



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I479196 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 04 月 01 日

(21) 申請案號：100135174

(22) 申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 29 日

(51) Int. Cl. : G02B27/10 (2006.01)

G02F1/13357(2006.01)

G06F17/00 (2006.01)

(71) 申請人：國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72) 發明人：田仲豪 TIEN, CHUNG HAO (TW)；簡銘進 CHIEN, MING CHIN (TW)；江松柏

CHIANG, SONG BOR (TW)

(74) 代理人：黃孝惇

(56) 參考文獻：

CN 101856219A

陳筱儒，“多波段發光二極體之優化演算法於智慧型照明應用”，國立交通大學，
2011/01/12。

審查人員：陳淑敏

申請專利範圍項數：3 項 圖式數：3 共 20 頁

(54) 名稱

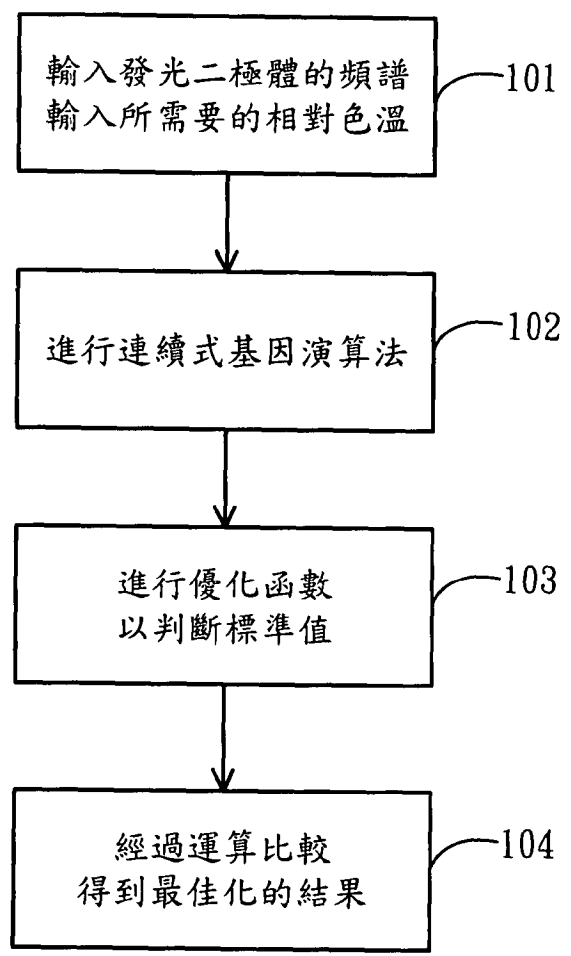
一種發光二極體陣列的混光方法

THE METHOD FOR MIXING LIGHT OF LED ARRAY

(57) 摘要

本發明揭露一種發光二極體陣列的混光方法，首先提供複數個發光二極體陣列，輸入該複數個發光二極體陣列的相關數據；再以一連續式基因演算法進行運算；繼續進行運算一優化函數以判斷一標準值；最後顯示一最佳化結果。本發明的使用範圍包括了發光二極體，螢光發光源燈，以及其他光源等領域的應用範圍。

The method for mixing light of LED array is disclosed. Firstly, a plurality of LED array are provided, then the step is importing the related data, then the step for the continuous genetic algorithm and the objective function are respectively carried out, finally the step for exporting data is achieved. The applied field of the invention is able to comprise the LED field, the fluorescence light source field and the other light source field etc.



第 1 圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 100135174

※申請日： 100.9.29

※IPC分類： G02B 29/10 (2006.01)
G02F 1/13357 (2006.01)

一、發明名稱：

G06F 17/00 (2006.01)

一種發光二極體陣列的混光方法 / The method for mixing light of LED array

二、中文發明摘要：

本發明揭露一種發光二極體陣列的混光方法，首先提供複數個發光二極體陣列，輸入該複數個發光二極體陣列的相關數據；再以一連續式基因演算法進行運算；繼續進行運算一優化函數以判斷一標準值；最後顯示一最佳化結果。本發明的使用範圍包括了發光二極體，螢光發光源燈，以及其他光源等領域的應用範圍。

