



(21)申請案號：111150897

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 12 月 30 日

(51)Int. Cl. :

*H01L51/50 (2006.01)**H01L31/18 (2006.01)*

(30)優先權：2021/12/31

世界智慧財產權組織

PCT/CN2021/143985

2021/12/31

世界智慧財產權組織

PCT/CN2021/143987

(71)申請人：大陸商上海顯耀顯示科技有限公司 (中國大陸) JADE BIRD DISPLAY (SHANGHAI) LIMITED (CN)

中國大陸

(72)發明人：章帥 ZHANG, SHUAI (CN)；徐慧文 XU, HUIWEN (CN)

(74)代理人：劉法正；尹重君

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：54 共 81 頁

(54)名稱

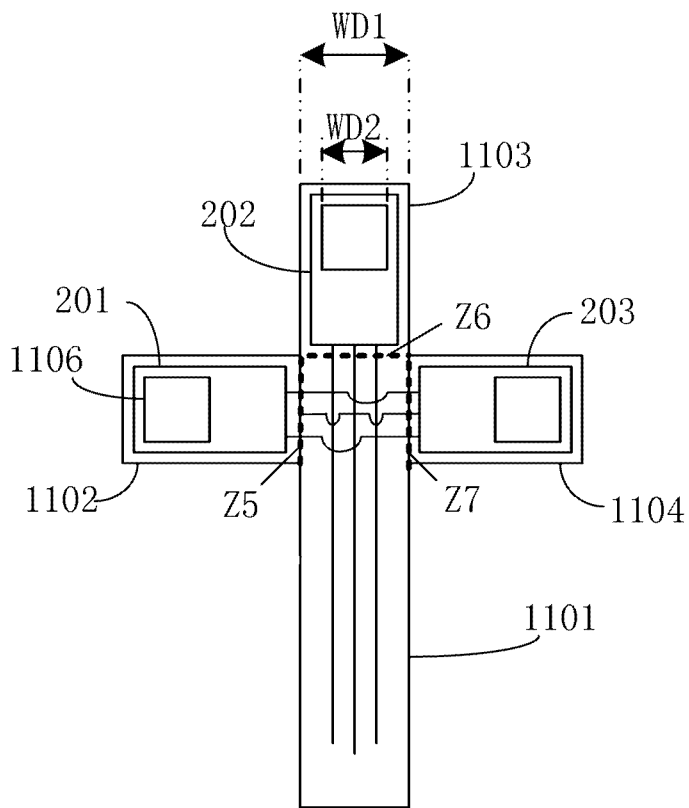
微型 LED 封裝結構和微型 LED 光學模組

(57)摘要

本文公開了一種微型 LED 封裝結構和一種微型 LED 光學模組。所述微型 LED 封裝結構包括：主電路板、若干電路支路和若干微型 LED 面板。主電路板包括用於控制微型 LED 面板的印刷電路；電路支路單獨地與主電路板連接；並且微型 LED 面板單獨地配置到電路支路的端表面上。本公開文本簡化了微型 LED 的封裝結構，控制了微型 LED 結構的主光角，降低了從台面側壁發射的光的損耗，並且進一步減小了微型 LED 光學模組的體積和重量。

Disclosed herein are a micro LED package structure and a micro LED optical module. The micro LED package structure comprises: a main circuit board, several circuit branches and several micro LED panels. The main circuit board comprises a printed circuit for controlling the micro LED panels; the circuit branches are separately connected with the main circuit board; and, the micro LED panels are separately configured onto the end surfaces of the circuit branches. The disclosure simplifies the package structure of the micro LED, controls the chief ray angle of the micro LED structure, reduces the loss of the light emitting from the sidewall of the mesa, and further decreases the volume and the weight of the micro LED optical module.

指定代表圖：



【圖12】

符號簡單說明：

201:第一微型 LED 面板，微型 LED 面板，第一顏色微型 LED 面板

202:第二微型 LED 面板，微型 LED 面板，第二顏色微型 LED 面板

203:第三微型 LED 面板，微型 LED 面板，第三顏色微型 LED 面板

1101:主板，主電路板

1102:電路支路，支路，第一支路，第一電路支路

1103:電路支路，支路，第二支路，第二電路支路

1104:電路支路，支路，第三支路，第三電路支路

1106:有效發射區域

WD1,WD2:寬度

Z5,Z6,Z7:虛線



【發明摘要】

【中文發明名稱】

微型LED封裝結構和微型LED光學模組

【英文發明名稱】

MICRO LED PACKAGE STRUCTURE AND MICRO LED OPTICAL MODULE

【中文】

本文公開了一種微型LED封裝結構和一種微型LED光學模組。所述微型LED封裝結構包括：主電路板、若干電路支路和若干微型LED面板。主電路板包括用於控制微型LED面板的印刷電路；電路支路單獨地與主電路板連接；並且微型LED面板單獨地配置到電路支路的端表面上。本公開文本簡化了微型LED的封裝結構，控制了微型LED結構的主光角，降低了從台面側壁發射的光的損耗，並且進一步減小了微型LED光學模組的體積和重量。

【英文】

Disclosed herein are a micro LED package structure and a micro LED optical module. The micro LED package structure comprises: a main circuit board, several circuit branches and several micro LED panels. The main circuit board comprises a printed circuit for controlling the micro LED panels; the circuit branches are separately connected with the main circuit board; and, the micro LED panels are separately configured onto the end surfaces of the circuit branches. The disclosure simplifies the package structure of the micro LED, controls the chief ray angle of the micro LED structure, reduces the loss of the light emitting from the sidewall of the mesa, and further decreases the volume and the weight of the micro LED optical module.

【指定代表圖】 圖12

【代表圖之符號簡單說明】

201:第一微型LED面板,微型LED面板,第一顏色微型LED面板

202:第二微型LED面板,微型LED面板,第二顏色微型LED面板

203:第三微型LED面板,微型LED面板,第三顏色微型LED面板

1101:主板,主電路板

1102:電路支路,支路,第一支路,第一電路支路

1103:電路支路,支路,第二支路,第二電路支路

1104:電路支路,支路,第三支路,第三電路支路

1106:有效發射區域

WD1,WD2:寬度

Z5,Z6,Z7:虛線

【特徵化學式】

(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

微型LED封裝結構和微型LED光學模組

【英文發明名稱】

MICRO LED PACKAGE STRUCTURE AND MICRO LED OPTICAL
MODULE

【技術領域】

相關申請的交叉引用

【0001】 本專利申請要求2021年12月31日提交的專利合作條約申請號PCT/CN2021/143987 和 2021年12月31日提交的專利合作條約申請號PCT/CN2021/143985的權益，所述專利合作條約申請中的每一個均通過引用以其整體併入本文。

發明領域

【0002】 本公開文本總體上涉及發光二極管技術領域，並且更具體地涉及一種微型LED封裝件和一種微型LED光學模組。

【先前技術】

發明背景

【0003】 無機微型像素發光二極管(在下文中稱為“ μ -LED”或「微型LED」)由於其在包括自發射式微型顯示器、可見光通信和光遺傳學各種應用中的使用而日益重要。由於更好的應變弛豫、提高的光提取效率和均勻的電流擴展， μ -LED比傳統LED顯示出更高的輸出性能。與傳統LED相比， μ -LED還展現出改善的熱效應、在更高的電流密度下操作、快速響應速率、更大的工作溫度範圍、更高的分辨率、色域和對比度、以及更低的功耗。

【0004】 無機 μ -LED通常是通過蝕刻III-V族外延層以形成多個台面來製造

的。從台面的側壁發射的大部分光具有垂直於微型顯示器的大發射角度；然而，具有大發射角度的發射光在增強現實(AR)裝置中被阻擋且損耗，並且將不會到達人的眼睛，進而降低了發光效率。因此，需要減少來自台面的側壁的發射光損耗。

【0005】此外，傳統的 μ -LED的主光角不能被改變，並且總是沿豎直方向從台面頂部發射，這減少了從所述台面的側壁發射的光，降低了發光效率和發光強度。另外， μ -LED陣列中每個 μ -LED的主光角彼此是相同的，這縮小了 μ -LED陣列的應用範圍。

【0006】以上內容僅用於幫助理解本申請的技術方案，並且不構成對上述為現有技術的承認。

【發明內容】

發明概要

【0007】為了克服以上提及的缺點，本公開文本提供了一種微型LED封裝結構和一種微型LED光學模組，以便簡化微型LED的封裝結構，並且以便控制微型LED結構的主光角並減少從台面的側壁發射的光的損耗；進一步地以便減小微型LED光學模組的體積和重量。

【0008】根據本公開文本，提供了一種用於微型LED面板的微型LED封裝結構，所述微型LED封裝結構包括：

主電路板，其包括用於控制所述微型LED面板的印刷電路；

電路分支，其單獨地與所述主電路板連接；以及，

微型LED面板，其被單獨地配置到所述電路分支的端表面上。

【0009】在一些實施方案中，所述電路支路的寬度等於或小於利用其來組裝所述電路支路的合色稜鏡(X-cube)的寬度。

【0010】在一些實施方案中，所述電路支路包括：第一電路支路、第二電

路支路和第三電路支路；其中，所述第一電路支路和所述第三電路支路相對於所述第二電路支路的中心軸線對稱。

【0011】 在一些實施方案中，所述電路支路是柔性的，以被折疊並且與光學組合元件一起組裝。

【0012】 在一些實施方案中，所述電路支路不是柔性的，而無法與光學組合元件一起組裝。

【0013】 在一些實施方案中，所述第一電路支路的寬度、所述第二電路支路的寬度和所述第三電路支路的寬度是相同的。

【0014】 在一些實施方案中，所述微型LED面板被單獨地配置在所述電路支路中的每一個上，並且與所述電路支路中的每一個均電性地連接。

【0015】 在一些實施方案中，所述微型LED面板被配置在每個所述電路支路的端表面上。

【0016】 在一些實施方案中，所述電路支路之一中的所述微型LED面板的底部邊緣不低於其他電路支路的側邊緣。

【0017】 為實現以上目的，本公開文本進一步提供了一種微型LED光學模組，其包括：

用於微型LED面板的微型LED封裝結構；以及，

微型光學組合元件，其中，所述微型LED封裝結構與所述微型光學組合元件組裝；其中，

所述微型LED封裝結構包括：

主電路板，其包括用於控制所述微型LED面板的印刷電路；

電路分支，其單獨地與所述主電路板連接；以及，

微型LED面板，其被單獨地配置到所述電路分支的端表面上。

【0018】 在一些實施方案中，所述光學組合元件是合色稜鏡。

【0019】 在一些實施方案中，所述電路支路的寬度等於或小於所述合色稜鏡的寬度。

【0020】 在一些實施方案中，所述微型LED面板面向所述光學組合元件組裝。

【0021】 在一些實施方案中，所述微型LED面板面向所述合色稜鏡的至少一些表面單獨地組裝。

【0022】 在一些實施方案中，所述微型LED面板的頂部處於同一水平面。

【0023】 在一些實施方案中，所述電路支路包括：第一電路支路、第二電路支路和第三電路支路；其中，所述第一電路支路和所述第三電路支路相對於所述第二電路支路的中心軸線對稱。

