



(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 I718267 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 02 月 11 日

(21)申請案號：106107252

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 06 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/44 (2010.01)**

(30)優先權：2016/03/16 世界智慧財產權組織 PCT/CN2016/076459

(71)申請人：美商 G E 照明解決方案公司 (美國) GE LIGHTING SOLUTIONS, LLC (US)
美國

(72)發明人：班納 凱文 BENNER, KEVIN JEFFREY (US)；鮑爾 湯瑪士 BOYLE, THOMAS J. (US)；蔡登奇 CAI, DENGKE (CN)；克林尼 湯瑪士 CLYNNE, THOMAS (US)；柯翰 威廉 COHEN, WILLIAM ERWIN (US)；迪克魯 尚派翠克 DUCROUX, JEAN-PATRICK (FR)；何建民 HE, JIANMIN (CN)；詹斯瑪 喬恩 JANSMA, JON BENNETT (US)；林川 LIN, CHUAN (CN)；萊斯曼 朱莉安娜 REISMAN, JULIANA P. (US)；喜華斯塔華 亞羅克 SRIVASTAVA, ALOK MANI (US)；沃爾德 班傑明 WARD, BENJAMIN JAMES (US)；王志勇 WANG, ZHIYONG (CN)；萊特 威廉 WRIGHT, WILLIAM ROBERT (US)；易慶 YI, QING (CN)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201126156A1

CN 103965899A

CN 104650568A

US 2012/0114515A1

US 2014/0268794A1

審查人員：王安邦

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：15 共 51 頁

(54)名稱

使用具有可變氟及氧含量的釹系材料之 LED 裝置

(57)摘要

本說明書及圖式提出新的裝置(例如照明裝置)，該裝置包含至少一個 LED(或 OLED)模組，其用以產生可見光，例如白光；以及至少一個組件(例如光學組件)，其包含基本上由元素釹(Nd)及氟(F)所組成、且隨意地包含一或更多其他元素之化合物。該照明裝置係用以藉由使用該化合物過濾所產生的可見光來提供所欲的光譜。該至少一個組件可包含 NdF_xO_y 化合物，以 x 和 y 的值決定含量比例 F/O ，其在製造 NdF_xO_y 化合物期間可經調整以提供該裝置所欲之輸出光參數，包括至少一所欲之輸出光譜，藉由使用該 NdF_xO_y 化合物過濾所產生的可見光來實現。

The specification and drawings present a new apparatus such as a lighting apparatus, the apparatus comprising at least one LED (or OLED) module, configured to generate a visible light such as white light, and at least one component such as optical component comprising a compound consisting essentially of the elements neodymium (Nd) and fluorine (F), and optionally including one or more other elements. The lighting apparatus is configured to provide a desired light spectrum by filtering the generated visible light using the compound. The at least one component can comprise a NdF_xO_y compound with values of x and y determining a content ratio F/O , which may be adjusted during manufacturing of the NdF_xO_y compound

to provide desired output light parameters of the apparatus including at least a desired output light spectrum realized by filtering the generated visible light using the NdF_xO_y compound.

指定代表圖：

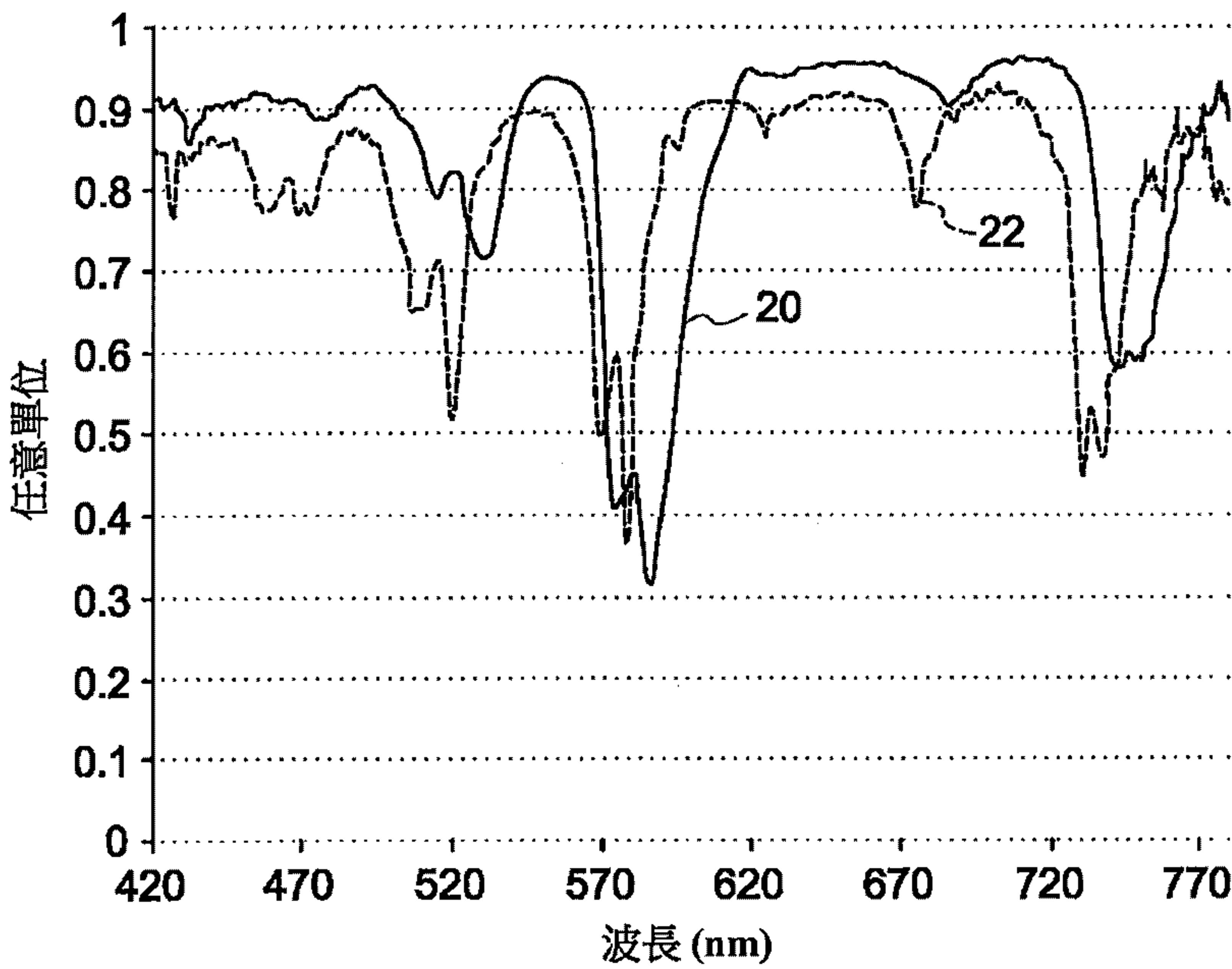


圖 2

I718267

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

使用具有可變氟及氧含量的釹系材料之 LED 裝置

【英文發明名稱】

LED apparatus employing neodymium based materials with variable content of fluorine and oxygen

【中文】

本說明書及圖式提出新的裝置(例如照明裝置)，該裝置包含至少一個 LED(或 OLED)模組，其用以產生可見光，例如白光；以及至少一個組件(例如光學組件)，其包含基本上由元素釹(Nd)及氟(F)所組成、且隨意地包含一或更多其他元素之化合物。該照明裝置係用以藉由使用該化合物過濾所產生的可見光來提供所欲的光譜。該至少一個組件可包含 NdF_xO_y 化合物，以 x 和 y 的值決定含量比例 F/O ，其在製造 NdF_xO_y 化合物期間可經調整以提供該裝置所欲之輸出光參數，包括至少一所欲之輸出光譜，藉由使用該 NdF_xO_y 化合物過濾所產生的可見光來實現。

【 英文 】

The specification and drawings present a new apparatus such as a lighting apparatus, the apparatus comprising at least one LED (or OLED) module, configured to generate a visible light such as white light, and at least one component such as optical component comprising a compound consisting essentially of the elements neodymium (Nd) and fluorine (F), and optionally including one or more other elements. The lighting apparatus is configured to provide a desired light spectrum by filtering the generated visible light using the compound. The at least one component can comprise a NdF_xO_y compound with values of x and y determining a content ratio F/O , which may be adjusted during manufacturing of the NdF_xO_y compound to provide desired output light parameters of the apparatus including at least a desired output light spectrum realized by filtering the generated visible light using the NdF_xO_y compound.

【指定代表圖】第(2)圖。

【代表圖之符號簡單說明】無

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

使用具有可變氟及氧含量的釹系材料之 LED 裝置

【英文發明名稱】

LED apparatus employing neodymium based materials with variable content of fluorine and oxygen

相關申請案之交互參照

[0001] 本 U.S.非臨時專利申請案為於 2015 年 10 月 6 日提出之待決 U.S.非臨時專利申請案第 14/876366 號(卷號 276824-1)之部分連續申請案並根據 35 USC 120 主張其申請日的權益，該 U.S.非臨時專利申請案第 14/876366 號根據 35 USC 119(e)主張於 2014 年 10 月 7 日提出之 U.S.臨時專利申請案第 62/061129 號之申請日的權益，該案之教示內容係整體以引用方式併入本文。

【技術領域】

[0002] 本發明大致而言係關於照明應用及相關技術，且更具體地但非排他地，本發明係關於使用包含釹及氟之化合物，例如具有可變 x 及 y 之 NdF_xO_y ，以在發光二極體(LED)照明裝置中賦予所欲之濾色效果(color filtering effect)及其他參數。

【 先前技術 】

[0003] 發光二極體(LED)(如本文中所使用亦包含有機 LED(OLED))為固態半導體元件，其將電能轉換成電磁輻射，包含可見光(波長為約 400 至 750nm)。LED 典型地包含摻雜有雜質以產生 p-n 接面之半導體材料晶片(晶粒)。該 LED 晶片係電連接至陽極及陰極，其全部都經常安裝在 LED 封裝件內。與其他燈(例如白熾燈或螢光燈)相比，LED 發射更窄光束之更具方向性的可見光。

[0004] OLED 典型地包含至少一位於電極(至少一個電極是透明的)之間的發射性電致發光層(有機半導體膜)。該電致發光層因應在電極之間流動的電流而發射光。

[0005] LED/OLED 光源(燈)提供各種優於傳統白熾燈及螢光燈的優點，包括但不限於較長的預期壽命、較高的能量效率及不需要時間暖機的全亮度。

[0006] 儘管 LED/OLED 照明就效率、壽命、靈活性及其他有利方面而言具吸引力，對於使用於一般照明及顯示器應用兩者之 LED 照明(尤其是在白色 LED/OLED 元件中)的顏色屬性，仍有持續改善的需要。

[0007] 圖 1 為適於區域照明應用之習知基於 LED 之照明裝置 10 的透視圖。該照明裝置(亦可稱為"照明單元"或"燈")10 包含透明或半透明外罩或外殼 12、帶螺紋之基座連接器(threaded base connector)14、及介於外殼 12 和連接器 14 之間的機座(housing)或基座(base)16。

[0008] 基於 LED 之光源(未顯示)(可為包含多個 LED

元件之 LED 陣列)係位於外殼 12 下端並相鄰於基座 16。由於 LED 元件發射窄波長帶之可見光，例如，綠色、藍色、紅色等，故 LED 燈中經常使用不同 LED 元件的組合來產生各種光的顏色，包括白光。或者，顯現實質上白色的光可藉由來自藍色 LED 的光與會將藍色 LED 的至少一部分藍光轉換成不同顏色之磷光體(phosphor)(例如，鈳鋁石榴石：鈰，簡寫為 YAG:Ce)的組合而產生；經轉換的光與藍光之組合可產生顯現白色或實質上白色的光。該等 LED 元件可裝配在基座 16 內的載體上，並且可在載體上以包含折射率匹配材料之防護罩封裝以增進從 LED 元件提取可見光的效率。

[0009] 為增進照明裝置 10 以近全向性方式發射可見光的能力，顯示於圖 1 之外殼 12 可為實質上球狀或橢球狀。為進一步增進近全向性照明能力 (nearly omnidirectional lighting capability)，外殼 12 可包含能使外殼 12 用作為光學擴散體(optical diffuser)的材料。用於製造擴散體的材料可包括聚醯胺(例如尼龍)、聚碳酸酯(PC)、聚丙烯(PP)、或類似物。這些聚合物材料亦可包含 SiO₂ 以增進光的折射並從而達成白色反射外觀。外殼 12 之內表面可裝備有含磷光體組成物之塗層(未顯示)。

[0010] 雖然使用不同 LED 元件及/或磷光體之組合可用來增進 LED 燈製造白光效果的能力，但仍想要有作為替代、或另外的其他方法，以改進 LED 元件所產生之白光的色彩特性(chromatic characteristic)。

【發明內容】

[0011] 根據本發明的一些具體態樣，提供包含下列之裝置：至少一個發光二極體(LED)模組，用以產生可見光；以及，至少一個組件，其包含具有對應的釹(Nd)、氟(F)及氧(O)濃度之 NdF_xO_y 化合物，其中， x 和 y 的值決定 F 和 O 的比例且係在製造 NdF_xO_y 化合物期間經調整以提供該裝置所欲之輸出光參數(output light parameter)(包含至少一所欲之輸出光譜(output light spectrum))，係藉由使用該 NdF_xO_y 化合物過濾所產生之可見光來實現。再者，該 NdF_xO_y 化合物可為單晶相化合物(single crystalline phase compound)。

[0012] 根據本發明的一些具體態樣， NdF_xO_y 化合物可藉由濕化學處理(wet chemical processing)，採用使用氟(F_2)流動氣體或使用氫氟酸(HF)的加氟處理(fluoridation processing)，而由三氧化二釹(neodymium oxide)(Nd_2O_3)製造。再者， NdF_xO_y 中之參數 x 和 y 可在加氟處理期間利用改變包括下列之一或多個參數來控制：氫氟酸(HF)濃度、處理溫度、反應時間、及氟氣體(F_2)濃度。

[0013] 根據本發明的一些具體態樣， NdF_xO_y 化合物可藉由乾處理(dry processing)利用固相反應法(solid reaction method)製造，其包含將三氧化二釹(Nd_2O_3)與氟化釹(NdF_3)以 Nd_2O_3 和 NdF_3 之預定重量比摻合以形成摻合化合物，接著在惰性氣體之保護氣氛下由該摻合化合物

高溫合成該 NdF_xO_y 化合物，其中， Nd_2O_3 和 NdF_3 之預定重量比係對應於在所製造的 NdF_xO_y 化合物中之 F 和 O 的比例。再者，該惰性氣體可包括氮(N_2)氣或氬(Ar)氣。另外，該高溫合成之溫度可大於 800°C 。

[0014] 又根據本發明的一些具體態樣，提供所欲之輸出光參數可進一步包含增進下列一或多者：相關色溫(color correlated temperature)(CCT)、色飽和度指數(color saturation index)(CSI)、演色性指數(color rendering index)(CRI)、演色性值(color rendering value)R9、及所產生之可見光的顯示性(revealness)。

【圖式簡單說明】

[0015] 本揭示內容的這些以及其他特徵和態樣，在參考所附圖式閱讀以下詳細說明時會變得更好理解，其中，在整份圖式中相似的字符係代表相似的部件，其中：

[0016] 圖 1 為習知基於 LED 之照明裝置的透視圖；

[0017] 圖 2 為分散於聚矽氧中之氟化釹 vs.標準釹玻璃在可見光譜之吸收(藉由反射技術測量)的比較圖；

[0018] 圖 3 為摻合於聚矽氧中並直接沉積於商用 LED 封裝件(NICHIA 757)上之 NdF_3 的發射光譜，和基礎 NITCHIA757 LED 的發射光譜之比較圖；

[0019] 圖 4 為摻合於聚矽氧中並直接沉積於 COB 陣列(TG66)上之 NdF_3 的發射光譜，和基礎 TG66 COB 陣列的發射光譜之比較圖；

[0020] 圖 5 為摻合於聚矽氧中並直接沉積於商用 LED 封裝件(具有 4000K CCT 之 NICHIA 757)之 Nd-F-O 的發射光譜，和基礎 NITCHIA757 LED 的發射光譜之比較圖；

[0021] 圖 6 為藉由固相反應處理/方法(乾處理)製備具有所欲比例 F/O 之 NdF_xO_y 化合物的例示性流程圖；

[0022] 圖 7 為由 Nd_2O_3 藉由固相濕化學處理/方法製備具有所欲比例 F/O 之 NdF_xO_y 化合物的例示性流程圖；

[0023] 圖 8 是描述具有不同單晶相結構的具不同 F/O 比例之 NdF_xO_y 化合物及 NdF_3 化合物的 X 射線繞射(XRD)結果之圖；

[0024] 圖 9 為由 80%之 Nd_2O_3 和 20%之 NdF_3 所製造的 $\text{NdF}_{0.33}\text{O}_{1.33}$ 在可見光譜之吸收(藉由反射技術測量)的比較圖；