三、英文發明摘要：

The method for mixing light of LED array is disclosed. Firstly, a plurality of LED array are provided, then the step is importing the related data, then the step for the continuous genetic algorithm and the objective function are respectively carried out, finally the step for exporting data is achieved. The applied field of the invention is able to comprise the LED field, the fluorescence light source field and the other light source field etc.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 1 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的
化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種混光方法，特別是有關於一種發光二極體陣列的混光方法。

【先前技術】

於照明市場的領域中，由於新興的白光照明發光二極體(White Lighting Emitting Diode)，目前業界稱其為第四類的照明光源，或亦稱為固態照明，其具有無汞，高效率，反應快速，壽命長與高耐震等的優勢特性，已大量應用於日常生活中，包括使用於廣告照明，路燈照明，亦已使用於汽車照明等領域。

有別於傳統光源僅能於發出固定色調的發光方式，在發光二極體的應用領域中，發光二極體可透過多個發光二極體所組成的發光陣列，使得發光二極體具有可調控光譜與色溫的特性，達到特定光環境的出光模式，亦使得發光二極體照明可達到所謂的智慧照明的應用，更可提供使用者所需的色溫、照度與光環境特性，故其優點是其它光源所無法取代。

而常見的發光二極體白光頻譜的產生方式，多是透過下列三種方式獲得：使用兩個以上的單色域的發光二極體晶片；或是透過發光二極體光源激發螢光粉或其它材料，所產生頻譜轉換法；以及結合上述兩種方式的混光法。發光二極體混成白光的方式，如上述的三種主要混光法，通常利用單色域晶片搭配螢光粉的發光方式，為目前較為常

見的混光法。而除了螢光粉式的白光發光二極體外，透過多種色域發光二極體混光方式，亦可達成輸出白光的效果。

故而多色域的發光二極體調光法可大幅度增加調控光譜的可行性，使得發光二極體照明跳脫傳統照明光源的思維與應用；且許多燈具應用大廠已著手開發進行發光二極體調光系統的開發，可稱之為智慧照明(Smart Lighting or Ambient Intelligence)。相較於傳統照明，此種可調式照明方式將使人們可以針對其工作內容，或於工作環境裡控制其所需要的光環境。

根據國際照明委員會(Commission Internationale de l'Éclairage, CIE)針對輻射度量與光度量之間所制定的標準，人眼在明視覺條件下，於單一波長 555 奈米(nm)時，可獲得最高的 683 lm/W 轉換值；而在暗視覺條件下，在波長為 507 奈米(nm)時，則可獲得 1700 lm/W 的轉換值。故而發光二極體光源可藉由相關光學特性參數以評估其性能，如輻射光視效能轉換效率(Luminance Efficacy of Radiation)、相關色溫(Correlated Color Temperature, CCT)以及演色性(Color Rendering Property)等不同的特性參數。

此外，針對人工光源的光學效率所決定該光源的光學特性指標，可定義出最具代表性的輻射光視效能轉換效率(Luminous Efficacy of Radiation, LER)與發光效率(Luminous Efficiency, LE)。輻射光視效能轉換效率代表某光源所輻射的能量，轉換成人眼實際感受到的亮度值。而發光效率則代表輸入某光源的電能，經過轉換之後所獲

得光能功率比值，兩者單位同為 lm/W。

由於每種色域的發光二極體皆有不同發光效率，且受驅動電流與溫度的影響，造成出光特性的改變，如光通量(Φ)、中心波長(λ_0)與波長半高寬(Full-Width at Half-Maximum, $\Delta\lambda$)等光特性都會改變，故而使得多晶片混光方式需要進行優化多晶片的混光模式，更可同時達到最佳的發光效率與演色性。如 Arturas Zukauskas 研發團隊曾發展以簡單的優化目標函數，將多晶片混成白光發光二極體。

惟針對每個發光二極體的光譜能量分佈圖 (Spectral Power Distribution, SPD) 在不同的輸入電流量與操作溫度之間的關係，配合適當的權重調整，達到整個目標函數的最大值，實際上頗為困難。藉由前述 Arturas Zukauskas 研發團隊所優化的兩到五個光源最佳的組合的結果發現，輻射光視效能轉換效率與演色性 (Color Rendering Index, CRI) 確實存在一種消長的關係。在增加輻射光視效能轉換效率的同時，常會伴隨演色性值的下降；因此，如何在每種設定條件 (輻射光視效能轉換效率、色溫、演色性) 下，獲得最大目標函數值，甚為重要。

