

加工梅子光電式選別機之研製

A Study on Optoelectronic Type Sorter for Salted Prunes

食品工業發展研究所助理工程師

食品工業發展研究所副工程師

魏 賢 卿

楊 進 添

Shyan-Chiin Wei

Chin-Tien Yang

摘 要

一種以褐斑梅為檢出對象之自動選別裝置於本研究中加以分析探討，它結合集光鏡系、光二極體線列、及電子式判定選別器於一體，其利用集光鏡片將梅子樣品之表面狀況成像、集光於光二極體線列上，其中並設計光欄以控制入射之光線，同時使用一系列之電子元件構成窗口比較器、斑點計數器、數位類比轉換器、比電壓轉換器、階位判定器來判定梅子樣品之良莠，再由噴槍單擊控制器控制噴槍將不良品檢出。

研究結果顯示，以1:1反像集光、成像，以黃色發光二極體為光源（49 lux）、光二極體線列掃描頻率 62.5KHz 條件下，褐斑梅於輸送帶上之檢出能力為每小時 144 公斤（平均樣品重量 5 公克）。

本研究同時探討鹽醃梅表面之光反射特性，結果顯示於波長 530-590nm 選別正常梅和褐斑梅之可靠度在97%以上（ $\alpha < 0.015$ ）。

關鍵詞：鹽醃梅、褐斑、光二極體線列、光電式選別

ABSTRACT

The sorting of scabbed salted prunes (*Prunes mume* Sieb. et Zucc.) is a difficult and laborious work in the processing of prepared prunes. Approximately 30 percent cost of prepared prunes accounted for labour. Automatic sorting of the scabbed prunes would greatly reduce the cost of the prepared prunes.

Optical reflectance properties of salted prunes, including normal and scabbed ones, were studied by ORIEL's fiber optic spectral system. The detected area was enlarged to 10 times by microscope to sense the small scabbed spot by photomultiplier. The data indicated that the reflectance of surface in the spectral range from 530 nm to 590 nm were most efficient for identifying the scabbed spot from normal samples.

This study developed a prototype conveyer sorter which contains a variable speed conveyer, sensing and lighting house, identifying and quantitative device, and ejector controller. A 35-elements silicon P-N junction photodiode array was used as sensing device which

focused by a 2-lense type minus inversive focus device to detect the sample on the conveyer. A ringed LED was used as a light source which isolates the spectral at 590nm. The identifying device is composed of chopped window comparator which sets the up-down threshold confined under the deviation of the reflectance of the salted prunes. The quantiative device composed of binary counter, digital to analog converter, analog to digital divider, and level detector. The ejector controller controls the delay time and duration time of the ejector to eject the unacceptable prunes exactly.

The results shows that, under a conveyer speed at 244 mm. per second, illumination at 49 Lux, sample feeding pitch 30 mm., and 62.5 KHz scanning frepucy, the capacity of the sorter is approximately 144 Kg. per hour for prunes which an average weight of 5 gram.

Keyword: Salted Prunes, Scab, Photodiode Array, Opto-electronic Sorting

一、前 言

光電技術 (optoelectronic techniques) 應用於農產品及食品之品質檢定，如顏色 (color)、成熟度 (maturity)、脂質含量 (fat content)、及損傷 (defects) 等，已有數十年歷史；

1970, Goddard 等人研究加工用蕃茄之硬度與表面反射的關係，發現於波長 680nm 與 540nm 之光反射比 (680/540)，紅軟蕃茄與綠硬蕃茄的選別性最佳。

1972, Burkhardt 與 Marozek 研究美國加州乾棗子 (dried prunes) 之自動選別，於研究週期 (Dec., 1970-Jun., 1971) 內，1300nm 之理論選別效率從 83% 降至 42%，1700nm 則從 77% 增至 81%。

1972, Hamstra 等人研究矽二極體光感測器與運算放大器合併使用時雜訊與頻率之反應，結果指出 (1) 以光電壓 (photo-voltaically) 方式操作之矽二極體光感測器，於黑暗狀態下可免受 1/f 雜訊之干擾，(2) 偏壓 (bias) 為 100mV 時，矽二極體光感測器之 NEP 雜訊最小。

1973, Burkhardt 與 Marozek 再研究美國加州乾棗子自動選別用整向及輸送裝置，組合集光鏡片、濾光鏡片及二極體光感測器 (Amperex OAP-12) 為偵測裝置，再配合整向輪及輸送皮帶將樣品送至偵區內進行測光、選別作業。

1979, Birth 敘述食品品質之光學檢測，分

析擴散反射 (diffuse reflection) 及穿透 (transmission) 之應用方法。

1979, Budde 研究數種商品化矽二極體光感測器之線性放大，感度範圍從 10pA-10mA (9 decades)。

1980, Moini 等人研究加工用蕃茄之損傷與長徽之光學特性，結果指出以 (R670+R960)/R960 做為選別指標，可選別大部份受損及長徽的蕃茄，但對水徽 (water mold) 及過熟 (overripe) 蕃茄的選出較差。

1981, Farsaie 等人研究 pistachio 堅果之光電式自動選別機，結果指出利用 Log(1490/1420) 之光學指標，以大約每秒 18 個的作業速度，可選別 BGY、BY、N、P 四種不同螢光特性的原料，以檢出被黃麴毒素 (aflatoxin) 污染的堅果。

