

國立交通大學

平面顯示技術碩士學位學程

碩士論文

應用漫射光學檢測系統改善 LCD

Cell 製程真偽缺陷偵測準確度

Improvement of True/False Defects Detection Using Diffuse
Reflection Inspection System in the Cell Process of LCD

指導教授：鄭泗東 教授

研究生：孫世英

中華民國一百年十二月

應用漫射光學檢測系統改善 LCD

Cell 製程真偽缺陷偵測準確度

Improvement of True/False Defects Detection Using Diffuse
Reflection Inspection System in the Cell Process of LCD

指導教授：鄭泗東 教授

Advisor : Stone Cheng

研究生：孫世英

Student : Shih- Ying Sun



平面顯示技術碩士學位學程

碩士論文

A Thesis

Submitted to Degree Program of Flat Panel Display Technology

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirement

in Flat Panel Display Technology

中華民國一百年十二月

摘要

本研究的目的是在於改善 LCD Cell 後段製程中，因環境中的粉塵掉落於面板上，造成 Cell Test AOI (Automatic optical inspection) 誤判為缺陷 (Defect) 而形成無謂的過殺 (Overkill)，進而造成面板無謂的重工，平白浪費機台產能。

本研究捨棄傳統的人工清潔機台的方式，改以利用不同的光源照射於面板之上，面板內的真實缺陷與面板上的粉塵受到光源照射會有不同的波長漫射，再利用影像比對，將粉塵所造成的假缺陷比對出來並將其座標記錄至矩陣內，其餘檢測 Pattern 如遇 particle array 內所含之點位，則當成 false defect。經過實驗證明，此方式確實有效，加裝紅外光測光設備可有效降低 AOI 判片 overkill，並將良率提高 22%，每年 cost down NTD 5,500,000。

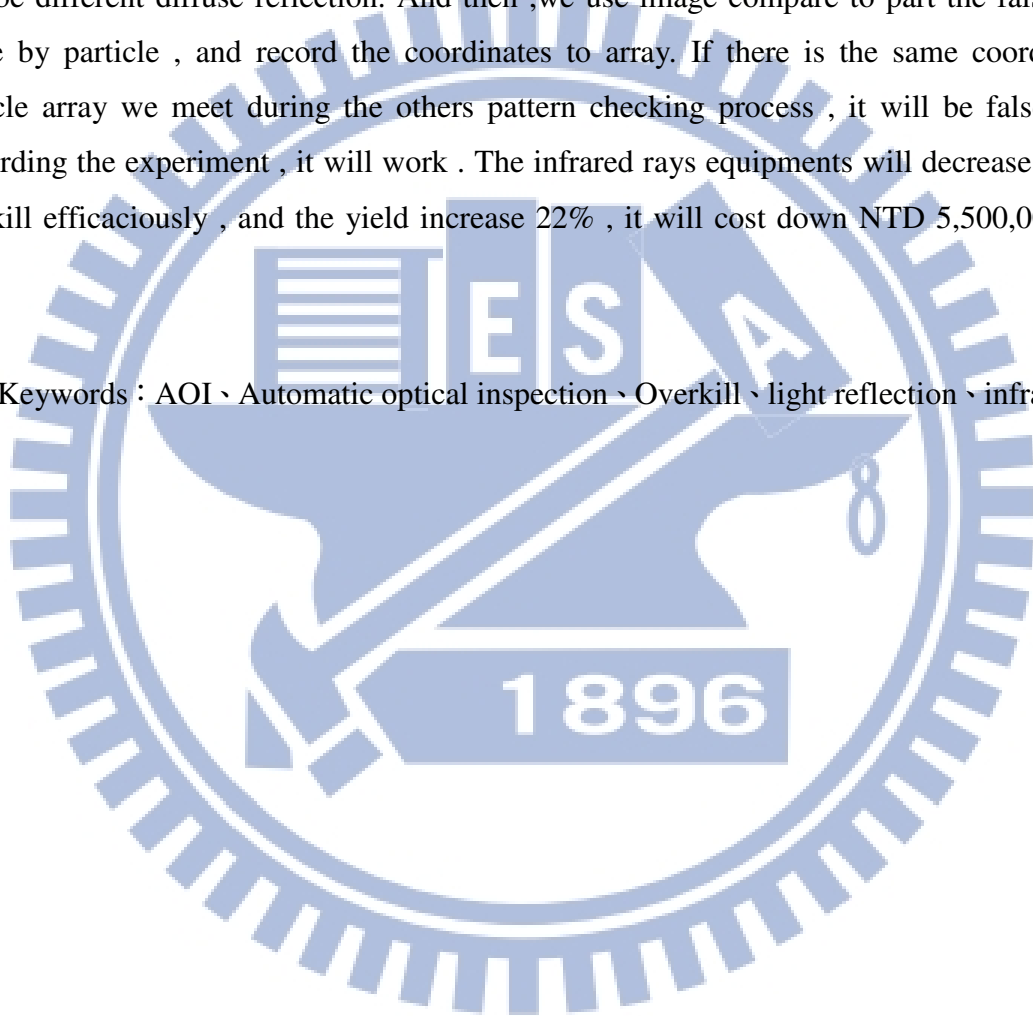
關鍵字：AOI、自動光學檢測、Overkill、光源反射、紅外光

Abstract

In this research, we will improve the overkill which is the particles in the environment fall on the panel , and make Cell test AOI judgment be not correct in the LCD Cell process .And the senseless overkill will make panel repair and waste machine manufacture.

This research forsakes clean machine by operator with tradition , and use different source to light up the panel. When the true defect in Cell and the particles on the panel surface lit , it will be different diffuse reflection. And then ,we use image compare to part the false defect cause by particle , and record the coordinates to array. If there is the same coordinate in particle array we meet during the others pattern checking process , it will be false defect. According the experiment , it will work . The infrared rays equipments will decrease the AOI overkill efficaciously , and the yield increase 22% , it will cost down NTD 5,500,000 every year.

Keywords : AOI 、 Automatic optical inspection 、 Overkill 、 light reflection 、 infrared rays



感謝

本篇論文能夠順利完成，首先要感謝恩師 鄭泗東教授在學生求學生涯上的熱心指導與諄諄教誨，使學生在觀念上受益不少，並有幸能開拓視野，使學生對於業界與學術世界的功能與需求更加的了解，更有助於學生未來的發展。

此外，特別感謝友達光電李駿毅廠長、張錦松經理、呂仁貴經理等對本論文提供實驗設備和寶貴的意見與建議。感謝口試委員尹慶中教授、陳仁浩教授的寶貴意見，使得本論文更加完整。感謝同事蔡孟學、謝咏滂、江泳慶在研究上的相互切磋與討論。

最後，謹以本文獻給我最摯愛的家人與親人，感謝母親多年來的辛苦栽培，給予我最大的支持與鼓勵，讓我無後顧之憂，能夠專心的完成學業，同時也將此成果分享獻給所有認識我的人與關愛我的人以及我所愛的人，謝謝你們。



目錄

	頁數
第一章 緒論	1
1.1 AOI 工業應用	2
1.2 AOI 於 LCD 之運用	3
1.2.1 LCD Cell 後段製程	3
1.2.2 現行 AOI 檢測架構	4
1.3 現行 AOI 檢測 Defect 種類	4
1.3.1 常見之 Point Defect 成因	7
第二章 研究動機與目的	9
2.1 現行 AOI 檢測 Defect 架構	10
2.2 降低 AOI Overkill 現行做法	11
第三章 研究方法	12
3.1 玻璃表面異物 (False Defect) 成份分析	12
3.2 AOI 成像原理	15
3.3 AOI 硬體基本參數	16
3.4 AOI 軟體演算法	18
3.4.1 影像前處理 (濾波)	18
3.4.2 影像前處理 (對比增強)	19
3.4.3 影像分割 (如何取出想要的影像)	20
3.4.4 影像二值化閾值 (OTSU 法)	20
3.4.5 影像後處理用途	22
3.4.6 膨脹與侵蝕	22
3.4.7 opening 與 closing	23
3.4.8 邊界	23
3.5 漫反射 Diffuse reflection & 單向反射 Regular reflection	24
3.6 照明的目的與光源選擇	24
3.7 光源顏色的選擇	27
3.8 Filter 的選擇	28
3.9 加裝紅外線 LED 側光	30
3.10 加裝白光 LED 側光	31
第四章 實驗流程	32
4.1 外加白光燈源測試	34
4.2 外加紅外光燈源測試	35
第五章 實驗設計與進行	36
第六章 實驗結果	42

第七章 結論.....45
附錄
 參考文獻.....46



圖目錄

圖 1.1 傳統人力目檢	1
圖 1.2 AOI 檢測	1
圖 1.3 IC 腳位發生瑕疵情況	2
圖 1.4 保特瓶口尺寸檢測	2
圖 1.5 LCD Cell 後段製程流程	3
圖 1.6 現行 AOI 檢測架構	4
圖 1.7 Vertical Line	4
圖 1.8 Horizontal Line	5
圖 1.9 Spot Mura	5
圖 1.10 PI Mura	5
圖 1.11 LC 污染	6
圖 1.12 Bright Point	6
圖 1.13 Point Cluster	7
圖 1.14 ITO Residue	7
圖 1.15 Metal Residue	7
圖 1.16 No Through Hole & Repair	8
圖 2.1 AOI 檢測 Defect Trend Chart	9
圖 2.2 AOI 機台內部磨耗	10
圖 2.3 戰車軌磨耗	10
圖 2.4 AOI 點燈部下方磨耗	10
圖 2.5 AOI 點燈示意圖	10
圖 2.6 玻璃表面 Particle	11
圖 2.7 In Cell Particle	11
圖 2.8 AOI 機台內加裝 L 型擋片與黏貼紙	11
圖 3.1 Polarizer particle 分類	12
圖 3.2 玻璃表面異物之 Fiber	12
圖 3.3 玻璃表面異物之玻璃殘膠	12
圖 3.4 玻璃表面異物之 Polarizer 原材	12
圖 3.5 AOI 鏡頭下的 Defect (real defect)	14
圖 3.6 AOI 鏡頭下的 Defect (false defect) (一)	14
圖 3.7 AOI 鏡頭下的 Defect (false defect) (二)	14
圖 3.8 取像系統的水晶體與鏡組	15
圖 3.9 鏡頭成像	16
圖 3.10 針孔口徑與影像清晰度	16
圖 3.11 AOI 硬體參數	17

圖 3.12 景深長	17
圖 3.13 景深短	17
圖 3.14 黑白影像的像素[Pixel]示意圖	18
圖 3.15 彩色影像的像素[Pixel]示意圖	18
圖 3.16 遮罩運算示意圖	19
圖 3.17 對比增強示意圖	19
圖 3.18 無特定的圖形	20
圖 3.19 欲取出特定樣式的圖形	20
圖 3.20 影像二值化閾值圖	21
圖 3.21 經後影像分割後的指紋，仍有雜訊	22
圖 3.22 如何得到其骨架	22
圖 3.23 侵蝕 & 膨脹示意圖	23
圖 3.24 黑白邊界圖	23
圖 3.25 漫反射	24
圖 3.26 單向反射	24
圖 3.27 鹵素光源	25
圖 3.28 LED 光源	26
圖 3.29 高週波螢光燈	26
圖 3.30 閃光燈	27
圖 3.31 各種色光波長	27
圖 3.32 可見光頻譜	28
圖 3.33 IR Pass Filter	29
圖 3.34 IR Cut Filter	29
圖 3.35 紅外線 LED 側光架構示意圖	30
圖 3.36 白光 LED 側光架構示意圖	31
圖 4.1 白光 LED 實驗步驟與說明	32
圖 4.2 側光實驗流程圖	33
圖 4.3 L0 pattern 原始圖	34
圖 4.4 裝設側光白光處理後	34
圖 4.5 只開 Panel 背光源與使用 IR Filter	35
圖 4.6 開啟紅外線側光與 IR Filter	35
圖 5.1 實驗參數圖	36
圖 5.2 實驗一之參數	36
圖 5.3 實驗一之 AOI 檢測畫面	37
圖 5.4 real defect	37
圖 5.5 玻璃殘膠一	37
圖 5.6 玻璃殘膠二	37

圖 5.7 實驗二之參數	37
圖 5.8 實驗二之 AOI 檢測畫面	38
圖 5.9 real defect	38
圖 5.10 玻璃殘膠一	38
圖 5.11 玻璃殘膠二	38
圖 5.12 實驗三之參數	38
圖 5.13 實驗三之 AOI 檢測畫面	39
圖 5.14 實驗三之檢測結果	39
圖 5.15 實驗四之參數	40
圖 5.16 實驗四之 AOI 檢測畫面	40
圖 5.17 實驗四之檢測結果	41
圖 6.1 各組實驗參數	42
圖 6.2 Polarizer particle defect 組成 ratio	43
圖 6.3 生產良率	43



第一章 緒論

平面顯示器的應用越來越廣泛，已經普遍深入我們生活應用層面，目前台灣已經成為全球第二大 LCD 生產供應國，面板生產出來之後，需要經過檢測程序來區分品質的好壞，傳統的方式是以人眼檢查，如圖 1.1 所示。隨著 LCD 設備發展，AOI (Automatic optical inspection 自動光學檢測) 已逐漸取代傳統人力目檢，且有助於大幅提高面板生產良率與產能，並節省大量的人力與時間成本；如圖 1.2 所示，AOI 設備被定義為完全自動化的光學系統，依技術可分為 1-D(一維條碼檢測、位移檢測)、2-D (圖像識別、瑕疵分類、二維條碼檢測、形狀量測、熱影像檢測、色澤檢測)及 3-D (形狀量測、高度瑕疵檢測)三種，AOI 技術應用非常廣泛，包括工業生產品質檢測、宇宙探測、生物醫學成像檢測、軍警指紋比對及字形辨認、機械視覺、多媒體技術應用等。

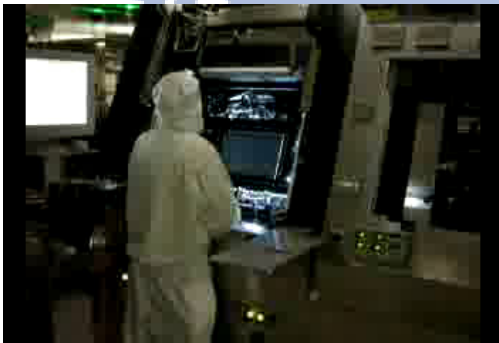


圖 1.1 傳統人力目檢



圖 1.2 AOI 檢測

其使用 AOI 之 Benefits：

- Cost Down
- Accuracy、Repeatability、Precision、Robustness
- Increasing Throughput
- Environment requirement (Particle、ESD etc)

1.1 AOI 工業應用[1]:

(A) IC 及一般電子業:

如圖 1.3 所示, AOI 可用於 PCB、BGA、LCD 螢幕、被動元件形狀腳位及定位、生產插件、晶圓(Wafer)鏡面研磨、生產組裝、被動元件辨識。

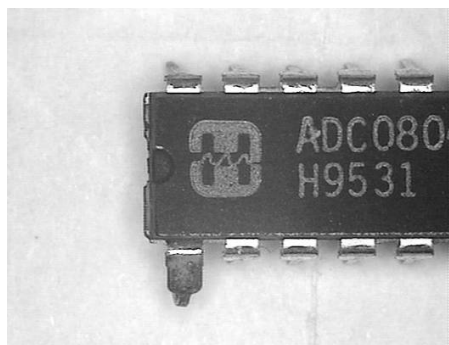


圖 1.3 IC 腳位發生瑕疵情況

(B) 機械工具/自動化機械:

零件尺寸、外形、瑕疵檢測、零件分類比對、裝配定位、加工定位、熔焊檢測。

(C) 電機工業:

控制器紅外線熱像儀檢測、電線瑕疵、裂縫檢測、纜線配置檢測。

(D) 金屬鋼鐵業:

鋼板尺寸檢測、表面瑕疵檢測、鑄件瑕疵檢測、材料金像檢測。

(E) 橡膠/塑膠製品:

如圖 1.4 所示, AOI 可用於保特瓶口尺寸檢測、製品顏色分類檢測。

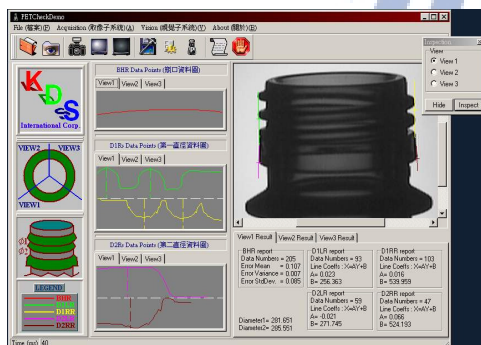


圖 1.4 保特瓶口尺寸檢測

(F) 食品加工/包裝業：

瓶內液位高度、異物或灰塵檢測、包裝印刷辨識、打印字形及零件編號檢測與識別。

(G) 紡織皮革工業：

表面針織紋路檢測、色差檢測、皮革表面特性檢測。

1.2 AOI 於 LCD 之運用

目前 AOI 已廣泛地在 LCD process 中應用，通常用於檢測 Particle & Line Defect，近年來有逐步將運用擴展至 Mura Defect 檢測，以下將針對 AOI 於 LCD Cell Process 運用做介紹。

1.2.1 LCD Cell 後段製程：

如圖 1.5 所示，已滴入液晶並組立完成的 Panel 送至 Cell 後段進行切裂，磨邊，偏光片貼合，AOI (Automated Optical Inspection) 檢測以及重工製程[2]。

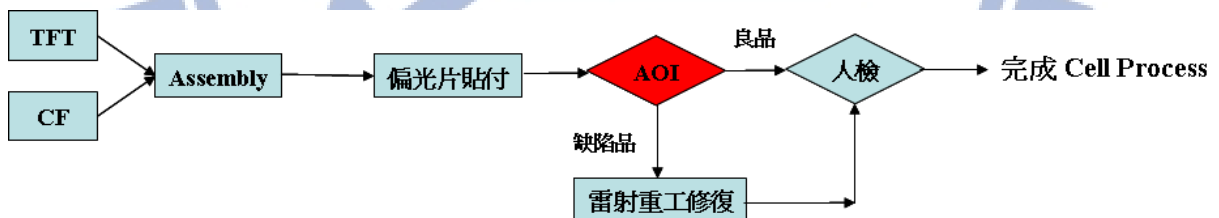


圖 1.5 LCD Cell 後段製程流程

當面板完成組立(Assembly)後，面板內的缺陷就已決定了，此時 AOI 就要負起品質把關的守門員，負責將良品與缺陷品區分開來[3]，將良品續流至後製程，而將缺陷品送至重工區修復。當 AOI Overkill 嚴重，對面板重工 (Laser Repair) 會造成大量無謂的 Loading。

1.2.2 現行 AOI 檢測架構

現行 AOI 檢測架構[4]如圖 1.6 所示，如果 CCD/CMOS 是相對於人眼的視網膜，那鏡頭就是相對於人眼的水晶體，是用來調整焦距控制影像能準確清楚的對焦在 Sensor 上，所以相對影響成像的品質，鏡頭還可調整光圈來控制進光量。

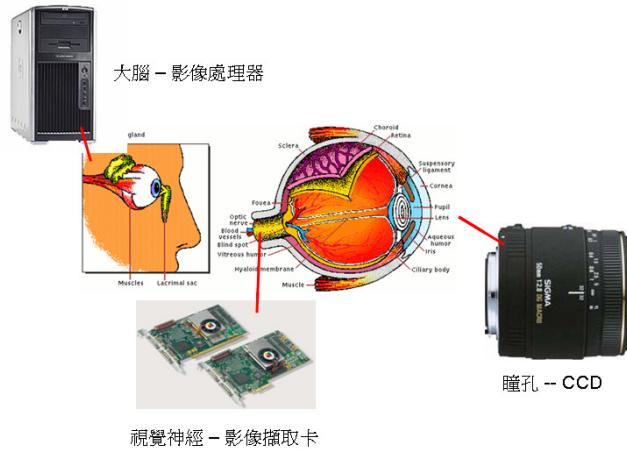


圖 1.6 現行 AOI 檢測架構

1.3 現行 AOI 檢測 Defect 種類

現行 AOI 可檢測之 Defect 種類[5] [6] [7]有三：(1) Line Defect 線缺陷 (2) Mura Defect (色不均缺陷) (3) Point Defect (點缺陷)，分別介紹如下

(1) Line Defect 線缺陷：

- (a) Vertical Line (垂直線缺陷)如圖 1.7 所示：1 條(不固定位置 n 條) 垂直的亮線。

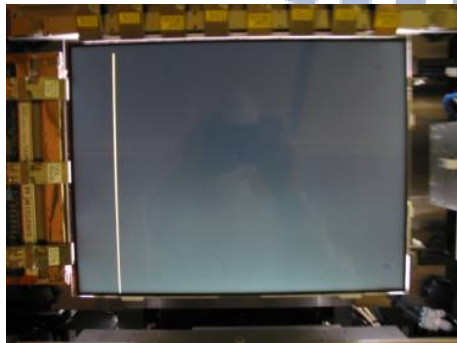


圖 1.7 Vertical Line

(b) Horizontal Line (水平線缺陷) 如圖 1.8 所示：1 條(不固定位置 n 條) 水平的亮線。

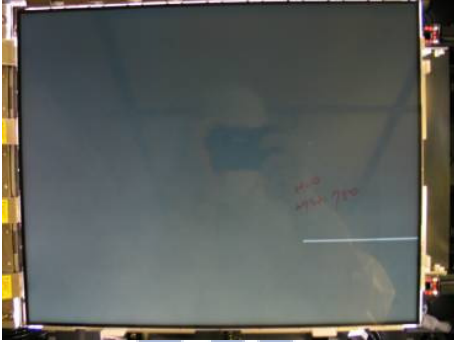


圖 1.8 Horizontal Line

(2) Mura Defect 色不均缺陷：Mura 種類眾多，僅列出幾種代表性 Mura。

(a) Spot Mura 如圖 1.9 所示：面板上出現圓形狀 Mura。

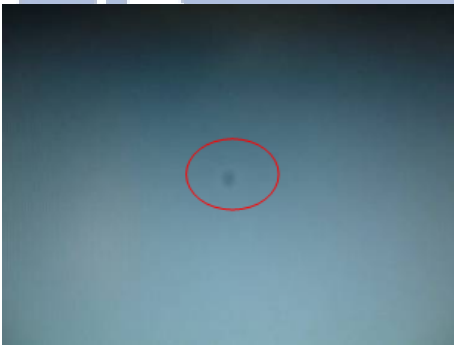


圖 1.9 Spot Mura

(b) PI Mura 如圖 1.10 所示：PI 配向工程製程中，展色不均所出現的 Mura。

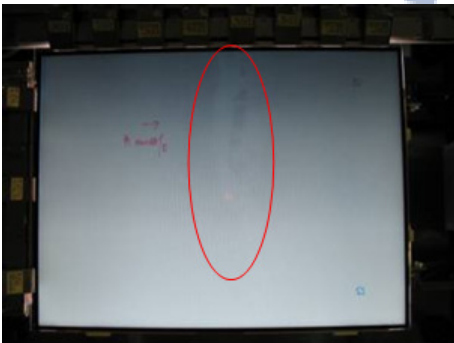


圖 1.10 PI Mura

(c) LC 污染如圖 1.11 所示：LC 滴入製程當中，因為污染或其他因素造成 LC 擴散不均所形成的 Mura。



圖 1.11 LC 污染

(3) Point Defect 點缺陷[8]如圖 1.12 所示：

(a) Bright Point 亮點：LCD 製程當中，因為 Particle 或其他因素造成 Pixel 電極短路所形成的單顆亮點。

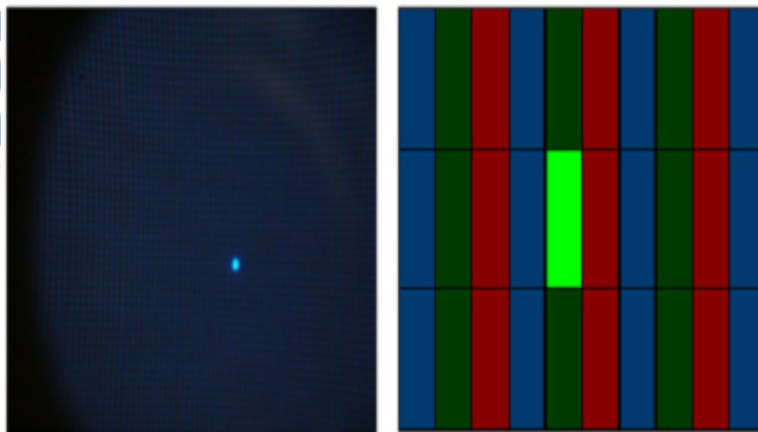


圖 1.12 Bright Point

(c) Point Cluster 亮點聚集如圖 1.13 所示：很多顆亮點聚集在一起。



圖 1.13 Point Cluster

1.3.1 常見之 Point Defect 成因

由於本論文研究範圍在於降低 AOI 對 False BP (假亮點) 的 Overkill，因此對於 AOI 三大攔檢 Defect 當中，僅簡介 Point Defect 成因。

(a) ITO Residue 如圖 1.14 所示：ITO 殘留造成 Pixel 與 Pixel 之間 Short。

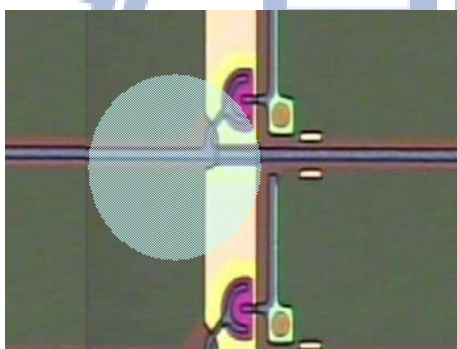


圖 1.14 ITO Residue

(b) Metal Residue 如圖 1.15 所示：Metal 殘留造成 Pixel 與 Pixel 之間 Short。

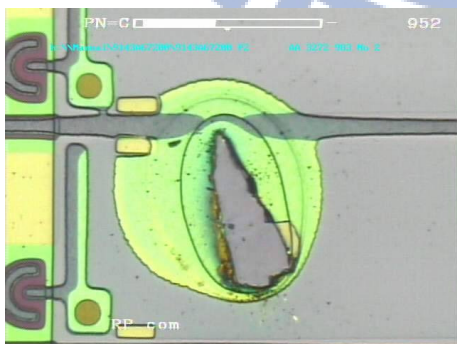


圖 1.15 Metal Residue

(c) No Through Hole 如圖 1.16 所示：電無法傳導到 Pixel，要使用 Laser Welding

ITO & Metal 使電可以順利傳導過去。

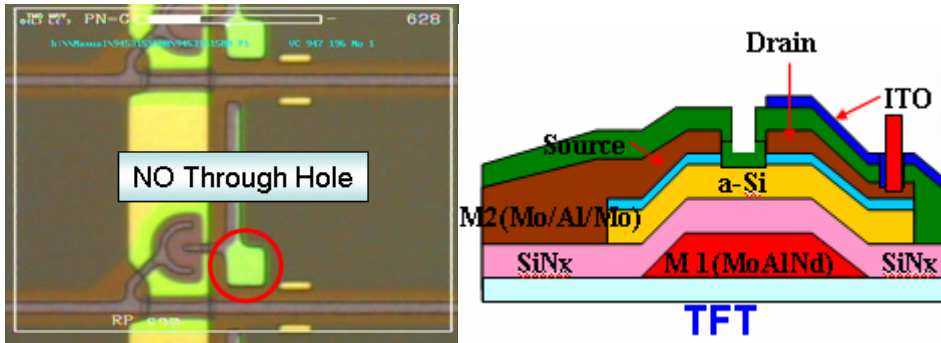
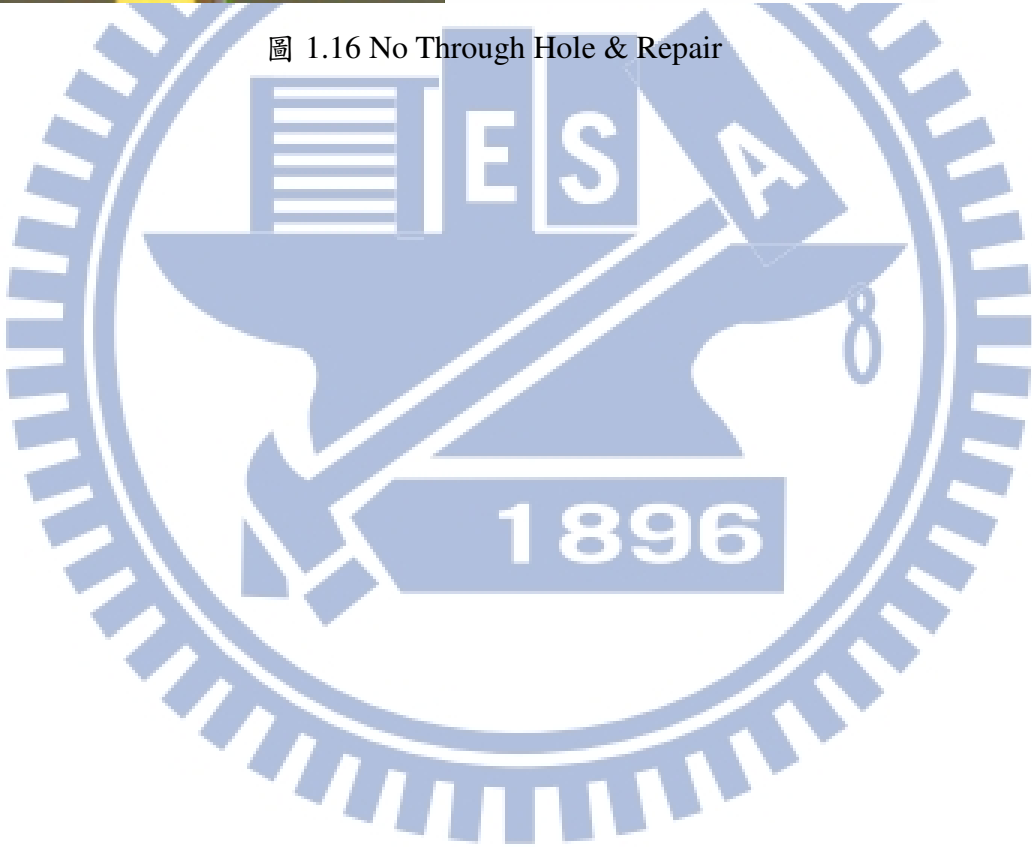