故而為能夠提高發光二極體的高演色性與發光效率，極需要開發新式之混光技術，且能夠降低相關研發的時間與相關製造成本。

【發明內容】

本發明的主要的目的係提供一種發光二極體(LED)陣

列的混光方法，可使用於白光發光二極體照明領域。

本發明之可調式發光二極體照明係以兩種以上的發光二極體光源，混合出高演色性 or 高發光效率的出光特性。

本發明提供一種以基因演算法的方式，使用已建立的多個發光二極體頻譜資料庫中，建立出一符合色溫條件的混光模式，獲得全域資料庫的最佳解，得以控制發光二極體平台。

本發明之可調式發光二極體光源可導入於一般照明與光環境的調控，且本發明的使用範圍包括了可使用於發光二極體，螢光發光源燈(如日光燈)，以及其他光源等領域的應用範圍。

故而，關於本發明之優點與精神可以藉由以下發明詳述及附圖式解說來得到進一步的瞭解。

【實施方式】

本發明係一種發光二極體(LED)陣列的混光方法，可優化發光二極體的陣列，以獲得最佳的輻射光視效能轉換效率(Luminous Efficacy of Radiation, LER)，演色值(CRI)，或色彩品質尺度(CQS)。使用多波段發光二極體組合出目標色溫的頻譜，配合加入評斷光源演色性的評價指標(CQS)以及輻射光視效能轉換效率，且使用演算法優化求出最適當的發光二極體強度組合比例，調整出目標色溫的頻譜而且同時擁有最佳的評斷光源演色性的評價指標與輻射光視效能轉換效率值。

本發明之設計原理係將發光二極體的陣列視為一個鏡

頭，將發光二極體混光陣列的各特徵條件列為鏡頭設計中的各種重要參數，如當單一色域的發光二極體為一個單鏡片單元時，其相對應的關係定義為：發光二極體的功率為單鏡片的屈光率；驅動電流量對應為鏡片的曲率；而發光二極體的主波長則為鏡片的折射率。

故若具有兩個主波長的發光二極體光源，可視為複合雙鏡片的組合；甚至可因為不同的頻譜特性，區分為雙鏡片或是三鏡片的組合。而透過已知的發光二極體頻譜樣本，可藉由演算法以獲得發光二極體陣列的混光方法。

本發明之一種發光二極體陣列的混光方法，如第 1 圖的第一較佳實施例流程圖所示，主要係利用發光二極體對光譜的可調性，依據所需的色溫，配合發光二極體陣列中的不同發光二極體的光譜能量分佈圖 (Spectral Power Distribution, SPD)，以發光二極體混光所合成的光譜，而達到目標色溫的色座標。

對於可達到該色座標的混合光的光譜，再依據以下的數學模式優化函數(1)進行運算：

$$f = w \times CQS + (1 - w) \times LE,$$

$$\text{subject to the constrain: weight } w \in [0, 1], \quad \text{-----(1)}$$

優化函數(1)中的 w 表示權重，CQS 表示演色性(色彩飽和度)，LE 表示發光效率值(lm/W)。

故可求得每組的混合光光譜的高演色性(CQS)值和發光效率(LE)值，並求得最佳高演色性解以及最高效率解。

如第 1 圖較佳實施例流程圖所示，首先如步驟 101，提供兩個以上的複數個發光二極體陣列，輸入該複數個發光二極體陣列的特定數據，包括該複數個發光二極體陣列的頻譜，且輸入所需要的色溫，而其中所需要的色溫可為絕對或是相對色溫(Correlated Color Temperature)。

再如第 1 圖之 102 步驟所示，進行連續式基因演算法(Continuous Genetic Algorithm)進行運算。

續如第 1 圖之 103 步驟所示，進行優化函數(Objective Function)的運算，即進行判斷標準值，包括判斷最大高演色性，最大發光效率等，經過運算比較後以得到相關資料。

如第 1 圖之 104 步驟所示，在經過前述的最佳化運算後，顯示所得到的最佳化結果，包括發光二極體陣列的出光權重(Weight Ratio)，最佳化的高演色性(CQS)值和發光效率(LE)值，以及多個發光二極體陣列的光譜能量分佈圖等之最佳化結果。

