

## 聚焦式 LED 醫療燈具設計

謝其昌<sup>1</sup> 劉松昌<sup>2</sup> 黃漢儒<sup>3</sup> 顏仲崑<sup>4</sup> 李彥輝<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 國立高雄第一科技大學 機械系暨工設所

E-mail: cchsieh @ccms.nkfust.edu.tw

<sup>2</sup> 國立高雄第一科技大學 機械系暨工設所

E-mail: u9714831@ccms.nkfust.edu.tw

<sup>3</sup> 國立高雄第一科技大學 機械系暨工設所

E-mail: u9814824@ccms.nkfust.edu.tw

<sup>4</sup> 國立中山大學 機械與機電工程學系

E-mail: d933020017@student.nsysu.edu.tw

<sup>5</sup> 國立中山大學 機械與機電工程學系

E-mail: yanhuei.li@gmail.com

### 摘要

本研究設計一聚焦式LED醫療燈具，其主要利用LED取代傳統鹵素燈源。在傳統單顆數十瓦的醫療燈具，利用反射式達到聚焦且無影之特性，但單顆LED無法達到如此高瓦數，只能透過LED多燈源進行投射式設計，以降低光能損耗，且多燈源排列乃須考慮多項設計因素，如多曲面之曲率、燈源角度及聚焦效果等，故結合二次光學結構等設計，以達到燈具之高聚焦特性，並符合國際標準ISO 9680 醫療照明燈具規範之需求。

**關鍵詞：**聚焦式LED醫療照明燈具、二次光學結構設計、多曲率結構設計

### Abstract

This project to design develops a focusing LED shadow-free medical lamps, it mainly uses the LED substitution tradition halogen lamp source. In traditional medical lamps for single light source (The power is 10W), it is using reflection, focusing, and shadow-free characteristic, but the LED is needs multi-LED light source to design, and think about non-sole curvature design, light source angle and focusing effect, Therefore unifies second optics structural design achieves the high focusing effect

characteristic, and to conform to ISO 9680 demand, and may supply in the medical service technology proliferation foundation.

**Keyword:** high focusing LED medical lamps、second optics structure design、multi-curvature structure design

### 1. 前言

在全球節能減碳的議題下，LED照明光電已成為各國政府綠色能源產業旭升方案中重點發展項目[1]。LED的光轉換效率高，且具備耗電少、體積小、重量輕與壽命長等環保優點，並加上應用範圍廣泛，是製造商與使用者青睞不已的原因。其由ITRI在2008年所統計，目前LED光源，其可達到100lm/W~150lm/W以上，發光效率也逐漸提升，且遠遠超過傳統鹵素燈源[2]，如圖1所示。而隨著人口逐漸老化，來往醫院的人數相對變多，故在醫療領域上的照明研究更顯重要，如手術燈、牙科燈等。由於一般傳統醫療燈具採用鹵素燈，其光源含有紫外線到紅外線波段的光譜，若長期照射可能讓病人感到不適，並且使得醫生的專注力下降。另外，根據能源局統計，白熾燈的電能轉可見光只占5~10%，螢光燈佔22~25%，其餘的電能則轉成紅外線輻射和熱能，如圖2所示。相較之下，LED的轉換效率在25~35%，其餘的電能都轉成熱能[3]。由此

可見傳統燈源的溫度易隨長時間使用而增溫，對傷口癒合不利。而醫療燈具之設計攸關人命，故照度、演色性、無眩光、可用縱深與燈源發熱等都有相當高的要求，且醫療人員身體或工具產生之陰影更是無法避免，故燈具設計上更要符合無影度及高照度要求。但目前的LED光源燈具大都使用傳統光源燈具光學設計，使LED光源燈具無法達到較佳之照明效果或特性，故本研究利用LED之高演色、低色溫、高聚光、壽命長及光品質較佳等特點，透過多LED光源排列組合及二次光學結構等設計，達到高聚焦LED醫療燈具。