[0025] 圖 10A 及 10B 為比較具有不同 F 和 O 之比例的 NdF_xO_y 、以及 NdF_3 在可見光譜之吸收(藉由反射技術測量)的例示圖；

[0026] 圖 11A-11D 為根據本發明的各種具體態樣，將 ND-F 化合物(或更一般來說如本文所述之 Nd-X-F 化合物例如 NdF_xO_y 化合物)連同磷光體一起併入以賦予有利的可見光吸收/產生特性之基於 LED 之照明裝置的非限制性例子；

[0027] 圖 12 為根據本發明一個具體態樣之基於 LED 之照明裝置的橫剖面圖；

[0028] 圖 13 為根據本發明另一具體態樣之基於 LED 之照明裝置的橫剖面圖；

[0029] 圖 14 為根據本發明又一具體態樣之基於 LED 之照明裝置的透視圖；

[0030] 圖 15 為根據本發明再一具體態樣之基於 LED 之照明裝置的透視圖。

【實施方式】

[0031] 本文提出新的裝置(例如照明裝置)，該裝置包含：至少一個 LED(或 OLED)模組，用以產生可見光，例如白光；以及，至少一個組件(例如光學組件)，其包含含有釹(Nd)及氟(F)元素、且隨意地含有一或更多其他元素之化合物。該照明裝置可用以藉由使用如本文中所描述的化合物過濾所產生的可見光來提供所欲的光譜。典型地，該化合物包含 Nd^{3+} 離子及 F^- 離子。為了本發明的目的，"Nd-F 化合物"應廣泛地解釋成包括包含釹及氟且隨意地包含其他元素之化合物。

[0032] 根據一個具體態樣，該至少一個組件可包含具有對應的釹(Nd)、氟(F)及氧(O)濃度之 NdF_xO_y 化合物，其中，x 和 y 的值決定含量比例 F/O 且可在製造 NdF_xO_y 化合物期間經調整(見圖 6 及 7)以提供該照明裝置所欲之輸出光參數(包括至少一所欲之輸出光譜(output light spectrum))，係藉由使用該 NdF_xO_y 化合物過濾所產生之可見光來實現。

[0033] 此外，該 NdF_xO_y 化合物可包含在介於約 560nm 和 600nm 之間的波長範圍中的所欲之吸收峰 (absorption peak) 以提供所欲之輸出光譜 (如於圖 9、10A 及 10B 中所展示)，且於該所欲之吸收峰可具有所欲折射率 (RI) 約 1.6 至約 1.8。再者，基於對各種照明應用所欲之吸收光譜及 RI， x 之最佳化值可為介於 0.3 和 0.5 之間，而 y 之最佳化值可為介於 1.25 和 1.33 之間。

[0034] 根據又一具體態樣，該組件可在 LED(OLED) 晶片表面上包含複合 (composite)/封裝 (encapsulating) 層，以致 Nd-F 化合物 (例如 NdF_3) 及/或本文中所揭示之其他者可摻合 (分散) 於該封裝層中 (例如連同磷光體一起)，以達到有利的可見光吸收輪廓 (visible absorption profile)。該複合/封裝層可使用低溫玻璃、聚合物、聚合物前驅物 (polymer precursor)、聚矽氧或聚矽氧環氧樹脂或前驅物等形成。

[0035] 根據另一具體態樣，該光學組件可為透明 (transparent)、半透明 (translucent)、反射 (reflective) 或半透射 (transflective) 式 (部分反射及透射) 基板，且在 LED 模組所產生的可見光通過該光學組件時，該基板表面上之塗層可對該可見光施以濾色效果 (color filtering effect)，例如，過濾在黃光波長範圍 (例如波長約 560nm 至約 600nm) 之可見光。

[0036] 再者，該光學組件之透明或半透明基板可為擴散體 (diffuser)，例如燈泡 (bulb)、透鏡 (lens) 及包圍至少

一個 LED 晶片之殼層(envelope)。此外，該基板可為反射基板，且 LED 晶片可安置在基板外側。Nd-F 及/或 Nd-X-F 化合物塗層可置於基板表面，且塗層厚度應足以達到濾色效果。厚度典型地可在 50nm 至 1000 微米的範圍內，較佳厚度在介於 100nm 至 500 微米之間。

[0037] 所得元件可展現利用以 Nd-F 化合物/材料(具有在介於約 530nm 和 600nm 間之可見光區的本質吸收(intrinsic absorption))過濾以增進 CSI(色飽和度指數)、CRI(演色性指數)、R9(演色性值)、顯示性(照明偏好指數(lighting preference index)，LPI)等等之光參數改良。R9 係定義為未用於計算 CRI 之 6 個飽和試驗色之一。“顯示性(revealness)”係基於 LPI 型式之發射光的參數，其係描述於 2014 年 9 月 9 日提出之共同待決、共同擁有之國際申請案 PCT/US2014/054868(2015 年 3 月 12 日公開為 WO2015/035425)，茲以引用方式併入相關部分中。

[0038] 在一個具體態樣中，有利的是利用相對低折射率(RI)之 Nd-F 材料(例如具有 RI 約 1.6 之 NdF_3)來與封裝材料之 RI 相匹配，以於 LED 封裝件及板上晶片(chip-on-board)(COB)陣列中達到較低的散射損失(scattering loss)。此外，又有利的是能藉由在 Nd-X-F 材料中包含陰電性“X”原子(其中 X 可為，例如 O、N、S、Cl、或類似者)來調整吸收光譜，以拓寬於約 580nm 的吸收並因此可能增進 R9 顏色晶片之演色性(color rendering)。前述任一者均可摻到封裝材料中用於顏色調整的目的。當選擇適當

的 Nd-F 或 Nd-X-F 材料(將在下文中更完整的加以定義)時，因 RI 失配(RI mismatch)的散射損失可被最小化。使用 Nd-F 化合物亦可有利於使用在含有短 UV 波長之 LED 照明應用中，因為 Nd-F 化合物在約 380- 450nm 之波長範圍通常是不活化的。

[0039] 根據另一具體態樣，Nd-F 化合物可包括氟化釹(NdF_3)、或氧氟化釹(neodymium oxyfluoride)(例如， NdO_xF_y ，其中 $2x+y=3$ ，例如 $\text{Nd}_4\text{O}_3\text{F}_6$)、或包含外源(adventitious)水及 / 或氧之氟化釹、或羥基氟化釹(neodymium hydroxide fluoride)(例如， $\text{Nd}(\text{OH})_a\text{F}_b$ ，其中 $a+b=3$)、或由下文說明會變得易知的許多其他包含釹和氟之化合物。在一些應用中，Nd-F 化合物可具有相對低的折射率，例如匹配所選擇的聚合物材料之折射率以提供低損失摻合物(low-loss blend)。咸信一種此類 Nd-F 材料是具有約 1.6 的折射率之氟化釹(NdF_3)，其提供適當低的折射率以與某些聚合物基質材料折射率匹配(index matching)，而使散射損失最小化。

[0040] 根據又一具體態樣，可使用其他 Nd-F 化合物 / 材料獲得如本文所述之優點。舉例來說，其他含有 Nd-F 之化合物的非限制性例子可包括 Nd-X-F 化合物。除了前文所述 X 可為 O、N、S、Cl、或類似者之外，X 亦可為可與氟形成化合物之至少一金屬元素(Nd 除外)。例子為：金屬元素例如 Na、K、Al、Mg、Li、Ca、Sr、Ba、或 Y，或是此等元素之組合。舉例而言，Nd-X-F 化合物可包括

NaNdF_4 。Nd-X-F 化合物的其他例子可包括其中 X 可為 Mg 及 Ca 或者可為 Mg、Ca 及 O 之化合物；以及其他含有 Nd-F 之化合物，包括摻雜釹之鈣鈦礦結構 (perovskite structure)。某些 Nd-X-F 化合物可有利地使能夠在約 580nm 波長有更寬的吸收。由於氧氟化釹化合物可含有不同量的 O 和 F(因為氧氟化釹化合物典型地係衍生自不同量的三氧化二釹 (neodymium oxide)(三氧化二釹 (neodymia)) Nd_2O_3 和氟化釹 NdF_3)，因此氧氟化釹化合物可具有介於 Nd-O 化合物(例如，三氧化二釹之 1.8)和 Nd-F 化合物(例如， NdF_3 之 1.60)之間的經選擇之折射率。摻雜釹之鈣鈦礦結構材料的非限制性例子可包括那些含有至少一種具有折射率低於釹化合物(例如， NdF_3)之成分(例如，Na、K、Al、Mg、Li、Ca、Sr、Ba、及 Y 之金屬氟化物)者。此"主體(host)"化合物可於可見光譜中具有低於 NdF_3 的折射率，其非限制性例子可包括 $\text{NaF}(n=1.32)$ 、 $\text{KF}(n=1.36)$ 、 $\text{AlF}_3(n=1.36)$ 、 $\text{MgF}_2(n=1.38)$ 、 $\text{LiF}(n=1.39)$ 、 $\text{CaF}_2(n=1.44)$ 、 $\text{SrF}_2(n=1.44)$ 、 $\text{BaF}_2(n=1.48)$ 、及 $\text{YF}_3(n=1.50)$ (於波長 589nm)。由於摻雜高折射率 Nd-F 化合物，例如 NdF_3 ，所產生的經摻雜鈣鈦礦結構化合物可具有介於主體(例如， MgF_2 之 1.38)和 NdF_3 (1.60)之間的折射率。摻雜 NdF_3 之金屬氟化物化合物的折射率將取決於 Nd 與金屬離子的比例。

[0041] NdF_3 之折射率為約 1.60。因此，有時可認為其提供相對好的與聚矽氧(其可具有約 1.51 之折射率)RI

匹配之摻合物。可藉由將 NdF_3 與另一可包含或可不包含 Nd 的材料混合而得到甚至更好的匹配。例如， NaNdF_4 具有約 1.46 之 RI。因此，藉由適當地將 NdF_3 與例如 NaF 或 NaNdF_4 之另一材料摻合，可使該摻合物之折射率與聚矽氧之折射率更好地匹配。

[0042] 圖 2 為曲線 22 所表示之分散於聚矽氧中之氟化釹 vs. 曲線 20 所表示之標準釹玻璃 (standard neodymium glass) (例如，使用 $\text{Na}_2\text{O}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{K}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 作為 Nd 玻璃之組成) 在可見光譜之吸收 (藉由反射技術測量) (為波長之函數) 的比較圖。顯著的是，各材料共同具有許多相同的吸收特徵，尤其是在黃色 (例如，約 570nm - 約 590nm) 區域。於使用時，可以封裝劑 (例如，聚矽氧、環氧樹脂 (epoxy)、壓克力 (acrylic)、或類似物) 封裝 LED 晶片/晶粒；該封裝劑可於直接沉積於 LED 晶片上或 LED 晶片陣列 (例如，板上晶片陣列 (chip-on-board array)，COB 陣列) 上之聚矽氧中包含 Nd-F 或 Nd-F-O 系材料例如 NdF_3 ，如在本文中所進一步詳述的。

[0043] 圖 3 為摻合於聚矽氧中並直接沉積於商用 LED 封裝件 (NICHIA 757) 上 (即，封裝此 LED 封裝件) 之 NdF_3 的發射光譜 (如曲線 32 所表示) 的比較圖。如可於圖 3 看出，光譜係相當地不同，與曲線 30 所表示的基礎 NICHIA757 LED 之發射光譜相比，在介於約 570nm 和約 590nm 間之範圍內的一個區域或複數個區域看到了顯著的降低。

[0044] 圖 4 為曲線 42 所表示之摻合於聚矽氧中並直接沉積於 COB 陣列(TG66)上之 NdF_3 的發射光譜，與曲線 40 所表示之基礎 TG66 COB 陣列的發射光譜(為波長之函數)的比較圖。曲線 42 所呈現之光譜係類似於圖 3 之曲線 32。

[0045] 前述例子證明了 Nd-F 材料(例如， NdF_3)作為濾色吸收材料(color-filtering absorptive material)、呈封裝材料的一部分施加於 LED 封裝件或陣列，以增進至少一種下列照明度量(lighting metrics)的實用性：CSI、CRI、R9、白度指數(whiteness index)(即，白體軌跡(white body locus)近似性)或類似者。下表 1 顯示，與習知包含 Nd 玻璃之 LED 相比，呈現於圖 3 及 4 之例子的性能結果。

表1. 呈現於圖3及4的性能結果與習知具有Nd:玻璃之LED的比較。

	L/W	CCX	CCY	CCT	CRI	R9	GAI	顯示性
NICHIA 757 上之 NdF_3	236	0.4498	0.3954	2722	92	50	49	110
TG 66上 之 NdF_3	249	0.4503	0.3934	2698	90	39	48	110
具有Nd玻璃 之白色LED	249	0.4486	0.3961	2700	88	62	50	111

[0046] 如上述表 1 可見，NICHIA 757 LED 元件通常具有 236 之流明/瓦(Lumens/Watt)值。當 NdF_3 用於聚矽氧中作為封裝劑時，CRI(演色性/色飽和度指數)為 92、R9(紅色晶片之演色性值)之數值為 60、色域面積指數

(gamut area index)(GAI)為 49、而所發射的光基於 LPI 之顯示性(如本文中所定義)為 110。當 LED 晶片之 TG 66 陣列(COB 陣列)以包含 NdF_3 之聚矽氧封裝時，發現 CRI 為 90、R9 值為 39、GAI 為 50、而"顯示性"亦為 110。此等值與顯示於表 1 最底排之和白色 LED 併用之 Nd 玻璃的濾色效果相比是有利的。全部三種情況之色度座標(CCX 及 CCY)及 CCT(相關色溫)的值均被示出以供參照。

[0047] Nd-F 材料毋須如圖 3 及 4 之例子中般僅僅是氟化釹(NdF_3)。其亦可為任何一種 Nd-X-F 化合物，X 表示如前所述之其他元素或元素的組合，並且與 F 化學連接。以此方式，此種 Nd-X-F 材料可增進至少一種下列照明度量：CSI、CRI、R₉、白度指數(即，白體軌跡近似性度)、或類似者。

[0048] 舉例而言，圖 5 為曲線 52 所表示之摻合於聚矽氧中並直接沉積於商用 LED 封裝件(具 4000K CCT 之 NICHIA 757)上，從而封裝此 LED 封裝件之 Nd-F-O 的發射光譜(為波長之函數)的比較圖。類似於圖 3 及 4 的例子，與曲線 50 所表示之基礎 NITCHIA757 LED 的發射光譜相較，光譜 52 在介於約 570nm 和約 590nm 間之範圍內的一個區域或複數個區域有顯著的降低。

[0049] 下表 2 顯示，與具有聚矽氧封裝劑(具 4000K CCT 之 NICHIA 757)以及具有摻雜三氧化二釹(Nd_2O_3)及摻雜氟化釹(NdF_3)之其他類型聚矽氧封裝劑的習知 LED 相比，呈現於圖 5 之直接沉積於商用 LED 封裝件(具 4000K

CCT 之 NICHIA 757)上之於聚矽氧中之 Nd-F-O 的例子之性能結果。表 2 列出上述材料之類似於表 1 的參數，外加 CSI(色飽和度指數)參數。

表2. 具有摻雜不同Nd系材料及無摻雜之聚矽氧封裝劑的LED之性能結果的比較。

	封裝劑/ 摻雜劑 之折射率	流明 輸出	CCX	CCY	CCT	CRI	R ₉	CSI	顯示性 (LPI)
原始LED (Nichia 757)	1.40(聚矽氧 封裝劑本身 之RI)	1427	0.457	0.4073	2715	81	15	-14	91
具有摻雜 NdFO之 聚矽氧 的LED	1.72(聚矽氧 封裝劑中 之NdFO)	1316	0.454	0.4096	2776	88	44	-3	98
具有摻雜 Nd ₂ O ₃ 之 聚矽氧的 LED	1.8(聚矽 氧封裝劑 中之三 氧化二釹 Nd ₂ O ₃)	1162	0.4551	0.4153	2804	86	57	-4	94
具有摻雜 NdF ₃ 之 聚矽氧 的LED	1.6(聚矽 氧封裝 劑中之 NdF ₃)	1420	0.4454	0.4053	2872	84	23	-11	94