本發明的核心機制為連續式基因演算法(Continuous Genetic Algorithm, CGA)，其概念以仿效自然界演化過程以進行演算，而運算機制主要包括：重組、突變、選擇。基因演算法利用隨機多點同時搜尋以求解，故可避免僅得局部最佳解(Local Maximum)之窘境。基因演算法的運算主要將參數經過編碼轉成為適合基因演算法運算的數據結構，所以在搜尋分析上不受參數連續性的限制，因此更可以應用在不同類型的最佳化問題；且基因演算法初始值的數量端視問題的大小決定。而基因演算法利用隨機的選擇，可使族群中的初始值擁有多樣性，同時也使得搜尋目

標函數解能具有隨機和多目標求解的特性。基因演算法相較於其它的演算法，主要是透過多次不斷的有效變異數量來評定是否為最佳解，可避免在某一範圍內，產生過於快速收斂與受限的窘境，進而獲得全域最佳解(Global Maximum)。

而如第 2 圖所示之本發明第二較佳實施例流程圖，首先進行如第 201 步驟的設定初始系統，即提供發光二極體混光系統中的每一種發光二極體的頻譜特性與發光效率。而該頻譜特性與發光效率可透過製造商或是自行量測的結果所獲得。一般而言，許多知名的發光二極體廠商皆提供具有寬範圍波段的發光二極體，如發光二極體光學系統目標定義為高效率為主時，由於視效能轉換效率曲線的特性，綠色波段(505 奈米)與琥珀色波段(595 奈米)將可提供較佳的發光效率。而簡易的混光機制，可利用發光二極體的色溫，發光二極體的種類，與發光二極體的光譜能量分佈圖以進行調配，通常為了能夠有系統的選擇發光二極體的組合方式，多利用以下三種方式進行：

蒐集預設值：透過先前累積經驗，獲得較佳的初始設定條件；蒐集參考文獻：參考已發表的研究與文獻，獲得較佳的設定值；以及蒐集已公開之專利：同參考文獻的手法，可獲得較佳的初始值。

如第 2 圖之 201 步驟所示，提供複數個發光二極體陣列且輸入該複數個發光二極體陣列的一特定數據，且設定一初始系統。例如以具有三單色域發光二極體形成混光系統(630 奈米，530 奈米以及 450 奈米)，可因此提高物體表面

的色彩飽和度。而螢光粉式發光二極體因為具有多個主要發光波段，所以皆較單色域的發光二極體混光效果表現優異，可增加混光的多樣性。

如第 2 圖之 202 步驟所示，進行邊界條件設定，包括驅動電流 (I) 與操作環溫 (T_a) 的設定：在進行初始系統最佳化之前，必須針對使用範圍輸入設定參數範圍，同時也必須設定合理的數值以減少運算的時間。通常決定發光二極體的光譜能量分佈圖特性的重要參數為：驅動電流 (I) 與操作環溫 (T_a)，前述兩者條件的變化，會主導發光二極體的光譜能量分佈圖中的主要波長 (λ_0)、主波長的半高寬 ($\Delta\lambda$) 與輸出光通量 (Φ)。而前述光學特性的變化，會因人眼對於色彩的響應差異、背景亮度而有所差異。

續如第 2 圖之 202 步驟所示，若是針對人眼所響應的三刺激值與驅動電流之間的關係，可將實際混光所獲得的三刺激值的允許誤差定義為以下的數學模式 (2)：

$$\|(x, y) - (x_T, y_T)\| < 0.01,$$

$$\text{where } x = \frac{X}{X+Y+Z} \text{ and } y = \frac{Y}{X+Y+Z} \text{ ----- (2)}$$

數學模式 (2) 中的 X , Y , Z 分別為人眼在國際照明委員會 (The International Commission on Illumination, CIE) 系統中的三刺激值。而以數學模式 (2) 中定義其誤差為 0.01 色度單位，係因人眼對於高亮度的視覺響應為相對遲鈍。

仍如第 2 圖之 202 步驟所示，當有一複數個發光二極體陣列擁有某超過 3 種 ($M=3$) 以上的複數數量的發光二極體，可在 CIE 色度座標中，描繪出一發光二極體陣列所限