目前世界各國已普遍應用此一技術，如用來選別花生、綠豆、紅豆、可可豆之豆類色彩選別機，用來選別蝦仁顏色之蝦仁選別機，用來選別精米白度之米類選別機，及用來選別冷凍切塊蔬菜之冷凍蔬菜選別機等等，其目的主要在提高產品品質均一度、減少人工選別時之人為污染、及以自動化高速作業來降低生產成本、提高市場競爭能力。

以往，國內各種食品加工用農產原料之選別作業一向仰賴人工目視檢查，不僅人工需求量大，且因目視檢出易使眼球反應遞減使檢出標準產生偏差而致品質均一度不佳，可謂成本高、品質差而缺乏

市場競爭力；而今，國內人工費用急速上漲，且消費意識逐日抬頭，新興科技之有效應用自是提高生產力、增進品質、降低成本、增進市場競爭力之唯一而有效的方法。

梅子 (*Prunes mume Sieb et Zucc.*) 是本省山坡地主要經濟作物之一，產地原料價格每公斤 30 元，稱得上是高價農產原料，其主要製品為鹽漬梅胚，每年賺取四千萬美元的外匯；然因生長期間之梅子表面極易受黑星病 (*Cladosporium carpophyllum*) 感染，形成褐色結痂病斑，比例達 55% (楊秀珠等人, 1986) 之多，嚴重影響製品外觀，減低市場競爭力，而為外商所垢病而殺價。

本研究以褐斑梅之定量檢出為研究目標，屬於難度較高之選別，其目的在有效探討光電技術，以為日後應用之參考。本研究計畫為第二年之研究；於第一年研究 (食品工業發展研究所研究報告第 469 號) 中，以新鮮梅子為研究對象，使用日本三洋公司量產之色彩感測器 (AM3303s) 為測光元件，採整體 (overall) 測光，反應速率達 10 微秒 (microsecond)，具備顏色鑑別功能，唯不適於小病斑之定量檢出。

故，本研究之主要目的為：

1. 改進測光電路；使用線列式 (array type) 光感測器，以達到 1mm 之測光解析。
2. 改良判定電路；使用積體電路元件，組成具「定性」、「定量」功能之品質判定電路。
3. 製作輸送帶式選別錐形機；設計製作可變速度式輸送機構，並將測光裝置安裝於輸送機構上，以研究線上檢測之特性。
4. 探討落體式選別；檢討落體式選別時，測光電路之硬體需求，以達有效選別之目的。

二、材料與方法

(一) 鹽漬梅表面光反射特性測定與分析

1. 儀器：(1) 美國 ORIEL 公司光纖式汎用型分光光源及測光系統。
- (2) 10 倍—100 倍顯微鏡 (CARL ZEISS ZENA)。

儀器之安裝如圖(1)所示，由電源供應器(1)供應 160 瓦特 (8A*20V) 電源至光源(2)，單色光由分光儀(2)經光纖(3)送出至顯微鏡(4)上之同軸反射鏡投光至樣品上，樣品表面之反射光透過顯微鏡之集光至光電管(5)，最後，藉光電管

信號放大讀出儀(6)將樣品反射之光強度以電流方式顯示於儀表上。

2. 測光條件：(1) 波長範圍：400nm 至 790nm
- (2) 光源電源：160 瓦特 (8 安培 × 20 伏特)
- (3) 光縫：3mm × 3mm
- (4) 顯微鏡放大倍率：10 倍
- (5) 光電管電壓：-300 伏特
- (6) 光電管信號放大讀出儀錶值：乘 1 毫微安培 (nanoampere)

3. 數據處理與分析

由光電信號放大讀出儀讀出之數據，輸入 IBM PC/AT 相容個人電腦，以 PE2 軟體建立 ASC II 數據檔，再使用自建 BASICA 分析軟體 (PROGPRUM. BAS) 進行實驗數據分析，分析內容包含：

- 1) 光反射電流值校正為光反射相對反射率 (*PRN ⇒ *CAL. PRN)：
以白色氧化鎂 (MgO) 粉末之光反射電流值為 100% 反射，將樣品之光反射電流值與氧化鎂粉末光反射電流值相比，乘上 100%，得到光反射相對百分率。
- 2) 各類樣品平均值、變異數、標準差計算 (*CAL. PRN ⇒ *MD. PRN)
- 3) 以 T-Test 檢定各波長之樣品分類差異性高低 (*TT. PTN)

(二) 鹽漬梅外觀

鹽漬梅即為剛出池之梅胚半成品，圖(2)顯示正常梅及不同程度的褐斑梅外觀。

(三) 測光電路之改進

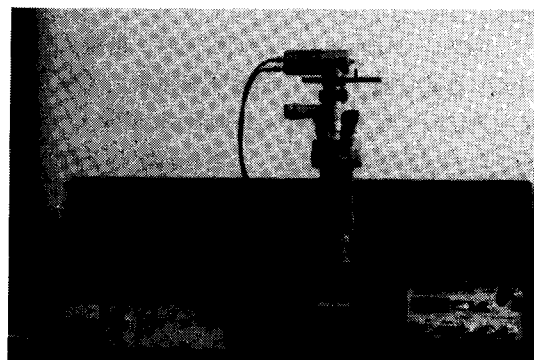


圖 1. 鹽漬梅表面光反射量測儀器
Fig 1. Equipment used for salted prunes reflectance examination.