【0024】 在一些實施方案中，所述電路支路是柔性的，以與所述光學組合元件組裝；並且所述電路支路被折疊以面向所述光學組合元件。

【0025】 在一些實施方案中，所述電路支路不是柔性的，而無法與所述光學組合元件一起組裝。

【0026】 在一些實施方案中，所述第一電路支路的寬度、所述第二電路支路的寬度和所述第三電路支路的寬度是相同的。

【0027】 在一些實施方案中，所述微型LED面板被單獨地配置在所述電路支路中的每一個上，並且與所述電路支路中的每一個均電性地連接。

【0028】 在一些實施方案中，所述微型LED面板被配置在每個所述電路支路的端表面上。

【0029】 在一些實施方案中，所述電路支路之一中的所述微型LED面板的底部邊緣不低於其他電路支路的側邊緣。

【0030】 另外，根據本公開文本，提供了一種微型LED投影器，其包括：至少兩個微型LED面板，其發射不同顏色的光線，其中，所述微型LED面板

包括由多個微型LED形成的微型LED陣列；以及

微型光學組合元件，其面向從所述微型LED面板發射的不同顏色的光線的發射方向，被用於將所述不同顏色的光線組合成組合光線；其中，

所述微型LED面板中的所述微型LED的主光角是不同的。

【0031】 在一些實施方案中，所述微型LED面板之一中的所述微型LED的主光角從所述微型LED陣列上方的任意點增加到所述微型LED陣列的邊緣。

【0032】 在一些實施方案中，所述微型LED面板之一中的所述微型LED的主光角從所述微型LED陣列的中心增加到所述微型LED陣列的邊緣。

【0033】 在一些實施方案中，所述微型LED結構的主光角以一定的量增加；所述一定的量取決於所述微型LED陣列的行數、列數和尺寸。

【0034】 在一些實施方案中，從所述微型LED陣列發射的主光線自動地被準直在所述微型LED陣列上方的點處。

【0035】 在一些實施方案中，從所述微型LED陣列發射的主光線自動地被準直在所述微型LED陣列的中心軸線的一個點處。

【0036】 在一些實施方案中，主光角在 0° 至 45° 的範圍內。

【0037】 在一些實施方案中，所述微型LED面板與所述微型光學組合元件的表面之間的距離不大於2 mm。

【0038】 在一些實施方案中，所述微型光學組合元件的尺寸由所述微型LED面板的有效發射區域和所述微型光學組合元件上的光區域確定。

【0039】 在一些實施方案中，所述微型光學組合元件包括偏振分光膜，其中，所述微型LED面板正面向所述偏振分光膜。

【0040】 在一些實施方案中，所述微型光學投影器包括發射不同顏色光線的三個微型LED面板：第一微型LED面板、第二微型LED面板和第三微型LED面板；其中，所述微型光學組合元件包括第一偏振分光膜和第二偏振分光膜；其

中，所述第一偏振分光膜正面向所述第一微型LED面板和所述第二微型LED面板；並且所述第二偏振分光膜正面向所述第二微型LED面板和所述第三微型LED面板。

【0041】 在一些實施方案中，所述微型光學投影器是合色稜鏡。

【0042】 在一些實施方案中，所述合色稜鏡的每個表面區域等於或大於所述合色稜鏡表面上的光區域，所述光區域是由從所述微型LED面板發射的光線形成的。

【0043】 在一些實施方案中，所述光區域為圓形。

【0044】 在一些實施方案中，所述光區域不大於所述有效發射區域。

【0045】 在一些實施方案中，所述合色稜鏡的所述表面區域不小於所述光區域，並且不大於所述有效發射區域的200%。

【0046】 在一些實施方案中，所述光區域大於所述有效發射區域。

【0047】 在一些實施方案中，所述微型LED面板中的所述微型LED的主光線被準直在位於所述合色稜鏡中的點處；並且，所述微型LED面板的中心的主光角為 0° 。

【0048】 在一些實施方案中，所述微型LED面板中的所述微型LED的主光線被準直在所述合色稜鏡外部的點處。

【0049】 在一些實施方案中，所述微型LED陣列的中心的主光角大於 0° 。

【0050】 在一些實施方案中，面向彼此的所述兩個微型LED面板的頂側形成虛擬矩形；其中，所述合色稜鏡的頂表面的對角長度不大於所述虛擬矩形的對角長度的200%並且不小於所述光區域的對角長度。

【0051】 通過下面的詳細描述和附圖，將進一步理解本公開文本的許多其它優點和特徵。

【圖式簡單說明】

【0052】圖1是根據本公開文本的第一實施方案的微型LED結構的結構圖；

圖2是根據本公開文本的第一實施方案的具有最小化反射結構的微型LED結構的結構圖；

圖3是根據本公開文本的第一實施方案的具有最小化反射結構的微型LED結構的結構圖；

圖4是根據本公開文本的第一實施方案的微型LED結構的頂視圖；

圖5是根據本公開文本的第一實施方案的另一種微型LED結構的頂視圖；

圖6根據本公開文本的第一實施方案的微型LED結構的結構圖；

圖7是根據本公開文本的第一實施方案的微型LED結構的結構圖；

圖8是根據本公開文本的第一實施方案的微型LED結構的結構圖；

圖9是根據本公開文本的第一實施方案的微型LED投影器的結構圖；

圖10是根據本公開文本的第一實施方案的微型LED投影器的結構圖；

圖11是根據本公開文本的第一實施方案的微型LED封裝的結構圖；

圖12是根據本公開文本的第一實施方案的微型LED封裝的結構圖；

圖13是根據本公開文本的第一實施方案的微型LED封裝的結構圖；

圖14是根據本公開文本的第一實施方案的微型LED封裝的結構圖；

圖15是根據本公開文本的第一實施方案的微型LED投影器的結構圖；

圖16是根據本公開文本的第一實施方案的微型LED投影器的結構圖；

圖17是根據本公開文本的第一實施方案的微型LED投影器的結構圖；

圖18是根據本公開文本的第一實施方案的微型LED面板的結構圖；

圖19是根據本公開文本的第一實施方案的微型LED面板的結構圖；

圖20至圖26是根據本公開文本的第二實施方案的微型LED結構的結構圖；

圖27至圖30是根據本公開文本的第三實施方案的微型LED結構的結構圖；

圖31是根據本公開文本的第四實施方案的微型LED結構的結構圖；

圖32至圖34是根據本公開文本的第五實施方案的微型光學引擎的結構圖；

圖35至圖37是根據本公開文本的第五實施方案的微型LED投影器的結構圖；

圖38是根據本公開文本的第六實施方案的微型LED顯示裝置的框圖；

圖39是根據本公開文本的第六實施方案的微型LED顯示裝置的框圖；

圖40是根據本公開文本的第六實施方案的微型LED顯示裝置的框圖；

圖41是根據本公開文本的第六實施方案的微型LED鏡片的結構圖；

圖42是根據本公開文本的第六實施方案的微型LED顯示裝置的結構圖；

圖43是根據本公開文本的第六實施方案的微型LED顯示裝置的結構圖；

圖44是根據本公開文本的第六實施方案的微型LED鏡片中四個象限區的結構圖；

圖45是展示根據本公開文本的第六實施方案的單片微型LED投影器在微型LED鏡片中的分布的結構圖；

圖46至圖49展示是根據本公開文本的第六實施方案的單片微型LED投影器在微型LED鏡片中的分布的結構圖；

圖50至圖52是展示根據本公開文本的第六實施方案的單片微型LED投影器在一對微型LED鏡片中的分布的結構圖；

圖53是展示根據本公開文本的第六實施方案的單片微型LED投影器的一維分布的結構圖；

圖54是展示根據本公開文本的第六實施方案的單片微型LED投影器的陣列的結構圖。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

【0053】 現在將詳細參考所提出的優選實施方案以提供對本發明的進一步理解。所討論的具體實施方案和附圖僅說明進行和使用本發明的具體方式，而

不限制本發明或所附申請專利範圍的範圍。

實施方案1

【0054】 參考圖1，根據實施方案的微型LED結構包括：台面結構和反射結構00。所述台面結構可以是至少包括一個發光單元的微型LED結構，所述發光單元包括：第一類型半導體層01、第二類型半導體層03和發光層02。微型LED結構可以進一步包括：頂部觸頭06和底部觸頭05。發光層02形成在第一類型半導體層01的頂部，並且第二類型半導體層03形成在發光層02的頂部。第一類型半導體層01和第二類型半導體層03為不同的導電類型。例如，在一些實施方案中，第一類型半導體層01為P型，而第二類型半導體層03為N型；或者，第一類型半導體層01為N型，而第二類型半導體層03為P型。優選地，第一類型半導體層01的材料為p-GaAs、p-AlGaInP、p-GaN等，並且第二類型半導體層03的材料為n-GaAs、n-AlGaInP、n-GaN等。發光層02是由量子井層形成的。在一些實施方案中，所述量子井層的材料為AlGaInP/GaInP、GaN/InGaN、GaAs、GaN等。優選地，第一類型半導體層01的厚度小於第二類型半導體層03的厚度；並且發光層02的厚度小於第一類型半導體層01的厚度。優選地，第一類型半導體層01的厚度範圍從50 nm到2 μm ，第二類型半導體層03的厚度範圍從100 nm到2 μm 。優選地，量子井層的厚度不大於30 nm；或者，量子井層包括不超過六對量子井。

【0055】 反射結構00被形成為將從台面結構的側壁發射的光線向外反射。反射結構00可以圍繞台面結構形成。

【0056】 參考圖1，當反射結構L1的中心軸線與台面結構的中心軸線對準時，微型LED結構的主光線與台面結構的中心軸線對準。參考圖2和圖3，當反射結構的中心軸線L1與台面結構的中心軸線未對準時，微型LED結構的主光線從台面結構的中心軸線以一定角度偏移。反射結構的中心軸線從台面結構的中心軸線偏移，從而改變了微型LED結構的主光角。在與圖1和圖2一致的一些實

施方案中，爲了偏移反射結構的中心軸線，可以利用反射結構的一個位置作爲固定點來增加或減小反射結構的間隙寬度D1。在與圖1和圖3一致的一些實施方案中，整個反射結構從左向右偏移，而反射結構的間隙寬度D1不改變。更具體地，D1表示在反射結構的內部中的中空開口的底部寬度。在與圖4一致的一些實施方案中，中空開口是圓柱體，D1是圓柱體的直徑(如由圖4中的虛線所示)。在與圖5一致的一些實施方案中，中空開口是矩形，D1是矩形的寬度或長度(如由圖5中的虛線所示)。主光角是主光線相對於反射結構的中心軸線方向的角度。

