



經濟部標準檢驗局 100 年度執行報告

能源計量標準技術發展計畫(1/4)

(第一年度)

全程計畫：自 100 年 1 月至 103 年 12 月止

本年度計畫：自 100 年 4 月至 100 年 12 月止

委託單位：經濟部標準檢驗局

執行單位：工業技術研究院

中華民國 100 年 12 月

【期末報告摘要資料】

科資中心編號				
計畫中文名稱	能源計量標準技術發展計畫(1/4)			
主管機關	經濟部標準檢驗局	計畫編號	100-1403-05-04-12	
執行機構	財團法人工業技術研究院	審議編號		
年度	100	全程期間	10004-10312	
本期經費	13,450 仟元			
執行單位出資	0 %			
經濟部標準檢驗局委託	100 %			
執行進度		預定進度	實際進度	落後比率(比較)
	當年	100 %	100 %	0 %
	全程	25 %	25 %	0 %
經費支用		預定支用經費	實際支用經費	支用比率
	當年	13,450 仟元	13,440 仟元	99.93%
	全程	13,450 仟元	13,440 仟元	99.93%
中文關鍵詞	LED 標準模組、分光輻射通量、配光曲線儀、雜光修正、線光譜分散函數、雜光分佈函數、計量標準、計量追溯、太陽電池、溫室氣體、全氟化物、碳排放減量、傅立葉紅外光譜分析、燃料電池、氣體純度分析			
英文關鍵詞	LED measurement standard module、Spectral radiant flux、Goniophotometer、Stray light correction、Line Spread Function(LSF)、Stray-light distribution function(SDF)、metrology standard Metrological traceability, Solar cell, Greenhouse Gas, PFCs; Perfluorinated Compounds、Carbon Emission Reduction、FT-IR analysis、Fuel Cell、Purity Analysis			
研究人員	中文姓名		英文姓名	
	彭國勝		Gwo-Sheng Peng	
	吳貴能		Kuei-Neng Wu	
	林采吟 等		Tsai-Yin Lin etc.	
研究成果中文摘要	<p>1. 分光輻射通量標準校正系統及參考標準燈之量測系統架構建置：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 完成分光輻射通量標準校正系統架構及自動化程式。 • 完成光譜儀之脈波散佈函數分析方法研究。 <p>2. 研發分光輻射通量參考標準燈(白熾燈)之穩定技術：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 完成分光輻射通量標準燈(白熾燈)穩定系統。 • 完成分光輻射通量標準燈(白熾燈)。 			

	<p>3. 研發 LED 分光輻射通量標準燈穩定技術：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 完成順向電壓與光量關係擬合迴歸分析技術。 • 建立 LED 分光輻射通量標準球泡燈技術。 • 建立 LED 模組回饋穩定技術。
英文摘要	<p>1. Establish apparatus of calibration system for spectral radiant flux and of measurement system for reference standard lamp.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accomplish apparatus of calibration system for spectral radiant flux and automatic control and analysis program. • Accomplish analysis method for “Impulse Spread Functions of Array Spectrometers.” <p>2. Stabilization technique research on spectral radiant flux standard lamp (tungsten lamp).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accomplish stabilization system for spectral radiant flux standard lamp (tungsten lamp). • Accomplish spectral radiant flux standard lamp (tungsten lamp). <p>3. Stabilization technique research on LED standard lamp for spectral radiant flux.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accomplish regression analysis method for the relation between forward voltage and light output. • Establish standard LED lamp for spectral radiant flux. • Establish optical feedback control technique for LED module.
報告頁數	77
使用語言	中文
全文處理方式	可對外提供參考

報 告 內 容

目 錄

壹、 100 年度重要活動.....	1
貳、 前言.....	2
參、 計畫變更說明.....	7
肆、 執行績效檢討.....	8
一、 計畫達成情形.....	8
(一)進度與計畫符合情形.....	8
(二)目標達成情形.....	9
(三)配合計畫與措施.....	12
二、 資源運用情形.....	13
(一)人力運用情形.....	13
(二)經費運用情形.....	14
(三)設備購置與利用情形.....	15
(四)人力培訓情形.....	16
伍、 成果說明與檢討.....	17
一、 LED 照明計量標準技術發展分項.....	17
(一)非量化執行成果說明.....	17
二、 成果與推廣.....	57
(一)推廣案例說明.....	57
(二)產出成果一覽表.....	60
(三)其它綜合成果.....	61
陸、 結論與建議.....	61
柒、 附件.....	63
一、 新台幣 5 百萬元以上(含)之儀器設備清單.....	63
二、 國外出差人員一覽表.....	63
三、 專利成果統計一覽表.....	64
四、 論文一覽表.....	64
五、 研究報告一覽表.....	65
六、 研討會/成果發表會/說明會一覽表.....	66
七、 中英文對照表.....	67

八、研究成果統計表.....	68
九、參考文獻索引.....	69
十、執行報告委員意見彙整.....	71
十一、審查暨驗收會議記錄回覆.....	75

圖 目 錄

圖 1	綠能產業發展五大策略	3
圖 2	國家品質碁磐體系	4
圖 3	LED 產業光量參數量測需求圖	18
圖 4	LED 產業光量追溯關係圖	18
圖 5	分光輻射通量系統實體照圖	19
圖 6	光譜儀量測 435.83 nm 譜線結果圖	21
圖 7	分光輻射通量量測示意圖	22
圖 8	分光輻射通量標準追溯圖	23
圖 9	分光輻射通量量測系統實驗室	23
圖 10	光譜儀量測函數示意圖	24
圖 11	脈波散佈函數分析結果範例	25
圖 12	白熾燈穩定程序系統示意圖	26
圖 13	白熾燈穩定系統實體圖	26
圖 14	穩定程序 2、8、25 小時光訊號變化圖	27
圖 15	小電流不控溫方法	29
圖 16	EIA/JESD51-1 方法	29
圖 17	Ohno 脈波電流方法	29
圖 18	小電流不控溫標準 LED 製備系統示意圖	30
圖 19	SMD 型 LED 標準樣品製備系統示意圖	31
圖 20	SMD 型 LED 標準樣品製備系統	32
圖 21	SMD 型 LED 標準樣品控制與量測程式	32
圖 22	分析 I_V , V_F , T_a , t 函數關係程式	33
圖 23	典型之 I_V , V_F , T_a 與 t 實驗結果	34
圖 24	I_V 迴歸分析結果(左), 老化函數 $s(t)$ (右)	35
圖 25	D=594 nm 晶片型 LED 的 I_V , V_F , T_a 與 t 實驗結果	36
圖 26	D=456 nm 晶片型 LED 的 I_V , V_F , T_a 與 t 實驗結果	37
圖 27	係數 a, b, c 與主波長之關係	38
圖 28	係數與主波長之關係	39

圖 29	係數 b 與 c 之關係.....	40
圖 30	係數 β 與 γ 之關係.....	40
圖 31	638 nm LED 之計算與實測之 I_v	41
圖 32	638 nm LED 計算與實測的百分比誤差.....	41
圖 33	LED 亮度標準件架構圖.....	42
圖 34	LED 光源模組架構圖.....	43
圖 35	LED 模組未塗散熱膏監控圖.....	44
圖 36	LED 球泡燈穩定程序設備示意圖.....	47
圖 37	LED 球泡燈穩定程序設備實體圖.....	48
圖 38	光通量測試示意.....	49
圖 39	點燈 300 小時後的光通量數值.....	50
圖 40	光通量穩定後의燈殼溫度.....	50
圖 41	8W 6500 K 球泡燈點燈枯化記錄.....	51
圖 42	8W 6500 K 球泡燈光通量隨時間變化情形.....	52
圖 43	8W 3000 K 球泡燈光通量隨時間變化情形.....	52
圖 44	8W 6000 K 球泡燈光通量隨時間變化情形.....	53
圖 45	8W 6000 K 球泡燈光譜隨時間變化情形.....	53

表 目 錄

表 1-1	角度解析測試結果.....	20
表 1-2	光譜儀波長量測正確性驗證結果.....	21
表 1-3	標準燈(變異量)及再現性(變異量)測試結果.....	28
表 1-4	LED 模組塗上奈米複合式散熱膏.....	45
表 1-5	LED 模組未塗上散熱膏.....	45
表 1-6	LED 模組塗上 Si-散熱膏(使用 Feedback 系統).....	45
表 1-7	無 Feedback 之 LED 再現性(變異量)實驗結果.....	45
表 1-8	Feedback 之 LED 再現性(變異量)結果.....	46
表 1-9	測試燈的規格.....	48

壹、100 年度重要活動

日期	活動內容簡述
100.04.19	簽約完成，本計畫開始執行。
100.07	於 7 月量測資訊刊物發表「LED 分光輻射通量量測標準追溯技術」，發表 LED 分光輻射通量量測技術國家追溯鏈規劃與其關鍵技術建構。
100.08.17	舉辦「LED 計量標準技術論壇」邀請台達電子、晶元光電、艾迪森光電及中央大學、台灣科技大學、工研院量測中心等產學研專家針對「LED 計量標準帶動照明產業發展」主題進行討論及交流，會中專家們針對會議議題進行了熱烈地探討與建言，並達成多項共識。
100.09	參加於美國舉辦之 11th International Conference on New Developments and Applications in Optical Radiometry (NewRad'11)，發表論文"Impulse Spread Functions of Array Spectrometers Obtained by Deconvolutions of Measured Spectra of Calibration Lamps"，推廣本計畫成果之 LED 量測光譜修正技術，與國際專家討論計劃發展之技術，蒐集 LED 照明計量發展國際最新趨勢及技術，展現計畫研發成果，建立國際合作人脈網絡，以供未來技術交流之資源。
100.10.25	於工研院國際會議廳舉辦「LED 光量量測技術暨照明視覺研討會」，邀請日本宇都宮大學(Utsunomiya University) 情報工學科教授、同時為國際照明委員會(International Commission on Illumination, CIE)第一分部專家 Miyoshi Ayama 及量測中心標準與技術發展組之徐紹維博士與研究員劉玟君、吳貴能等四位專家，分享 LED 光量量測技術與照明視覺技術，計有 86 位領域專家共襄盛舉。
100.11	至大陸福州參與能源計量與產業發展研討會，講演台灣太陽光電計量技術之發展，針對能源計量技術進行交流，並蒐集「能源計量、綠能」大陸最新發展趨勢。
100.12.13	參與 100 年標檢局計量科技成果展，展出 LED 標準件製作技術，推廣順向電壓及 LED 光量之近似模式，準確得出各時間點之 LED 光量。廠商可應用此技術製作 Golden Sample。

貳、前言

自 1985 年能源危機及近年 CO₂ 溫室效應，喚起全球高度重視氣候變遷與節能減碳議題，世界主要國家投入經費人力資源，推動振興方案，發展綠色運輸系統以及先進綠色城市，綠色新政儼然成為全球施政新潮流，帶起了一波新興能源技術和期望的風潮。

台灣能源資源有限，98%能源仰賴進口，近幾年國際能源價格持續高漲，致使台灣各產業面臨嚴峻之考驗，在世界能源日漸枯竭之際，能源議題對台灣尤其重要。在世界各國積極發展綠色能源產業之際，綠色能源與節能減碳亦為政府近年來大力推動的政策，2009 年 4 月行政院核定我國綠色能源產業旭升方案，確立綠色能源產業之「主力產業」光電雙雄為太陽光電與 LED 照明產業，以此作為推動發展目標、重點推動方向及策略之整合規劃。台灣正把握這一波全球技術及產業板塊移動契機，引領我國邁入社會低碳化與產業高值化的競爭優勢。

針對綠色能源產業，政府研擬一連串政策與推動措施。2009 年全國能源會議，對我國能源產業發展之結論與建議為「選定重點產業，依產業特性與技術潛力加以扶植」。建構節能低碳經濟發展綠色能源產業過程，選定產業已有良好基礎，具躍升能量之主力產業(能源光電雙雄)為太陽光電、LED 照明，預定 2015 年二項產業產值達兆元。

本計畫配合行政院院六大產業榮景再現能源政策，政策推力之環境塑造中，一、建構「再生能源、節約能源產品標準及檢測平台」，與國際同步，訂定產品相關法規、標準。二、建置「綠能產品國際驗證實驗室」，以利外銷。三、依全國能源會議結論建構新技術產品驗證場域，驗證新能源技術與產品之可靠性。

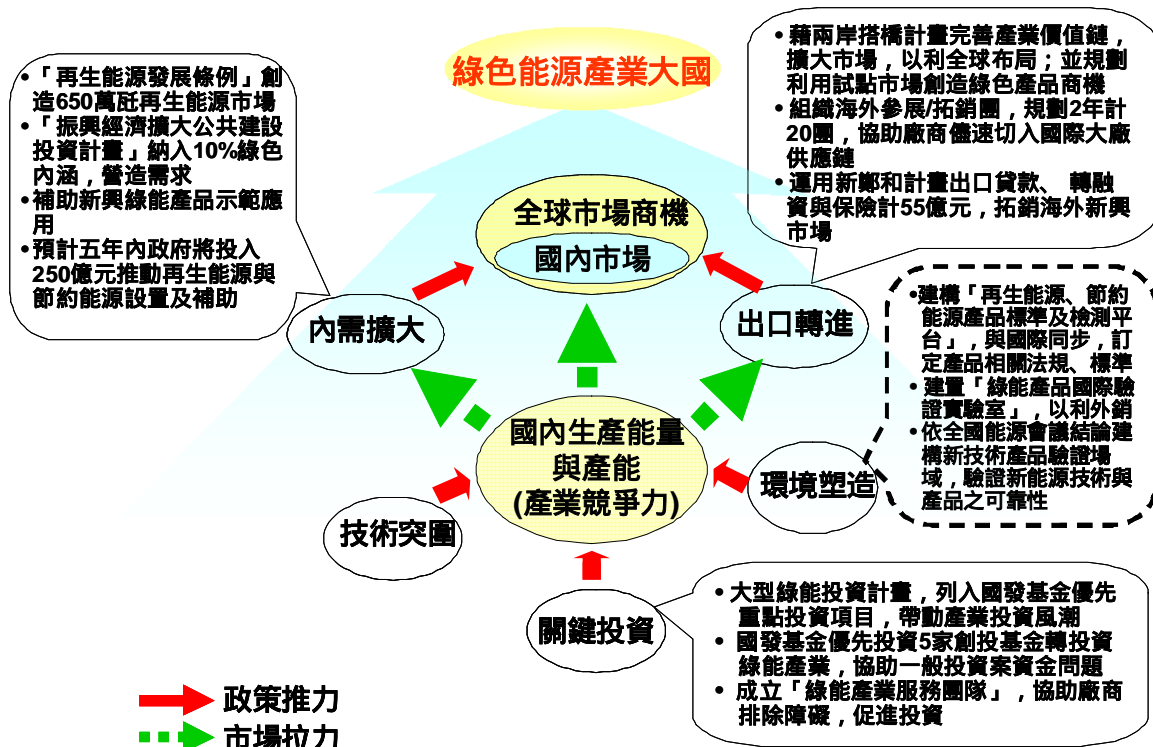


圖 1 綠能產業發展五大策略

(資料來源：經濟部「綠色能源產業旭升方案」行動計畫資料)

綠能產業的發展起源來自於全球對於能源安全、溫室效應、以及節能減碳議題的重視；除了驗證綠能產品，如：LED 照明、太陽能電池、氫能與燃料電池，其性能所直接衍生的再生能源效益之外，未來的趨勢潮流將進一步導入產品生命週期分析(Life Cycle Analysis, LCA)及綠色製造(Green Manufacturing)的概念，加強重視產業上下游原物料供應與產品製程物料使用履歷，以整體評估可能被長期忽視，而隱藏於新興綠能產業供應鏈中的碳排放；這也是台灣各高科技產業協會，如：台灣半導體協會、台灣薄膜電晶體液晶顯示器產業協會，在近年來自願投入千億以上營運成本，力行節能減碳措施，落實溫室氣體排放減量政策，執行碳排放評估盤查與登錄的主因。

行政院 2007 年產業科技策略會議以「能源科技」做為主軸推動機制/措施：制定「2020 年 CO₂ 減量科技發展藍圖」以建立標準化溫室氣體量測及監測方式

為重點，於此可見建置溫室氣體計量標準的重要。行政院 2010 年「節能減碳推動委員會」首次會議，通過短、中、長期節能減碳目標，短期為 2020 年回到 2005 年水準，即需減碳 8,700 萬噸；規劃從淨源、節流、境外採購碳權和開徵能源稅、碳權交易、擴大民營電廠、重大投資案抵換碳權等方向，多管齊下訂出各項目減量配額。其中配額最高、減量最大宗的是潔淨能源的利用，預計透過政策提高低碳如天然氣、再生能源、核能等發電比率，以有利於能源三法全數過關施行（「能源稅條例」、「溫室氣體減量法」、「再生能源發展條例」）。

國家品質基磐(National Quality Infrastructure, NQI)體系內含認證、驗證、標準、檢測與計量等五大要素。能源計量標準技術發展計畫目的在建立、維持及傳遞國家最高能源計量標準，以滿足業界能源量測儀器追溯校正需求。相關技術發展與規劃，朝建立追溯性、量測原級標準、新興能源科技產業需求(如太陽光電、LED 產業)及未來各種新能源量測技術研究為發展方向；為維持更完整的國家能源量測標準，持續分階段建置、通過查驗之量測系統陸續納入標準維持並對業界提供校正服務，以促進國家永續經濟發展，降低業界貿易技術障礙，擴增國際市場。



圖 2 國家品質基磐體系

本計畫所建置之國家能源計量標準，將積極加入國際標準實驗室計量能源社群，追求國際等同。其執行始於計量科技研發，產生量測標準，提供國內一致追溯之基礎，透過認證比對過的系統/實驗室，執行專業量測器具系統校正，獲取之精確可靠量測數據，可對業界/二級實驗室進行品質管理，進而提高生產良率，保障消費大眾交易產品或服務之品質，為人民生活福祉保障關鍵碁盤之一。國家能源計量標準量測系統建置完成後擬納入國家度量衡標準實驗室(National Measurement Laboratory, NML)運作計畫維持運轉，在國家品質碁盤中佔關鍵性之角色。

能源計量標準技術發展計畫之任務，如下：

- 一、能源標準計量技術研發：建立先進且和國際調和接軌之能源標準計量研發能力，並持續我國自主且關鍵性能源標準計量技術與量測系統之發展，滿足相關權益群體追溯需求。
- 二、標準維持服務：國際等同、品質管理、系統維持、產業服務。

本計畫依據政府政策及產業需求，分為三個分項執行，分別為 LED 照明計量標準技術發展、太陽光電計量標準技術發展及能源化學計量標準技術發展。

一、LED 照明計量標準技術發展分項

本計畫針對 LED 照明產業應用所需之光輻射計量標準，建立 LED 量測追溯能量，建置內容包括：

(一)建立分光輻射通量標準校正系統及參考標準燈：

- 1.分光輻射通量標準校正系統：具分光輻射通量量測追溯能量，分光輻射通量範圍為(2.5~100) mW/nm，不確定度範圍 2.0%，波長範圍(350~830) nm，可提供空間分佈量測技術之分光輻射通量(mW/nm)、輻射通量(mW)及光通量(lm)之國家標準追溯。
- 2.分光輻射通量參考標準燈(白熾燈) 追溯能量，波長(350~830) nm，範圍為(2.5 ~ 100) mW/nm，不確定度範圍 3.0%。

(二)研發LED分光輻射通量標準燈技術：全光通量(lm) 穩定性(變異量)及再現性(變異量)均 0.5 %，可提供國內產業實驗室之量測系統及配光曲線儀之驗證及比對。

以促進國內 LED 照明相關量測實驗室在分光輻射通量、輻射通量、全光通量之量測標準一致性及公信力。

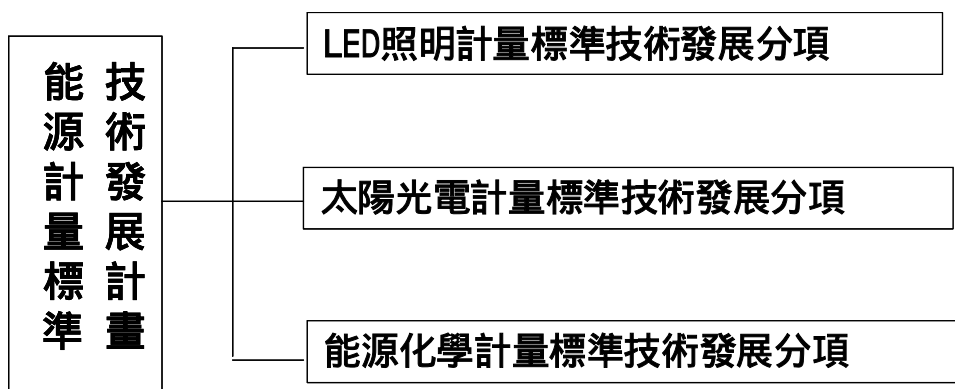
二、太陽光電計量標準技術發展分項

進行太陽光電計量標準技術研究，補強太陽光電標準實驗室自主太陽光電計量技術、培育研究群，發展具前瞻性且達國際水準之標準與比對技術。

三、能源化學計量標準技術發展分項

為提供我國溫室氣體減量政策推動、前瞻能源產業發展、及低碳潔淨能源運用之檢測、驗證與計量標準依據；本計畫以建立我國低碳潔淨能源熱值交易、溫室氣體減量評估，前瞻能源科技產業發展為標的，投入綠能與高科技產業用溫室氣體(PFCs 及 CO₂、CH₄ 等)原級計量標準系統建置，及低碳綠色能源產業氣體純度計量技術研發；協助國內氣體測試實驗室成熟且具備能源氣體與電子級氣體濃度/純度鑑定能力，使技術能力達國際等同性，由此建立國內能源氣體供應產業、與綠色能源產業製程用氣體供需市場氣體濃度與純度規格之計量追溯源。

全程計畫架構如下：



參、計畫變更說明

本年度無計畫變更。

肆、執行績效檢討

一、計畫達成情形

(一) 進度與計畫符合情形

進度 工作項目	月份	預期進度						實際進度		
		FY100								
		4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. 建立分光輻射通量標準校正系統及參考標準燈之量測系統架構 (1)系統設計及採購 (2)組裝雙旋臂機械系統 (3)建立自動化控制及分析程式 (4)角度、長度、偵測面積之標準追溯及分析										
			(a1)							
				(a2)						
								(a3)		
2. 研發分光輻射通量參考標準燈(白熾燈)之穩定技術 (1)篩選穩定白熾燈 (2)標準燈性能驗證										
				(b1)				(b2)		
3. 研發LED分光輻射通量標準燈穩定技術 (1)建立穩定LED製備系統 (2)建立LED溫度及老化參數實驗程序及計算程式 (3)LED標準件性能驗證										
			(c1)							
					(c2)				(c3)	
4. 學研合作 (1)發光散角為Lambertian之LED封裝型式光學模擬分析與設計 (2)建立發光散角可調之光學模型與穩定LED										
				(d1)						(d2)
進度百分比 % (依經費之比重計算)		15%		45%		80%			100%	

