



國立中山大學機械與機電工程學系

碩士論文

Department of Mechanical and Electro-Mechanical Engineering

National Sun Yat-sen University

Master Thesis

表面黏著型發光二極體光學檢測系統開發

Development of Optical Inspection System for Surface Mount

Device Light Emitting Diodes

研究生：張凱翔

Kai-Hsiang Chang

指導教授：曾逸敦 博士

Dr. Yih-Tun Tseng

中華民國 101 年 7 月

July 2012

國立中山大學研究生學位論文審定書

本校機械與機電工程學系碩士班

研究生張凱翔（學號：M993020082）所提論文

表面黏著型發光二極體光學檢測系統開發

於中華民國 101 年 7 月 19 日經本委員會審查並舉行口試，符合碩士學位論文標準。

學位考試委員簽章：

召集人 彭昭暉

彭昭暉

委員 曾逸敦

曾逸敦

委員 劉瑞弘

劉瑞弘

委員

劉瑞弘

委員

\_\_\_\_\_

委員

\_\_\_\_\_

指導教授(曾逸敦)

曾逸敦

(簽名)

## 致謝

本論文承蒙我的指導教授 曾逸敦博士，於研究期間教導傳授如何做研究的方法及思考模式的培養，在表達能力、思考邏輯、組織能力、專業知識以及處理事情的態度都使我成長不少，讓我在碩士班的期間受益良多。同時亦感謝 彭昭暉博士和 劉瑞弘博士所提出的指證與許多寶貴意見，讓本文內容更加詳實。

在求學期間，感謝碩士班期間的建勳學長和玉堃學長，不僅在研究上給我跟指點，生活上也給予我很多幫助，我的論文才能因此順利完成，同時也要感謝期元，在生活上的扶持與照顧，課業上互相切磋學習，也感謝盛湘學弟，還有專題生元銘、建志、雷敏、哲維、孟成，有了你們才會讓研究的生活如此精彩，真的感謝你們。

感謝雷科科技 Jacky 哥、文惠姐、費經理，常常打擾你們，也協助我解決許多研究上的問題，因此我的論文才能順利完成。

最後我要感謝家人在我的求學路上一直給予支持及鼓勵，使我能夠專心的完成碩士學位，僅以此論文獻給我的家人，謝謝你們。

## 摘要

本研究主旨為發展一套應用於表面黏著型發光二極體(Surface Mount Device Light Emitting Diodes, SMD LED)的自動光學檢測系統，主要檢測發生在 SMD LED 的二維混料及白殼瑕疵以及三維立碑瑕疵。

在檢測混料瑕疵方面，採用梯度運算子變化指標檢測混料瑕疵的誤判率為 4.37%，漏檢率為 7.5%、準確率高達 94.05%，平均檢測時間為 12.97ms。而在白殼瑕疵檢測方面，本研究提出新的灰階度相關係數指標作白殼情況判斷，其誤判率為 5.15%，漏檢率為 11.34%，準確率為 91.75%，平均檢測時間為 10.95ms。

三維檢測則沿用二維平面取像設備，其優點為方法，結構簡單，節省成本，而經自行開發的三維檢測系統檢測量測出元件立碑角度，實驗數據結果分析，與元件立碑角度實際情形相比，平均誤差 4.51%，平均檢測時間為 8.05ms。

本文所提出的系統不僅能快速、精確、且穩定地檢測出二維混料以及白殼瑕疵，更進一步的可檢測出平面取像無法進行三維瑕疵。使用不同指標做判斷，使整個檢測系統更趨於人工智慧化。

關鍵詞：表面黏著型發光二極體、自動光學檢測系統、混料瑕疵、白殼不良、立碑瑕疵

# Abstract

This research is to develop an auto optical inspection system for surface mount device light emitting diodes. The principal purpose is to inspect SMD LED for 2D defects which are mixed-material and resin-tearing and for 3D defect which is tombstone.

In terms with mixed-material inspection, using the count of gradient operator to recognize LED chip. The false alarm rate is 4.29% and misdetection rate is 7.19%. It successfully detects defects with accuracy up to 94.24%. The average computation time is 12.97 ms. In terms of resin-tearing inspection, the research uses the gray scale correlation for SMD LED image registration. The false alarm rate is 5.15% and misdetection rate is 11.34%. The accuracy is up to 91.75%. The average computation time is 10.95 ms.

3D defect continues to use 2D view finder. The advantage of this structure is simple and cost-saving. The investigation which is inspected by the 3D system, comparing with real situation, the average measurement deviation is 4.51%. The average computation time is 8.05 ms.

This propose of this system is not only to inspect 2D quickly, precisely and steady, but also to inspect 3D flaws which is hard to detect, and make the wole detective system more artificially-intelligent.

Keywords: SMD LED, Auto Optical Inspection, mixed-material, resin-tearing, tombstone

# 目錄

論文審定書 .....	i
致謝 .....	ii
中文摘要 .....	iii
英文摘要 .....	iv
目錄 .....	v
圖次 .....	viii
表次 .....	xii
第一章 緒論 .....	1
1.1 前言 .....	1
1.2 自動光學檢測(AOI)基本簡介 .....	2
1.3 研究動機 .....	4
1.4 研究目的 .....	4
第二章 文獻回顧 .....	5
2.1 二維瑕疵檢測架構 .....	5
2.1.1 光源照明方式 .....	5
2.1.2 系統取像方式 .....	9
2.2 瑕疵檢測方案探討 .....	11
2.2.1 模板比對法 .....	11
2.2.2 條件判斷法 .....	13
2.3 三維瑕疵檢測架構.....	13
2.3.1 被動式光源 .....	13
2.3.1.1 雙目視覺法 .....	14
2.3.1.2 單目視覺法 .....	15
2.3.2 主動式光源 .....	17

2.3.1.1 結構光法 .....	17
2.3.1.2 白光干涉法 .....	19
2.4 小結.....	20
第三章 SMD LED 檢測系統之設計規劃.....	21
3.1 SMD LED 檢測項目 .....	21
3.2 影像前處理 .....	24
3.2.1 影像基本概念 .....	24
3.2.2 影像校正與定位 .....	26
3.2.3 影像強化 .....	30
3.2.4 影像ROI處理 .....	32
3.3 二維瑕疵混料檢測設計 .....	32
3.3.1 梯度運算子指標 .....	32
3.3.2 混料檢測流程 .....	34
3.4 二維瑕疵白殼不良檢測設計 .....	36
3.4.1 灰階影像相關度指標 .....	36
3.4.2 白殼檢測流程 .....	39
3.5 三維瑕疵立碑檢測設計 .....	41
3.5.1 SMD LED 白殼長度量測 .....	41
3.5.2 SMD LED 立碑檢測流程 .....	44
第四章 SMD LED檢測系統實現與驗證 .....	45
4.1 檢測系統設置 .....	45
4.1.1 光源照明分析 .....	46
4.2.2 影像擷取系統 .....	49
4.2 系統整合軟體 .....	50
4.3 二維瑕疵混料檢測實驗結果 .....	51
4.4 二維瑕疵白殼檢測實驗結果 .....	53

4.5 三維瑕疵立碑檢測實驗結果 .....	55
第五章 結論與未來展望 .....	59
5.1 結論 .....	59
5.2 未來展望 .....	60
參考文獻 .....	62
附錄一 系統設備規格.....	68
附錄二 二維混料瑕疵檢測數據.....	70
附錄三 二維白殼瑕疵檢測數據.....	80



## 圖次

圖 1.1	人工與自動檢測產能比較示意圖.....	1
圖 2.1	常見的打光方式.....	6
圖 2.2	前照式螺絲檢測架構.....	6
圖 2.3	前照式電子元件檢測架構.....	7
圖 2.4	背照式 CRT 半透明面板檢測.....	7
圖 2.5	背照式鋸片檢測.....	8
圖 2.6	蛋型側照式 BGA 錫球檢測.....	8
圖 2.7	側照光源設置.....	9
圖 2.8	紅藍雙色側照光源.....	9
圖 2.9	線型掃描 TFT-LCD 面板.....	9
圖 2.10	線性 CCD 陣列感測取像方式.....	9
圖 2.11	線型 CCD 掃描光碟的表面.....	10
圖 2.12	面型取像檢測鑽頭.....	10
圖 2.13	(a)微型鑽頭取像(b)處理後影像.....	10
圖 2.14	使用模板比對字型.....	12
圖 2.15	模板比對法檢測包裝密封條.....	12
圖 2.16	使用紅、綠、藍三色光照明.....	13
圖 2.17	所獲得 IC 焊點圖像特徵.....	13
圖 2.18	雙目視覺立體測量原理圖.....	14
圖 2.19	雙 CCD 設置位置示意圖.....	15
圖 2.20	雙 CCD 設置位置示意圖.....	15
圖 2.21	灰度值變化與高度之分析.....	16
圖 2.22	結構光示意圖.....	17
圖 2.23	光柵投影於錫膏產生條紋.....	18

圖 2.24	Lavelle, J.P.結構光配置.....	18
圖 2.25	Houkun Guo 結構光配置.....	18
圖 2.26	白光干涉法求待側物輪廓.....	19
圖 2.27	白光干涉法配置.....	20
圖 3.1	SMD LED 料帶包裝生產線.....	21
圖 3.2	(a)SMD LED 上視示意圖(b) SMD LED 去除周圍白殼內部結構示意圖...	22
圖 3.3	缺料、極性反向、元件翻料.....	22
圖 3.4	常見 SMD LED 二維瑕疵.....	23
圖 3.5	塌線三維瑕疵圖.....	24
圖 3.6	元件立碑三維瑕疵.....	24
圖 3.7	影像組成基礎.....	24
圖 3.8	灰階像素值.....	25
圖 3.9	二維取樣陣列.....	25
圖 3.10	待測物體影像旋轉校正.....	26
圖 3.11	灰階變化情形.....	27
圖 3.12	計算梯度示意圖.....	28
圖 3.13	水平邊緣偵測.....	28
圖 3.14	垂直邊緣偵測.....	29
圖 3.15	校正與定位後的待測影像.....	29
圖 3.16	空間濾波運算流程.....	30
圖 3.17	SMD LED 圖像低通濾波處理.....	30
圖 3.18	SMD LED 圖像中值濾波處理.....	31
圖 3.19	SMD LED 圖像高通濾波處理.....	31
圖3.20	(a)標準良品 (b)混料瑕疵.....	32
圖 3.21	混料檢測區域.....	33
圖 3.22	像素變化強度示意圖.....	33

圖 3.23	(a)良品檢測(b)混料瑕疵檢測.....	34
圖3.24	混料瑕疵檢測流程圖.....	35
圖 3.25	(a)標準良品(b)白殼缺損(c)白殼髒汙.....	36
圖 3.26	檢測白殼分成 8 個區域.....	37
圖 3.27	白殼瑕疵檢測流程圖.....	40
圖3.28	檢測無立碑白殼長邊示意圖.....	42
圖 3.29	檢測立碑瑕疵白殼長邊示意圖.....	42
圖 3.30	立碑角度幾何示意圖.....	43
圖 3.31	白殼長度三維檢測流程圖.....	44
圖 4.1	系統硬體架構設置.....	45
圖 4.2	直向型前照式光源.....	46
圖 4.3	低角度前照式光源.....	47
圖 4.4	同軸前照式光源.....	47
圖 4.5	環型前照式光源.....	48
圖 4.6	環型前照式光源實體.....	48
圖 4.7	KEYENCE 影像感測器實體.....	49
圖 4.8	LabVIEW Front Panel.....	50
圖 4.9	LabVIEW Block Diagram .....	50
圖 4.10	混料檢測人機介面.....	51
圖 4.11	混料檢測影像流程.....	52
圖 4.12	白殼檢測人機介面.....	53
圖 4.13	白殼檢測影像流程.....	54
圖 4.14	立碑檢測人機介面.....	55
圖 4.15	立碑檢測影像流程.....	56
圖 4.16	量測角度誤差分析.....	58
圖 4.17	失焦造成誤差圖像.....	58

圖 5.1	檢測立碑瑕疵白殼亮度示意圖.....	60
圖 5.2	立碑白殼亮度曲面建立.....	61
圖 5.3	雙目視覺三維塌線瑕疵檢測.....	61

## 表次

表 1.1	AOI 於工業上實際的應用範圍.....	2
表 4.1	混料檢測結果.....	52
表 4.2	白殼檢測結果.....	55
表 4.3	立碑數據.....	56

# 第一章 緒論

## 1.1 前言

一般製造業為了提升產品的良率，均會在製程末段加入人工目視檢測採取抽樣或全檢，以過濾不良品，但人們早就知道手工檢驗缺乏效率和可重複性，人工目視檢測會有主觀性、容易疲勞、速度慢和成本高等缺點，這對產品品質的穩定性有很大的影響。早期而言，使用人力不僅費時又費工，而至今由於科技的進步，我們可以有效利用一些技術來取代人力不足之處，使得品質管理更優質化，相對的節省了許多時間與降低成本的支出，同時也提高了效率。

由於3C電子產品的功能的提昇，硬體製造技術也需不斷成長，其內部半導體元件尺寸越變越小，電路板上元件的數量及密度也大幅度的增加，傳統人工檢測的品管手法已逐漸反應目視檢測的不敷使用，再加上人工成本的高漲以及產業自動化的趨勢，製造業為了降低成本、提高檢測速度及檢測良率，自動化光學檢測技術逐漸被製造廠商所採用。

自動化光學檢測系統具有一貫性、準確性、可循環檢測、速度快等優點，如圖1.1所示，人工目檢因受到疲勞，長時間會使產能降低，和自動光學檢驗相比較下，產能可穩定的提升，不易受環境影響，因此實現生產控制和提高產出。

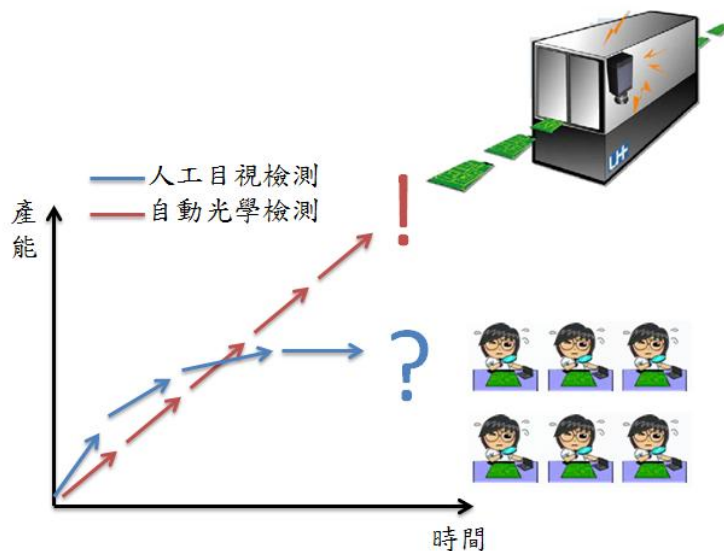


圖1.1、人工與自動檢測產能比較示意圖

## 1.2 自動光學檢測(AOI)基本簡介

自動光學檢測(Auto Optical Inspection, AOI)為工業上自動化的瑕疵檢測方法，採用機器視覺(Machine Vision)做為系統的檢測技術。機器視覺系統之基本概念為使用機器來實現人的視覺識別辨識功能，利用取像機構和可邏輯運算之機器代替人的眼睛和大腦，針對影像進行處理和分析，可用於檢測出各種產品的瑕疵，或辨識物體的位置，以及測量物體尺寸、大小、面積等，主要大量應用於工廠中的自動化檢測。

自動化光學檢測系統最早的發展在於包裝、紡織、汽車、及機械等傳統產業的應用檢測上，但這一階段的AOI 檢測系統都是檢測較大的物件與缺陷，受限於資料處理的速度與影像檢測器之性能，雖然檢測速度可達到要求，但檢測的解析度上無法提昇。隨著工業發展的腳步，創造了電子、半導體、顯示器、生醫...等等領域，有別於傳統產業，一般而言科技產品都是非常複雜精細的系統，而且任何一個部件的缺陷都可能導致整個系統的失效，其複雜度相較於傳統產業有過之而無不及，因此對於產品缺陷的容忍度要求非常低。

表1.1、AOI於工業上實際的應用範圍[30]

AOI 於工業上實際應用範圍	
IC及一般電子業	PCB、BGA、LCD螢幕、被動元件形狀腳位及定位、生產插件、晶元(Wafer)鏡面研磨、生產組裝、被動元件辨識
MEMS元件 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
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
金屬鋼鐵業	銅板尺寸檢測、表面瑕疵檢測、鑄件瑕疵檢測、材料金像檢測
橡膠/塑膠製品	保特瓶口尺寸檢測、製品顏色分類檢測
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
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
汽車工業	陶軸裁切定位、零件塗黃油檢測、白車身檢驗
家電/辦公	產品外殼印刷檢測、1維/2維條碼辨識
保全/監視系統	人像特徵辨識、指紋辨識等

自動光學檢測設備主要組成元件包括：CCD Camera、光源、系統主機。AOI 經過十幾年的發展，技術水平仍處於高速發展階段，如何實現最佳的檢測效果，一直是各 AOI 廠商不斷攻關的技術話題。目前國內市場上可見的 AOI 品牌眾多，每種 AOI 各有所長；每個品牌的 AOI 優勢主要體現都取決於其不同的創新核心軟件算法，通常採用的軟件算法有：模板比較、邊緣檢查、灰度模型、特徵提取、固態建模、向量分析、圖形配對和傅利葉氏分析等，但儘管算法各異，AOI 的運作原理基本相同。一個基本 AOI 系統由光學照明子系統、CCD 取像子系統、機電運動控制子系統、影像處理分析子系統四大子系統所組成：

1. 光學照明子系統：建立AOI最重要也最關鍵的模組，考慮照明配置以及進行光源選定，改善打光永遠比改善影像處理來得便宜，顯現被攝物體特徵所在，簡化整個機器視覺系統設計的複雜度與困難度。
2. CCD取像子系統：AOI系統的靈魂也是成本最高的系統，由待測物件大小決定鏡頭倍率，由CCD決定取像反應時間，讓聚焦的影像聚集在以二維陣列方式排列、體積非常小、間格非常細的光感元件上，各光感元件會根據所接收到的光線強度，產生不同大小的電荷，進而得到不同的像素值，其優點為體積小、影像穩定、及耐用，等同於人的眼睛。
3. 機電運動控制子系統：控制各個子系統進行運動動作，配合取像需求協調運作機台的運動機構，達到定位控制自動化。
4. 影像處理分析子系統：主電腦及內含軟體系統，進行影像處理運算，進行瑕疵檢測判斷，為影像分析判斷的計算核心，等同於人的大腦。

而一個AOI系統應該具有下列特性或功能：

- AOI 非破壞性檢測且為人類視覺的延伸
- AOI 影像應用於自動化和電腦控制
- 影像資料自動擷取、處理、顯示、儲存及輸出
- 具有智慧型學習與判斷能力



### 1.3 研究動機

在高科技產品在追求重量輕、體積小、功能強的前提下，相對地檢測的解析度亦需同時提高，如電子及半導體產業的線寬持續下降，所需檢測空間解析度已經到肉眼所無法到達的地步，必須完全倚靠以光學系統或顯微系統放大。

近年來，表面黏著型之發光二極體(Surface Mount Device Light Emitting Diodes, SMD LED)因具有低耗電、體積小、無汞、反應時間快、使用壽命長、及符合環保需求等優點，因此SMD LED應用於照明以取代傳統光源已是無可避免的趨勢，而現今SMD LED在全球年需求破億顆的產量下，然而目前仍為應用傳統人工目視來進行品質管理，其檢測方法很難達成高檢測速率以及瑕疵判定標準化等全面品檢需求，在面對LED產業的高度競爭及龐大的應用需求，SMD LED之品質管理即需更有效率且更準確的實行，因此必須發展一套智慧型SMD LED的AOI系統取代傳統的人工檢測。

### 1.4 研究目的

為了取代 SMD LED 傳統的人工檢測，本研究開發了一套 SMD LED 自動化光學檢測系統，檢測 SMD LED 的二維以及三維缺陷。由於 SMD LED 其特殊紋理，使平面取像後所進行的瑕疵判斷不易，因此開發 SMD LED 二維缺陷檢測，檢測是否發生混料以及白殼不良的瑕疵。

而傳統上進行三維瑕疵使用結構光法或白光干涉法等，而其檢測的設備費較高，因此本研究使用同樣二維檢測的硬體系統來檢測三維瑕疵，以較低成本達到同樣效果，可檢測出 SMD LED 表面貼裝時，所發生的立碑瑕疵。

本文所提出的系統不僅能快速、精確、且穩定地檢測出二維混料以及白殼瑕疵，更進一步的可檢測出平面取像無法進行三維瑕疵，此法同樣地可運用在電子產品貼裝製程，檢測貼片元件的三維缺陷。

## 第二章 文獻回顧

自動光學檢測系統主要分為光學照明子系統、CCD 取像子系統、機電運動控制子系統、影像處理分析子系統四大子系統。本章節針對自動化光學檢測系統來進行文獻整理與分析，了解目前學術界發展的近況。首先介紹二維瑕疵檢測的架構，不同檢測目標透過不同架構設置達到更精確的檢測效果。接著說明三維瑕疵檢測的架構，透過不同於二維檢測系統的設置方法，獲得第三維度的資訊，使檢測能更精確或是能檢測二維影像無法檢測的瑕疵。最後討論瑕疵檢測中瑕疵如何自動被檢驗以及使用不同演算流程的差異性。

### 2.1 二維瑕疵檢測架構

所謂二維瑕疵檢測就是指能藉由平面取得影像資訊，經過機器視覺就可以進行判斷的動作，由於影像資訊僅包含長度寬度，無法看到高度的資訊，但大部分的製程瑕疵，透過二維影像的判斷即可被檢驗出來。依據不同的檢測需求，著重在系統硬體架構的設置而採用不同的打光及取像方式，進而提升檢測的效能。

#### 2.1.1 光源照明方式

在光學檢測系統中，光學對整個檢測環境影響極大，使用光源主要目的是利用光源突出待測物品的特徵，強調影像細節。若光源影像設計優良，則可節省索取影像的前處理步驟與時間，而常見的光源依架設方式分類有以下幾種：

- 1.前照式應用：主要取得物件表面特徵影像，如：光學字元辨識、硬幣面額辨識。
- 2.背照式應用：主要取得物件外型輪廓或避免反射現象，如：導線架瑕疵檢測，瓶中異物檢測。
- 3.側照式應用：主要取得物件側面反光量大小或避免物件周圍反光影響，如：紙張表面瑕疵檢測、印刷錫膏檢測。

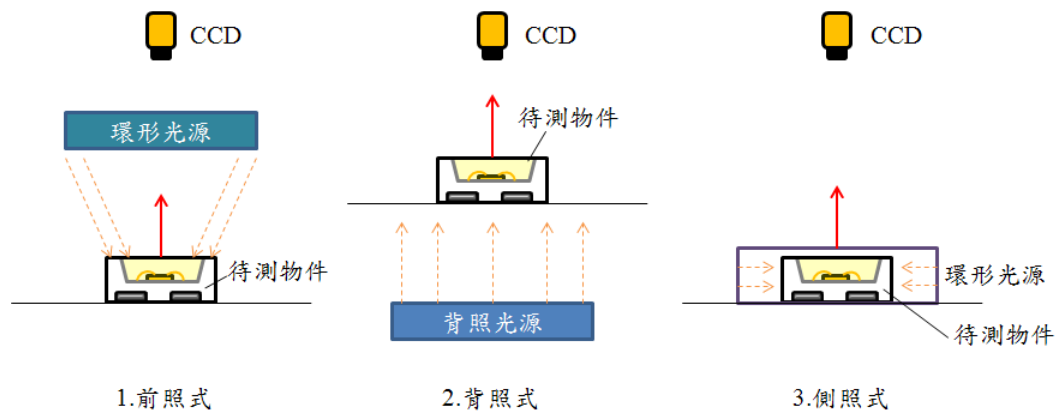


圖 2.1、常見的打光方式

前照式為光源與 CCD 攝影機在物體之同側，利用光線反射強弱的不同，作為檢測物體表面特徵時之照明。Gong Yunxin[1]提出螺絲參數檢測與視覺技術的整個過程，使用前照式光源凸出物體特徵，如圖 2.2 所示，透過定義螺絲參數來進行檢測動作，使用次像素理論解決測量分辨率的問題。

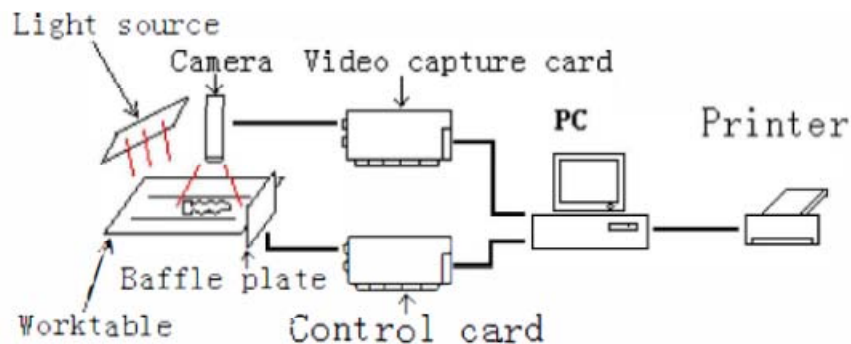


圖 2.2、前照式螺絲檢測架構[1]

Du W.Y.[2]等人利用前照式打光，如圖 2.3 所示，並透過 CCD 在正上方所擷取之的影像，探討使用機器視覺來進行被動電子元件的檢測，檢測項目包括貼片電阻的大小、邊緣平直度，以及表面缺陷。

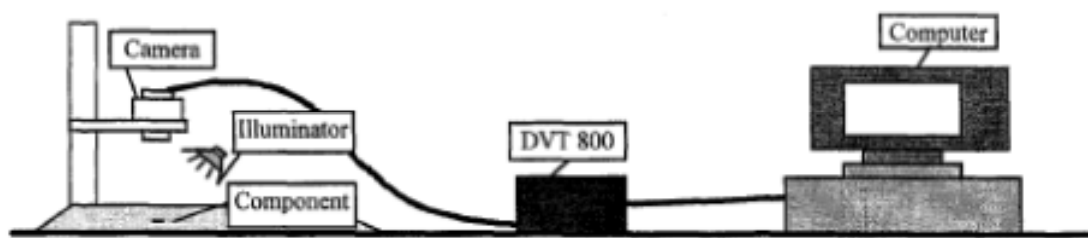


圖 2.3、前照式電子元件檢測架構[2]

背照式為光源與 CCD 在物體的不同側。利用背照式產生出對比強烈的物體輪廓線，作為物體尺寸檢測之用，Der-Baau Perng[3]等人利用此光源照明架構進行 CRT 半透明面板的檢測，如圖 2.4，確實檢測瑕疵可能發生的內表面，外表面或內部的玻璃，缺陷包括划痕，污點，裂紋，氣泡或部分倒塌。設計出用於 CRT 面板生產線上能夠在預期的處理時間可靠地檢測出缺陷。

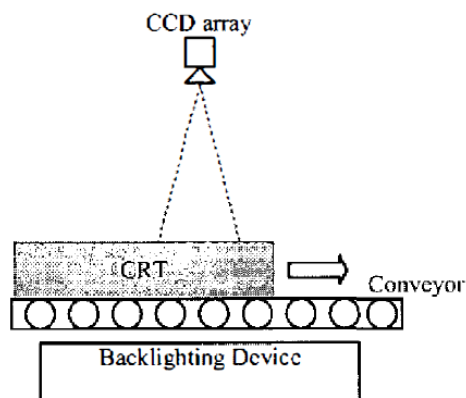


圖 2.4、背照式 CRT 半透明面板檢測[3]

Yung-Cheng Wang[4]等人利用背照光進行鋸片的光學檢測，如圖 2.5，測量參數包括齒距，齒根深度，齒形狀的曲率半徑，齒角，通過精密塊規和角度測量儀，以驗證所開發的系統的準確性，從這個測量系統，獲得了鋸片的尺寸參數可用來診斷鋸片質量和定量分析，它可以取代目前許多人工量測步驟。

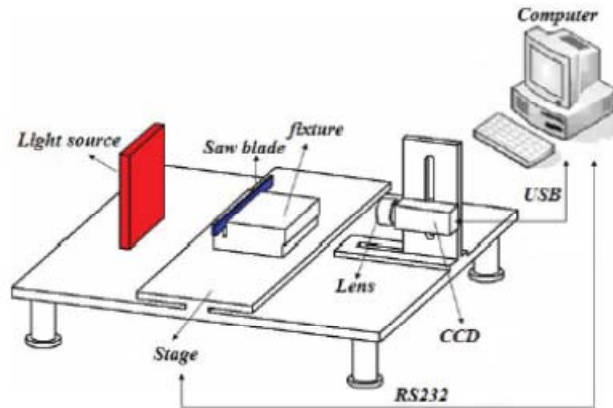


圖 2.5、背照式鋸片檢測[4]

側照式為光源放在物體的側面，光源的照射方向與物體平面近乎平行。

Shih-Feng Chen [5]利用蛋型光源檢測 BGA 球柵陣列錫球的品質，如圖 2.6 所示，此光源架構使用蛋型光罩搭配亮度調節器產生高亮度且均勻反射的光源，可提供足夠亮度且平均照射到檢測物上，透過此光學照明系統的設計，對錫球的品質提供更為精準的信息，可確定錫球的形狀以及位置即使在 BGA 板偏移或是旋轉任意角度。

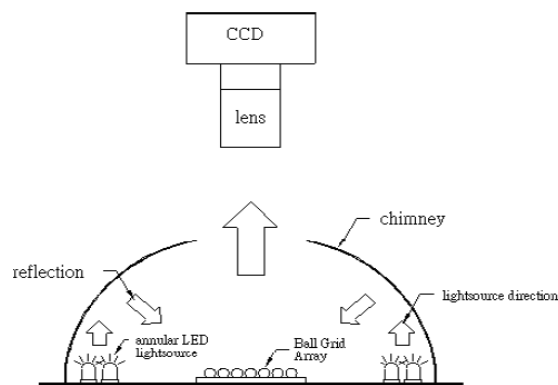


圖 2.6、蛋型側照式 BGA 錫球檢測[5]

利用側照光源的效果突顯待檢測物體之幾何性質，Pang, G.K.H. [6]等人利用一個特殊的技術為檢查焊膏採用側照式 LED 照明，如圖 2.7，傳統的光學檢測方法將取決於獲得的圖像從相機上安裝的頂部。這 2D 檢查的基礎上的焊膏圖像是

快，但無法取得錫錫品質，因此透過使用紅藍兩色 LED 進行側照，如圖 2.8，可獲得錫膏塊的突出幾何特徵，可準確的檢測印刷錫膏的特徵。

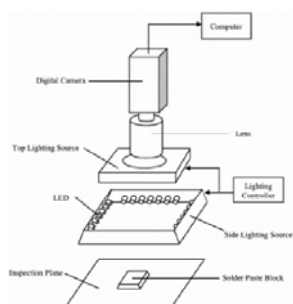


圖 2.7、側照光源設置[6]

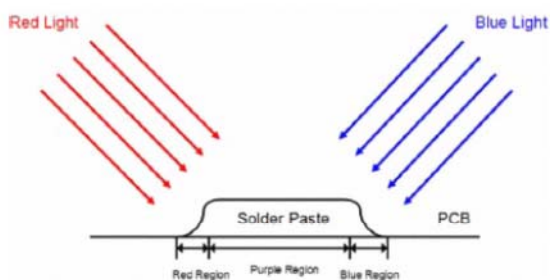


圖 2.8、紅藍雙色側照光源[6]

## 2.1.2 系統取像方式

一般光學檢測系統中所應用的 CCD 感測器分為兩種：線型結構取像與面型結構取像。原理都是用 CCD 感測外界光的訊號換換成電的訊號來形成影像。目前較常應用為面型結構，因為控制方式簡單快速，但精準度卻不如線型結構來的好。目前在印刷電路板或 LCD 面板的生產製程中，線型有不斷增加的趨勢，但線型需與運動控制配合才可取到面的影像，因此控制較為複雜。

Jung-Hun Kim[7]等人提出了使用線型掃描 CCD 進行大面積的 TFT-LCD 面板檢測，如圖 2.9，搭配四個數位訊號處理器，進行平行式的處理，使視覺檢測系統具高速，與高解析度，降低光學檢測處理得時間與成本。W.Lutz [8]等人提到利用紅外線光源及一圓柱聚光鏡在一投射空間內，以線性 CCD 陣列的感測並藉由光源的反射計算來量測物體的角度，如圖 2.10。

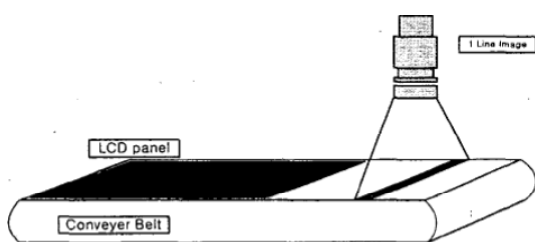


圖 2.9、線型掃描 TFT-LCD 面板[7]

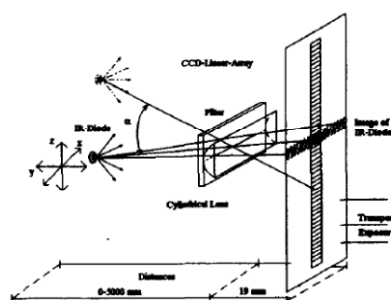


圖 2.10、線性 CCD 陣列感測取像方式[8]

Mather, G.R., Jr.[9]提出使用線型掃描 CCD 作用在光碟的表面檢查，一直在開發系統的功能，更高的速度，更高的分辨率，和更好的缺陷分類，以滿足新的光碟的要求，包括條形碼閱讀器，如圖 2.11。

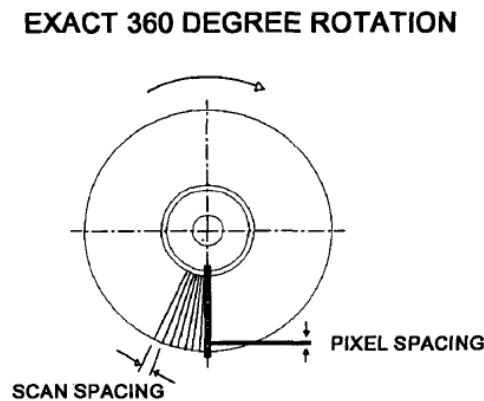


圖 2.11、線型 CCD 掃描光碟的表面[9]

Zhang W.J. [10]等人利用一個檢測 PCB 自動光學檢測系統的來檢測鑽頭，如圖 2.12 示，由於鑽頭的形狀特殊的特點，利用面型結構 CCD 所獲得的影像進行特徵分析。測試結果此 AOI 能滿足檢驗要求的鑽頭。Guifang Duan[11]等人提出在 PCB 製造的微型鑽頭的模式分類方法，使用面型結構取像 AOI 進行鑽頭刀片的三個提取特徵並分類。如圖 2.13 示，為了可以保證攝影鑽頭刀片的确切位置，並減少 AOI 系統的成本，圖像配準方法是用來對準鑽頭刀片，這也使特徵提取容易得多，該方法可以很好地用於微型鑽頭 AOI，提供更詳細的結果降低對攝影設備的要求。

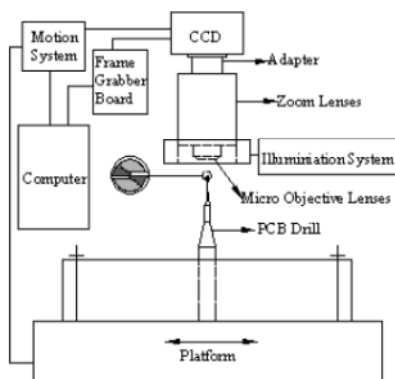


圖 2.12、面型取像檢測鑽頭[10]



圖 2.13、(a)微型鑽頭取像(b)處理後影像[11]

## 2.2 瑕疵檢測方案探討

機器視覺應用在光學檢測系統方面的方法進行了詳細的說明，大部分使用這兩種檢測方案：(1)模板比對法(Template Matching) (2)條件判斷法(Rule Based Methods)

模板比對法是定義無瑕疵物品為標準模板，將待測物件與無瑕疵物品進行比對，當待測物件影像取像於電腦後，再將它的形狀與電腦裡儲存的模板圖像相比對，作判斷的動作。當其中的一個模板與圖形的形狀吻合時，則判定為良品物件，若與原模板圖像不符合，則判定待測物品為瑕疵，而其優點在於準確度高，但缺點為須儲存大量樣板，非常佔記憶體。

條件判斷法是依據分類規則來判斷瑕疵是否發生。首先先定義瑕疵所需分類規則，接著將取得影像中物件的特徵取出比對，若不符合代表物體不具有這特徵，即可判定為瑕疵，而其優點在於不需儲存大量的樣板圖像，直接依所制定的法則判斷是否有瑕疵發生，但缺點為在檢測特定物件上，這些分類規則不易制訂，重新制定分類規則非常耗費開發時間。所以必須根據不同需求或是待測物品之特性，來決定使用樣板模式比對或是特徵比對的時機。

### 2.2.1 模板比對法

Sassanapitak, S.[12]等人利用模板匹配比對字型，如圖 2.14，由於所獲得每一幅圖像並非可直接拿來比對，避免比對誤差過大造成誤判，先利用遮罩，再透過旋轉圖像，找出最符合圖像之情況進行比對。實驗結果表明，對 PCB 應用產品的檢測性能優良。



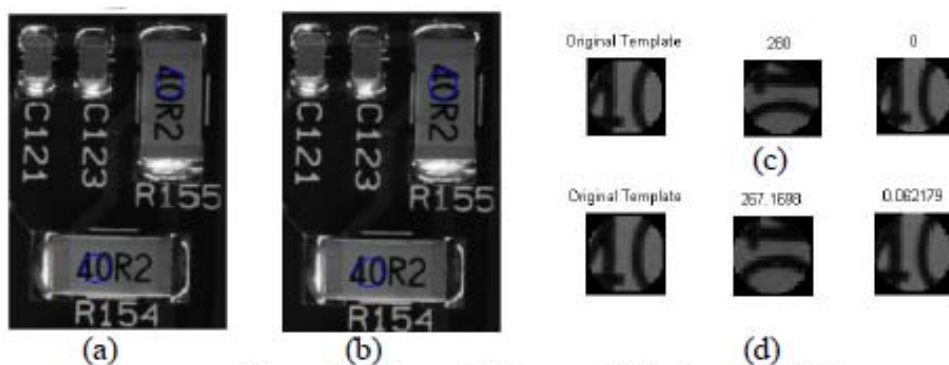


Figure 10 (a) result from multiple band model.  
 (b) result from piecewise linear model. (c) detected rotation angle of (a).  
 (d) detected rotation angle of (b).