【0057】 優選地，微型LED結構的被反射結構反射的主光角在 0° 到 45° 的範圍內。反射結構00的中心軸線L1與台面結構的中心軸線之間的距離大於台面結構的底部寬度的50%；並且優選地，不大於所述台面結構的底部寬度的100%。另外，保護隔離層10可以形成在台面結構的側壁表面處，因此反射結構00的底部邊緣可以與保護隔離層10接觸，而無需台面結構的底部邊緣與反射結構00的底部邊緣之間的任何空間。

【0058】 在一些實施方案中，反射結構00的側壁相對於豎直方向是傾斜的。優選地，反射結構00的面向台面結構的側壁相對於豎直水平的傾斜角度在 0° 到 60° 的範圍內。反射結構00的頂部可以高於或低於或等於台面結構的頂部。優選地，反射結構00的高度爲台面結構的高度的10%至200%。反射結構00的底部厚度D2是台面結構的底部邊緣與反射結構00的底部邊緣之間的空間的長度的10%至90%。在一些實施方案中，D2表示反射結構00的從中空開口的邊緣到反射結構00的外邊緣的最大厚度。在與圖1至圖3和圖6一致的一些實施方案中，D2是反射結構00的從中空開口的底部邊緣到反射結構00的底部外邊緣的底部厚度。在與圖7一致的一些實施方案中，D2是反射結構00的從中空開口的頂部邊緣到反射結構00的頂部邊緣的頂部厚度。在一些實施方案中，中空開口是由反射結構00的內側壁形成的。

【0059】 在一些實施方案中，台面結構的側壁相對於水平面是傾斜的。優選地，台面結構的側壁的傾斜方向與反射結構00的面向台面結構的側壁的傾斜方向處於交叉方向。在與圖6一致的一些實施方案中，台面結構的側壁的一部分平行於反射結構00的右半部分的、面向台面結構的內側壁，而台面結構的側壁不平行於反射結構00的另一左半部分的內側壁，因此反射結構00的中心軸線從右向左偏移。當台面結構的側壁平行於反射結構的左半部分的、面向台面結構的內側壁，而台面結構的側壁不平行於反射結構00的右半部分的內側壁時，反射結構00的中心軸線L1從左向右偏移，如圖6中所示出的。在與圖7一致的一些實施方案中，反射結構00的整個側壁可以平行於台面結構的側壁，並且反射結構000的中心軸線L1與台面結構的中心軸線對準。

【0060】 優選地，反射結構00是由高反射金屬或聚合物或分布式布拉格反射器或高反射聚合物製成的。優選地，所述高反射金屬選自Ag、Au、Al等中的一種或多種。優選地，所述高反射聚合物為聚四氟乙烯等。

【0061】 在與圖8一致的一些進一步實施方案中，頂部導電層09形成在台面結構的頂部上和反射結構00的頂表面上，因此第二類型導體層03可以通過頂部導電層09與反射結構00電性地連接。頂部觸頭06形成在頂部導電層09與台面結構的頂部之間。底部觸頭05和底部導電結構04依次形成在台面結構的底部。IC背板07形成在台面結構的底部並且經由接觸焊盤071與底部導電結構04電性地連接。注意的是，本文中，頂部導電層09是透明的。本文中，隔離層10形成在台面結構的側壁上並且頂部導電層09形成在隔離層10上、在台面結構的頂部上、在頂部觸頭06上、以及在IC背板07的暴露的頂表面上。注意的是，在另一個實施方案中，隔離層10可以形成在台面結構的頂部上，因此隔離層10形成在隔離層的側壁和頂部上，而不是直接形成在台面結構的頂部上。在一些實施方案中，頂部導電層09形成在反射結構00的側壁和頂部上。在另一個實施方案中，

頂部導電層09首先形成在台面結構上和IC背板07的頂部上，並且然後反射結構00還可以形成在繞所述台面結構的頂部導電層09上。隔離層10進一步形成在IC背板07的頂部上，因此頂部導電層09可以形成在處於IC背板07的頂部上的隔離層10上，但不能直接形成在IC背板的頂部上。注意的是，頂部導電層09可以是透明的。頂部導電層09的材料可以是ITO、FTO等。

【0062】 在一些實施方案中，微型透鏡11形成在台面結構上方。本文中，間隔物081形成在微型透鏡11的底部處和頂部導電層09上。注意的是，在另一個實施方案中，微型透鏡11可以直接形成在頂部導電層09上。在台面結構與反射結構00之間形成介電層08。間隔物081的材料可以與介電層08的材料相同。

【0063】 在一些實施方案中，可以通過改變反射結構00的位置來改變微型LED結構的主光角。注意的是，台面結構可以發射一種顏色或多種顏色。與以上描述一致，台面結構包括一個發光單元。在一些實施方案中，所述台面結構包括多個發光單元；所述多個發光單元發射不同顏色的光線。在一些實施方案中，台面結構包括兩個發光單元，並且每個發光單元發射彼此不同的顏色。在一些實施方案中，台面結構包括三個發光單元，並且每個發光單元發射彼此不同的顏色，這可以在美國專利申請US 62/863559和US 16/567007中得到參考。

【0064】 在一些進一步的實施方案中，前述微型LED結構可以被應用於微型LED投影器領域中。在與圖9一致的一些實施方案中，微型LED投影器包括：第一微型LED面板201、第二微型LED面板202和光學組合元件301。與圖9一致，虛線表示用於示出圖像或人眼的界面，並且箭頭表示從微型LED面板發射的光線。

【0065】 第一微型LED面板201發射第一顏色光線，其中，第一微型LED面板201包括第一微型LED陣列，在所述第一微型LED陣列中第一微型LED結構選自具有第一顏色發光層的前述微型LED結構。第二微型LED面板202發射第二顏

色光線；其中，第二微型LED面板202包括第二微型LED陣列，在所述第二微型LED陣列中第二微型LED結構選自具有第二顏色發光層的前述微型LED結構。光學組合元件301被形成用於接收從第一微型LED面板201發射的光線和從第二微型LED面板202的方向發射的光線。在一些進一步的實施方案中，光學組合元件301包括偏振分光膜，所述偏振分光膜面向從第一微型LED面板201發射的第一顏色光線和從第二微型LED面板202發射的第二顏色光線。在與圖9一致的一些實施方案中，光學組合元件301是由在傾斜界面上具有分色膜的兩個透鏡製成的，其中，斜線表示分色膜。分色膜僅透射從第二微型LED面板202發射的光線，並且反射從第一微型LED面板201發射的光線。在一些實施方案中，第二微型LED面板202發射兩種不同顏色的光，諸如第二顏色的光和第三顏色的光，並且第一微型LED面板201僅發射單一的第一顏色光；其中，所述第一顏色、所述第二顏色、所述第三顏色彼此不同。本文中，第一微型LED面板201的主光角為 0° ，且從第一微型LED面板201發射的光線彼此平行；並且第二微型LED面板202的主光角為 0° ，且從第二微型LED面板202發射的光線彼此平行。第一微型LED面板中的微型LED的主光角和第二微型LED面板中的微型LED的主光角基於傾斜界面是對稱的。本文中，第一微型LED面板201中的微型LED的主光角和第二微型LED面板202中的微型LED的主光角基於傾斜界面是對稱的。

【0066】 在與圖10一致的一些實施方案中，第一微型LED面板201發射第一顏色光線；其中，第一微型LED面板201包括第一微型LED陣列，在所述第一微型LED陣列中第一微型LED結構選自具有第一顏色發光層的前述微型LED結構。第二微型LED面板202發射第二顏色光線；其中，第二微型LED面板202包括第二微型LED陣列，在所述第二微型LED陣列中第二微型LED結構選自具有第二顏色發光層的前述微型LED結構。在實施方案中進一步包括第三微型LED面板203。第三微型LED面板203發射第三顏色光線；第三微型LED面板203包括第三

微型LED陣列，在所述第三微型LED陣列中第三微型LED結構選自具有第三發光層的前述微型LED結構；其中，所述第一顏色、所述第二顏色和所述第三顏色彼此不同。光學組合元件301包括第一偏振分光膜，所述第一偏振分光膜面向從第一微型LED面板201發射的第一顏色光線和從第二微型LED面板202發射的第二顏色光線。光學組合元件301進一步包括第二偏振分光膜，所述第二偏振分光膜面向第三微型LED面板203的第三顏色光線發射方向和第二微型LED面板202的第二顏色光線發射方向。優選地，光學組合元件301是合色稜鏡。所述合色稜鏡包括布置為“X”形的分色膜。本領域的技術人員可以理解合色稜鏡的結構，在此不再贅述。注意的是，第一顏色、第二顏色、第三顏色可以選自紅色、藍色、綠色、橙色、黃色等。本文中，微型LED面板被組裝在合色稜鏡的不同表面上，並且所述微型LED面板面向分色膜；此外，兩個相鄰的微型LED面板201與202或202與203用相鄰的兩個微型LED面板201與202或202與203之間的分色膜作為鏡子的鏡像。注意的是，在一些實施方案中，光學組合元件301也可以是代替合色稜鏡的“X”光學組合面板。支撐架可以包含光學組合元件301，合色稜鏡的表面暴露在所述光學組合元件中，因此從微型LED發射的光線可以進入到合色稜鏡中。

【0067】 在一些進一步的實施方案中，合色稜鏡301可以通過黏合材料或通過無需所述黏合材料的機械連接方法來固定在支撐架中。例如，微型LED面板可以通過黏膠或黏合材料黏附在所述支撐架上；或者，微型LED面板可以與光學組合元件301機械地連接，諸如微型LED面板通過支撐架被夾緊。注意的是，微型LED面板可以直接形成在合色稜鏡的表面上。冷卻元件可以形成在微型LED面板的背面，以便將微型LED面板的熱量傳送到外部。在另一個實施方案中，冷卻元件可以形成在與微型LED面板連接的支撐架上，以便將支撐架和微型LED面板的熱量傳送到外部。

【0068】本文中，公開了一種用於微型LED面板的微型LED封裝結構。所述微型LED封裝結構包括：主電路板，所述主電路板包括用於控制微型LED面板的印刷電路；電路支路，所述電路支路與所述主電路板單獨地連接；以及微型LED面板，所述微型LED面板被單獨地配置在所述電路支路的端表面上。此外，所述電路支路的寬度等於或小於利用其來組裝所述電路支路的合色稜鏡的寬度。優選地，所述電路支路是柔性的，以被折疊並且與光學組合元件一起組裝。注意的是，所述微型LED面板被單獨地配置在所述電路支路中的每一個上，並且與所述電路支路中的每一個均電性地連接。