(二) 目標達成情形

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
1.LED 照明計量標準技術發展分項			
(1) 建立分光輻射通量標準校正系統及參考標準燈之量測系統架構			
系統設計及採購	雙旋臂機械系統設計及採購，完成採購規範書。	完成「雙旋臂空間掃描分光設備」採購規範書。採購規格簡述如下：(1)角度解析度達 0.1 度。旋轉半徑約 1.25 m，控制角度範圍軸：0°~180°、C 軸：0°~360°，光源支撐座可調角度 0°~180°。(2)分光偵測部分能測得 1 lx 照度下之 A 光源光譜。	• 無差異
組裝雙旋臂機械系統	組裝雙旋臂機械系統角度解析度 0.1°，旋轉半徑約 1.25 m。控制角度範圍軸：0°~180°、C 軸：0°~360°。	完成分光偵測元件及光陷阱設計，與分光偵測元件之脈波散佈函數分析方法研究，並完成雙旋臂機械系統組裝。	• 無差異
建立自動化控制及分析程式	建立自動化控制及分析程式。自動掃描及計算空間光譜色度分布、空間光強度分布、分光輻射通量結果。	完成自動化控制及分析程式，內容包括：自動化控制燈源及偵測器轉軸(分別為 C 軸及 軸)。以自動掃描空間各位置之分光輻射照度(光譜)，計算空間光強度分佈、分光輻射通量結果。	• 無差異
角度、長度、偵測面積之標準追溯及分析	完成角度、長度、偵測面積之標準追溯。角度不確定度(0.1~0.15)°，中心至偵測面距離不確定度<0.5%，面積不確定度<0.5%。	完成角度、長度、偵測面積之標準追溯。角度解析度 0.1°，角度不確定度為 0.14°，中心至偵測面距離不確定度為 0.26%，面積不確定度為 0.21%。	• 無差異
(2)研發分光輻射通量參考標準燈(白熾燈)之穩定技術			
篩選穩定白熾燈	完成分光輻射通量標準燈(白熾燈)穩定系統定電流同時監控電壓及光量累計 24 小時。	完成分光輻射通量標準燈(白熾燈)穩定系統及白熾燈候選清單之建立與 50 W、75 W、100 W 標準燈(白熾燈)之累計穩定監控	• 無差異
標準燈性能驗證	產出分光輻射通量標準燈(白熾燈)光量穩定性(變異量)及再現性(變	完成標準燈穩定性(變異量)測試(穩定性之變異量 0.25%)與再現性(變異量)測試(再現性之變異	• 無差異

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
	異量) 0.5 %。	量 0.4 %)。	
(3)研發 LED 分光輻射通量標準燈穩定技術			
· 建立穩定 LED 製備系統	· 建立穩定 LED 監測系統供應電流穩定度(變異量) 0.1 %電壓量測 10 μ V/V。	· 已於 5 月完成穩定 LED 監測系統, 以位移偵測器監控多顆 LED 穩定性(變異量)系統, 供應電流穩定度(變異量) 0.1 %, 電壓量測 10 μ V/V。	• 無差異
· 建立 LED 溫度及老化參數實驗程序及計算程式	· 建立 LED 溫度及老化參數實驗程序及計算程式。	· 完成順向電壓與光量關係擬合迴歸計算式, 可得順向電壓反應接合溫度對光量之影響量, 如期完成查核點執行工作。	• 無差異
· LED 標準件性能驗證	· 建立 LED 分光輻射通量標準元件, 光量穩定性(變異量)及再現性(變異量) 0.5 %。	· 完成回饋控制 LED 標準件, 光量穩定性(變異量)為 0.4 %, 穩定時間可縮短約為 5 分鐘 再現性(變異量)為 0.2 %。	• 無差異
(4) 學研合作			
· 研發光散角為 Lambertian 之 LED 封裝型式光學模擬分析與設計	· 建立初步光學模擬設計模型, LED 標準燈為 Lambertian 發光型式, 在 200 mA 及 350 mA 驅動電流下, 初步樣品再現性(變異量)及穩定性(變異量)達 1 %。	· 藉由建立光學模擬模型設計, 完成發光散角之擬模程序, 並製作標準 LED 樣本, 進行穩定性(變異量)與再現性(變異量)測試, 在 200 mA 及 350 mA 驅動電流下, 穩定性(變異量)與再現性(變異量)<5%, 如期達成查核點。	• 無差異
· 建立發光散角可調之光學模型與穩定 LED	· 完成發光散角可調之光學模型建立, 完成 LED 之散角半高全寬為 60 度, 在 200 mA 及 350 mA 驅動電流下, 再現性(變異量)及穩定性(變異量)0.5 %。	· 建立以雙光圈方法進行散角可調之光學模型 完成 Remote 及多晶封裝採用高導熱銀膠及冷白型式鈹鋁石榴石螢光粉體, 製作出高穩定樣品。完成樣品為 1 W, 光通量為 32 lm, 色溫為 6500 K, 穩定性(變異量)為 0.2 %, 再現性(變異量)為 0.2 %。	• 無差異
其他：			
<ul style="list-style-type: none"> • 舉辦「LED 計量標準論壇」, 邀請台達電子、晶元光電、艾迪森光電、中央大學、台灣科技大學、工研院量測中心等產學研專家, 針對 LED 計量標準帶動照明產業發展之議題, 進行討論及交流, 會中專家們針對會議議題進行了熱烈地探討與建言, 並達成多項共識。 • 參加於美國舉辦之 11th International Conference on New Developments and Applications in 			

目標項目	工作說明	實際執行內容	差異檢討
		<p>Optical Radiometry (NewRad'11), 發表 Impulse Spread Functions of Array Spectrometers Obtained by Deconvolutions of Measured Spectra of Calibration Lamps, 1 篇論文, 展現計畫研發成果, 蒐集 LED 照明計量發展國際最新趨勢及技術, 建立國際合作人脈網絡, 以供未來技術交流之資源。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 於工研院光復院區國際會議廳舉辦「LED 光量量測技術暨照明視覺研討會」, 邀請日本宇都宮大學 情報工學科 Miyoshi Ayama 教授, 講授 Lighting and the Mesopic Photometry 與 Glare Evaluation for Solid State Lighting (SSL)、工研院專家徐紹維博士講授分光量測技術、與工研院研究員劉玟君與吳貴能, 講授 LED 光量標準追溯與光量量測方法與實務等議題, 計有近 90 位專家、學員共襄盛舉。 • 參加 CIE-Taiwan 年會暨照明與生活研討會, 與 CIE 前主席 Dr. Wout van Bommel 針對 LED 技術發展進行交流, 對於 LED 可能產生之新缺點如 Flicker、Glare 以及介視覺在 LED 照明之應用可能性交換許多寶貴的意見。 • 赴南港世貿展覽館參加 APEC LED 會議與日本、大陸及國內及專家交流, 包含北京質檢院之產品規範要求、NVLAP 之壽命實驗、美國環保署的 Energy Star 規範發展、香港應用科技研究院的 LED 技術發展、日本燈具協會之日本的 LED 產業發展等, 拓展專家領域人脈。 • 100 年 10 月參加「LED 照明技術暨設計趨勢研討會」, 由英飛凌科技與德州儀器公司帶領討論加速擴大 LED 照明市場滲透率, 延長 LED 照明的使用壽命, 透過 LED 照明系統 MCU 驅動晶片以提高 LED 照明之效能、壽命與可靠度及低耗電量。綠明科技討論有關跨世代照明技術與智慧照明的應用趨勢。 • 100 年 11 月參加能源之星實驗室認證說明會, 針對取得能源之星與實驗室認證之新制說明, 並對照明的能源之星 Logo 之取得要求做介紹, 未來照明產業可透過產品驗證取得更廣大的市場並降低貿易壁壘。 	

(三)配合計畫與措施

合作項目名稱	合作單位	合作計畫內容	經費	執行情形	突破點或創新成果
LED 標準光源光學模擬及設計分析	國立中央大學光電科學與工程系 孫慶成教授	<ul style="list-style-type: none"> · 進行 LED 元件散角模擬設計以及螢光粉光學模擬。 · 建立高穩定之封裝技術。 · 製作近似 Lambertian 發光及散角半高全寬為 60 度散角樣品。 	350 千元	<ul style="list-style-type: none"> · 採用 Remote 封裝型式以及晶片 4-in-1 的多晶片並聯封裝方式，與高導熱銀膠及冷白型式鈹鋁石榴石螢光粉體，完成高穩定 LED 樣品製作。穩定性(變異量)及再現性(變異量)□0.3 %。 · 進行雙光圈式可調散角機制模擬，依據模擬製作樣品。 	<ul style="list-style-type: none"> · 建立 LED 穩定元件。開發穩定性佳且散角可設計的 LED 標準件。克服 LED 標準燈穩定性不佳，造成量測系統變異性的問題。

二、資源運用情形

(一) 人力運用情形

1. 人力配置

單位：人年

主持人	分項計畫（主持人）	預計人年	實際人年
計畫主持人：彭國勝	(1)LED 照明計量標準技術發展分項(吳貴能)	3.00	2.73
	合 計	3.00	2.73

註：本表資料為決算數。

2. 計畫人力

單位：人年

分類	狀況	職稱					學歷					合計
		研究員級以上	副研究員級	助理研究員級	研究助理員級	研究助理員級以下	博士	碩士	學士	專科	其他	
100	預計	1.71	1.29	0	0	0	0.63	2.29	0.08	0	0	3.00
	實際	1.82	0.91	0	0	0	0.63	1.99	0.06	0.05	0	2.73

註：本表採用工研院職級計算，為決算數。

(二) 經費運用情形

1. 歲出預算執行情形

單位：新台幣千元

會計科目	預算金額	佔預算%	動支金額	佔動支%	差異說明
(一)經常支出					• 資本支出節餘10千元。
1.直接費用	10,109	75.16%	10,109	75.22%	
(1)直接薪資	3,309	24.60%	3,309	24.62%	
(2)管理費	827	6.15%	827	6.15%	
(3)其他直接費用	5,973	44.41%	5,973	44.44%	
2.公費	41	0.30%	41	0.31%	
經常支出小計	10,150	75.46%	10,150	75.52%	
(二)資本支出					
1.土地					
2.房屋建築及設備					
3.機械設備	3,300	24.54%	3,290	24.48%	
4.交通運輸設備					
5.資訊設備					
6.雜項設備					
7.其他權利					
資本支出小計	3,300	24.54%	3,290	24.48%	
合計	13,450	100.0%	13,440	100.00%	

註：預算數按簽約計畫書之填列，動支金額為計畫決算數。

2. 歲入繳庫情形

單位：新台幣元

科 目	本年度預算數	本年度實際數	差異說明
財產收入			<ul style="list-style-type: none"> • 本計畫技術運用於台灣積體電路公司(TSMC)，技術移轉收入數 120,000 元。 • 本計畫購買「資料擷取卡」因廠商延期交貨，罰金罰鍰 1,584 元。
不動產租金			
動產租金			
廢舊物資售價			
技術移轉			
權利金			
技術授權		120,000	
製程使用			
其他 - 專戶利息收入			
罰金罰鍰收入			
罰金罰鍰		1,584	
其他收入			
供應收入 - 資料書刊費			
服務收入			
教育學術服務			
技術服務			
審查費			
業界合作廠商配合款			
收回以前年度歲出			
其他轉項			
合計		121,584	

註：本表為技轉簽約並實際收款後，上繳國庫金額。

(三) 設備購置與利用情形

本計畫 FY100 購置之「雙旋臂空間掃描分光設備」，100.10 驗收完成，組裝完成後將於 FY101 進行系統評估作業。

(四) 人力培訓情形

1. 國外出差或客座研究

- (1) 計畫成員徐紹維博士於 9 月至美國參加 11th International Conference on New Developments and Applications in Optical Radiometry (NewRad'11) 研討會，發表論文。
- (2) 計畫成員莊柏年博士於 11 月至大陸參加「能源計量與產業發展研討會」，掌握大陸能源計量與綠能產業之發展趨勢，並尋求可能的技術合作機會。

2. 國際技術交流

- (1) 計畫成員徐紹維博士於 9 月至美國 NewRad'11 發表論文“ Impulse Spread Functions of Array Spectrometers Obtained by Deconvolutions of Measured Spectra of Calibration Lamps”，展現計畫成果，更與與會專家討論 Near-Field Goniophotometry 量測 Solid State Lighting 的積分球系統、以 Pulsed Tunable Laser 校正分光輻射亮度/照度光輻射等技術，助益計畫技術之研發。
- (2) 日本宇都宮大學(Utsunomiya University) 情報工學科教授、同時為國際照明委員會(International Commission on Illumination, CIE)第一分部專家 Miyoshi Ayama 至 CMS 參觀訪問，並受邀在 10 月 25 日舉辦之「LED 光量量測技術暨照明視覺研討會」中講授人眼介視覺以及固態照明產品眩光評價方法，會中吸引 86 人 47 家廠商參加。
- (3) 計畫成員莊柏年博士，赴大陸福州參與能源計量與產業發展研討會，講演台灣太陽光電計量技術之發展，針對能源計量技術發展進行兩岸交流，並蒐集「能源計量、綠能」大陸最新發展趨勢。

3. 教育推廣 - 國內研究生培訓

- (1) 培訓中央大學光電科學與工程系陳靜儀、劉瑋瑋博士級研究生、李惇儒、彭逸寧、王郁皖、郭冠廷碩士級研究生。內容包括：以該實驗室光學模擬及封裝穩定散熱設計及製作執行之專長，進行 LED 元件散角及螢光粉模擬設計。並製作多晶封裝及相關穩定性考量設計出穩定之高亮度 LED 元件樣本。

伍、 成果說明與檢討

一、 LED 照明計量標準技術發展分項

(一) 非量化執行成果說明

1. 執行主要成果與績效

本計畫核心為建立分光輻射通量標準追溯體系，目前國內 LED 產業鏈之上中下游分工明確及完整。LED 計量參數在產業鏈之連結中扮演關鍵角色。相關光量單位所需之量測參數如圖 3 所示，圖 3 色溫、演色性為白光光源所需參數，LED 生產過程，產業鏈在磊晶及晶粒切割階段，尚未達白光階段，故無此需求。同時此階段亦無配光曲線需求。在成品階段，亦不需要量測輻射通量，圖 3 以“-”符號表示產業鏈在這些階段標註「無此追溯需求」。“ ” 其因量測幾何條件不同，部份能量已滿足，部份仍需籌建（光強度型式已滿足，4 型式將於本計畫建立）。

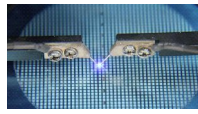
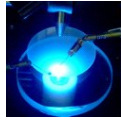
圖 4 LED 產業光量追溯關係圖中，輻射通量、光通量、色度座標、色溫、演色性指數均追溯至分光輻射通量，亦即可由分光輻射通量得出輻射通量、光通量、色度等各項結果。分光輻射通量為所需光量參數之基礎。

上游磊晶

中游晶粒

下游封裝

成品應用



分光輻射通量				
輻射通量				
光通量				
發光效率				
色度座標(x,y)				
色溫 K	-	-		
演色性指數	-	-		
配光曲線	-	-		
光強度				

：已有標準追溯 ：未滿足標準追溯 ：部分滿足標準追溯、
-表產業鏈此階段無此需求

圖 3 LED 產業光量參數量測需求圖

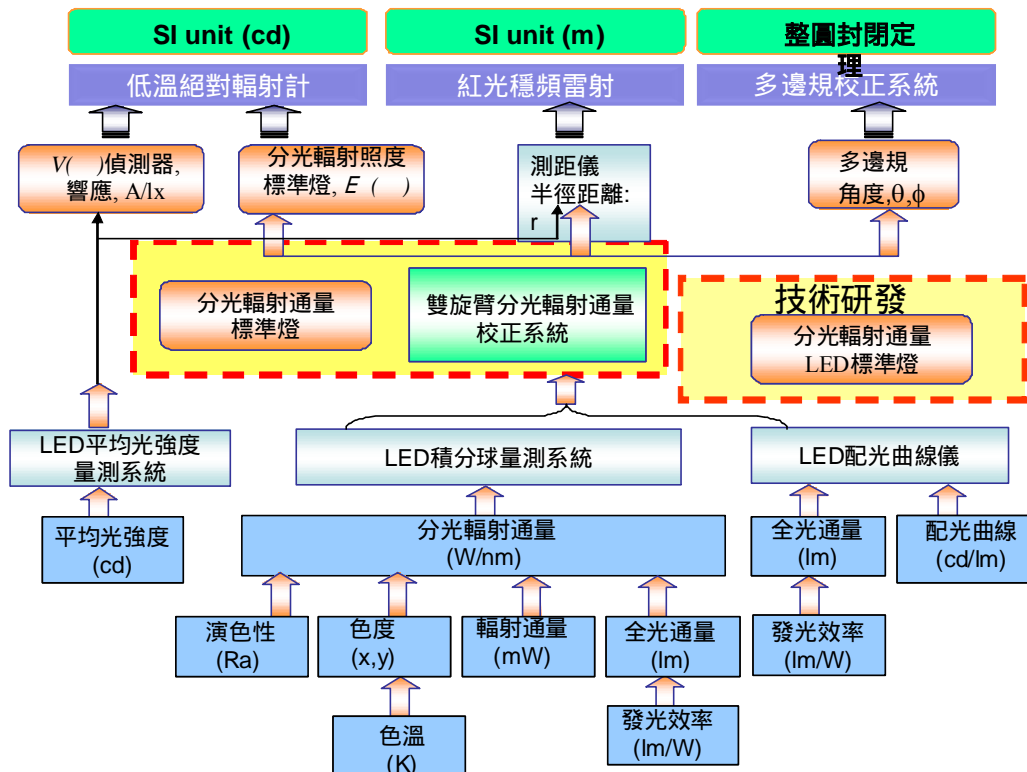


圖 4 LED 產業光量追溯關係圖

(1)研發成果：建立分光輻射通量標準校正系統及參考標準燈量測系統架構

本計畫建立分光輻射通量量測標準技術，為目前國內唯一分光輻射通量標準校正追溯設備，可同時量得一 LED 光源之空間色度色溫分佈。對於 LED 照明產業有極大之助益。本年度所建立系統架構之方式為 CIE 70 定義之 $C-\gamma$ 形式。光源水平轉動，偵測器垂直方向轉動。整個系統包含光源電源、機械轉軸、分光偵測部分。該研發成果，細項技術如下：

a.分光輻射通量系統架構建立

分光輻射通量需量測待校光源各角度方向之分光輻射照度結果並進行計算。因此需要光源水平轉軸及偵測旋臂轉軸。如圖 5 所示。系統全體為霧面黑色，減少反射光。而光源座轉軸可設定待校光源在校正時，為直立朝上還是倒裝直下式的量測條件。

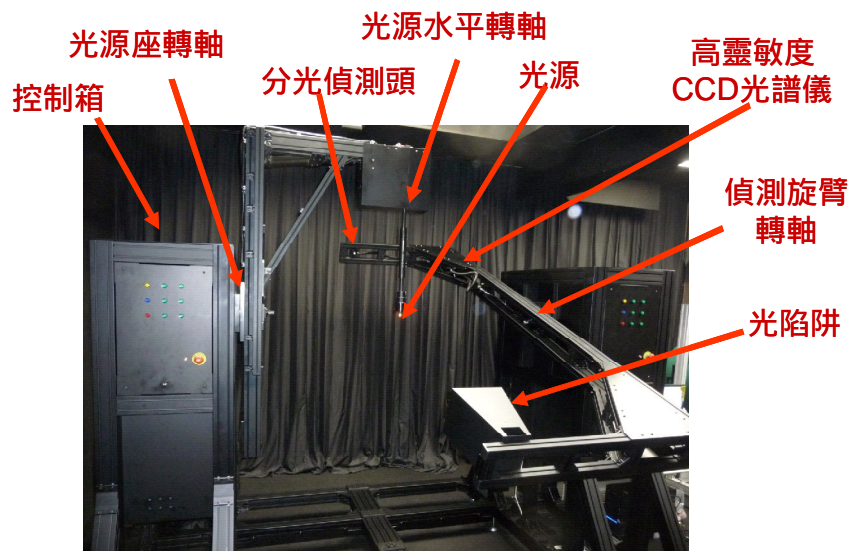


圖 5 分光輻射通量系統實體照圖

本系統光源之設計可為直流供電或交流供電。直流部份可供應 1500 W 以內之光源。其供電穩定性(變異量)電壓在 0.023 %，電流穩定性(變異量)在 0.14 %以內。交流電部份本系統可提供 110 V 電源其 rms 輸出電壓正確性為 0.25 %。分光輻射通量需量測待校光源各角度方向之分光輻射照度。由機械轉軸程式設定轉動角度每次轉動 0.1°，再以數位式角度儀 SPI-TRONIC 之 Pro3600 驗證其結果如下表 1-1。

表 1-1 角度解析測試結果

設定	0°	0.1°	0.2°	0.3°	0.4°	0.5°
量測值	0.28°	0.38°	0.48°	0.58°	0.68°	0.78°
角度解析	--	0.10°	0.10°	0.10°	0.10°	0.10°

光源轉軸可承載 6 kg 之燈具或是溫控裝置重量。光源中心為光源水平轉軸、偵測旋臂轉軸及光源座轉軸之三軸線交點。轉軸具中空型編碼器，可反應轉軸角度實際之變化，同時轉軸中心可供線路通過。在定位方面，則有地面及懸臂轉軸設置 2 個雷射可供光源定位之用。偵測轉臂一邊為偵測頭，一邊為光陷阱以吸收光源背面發射之光束，減少反射至偵測器之雜光量。光源中心至偵測中心之距離約為 1.25 m。

分光偵測部份以直徑 1 吋積分球開口之圓形面積為 1 cm²，作為收光參考面。積分球連接光纖導光至高靈敏度 CCD 光譜儀。此光譜儀具有溫控功能，提升穩定性以及降低雜訊。此光譜儀安裝於偵測旋臂上。光譜儀之波長解析度為 0.79 nm，波長正確性驗證如下表 1-2 所示。以 Hg、Ar、Ne 之原子特性譜線驗證如下表 1-2 所示。差異在 0.3 nm 以內。