圖 2.14、使用模板比對字型[12]

Zheng Shuangyang[13] 等人在食品包裝密封的完整性檢查使用模板比對法，檢測密封袋上的密封條，來判定食品包裝的品質檢驗。設定包裝完全的為標準模板影像，若食品密封不完全，則密封條上的紋路產生的反光會比原無包裝瑕疵的密封條更為明顯，因此取得灰階圖後，比對後發現灰階分佈與無瑕疵的灰階分佈差異大，則視為產生瑕疵，如圖 2.15 所示。Morimoto M.[14]等人使用自動視覺檢查藥劑包，透過檢查藥劑片上下兩面的字元，進行字元模板比對，先設定此藥劑實際字元的模板影像，接著利用鏡子反射機構取得上下兩面的影像來比對，如此可確保藥物片劑混料，避免裝入不同的藥劑片。

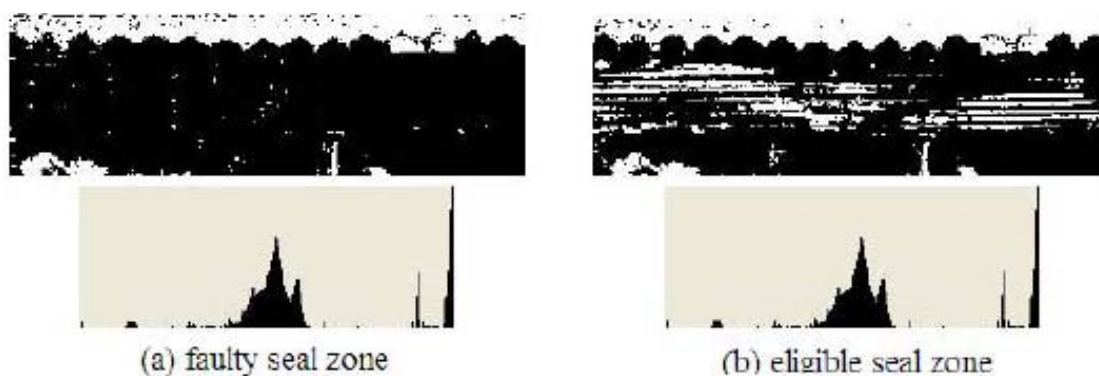


圖 2.15、模板比對法檢測包裝密封條[13]

## 2.2.2 條件判斷法

Fupei Wu[15] [16]等人利用紅、綠、藍半球形 LED 陣列照明 IC 焊點，如圖 2.16，至於形狀特徵，將圖像分成幾個地區的焊點，並提取其形狀特徵：顏色、佔用面積比、重心，如圖 2.17，透過來自不同區域的形狀特徵，可找出顏色分配和地方特點的密切關係，可正確識別所使用的算法，根據一些實驗結果顯示該算法為有效。

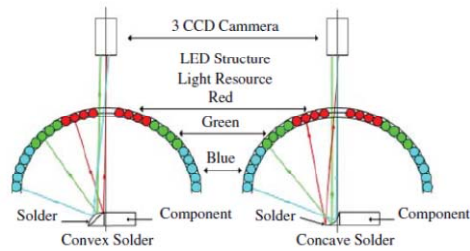


Fig. 2. Image acquisition subsystem.

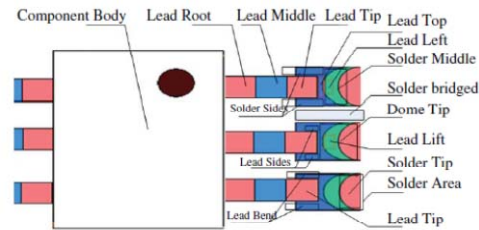


Fig. 3. Subregions of an IC solder joint.

圖 2.16、使用紅、綠、藍三色光照明[15] 圖 2.17、所獲得 IC 焊點圖像特徵[16]

## 2.3 三維瑕疵檢測架構

而三維瑕疵檢測與傳統二維檢測不同，最大差別就是在高度的資訊無法取得，因此第三維的瑕疵無法被判斷，所以三維瑕疵檢測最重要獲得額外高度的資訊，才可檢測平面取像無法看出的瑕疵。一般來說，常用的三維量測技術被分為被動式光源和主動式光源兩大類，以下針對此兩類做說明：

### 2.3.1 被動式光源

被動式光源指待測目標物的光源照明由物體周圍的背景光來提供，CCD 直接獲取的影像作判斷，所提供的光源只需均勻的照明在待測物件上即可，常用方法如雙目立體視覺、單目視覺方法等，針對此兩法作以下說明：

### 2.3.1.1 雙目視覺

測量系統用兩個相機從不同角度獲取同一場景的兩幅圖像，如同人雙眼觀察景物一樣。電腦通過對同一物點在兩幅圖像上兩個像點的檢測和匹配，得到物體該點的深度資訊。圖 2.18 是一個典型的雙目視覺測量系統。兩台攝像機沿基線相距  $B$ ，其光軸平行於  $Z$  軸，圖像平面與  $xy$  平面平行。假設三維空間一點  $P(x', y', z')$  在左、右兩個像平面上的投影分別是  $O_1$  和  $O_2$ ，則視差定義為  $d=|O_1-O_2|$ 。由相似三角形關係可得出： $Z=B \times f/d$ ，即得到物點的深度值。雙目視覺成像的原理簡單，但由於要在左右圖像中匹配出對應的點，實際的計算過程很複雜，立體匹配問題始終是雙目視覺測量的一個主要難點。

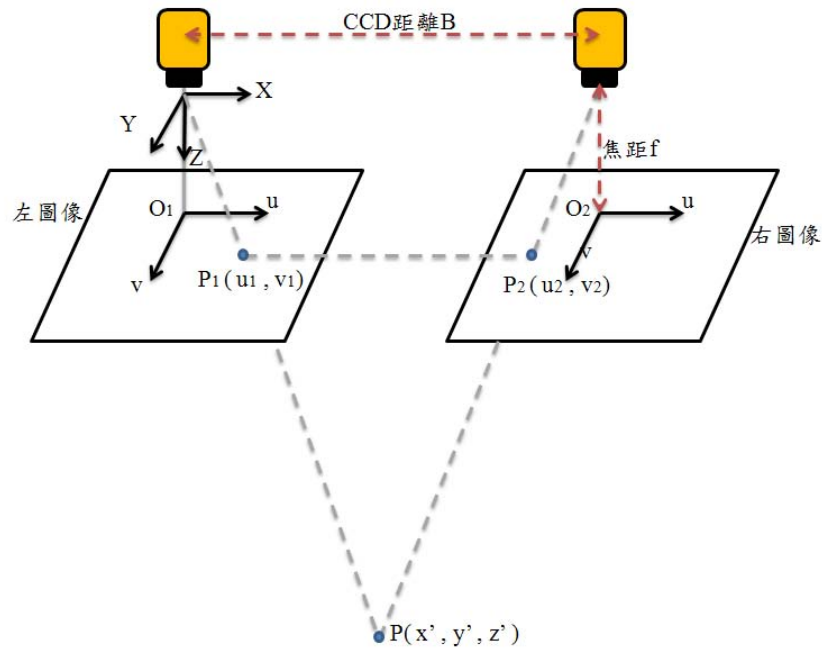


圖 2.18、雙目視覺立體測量原理圖

Shah Y.[17]等人描述了一種算法，使用兩個圖像建立立體圖像，找出兩圖像所對應的點，而所擺設的 CCD 位置，如圖 2.19 所示，來建立物體三維形貌，精度約在 1% 的範圍內，檢測系統的平均距離為 600 毫米左右，其誤差範圍約 6 毫米。

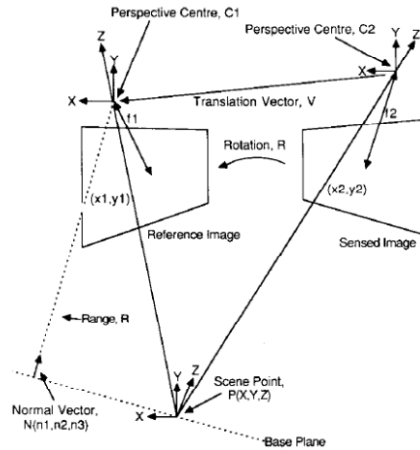


圖 2.19、雙 CCD 設置位置示意圖[17]

Mengel P.[18]透過由左右兩方的感光元件接受，如圖 2.20 所示，使用兩張圖像建立三維形貌，並透過像素灰度值判斷亮度曲線，產生一個焊點的幾何形狀和三維的表面性質。

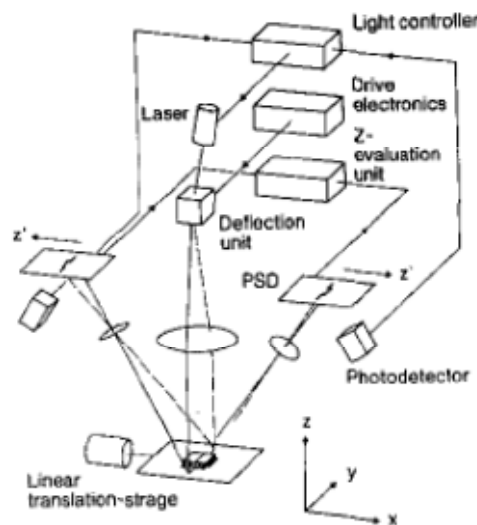


圖 2.20、雙 CCD 設置位置示意圖[18]

### 2.3.1.2 單目視覺

三維圖像是三維景物的透視，但二維圖像也包含著很強的三維的暗示。單目視覺方法只採用一個攝像機，與雙目視覺方法相比，結構簡單，攝像機的標定也

較為簡單，可以對不同深度的多個目標測距，同時避免了邊緣檢測和匹配的困難。單目視覺方法通常利用圖像的像素灰度值變化，量測物體表面三維形貌，透過不同像素灰度值呈現不同高度資訊，達成三維檢測之目標。

Kong[19]利用圖像明暗程度來恢復原有形狀的新方法，如圖 2.21，形狀從陰影問題重建一個 3D 形狀，焊點的檢查是 PCB（印刷電路板）組裝上非常重要。因此，非破壞性檢測技術已經廣泛使用在一個 PCB 的生產。在自動光學檢測(AOI)的領域上 2D 檢查比 3D 的檢查較為普遍，但 2D 檢查限制在某些缺陷是顯而易見的。根據重建本文提出的 PCB 焊點的表面形狀的形式，為了克服在傳統的中小型企業所使用現有方法的缺點，而提供一些改進的算法，並通過實驗證明表明，該方法顯示焊點中的檢查具有實用價值。de Meneses, Y.L.[20]等人利用同樣灰度值變化的方法進行必要的三維視覺檢查托盤掃描機，或在晶圓上若沒有 3D 的檢查，單獨依靠二維過程的穩定性和相關檢查，這意味著該產品具有受損的風險，為了降低這風險，利用新方法檢測產品三維形貌。

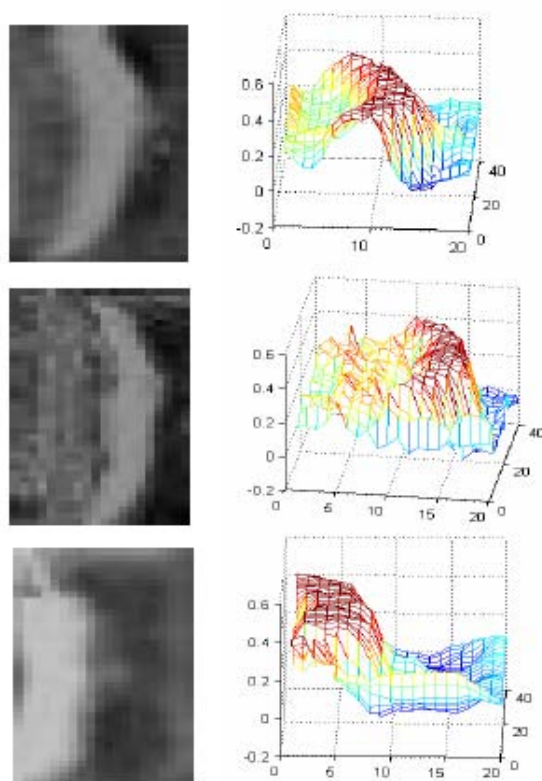


圖 2.21、灰度值變化與高度之分析[19]

### 2.3.2 主動式光源

主動式光源為使用一個專門的光源對被測物體進行照明，而系統所需要的光源須準確打在待測物件上，並使 CCD 感光器能準確接受由物體而來反射光線，可計算三維的形貌，常用方法如結構光法、白光干涉法等，針對此兩法作以下說明：

#### 2.3.1.1 結構光法

由光學投射器、攝像機和電腦系統即構成了結構光三維視覺系統，如圖 2.22 所示，光學投影器將結構光投影於物體表面，採用多點結構或線結構光，在表面上形成由被測物的三維光條，由攝像機探測，從而獲得二維畸變光條，而光條的畸變程度取決於光學投射器和攝像機之間的相對位置和物體表面高度，由畸變的二維光條圖像坐標便可重現物體表面三維形廓。

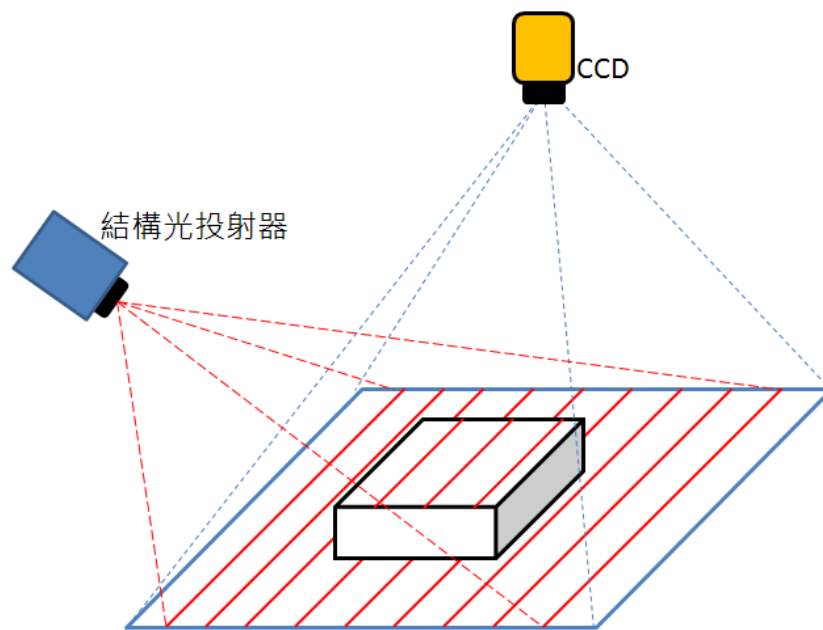


圖 2.22、結構光示意圖

Tak-Wai Hui[21]等人利用光柵投影基於相移輪廓錫膏的三維輪廓重建，應用玻璃光柵投射至平面及物體之正弦條紋，由圖2.23中可以觀察到正弦條紋會隨物體表面形貌而變形。



條紋投射於物體表面時，因物體的凹凸起伏而產生變形，有人嘗試利用此一方式來量測三維空間中物體的外形輪廓，主要原理是透過光柵投影在物體表面，投影在物體上的光柵，隨著物體高度的變化而發生變形，變形後的點陣影像形成了二維的條紋圖，量測相位的變化，它包含了物體的三維資訊，進而取得物體表面座標。

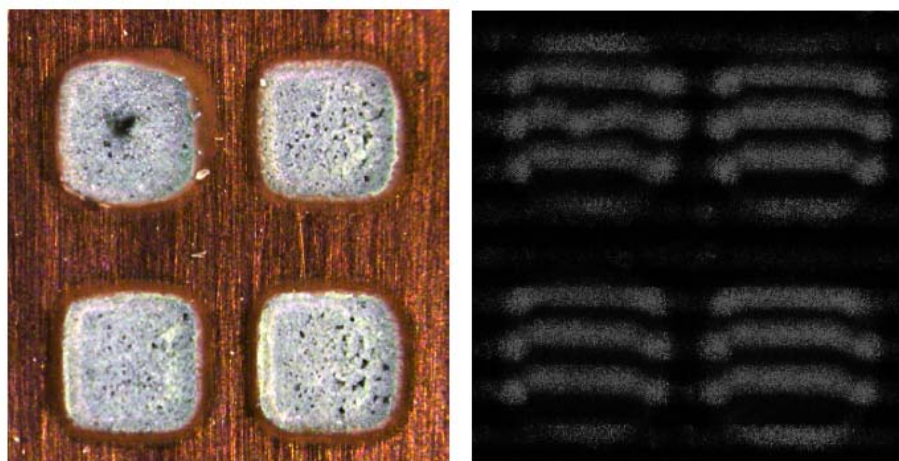


圖 2.23、光柵投影於錫膏產生條紋[21]

Lavelle, J.P.[22]、Houkun Guo[23]等人提出線結構方式，如圖 2.24、2.25，在二維和三維圖像處理及識別的基礎上提出了一種新穎的表面缺陷孔檢查方法，在此方法中，第一步是檢測孔中的二進制圖像的 3D 轉換後的圖像，這是一個三維激光掃描儀掃描，第二步是確認的缺陷孔維度使用線結構光掃描作三維數據的計算。

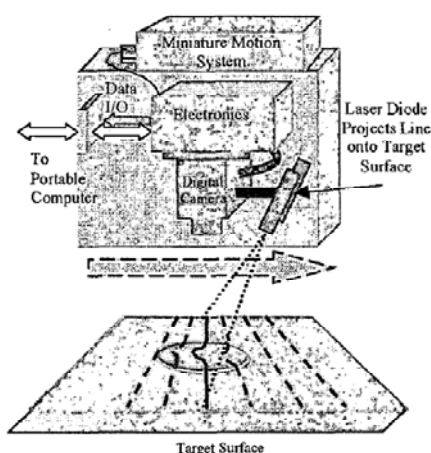


圖 2.24、Lavelle, J.P.結構光配置[22]

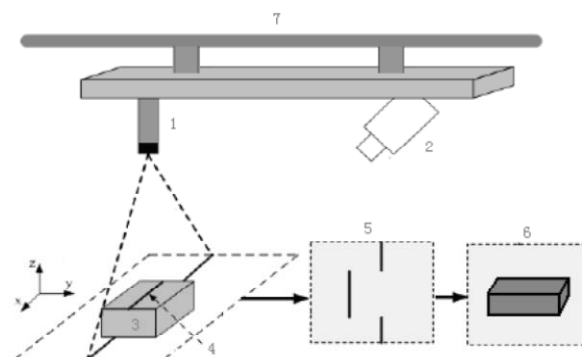


圖 2.25、Houkun Guo 結構光配置[23]

### 2.3.1.2 白光干涉法

[31]白光干涉原理以可見白光為光源，光源發出的白光通過干涉物鏡後，在物鏡出口處的半透射光學平面反射一半的光，另一半光透射後照射在量測物表面，量測物表面的反射光又再次進入干涉物鏡與原光學平面的反射光產生干涉，

如圖 2.26 中顯示物體表面起伏將影響相機影像中每一像素點干涉波的發生高度，依循此高度變化，求取干涉零光程差位置，即可決定出該像素點之待測物體高度，進而求出待測物的整體表面輪廓。

利用白光同調性短不易產生干涉的特性，透過頻率與振幅相近的光波，可以形成低同調性白光干涉波，顯示物體表面起伏將影響相機影像中每一像素點干涉波的發生高度，依循此高度變化，求取干涉零光程差位置，即可決定出該像素點之待測物體高度，進而求出待測物的整體表面輪廓。

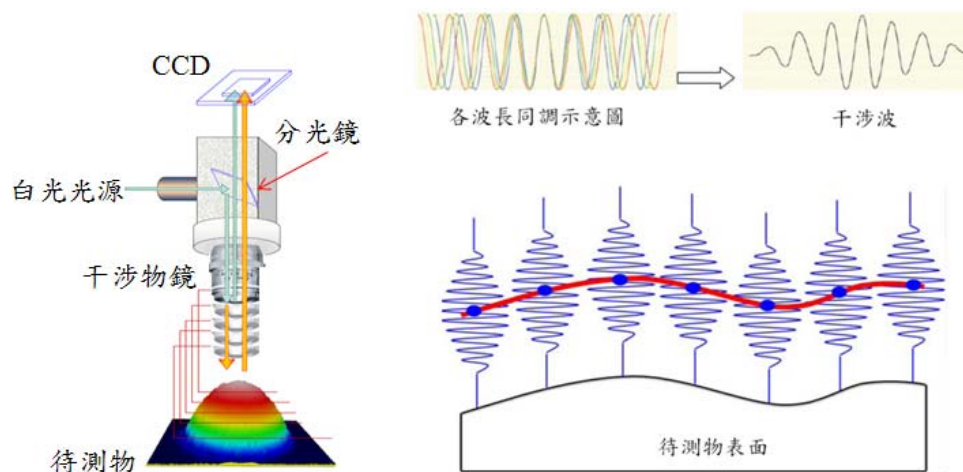


圖 2.26、白光干涉法求待側物輪廓[31]

Schaulin, M.[24][25]等人提出使用白光干涉法進行物體輪廓，如圖 2.27，白光干涉儀(White Light Interferometers)為非接觸式的 3D 顯微物體表面檢測儀器，主要是結合傳統光學顯微鏡組與白光干涉組件，使得白光干涉儀同時具備光學顯微檢測與白光干涉掃描物體表面的功能，可進行顯微 3D 表面檢測、膜厚度量測與平面粗糙度量測等。白光干涉技術以可見白光為光源，光源發出的白光通過干涉物



鏡後，在物鏡出口處的半透射光學平面反射一半的光，另一半光透射後照射在量測物表面，量測物表面的反射光又再次進入干涉物鏡與元光學平面的反射光產生干涉。實驗結果表明，測量的方法準確獲取 3D 表面形狀。

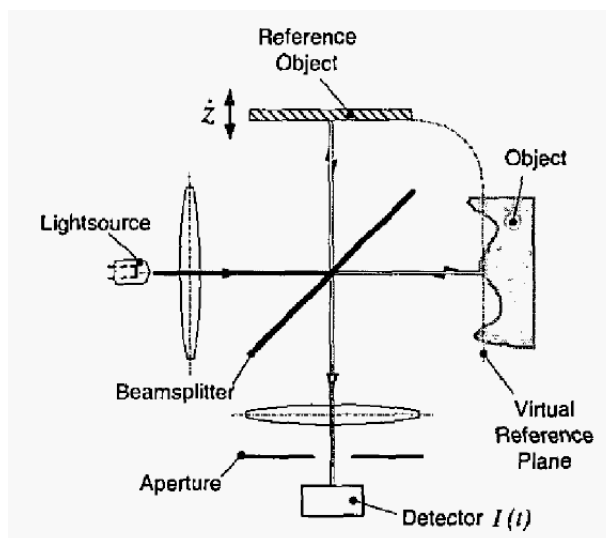


圖 2.27 白光干涉法配置[24]

## 2.4 小結

文獻中二維檢測設備採用面型取像，不須結合運動控制，取像方便快捷，且 SMD LED 非透明物體，傾向使用前照式打光提供物體均勻光源，在二維檢測方案當中，當影像紋理複雜傾向採用條件判斷法，檢測時間較短；而影像紋理簡單採用模板比對法，精確度較高，所以根據檢測的瑕疵種類尋找架構簡單，又符合主旨的檢測方法。

而在三維檢測方案 和雙目視覺方法相比，單目視覺結構簡單，同時避免所檢測影像匹配的困難，與結構光法、白光干涉法相比設備成本最低不需額外增添設備，因此可沿用前述設備，利用單目視覺找出三維檢測的方法。

### 第三章 SMD LED 檢測系統之設計規劃

本章節為設計規劃 SMD LED 包裝線上的瑕疵檢測系統，以型號 5630 為例，考量生產線上之實務問題。如圖 3.1 所示為 LED 料帶包裝生產線，首先說明 SMD LED 會發生的瑕疵種類，然後探討 SMD LED 包裝線上所需進行檢測的瑕疵項目。要進行瑕疵判斷動作前，必須先對 CCD 所取得的影像進行前處理，主要目的是使瑕疵特徵凸顯出來，接著進行影像判斷，透過建立不同的特徵指標來進行判斷的動作，檢測是否為良品或瑕疵品，最後歸納二維檢測以及三維檢測的流程。



圖 3.1、雷科科技 SMD LED 料帶包裝生產線

#### 3.1 SMD LED 檢測項目

SMD LED 是焊貼在電路板表面上的 LED，針對 SMD LED 其特殊結構，圖 3.2(a)為平面上視示意圖，而圖 3.2(b)為去除周圍白殼的內部結構示意圖，SMD LED 電極是採用較輕的 PCB 板取代傳統直插 LED 較重的碳鋼材料引腳，而置放中央 LED 晶片主要提供高亮度的照明，而金線作為中央晶片連接外部的電極，當作連接外部電源的橋梁，最後封膠材料常使用環氧樹脂，功用除了能夠保護晶片以及內部電路外，也可以減少內部大量的全反射，使出光量提升，因此 SMD LED 尺寸縮小，重量降低。

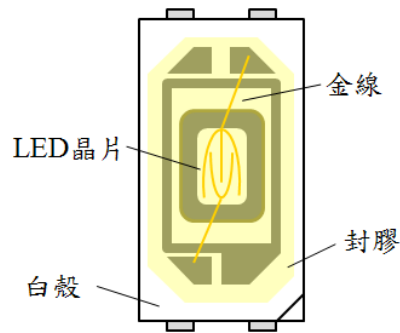


圖 3.2、(a)SMD LED 上視示意圖

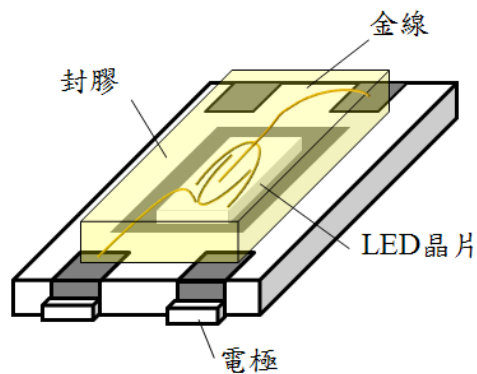


圖 3.2、(b)SMD LED 去除周圍白殼內部結構示意圖

本研究為設計 SMD LED 料帶包裝線上的瑕疵檢測系統，而現今應用於料帶包裝上的自動視覺檢測只有檢測缺料、極性反向、元件翻料的動作，如圖 3.3 所示，缺料是 SMD LED 並無確實填裝於料帶中，極性反向是電極正負極性裝反，判斷極性正負的三角缺角在不同側的方向，元件翻料是底面翻轉向上。而目前屬製程瑕疵的檢測項目仍以人工目視為主，檢測速率不但緩慢而且判定標準受人為因素影響變化很大。

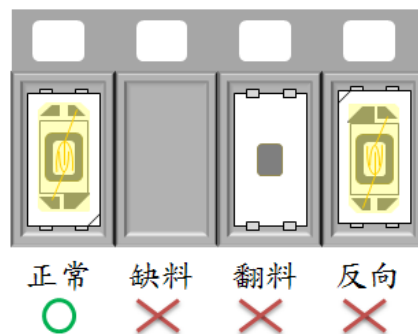


圖 3.3、缺料、極性反向、元件翻料

SMD LED 發生的二維製程瑕疵有：白殼不良、混料、晶片歪斜、溢膠、膠體刮傷、異物、氣泡，如圖 3.4 所示，以考量料帶包裝生產線上之實務問題為主，本研究在包裝線上檢測白殼不良以及混料。白殼不良為封包機在包裝時對 LED 有額外應力而使白殼破損，混料為在製造 SMD LED 時，不同的中央晶片混入封裝製程內，因此將散裝 LED 包裝於料帶時，此料帶可能混入不同型號的 LED。