1.光二極體線列之選購

光二極體線列之選購要素包含；

- 1)波長感測範圍
- 2)有效感測面積
- 3)反應速率
- 4)暗電流

2.光二極體線列掃描放大電路

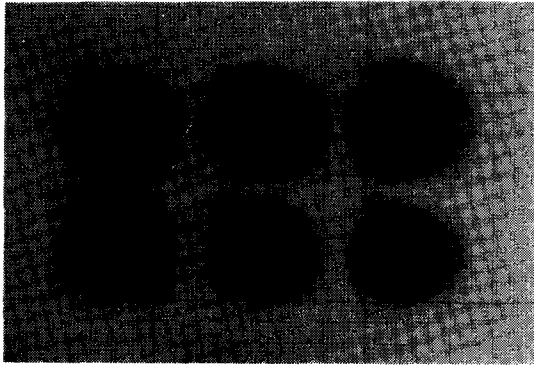


圖 2. 鹽漬梅樣品表面外觀

Fig 2. Appearance of salted prunes.

- 1：嚴重病斑梅 2，3：中度病斑梅
4：輕度病斑梅 5，6：無病斑梅

四)判定選別電路之改良

1.定性檢出電路之設計、製作：

鑑定何者屬「正常」，何者屬「褐斑」

2.定量檢出電路之設計、製作：

檢出樣品表面大小，及褐斑點數

3.褐斑一面積比轉換電路之設計、製作：

轉換褐斑點數為樣品表面積之電壓比

4.階位判定電路、及噴槍單擊控制器之設計、製作：

經由使用者設定可接受樣品之褐斑一面積電壓比，再經由單擊控制器控制噴槍作用時間，以正確分離褐斑量超出標準之不可接受樣品。

因輸送帶式選別離型機之安裝

離型機設計安裝之主要目的在模擬探討樣品於運動狀態下之檢測特性，進而了解整個電路之實際功能與問題點。

因落體式選別作業之硬體規格分析

從商業應用的角度，分析硬體之規格需求，以供將來研發商業型機之依據。分析重點著眼於硬體選別速度，同時分析可資應用之硬體，包含

光感測元件及微電腦化之系統配置。

三、結果與討論

(一)褐斑梅表面光反射特性、及分析

1.褐斑梅表面光反射曲線

圖(3)所示為褐斑梅於波長400nm-790nm之表面相對反射曲線圖，圖中方塊型(□)符號代表正常表面之相對反射百分率，十字型(+)符號代表褐斑表面之相對反射百分率；各個波長之樣品平均值(mean)、變異數(variance)、及標準差(deviation)如表(1)所示。

2.有效檢出褐斑點之波長探討

圖(4)所示則為正常表面對褐斑表面之t檢

Reflectance curve of salted prunes

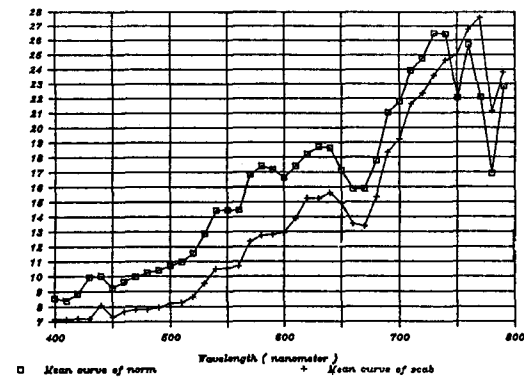


圖 3. 鹽漬梅表面相對光反射曲線

Fig 3. Reflectance curve of salted prunes.

T-test Curve of Normal to Scabbed
(Freedom=16)

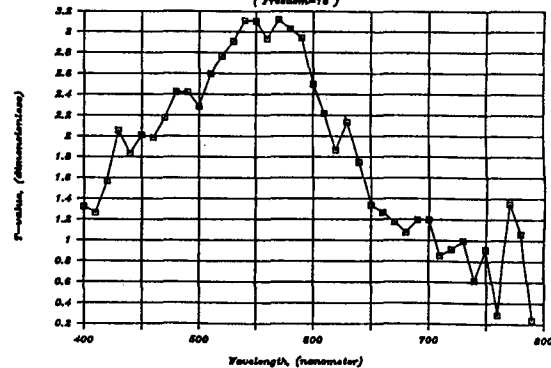


圖 4. 鹽漬梅正常表面對褐斑點之T檢定曲線

Fig 4. T-test curve of scabbed salted prunes from normal.

表 1. 鹽漬梅表面相對光反射率統計結果

Table 1. Mean value, variance, standard deviation of salted prunes reflectance.