表 1-2 光譜儀波長量測正確性驗證結果

	波長標準值 (nm)	峰波長 測試結果(nm)	波長差異 (nm)
Hg	334.15	334.44	0.29
Hg	404.66	404.73	0.07
Hg	435.83	435.81	-0.02
Hg	546.07	546.12	0.05
Ne	692.97	692.82	-0.15
Ne	724.52	724.39	-0.13
Ar	763.51	763.29	-0.22

分析 Hg 435.83 nm 波長，可得半波寬為 2.31 nm，如下圖 6 所示。

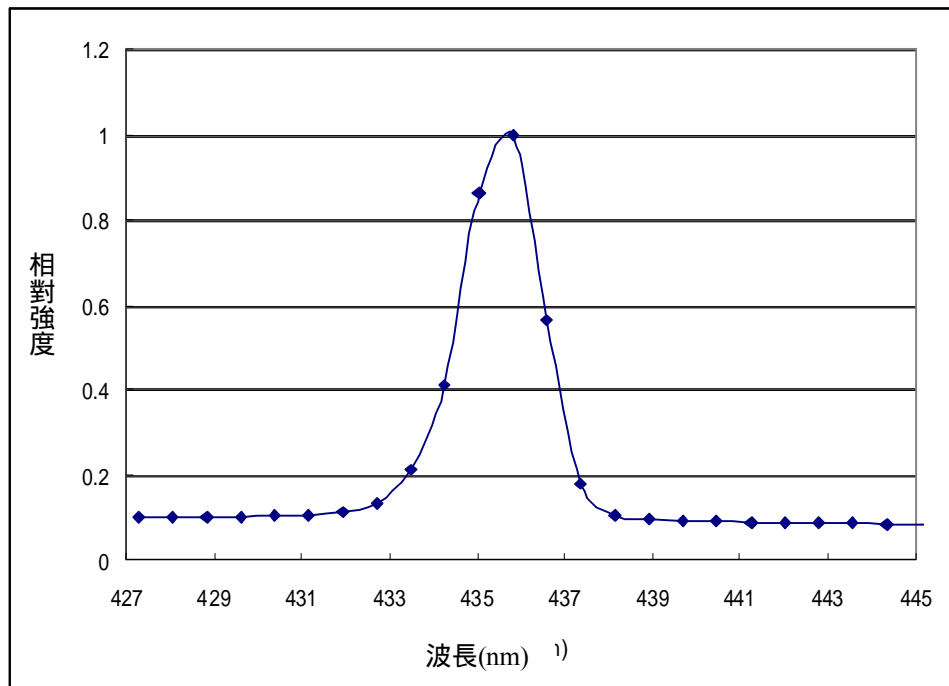


圖 6 光譜儀量測 435.83 nm 譜線結果圖

程式計算如圖 7 所示，在量測各方向之分光輻射照度值，由式 1 進行積分計算出分光輻射通量 ()。追溯程序如圖 8 所示。

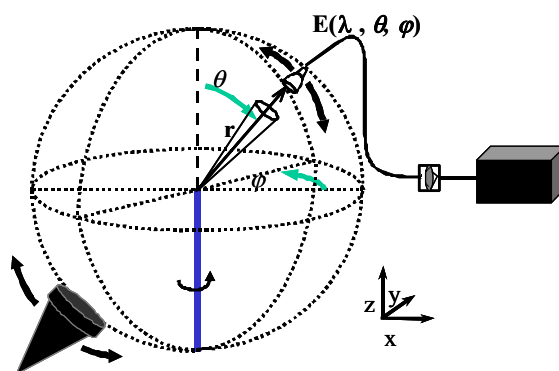


圖 7 分光輻射通量量測示意圖

$$\Phi(\lambda) = r^2 \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} E(\theta, \phi, \lambda) \sin \theta d\theta d\phi \quad (1)$$

其中 $\Phi(\lambda)$ 為分光輻射通量 (W/nm) , $E(\lambda)$ 為分光輻射照度 (W/(m² . nm)) , r 為旋轉半徑(m)。相關分光輻射照度、距離、角度均可經由標準追溯技術追溯至原級標準。

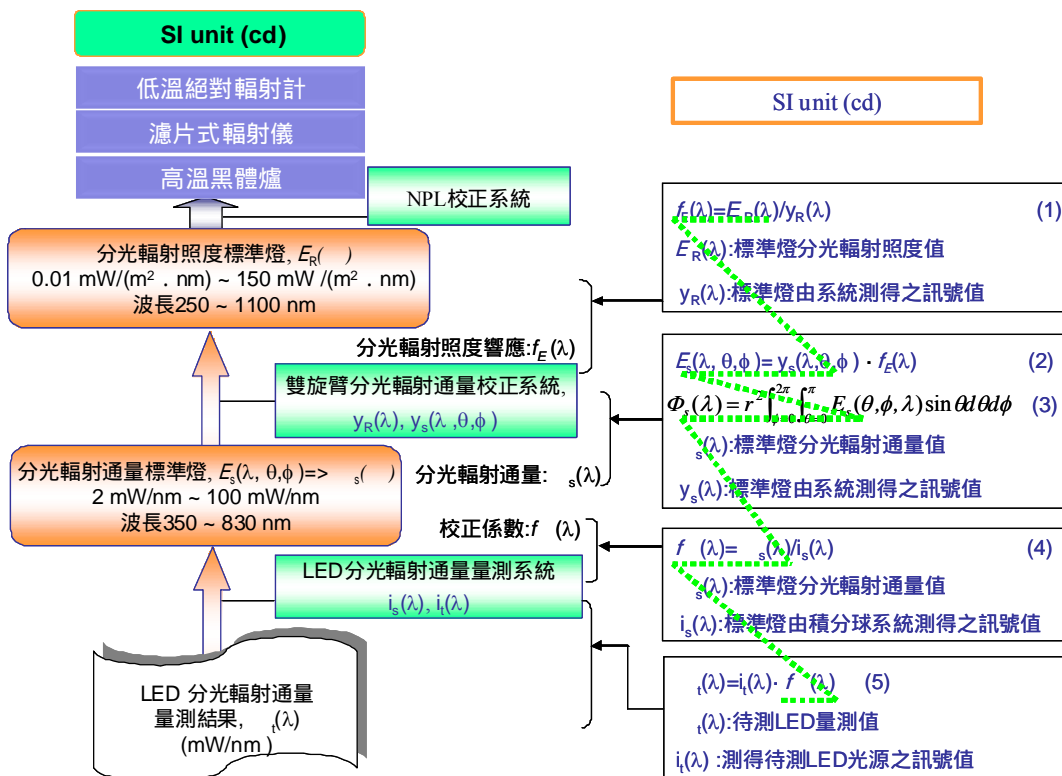


圖 8 分光輻射通量標準追溯圖

分光輻射通量系統設置於暗房實驗室中，如圖 9 所示。環境溫度控制為(23±1.5) °C，相對濕度控制於(45±10) %之範圍。

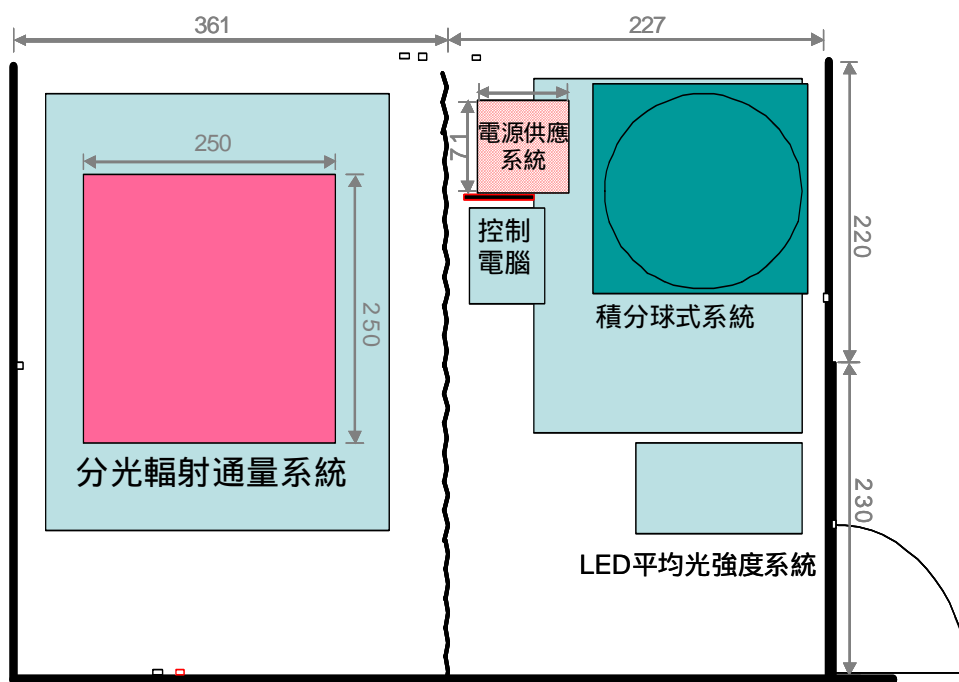


圖 9 分光輻射通量量測系統實驗室

b. 光譜儀之脈波散佈函數分析方法研究

陣列式光譜儀廣泛運用於 LED 產業之光量及色度量測。本計畫系統之偵測，亦運用 CCD 式光譜儀。陣列式光譜儀因受到入口狹縫、偵測寬度、繞射影響、像差變形、光譜雜光、光譜儀內部光路等因素影響，使得量測到的光譜結果會失真及變寬。

若要修正此失真及變寬之現象，則需要先有脈波分佈函數 (Impulse Spread Functions, ISF) 資訊才能進一步修正運算。然而在不同的波長位置，其脈波函數均有可能不同。如果要全部都分析出則需要昂貴的可調雷射進行。

本技術發展出以反旋積分析程序，由特性原子躍遷波長譜線之標準燈例如 Hg、Ne、Ar 等，光譜儀量測其光譜之結果可應用反旋積分析法計算出陣列式光譜儀之脈波散佈函數。實驗結果顯示脈波散佈函數對於先以小波去噪處理後，光譜之雜訊波對動脈波散佈函數之計算結果影響小。可以用低成本之波長譜線之標準燈搭配本技術找出不同位置之脈波散佈函數。

如圖 10 所示， x 為入射光譜儀之真正光譜， y 為光譜儀量測之光譜結果， hc 為脈波散佈函數。

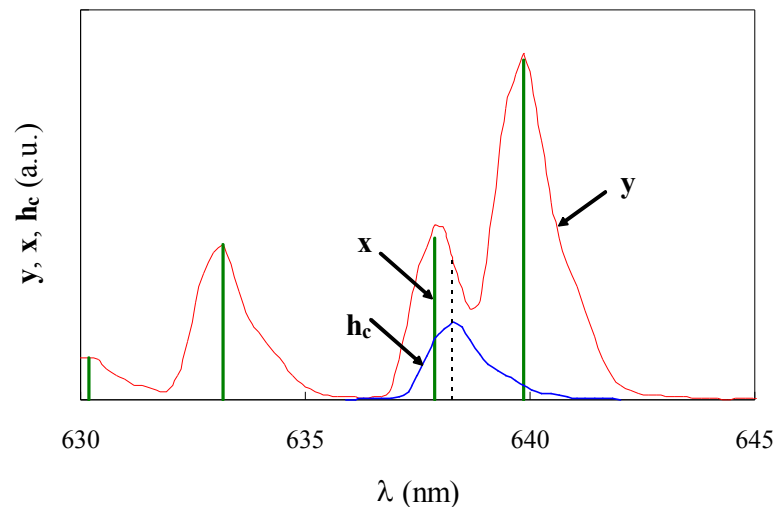


圖 10 光譜儀量測函數示意圖

x 與 y 之間的關係可以用式(2)表示。

$$y(i) = \sum_{k=1}^K x(i-k)h_c(k), \quad i = c - I \sim c + I \quad (2)$$

其中 $y(i)$ 為波長位置 i 之光譜儀結果， $x(i-k)$ 為波長位置 $(i-k)$ 之輸入光譜值， $h_c(k)$ 為在波長位置 c 附近之脈波散佈函數。 x 為特性波長譜線，因此可以用(3)式解得。

$$\mathbf{h}_c = (\mathbf{H}^T \mathbf{H} + \alpha \mathbf{Q}^T \mathbf{Q})^{-1} \mathbf{H}^T \mathbf{y} \quad (3)$$

其中 \mathbf{H} 是由 $x(i-k)$ 構成之 $(2I+1) \times K$ 矩陣， \mathbf{Q} 為線性調整矩陣，唯一小的正數值[6]。

以一般商用 CCD 光譜儀進行分析為例，結果如圖 11。可以發現其不同位置之脈波散佈函數均不同。

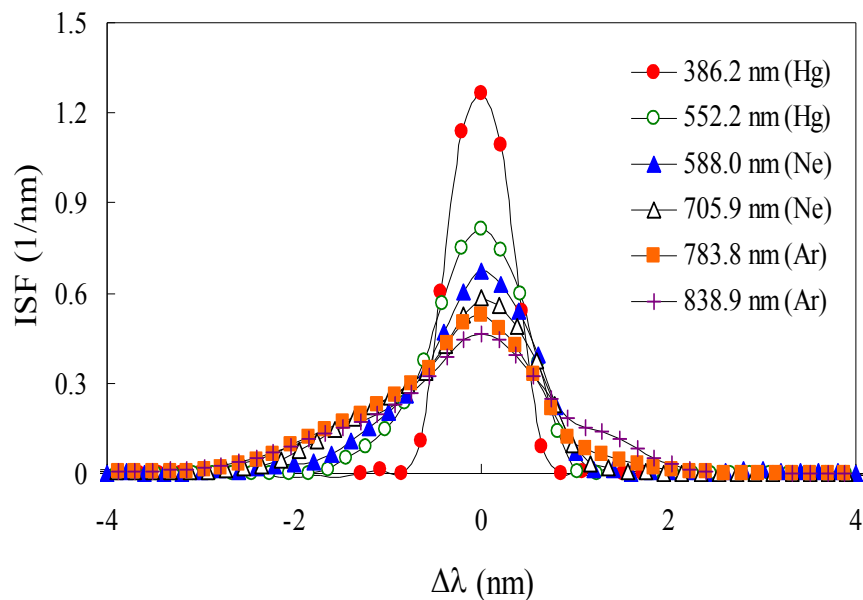


圖 11 脈波散佈函數分析結果範例

(2)研發成果：研發分光輻射通量參考標準燈(白熾燈)之穩定技術

完成白熾燈候選清單之建立，包含 Osram、Ushio、Iwasaki、International Light 等產品。白熾燈之穩定程序系統示意圖及實驗室實體圖如圖 12 及圖 13。採用安捷倫電源供應器提供直流電源之輸出電壓範圍 0 V~150 V，輸出電流範圍 0~10 A，監控偵測器以 D8-P-100-TE 溫控視效函數偵測器監測輸出光強度，其 $f1' \leq 5\%$ 。

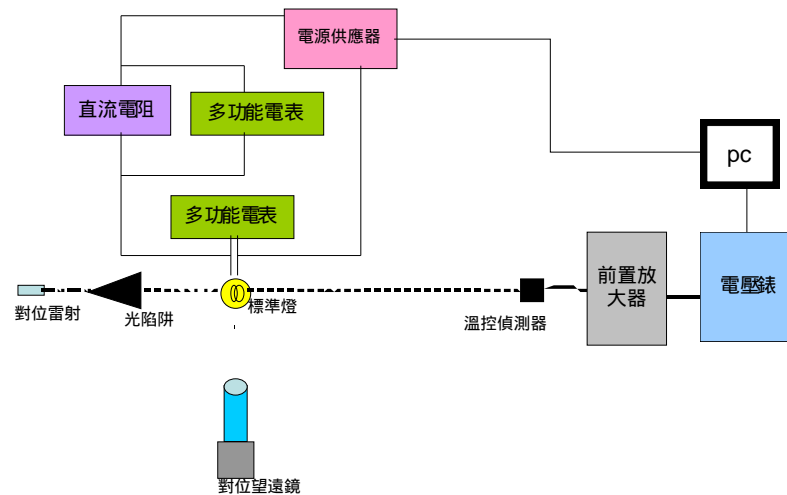


圖 12 白熾燈穩定程序系統示意圖

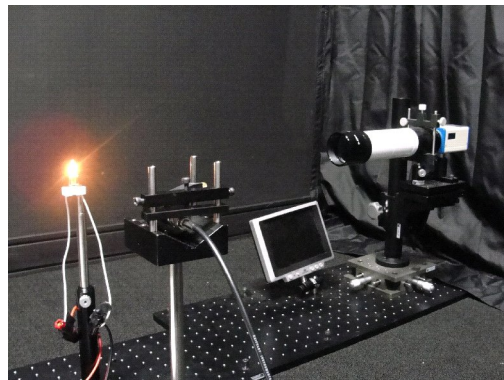


圖 13 白熾燈穩定系統實體圖

完成 50 W、75 W、100 W 標準燈(白熾燈)之累計穩定監控 24 小時。以 100 W 標準燈之穩定過程，可發現燈體趨於穩定，其穩定性(變化量)由 2 小時為 2%，8 小時為 0.6%，25 小時為 0.05%。驗證程序參考 NIST 資料[12]。

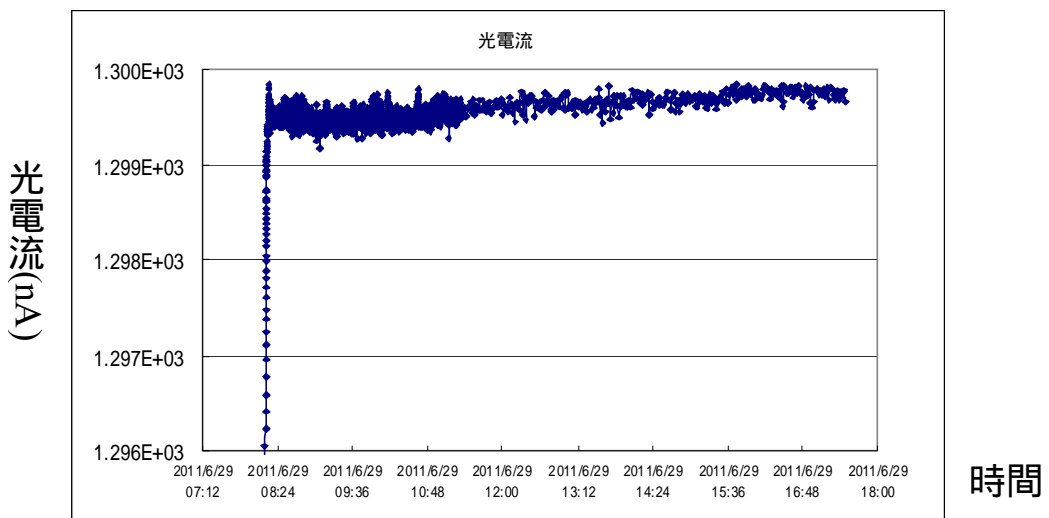
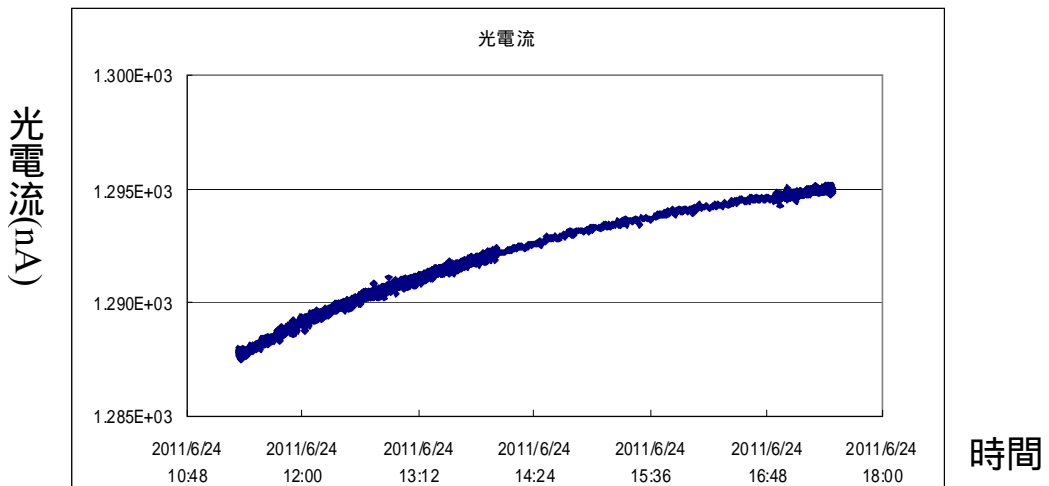
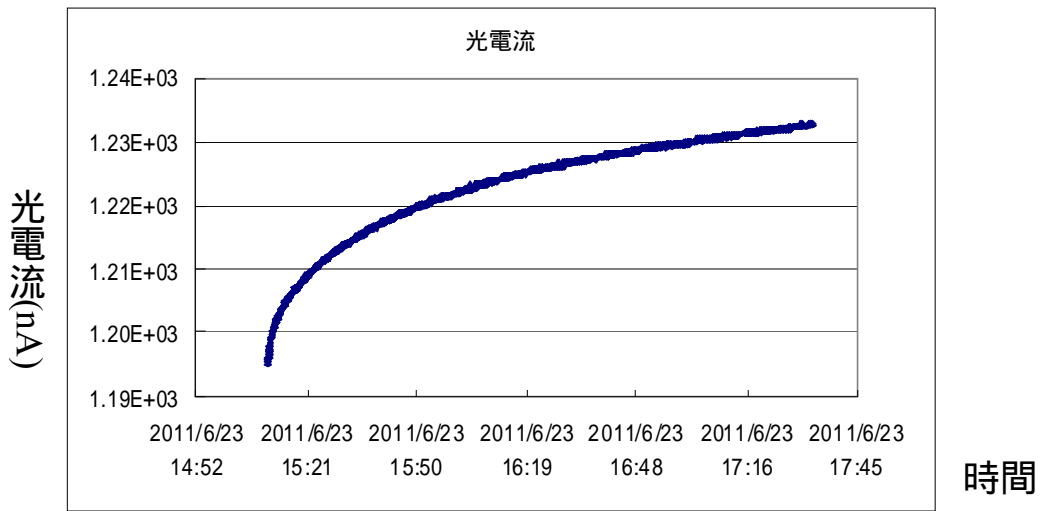


圖 14 穩定程序 2、8、25 小時光訊號變化圖

註：上圖為經 2 小時，中圖為經 8 小時，下圖為經 25 小時結果。

標準燈之穩定性(變異量)及再現性(變異量)測試結果如表 1-3

所示，穩定性之變異量 0.3%，再現性之變異量 0.4%。

表 1-3 標準燈(變異量)及再現性(變異量)測試結果

標準燈	8 小時穩定性(變異量)	三天再現性(變異量)
100 W	0.05 %	0.28%
75 W	0.22 %	0.21%
50 W	0.18 %	0.31%