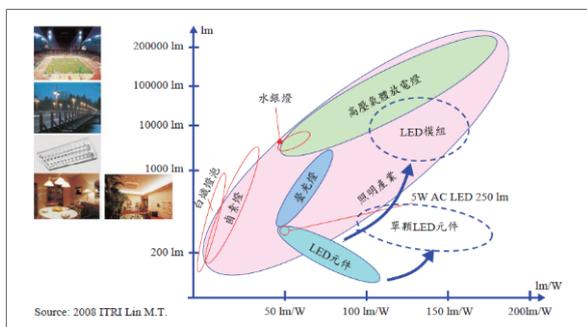


圖 1、照明光源之總光通量與發光效率分布圖

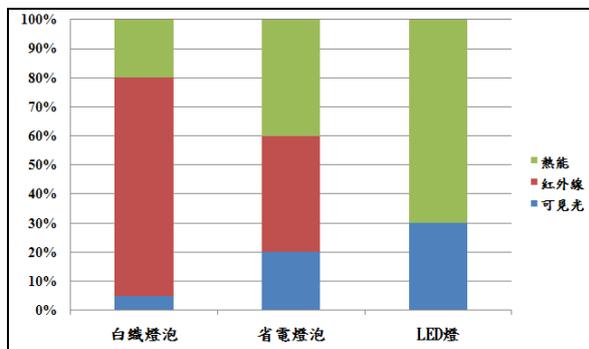


圖 2、白熾燈、螢光燈和 LED 燈的電能轉換比較

## 2. 研究方法與步驟

本研究利用光學模擬分析方式進行二次光學結構與聚焦特性LED醫療照明燈具設計，其設計流程如圖3所示。由於傳統牙科燈乃利用鹵素燈方式，藉由反射罩的原理使光形及光能符合醫療法規。本研究利用幾何光學模擬軟體分別分析單顆

LED點燈源及陣列LED多燈源，並透過二次光學投射在工作平台，而為了使LED發光角度能夠達到收斂聚焦之效果，必須透過排列組合、光源角度及二次光學與光源之相對位置排列等邊界條件來設計聚焦能力，如圖4所示。按照法規之規定，聚焦能力是在距離光源700mm處，其最大照度的75%之照度尺寸至少要達到50mm方能符合。



圖 3、本研究之流程圖

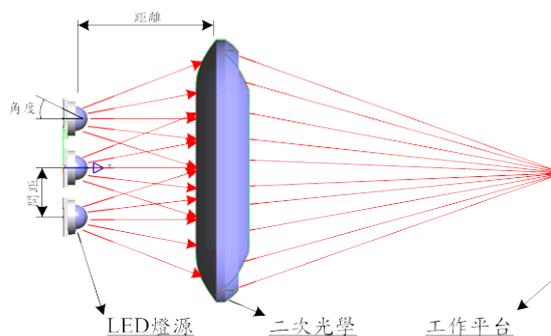


圖 4、LED 多燈源及二次光學示意圖

### 2.1. 結果與討論

二次光學結構設計為根據幾何光學原理的光線追跡法 (Ray Tracing)，當光線在第n個折射面與第n+1個折射面之間，產生偏折所行進的過程。在此設計三組可使光線擁有大幅度收斂之二次光學結構，並投射至法規要求的700mm距離，其光軌

跡及照度結果如圖5及表1所示。從表1得知，雖然能量透過A Lens的損耗較少，但B Lens的光形表現較能符合法規，故以B Lens為二次光學結構進行分析。由於B Lens聚焦能力尚未符合法規，所以利用單顆LED調整與Lens的距離，達到較佳之聚焦能力，由圖6可知，在距離25mm時，將聚焦範圍提升至30mm，並以此結果為依據，進一步設計LED多燈源聚焦特性；在LED排列組合方面，設計為3\*3方形陣列(如圖7)，以便了解其聚焦程度，而不同的LED間距也會對聚焦能力造成影響，所以選擇三組間距數據做比較，從圖8得知，皆能達到50mm的聚焦能力，但在間距10mm時，其能量的損耗較少，故將10mm間距為陣列模組的固定參數，並與B Lens整合，進而以此做探討。