波長 (nm)	視平均 值	斑變異 數	點標 標準差	正平均 值	常變異 數	表 面 標 標準差
400.00	7.18	1.20	1.10	8.57	6.93	2.63
410.00	7.16	1.46	1.21	8.42	5.88	2.42
420.00	7.23	1.64	1.28	8.87	6.50	2.55
430.00	7.21	6.33	2.52	9.97	7.81	2.79
440.00	8.13	0.58	0.76	10.06	7.44	2.73
450.00	7.31	1.05	1.02	9.25	5.79	2.41
460.00	7.69	1.04	1.02	9.66	6.17	2.48
470.00	7.82	0.81	0.90	10.00	6.48	2.55
480.00	7.83	1.06	1.03	10.26	6.36	2.52
490.00	7.96	0.98	0.99	10.43	6.65	2.58
500.00	8.25	1.12	1.06	10.74	7.50	2.74
510.00	8.30	1.27	1.13	11.00	6.67	2.58
520.00	8.67	1.44	1.20	11.59	6.79	2.61
530.00	9.57	1.59	1.26	12.90	8.02	2.83
540.00	10.54	1.21	1.10	14.47	10.40	3.22
550.00	10.59	1.29	1.14	14.48	10.14	3.18
560.00	10.71	3.32	1.82	14.48	9.09	3.01
570.00	12.36	2.61	1.61	16.87	12.76	3.57
580.00	12.77	3.21	1.79	17.43	14.35	3.79
590.00	12.83	5.16	2.27	17.20	11.55	3.40
600.00	12.95	4.92	2.22	16.64	11.55	3.40
610.00	13.90	4.95	2.22	17.43	14.05	3.75
620.00	15.27	4.45	2.11	18.23	14.44	3.80
630.00	15.27	4.66	2.16	18.73	14.96	3.87
640.00	15.63	5.83	2.41	18.64	16.37	4.05
650.00	14.95	5.19	2.28	17.14	14.99	3.87
660.00	13.55	7.25	2.69	15.88	18.27	4.27
670.00	13.39	9.80	3.13	15.90	24.79	4.98
680.00	15.37	9.21	3.03	17.80	28.99	5.38
690.00	18.35	11.25	3.35	21.06	27.57	5.25
700.00	19.23	16.50	4.06	21.82	20.03	4.48
710.00	21.65	20.93	4.57	23.94	34.12	5.83
720.00	22.38	19.73	4.44	24.76	32.65	5.71
730.00	23.60	39.14	6.26	26.52	30.10	5.49
740.00	24.65	47.11	6.86	26.48	25.71	5.07
750.00	25.00	58.71	7.66	22.07	26.63	5.16
760.00	26.79	60.59	7.78	25.71	53.06	7.28
770.00	27.63	81.37	9.02	22.11	54.29	7.37
780.00	21.15	114.64	10.71	16.92	21.30	4.62
790.00	23.81	68.03	8.25	22.86	58.05	7.62

定(t-test)結果；圖中顯示，於波長 530nm-590nm 範圍內，檢出正常表面選中褐斑點之冒險率低於 3%，換言之，在此一波長範圍內檢出正常表面及褐斑點之正確率可達97%以上，可供「定性」檢出處理之用。

(二)測光電路之改進改進

測光電路之主要目的在貫策褐斑點之「定性」檢出。故測光元件之選定要素包含：

- (1)測光元件必須為多點式線列測光元件，且每點之間距 (pitch) 宜小於等於 1 mm，以利集光成像系統之設計及褐斑點之檢出。
- (2)測光元件之有效波長感測範圍須涵蓋樣品表面光反射特性曲線及特性分析所得之有效選別波長，方能達到正確「定性」之目標。
- (3)反應速率宜高，以得到合理的解析。
- (4)暗電流要小，以避免低照度下之訊號干擾。

根據以上之需求，可資使用的光二極體線列元件如表 2 所示，經比較及考慮集光成像之需求，選用日本 HAMAMATSU S2311-35Q 做為本研究之測光元件，圖 5 所示為該元件之外觀。

1.集光成像鏡系之設計、製作

為獲得 1 mm之測光解析，採用雙鏡式集光成

像法，其設計原理如圖 6 所示，依公式(1)~(3)之計算，得到物至第一透鏡之適確距離、第一透鏡至第二透鏡之適確距離、及第二透鏡至物像之適確距離。

2.光二極體線列 S2311-35Q 之驅動及訊號放大
HAMAMATSU S2311-35Q之驅動及訊號放大功能方塊圖如圖 7 所示，由外界供應 +15Vdc、-15Vdc、+5Vdc 之電源 (power)、及驅動時基 (clock)、起始脈波 (start pulse)，經由內部之電源調整器 (regulator) 提供多工器 (multiplexer) 及 S2311-35Q 一穩定偏壓。由信號處理器 (signal processor) 轉換外界輸入之信號經控制器 (controller) 驅動多工器，並使多工器取得之光訊號經放大器 (video amplifier) 放大後輸出，詳細電路外觀如圖 8 所示。圖 9 所示為驅動時基 62.5 KHz、起始脈波每64個時基一次、照度 49Lx下 S2311-35Q 之掃描狀況。

(三)判定選別電路之改良

1.定性檢出電路之設計、製作

「定性」之意，旨在鑑定何者為病斑點何者為正常點。根據上述鹽漬梅正常表面及褐斑點之表面光反射特性分析結果，設計「窗口」式鑑別器（

表 2 光二極體線列元件種類及其特性

Table 2. The kinds and properties of commercial photodiode array.

廠牌型號	線列點數	有效感測面積		感測波長 (nm)	反應速度 (Hz)	訊號讀取
		間距	感測面			
CENTRONIC						
LD-1	20	0.95mm	0.9mm	200-1000	50M, typ	即時
HAMAMATSU						
S2311-35Q	35	1.0mm	0.94mm	190-1100	1M, 1KΩ	積分
S2317-35Q	35	1.0mm	0.94mm	190-1100	1M, 1KΩ	即時
S2301-128	128	50 μ m	36 μ m	200-1000	2M, max	PCD(註1)
S2304-256	256	25 μ m	13 μ m	200-1000	2M, typ	PCD
NEC						
μ PD791D	4096	7 μ m	5 μ m	400-1200	3.5M, max	CCD(註2)
OKI						
OPA-128H	128	25 μ m	15 μ m	400-1000	1M, max	PMOS
OPA-256C-1	256	13 μ m	8 μ m	400-1000	4M, max	CCD