制的色度空間，該色度空間表示為該發光二極體陣列可混製出的色點。

續如第 2 圖之 203 步驟所示，進行最佳化的分析，藉由前述所提及，在一個 $M>3$ 的發光二極體陣列系統中，可進一步進行演色性與發光效率的推算，使得某系統，即四個發光二極體以上的陣列光源，可透過演算方式快速推算出系統的最佳發光效率與最佳高演色性，而本發明可有效考量人眼對於光源喜好度的評估。再根據使用者所設定的色溫，配合不同波段的發光二極體應有的光強度分布比例，使得發光二極體混光合成的光譜達到目標色溫的色座標上。對可以達到該色座標的上混合光的光譜，再依據光源的光譜演色特性分析，求得每組的混合光光譜的色彩品質尺度和發光效率值，並透過演算法疊代分析計算出最好的色彩品質尺度和發光效率解，而其兩者之間的價值函數可定義為前述的優化函數(1)。

仍依據第 2 圖之 203 步驟所示，該進行最佳化的分析即是利用已預先建立的發光二極體的光譜能量分佈圖資料庫，依照不同的驅動電流所產生的光譜能量分佈圖作為演算法的輸入值，透過演算後得出每個發光二極體的最佳驅動電流，達成預設的混光目標。

如第 2 圖之 204 步驟所示，進行優化函數分析：即透過發光二極體陣列的光譜能量分佈圖資料，搭配優化函數(1)的求解公式，可作為演算求解的方式。而式中的權重因子 w ，可作為使用者快速調控收斂範圍的方式。

仍如第 2 圖之 204 步驟所示，當 $w = 0$ 時，代表優化

過程以發光效率為主，以疊代法求出發光二極體陣列的最佳驅動解。反之，當 $w=1$ 時，表示優化過程以達到最佳色彩品質尺度為主。在演算過程中， $M>3$ 時， $w=0$ 時，有多種組合的驅動電流可達到相同的預設色溫與目標條件，但是僅有一解可使得發光效率達到最高值，此時稱此解為全域最佳解(Global Maximum)。相同條件下，於 $w=1$ 時也會僅有一全域最佳解(Global Maximum)達到色彩品質尺度最高值。

如第 2 圖之 205 步驟所示，進行辨析與優化，即進行鑑定(Judgment)的步驟。

而第 2 圖之 2051 步驟所示，倘鑑定的結果為「否」時，進行更改發光二極體陣列的種類數量(M)。

而第 2 圖之 2052 步驟所示，倘鑑定的結果為「否」時，進行更改發光二極體陣列的發光特徵等的相關目標值。

再如第 2 圖之 206 步驟所示，倘鑑定的結果為「是」時，進行決定一優化的權重。

如第 2 圖之 207 步驟所示，以前述優化的權重進行最佳化的分析。即以任一發光二極體陣列，降低單一高輸出的發光二極體光譜能量分佈圖，改由兩個以上主要的光譜能量分佈圖進行取代的方式，以增加發光二極體的混光，故可增加達到符合價值函數目標與最佳化發光二極體陣列的排列。

如第 2 圖之 208 步驟所示，進行誤差分析。由於發光二極體元件於製造與封裝過程中的差異，常會使得主要波長 (λ_0)、主波長的半高寬($\Delta \lambda$)、輸出光通量(Φ)、光

譜能量分佈圖 (SPD)、驅動電流 (I_d)、電壓 (V_f) 有所差異。所以，為了避免實際混光時所產生的色差與變異，較為可行的補償機制為；持續的針對發光二極體照射面上的光譜能量分佈進行量測與驅動電流的回饋，進行監測與修正，藉以減少發光二極體陣列光學特性誤差。