[0050] 留意的是 Nd₂O₃ 因其較高的 RI 而會具有高於 NdFO 或 NdF₃ 的散射損失。然而，NdFO 在 CSI 和 LPI 之間的平衡上具有較佳的表現。相較於 Nd₂O₃，Nd-F 化合物例如 NdF₃，單獨或與 NdFO 材料混合，會具有較低的 RI 以使散射損失最小化。再者，當與 Nd₂O₃ 相比，Nd-F 化合物例如 NdF₃，單獨或與 NdFO 材料混合，可賦予 LED 光之光譜所欲的黃色吸收峰，致使以降低的流明損失 (lumen penalty)達到較高的 CSI。全部四種情況之色度座

標(CCX 及 CCY)、CCT 及 CRI 的值均顯示以供參照。

[0051] 在某些具體態樣中，可選擇 Nd-F 材料或 Nd-F-O 材料或 Nd-X-F 材料，以便具有與封裝材料匹配之折射率來使散射損失最小化。亦可將一種 Nd-F 材料(例如，氟化釹)與另一種 Nd-X-F 材料(例如，氧氟化釹)摻合。Nd-X-F 化合物中之元素 "X" 可經選擇以調整在約 580nm 之區域的吸收，以使光譜更佳地與 "R9 曲線" 匹配。

[0052] 在一些具體態樣中，Nd-F 材料(其廣泛地包含本文所述之所有 Nd-X-F 材料)可連同一或更多發光材料(例如磷光體)，一起摻合到封裝材料中。例如，Nd-F 濾色材料可與黃綠色磷光體及/或紅色磷光體摻合。例如，Nd-F 材料可與摻雜 Ce 之 YAG 磷光體及/或習知紅色氮化物磷光體(例如摻雜 Eu^{2+} 之 CaAlSiN 紅色磷光體)摻合。在另一例子中，Nd-F-O 材料可與 YAG:Ce 磷光體及紅色氮化物磷光體於聚矽氧中摻合，封裝發藍光 NICHIA 757 LED。由於米氏散射理論(Mie scattering theory)，來自 YAG:Ce 磷光體及紅色氮化物磷光體之發射可藉由添加 Nd-F-O 而增進。

[0053] 根據其他具體態樣，Nd-F-O 化合物可包含可變的氟及氧含量/組成，以致其一般可呈現為具有可變的 x 及 y 之 NdF_xO_y 化合物，這相當於改變比例 F/O 以提供所欲之濾色效果，並改進 LED 照明裝置之其他輸出光參數。具有可變 x、y 及其比例 x/y 之 NdF_xO_y 化合物的數個例示性製造方法係描述如下。

[0054] 舉例而言， NdF_xO_y 化合物可藉由說明於圖 6 之例示性固相反應處理/方法 60(乾處理)製備。根據此方法， NdF_xO_y 之製備係可藉由在步驟 62 中，將 Nd_2O_3 和 NdF_3 粉末材料以預定重量比摻合，然後在步驟 64 中，於惰性氣體例如氮(N_2)氣、氬(Ar)氣、或類似者之保護氣氛下，使經摻合材料於高溫(大於 800°C)下燃燒/燒結(sinter)，以形成所欲固體 NdF_xO_y 材料。根據此方法， Nd_2O_3 和 NdF_3 粉末材料之預定重量比可決定在所形成的 NdF_xO_y 材料中之比例 F/O (或 x/y)。例如，就 Nd_2O_3 和 NdF_3 之重量比為 80%至 20%而言，所產生的 Nd-F-O 材料可具有組成 $\text{NdF}_{0.33}\text{O}_{1.33}$ 。額外的步驟 66 及 68 可用於進一步處理，包括研磨(milling)(步驟 66)以提供/調整不同粒子大小，以及使用例如振動篩(vibration sifter)以透過網篩(mesh screen)篩分(sifting)(步驟 68)來選擇具有預選粒子大小的粒子。

[0055] 或者，具有所欲 F 和 O(或相當於 x 和 y)濃度/比例之 NdF_xO_y 材料可利用例示性濕化學處理/方法 70 而由起始 Nd_2O_3 材料製備，如圖 7 所說明。於步驟 72 中，可將 Nd_2O_3 材料(例如，呈粉末形式)溶於氫鹵酸例如氫氯酸(HCl)中。然後，於步驟 74 中，可進一步使溶解的 Nd_2O_3 以諸如 NH_4HCO_3 的鹽沉澱之，以形成沉澱的(固體)鹽。所欲 NdF_xO_y 材料的形成可於步驟 76 中利用藉由沉澱的鹽與氟(F_2)流動氣體或與氫氟酸(HF)之反應的加氟處理(fluoridation process)來進行。在所形成的 NdF_xO_y 材料中

之所欲 F 和 O 的含量及/或 F/O 比例(相當於 x、y 及 x/y 比例)可藉由調整 F₂ 流率或藉由改變 HF 酸濃度、及藉由調整溫度、反應時間等等來提供。處理 70 通常是以清洗及乾燥(步驟 78)所形成的 NdF_xO_y 材料來結束。

[0056] 要注意的是圖 7 中之處理 70 可經修飾，以致可省略步驟 74，且步驟 76 可藉由使溶於氫鹵酸之 Nd₂O₃ 以 HF 酸沉澱之來進行。要注意的是並不需要圖 6 或 7 所示的步驟之確切次序或順序，因此原則上各種步驟可脫離所說明的順序進行。又依循本文所述具體態樣，可省略某些步驟、可將不同的步驟加入或替代、或可於分開應用中進行所選步驟或步驟群組。

[0057] 使用說明於圖 6 及 7 中之方法所製造的 NdF_xO_y 化合物可具有單晶相(single crystalline phase)，但如圖 8(其顯示具有不同 F/O 比例之 NdF_xO_y 材料的 X-射線繞射(XRD)結果)所說明，具有不同 F/O 比例之 NdF_xO_y 化合物的晶體結構/系統可以是不同的。曲線 80 係對應於具有六方晶相(hexagonal crystalline phase)結構之 NdF₃(不具有氧)。曲線 82 係對應於具正方晶相(tetragonal crystalline phase)結構之具有 F/O 比例為 85/15 的 NdF_xO_y。曲線 84 係對相應於具六方晶相結構之具有 F/O 比例為 55/45 的 NdF_xO_y。曲線 86 係對應於具菱形晶相(rhombohedral crystalline phase)結構之具有 F/O 比例為 65/35 的 NdF_xO_y。

[0058] 圖 9 為曲線 90 所表示之氧氟化釹

$\text{NdF}_{0.33}\text{O}_{1.33}$ (由 80%之三氧化二釹 Nd_2O_3 和 20%之氟化釹 NdF_3 所構成), vs. 曲線 94 所表示之三氧化二釹 Nd_2O_3 及曲線 92 所表示之氟化釹 NdF_3 在可見光譜之吸收(藉由反射技術測量)(為波長之函數)的比較圖(所有樣本均為粉末樣本)。顯著的是各材料共同具有許多相同的吸收特徵(absorptive feature), 尤其是在黃色區域附近(例如, 約 560nm 至約 610nm)。曲線 90(關於 $\text{NdF}_{0.33}\text{O}_{1.33}$)具有在約 589nm 的吸收峰, 而曲線 92(關於 NdF_3)之吸收峰係紅色向藍-綠色區域位移, 這可導致藉由包含 NdF_3 化合物之過濾器過濾的 LED 所產生之光的 CCT 降低以及顯得較白。此外, 曲線 94(關於 Nd_2O_3)之吸收峰係向約 610nm 位移, 這可導致藉由包含 Nd_2O_3 化合物之過濾器過濾的 LED 所產生之光顯得較白以及 R9 的增進。

[0059] 圖 10A 及 10B 為比較具有不同 F 和 O 之比例的 NdF_xO_y 及氟化釹 NdF_3 在可見光譜之吸收(藉由反射技術測量)的例示圖。

[0060] 圖 10A 顯示具有不同 F/O 比例之 NdF_xO_y 及 NdF_3 粉末材料之吸收光譜測量(使用反射技術(reflective technique))的結果。曲線 100 係關於具有在 579nm 之吸收峰的 NdF_3 。曲線 102 係關於具有 F/O 比例 85/15 及在 583nm 之吸收峰的 NdF_xO_y 。曲線 104 係關於具有 F/O 比例 65/35 及在 587nm 之吸收峰的 NdF_xO_y 。曲線 106 係關於具有 F/O 比例 55/45 及在 601nm 之吸收峰的 NdF_xO_y 。這些結果展示了隨著氧含量增加, NdF_xO_y 之吸收峰從

NdF_3 之吸收峰逐漸紅色位移(gradual red shift)106。

[0061] 圖 10B 顯示摻雜具不同 F/O 比例之 NdF_xO_y 及 NdF_3 的塑性材料之吸收光譜測量(使用反射技術)的結果。曲線 101 係關於具有在 579nm 之吸收峰的 NdF_3 。曲線 103 係關於具有 F/O 比例 65/35 及在 589nm 之吸收峰的 NdF_xO_y 。曲線 105 係關於具有 F/O 比例 55/45 及在 600nm 之吸收峰的 NdF_xO_y 。這些結果展示了隨著氧含量增加， NdF_xO_y 之吸收峰類似(圖 10A)地從 NdF_3 之吸收峰逐漸紅色位移 107。

下表 3 顯示輸出光的過濾使用了塑性材料(TEIJIN 2250 聚碳酸酯塑性材料)摻雜 NdF_xO_y (具有 F/O 比例 65/35)、摻雜 NdF_3 、及無摻雜(使用基礎 LED(NICHIA NF2L757Dv1 中功率 LED))之 LED 的性能總結。結果展示了輸出光以摻雜 NdF_xO_y 之塑性材料過濾的 LED 性能之顯著增進/改善，包括 CCT 從 3018°C(基礎 LED(base LED))增加到 3079°C、CRI 從 82(基礎 LED)增加到 94、及 R9(紅色晶片之演色性值)從 16 增加到 89。輸出光以摻雜 NdF_3 之塑性材料過濾的 LED 性能亦顯示某些微小的改善(例如，CRI 增加到 89.8 及 R9 增加到 34)，但與摻雜 NdF_xO_y 之塑性材料相比較不顯著。而且，摻雜 NdF_3 之塑性材料的 CCT 從基礎 LED 之 3018°C 降到 2845°C。

表3. 使用摻雜NdF_xO_y、摻雜NdF₃、以及無摻雜(基礎LED)之塑性材料過濾之LED之性能結果的比較。

	CRI	R9	CCX	CCY	CCT
Base LED	82	16	0.4317	0.3955	3018
摻雜2重量% NdF _x O _y 之 塑料	94	89	0.4221	0.3823	3079
摻雜4.5重量 % NdF ₃ 之 塑料	89.8	34	0.4387	0.3912	2845

[0062] 圖 11A-11D 展示根據本發明之各種具體態樣，將 ND-F 化合物(或如本文所述之 Nd-X-F 化合物，包括 NdF_xO_y)連同磷光體一起併入以達到有利的可見光吸收/產生特性之基於 LED 之照明裝置的不同的非限制性例子，分別是 110a、110b、110c 及 110d。在圖 11A-11D 中，基於 LED 之照明裝置 110A、110B、110C 或 110D 包含圓頂(dome)112，其可為包圍安裝於印刷電路板(PCB) 116 上之 LED 晶片 115 的光學透明或半透明基板。引線提供電流到 LED 晶片 115，從而使其發出輻射。該 LED 晶片可為任何半導體光源，尤其是藍色或紫外線光源，其在所發出的輻射被導到磷光體上時能產生白光。特別是，該半導體光源可為基於概括為 In_iGa_jAl_kN(其中 0≤i；0≤j；0≤k 且 i+j+k=1)之氮化物化合物半導體的發射藍光/紫外線之 LED，其具有大於約 200nm 且小於約 550nm 之發射波長。更特別的是，該晶片可為具有峰值發射波長(peak emission wavelength)約 400 至約 500nm 之發射近 UV(near-UV)或藍光之 LED。甚至更特別的是，該晶片可為具有峰值發射波長在約 440-460nm 之範圍的發藍光

LED。此類 LED 半導體為本領域已知者。

[0063] 根據圖 11A 所顯示的一個具體態樣，聚合物複合層(封裝劑化合物)114a 可包含根據本文所述之各種具體態樣之與磷光體摻合的 Nd-F、Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y 化合物，以賦予有利的可見光吸收/產生特性。此化合物層 114a 可直接置於 LED 晶片 115 表面並輻射耦合至晶片。“輻射耦合(radiationally coupled)”意指來自 LED 晶片之輻射係傳到磷光體，而磷光體發射不同波長的輻射。在一特定具體態樣中，LED 晶片 115 可為藍色 LED，且該聚合物複合層可包含 Nd-F 與黃綠色磷光體(例如摻雜鈾之鈹鋁石榴石，Ce:YAG)之摻合物。LED 晶片所發射的藍光與聚合物複合層之磷光體所發射的黃綠光混合，經 Nd-F 過濾之淨發射(net emission)顯現為白光。因此 LED 晶片 115 可由封裝劑材料層 114a 包圍。封裝劑材料可為低溫玻璃、熱塑性或熱固性聚合物或樹脂、或聚矽氧或環氧樹脂。LED 晶片 115 及封裝劑材料層 64a 可被封裝於殼層內(受圓頂 112 所限)。或者，LED 裝置 110a 可僅包含封裝劑層 114a 而沒有外殼層/圓頂 112。此外，可將散射粒子(scattering particle)埋置於封裝劑材料中。散射粒子可為，例如，氧化鋁(Al_2O_3)、氧化矽(SiO_2)或氧化鈦(TiO_2)。散射粒子可有效散射從 LED 晶片發射的定向光(directional light)，較佳具有可忽略的吸收量。

[0064] 為了在 LED 晶片表面上形成包含 Nd-F、Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y 之聚合物複合層，可將該等粒子分散於

聚合物或聚合物前驅物中，特別是聚矽氧或聚矽氧環氧樹脂、或其前驅物。此等材料為 LED 封裝所週知。將分散混合物用任何適合的方法塗覆於晶片上，且具有較大的密度或粒子大小、或是較大的密度及較大的粒子大小之粒子優先沉降於接近 LED 晶片的區域，形成具有梯度組成(graded composition)之層。如本領域已知，沉降可在塗覆或固化聚合物或前驅物期間發生，且可藉由離心法予以促進。進一步要注意的是，可選擇磷光體及 Nd-F(例如，Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y)之分散參數，例如，包括粒子密度和大小以及製程參數，以使磷光體材料比 Nd-F(例如，Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y)化合物更接近 LED 晶片 65，以便藉由 Nd-F、Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y 化合物適當地過濾由磷光體組件所產生的光。

[0065] 於圖 11B 所顯示之一替代的例示性具體態樣中，磷光體層 114b 可為習知所製造的封裝劑層，並可將具有 Nd-F(例如，Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y)化合物之單獨的封裝劑層 118b，例如使用適當的習知於聚合物或聚合物前驅物中之沉積/粒子分散技術，沉積於磷光體層 114b 之頂部。

[0066] 於圖 11C 所示之另一例示性具體態樣中，可將 Nd-F、Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y 複合層 118c 塗覆於圓頂(殼層)112 之外表面上。塗層 118b 的性能係類似於圖 11B 中具有 Nd-F(例如，Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y)化合物之封裝劑層 118b 的性能。或者，圖 11C 中之塗層 118c 可沉積於圓

頂 112 之內表面。更多有關於圓頂/基板之塗層的實施細節將參照圖 12-15 論述之。留意的是，圓頂 112 本身可為透明或半透明。

[0067] 在又一例示性具體態樣中，如圖 11D 所示，圓頂(殼層)112 可用來既將 Nd-F、Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y 複合層/塗層 118d 沉積於圓頂 112 之外表面，且將磷光體塗層 64d 沉積於圓頂 112 之內表面。另留意的是，此方法可有不同的變化型。例如，塗層 114d 及 118d 兩者可皆沉積於圓頂 112 的一面(外或內表面)上，其中磷光體塗層 114d 要比塗層 118d 更接近 LED 晶片 115。並且，塗層 114d 及 118d(當沉積於圓頂 112 的一面上時)可類似於圖 11a 中之封裝劑化合物層 114a 般合併在一層中。要留意的是，圓頂 112 本身可為透明、半透明或半透射式(transflective)，以便實施圖 11D 所示之例子的不同變化型。

[0068] 以下為使用含有導致所欲濾色效果之 Nd-F、Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y 化合物的塗層之基於 LED 之照明裝置的數個非限制性例子。

[0069] 圖 12 為根據本發明一具體態樣之適於區域照明應用(area lighting application)的基於 LED 之照明裝置(LED-based lighting apparatus)。基於 LED 之照明裝置(亦可稱為"照明單元"或"燈")係用以提供近全向性照明能力(nearly omnidirectional lighting capability)的 LED 燈 120。如圖 12 所示，LED 燈 120 包含燈泡 122、連接器 124、及介於燈泡 122 和連接器 124 間之基座 126、以及

