

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：P6115578

G02B 27/09 (2006.01)

※申請日期：P6.5.2

※IPC 分類：H01L 33/00

(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

製造發光二極體提取器陣列之方法

METHODS OF MAKING LED EXTRACTOR ARRAYS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商3M新設資產公司

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY

代表人：(中文/英文)

羅伯特 W 史普拉格

SPRAGUE, ROBERT W.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國明尼蘇答州聖保羅市3M中心

3M CENTER, SAINT PAUL, MINNESOTA 55133-3427, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 5 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 愛咪 蘇珊 巴尼斯

BARNES, AMY SUZANNE

2. 安德魯 約翰 奧德奇爾克

OUDERKIRK, ANDREW JOHN

3. 安納多利 薩那維奇 羅森佛蘭茲

ROSENFLANZ, ANATOLY ZHANOVICH

4. 捷坤林 C 羅福

ROLF, JACQUELINE C.

5. 凱薩林 安 麗瑟戴爾

LEATHERDALE, CATHERINE ANNE

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.

2. 美國 U.S.A.

3. 美國 U.S.A.

4. 德國 GERMANY

5. 加拿大 CANADA

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2006年05月03日；11/381,512

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明一般係關於發光二極體(LED)，而特定言之係關於用於提取在一發光二極體晶粒內產生的光之光學組件或元件。

【先前技術】

發光二極體之所以係所需要選擇的光源，部分原因在於其具有相對較小的尺寸、低功率/電流要求、快速回應時間、較長的使用壽命、強固的封裝、各種可用輸出波長且與現代電路構造之相容性。此等特徵可有助於解釋其在過去數十年來在多樣不同的終端用途應用中廣泛使用之原因。在效率、亮度及輸出波長領域不斷對發光二極體進行改良，從而進一步擴大可能的終端用途應用之範疇。

發光二極體一般係以一封裝形式銷售，其封裝形式包括安裝於一金屬集管上之一發光二極體晶粒或晶片。該集管可以具有一反射杯(其中安裝該發光二極體晶粒)與連接至該發光二極體晶粒之電性引線。某些封裝還包括一囊封該發光二極體晶粒之一模製的透明樹脂。該囊封樹脂可具有一標稱為半球形的前部表面用於部分校準從該晶粒發射的光或一標稱為平坦的表面。對於囊封主體，已建議採用除樹脂以外的其他材料，在此稱為囊封劑。例如，美國專利案第3,596,136號(Fischer)說明具有由特定玻璃製成的圓頂之發光二極體，該等玻璃包含占重量19至41%的砷、10至25%的溴及28至50%的硫磺或65至70%的硒。Fischer報告

顏色為黃色而折射率約為2.4之至少一玻璃、顏色為紅色而折射率介於2.5與2.7之間之另一玻璃以及顏色為黑色而折射率約為2.9之又另一玻璃。

吾等還習知，使用一單獨製造的光學元件並接著令其與一發光二極體晶粒之一表面接觸或緊密鄰接以耦合或從該發光二極體"提取"光而減少捕獲於該晶粒內的光數量。此一元件在本文中稱為一提取器。提取器一般具有尺寸及形狀實質上與該發光二極體晶粒之一主要的發射表面匹配之一輸入表面。

發光二極體在組成該發光二極體的晶粒之高折射率半導體材料內產生光。若該晶粒係浸泡於空氣中，則該半導體與空氣之間較大的折射率失配使得傳播於該晶粒內的光之大部分在晶粒/空氣介面處受到全內反射。僅以不超出與該介面相關之一相對較窄的逃逸錐面之角度行進之光才可以折射進入空氣並逃離該晶粒。該逃逸錐面之半角係人所熟知的針對該介面之關鍵角。因此，藉由該晶粒產生的大部分光會浪費，而該發光二極體之可獲得亮度會受損。

囊封劑及提取器皆可用於減少浪費的光數量而提高亮度。其此舉係藉由在該發光二極體晶粒之表面提供一折射率(n)比空氣更接近該晶粒折射率之光透射材料，從而減小該介面處的折射率失配而增加該逃逸錐面之跨度。 n 越接近該晶粒之折射率，則該晶粒內浪費的光越少，而該發光二極體之光照亮度越大。

從一實務觀點來看，傳統的囊封劑在此方面僅在一有限

程度上取得成功。該囊封劑實質上圍繞該晶粒，而因此以及由於相對於在該晶粒處產生的熱量之較大溫度偏移，選擇該囊封材料之原因不僅在於其折射率特性而且在於利用其熱性及機械物性來避免經歷許多溫度循環而損壞該發光二極體晶粒，以及利用其對在曝露於由該晶粒發射的高通量時抵抗變黃或其他劣化之能力。因此，大多數囊封的發光二極體使用折射率 n 僅約1.4至1.6之專用環氧樹脂。此等值大大超過空氣折射率($n=1$)，但大大低於大多數發光二極體晶粒之折射率($n\approx 2.3$ 或更高)。因此，仍有實質上提高之空間。

提取器目前並不作為囊封劑廣泛用於發光二極體，此可能係由於首先要製造該提取器而接著要將其固持於該發光二極體晶粒之適當位置皆需要額外的製造步驟，以及相關的成本及複雜性。由於所涉及的尺寸較小而發光二極體晶粒一般具有等級為毫米或更小之一特徵尺寸，因而加劇此等問題。

【發明內容】

本申請案揭示更容易而更經濟地製造適用於發光二極體光源的提取器之方法。該等方法包括藉由使用一玻璃模製操作來同時製造複數個(一般係數十或數百個)提取器。該模製操作藉由提供一其中具有複數個腔的模具來產生一提取器陣列，每一腔調適成形成一適合用於耦合至一發光二極體晶粒之提取器；藉由複數個玻璃顆粒來填充該模具；將該等玻璃顆粒加熱超過其玻璃過渡溫度以使得該等顆粒

重新成形為與腔形狀一致；以及形成一在該等腔之間延伸的平臺層。該平臺層將該等提取器保持為彼此處於一固定的空間關係以作後續處置或處理，例如一同時拋光操作或將該提取器陣列附著於一對應的發光二極體陣列。

從以下詳細說明將會明白本發明之此等及其他方面。然而，在任何情況下，以上概述皆不應視為限制所主張之標的，該標的係僅由隨附申請專利範圍來定義，其可在審查期間進行修改。

【實施方式】

以下說明內容說明發光二極體(LED)光源及其組件。在此方面，"發光二極體"或"LED"指一發射不論係可見、紫外線或紅外線之光的二極體。其包括裝入或囊封的非同調半導體裝置(作為"發光二極體"銷售)，而不論其係傳統或超輻射類別，亦不論其係正向發射或側發射類別，後者在顯示應用中常常有利。若發光二極體發射諸如紫外光之類非可見光，以及在其發射可見光之某些情況下，其可以係封裝成包括一有機或無機磷光體(或者其可以照射一遠端置放的磷光體)來將短波長光轉換成更長波長的可見光，且在某些情況下產生一發射白光的裝置。"發光二極體晶粒"係最基本的發光二極體形式之發光二極體，即藉由半導體處理程序來製造之個別組件或晶片的形式。例如，該發光二極體晶粒一般係由一或多個III族元素以及由一或多個V族元素(III至V半導體)之一組合形成。合適的III至V族半導體材料之範例包括氮化物，例如氮化鎵及磷化物，例

如磷化銦鎵。還可以使用其他類型的III至V材料，例如可能使用來自週期表的其他族之無機材料。該組件或晶片可以包括適合於施加電力以給該裝置加電的電接點。範例包括回焊、絲焊、卷帶自動焊接(TAB)或覆晶焊接。該組件或晶片之個別層及其他功能元件一般係形成於晶圓級上，且可接著將已完成之晶圓切塊成個別件部分以產生多樣的發光二極體晶粒。該發光二極體晶粒可以係組態用於表面安裝、板上晶片或其他習知的安裝組態。