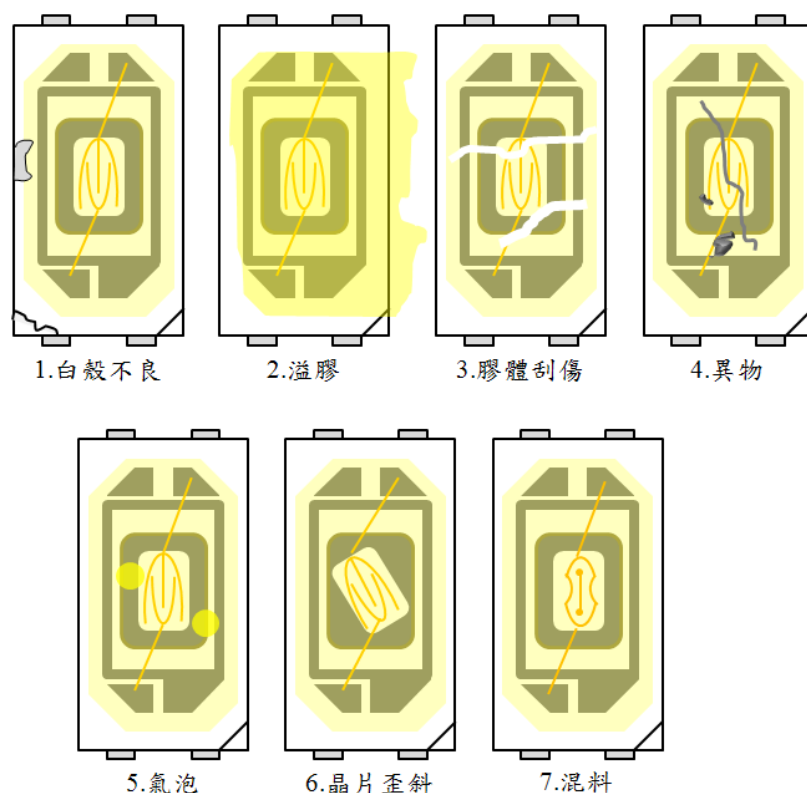


圖 3.4、常見 SMD LED 二維瑕疵

SMD LED 發生的三維瑕疵有塌線、元件立碑，如圖 3.5 所示，其中塌線亦屬前段製程瑕疵，塌線瑕疵為金線打線受額外應力影響，使金線向下塌陷，接觸底下的 PCB 板及銀膠，有可能會造成元件短路；而元件立碑為當 SMD LED 包裝於料帶完成後，進行電子產品製造時的貼裝元件打件步驟，受迴焊爐內部氣流對流、錫膏品質等影響使元件翹起，像墓碑直立的情形，如圖 3.6 所示，此瑕疵會形成電路斷路，此類三維瑕疵由二維取像都無法判斷瑕疵是否發生，因此必須獲得第三維的資訊才可判斷。

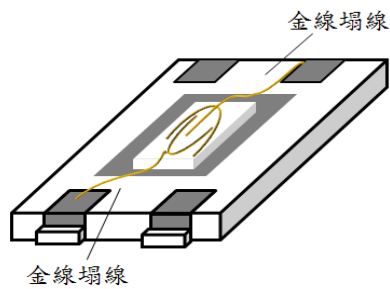


圖 3.5、塌線三維瑕疵圖



圖 3.6、元件立碑三維瑕疵

## 3.2 影像前處理

影像處理的目的是為了凸顯出物體之輪廓與背景，以增強後續辨識的能力。可分為影像之前處理與後處理兩部分。前處理主要目的在於凸顯欲量測之物體的位置及紋理特徵，而後處理則是進行其影像瑕疵檢測。

### 3.2.1 影像基本概念

由於AOI系統是使用電腦取代人工工作瑕疵檢測的動作，因此影像的品質要求非常高，而CCD所取得的影像呈現於電腦上，統稱為數位影像，而最常使用的資料格式為空間域數位影像。每張空間域資料格式的影像都是由許多小方塊組成，這些點又稱為像素，一個小方塊就是一像素，是組成數位影像的最小單位，不管是螢幕、影片、圖片，都由一個個的小方塊組成的（像馬賽克一樣），如圖3.7所示。

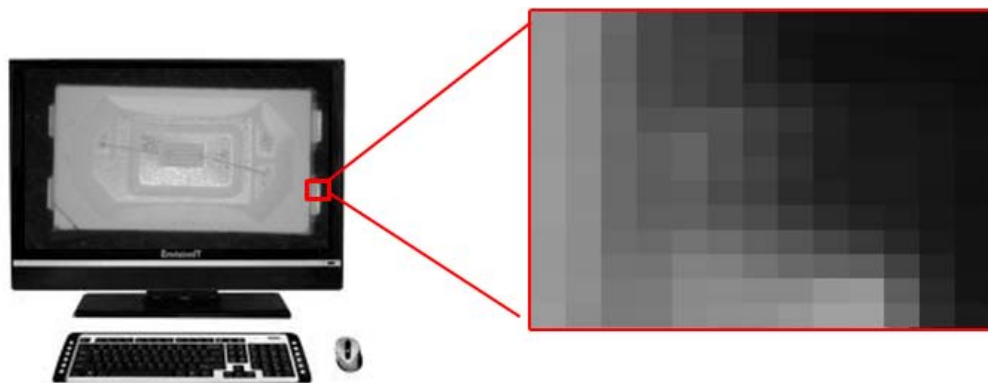


圖3.7、影像組成基礎

而為了能讓電腦能做判斷，必須將影像進行數位化處理，從CCD所取得的影像是類比的連續訊號，所以要進行取樣動作，將影像在空間上離散化，也就是直接對表示影像的二維函數值進行取樣，而陣列中的元素稱為像素，像素數值大小即為圖像訊號經過量化後的大小。一般而言，以灰階影像為例，灰階為2的冪次方，如一張8位元的圖即表示有 $2^8$ 個灰階，每個影像都是灰色，只是灰色的程度不同，全黑的地方其灰階值為0，在全白的地方灰階值為255，如圖3.8所示。



圖3.8、灰階像素值

經過取樣與量化後，即可將二維影像用等間距取樣並排成 $M \times N$ 矩陣型式，如圖3.9示，此影像可以用式3.1表示，定義左上角為原點，X軸向右為正，Y軸向下為正，依序定義每個像素的座標直以方便計算。

$$G(x,y) = \begin{bmatrix} G(0,0) & G(0,1) & \cdots & G(0,N-1) \\ G(1,0) & G(1,1) & \cdots & G(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ G(M-1,0) & G(M-1,1) & \cdots & G(M-1,N-1) \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

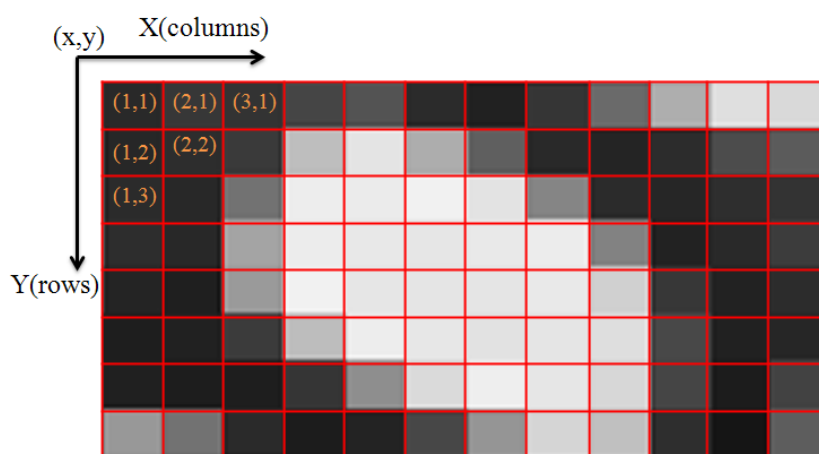


圖3.9、二維取樣陣列

### 3.2.2 影像校正與定位

確定影像擷取完成之後，必須針對待側元件做定位校正的必要，由於元件在進入CCD影像擷取範圍時，影像中元件的排列方式並不會呈同方向以及同角度，所以計算所需要旋轉的角度及所要移動的距離，得到需要的座標及旋轉角度，而針對影像的校正定位，由於LED為矩形的特性，本研究使用邊緣偵測可確實找到物體的周圍邊界，並將影像定位至中央，達到檢測物件的影像成同方向同角度，降低檢測複雜性，如圖3.10。

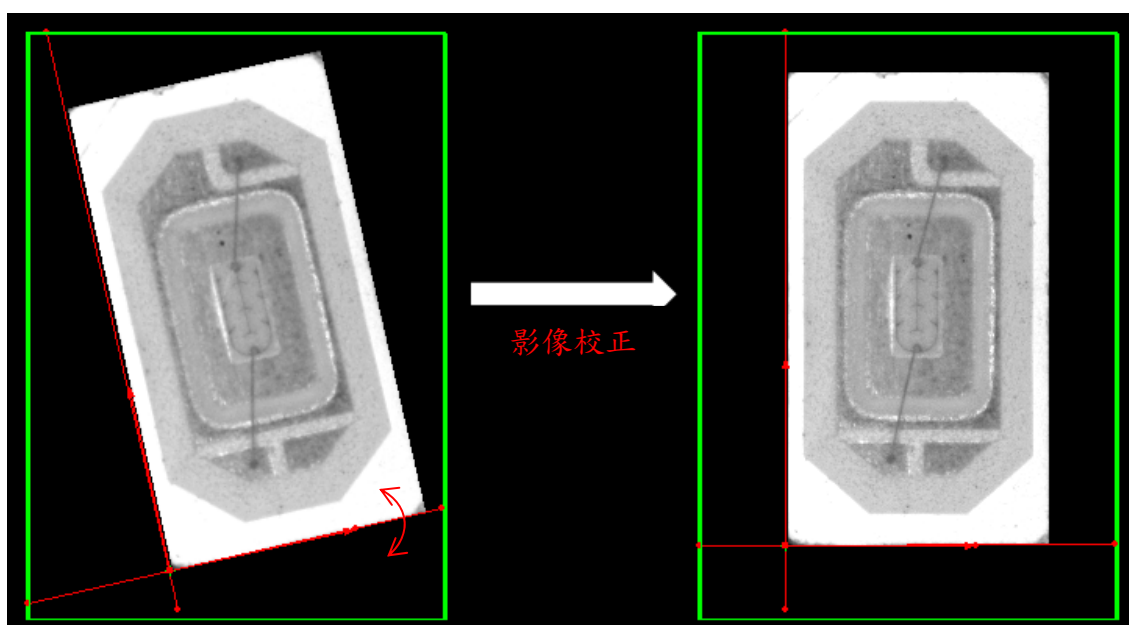


圖3.10、待測物體影像旋轉校正

對於影像邊緣偵測的方法目前已有很多種，而常見的邊緣偵測的方法有三種，形態學處理法、梯度運算子法、鏈碼輪廓法。各種方法在運行環境下的執行效能各有優缺點不同。

而本研究採用梯度運算子法，由圖3.11的影像中，從左至右畫出灰階值，會發現黑色像素漸變化成白色像素，為其物體邊緣，全黑部分以及全白部分，像素無起伏變化，因此導數為0，灰階值逐漸變化的部分，像素值由0逐漸增加至255，利用影像中特徵像素明暗有明顯變化，梯度值越大，影像像素變化特性大，反之梯度值小，則邊緣變化特性小，計算一數位影像之梯度大小之目的便是要找出影像

中灰階值變化最大的位置，而這些灰階值變化很大的位置，便是物體的邊界。

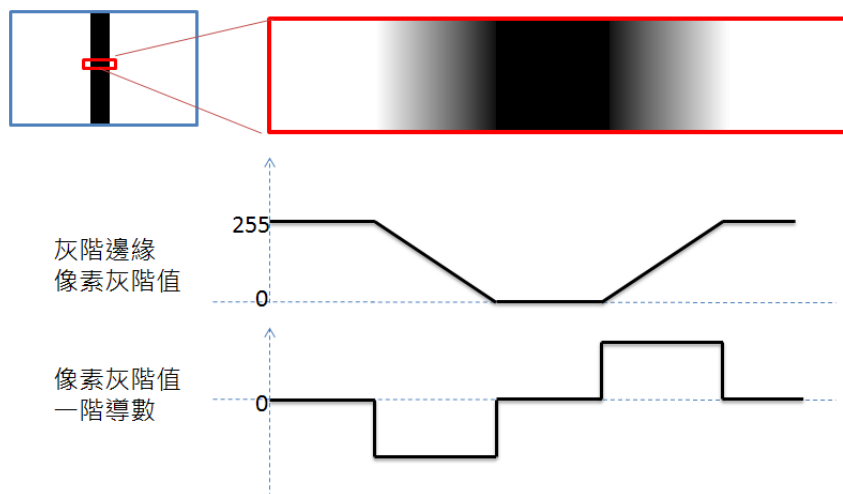


圖3.11、灰階變化情形

大多數邊緣檢測都是應用灰階度的一階或二階導數，可確使檢測是否產生像素劇烈差異。因影像是二維的，因此定義輸入影像  $G(x,y)$  在  $(x,y)$  處得梯度向量為  $\nabla G$ ，使用偏導數(偏微分)表示梯度，本研究採用計算梯度方式為求取梯度近似解，如圖 3.12 示，可以讓計算所得的梯度，求取式子如：

$$\nabla G = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial G}{\partial x} \\ \frac{\partial G}{\partial y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G(x+1, y) - G(x, y) \\ G(x, y+1) - G(x, y) \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} \frac{G(x+\Delta x, y) + G(x-\Delta x, y)}{2\Delta x} \\ \frac{G(x, y+\Delta y) + G(x, y-\Delta y)}{2\Delta y} \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

而梯度值大小則為：

$$|\nabla G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (3.3)$$



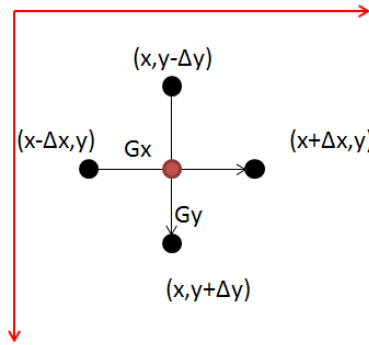


圖 3.12、計算梯度示意圖

如圖 3.13，每條藍色水平線為偵測物體在影像中水平軸的範圍，右圖上為水平線灰階邊緣像素灰階值圖，右圖下為像素灰階值的一階導數，其中水平偵測線變化最大的第一個值和第二個值，為待測元件的起始點和終止點，而將每一個起始點相連，為待測元件的左方邊界，而將每點終止點相連，為待測元件的右方邊界。

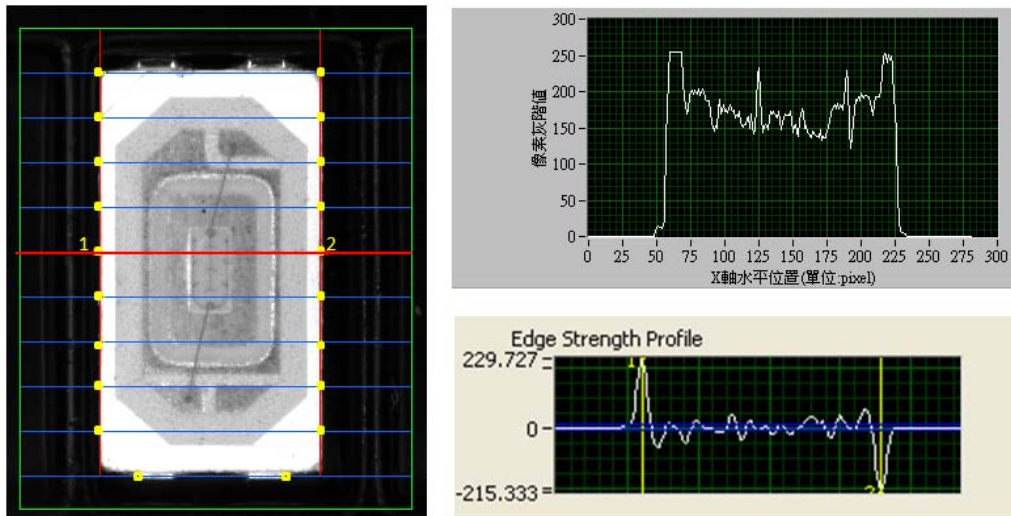


圖 3.13、水平邊緣偵測

同理，如圖 3.14，每條藍色水平線為偵測物體在影像中垂直軸的範圍，右圖上為垂直線灰階邊緣像素灰階值圖，右圖下為像素灰階值的一階導數，其中垂直偵測線變化最大的第一個值和第二個值，為待測元件的起始點和終止點，而將每

一個起始點相連，為待測元件的上方邊界，而將每點終止點相連，為待測元件的下方邊界。

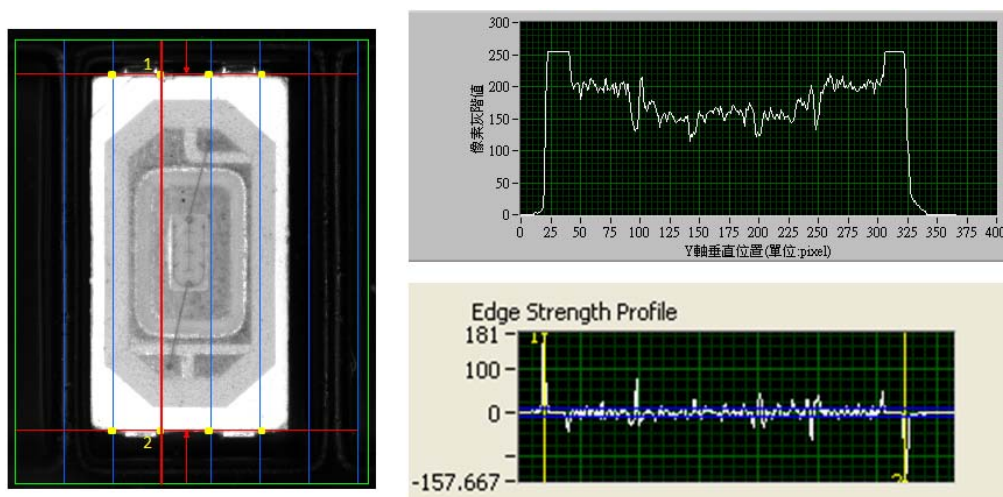


圖 3.14、垂直邊緣偵測

而將待測物體四邊邊界都找到之後，使周圍邊界內的區域及為我們所要進行瑕疵判斷的區域，將影像旋轉至正中央，並定義左下角的座標為起始原點(0,0)，而待測區域為高 303 像素，寬 170 像素的元件。

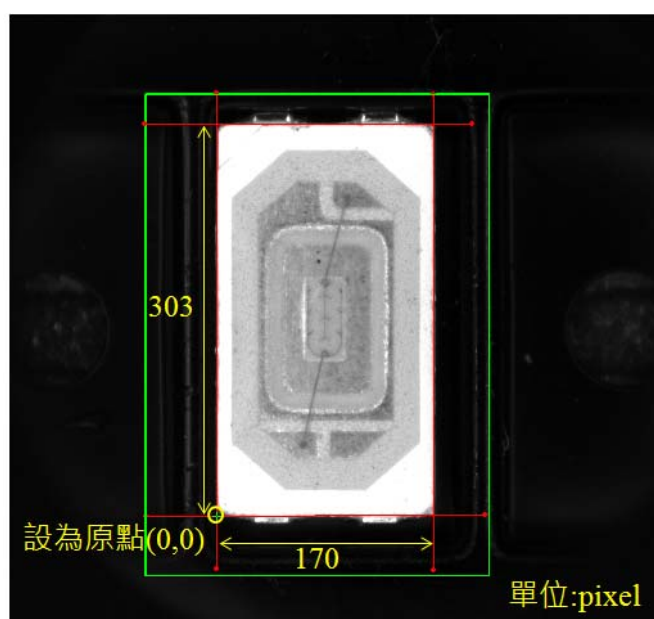


圖3.15、校正與定位後的待測影像

### 3.2.3 影像強化

影像前處理的強化有兩種方式：空間域和頻率域。空間域處理方式為影像上每一點直接與一濾波遮罩運算；而頻率域處理方式為使影像經過傅利葉轉換，輸出我們所需要的頻率成分和大小，而本研究針對空間域處理，使用鄰域空間濾波運算，如下圖3.16，主要利用一個N×N矩陣空間遮罩將每點像素作處理。依目的可分為三類：

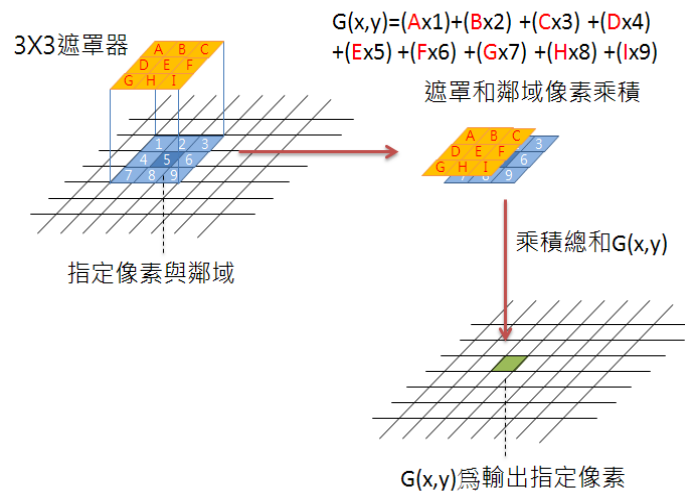


圖3.16、空間濾波運算流程

(1)低通濾波：為一種線性濾波器，將每一個像素的所有近鄰灰階值相加，再以平均值取代該像素之灰階值，主要是用來使影像模糊或降低雜訊。對影像辨識而言，影像模糊可去除妨礙重要特徵的雜訊，而低通濾波方法其主要缺點為模糊了邊緣和其他尖銳細節。

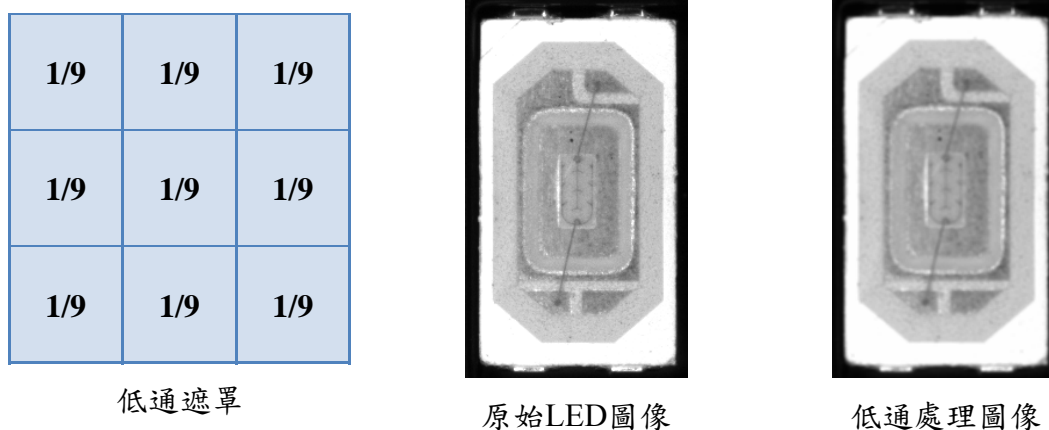


圖3.17、SMD LED圖像低通濾波處理

(2)中值濾波:將遮罩內所有像素由小到大依序排列，然後取中間值當程式遮罩運算的輸出值，如果目的是減少雜訊而不是模糊，在不改變影像像素值結構的情形下可以將高頻雜訊去除，還能夠保持邊源的銳度。

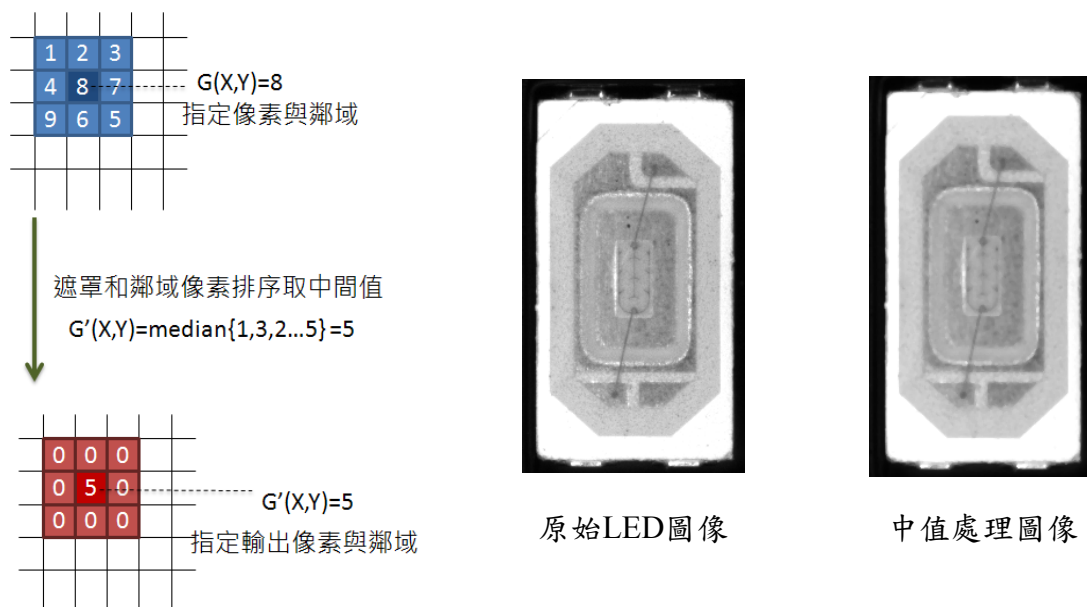


圖3.18、SMD LED圖像中值濾波處理

(3)高通濾波：高通濾波又稱為銳化濾波器，其主要的目的是強化影像中的高頻部分，通常這部分為物體的邊界，因此可以增強影像模糊的細節。若遮罩中心點對應具有較大灰階度的像素，則經過此濾波後，此像素和其邊鄰像素之間的灰階度之差異會被放大，反之遮罩對灰階度變化相當小的區域，其輸出接近原來的值。

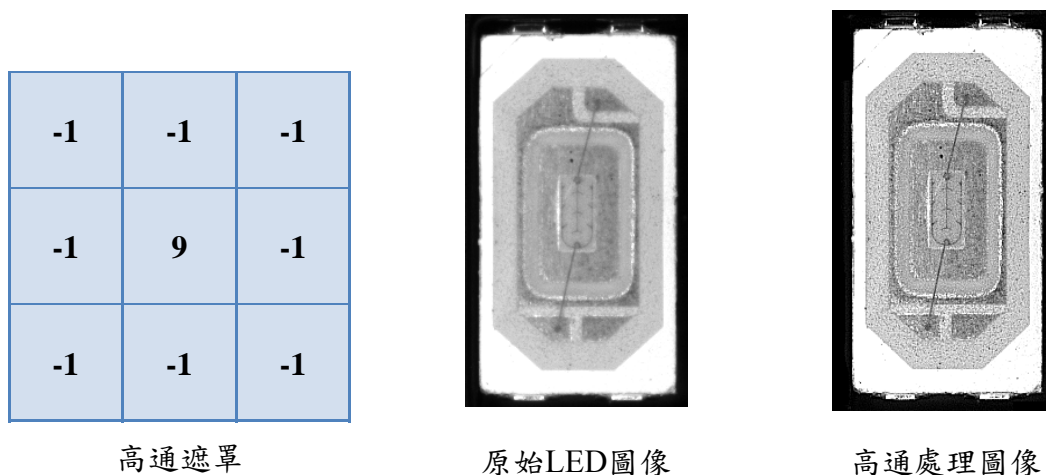


圖3.19、SMD LED圖像高通濾波處理

### 3.2.4 影像ROI處理

在進行機器視覺判斷時，若要對整個影像進行相關處理，不僅會增加影像記憶體空間，還會增加誤判率與額外運算時間，因此本研究不對整張影像進行檢測，針對瑕疵發生的區塊來對應影像中的某個範圍進行判斷，而影像中的特定範圍稱為感興趣的區域(regions of interest, ROI)，此步驟可以進低影像處理複雜性，使降低誤判的機率，縮短處理時間。

### 3.3 二維瑕疵混料檢測設計

混料瑕疵代表在SMD LED製程當中，在製程端上製造LED時，機台清料不乾淨，因此整批料內可能會有不同chip的晶片，所以同一料帶會有不同chip的LED，如圖3.20所示(a)圖為標準良品，(b)圖為混料瑕疵。

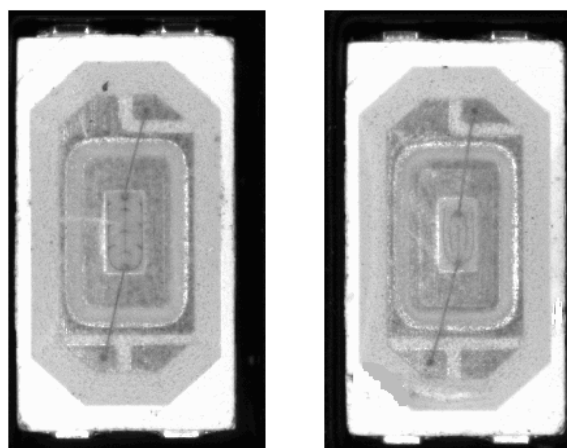


圖3.20、(a)標準良品 (b)混料瑕疵

#### 3.3.1 梯度運算子指標

本章節主要利用前3.2.2節中梯度邊界運算子方法，並結合影像ROI處理，進行SMD LED的二維混料檢測，考量料帶包裝之實務問題為主，在料袋包裝過程中檢測這些散裝SMD LED是否混入其他不同型號晶片，定義出中央晶片的位置，檢測中央ROI區域，如圖3.21所示，確實找出中央晶片的梯度運算子變換次數來判定是

否有混料發生。

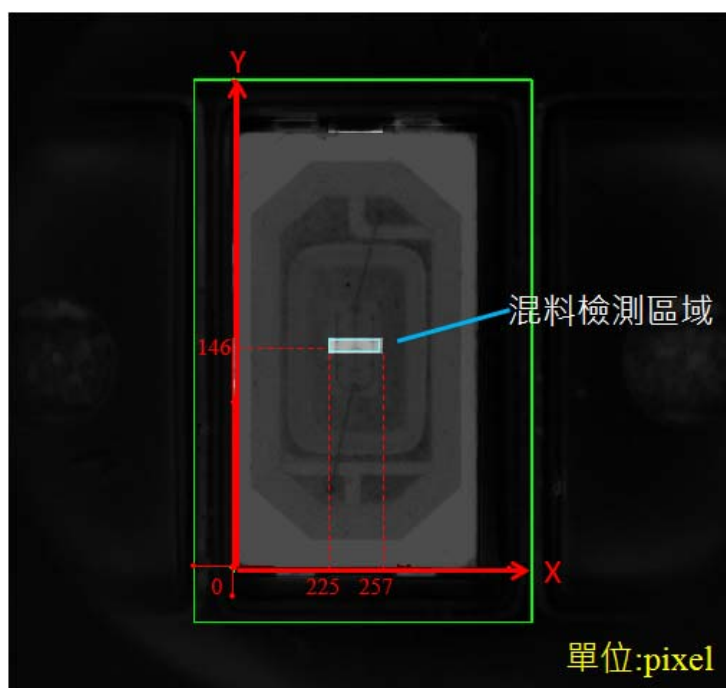


圖3.21、混料檢測區域

為了避免中央晶片的形狀與背景像素過於相似，造成判斷困難度增加，而將梯度運算子變換次數誤判，因此需討論像素變化強度，圖3.22像素灰階值對應位置的灰階值圖，而根據SMD LED晶片的灰階變化強度，本研究設定一閾值，當強度大於此閾值，代表這位置為一個梯度運算子變化發生的區域，若此強度並為大於閾值，則不為梯度運算子產生變換，而我們接著定義梯度運算子變換指標來檢測是否發生混料瑕疵。

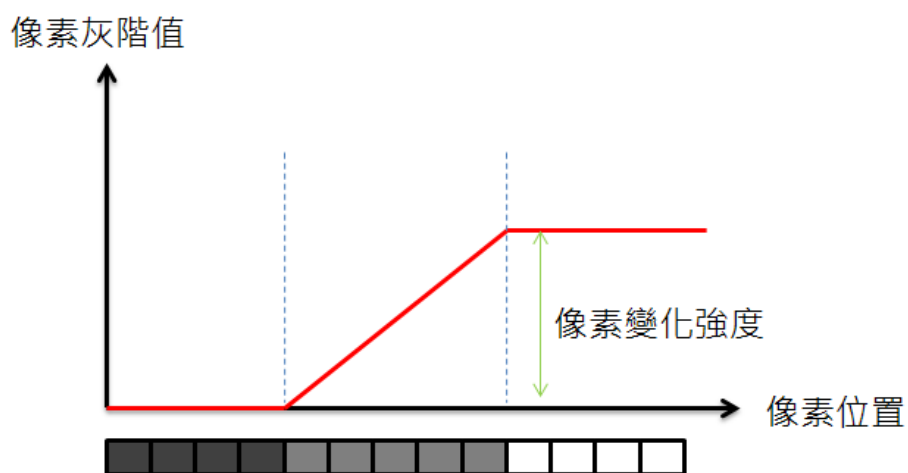


圖3.22、像素變化強度示意圖



圖3.23為無瑕疵的5630SMD LED，由中央檢測檢測的區域，可看出像素灰階值有明顯變化，梯度運算子指標變化了3次，而檢測當中只要不為3次，皆視為瑕疵品，而圖3.24為有混料瑕疵的5630SMD LED，由中央檢測檢測的區域，梯度運算子指標變化了5次，則判斷為混料瑕疵。

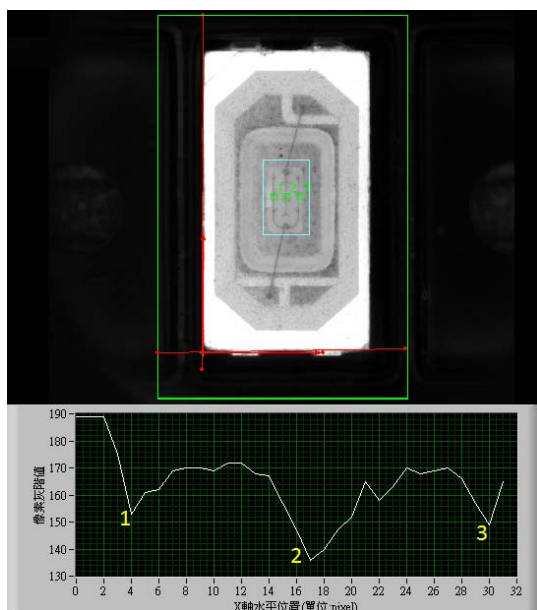
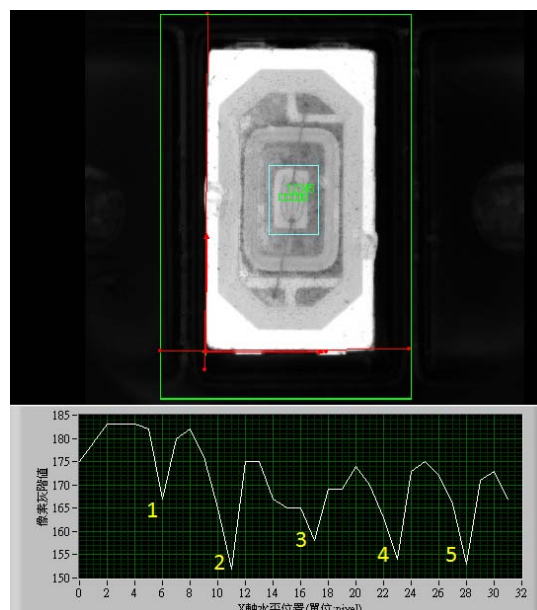