(3)研發成果：研發 LED 分光輻射通量標準燈穩定技術研究

針對產業需要之 LED 分光輻射通量標準燈，計畫今年度研發 a.順向電壓與光量關係擬合迴歸分析技術，b.LED 模組回饋穩定技術，c.球泡燈穩定技術。順向電壓與光量關係擬合迴歸分析技術可應用於 LED 元件，其優點為不需外加額外設備，可直接做成廠商熟悉之 Golden Sample。以順向電壓得出標準光量之變化。穩定之 LED 模組技術以散熱裝置及溫控搭配偵測器光量回饋，可設定及輸出穩定之光量標準值。

a.順向電壓與光量關係擬合迴歸分析技術

LED 的輸出電壓與介面溫度(T_J , Junction Temperature)的理論或實驗關係，可參考各個文獻[13-18]，由於介面溫度與環境溫度或 LED 機殼溫度沒有一定關係，故一般 LED 應用於標準樣品製備，需要做熱阻估算，再控溫以求得光輸出特性；若不做熱阻估算，就必須以脈波電流技術或小電流技術，利用 V_F 估算 T_J ，再求得光輸出特性，大致分成三種方法，如圖 15 至 17 所示為流程圖。

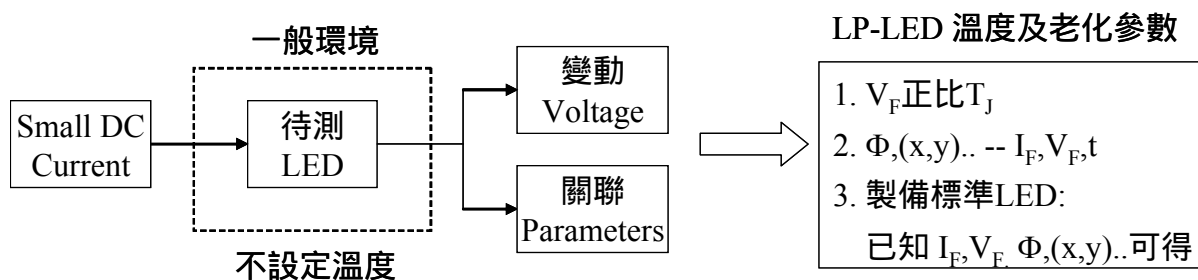


圖 15 小電流不控溫方法

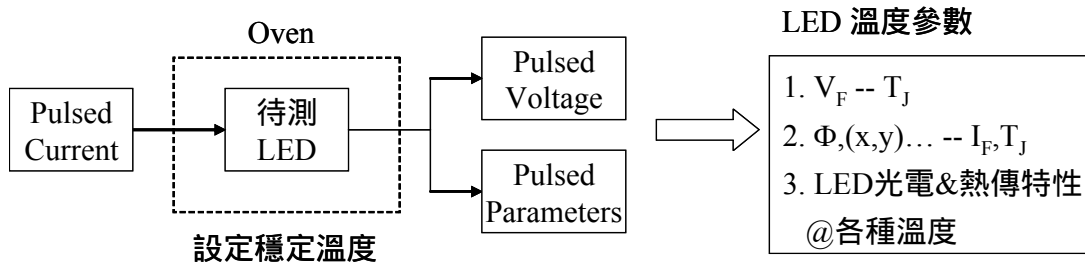
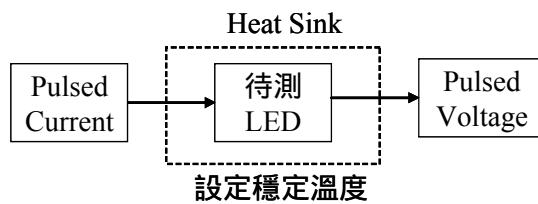


圖 16 EIA/JESD51-1 方法

(i) 求出目標溫度時之 V_F



(ii) 回饋控制於目標溫度, 量測直流光電特性

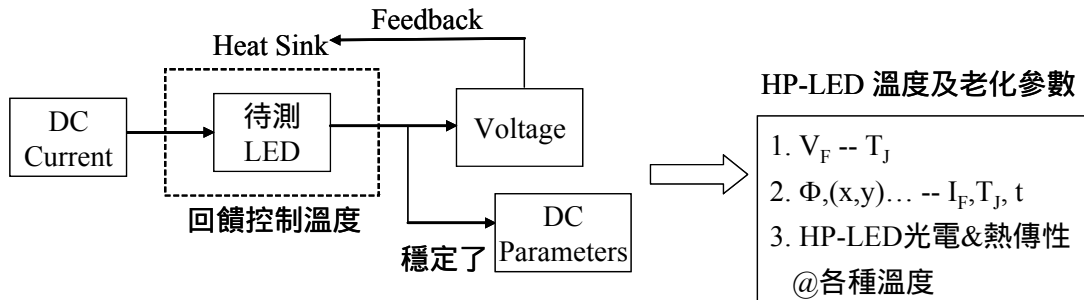


圖 17 Ohno 脈波電流方法

本研發技術係基於第一種方法，示意如圖 18，以數十 mA 的恆定小電流施加於 LED，不對環境或散熱基板做控溫，量測其 V_F 與光輸出(如全光通量、光強度、或光電流)之變化關係，除去老化效應項之後，再求出光輸出與 V_F 之間的理論參數。這些參數即可為此 LED 於標準校正使用。

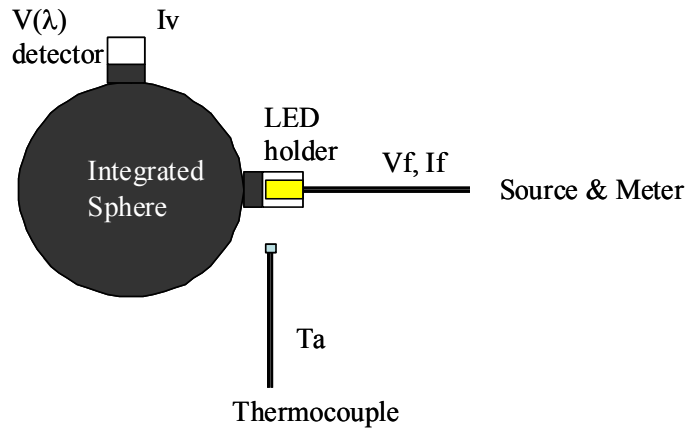


圖 18 小電流不控溫標準 LED 製備系統示意圖

光輸出與 Forward Current (\$I_F\$), Forward Voltage (\$V_F\$), Junction Temperature (\$T_J\$), 點亮時間(\$t\$) 之關係可表示如下式：

$$\Phi(I_F, T_J, t) \approx f_1(T_J) \cdot g(I_F) \cdot s(I_F, T_J, t) \approx f(V_F) \cdot g(I_F) \cdot s(I_F, T_J, t) \quad (4)$$

其中 \$g(I_F)\$ 為 \$I_F\$ 的單調函數，\$f(V_F)\$ 是 \$V_F\$ 或 \$T_J\$ 的函數，\$s(t) \approx \alpha - t^\beta\$ 或 \$1 - \beta \ln(1+t)\$ 為老化函數，這些函數都與 LED 的材料特性有關，必須以實驗得出。\$f^{-1}(f_1)\$ 可以用半導體物理理論與一些近似獲得[13,15]如下：

$$\frac{dV}{dT} = \frac{V}{T} - \frac{mnV_T + V_G}{T} \quad (5)$$

上式由參數間相對大小，可近似成線性、指數、對數等函數，依照實驗結果而定[14-16]。

如圖 19 為 SMD 型 LED 標準樣品製備系統示意圖，所使用之量測設備為系統電腦、微電流表 Keithley 6485 (讀光電流)、影像截取卡 Easycap(對位監測)、電源供應器(分流器供電)、電流分流器(供應 LED 電流)、Switch(切換電流)、視效函數偵測器(LED 光輸出偵測)、CCD 攝影機(對位監測)、XY 二維移動平台(定位)、溫度計(環境溫度監測)、DAQ 卡(LED 電壓量測)。

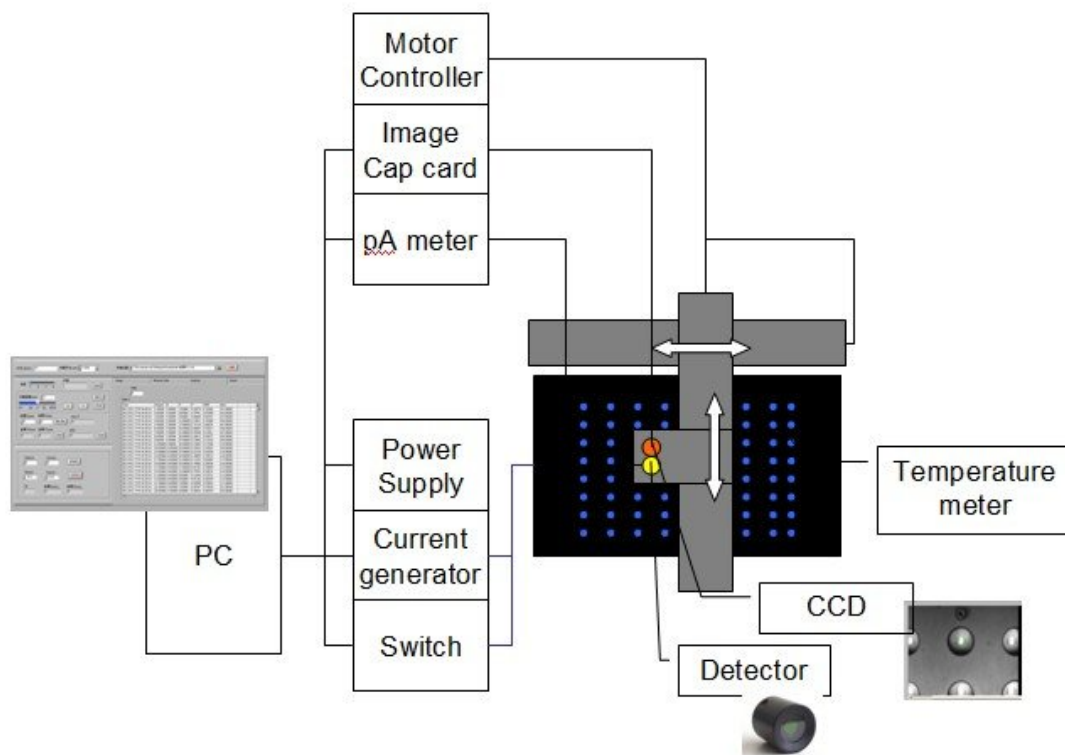


圖 19 SMD 型 LED 標準樣品製備系統示意圖

依照此系統架設後，量測步驟為：

- a. 確認電源供應正常、所有儀器接線正常；
- b. 啟動電源供應器與分流器，點亮 LED，電流為 20 mA；
- c. 將 XY 二維移動平台定位至第一顆 LED 的位置；
- d. 透過程式介面確認影像截取卡取像與微電流表取值正常；
- e. 循序定位至每一個 LED 上方，自動化取值，紀錄 LED 順向電壓、偵測器光電流、環境溫度、取值時間。

SMD 型 LED 標準樣品製備系統圖如圖 20 所示，其控制與量測程式如圖 21，可一次提供達一百多個 LED 點亮，再循序定位量測各參數，並存檔以分析其特性，分析 I_v , V_F , T_a , t 間關係之程式如圖 22。

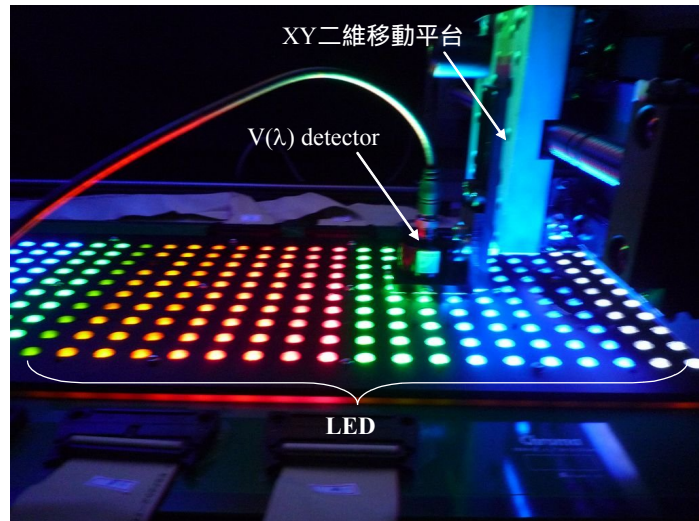


圖 20 SMD 型 LED 標準樣品製備系統

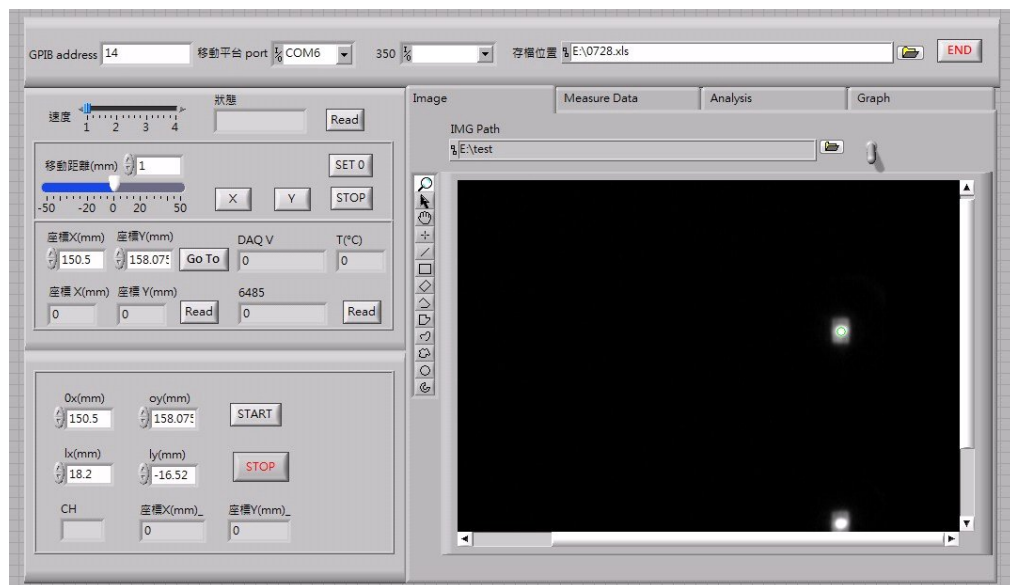


圖 21 SMD 型 LED 標準樣品控制與量測程式

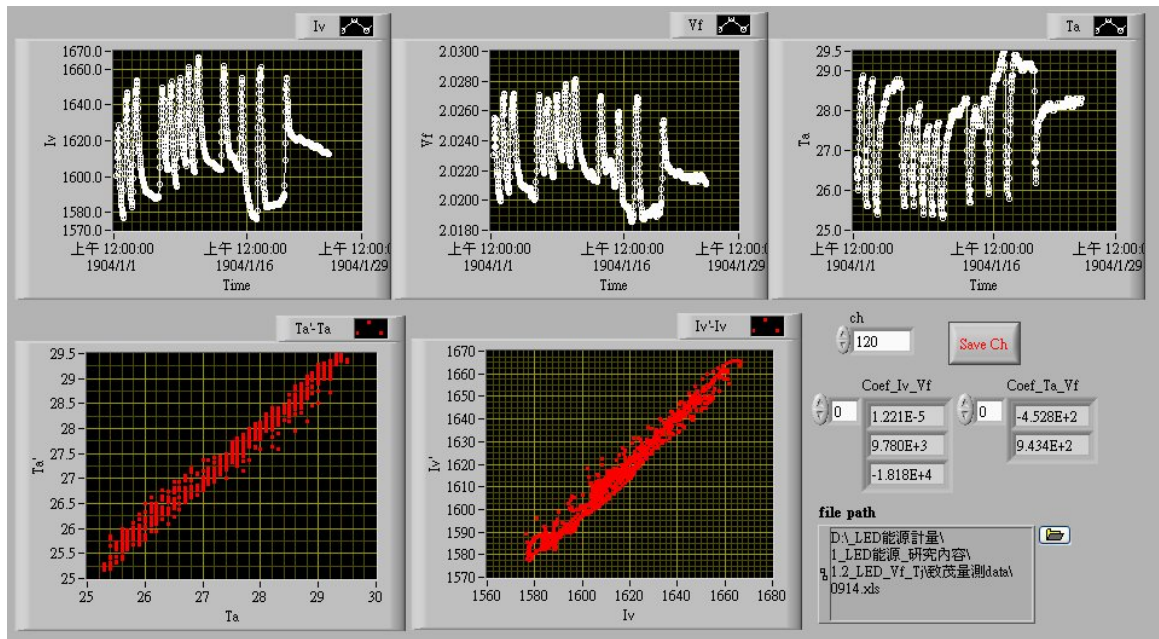


圖 22 分析 I_V , V_F , T_a , t 函數關係程式

順向電壓與光量關係擬合迴歸分析技術如圖 23 為一個封裝型白光 LED 的典型實驗結果，其中的 V_F 原始資料有很多雜訊， T_a 的解析度不足，都以小波去噪法處理。由此圖可看出除剛開始一段時間外， I_V , V_F , T_a 之間據有很高相關性，故可以公式(4)分析結果。

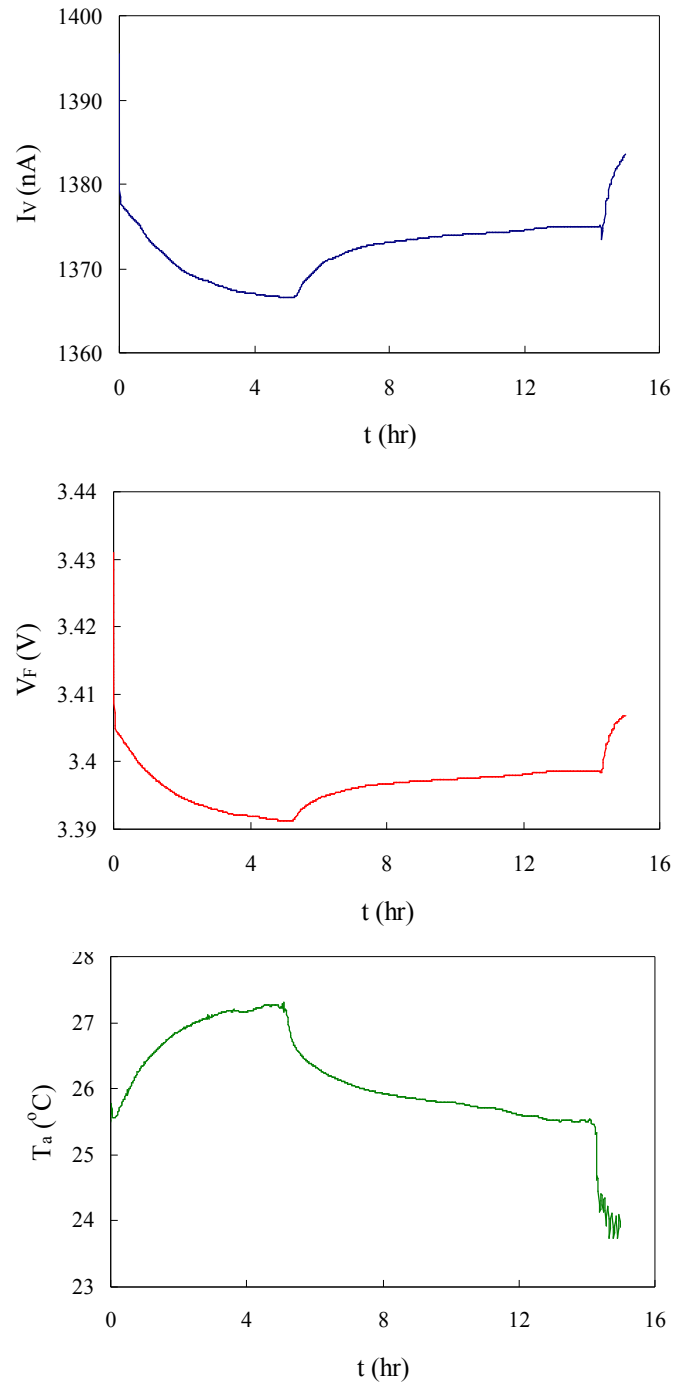


圖 23 典型之 I_V , V_F , T_a 與 t 實驗結果

分析結果如圖 24，於大約 8 小時之後，老化效應漸趨緩慢，應用此時間之後的資料分析， I_V 對應 V_F 以線性或指數函數分析，例如 $I_V = a \cdot \exp(bV_F)$ ，其 $a = 80.7$ 、 $b = 0.834$ ，實驗值除以預測值，即老化函數。

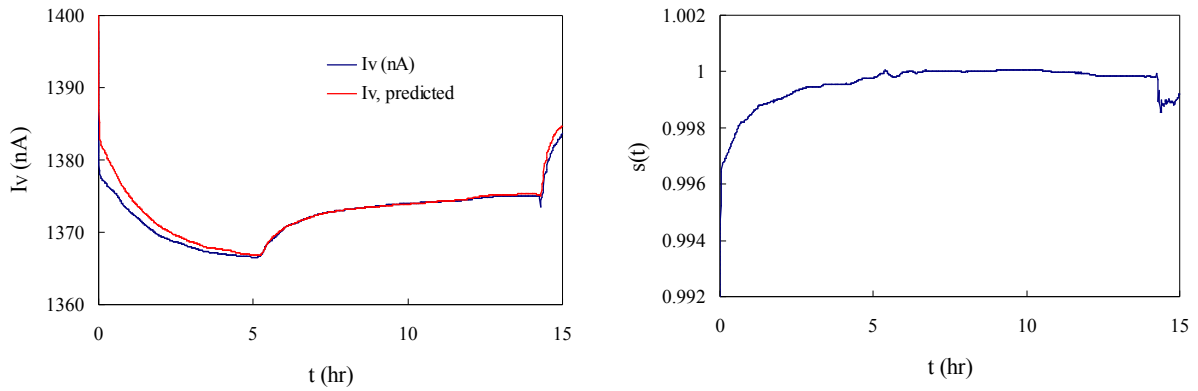


圖 24 I_V 迴歸分析結果(左) , 老化函數 $s(t)$ (右)

SMD 型 LED 之實驗結果可大致分成兩種，一是其 $I_V(t)$ 最後趨於穩定如圖 25，另外一種則是 $I_V(t)$ 一直往下掉如圖 25-26，後者發生於白光以及波段在綠光以上、且波長越短越嚴重，故猜是其封膠有吸收短波段而致穿透率降低之故。但兩種之 $T_a(t)$ 與 $V_F(t)$ 皆成負相關。