如第 2 圖之第 209 步驟所示，顯示所得到的最佳化結果，即顯示包括在經過前述的最佳化運算後，所得到的權重以及多個光譜能量分佈的狀況。

如第 3(a)圖，第 3(b)圖，第 3(c)圖，與第 3(d)圖所示之本發明實施例的驗證結果圖，即提供具有多種發光二極體所組成的光源陣列後，進行發光的混光驗證。而前述多種發光二極體陣列平台的頻譜分別為：藍光 (Blue) 頻譜 = 470 奈米，綠光 (Green) 頻譜 = 525 奈米，黃光 (Amber) 頻譜 = 589 奈米，以及紅光 (Red) 頻譜 = 630 奈米，與一螢光粉激發式的冷白色發光二極體 (型號為 Philips TX-213)，透過脈衝寬度變調 (Pulse Width Modulation, PWM) 的驅動方式，使得每一發光二極體可產生 128 階的灰階變化，並且符合加法色彩調制中的線性疊加與累加。故由第 3(a)圖，第 3(b)圖，第 3(c)圖，與第 3(d)圖，可得知本發明之色溫應用範圍滿足相對色溫 (T_{cc}) 為 3000K 與 6500K 的要求，並可擴展為 $2600K < \text{相對色溫}(T_{cc}) < 8500K$ 之間，以符合高演色性值與高發光效率的要求。

此外，本發明的方法除了可使用於前述發光二極體之固定光源陣列，本發明的使用範圍尚包括了可提供螢光發光源燈 (如日光燈) 固定光源陣列，以及其他光源等，皆屬

於本發明之混光運用範圍內。

以上所述僅為本發明之較佳實施例而已，並非用以限定本發明之申請專利範圍；凡其它未脫離本發明所揭示之精神下所完成之等效改變或修飾，均應包含在下述之申請專利範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖所示係本發明第一較佳實施例流程圖。

第 2 圖所示係本發明第二較佳實施例流程圖。

第 3(a)圖，第 3(b)圖，第 3(c)圖，以及第 3(d)圖所示係本發明實施例的驗證結果圖。

【主要元件符號說明】

無

七、申請專利範圍：

1. 一種固定光源陣列的混光方法，其中該固定光源陣列係由一發光二極體陣列，一日光燈陣列群組中所選出，至少包括：

提供複數個固定光源陣列且輸入該複數個固定光源陣列的一特定數據且設定一初始系統，其中該特定數據包含輸入該複數個種類固定光源陣列的頻譜，以及該複數個固定光源陣列的一色溫；