註：1. PCD--Plasma Coupled Device

2. CCD--Charge Coupled Device

window comparator) 來檢定被掃描 (scan) 讀入之點是正常表面或褐斑點, 同時, 為獲得褐斑點數佔樣品表面積之比值, 亦設計一組「窗口」式鑑別器來檢定被掃描讀入之點是樣品表面或非樣品表面, 此二鑑別器檢定結果依時序 (clock) 之變化傳送至「定量」檢出電路, 以供「定量」處理之用。

圖 10 所示為「定性」檢出電路之詳細電路; U0-U1 組成褐斑點「窗口」式鑑別器, 「窗口」下限值及上限值之設定分別由 POT0 及 POT1 為之; U2-U3 組成樣品表面「窗口」式鑑別器,

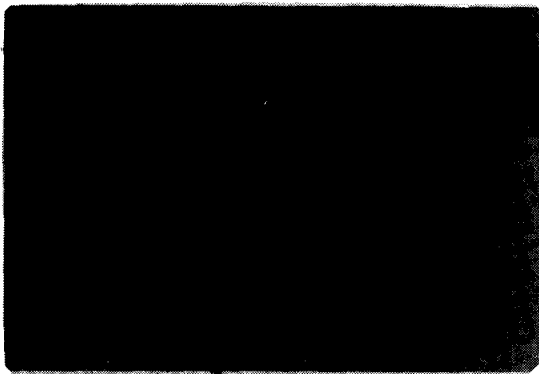
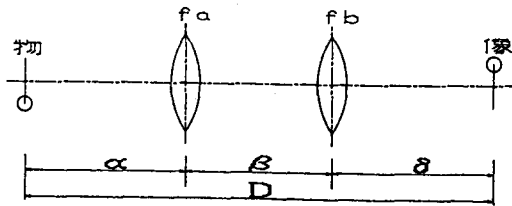


圖 5 日本HAMAMATSU S2311-35Q 光二極體線列感測器外觀
Fig 5. Appearance of HAMAMATSU S2311-35Q



$$\beta^2 - \beta D + D(fa + fb) + (m-1)^2 fafb / m = 0 \dots(1)$$

$$\alpha = (\beta - D - m\beta) / (m-1 - m\beta/fa) \dots\dots\dots(2)$$

$$\delta = D - \alpha - \beta \dots\dots\dots(3)$$

式中 α : 物體至第一透鏡之距離
 β : 第一透鏡至第二透鏡之距離
 δ : 第二透鏡至物像之距離
 D : 物體至物像之距離
 fa : 第一透鏡之焦距, 53mm
 fb : 第二透鏡之焦距, 53mm
 m : 成像大小, -1.

圖 6 雙凸透鏡式集光成像設計法

Fig 6. Focus and image system design with two thin lens.

「窗口」下限值及上限值之設定分別由 POT2 及 POT3 為之; U4 之功能為時間延遲, 使激勵 (trigger) 信號有效取樣鑑別器之檢定結果; U5-U13則提供時序調整、緩衝, 以有效傳送二鑑別器之檢定結果。圖11所示為鑑別器作用狀況。

2. 定量檢出及褐斑——面積比電壓轉換電路之設計製作

「定量」之意, 旨在檢出每一樣品表面積及褐斑點數, 以供換算褐斑所佔面積大小; 圖12所示為「定量」檢出電路之詳細電路: U1 用來緩衝「定量」檢出電路送來之「樣品表面」脈衝 (area pulse)、「褐斑點」脈衝 (scab pulse)、「鎖定」脈衝 (data latch) 及「重置」脈衝 (data reset); U2-U3 分別對「樣品表面」脈

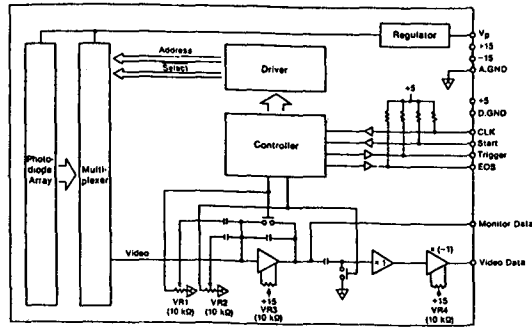


圖 7 HAMAMATSU S2311-35Q 驅動放大功能方塊圖
Fig 7. Block diagram of HAMAMATSU S2311-35Q driver and amplifier.



圖 8 HAMAMATSU S2311-35Q 驅動放大器外觀
Fig 8. Appearance of HAMAMATSU S2311-35Q driver and amplifier

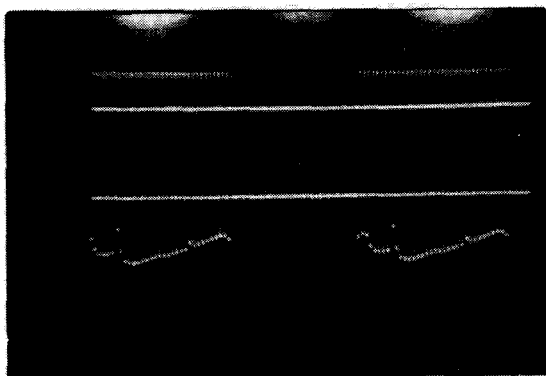


圖9 HAMAMATSU S2311-35Q 驅動及訊號放大實測

Fig 9. The signals detection of HAMAMATSU S2311-35Q driver and amplifier.