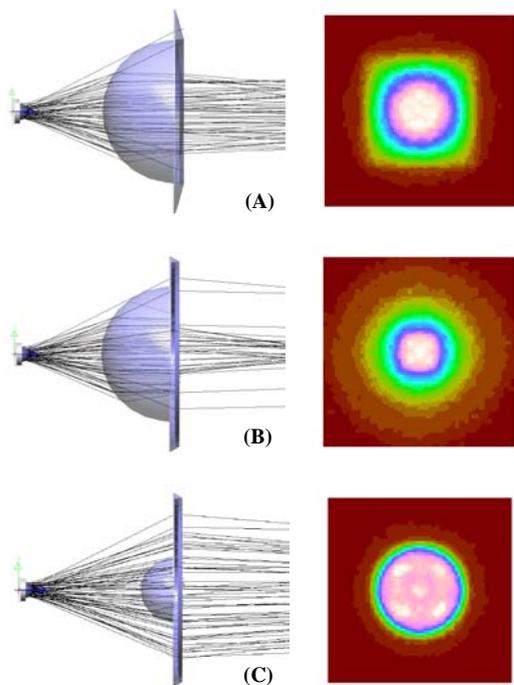


圖 5. (A) A Lens、(B) B Lens、(C) C Lens

表 1. 三種 Lens 比較表

Case	最大照度的 75% 之照度尺寸		接收板上光環照度佔總能量百分比
	長	寬	
A Lens	50mm	50mm	68% (41lm)
B Lens	70mm	70mm	67% (40lm)
C Lens	80mm	80mm	57% (35lm)

LED 總光通量：60lm

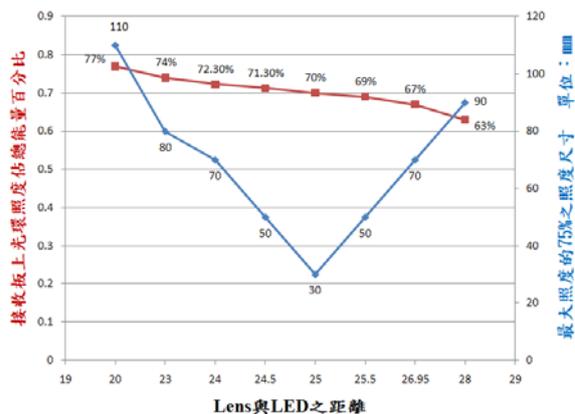


圖 6. 單顆 LED 聚焦能力

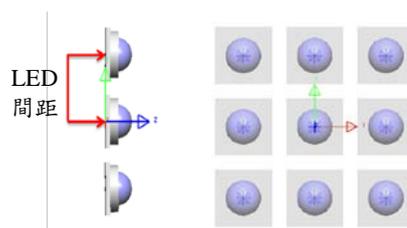


圖 7. LED 3\*3 方形陣列

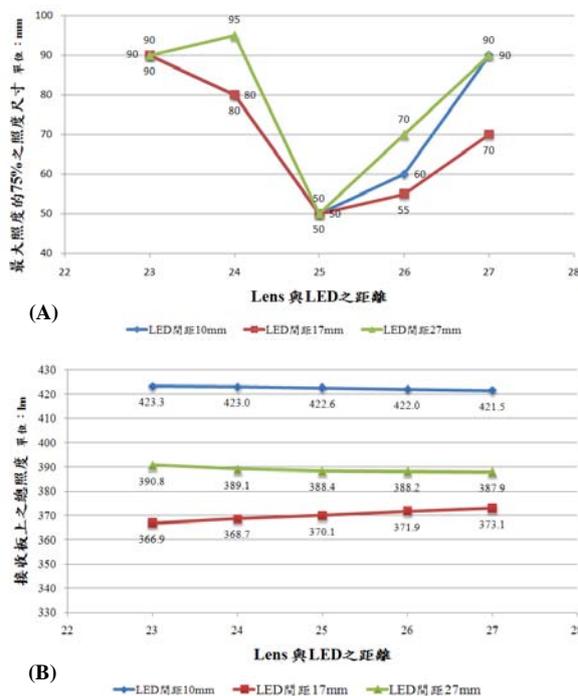


圖 8. LED 間距對(A)聚焦範圍(B)能量之影響

首先調整Lens與LED的距離，以單顆調整較佳之距離25mm為中心，並以聚焦到Lens之角度為光源固定角度，進行距離12~29mm之分析，結果如圖9所示，由此看出透過距離的調整，其聚焦能力呈