進行一邊界條件設定，包含設定：

一驅動電流；以及

一操作環溫；

進行一最佳化分析，包含以一演算方式推算出一最佳發光效率與一高演色性；

進行一優值分析，包含透過該固定光源陣列的一光譜能量分佈圖資料以進行演算求解；

進行一辨析與優化以形成一是或一否的結果；

倘該辨析與優化的結果為該是時，進行決定一優化的權重；

以該優化的權重進行一最佳化分析；

進行一誤差分析，包含持續對該固定光源照射面上的一光譜能量分佈進行一量測與一驅動電流的回饋，以及進行一監測與一修正；以及

顯示一最佳化結果，包含：

一出光權重；

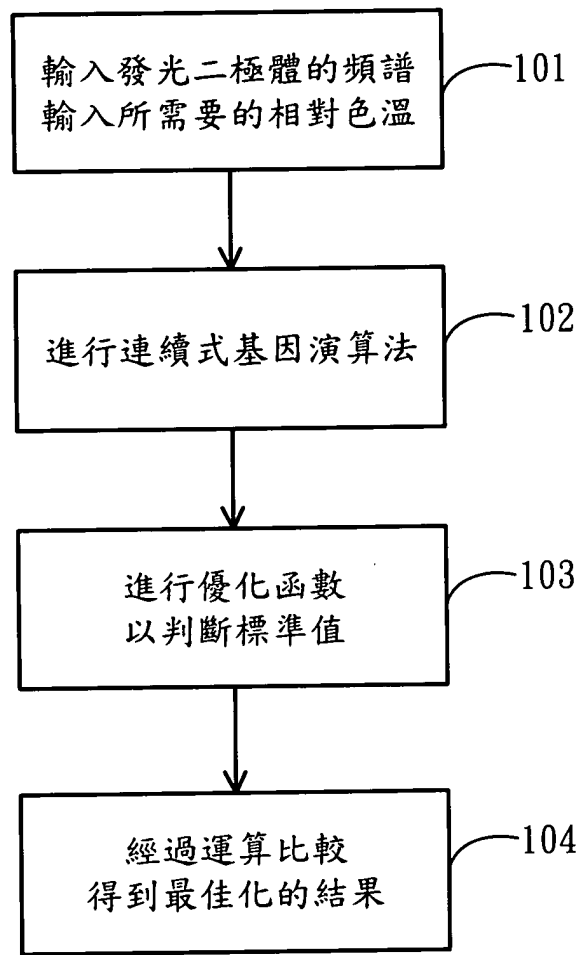
一最佳化的高演色性值和一最佳化的發光

效率值；以及

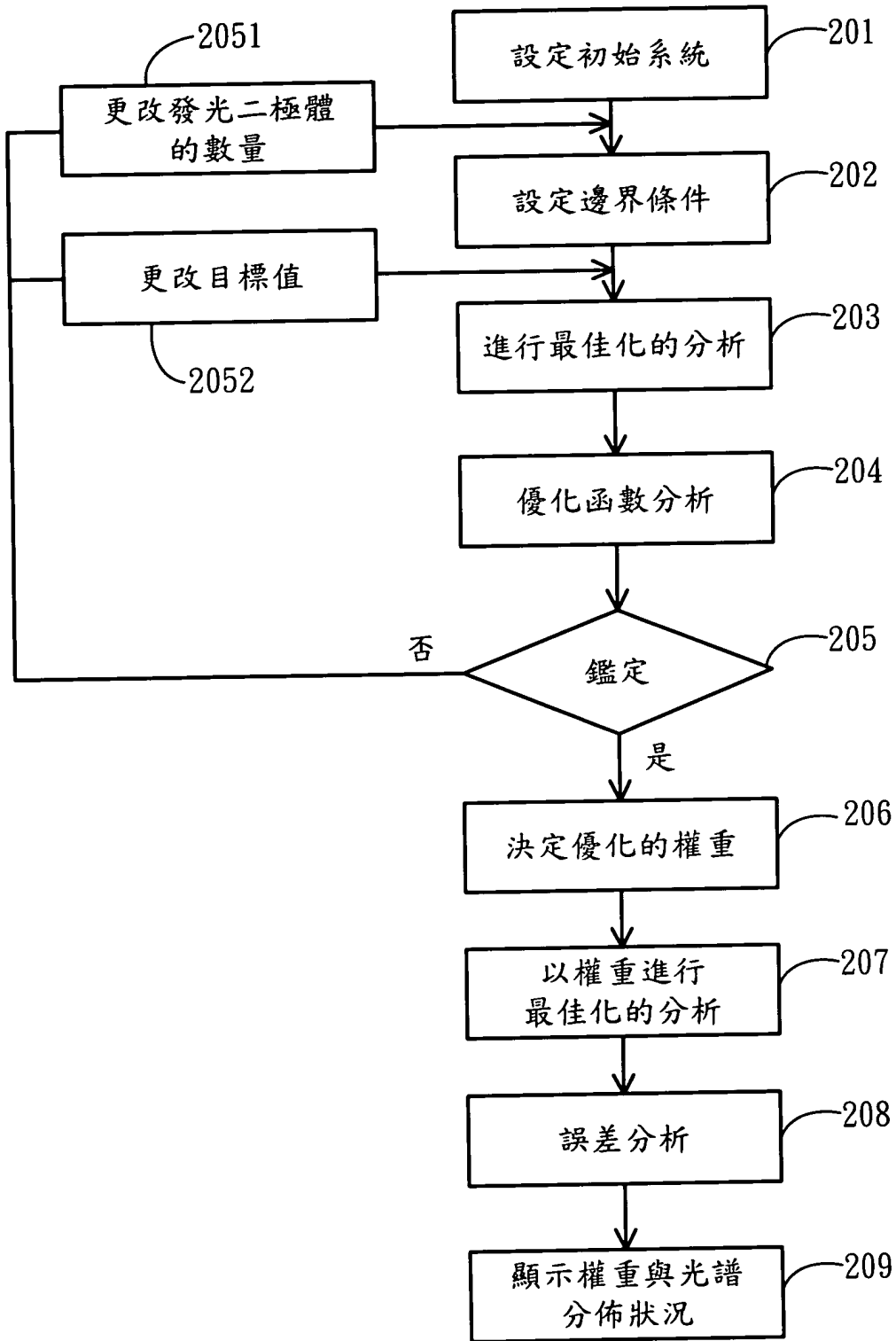
該複數個固定光源陣列的一光譜能量分佈圖，藉以形成該固定光源陣列的混光方法。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之固定光源陣列的混光方法，其中該進行該辨析與優化以形成該否的結果時，更包含進行更改該固定光源陣列的種類。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之固定光源陣列的混光方法，其中該進行該辨析與優化以形成該否的結果時，更包含進行更改該固定光源陣列的一發光特徵。