圖 1.16 No Through Hole & Repair



第二章 研究動機與目的

如圖 2.1 所示，以廠內 2010 年 10 月 28 日所生產的例子來看，該日生產 18.5” 產品共有六台 AOI，因 AOI 機台不會製造出 Real Defect，而 CGL3882 機台 Defect Ratio 比其他五台 AOI 來得高出 1 倍，明顯不合理。

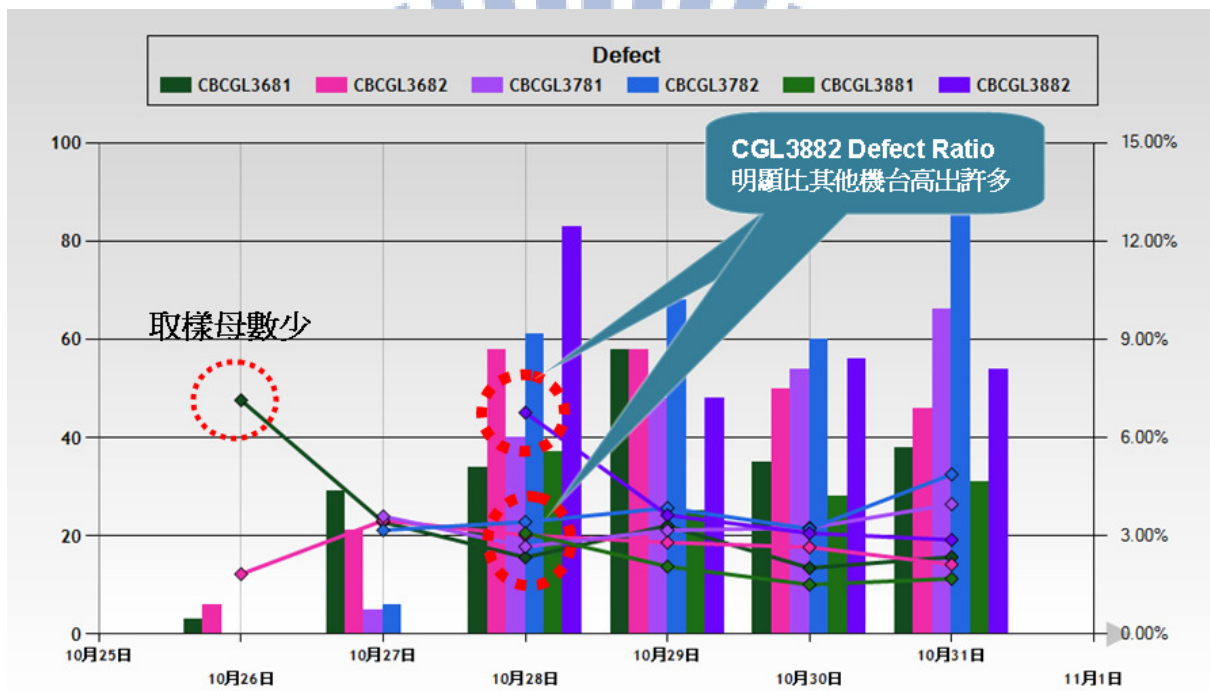


圖 2.1 AOI 檢測 Defect Trend Chart

需要針對機台 CGL3882 debug，確認是否為硬體或環境因素造成 Defect Ratio 異常，進而降低無謂的重工。

實地前往 AOI 機台觀察機構是否有異常，發現因機台磨耗所造成的 Particle，於機台運動當中飄落至 Panel 表面，如圖 2.2、圖 2.3 與圖 2.4 所示，該 Particle 被 AOI 誤判為 Defect，造成面板重工 Laser Repair 無謂的 Loading。

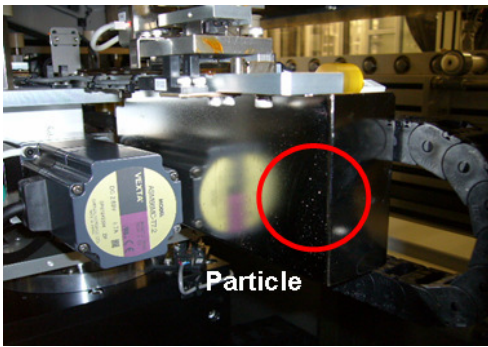


圖 2.2 AOI 機台內部磨耗

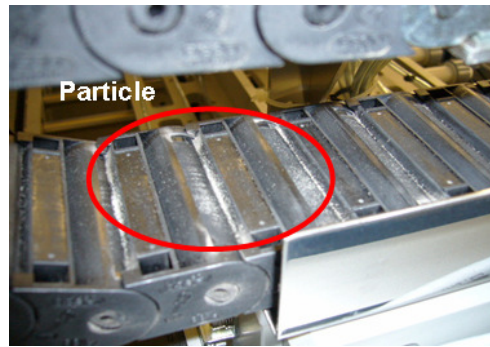


圖 2.3 戰車軌磨耗

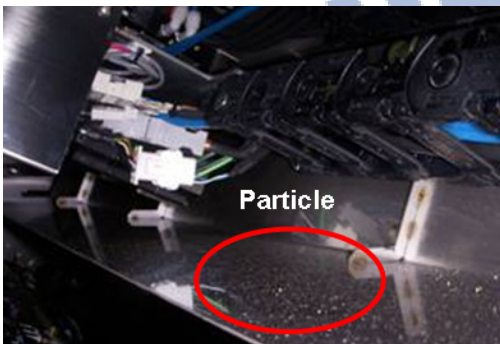


圖 2.4 AOI 點燈部下方磨耗

2.1 現行 AOI 檢測 Defect 架構

落在 Panel 表面的 Particle 為 False Defect，將會對 AOI 的判定造成誤差，因此必須加以排除。如圖 2.5 所示，紅點為 False Defect，白點為 Real Defect。

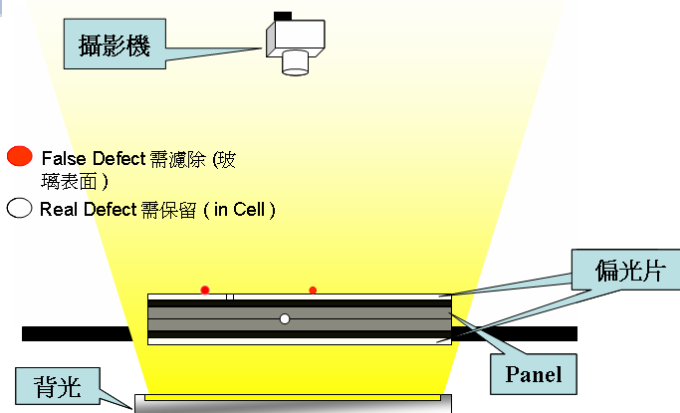


圖 2.5 AOI 點燈示意圖

由以下圖 2.5 與圖 2.6 的影像可看出，目前 AOI 的影像處理並不能有效地分出玻璃表面 or In Cell Particle，皆會判成 Real Defect，造成 Overkill，造成面板重工無謂的 Loading。



圖 2.6 玻璃表面 Particle

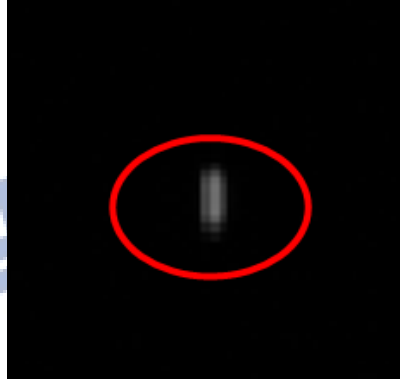


圖 2.7 In Cell Particle

2.2 降低 AOI Overkill 現行做法

目前廠內降低 AOI Overkill 方式有二：

(a)檢查 Robot 戰車軌有大量 Particle 先做清潔與機構整線。

(b)如圖 2.8 所示，將戰車軌加裝 L 型擋片，讓戰車軌磨耗產生之 Particle 不要直接飛入機台，在 L 型擋片內側加裝黏貼紙，讓磨耗之微小 Particle 可以直接附著，不會因戰車軌做動，而到處飛揚，造成 AOI 誤判。

(c)將固定清潔擴散板頻率由每六小時改成每三小時清潔一次。

結論：傳統以清潔方式降低 AOI Overkill 效果不佳，且需耗費大量人力。必須進一步思考如何以有效率的方式來提昇 AOI 偵測的準確度。

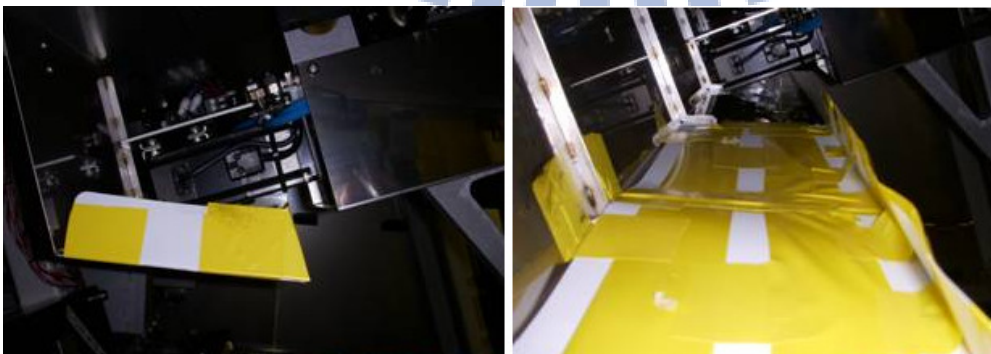


圖 2.8 AOI 機台內加裝 L 型擋片與黏貼紙

第三章 研究方法

既然傳統以人工清潔來去除 Particle 以期降低 AOI Overkill 方式效果不佳，且現有的軟體演算法均無法達成濾除 False Defect 的效果，所以我們開始思考是否有其他的方式可以有效率的完成此作業？

本章節將討論根據光學漫反射原理，在現有 AOI 機台外加不同的光源照射 Particle，並使 Particle 產生不同波長之漫射，並輔以適當的 Filter 選擇，來達成過濾 False Defect 的目的。

3.1 玻璃表面異物 (False Defect) 成份分析

首先，我們針對了玻璃表面異物做了一些分析與分類，再根據分類結果，找出 particle 產生成因，再予以對症下藥。

根據不同的 particle 成像，大概可區分為以下幾類，其中以 Fiber、殘膠與 Polarizer 原材為大宗。我們收集了被 AOI 誤判為亮點之 Polarizer particle 共 160 片，如圖 3.1 所示。

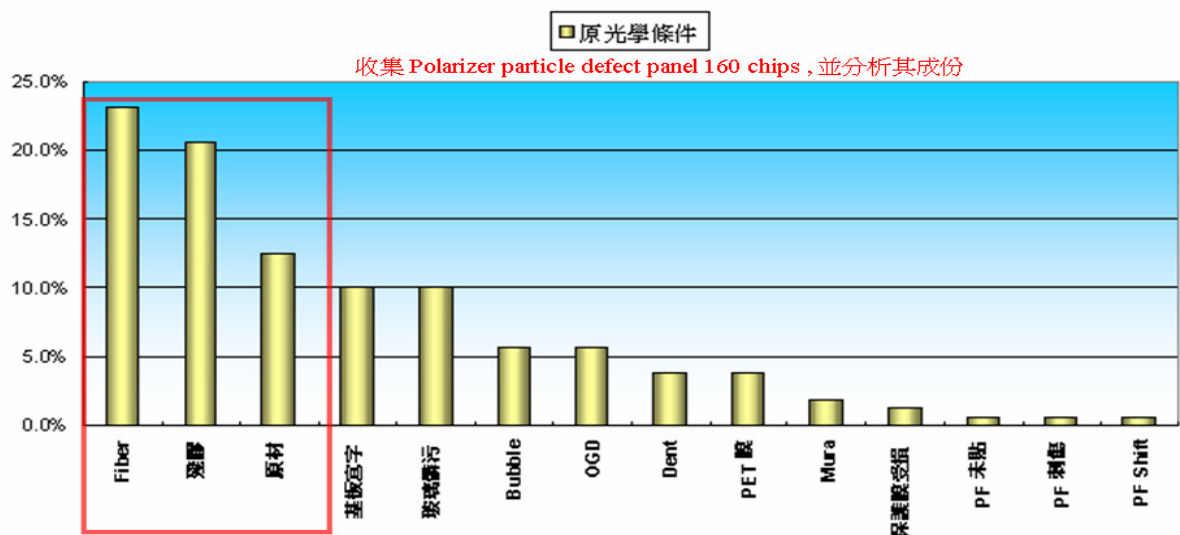


圖 3.1 Polarizer particle 分類

(一) Fiber：如圖 3.2 所示，多為機台戰車輪或是管線互相磨擦所產生，並藉由機台運動所造成的亂流，飛散至玻璃表面，進而造成 AOI 的誤判。

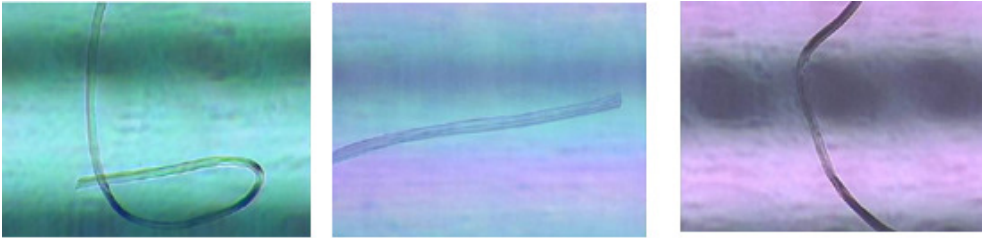


圖 3.2 玻璃表面異物之 Fiber

(二) 玻璃殘膠：如圖 3.3 所示，多為玻璃經過高溫製程後，在玻璃處理高溫的狀態之下接觸到相對低溫的機台傳送滾輪 (Roller)，滾輪上的殘膠或異物轉印至玻璃表面所形成。

