

液晶面板多角度光學量測

Multi-angle optical measurement of liquid crystal panel

楊富翔*、王浩偉(明志科技大學機械系)、羅偕益、張玉嫻、魏鴻祺、王俊傑
工業技術研究院 量測中心 儀器與感測技術發展組 先進光學檢測技術發展部
Email: FuShiangYang@ITRI.org.tw

摘要

液晶面板量測技術包含如色度(chromaticity)、輝度(luminance)等光學參數量測，在液晶顯示器品管中扮演極重要角色。尤其在近年來面板面積變大、製程速度加快的趨勢下，快速且精準的量測變得越來越重要。而在現有的面板量測技術中，多使用單點量測方法，要量測整個面板，必須二維移動探頭或面板，量測時間太久。且為了獲得不同視角的色度、輝度等光學參數，探頭或面板必須作相對角度偏擺，旋轉及定位機構複雜，機構動作耗時。所以迄今並無可達到符合 VESA [1] 量測規範的快速量測裝置，迫切需要有新的量測方法。

我們在量測中心建立一創新的線上多通道多視角面板量測裝置。該裝置利用高密度通道光譜影像裝置的多通道、高光譜解析的特性，結合多蕊光纖束(multi-track fiber bundle)，以一維離散多通道或二維離散多通道形式，可在符合 VESA 規範下，同時量測面板多處位置及多角度下的色度、輝度等光學參數，具有高速量測、高精準量測的優點。

關鍵字: 色度、輝度、液晶面板、光譜

壹、前言

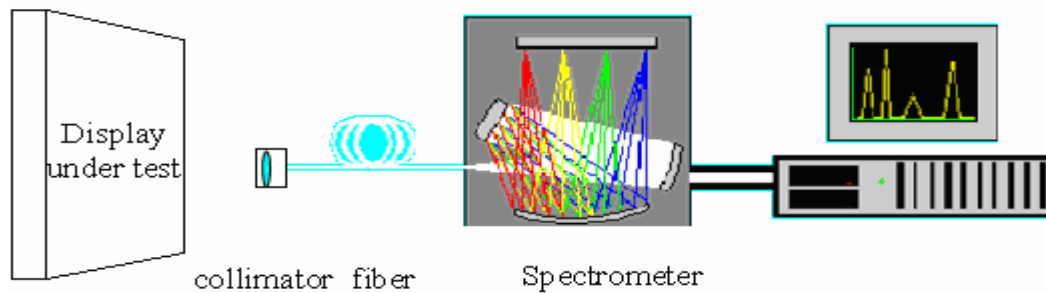
液晶顯示器之色度(chromaticity)及輝度(luminance)量測可分為濾鏡式色彩分析儀(tristimulus colorimeter)及分光式色彩分析儀(spectra colorimeter)兩大類，以濾鏡式色彩分析儀以單點模式進行量測居多如 Topcon 型號 BM7，亦有多點的模式進行量測設備如 Radiant Imaging 型號 PM-1600 Imaging colorimeter，以分光式色彩分析儀皆以單點的模式進行量測如 PHTO RESERCH 型號 PR650、Topcon 型號 SR3、Minolta 型號 CS-1000 等，分光式色彩分析儀其優點為可提供完整的光譜資訊，但由於只能單點量測所以在量測速度上較慢，至於液晶顯示器不同視角(viewing angle)之色度及輝度量測架構上可分為使用傅式光學之原理進行單點多角度的量測如 ELDIM 型號 EZContrast，及使用單點的色彩分析儀配合角度移動機構進行逐次單點單角度的量測兩種形式。綜觀現有之儀器目前尚無同時兼顧量測速度及量測資訊之完整性之設計，為了解決現有儀器之問題，本實驗室開發了液晶面板多角度光學量測技術，提供同時多點多角度之分光式色彩分析儀。

本實驗室所開發之液晶面板多角度光學量測系統採用 VESA (VIDEO ELECTRONICS STANDARDS ASSOCIATION DISPLAY METROLOGY COMMITTEE) 規範為依據進行設計，使用影像式光譜儀為主體並結合多蕊光纖束(multi-track fiber bundle)及多光纖探頭(multiple optical fiber probes)組成多通道光譜儀，將多光纖探頭依不同的位置及視角進行排列，已完成液晶面板多角度光學量測系統，經校正及實際測試後與現有設備進行比較，色度準確度 $x, y < \pm 0.01$ ，色度重複性誤差小於 0.0002，輝度誤差 $L < 6\%$ ，輝度重複性誤差小於 0.2%，由此我們實現同時多點多角度之分光式色彩分析之功能。