圖3.23、(a)良品檢測



(b)混料瑕疵檢測

### 3.3.2 混料檢測流程

圖3.24為混料瑕疵檢測流程圖，首先從所架設的CCD進行平面取像動作，再將所取影像作水平線的偵測，測出左右邊界之後，接著做垂直線的偵測，偵測出上下邊界，邊界內的影像為確實獲得元件在影像中實際位置，亦為所要進行瑕疵判斷的影像。

找出待測元件位置，並作影像校正定位後，接著將影像邊緣強化，以凸顯出瑕疵輪廓，同時也將影像濾波，去除部分雜訊，接著框選出中央適當的ROI區域來進行梯度運算子計算。透過量取所選取的ROI區域中央晶片的灰階梯度變化次數，來判定是否為同一種晶片，若梯度變化次數與原來不同，則視為混料瑕疵。

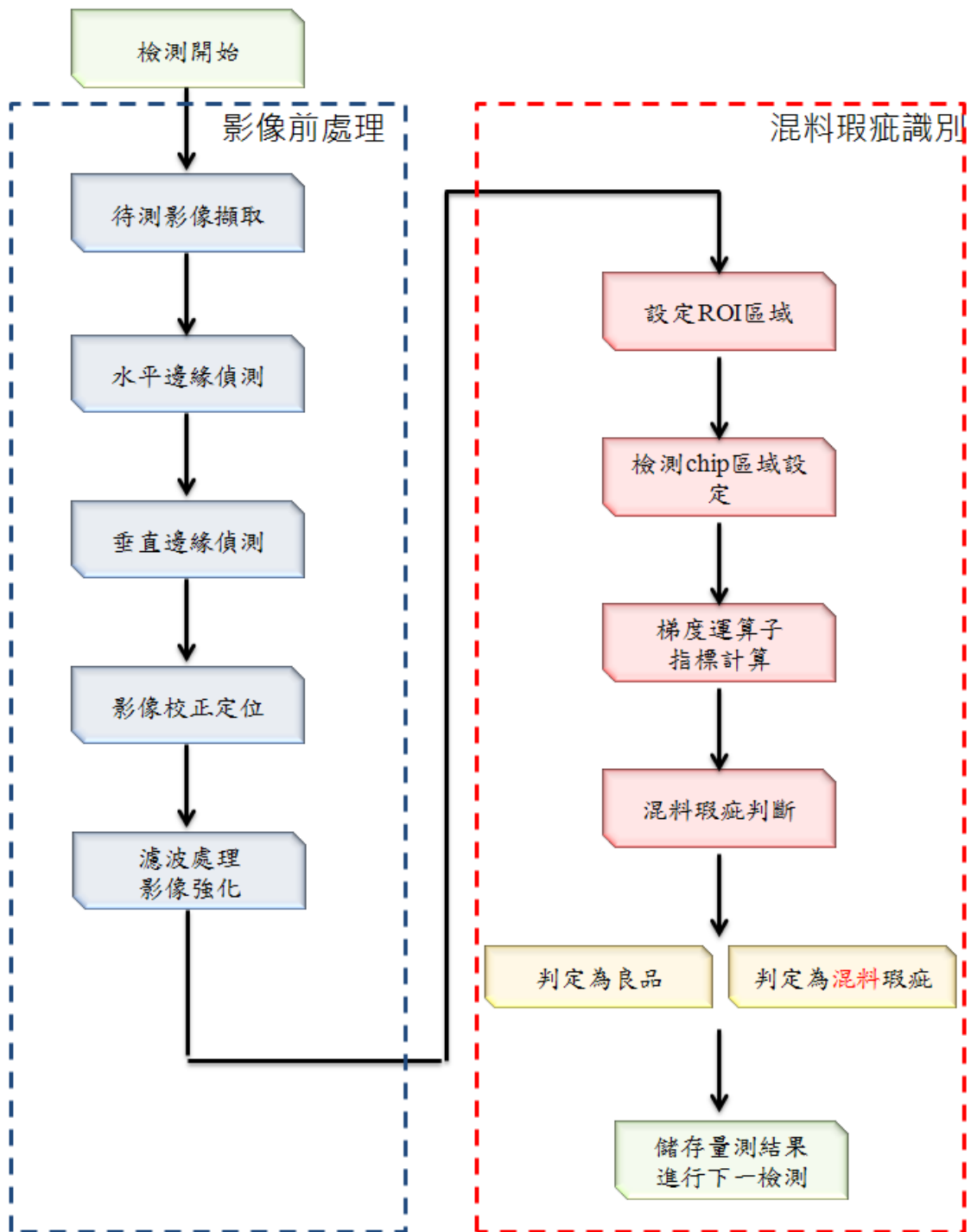


圖3.24、混料瑕疵檢測流程圖



### 3.4 二維瑕疵白殼不良檢測設計

在包裝過程中，機台對LED有額外的應力作用，使周圍白殼形成破損，或是環境灰塵造成白殼髒汙，因此需檢測白殼狀況。如圖3.25所示(a)圖為標準良品，圖(b)、(c)皆為白殼不良瑕疵。

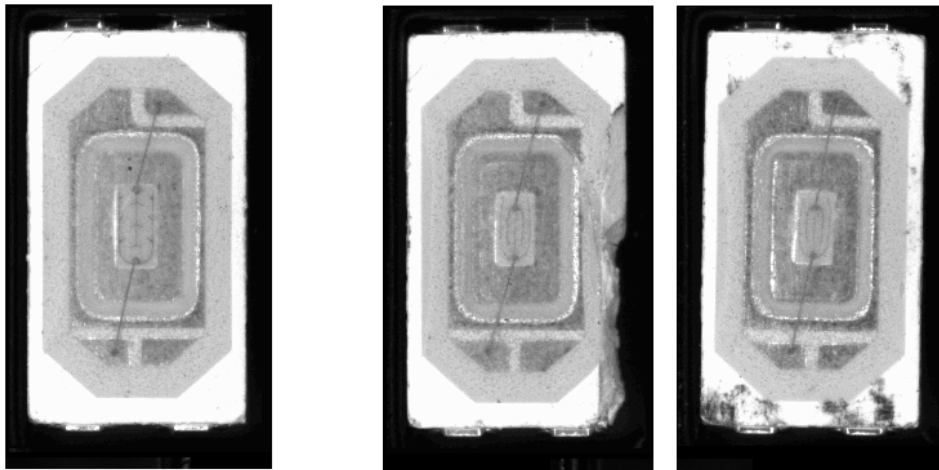


圖3.25、(a)標準良品

(b)白殼缺損(c)白殼髒汙

#### 3.4.1 灰階影像相關度指標

灰階影像相關度指標首先peng[26]由提出，使用在PCB上的電子貼裝元件檢測方面，利用影像的灰階平均值與變異數作為兩張影像相似度的判斷依據。而從視覺檢測相關研究中，若對影像作全域判斷，會使處理時間變長，並造成影像複雜度增加，使誤判率增加，因此本研究提出灰階影像相關度結合ROI處理的方法來檢測白殼狀況，計算其白殼白點數量與黑點瑕疵的灰階平均值與變異數，與標準良品作比較，透過灰階影像相關度計算，來判定白殼是否有瑕疵發生。而利用影像的灰階平均值與變異數作為標準與瑕疵影像相似的判斷依據，先設定無瑕疵的良品為標準影像，若相關度越大，則待測物件影像越接近標準影像，若待測物件發生瑕疵，則缺陷面積影像使黑色像素較多，改變灰階平均值及變異數。

本研究提出灰階影像相關度結合ROI處理的方法，將影像切割八個區域，計算出每個區域的灰階平均值與變異數，再計算八個區域的灰階影像相關度指標，來進行判別，不僅可以使誤判率降低，還可以知道白殼瑕疵發生的區域位置。

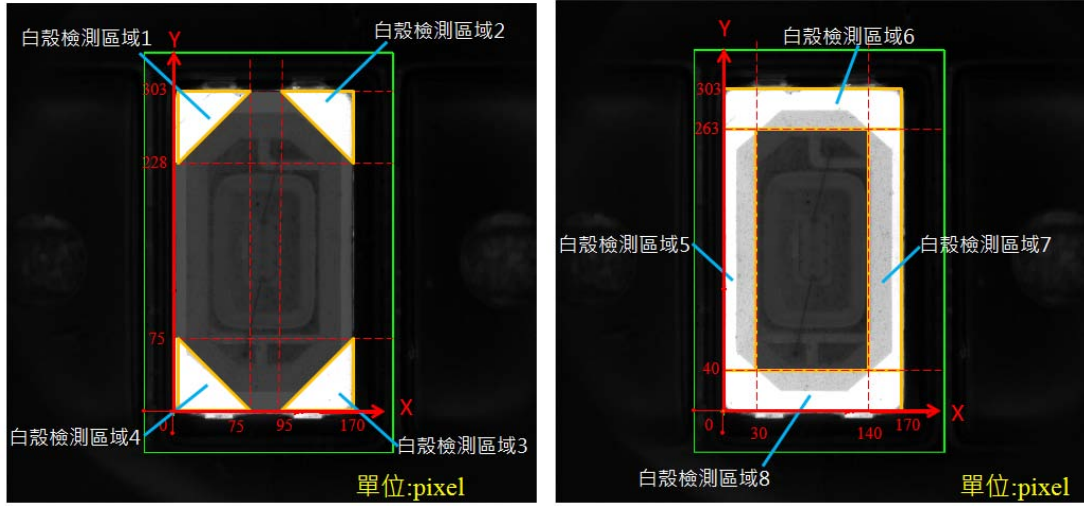


圖3.26、檢測白殼分成8個區域

檢測區域分為分成八個部分，如圖3.26所示，導入相關係數法作為研判的特徵指標，為消除影像大小不同造成的影響，加總後的像素差異除以視窗像素數 $m \times n / 2$ ，而新的切割區域影像的灰階平均值與變異數計算如下：

$$\mu_1 = \frac{2}{n \times m} \sum_{y=1}^n \sum_{x=1}^{m-n+1} f(x, y) \quad (3.4)$$

$$\sigma_1^2 = \frac{2}{n \times m} \sum_{y=1}^n \sum_{x=1}^{m-n+1} [f(x, y) - \mu_1]^2 \quad (3.5)$$

$$\mu_2 = \frac{2}{n \times m} \sum_{y=1}^n \sum_{x=y}^m f(x, y) \quad (3.6)$$

$$\sigma_2^2 = \frac{2}{n \times m} \sum_{y=1}^n \sum_{x=y}^m [f(x, y) - \mu_2]^2 \quad (3.7)$$

$$\mu_3 = \frac{2}{n \times m} \sum_{y=1}^n \sum_{x=1}^y f(x, y) \quad (3.8)$$

$$\sigma_3^2 = \frac{2}{n \times m} \sum_{y=1}^n \sum_{x=1}^y [f(x, y) - \mu_3]^2 \quad (3.9)$$

$$\mu_4 = \frac{2}{n \times m} \sum_{y=1}^n \sum_{x=m-n+1}^m f(x, y) \quad (3.10)$$

$$\sigma_4^2 = \frac{2}{n \times m} \sum_{y=1}^n \sum_{x=m-n+1}^m [f(x, y) - \mu_4]^2 \quad (3.11)$$

$\mu_1$ ：第一區的灰階平均值

$\sigma_1^2$ ：第一區的灰階值變異數

$\mu_2$ ：第二區的灰階平均值

$\sigma_2^2$ ：第二區的灰階值變異數

$\mu_3$ ：第三區的灰階平均值

$\sigma_3^2$ ：第三區的灰階值變異數

$\mu_4$ ：第四區的灰階平均值

$\sigma_4^2$ ：第四區的灰階值變異數

根據上述式，分割區域的相關度指標I：

$$I_1 = \frac{2}{n \times m} \left| \frac{\sum_{y=1}^n \sum_{x=1}^{m-n+1} [f(x, y) - \mu_f] \times [g(x, y) - \mu_g]}{\sqrt{\sigma_f^2 \sigma_g^2}} \right|, 0 \leq I_1 \leq 1 \quad (3.12)$$

$$I_2 = \frac{2}{n \times m} \left| \frac{\sum_{y=1}^n \sum_{x=y}^m [f(x, y) - \mu_f] \times [g(x, y) - \mu_g]}{\sqrt{\sigma_f^2 \sigma_g^2}} \right|, 0 \leq I_2 \leq 1 \quad (3.13)$$

$$I_3 = \frac{2}{n \times m} \left| \frac{\sum_{y=1}^n \sum_{x=1}^y [f(x, y) - \mu_f] \times [g(x, y) - \mu_g]}{\sqrt{\sigma_f^2 \sigma_g^2}} \right|, 0 \leq I_3 \leq 1 \quad (3.14)$$

$$I_4 = \frac{2}{n \times m} \left| \frac{\sum_{y=1}^n \sum_{x=m-n+1}^m [f(x, y) - \mu_f] \times [g(x, y) - \mu_g]}{\sqrt{\sigma_f^2 \sigma_g^2}} \right|, 0 \leq I_4 \leq 1 \quad (3.15)$$

$f(x, y)$ ：標準影像中位於(x,y)位置得像素灰階值

$g(x, y)$ ：待測影像中位於 $(x, y)$ 位置得像素灰階值

而第5~8區其ROI區域都是正方形，為消除影像大小不同造成的影響，加總後的像素差異除以視窗像素數 $m \times n$ ，切割區域影像的灰階平均值與變異數如下：

$$\mu = \frac{1}{n \times m} \sum_{y=1}^n \sum_{x=1}^m f(x, y) \quad (3.16)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n \times m} \sum_{y=1}^n \sum_{x=1}^m [f(x, y) - \mu]^2 \quad (3.17)$$

根據上述式，分割區域的相關度指標 $I$ ：

$$I = \frac{1}{n \times m} \left| \frac{\sum_{y=1}^n \sum_{x=1}^m [f(x, y) - \mu_f] \times [g(x, y) - \mu_g]}{\sqrt{\sigma_f^2 \sigma_g^2}} \right|, 0 \leq I \leq 1 \quad (3.19)$$

### 3.4.2 白殼檢測流程

圖3.27為白殼瑕疵檢測流程圖，首先從所架設的CCD進行平面取像動作，再將所取影像作水平線的偵測，測出左右邊界之後，接著做垂直線的偵測，偵測出上下邊界，邊界內的影像為確實獲得元件在影像中實際位置，亦為所要進行白殼瑕疵判斷的影像。

而在進行待測元件的白殼狀況判定之前，首先先擷取一標準無瑕疵影像，計算所選取的周圍八個ROI區域的平均值與變異數，並定為標準值，接著將所取得的待測影像進行前處理，獲得待測元件的位置。

計算目前所取得待測影像之八個ROI區域的平均值與變異數，與標準良品進行灰階相關度計算，此區域灰階相關度係數越接近1，即代表此區域與標準影像越接近，則此區域為無發生缺陷的SMD LED，反之，灰階相關度係數越接近0，則與標準影像越不符合，則此區域代表發生白殼不良的瑕疵。

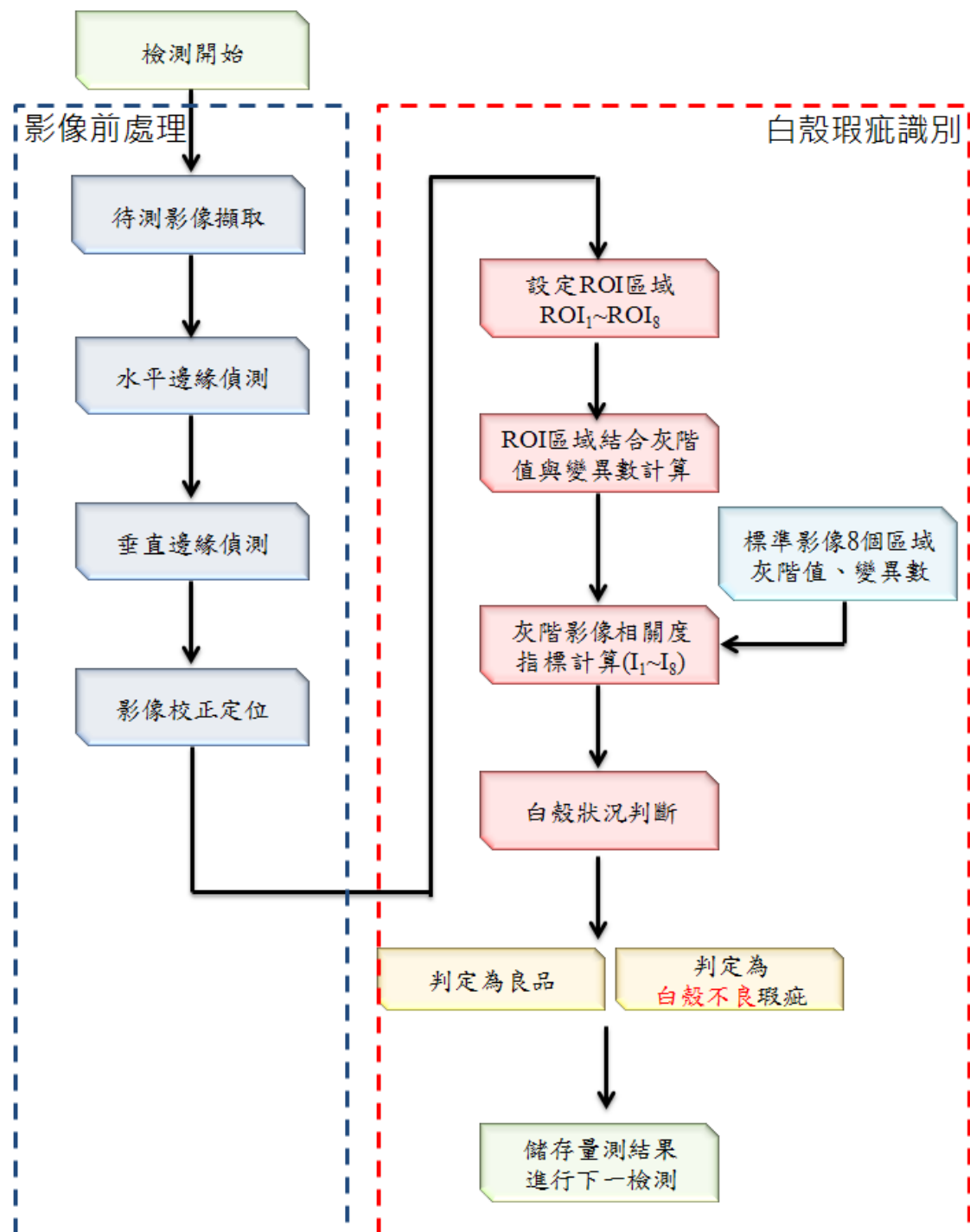


圖3.27、白殼瑕疵檢測流程圖

### 3.5 三維瑕疵立碑檢測設計

現今常見電子產品製程中的AOI應用，不僅僅是只有發生二維瑕疵而已，仍有許多平面取像所檢測不到，須仰賴人工目視的三維瑕疵瑕疵，這裡沿用之前檢測二維的設備，使用一個CCD取得影像，使用單目視覺檢測的好處是不必增添額外器材來進行檢測，達到節省設備成本的目的，而所建立的取像方式是由上方往下取像，在不更動硬體設備的前提下，所取得的二維圖像也包含著很強的三維情形的暗示。

在SMD LED的外部貼裝打件作業為LED產品應用部分，是將SMD LED包裝於料帶當中，然後再使用自動打件機，將LED打件於PCB板上，而利用SMT(Surface Mount Technology;表面貼裝技術)的製程，利用錫膏將SMD LED焊在PCB主板上，而SMT製作完畢時，同樣會用AOI系統去檢驗，但仍限於二維瑕疵，倘若發生零件立碑現象，上方CCD擷取的二維影像無法判斷是否發生三維瑕疵。

#### 3.5.1 SMD LED 白殼長度檢測指標

我們發現所取得的二維圖像也包含著很強的三維情形的暗示，因此可直接在影像處理上作三維計算，透過白殼長邊長度來計算是否有角度產生，判斷 SMD LED 是否發生立碑缺陷。

如圖3.28所示為SMD LED正常理想貼裝情形，而這部分會發生的瑕疵是立碑現象，如圖3.29所示，立碑現象為零件翹起。而三維立碑瑕疵的偵測，透過計算白殼長度，可發現與元件立碑角度成比例關係。

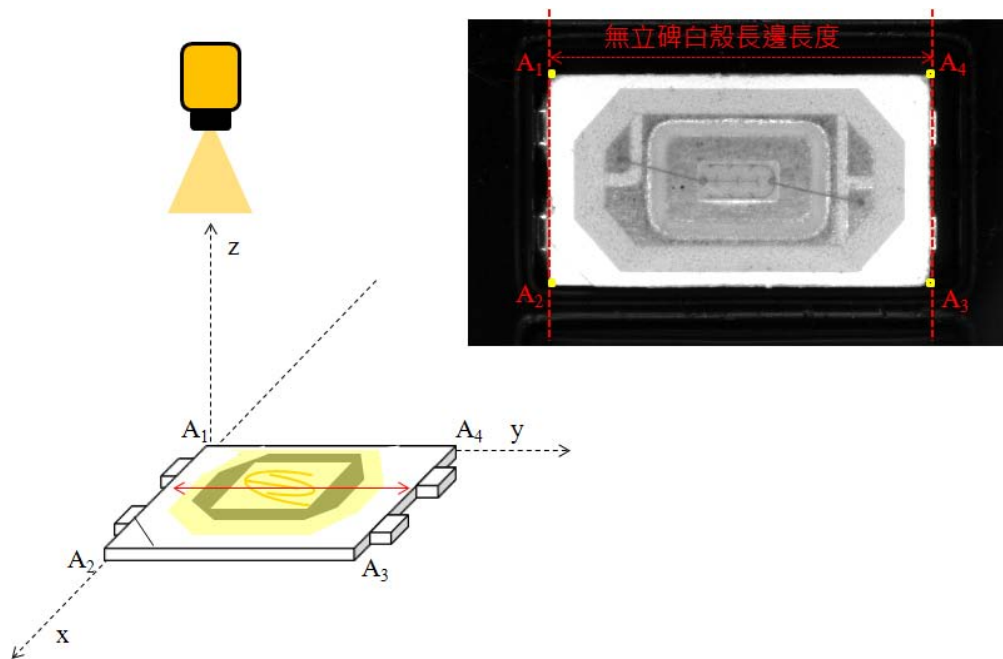


圖3.28、檢測無立碑白殼長邊示意圖

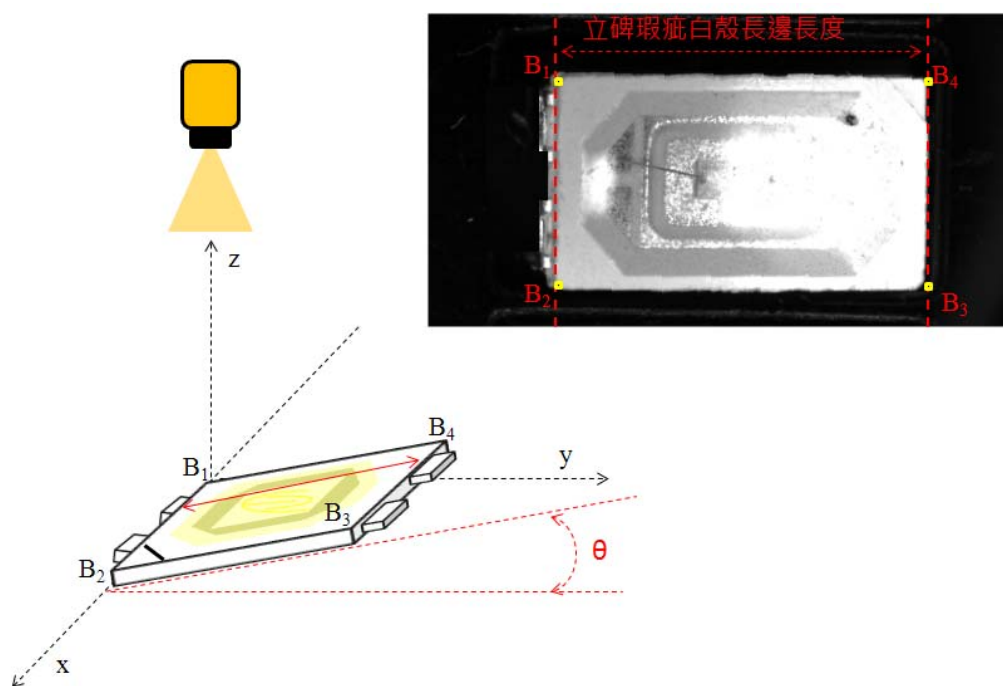


圖3.29、檢測立碑瑕疵白殼長邊示意圖

當立碑缺陷發生時，同時也代表了零件有角度上的翻起，我們同樣可利用抓取白殼長邊的長度，由於立碑缺陷發生，在影像上會呈現 SMD-LED 縮短的現象，而當翻起角度越大，所呈現白殼長邊長度就會越短，因此可建立一個關係式來判定立碑翻起角度。

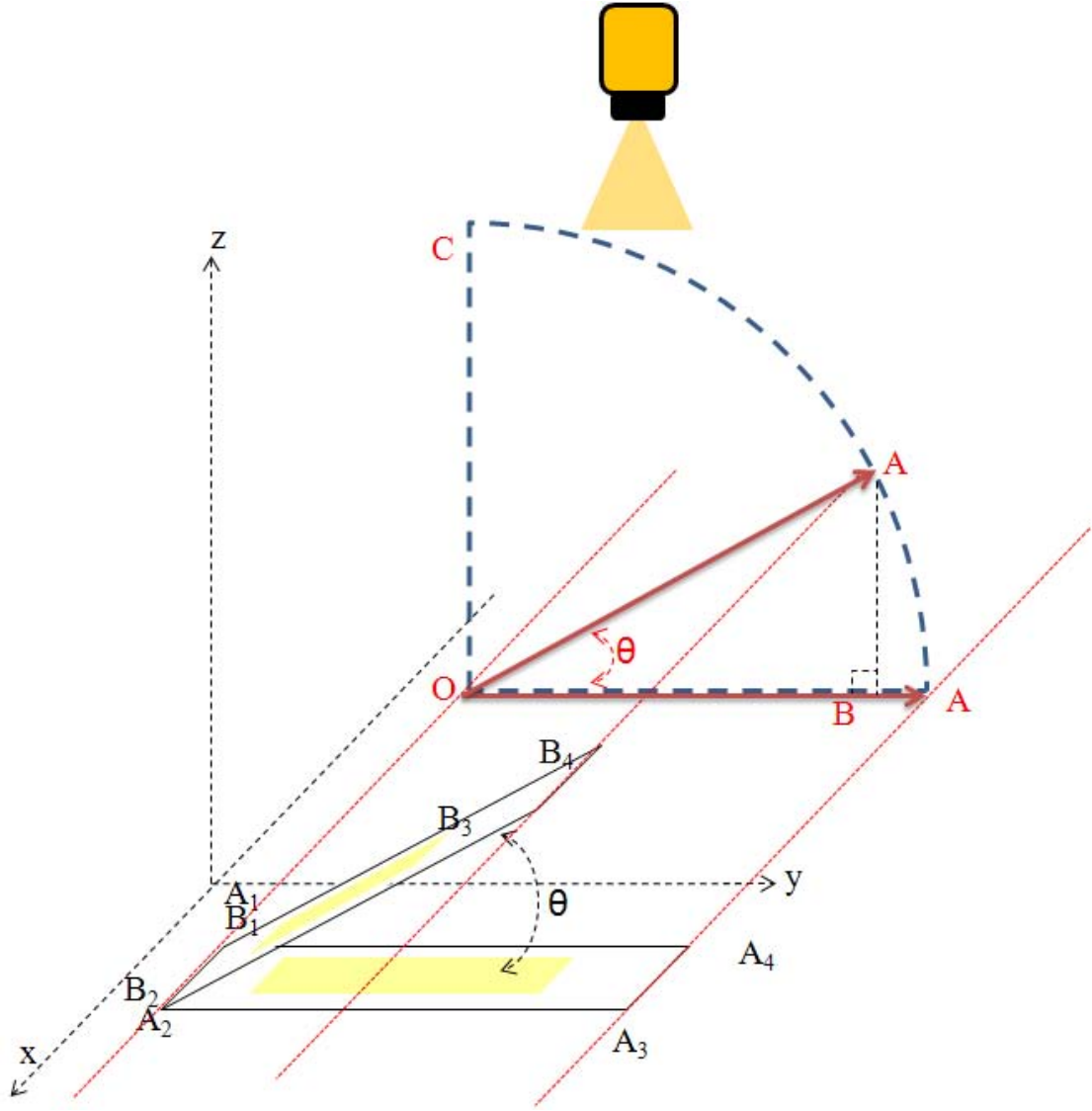


圖 3.30、立碑角度幾何示意圖

如圖 3.30 所示，獲取正常貼裝情形上的長邊長度定義為 $\overline{A_1A_4}$ 到 $\overline{A_2A_3}$ 垂直距離，長度為 $\overline{OA}$ ，而立碑缺陷時的長邊長度為定義為 $\overline{B_1B_4}$ 到 $\overline{B_2B_3}$ 垂直距離，長度為 $\overline{OB}$

而立碑翻起的角度為 $\theta$ ，因此，關係式為：

$$\overline{OB} = \overline{OA} \cos \theta \quad (3.20)$$

則由這式子可計算出 $\theta$ 為：

$$\theta = \cos^{-1} \frac{\overline{OB}}{\overline{OA}} \quad (3.21)$$



### 3.5.2 SMD LED 立碑檢測流程

由透過白殼長邊長度來計算是否有角度產生，判斷 SMD-LED 是否發生立碑缺陷。如圖 3.31 所示，白殼長度三維檢測流程圖，首先先進行影像前處理，同樣先從所架設的 CCD 進行平面取像動作，再將所取影像作水平線的偵測，測出左右邊界之後，接著做垂直線的偵測，偵測出上下邊界，邊界內的影像為確實獲得元件在影像中實際位置，接著計算待測影像白殼長邊長度，與標準影像的白殼長邊長度，根據式 3.20、式 3.21 可得立碑角度，來判定元件是否發生立碑瑕疵。

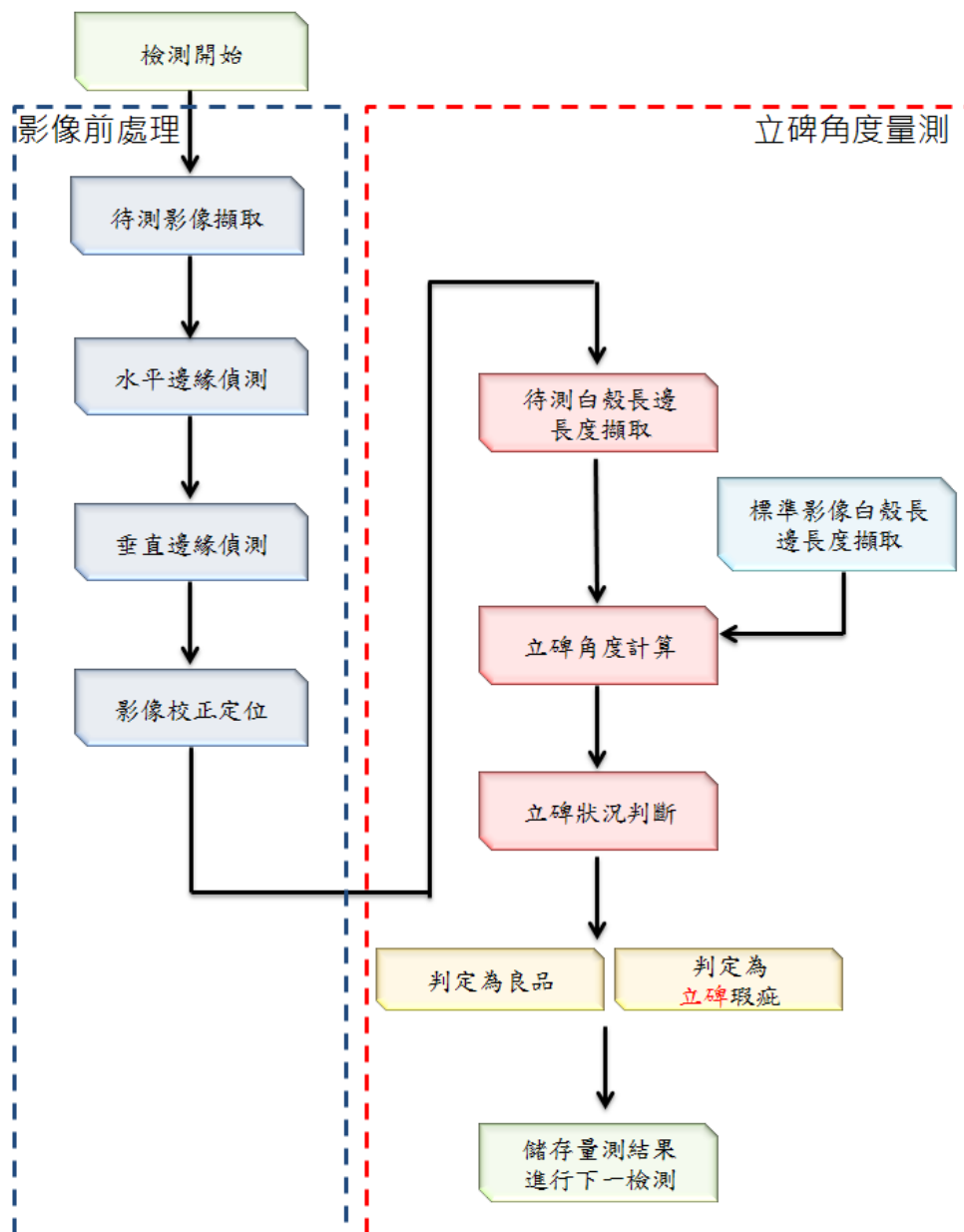


圖 3.31、白殼長度三維檢測流程圖

## 第四章 SMD LED 檢測系統實現與驗證

本章節主要探討檢測系統的實現與結果的驗證，首先設置系統設備，分析所成的硬體架構，接著系統軟體整合部份，使用 Labview 自行開發撰寫程式，分析二維檢測與三維檢測的結果，在二維檢測上使用準確率，誤判率、漏檢率，來作為評估整套光學檢測系統的效能依據，而三維檢測系統檢測立碑角度的數值。