上：激勵信號(trigger)，垂直每格5伏特。
下：訊號放大輸出(data)，垂直每格500毫伏特水平每格500微秒。

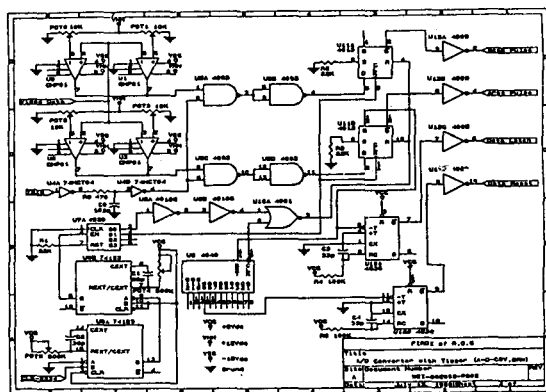


圖10「定性」檢出鑑別電路詳細電路

Fig 10. Detail circuits of "identification" circuit.

衝及「褐斑點」脈衝計數，產生12位元二進制(binary)數據；U4、U6組成數位—類比轉換器(digital to analog converter)，將「褐斑點」脈衝計數結果以類比信號送；U5、U7則組成類比／數位除法轉換器(analog/digital divider)，將U6送出之「褐斑點」計量信號作為U5之回饋(Rfeedback)電壓，使U7以〔「褐斑點」計量結果〕／〔「樣品表面」計量結果〕的方式，以類比信號送出。圖13所示即為定量檢出、及褐斑一面積比電壓轉換電路輸出之信號。

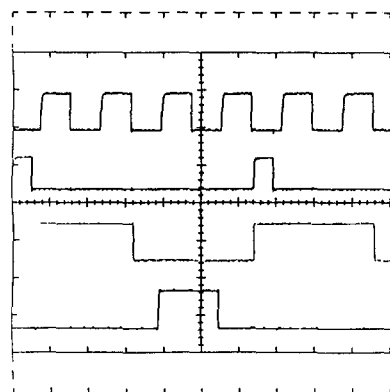


圖11「定性」檢出鑑別器作用實況

Fig 11. Signals detection of "identification" circuit.

CH1: Clock CH2: Reading Pulse
REF1: Data REF2: Data Reset

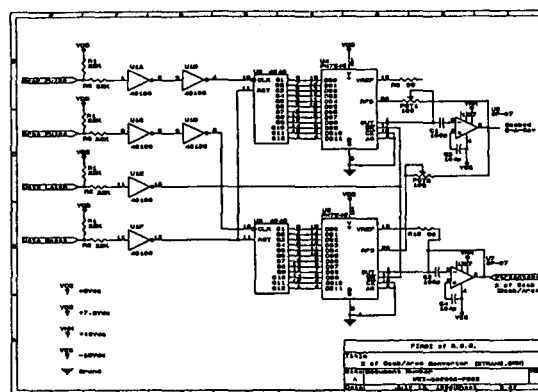


圖12「定量」檢出電路詳細電路圖

Fig 12. Detail circuits of "quantitative" circuit.

3. 標準樣品階位判定器及噴槍單擊控制器之設計製作

階位判定器用來檢定樣品之褐斑—面積比電壓是否超出預設之標準褐斑—面積比電壓，當樣品之比電壓大於預設比電壓時，由階位判定器送出一脈波至噴槍單擊控制器，將此超出標準不可接受之樣品檢出。噴槍單擊控制器用以調整噴槍之延遲時間及作用時間，使噴槍正確檢出不可接受之樣品。

圖(14)所示即為階位判定器及單擊控制器之詳細電路：透過 POT1 設定標準褐斑—面積比電壓於階位判定器U1之反相輸入端(inverse-input)，與非反相輸入端(noninverse-input)輸入

之樣品褐斑—面積比電壓比較，後者大於前者時，U1 送出一脈波至 U2A，調整 POT3 之電阻值使時間常數延長，以等待樣品從測光裝置移動至噴槍有效作用範圍內，再調整 POT3 之電阻值控制噴槍之作用時間，以正確檢出不可接受之樣品。

4. 輸送帶式選別機之安裝測試

圖(15)所示為輸送帶式選別機之外觀，詳細配置狀況如圖(16)所示；樣品由輸送帶(A)右側向左側輸送，黃色發光二極體(B)成環狀排列於光感測器四周，當樣品進入光感測器(C)之感測範圍時，判定選別電路(如圖17所示)即開始進行判定作業

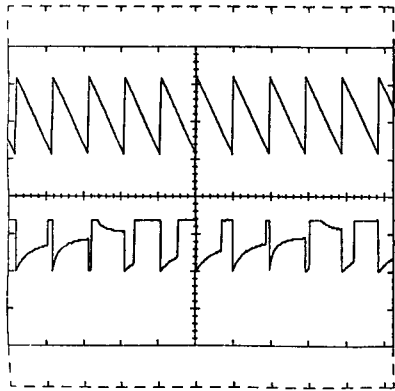


圖13 「定量」檢出電路作用實況
Fig 13. Signals detection of "quantitative" circuit.
CH1: Scab Pulse D/A Output
CH2: Analog/Digital Divider of Scab/Area

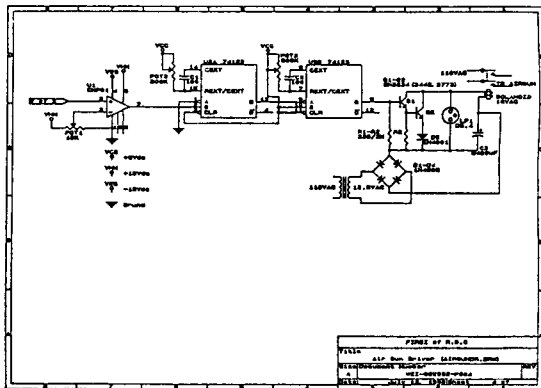


圖14 階位判定器及單擊控制器詳細電路
Fig 14. Detail circuits of level detector and one-shot controller.