貳、研究方法

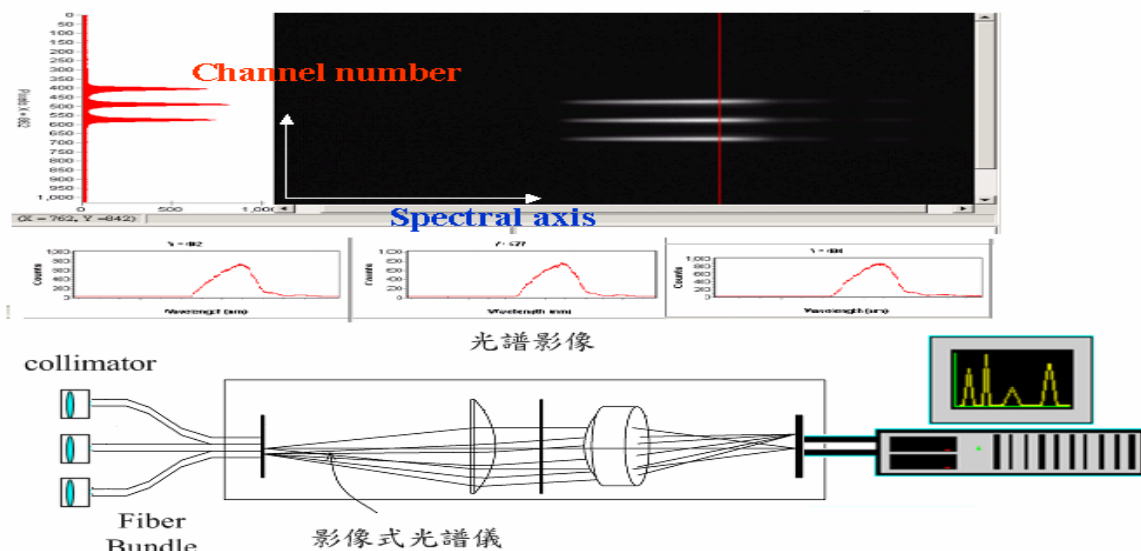
由於液晶顯示器為面發光之元件，其發光特性是以輻射亮度(Radiance)的定義來描述，輻射亮度的定義為單位面積單位立體角之瓦特數，首先我們先以單點分光式色彩分析儀的形式進行設計，此設計架構如圖一，於訊號擷取介面部分我們使用經設計後之光纖準直鏡(fiber collimator)，準直鏡以 2 度收光角度的條件下接收顯示器上面積為 500 像數以上之區域所發出的能量以符合 VESA 規範，光能量經由光纖傳送到光譜儀完成擷取的介面之設計，以達成訊號擷取之目的，取得正比於單位面積單位立體角之瓦特數之光通量訊號，經由光譜儀將取得的光通量訊號經分光投射在光感測器上，可由光感測器上之輸出可取得每個波長所對應之瓦特數，經校正後可取得顯示器單位面積單位