### 4.1 系統設備架構

本系統架構的實際設置如圖 4.1 所示，利用圖中四個子系統模組互相配合，達到 SMD LED 線上全檢的目標。

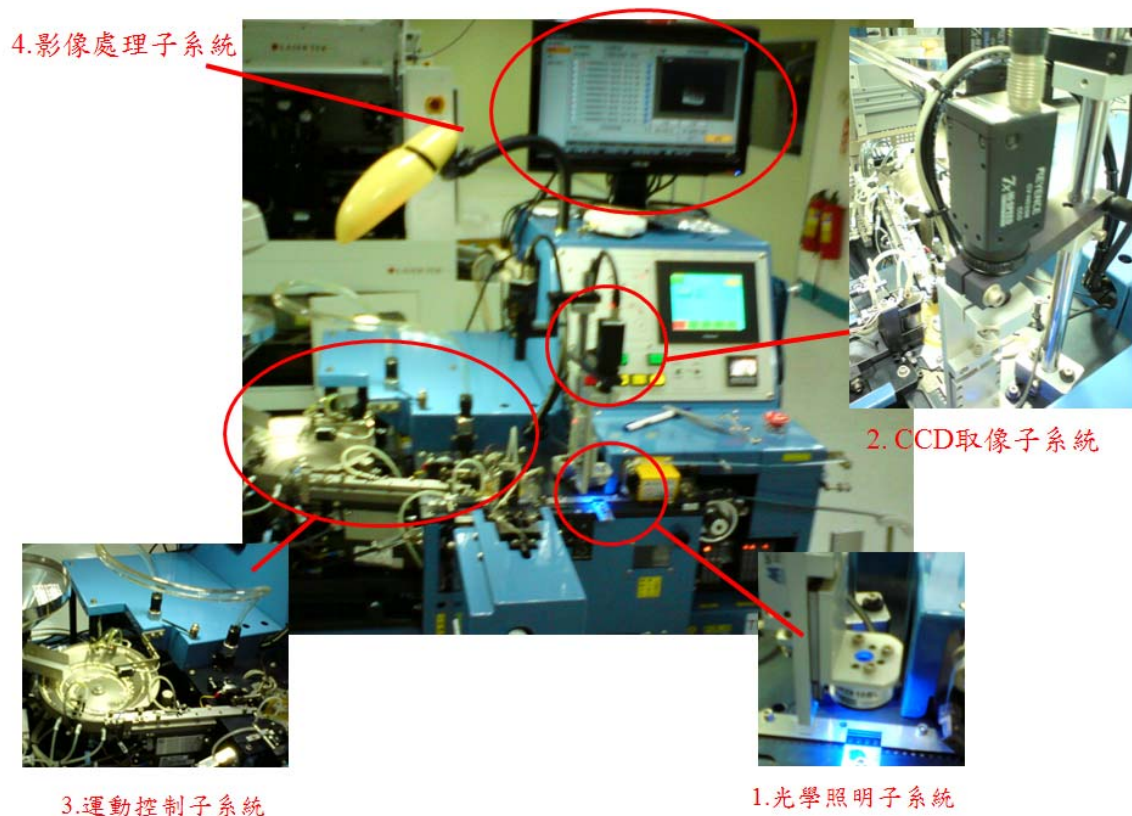


圖 4.1、系統硬體架構設置

而其中個模組的功能與相關動作如下：

1. 光學照明子系統：考慮SMD LED檢測的照明配置以及進行光源選定，可顯現被攝物體特徵所在，簡化整個系統設計的複雜度與困難度。
2. CCD取像子系統：由待測物件大小決定鏡頭倍率，由於是設計線上全檢的系統，取像反應時間也是檢測需考慮的條件，才能決定CCD的規格。
- 3.運動控制子系統：控制SMD LED包裝置料帶的運動機構，以及配合取像需求協調運作機台的運動機構化，而本研究主要針對視覺檢測作開發，因此針對運動控制這部分並未作詳細的分析
4. 影像處理分析子系統：進行影像處理運算，SMD LED影像瑕疵檢測判斷的核心，為本研究主要的核心

#### 4.1.1 光源照明分析

考慮照明配置以及進行光源選定，改善打光永遠比改善影像處理來得便宜，而本研究使用前照式對物體作打光動作 而前照式依架設方式還可分以下四種：

1.直向型前照：直向型前光源為一種簡易的架設方式，其使用一個或多個光源直接照射到待測物上，架設方式如圖 4.2 所示。設計時可嘗誦使用數個光源，將它們擺設介於 CCD Camera 與待測物之間，並微調不同的照射角度與距離，以觀察影像亮度之變化，據而調整最佳之位置。

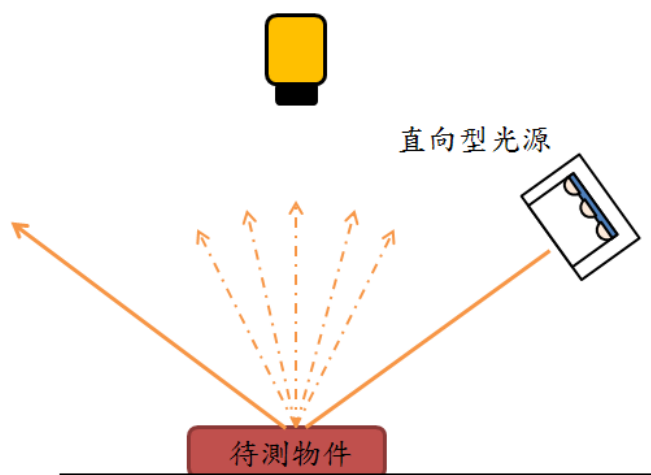


圖 4.2、直向型前照式光源

2.低角度前照：強調待測物之表面特徵，可以採低角度之照明方式，架設方法為將待測物表面與光源照射方向形成一個小角度之夾角，架設方式如圖 4.3 所示。

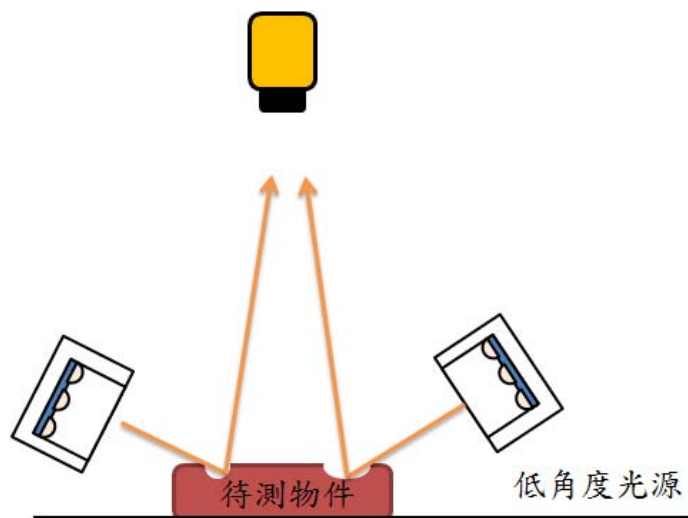


圖 4.3、低角度前照式光源

3.同軸前照光源：同軸前光源的照明設備方式，是將光源與鏡頭以同方向輸出。由於同軸前光源具更均勻照明之特性，用於照射孔洞時，不會產生陰影。所以適合用於檢測具高反光特性的物體表面，如半導體晶圓，架設方式如圖 4.4 所示。

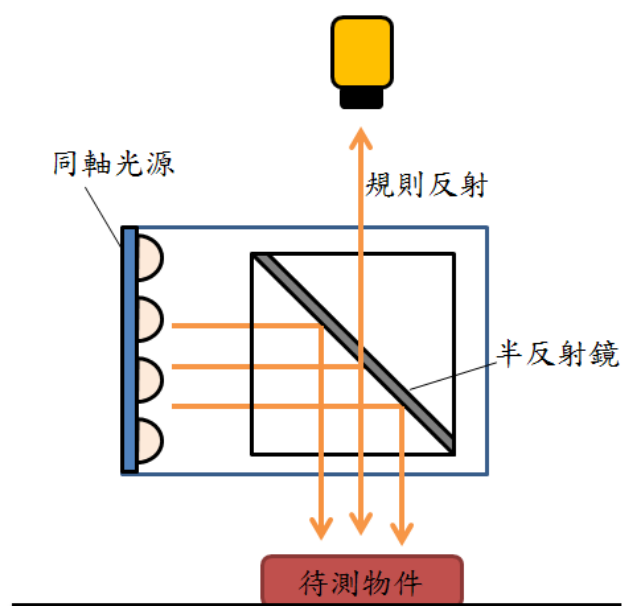


圖 4.4、同軸前照式光源

4.環型前照光源：使用此打光方式，可提供很均勻的照明，，不會產生左右兩方光源亮度大小不同，同樣不產生也陰影造成誤判，常可用來檢測微小的待測物或大型待測物之局部範圍，架設方式如圖 4.4 所示。

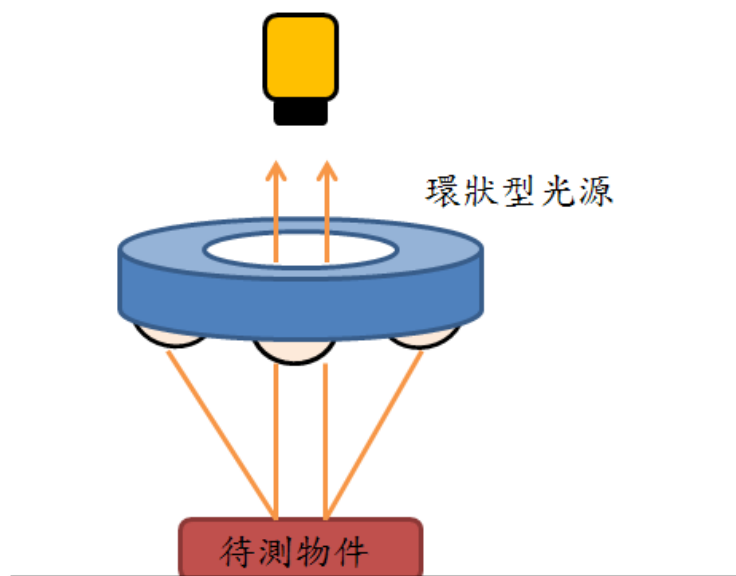


圖 4.5、環型前照式光源

考慮 SMD LED 物體檢測的需求，在二維上我們須檢測混料以及白殼，三維上也是利用白殼來進行判斷，因此對白殼檢測的品質很高，為了使光源均勻分佈在白殼上，選用環型光源來當作檢測的光源，本研究採用 KEYENCE 的直接環型光源，其型號為 CA-DRB10F，如圖 4.6 所示，規格如附錄一。

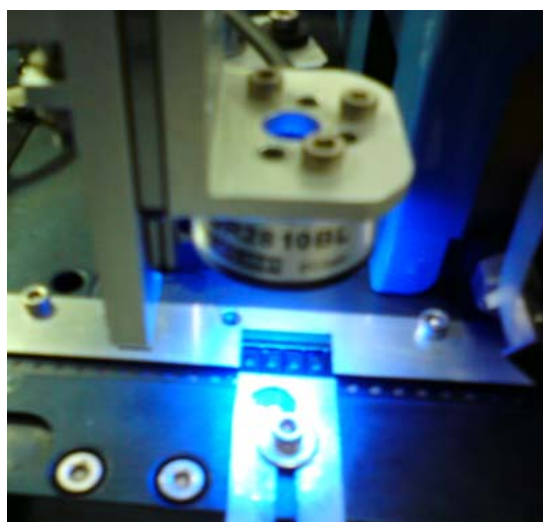


圖 4.6、環型前照式光源實體

## 4.2.2 影像擷取系統

在使用機器視覺系統當中，影像處理系統本身的性能固然是必要的考量，然而相機及鏡頭是建構影像系統的關鍵，影像擷取這部分本研究所需要的硬體為影像感測器，影像感測器為接收影像的光線轉換成數位電子訊號的裝置，電耦合元件(CCD)技術和互補金氧半導體(CMOS)技術兩種。

CCD Sensor 較為昂貴，但因為信號傳輸不失真的優點，通常機器視覺系統都採用 CCD Sensor，該元件是利用半導體的技術累積成二維面形的陣列，因其乃一為具高密度像素，具有高解析度及高感度之特性的固態影像感測元件。

因應工廠的需要，取像速度不但要快速，而且要精準。透過光學鏡頭作搭配，才能為將物件的大小比例合適的呈現在所截取的影像上，獲得清晰的影像，才可進行下一步的判斷動作。

在本研究中硬體如圖 4.7 所示，所採用的 CCD 影像感測器是 KEYENCE 公司所生產的 CCD，其型號為 CV-H035C，規格如附錄一。

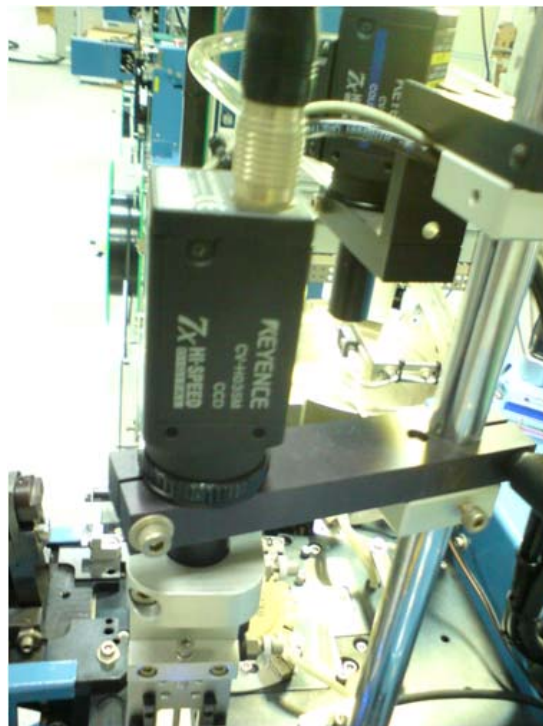


圖 4.7、KEYENCE 影像感測器實體



## 4.2 系統整合軟體

本論文所開發的影像檢測程式使用NI(National Instruments)公司所研發出來的LabVIEW(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)，目前已經廣泛被工業界、學術級研究機構用為資料擷取與儀器控制的標準軟體。其特點是跳脫出傳統文字程式設計環境，它是一種圖形化程式語言，又稱之為G語言，用直覺圖示與接線建構程式流程圖，即可撰寫自己所需的應用，透過 LabVIEW程式設計，可搭配內建函式庫，連接各種儀器或感測器。將更多硬體介面作整合。

利用 LabVIEW 的多種拖曳式控制元、圖表、旋鈕，與量表，可建立客制化的使用者的人機介面，建立出專業的工程與科學應用。如圖 4.8 所示為可自行開發的 Front Panel 人機介面，而圖 4.9 所示為 G 語言編寫環境。

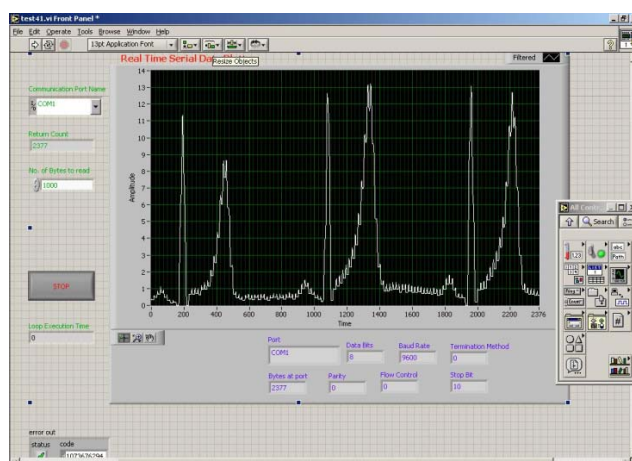


圖 4.8、LabVIEW Front Panel

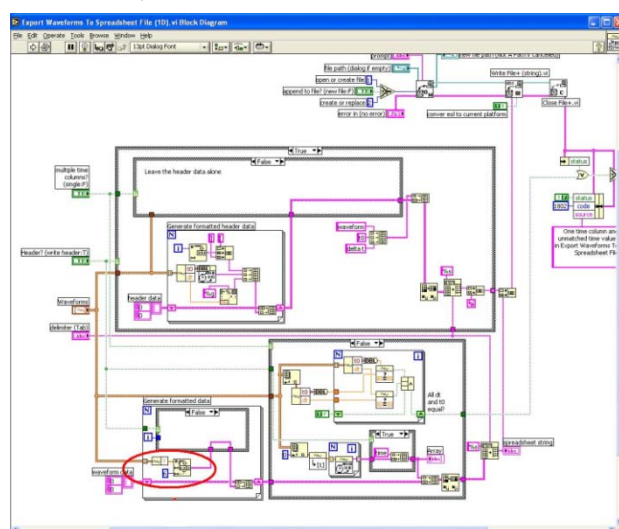


圖 4.9、LabVIEW Block Diagram

### 4.3 二維瑕疵混料檢測實驗結果

利用自行開發的 LABVIEW 檢測程式，其混料檢測的人機介面如圖 4.10 示，並二維檢測上利用誤判率、漏檢率、準確率這三種指標來評估整套自動光學檢測系統效能，誤判率為將無瑕疵良品判定成有瑕疵的不良品情形，實際生產線上，若誤判率過高，會造成生產線上的停機檢修過多，使產能降低；而漏檢率為將有瑕疵不良品判定成無瑕疵良品，但過高的漏檢率會影響生產品質，若讓不良品計需接受後段加工，會造成應用產品報廢增加，使生產成本大幅增加。

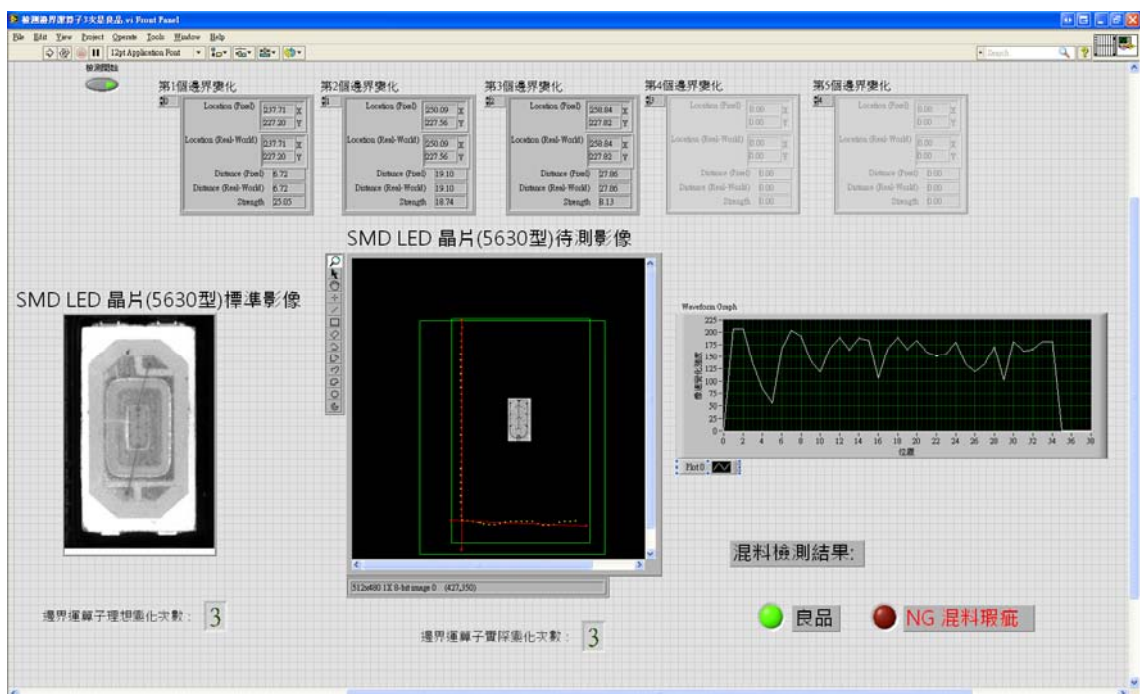


圖 4.10、混料檢測人機介面

圖 4.11 為混料檢測所出現在人機介面的影像流程，首先為擷取影像，接這在找尋水平與垂直邊緣，可得帶測影像的周圍邊緣，接著定義水平邊緣與垂直邊緣的左下角點為原點，量測中央晶片的的中間水平區域，計算梯度的變化次數來判斷是否為同一種 chip，梯度運算子變化次數若變化 3 次當為正品時，則形狀不同梯度運算子指標變化 5 次則視為混料瑕疵。





圖 4.11、混料檢測影像流程

二維瑕疵混料檢測取總待測樣品數量 320 個，無瑕疵待測樣品數量 160 個，無瑕疵樣品誤判檢出 7 個，誤判率 4.37%，有瑕疵樣品數量 160 個，瑕疵樣品漏失檢出 12 個，漏檢率 7.5%，準確率 94.06%，混料瑕疵平均檢測時間為 12.97ms。詳細混料檢測數據結果如附錄二。

表 4.1、混料檢測結果

	待測樣品 數量	判斷合格 結果	判斷不合格 結果		檢測時間 (ms)
無瑕疵	160	153	7	誤判率 4.37%	12.92
有瑕疵	160	148	12	漏檢率 7.5%	13.02
總樣品	320	301	19	準確率 94.06%	12.97

產生誤判、漏檢的因素為中央晶片的取像像素與背景像素發生太過相近，或是發生中央晶片的製程瑕疵，如刮傷或異物毛髮灰塵進入，形成梯度運算子指標計數錯誤，形成誤判漏檢。

## 4.4 二維瑕疵白殼檢測實驗結果

圖 4.12 為檢測周圍白殼的人機介面，當進行檢測時，將影像分割成 8 部份，計算與標準影像的相關度，若產生某區域產生髒污或缺損瑕疵，將會影響灰階值的相關度則判定瑕疵，而每區當中只要至少一區發生瑕疵，即可判定為白殼不良瑕疵。

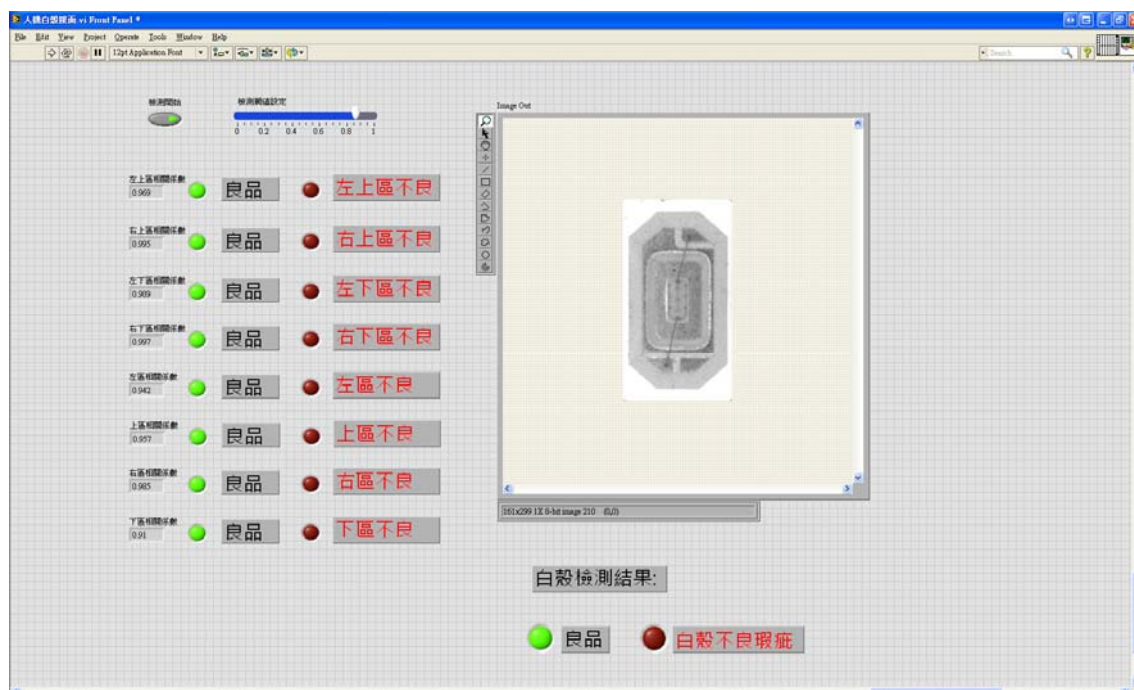


圖 4.12、白殼檢測人機介面

圖 4.13 為白殼檢測所出現在人機介面的影像流程，首先為擷取影像，接著再找尋水平與垂直邊緣，可得待測影像的周圍邊緣，接著定義水平邊緣與垂直邊緣的左下角點為原點，接著使用低通濾波將影像除去雜訊，避免誤判，然後將影像分為 8 區，計算每區的灰階平均值與變異數，然後與原無瑕疵標準影像做比較，

若數值越接近 1，則代表越接近原無瑕疵影像，來判定是否發生白殼不良瑕疵，根據線上實際實驗結果，設計相關度閾值設為 0.901 可得到較高的準確率與較低的誤判率與漏檢率，確實有較好的檢測效果。

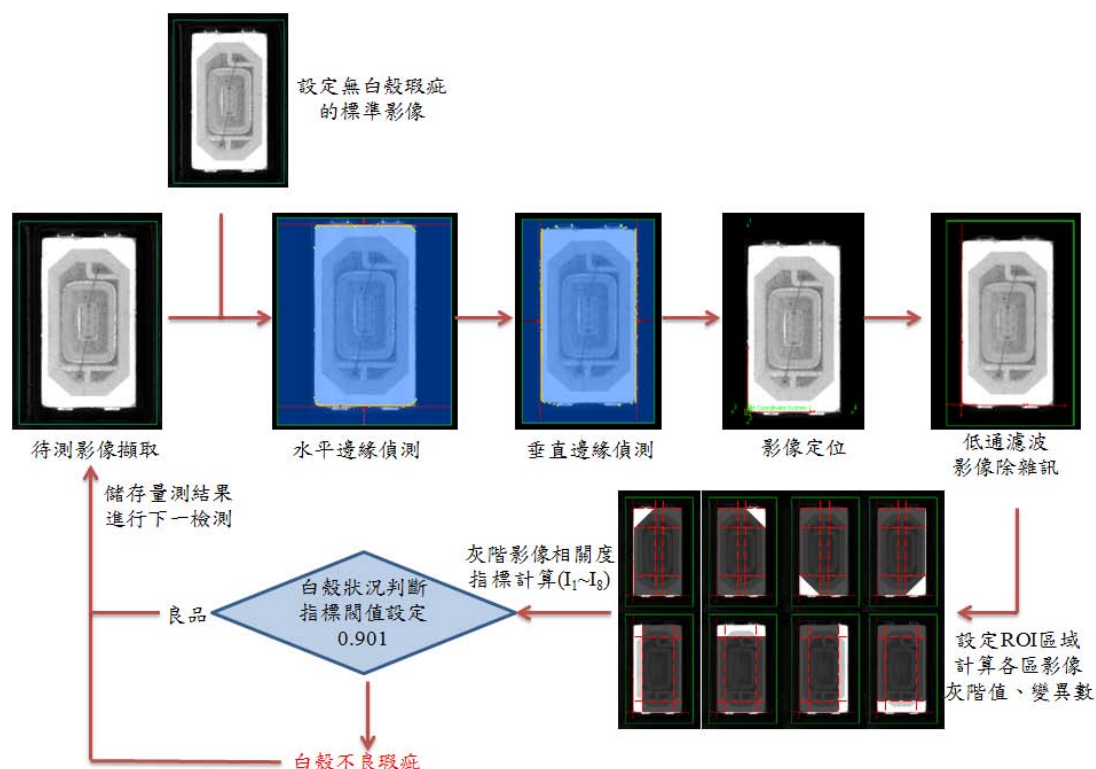


圖 4.13、白殼檢測影像流程

利用自行開發的 LABVIEW 檢測程式，二維瑕疵白殼檢測取總待測樣品數量 194 個，無瑕疵待測樣品數量 97 個，無瑕疵樣品全域檢測誤判檢出 31 個，誤判率 31.95%，ROI 檢測誤判檢出 5 個，誤判率 5.15%。有瑕疵待測樣品數量 97 個，如表 4.2 所示，有瑕疵樣品全域檢測誤判檢出 21 個，漏檢率 24.74%，ROI 檢測誤判檢出 11 個，漏檢率 11.34%，確實提高檢測的準確率。檢測白殼全域影像平均時間為 36.57ms，檢測白殼結合 ROI 影像平均時間為 10.95ms，處理範圍縮小，降低比對時間，使檢測速度提高，詳細混料檢測數據結果如附錄三。

表 4.2、白殼檢測結果

	待測數量	全域判斷合格結果	全域判斷不合格		檢測時間(ms)	ROI 判斷合格結果	ROI 判斷不合格		檢測時間(ms)
無瑕疵	97	66	31	誤判率 31.95%	36.51	92	5	誤判率 5.15%	10.86
有瑕疵	97	76	21	漏檢率 21.65%	36.62	86	11	漏檢率 11.34%	11.04
總樣品	194	142	52	準確率 73.2%	36.57	178	16	準確率 91.75%	10.95

## 4.5 三維瑕疵立碑檢測實驗結果

利用自行開發的 LABVIEW 檢測程式，其三維立碑檢測的人機介面如圖 4.14 所示，截取得測影像的白殼長邊長度，並利用原本無立碑零件的白殼影像作比較，並而得出零件立碑發生的實際情形。所取立碑瑕疵樣本 40 個來進行分析：

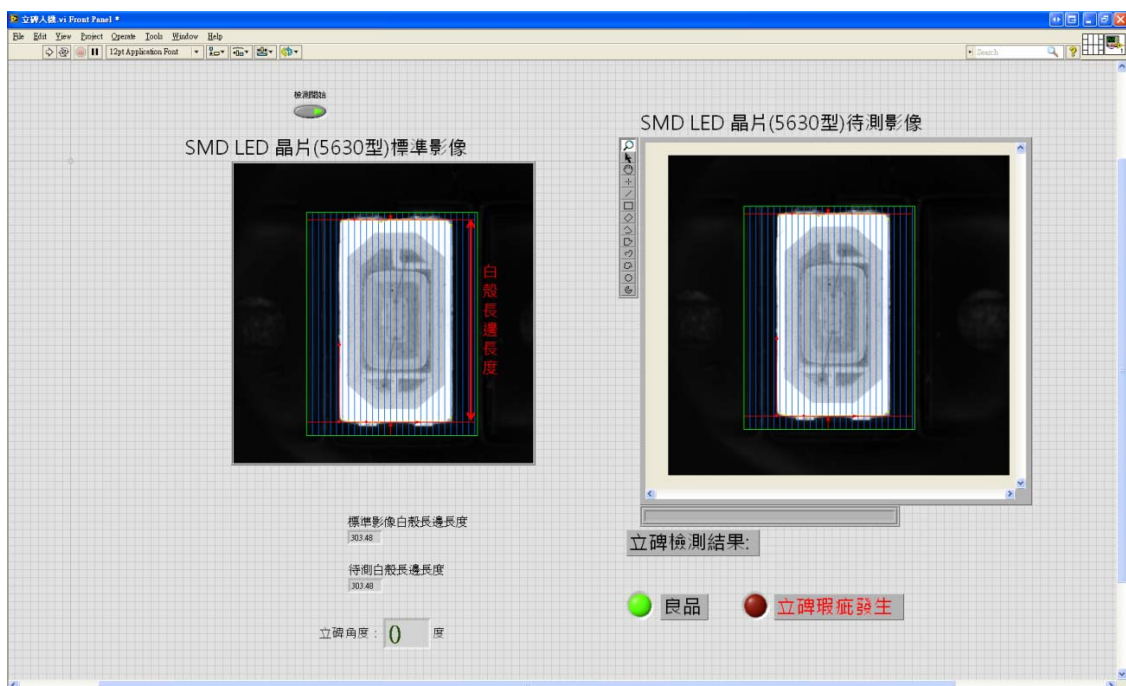


圖 4.14、立碑檢測人機介面

圖 4.15 為立碑檢測所出現在人機介面的影像流程，首先為擷取得測影像，接

這在找尋水平與垂直邊緣，可得待測影像的檢測區域，接著定義水平邊緣與垂直邊緣的左下角點為原點，之後量測白殼長邊長度，然後與標準無立碑的白殼長邊長度依式 3.21 可找出是否發生立碑情形，來判定是否有立碑瑕疵。