此外，基於此申請案之目的，以下術語之意義將具有所示意義，但另有明示者除外：

"非晶材料"表示從一熔化物及/或一汽相取得之材料，該熔化物及/或汽相不具有藉由X射線繞射決定之任何長程晶體結構及/或具有藉由一差熱分析(DTA)決定之一與該非晶材料的結晶對應之放熱峰值；

"差熱分析"或"DTA"表示包括在溫度升高時測量一樣本與一熱惰性參考(例如 Al_2O_3)之間的溫度差異之一程序。與該惰性參考的溫度成函數關係之該溫度差異之一曲線圖提供關於發生於該樣本中的放熱與吸熱反應之資訊。可從德國Selb的Netzsch Instruments公司購買用以執行此程序之一範例性儀器，其商標名稱為"NETZSCH STA 409 DTA/TGA"。可以將一合適數量(例如，400 mg)的樣本放置於一合適的惰性支架(例如，一100 ml Al_2O_3 樣本支架)中並在靜態空氣中以一合適的速率(例如， $10^\circ\text{C}/\text{分鐘}$)將其從一初始溫度(例如，室溫，或約 25°C)加熱至一最終溫度(例

如 1200°C)。

"玻璃"表示呈現一玻璃過渡溫度之非晶無機材料；

"玻璃陶瓷"表示藉由熱處理玻璃形成之一材料，該材料部分或完全係晶體；

" T_g "表示藉由一合適的 DTA 測試決定之玻璃過渡溫度；
以及

" T_x "表示藉由一合適的 DTA 測試決定之結晶溫度。

現在來看圖式，其一開始顯示並說明範例性的發光二極體提取器、提取器/發光二極體晶粒組合及其陣列。然後，說明藉由使用可模製玻璃顆粒來製造發光二極體提取器陣列之較佳方法。

發光二極體提取器及提取器陣列

圖 1 說明具有一輸入表面 12、一輸出表面 14 及一側表面 16 之一發光二極體提取器 10。一發光二極體晶粒 18 係與該輸入表面 12 鄰接而定位，其從包括一主要發射表面 20 在內的若干表面發光。顯示一間隙 22，其將該輸入表面 12 與該發射表面 20 分離。不論是否填充有空氣或一透明焊接材料或其他材料，間隙 22 皆小得足以使得該提取器 10 之存在令本來會在該發光二極體晶粒 18 內受到全內反射的至少部分光藉由折射或受抑全內反射而耦合進該提取器。一般地，該間隙 22 之等級為 100、50 或 25 nm 或更小。在其他具體實施例中，實質上可以消除間隙 22。在任一情況下，該輸入表面 12 皆調適成光學耦合至該發射表面 20 以從該發光二極體晶粒至該提取器進行高效率的光傳輸。

為簡單起見，發光二極體晶粒18係一般性顯示但可以包括此項技術中已知的傳統設計特徵。例如，發光二極體晶粒18可以包括不同的p與n型摻雜半導體層、緩衝層、基板層及覆蓋層。儘管顯示一矩形發光二極體晶粒配置，但還構思其他習知組態，例如具有形成一倒截斷稜錐的成角度側表面之發光二極體晶粒。為簡單起見未顯示與發光二極體晶粒18之電接點，但已習知可以將其提供於發光二極體晶粒18的任何表面上。較佳的係，晶粒18具有一"覆晶"構造，其中在該頂部主要表面上提供電接點以便可以讓相對表面20平坦而不會阻礙與該提取器之輸入表面12方便地匹配。

提取器10具有一倒截斷圓錐形狀，但還可以係其他形狀。在圖1之示意圖中，側表面16可以代表一單一的錐形旋轉表面或者代表將輸入表面12連接至輸出表面14之多個刻面表面。輸入表面12之形狀可以允許為可以存在於該發光二極體晶粒的發射表面20上之電接點留下空間。在許多情況下，該發射表面20之部分或實質上全部係平坦並經拋光。在其他情況下，還需要讓該提取器之輸入表面12之對應部分(包括全部)亦為平坦且經拋光，例如呈現一小於50 nm或另一指定容限之表面粗糙度。該輸入表面12之橫向尺度及形狀之尺寸較佳的係調節為亦與該發光二極體發射表面匹配，但不必要求精確一致。為對製造容限加以考量，該提取器輸入表面可以係相對於該發光二極體發射表面而過小或過大。例如，該提取器輸入表面之橫向尺寸可以係

大至該發光二極體發射表面的對應尺寸之110%或120%或小至90%或80%。有利的還可以係將該提取器之尺度選擇成使得該提取器之最大橫向尺度(不論係出現於該輸入表面、該輸出表面或一中間位置)標稱等於該發光二極體晶粒之對應的橫向尺度。在此方法中，2005年11月22日申請之共同讓渡的美國申請案第11/288,071號(Leatherdale等人)(律師檔案號60914US002)中更全面說明可以在將包含一規則提取器陣列之一圓盤或主體焊接至一晶圓級發光二極體陣列後對個別的發光二極體/提取器對沿相同切割線進行切割或切塊。在其他情況下，該提取器之輸入表面可能需要實質上小於該發光二極體晶粒之輸出表面(例如，該提取器輸入表面之面積可以係該發光二極體輸出表面面積之50%或更小)。請參見，例如2004年10月29日申請的美國申請案序列號10/977,577(律師檔案號60217US002)。

由於提取器調適成用於發光二極體晶粒，而發光二極體晶粒之寬度傾向不超過數毫米，因此該等提取器亦傾向相對較小。在無意於限制之前提下，提取器之總長度一般在1至10、1至5、1至3或者1至2毫米範圍內，而總寬度在相同範圍內且常常小於該長度。

在操作中，在發光二極體晶粒18內產生的光係從發射表面20發射並穿過間隙22進入提取器10。提取器10可以係焊接至該發光二極體晶粒，例如美國專利申請公告案第2005/0023545號(Camras等人)所述，或者可以係一非焊接組態，如2004年10月29日申請之共同讓渡的美國申請案第

10/977,249 號 (Connor 等人)(律師檔案號 60216US002)所述。發光二極體晶粒 18 所使用的材料具有一高折射率，從而可以使得在發光二極體晶粒 18 內產生的大部分光在該等晶粒表面經歷全內反射。為了允許此光中的更多光逃逸，發射表面 20 係光學耦合至提取器 10 之輸入表面 12。藉以製造提取器 10 的材料之較高折射率從該發光二極體晶粒提取本來會因全內反射而損失之光。提取器 10 之形狀至少部分校準所收集之光，其具有沿該發光二極體晶粒之一中心軸而置放的輸入與輸出表面，其中該輸出表面比該輸入表面更寬，而該側表面係如圖所示為錐形。圖 1 顯示一代表性的傾斜定向射線 24a，其在側表面 16 藉由全內反射或其他方式而反射以產生與該發光二極體之中心軸更接近對齊之一反射光線 24b。

為使得光提取效率最大化，提取器 10 之折射率應與發光二極體晶粒 18 的發射表面 20 之折射率匹配得更接近。但該發光二極體晶粒本身一般係由不同折射率的不同個別層組成，例如置放於一 SiC、 Al_2O_3 或另一合適材料的固態基板上之磊晶半導體層。在此類情況下，若該發光二極體晶粒 18 係以一面朝上的組態安裝於一散熱片(未顯示)上，則該發射表面 20 與該等半導體層之一層之一外部表面相符，而該提取器之折射率較佳的係與該半導體之折射率匹配。另一方面，若該發光二極體係以一面朝下的組態(即，磊晶向下或覆晶)安裝於該散熱片上，則發射表面 20 與該基板相符，而該提取器之折射率較佳的係與該基板之折射率匹