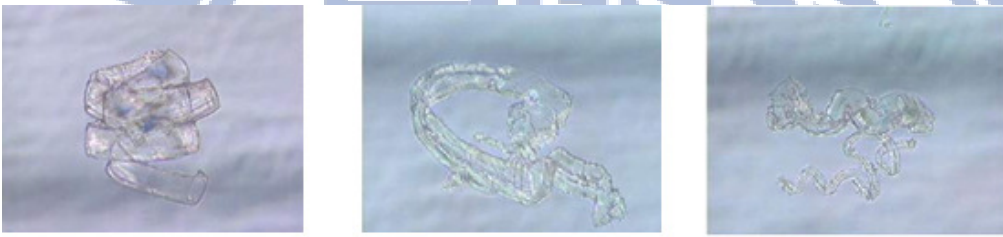


圖 3.3 玻璃表面異物之玻璃殘膠

(三) Polarizer 原材：如圖 3.4 所示，為偏光片製造裁切過成中所造成的碎屑沾附上偏光片本體，因此在 AOI 的檢測下易被誤判為亮點。

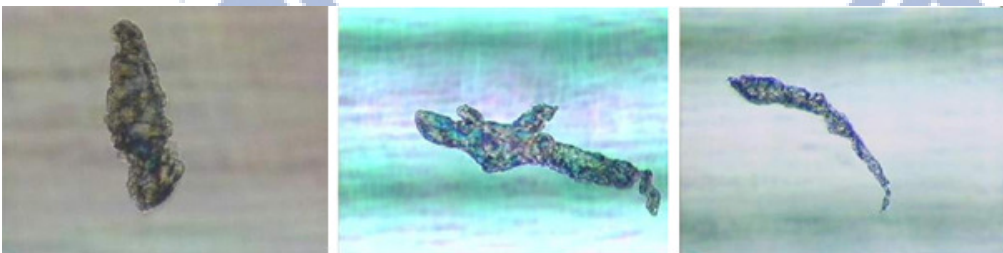


圖 3.4 玻璃表面異物之 Polarizer 原材

由圖 3.5 / 3.6 / 3.7 可看出，AOI 下對此類型的 Defect 真偽判斷力弱皆會判成 Real Defect，造成 Overkill，造成面板重工無謂的 Loading。

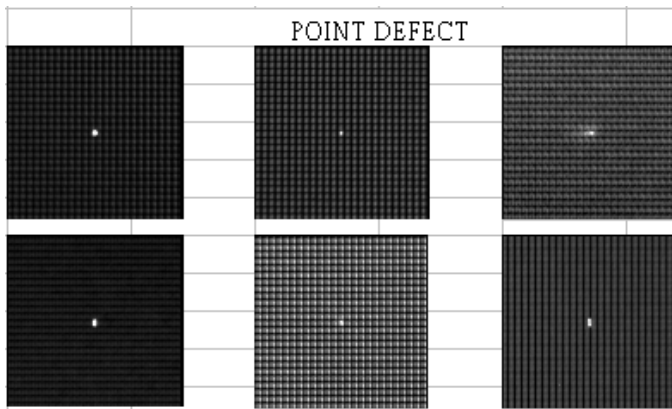


圖 3.5 AOI 鏡頭下的 Defect (real defect)

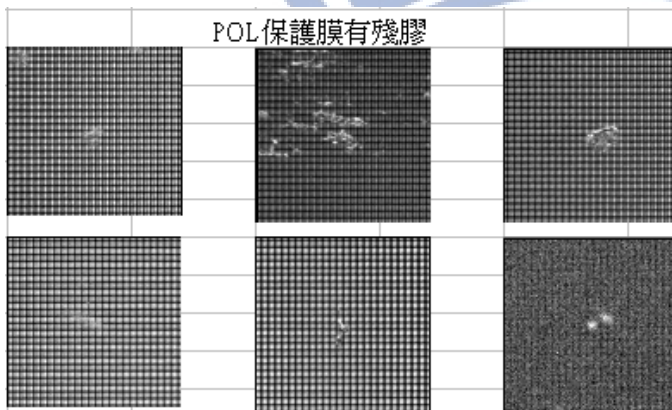


圖 3.6 AOI 鏡頭下的 Defect (false defect) (一)

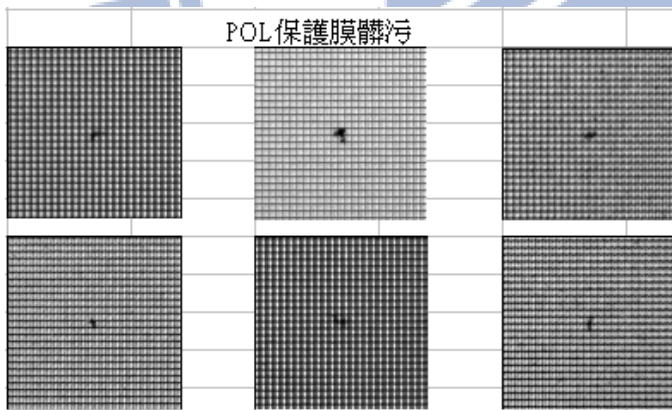


圖 3.7 AOI 鏡頭下的 Defect (false defect) (二)

3.2 AOI 成像原理[9]

接下來，我們思考目前的 AOI 演算法與硬體參數是否有改善空間，如圖 3.8 所示，如果 CCD/CMOS 是相對於人眼的視網膜，那鏡頭就是相對於人眼的水晶體，是用來調整焦距控制影像能準確清楚的對焦在 Sensor 上，所以相對影響成像的品質，鏡頭還可調整光圈來控制進光量。

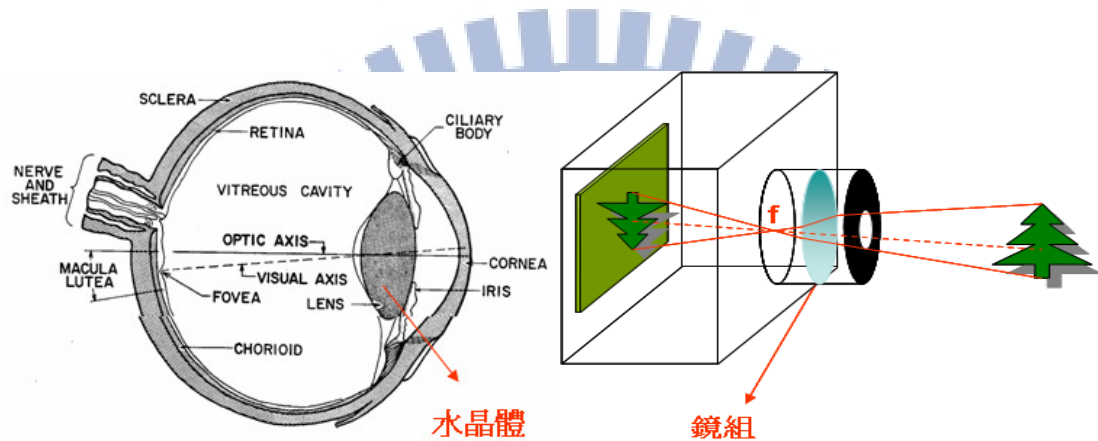


圖 3.8 取像系統的水晶體與鏡組

現代的攝影鏡頭之原理，都以凸透鏡為基礎。如圖 3.9 所示，凸透鏡的作用就像針孔一樣，它有選擇光線的功能，並且能使影像比針孔所成的影像更清晰。更重要的是它的曝光時間比針孔成像所需的時間更短。這是因為透鏡的直徑比針孔大得多，因而在單位時間內可讓更多的光線通過。圖中說明透鏡處理通過它的光線情形。它先聚集從一個點反射的許多光束，然後再使之改變方向，投向軟片上的一個光點。被攝物上其餘的光點，也是由同樣的方式所運作。

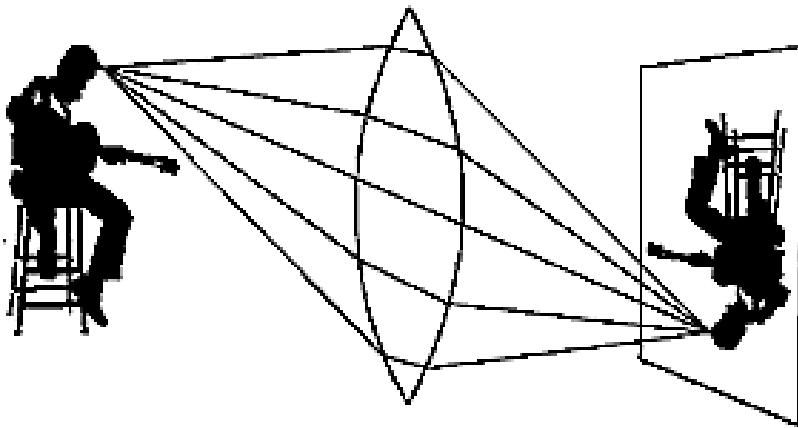


圖 3.9 鏡頭成像

如圖 3.10 所示，在被攝體與感光軟片間置一隔板，在其中開一直徑約 0.5mm 的針孔，此針孔能選擇上圖中的諸反射光，而僅讓其中的一條光線經過，其他的則全部擋掉。使被攝物上的每一點只有唯一的一條反射光線能在軟片上形成唯一的光點。針孔愈小「模糊圈」愈小，重疊的情形愈少，影像愈清晰。

若是針孔的口徑愈大，則光點所形成的「模糊圈」之面積愈大，它們便會相互重疊，使影像變模糊。

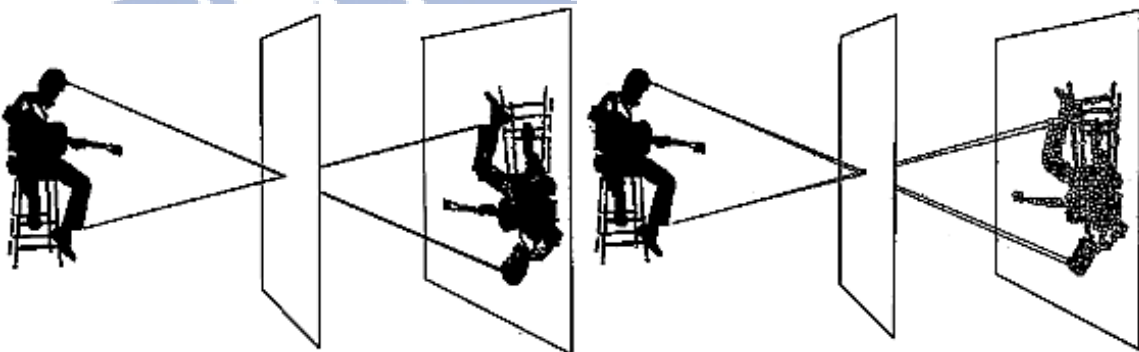


圖 3.10 針孔口徑與影像清晰度

3.3 AOI 硬體基本參數

AOI 三大硬體基本參數[10]分別為 Working distance 工作距離、Depth of Field 景深、Field of View 視野範圍；三者之間的關係如圖 3.11 所示。

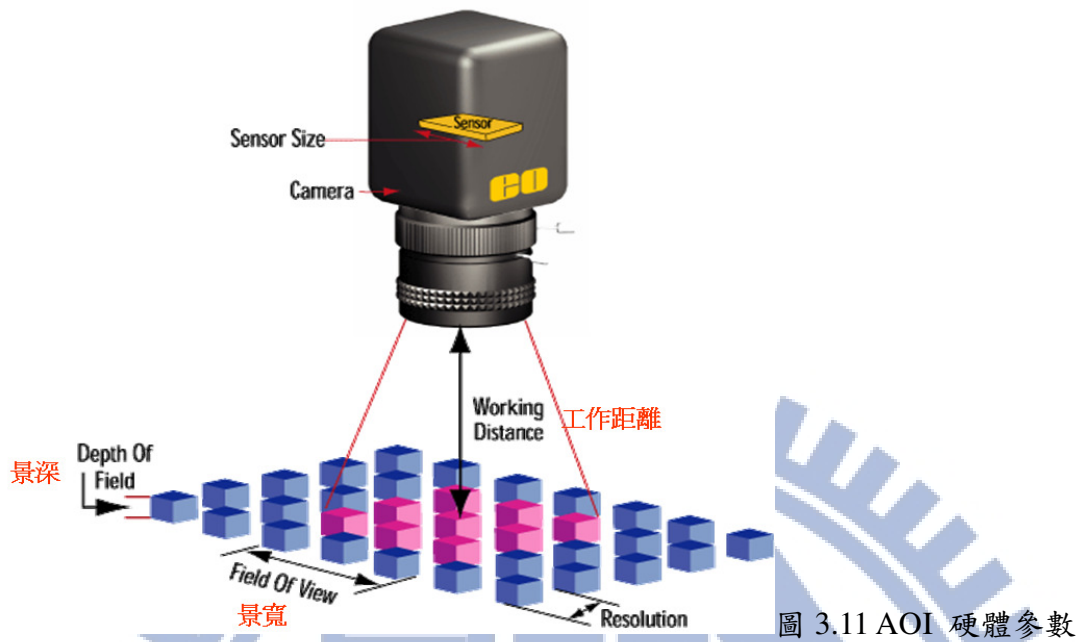


圖 3.11 AOI 硬體參數

景深 Depth of Field

景深定義是最大物體深度，能全部維持在焦距內，當物體放在近於或遠於工作距離，它就變得無法對焦，解析度及對比整個變差，因此 DOF 只有在符合我們所定義相關解析度及對比下才有意義。圖 3.12 & 3.13 可看出不同景深下的差異。



圖 3.12 景深長



圖 3.13 景深短

3.4 AOI 軟體演算法

黑白數位影像資料格式[11]如圖 3.14，以 1 代表白，以 0 代表黑。

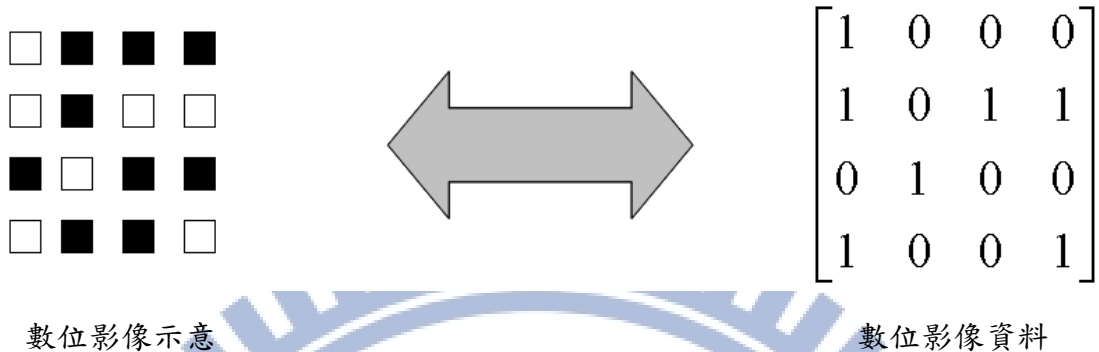
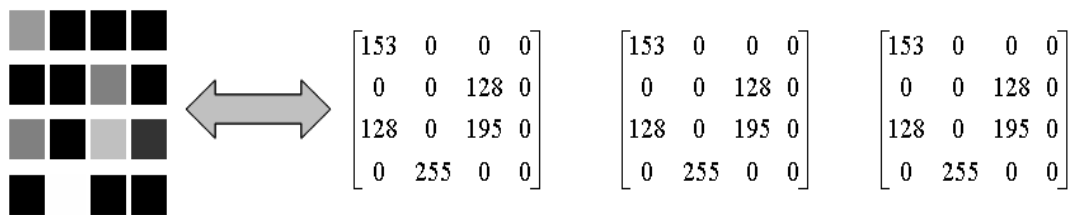