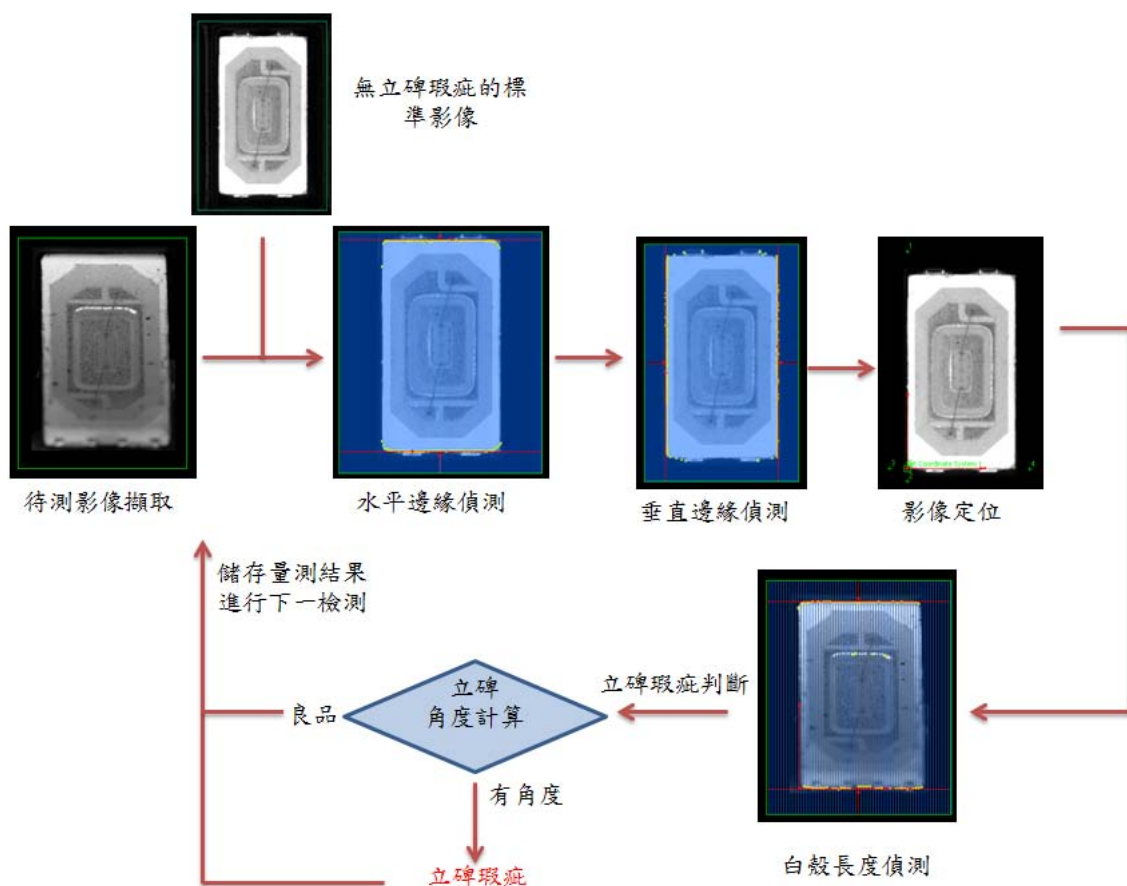


圖 4.15、立碑檢測影像流程

表 4.3、立碑數據

待測元件編號	量測立碑 白殼長邊長度 (pixels)	實際元件 白殼長邊長度 (pixels)	量測值角度	實際值角度	誤差(%)	檢測時間 (ms)
1	249.94	304.13	34.73263864	39.1°	11.16	8
2	256.39	304.14	32.5417256	35.2°	7.55	7
3	256.58	304.11	32.46624212	35.4°	8.28	8
4	262.38	304.12	30.37305561	32.6°	6.83	6
5	288.47	304.12	18.46088564	20.2°	8.6	9
6	288.68	304.13	18.34121681	20.2°	9.2	8
7	288.84	304.13	18.24518391	20.1°	9.22	7

8	289.14	304.12	18.05801594	20.1°	10.15	8
9	292.94	304.11	15.57712185	17.1°	8.9	8
10	293.07	304.12	15.49245025	17.2°	9.92	10
11	295.68	304.12	13.52994085	14.5°	6.69	9
12	295.69	304.13	13.52971737	14.2°	4.72	8
13	295.69	304.12	13.52188568	12.9°	4.82	7
14	296.48	304.07	12.82860034	13.5°	4.97	8
15	297.05	304.09	12.35276939	13.1°	5.7	9
16	297.24	304.12	12.21044569	12.6°	3.09	10
17	297.47	304.13	12.01270603	12.3	2.33	9
18	297.77	304.12	11.72898905	12°	2.25	6
19	298.16	304.13	11.37124876	11°	3.37	8
20	299.13	304.12	10.39348113	10°	3.93	7
21	299.19	304.08	10.28920586	10.1°	1.87	8
22	299.78	304.12	9.691206194	10°	3.08	10
23	300.34	304.13	9.05481632	9.5°	4.68	8
24	300.77	304.12	8.512105753	8.5°	0.14	9
25	300.85	304.12	8.409669435	8°	5.12	8
26	300.88	304.12	8.370934999	8.5°	1.51	9
27	301.14	304.08	7.973847106	8.2°	2.75	8
28	301.45	304.13	7.611930782	7.3°	4.27	7
29	302.08	304.12	6.640079642	6.5°	2.15	8
30	302.38	304.13	6.149438919	6°	2.49	10
31	302.45	304.12	6.00720303	6.2°	3.1	6
32	302.56	304.12	5.805815869	6°	3.23	8
33	302.62	304.13	5.711843839	5.6°	1.99	6
34	302.73	304.12	5.480095066	5.6°	2.14	8
35	302.86	304.09	5.155082424	5.1°	1.08	7
36	302.94	304.09	4.984509673	4.9°	1.72	8
37	303.05	304.12	4.807667717	4.7°	2.29	10
38	303.48	304.1	3.659308962	3.6°	1.64	7
39	303.78	304.08	2.545306235	2.5°	1.81	9
40	304.02	304.15	1.675254781	1.7°	1.45	8

立碑瑕疵樣本 40 個，經自行開發的影像檢測系統，量測出元件立碑角度，而平均檢測時間為 8.05ms，與元件立碑實際情形相比，平均誤差 4.51%，而且在立碑角度越大時，所造成的誤差量越大，如圖 4.16 所示。



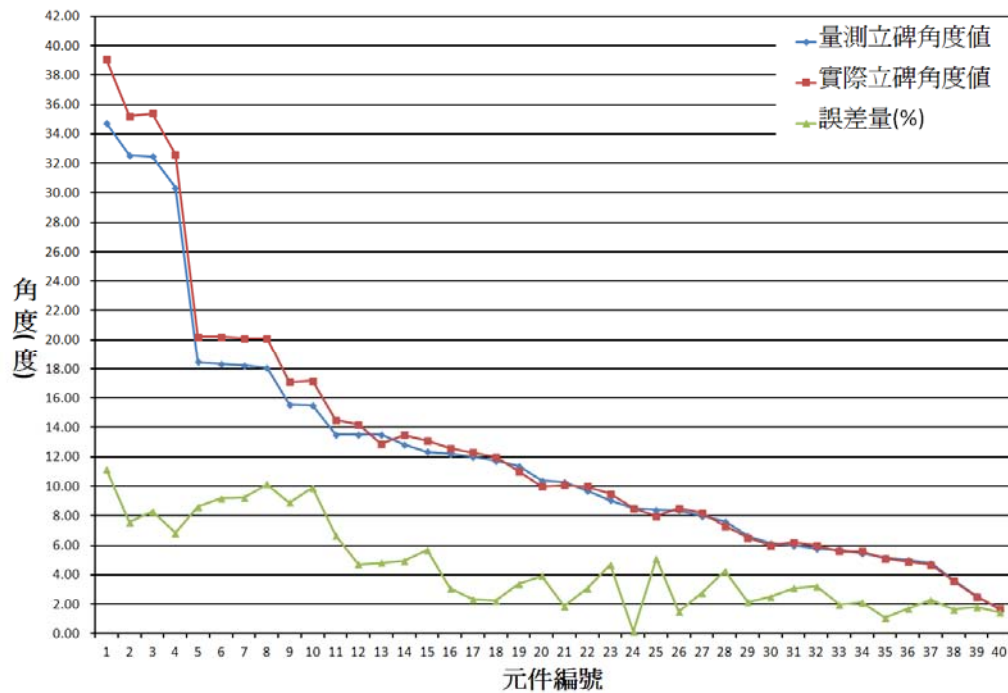


圖 4.16、量測角度誤差分析

實驗數據結果分析，可看出當立碑角度越大時，誤差量漸漸變大，因為立碑角度越大，靠近鏡頭那端的影像越會失焦，如圖 4.17 左所示，而所截取的白殼長邊長度不易，因此造成角度誤差。但由於立碑瑕疵為只要待測零件發生零件翹起，其角度大於 0 度，其判斷為立碑瑕疵，而立碑角度越大所造成的誤差量，不影響瑕疵判斷結果。

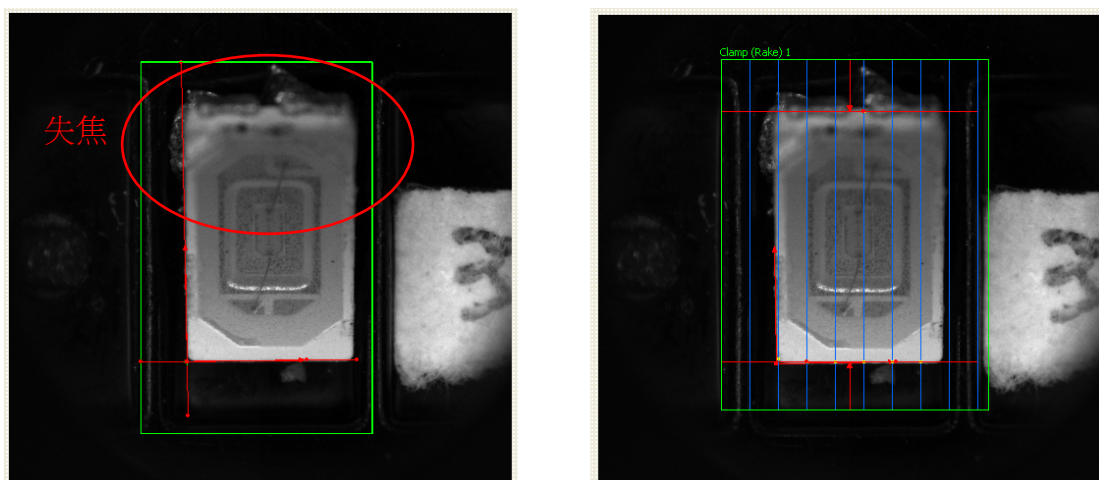


圖 4.17、失焦造成誤差圖像

## 第五章 結論與未來展望

### 5-1 結論

(1) 本研究為開發一套 SMD LED 生產線上全檢的自動光學檢測系統，取代人工目檢因受到疲勞而降低產能的情形，在檢測時能減輕工作人員的負擔，使整個檢測更趨於人工智慧化。

(2) 在實驗過程中使用環型前照光源，提供待測物件均勻的照明，不會產生左右兩方光源亮度大小不同，同樣不產生也陰影造成誤判。

(3) 二維檢測混料瑕疵方面上，採用梯度運算子變化判斷中央 chip 形狀的不同，透過實驗本系統檢測混料瑕疵的誤判率為 4.37%，漏檢率為 7.5%、準確率高達 94.05%，平均檢測時間為 12.97ms。

(4) 二維檢測白殼瑕疵方面上，若採用全幅影像做相關係數法作白殼狀況判斷時，其誤判率為 31.95%，漏檢率為 21.65%，準確率為 73.2%，平均檢測時間為 36.57ms；而將 ROI 結合相關係數法作白殼狀況判斷時，其誤判率為 5.15%，漏檢率為 11.34%，準確率為 91.75%，平均檢測時間為 10.95ms，確實提高檢測精度與準確率。

(5) 二維檢測白殼瑕疵方面上，本研究相關係數法閾值設定為可調閾值，若閾值設定太高，會增加誤判率，若閾值設定太低，則會增加漏檢率，可根據誤判率與漏檢率在實際生產線上做調整，本研究設定相關度閾值 0.901。

(6) 三維檢測立碑瑕疵方面上，本研究提出使用二維影像找出三維情況的暗示，可沿用之前檢測二維的設備，不必增添額外器材來進行檢測，達到節省設備成本的目的。

(7) 經自行開發的影像檢測系統，三維檢測量測出元件立碑角度，實驗數據結果分析，可看出當立碑角度越大時，誤差量漸漸變大，因為立碑角度越大，靠近鏡頭那端的影像越會失焦，與元件立碑實際情形相比，平均誤差 4.51%且平均檢測時間為 8.05ms。



## 5-2 未來展望

在未來 SMD LED 二維檢測方面研究發展上，目前僅克服混料以及白殼不良兩種瑕疵，其他 SMD LED 發生的二維製程瑕疵仍有晶片歪斜、溢膠、膠體刮傷、異物、氣泡尚未克服，由於中央部份的影像為不規則紋理，因此在判斷上更顯困難，若採用類神經分類，透過不同的輸入層變數，調整其指標的權重，不僅可檢出影像複雜的缺陷，還可將所檢出的缺陷分類。

而在未來貼裝電子零件三維檢測研究發展上，可延用同樣的單目視覺檢測設備，利用圖像的像素灰階值變化，來量測物體表面三維形貌，透過不同像素灰度值呈現不同高度資訊，達成三維檢測之目標，不僅可檢測本研究的 LED，還可檢測其他電子貼裝零件。若為正常貼裝情形，如圖 5.2 所示，右方白殼較靠近光源，則呈現的灰階度越白，而其值也越大，數值越接近 255，左方白殼較遠離光源，反而呈現較黑的區域，而數值越靠近 0。利用不同高度對應的灰階值不同，可獲得當發生立碑缺陷的時候。透過計算白殼像素亮度，可發現與元件立碑角度成比例關係。

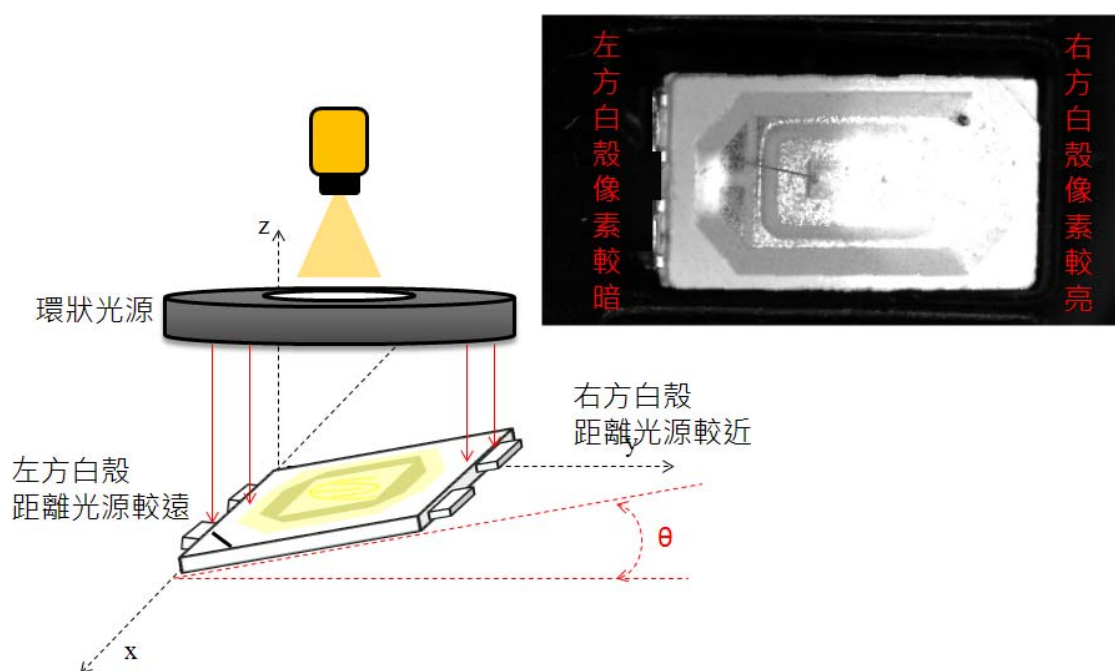


圖5.1、檢測電子元件立碑瑕疵亮度示意圖

而將檢測出來的白殼灰階亮度值作物體表面三維形貌重建。可看出立碑物建亮度均勻，因此表面也無曲面差異，如圖5.3所示，而建立立碑瑕疵白殼亮度表面三維形貌重建，發現白殼表面像素不均，因此而產生的曲面變化，則可判定為立碑瑕疵。

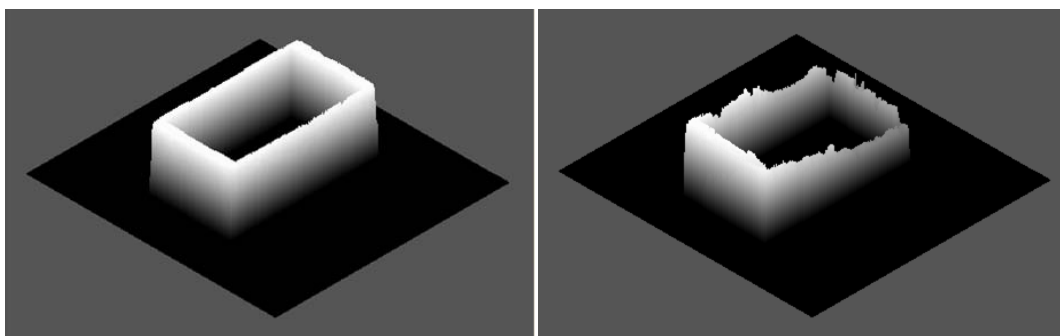


圖5.2、立碑亮度曲面建立

而在未來 SMD LED 三維檢測方面上，塌線瑕疵無法使用本研究所提到的方法來進行偵測第三維之相關資訊，必須使用雙 CCD 來建立立體影像資訊，建構 LED 結構內金線相對位置進行瑕疵判斷，如圖 5.1 所示，此研究相關方法還可應用在三維形狀量測、高度瑕疵檢測、製程溝槽深度、長晶高度與表面粗糙度等。

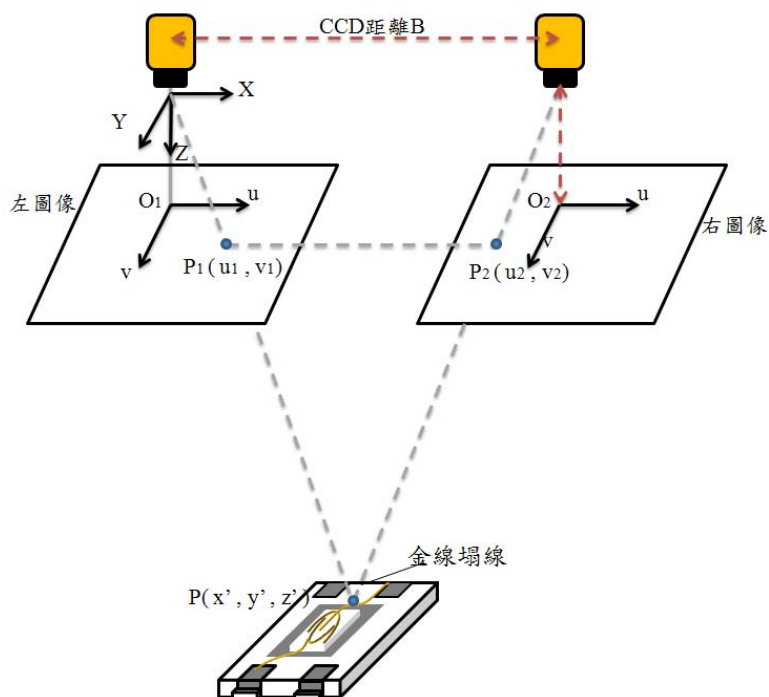


圖 5.3、雙目視覺三維塌線瑕疵檢測

## 參考文獻

- [1] Gong Yunxin, “**Research and development of automatic screw-parameters tester**”, Electronics and Optoelectronics (ICEOE), 2011 International Conference on , vol. 1, pp. 320 - 323, 2011
- [2] Du W.Y., Dickerson S.L., “**Passive component inspection using machine vision**”, Multichip Modules and High Density Packaging, 1998. Proceedings. 1998 International Conference on , pp. 74 - 79, 1998
- [3] Der-Baau Perng, Cheng-Chuan Chou, Wei-Yu Chen, “**A novel vision system for CRT panel auto-inspection** ”, Mechatronics, 2005. ICM '05. IEEE International Conference on , pp. 622 - 625, 2005
- [4] Yung-Cheng Wang, Jui-Chang Lin, Shih-Fong Chiu, “**The automatic image inspection system formeasuring dimensional parameters of a saw blade**”, Control and Automation (ICCA), 2010 8th IEEE International Conference on , pp.1557 - 1561, 2010
- [5] Shih-Feng Chen, “**An Optical Inspection System for the Solder Balls of BGA using Support Vector Machine Classification**”, Machine Learning and Cybernetics, 2007 International Conference on , vol.5, pp. 2853 - 2858, 2007
- [6] Pang G.K.H., Ming-Hei Chu, “**Automated optical inspection of solder paste based on 2.5D visual images**”, Mechatronics and Automation, 2009. ICMA 2009.

International Conference on , pp.982 - 987, 2009

- [7] Jung-Hun Kim, Suk Ahn, Jae Wook Jeon, Jong-Eun Byun, **“A High-Speed High-Resolution Vision System For The Inspection Of TFT LCD”**, Industrial Electronics, 2001. Proceedings. ISIE 2001. IEEE International Symposium On , vol. 1, pp. 101 - 105, 2001
- [8] W.Lutz, G.Holzmuller, G. Steinwender, E.S. Hochmair, **“Fast Measuring of Solid Angles by Means of CCD Line Scan Camera with Analytically Rectified Optics”**, Engineering in Medicine and Biology Society, 1994. Engineering Advances: New Opportunities for Biomedical Engineers. Proceedings of the 16th Annual International Conference of the IEEE, vol.2, pp. 1007 - 1008, 1994
- [9] Mather, G.R., Jr., **“Optical disc inspection by linear array CCD systems”**, Circuits and Systems, 1993., Proceedings of the 36th Midwest Symposium on, vol.2, pp. 1447 - 1455, 1993
- [10] Zhang W.J., Li D., Ye F., Sun H., **“Automatic Optical Defect Inspection and Dimension Measurement of Drill Bit”**, Mechatronics and Automation, Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on, pp.95 - 100, 2006
- [11] Guifang Duan, Yen-Wei Chen, Sakekawa T., **“Automatic Optical Inspection of Micro Drill Bit in Printed Circuit Board Manufacturing Based on Pattern Classification”**, Instrumentation and Measurement Technology Conference

- Proceedings, 2008. IMTC 2008. IEEE , pp. 279 - 283, 2008
- [12] Sassanapitak S., Kaewtrakulpong P., **“An efficient translation-rotation template matching using pre-computed scores of rotated templates”**, Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, 2009. ECTI-CON 2009. 6th International Conference on , vol. 02, pp.1040 - 1043, 2009
- [13] Zheng Shuangyang, **“Fast Inspection of Food Packing Seals Using Machine Vision ”**, Digital Manufacturing and Automation (ICDMA), 2010 International Conference on , vol.1, pp. 724-726, 2010
- [14] Morimoto M., Fujii K., **“A visual inspection system for drug tablets ”**, Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2011 IEEE International Conference on, pp.1106 - 1110, 2011
- [15] Fupei Wu, Xianmin Zhang, Yongcong Kuan, Zhenzhen He, **“ An AOI algorithm for PCB based on feature extraction”** , Intelligent Control and Automation, 2008. WCICA 2008. 7th World Congress on , pp.240 - 247, 2008
- [16] Fupei Wu, Xianmin Zhang, **“Feature-Extraction-Based Inspection Algorithm for IC Solder Joints”**, Components, Packaging and Manufacturing Technology, IEEE Transactions on , Issue.5 , vol.1, pp.689 - 694, 2011
- [17] Shah Y.C., Chapman R., Mahani R.B., **“A new technique to extract range**

- information from stereo images”** , Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, Issue.7, vol.11 , pp. 768 - 773,1989
- [18] Mengel P. **“Automated inspection of solder joints on PC boards by supplementary processing of 3D and gray-level images”**, Industrial Electronics Society, 1990. IECON '90., 16th Annual Conference of IEEE, vol.1 , pp.786 - 791, 1990
- [19] Kong, Fan-Hui, **“A New Method of Inspection Based on Shape from Shading”**, Image and Signal Processing, 2008. CISP '08. Congress on, vol.2, pp.291 - 294, 2008
- [20] de Meneses Y.L., Paratte J., Bhatia P., Kunzli S., **“3DFlex: A flexible system for total visual inspection of bumped devices”**, Electronic Manufacturing Technology Symposium (IEMT), 2010 34th IEEE/CPMT International, pp.1 - 4, 2010
- [21] Tak-Wai Hui, Pang G.K.-H., **“3D Profile Reconstruction of Solder Paste Based on Phase Shift Profilometry”**, Industrial Informatics, 2007 5th IEEE International Conference on, vol.1, pp.165 - 170, 2007
- [22] Lavelle J.P., Schuet S.R., Schuet D.J., **“High speed 3D scanner with real-time 3D processing”**, Imaging Systems and Techniques, 2004. (IST). 2004 IEEE International Workshop on , pp.13 - 17, 2004

- [23] Houkun Guo, Guoliang Xiong, Zhen Guo, Xiaohui Hu, “**Development on surface defect holes inspection based on image recognition**”, Advanced Intelligent Mechatronics (AIM), 2010 IEEE/ASME International Conference on, pp.623 - 626, 2010
- [24] Schaulin M., Wolter K.J., “**White light interferometry, a method for optical 3D-inspection of advanced packages**”, Electronics Technology: Meeting the Challenges of Electronics Technology Progress, 2004. 27th International Spring Seminar on, vol.1, pp. 42 - 46, 2004
- [25] Schaulin, M., “**White light interferometry for 3D inspection**”, Photonics and Microsystems, 2004. Proceedings of 2004 International Students and Young Scientists workshop , pp.41 - 45, 2004
- [26] D. B. Perng, G. Y. Peng, C. J. Yan, and C. C. Chou, “**A new machinevision system for SMD PCB auto-inspection**”, The International Symposium on Measurement Technology & Intelligent Instrument ISMTII’ 2001, Cairo, Egypt, 25 - 29 Sept. 2001.
- [27] 葉秋成, 王文豪, “影像處理與分析”, 基峯資訊, 1995
- [28] 劉震昌, “數位影像處理”, 高立圖書, 2010
- [29] 台灣基恩斯股份有限公司：<http://www.keyence.com.tw/>
- [30] 國立虎尾科技大學機械與機電工程學系機電光研究室。自動化光學檢測教材

第一章概論。檢索日期：2012/5/1。檢自：

<http://140.130.15.147/%BE%F7%B9q%A5%FA%AC%E3%A8s%AB%C7/Course%20materials.htm>

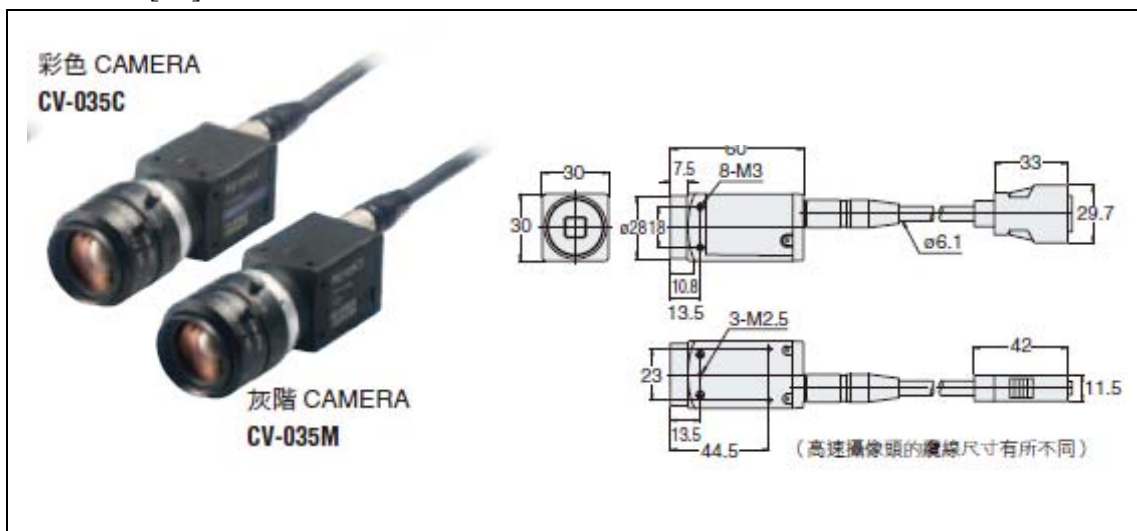
[31] 朱志良,林晉廷,劉丞哲“白光干涉儀”檢索日期：2012/5/1。檢自：

[eshare.stut.edu.tw/EshareFile/2010\\_12/2010\\_12\\_bcf96604.ppt](http://eshare.stut.edu.tw/EshareFile/2010_12/2010_12_bcf96604.ppt)




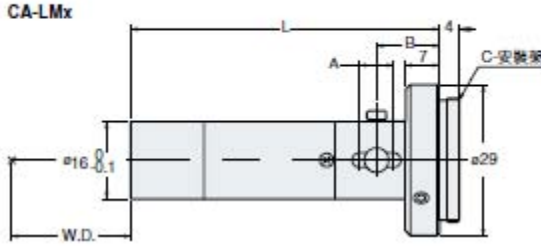
## 附錄一 系統設備規格

### CCD 規格[29]


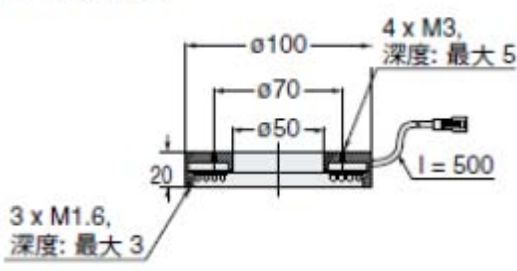


型號	CV-H035M
影像接收元件	1/3 英吋灰階 CCD 影像接收元件，使用用 31 萬方形畫素
最大有效畫素數	31 萬方形畫素處理區域： 640(水平)*480(垂直)
標準有效畫素數	24 萬方形畫素處理區域： 512(水平)*480(垂直)
掃描系統	4.7ms
畫值傳輸頻率	80MHz
電子快門	1/15、1/30、1/60、1/120、1/500、1/1000、1/2000、1/5000、1/10000、1/20000，可設置 0.05msec 到 9000msec 之間的數值
環境溫度	0 到 40°C
相對濕度	35~85%
重量	約 120g(不含鏡頭)

鏡頭規格[29]

<div><div><p>CA-LM2</p></div><p>單位：mm</p><div><p>CA-LMx</p></div><table><tr><th></th><th>CA-LM2</th></tr><tr><td>L (長度)</td><td>63.5</td></tr><tr><td>A (可調整範圍)</td><td>7.0</td></tr><tr><td>B (可調整位置)</td><td>13.0</td></tr><tr><td>C (同軸位置)</td><td>30.7</td></tr></table></div>			CA-LM2	L (長度)	63.5	A (可調整範圍)	7.0	B (可調整位置)	13.0	C (同軸位置)	30.7
	CA-LM2										
L (長度)	63.5										
A (可調整範圍)	7.0										
B (可調整位置)	13.0										
C (同軸位置)	30.7										
型號	CA-LM2										
形狀	直線										
光學倍率	x2										
工作距離	66.9 mm										
影像視野	1.8 x 2.4 mm										
有效 F 值	15.4										
解析度	5.1 $\mu$ m										
重量	約 57g										

環型照明燈規格[29]

<div><div><p>CA-DRx10F</p></div><div><p>4 x M3, 深度: 最大 5</p><p>3 x M1.6, 深度: 最大 3</p><p><math>\phi 100</math></p><p><math>\phi 70</math></p><p><math>\phi 50</math></p><p>20</p><p><math>I = 500</math></p></div></div>	
型號	CA-DRB10F
顏色	藍
重量	80