配。對於以 GaN/Al₂O₃ 為主的高亮度發光二極體，對折射率之要求係介於約 1.75 與 2.4 之間。在基於 III 族磷化物的半導體之情況下，該等半導體層之折射率可能高達 4.0。已建議用作用於發光二極體的提取器之高折射率材料 ($n \geq 2$) 一般係難以加工或形成為較小所需形狀之晶體材料，而且此類程序亦傾向較慢而且成本較高。

圖 2 顯示與圖 1 所示者類似之另一提取器 30 之一示意性側視圖，但其中該提取器 30 具有一因兩個不同的光透射主體或結構之接合而產生之複合組態。提取器 30 具有一輸入表面 32、一輸出表面 34 及一錐形側表面 35。該提取器包括沿配合表面 36a、38a (其較佳的係但不一定係平坦的) 以焊接或其他方式接合在一起之不同的光學主體 36、38。可使用傳統構件 (例如光學黏合劑、低 T_g 密封玻璃或反應焊接) 來接合。該等主體 36、38 可以係由具有類似或不同特性之相同或不同的光透射材料製成。例如，主體 38 可以係一可購得之光學玻璃甚或係一聚合物。較佳的係，該提取器與該發光二極體晶粒最接近 (且包含該輸入表面) 之部分具有一比該提取器的另一部分或若干部分更高之折射率。因此，在圖 2 所示情況下，光學主體 36 較佳的係由一相對較高折射率的玻璃組成，而主體 38 可以係由較低折射率的另一光學玻璃 (甚或係一聚合物) 製成。若一高折射率光學材料呈現實質上的散射或吸收以至於將其用於整個提取器不太實際，則該複合構造可能亦有所助益。此一材料可用於該提取器之輸入端，其厚度小得足以將該散射或吸收保持於可

接受的位準，並接著將其與一較低散射或較低吸收的材料組合以完成該提取器。可以依據該等個別光學材料之光學、機械及熱性特性來選擇光學主體36、38之相對尺寸或厚度以產生具有可接受的光學、機械及熱性特徵之一提取器。在2004年10月29日申請之共同讓渡的美國申請案第10/977,225號(Ouderkirk等人)(律師檔案號60218US002)中提供關於用於發光二極體的複合提取器之進一步說明。

若需要，則可以讓一錐形提取器之方向反向而使得該輸入表面比該輸出表面更大或更寬。在此類情況下，該提取器可以採取一稜錐(不論係截斷或非截斷稜錐，亦不論具有一圓形、橢形或多角形基底)形式而非如圖1所描述之一耦合至該發光二極體晶粒的倒稜錐。光透過先前稱為輸出表面14、34的表面進入該提取器，而且可以透過先前稱為輸入表面(12、32)的表面以及透過該等側表面16、35從該提取器退出。或者，可以將該稜錐製造成終止於一點(即，非截斷)而消除表面12、32。在2006年5月2日申請的名稱為"具有收斂光學元件之發光二極體封裝"(律師檔案號62076US002)之共同讓渡的美國申請案序列號11/381,324中提供關於此類提取器組態之進一步說明。

以上具體實施例僅表示各種可能的提取器形狀及構造中之僅部分形狀及構造。與選擇哪一形狀或構造無關，從一製造觀點來看需要以一陣列形式來製造該等提取器。該陣列允許對大量小提取器同時進行方便的操控、處置及處理，例如在需要對該等提取器之一表面進行拋光以更好地

耦合至發光二極體晶粒之情況下。該陣列中的提取器之設計還可以採用一選擇成實質上與一發光二極體陣列的配置及間隔匹配之配置及間隔，以便可以將該提取器陣列與該發光二極體陣列對齊並接合以同時產生大量(較佳的係數十或數百個)發光二極體/提取器對。

圖3示意性解說一代表性提取器陣列40及匹配的發光二極體陣列50。提取器陣列40包括以一固定的空間關係固持在一起(例如藉由一連續的平臺層44)之複數個提取器42。該固定空間配置係選擇成與發光二極體陣列50上的發光二極體之空間配置匹配，如下所述。該提取器陣列40可以係一單一主體，其中提取器42與平臺層44係由相同的光透射材料組成，或者其可以係非單一的，其中該平臺層44係由與該等提取器42不同之一材料(不論是否具有光透射性)組成。此外，該等提取器42本身可具有如上所述之一複合構造。該等提取器42係顯示為與圖1所示提取器10類似之錐形，但其亦可以表示上面提到的其他提取器形狀及構造中之任何形狀及構造。重要的係，該等提取器皆具有一調適成光學耦合至一對應的發光二極體晶粒之一發射表面的輸入表面42a。此較佳的係藉由確保該提取器輸入表面之外部尺度實質上與該發光二極體發射表面之外部尺度匹配及/或藉由確保該提取器輸入表面之輪廓實質上與發光二極體發射表面之輪廓匹配來實現。一般地，該發光二極體發射表面係平坦而光滑且在一指定容限內，而在該情況下該提取器輸入表面同樣係平坦而光滑且在相同或類似的容限

內。

發光二極體陣列50較佳的係一固態晶圓，其係藉由使用傳統的半導體處理程序來製造以形成能夠產生光的p-n型接面或類似物，從而在切斷(例如藉由鋸切或切塊)後即可以形成具有發射表面52a之個別的發光二極體晶粒52。因此，如上所述，發光二極體陣列50可以包括選擇用於批量製造發光二極體的不同層之一堆疊，例如一陶瓷或半導體基板、覆蓋層、磊晶層及/或摻雜層。用於給個別發光二極體加電之圖案化的電接點亦可以係包括於該陣列50上。該發光二極體陣列50還可稱為"晶圓"，因為其一般較薄而具有相對較大的剛性，而且一般係圓形。該等晶粒52可以係以任何所需方式配置於該晶圓表面上，例如採用列與行之一配置。數十或數百個別晶粒52可以係適配於該晶圓區域內。因此，較佳的係在提取器陣列40上提供相同數目之提取器42。

在圖3所描述之方法中，一開始係分離的陣列40、50互相對齊，較佳的係由此提供提取器與發光二極體晶粒之一對一的對應。接著將該等分離的對齊陣列接合在一起，視需要係利用一合適的光透射焊接材料，例如光學黏合劑或低 T_g 密封玻璃，或經由反應焊接或藉由任何其他合適的技術。若需要，可以接著切斷該晶圓或陣列50，例如藉由切割或切塊來顯露個別的發光二極體晶粒52。依據預期應用，還可以將該提取器陣列40切斷成使得可以按需要將個別的發光二極體晶粒/提取器對個別地安裝於一散熱片或

其他基板上。可以藉由切割穿過或斷開該平臺層44來進行切斷，該平臺層44之上部表面可以變成該等提取器42之輸出表面。若藉由切割來完成切斷，則在該等提取器係調節成適當尺寸之情況下，可以藉由切割該發光二極體陣列50之同一切割操作來同時切割該提取器陣列40。在一替代性方法中，可以僅移除該平臺層，例如在將不同材料用於該平臺層與該等提取器之情況下藉由將該等提取器從該平臺層解離。從而，藉由移除該平臺層而曝露該等提取器42之一上部表面，該表面可以變成每一提取器之輸出表面，此取決於每一提取器之設計。在另一方法中，可以將該提取器陣列焊接至該發光二極體陣列而該平臺層44係朝下，例如藉由將該提取器陣列及發光二極體陣列重新配置成使得該等發光二極體發射表面接觸該平臺層44而同時與該等提取器42對齊。在該情況下，該等表面42a可變成輸出表面，而該平臺層之曝露的主要表面可變成該等提取器之輸入表面。