【0069】參考圖11，微型LED面板201、202和203中的每一個均可以在與光學組合元件301組裝之前被封裝。在一些實施方案中，至少三個微型LED面板被一起封裝在諸如FPC(撓性印刷電路)板的印刷電路板中。微型LED面板201、202和203被單獨地配置在每個電路支路上，並且與每個所述電路支路電性地連接。此外，微型LED面板201、202和203被配置在每個電路支路的端表面上。在一些實施方案中，電路支路之一中的微型LED面板201、202、203的底部邊緣不低於其他電路支路的側邊緣。

【0070】本文進一步公開了一種微型LED光學模組，其包括用於微型LED面板的前述微型LED封裝結構。其中，所述微型LED封裝結構與微型光學組合元件301組裝。所述微型LED面板面向光學組合元件301組裝。優選地，電路支路的寬度等於或小於合色稜鏡(光學組合元件301)的寬度。在一些實施方案中，微型LED面板201、202、203的頂部處於同一水平面。另外，電路支路1102、1103、1104是撓性的，以與光學組合元件301組裝；並且電路支路1102、1103、1104被折疊以面向光學組合元件301。在另一個實施方案中，電路支路1102、1103、1104不具有用於與光學組合元件301一起組裝的撓性。

【0071】在與圖11一致的一些實施方案中，FPC板包括主電路板1101和來

自所述主板1101的多個電路支路1102、1103和1104。電路支路1102、1103和1104形成爲撓性的並且能夠被折疊且與光學組合元件301組裝，因此電路支路1102、1103、和1104被折疊成面向光學組合元件301。主板1101的電路與支路1102、1103和1104的電路相同。在一些實施方案中，三個微型LED面板201、202和203形成在支路(第一支路1102、第二支路1103和第三支路1104)的端表面上，並且與支路的電路電性地連接。優選地，第一支路1102和第三支路1104相對於第二支路1103的中心軸線對稱。三個微型LED面板201、202和203可以通過在任意方向上折疊或彎曲支路而形成有光學組合元件301(如圖10中所示出的)，以便形成與圖10一致的組裝結構。在與圖10和圖11一致的一些實施方案中，第一支路1102中的微型LED面板201的底部邊緣與第三支路1104中的微型LED面板203的底部邊緣之間的距離WD等於或接近於光學組合元件301的寬度；因此，當形成有光學組合元件301(如圖10中所示出的)時，三個微型LED面板201、202和203的頂部邊緣處於同一水平面。在一些實施方案中，第一支路1102和第三支路1104可以被折疊且重疊在一起以形成FPC板，這在圖12中示出。在與圖10和圖12一致的一些實施方案中，支路1103的寬度WD1等於或接近於合色稜鏡301的寬度；並且，合色稜鏡301的寬度可以小於支路1103的寬度；諸如，合色稜鏡301的寬度可以不小於有效發射區域或光區域的寬度。有效發射區域1106是微型LED面板201的發光區域；並且光區域是合色稜鏡301表面上的光線透射區域，所述光線透射區域由從微型LED面板201發射的光線形成。優選地，在與圖13一致的一些實施方案中，FPC包括主板1101和三個支路1102、1103和1104。主板1101包括底板110101和頂板110102。頂板110102的寬度大於底板110101的寬度。底板110101中的電路被分成三個子電路。所述三個子電路單獨地與微型LED面板201、202、203連接，並且單獨地形成在三個支路1102、1103和1104中。第一支路1102可以單獨地沿虛線Z1和Z2折疊，並且第三支路1104可以沿虛線Z3和Z4折疊，以便形成如圖12中所

示出的FPC板。在與圖12一致的一些實施方案中，第一支路1102可以沿虛線Z5折疊，第二支路1103可以沿虛線Z6折疊，並且第三支路1104可以沿虛線Z7折疊，以便形成如圖10中所示出的三個微型LED面板201、202和203繞合色稜鏡301的組裝結構。注意的是，與圖12一致的實施方案中的FPC板不僅可以通過折疊支路來形成，而且可以通過直接在主板和支路上印刷電路來形成，而無需折疊支路。注意的是，微型LED面板的形狀可以為矩形、正方形等。微型LED面板中的微型LED陣列區域的輪廓可以為矩形、正方形等。本文中，第一電路支路1102的寬度、第二電路支路1103的寬度和第三電路支路1104的寬度是相同的。注意的是，在一些實施方案中，電路支路1102、1103、1104不具有用於與光學組合元件301一起組裝的撓性。

【0072】 在一些實施方案中，用於支撐微型LED面板的FPC板的端部包括在相對於微型LED面板的相對側上的支撐基座。FPC板的另一端包括連接件和存儲器。在與圖14一致的一些實施方案中，印刷電路板1420是長且柔軟的，諸如FPC。長印刷電路板1420具有第一端和第二端。微型顯示面板1410形成在印刷電路板1420的第一端的表面上，並且與印刷電路板1420電性地連接。支撐基座1430形成在印刷電路板1420的第一端的與微型顯示面板1410相對的另一表面上。快閃記憶體1440形成在電路板1420的第二端的表面上。可選地，快閃記憶體1440和微型顯示面板1410形成在電路板1420的同一側。注意的是，快閃記憶體模組1430形成在快閃記憶體1440中並且與印刷電路板1420電性地連接。連接件1450形成在印刷電路板1420的第二端的與快閃記憶體1440相對的另一表面上，並且與印刷電路板1420和快閃記憶體1440電性地連接。另外，連接件1450和支撐基座1430形成在印刷電路板1420的同一側上。在一些進一步的實施方案中，中央處理單元形成在連接件1450與印刷電路板1420之間。中央處理單元用於處理從外部獲取的圖像數據。本文中，冷卻元件可以形成在支撐基座的背面上，以傳

送微型LED面板的熱量。

【0073】 在與圖9和圖10一致的一些實施方案中，微型LED面板201、202或203與合色稜鏡301的面向微型LED面板201、202或203的表面之間的最小距離不大於微型LED面板201、202或203的厚度的兩倍；優選地，微型LED面板201、202或203與合色稜鏡301的面向微型LED面板201、202或203的表面之間的最小距離不大於2 mm，優選地，不大於1 mm。合色稜鏡301的尺寸由微型LED面板201、202和203的有效發射區域和合色稜鏡301表面上的由微型LED面板201、202或203發射的光線形成的光區域決定。合色稜鏡301是具有面積相同的六個表面的立方體結構。微型LED面板201、202和203的有效發射區域是相同的。合色稜鏡301的每個表面區域可以小於有效發射區域，也就是說，有效發射區域的寬度可以等於或大於合色稜鏡301的表面的寬度；有效發射區域的高度可以等於或大於合色稜鏡301的表面的高度。在一些實施方案中，合色稜鏡301的每個表面區域不小於光區域，也就是說，光區域的寬度可以等於或小於合色稜鏡301的表面的寬度；光區域的高度可以等於或小於合色稜鏡301的表面的高度。例如，在一些實施方案中，合色稜鏡301的表面上的光區域是直徑為3 mm的圓形，並且所述表面正面向微型LED面板201，因此合色稜鏡301的面向微型LED面板201的表面區域為3 mm×3 mm。此外，光區域不大於有效發射區域。當微型LED面板201、202或203的主光角為0°時，也就是說，微型LED面板201、202或203中的所有微型LED結構的主光角為0°時，合色稜鏡301的表面區域不小於有效發射區域，並且優選地不大於有效發射區域的200%，如圖9和圖10中所示出的。注意的是，當微型LED面板201、202或203中的微型LED結構的主光線被準直成一個點時，光區域小於有效發射區域；當微型LED面板201、202或者203中的微型LED結構的主光線向周圍發散、而不是被準直成一個點時，合色稜鏡301的光區域大於有效發射區域。

【0074】 在與圖15至圖17一致的一些實施方案中，當微型LED面板201、202或203中的至少若干個微型LED結構的主光角大於 0° 時，合色稜鏡301的表面區域不小於光區域並且優選地不大於有效發射區域的200%。在與圖15一致的一些實施方案中，虛線正方形展示了最小化的合色稜鏡，其表面區域等於光區域；本文中，微型LED面板201、202或203的中心主光角為 0° 。微型LED面板201、202或203中的微型LED結構的主光角從微型LED面板201、202或203的中心增加到微型LED面板201、202或203的邊緣，使得光線在進入合色稜鏡301的點處被準直並且從合色稜鏡301透射出去，以在界面(虛線)上顯示倒轉的圖像。在與圖16一致的一些實施方案中，微型LED面板201、202或203的中心主光角為 0° ；微型LED面板201、202或203中的微型LED結構的主光角小於圖15中的主光角，使得光線在離開合色稜鏡301的點處被準直；並且所述光線從合色稜鏡301透射出去，以在界面(虛線)上顯示最小化的圖像。在與圖17一致的一些實施方案中，微型LED面板201、202或203中的微型LED陣列的中心的主光角大於 0° ，使得界面(虛線)上的圖像的中心不與合色稜鏡301的中心對準；本文中，如圖17中所示出的，所述圖像向下偏移到合色稜鏡301的中心軸線下方。另外，因為微型LED面板201、202或203中的微型LED結構的主光角是不同的，所以與同圖9和圖10一致的實施方案中的合色稜鏡301相比，可以減小合色稜鏡301的尺寸，其中整個微型LED面板的主光角為 0° 。

【0075】 在一些進一步的實施方案中，所述三個微型LED面板201、202和203繞合色稜鏡301豎直地布置。在與圖15一致的一些實施方案中，由面向彼此的兩個微型LED面板201和203的頂側面形成虛擬矩形(圖15中的大虛線矩形)。合色稜鏡301的頂表面的對角長度不大於所述虛擬矩形的對角長度的200%並且不小於最小化正方形(圖15中的小虛線正方形)的對角長度，優選地不小於有效發射區域的頂部長度。

【0076】 在與圖18一致的一些實施方案中，其中省略點表示多個微型LED結構，多個微型LED結構被布置成陣列以形成微型LED陣列，所述微型LED陣列被用作微型LED面板的發光區域。在微型LED面板中，參考與圖19一致的一些實施方案，展示了微型LED陣列的截面視圖，其中，微型LED結構的數量不是真實數量；並且半球形表示具有微型透鏡的微型LED結構，虛線表示界面，並且箭頭表示來自微型LED結構的主光線。這些微型LED結構的主光角是不同的。在一些實施方案中，微型LED結構的主光角從微型LED陣列上方的任意點增加到所述微型LED陣列的邊緣(諸如從微型LED陣列的中心到微型LED陣列的邊緣)；因此，微型LED陣列中的這些微型LED結構的主光線可以自動地被準直在微型LED陣列上方的點處，諸如微型LED陣列的中心軸線中的點，如圖19中所示出的；並且該微型LED陣列面板也在圖15至圖17中示出。優選地，這些微型LED結構的主光角以一定量(諸如 1° 或其他)增加。所述一定量取決於微型LED陣列的行數和列數以及微型LED陣列的尺寸。主光角可以通過使前述反射結構沿水平面偏移來改變；或者在另一實施方案中，可以通過使微型透鏡沿水平面偏移來改變主光角，這可以參考美國專利申請號17/486,113。