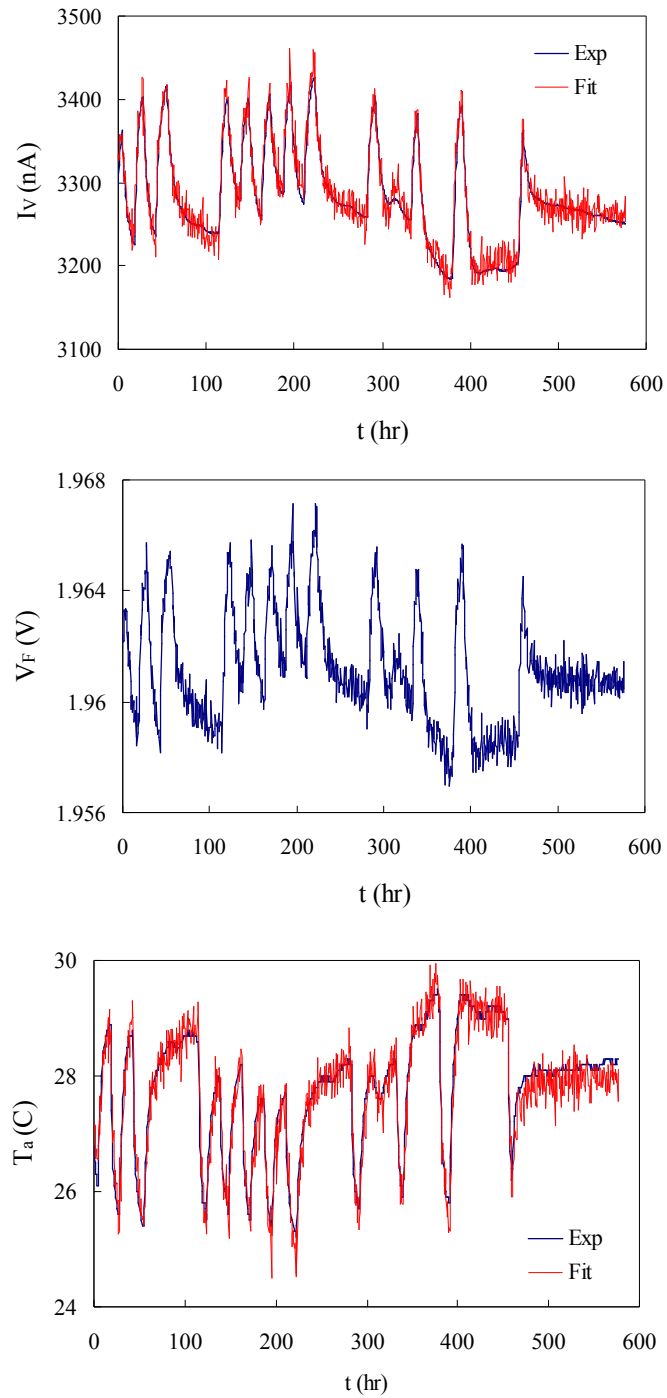


圖 25 D=594 nm 晶片型 LED 的 I_V , V_F , T_a 與 t 實驗結果

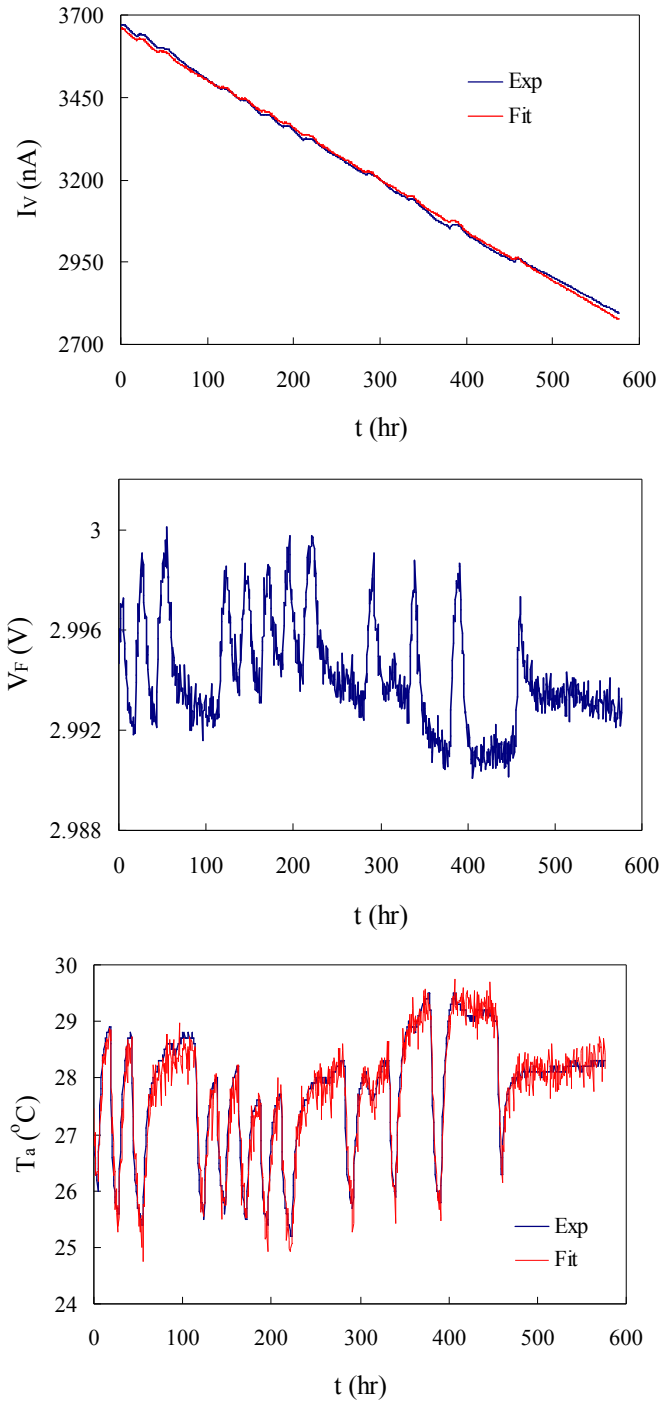


圖 26 D=456 nm 晶片型 LED 的 I_V , V_F , T_a 與 t 實驗結果

圖 25 與 26 的迴歸分析是以線性函數為之，分別為：

$$I_V \approx a \cdot t + b \cdot V_F + c \quad (6a)$$

$$T_a \approx \beta \cdot V_F + \gamma \quad (6b)$$

迴歸計算結果如圖 25 與 26 的紅線，與實驗值接近。a, b, c, β , γ 等係數與 LED 種類及波段有關，圖 27 顯示 a, b, c 係數與主波長之關係，在波段 570~640 nm 之間，a 近於 0，表示已近於無老化現象；其他則還是一直下降；b 與 c 之間則有相關性。

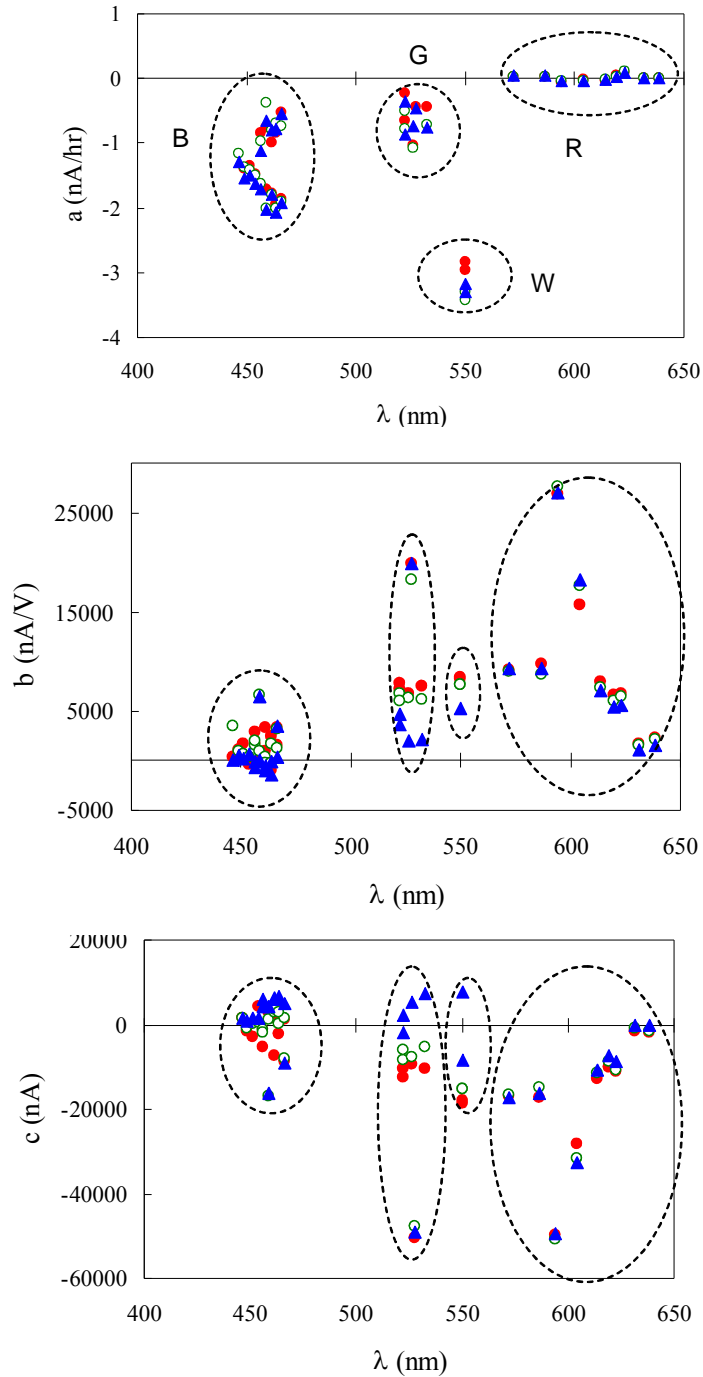


圖 27 係數 a, b, c 與主波長之關係

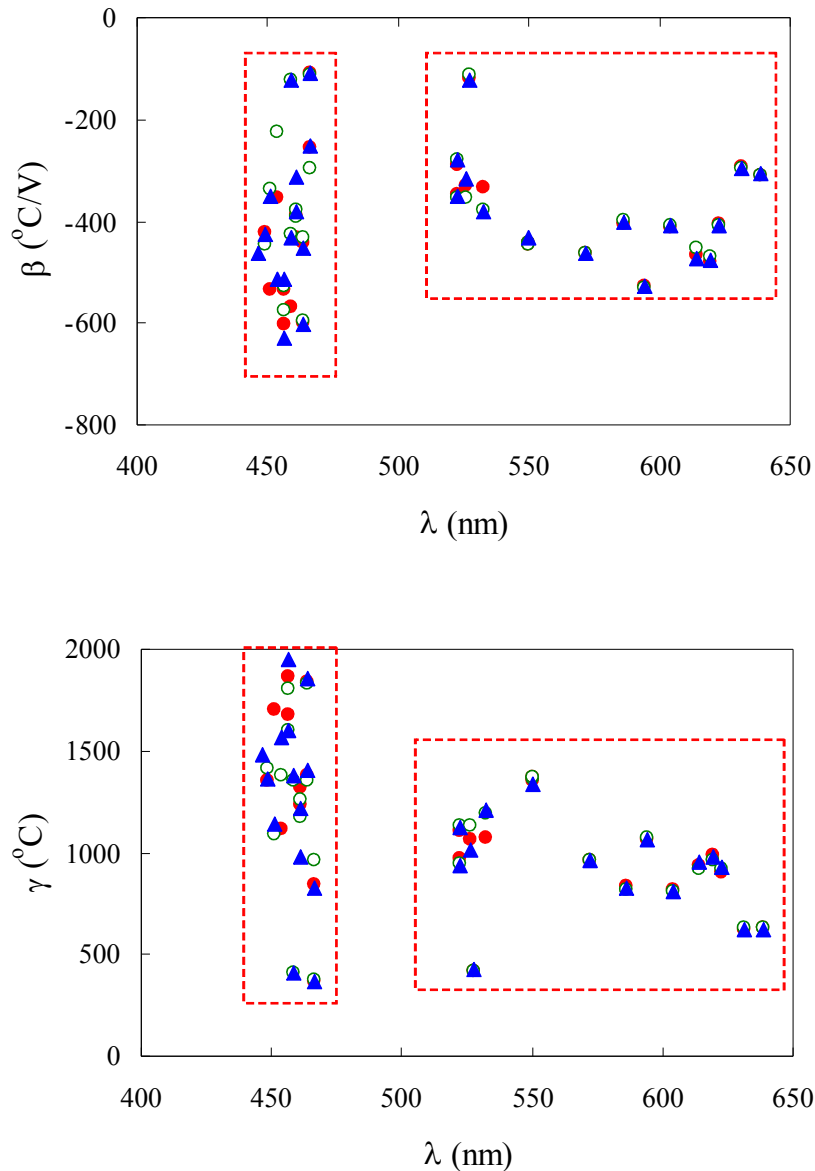


圖 28 係數與主波長之關係

圖 28 顯示 β 、 γ 係數與主波長之關係，亦可分成兩群（大致以廠牌封裝為別），各群之 β 、 γ 間亦有相關性。

係數 b 與 c 間的關係可以分成兩群，主波長 520 nm 以上（圖 28 的紅實心圓， $c = -1.94 \cdot b + 2420$ ）、主波長 520 nm 以下及白光 LED（圖 29 的藍空心圈， $c = -2.69 \cdot b + 3230$ ），因前者為四元 LED，後者為 GaN 基 LED，故這些差別可歸因於物理特性。若將公式(6a)寫為 $I_V - I_{V0} \approx b \cdot (V_F - V_{F0})$ ，可獲得第一群的 $I_{V0} = 2420$ ， $V_{F0} = 1.94$ ，第二群

的 $I_{V0} = 3230$, $V_{F0} = 2.69$ 。a 與 bc 間則相關性極低，應有其他隨機因素如透明膠劣化等造成。

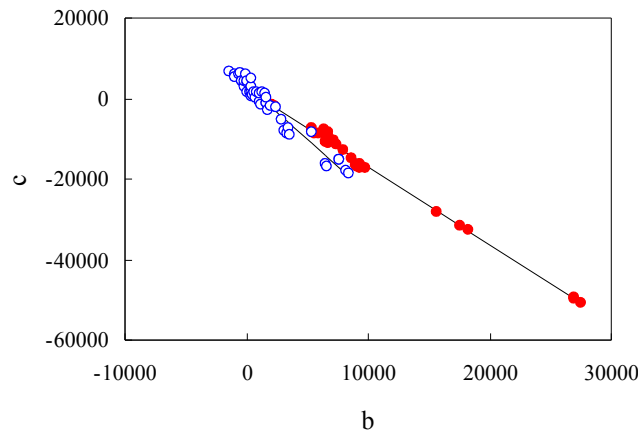


圖 29 係數 b 與 c 之關係

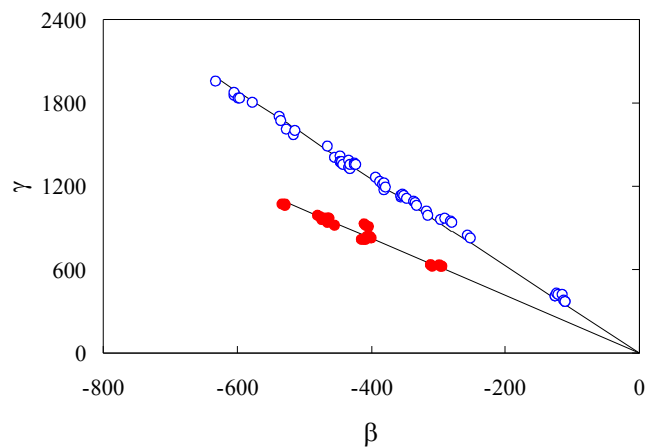


圖 30 係數 β 與 γ 之關係

如圖 30，係數 β 與 γ 間的關係可以分成兩群，紅實心圓與藍空心圓，其分別可能為封裝型式，迴歸分析結果為 $\gamma = -2.06 \cdot \beta$ 與 $\gamma = -3.14 \cdot \beta$ ，若將公式 (6b) 寫為 $T_a \approx \beta \cdot (V_F - V_{F1})$ ，可得 γ 即為 V_{F1} ，和 β 與熱傳機制及材料有關。

由以上分析可知，晶片型、四元 LED、520 nm 以上主波長，可老化穩定後 當做 LED 標準樣品使用。例如圖 31 的 638 nm LED，

以一個月前之 b 與 c 資料，利用 V_F 計算 I_V ，歷 500 多小時，計算值與實驗值仍極接近，圖 32 為百分比誤差，在 0.6 % 以內。

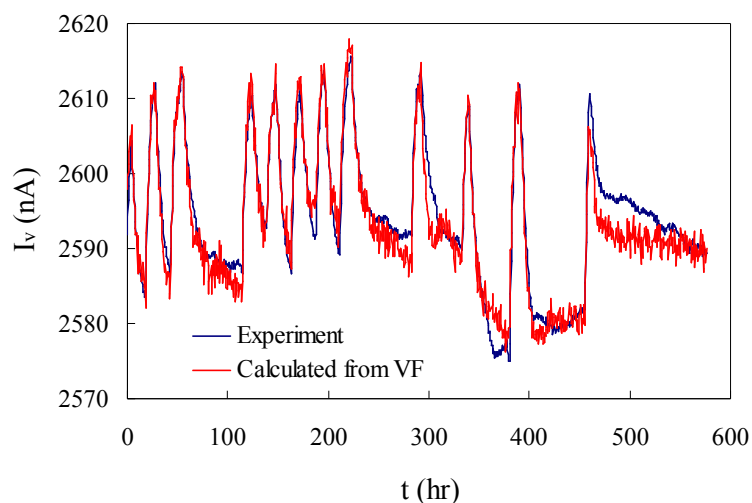


圖 31 638 nm LED 之計算與實測之 I_V

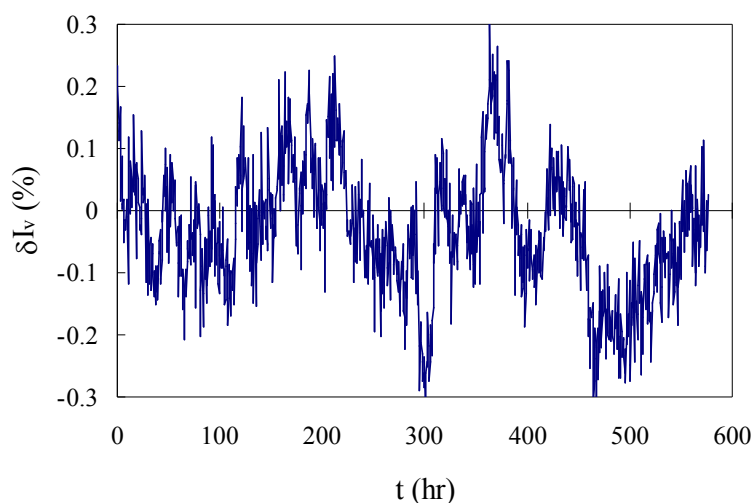


圖 32 638 nm LED 計算與實測的百分比誤差

順向電壓與光量關係擬合迴歸分析技術是以一個相對簡單的程序，透過熱機、穩定、監控、篩選與控制流程，獲得 $I_V \approx b \cdot V_F + c$ 關係式及其係數，於小電流、環境溫度變化不大時（溫度範圍：20~30 °C），製作 LED 標準樣本。預計本技術可擴展於製作元件型、封裝型、成品型等各類樣本。標準樣本之使用為監測 V_F ，由 V_F 讀值以校正參數計算光強度或光通量，其穩定度可達 0.6 %。標準樣

本之應用為 LED 量測機台校正與 LED 比對等。

b.LED 模組回饋穩定技術

LED 產業在量測上所使用的光源標準，目前主要可分為兩類，一為選擇與 A 光源接近之鹵素燈，另一則是選擇產品中較穩定之 LED 做為標準件。前者由於兩者光譜有極大差異，量測時有不可忽略誤差，需導入光譜修正，後者則因缺少散熱和恆定機制，因此校正值易隨時間有變異。因此發展一套穩定的 LED 光源標準，希望藉此降低光源傳遞標準上所造成誤差。

圖 33 LED 亮度標準件架構主要包含控制器、積分球、視效函數偵測器、LED 模組、Cooler 及溫度感測器。其主要技術包括 LED 散熱及回饋機制技術(Feedback)。圖 33 是以 10~30 顆砲彈型 LED 組成，配以 TE cooler，並在電路板上安裝溫度感測器與風扇，將如上裝置安裝於積分球上。積分球之目的在產生均勻光源，本計畫在積分球上安裝光偵測器，協助控制器監控光輸出，以產生一穩定之 LED 光量。本計畫致力開發控制器以整合溫控、光量回饋訊號，使標準件能維持一恆定之輸出。

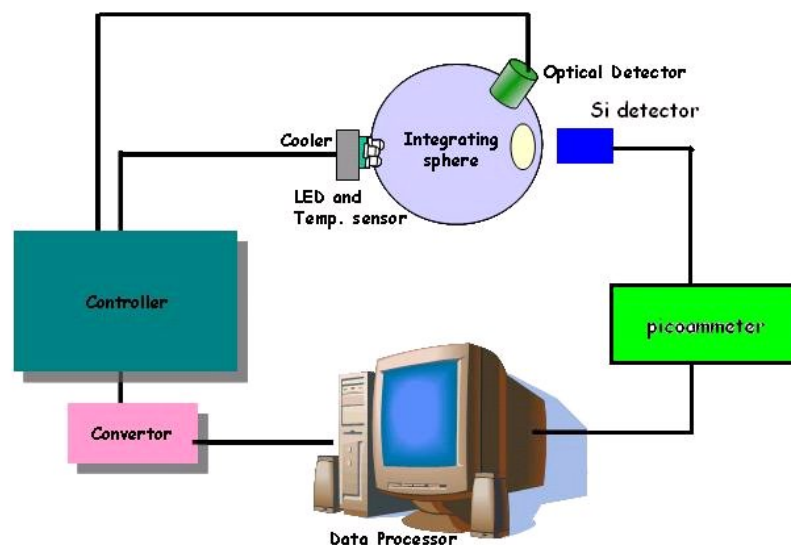


圖 33 LED 亮度標準件架構圖

LED 穩定性主要與 LED 散熱有關，因此在 LED 模組設計圖如圖 34 所示。LED 光源間加裝溫度感測器用以監控標準件在發光過程中是否有溫度變異狀況，並於模組後加上散熱裝置—散熱鰭片和風扇，將 LED 產生的熱有效排除，避免因溫度飄移而影響光源輸出之穩定度。為使得 LED 模組散熱效果更優，在模組背面線路間塗上散熱膏。實驗結果顯示，散熱膏的散熱效果與 LED 達平衡時間有極大關聯性。