製造提取器陣列之方法

較佳的係藉由使用一玻璃顆粒模製程序來製造該提取器陣列。在此程序中，一模具係製造成具有由適當尺寸的腔組成之一陣列。接著利用複數個玻璃顆粒來填充此模具，而將該等顆粒加熱超過其玻璃過渡溫度而使得該等顆粒重新成形為與該等腔一致。視需要，可以將個別的玻璃顆粒熔合或聯合成形成較大顆粒或主體。重新成形的玻璃經冷卻形成提取器之至少部分，並提供連接該等提取器之一連

續的平臺層。

在某些情況下，使用足夠數量的玻璃顆粒來過量填充該等腔並藉由使用加熱及冷卻步驟來形成該平臺層。在此等情況下，該平臺層及該等提取器包含相同的玻璃材料。

在其他情況下，在該等加熱及冷卻步驟中玻璃顆粒之數量不足以形成一平臺層，而該平臺層係單獨形成，例如藉由將該等提取器在從該模具移除前黏附於一支撐底層。該支撐底層可以係一塗布黏合劑的膜或板或包含一塗布黏合劑的膜或板，或係傾倒於該等提取器上並允許硬化成一固體層之一定數量的蠟、環氧樹脂或類似材料。

在某些情況下，一開始藉由一第一複數個玻璃顆粒來填充該模具，其中在加熱及冷卻步驟後此類第一顆粒之數量不足以形成一平臺層，而且其中(在加熱後)該等第一顆粒變形成僅部分填充該等模具腔。隨後藉由一第二複數個玻璃顆粒來填充該模具，該等第二玻璃顆粒具有與該等第一玻璃顆粒不同之一組成，而該等第二顆粒之數量足以填充該等模具腔之其餘部分並在一隨後的加熱及冷卻步驟後形成該平臺層。

在任何情況下，接著在該等提取器係藉由該平臺層而連接時從該模具移除該提取器陣列。該平臺層較佳的係將該等提取器保持為彼此處於一固定的空間關係。此在同時重疊或拋光每一提取器的至少一表面時尤其有用。尤其有用的係，其還可以高效率地將數十或數百提取器之陣列耦合至發光二極體晶粒(例如，仍駐留於一單石固態晶圓上之

發光二極體晶粒)之一類似尺寸的陣列。在拋光後及/或在耦合至一發光二極體陣列後可以切斷或從該提取器陣列移除個別提取器。應注意，該平臺層既可能亦可能不形成最終切斷提取器之一部分。

圖4顯示包括模製玻璃顆粒以產生一提取器陣列之一程序。

一開始，提供包括一下部模具部分60a與一可選的上部模具部分60b之一模具60。該模具較佳的係由一熱性及機械性強固的材料製成，該材料可以抵抗重複的製造循環。合適的模具材料包括陶瓷及耐火金屬，例如石墨、氧化鋁、碳化矽、碳化鎢、不銹鋼、鉑、無電鍍鎳及其合成物。還可以藉由一非反應材料(例如鉑或一貴金屬合金)來塗布該模具以防止模製的玻璃材料黏附於該模具。

該模具包含複數個腔62，該等腔較佳的係定義具有所需發光二極體提取器的外部幾何結構之個別體積。該等腔可以係藉由各種加工程序來製造，其包括但不限於研磨及拋光、放電加工(EDM)或鑽石切削。還可以藉由一衝壓程序來製造該等腔，例如將該腔陣列衝壓成一耐火金屬之薄片，例如一0.5至1 mm厚度的不銹鋼或鉑層。該等腔之形狀及分佈不受限制，而包括在該頂部(曝露)面上具有一平坦表面且不包含抑止從該模具移除已完成部分的下切之幾何結構。範例包括截斷或非截斷的圓錐或稜錐、圓柱體、楔形體及平截頭體。每一腔較佳的係具有一尺寸及/或形狀實質上與一發光二極體晶粒的輸出區域匹配之表面(例

如，腔62之底部表面)或孔徑(例如在腔62的頂部之開口)。(如上面所提到，故意將該提取器輸入表面之尺寸控制為大於或小於該發光二極體發射表面的尺寸可能會有利。)進一步，可以研磨或以其他方式使得該等腔表面之某些或所有表面具有一光學品質的拋光，從而亦將此一拋光賦予已完成的提取器之對應表面。除組態每一個別腔62之尺度外，還可以將該等腔彼此相對地以任何所需方式來配置，但在一範例性具體實施例中其係配置於一陣列中，例如列與行實質上與一發光二極體晶粒陣列匹配之一陣列，如圖3所描述。

在製備好該模具60後，藉由複數個玻璃顆粒64來對其進行填充。在此方面，"填充"表示該等腔62中的至少某些腔而較佳的係實質上所有該等腔62係充滿或部分充滿該等顆粒。該等顆粒64可以係球形或非球形的，如下面之進一步說明。該等顆粒64還可以具有一較窄的均勻尺寸分佈，或者可以具有一較寬的(非均勻)尺寸分佈。圖4中，該等顆粒64係顯示為具有實質上比一給定腔62的體積更小之一平均尺寸或體積。應注意，若該等腔64具有不相等的體積，則平均顆粒尺寸可以係實質上小於平均的腔體積。下面說明其他情況。

該等玻璃顆粒64可以係或包含由玻璃原料製成之碎片、小球或珠粒，及/或可以包含模製的玻璃預成型體。例如，玻璃原料可以係由放置進一坩鍋之一合適的金屬氧化物粉末混合物來製成，並經加熱及研磨成具有均勻分佈成

分之一漿料。接著冷卻並固化該漿料，並將其分解成顆粒。隨後將該等顆粒饋入一與空氣或氧氣(例如，氫/氧)火炬火焰混合之可燃氣體以產生大量熔化的玻璃珠粒。冷卻後，此類珠粒可用作玻璃顆粒64。若需要，可以藉由使用篩或類似物來調節該等顆粒之大小以提供一均勻的或以受其他方式控制的尺寸分佈。

在一替代性方法中，該等顆粒可以包含一傳統的玻璃料粉末，或諸如用於傳統玻璃製造方法之類氧化物之一均勻混合物。

玻璃組成不受限制而可以係實質上透射所關注波長(即，由將與該提取器耦合的發光二極體晶粒發射之波長)的光且能夠加以模製之任何材料。較佳的係，該玻璃組成一具有處理窗口，其特徵在於其結晶溫度與其玻璃過渡溫度之間至少5攝氏度的差($T_x - T_g$)。可以使用中等折射率($1.5 < n < 2$)的傳統玻璃以及較高折射率($n \geq 2$ 或2.1或2.2或2.3)的非傳統玻璃。範例性材料包括：可從Ohara公司購得之S-LAH51、S-LAH53、S-LAH63及S-LAL61；可從Schott Glass Technologies公司購得之P-LASF47、N-LAF34、N-LAF36及N-LASF46；可從Hoya公司購得之BAFD8；以及在2005年11月14日申請的美國專利申請公告案US 2003/0126803(Rosenflanz)、WIPO公告案WO 03/011776(Rosenflanz)、美國專利申請公告案US 2005/0065013(Rosenflanz等人)、美國專利申請案序列號11/273,513(Frey等人)及與其同日申請的名稱為"由高折射