圖 3.14 黑白影像的像素[Pixel]示意圖

彩色數位影像資料格式如圖 3.15，每個 Bit 有 256 階色調並分成 R(紅)、G(綠)、B(藍)三種顏色。



數位影像示意圖

藍原色 紅原色 綠原色
之二維空間域陣列 之二維空間域陣列 之二維空間域陣列

圖 3.15 彩色影像的像素[Pixel]示意圖

3.4.1 影像前處理 (濾波) [12] [13] [14] [15]

攝影機的類比信號 \longrightarrow 影像卡 \longrightarrow 電腦的數位信號

影像前處理的目的：消除背景、去除雜訊。

遮罩運算如圖 3.16 所示。

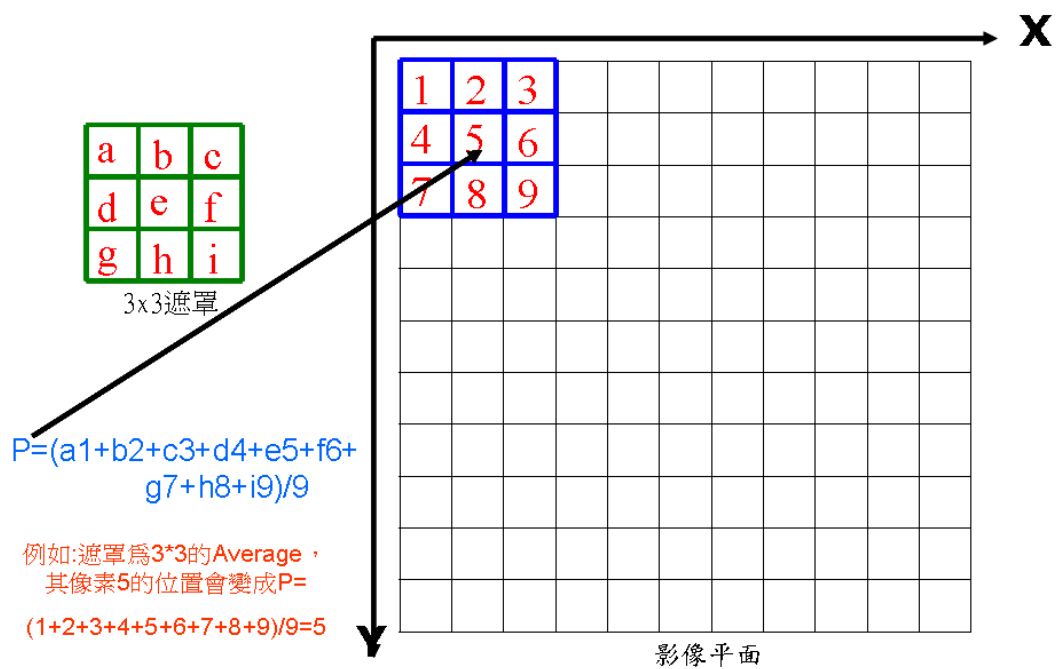


圖 3.16 遮罩運算示意圖

3.4.2 影像前處理(對比增強)

影像增強[16] [17]: 輪廓增強、亮度增強、色彩濃度增強[13]

影像對比[16] [17]: 影像明亮部份與黑暗部份的亮度比

對比高: 輪廓較清楚, 影像也較清晰

如圖 3.17 所示, 對比增強簡單來說就是讓『灰階影像』中黑的變的更黑, 白的變的更白。

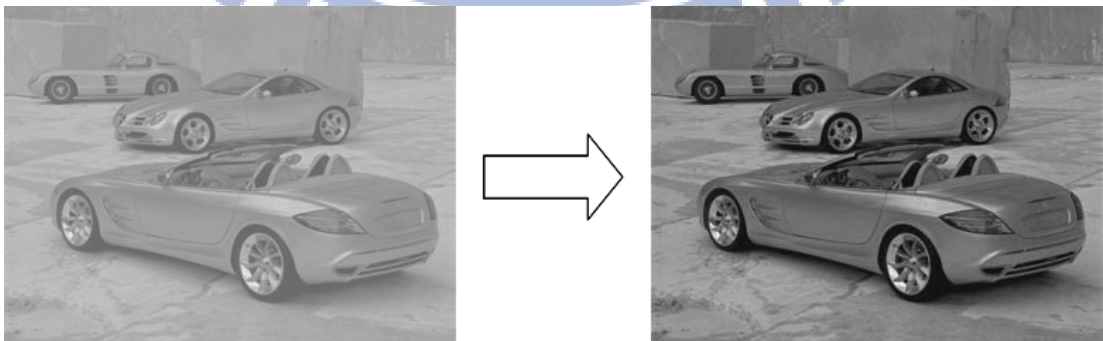


圖 3.17 對比增強示意圖

3.4.3 影像分割[18] [19] (如何取出想要的影像)

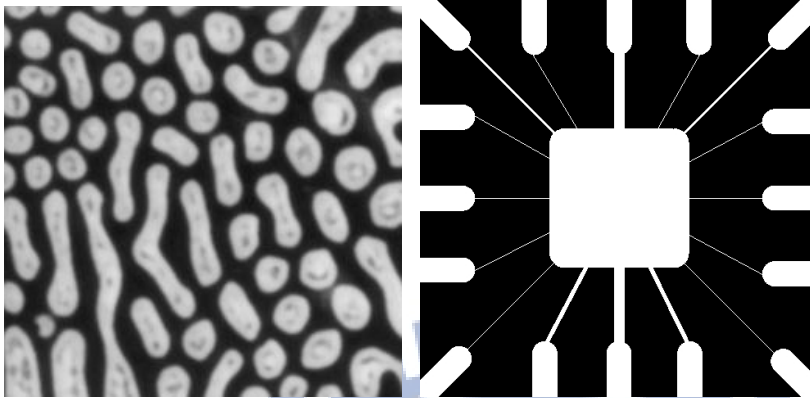


圖 3.18 無特定的圖形 圖 3.19 欲取出特定樣式的圖形

如圖 3.18 & 圖 3.19 所示，如何在無特定圖形中取出特定樣式的圖形？

首先須進行影像二值化。

影像二值化[12]

基本二值化函數：決定二值化閾值

$$T(f) = \begin{cases} 0 & f < T_0 \\ 255 & f > T_0 \end{cases} \quad T(f) = \begin{cases} 255 & a \leq f \leq b \\ 0 & \text{其它範圍} \end{cases}$$

如何取得影像二值化閾值

- 利用直方圖來決定二值化閾值
- 手動取得：由人眼若觀察決定二值化閾值
- 自動取得：平均灰階值法

統計式門檻：OTSU 法

3.4.4 影像二值化閾值 (OTSU 法) [20] [21]

利用統計學方法，計算不同閾值時，C1、C2 像素群集的差異，當 C1、C2 之間的差異性最大時，表示此閾值使 C1、C2 分得最開，故為最佳化閾值。

如圖 3.20 先決條件：

- 前景、背景呈現常態分佈

b. 前景不複雜

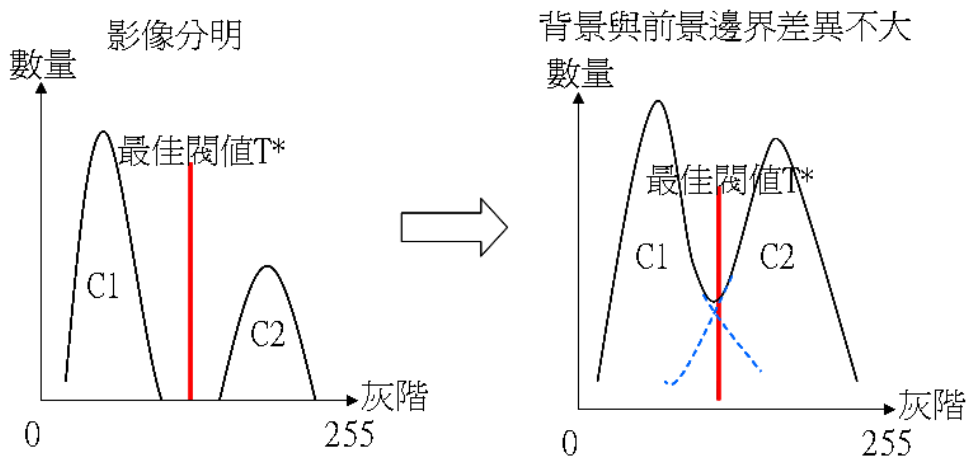


圖 3.20 影像二值化閾值圖

OTSU 計算方法

Step1: 統計直方圖 $n[i]$, $i=0\sim 255$ 灰階

Step2: 計算機率密度分佈函數 $P[i]$, $i=0\sim 255$ 灰階

Step3: 計算 $0\sim 255$ 閾值時, C1、C2 群集的機率

$$\sum P[i] \quad \sum i \cdot P[i]$$

Step4: 計算平均灰階

$$\sum 255 P[255]$$

Step5: 依序代入 $0\sim 255$ 閾值, 求使該式有最大值時的閾值, 即為最佳閾值。

$$\sigma = \frac{(\sum 255 \cdot P[255] \cdot \sum P[i] - \sum i \cdot P[i])^2}{\sum P[i](1 - \sum P[i])}$$

3.4.5 影像後處理用途

如圖 3.21 與圖 3.22，經由二值化後的影像只剩 0 和 1，但仍有可能無法完全區分出待測物與背景雜訊的差異，如何消除二值化後的雜訊或微小的破碎圖形，增加有興趣部分的特徵值。

濾波器：平滑、均值濾波[12]

型態學:膨脹(dilation)、侵蝕(erosion)、打開(opening)、閉合(closing)



圖 3.21 經後影像分割後的指紋，仍有雜訊

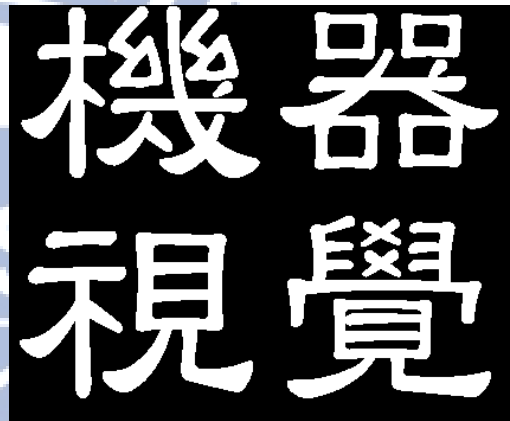


圖 3.22 如何得到其骨架

3.4.6 膨脹與侵蝕

使用型態學腐蝕及膨脹運算[22]移除影像中的細節

如圖 3.23 說明膨脹及侵蝕

膨脹：將目標影像擴大

若 8 或 4 相鄰中，有物體像素，則此點設為物體像素

侵蝕：將目標影像縮小

若 8 或 4 相鄰中，有背景像素，則此點設為背景像素

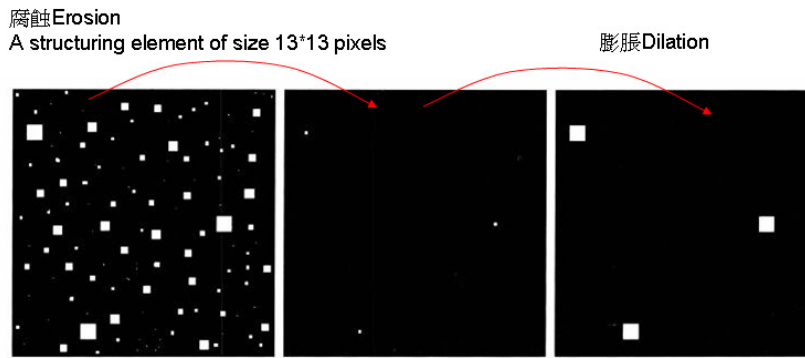


圖 3.23 侵蝕 & 膨脹示意圖

3.4.7 opening 與 closing

侵蝕與膨脹交替使用，根據其使用順序不同，定義出 opening 與 closing 的運算。

opening：侵蝕+膨脹 = 消除細小連接

closing：膨脹+侵蝕 = 填補內部小洞

孤立點、尖端點經侵蝕後，會消失，無法再經膨脹復原。

3.4.8 邊界

邊界：為影像中灰階突然改變的地方

邊界點：區隔物體與背景的点，如圖 3.24

可用於辨識物體形狀、結構

偵測邊界[22]的方法：形態處理(膨脹 or 侵蝕)+XOR 運算



圖 3.24 黑白邊界圖

3.5 漫反射 Diffuse reflection & 單向反射 Regular reflection

若反射面不是十分平滑的話，於不同點上法線的方向就會不同。根據反射定律，當平行光束射在平面上時，光會向四方八面反射，這種反射稱為漫反射[23]，如圖 3.25 所示。根據反射定律，若平行光束射在平滑的表面時，反射光束同樣會是平行的。這樣的反射稱為單方反射，如圖 3.26 所示。平面鏡的表面相當平滑，於平面鏡上發生的反射都是單向反射的。

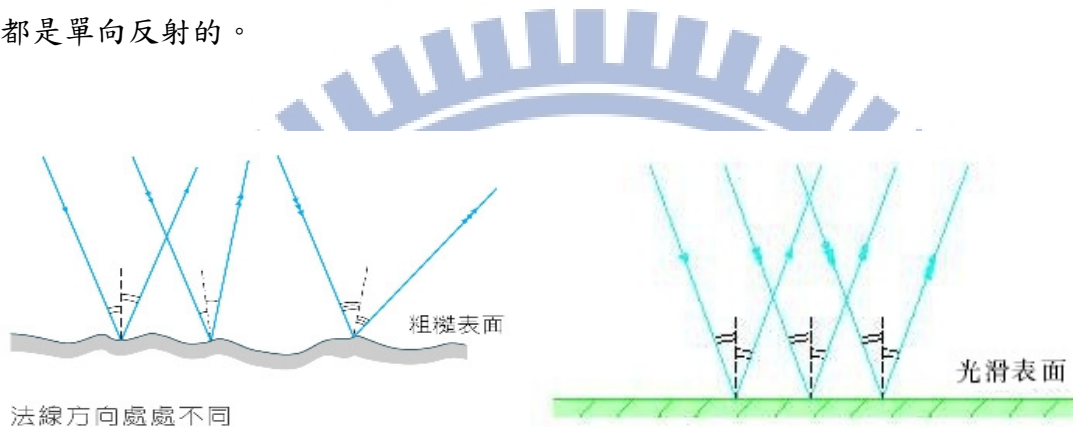


圖 3.25 漫反射

圖 3.26 單向反射

由目前 AOI 檢測 Defect 架構可得知，需要被濾除的 False Defect 與需要被保留的 Real Defect 並不在同一水平層面上，如果外加一燈源照射面板表面，根據反射原理，會造成反射的只有落在面板表面的 False Defect。

3.6 照明的目的與光源選擇[22]