【0077】 注意的是，微型LED陣列的中心軸線是垂直於微型LED陣列面板且穿過所述對稱中心的軸線。水平面平行於微型LED陣列面板的表面，諸如微型台面結構的頂表面。主光角是主光學與豎直方向之間的角度。

【0078】 在一些進一步的實施方案中，微型LED陣列面板可以包括形成為陣列的多個前述微型LED結構。微型LED陣列面板是微型自發光面板。在微型LED陣列面板中，一個像素由至少一個微型LED形成。

【0079】 在與圖8一致的一些實施方案中，微型LED面板201、202和203的微型LED結構可以是有機LED或無機LED。微型LED陣列面板201、202、203的發光區域非常小，諸如3 mm*5 mm。在一些實施方案中，所述發光區域為微型

LED面板中的微型LED陣列的區域。微型LED陣列面板包括形成像素陣列(諸如1600×1200、680×480、和1920×1080)的微型LED陣列。微型LED結構的直徑在約200 nm至2 μm的範圍內。IC背板07形成在微型LED陣列的後表面處並且與所述微型LED陣列電性地連接。IC背板07經由信號線從外部獲取諸如圖像數據的信號，以控制相應的微型LED發光或不發光。IC背板07通常採用8位數模轉換器(DAC)。8位DAC具有256級表現形式，並且每一級對應於一個灰度，即，8位DAC可以提供256個不同的灰度。由於256個灰度中的任何一個可以應用在微型LED上，因此可以通過一個像素來顯示範圍從0到255的灰度。可選地，微型LED的亮度值可以通過由IC背板獲取的信號的電壓幅度或電流幅度來控制，而灰度可以通過所述信號的時間間隔(例如，脈衝寬度)來示出，這可以被本領域技術人員所理解。

實施方案2

【0080】 參考圖20，微型LED結構包括：台面結構和微型透鏡11。此外，前述反射結構00可以形成在所述台面結構的周圍。所述台面結構和所述反射結構00的細節可以參考實施方案1的描述。另外，在微型透鏡11的表面的至少一部分上進一步形成有減反射膜12。

【0081】 在與圖20一致的一些實施方案中，減反射膜12形成在微型透鏡11的表面的發射部分上，光線從所述發射部分發射。本文中，微型LED結構的主光線垂直於台面結構的頂表面，並且從微型透鏡11的頂部中心發射。減反射膜12形成在微型透鏡11的頂部上。在與圖21一致的實施方案中，主光線傾斜於台面結構的頂表面，並且以相對於豎直方向的0°至45°範圍內的角度從微型透鏡11發射。減反射膜12形成在微型透鏡11的部分表面上，如圖21中所示出的。

【0082】 在與圖22和圖23一致的一些實施方案中，減反射膜12可以形成在整個微型透鏡11表面上。介電層08形成在台面結構周圍，並且間隔物081形成在

介電層08上、在台面結構的頂部上以及在反射結構00的頂部上；並且減反射膜12進一步形成在間隔物081的頂部上。

【0083】 優選地，如圖23中所示出的，形成在發射部分上的減反射膜12的厚度大於形成在微型透鏡11的其它位置上的減反射膜12的厚度。另外，當主光線垂直於台面結構的頂表面時，在微型透鏡11的頂部上的減反射膜12的厚度大於在微型透鏡11的其他位置上的減反射膜12的厚度。

【0084】 由於通過偏移反射結構或微型透鏡而得到發射光的各種主光角，因此在微型透鏡11中和微型透鏡11的表面上產生光線的光學損耗，並且無法避免。因此，減反射膜12可以提高從微型透鏡11發射的光線的透射率，進而提高微型LED結構的發光效率。優選地，減反射膜12的厚度範圍為1 nm至10 μm 。並且減反射膜12的介電常數介於微型透鏡的介電常數與空氣的介電常數之間。減反射膜12的材料是聚合物、無機氧化物或無機氮化物。無機氧化物可以是氧化矽、 Al_2O_3 或 TiO_2 。此外，無機氮化物可以是氮化矽或氮化鋁，諸如 Si_3N_4 、 Al_3N_4 等。減反射膜12是透明的，具有高透射效率。減反射膜12的形狀可以與微型透鏡11的形狀適形，也就是說，減反射膜12的曲率半徑與微型透鏡11的半徑相同。例如，減反射膜12的形狀可以是弧形、半球形等。注意的是，在另一個實施方案中，減反射膜12的形狀可以是具有與微型透鏡11相比半徑不同的球形。注意的是，減反射膜12還可以被用作保護層，以保護微型透鏡11的表面不被損壞。

【0085】 在一些實施方案中，微型LED結構的主光角可以通過如上提及的偏移反射結構00或通過沿着台面結構的頂表面偏移微型透鏡11來改變。例如，微型透鏡11的中心軸線從台面結構的中心軸線偏移，從而改變了微型LED結構的主光角。

【0086】 台面結構、反射結構和IC背板07的細節可以參考實施方案1的描述。

【0087】 進一步地，間隔物081形成在微型透鏡11的底部處並且在台面結構與微型透鏡11之間，間隔物081的厚度可以根據實際需要進行調整。優選地，間隔物081的厚度可以小於實施方案中微型透鏡11的曲率半徑。注意的是，在另一個實施方案中，間隔物081的厚度等於或大於微型透鏡11的半徑。微型透鏡11的焦點與發光層02之間的距離由間隔物081的厚度和微型透鏡11的半徑來決定。優選地，間隔物081的厚度小於微型透鏡11的半徑的50%。並且，間隔物的厚度在微型透鏡的高度的10%至200%的範圍內。

【0088】 注意的是，實施方案2中的微型LED結構也可以應用在實施方案1中提及的微型LED投影器中。

【0089】 還注意的是，在另一個實施方案中，可以通過沿水平面偏移微型透鏡11來改變主光角，如在與圖24和圖25一致的實施方案中所示出的。因此，在這些實施方案中不需要反射結構。並且，在與圖26一致的實施方案中，通過既沿水平面偏移微型透鏡又同時偏移反射結構00，也可以改變主光角。因此，在這些實施方案中，反射結構00和微型透鏡11都是需要的。

實施方案3

【0090】 參考與圖27一致的實施方案，微型LED結構包括：台面結構和微型透鏡11。微型LED結構進一步包括前述反射結構00、間隔物081、隔離層10和介電層08。台面結構、微型透鏡11、間隔物081、隔離層10、介電層08和反射結構00的細節可以參考實施方案1和2。

【0091】 在與圖27一致的一些實施方案中，微型台面結構的形狀如下：微型台面結構的頂表面區域小於微型台面結構的底表面區域，類似於梯形。此外，微型透鏡11的焦點與微型台面結構的頂部之間的距離不大於微型台面結構的高度的70%，如圖27中所示出的，黑點表示焦點位置，這將在下文中進行描述。優選地，微型透鏡11的曲率半徑在100 nm至10 μ m範圍內；並且微型透鏡11的直徑

大於微型台面結構的頂部寬度。注意的是，如果微型LED結構的主光角大於 0° ，則微型透鏡11的直徑可以小於微型台面結構的頂部寬度。

【0092】 當微型透鏡11與台面結構之間形成間隔物081時，微型透鏡11的焦點的位置由間隔物081的厚度、微型透鏡11的高度和微型透鏡11的曲率半徑決定。在與圖28一致的一些實施方案中，黑點表示焦點位置，間隔物081的厚度大於曲率半徑的100%至300%，所述焦點的位置在微型台面結構的頂表面上方。在與圖29一致的一些實施方案中，黑點表示焦點位置，間隔物081的厚度約為曲率半徑的100%至300%，所述焦點的位置在微型台面結構的頂表面上。在與圖27一致的一些實施方案中，間隔物081的厚度小於曲率半徑的100%至300%，焦點的位置在微型台面結構的頂部下方。

【0093】 在一些進一步的實施方案中，當台面結構與微型透鏡11之間未形成間隔物時，焦點的位置由微型透鏡的曲率半徑確定。在與圖30一致的一些實施方案中，黑點表示焦點位置，微型透鏡11的曲率半徑為台面結構的高度的50%至100%，微型透鏡11的焦點與微型台面結構的頂部之間的距離不大於所述微型台面結構的高度的70%。

【0094】 注意的是，當微型透鏡11的高度保持在預設值處、同時微型透鏡11的曲率半徑不斷增大時，焦點位置將向下移動；此外，當在沒有間隔物081情況下微型透鏡11的直徑大於台面結構的底部寬度並且微型透鏡11的高度小於微型透鏡11的半徑時，微型透鏡11的焦點位置可以到達台面結構的底部之外。另外，當微型透鏡11的直徑為台面結構的頂部寬度的100%至200%或等於台面結構的底部寬度時，微型透鏡11的焦點與微型台面結構的頂部之間的距離不大於微型台面結構的高度的70%。優選地，微型透鏡的曲率半徑在100 nm至10 μm 的範圍內。

【0095】 另外，台面結構的表面粗糙度是焦點位置的另一個影響因素。台

面結構導致微型透鏡11的表面上和台面結構的表面上發生光散射，因此微型透鏡11的實際焦點不能進入台面結構中太深。優選地，微型透鏡11的焦點與微型台面結構的頂部之間的距離不大於微型台面結構的高度的70%。在一些實施方案中，焦點與台面結構的頂表面之間的距離處於微型台面結構的高度的30%處。優選地，微型台面結構的表面粗糙度為1 nm至100 nm。

【0096】 優選地，微型透鏡11的表面粗糙度在1 nm至100 nm的範圍內。微型透鏡11的材料選自聚合物、無機氧化物和無機氮化物。無機材料可以是氧化矽或氮化矽。注意的是，微型透鏡11的材料可以與間隔物081的材料不同；或者，在一些實施方案中，微型透鏡11的材料可以與間隔物081的材料相同。

【0097】 各種光的發光和效率至少由微型透鏡的各種焦點位置和微型LED結構的各種主光角決定。

【0098】 注意的是，實施方案3中的微型LED結構也可以應用在實施方案1中提及的微型LED投影器中。

【0099】 微型LED結構的更多細節可以參考實施方案1和2的描述。

實施方案4

【0100】 參考與圖31一致的實施方案，台面結構與實施方案3的台面結構不同。實施方案4中的台面結構如下：微型台面結構的頂表面區域大於微型台面結構的底表面區域，類似於倒梯形。

【0101】 另外，如上提及的，微型透鏡11的表面粗糙度和台面結構的表面粗糙度是對焦點位置的額外影響因素。微型透鏡11的和台面結構的表面粗糙度導致微型透鏡11的表面上和台面結構的表面上發生光散射，因此微型透鏡11的實際焦點無法進入台面結構中太深。優選地，微型透鏡的表面粗糙度在1 nm至1000 nm的範圍內。因此，微型透鏡11的焦點與微型台面結構的頂部之間的距離不大於微型台面結構的高度的100%，這與實施方案3沒有不同。在類倒梯形微型