燈泡 122 外表面上之塗層 128。塗層 128 包含本文所述之 Nd-F、Nd-X-F 及 / 或 NdF_xO_y 化合物。在其他具體態樣中，燈泡 122 可以其他透明或半透明基板置換。或者，塗層 128 可塗覆於可為透明或半透明之燈泡 122 的內表面上。

[0070] 圖 13 為根據本發明之另一具體態樣之基於 LED 之照明裝置 130。如圖 13 所示，基於 LED 之照明裝置為吊燈 (ceiling lamp) 130 (LED 晶片未顯示)。吊燈 130 包含半球形基板 132 及含 Nd-F、Nd-X-F 及 / 或 NdF_xO_y 化合物之塗層 138；塗層 138 係在半球形基板 132 之內表面上。或者，可將塗層 138 塗覆於可為透明或半透明之半球形基板 132 之外表面上。

[0071] 圖 14 為根據本發明另一具體態樣之基於 LED 之照明裝置。如圖 14 所示，基於 LED 之照明裝置為透鏡 140，且透鏡 140 包含平面基板 (flat substrate) 142。在此具體態樣中，平面基板 142 在其外表面上包含 Nd-F、Nd-X-F 及 / 或 NdF_xO_y 化合物塗層 (未顯示)。

[0072] 圖 15 為根據本發明再一具體態樣之基於 LED 之照明裝置 150。基於 LED 之照明裝置 150 包含燈泡 (圓頂) 152、至少一個 LED 晶片 155 及反射基板 (reflective substrate) 156。反射基板 156 係用以反射 LED 晶片 155 所產生的可見光。在本文所描述的一具體態樣中，反射基板 156 在其外表面上包含 Nd-F、Nd-X-F 及 / 或 NdF_xO_y 化合物塗層 (未顯示) 以提供所欲之過濾。在圖 15 中，圓頂

(152)可由擴散材料構成，以使來自 LED 的光有某些量會通過，且有某些量會反射回到腔體(此等量係視圓頂材料之擴散性有多高而定)。反射光會是鏡面反射(reflect specularly)或擴散反射(reflect diffusely)，視圓頂 152 之擴散率(diffusivity)而定。此等來自圓頂 152 的擴散及/或鏡面反射將入射到根據本文所述具體態樣之一所塗覆的反射基板 156 上。或者，圓頂 152 可由半反射寬帶材料(semi-reflective broadband material)構成以提供相同的功能性。

[0073] 本文所述包含含 Nd^{3+} 離子及 F-離子之化合物的塗層材料，可具有很少的光學散射(擴散)效果；或者，可對通過其中的光導致相當多的光散射。為增加散射角，塗層可包含有機或無機材料之離散粒子(discrete particle)。或者，有機或無機材料可單獨由 Nd-F、Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y 化合物之離散粒子構成(例如，部分或全部由 Nd-F、Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y 化合物形成)，及/或由 Nd-F、Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y 化合物之離散粒子(例如，部分或全部由 Nd-F、Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y 化合物形成)與由至少一種其他不同材料形成之粒子的混合物構成。

[0074] 在一個具體態樣中，有機或無機材料之適合的粒子大小可為約 1nm 至約 10 微米。對於顯示於圖 12 之 LED 燈 120，為了使散射角最大化以致 LED 燈 120 可達成全向性照明(omni-directional lighting)，可選擇遠小於 300nm 的粒子大小來使得瑞利散射(Rayleigh scattering)

效率最大化。

[0075] 雖然不欲被限制，Nd-F、Nd-X-F 及 / 或 NdF_xO_y 化合物塗層可藉由，例如，噴塗、輥塗(roller coating)、彎月面塗覆(meniscus coating)或浸塗、衝印(stamping)、篩網(screening)、散布(dispensing)、輥壓(rolling)、刷塗(brushing)、黏合(bonding)、靜電塗裝(electrostatic coating)或任何其他可提供均勻厚度之塗層的方法施加。下面將描述如何在基板上提供 Nd-F 及 / 或 Nd-X-F 化合物塗層的三個非限制性例子。

[0076] 在一個具體態樣中，如圖 12 所示，塗層 178 可藉由黏合法(bonding method)塗覆於燈泡 122 上。LED 燈 120 可在介於燈泡 122 和塗層 128 之間包含黏合層(未顯示)，且該黏合層可包含有機黏著劑或無機黏著劑。有機黏著劑可包括環氧樹脂、有機聚矽氧黏著劑及丙烯酸樹脂等。無機黏著劑可包括矽酸鹽無機黏著劑、硫酸鹽黏著劑、磷酸鹽黏著劑、氧化物黏著劑、硼酸鹽黏著劑等。

[0077] 在另一具體態樣中，如圖 12 所示，塗層 128 可藉由噴塗法塗覆於燈泡 122 之外表面上。首先，形成含有，例如，Nd-F、Nd-X-F 及 / 或 NdF_xO_y 化合物、二氧化矽(silicone dioxide)、分散劑(例如 DISPEX A40)、水及隨意地(optionally) TiO_2 或 Al_2O_3 之液體混合物。接著，將所形成的液體混合物噴於燈泡 122 上。最後，將燈泡 122 固化以得到經塗覆之 LED 燈 120。

[0078] 在一個具體態樣中，如圖 12 所示，塗層 128

可藉由靜電塗裝法塗覆於燈泡 122 之外表面上。首先，製造由，例如，Nd-F、Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y 化合物、 SiO_2 及 Al_2O_3 構成之帶電荷粉末。接著，將該粉末塗覆於帶相反電荷之燈泡 122 上。

[0079] 在本發明其他具體態樣中，噴塗法及靜電塗裝法二者皆可使用無有機溶劑或有機化合物的材料，其可延長 LED 照明裝置之使用壽命並且避免典型地由磺酸化作用(sulfonation)引起的變色(discoloration)。

[0080] 在另一具體態樣中， NdF_3 或另一 Nd^{3+} 離子源(例如，使用 Nd-F、Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y 化合物)於塗層中之重量百分比可在介於 1%至約 20%之間。在一個特定具體態樣中， NdF_3 或另一 Nd^{3+} 離子源於塗層中之重量百分比可在約 1%至約 10%之範圍。在其他具體態樣中，為了促進光的折射以達到白色反射外觀，該塗層可進一步包含相對於 Nd-F、Nd-X-F 及/或 NdF_xO_y 化合物而言具有更高折射率之添加劑。該添加劑可選自金屬氧化物及非金屬氧化物，例如 TiO_2 、 SiO_2 及 Al_2O_3 。

[0081] 除非另有定義，本文中所用的技術及科學術語具有如同本揭示內容所屬技術領域中具有通常技術人士一般所了解的意義。如本文中所用之術語“第一”、“第二”等等不表示任何順序、數量、或重要性，而是用於區別一個元件與另一個。並且，術語“一(a)”及“一(an)”不表示數量的限制，而是表示存在至少一個所提到的項目。本文中“包括”、“包含”或“具有”及其變化型之使用意指包含其後

所列舉的項目及其等效物，以及附加的項目。術語“連接”及“耦合”並不限於物理或機械性連接或耦合，且可包括電性及光學性連接或耦合，不管是直接或間接。

[0082] 此外，熟習此項技術人士將理解來自不同具體態樣之各種特徵的可互換性。所描述的各種特徵，以及各特徵之其他已知等效物，可由本領域中具有通常技術者混合及配合，以根據本揭示內容之原則建構另外的系統及技術。

[0083] 於描述所主張之裝置的替代性具體態樣時，為了清楚起見採用了特定術語。然而，本發明不意欲受限於所選擇之特定術語。因此，應理解的是，各特定元件包括所有以類似方式操作以達到類似功能之技術等效物。

[0084] 應理解的是，前面的描述意在說明，而非限制由所附申請專利範圍之範圍所界定的本發明之範圍。其他具體態樣係在下述申請專利範圍之範圍內。

[0085] 應注意的是，本文中所描述及主張的各種非限制性具體態樣均可為了特定應用而分開、組合或選擇性組合使用。

[0086] 再者，以上非限制性具體態樣的某些不同的特徵可在不相應使用其他所描述的特徵下使用來獲得益處。因此前文描述應僅被認為是本發明之原則、教示及例示性具體態樣的說明，而非其限制。

【符號說明】

[0087]

10：照明裝置

12：外罩/外殼

14：連接器

16：機座/基座

20、22、30、32：曲線

40、42、50、52：曲線

60：固相反應處理/方法

62：步驟

64：步驟

66：步驟

68：步驟

70：濕化學處理/方法

72：步驟

74：步驟

76：步驟

78：步驟

80、82、84、86：曲線

90、92、94：曲線

100、102、104、106：曲線

108：紅色位移

101、103、105：曲線

107：位移

110A、110B、110C、110D：基於 LED 之照明裝置

112：圓頂/殼層

114A：聚合物複合層/化合物層/封裝劑材料層/封裝劑層/
封裝劑化合物層

115：LED 晶片

116：印刷電路板 (PCB)

114B：螢光體層

118B：封裝劑層

118C：複合層/塗層

114D：螢光體塗層/塗層

118D：複合層/塗層

120：LED 燈

122：燈泡

124：連接器

126：基座

128：塗層

130：基於 LED 之照明裝置/吊燈

132：半球形基板

138：塗層

140：透鏡

142：平面基板

150：基於 LED 之照明裝置

152：燈泡/圓頂

155：LED 晶片

156：反射基板

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】

一種 LED 裝置，其包含：

至少一個發光二極體(LED)模組，用以產生可見光；
以及

至少一個組件，其包含具有對應的釹(Nd)、氟(F)及氧(O)濃度之 NdF_xO_y 化合物，其中， x 和 y 的值決定 F 和 O 的比例且係在製造該 NdF_xO_y 化合物期間經調整以提供該裝置所欲之輸出光參數，包括至少一所欲之輸出光譜，係藉由使用該 NdF_xO_y 化合物過濾所產生之可見光來實現。

【第 2 項】

如申請專利範圍第 1 項之 LED 裝置，其中，提供所欲之輸出光參數進一步包含增進下列一或多者：相關色溫(color correlated temperature)(CCT)、色飽和度指數(color saturation index)(CSI)、演色性指數(color rendering index)(CRI)、演色性值(color rendering value)R9、及所產生之可見光的顯示性(revealness)。

【第 3 項】

如申請專利範圍第 1 項之 LED 裝置，其中，該 NdF_xO_y 化合物包含在介於約 560nm 和 600nm 之間的波長範圍中的所欲之吸收峰以提供該所欲之輸出光譜。

【第 4 項】

如申請專利範圍第 3 項之 LED 裝置，其中，於該所欲之吸收峰，所欲折射率係約 1.6 至約 1.8。

【第 5 項】

如申請專利範圍第 1 項之 LED 裝置，其中， x 的值係介於 0.3 和 0.5 之間。

【第 6 項】

如申請專利範圍第 1 項之 LED 裝置，其中， y 的值係介於 1.25 和 1.33 之間。

【第 7 項】

如申請專利範圍第 1 項之 LED 裝置，其中，該 NdF_xO_y 化合物為單晶相化合物。

【第 8 項】

如申請專利範圍第 1 項之 LED 裝置，其中，該 NdF_xO_y 化合物係藉由濕化學處理 (wet chemical processing)，採用使用氟 (F_2) 流動氣體或使用氫氟酸 (HF) 的加氟處理 (fluoridation processing)，而由三氧化二釹 (Nd_2O_3) 製造。

【第 9 項】

如申請專利範圍第 8 項之 LED 裝置，其中， NdF_xO_y 中之 x 和 y 係在該加氟處理期間利用改變包括下列之一或多個參數來控制：氫氟酸 (HF) 濃度、處理溫度、反應時間、及氟氣體 (F_2) 濃度。

【第 10 項】

如申請專利範圍第 1 項之 LED 裝置，其中，該 NdF_xO_y 化合物係藉由乾處理 (dry processing) 利用固相反應法 (solid reaction method) 製造，其包含將三氧化二釹

(Nd_2O_3)與氟化釹(NdF_3)以 Nd_2O_3 和 NdF_3 之預定重量比摻合以形成摻合化合物，接著在惰性氣體之保護氣氛下由該摻合化合物高溫合成該 NdF_xO_y 化合物，其中該 Nd_2O_3 和 NdF_3 之預定重量比係對應於在所製造的 NdF_xO_y 化合物中之 F 和 O 的比例。

【第 11 項】

如申請專利範圍第 10 項之 LED 裝置，其中，該惰性氣體包括氮(N_2)氣或氬(Ar)氣。

【第 12 項】

如申請專利範圍第 10 項之 LED 裝置，其中，該 Nd_2O_3 和 NdF_3 之預定重量比為約 80%至約 20%，而所製造的 NdF_xO_y 化合物具有組成 $\text{NdF}_{0.33}\text{O}_{1.33}$ ，其中 x 為約 0.33 及 y 為約 1.33。

【第 13 項】

如申請專利範圍第 10 項之 LED 裝置，其中，該高溫合成之溫度係大於 800°C 。

【第 14 項】

如申請專利範圍第 1 項之 LED 裝置，其中，該至少一個 LED 模組包含有機 LED。

【第 15 項】

如申請專利範圍第 1 項之 LED 裝置，其中，該至少一個組件係沉積於該至少一個 LED 模組之頂部的封裝層。

【第 16 項】

如申請專利範圍第 15 項之 LED 裝置，其中，該封裝層係低溫玻璃、聚合物、聚合物前驅物、聚碳酸酯、塑性材料、熱塑性或熱固性聚合物或樹脂、聚矽氧、或聚矽氧環氧樹脂。

【第 17 項】

如申請專利範圍第 15 項之 LED 裝置，其中，該至少一個組件進一步包含磷光體(phosphor)。

【第 18 項】

如申請專利範圍第 1 項之 LED 裝置，其中，該至少一個組件係沉積於包含磷光體之另一封裝層上之封裝層，該另一封裝層係沉積於該至少一個 LED 模組之頂部。

【第 19 項】

如申請專利範圍第 1 項之 LED 裝置，其中，該至少一個組件係光學組件，其包含透明、半透明或反射性基板，在該基板之表面上具有塗層，該塗層包含該 NdF_xO_y 化合物。

【第 20 項】

如申請專利範圍第 19 項之 LED 裝置，其中，該化合物在該塗層中之重量百分比係約 1%至約 20%。

【第 21 項】

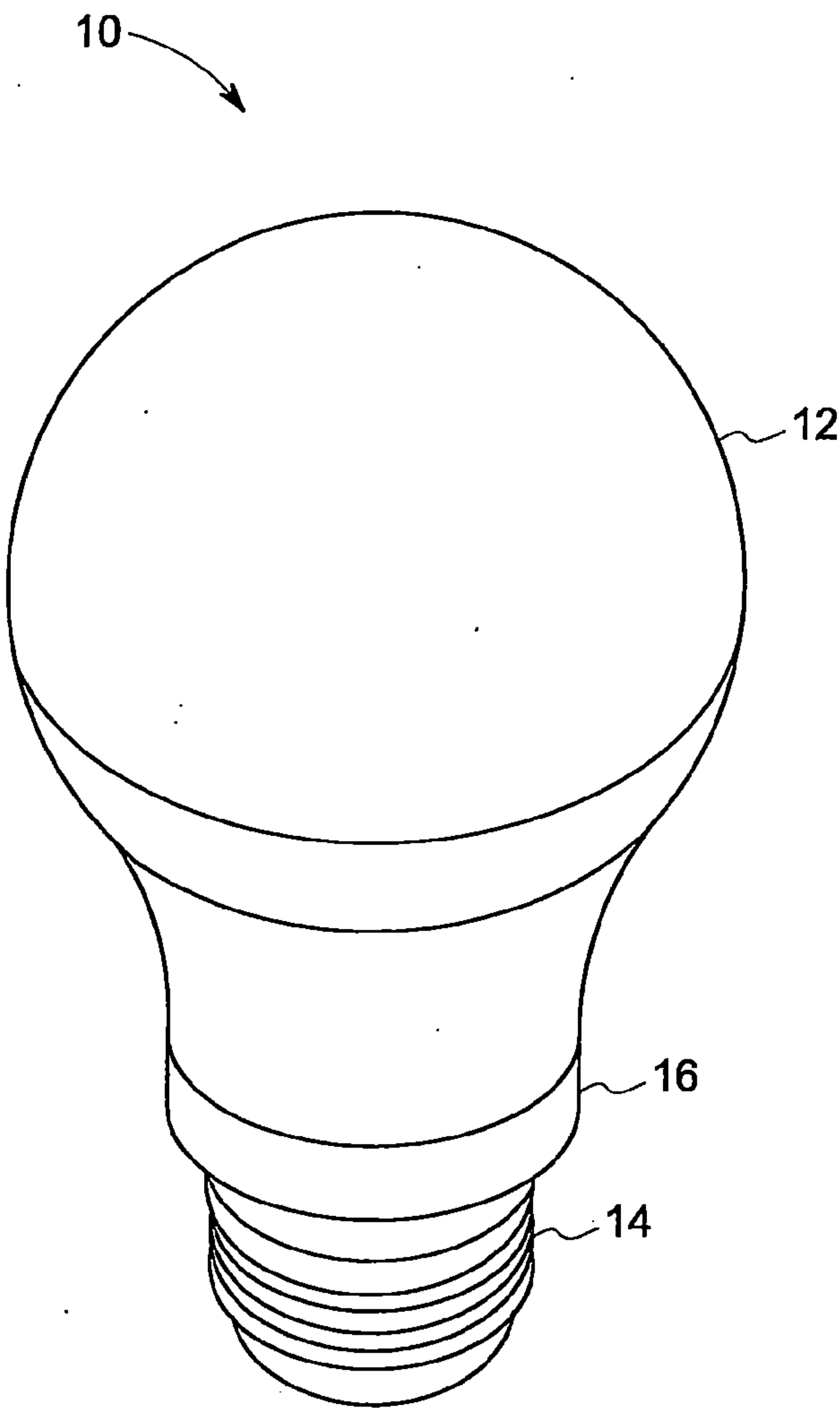
如申請專利範圍第 19 項之 LED 裝置，其中，該塗層之厚度係在約 50nm 至約 1000 微米的範圍內。