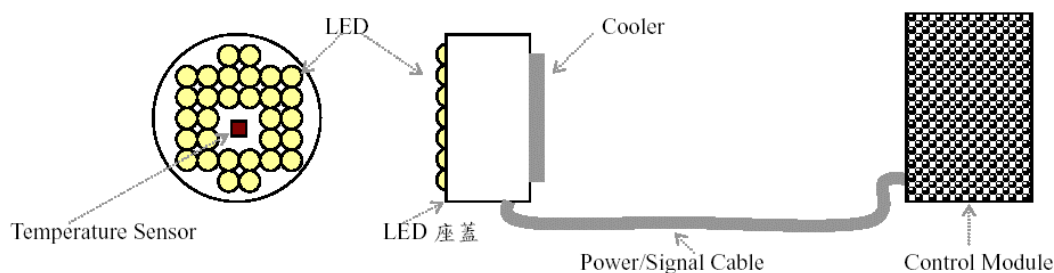


圖 34 LED 光源模組架構圖

回饋機制主要是由光偵測器(此標準件採用 V()偵測器)監控 LED 模組在發光過程中光量變化，以微調 LED 發光。因此一開始標準件需要進行 V()偵測器光訊號 PD 值、電流供應參數 DA 值以及產生亮度進行校正。當 LED 設定某個亮度時，一開始 Controller 會依據校正線提供 DA 電能，在 LED 因為熱或是老化導致所產生光量不穩定時，V()偵測器會將所測得變化訊號傳回 Controller，此時 DA 值依據訊號增加或下降微調輸出值，以使得 V()偵測器可以吻合校正曲線數值，藉以維持 LED 光源標準的穩定性。

本標準件穩定性(變異量)和再現性(變異量)評估方式，為以 Si 偵測器置積分球發光開口處，接微電流計以自動監控方式，觀測 LED 標準光源所產生照度之光電流訊號變異。所得監控如圖 35 所示。縱軸為光電流值，單位為 nA，橫軸為監控時間。將 LED 照度變化不再呈現逐步上升或下降時，視為 LED 已呈現穩定。

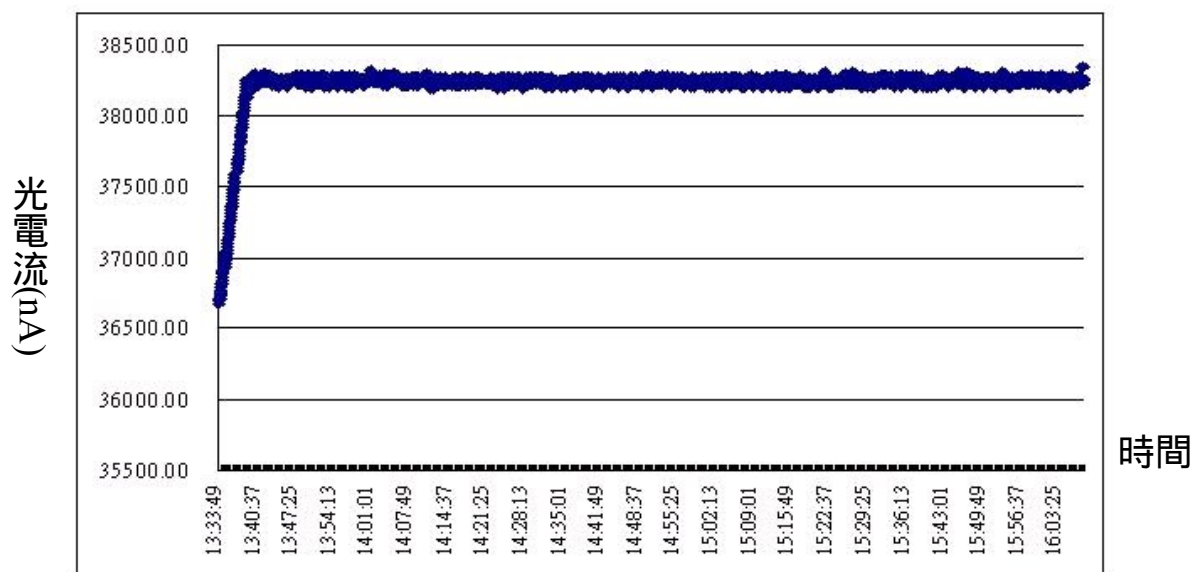
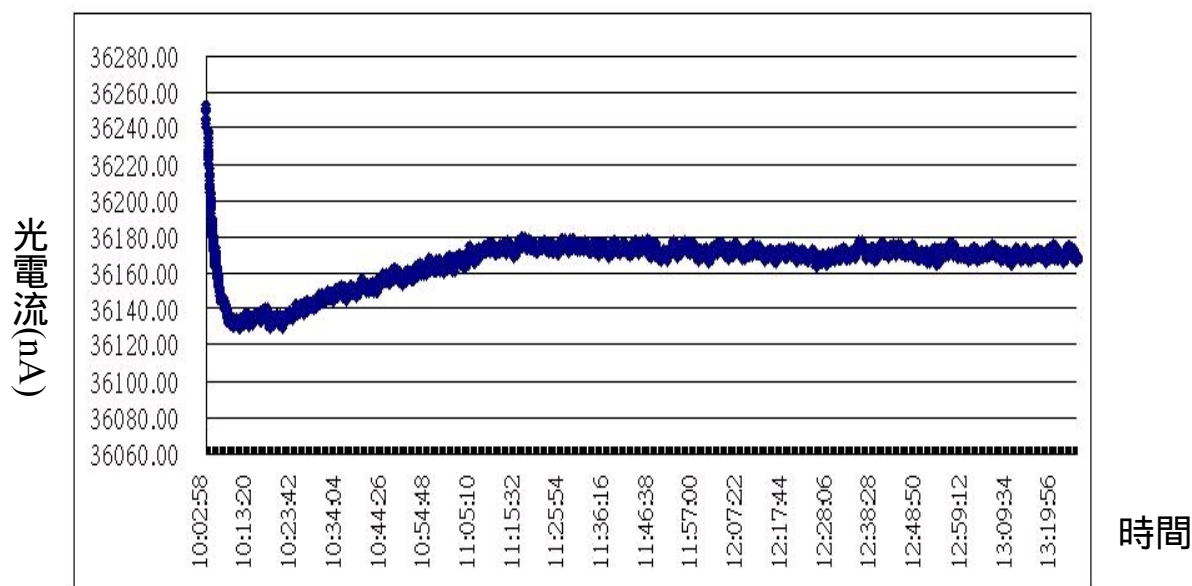


圖 35 LED 模組未塗散熱膏監控圖

註：上圖為 No Feedback，下圖為 Feedback 結果。

散熱膏規格：

使用散熱膏分為兩種，分述如下：

(a) 奈米複合式散熱膏，灰色/熱傳導率：2.8 W/(m . ° C)

(b) Si 散熱膏，白色/熱傳導率：1.8 W/(m . ° C)

偵測器裝置於 LED 之實驗數據結果，如表 1-4 至表 1-8，為估計最大變異量，因此以最大差值來計算比較，數據結果之定義如下：

$$\text{穩定後變異} = (\text{最大值} - \text{最小值}) / \text{平均值}$$

其中最大值為 LED 平衡後所測得最大光電流值；最小值為 LED 平衡後所測得最小光電流值；平均值為 LED 平衡後所測得光電流平均值。

表 1-4 LED 模組塗上奈米複合式散熱膏

Feedback 使用	穩定時間	穩定後變異
YES	0:05:42	0.336 %
NO	0:15:06	0.058 %

表 1-5 LED 模組未塗上散熱膏

Feedback 使用	穩定時間	穩定後變異
YES	0:05:18	0.384 %
NO	1:02:58	0.043 %

表 1-6 LED 模組塗上 Si-散熱膏(使用 Feedback 系統)

Feedback 使用	穩定時間	穩定後變異
YES	0:04:52	0.410 %
YES	0:04:30	0.353 %
YES	0:05:14	0.377 %
NO	0:24:44	0.079 %

表 1-7 無 Feedback 之 LED 再現性(變異量)實驗結果

次數	光電流值(nA)
1	27934.16
2	27915.50
3	26794.75

表 1-8 Feedback 之 LED 再現性(變異量)結果

	穩定後光電流平均 (nA)
第 1 次	51265.24
第 2 次	51195.63
第 3 次	51226.94
平均值	51229.27
變異性	0.14%

(a)LED 模組發光穩定性與散熱程度有關，適度塗上散熱膏，可以加快穩定的時間，上述結果顯示未塗上散熱膏時需要一個多小時才能達到平衡，塗上奈米複合式散熱膏則約 15 分鐘，一般最常使用的 Si-散熱膏則需要約 25 分鐘。因此散熱膏對於 LED 模組散熱有一定效果。

(b)LED 光源若搭配使用 Feedback，則和使用散熱膏較無關聯。三組數據顯示，使用 Feedback 系統後，約 5 分鐘後接可以達成平衡，變異在 0.4 %左右。

(c)LED 未搭配使用 Feedback 系統時，雖然所須達平衡時間較長，但是達成穩定後變異都比較小，變異量小於 0.1%。

(d)若 LED 未使用 Feedback 則由表 1-4 可以發現，平衡後的 LED 發出的光量會逐漸下滑，表 1-8 為 LED 使用 Feedback 的量測結果，可以發現在不同時間所測得 LED 發出的光量十分穩定，變異度僅為 0.07 %。

(e)目前重複性和再現性(變異量)可控制在 0.5 %以下

c.光量標準 LED 球泡燈穩定技術

利用傳統鎢絲燈作為標準燈校正 LED 光源，容易因光譜差異大而產生誤差，且鎢絲燈壽命短不適合頻繁地校正系統。因此計畫

中，研究使用 LED 球泡燈當做光通量標準燈的可行性，進行 LED 球泡燈的穩定性(變異量)和再現性(變異量)的測試。預期可提供穩定光通量的 LED 球泡燈作為標準燈，提供 LED 產品設備或製造商用來校正量測設備。

依循 IES LM-79-2008“Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products”測試規範中的積分球測試方式來量測 LED 球泡燈光通量。使用的積分球是一米積分球搭配光電流偵測器和分光光譜儀，可以同時量測光通量和光譜。進行燒燈的枯化實驗室為溫度受到控制的恆溫房間，溫度保持在 25℃，確保所有樣品在長時間點燈時所受的條件是一樣的。

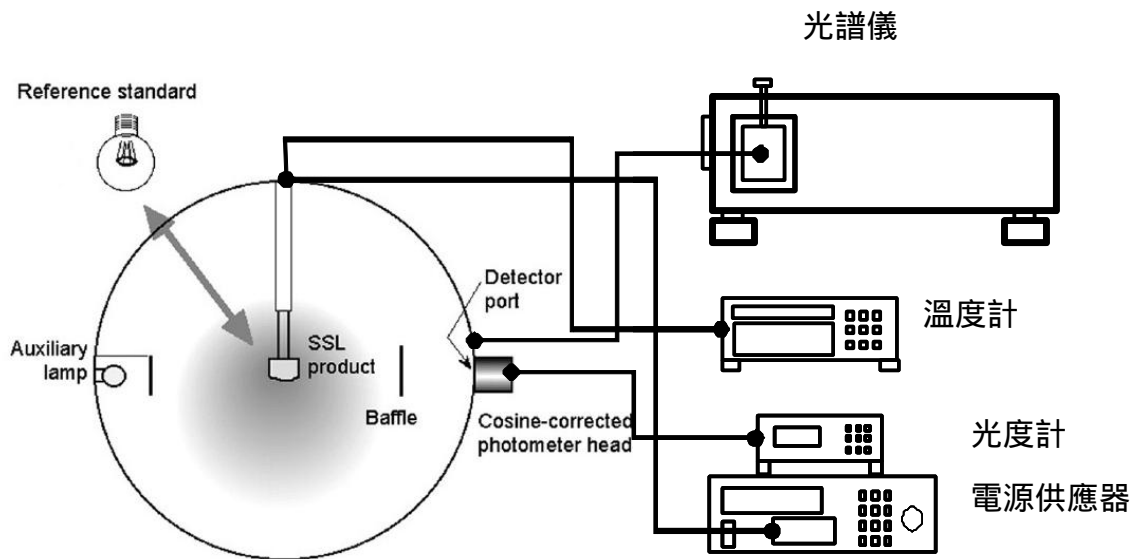


圖 36 LED 球泡燈穩定程序設備示意圖

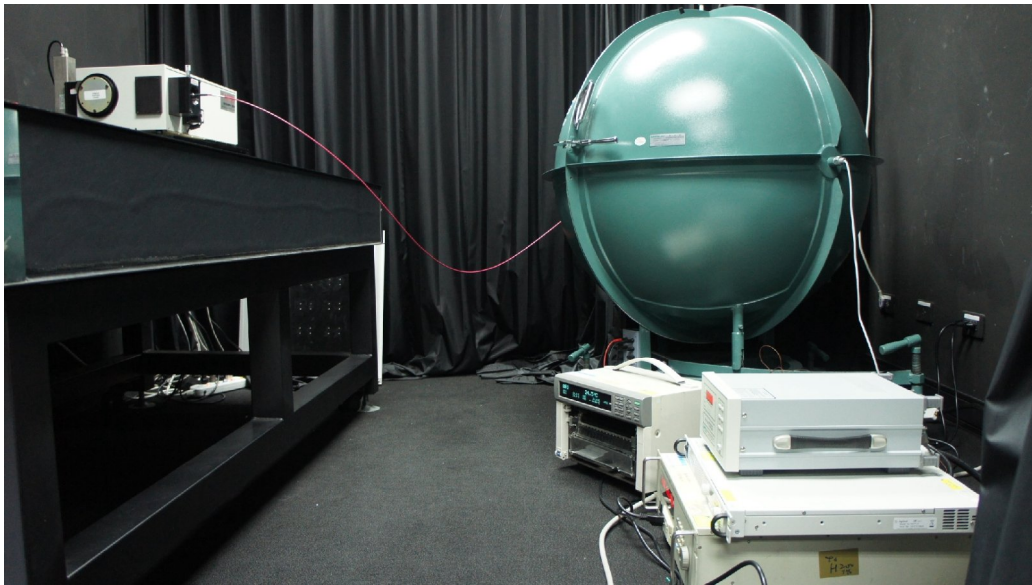


圖 37 LED 球泡燈穩定程序設備實體圖

挑選使用國際大廠 LED 晶片的球泡燈，進行長時間的光通量量測以及溫度監測。利用交流電電源供應提供穩定電源，觀察不同時間點穩定態光通量值和穩定後光通量值的變化。在測試過程中，利用溫升記錄器和溫升線，觀察 LED 球泡燈穩定態的光通量和積分球環境溫度之間的關係以及燈殼溫度的變化。所使用的晶片分別是國際大廠 Osram 和 Cree 的晶片，包含高色溫和低色溫，總共五個型號，如下表 1-9：

表 1-9 測試燈的規格

樣品代碼	瓦數 (w)	色溫 (K)	光通量(lm)
1、2	8	3000	345
3、4	8	6500	450
5、6	7	3000	460
7、8	8	6000	530
9、10	7	5000	530

光通量測試方法依照 LM-79-2008 (Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products) 的測試方式，使用積

分球量測光通量，利用傳統的標準燈進行比對。積分球中的環境溫度控制在 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，利用 AC 電源供應器提供電源 (The Prescribed Frequency: 60Hz, RMS < 3%)。其測試時間是電源供應器開啟 30 分鐘後，每間隔 15 分鐘取樣一次，直到量測數據的差異小於 0.5%。下圖 38 測試方法示意圖：

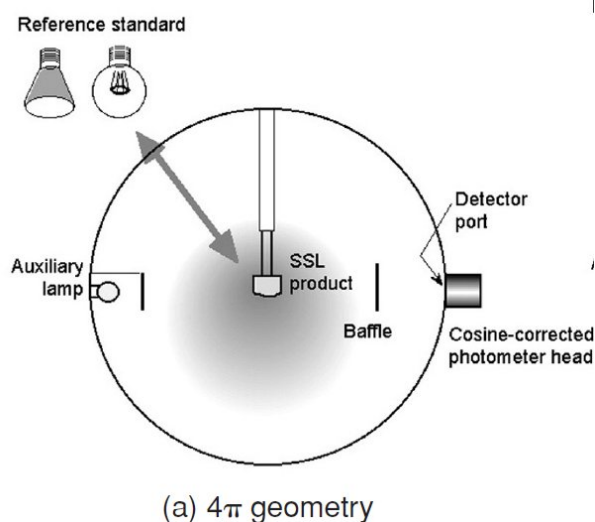


圖 38 光通量測試示意圖

在進行光通量測試前，為避免 LED 球泡燈在使用初期可能的不穩定性，因此 10 個測試燈泡都會先進行 300 小時的枯化點燈。下圖 39 是 10 個球泡燈的測試值與規格值，很明顯的，部份 LED 球泡燈測試值與規格值有一段落差，此一現象顯示市面上所採購的 LED 球泡燈，它的標示值有可能不是依循 LM-79-2008 進行測試所得到的值，或是在挑選 LED 晶片時並沒有過濾出光通量不符合的晶片。

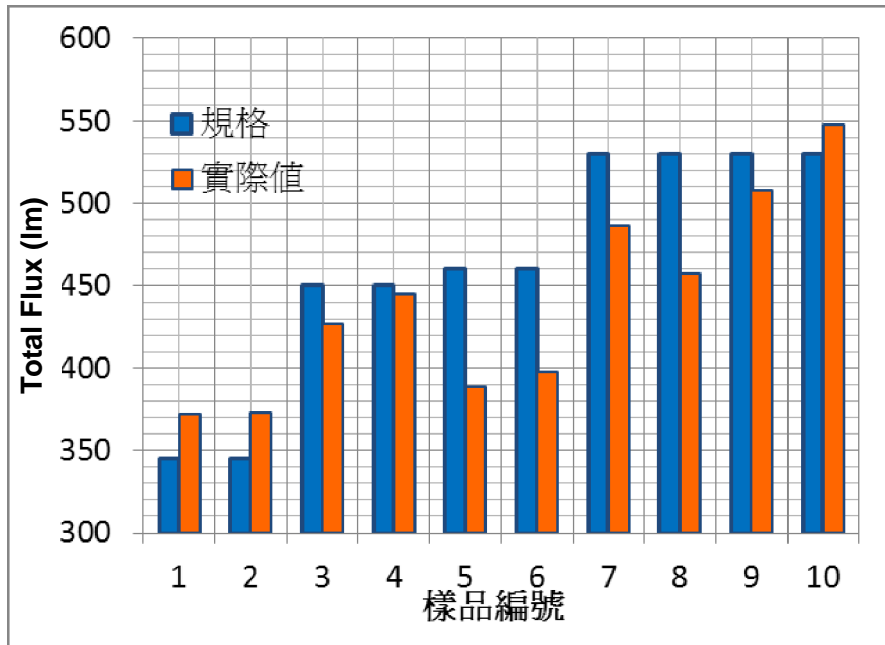


圖 39 點燈 300 小時後的光通量數值

另外 LED 光源是球泡燈的形式，因此積分球中並無控溫系統來控制球泡燈的溫度，而 LM-79-2008 也並無要求需要控制球泡燈溫度，而是利用燈具本身的散熱鰭片來達成熱平衡。因此在光通量量測的過程中，利用溫升線來量測球泡燈的燈殼溫度，記錄每次光通量穩定時的燈殼溫度，藉此來評估 LED 晶片的 T_j 溫度是否也達到穩定態。下圖 40 為燈殼溫度圖。

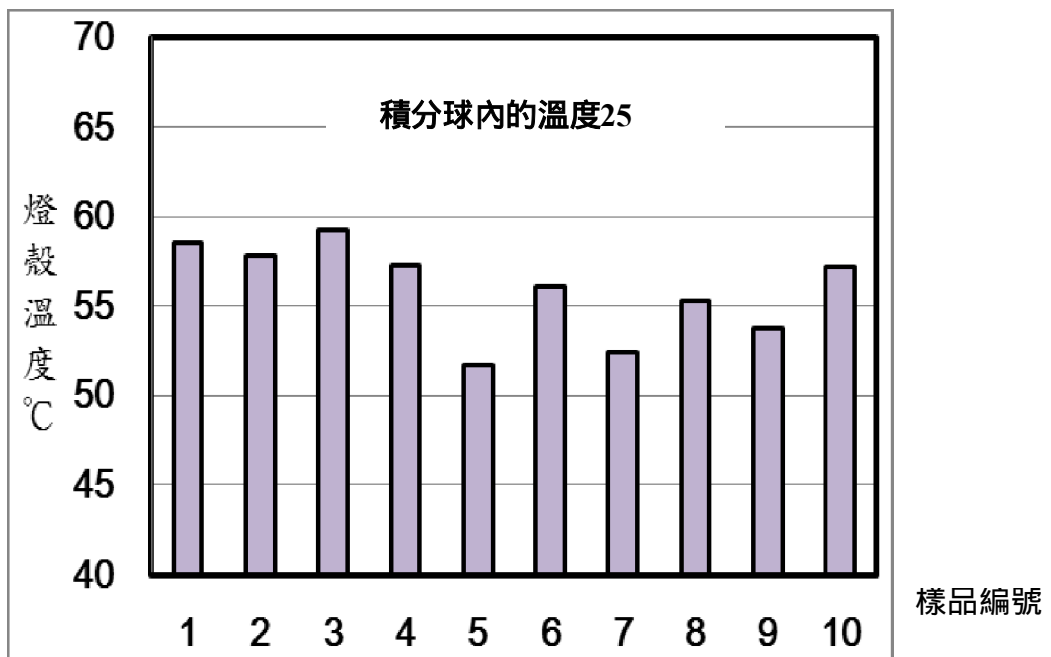


圖 40 光通量穩定後的燈殼溫度

下圖 41 是 8W 6500K 球泡燈的測試數據，從 300 小時到 1100 小時之間，球泡燈的光通量衰減了 1.9%，但由國外 LED 大廠提供的 LM-80 測試報中，如下表 1-10，可以看到 LED 晶片經過 6000 小時的測試後，光通量衰減量還小於此次測試結果。這有可能是球泡燈內的電源變壓器有衰減或是球泡燈的塑膠外殼的透光度下降。