照明的目的：獲得良好的對比、顯示顯像細節、降低系統複雜度、強化物體特徵、增加信號/雜訊比例。

光源種類之介紹：鹵素光、LED、高週波螢光燈源、閃光燈源

鹵素光源(如圖 3.27)特色：

- 1.提供高亮度光源(50W、100W、150W、50W)
- 2.不同 light guide 可搭配

- 3.Remote control 亮度功能(數位或類比)
- 4.燈泡更換容易
- 5.可加裝濾鏡(Red、Green、Yellow、Blue)
- 6.亮度穩定，不會產生熱



圖 3.27 鹵素光源

LED 光源(如圖 3.28)特色：

1. LED 的壽命長能省去常換燈泡煩惱，不需維護。
2. 因不穩定電壓造成影像不規則現象不再發生。
3. 具有高速閃光能力，所以 1800 pcs/min 的高速檢測可以實現。
4. CCD Camera 的波長和 LED 光源波長可以互相搭配選擇。
5. 不同波長 LED 可供選擇使用。
6. LED 在啟動後能立刻得到穩定照明。
7. LED 照明可以放在震動和搖晃 Robot 環境下使用。
8. LED 可依應用不同而設計不同的形狀。
9. 壽命長短和環境溫度及使用電流有關。如果環境溫度高，散熱不良，使用電流大(較亮)，則壽命短；環境溫度低，散熱良好，使用電流少(較不亮)，則壽命長。
10. 平均壽命至少 10000 小時以上。
11. LED 光源設計上基於 12V 電壓供應，基本是 6 個 LED(紅色)串一組；或 4 個 LED(藍

/白/綠色) 串一組，如果其中有一顆壞了，即全組都不能點亮。

12. LED 如有損壞或功能不良，通常不建議維修，而改更新方式，因維修價位高。

13. LED 光源調光控制器有其必要，因可調亮暗範圍寬，且可控制電流大小，使壽命延長。

14. 散熱方式要考慮



圖 3.28 LED 光源

高週波螢光燈源(如圖 3.29)特色：

1. 高頻點燈，避免閃爍(30KHZ~50KHZ)
2. 光源均勻，大範圍適用
3. 不同外徑供選擇
4. 可選擇不同顏色燈管，作不同應用
5. 色溫高(約 5400°k 以上)彩色 CCD 適用
6. 燈管壽命長(約 2000 小時)
7. 擴散板光線柔和，減少反光



圖 3.29 高週波螢光燈

閃光燈源(如圖 3.30)特色：

- 1.閃光頻率快，瞬間能量強
- 2.適合快速檢測
- 3.可由外部調整頻率
- 4.燈管壽命約 4000 小時，但價格高
- 5.可外接不同 light guide 導光



圖 3.30 閃光燈

3.7 光源顏色的選擇

在自然界眾多光譜(如圖 3.31)當中，首先要排除的就是紅光 (R)，綠光 (G) 以及藍光(B)，因為和 LCD 面板的畫素光有所干擾 (RGB)；再者紫外光因對人體有害，也在排除名單當中，因此可選擇的光源就只剩下白光與紅外光。

Monochrome with Microlens Quantum Efficiency

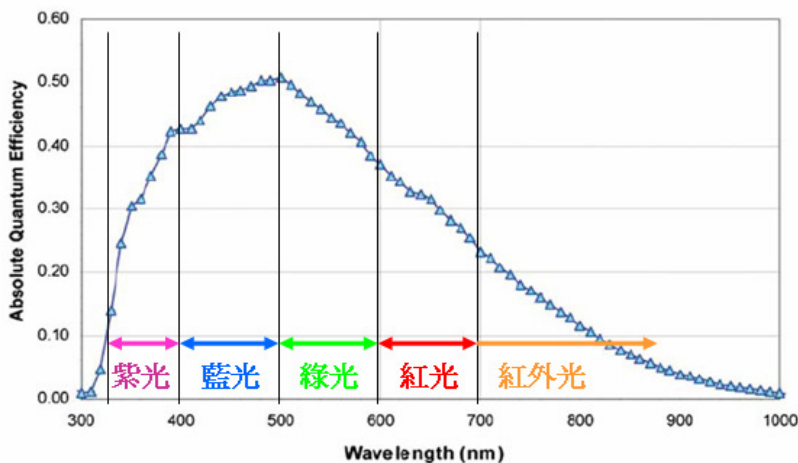


圖 3.31 各種色光波長

3.8 Filter 的選擇

太陽光內含豐富多樣的光線(如圖 3.32)，當然也包含紅外光，當陽光照在物體上反射到我們的眼睛及相機內時，其實我們已經接受到了紅外光，但我們的視神經沒有感應到。

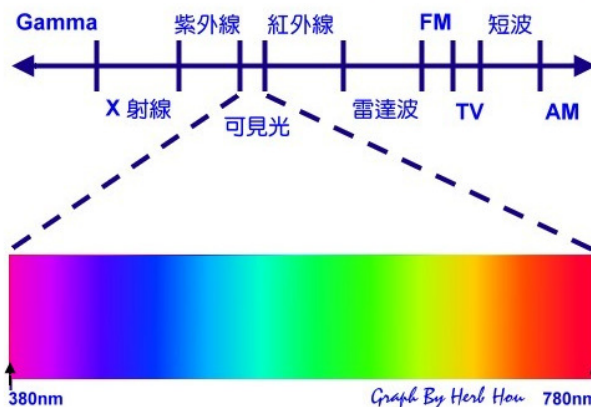
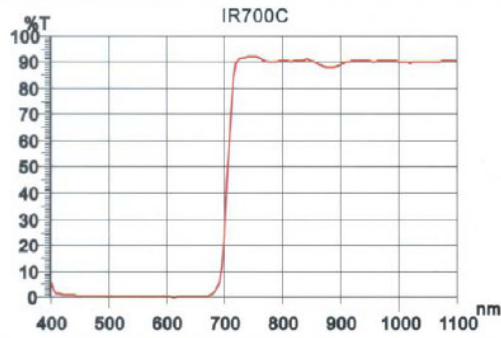


圖 3.32 可見光頻譜

相機其實也接受到了紅外光，但一般底片一樣是無法感應，傳統的紅外線攝影要靠紅外線專用底片，而數位相機用的 CCD 或 CMOS 本身就可感應到紅外線，只是在一般的狀況下由於可見光的光量遠大於紅外光所以看不出紅外線效應。

紅外線濾鏡(Infrared Filter，如圖 3.33) 的作用是阻擋可見光而讓紅外光順利通過，IR cut filter 除外，這種濾鏡是用來擋住紅外線的(如圖 3.34)。在鏡頭前加裝紅外線濾鏡後，底片或 CCD 便只看到紅外光，這就是簡單的紅外線攝影原理。

紅外穿透片 COLD MIRRORS (IR PASS FILTERS)

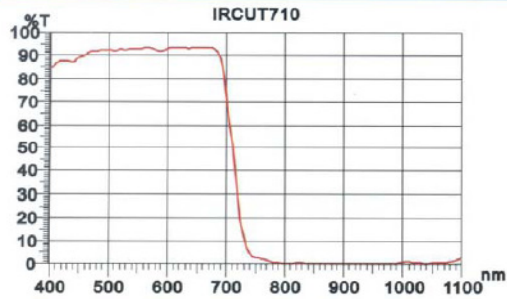


紅外穿透片 (冷鏡) 可反射可見光並維持紅外光穿透。

- *Size Available: 8~160mm
- *Thickness: 0.7~3mm
- *Coating: Dichroic Coating
- *Substrate and Resistant Temperature:
 - Soda-lime Glass: 150°C
 - Tempered Glass: 250°C
 - Borosilicate: 450°C

圖 3.33 IR Pass Filter

紅外反射片 HOT MIRRORS (IR CUT FILTERS)



IRCUT710紅外反射片可以反射近紅外光，同時讓可見光高穿透，置於燈泡前可降低溫度。

- *Size Available: 3~320mm
- *Thickness: 1.1~5.0mm
- *Coating: Dichroic Coating
- *Substrate and Resistant Temperature:
 - Soda-lime Glass: 150°C
 - Borosilicate: 450°C

圖 3.34 IR Cut Filter

3.9 加裝紅外線 LED 側光

如圖 3.35 所示，在 Panel 的側邊加裝紅外線光源側光照射表面 Particle，並使 Particle 產生紅外線波長之漫射，再使用 IR filter 將可見波長之光線濾除 (IR Pass)，利用 Particle 與 in Cell Particle 之波長不同，單獨濾出 Particle 藉此來分辨表面 Particle 及 in Cell Particle，降低 overkill。

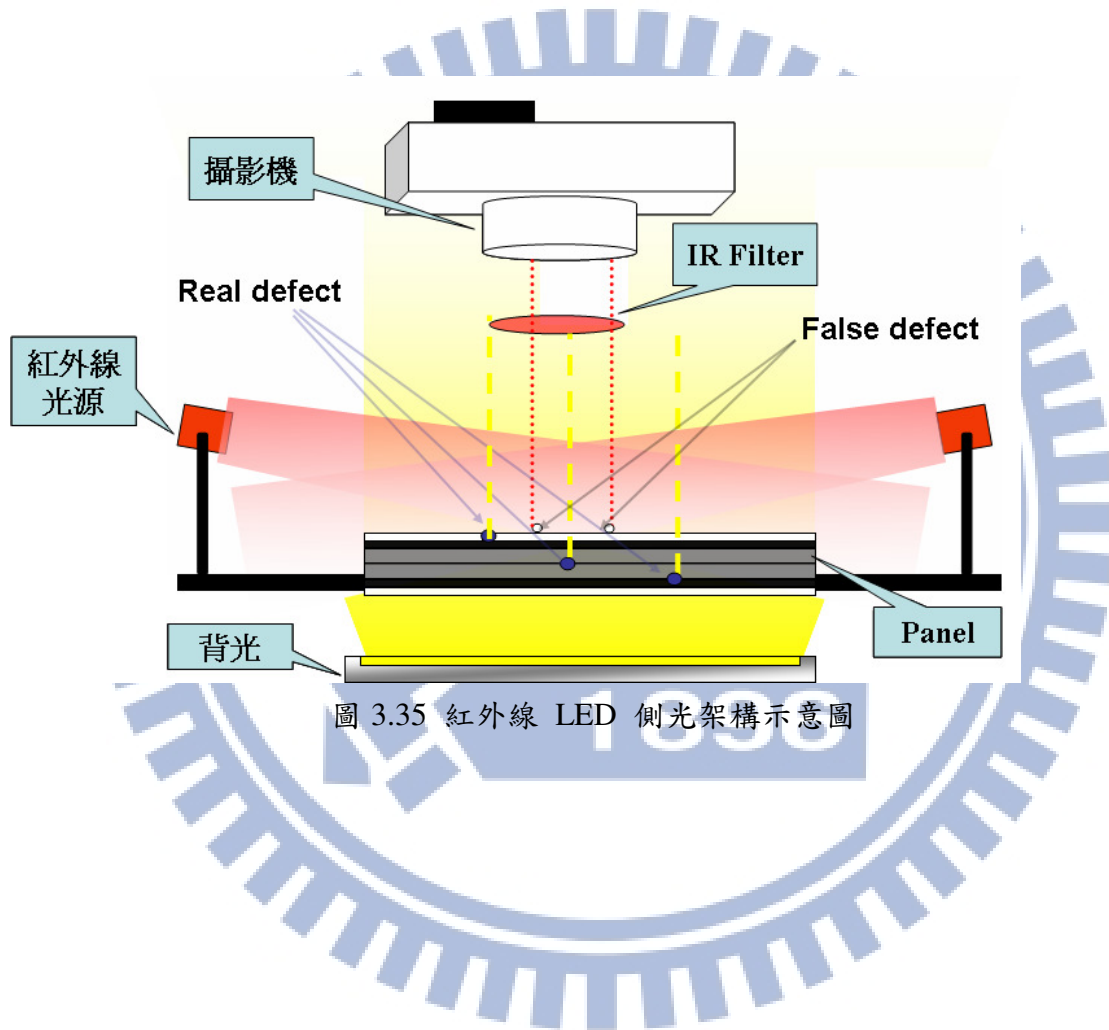
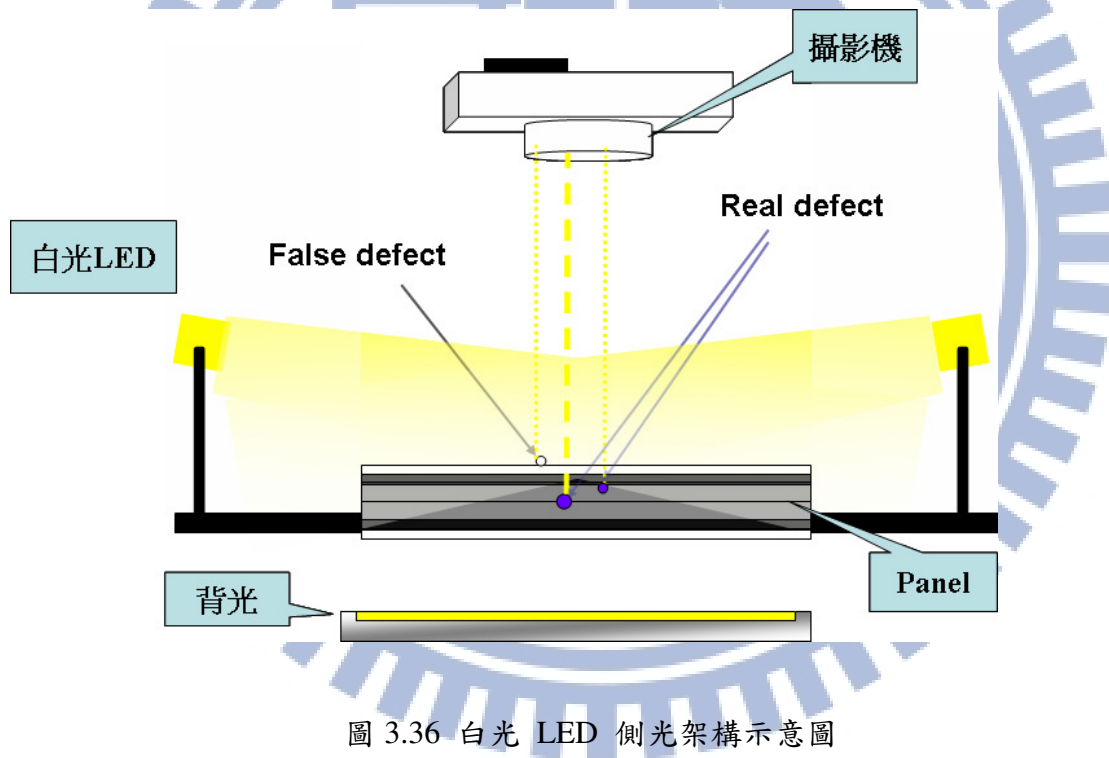


圖 3.35 紅外線 LED 側光架構示意圖

3.10 加裝白光 LED 側光

如圖 3.36 所示，在 Panel 的側邊加裝白光光源側光照射表面 Particle，並使 Particle 產生白光波長之漫射。

1. 先拍一張 L0(全黑)畫面。
2. 再拍一張 L0(全黑)加側光畫面。
3. 利用兩張影像比對差異將 Particle 濾出(影像比對)。
4. 再將這些位置加入 particle array。