【第 22 項】

如申請專利範圍第 19 項之 LED 裝置，其中，該基板

係選自由下列所組成之群組的擴散體(diffuser)：燈泡、透鏡、及包圍該至少一個 LED 模組之圓頂(dome)。

【發明圖式】



(先前技術)

圖 1

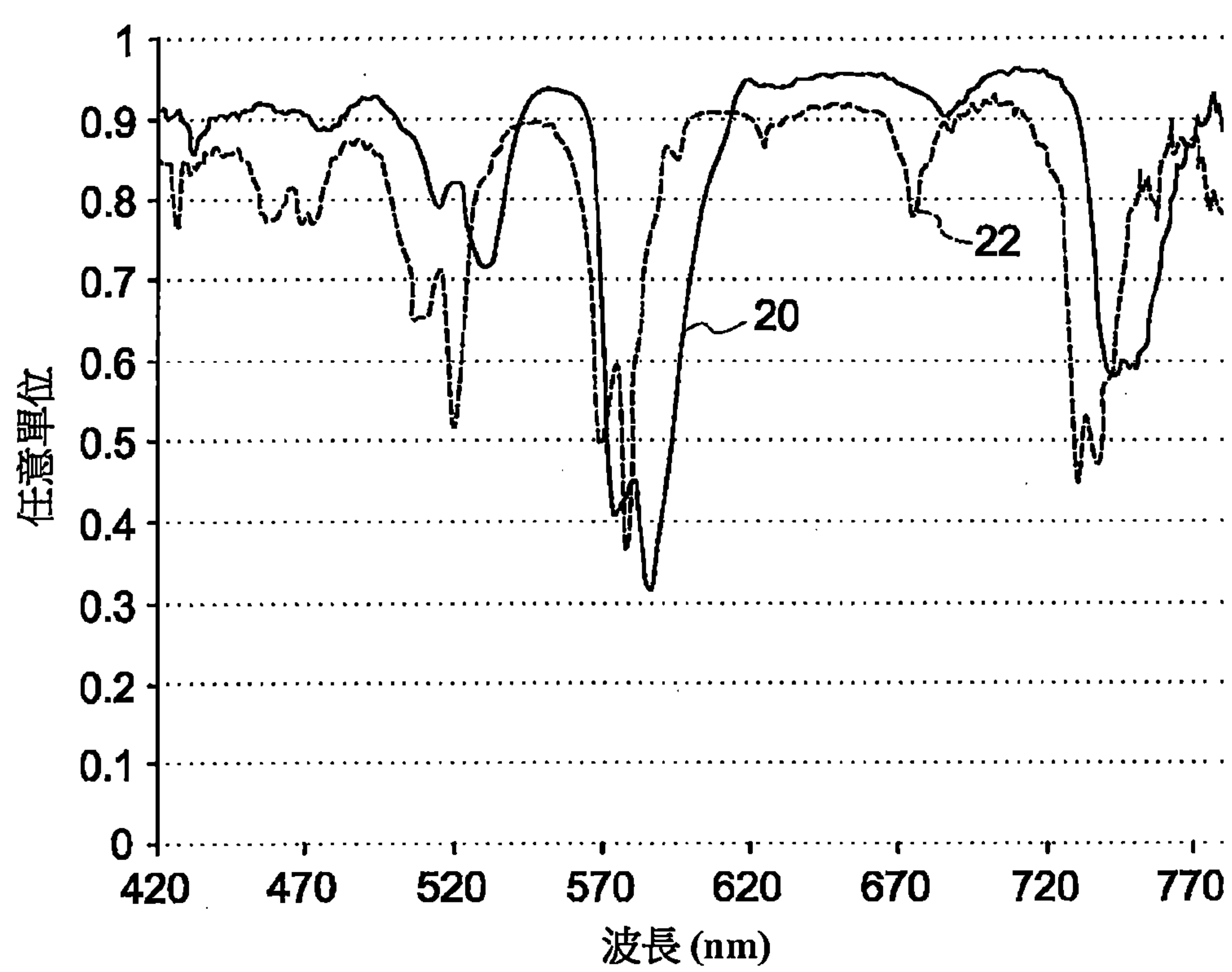


圖 2

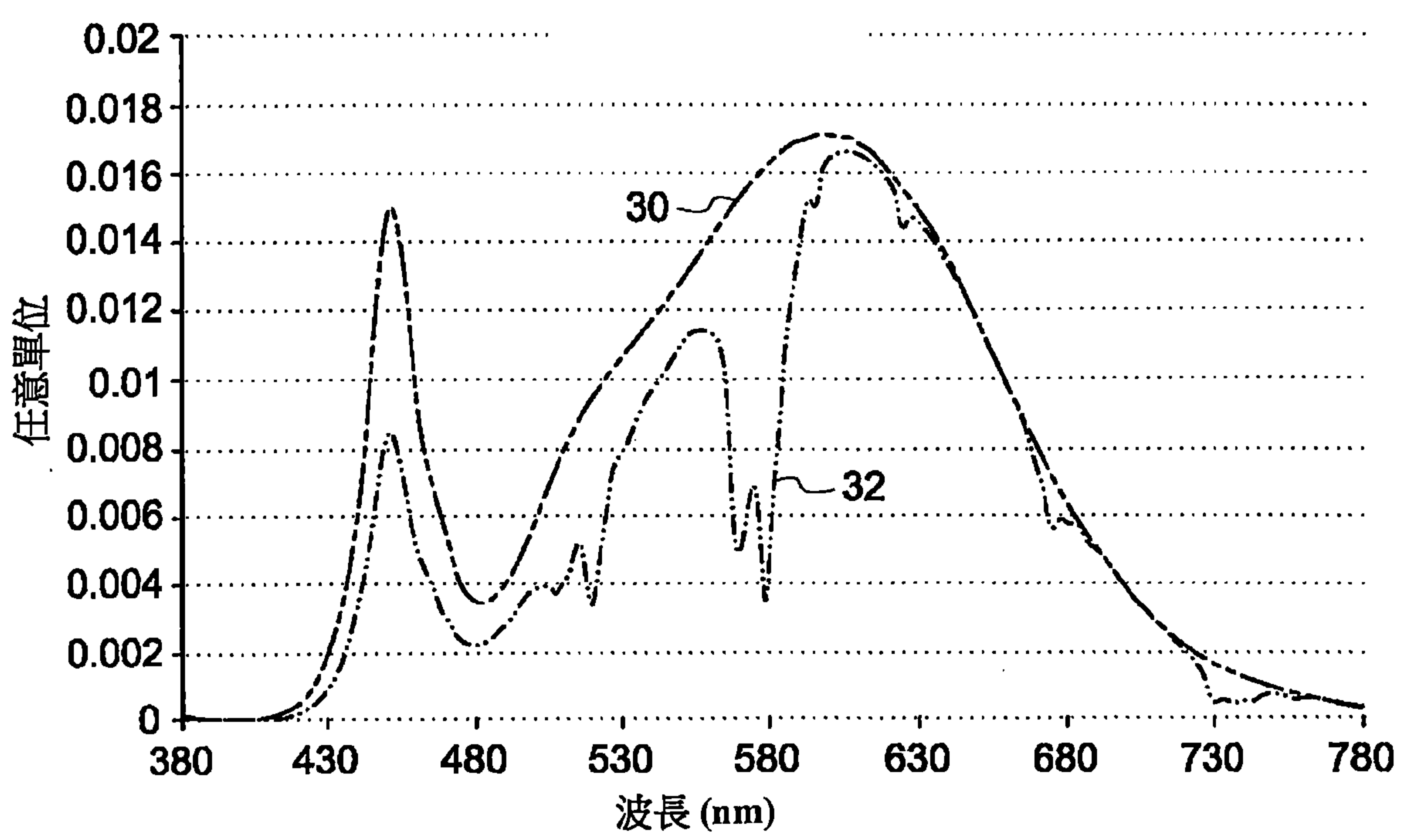


圖 3

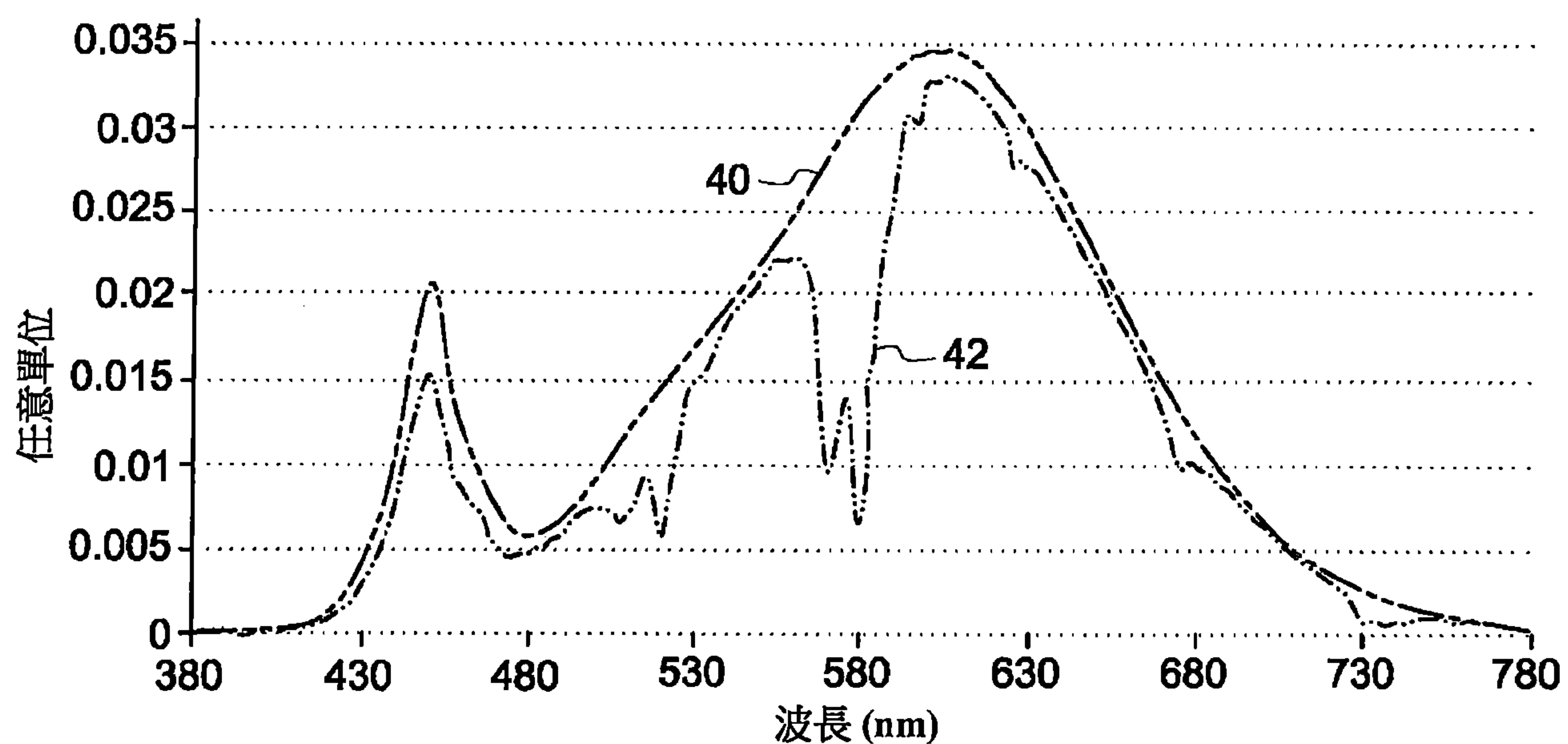