LED結構中，微型透鏡11的曲率半徑可以大於實施方案3中的類梯形微型LED結構中的曲率半徑，因此與實施方案3的焦點相比，焦點位置可以為進入台面結構中更深。當微型透鏡11的直徑為倒梯形台面結構的頂部寬度的80%至120%或等於台面結構的底部寬度時，微型透鏡11的焦點與倒梯形微型台面結構的頂部之間的距離不大於倒梯形微型台面結構的高度的100%。優選地，微型透鏡11的曲率半徑在100 nm至10 μm的範圍內。

【0102】 注意的是，實施方案3中的微型LED結構也可以應用在實施方案1中提及的微型LED投影器中。

【0103】 微型LED結構的其他細節可以參考實施方案1至3的描述。

實施方案5

【0104】 在實施方案5中提供了一種微型LED投影器。在與圖32一致的一些實施方案中，微型LED投影器包括：微型LED面板和準直器單元14。微型LED面板包括微型LED結構陣列，所述微型LED結構陣列包括多個前述微型LED結構；注意的是，在與圖32一致的實施方案中，僅展示了一種微型LED結構，以用於對實施方案5進行描述，這將不限於本公開文本的範圍。準直器單元14形成在發光方向上，以便將從微型LED結構發射的光線準直至預設的目標位置，諸如螢幕、牆壁或人眼，這在圖32中未示出。

【0105】 本文中，在與圖32至圖34一致的一些實施方案中，在每個台面結構中，微型透鏡11的中心和發光層02的中心被放置在第一直線上。注意的是，在一些實施方案中，準直器單元14的中心形成為偏離第一直線。準直器單元14的中心和發光層02的中心被放置在第二直線上。第二直線可以與第一直線對準或偏離一定的偏離角度。優選地，所述偏離角度不大於5°。

【0106】 在一些實施方案中，一條連接直線連接準直單元14的中心、微型透鏡11的中心和發光層02的中心。另外，發光層02的中心可以水平地偏離所述

連接直線。優選地，發光層02的中心從所述連接直線水平地偏離的偏離距離不大於台面結構的底部寬度的45%。在一些實施方案中，台面結構的底部寬度為1 μm ，發光層02的中心的偏離距離不大於0.3 μm 。

【0107】 微型透鏡11的形狀可以是半球形、球形或其他不規則形狀。微型透鏡11的中心可以是半球形的或球形的中心或者是不規則形狀(諸如半球形和拋物線的組合；或者直徑不同的至少兩個半球形的組合；或者曲率半徑不同的至少兩條圓弧線的組合)的幾何中心。

【0108】 在一些實施方案中，微型LED結構進一步包括帽蓋層13，所述帽蓋層覆蓋微型透鏡11並且位於微型台面結構上方。帽蓋層13的材料為聚合物、或無機氧化物、或無機氮化物(諸如氧化矽或氮化矽)。此外，帽蓋層13也沉積在相鄰的微型透鏡11之間。

【0109】 本文中，微型透鏡11的焦點與發光層02之間的距離不大於台面結構的厚度的200%。

【0110】 微型LED結構的其他細節可以參考實施方案1至4的描述。

【0111】 注意的是，微型LED結構與準直器14之間還可以形成其他元件，諸如光學組合元件，這將在下文中示出和描述。

【0112】 另外，在與圖35一致的一些實施方案中，如圖32至圖34中所示出的準直器單元14為準直器組。本文中，微型LED投影器包括微型LED面板15和準直器組1400。準直器組1400包括用於顯示光圖像的多個透鏡。優選地，所述透鏡的數量不超過六個；並且準直器組1400的焦距小於2.5。此外，微型LED面板被形成為不接觸準直器單元14(準直器組1400)。微型LED面板與準直器單元14(準直器組1400)的表面之間的距離不大於準直器單元14(準直器組1400)的厚度。優選地，微型LED面板與準直器單元14(準直器組1400)的表面之間的距離不大於2 mm。微型LED面板15具有發光區域，並且準直器單元14具有輸入表面。

從發光區域發射的光進入到準直器單元14的輸入表面中。本文中，發光區域大於準直器單元14的輸入表面。此外，微型LED面板15的寬度大於準直器單元14的輸入表面的直徑，從而減小了微型LED投影器的體積和重量。注意的是，LED結構包括兩個或更多個微型LED面板。進一步注意的是，準直器單元14的前述光區域等於或小於準直器單元14的輸入表面。

【0113】 本文中，微型LED面板15中的微型LED的主光角是不相同的。注意的是，在一些實施方案中，一些微型LED的主光角彼此相同，並且一些微型LED的主光角彼此不同。優選地，微型LED面板15中的微型LED的主光角被準直成一點。

【0114】 另外，至少兩種顏色的微型LED面板，每個微型LED面板發射一種顏色的光線，並且每個微型LED面板中的微型LED的主光角被準直成一點。進一步地，微型LED投影器進一步包括光學組合元件，所述光學組合元件面向微型LED面板的每種顏色的顏色光線發射方向，被形成為將所述顏色光線組合成組合光線。準直光從光學組合元件的輸出表面發射，並且然後進入準直器單元的輸入表面。本文中，輸出表面的面積大於輸入表面的面積。此外，準直器單元的直徑小於光學組合元件的側面寬度。此外，光學組合元件的輸出表面與準直器單元的輸入表面之間的距離不大於準直器單元的厚度的200%。在一些實施方案中，光學組合元件的輸出表面與準直器單元的輸入表面之間的距離為零。

【0115】 此外，光學組合元件具有分別對應於微型LED面板的每個發光區域的若干個接收表面。優選地，微型LED面板與光學組合元件的接收表面之間的最小距離不大於微型LED面板的厚度的200%。另外，光學組合元件的接收表面的側面寬度小於第一顏色微型LED面板的發光區域的側面寬度。

【0116】 本文中，實施方案5中的微型LED結構也可以應用在微型LED投影器中。在與圖36一致的一些實施方案中，實施方案5的微型LED投影器依次包

括：第一顏色微型LED面板201、第二顏色微型LED面板202、光學組合元件301和準直器組1400，其中，所述第一顏色不同於所述第二顏色。注意的是，準直器單元14包括準直器組1400或光學透鏡。

【0117】 光學組合元件301面向第一微型LED面板201的第一顏色光線發射方向並且面向第二微型LED面板202的第二顏色光線發射方向，從而將第一顏色光線和第二顏色光線組合成組合光線。然後，準直器組1400將所述組合光線準直到預設的目標位置，所述預設的目標位置在圖36中未示出。所述預設的目標位置可以是螢幕、牆壁或人眼。

【0118】 第一微型LED面板201發射第一顏色光線，其中，第一微型LED面板201包括第一顏色微型LED結構陣列，並且所述第一顏色微型LED結構陣列包括多個第一顏色微型LED結構。第一顏色微型LED結構選自具有第一顏色發光層的前述微型LED結構。第二微型LED面板202發射第二顏色光線，其中，第二微型LED面板202包括第二顏色微型LED結構陣列，並且第二顏色微型LED結構陣列包括多個第二顏色微型LED結構。第二顏色微型LED結構選自具有第二顏色發光層的前述微型LED結構。光學組合元件301被形成用於接收從第一微型LED面板201發射的光線和從第二微型LED面板202的方向發射的光線。另外，光學組合元件301包括偏振分光膜，所述偏振分光膜面向從第一微型LED面板201發射的第一顏色光線和從第二微型LED面板202發射的第二顏色光線。準直器組1400接收來自光學組合元件301的光線，並且將所述光線準直到預設的目標位置。注意的是，在另一個實施方案中，第一微型LED面板201可以發射兩種顏色光線，並且第二微型LED面板202可以發射一種顏色光線。在一些實施方案中，光學組合元件301被形成用於接收從第一微型LED面板201發射的光線和從第二微型LED面板202的方向發射的光線。另外，光學組合元件301包括偏振分光膜，所述偏振分光膜面向從第一微型LED面板201發射的光線和從第二微型LED面板

202發射的光線。優選地，光學組合元件301是合色稜鏡。本領域技術人員可以理解所述合色稜鏡的結構。

【0119】此外，準直光從光學組合元件301的輸出表面發射，並且然後進入準直器單元14(準直器組1400)的輸入表面。光學組合元件301(合色稜鏡)的輸出表面與準直器單元14(準直器組1400)的輸入表面之間的距離大於或等於零。優選地，光學組合元件301的輸出表面與準直器單元14的輸入表面之間的距離不大於準直器單元的厚度的200%。

【0120】另外，將第一顏色微型LED面板201中的微型LED的主光角準直成一點，並且將第二顏色微型LED面板202中的微型LED的主光角準直成一點，輸出表面的面積大於輸入表面的面積。此外，準直器單元14(準直器組1400)的直徑可以小於或等於合色稜鏡的側面寬度。另外，從第一顏色微型LED面板的第一發光區域發射的光進入到光學組合元件301的第一接收表面中。光學組合元件301的第一接收表面的側面寬度小於第一顏色微型LED面板201的第一發光區域的側面寬度。從第二顏色微型LED面板202的第二發光區域發射的光進入到光學組合元件301的第二接收表面中。光學組合元件301的第二接收表面的側面寬度小於第二顏色微型LED面板202的第二發光區域的側面寬度。

【0121】在另一個實施方案中，準直器單元14(準直器組1400)的直徑大於合色稜鏡的側面寬度。優選地，準直器單元14(準直器組1400)的直徑不大於合色稜鏡301的側面寬度的200%。

【0122】另外，在與圖37一致的一些實施方案中，微型LED投影器依次包括：第一顏色微型LED面板201、第二顏色微型LED面板202、第三微型LED面板203、光學組合元件301和準直器組1400。第一微型LED面板201發射第一顏色光線，第二微型LED面板202發射第二顏色光線，並且第三微型LED面板203發射第三顏色光線。

【0123】 第一微型LED面板201發射第一顏色光線，其中，第一微型LED面板201包括第一顏色微型LED結構陣列，並且所述第一顏色微型LED結構陣列包括多個第一顏色微型LED結構。第一顏色微型LED結構選自具有第一顏色發光層的前述微型LED結構。第二微型LED面板202發射第二顏色光線，其中，第二微型LED面板202包括第二顏色微型LED結構陣列，並且第二顏色微型LED結構陣列包括多個第二顏色微型LED結構。第二顏色微型LED結構選自具有第二顏色發光層的前述微型LED結構。第三微型LED面板203包括第三微型LED結構陣列，並且第三微型LED結構陣列包括多個第三顏色微型LED結構；並且第三顏色微型LED結構選自具有第三顏色發光層的前述微型LED結構；其中，第一顏色、第二種顏色和第三種顏色彼此不同。光學組合元件301包括第一偏振分光膜，所述第一偏振分光膜面向從第一微型LED面板201發射的第一顏色光線和從第二微型LED面板202發射的第二顏色光線；並且進一步包括第二偏振分光膜，所述第二偏振分光膜面向第二微型LED面板202的第二顏色光線發射方向並且面向第三微型LED面板203的第三顏色光線發射方向。優選地，光學組合元件301是合色稜鏡。本領域技術人員可以理解所述合色稜鏡的結構。