率玻璃組成之發光二極體提取器"之美國專利申請案(律師檔案號61216US002)中揭示之玻璃。較佳的係，該提取器之至少一部分係由折射率至少為2或2.1或2.2或2.3或2.4之一玻璃製成，但還可以採用更低折射率的玻璃來製造有用的具體實施例。

在利用該等玻璃顆粒64來填充該模具後，將該等玻璃顆粒64以及還有該模具60加熱超過該玻璃之玻璃過渡溫度以使得該等個別顆粒64軟化並變形，而聯合或熔合在一起以形成與該等腔62的形狀一致(至少與其一部分一致)之熔化的提取器64a。如圖所示，玻璃顆粒之數量可以使得熔化的玻璃過量填充該等腔62並形成一平臺層66。在某些情況下，藉由向介於該等模具部分60a、60b之間的玻璃顆粒施加之壓力來促進該等玻璃顆粒之變形及/或聯合。可以在從800至1000°C之溫度及從1至10 MPa之壓力下對上面提到的一些玻璃進行持續時間為1至20分鐘之熱壓。其他玻璃具有一般在600°C左右之玻璃過渡溫度，而有些玻璃低達360°C，而可以在相對較低的溫度下對此等玻璃進行熱壓。在任一情況下，該熱壓可以係單軸或等力加壓技術。應注意，若使用一第二模具部分(例如上部模具部分60b)，則可以將如圖所示之一平坦表面或將一非平坦表面(例如，用於在每一提取器上形成一透鏡狀特徵之一彎曲表面圖案、一刻面表面或一部分係平坦而部分係彎曲或刻面的表面)提供給此一部分，以將一所需輪廓提供給已完成的提取器之一端，具體取決於該提取器之哪一端係用來耦合

至該發光二極體晶粒及該等提取器表面之所需輪廓。

接著將該玻璃及模具冷卻以使得該等提取器64a及平臺層66固化。冷卻速率較佳的係緩慢得足以避免因該玻璃材料之熱震而導致破裂。若需要，則該冷卻速率可以係緩慢得足以對該玻璃材料進行完全退火。

在某些情況下，可能需要形成兩個或更多不同光學主體之提取器，如結合圖2之說明。在該情況下，可以將玻璃顆粒64之數量減小成使得熔化的玻璃僅部分填充該等模具腔62而不形成平臺層66。然後，可利用複數個第二玻璃顆粒來填充已部分填充的模具，可以將該複數個第二玻璃顆粒加熱超過其玻璃過渡溫度並視需要將其壓製成使得該等第二玻璃顆粒變形並接合以與該模具60之其餘部分一致。該第二玻璃材料可能足以完全填充腔62，而且可能還足以形成與層66類似之一平臺層。

若未藉由該等第一或第二玻璃顆粒形成任何平臺層66，或者若形成一平臺層但其過薄或過脆，則可以在所有該等提取器64a上形成另一層以提供具有足夠剛性之一平臺層以便可以從該模具移除已完成的提取器64a而同時保留其相對間隔並如上所述將其作為一群組來加以操控及處置。該額外層可以係一經黏合劑塗布的膜或板或包含一經黏合劑塗布的膜或板，或係傾倒於該等提取器上並允許硬化成一固體層之一定數量的蠟、環氧樹脂或類似材料。

在任何情況下，在一或多個填充、加熱及冷卻步驟並作為此類步驟之部分及/或作為一單獨步驟而提供一平臺層

之條件下，將所有該等固化的提取器64a與將該等提取器固持並保持於固定的相對位置之一平臺層66一起從該模具60a移除。

在某些情況下，依據所使用的玻璃之特徵及所使用之模製條件，藉由將多個玻璃顆粒接合形成一較大體積而可以在模製的玻璃中產生與該等組成顆粒的邊界或表面對應之一缺陷網路。此類缺陷可以引起模製玻璃中增加的散射或模糊，或可以引起機械性弱點或破裂。在此類情況下，以及在此類缺陷不構成問題之其他情況下，可能有利的係，將該等玻璃顆粒之尺寸控制成使得實質上每一模具腔僅提供一玻璃顆粒，從而避免多個顆粒在該等腔內之聯合或熔合。圖5a及5b描述一使用此概念之程序。

圖5a中，提供具有複數個腔72之一模具70。利用複數個玻璃顆粒74來填充該模具，而不論係藉由將此類顆粒分散於該模具上並振盪該模具而使得一顆粒變成容置於每一腔中或藉由一個別的拾取與放置技術。與技術無關，在任何給定的腔中實質上僅駐留一顆粒74。顆粒74之體積係選擇成實質上與腔72之體積匹配。在某些情況下，顆粒74之體積範圍從該腔體積的70%至110%，甚或從90%至105%。接著，當如圖5b所示該顆粒在加熱超過其玻璃過渡溫度後隨即軟化時(其中視需要而施加壓力)，其變形成完全填充或略微不足填充或略微過量填充該腔72之一熔化的提取器74a。藉由表面74b(完全填充)、74c(略微不足填充)、74d(略微過量填充)及74e(較大過量填充)來描述此類提取

器 74a 之所產生的頂部表面。在該玻璃冷卻後，由相同玻璃或一不同玻璃或如上所述之另一材料形成一平臺層 76，從而可以從該模具 70 移除提取器 74a 之陣列。

在其他情況下，顆粒 74 可能實質上較大，例如其體積可以係該腔體積之 150% 或 200%，而該等腔可以係配置成彼此接近得足以使得在該等顆粒於該加熱步驟期間變形時來自該等較大顆粒之過多的熔化玻璃材料不僅完全填充該等腔而且還從該等腔向外流動，而來自相鄰腔之過多的熔化材料接合在一起形成一連續的熔化平臺層。

該等顆粒 74 之形狀可以係球形，其係藉由玻璃原料之火焰形成來產生。或者，可以將該顆粒 74 伸長甚或預先模製成與該腔 72 之形狀或縱橫比接近(如圖 5a 所示)，以便加速該模製程序。

圖 6a 及 6b 描述在一具有腔 82 之一陣列的模具 80 中處理該等伸長的玻璃顆粒 74，該模具 80 類似於模具 70 但其中該等腔 82 具有與腔 72 不同之一縱橫比(但體積可能相同)。應注意，該伸長顆粒 74 可以將其自己再調適成接近該腔 82 之縱橫比。接著，當如圖 6b 所示該顆粒 74 在加熱超過其玻璃過渡溫度後隨即軟化時(其中視需要而施加壓力)，其變形成一完全填充或略微不足地填充或略微過量地填充該腔 82 之熔化的提取器 84a。藉由表面 84b(完全填充)、84c(略微不足填充)、84d(略微過量填充)及 84e(較大過量填充)來描述此類提取器 84a 之所產生的頂部表面。在該玻璃冷卻後，由相同玻璃或一不同玻璃或如上所述之另一材料形成一平

臺層 86，從而可以從該模具 80 移除提取器 84a 之陣列。

在一第一特定具體實施例中，藉由使用一導線切割 EDM(Electrical Discharge Machine；放電機)機器來製造一石墨模具(Poco EDM3 等級)。四個相同的腔各具有一截短的圓錐形狀，其係從該模具中心加工而成。該等腔係配置於一方形圖案中，沿該方形之每一邊有一 8 mm 的中心至中心距離。每一圓錐係 3 mm 深並具有一 0.56 mm 直徑之底部平坦圓形表面、一 2.9 mm 直徑之圓形孔徑或開口及一 21 度之錐形(半圓錐)角。此截短的圓錐之計算所得體積係 7.97 立方毫米。該導線 EDM 產生一表面拋光 R_a 約為 1.2 微米之腔壁(該錐形側壁與該底部平坦圓形表面)。該底部 0.56 mm 直徑圓形表面係選擇成產生相同尺寸之一平坦的提取器輸入表面，其組態係決定為有利於耦合至一覆晶發光二極體晶粒之一較大的 1 mm×1 mm 發射表面。