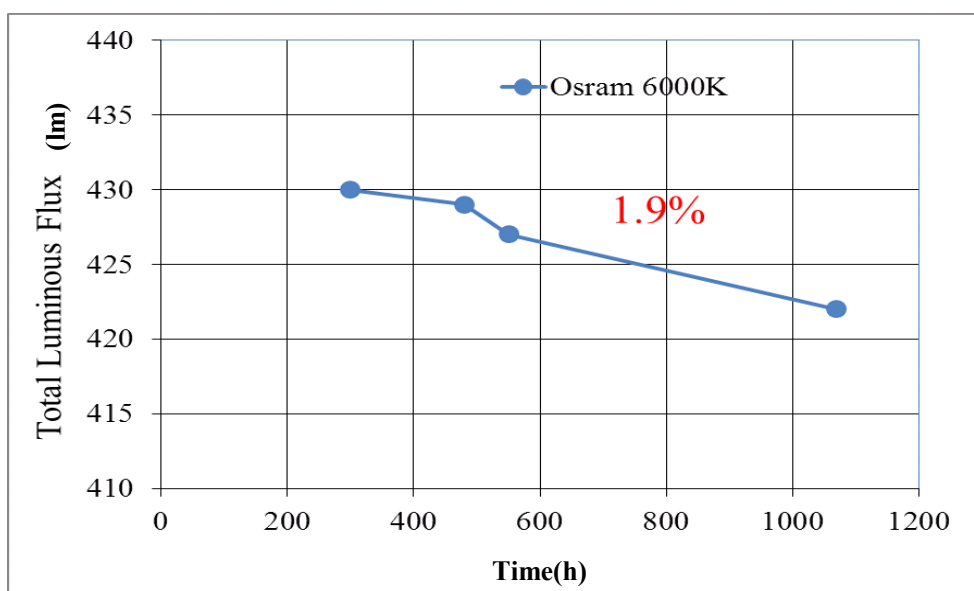


圖 41 8W 6500K 球泡燈點燈枯化記錄

表 1-7 國際大廠 CREE 的 XP 系列的 LM80 測試報告

Test Summary

Data Set	Case Temp. [T _s]	Ambient Temp. [T _A]	Drive Current [I _F]	Average Lumen Maintenance at 6,000 hours	Average Chromaticity Shift (Δu'v') at 6,000 hours
1	45°C	45°C	1000 mA	98.7%	0.0032
2	55°C	55°C	350 mA	99.1%	0.0020
3	55°C	55°C	1000 mA	98.6%	0.0009
4	85°C	85°C	350 mA	98.7%	0.0009
5	85°C	85°C	1000 mA	98.7%	0.0015

在經過 1100 小時的點燈枯化後，開始進行 LED 球泡燈的光通量穩定度測試。測試中，同時測試 LED 球泡燈所需要達到穩定態的時間。由圖 42 中可以看出，在未暖燈時，LED 球泡燈需要 1 小時才會達到穩定態，且光通量下降 11.8%。若是將球泡燈點燈至穩定態再移入積分球中，可看出光通量改變量變小，但是所需達到穩定態的時間也須花掉 40 分鐘，比起一般傳統的標準燈暖燈時間 20 分還要來得長。圖 43 是 8W 3000K 球泡燈光通量隨時間變化情形。

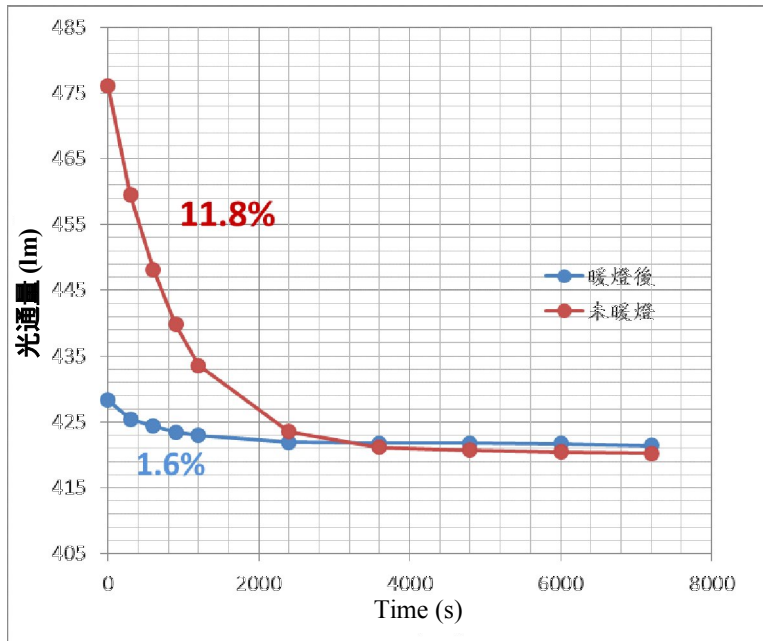


圖 42 8W 6500 K 球泡燈光通量隨時間變化情形

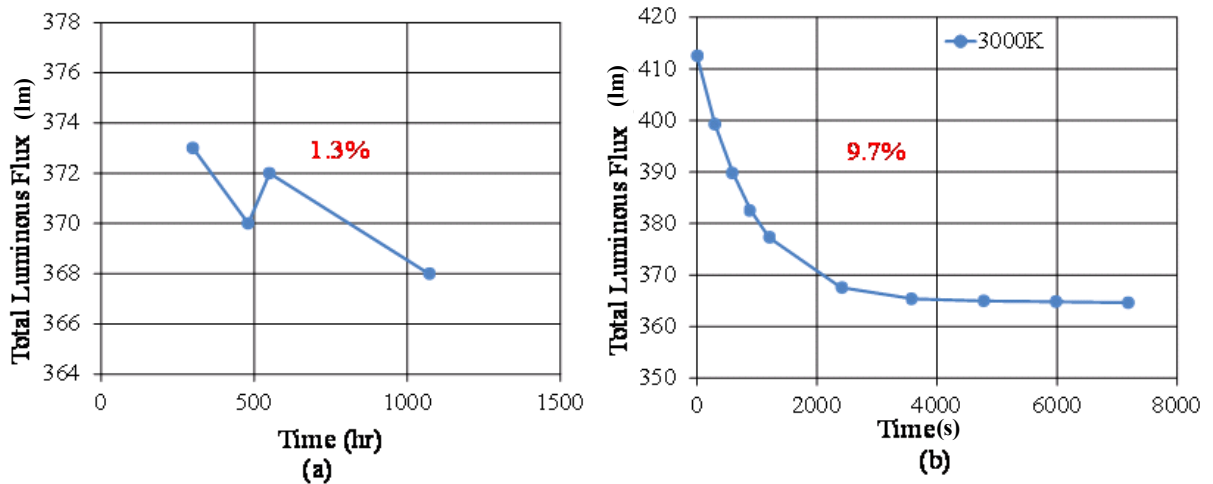


圖 43 8W 3000 K 球泡燈光通量隨時間變化情形

在圖 44 中，8W 6000 K LED 球泡燈進行 24 小時的穩定度量測，在穩定態達到後的光通量為 454.4 lm，當測試時間拉長到 24 小時後，光通量變為 454.36 lm。可以看出光通量下降幅度只有 0.08%，對於利用當做標準燈而言穩定度是已經足夠了。而光譜變化情形在圖 45 中也可以看到穩定態後的光譜和 24 時後的光譜之間幾乎沒有差異，色溫飄移量只有 1 K。

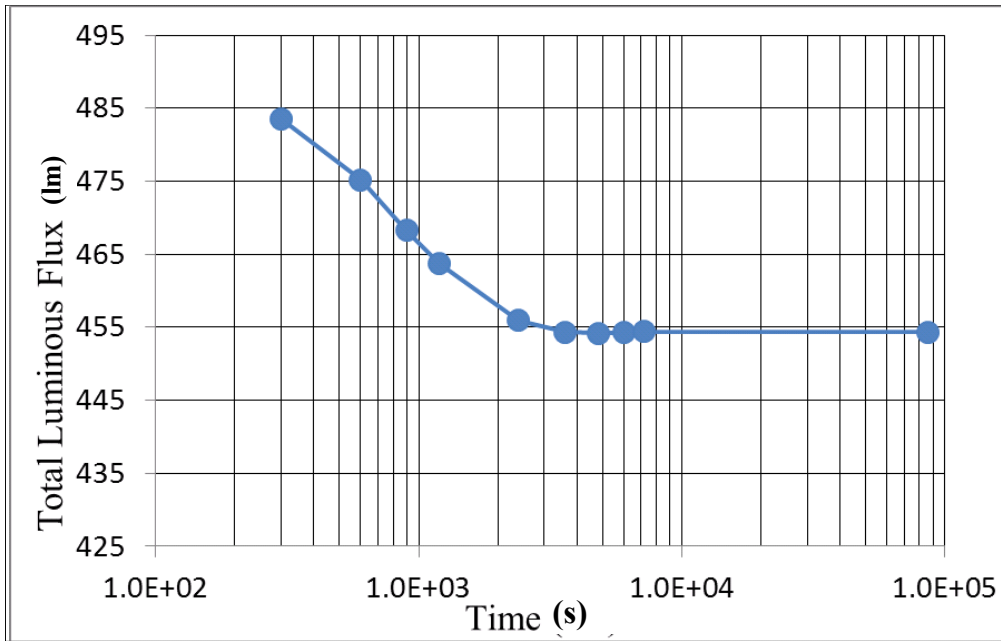


圖 44 8W 6000 K 球泡燈光通量隨時間變化情形

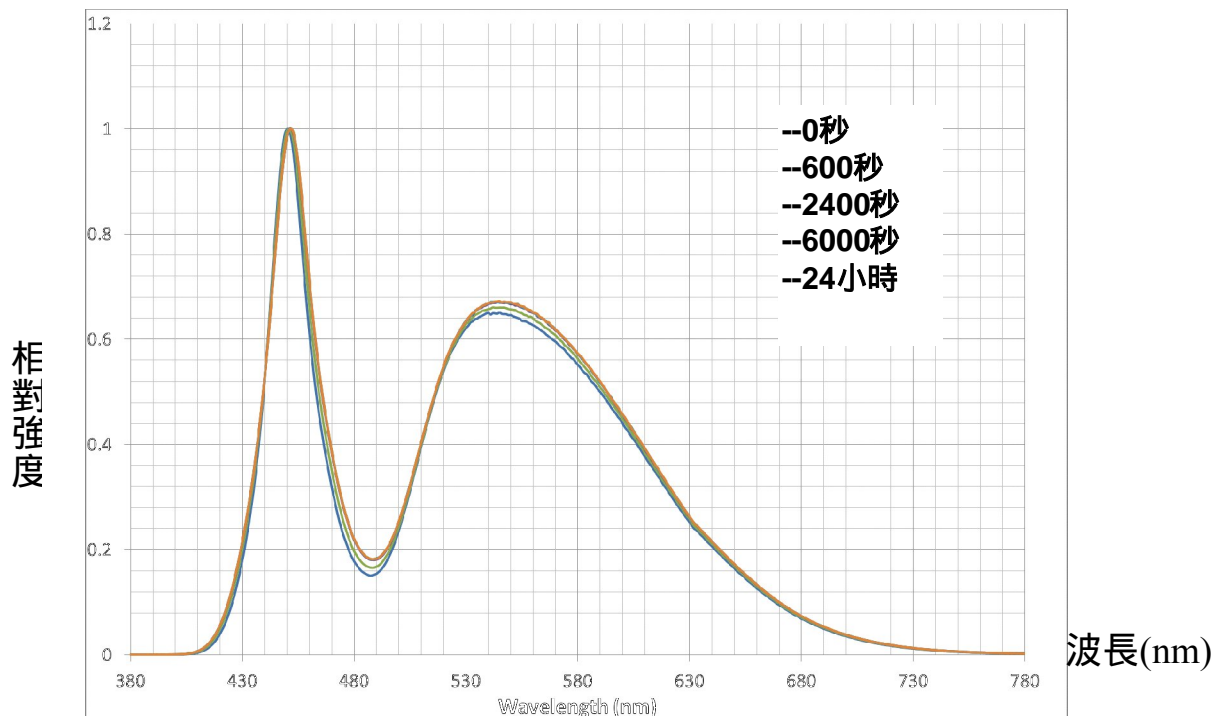


圖 45 8W 6000 K 球泡燈光譜隨時間變化情形

利用 LED 球泡燈作為光通量標準燈的測試中，可以發現 LED 球泡燈在將近 800 小時的點燈測試中，光通量約下降 1.9% 至 1.3

%。但一般的標準燈使用壽命大約只有 100 小時，若利用 LED 球泡燈當標準燈則可使用的壽命至少大一個數量級。而在測試期間中，一旦 LED 燈泡達到光通量穩定時，光通量的差異量就遠小於 0.5%，且光形與待校的 LED 光源也較為相似。且每次校正使用的時數也不會太長，一年之中使用的時數通常累計下來也很難有數百小時，因此利用 LED 球泡燈當做光通量標準燈是可行的。本計畫今年度完成 LED 球泡燈的規格為：半周型，色溫範圍 3000 K~6500 K，光通量範圍 380 lm~550 lm。可透過老化實驗達到穩定性(變異量)為 0.5 %。後續將繼續投入全周型 LED 標準球泡燈之相關研究，以滿足目前市面上常見的 LED 球泡燈類型。

後續工作構想及重點：

FY100 為能源計量計畫第一年度執行，主在建立分光輻射通量系統架構。後續將持續完成系統評估，通過系統查驗及認證，以提供國內廠商相關計量之校正追溯服務。

LED 標準件部份，本年度完成順向電壓與光量關係擬合迴歸分析技術，後續可針對廠商需求進行推廣。並可進一步研究高功率 LED 元件之順向電壓與光量關係，確認此技術在高功率 LED 依然適用。同時開發以此技術為核心整合軟體及硬體之標準件。滿足廠商低成本易操作之標準件設備需求。

LED 回授控制穩定技術目前為積分球出口為光源，後續可研究小型化以及輸出光形之調控機制，以滿足廠商不同之產品量測標準需求。

2. 量化成果說明

(1)會議論文 1 篇，國外研討會(Newrad 2011)1 篇

- 「Impulse Spread Functions of Array Spectrometers Obtained by Deconvolutions of Measured Spectra of Calibration Lamps」

(2)國內期刊 1 篇

- 「LED 分光輻射通量量測標準追溯技術」量測資訊雙月刊

(3)技術報告 5 份

- LED 溫度及老化參數實驗程序及分析技術
- LED 回授控制穩定技術
- LED 標準模組技術
- 學界合作期中報告-LED 標準光源光學模擬及設計分析
- 學界合作期末報告-LED 標準光源光學模擬及設計分析

(4)訓練報告 1 份

- NewRad2011 出國訓練報告

(5)技術移轉推廣：收入數 120 仟元。

- 台灣積體電路公司(TSMC)，收入數 120 仟元。

3.技術創新及突破瓶頸之處

(1)建立分光輻射通量標準校正系統及參考標準燈量測系統架構

a.分光輻射通量系統架構建立技術

分光輻射通量系統為亞洲唯一之雙旋臂分光輻射通量校正系統。國內配光曲線儀之偵測設備為視效函數偵測器，本計畫開發之系統偵測設備突破以視效函數偵測器之現況，開發高靈敏分光儀為偵測設備，並創新開發所搭配脈波散佈函數分析方法。同時進行相關線性度、雜光修正等技術，可進行 LED 光源之光強度分佈、光譜分佈、色度分佈之量測系統。目前國內尚無光譜分佈、色度分佈之量測系統。同時滿足國內產業對分光輻射通量之追溯需求。日本為積分球式，無法量測光源色度分佈。

b.光譜儀之脈波散佈函數分析方法研究

由於偵測不同角度之光譜，必須應用 CCD 光譜儀，並非只在雙旋臂機械架構上安裝 CCD 光譜儀就好，而是相關修正技術必須要導入，才能獲得正確結果。因此本技術創新開發出快速且低成本之脈波函數分析方法。應用以 Hg、Ar、Ne 線譜燈之特性譜線分析出光譜儀在不同位置的脈波函數。以利進一步修正運算，使分光輻射通量量測結果更為精準。

(2)研發 LED 分光輻射通量標準燈穩定技術研究

由於 LED 發光之特殊性，除需要光輻射通量參考標準燈(白熾燈)，亦需直接以穩定 LED 為驗證或標準傳遞之用。但 LED 的光熱特性，使得找出穩定 LED 是一挑戰。本計畫為克服如上困難發展如下技術：

a.順向電壓與光量關係擬合迴歸分析技術

本技術以 LED 元件特性為基礎，本技術創新以順向電壓修正產生之標準光量值之順向電壓與光量關係擬合迴歸分析技術。此方法無需外加其他溫控或條件設定，與廠商之單顆元件樣品同樣狀態下，直接進行標準傳遞及驗證。可以讓廠商方便使用於品保實驗室或產線之 Golden Sample。

b.LED 模組回饋穩定技術

本技術創新以溫控及光量回饋方式，可直接設定穩定可再現之 LED 光源之光量。由於 LED 發光同時也發熱，熱也影響發光，因此確保光輸出量在不同條件及量測時間下均保持恆定為一挑戰。本技術進行散熱控制，包含散熱鰭片、風扇、模組散熱膏使 LED 模組散熱影響降低。同時應用光量控制回饋機制，使變異性可降至 0.5 % 以下。廠商使用上極為方便，輸入標準值即可產生對應之光量標準。同時穩定時間亦大幅縮短由 1 小時縮短至 5~15 分鐘，提升效率。

二、 成果與推廣

(一) 推廣案例說明

1. 本計畫為建立分光輻射通量標準校正系統及參考標準燈，投入研發之分光輻射量測技術及標準燈穩定之衍生技術，成功移轉至台灣積體電路公司(TSMC)。包括：(1)CCD 光譜儀之分光量測技術：其包含標準追溯、線性度驗證、波長驗證、分光輻射照度亮度及通量之關係、光輻射量測程序及原理及計算方法等。(2)提供可連續監控紫外線量及臭氧濃度之監控程式。本計畫移轉之技術，提供 TSMC 省時、省成本且穩定之產線量測方法，技術移轉金額 120 仟元。
2. 本計畫對國內 LED 照明產業，提供技術諮詢服務計 12 家次，包括：艾迪森光電、台積電、億光電子、旺矽科技、雲陽科技、鼎之奇、泰金寶、東貝光電、晶亮光電、誠家科技、光寶科技、廣錄光電等公司。各廠商業務及服務內容說明如下：
 - (1)艾迪森光電：本計畫提供分光輻射通量量測技術諮詢服務，並分享LM-82草案、TM-21壽命實驗、歐盟之62471人眼效應相關規範、IEC Q101車用LED規範，藉由分享與討論，共同探討因應之道，以避免新規範之實施，造成該公司的重大衝擊。
 - (2)台灣積體電路公司(台積電)：本計畫對該公司之LED事業處，提供分光輻射通量量測技術諮詢服務，並針對LED點亮同時產生光及熱，兩者相互影響，而導致不同驅動方式會有不一樣發光及壽命結果之現象，共同討論LED驅動與發光發熱之關係，如Pulse方式與DC方式及AC LED量測方法。更進一步蒐集現階段台積電標準燈之校正需求及執行狀況，以為計畫後續提供校正服務規劃之參考，該公司目前標準燈是送回原廠校正，校正費用30~40萬新台幣，費用高耗時，待本計畫系統建置完成，將可改善此現象。
 - (3)億光電子：本計畫提供光量及分光輻射量測諮詢服務，包括：光輻射量測程序及原理、計算方法等。並共同討論歐洲立式資訊標

誌規範EN12966-1，針對LED亮度色度量測方法，進行分享，以正確量測立式資訊標誌之光量顏色結果，尤其在視覺表現特性上。

- (4)旺矽科技：本計畫提供該公司3項技術服務：1.分光輻射通量量測技術諮詢服務，以協助該公司建立標準燈及LED Golden sample過程，所需之不同波長穩定LED，以進行廠內分光儀校正。2.提供其CCD光譜儀之校正方法 3.如何使不同光譜儀量同一LED可得一致結果。並討論LED Wafer檢測問題，z軸誤差導入之量測問題，提供技術諮詢同時蒐集產業標準、檢測需求資訊。
- (5)雲陽科技：本計畫提供該公司分光輻射量測諮詢服務，包括：標準追溯、標準光源、分光量測技術。並共同討論省時、省成本且穩定之產線量測方法。
- (6)鼎之奇：本計畫提供該公司量測系統建置之諮詢務，包括：配光曲線儀之架設及採購時應注意細節，以及積分球量測時注意事項，包括：開口位置大小對量測結果之影響，校正光源及輔助燈之使用注意事項。
- (7)泰金寶：本計畫提供該公司光量及分光輻射量測諮詢服務，包括：光輻射量測程序及原理、計算方法等。並共同討論LM-79，針對LED球泡燈色度量測方法及積分球，進行討論，以求正確量測該公司之產品。
- (8)東貝光電：本計畫提供該公司光量及分光輻射量測諮詢服務，包括：光輻射量測程序及原理、計算方法等。並共同討論Energy Star對 Integral LED Lamp 之色度空間分布量測要求，以協助該公司產品之量測。
- (9)晶亮光電：本計畫提供該公司諮詢LED球泡燈在積分球的測試方式，包含光通量測試和色座標量測。並提供LM-79測試服務，量測該公司新開發的LED球泡燈，以協助該公司標示合理的光通量數值。

- (10)誠家科技: 本計畫提供該公司諮詢內容為LED球泡燈光特性標示和測試方法，包含光譜量測和色溫測試。並提供LM-79測試服務，量測該公司新開發的LED球泡燈，以協助該公司標示合理的光通量數值。
- (11)光寶科技: 本計畫提供該公司全光通量標準燈與全光分光標準燈之技術諮詢服務，其欲建置LED照明系統之完整追溯，廠商之需求，凸顯本計畫建置目標之重要性。
- (12)廣鎔光電：本計畫提供該公司有關實驗室符合LM-79與LM-80建置之技術諮詢，並期望通過實驗室認證與取得能源之星。

(二) 產出成果一覽表

成果項目		分項計畫		LED照明分項		合計		備註
		目標	實際	目標	實際	目標	實際	
專利	申請	1	1	1	1			
	獲得							
論文	國內期刊		1		1			
	國外期刊							
	國內研討會(口頭)							
	國內研討會(書面)							
	國外研討會(口頭)							
	國外研討會(書面)	1	1	1	1			
研究報告	技術	3	5	3	5			
	調查							
	訓練	1	1	1	1			
合作研究	學術合作研究	1	1	1	1			
	業界合作研究							
	國外合作研究							
研討會	場次	1	1	1	1			
	人數(人次)	25	86	25	86			另執行論壇1場如附註
可移轉技術						1	1	
技術移轉及服務家次(技術諮詢)						10	12	