。測試結果顯示，在照度 49 lux 之下，測光電路掃描驅動時基之上限為 62.5 KHz，每毫米 (millimeter) 掃描時間 4.096 毫秒 (millisecond)，褐斑點「定性」檢出鑑定器窗口上下限分別為 30mv-10 mv (millivolts)，樣品正常表面「定性」檢出鑑定器窗口上下限分別為 50mv-10mv，樣品進料間距 (pitch) 取 30 mm，則選別能力約為每秒鐘 8 個樣品，亦即每小時處理 28800 個樣品，以鹽漬梅平均重量 5 公克 (gram) 換算，每小時作業能率約 144 公斤。

5. 落體式選別機硬體速度規格需求分析

於輸送帶上進行褐斑梅選別，基本上是屬單面偵測，無法達到整體計量偵測，唯有以近乎自由落體式之偵測方可達到可接受之整體計量偵測。

由於鹽漬梅之平均重量約 5 g，當其自斜槽上下落離開斜槽之瞬間加速度可以自由落體加速度 ($9.8m/sec^2$) 視之，則測光電路之掃描檢出速率

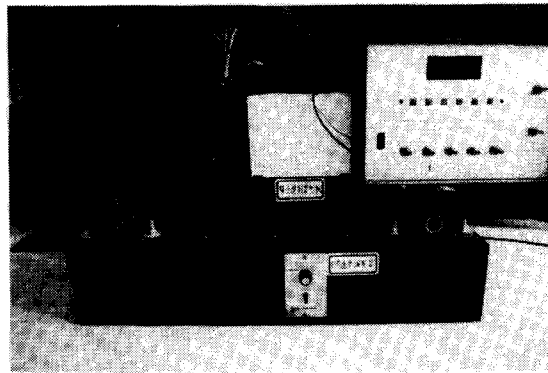


圖15 輸送帶式選別機外觀
Fig 15. Appearance of conveyor prototype sorter.

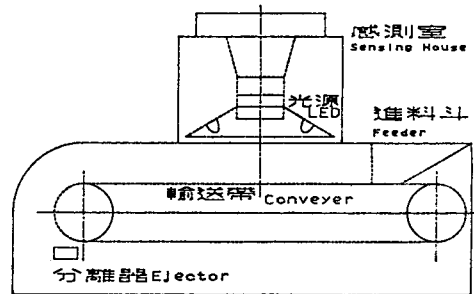


圖16 輸送帶式選別機配置圖
Fig 16. Layout diagram of conveyor proto-type sorter.

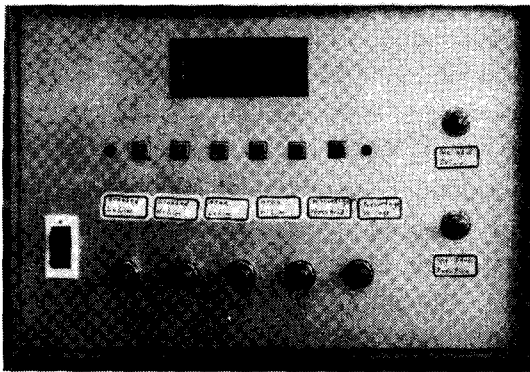


圖17 選別判定裝置控制箱外觀

Fig 17. Appearance of decision circuits and control panel of sorter.

需求如下：

樣品瞬間離槽速度

$$V_f = gt/2 = 9.8/2 = 4.9 \text{ m/s}$$

則 欲獲得 1 mm 解析度之掃描檢出周期為

$$P_{m1} = 1/V_f = 0.2 \text{ ms/mm/line}$$

即 每一感測點之掃描檢出周期為

$$P_{me} = P_{m1}/35 \\ = 5.83 \mu \text{ s/mm/element}$$

標準狀態下，掃描檢出周期包括驅動、積分、保持、及重置四項動作，意即完全掃描檢出周期

$$CP_{me} = P_{me}/4 \\ = 1.46 \mu \text{ s/mm/element}$$

採落體式三面測光時，需輪流掃描檢出各面相對應之感光訊號，即總和完全掃描周期需

$$TCP_{me} = CP_{me}/3 \\ = 0.486 \mu \text{ s/mm/element}$$

由以上分析結果，欲以近似自由落體併行計量之方式選別不同褐斑程度的鹽漬梅，光二極體線列感測器之掃描檢出頻率需達 2.058 MHz (1/TCP_{me})，在此條件下，感測器之作用頻率需達 5MHz 以上，亦即反應時間需低於 0.2 μs 以下，方可滿足。