立體角之光譜能量分佈，經運算取得液晶顯示器之色度及輝度以達成液晶顯示器光學參數量測之目的，以上為單點分光式色彩分析儀之設計方法。

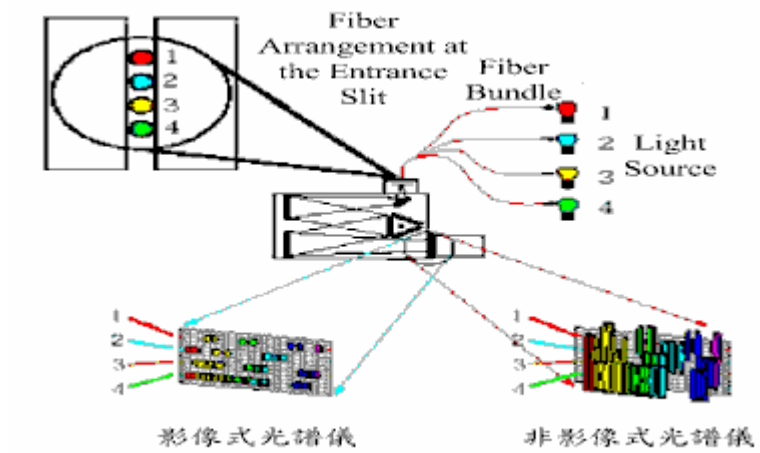


圖一、單點分光式色彩分析儀架構圖

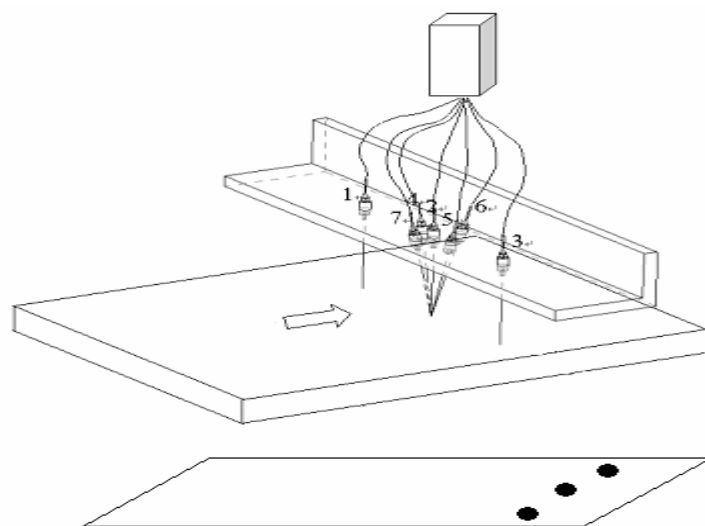
多點多角度之分光式色彩分析儀之設計架構如圖二，我們將單點式的光譜儀改成本實驗室自行設計的影像光譜儀，單點非影像式光譜儀與影像式光譜儀之差異如圖三所示，影像光譜儀可將光譜儀狹縫上不同位置之光源光譜互相關開各別取得，與多蕊光纖束 (multi-track fiber bundle) 結合及多光纖探頭 (multiple optical fiber probes) 為光收集器，以多通道多接收視角方式量測面板的光譜訊號。光纖探頭排列方式可如圖四，面板置於光纖探頭 (1~7) 的光焦點位置，此多蕊光纖束的光纖探頭 (1,2,3) 以垂直面板放置，光纖探頭 (4,5,6,7) 以非垂直面板放置，同時進行面板光譜的多通道多視角量測。在二維陣列偵測器 CCD 上所獲得的影像，一軸對應空間通道與視角資訊，一軸對應光譜資訊，如圖五所示。多蕊光纖束所收集的七通道訊號，均可在偵測器上分離開來，得到 channel 1 到 channel 7 個別光譜，可使多通道及多視角兩特性同時存在，經移動光纖探頭 1~7 或待測面板三次並作三次量測，就可在 VESA 規範下量測完整個面板的光譜。亦可安排排列方式如圖六，將光纖探頭以 13 個 channel 陣列分布在待測面板上，在光纖探頭及待測面板不掃描的情況下，可在 VESA 規範下一次測得樣品上二維離散多通道面板光譜。