接著選擇來自 Ohara 公司的 S-LAH51 玻璃之不規則的片或小球來填充該模具。此玻璃之密度為 4.40 g/cc，折射率約為 1.786 而過渡溫度 T_g 為 617°C。將重量為 0.0318 g 的該玻璃之一單一片放進一第一腔，該片之一計算所得體積為 7.23 立方毫米或為該腔體積之 91%。將重量為 0.0378 g 的該玻璃之一單一片放進一第二腔，該片之一計算所得體積為 8.59 立方毫米或為該腔體積之 108%。將該玻璃之三個類似尺寸的片放進第三腔，此等片之集合重量為 0.0367 g 而計算所得集合體積為 8.34 立方毫米或為該腔體積的 105%。將重量為 0.0362 g 的該玻璃之一單一片放進一第四腔，該片

之一計算所得體積為8.23立方毫米或為該腔體積之103%。

接著將此經填充的模具放置於一管爐中並依據一特定的溫度輪廓來進行加熱。該爐中的氣體環境係形成氣體(5%的氫、95%的氮之一混合物)之一緩慢釋放，即一還原氣體環境。在加熱期間不向該等玻璃片施加任何外部壓力。該溫度輪廓如下：從室溫(約25°C)至700°C之80分鐘斜坡；在700°C保持15分鐘；從700至800°C之30分鐘斜坡；在800°C保持20分鐘；從800至610°C之60分鐘斜坡；在610°C保持15分鐘；從610至555°C之25分鐘斜坡；在555°C保持20分鐘；從555°C至室溫之75分鐘斜坡。

此加熱與冷卻輪廓使得該等玻璃顆粒在其個別腔內軟化並變形而接著固化形成提取器。該等提取器之頂部與底部分別對應於該等腔之2.9 mm直徑的開口與0.56 mm直徑的底部表面而呈現曲率，吾等咸信此曲率係由於熔化玻璃之表面張力與缺少任何所施加壓力之情況耦合所致。經觀察，該等提取器具有高透射性，但可能由於該還原氣體環境而略微模糊或略具光散射性。

所需要的係，該等提取器經歷以下額外的處理步驟。儘管該等提取器仍處於該模具中，但可以如上所述而形成一剛性的平臺層，例如藉由使用一石蠟。接著可以從該模具移除該等提取器而同時保持其相對方向。該等提取器之底部可能係同時研磨成平面並拋光達到一光學拋光(例如，50 nm或25 nm或更小之 R_a)，並接著係切斷而分別附著或以其他方式耦合至具有1 mm×1 mm發射表面之個別的發光

二極體晶粒。

在一第二特定具體實施例中，使用與該第一特定具體實施例中相同的石墨模具。同樣選擇來自 Ohara 公司之相同的 S-LAH51 玻璃之不規則的片或小球來填充該模具，但該等片之質量或體積係選擇成明顯地過量填充每一腔(但不足以形成一介於腔之間的連續平臺層)。將重量為 0.0655 g 的該玻璃之一單一片放進一第一腔，該片之一計算所得體積為 14.89 立方毫米或為該腔體積之 187%。將重量為 0.0644 g 的該玻璃之一單一片放進一第二腔，該片之一計算所得體積為 14.64 立方毫米或為該腔體積之 184%。將該玻璃之三個類似尺寸的片放進該第三腔，此等片之集合重量為 0.0645 g 而計算所得集合體積為 14.66 立方毫米或為該腔體積的 184%。將該玻璃之兩個類似尺寸的片放進該第四腔，此等片之集合重量為 0.0725 g 而計算所得集合體積為 16.48 立方毫米或為該腔體積的 207%。

接著將此經填充的模具放置於一管爐中並依據一略微不同的溫度輪廓來進行加熱。該爐中的氣體環境係 100% 氮氣之一緩慢釋放在加熱期間不向該等玻璃片施加任何外部壓力。該溫度輪廓如下：從室溫(約 25°C)至 850°C 之 110 分鐘斜坡；在 850°C 保持 20 分鐘；從 850 至 610°C 之 60 分鐘斜坡；在 610°C 保持 10 分鐘；從 610 至 555°C 之 25 分鐘斜坡；在 555°C 保持 10 分鐘；從 555°C 至室溫之 75 分鐘斜坡。

此加熱與冷卻輪廓使得該等玻璃顆粒在其個別腔內軟化並變形並接著固化形成提取器。在此第二特定具體實施例

中形成的提取器類似於該第一具體實施例之該些提取器，不同之處係該第二具體實施例之提取器在其頂部呈現一明顯的圓頂，此係由於與在該第一具體實施例中使用的玻璃數量相比過多的玻璃材料所致。

所需要的係，該第二具體實施例之提取器同樣會經歷以下額外的處理步驟。儘管該等提取器仍處於該模具中，但可以如上所述而形成一剛性的平臺層，例如藉由使用一石蠟。接著可以從該模具移除該等提取器而同時保持其相對方向。該等提取器之底部可能係同時研磨成平面並拋光達到一光學拋光(例如，50 nm或25 nm或更小之 R_a)，並接著係切斷而分別附著或以其他方式耦合至具有 $1\sqrt{\square}\text{mm} \times 1\sqrt{\square}\text{mm}$ 發射表面之個別的發光二極體晶粒。在替代性具體實施例中，可以將該模具材料從石墨改變為另一材料，例如來自密歇根州 Ann Arbor 的工業陶瓷技術公司之CRYSTALOY品牌陶瓷(例如，CRYSTALOY 2311 EDX，一碳化矽晶鬚加強的陶瓷合成物)或類似者，此材料能夠在一氧化氣體環境中操作。

除非另行指示，用於本說明書及申請專利範圍中的所有表示特徵大小、數量及實體特性之數字應理解為藉由名詞"大約"來修飾。因此，除非指示相反意思，前面的說明書及隨附申請專利範圍中提出的數值參數係近似值，其可依據使用本文所揭示教導內容的熟習此項技術者欲獲得之所需特性而變化。

前面的說明內容係解說性而無限制本發明之範疇之用

意。可以對本文所揭示之具體實施例加以變化及修改，而熟習此項技術者在研習本專利文獻後會瞭解該等具體實施例之各種元件之實際替代物及等效物。可以對本文所揭示之具體實施例進行此等及其他變化及修改而不脫離本發明之精神及範疇。本文所提到的所有專利案及專利申請案之全部內容係以引用的方式併入於此，但其中與前面的說明書相悖之處除外。

【圖式簡單說明】

整個說明書中係參考附圖，其中相同參考數字指示相同元件，且其中：

圖1係一單一的發光二極體提取器/發光二極體晶粒組合之一示意性側視圖；

圖2係一替代性提取器構造之一示意性側視圖；

圖3係一提取器陣列及一晶圓(其中形成發光二極體)之一示意圖，該圖式還顯示將一提取器陣列同時耦合至一發光二極體陣列以產生複數個發光二極體光源或一發光二極體光源陣列之一程序；

圖4顯示包括模製玻璃珠粒以產生一提取器陣列之一程序；

圖5顯示一模具腔與一尺寸或體積足以在模製後實質上填充該腔的玻璃顆粒之一近視圖；以及

圖6顯示在另一模具腔中圖5所示玻璃顆粒之一近視圖，而其中該顆粒之尺寸或體積同樣係足以在模製後實質上填充該腔。

【主要元件符號說明】

10	發光二極體提取器
12	輸入表面
14	輸出表面
16	側表面
18	發光二極體晶粒
20	主要發射表面
22	間隙
30	提取器
32	輸入表面
34	輸出表面
35	錐形側表面
36	光學主體
38	光學主體
40	提取器陣列
42	提取器
44	平臺層
50	發光二極體陣列
52	發光二極體晶粒
60	模具
62	腔
64	玻璃顆粒
66	平臺層
70	模具