註：本計畫於 100.08.17 日舉辦「LED 計量標準技術論壇」一場。

(三) 其它綜合成果

1. 技術移轉、技術服務及諮詢

- 技術諮詢 12 家次。

2. 國際活動

- 參加美國 NewRad'11 發表論文 (徐紹維)。
- 參加大陸福州能源計量與產業發展研討會並講演「台灣太陽光電計量技術之發展」(莊柏年)。

陸、 結論與建議

分光輻射通量標準系統之架構及脈衝函數分析技術建立，將可以讓國內 LED 照明產業的上中下游之製造與燈具設計廠商有一個嚴謹與可靠的量測系統來驗證這些照明標準之一致性。

透過建立的分光輻射通量標準系統及 LED 標準件技術，未來亦能針對照明產品的空間色度作更進一步的檢測與評估，以提供 LED 照明製造商對於未來照明品質參數的檢測，其 LED 產業所需之光通量、輻射通量、分光輻射通量、色度、相關色溫等照明參數之量測技術的解決方案，將可進一步延伸量測的其他照明關鍵參數，例如：色度均勻性、舒適性、演色性等參數，及更深入的量測技術研究與量測修正技術等工作，協助廠商解決其在產品光量規格及品質技術上所遇到的量測問題，以協助國內固態照明的推動與發展。

附 件

柒、 附件

一、 新台幣 5 百萬元以上(含)之儀器設備清單

無

二、 國外出差人員一覽表

短期訓練

出差性質	主要內容	出差機構/ 國家	期間	參加人 員姓名	在本計畫 擔任之工作	對本計畫之助益	出國 項次
參加會議發 表論文	參加 NEWRAD 2011(International Conference on New Developments and Applications in Optical Radiometry) 會議，發表論文。	美國	9/18 ~ 9/25	徐紹維	LED 老化及分 光資料分析	<ul style="list-style-type: none"> 蒐集 LED 照明計量發展國際最新趨勢及技術，展現計畫研發成果，建立國際合作人脈網絡，以供未來技術交流之資源。 推廣計畫成果，與國際專家討論計劃發展之技術。 	1
參加會議	□ 參加國際能源相關活動，蒐集能源最新發展趨勢及標準發展規劃動向，研擬合作機制與技術合作之可行性。	亞洲	11/02 ~ 11/08	莊柏年	技術規劃督導	<ul style="list-style-type: none"> 蒐集大陸能源最新發展趨勢與計量發展動向，並尋找計量標準與產業發展更貼近之合作模式，以為計畫規劃成果推廣之參考。 	2

長期訓練

無

三、 專利成果統計一覽表

專利申請

項次	類別	專利名稱	官方申請日	申請國家	申請案號/專利號碼	申請人
1	發明	智慧型車門開啟危險 警示裝置	20111207	台灣	100145100	吳貴能、陳政憲、 梁瑋耘、高士欽

四、 論文一覽表

研討會論文

項次	論文名稱	發表日期	技資編號	會議名稱	作者	國家	頁數
1	由線譜燈之量測光譜 以去旋積法求陣列光 譜儀之脈波分佈函數	20110921	07-5-A0-0152-	International Conference on New Developments and Applications in Optical Radiometry	徐紹維、蕭金釵、 吳貴能、陳彥良	美國	3

期刊論文

項次	論文名稱	發表日期	技資編號	期刊名稱	作者	國家	頁數
1	LED 分光輻射通量量 測標準追溯技術	20110701	07-5-A0-0172	量測資訊雙月刊	吳貴能、陳政憲	中華民國	9

五、 研究報告一覽表

技術報告

項次	資料名稱	產出日期	技資編號	語言	列管等級	作者	頁數
1	LED 溫度及老化參數實驗程序及分析技術	100.11.09	07-3-A0-2449	中文	非機密	徐紹維 鍾宗穎	19
2	LED 模組回授穩定技術	100.11.14	07-3-A0-2453	中文	非機密	劉玟君	7
3	LED 標準球泡燈建立	100.11.14	07-3-A0-2429	中文	非機密	梁瑋耘 高士欽	20
4	期中報告-LED 標準光源光學模擬及設計分析	100.10.03	07-3-A0-2379	中文	非機密	劉瑋瑋 孫慶成	12
5	期末報告-LED 標準光源光學模擬及設計分析	100.11.30	07-3-A0-2483	中文	非機密	劉瑋瑋 孫慶成 陳政憲	18

出國訓練報告

項次	資料名稱	產出日期	技資編號	語言	列管等級	作者	頁數
1	NEWRAD 2011 出國報告	100.10.27	07-3-A0-2394	中文	一般	徐紹維	14

六、 研討會/成果發表會/說明會一覽表

研討會

項次	研討會名稱	日期	舉辦地點	主/協辦	參與廠家數	參加人數	備註
1	LED光量量測技術暨照明視覺研討會	20111025	新竹	主辦	47	86	

技術論壇

LED 計量標準技術論壇

於100年8月17日協助標檢局召開「LED計量標準技術論壇」，邀請台達電子、晶元光電、艾迪森光電、中央大學、台灣科技大學及工研院量測中心等產、學、研專家針對「LED計量標準帶動照明產業發展」主題進行討論及交流，會中專家們針對下列各項議題進行了熱烈探討與建言，並達成多項共識。

- 1.建立驗證制度，促進產業發展 (台達電子)
- 2.推動高功率LED光量量測標準規範 (晶元光電)
- 3.LED綠色照明未來應用及可能之計量需求 (中央大學)
- 4.LED技術發展對計量標準之挑戰 (艾迪森光電)
- 5.人性化智慧化固態照明之應用與影響 (台灣科技大學)
- 6.建立LED計量標準追溯體系提昇產業競爭力 (工研院量測中心)

技術與標準是 LED 進入照明市場的兩大關鍵因素，對 LED 製造商而言，計量標準的建立可以提供共同的溝通方式，不僅可提供嚴謹的量測方法以作為比較的基準，並能確保產品能符合性能要求。台灣產業界投入 LED 的時間相當早，因此早期所制定的標準類型也是以指示型及交通號誌燈為主，近年來在經濟部的支持下，由工研院與相關業者共同制定 17 份產業標準，並且陸續推動成為 CNS 國家標準。但 LED 技術的發展日新月異，LED 的發光基本特性已與傳統光源有所不同，故有制定 LED 照明標準的必要性，且創新 LED 技術開發對於 LED 測試的挑戰，更是產官學研需合力探討的議題。

七、中英文對照表

英文	中文
APMP , Asia Pacific Metrology Programme	亞太計量組織
CIPM, Comité international des poids et mesures 《International Committee for Weights and Measures》	國際度量委員會
CBTL, Certification Body Testing Laboratory	認可測試實驗室
CCD, Charge Couple Device	電荷耦合元件
CCPR, Consultative Committee for Photometry and Radiometry	光度學和輻射度學諮詢委員會
Department of Energy	美國能源部
The International Commission on Illumination	國際照明委員會
IEC, International Electrotechnical Commission	國際電工委員會
ISO/TS 16949 (International Organization for Standardization/Technical Specification TS 16949 為條文名稱)	國際標準組織/技術規範
KCDB, Key Comparison Database	國際比對資料庫
KRISS, Korea Research Institute of Standards and Science	韓國標準與科學研究院
National Institute of Standards and Technolog	美國國家標準與技術研究院
National Metrology Institute of Japan	日本計量標準總和中心
NIST Traceable Reference Materials	NIST 追溯參考物質

八、 研究成果統計表

分項計畫名稱	項目	成果		專利權 (項數)	著作權 (項數)	論文 (篇數)		一般研究報告 (篇數)			技術創新 (項數)				技術 引進 (項數)	技術移轉		技術服務		研討會		
		獲證	申請			期刊	研討會	技術	調查	訓練	產品	製程	應用軟體	技術		項數	廠家	項數	廠家	場次	人數	日數
LED 照明計量標準技術發展分項計畫			1			1	1	5		1	1			3		1	1	4	12	1	86	1
合計			1			1	1	5		1	1			3		1	1	4	12	1	86	1

註：(1) 技術創新一欄中所謂產品係指模型機、零組件、新材料等。

(2) 專利權及著作權項數以當年度核准項目為主，若為申請中案件則於次年度中列報。

(3) 研討會含在職訓練、成果發表會及說明會。

(4) 另於 8/17 日舉辦「LED 計量標準技術論壇」1 場。

九、 參考文獻索引

1. Y Ohno, Y. Zong, 2004 “NIST Facility for Total Spectral Radiant Flux Calibration”, *Symposio de Metrologia*.
2. Y Ohno, 1998. Detector-based luminous-flux calibration using the absolute integrating-sphere method *Metrologia* 35 473–8.
3. Y. Zong , S. W. Brown, “Simple spectral stray light correction method for array spectroradiometers”, *Applied Optics*, 45, No.6, 1111-1119, 2006.
4. CIE 2007. The measurement of LEDs, CIE Publication No.127.
5. CIE 1989. The measurement of luminous flux, CIE Publication No.84.
6. M. Morhač and V. Matoušek, "Complete positive deconvolution of spectrometric data", *Digital Signal Processing*, 19, 372–392, 2009.
7. Y. Ohno, Ch. 5: Spectral color measurement in *Colorimetry: understanding the CIE system*, 101-134, 1997.
8. L. P. Boivin, Study of bandwidth effects in monochromator-based spectral responsivity measurements, *Appl. Optics*, 41, 1929-1935, 2002.
9. J. L. Gardner, Bandwidth correction for LED chromaticity, *Color Res. Appl.*, 31, 374-380, 2006.
10. P. B. Crilly, A quantitative evaluation of various iterative deconvolution algorithms, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, 40, 558-562, 1991.
11. M. Shaw, T. Goodman, “Array-based goniospectroradiometer for measurement of spectral radiant intensity and spectral total flux of light sources”, *Applied Optics*, 47, No.14, 2637-2647, 2008.
12. http://www.nist.gov/pml/div685/grp05/spectroradiometry_calibration.cfm.
13. EIA/JESD51-1, “Integrated Circuits Thermal Measurement Method – Electrical Test Method (Single Semiconductor Device)”, 1995.
14. S. Chhajeda, Y. Xi, Th. Gessmann, J.Q. Xi, J.M. Shah, J. K. Kim and E.F. Schuberta, “Junction

Temperature in Light-emitting Diodes Assessed by Different Methods”, in “Light-Emitting Diodes: Research, Manufacturing, and Applications IX”, Proc. SPIE, 5739 ,2005.

15. Y. Xi, J.Q. Xi, Th. Gessmann, J. M. Shah, J. K. Kim and E. F. Schubert, “Junction and Carrier Temperature Measurements in Deep-ultraviolet Light-emitting Diodes using Three Different Methods”, Appl. Phys. Lett., 86,031907, 2005.
16. S.C Park, Y.W. Kim, D.H Lee and S.N. Park, “Preparation of a Standard Light-emitting Diode (LED) for Photometric Measurements by Functional Seasoning”, Metrologia 43, 299,2006.
17. Y. Zong and Y. Ohno, “New Practical Method for Measurement of High-power LEDs”, CIE Expert Symposium 2008 on Advances in Photometry and Colorimetry, 2008.
18. A. Keppens, W.R. Ryckaert, G. Deconinck and P. Hanselaer, “High Power Light-emitting Diode Junction Temperature Determination from Current-voltage Characteristics”, J. Appl. Phys 104 093104, 2008.

十、 執行報告委員意見彙整

審查意見彙整表

計畫名稱：能源計量標準技術發展計畫（1/4）

100 年度 計畫審查 不定期實地稽核 期中報告 期末報告

建 議 事 項	回 覆 說 明
A委員：	
1.本年度計畫達成情形與成果產出均符合預定進度。	• 感謝委員的支持與肯定。本計畫年度目標與KPI產出均如期達成。
2. 針對產業需求之LED分光輻射通量標準燈，本年度研發的擬合迴歸分析技術宜進一步確認是否適用於高功率LED元件。	• 本年度投入研發之LED分光輻射通量標準燈，尚無法應用於高功率LED元件。針對高功率LED計畫規劃於FY101投入，同時應用今年(FY100)學界合作製作之穩定高功率LED與廠商樣品進行分析研究。
3. 在成果推廣部分，除了提供技術諮詢外，應加強業界的校正服務，才能發揮本案最大效益。	• 感謝委員的提醒。本年度計畫著重在系統硬體之建立，於FY101完成系統評估，向標檢局提出查驗申請核准後，提供校正服務。本計畫將依委員建議，強化業界校正服務，擴增計畫效益。
4. 本年度專利申請時程有所延誤，宜盡速將相關研發成果進行專利佈署。	• 感謝委員的提醒。本年度計畫專利申請目標，已於12/7日達成 (台灣，申請案號：100145100)，將依委員建議盡速對相關研發成果進行專利佈署。
B委員：	
1. 請說明計畫報告書第42頁圖35所載之No Feedback及Feedback之最後光電流值為何不同？並請說明目前國外先進國家LED重複性及再現性可控制在何範圍？	• 第42頁圖35所載之No Feedback及Feedback之最後光電流值是不同的。基本上，該光電流值分屬二個實驗(No Feedback及Feedback)，實驗之裝置均重新安排，距離已改變，光電流值因距離的變更而不同。本年度(FY100)計畫以產生穩定LED光源為目標，明年度(FY101)將在此基礎上，搭配光型以及小型化修改，可安裝於分光輻射通量量測系統上，可量測出絕對值分光輻射通量值以取代相對量之光電流。

建 議 事 項	回 覆 說 明
	<ul style="list-style-type: none"> 目前國際上，德國PTB再現性為0.3 %~1.5 %、日本NMIJ再現性為0.5 %、韓國KRISS再現性為0.2 %~0.5 %。
2.請說明計畫報告書第43頁表1-7及表1-8所載之光電流值為何不同？	<ul style="list-style-type: none"> 同上說明。
3.請說明所提出之「智慧型車門開啟危險警示裝置」與本計畫之關連性。	<ul style="list-style-type: none"> 本計畫FY100主要研發成果為分光輻射通量量測技術，該技術可同時應用在LED空間分佈以及色度分佈量測技術。本專利為執行計畫進行廠商諮詢時，廠商對於LED導光應用，需要之空間分佈以及色度分佈量測，以進行產品光色特性模擬及評估，該專利技術為計畫成果之擴充運用。
C委員：	
1、建議整本計畫報告書應做好基本的文字校對工作，例如：常出現“再現性”、“再現性(變異量)”、與“再線性”之不一致文字；另外還有“穩定性”與“重複性”之不一致文字等。	<ul style="list-style-type: none"> 感謝委員的指正。將於年度執行報告審核後修正版，統一用詞。“再現性”、“再現性(變異量)”、與“再線性”統一為“再現性(變異量)”。“穩定性”與“重複性”統一以“穩定性(變異量)”表示。
2、在P.51有出現“因此利用LED球泡燈當做光通量標準燈是可行的”之字句，建議應將LED球泡燈的相關規格寫明清楚。	<ul style="list-style-type: none"> 感謝委員的指正。LED球泡燈的規格為：半周型，色溫範圍3000 K~6500 K，光通量範圍380 lm~550 lm。可透過老化實驗達到穩定性(變異量)為0.5 %。後續將繼續投入全周型LED標準球泡燈之相關研究，以滿足目前市面上常見的LED球泡燈類型。如上規格將補充於年度執行報告審核後修正版。
3.在P.17有出現“可知分光輻射通量為所需光量參數之基礎”之字句，以及圖3有出現“-”之符號，建議都應說明清楚。	<ul style="list-style-type: none"> 感謝委員的指正。P.17將於年度執行報告審核後修正版修正如下：如圖4 LED產業光量追溯關係圖所示，輻射通量、光通量、色度座標、色溫、演色性指數均追溯至分光輻射通量，亦即可由分光輻射通量得出輻射通量、光通量、色度等各項結果。分光輻射通量為所需光量參數之基礎。 圖3之“-”符號表示產業鏈在此階段「無此追

建 議 事 項	回 覆 說 明
	<p>溯需求」。色溫、演色性為白光光源所需之參數，產業鏈在磊晶及晶粒切割，尚未達白光階段，故無此需求。將於年度執行報告審核後修正版補充說明。</p>
D委員：	
<p>1. 全程計畫有3分項，本報告為LED，其它太陽光電，能源化學不知進行如何？</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 本計畫全程規劃內容有3個分項，分別為LED照明計量標準技術發展分項計畫、太陽光電計量標準技術研究分項計畫、能源化學計量標準技術發展分項計畫，由於經費之限制FY100先專注投入LED照明計量標準技術研發，FY101該分項所建系統評估後，查驗申請核可，可優先對業界提供服務，同時於FY101投入能源化學計量標準技術先期研究，後續投入內容，視標準檢驗局預算編列及立法院審查結果而定。
<p>2. LED分項有4項子計畫，依計畫書看，人力經費與技術執行良好</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員的肯定與支持。
<p>3. 1子項標準校正系統子計畫，是否需與國際標準接軌？是否已可為業界服務？</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 本計畫所投入之分光輻射通量標準校正系統，將透過國際比對活動與國際接軌。已於100年12月向APMP之TCPR(Technical Committee for Photometry and Radiometry)會議提出辦理分光輻射通量國際比對需求。會中已有6個國家實驗室表示會參與比對，包含CMS(台灣)、NIM(大陸)、NMIA(澳洲)、NMIJ(日本)、KRISS(韓國)、A STAR(新加坡)。 • 本年度計畫著重在系統硬體之建立，於FY101完成系統評估，向標檢局提出查驗申請核准後，將對業界提供校正服務。
<p>4. 在2子項參考標準燈子計畫，其穩定性時間為何？再使用時間之穩定性為何？</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 參考標準燈之穩定性為點亮後暖燈10分鐘以上，連續量測8小時之結果。再現性為3天，每天重新點亮，暖燈10分鐘以上，此3天達穩定後之光量變化。
<p>5. 在3子項LED穩定技術子計畫，是一項不錯的技術，是否能有技術輸出？</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 感謝委員肯定。本計畫可與廠商合作協助廠商建立相關檢測標準件技術，技術輸出業界。

建 議 事 項	回 覆 說 明
E委員：	
1.P.8與P.9分項工作分別採用(a.b.c.d.)及(一) (二) (三) (四)之編號,(a1) (a2) (a3) (a4)...等之編碼方式請統一,並且明確標示。	• 感謝委員的指正。將於年度執行報告審核後修正版,統一符號標示方式。
2.報告中出現之英文,或英文縮寫,請修正為中文(英文全名:縮寫)。	• 感謝委員的指正。英文資料將於年度執行報告審核後修正版,統一標示為:中文(英文全名:縮寫)。
3.數學參數及符號請說明其意義。	• 感謝委員的指正。年度執行報告中之數學參數及符號將於審核後修正版補充說明。
4.圖之縱軸及橫軸數字、標題及單位、字體大小需能清楚閱讀。	• 感謝委員的指正。將重新檢視年度執行報告圖表之縱軸、橫軸數字、標題及單位,字體之大小,期能清楚閱讀,並於審核後修正版修正。
5.數學符號之上下標及是否斜體,公式及文內引敘需一致。	• 感謝委員的指正。將重新檢視年度執行報告,於審核後修正版更正。
6.圖之說明,在文章內,需明確對所有圖線及意義做說明,而非部份說明或說明與圖無法對應。	• 感謝委員的指正。將重新檢視年度執行報告,於審核後修正版更正。
7.圖33,不完整與文章中之說明無法對應。	• 感謝委員的指正。圖33 LED亮度標準件架構圖將於審核後修正版圖、文加註對應說明並顯現完整之架構圖。
8.圖42穩態時間如何決定?	• LED球泡燈穩定態需1小時,由監控數據在24小時內之變化量小於0.5%。
9.相關報告,請準備全文備查。	• 本計畫完成之相關報告、論文全文,已於計畫期末查證暨驗收會議當日,備查。

十一、 審查暨驗收會議記錄回覆

「能源計量標準技術發展計畫」 100 年度審查暨驗收會議記錄回覆

一、時間：100 年 12 月 14 日（星期三）下午 1 時 30 分

二、地點：財團法人工業技術研究院量測技術發展中心 223 會議室（新竹市東區光復路 2 段 321 號 16 館）

三、驗收主持人：許景行副組長 記錄：王藜樺

四、出席委員：董委員必正、江委員雨龍、張委員正陽、鄭委員晃忠、王委員欽戊

五、決議事項

會議結論	回 覆
1. 本年度計畫經費執行率達 99.93%，執行成果與預定目標無差異或超出目標，值得肯定。	感謝委員的肯定。
2. 本年度計畫資本門採購之「雙旋臂空間掃描分光設備」原預定分配於 8、9 月核銷，實際核銷各延遲 1 個月，造成當月經費執行率落後，未來計畫請詳加預估慎重編列，儘量避免日後之變更。	感謝委員的提醒。本計畫後續資本門採購將依委員建議更審慎編列，避免延遲動支現象的發生。
3. 期末報告書請仔細校閱基本文字以臻完善，（例如：數學參數及符號請說明其意義；圖之縱軸及橫軸數字、標題及單位、字體大小需能清楚閱讀；編碼方式請統一）。	感謝委員的建議。已於評審後修改之結案報告，修改如下事項：圖之縱、橫數字說明、放大圖表與調整字體大小以利閱讀、數學符號強化意義說明、統一編碼方式等。
4. 未來計畫請加強學研合作執行內容之嚴謹度審查，並於期中報告中報告相關學研合作執行進度，以確保計畫學研合作之品質。	謹遵照辦理。

<p>5. 對於運用順向電壓迴歸分析技術完成之 LED 標準件方法，本年度只運用一家廠商之樣本，建議計畫於明年度多找幾家不同廠牌樣本，瞭解其特性差異，以建立符合產業需求之量測方法。</p>	<p>感謝委員的建議。將於 101 年度，針對多家廠商樣本進行高功率 LED 之順向電壓分析及介面溫度研究，建立符合產業需求之量測方法。</p>
<p>6. 請研究於明(101)年度運用熱敏電阻補償技術之 LED 驅動電路，製作 LED 標準件，以降低溫度變化對電流及 LED 發光之影響。</p>	<p>感謝委員的建議。擬於 101 年度針對高功率 LED 之熱敏電阻補償技術之驅動電路進行可行性研究，以探討其對 LED 標準件光輸出變化之影響。</p>
<p>7. 經與會委員審核後，上述委辦計畫之成果符合契約書要求，同意驗收，惟須依以上意見及委員書面意見確實注意改正，於 100 年 12 月 26 日前將修正後之期末報告書提送本局，並經本局審核無誤後，予以同意結案。</p>	<p>謹遵照辦理。</p>