本研究並沒有建構此類輸送設備。再者，未能取得成捲之擴散片，即使有上述設備也無法模擬 Roll-to-Roll 檢測。雖然如此，本研究發展之方法對業者來說有其參考價值，可省下許多研發的時間與人力。整體而言，擴散片自動光學檢測系統的研發是複雜與困難的。受限於設備及樣本，本研究之內容與原計畫之相符程度大約是 90%。