72	腔
74	玻璃顆粒
76	平臺層
80	模具
82	腔
86	平臺層
24a	傾斜定向射線
24b	反射光線
36a	表面
38a	表面
42a	輸入表面
52a	發射表面
60a	下部模具部分
60b	上部模具部分
64a	熔化的提取器
74a	熔化的提取器
74b	表面
74c	表面
74d	表面
74e	表面
84a	熔化的提取器
84b	表面
84c	表面
84d	表面
84e	表面

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種藉由提供一其中具有複數個腔的模具來產生一提取器陣列之模製操作程序，每一腔適應於形成一適合用於耦合至一發光二極體晶粒之提取器；利用複數個玻璃顆粒來填充該模具；將該等玻璃顆粒加熱超過其玻璃過渡溫度以使得該等顆粒重新成形為與腔形狀一致；以及形成一在該等腔之間延伸的平臺層。該平臺層將該等提取器保持為彼此處於一固定的空間關係以作後續處置或處理，例如一同時拋光操作或將該提取器陣列附著於一對應的發光二極體陣列。

六、英文發明摘要：

A molding operation produces an extractor array by providing a mold having a plurality of cavities therein, each cavity being adapted to form an extractor suitable for coupling to an LED die; filling the mold with a plurality of glass particles; heating the glass particles above glass transition temperatures thereof so that the particles are reshaped to conform to the cavity shapes; and forming a land layer that extends between the cavities. The land layer maintains the extractors in a fixed spatial relationship with each other for subsequent handling or processing, such as a simultaneous polishing operation or in attaching the extractor array to a corresponding LED array.

十、申請專利範圍：

1. 一種製造一提取器陣列之方法，該方法包含：

提供一其中具有複數個腔之模具，每一腔係調適形成一適用於耦合至一發光二極體晶粒之提取器；

藉由複數個玻璃顆粒來填充該模具；

將該等玻璃顆粒加熱超過其玻璃過渡溫度而使得該等顆粒重新成形為與該等腔形狀一致；以及

形成在該等腔之間延伸之一平臺層。

2. 如請求項1之方法，其中該等腔與該等玻璃顆粒之該相對尺寸使得多個玻璃顆粒填充每一腔。
3. 如請求項2之方法，其中該加熱步驟包括將每一腔內的兩個或更多玻璃顆粒聯合。
4. 如請求項1之方法，其中該等腔與該等玻璃顆粒之該相對尺寸使得一單一的玻璃顆粒實質上填充每一腔。
5. 如請求項4之方法，其中該等玻璃顆粒具有一平均顆粒體積，而該等腔具有一平均腔體積，而該平均顆粒體積係從該平均腔體積之70%至110%。
6. 如請求項4之方法，其中該等玻璃顆粒具有一平均顆粒體積，而該等腔具有一平均腔體積，而該平均顆粒體積等於或大於該平均腔體積。
7. 如請求項6之方法，其中該平均顆粒體積在一程度上大於該平均腔體積以至於在該加熱步驟期間該等顆粒變形為亦形成該平臺層。
8. 如請求項1之方法，其中該加熱步驟亦包括向該等玻璃