圖 4

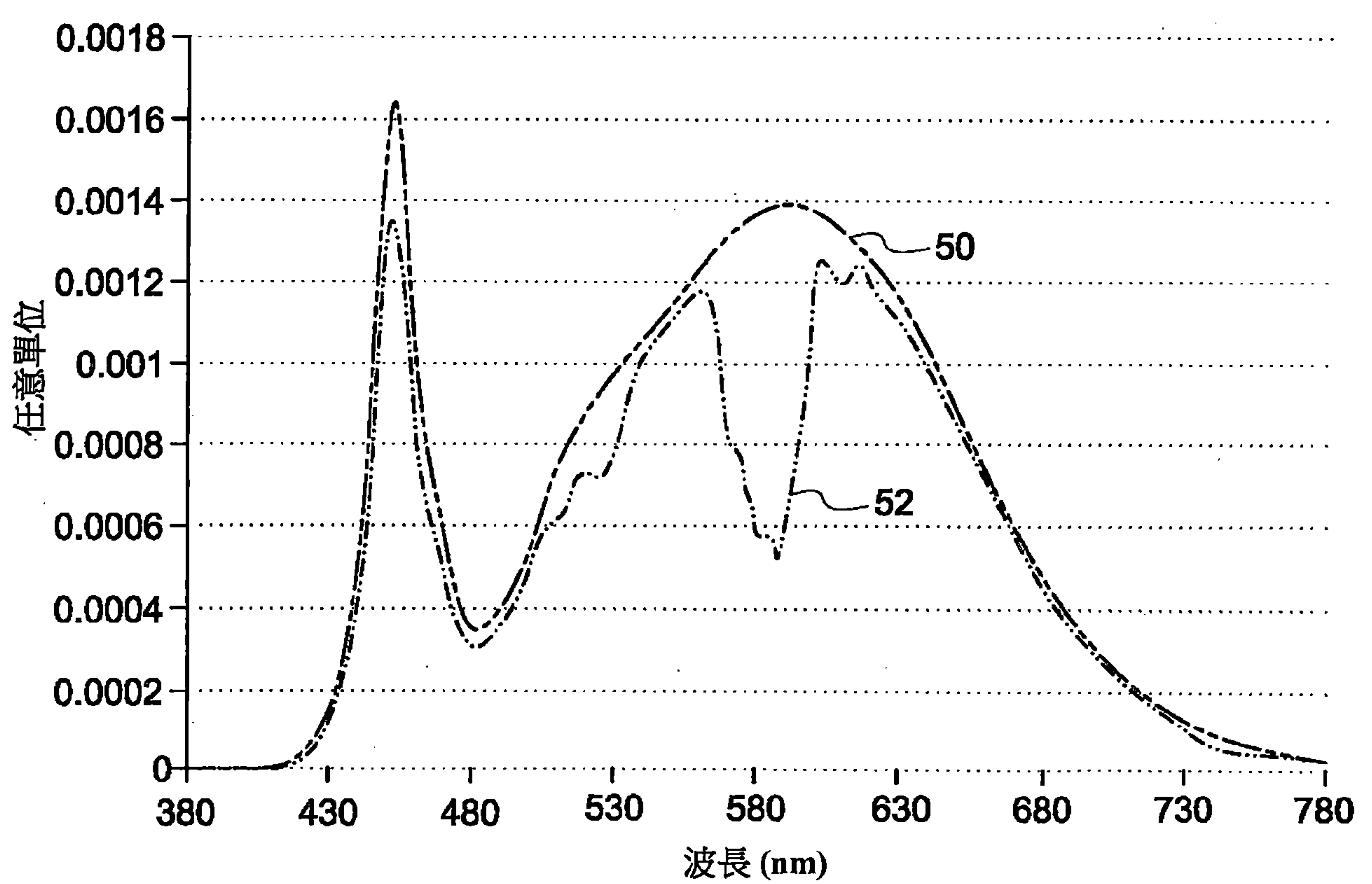


圖 5

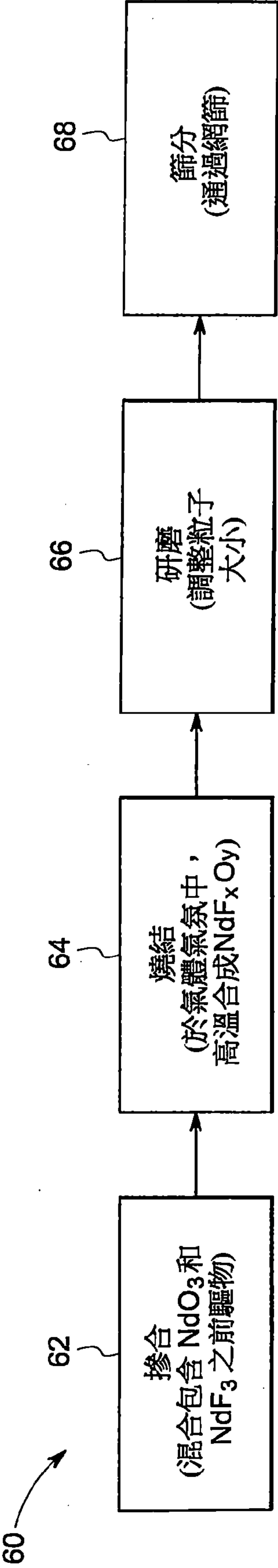


圖 6

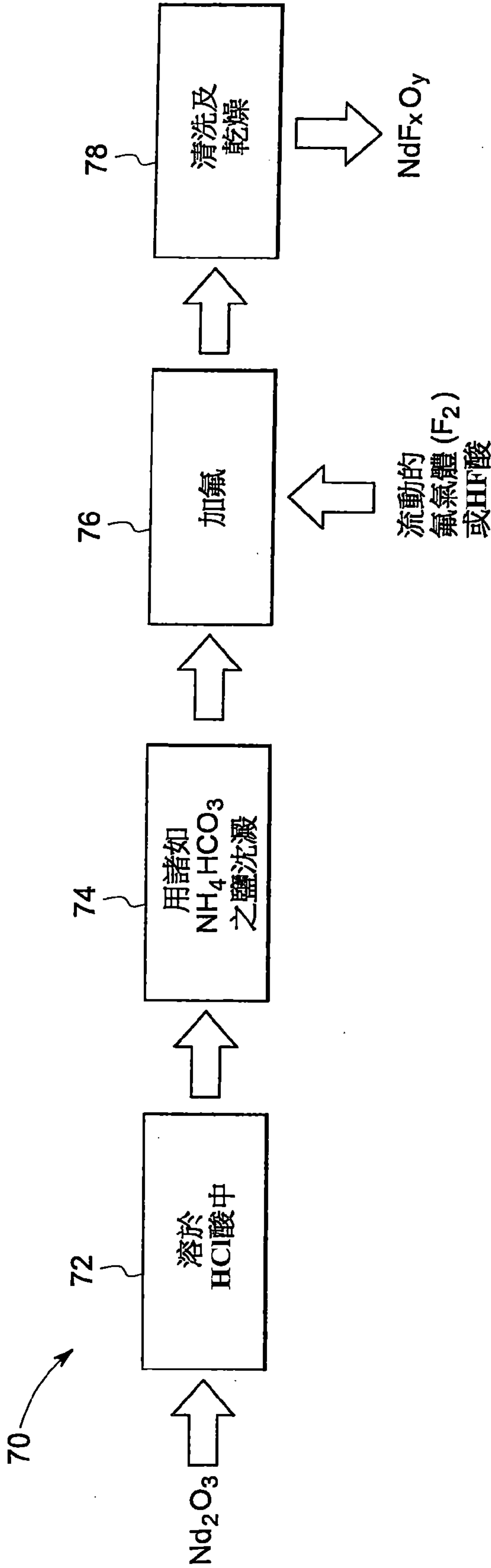


圖 7

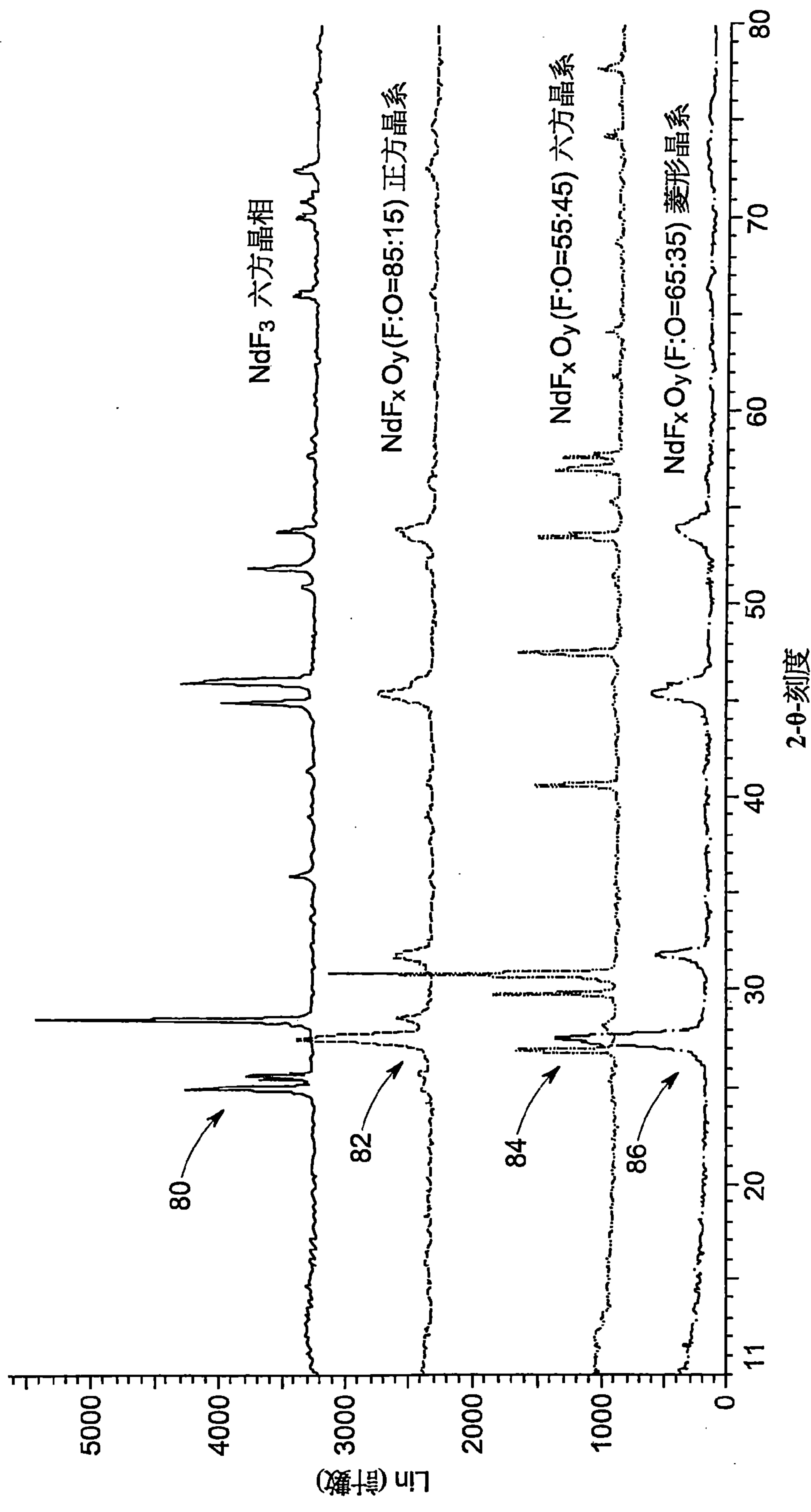


圖 8

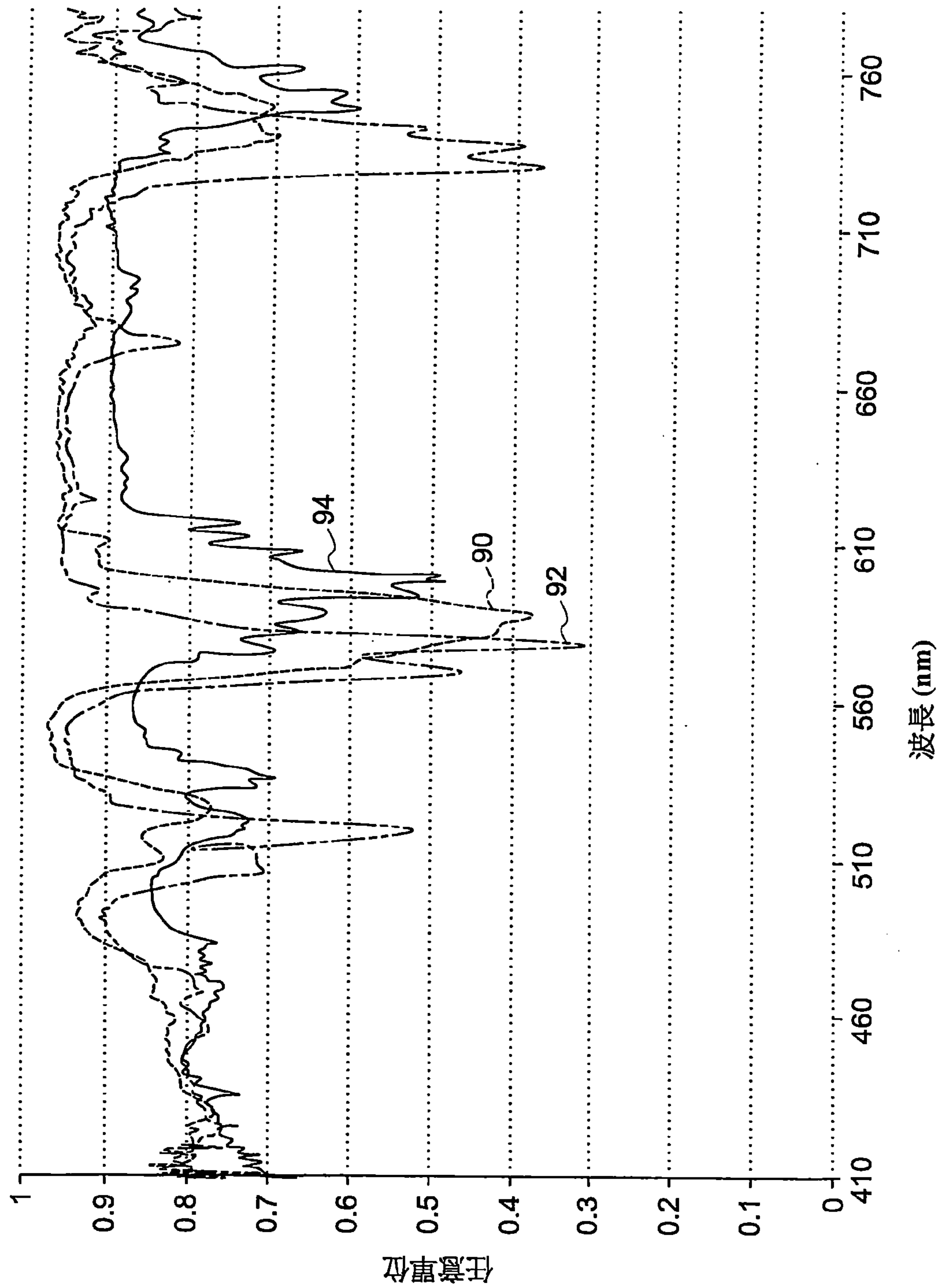