就目前商用光二極體線列感測器之狀況，要購得符合上述條件之感測器，唯有以訂製方式採用 PIN 感測材料製作線列感測器，方能達到快速、精確之商業應用。

四、結 論

應用一般商用光二極體線列感測器，並結合光學、電子學於鹽漬梅之褐斑計量檢出選別，其技術層次高於一般商業化之色彩選別機，如花生選別機僅具檢出顏色不同之花生的功能，本研究開發之選別機構則可行顏色判定及計量選別兩項功能，其主要目的在選別不同褐斑程度的鹽漬梅，使不同褐斑程度的梅胚製品以合理的價格出售，以獲得合理的商業交易。

研究結果顯示：

1. 以低照度 (49 lux) 單色光進行鹽漬梅之褐斑檢出，具可行性，唯光二極體線列感測器之掃描檢出速度必須低於 62.5 KHz；故，低照度雖可降低樣品表面之強光反射干擾，却犧牲了選別作業能力。
2. 應用可變速度輸送帶作為選別機之輸送裝置，雖僅能進行樣品單面檢測，但可適切調節進料速度與測光、判定選別裝置之處理速度配合，而達到選別之目的。
3. 使用 HAMAMATSU S2311-35Q 光二極體線列感測器，配合 1 : 1 反像集光、照度 49Lux 之黃色 LED 光源、輸送帶線速度 244mm/sec、感測器掃描檢出頻率 62.5 KHz、樣品進料間距 30mm，樣品平均重量 5 g 時，理論選別作業能力為 144 kg/hr。

本研究研製之選別機為一輸送帶式錐型機，主要目標在研究一種具鑑定梅子褐斑、且具計量功能的選別機構，以供剛出池的梅胚原料選別之用。本研究雖已達成預訂之研究目標，若要達到實用階段，則需經細部修整、改良，使各功能組件能適用於實際作業之環境而能穩定達成選別的目的；另外有關投光方面亦必須再加以改善，以使感測器的測光反應速度提高，增進作業能量。

參 考 文 獻

1. 中井重行、池澤辰夫原著，陳文哲、黃清連合譯，1984。「品質管制與工廠統計 (改訂版)」。中興管理顧問公司發行。
2. 王正樂編著，1988。「OrCAD/SDT 使用手冊」。第 3 波文化事業股份有限公司發行。
3. 張錚編著，1985。「OH! IBM PC BASIC 程式設計入門及應用」。松崗電腦圖書資料有限公

- 司發行。
- 4.楊秀珠、呂理榮，1986。梅四大病害影響產量與品質。豐年，3(36)，pp. 36。
 - 5.蔡英俊編譯，1987。「數位IC的電路設計」。建宏出版社發行。
 - 6.魏賢卿、楊進添、謝定時，1987。光電技術在蔬果選別、分級方面之應用研究——新鮮梅子表面反射及選別機構之初步研究。食品工業發展研究所，研究報告第469號。
 - 7.ハママズホトニクス株式會社，1986。35, 38 AND 46 ELEMENT PHOTODIODE ARRAYS. TECHNICAL DATA SHEET NO. S-501-01.
 - 8.ハママズホトニクス株式會社，1986。35, 38 素子フォトダイオードアレイ用驅動回路C2334シリーズ。TECHNICAL DATA SHEET。
 - 9.Birth, G. S., 1979. Radiometric of food quality-Areview. J. Food Sci. 44:949.
 - 10.Budde, W., 1979. Multidecade linearity measurements on Si photodiodes. Appl. Opt., Vol. 18, No. 10, pp. 1555.
 - 11.Budde, W., 1983. Definition of the linearity range of Si photodiodes. Appl. Opt., Vol. 22, No. 11. pp. 1780.
 - 12.Burkhardt, T.H. and Marozek, R.F., 1972. Light reflectance as a criterion for sorting dried prunes, In "Quality detection in foods" (Gaffney, J.J. Compiling, 1976), pp. 80-82. ASAE, Michigan, 49085.
 - 13.Burkhardt, T.H. and Marozek, R.F. 1973. An orienting and conveying device for sorting dried prunes, In "Quality detection in foods" (Gaffney, J.J. Compiling, 1976), pp. 195-198. ASAE, Michigan, 49085.
 - 14.Farsaie, A., McClure, W.F. and Monroe, R.J., 1981. Design and development of an automatic electro-optical sorter for removing BGY fluorescent pistachio nuts. TRANSACTIONS of the ASAE, 24: 1372-1375.
 - 15.Goddard, W.B., O'Brien, M., Lorenzen, C. and Williams, D.W., 1970. Development of criteria for mechanization of grading processing tomatoes, In "Quality detection in Food" (Gaffney, J.J. Compiling, 1976), pp. 40-43. ASAE, Michigan, 49085.
 - 16.Hamstra, R.H. Jr. and Wendland, P., 1972. Noise and frequency response of silicon photodiode operational amplifier combination. Appl. Opt., Vol. 11, No. 7. pp. 1539.
 - 17.Kingslake, R., 1982. System of thin lenses, In "Optical system design", pp. 28. The Institute of optics.
 - 18.Moini, S., O'Brien, M. and Chen, P., 1980. Spectral properties of mold and defects of processing tomatoes. TRANSACTIONS of the ASAE, 23(4): 1062-1064.
 - 19.Precision Monolithics INC., 1986. "Linear and Conversion Application Handbook".
 - 20.White, M.H., Lampe, D.R., Blaha, F.C. and Mack, I.A., 1974. Characterization of surface channel CCD image array at low light level. IEEE J. of Solid-State Circuits, Vol. SC-9, No. 1, pp. 1.