顆粒施加壓力。

9. 如請求項1之方法，其中該複數個玻璃顆粒將該等腔過量填充為使得在該加熱步驟期間發生該形成步驟，該平臺層係藉由該等玻璃顆粒之該變形而形成。

10. 如請求項1之方法，其進一步包含：

將該經加熱的玻璃冷卻成形成固體提取器之至少部分。

11. 如請求項10之方法，其中該形成步驟在該冷卻步驟後發生。

12. 如請求項11之方法，其中該形成步驟包括傾倒一覆蓋並在固體提取器的該等至少部分之間延伸的可硬化材料並將該可硬化材料固化。

13. 如請求項1之方法，其中該模具具有至少一表面，該表面之表面粗糙度 R_a 小於50奈米(nm)。

14. 如請求項1之方法，其中該等重新成形的顆粒係提取器或其部分，而該平臺層將該等提取器保持為彼此處於一固定的空間關係。

15. 如請求項14之方法，其進一步包含：

當該等提取器係連接至該平臺層時從該模具移除該等提取器。

16. 如請求項15之方法，其進一步包含：

當該等提取器係連接至該平臺層時拋光該等提取器之每一提取器之一表面。

17. 如請求項1之方法，其中該等玻璃顆粒係非球形。

18. 如請求項1之方法，其中該等玻璃顆粒係伸長。

十一、圖式：

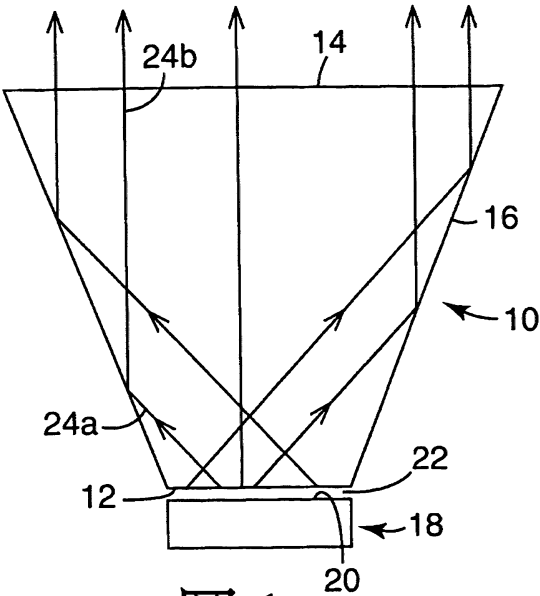


圖 1

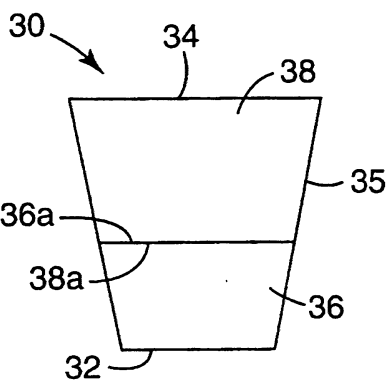


圖 2

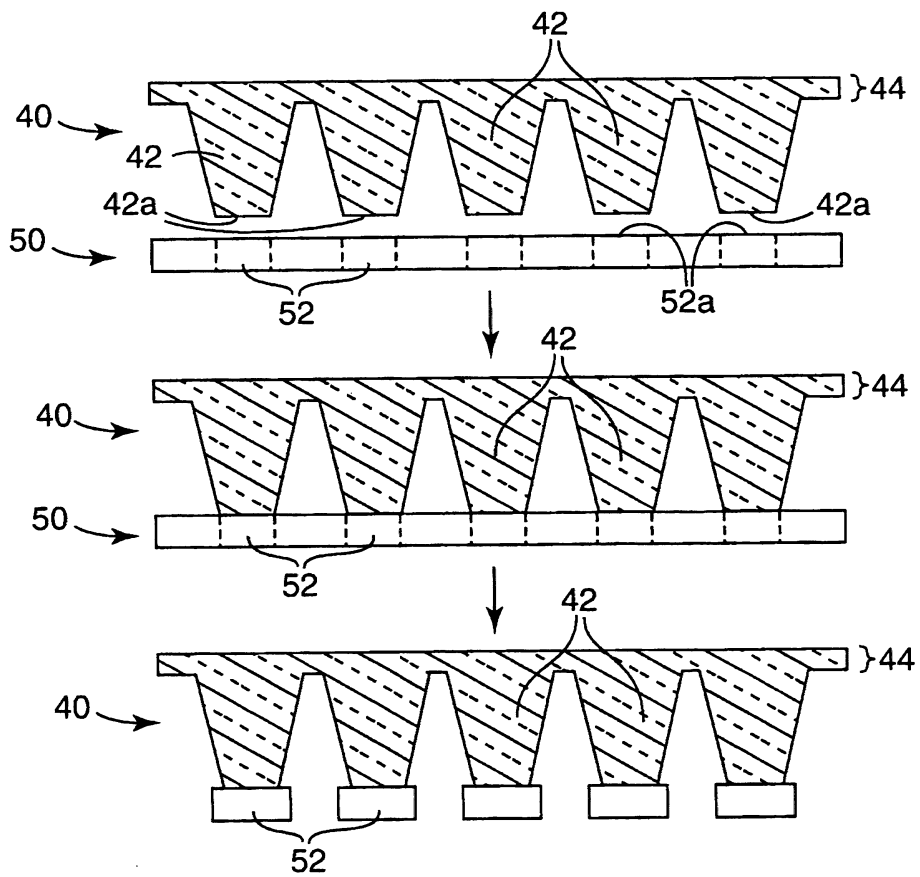


圖 3

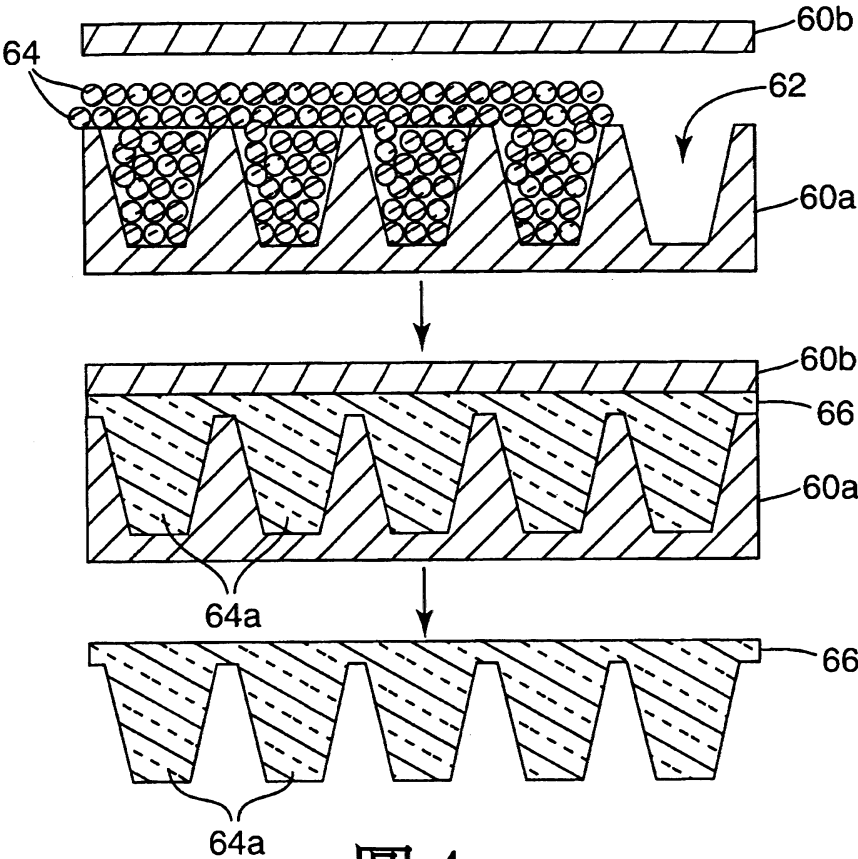


圖 4

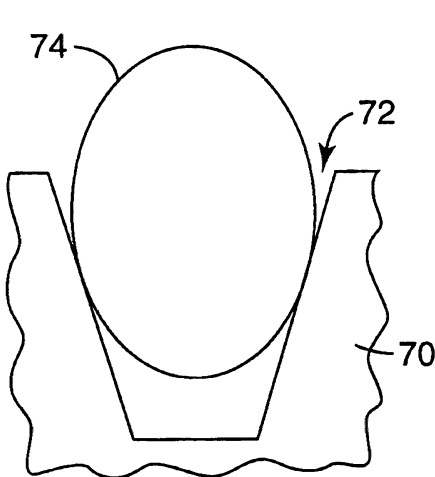


圖 5a

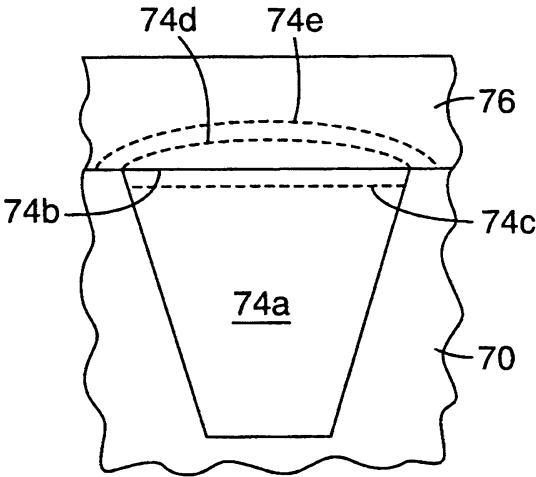


圖 5b

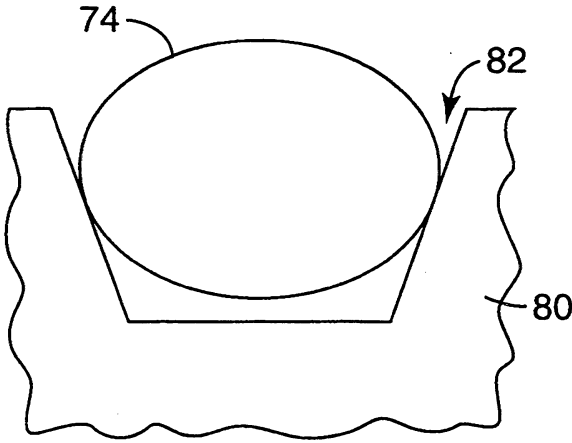


圖 6a

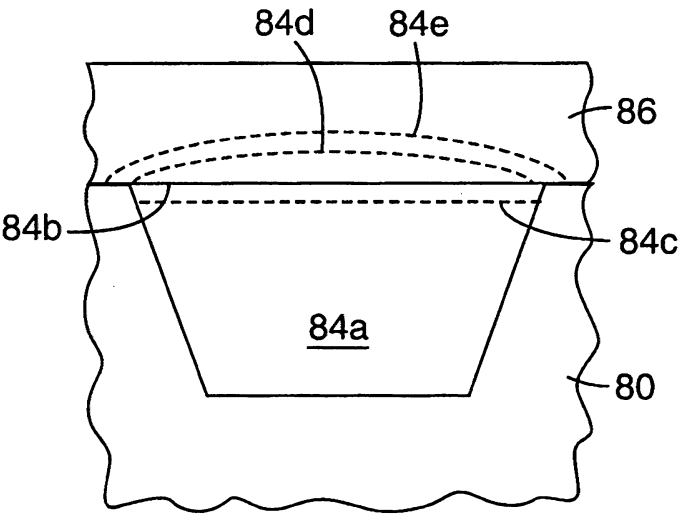


圖 6b

七、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：

10	發光二極體提取器
12	輸入表面
14	輸出表面
16	側表面
18	發光二極體晶粒
20	主要發射表面
22	間隙
24a	傾斜定向射線
24b	反射光線

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)