圖 9

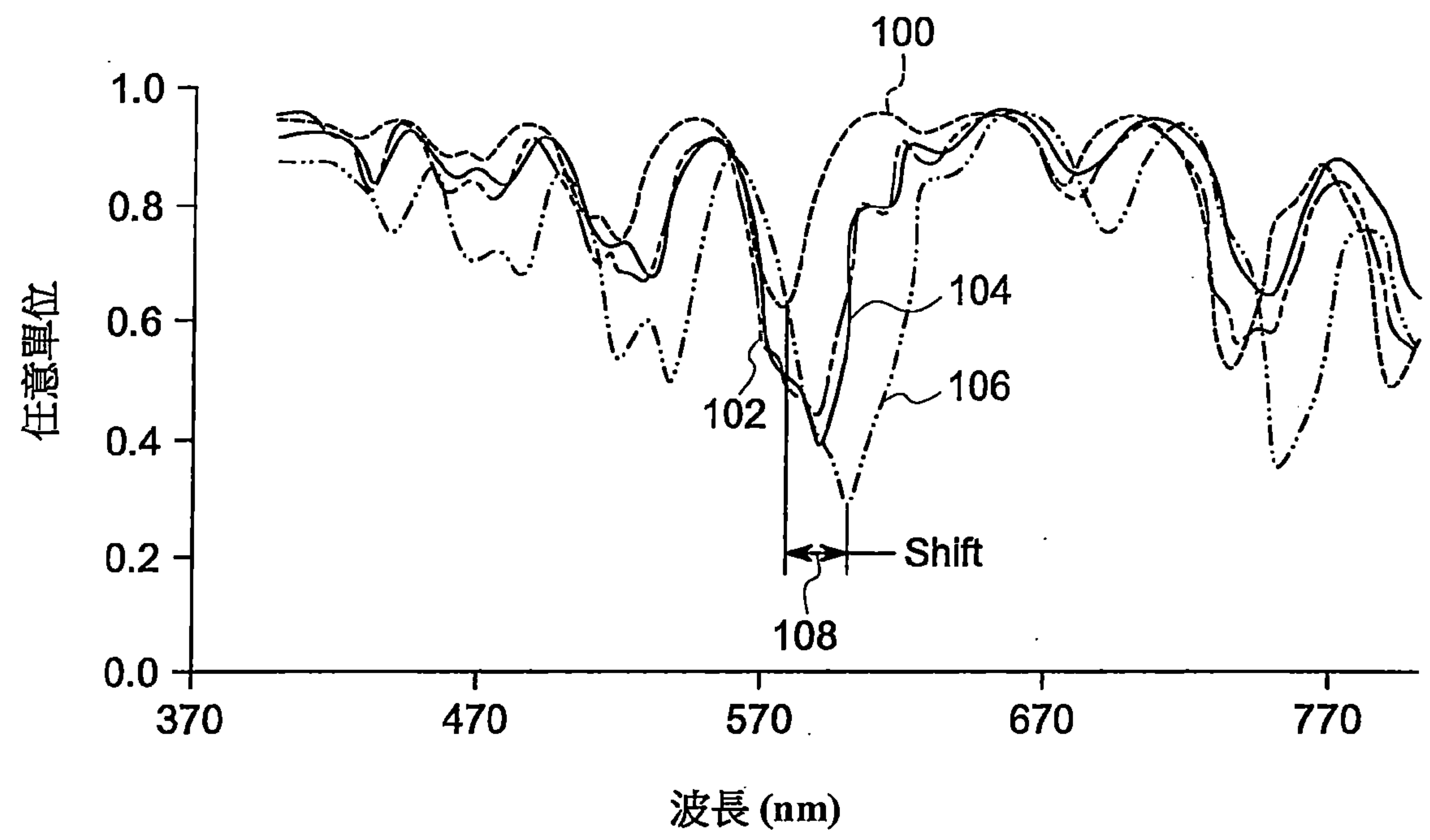


圖 10A

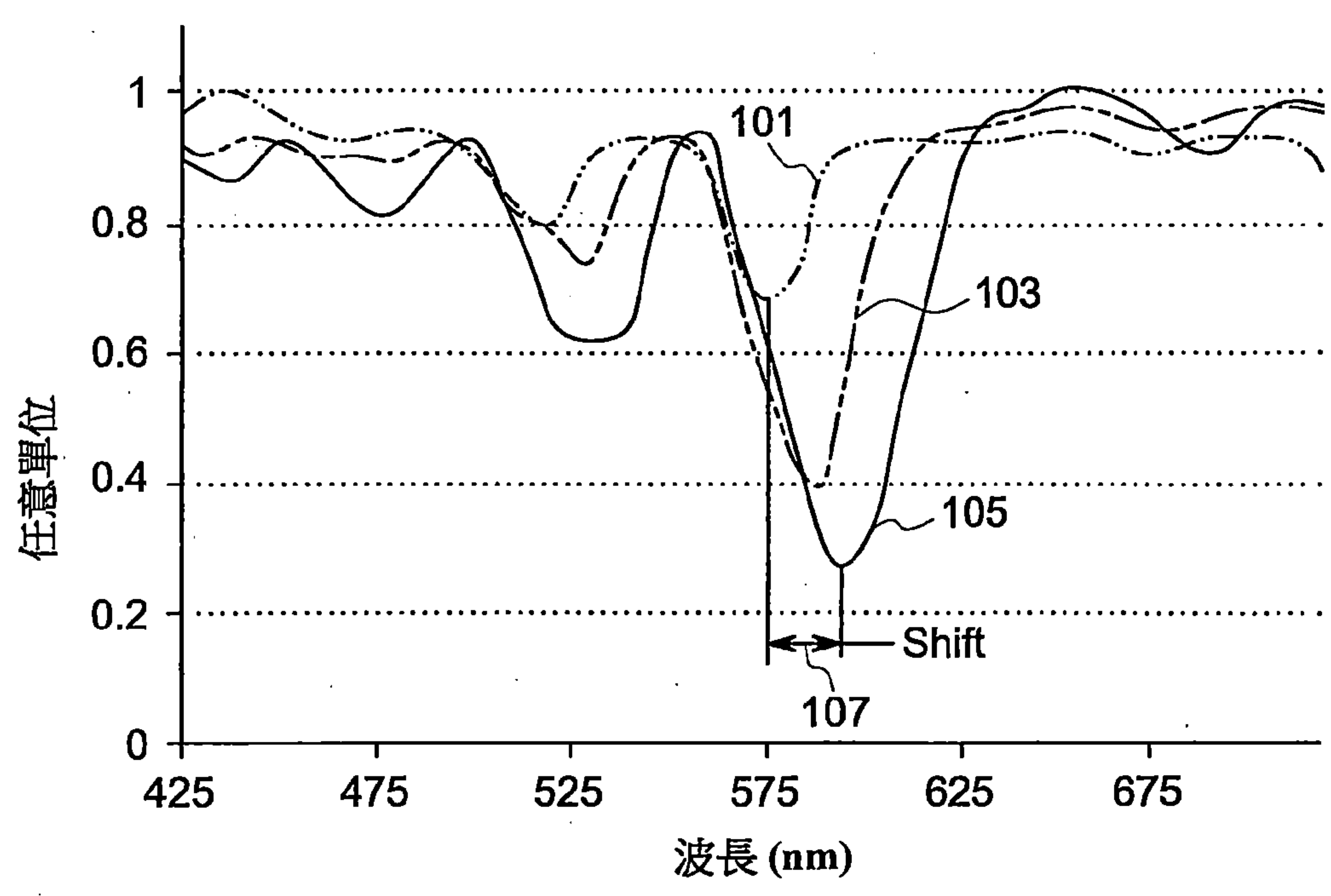


圖 10B

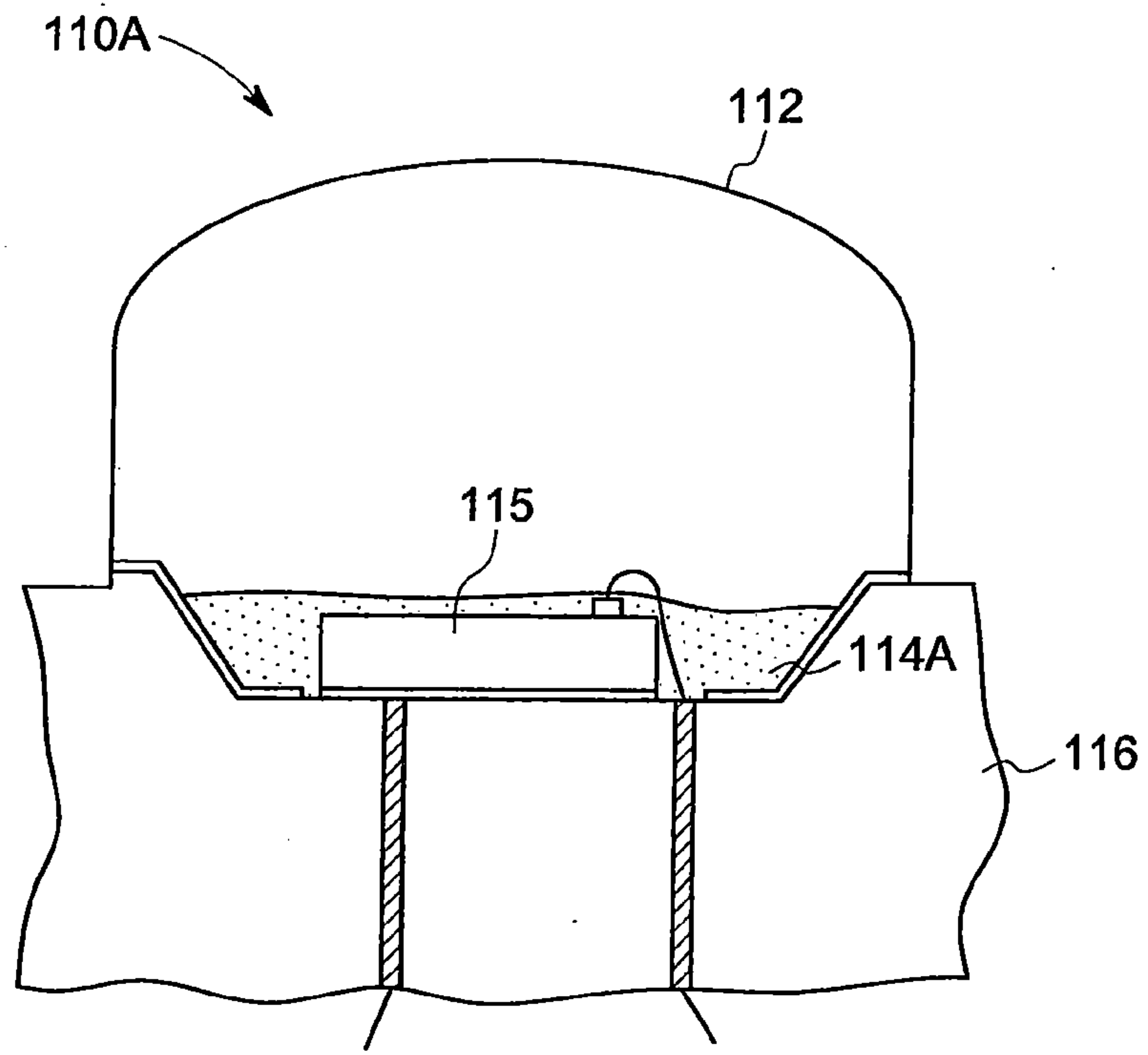


圖 11A

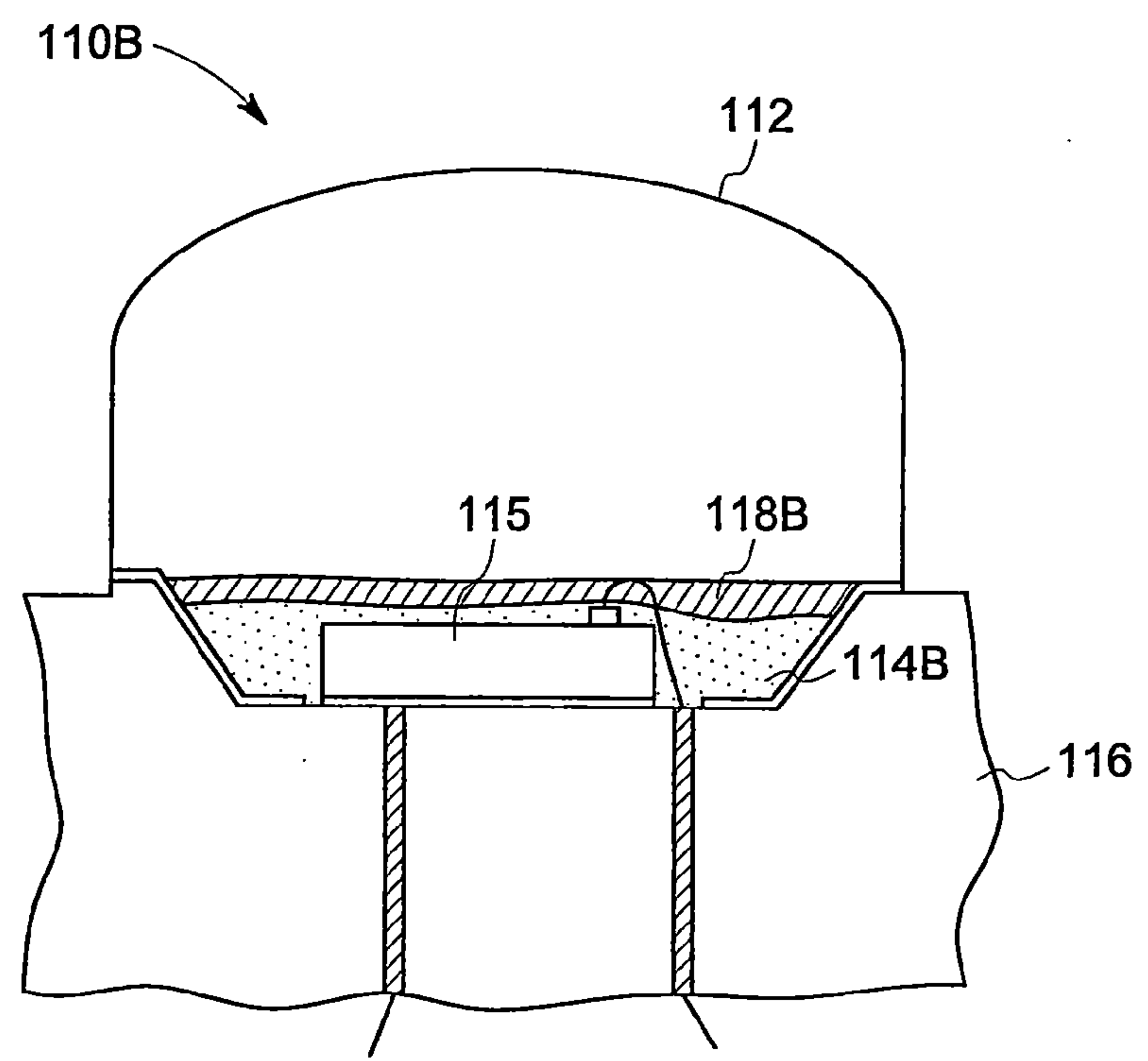


圖 11B

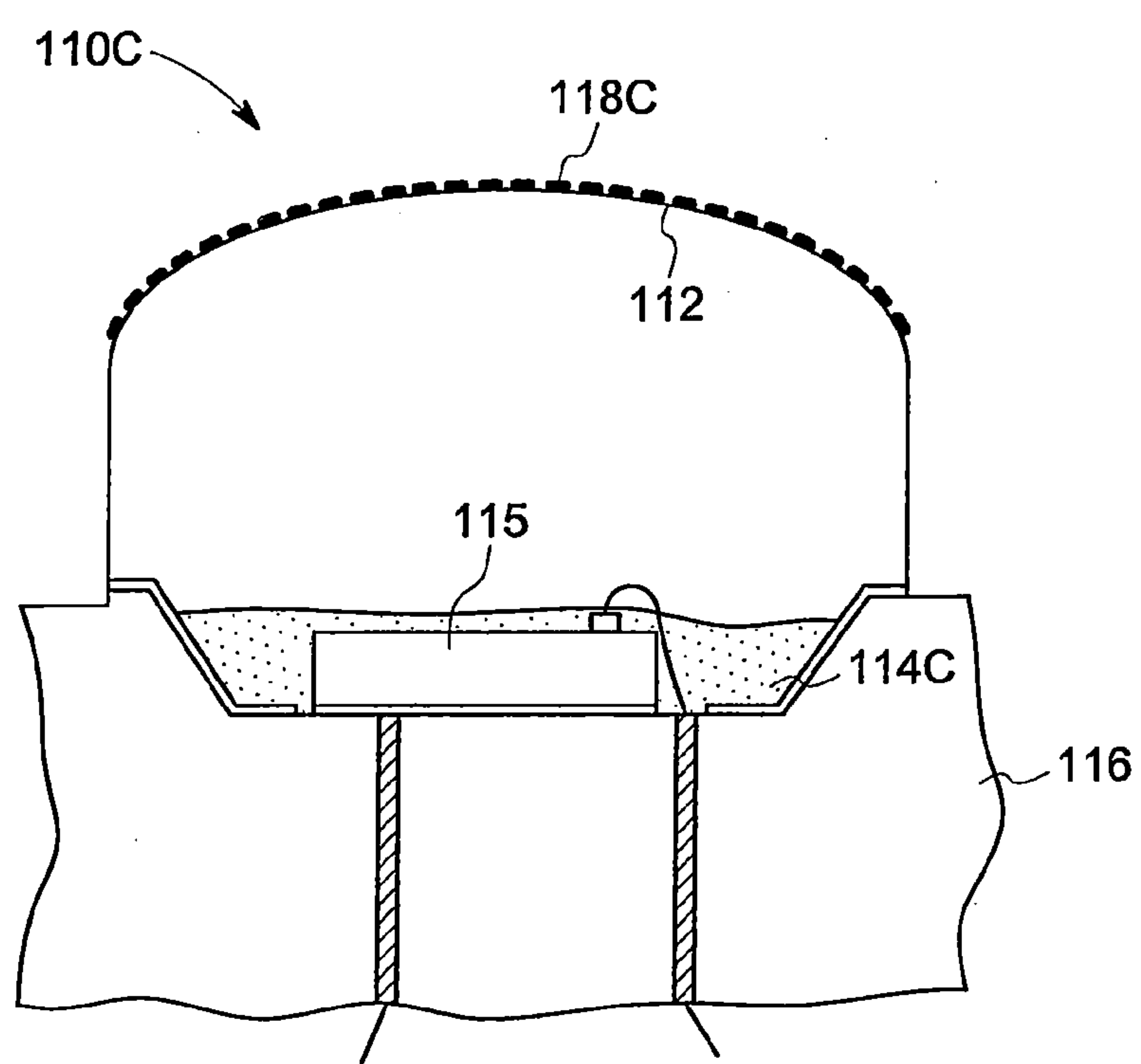