八、圖式：



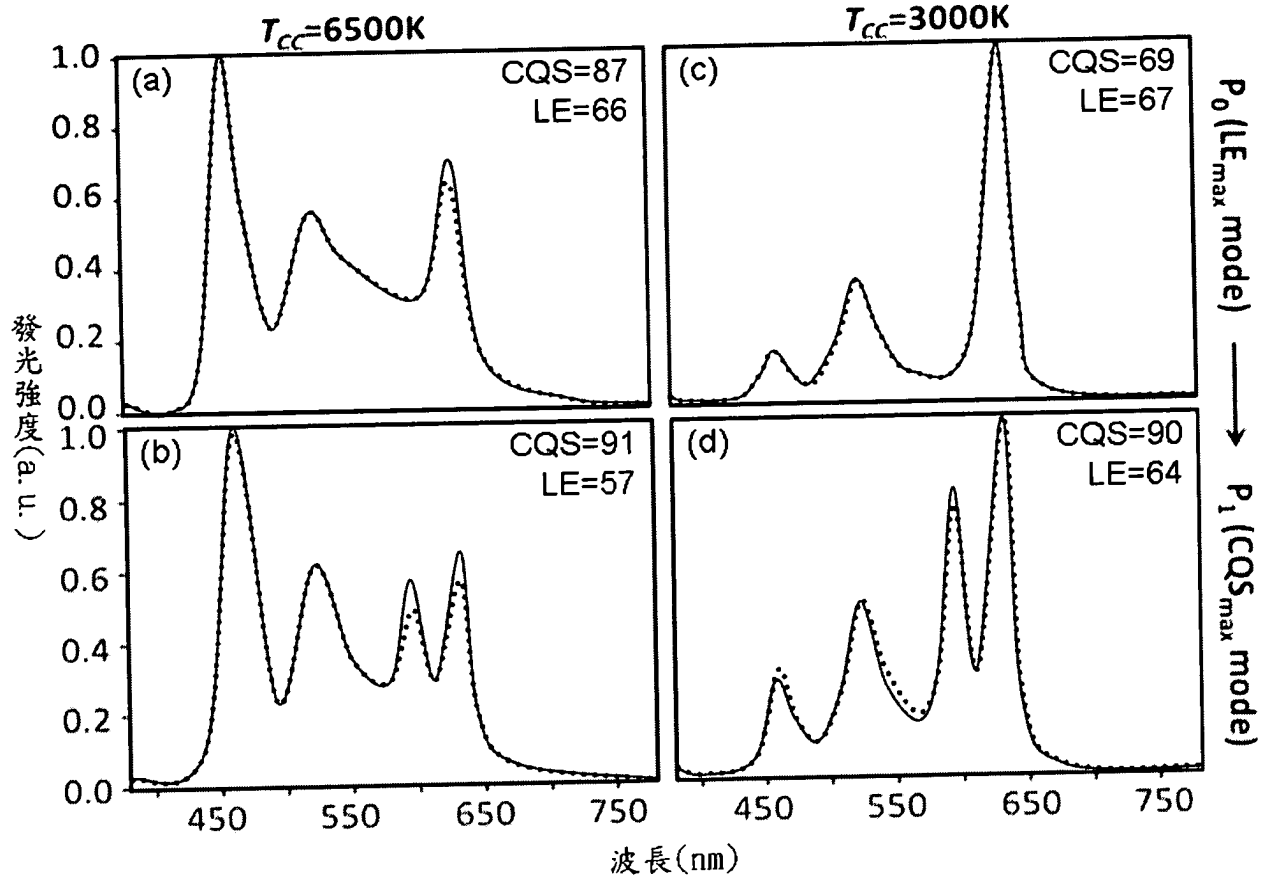
第 1 圖



第 2 圖

第 3(a)圖

第 3(c)圖



第 3(b)圖

第 3(d)圖