第四章 實驗流程

在第三章時我們已經確定了研究方向，將藉由 AOI 機台外加不同的光源照射 Particle，並使 Particle 產生不同波長之漫射來降低 AOI Overkill，接下來我們將開始準備相關的實驗環境、器材與設備，來驗證我們的理論。

實驗設備：裝設紅外光側光光源與白光側光光源之 AOI 機台。

實驗器材：已貼付偏光片之 Panel，Panel 上包括已知 Defect (Fiber & 玻璃殘膠)。

實驗方式：如圖 4.1 實驗步驟與說明，首先準備已貼付偏光片之 Panel，Panel 上包括已知 Defect (Fiber & 玻璃殘膠)，然後記錄該 Defect 於 AOI 下的呈像。再分別使用紅外線側光裝置與白光裝置測試，最後再針對攔檢測試的成果與效益進行評估，以便當成未來改進的方向。



圖 4.1 白光 LED 實驗步驟與說明

實驗中加裝側光燈源濾除 False Defect 構想流程如圖 4.2 所示，將會製作 Normal L0 Pattern & 測光+L0 Pattern 兩種，並藉由這兩種不同環境設備下的 Pattern 所偵測的結果，並加以比對，其差異就當成是 False Defect，並加入 Particle Array 當中，作為所需濾除的座標。

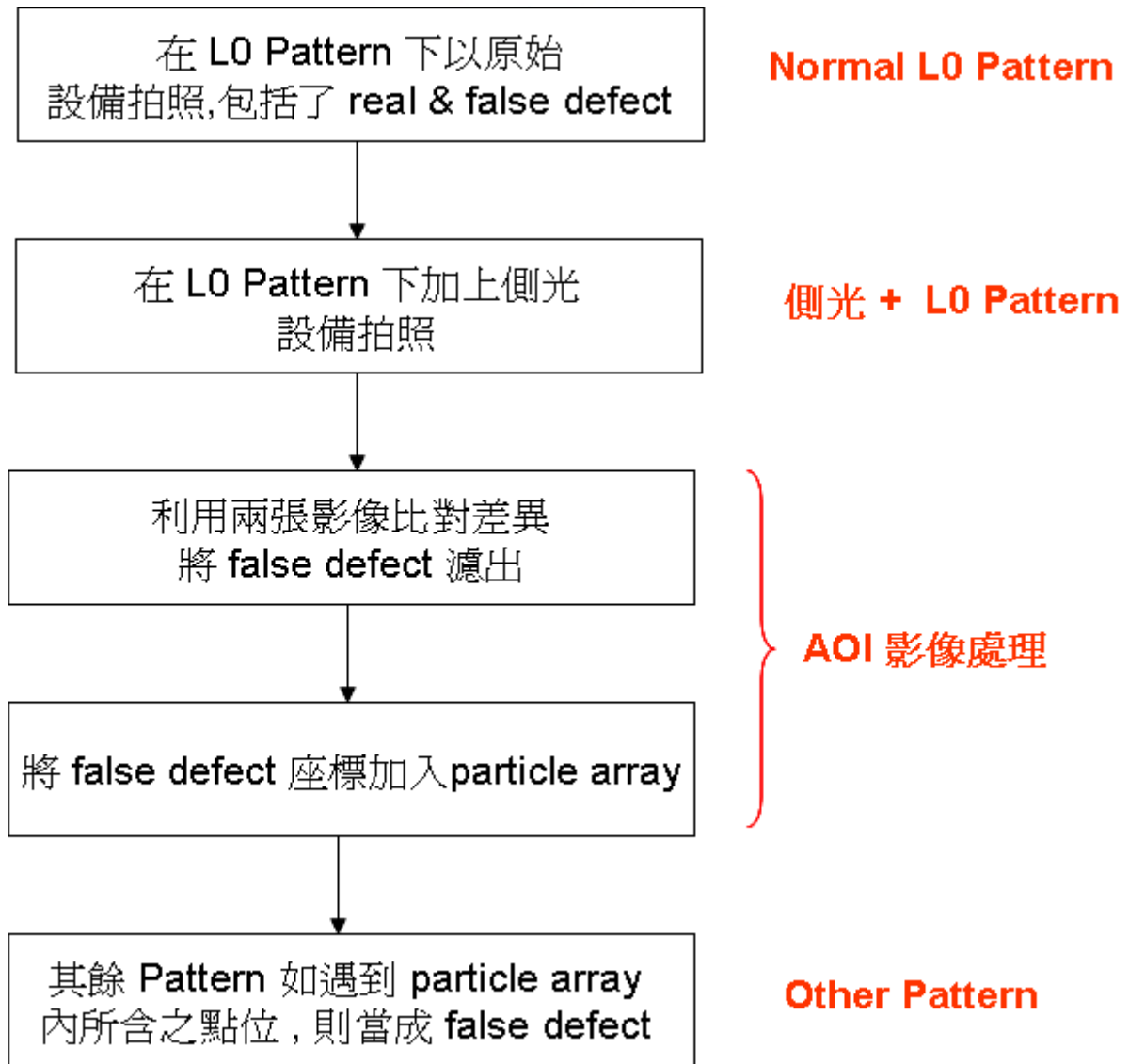


圖 4.2 側光實驗流程圖

4.1 外加白光燈源測試

流程訂好後，如圖 4.3 所示，在 L0 pattern 下以原始設備拍照，拍到了真實亮點與假亮點 (particle)。

如圖 4.4 所示，再以白光側光設備來檢測 AOI 攔檢能力，再進行拍照。比對圖 4.3 與圖 4.4 並無差異，因此可發現裝設側光白光 (處理後) 無法分辨真實亮點與 Particle。

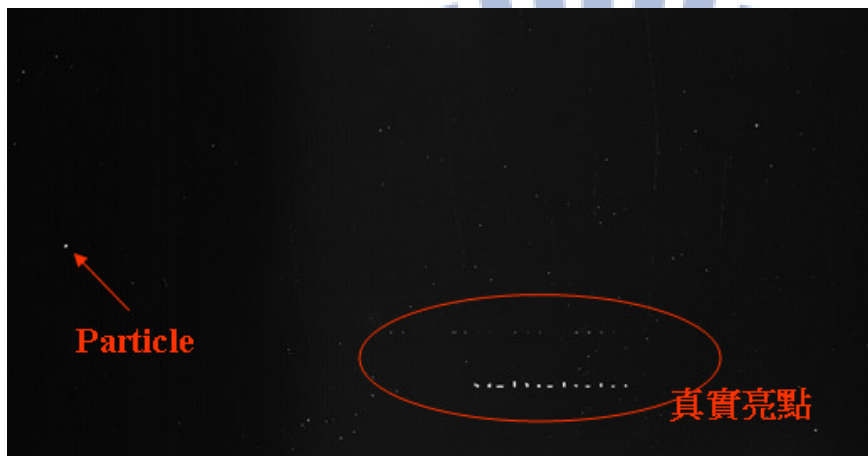


圖 4.3 L0 pattern 原始圖



圖 4.4 裝設側光白光處理後

4.2 外加紅外光燈源測試

如圖 4.5 所示，在只開 Panel 背光源與使用 IR Filter 的情況下進行拍照，其目的為消除畫面上所有 real / false defect。

之後再進行如圖 4.6 所示，除了 Panel 背光源之外，還同時開啟了紅外線側光與 IR Filter，其目的在於證明可以分辨真實亮點與 Particle。

由以上兩個實驗可得知，外加紅外光燈源可以區分 Real / False Defect，因此接下來將更進一步設計實驗內容，來了解其效能所在。



圖 4.5 只開 Panel 背光源與使用 IR Filter

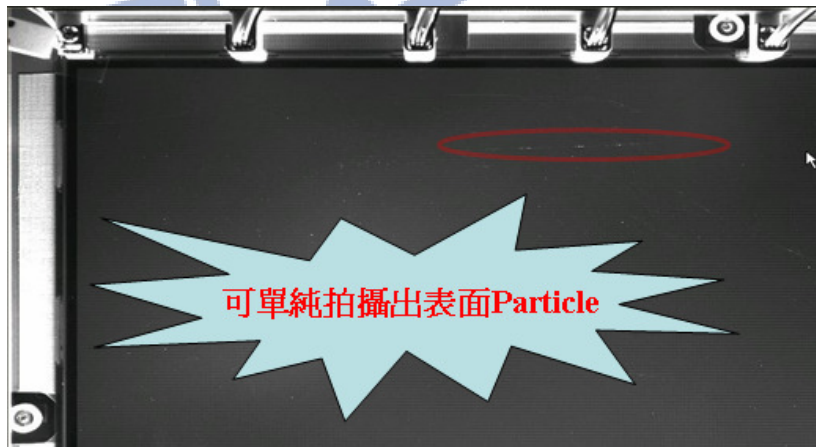


圖 4.6 開啟紅外線側光與 IR Filter

第五章 實驗設計與進行

現況：使用 CCD 檢測 Polarizer particle，其呈像極微小，因此需要調整 AOI recipe。

解決方式：將 SBP 最小面積與 Threshold 參數嚴卡，檢測效果佳。

實驗條件：

- (實驗一) 裝設白光側光，AOI recipe 不調整。
- (實驗二) 裝設白光側光，AOI recipe 調整-面積 & threshold 卡緊。
- (實驗三) 加裝紅外光側光，AOI recipe 不調整。
- (實驗四) 加裝紅外光側光，AOI recipe 調整-面積 & threshold 卡緊。

實驗數據如圖 5.1：

實驗數據						
Pattern	影像處理方法		實驗一 裝設 白光 側光, AOI recipe 不調整	實驗二 裝設 白光 側光, AOI recipe 調整	實驗三 加裝 紅外光 側光, AOI recipe 不調整	實驗四 加裝 紅外光 側光, AOI recipe 調整
Black Pattern	BP	最小面積	12	12	12	12
		最小總面積	16	16	16	16
		Threshold	25	25	25	25
	SBP	最小面積	9	6	9	6
		最小總面積	12	12	12	12
		Threshold	30	40	30	40

圖 5.1 實驗參數圖

實驗一之參數如圖 5.2：

Pattern	影像處理方法		實驗一 裝設 白光 側光, AOI recipe 不調整
Black Pattern	BP	最小面積	12
		最小總面積	16
		Threshold	25
	SBP	最小面積	9
		最小總面積	12
		Threshold	30

圖 5.2 實驗一之參數

AOI 檢測畫面如圖 5.3 中圓圈處所示：

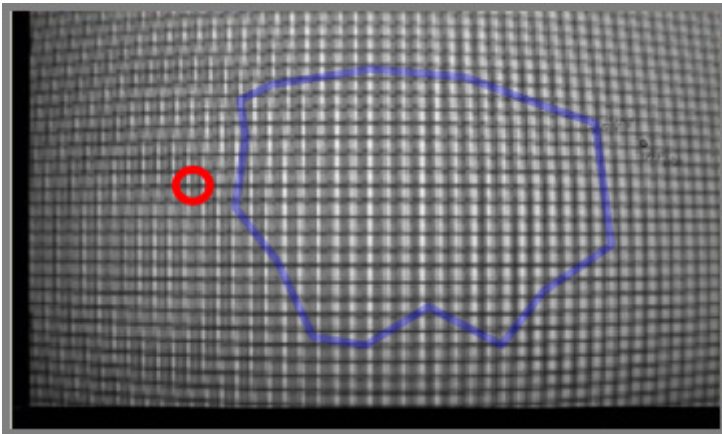


圖 5.3 實驗一 AOI 檢測畫面

再將圓圈處放大來看，圖 5.4 為 real defect，圖 5.5 與圖 5.6 為玻璃殘膠(false defect)



圖 5.4
real defect



圖 5.5
玻璃殘膠一



圖 5.6
玻璃殘膠二

實驗一結果：裝設白光側光，其結果可以檢測出面板真實亮點，但是無法分辨面板真實亮點與 Polarizer particle (玻璃殘膠)。

實驗二之參數如圖 5.7：

Pattern	影像處理方法		實驗二 裝設白光側光, AOI recipe 調整
Black Pattern	BP	最小面積	12
		最小總面積	16
		Threshold	25
	SBP	最小面積	6
		最小總面積	12
		Threshold	40

圖 5.7 實驗二之參數

AOI 檢測畫面如圖 5.8 中圓圈處所示：

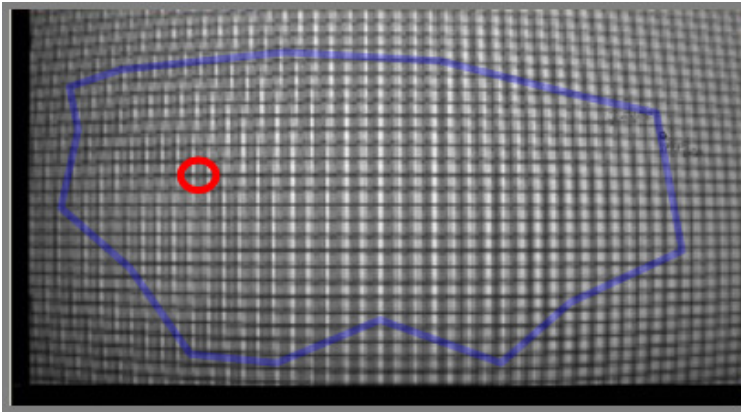


圖 5.8 實驗二之 AOI 檢測畫面

再將圓圈處放大來看，圖 5.9 為 real defect，圖 5.10 與圖 5.11 為玻璃殘膠(false defect)

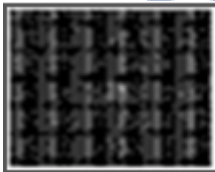


圖 5.9
real defect



圖 5.10
玻璃殘膠一



圖 5.11
玻璃殘膠二

實驗二結果：裝設白光側光，其結果可以檢測出面板真實亮點，但是無法分辨面板真實亮點與 Polarizer particle (玻璃殘膠)。

實驗三之參數如圖 5.12：

Pattern	影像處理方法		實驗三 加裝 紅外光 側光, AOI recipe 不調整
Black Pattern	BP	最小面積	12
		最小總面積	16
		Threshold	25
	SBP	最小面積	9
		最小總面積	12
		Threshold	30