【0124】 此外，準直光從光學組合元件301的輸出表面發射，並且然後進入準直器單元14(準直器組1400)的輸入表面。光學組合元件301(合色稜鏡)的輸出表面與準直器單元14(準直器組1400)的輸入表面之間的距離大於或等於零。優選地，光學組合元件301的輸出表面與準直器單元14的輸入表面之間的距離不大於準直器單元14的厚度的200%。

【0125】 另外，將第一顏色微型LED面板201中的微型LED的主光角準直成一點，將第二顏色微型LED面板202中的微型LED的主光角準直成一點，並且將第三顏色微型LED面板203中的微型LED的主光角準直成一點。光學組合元件301的輸出表面的面積大於準直器單元14的輸入表面的面積，並且準直器單元14(準

直器組1400)的直徑可以小於或等於光學組合元件的側面寬度，諸如合色稜鏡的側面寬度。另外，從第一顏色微型LED面板201的第一發光區域發射的光進入光學組合元件301的第一接收表面中。光學組合元件301的第一接收表面的側面寬度小於第一顏色微型LED面板201的第一發光區域的側面寬度。從第二顏色微型LED面板202的第二發光區域發射的光進入到光學組合元件301的第二接收表面中。光學組合元件301的第二接收表面的側面寬度小於第二顏色微型LED面板202的第二發光區域的側面寬度。並且從第三顏色微型LED面板203的第三發光區域發射的光進入到光學組合元件301的第三接收表面中。光學組合元件301的第三接收表面的側面寬度小於第三顏色微型LED面板203的第三發光區域的側面寬度。

【0126】 在一些實施方案中，準直器單元14(準直器組1400)的直徑大於合色稜鏡的側面寬度。優選地，準直器單元14(準直器組1400)的直徑不大於合色稜鏡301的側面寬度的200%。

【0127】 注意的是，在一些實施方案中，本文中所公開的微型LED裝置包括一個、兩個、三個、四個或更多個微型LED面板。

【0128】 多個微型LED結構被布置成陣列，以形成微型LED陣列，其被用作微型LED面板的發光區域。在微型LED面板中，微型LED結構的主光角不同。例如，微型LED結構的主光角從微型LED陣列上方的任意點增加到所述微型LED陣列的邊緣(諸如從微型LED陣列的中心到微型LED陣列的邊緣)；因此，微型LED陣列中的這些微型LED結構的主光線可以被自動地準直在微型LED陣列上方的點處，諸如微型LED陣列的中心軸線中的點，如圖19中所示出的；並且該微型LED陣列面板也在圖15至圖17中示出。優選地，這些微型LED結構的主光角以一定量(諸如1°或其他)增加。所述一定量取決於微型LED陣列的行數和列數以及微型LED陣列的尺寸。主光角可以通過使前述反射結構沿水平面偏移來改

變；或者在另一實施方案中，可以通過使微型透鏡沿水平面偏移來改變主光角，這可以參考美國專利申請號17/486,113。

【0129】 微型LED結構的更多細節可以參考實施方案1至4的描述。

【0130】 在與圖35一致的一些實施方案中，因為微型LED面板15的尺寸非常小並且主光角是可調整的，所以準直器組1400的尺寸將更小。在一些實施方案中，準直器組1400中的透鏡的直徑減小，並且所述透鏡的厚度減小，使得準直器組1400的體積將進一步減小。以類似的方式，參考與圖36和圖37一致的實施方案，由於微型LED面板201、202和203的尺寸非常小並且主光角是可調整的，所以光學組合元件301的尺寸和準直器組1400的尺寸將更小。在一些實施方案中，減小合色稜鏡的寬度，使得所述合色稜鏡的體積進一步減小。在一些實施方案中，準直器組1400中的透鏡的直徑減小並且所述透鏡的厚度減小，使得準直器組1400的體積進一步減小。在一些更具體的實施方案中，微型LED面板201、202或203不大於3 mm，合色稜鏡的寬度不大於3 mm，準直器組1400中的透鏡的直徑不大於3 mm，並且準直器組1400的長度不大於3 mm，因此光學引擎或微型LED投影器甚至更小，這有利於使裝置最小化、重量更輕。當微型LED面板201、202和203中的微型LED結構的主光角不同並且被準直成一點(如上提及的)時，合色稜鏡的尺寸和準直器組1400的尺寸將變得越來越小。

【0131】 在一些實施方案中，微型LED陣列的中心軸線是垂直於微型LED陣列面板並且穿過所述微型LED陣列的對稱中心的軸線。水平面平行於微型LED陣列面板的表面。

【0132】 在一些進一步的實施方案中，微型LED陣列面板可以包括形成為陣列的多個前述微型LED。微型LED陣列面板是微型自發光面板。面板中的微型LED可以是有機LED或無機LED。微型LED陣列面板的發光區域很小，諸如3 mm*5 mm。注意的是，所述發光區域為微型LED陣列的區域。微型LED陣列面

板包括形成像素陣列(諸如1600×1200、680×480、和1920×1080)的微型LED陣列。微型LED的直徑在200 nm至2 μm的範圍內。IC背板形成在微型LED陣列的後表面處並且與微型LED陣列電性地連接。IC背板經由信號線從外部獲取諸如圖像數據的信號，以控制相應的微型LED發光。IC背板通常採用8位數位類比轉換器(DAC)。8位DAC具有256級表現形式，並且每一級對應於一個灰度，即，8位DAC可以提供256個不同的灰度。由於256個灰度中的任何一個可以應用在微型LED上，因此可以通過一個像素來顯示範圍從0到255的灰度。可選地，微型LED的亮度值可以通過由IC背板所獲取的信號的電壓幅度或電流幅度來控制，而灰度可以通過所述信號的時間間隔(例如，脈衝寬度)來示出。

【0133】 微型LED投影器和微型LED面板的更多細節可以參考實施方案1至4的描述。

實施方案6

【0134】 在與圖38一致的一些實施方案中，提供了微型LED顯示裝置，其包括：至少一個單片微型LED投影器1601和光波導1602。單片微型LED投影器1601被形成用於單獨地生成一種顏色的或不同顏色的單色圖像。光波導1602被形成用於分別從這些單片微型LED投影器接收這些單色圖像。光波導1602進一步被形成用於傳遞這些單色圖像，並且然後通過將這些單色圖像重疊而將這些單色圖像組合成目標圖像。

【0135】 在一些實施方案中，單片微型LED投影器包括：單片微型LED面板和準直器組，其中，來自單片微型LED面板的光被形成用於透射到準直器組中並且在其中進行校正。單片微型LED投影器可以被稱為如圖32至圖35中所示出的前述微型LED投影器。本文中，單片微型LED面板中的微型LED陣列應用微型LED來顯示像素。這些微型LED的這些主光角在微型LED面板中是不同的。本文中，微型LED包括微型台面結構和微型透鏡，其中，至少在一些微型LED中，

微型透鏡的中心軸線從微型台面結構的中心軸線偏移。注意的是，微型LED結構的主光角可以通過如實施方案1中所描述的反射結構00來實現，這可以進一步參考美國專利申請號17/486,113。此外，微型LED結構可以為實施方案1至5中的前述微型LED結構。進一步地，微型LED結構的細節可以參考實施方案1至5的描述。在一些實施方案中，微型LED投影器的尺寸不大於5 mm×5 mm×5 mm，微型LED面板的尺寸不大於5 mm×5 mm，微型LED顯示裝置的厚度不大於3 mm。

【0136】本文中，微型LED面板中的微型LED的主光角從微型LED陣列上方的任意點增加到微型LED陣列的邊緣。優選地，在一些實施方案中，微型LED面板中的微型LED的主光角從微型LED陣列的中心增加到微型LED陣列的邊緣。主光角的進一步細節以及主光角與微型LED陣列的關係可以參考實施方案1至5中的描述。

【0137】因為微型LED的主光角被形成為準直到某一方向，所以準直器組上的光區域小於具有90°相同主角度的微型LED的傳統微型LED投影器的光區域，進而減小了微型LED投影器的體積並且減小了光波導的體積，這有利於微型LED投影器與光波導的結合。此外，微型LED顯示裝置可以方便地減輕任何頭戴式裝置、平視裝置(head-up device)、VR裝置和AR裝置或任何其他微型顯示裝置的重量和體積。

【0138】另外，在與圖39一致的一些實施方案中，單片微型LED投影器包括：第一單片微型LED投影器單元16011、第二單片微型LED投影器單元16012和第三單片微型LED投影器單元16013。第一單片微型LED投影器單元16011生成第一顏色的第一單色圖像，第二單片微型LED投影器單元16012生成第二顏色的第二單色圖像，並且第三單片微型LED投影器單元16013生成第三顏色的第三單色圖像。進一步地，第一單片微型LED投影器單元16011包括至少一個第一子單片微型LED投影器160111；第二單片微型LED投影器16012單元包括至少一個第

二子單片微型LED投影器160121，並且第三單片微型LED投影器單元16013包括至少一個第三單片微型LED投影器160131。優選地，在與圖40一致的一些實施方案中，第一單片微型LED投影器單元16011包括一個第一子單片微型LED投影器160111，第二單片微型LED投影器單元16012包括一個第二子單片微型LED投影器160121，並且第三單片微型LED投影器單元16013包括兩個第三子單片微型LED投影器160131。注意的是，第一顏色、第二顏色和第三顏色是不同的。在一些實施方案中，第一顏色為藍色，第二顏色為綠色，並且第三顏色為紅色。在與圖41一致的一些實施方案中，微型LED顯示裝置為鏡片1701。鏡片1701包括一個藍色微型LED投影器B、一個綠色微型LED投影器G、以及兩個紅色微型LED投影器R。

【0139】 在與圖42一致的一些實施方案中，光波導包括分別與單片微型LED投影器單元16011、16012和16013對準的至少兩個光柵通道16021；並且分別傳遞不同顏色的單色圖像。在與圖43一致的一些實施方案中，光波導1602包括分別與單片微型LED投影器160111、160121和160131對準的至少兩個光柵通道16021，並且分別傳遞單色圖像。

【0140】 在與圖38和圖39一致的一些實施方案中，微型LED顯示裝置包括光學組合單元1603。光學組合單元1603被形成用於接收這些單色圖像，並且被形成用於通過將這些單色圖像重疊而將這些單色圖像組合成目標圖像。光學組合單元1603可以是盡可能小的傳統光學組合單元，並且可以被適配用於光波導1602，這可以被本領域技術人員所理解。