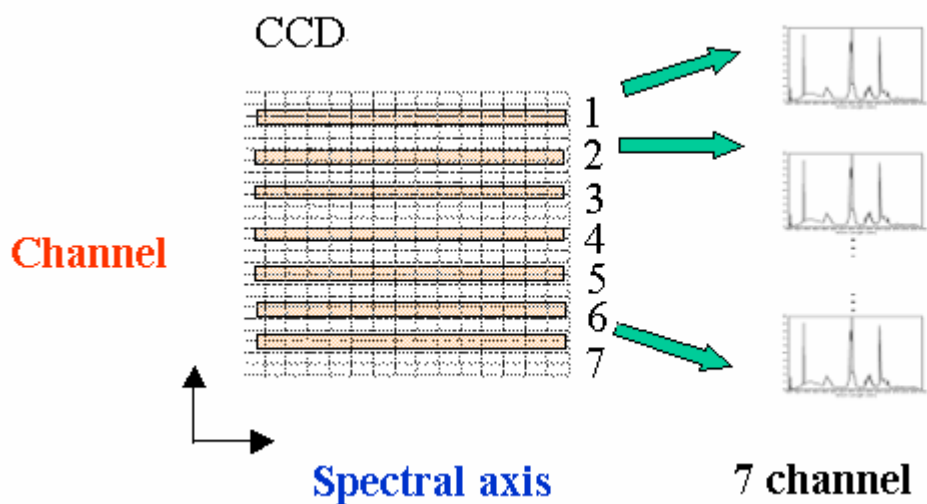
圖二、多點多角度之分光式色彩分析儀之設計架構圖



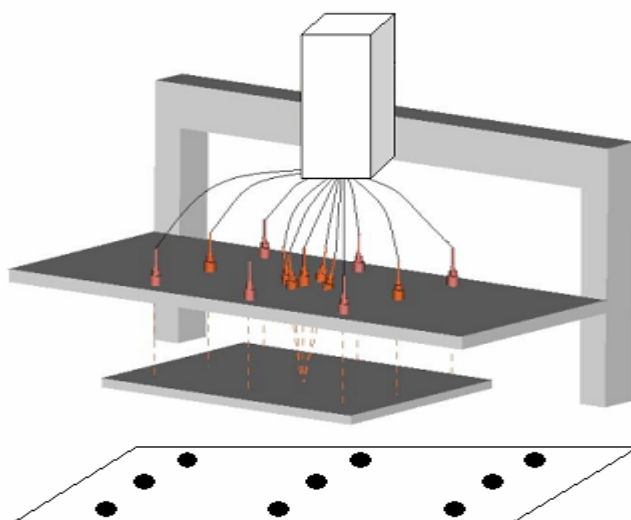
圖三、單點非影像式光譜儀與影像式光譜儀之差異圖



圖四、七通道光纖探頭排列方式圖



圖五、七通道光譜影像示意圖



圖六、十三通道光纖探頭排列方式圖

參、研究成果

本系統與 PHTO RESERCH PR650 量測液晶顯示器不同畫面之結果如表一

表一、本系統與 PR650 量測液晶顯示器不同畫面之結果比較表

LCD-Panel-Color	PR650			Our system CH4			Error		
	CIE-x	CIE-y	L (cd/m ²)	CMS-x	CMS-y	L (cd/m ²)	x	y	L (cd/m ²) %
White	0.316	0.354	111.7	0.3111	0.3503	111.700	-0.0049	-0.0037	0
Red	0.595	0.34	24.58	0.5882	0.3439	25.998	-0.0068	0.0039	5.77
Green	0.309	0.567	69.30	0.3000	0.5693	68.595	-0.0090	0.0023	-1.02
Blue	0.15	0.142	17.30	0.1499	0.1349	17.312	-0.0001	-0.0071	0.07
Cyan	0.23	0.357	86.56	0.2229	0.3503	85.438	-0.0071	-0.0067	-1.30
Magenta	0.318	0.216	42.12	0.3156	0.2133	43.149	-0.0024	-0.0027	2.44
Yellow	0.417	0.485	94.10	0.4127	0.4862	94.450	-0.0043	0.0012	0.37

本系統量測液晶顯示器重複性測試結果如表二

表二、本系統量測液晶顯示器 White 畫面重複性測試結果

CH4 repeat No	x	y	L (cd/m ²)
1	0.3100	0.3489	110.427
2	0.3102	0.3489	110.321
3	0.3101	0.3489	110.368
4	0.3103	0.3487	110.307
5	0.3103	0.3487	110.418
6	0.3103	0.3487	110.418
7	0.3102	0.3488	110.313
8	0.3102	0.3489	110.345
9	0.3102	0.3491	110.530
10	0.3103	0.3491	110.349
σ	0.0001	0.0002	-
Max Error L (%)	-	-	0.2

本系統通道一致性測試結果如表三

表二、本系統通道一致性測試結果表

Uniformity	x	y	Error x	Error y
CH1	0.3088	0.3484	-0.0017	-0.0009
CH2	0.3089	0.3484	-0.0016	-0.0009
CH3	0.3107	0.3500	0.0002	0.0007
CH4	0.3105	0.3493	0.0000	0.0000
CH5	0.3104	0.3493	-0.0001	0.0001
CH6	0.3103	0.3496	-0.0002	0.0003
CH7	0.3107	0.3504	0.0002	0.0011

肆、結論與建議

我們開發了液晶面板多角度光學量測系統，實現同時多點多角度之分光式色彩分析之功能，系統色度重複性誤差小於 0.0002，輝度重複性誤差小於 0.2%，由此可驗證本系統應用於液晶面板量測之可行性，由於 CCD 非線性之效應，導致以 A 光源校正之本系統於量測 A 光源色度準確度、輝度誤差相與於液晶面板的量測結果不同，目前於液晶面板的量測色度準確度 $x, y < \pm 0.01$ ，輝度誤差 $L < 6\%$ ，未來我們會針對 CCD 非線性之問題進行修正已降低色度及輝度量測誤差以符合業界需求解決現有儀器之問題。

伍、參考文獻

[1] VESA FPD M V2.0