# 附錄二 二維混料瑕疵檢測數據

## 無瑕疵混料檢測數據

待測元件 編號	第一邊緣變化	像素 變化值 1	第二邊緣變化	像素 變化值 2	第三邊緣變化	像素 變化值 3	第四邊緣變化	像素 變化值 4	第五邊緣變化	像素 變化值 5	檢測 結果	檢測時 間(ms)
無瑕疵\1	(76.21,146)	18.2	(89.1,146)	10.8	(101.89,146)	16.8						12
無瑕疵\2	(75.4,149.92)	9.4	(87.29,149.56)	15	(100.38,149.17)	15.2						13
無瑕疵\3	(74.23,150.14)	23.8	(87.29,150.5)	12.8	(99.73,150.85)	10.4						15
無瑕疵\4	(76.5,149)	8.8	(88.91,149)	11.8	(101.87,149)	15.2						12
無瑕疵\5	(74.14,147.15)	19.4	(86.98,147.52)	15.8	(99.3,147.89)	16.8						16
無瑕疵\6	(73.39,147)	9.2	(86.31,147)	9.4	(98.93,147)	30.2						14
無瑕疵\7	(76.15,148)	12.8	(87.04,148)	16.8	(99.3,148)	19.2						15
無瑕疵\8	(75.77,147)	17.4	(88.23,147)	19.8	(100.84,147)	20.8						12
無瑕疵\9	(75.3,144)	7.8	(88.33,144)	13.4	(100.76,144)	18.6						12
無瑕疵\10	(71.75,146)	14.54	(84.34,146)	10.54	(96.99,146)	8.72						13
無瑕疵\11	(76.31,144.14)	19.2	(88.48,144.54)	10.2	(101.17,144.97)	30.4						13
無瑕疵\12	(75.28,150)	9.45	(99.82,150)	13.45							誤判	12
無瑕疵\13	(76.19,150)	12	(88.15,150)	8.81	(100.94,150)	10.81						14
無瑕疵\14	(88.36,162.14)	13.6	(101.08,162.5)	21.8	(113.91,162.85)	23.4						15
無瑕疵\15	(78.15,156.1)	17.6	(91.01,156.53)	17.4	(103.16,156.93)	9.2						12
無瑕疵\16	(79.24,145.1)	9.4	(91.14,145.5)	15.8	(103.26,145.9)	14.6						14
無瑕疵\17	(79.27,160)	20.6	(91.26,160)	12	(103.73,160)	22.4						13
無瑕疵\18	(74.32,153)	9.8	(87.26,153)	17.2	(99.56,153)	9.2						12
無瑕疵\19	(81.47,142.16)	18	(93.95,142.47)	20	(106.45,142.78)	14.6						12
無瑕疵\20	(79.85,151.33)	12.4	(92.34,152.04)	15.8	(105.09,152.77)	17.6						11
無瑕疵\21	(81.16,147.44)	13.6	(89.76,147.9)	8.2	(93.99,148.13)	25.2	(97.89,148.34)	7	(106.56,148.81)	12.4	誤判	12
無瑕疵\22	(81.01,163.22)	7.4	(93.65,163.59)	12.2	(105.86,163.93)	15.8						13
無瑕疵\23	(85.12,151.73)	15	(97.46,152.74)	16.8	(110.07,153.76)	18						14
無瑕疵\24	(79.06,156.92)	11.8	(91.15,156.51)	20.8	(103.74,156.07)	25						15
無瑕疵\25	(79.37,150.91)	11.4	(92.1,150.47)	17.2	(104.53,150.05)	7						12
無瑕疵\26	(79.03,150.92)	15.4	(92.28,150.47)	10.4	(104.23,150.06)	18.2						12
無瑕疵\27	(79.18,146)	21.6	(91.66,146)	15.2	(103.92,146)	20						12
無瑕疵\28	(79.21,147)	11.8	(92.38,147)	12.6	(104.25,147)	17.8						13
無瑕疵\29	(79.2,144)	10.4	(92.3,144)	8.4	(104.22,144)	21.4						13
無瑕疵\30	(75.26,147.84)	18	(87.71,147.49)	18.2	(100,147.14)	23.4						12
無瑕疵\31	(75.07,144.83)	18.6	(87.29,144.44)	15.6	(99.7,144.04)	29.8						14

無瑕疵\32	(75.14,145)	14.6	(87.3,145)	19	(99.87,145)	25.6						12
無瑕疵\33	(76.21,152.84)	15.2	(88.19,152.49)	15.4	(100.82,152.12)	26.8						12
無瑕疵\34	(75.26,147)	12.8	(87.19,147)	14.2	(99.84,147)	29.2						13
無瑕疵\35	(75.72,148)	17	(87.32,148)	10	(99.31,148)	13						13
無瑕疵\36	(75.37,145.21)	7	(87.26,145.56)	13.6	(99.83,145.93)	25.2						12
無瑕疵\37	(75.5,147.22)	13	(87.25,147.56)	12.2	(99.71,147.93)	17.4						14
無瑕疵\38	(74.18,144.18)	27.6	(86.16,144.53)	15.8	(98.91,144.9)	22.4						12
無瑕疵\39	(75.3,144.13)	20.4	(86.88,144.49)	15	(99.3,144.88)	24						12
無瑕疵\40	(75.33,150.13)	10.4	(79.23,150.25)	9.6	(82.62,150.36)	9.8	(100.14,150.91)	19.8			誤判	13
無瑕疵\41	(75.68,148.14)	16.4	(88.27,148.53)	11	(100.85,148.93)	17.2						13
無瑕疵\42	(74.04,146.09)	14.6	(86.33,146.47)	9.6	(99.02,146.87)	17.6						12
無瑕疵\43	(74.05,149.64)	9	(86.93,149)	12	(99.15,148.39)	19.8						14
無瑕疵\44	(75.7,144.14)	18.4	(87.96,144.53)	11.2	(100.38,144.91)	17.6						12
無瑕疵\45	(74.7,146.14)	19.73	(87.1,146.51)	9.33	(99.55,146.89)	21.73						13
無瑕疵\46	(73.32,147.16)	17.26	(86.05,147.54)	18.06	(98.14,147.91)	18.53						15
無瑕疵\47	(76.71,147.2)	20.53	(89.38,147.58)	16	(101.73,147.96)	12.66						12
無瑕疵\48	(75.24,146.15)	21.33	(88.5,146.56)	15.26	(100.44,146.92)	9.93						16
無瑕疵\49	(75.22,148.15)	18.86	(88.24,148.55)	16.6	(100.05,148.91)	7.6						14
無瑕疵\50	(74.24,148.12)	24	(87.03,148.51)	15.33	(99.12,148.88)	11.13						15
無瑕疵\51	(75,148.15)	25.46	(87.91,148.54)	11.26	(99.99,148.9)	12.8						12
無瑕疵\52	(74.29,149)	7.8	(86.89,149)	13.6	(99.12,149)	14.4						12
無瑕疵\53	(75.24,146.15)	14.13	(87.91,146.54)	18.4	(99.94,146.9)	16.6						13
無瑕疵\54	(75.08,147)	15.86	(87.69,147)	21.4	(99.99,147)	8.8						13
無瑕疵\55	(74.34,148)	14.8	(87.43,148)	14.93	(99.55,148)	7.73						12
無瑕疵\56	(75.18,145)	20	(87.14,145)	13.4	(99.85,145)	25.6						14
無瑕疵\57	(73.48,151.14)	9	(86.5,151.5)	13.8	(98.86,151.83)	14						15
無瑕疵\58	(73.99,149.18)	14.8	(86.3,149.52)	11.2	(98.78,149.85)	11.2						12
無瑕疵\59	(74.1,148.16)	14.8	(86.07,148.48)	25	(98.82,148.83)	13						14
無瑕疵\60	(69.56,152.04)	14.6	(88.11,152.54)	15.4	(92,152.64)	8	(101.06,152.89)	12			誤判	13
無瑕疵\61	(77.42,145.2)	17	(89.99,145.54)	21	(102.24,145.87)	24.2						12
無瑕疵\62	(75.37,146.19)	11.6	(88.14,146.54)	14.2	(100.22,146.87)	15						12
無瑕疵\63	(85.28,158.2)	20.8	(98.1,158.55)	10	(109.98,158.88)	19.2						11
無瑕疵\64	(79.22,149.79)	17.8	(91.78,148.65)	13.2	(104.04,147.54)	24.6						12
無瑕疵\65	(85.37,160.42)	17	(98.01,161.14)	13.4	(110.19,161.83)	18.2						13
無瑕疵\66	(86.78,157.16)	8.8	(99.7,157.51)	17	(112.11,157.86)	19.8						14
無瑕疵\67	(77.04,149)	12.4	(89.32,149)	11.6	(101.85,149)	9.6						15
無瑕疵\68	(79.24,160)	14.8	(92.11,160)	12.4	(104.23,160)	18.4						12

無瑕疵\69	(91.35,148)	21	(104.3,148)	15.6	(116.86,148)	19						11
無瑕疵\70	(78.11,154)	18	(91.13,154)	14.4	(103.25,154)	12						12
無瑕疵\71	(95.07,162)	18.4	(107.64,162)	13.6	(120.01,162)	14.2						13
無瑕疵\72	(90.1,149)	20.8	(102.7,149)	10.6	(114.93,149)	14						12
無瑕疵\73	(94.64,162)	16.2	(107.26,162)	16.4	(119.81,162)	14						13
無瑕疵\74	(77.42,162)	23	(90.28,162)	12.8	(102.57,162)	15.8						15
無瑕疵\75	(82.03,146.79)	12.6	(94.17,146.45)	15.6	(106.61,146.09)	20.2						12
無瑕疵\76	(83.15,147.45)	21.6	(95.62,148.55)	8	(108.14,149.66)	26.4						16
無瑕疵\77	(78.76,160)	15.6	(90.01,160)	14.2	(102.85,160)	27.2						14
無瑕疵\78	(94.36,159.12)	16.4	(106.74,159.49)	8.4	(119.51,159.86)	20.8						15
無瑕疵\79	(80.34,148)	18.4	(92.96,148)	20.4	(105.46,148)	20.6						12
無瑕疵\80	(90.21,160.83)	18.4	(101.95,160.47)	15.6	(114.88,160.06)	28.4						12
無瑕疵\81	(78,160)	15.4	(89.05,160)	16.6	(101.94,160)	26.6						13
無瑕疵\82	(91.18,150)	16.6	(104.15,150)	22	(116.81,150)	19.4						13
無瑕疵\83	(77.45,161)	18.2	(89.07,161)	16	(102.06,161)	26.8						12
無瑕疵\84	(77.61,161)	17.2	(90.48,161)	11.4	(102.95,161)	20.2						14
無瑕疵\85	(92.16,146.1)	18	(105.22,146.54)	11	(117.18,146.93)	20.4						15
無瑕疵\86	(77.35,161)	13.8	(90.22,161)	16.6	(102.82,161)	18						12
無瑕疵\87	(92.28,158.42)	12.6	(104.41,159.14)	10	(116.99,159.88)	18.6						14
無瑕疵\88	(78.05,146.12)	18.6	(91.03,146.53)	10.2	(103.16,146.91)	18.8						13
無瑕疵\89	(84.29,146.44)	13	(96.65,147.11)	12	(109.07,147.78)	26.8						12
無瑕疵\90	(86.28,153)	16.8	(99.37,153)	7.6	(111.02,153)	19						12
無瑕疵\91	(78.43,161)	9.6	(90.56,161)	12.2	(103.09,161)	25.6						11
無瑕疵\92	(95.82,160)	12.2	(107.21,160)	12	(120.06,160)	29.2						12
無瑕疵\93	(78.85,145)	18	(90.02,145)	15.6	(102.9,145)	28.8						13
無瑕疵\94	(82.14,153.37)	21	(95.03,154.15)	12	(107.38,154.9)	13						14
無瑕疵\95	(92.18,160.74)	18.8	(105.23,159.95)	13.6	(117.33,159.22)	16.8						15
無瑕疵\96	(78.62,144.13)	12.6	(90.25,144.47)	12.4	(102.8,144.84)	18						12
無瑕疵\97	(82.57,160)	11	(93.98,160)	12.2	(106.01,160)	21.6						11
無瑕疵\98	(87.07,150.25)	20	(99.84,148.91)	14.2	(112.01,147.62)	18.4						13
無瑕疵\99	(77.25,157)	20	(90.24,157)	12	(102.7,157)	15.4						12
無瑕疵\100	(81.01,160.22)	15.2	(93.06,158.88)	12.8	(105.86,157.45)	9.8						14
無瑕疵\101	(80.31,160.17)	13.4	(93.21,160.51)	11	(105.24,160.84)	17.6						12
無瑕疵\102	(80.5,158.52)	15.6	(93.48,159.58)	9.4	(105.47,160.55)	15						13
無瑕疵\103	(91.94,146.22)	21	(104.87,146.58)	14.4	(117.22,146.92)	16.2						12
無瑕疵\104	(91.77,155)	7	(102.82,155)	13.8	(115.11,155)	13.6						13
無瑕疵\105	(80.19,156)	15.2	(93.31,156)	16.8	(105.79,156)	14.6						15

無瑕疵\106	(77.46,149)	13.2	(90.37,149)	19.4	(102.99,149)	18.6						12
無瑕疵\107	(88.28,149.34)	9.2	(100.88,149.94)	12.8	(113.08,150.52)	18.2						16
無瑕疵\108	(81.43,156.79)	15.6	(94.42,156)	13	(106.78,155.25)	21.2						14
無瑕疵\109	(74.33,166.91)	14.8	(88.02,166.08)	10.4	(99.74,165.37)	14.2						15
無瑕疵\110	(87.06,161.57)	21.2	(100.93,160.73)	8.2	(112.36,160.03)	9.2						12
無瑕疵\111	(72.92,161)	20.8	(85.01,161)	10.2	(97.18,161)	18.2						12
無瑕疵\112	(88.05,163)	18.4	(100.42,163)	9.4	(112.91,163)	14.2						13
無瑕疵\113	(72.6,162)	19.2	(85.12,162)	13.8	(97.45,162)	10.4						13
無瑕疵\114	(88.88,150.82)	11	(101.07,150.46)	17.2	(113.67,150.09)	13.2						12
無瑕疵\115	(72.33,164)	14	(85.25,164)	14.2	(101.9,164)	7.8						14
無瑕疵\116	(87.31,163.9)	11.2	(100.22,163.52)	15.6	(112.41,163.16)	8						15
無瑕疵\117	(72.77,166.94)	10	(85.77,166.56)	8.6	(97.73,166.21)	8.2						12
無瑕疵\118	(89.18,150)	17	(102.15,150)	17.6	(114.3,150)	8						14
無瑕疵\119	(76.43,161.82)	21.6	(89.03,161.48)	10.8	(105.31,161.04)	7						13
無瑕疵\120	(72.75,161.89)	22.2	(85.4,161.54)	9.2	(97.67,161.2)	7						12
無瑕疵\121	(88.15,156.19)	15.8	(99.95,156.9)	10	(112.86,157.68)	12.4						12
無瑕疵\122	(73.22,152)	23.6	(85.11,152)	10.6	(97.93,152)	12						11
無瑕疵\123	(84.02,159.19)	20	(96.07,159.97)	16	(108.72,160.78)	9.2						12
無瑕疵\124	(72.43,151)	17.4	(85,151)	14.8							誤判	13
無瑕疵\125	(75.15,151)	7.4	(87.45,151)	13.8	(99.97,151)	14.4						14
無瑕疵\126	(73.48,161)	13.2	(86.1,161)	16	(98.4,161)	15.2						15
無瑕疵\127	(76.44,149)	9	(89.22,149)	10	(101.3,149)	8.6						12
無瑕疵\128	(78.31,163.13)	12	(91.17,163.55)	20.6	(103.88,163.96)	15.4						12
無瑕疵\129	(73.69,156.94)	15.6	(93.05,155.32)	8.8	(105.83,154.26)	10.6						12
無瑕疵\130	(87.4,146.3)	14.8	(100.33,147.04)	12.2	(112.7,147.75)	17						11
無瑕疵\131	(75.5,147.64)	7.6	(87.42,147)	9.4	(99.87,146.33)	27						12
無瑕疵\132	(75.18,152.55)	20.2	(87.24,151.9)	15.4	(99.9,151.22)	16.6						12
無瑕疵\133	(72.27,166)	17.8	(85.82,166)	11.6	(97.8,166)	8						12
無瑕疵\134	(86.12,148)	22	(98.07,148)	14	(110.91,148)	11.8						14
無瑕疵\135	(86.46,167)	14.4	(99.57,167)	8.8	(112.01,167)	17.4						13
無瑕疵\136	(83.23,152.79)	17.2	(96.17,151.98)	20.6	(108.88,151.19)	18.2						12
無瑕疵\137	(91.38,157)	13.8	(104.09,157)	16.4	(116.36,157)	16.6						12
無瑕疵\138	(73.25,148)	16.2	(86.64,148)	11.2	(98.51,148)	13.6						11
無瑕疵\139	(86.03,160.87)	13.8	(98.82,160.49)	14.8	(111.02,160.12)	8.4						12
無瑕疵\140	(72.93,163)	14.6	(85.99,163)	15	(98.2,163)	11.8						13
無瑕疵\141	(88.06,149.7)	18.8	(101.03,148.93)	14	(113.19,148.22)	16.6						14
無瑕疵\142	(73.27,162)	13.4	(86.14,162)	12.2	(98.1,162)	17.2						15

無暇疵\143	(89.87,162)	11.8	(103.15,162)	12.2	(115.04,162)	8.8						12
無暇疵\144	(74.27,150)	13.6	(87.34,150)	9.4	(99.11,150)	17.8						14
無暇疵\145	(90.2,162)	18	(103.09,162)	12.6	(115.32,162)	17.2						13
無暇疵\146	(74.34,145)	13	(87.07,145)	12.4	(99.15,145)	21.4						12
無暇疵\147	(78.78,148)	12.8	(90.23,148)	13.2	(102.61,148)	18						12
無暇疵\148	(76.35,149.17)	18.6	(88.08,149.48)	10.8	(100.94,149.83)	22.6						11
無暇疵\149	(81.1,163.62)	12.8	(94.06,162.84)	11.2	(105.88,162.12)	14.6						12
無暇疵\150	(74.28,147)	20.2	(87.11,147)	21.6	(99.48,147)	18						13
無暇疵\151	(88.45,154)	11.8	(101.2,154)	14.4	(113.75,154)	20.8						14
無暇疵\152	(73.23,150)	22.2	(85.34,150)	9							誤判	15
無暇疵\153	(82.01,161.85)	16	(95.23,161.46)	14.2	(107.38,161.1)	13						12
無暇疵\154	(75.07,150)	20.8	(87.07,150)	13.6	(99.82,150)	7.4						13
無暇疵\155	(74.39,164)	16.2	(87.46,164)	9.4	(99.78,164)	10.2						12
無暇疵\156	(89.31,161.84)	7.4	(101.77,161.47)	17.2	(114.05,161.11)	26.8						12
無暇疵\157	(76.91,162)	8.8	(89.28,162)	12.4							誤判	12
無暇疵\158	(74.04,146.86)	18.4	(86.06,146.48)	20.2	(98.96,146.06)	28.4						13
無暇疵\159	(75.32,155.92)	7.6	(88.25,155.5)	16.8	(100.74,155.1)	15.8						13
無暇疵\160	(79.42,145.22)	12.8	(92.08,146.07)	9	(104.19,146.87)	19.6						15

有瑕疵混料檢測數據

待測元件 編號	第一邊緣變化	像素 變化值	第二邊緣變化	像素變 化值 2	第三邊緣變化	像素變 化值 3	第四邊緣變化	像素變 化值 4	第五邊緣變化	像素變 化值 5	檢測 結果	檢測時 間(ms)
有瑕疵\1	(75.31,149)	7.6	(80.38,149)	7.8	(87.01,149)	8.4	(92.5,149)	12.2	(97.67,149)	15.4		12
有瑕疵\2	(76.74,148)	8	(82.29,148)	12.33	(87.79,148)	13	(93.74,148)	13.33	(98.27,148)	7.66		15
有瑕疵\3	(82.2,150)	7.6	(87.98,150)	13.2	(93.91,150)	7					漏檢	13
有瑕疵\4	(82.64,143.6)	13	(88.5,144.13)	8	(94.44,144.67)	9	(100.64,145.24)	13	(106.44,145.76)	9		13
有瑕疵\5	(82.28,149)	10.8	(87.15,149)	14	(93.09,149)	19.2	(99.18,149)	7	(104.39,149)	11.6		12
有瑕疵\6	(77.95,149)	23.8	(82.95,149)	21.4	(89.21,149)	19.4	(95.39,149)	9.4	(100.95,149)	30.8		14
有瑕疵\7	(78.02,149)	9.6	(82.82,149)	8.8	(90.07,149)	12.4	(95.91,149)	17.2	(100.86,149)	13		12
有瑕疵\8	(77.88,148)	15.8	(83.27,148)	13.6	(89.39,148)	9.2	(95.84,148)	9	(100.74,148)	14		14
有瑕疵\9	(83.99,150)	11.4	(90.56,150)	7.6	(96.71,150)	8.4	(102.04,150)	11.8			漏檢	13
有瑕疵\10	(76.96,146)	13.2	(82.05,146)	19.2	(89.12,146)	9	(94.98,146)	21.6	(99.83,146)	7.6		13
有瑕疵\11	(79,146.09)	9.2	(84.24,146.26)	13.4	(90.87,146.47)	14.6	(97.05,146.67)	19.2	(101.93,146.83)	12.6		12
有瑕疵\12	(73.35,152)	7	(78.81,152)	19	(84.02,152)	12	(90.74,152)	25	(95.63,152)	13		14
有瑕疵\13	(77.12,147)	10	(83,147)	15	(88.86,147)	21	(94.95,147)	19	(100.07,147)	23		12
有瑕疵\14	(78.94,151)	15	(83.98,151)	22	(90.35,151)	22	(96.5,151)	11	(101.91,151)	8		12
有瑕疵\15	(79.07,151)	12	(84.64,151)	14	(91.14,151)	17	(97.19,151)	17	(102.13,151)	9		13
有瑕疵\16	(75.07,150)	19	(80.5,150)	8	(86.92,150)	15	(93.03,150)	14	(98.23,150)	18		13
有瑕疵\17	(76.88,150)	11	(81.97,150)	28	(88.5,150)	13	(94.75,150)	12	(99.88,150)	20		12
有瑕疵\18	(76.14,149)	19	(81.89,149)	7	(88.04,149)	29	(93.94,149)	21	(99.84,149)	17		14
有瑕疵\19	(75.09,151)	12	(80.4,151)	8	(86.35,151)	24	(92.92,151)	8	(97.97,151)	12		12
有瑕疵\20	(78.12,151)	14	(83.28,151)	14	(89.41,151)	11	(95.96,151)	19	(100.89,151)	12		13
有瑕疵\21	(74.75,151)	7	(80.77,151)	14	(86.38,151)	10	(92.41,151)	12	(97.83,151)	9		15
有瑕疵\22	(83.04,148)	8.14	(88,148)	15.57	(93.96,148)	15.57	(100.09,148)	15	(105.1,148)	12		12
有瑕疵\23	(79.07,150)	13.14	(84.11,150)	12.57	(90.29,150)	11.42	(96.87,150)	11	(101.98,150)	16.14		16
有瑕疵\24	(83.08,154)	10.33	(89.17,154)	7.33	(95.04,154)	13					漏檢	14
有瑕疵\25	(81.16,150)	9	(86.86,150)	15	(93.38,150)	14	(99.28,150)	18	(104.17,150)	9		15
有瑕疵\26	(78.56,151)	11	(84.31,151)	8	(90.05,151)	16	(96.16,151)	22	(101.73,151)	9		12
有瑕疵\27	(78.88,151)	14	(84.3,151)	21	(89.83,151)	24	(96.36,151)	12	(101.17,151)	21		12
有瑕疵\28	(82.34,149)	8	(87.68,149)	9	(93.71,149)	12	(99.96,149)	13	(105.27,149)	15		13
有瑕疵\29	(83,154)	18	(88.95,154)	18	(96.04,154)	7	(101.77,154)	7			漏檢	13
有瑕疵\30	(78.41,154)	8	(84.12,154)	21	(90.06,154)	17	(96.03,154)	11	(102.5,154)	7		12
有瑕疵\31	(78.97,159)	8	(84.04,159)	16	(91.73,159)	9	(96.01,159)	21	(101.73,159)	8		14
有瑕疵\32	(81.84,154)	11.4	(87.19,154)	15	(93.13,154)	17.4	(99.87,154)	12.4	(104.88,154)	13.4		15
有瑕疵\33	(79.26,153)	9	(85.17,153)	13.2	(91.17,153)	11.2	(97.33,153)	16.2	(102.61,153)	7.2		12



有瑕疵\34	(80.94,150)	8.2	(86.46,150)	10.4	(92.6,150)	11.6	(98.95,150)	25	(104.05,150)	10.8		14
有瑕疵\35	(83.02,151)	12.6	(88.02,151)	14.2	(94.41,151)	10.2	(100.99,151)	13.6	(105.74,151)	10.2		13
有瑕疵\36	(80.99,155)	8.6	(87.48,155)	9.4	(92.26,155)	12.6	(97.97,155)	13	(103.87,155)	7.2		12
有瑕疵\37	(84.29,155.39)	8.2	(89.23,154.91)	14.2	(95.05,154.34)	16	(100.96,153.77)	10.2	(106.1,153.28)	11.6		12
有瑕疵\38	(89.94,152.99)	9.2	(96.24,153.36)	7.6							漏檢	11
有瑕疵\39	(80.46,151)	7	(86.3,151)	10	(92.24,151)	10	(98.55,151)	13.8	(103.57,151)	8.4		12
有瑕疵\40	(80.1,167)	9.33	(86.18,167)	9	(92.26,167)	11.66	(98.43,167)	16.33	(103.51,167)	8.33		13
有瑕疵\41	(81.9,148)	7.33	(86.98,148)	17.33	(93.25,148)	7.33	(99.67,148)	10	(104.36,148)	8.33		14
有瑕疵\42	(80.43,148)	8	(85.63,148)	8.33	(91.36,148)	10	(98.04,148)	17.33	(103.05,148)	18		15
有瑕疵\43	(80.46,149)	9.8	(85.66,149)	8.6	(91.44,149)	10.6	(98.06,149)	14.8	(102.97,149)	17		12
有瑕疵\44	(91.14,158)	7	(97.05,158)	7.85	(102.96,158)	9	(109.03,158)	16.14	(114.16,158)	9.28		13
有瑕疵\45	(82.08,166)	16.85	(87.6,166)	7.42	(93.24,166)	15.28	(99.85,166)	14	(105.06,166)	13.14		15
有瑕疵\46	(89.17,169)	13.28	(94.09,169)	9.85	(100.91,169)	7.71	(106.83,169)	14.85	(111.93,169)	11.42		12
有瑕疵\47	(95.17,152)	11	(100.53,152)	8.14	(107.06,152)	10.42	(112.94,152)	17.14	(117.9,152)	11.57		16
有瑕疵\48	(81.08,164)	12	(86.95,164)	16	(93.12,164)	7	(100.08,164)	12	(104.21,164)	16		14
有瑕疵\49	(96.34,165)	11	(101.33,165)	8	(107.39,165)	10	(113.16,165)	12	(118.77,165)	15		15
有瑕疵\50	(78.86,166)	11	(84.98,166)	16	(91.07,166)	16	(97.32,166)	16	(102.18,166)	11		12
有瑕疵\51	(79.86,166)	11	(85.98,166)	15	(92.07,166)	13.2	(98.32,166)	11.8	(103.18,166)	11		12
有瑕疵\52	(80.13,160)	10	(86.62,160)	8	(91.89,160)	16	(97.8,160)	11	(103,160)	8		14
有瑕疵\53	(79.85,156)	7	(86.31,156)	9	(92.12,156)	16	(97.97,156)	21	(102.86,156)	11		15
有瑕疵\54	(79.11,154)	7	(84.14,154)	14	(89.95,154)	18	(96.16,154)	18	(101.21,154)	7		12
有瑕疵\55	(81.06,166)	7	(85.21,166)	16	(90.77,166)	12	(96.87,166)	15	(101.86,166)	16		12
有瑕疵\56	(84.77,161.37)	9	(90.03,161.71)	20	(95.67,162.07)	14	(101.95,162.48)	24	(107.28,162.82)	13		13
有瑕疵\57	(79.12,165)	13	(90.92,165)	15	(97.05,165)	15	(102.23,165)	17			漏檢	13
有瑕疵\58	(85.92,162)	12	(91.28,162)	13	(97.5,162)	8	(103.33,162)	12	(108.21,162)	9		12
有瑕疵\59	(84.13,162)	14	(89.16,162)	13	(95.06,162)	12	(101.78,162)	8	(107.08,162)	7		14
有瑕疵\60	(82.02,161)	16	(87.09,161)	17	(93.13,161)	12.8	(99.27,161)	12.2	(104.74,161)	10.4		15
有瑕疵\61	(79.96,161)	15	(85.4,161)	14	(92.02,161)	18	(98.21,161)	15	(103.07,161)	8		12
有瑕疵\62	(82.03,158)	10	(88.04,158)	11	(94.15,158)	13	(100.11,158)	9	(105.13,158)	14		14
有瑕疵\63	(79.86,169)	7	(85.25,169)	21	(91.33,169)	18	(97.32,169)	11	(103.01,169)	11		13
有瑕疵\64	(83.11,165.35)	10	(88.09,165.69)	18	(94.13,166.11)	12	(100.08,166.52)	18	(105.89,166.92)	16		12
有瑕疵\65	(81.64,117.74)	11	(87.31,117.19)	29	(93.21,116.62)	15	(99.98,115.96)	20	(105.24,115.45)	19		12
有瑕疵\66	(80.08,165)	10	(85.1,165)	18	(91.26,165)	21	(98.03,165)	8	(102.86,165)	12		11
有瑕疵\67	(80.31,153.6)	7	(84.93,153.31)	10	(91.85,152.88)	12	(97.24,152.54)	10	(102.43,152.22)	12		12
有瑕疵\68	(82.19,161)	14.66	(88.17,161)	7.33	(94.12,161)	10.33	(100,161)	18	(105.04,161)	10.66		13
有瑕疵\69	(83.9,160.32)	11.66	(90.01,160.73)	13	(95.5,161.1)	7	(101.5,161.5)	12.66	(106.83,161.85)	17.33		14
有瑕疵\70	(89.11,155.77)	13.66	(93.78,154.84)	7.66	(99.99,153.6)	11	(106.02,152.39)	14	(111.02,151.39)	16.66		15

有瑕疵\71	(97.98,159.9)	7.66	(103.93,159.3)	9.33	(109.94,158.7)	7.66	(115.2,158.17)	12.66			漏檢	12
有瑕疵\72	(83.68,147)	8	(88.43,147)	7.33	(95.12,147)	7	(101.15,147)	12.33	(106.42,147)	10		14
有瑕疵\73	(85.94,170.6)	7.66	(91.4,170.05)	8	(97.42,169.45)	11.33	(103.18,168.88)	12	(108.88,168.31)	17		12
有瑕疵\74	(88.18,162)	7.66	(93.72,162)	12.66	(99.31,162)	14	(105.81,162)	15	(110.73,162)	16		11
有瑕疵\75	(85.72,150.42)	11	(90.97,150.74)	18.33	(97.19,151.13)	7.33	(103.07,151.5)	14	(108.26,151.82)	9.33		12
有瑕疵\76	(88.97,152)	7.33	(95.09,152)	7.66	(101.29,152)	11.33					漏檢	13
有瑕疵\77	(83.94,129.4)	8	(89.19,128.76)	12.66	(94.98,128.06)	8	(100.18,127.43)	13.66	(107.03,126.6)	7		15
有瑕疵\78	(83.37,149.44)	8.33	(89.09,149.79)	9.66	(94.46,150.11)	10.66	(101.04,150.51)	19	(106.04,150.82)	13.66		12
有瑕疵\79	(80.08,150)	12	(85.67,150)	11	(91.96,150)	18	(97.85,150)	16	(102.92,150)	9		16
有瑕疵\80	(79.78,166)	8	(84.75,166)	15	(90.95,166)	16	(97.14,166)	11	(102.19,166)	20		14
有瑕疵\81	(81.22,165)	8	(86.07,165)	20	(92.78,165)	17	(98.94,165)	20	(104,165)	9		15
有瑕疵\82	(82.12,167.21)	12.33	(87.12,167.36)	16	(93.34,167.55)	7.66	(99.04,167.72)	8.66	(103.95,167.87)	15.33		12
有瑕疵\83	(80.11,151.15)	11.66	(85.06,151.3)	9	(91.94,151.51)	13.33	(98.06,151.69)	13.66	(102.93,151.84)	8		12
有瑕疵\84	(87.13,145)	7.33	(92.09,145)	15	(98.16,145)	18	(104.5,145)	9.33	(109.98,145)	12.66		13
有瑕疵\85	(79.08,169)	18	(84.93,169)	7	(90.87,169)	15	(97.09,169)	18	(102.33,169)	10		13
有瑕疵\86	(89.3,158.81)	10	(93.87,158.65)	18	(100.14,158.44)	18	(107.6,158.18)	8	(111.63,158.04)	13		12
有瑕疵\87	(88.27,165.31)	9	(99.78,165.71)	10	(104.87,165.89)	14					漏檢	14
有瑕疵\88	(85.14,162.43)	15	(90.86,163.22)	8	(96.77,164.03)	20	(103.2,164.92)	12	(108.79,165.69)	10		15
有瑕疵\89	(80.62,174.18)	7	(86.97,174.36)	11	(91.7,174.49)	8	(96.39,174.62)	9			漏檢	12
有瑕疵\90	(88.5,159.23)	7	(92.86,159.35)	10	(99.04,159.52)	16	(104.67,159.68)	13	(109.75,159.82)	16		14
有瑕疵\91	(80.21,153.12)	10	(85.88,153.29)	16	(92.29,153.49)	16	(97.86,153.66)	18	(103.04,153.81)	21		13
有瑕疵\92	(93.36,166)	13	(98.77,166)	19	(105.14,166)	19	(111.79,166)	9	(116.77,166)	15		12
有瑕疵\93	(79.83,155)	7	(85.98,155)	15	(91.91,155)	18	(97.86,155)	9	(104.02,155)	10		12
有瑕疵\94	(79.63,161)	12	(84.63,161)	14	(91.09,161)	13	(97.03,161)	14	(102.72,161)	9		11
有瑕疵\95	(78.95,167)	10	(84.05,167)	10	(89.95,167)	12	(96.73,167)	12	(102.28,167)	9		12
有瑕疵\96	(98.21,165.98)	13									漏檢	13
有瑕疵\97	(81.13,148.22)	13	(86.19,148.38)	20	(93.01,148.59)	14	(98.58,148.76)	8	(103.58,148.92)	8		14
有瑕疵\98	(80.17,169.19)	16	(85.07,169.34)	11	(91.92,169.56)	8	(97.95,169.74)	16	(103.09,169.9)	9		15
有瑕疵\99	(82.97,169)	13	(89.94,169)	8	(94.66,169)	15	(101.23,169)	11	(106.01,169)	12		12
有瑕疵\100	(78.18,168)	14	(84.05,168)	16	(91.4,168)	13	(96.35,168)	10	(101.38,168)	15		12
有瑕疵\101	(83.38,146)	12	(89.3,146)	10	(95.92,146)	7	(101.06,146)	21	(106,146)	10		15
有瑕疵\102	(92.29,163)	10	(98.27,163)	20	(103.9,163)	19	(110.04,163)	22	(115.07,163)	7		12
有瑕疵\103	(82.92,160)	8	(88.31,160)	9	(94.43,160)	8	(100.79,160)	20	(105.95,160)	14		11
有瑕疵\104	(83,165)	16	(89.11,165)	12	(94.13,165)	7	(101.03,165)	15	(106,165)	10		12
有瑕疵\105	(81.91,165)	21	(87.23,165)	18	(93.75,165)	15	(99.95,165)	25	(105.32,165)	9		13
有瑕疵\106	(88.75,155.38)	10	(94.38,155.97)	17	(101.81,156.73)	12	(106.78,157.25)	18	(111.82,157.77)	18		15
有瑕疵\107	(83.12,162)	15	(87.82,162)	20	(93.97,162)	14	(101.27,162)	14	(106.24,162)	15		12