現週期性分佈，最佳之聚焦範圍可達80mm，但光形分佈上卻不是完全聚焦，故採用次佳之聚焦範圍且符合聚焦光形的距離(如圖10)，在光源角度固定下，可再度證明25mm為Lens與LED的最佳焦距，接下來便以25mm為固定參數，進行光源角度的修正，來達到最佳聚焦特性。以0°~23°為角度分析範圍，其結果如圖11所示。由圖11得知，光源角度在11°及17°時，皆有符合法規的聚焦能力，不過17°在最大照度75%內所佔的能量比11°還要高，故以17°為較佳之光源角度、25mm為較佳距離，來得到聚焦範圍50mm之光形，如圖12所示。



圖 12. 較佳之分析結果

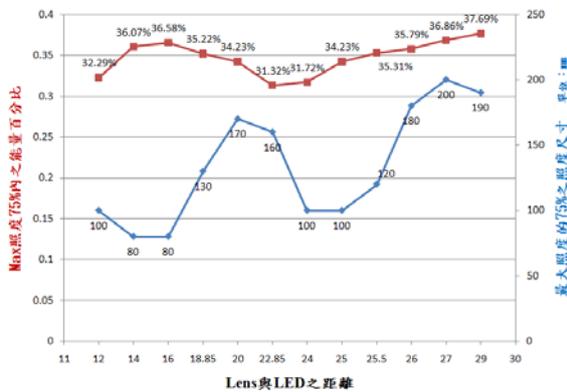


圖 9. Lens 與 LED 之距離對聚焦能力的影響

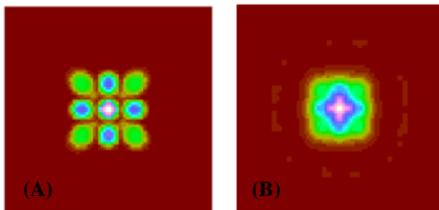


圖 10. 光形分佈 (A) 16mm、(B) 25mm

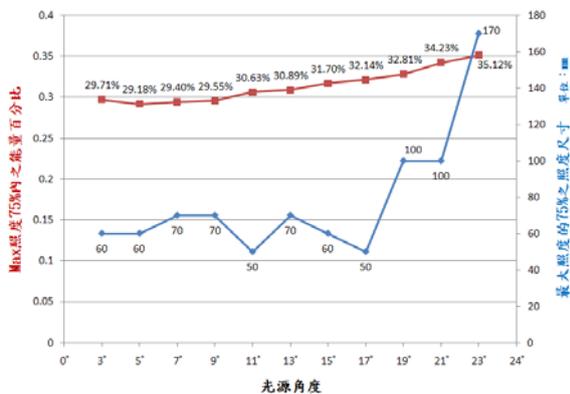


圖 11. 光源角度對聚焦能力的影響

### 3. 結論

聚焦效果在LED陣列光源及二次光學結構參數不變的條件下，調整Lens與光源的距離會比改變光源角度還來的明顯，並再依照趨勢圖之走勢來判斷，例如週期性、線性等，進而設計出符合法規需求的燈具，未來將可利用此燈具設計方式用於講求高品質的醫療燈具中，以取代傳統高耗能、無UV熱輻射產生的醫療照明燈具光源。

### 4. 參考文獻

- [1] Tracy, 節能政策支持下，LED 族群可望重新整裝，<http://www.ledinside.com.tw/>，2009。
- [2] 林明德、戴光佑，“照明光源與 LED 發展趨勢”，工業材料雜誌，2009。
- [3] 馬松亞、呂紹旭，“發光二極體產業及技術動調查報告”，光電科技工業協業會，2007。