圖 5.12 實驗三之參數

AOI 檢測畫面如圖 5.13 中圓圈處所示：

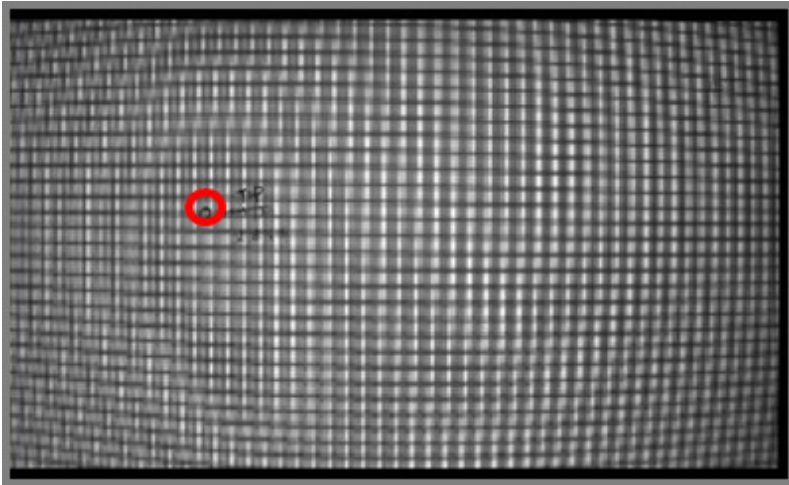


圖 5.13 實驗三之 AOI 檢測畫面

由圖 5.14 可看出為 real defect，玻璃殘膠(false defect)皆已被濾除。



圖 5.14 實驗三之檢測結果

實驗三結果：使用紅外光側光檢測，配合 AOI 運算，可過濾面板上之 false particle，Polarizer particle 可以檢出（明顯可見）。

實驗四之參數如圖 5.15：

Pattern	影像處理方法		實驗四 加裝 紅外光 側光, AOI recipe 調整
Black Pattern	BP	最小面積	12
		最小總面積	16
		Threshold	25
	SBP	最小面積	6
		最小總面積	12
		Threshold	40

圖 5.15 實驗四之參數

AOI 檢測畫面如圖 5.16 中圓圈處所示：

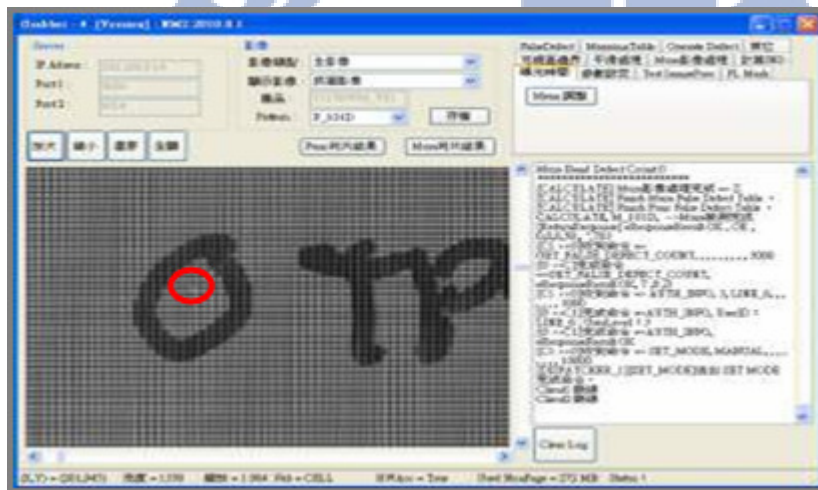


圖 5.16 實驗四之 AOI 檢測畫面

由圖 5.17 可看出為 real defect，玻璃殘膠(false defect)皆已被濾除。

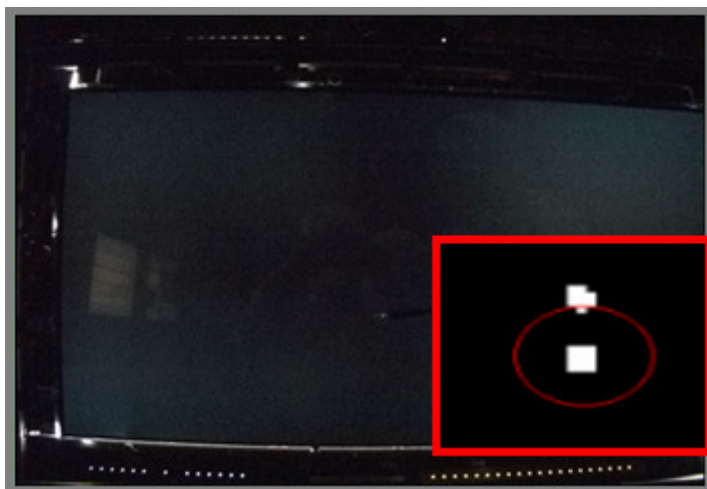


圖 5.17 實驗四之檢測結果

實驗四結果：使用紅外光側光檢測，配合 AOI 運算，可過濾面板上之 false particle，Polarizer particle (fiber) 可以檢出。

第六章 實驗結果

現況：使用 CCD 檢測 Polarizer particle，其呈像極微小，因此需要調整 AOI recipe。

解決方式：將 SBP 最小面積與 Threshold 參數嚴卡，檢測效果佳。

實驗條件

(實驗一) 裝設白光側光，AOI recipe 不調整

(實驗二) 裝設白光側光，AOI recipe 調整-面積 & threshold 卡緊

(實驗三) 加裝紅外光側光，AOI recipe 不調整

(實驗四) 加裝紅外光側光，AOI recipe 調整-面積 & threshold 卡緊

各組實驗參數如圖 6.1 所示：

實驗數據						
Pattern	影像處理方法	實驗一 裝設 白光 側光, AOI recipe 不調整	實驗二 裝設 白光 側光, AOI recipe 調整	實驗三 加裝 紅外光 側光, AOI recipe 不調整	實驗四 加裝 紅外光 側光, AOI recipe 調整	
Black Pattern	BP	最小面積	12	12	12	12
		最小總面積	16	16	16	16
		Threshold	25	25	25	25
	SBP	最小面積	9	6	9	6
		最小總面積	12	12	12	12
		Threshold	30	40	30	40

圖 6.1 各組實驗參數

實驗結果

(實驗一) 可檢測出 particle，但無法分辨 real defect 與 Polarizer particle (玻璃殘膠)。

(實驗二) 可檢測出大量 particle，但無法分辨 real defect 與 Polarizer particle (玻璃殘膠)。

(實驗三) 可檢測出 Polarizer particle (玻璃殘膠，呈像明顯可見)。

(實驗四) 可檢測出 Polarizer particle (除了玻璃殘膠，更可檢測出 fiber)。

Polarizer particle defect 組成 ratio (原光學條件與加裝 AOI 紅外側光比較)如圖 6.2 所示，可以發現，原 Polarizer Particle 三大 Defect (Fiber / 玻璃殘膠 / 原材) 所佔比例均大幅下降，證明**加裝 AOI 紅外測光裝置的方向是有效的。**

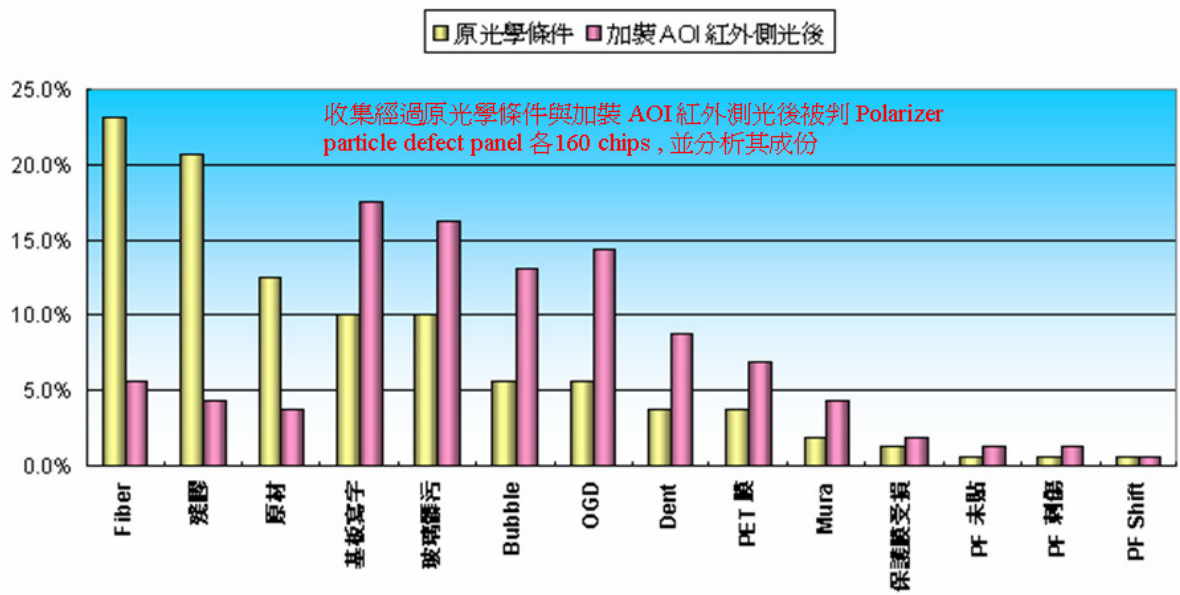


圖 6.2 Polarizer particle defect 組成 ratio

實際生產線應用：

如圖 6.3 所示，將紅外線側光裝置裝設於生產線上，於 2011 年 2 月~ 6 月開始測試，並將各週良率表現記錄下來，藉以評估該裝置之成效。

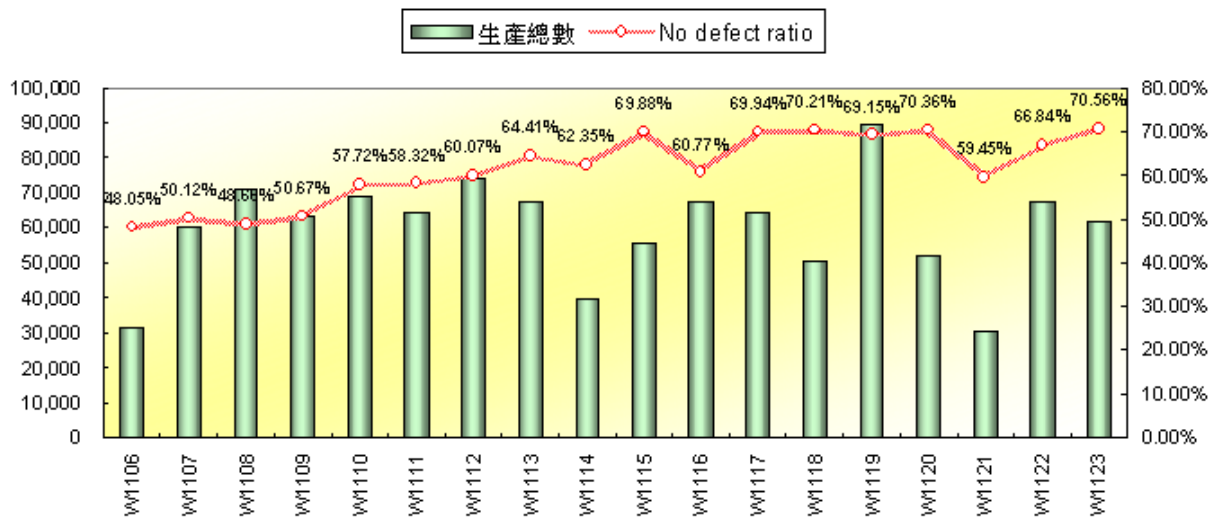


圖 6.3 生產良率

確認廠內 AOI No Defect ratio 由約 48% 提升至 70%，提升約 22%，以月產量 600K chips 來算，可檢少 132K 人員覆判的片數，以一位線上技術員每日產出 400 pcs 計算，每月可減少 11 人力之支出，以年薪 NTD 500,000 計算，一年可節省 NTD 5,500,000 。



第七章 結論

1. 本論文研究應用漫射光學檢測系統改善 LCD Cell 製程真偽缺陷偵測準確度。
2. 傳統 AOI 檢測方式無法有效區分出玻璃表面 particle (polarizer particle) 與 in cell particle (real defect)，造成 AOI overkill，無謂重工作業增加。
3. 傳統降低 AOI overkill 方式為人工清潔機台，藉以降低因機構磨耗所產生的 particle，但是此方式效果不佳，且需耗費大量人力。
4. 根據反射原理，如果外加一燈源照射面板表面，會造成反射的只有落在面板表面的 False Defect，其中紅外光源加上一 Filter，將可見光反射訊號與以隔絕，達到濾波的效果。
5. 裝設 AOI 白光側光，無法分辨 real defect 與 Polarizer particle 。
6. 加裝 AOI 紅外光側光可有效區分出 real defect 與 Polarizer particle 。
7. 裝設 AOI 紅外光測光設備可有效降低 AOI 判片 overkill，良率提高 22%，每年 cost down NTD 5,500,000 。

附錄 參考文獻

- [1] 李柏蒼，TFT-LCD 高階光學檢測設備國產化策略，國立清華大學碩士論文，2008年。
- [2] 顧鴻壽，平面面板顯示器基本概論二版，文京圖書出版社，2005。
- [3] 曾彥馨，應用機器視覺於 TFT 面板之表面瑕疵檢測與分類，元智大學碩士論文，2003。
- [4] 張信宏，TFT-LCD 自動化光學檢測設備發展現況與趨勢，機械工業雜誌第 265 期，2005。
- [5] 張頌榮，TFT-LCD 面板之點線瑕疵自動化檢測系統，p8-13，國立成功大學碩士論文，2005。
- [6] 蔡嘉文，TFT-LCD 面版蝕刻電晶體之自動化檢測，逢甲大學碩士論文，2005。
- [7] C.J. Lu, D.M. Tsai, "Automatic defect inspection for LCDs using singular value decomposition", International Journal of Advanced Manufacturing Technology Vol 25, 2005。
- [8] 陳志忠，液晶顯示器的像素點缺陷與亮度均一性之自動化檢測，中原大學碩士論文，2001。
- [9] 郭俊緯，液晶顯示面板之自動化光學檢測系統，國立臺灣科技大學碩士論文，2005。
- [10] 張頌榮，TFT-LCD 面板之點線瑕疵自動化檢測系統，國立成功大學碩士論文，2004。
- [11] Matrox Imaging Library User Guide version 7, Matrox Electronic Systems Ltd.,2002。
- [12] 林祺銘，玻璃基板邊緣檢測系統之研發，高雄應用科技大學機械與精密工程研究所碩士論文，2008。
- [13] 黃志榮，自動檢測系統之定位、量測與辨識之研究，國立成功大學,電機工程所，2002。
- [14] 揚武智，影像處理與辨認，全華科技圖書股份有限公司，2001年3月。
- [15] 劉建宏，光學影像檢測模組之開發與應用，國立臺灣大學，2002。
- [16] 繆紹綱，數位影像處理(Gonzalez : Digital Image Processing 2/E)，高立出版社，2006。

- [17] 鐘國亮，影像處理與電腦視覺，東華出版社，2004。
- [18] 陳同孝、張真誠、黃國峰，數位影像處理技術，旗標出版社，2003。
- [19] 王建斌，數位影像分割技術的應用與比較，國立成功大學，2003。
- [20] 張逸凡，基於智慧型區塊偵測之高效率影像二值化演算法，國立臺灣科技大學，2008。
- [21] 吳宜軒，應用電腦視覺技術的車牌辨識系統，亞洲大學，2009。
- [22] 秦國銘，連接器表面瑕疵之自動化檢測系統，朝陽科技大學碩士論文，2007。
- [23] 蔡俊欽，導光板光學設計及製程之最佳化研究，國立高雄應用科技大學碩士論文，2003。