有瑕疵\108	(87.34,165.23)	11	(91.98,165.38)	17	(98.12,165.58)	18	(103.91,165.77)	19	(110.12,165.97)	18		16
有瑕疵\109	(82.68,168)	13	(86.03,168)	19	(92.06,168)	13	(98.25,168)	17	(103.02,168)	14		14
有瑕疵\110	(83.19,168)	14	(89.34,168)	21	(95,168)	15	(100.93,168)	14	(106.82,168)	16		15
有瑕疵\111	(87.11,162.13)	20	(92.85,162.31)	17	(98.64,162.5)	9	(104.71,162.7)	10	(110.2,162.87)	16		12
有瑕疵\112	(79.98,157)	11	(86.25,157)	7	(91.89,157)	15	(98.16,157)	21	(102.85,157)	16		12
有瑕疵\113	(80.4,167.15)	10	(85.24,167.33)	16	(91.83,167.56)	21	(97.98,167.78)	21	(103.09,167.96)	8		13
有瑕疵\114	(80.29,168.11)	7	(86,168.32)	13	(97.22,168.72)	13					漏檢	13
有瑕疵\115	(81.04,165.14)	19	(86.04,165.32)	19	(92.27,165.54)	11	(99.21,165.79)	12	(103.73,165.95)	9		12
有瑕疵\116	(80.03,157.8)	8	(86.86,157.58)	10	(91.77,157.42)	12	(98.12,157.22)	10	(102.98,157.06)	12		14
有瑕疵\117	(81.2,163.79)	9	(86.76,163.62)	11	(93.33,163.4)	9	(99.3,163.21)	15	(104.38,163.05)	13		15
有瑕疵\118	(81,167.8)	7	(86.7,167.62)	11	(91.89,167.45)	11	(97.91,167.26)	23	(103.09,167.09)	8		12
有瑕疵\119	(82.06,162.83)	26	(87.18,162.67)	19	(93.13,162.47)	18	(99.98,162.25)	21	(105.06,162.09)	16		14
有瑕疵\120	(85.9,163.77)	9	(90.08,163.64)	11	(97.14,163.41)	15	(103.02,163.22)	11	(108.7,163.04)	7		13
有瑕疵\121	(80.83,166.94)	9	(85.98,166.77)	16	(93.27,166.53)	8	(98.45,166.37)	9	(104.03,166.19)	19		12
有瑕疵\122	(83.29,166)	20	(89.07,166)	13	(95.5,166)	8	(100.93,166)	14	(106.92,166)	14		12
有瑕疵\123	(81.98,148)	8	(86.85,148)	18	(93.04,148)	11	(98.98,148)	19	(104.19,148)	18		11
有瑕疵\124	(90.39,163)	8	(96.18,163)	13	(102.14,163)	13	(107.82,163)	15	(113.11,163)	13		12
有瑕疵\125	(80.96,150)	11	(85.85,150)	8	(92.4,150)	7	(98.13,150)	13	(103.78,150)	13		13
有瑕疵\126	(79.01,149)	10	(84.97,149)	9	(90.95,149)	12	(97.19,149)	18	(102.26,149)	8		14
有瑕疵\127	(84.18,147)	11	(89.21,147)	24	(95.64,147)	10	(101.45,147)	10	(107.06,147)	16		15
有瑕疵\128	(80.03,152)	11	(86.09,152)	10	(91.34,152)	15	(98.33,152)	8	(102.89,152)	12		12
有瑕疵\129	(80.39,166)	11	(85.86,166)	15	(91.6,166)	9	(98.13,166)	10	(103.19,166)	10		12
有瑕疵\130	(88.08,149.57)	8	(92.93,149.27)	17	(99.85,148.85)	14	(105.24,148.53)	8	(110.78,148.19)	13		12
有瑕疵\131	(81.76,150.94)	13	(86.87,150.78)	24	(92.85,150.59)	11	(100.13,150.37)	8	(104.94,150.22)	12		12
有瑕疵\132	(78.68,163)	7	(83.64,163)	12	(90.34,163)	15	(96.55,163)	8	(100.14,163)	8		13
有瑕疵\133	(80.29,149)	14	(86,149)	19	(92.2,149)	20	(98.34,149)	15	(102.9,149)	16		11
有瑕疵\134	(81.01,159)	14	(86.84,159)	13	(92.86,159)	16	(99.31,159)	16	(103.97,159)	9		14
有瑕疵\135	(80.04,164)	7	(85.7,164)	13	(92,164)	15	(97.91,164)	9	(103.08,164)	14		13
有瑕疵\136	(80.83,162)	7	(85.94,162)	15	(92.11,162)	18	(98.21,162)	10	(100.83,162)	9		12
有瑕疵\137	(79.9,146)	11	(85.88,146)	17	(92.26,146)	10	(98.43,146)	7	(103.07,146)	13		12
有瑕疵\138	(79.28,165)	12	(84.11,165)	16	(91.3,165)	8	(96.71,165)	12	(101.92,165)	22		11
有瑕疵\139	(83.12,162)	13	(89.07,162)	9	(95.14,162)	17	(100.88,162)	16	(105.86,162)	8		12
有瑕疵\140	(80.81,166)	17	(85.9,166)	10	(92.14,166)	15	(98.06,166)	18	(102.91,166)	7		13
有瑕疵\141	(90.02,150.18)	16	(96,150.37)	10	(102.22,150.56)	8	(107.79,150.74)	13	(112.92,150.9)	8		14
有瑕疵\142	(78.29,157.07)	7	(84.23,157.25)	8	(89.68,157.42)	11	(96.31,157.63)	18	(101.08,157.78)	11		15
有瑕疵\143	(82.16,150.19)	14	(87.88,150.37)	19	(93.9,150.55)	12	(100.37,150.76)	18	(105.76,150.93)	18		12
有瑕疵\144	(93.97,165)	20	(100.07,165)	21	(105.18,165)	17	(111.62,165)	19	(116.85,165)	17		11

有瑕疵\145	(79.8,160)	9	(85.23,160)	24	(90.87,160)	13	(97.03,160)	25	(102.23,160)	13		14
有瑕疵\146	(81.39,162)	7	(86.81,162)	11	(93.17,162)	14	(98.79,162)	11	(102.78,162)	10		13
有瑕疵\147	(78.97,153)	11	(84.07,153)	19	(90.16,153)	15	(96.25,153)	7	(101.78,153)	14		12
有瑕疵\148	(79.88,151)	15	(85.63,151)	16	(91.27,151)	14	(97.98,151)	20	(102.66,151)	19		12
有瑕疵\149	(82.29,165)	12	(87.26,165)	17	(94.14,165)	10	(100.76,165)	7	(104.75,165)	17		11
有瑕疵\150	(81.2,165)	10	(86.94,165)	10	(92.96,165)	15	(99.06,165)	13	(104.01,165)	16		12
有瑕疵\151	(79.06,162)	16	(86.12,162)	8	(90.83,162)	10	(96.97,162)	18	(102.92,162)	23		13
有瑕疵\152	(79.6,162)	13	(85.05,162)	16	(90.87,162)	15	(97.83,162)	11	(102.36,162)	10		14
有瑕疵\153	(80.62,166)	7	(85.89,166)	21	(92.27,166)	16	(98.89,166)	10	(103.87,166)	10		15
有瑕疵\154	(93.89,166)	7	(99.79,166)	15	(106.12,166)	16	(112.01,166)	14	(117.78,166)	10		12
有瑕疵\155	(79.87,150)	10	(85.75,150)	9	(92.07,150)	17	(98.3,150)	13	(102.97,150)	10		14
有瑕疵\156	(80.15,150)	10	(87.08,150)	9	(92.22,150)	11	(98.29,150)	7	(103.71,150)	10		13
有瑕疵\157	(79.7,151.82)	8	(85.83,151.64)	8	(91.39,151.47)	13	(97.16,151.29)	19	(102.23,151.14)	11		12
有瑕疵\158	(79.26,161.84)	14	(84.58,161.67)	17	(90.91,161.48)	10	(97.67,161.28)	13	(101.83,161.15)	7		15
有瑕疵\159	(82.28,164.79)	9	(87.59,164.62)	12	(93.88,164.42)	20	(100.22,164.21)	18	(104.61,164.07)	16		14
有瑕疵\160	(81.19,148.83)	10	(86.41,148.66)	11	(92.94,148.45)	8	(99.05,148.25)	9	(103.7,148.1)	9		15

## 附錄三 二維白殼瑕疵檢測數據

### 無瑕疵白殼檢測數據

待側元件編號	全域檢測 I	檢測結果	檢測時間	左上區 I <sub>1</sub>	左下區 I <sub>4</sub>	右上區 I <sub>2</sub>	右下區 I <sub>3</sub>	上區 I <sub>6</sub>	下區 I <sub>8</sub>	左區 I <sub>5</sub>	右區 I <sub>7</sub>	檢測結果	檢測時間(ms)
無瑕疵\1	0.955		34	0.991	0.996	0.992	0.994	0.995	0.995	0.986	0.99		9
無瑕疵\2	0.959		33	0.996	0.996	0.993	0.993	0.998	0.993	0.994	0.988		10
無瑕疵\3	0.941		41	0.992	0.997	0.988	0.991	0.997	0.998	0.992	0.985		11
無瑕疵\4	0.871	誤判	32	0.994	0.994	0.991	0.994	0.999	0.998	0.989	0.986		10
無瑕疵\5	0.979		35	0.996	0.994	0.995	0.995	0.998	0.994	0.99	0.992		11
無瑕疵\6	0.939		37	0.979	0.995	0.982	0.993	0.987	0.997	0.984	0.976		9
無瑕疵\7	0.616	誤判	38	0.993	0.994	0.993	0.995	0.996	0.998	0.987	0.991		12
無瑕疵\8	0.922		36	0.994	0.998	0.977	0.996	0.989	0.999	0.989	0.988		10
無瑕疵\9	0.942		34	0.986	0.986	0.988	0.98	0.987	0.991	0.983	0.985		10
無瑕疵\10	0.94		35	0.993	0.988	0.983	0.989	0.99	0.993	0.984	0.989		10
無瑕疵\11	0.935		39	0.995	0.993	0.995	0.995	0.997	0.998	0.984	0.991		11
無瑕疵\12	0.956		40	0.99	0.994	0.989	0.996	0.996	0.992	0.989	0.993		11
無瑕疵\13	0.927		40	0.993	0.996	0.995	0.991	0.998	0.997	0.992	0.991		10
無瑕疵\14	0.939		35	0.994	0.994	0.993	0.995	0.997	0.998	0.987	0.99		11
無瑕疵\15	0.957		37	0.994	0.993	0.991	0.994	0.996	0.998	0.985	0.988		10
無瑕疵\16	0.955		38	0.993	0.996	0.991	0.994	0.993	0.999	0.99	0.994		11
無瑕疵\17	0.926		39	0.989	0.994	0.99	0.995	0.996	0.998	0.989	0.994		9
無瑕疵\18	0.958		34	0.995	0.997	0.994	0.995	0.997	0.999	0.988	0.989		9
無瑕疵\19	0.938		35	0.989	0.992	0.994	0.995	0.996	0.997	0.984	0.99		9
無瑕疵\20	0.947		39	0.995	0.993	0.989	0.99	0.996	0.998	0.983	0.988		10
無瑕疵\21	0.897	誤判	35	0.956	0.993	0.972	0.995	0.988	0.998	0.984	0.978		11
無瑕疵\22	0.983		34	0.995	0.996	0.993	0.996	0.996	0.997	0.992	0.994		9
無瑕疵\23	0.741	誤判	39	0.908	0.992	0.956	0.977	0.984	0.997	0.988	0.944		20
無瑕疵\24	0.943		35	0.985	0.992	0.989	0.995	0.994	0.995	0.985	0.99		11
無瑕疵\25	0.764	誤判	38	0.947	0.996	0.979	0.985	0.988	0.999	0.992	0.967		9
無瑕疵\26	0.952		34	0.992	0.994	0.993	0.995	0.997	0.997	0.985	0.99		11
無瑕疵\27	0.984		39	0.994	0.997	0.996	0.996	0.997	0.998	0.998	0.995		18
無瑕疵\28	0.852	誤判	34	0.981	0.995	0.993	0.995	0.996	0.994	0.982	0.993		11
無瑕疵\29	0.984		38	0.994	0.995	0.996	0.994	0.997	0.996	0.991	0.995		9
無瑕疵\30	0.622	誤判	34	0.996	0.996	0.997	0.996	0.997	0.998	0.987	0.996		11
無瑕疵\31	0.944		33	0.994	0.996	0.99	0.996	0.996	0.998	0.989	0.992		9
無瑕疵\32	0.832	誤判	41	0.995	0.996	0.995	0.997	0.997	0.996	0.986	0.995		10

無瑕疵\33	0.302	誤判	32	0.996	0.996	0.996	0.997	0.997	0.997	0.988	0.996		11
無瑕疵\34	0.513	誤判	35	0.987	0.997	0.988	0.995	0.988	0.997	0.984	0.991		11
無瑕疵\35	0.974		37	0.997	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.989	0.993		10
無瑕疵\36	0.768	誤判	38	0.986	0.987	0.99	0.992	0.741	0.751	0.473	0.511	誤判	11
無瑕疵\37	0.974		36	0.995	0.995	0.995	0.995	0.998	0.995	0.986	0.994		10
無瑕疵\38	0.919		34	0.996	0.993	0.988	0.992	0.993	0.995	0.983	0.99		12
無瑕疵\39	0.523	誤判	35	0.987	0.984	0.978	0.985	0.985	0.983	0.982	0.989		11
無瑕疵\40	0.806		39	0.966	0.836	0.953	0.888	0.964	0.821	0.96	0.962		12
無瑕疵\41	0.64	誤判	40	0.984	0.985	0.967	0.986	0.769	0.736	0.505	0.506	誤判	12
無瑕疵\42	0.935		40	0.987	0.996	0.995	0.996	0.997	0.998	0.992	0.996		9
無瑕疵\43	0.894	誤判	35	0.994	0.995	0.991	0.994	0.997	0.998	0.989	0.99		10
無瑕疵\44	0.861	誤判	35	0.945	0.993	0.974	0.963	0.988	0.994	0.987	0.954		11
無瑕疵\45	0.878	誤判	39	0.969	0.993	0.948	0.955	0.997	0.995	0.989	0.964		10
無瑕疵\46	0.897	誤判	38	0.958	0.995	0.979	0.984	0.99	0.997	0.993	0.953		11
無瑕疵\47	0.877	誤判	39	0.947	0.994	0.978	0.946	0.991	0.997	0.992	0.967		9
無瑕疵\48	0.877	誤判	34	0.98	0.993	0.989	0.961	0.996	0.997	0.992	0.969		12
無瑕疵\49	0.936		33	0.991	0.997	0.995	0.995	0.997	0.999	0.991	0.993		10
無瑕疵\50	0.945		41	0.983	0.993	0.992	0.99	0.993	0.998	0.981	0.987		10
無瑕疵\51	0.943		32	0.984	0.994	0.99	0.99	0.993	0.998	0.986	0.987		10
無瑕疵\52	0.937		35	0.984	0.988	0.982	0.993	0.993	0.998	0.986	0.978		11
無瑕疵\53	0.704	誤判	37	0.994	0.992	0.994	0.995	0.997	0.995	0.988	0.995		11
無瑕疵\54	0.955		38	0.992	0.994	0.993	0.995	0.995	0.996	0.987	0.989		10
無瑕疵\55	0.952		36	0.994	0.996	0.989	0.995	0.993	0.998	0.988	0.989		11
無瑕疵\56	0.937		34	0.994	0.995	0.985	0.995	0.995	0.998	0.986	0.985		10
無瑕疵\57	0.957		35	0.992	0.997	0.995	0.995	0.998	0.999	0.991	0.992		11
無瑕疵\58	0.957		39	0.991	0.997	0.995	0.996	0.998	0.999	0.991	0.992		9
無瑕疵\59	0.946		40	0.994	0.978	0.989	0.988	0.995	0.996	0.99	0.992		9
無瑕疵\60	0.942		40	0.989	0.992	0.994	0.994	0.997	0.995	0.985	0.986		9
無瑕疵\61	0.933		35	0.97	0.995	0.99	0.996	0.991	0.994	0.992	0.992		10
無瑕疵\62	0.904		39	0.99	0.992	0.989	0.991	0.997	0.996	0.99	0.983		11
無瑕疵\63	0.979		34	0.994	0.995	0.992	0.994	0.996	0.996	0.991	0.993		9
無瑕疵\64	0.977		33	0.995	0.995	0.994	0.995	0.997	0.748	0.76	0.765	誤判	20
無瑕疵\65	0.87	誤判	41	0.996	0.996	0.993	0.996	0.998	0.998	0.99	0.992		11
無瑕疵\66	0.933		32	0.995	0.994	0.991	0.994	0.758	0.747	0.496	0.496	誤判	9
無瑕疵\67	0.408	誤判	35	0.993	0.988	0.977	0.994	0.994	0.997	0.983	0.99		11
無瑕疵\68	0.974		37	0.991	0.992	0.992	0.993	0.996	0.994	0.985	0.995		18
無瑕疵\69	0.411	誤判	38	0.982	0.991	0.964	0.994	0.984	0.993	0.987	0.988		11

無瑕疵\70	0.944		36	0.999	0.997	0.995	0.999	0.999	0.999	0.996	0.996		12
無瑕疵\71	0.723	誤判	34	0.99	0.996	0.991	0.995	0.992	0.998	0.986	0.992		11
無瑕疵\72	0.926		35	0.994	0.992	0.988	0.996	0.995	0.997	0.988	0.992		11
無瑕疵\73	0.953		39	0.99	0.982	0.995	0.995	0.997	0.997	0.984	0.989		10
無瑕疵\74	0.957		40	0.994	0.995	0.992	0.997	0.997	0.999	0.995	0.992		11
無瑕疵\75	0.896	誤判	40	0.995	0.994	0.979	0.996	0.997	0.999	0.946	0.934		10
無瑕疵\76	0.951		35	0.989	0.991	0.99	0.997	0.996	0.998	0.984	0.987		11
無瑕疵\77	0.726	誤判	35	0.992	0.998	0.987	0.998	0.996	0.998	0.993	0.992		9
無瑕疵\78	0.944		39	0.99	0.994	0.991	0.995	0.996	0.998	0.988	0.992		9
無瑕疵\79	0.751	誤判	34	0.989	0.869	0.983	0.994	0.988	0.998	0.983	0.973		9
無瑕疵\80	0.693	誤判	34	0.974	0.984	0.968	0.987	0.986	0.988	0.985	0.981		10
無瑕疵\81	0.951		33	0.99	0.996	0.989	0.994	0.995	0.994	0.988	0.984		11
無瑕疵\82	0.929		41	0.99	0.994	0.991	0.994	0.747	0.746	0.476	0.472	誤判	9
無瑕疵\83	0.946		32	0.992	0.996	0.99	0.993	0.993	0.994	0.985	0.988		10
無瑕疵\84	0.932		35	0.993	0.994	0.989	0.995	0.993	0.995	0.986	0.985		12
無瑕疵\85	0.924		37	0.993	0.995	0.992	0.995	0.995	0.996	0.99	0.988		10
無瑕疵\86	0.936		38	0.99	0.995	0.992	0.995	0.994	0.997	0.988	0.986		11
無瑕疵\87	0.917		36	0.992	0.992	0.992	0.994	0.995	0.995	0.989	0.991		17
無瑕疵\88	0.945		34	0.99	0.995	0.99	0.992	0.993	0.995	0.987	0.989		12
無瑕疵\89	0.951		35	0.99	0.996	0.99	0.993	0.993	0.995	0.989	0.99		9
無瑕疵\90	0.923		39	0.992	0.995	0.993	0.995	0.995	0.996	0.991	0.988		10
無瑕疵\91	0.885	誤判	40	0.988	0.996	0.989	0.995	0.991	0.998	0.985	0.988		11
無瑕疵\92	0.948		40	0.993	0.993	0.991	0.995	0.995	0.996	0.987	0.988		10
無瑕疵\93	0.576	誤判	35	0.99	0.996	0.992	0.995	0.991	0.998	0.988	0.987		11
無瑕疵\94	0.95		39	0.993	0.994	0.987	0.995	0.992	0.996	0.989	0.99		20
無瑕疵\95	0.951		38	0.993	0.993	0.99	0.994	0.758	0.747	0.504	0.505	誤判	12
無瑕疵\96	0.964		38	0.995	0.995	0.993	0.994	0.997	0.998	0.986	0.992		10
無瑕疵\97	0.923		35	0.992	0.994	0.994	0.994	0.994	0.995	0.991	0.991		10



有瑕疵白殼檢測數據

待測元件編號	全域檢測 I	檢測結果	檢測時間	左上區 I <sub>1</sub>	左下區 I <sub>4</sub>	右上區 I <sub>2</sub>	右下區 I <sub>3</sub>	上區 I <sub>6</sub>	下區 I <sub>8</sub>	左區 I <sub>5</sub>	右區 I <sub>7</sub>	檢測結果	檢測時間(ms)
有瑕疵\1	0.649		38	0.965	0.775	0.965	0.833	0.964	0.761	0.935	0.895		10
有瑕疵\2	0.773		38	0.995	0.993	0.986	0.624	0.995	0.913	0.993	0.669		11
有瑕疵\3	0.889		34	0.949	0.995	0.98	0.981	0.992	0.997	0.956	0.98		10
有瑕疵\4	0.873		35	0.97	0.986	0.991	0.974	0.992	0.997	0.987	0.914	漏檢	11
有瑕疵\5	0.695		40	0.838	0.884	0.703	0.852	0.451	0.465	0.295	0.419		9
有瑕疵\6	0.775		37	0.959	0.99	0.994	0.53	0.997	0.805	0.986	0.736		12
有瑕疵\7	0.774		41	0.815	0.805	0.925	0.988	0.729	0.745	0.403	0.469		10
有瑕疵\8	0.862		40	0.991	0.979	0.986	0.99	0.993	0.993	0.891	0.982		12
有瑕疵\9	0.926	漏檢	38	0.997	0.997	0.993	0.996	0.998	0.999	0.76	0.753		10
有瑕疵\10	0.875		36	0.995	0.997	0.99	0.986	0.997	0.998	0.97	0.892		11
有瑕疵\11	0.856		34	0.983	0.987	0.995	0.954	0.988	0.989	0.986	0.951	漏檢	11
有瑕疵\12	0.871		33	0.989	0.997	0.977	0.949	0.993	0.99	0.989	0.94	漏檢	11
有瑕疵\13	0.872		41	0.891	0.99	0.949	0.992	0.946	0.995	0.947	0.974		10
有瑕疵\14	0.729		32	0.993	0.994	0.987	0.647	0.743	0.705	0.493	0.386		11
有瑕疵\15	0.359		35	0.521	0.481	0.483	0.553	0.239	0.261	0.044	0.202		10
有瑕疵\16	0.932	漏檢	37	0.98	0.995	0.961	0.982	0.984	0.996	0.756	0.736		11
有瑕疵\17	0.813		38	0.984	0.996	0.984	0.996	0.991	0.998	0.812	0.846		9
有瑕疵\18	0.817		36	0.6	0.996	0.962	0.995	0.77	0.998	0.918	0.965		12
有瑕疵\19	0.934	漏檢	34	0.992	0.986	0.956	0.996	0.979	0.993	0.76	0.728		10
有瑕疵\20	0.91	漏檢	35	0.968	0.993	0.972	0.986	0.744	0.748	0.472	0.462		10
有瑕疵\21	0.323		39	0.538	0.567	0.534	0.606	0.229	0.255	0.053	0.19		10
有瑕疵\22	0.897		40	0.979	0.994	0.927	0.996	0.958	0.999	0.98	0.946	漏檢	11
有瑕疵\23	0.77		40	0.942	0.978	0.961	0.973	0.453	0.456	0.314	0.361		11
有瑕疵\24	0.916	漏檢	35	0.967	0.994	0.972	0.987	0.993	0.998	0.985	0.973	漏檢	11
有瑕疵\25	0.739		34	0.966	0.943	0.935	0.975	0.471	0.517	0.325	0.355		10
有瑕疵\26	0.901	漏檢	34	0.996	0.869	0.987	0.996	0.996	0.998	0.957	0.976		11
有瑕疵\27	0.938	漏檢	33	0.992	0.983	0.96	0.988	0.994	0.995	0.985	0.964	漏檢	9
有瑕疵\28	0.863		41	0.906	0.99	0.957	0.969	0.743	0.735	0.447	0.498		12
有瑕疵\29	0.895		32	0.962	0.994	0.964	0.992	0.734	0.747	0.458	0.469		10
有瑕疵\30	0.765		35	0.961	0.71	0.934	0.746	0.978	0.733	0.883	0.909		10
有瑕疵\31	0.698		37	0.954	0.691	0.934	0.747	0.466	0.372	0.281	0.325		10
有瑕疵\32	0.862		38	0.969	0.988	0.993	0.887	0.749	0.71	0.463	0.5		11
有瑕疵\33	0.902	漏檢	36	0.954	0.994	0.916	0.997	0.944	0.998	0.755	0.714		11
有瑕疵\34	0.941	漏檢	34	0.993	0.996	0.979	0.991	0.994	0.998	0.984	0.984	漏檢	10

有瑕疵\35	0.708		35	0.953	0.794	0.931	0.793	0.942	0.723	0.7	0.696		11
有瑕疵\36	0.824		39	0.986	0.992	0.983	0.994	0.443	0.466	0.334	0.381		9
有瑕疵\37	0.546		40	0.786	0.776	0.754	0.776	0.334	0.329	0.162	0.252		11
有瑕疵\38	0.936	漏檢	40	0.995	0.993	0.985	0.994	0.996	0.998	0.755	0.758		9
有瑕疵\39	0.904	漏檢	35	0.965	0.992	0.968	0.995	0.746	0.744	0.482	0.487		9
有瑕疵\40	0.431		40	0.577	0.75	0.603	0.759	0.225	0.238	0.111	0.216		9
有瑕疵\41	0.908	漏檢	35	0.985	0.984	0.97	0.976	0.985	0.993	0.754	0.739		10
有瑕疵\42	0.877		34	0.981	0.983	0.971	0.965	0.727	0.747	0.496	0.469		11
有瑕疵\43	0.593		38	0.939	0.661	0.945	0.707	0.949	0.571	0.663	0.673		9
有瑕疵\44	0.882		41	0.966	0.991	0.881	0.986	0.963	0.998	0.972	0.919		20
有瑕疵\45	0.937	漏檢	39	0.972	0.983	0.966	0.992	0.989	0.754	0.747	0.736		11
有瑕疵\46	0.914	漏檢	34	0.958	0.992	0.946	0.98	0.953	0.992	0.985	0.96		9
有瑕疵\47	0.486		33	0.763	0.669	0.785	0.649	0.437	0.531	0.2	0.272		11
有瑕疵\48	0.92		41	0.985	0.996	0.967	0.984	0.996	0.996	0.985	0.946	漏檢	18
有瑕疵\49	0.892		32	0.939	0.993	0.881	0.997	0.927	0.998	0.977	0.916		11
有瑕疵\50	0.744		35	0.863	0.883	0.87	0.874	0.448	0.455	0.336	0.365		11
有瑕疵\51	0.752		37	0.85	0.933	0.877	0.942	0.47	0.506	0.332	0.36		10
有瑕疵\52	0.506		38	0.751	0.789	0.754	0.77	0.337	0.333	0.11	0.216		11
有瑕疵\53	0.906	漏檢	36	0.965	0.991	0.968	0.979	0.977	0.997	0.72	0.73		9
有瑕疵\54	0.819		34	0.874	0.949	0.948	0.911	0.764	0.727	0.408	0.44		10
有瑕疵\55	0.941	漏檢	35	0.982	0.992	0.964	0.994	0.986	0.997	0.984	0.978	漏檢	11
有瑕疵\56	0.928	漏檢	39	0.991	0.996	0.976	0.987	0.746	0.747	0.454	0.502		12
有瑕疵\57	0.919	漏檢	40	0.977	0.99	0.976	0.988	0.75	0.733	0.471	0.501		9
有瑕疵\58	0.918	漏檢	40	0.987	0.991	0.977	0.992	0.745	0.748	0.498	0.486		10
有瑕疵\59	0.686		35	0.656	0.566	0.913	0.979	0.561	0.598	0.412	0.508		11
有瑕疵\60	0.806		39	0.898	0.974	0.928	0.983	0.899	0.985	0.746	0.69		10
有瑕疵\61	0.834		38	0.952	0.993	0.974	0.99	0.451	0.463	0.294	0.353		11
有瑕疵\62	0.933	漏檢	34	0.981	0.992	0.959	0.982	0.987	0.997	0.765	0.738		9
有瑕疵\63	0.869		34	0.968	0.994	0.899	0.917	0.947	0.994	0.727	0.669		12
有瑕疵\64	0.94	漏檢	33	0.988	0.994	0.984	0.986	0.996	0.995	0.754	0.749		10
有瑕疵\65	0.887		41	0.956	0.99	0.952	0.99	0.726	0.738	0.46	0.455		10
有瑕疵\66	0.419		32	0.987	0.832	0.145	0.956	0.299	0.461	0.312	0.141		10
有瑕疵\67	0.419		35	0.019	0.996	0.981	0.984	0.527	0.99	0.395	0.983		11
有瑕疵\68	0.62		37	0.982	0.986	0.949	0.654	0.734	0.682	0.491	0.339		11
有瑕疵\69	0.416		38	0.761	0.776	0.04	0.798	0.219	0.326	0.171	0.189		10
有瑕疵\70	0.788		36	0.814	0.981	0.799	0.97	0.836	0.991	0.923	0.915		11
有瑕疵\71	0.416		34	0.979	0.992	0.976	0.032	0.746	0.398	0.506	0.149		10

有瑕疵\72	0.864		35	0.969	0.989	0.982	0.842	0.742	0.73	0.511	0.646		11
有瑕疵\73	0.805		39	0.937	0.962	0.931	0.799	0.949	0.963	0.957	0.804		18
有瑕疵\74	0.041		40	0.069	0.803	0.13	0.676	0.014	0.437	0.151	0.194		9
有瑕疵\75	0.785		40	0.972	0.992	0.647	0.942	0.717	0.724	0.471	0.399		18
有瑕疵\76	0.722		35	0.92	0.716	0.95	0.773	0.723	0.555	0.381	0.455		10
有瑕疵\77	0.831		35	0.857	0.982	0.913	0.94	0.758	0.743	0.478	0.528		11
有瑕疵\78	0.822		34	0.959	0.674	0.978	0.989	0.976	0.972	0.85	0.966		9
有瑕疵\79	0.793		39	0.984	0.984	0.989	0.469	0.993	0.784	0.969	0.714		20
有瑕疵\80	0.611		34	0.944	0.756	0.935	0.627	0.944	0.631	0.917	0.828		11
有瑕疵\81	0.603		33	0.658	0.757	0.654	0.769	0.354	0.319	0.262	0.277		9
有瑕疵\82	0.607		41	0.982	0.987	0.941	0.639	0.984	0.909	0.982	0.438		11
有瑕疵\83	0.857		32	0.965	0.985	0.969	0.961	0.991	0.979	0.967	0.866		18
有瑕疵\84	0.859		35	0.921	0.987	0.973	0.988	0.779	0.744	0.447	0.501		11
有瑕疵\85	0.721		37	0.92	0.716	0.947	0.769	0.971	0.753	0.806	0.853		17
有瑕疵\86	0.864		38	0.969	0.987	0.984	0.829	0.745	0.728	0.511	0.455		11
有瑕疵\87	0.483		36	0.938	0.633	0.936	0.634	0.925	0.592	0.856	0.843		18
有瑕疵\88	0.1		34	0.064	0.899	0.058	0.542	0.47	0.735	0.538	0.436		10
有瑕疵\89	0.551		35	0.945	0.987	0.006	0.987	0.513	0.989	0.982	0.452		11
有瑕疵\90	0.48		39	0.689	0.216	0.667	0.906	0.591	0.573	0.561	0.894		10
有瑕疵\91	0.418		40	0.988	0.847	0.128	0.954	0.29	0.462	0.317	0.134		11
有瑕疵\92	0.419		40	0.983	0.993	0.976	0.026	0.744	0.402	0.48	0.158		9
有瑕疵\93	0.828		35	0.796	0.982	0.942	0.986	0.936	0.987	0.809	0.977		12
有瑕疵\94	0.843		35	0.856	0.983	0.922	0.962	0.941	0.983	0.947	0.951		10
有瑕疵\95	0.517		39	0.299	0.922	0.657	0.862	0.541	0.885	0.682	0.852		10
有瑕疵\96	0.188		37	0.503	0.23	0.472	0.196	0.125	0.094	0.009	0.114		10
有瑕疵\97	0.095		39	0.211	0.158	0.134	0.224	0.089	0.061	0.012	0.054		11