圖 11C

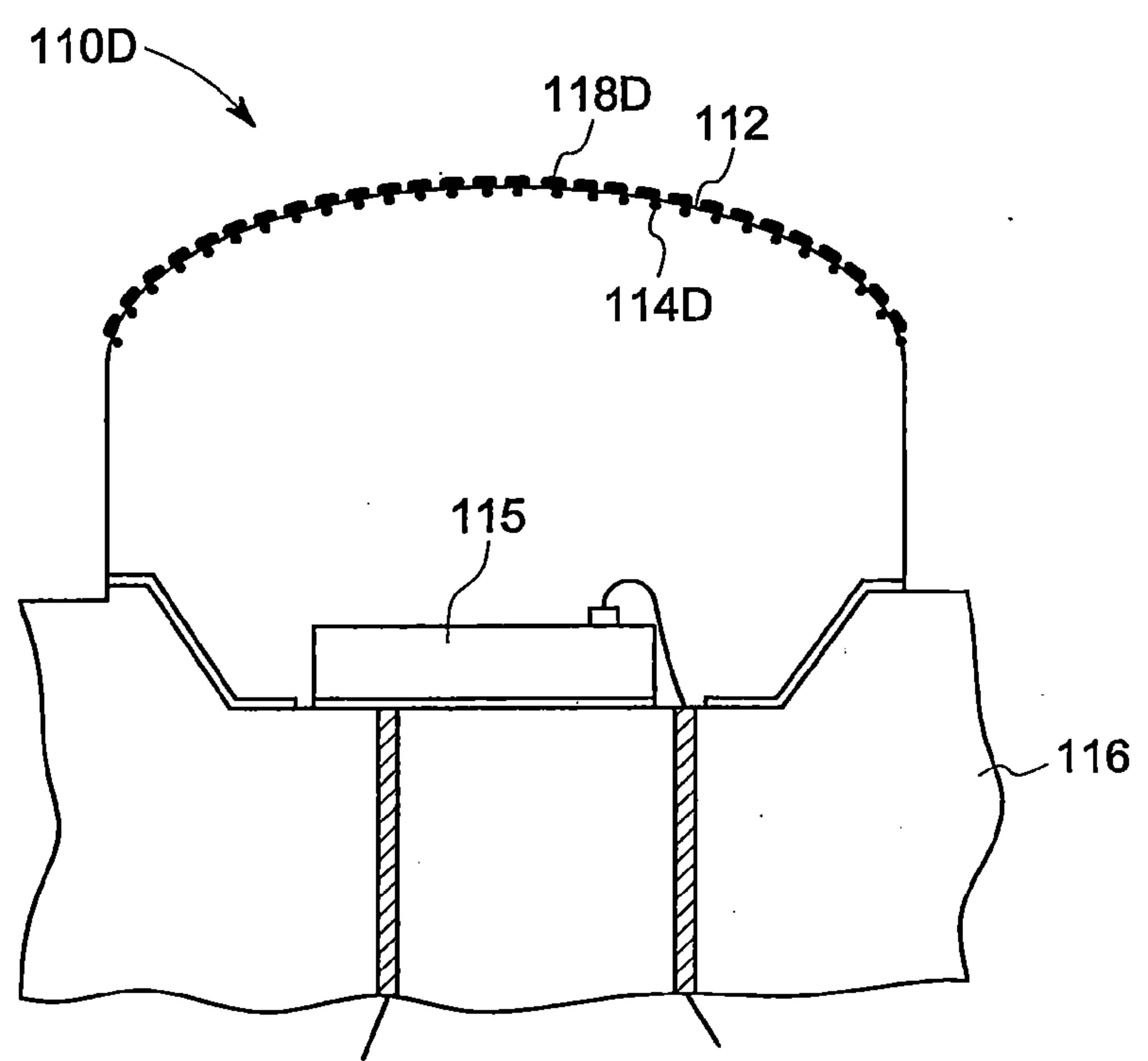


圖 11D

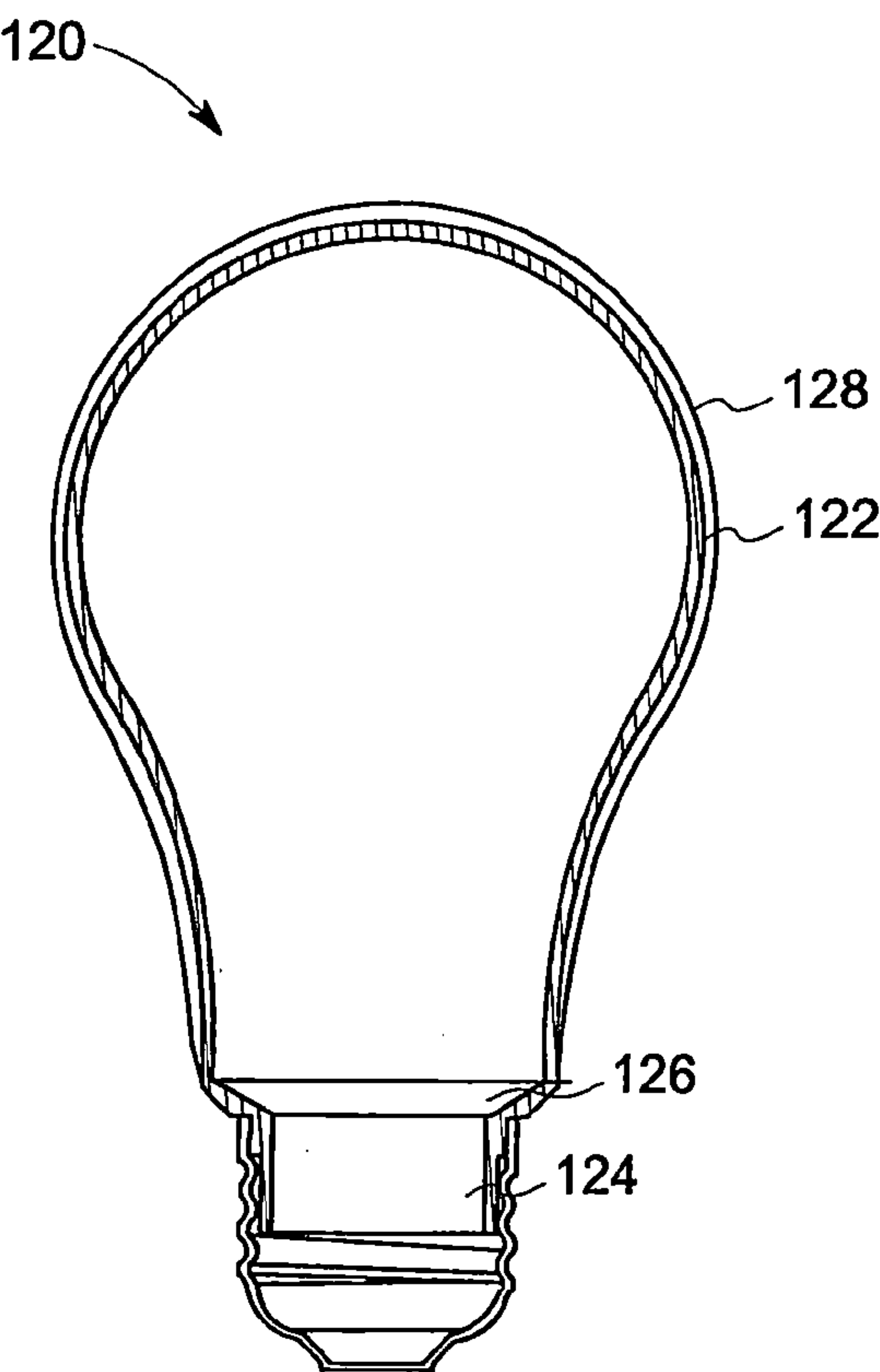


圖 12

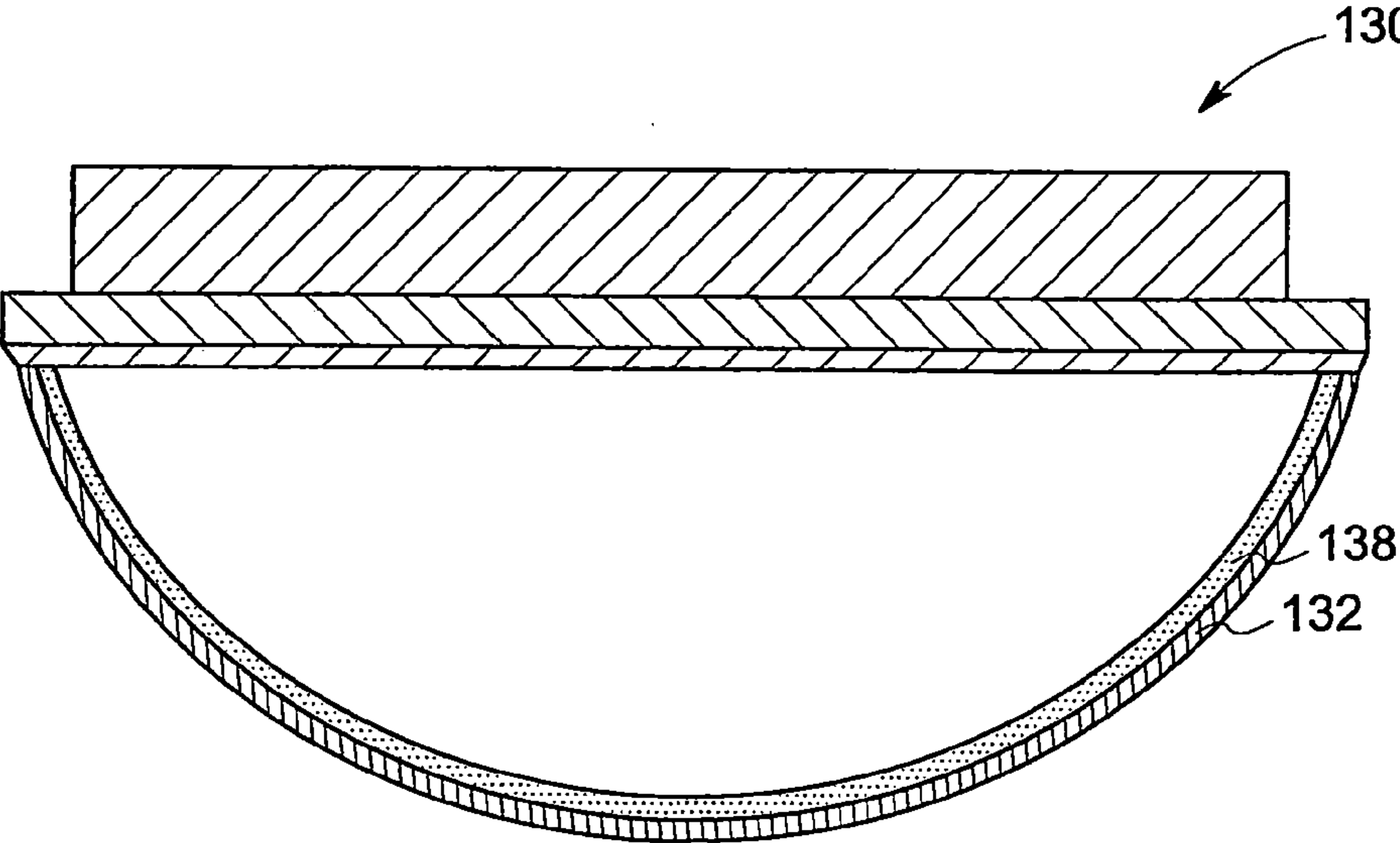


圖 13

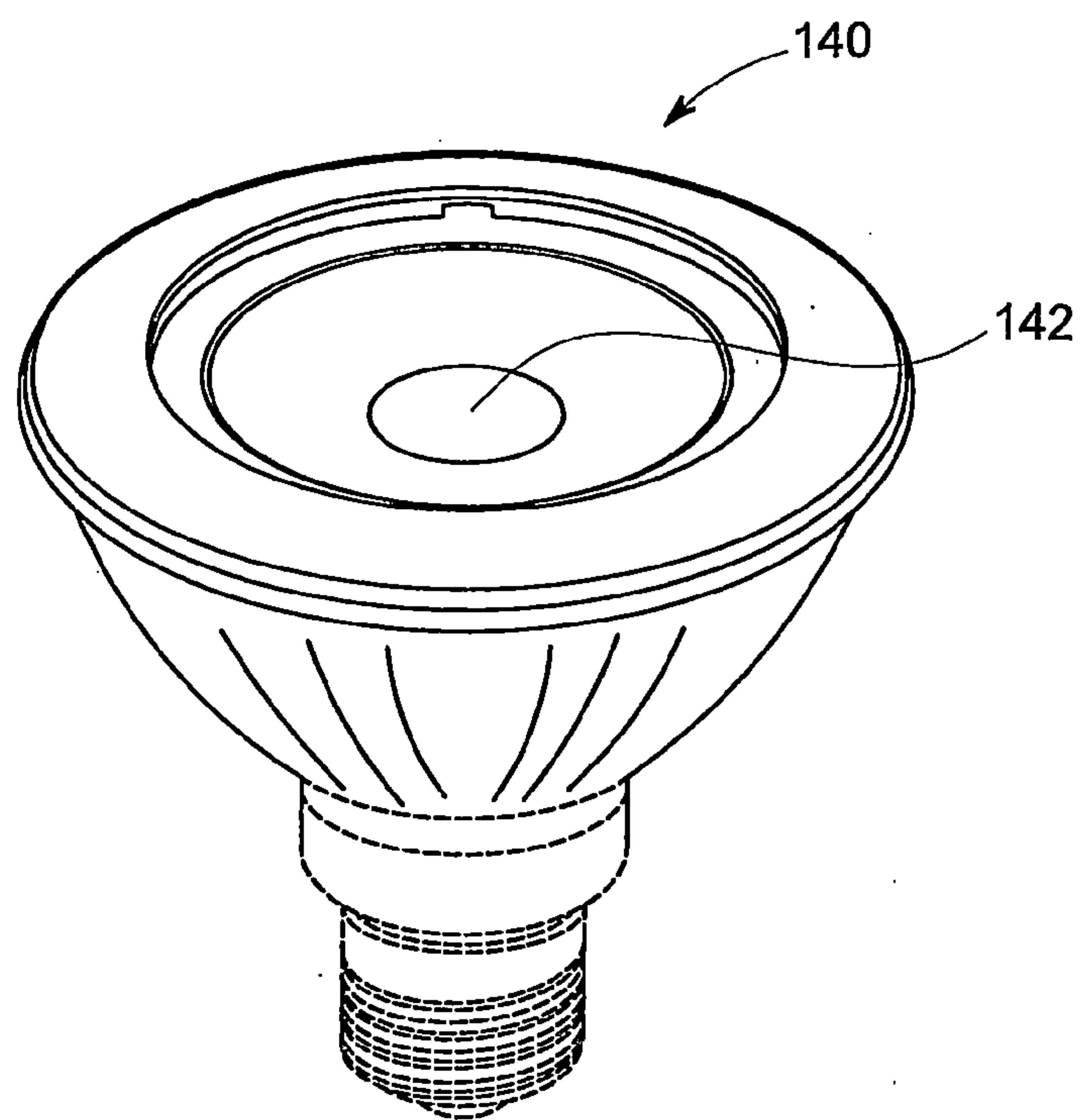


圖 14

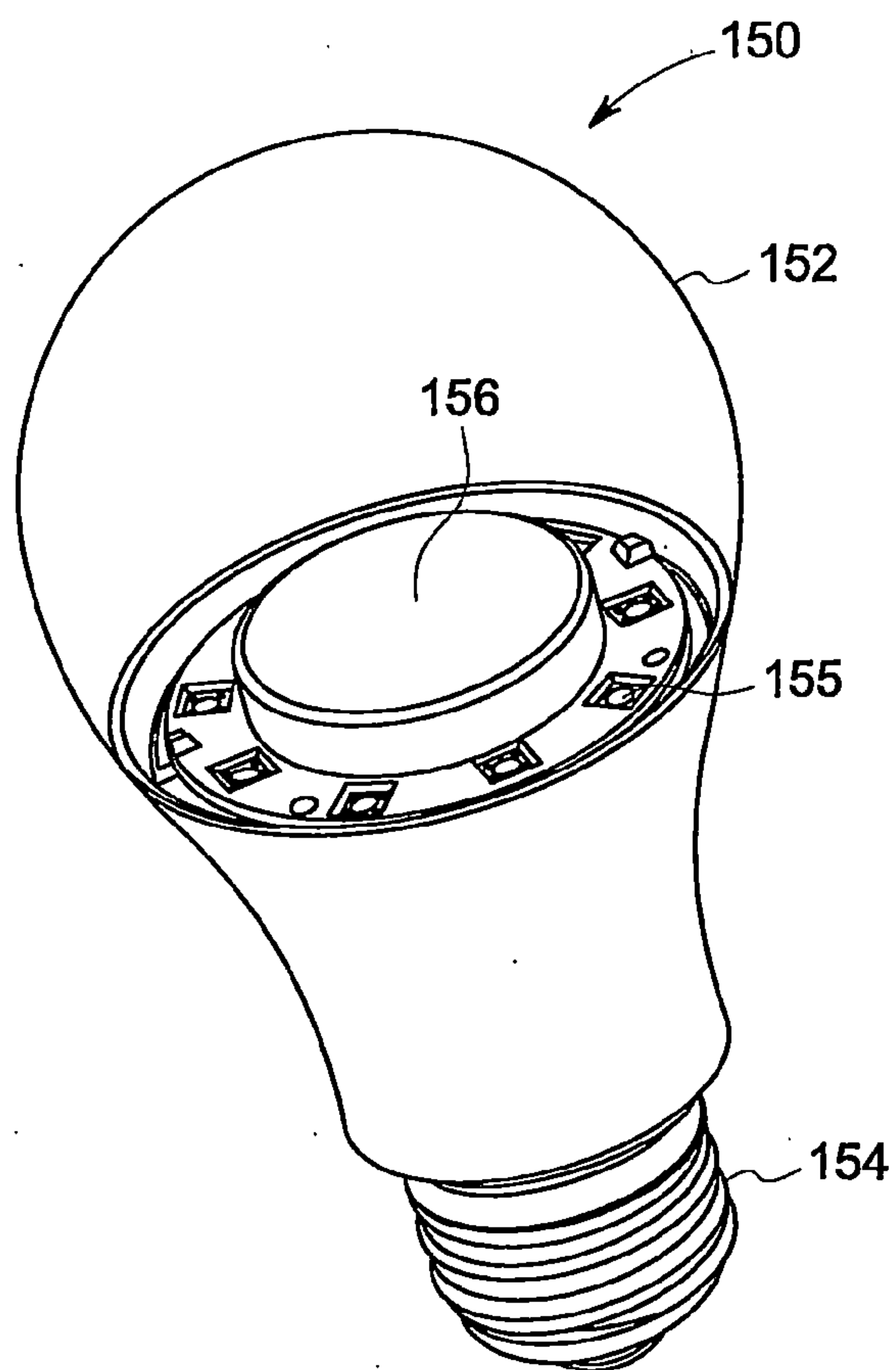


圖 15