【0141】 注意的是，在與圖34至圖37一致的實施方案中，在單片微型LED投影器1601與光波導1602之間形成空間。準直器單元14的表面與光波導1602之間的空間不大於準直器單元14的厚度。優選地，準直器單元14的表面與光波導1602之間的距離不大於3 mm。

【0142】此外，光波導1602包括輸入區。從準直器單元14發射的主光線被形成為與輸入區的法線方向平行。從準直器單元14發射的主光線與輸入區的法線方向之間的角度偏離不大於 5° 。

【0143】微型LED顯示裝置可以應用在微型LED鏡片中。微型LED鏡片包括前述單片微型LED投影器1601和光波導1602，在此將不再贅述。下文將進一步描述單片微型LED投影器1601與鏡片的關係。

【0144】在與圖44一致的一些實施方案中，基於鏡片1701的中心(黑點)和垂直交叉線(兩條垂直交叉虛線)，鏡片1701形成為四個象限(由所述兩條虛線形成的四個區域)。鏡片包括四個象限區I、II、III和IV，基於所述鏡片的中心被前述四個象限所分割。注意的是，鏡片1701的中心為鏡片1701的幾何中心。在一些實施方案中，鏡片1701的中心為面向人眼的位置。四個象限區I、II、III和IV分別設置為第一象限區I、第二象限區II、第三象限區III和第四象限區IV。

【0145】此外，單片微型LED投影器可以形成在鏡片中、在鏡片的邊緣處或在鏡片的外部。

【0146】單片微型LED投影器形成在至少一個象限區I、II、III或IV中。在一些實施方案中，單片微型LED投影器形成在第一象限區I、第二象限區II、第三象限區III或第四象限區IV中的至少一個中。在一些實施方案中，單片微型LED投影器不形成在同一象限區中。在一些實施方案中，單片微型LED投影器中的每一個單獨地形成在不同的象限區中。

【0147】優選地，在與圖45一致的一些實施方案中，點P1、P2、P3、P4分別是四個象限區I、II、III、IV的中心。四個象限中的每一個都分為四個子象限，其被提供為四個象限中的每一個中的子象限。優選地，在與圖46至圖49一致的一些實施方案中，單片微型LED投影器被形成為放置在至少一個象限區I、II、III或IV中或其邊緣處。

【0148】 在與圖46和圖47一致的一些實施方案中，單片微型LED投影器形成在鏡片的四個角處。在一些實施方案中，單片微型LED投影器形成在彼此不同的象限區中。在與圖46一致的一些實施方案中，紅色微型LED投影器R被放置在第二象限區II中和第三象限區III中，綠色微型LED投影器G被放置在第一象限區I中，並且藍色微型LED投影器B被放置在第四象限區IV中。

【0149】 在一些實施方案中，一些單片微型LED投影器形成在相同的象限區中，並且一些單片微型LED投影器形成在彼此不同的象限區中。在與圖47一致的一些實施方案中，紅色微型LED投影器R被放置在第二象限區II中，綠色微型LED投影器G被放置在第一象限區I中，並且藍色微型LED投影器B被放置在第四象限區IV中。

【0150】 另外，單片微型LED可以被放置在相同的象限區中，諸如圖41中所示出的鏡片。另外，在與圖48一致的一些實施方案中，單片微型LED投影器被形成為放置在鏡片的頂部邊緣、底部邊緣、左側邊緣或右側邊緣處。

【0151】 在一些實施方案中，單片微型LED投影器被形成為放置在鏡片的外部。在與圖49一致的一些實施方案中，邊緣突出部分18從鏡片1701的邊緣向外延伸。單片微型LED投影器R、G和B被形成為放置在邊緣突出部分18處，其中單片微型LED投影器R、G、B的發光表面面向光波導1602的輸入區。另外，邊緣突出部分18可以將鏡片與鏡腳或與任何其他元件連接。此外，邊緣突出部分18與四個象限中的至少一個象限的邊緣連接。優選地，邊緣突出部分18對應於子象限中的至少一個的邊緣，例如，在右上角的子象限的邊緣。

【0152】 在與圖45一致的一些實施方案中，單片微型LED投影器被形成為放置在中心P1、P2、P3或P4附近。注意的是，單片微型LED投影器可以形成在中心P1、P2、P3或P4處，或者形成在偏離中心P1、P2、P3或P4的位置處。此外，在每個象限區I、II、III和IV中，單片微型LED投影器與中心P1、P2、P3或P4之

間的偏離距離不大於中心P1、P2、P3或P4與鏡片的中心(鏡片1701的中心處的點)之間的距離的50%至150%。在一些實施方案中，單片微型LED投影器與中心P1、P2、P3或P4之間的偏離距離的範圍從0.1 mm到3 mm。注意的是，一個象限區I、II、III或IV的中心分別是所述象限的幾何中心。另外，注意的是，單片微型LED投影器的前述位置等於單片微型LED投影器的後續位置。一個象限區I、II、III或IV的區域基於鏡片的中心被分為四個子區域。單片微型LED投影器被放置在所述四個子區域的共享角(點P1、P2、P3或P4的位置)附近或處。單片微型LED投影器與共享角的偏離不大於子區域的側面長度的5%。

【0153】 本文中，在一些實施方案中，鏡片可以是單目鏡片。此外，在一些實施方案中，鏡片能夠成對地應用。單片微型LED投影器被放置在一對鏡片中，以及單片微型LED投影器被放置在不同的鏡片中。本文中，左鏡片包括與右鏡片相同數量和顏色的單片微型LED投影器。在一些實施方案中，左鏡片中單片微型LED投影器的數量與右鏡片中單片微型LED投影器的數量不同。左鏡片中單片微型LED投影器的顏色與右鏡片中單片微型LED投影器的顏色不同。此外，左鏡片中單片微型LED投影器的位置與右鏡片中單片微型LED投影器的位置相同。優選地，左鏡片中單片微型LED投影器的位置與右鏡片中單片微型LED投影器的位置形成鏡像。在一些實施方案中，左鏡片中單片微型LED投影器的位置與右鏡片中單片微型LED投影器的位置不同。左鏡片中單片微型LED投影器的位置與右鏡片中單片微型LED投影器的位置基於左鏡片與右鏡片之間的中心軸線是對稱或不對稱的。在與圖50一致的一些實施方案中，綠色微型LED投影器G、藍色微型LED投影器B、和紅色微型LED投影器R在左鏡片17011中的分布與其在右鏡片17012中的分布對稱。在與圖51一致的一些實施方案中，綠色微型LED投影器G、藍色微型LED投影器B、和紅色微型LED投影器R都形成在左鏡片的同一象限中，並且與右鏡片中的相應投影器對稱。注意的是，單片微型LED

投影器在左鏡片中的分布可能與單片微型LED投影器在右鏡片中的分布不對稱。在一些實施方案中，單片微型LED投影器可以僅形成在右鏡片中或左鏡片中。在與圖52一致的一些實施方案中，中間連接部分被形成為放置在左鏡片與右鏡片之間，單片微型LED投影器也可以形成在中間連接部分處。優選地，在一些實施方案中，單片微型LED投影器被形成為放置在中間連接部分處並且靠近左鏡片或右鏡片。在一些實施方案中，綠色微型LED投影器被形成為放置在中間連接部分處、靠近右鏡片。

【0154】 在一些實施方案中，左鏡片中單片微型LED投影器的數量或顏色與右鏡片中單片微型LED投影器的數量或顏色不同，左鏡片顯示第一顏色圖像，並且右鏡片顯示第二顏色圖像。另外，在一些實施方案中，左鏡片中單片微型LED投影器的數量與右鏡片中單片微型LED投影器的數量不同，並且左鏡片與右鏡片顯示相同顏色的圖像。此外，左鏡片中單片微型LED投影器的位置與右鏡片中單片微型LED投影器的位置不同，並且左鏡片與右鏡片顯示相同顏色的圖像。

【0155】 進一步地，單片微型LED投影器形成為一維陣列，例如參考圖53，紅色微型LED投影器R、綠色微型LED投影器G和藍色微型LED投影器B被布置成一條線。在一些實施方案中，參考圖54，單片微型LED投影器形成為 $M \times N$ 陣列，其中， M 為正整數且不小於1，並且 N 為正整數且不小於1。在另一個實施方案中，單片微型LED投影器可以形成為任何幾何形狀。例如，單片微型LED投影器可以形成為圓形、三角形或梯形或任何其他形狀。

【0156】 另外，光波導包括圖像輸出區。在一些實施方案中，當人戴上鏡片時，圖像輸出區就正好面向人的至少一隻眼睛。

【0157】 注意的是，微型LED鏡片可以是AR鏡片、VR鏡片或任何其他類型的鏡片。

【0158】 注意的是，單片微型LED投影器單元的數量不限於如上提及的三個；其還可以是四個、五個以及更多個。此外，光柵通道的數量與單片微型LED投影器單元的數量相同，或者與單片微型LED投影器的數量相同。

【0159】 進一步注意的是，微型LED面板包括微型LED陣列和形成在微型LED陣列背面的IC背板，控制微型LED陣列中各LED的導通或關閉。在一些實施方案中，微型LED陣列通過金屬接合程序接合至IC背板。每個微型LED面板均由其對應的IC背板單獨地控制。在一些實施方案中，在第一顏色微型LED面板中，IC背板被形成用於控制第一顏色微型LED面板中的微型LED陣列，並且進一步被形成用於不控制第二顏色微型LED面板中的微型LED陣列。

【0160】 注意的是，在一些實施方案中，微型LED投影器被放置在鏡片、邊緣突出部分或中間連接部分中。在另一個實施方案中，微型LED投影器可以被布置在鏡片、邊緣突出部分或中間連接部分的任何位置處，以確保從準直器單元14發射的主光線可以進入到光波導的輸入區中。

【0161】 以上描述僅為本公開文本的實施方案，並且本公開文本不限於此。在不脫離本公開文本的構思和原理的情況下所做的修改、等同替換和改進都應落入本公開文本的保護範圍內。

【0162】 可以使用以下條款進一步描述實施方案：

1. 一種用於微型LED面板的微型發光二極管(LED)封裝結構，所述LED封裝結構包括：

主電路板，其包括用於控制所述微型LED面板的印刷電路；

電路分支，其單獨地與所述主電路板連接；以及，

微型LED面板，其被單獨地配置到所述電路分支的端表面上。

2. 根據條款1所述的微型LED封裝結構，其中，所述電路支路的寬度等於或小於利用其來組裝所述電路支路的合色稜鏡的寬度。

3. 根據條款1所述的微型LED封裝結構，其中，所述電路支路包括：第一電路支路、第二電路支路和第三電路支路；其中，所述第一電路支路和所述第三電路支路相對於所述第二電路支路的中心軸線對稱。

4. 根據條款1所述的微型LED封裝結構，其中，所述電路支路是柔性的，以便與光學組合元件一起折疊和組裝。

5. 根據條款1所述的微型LED封裝結構，其中，所述電路支路不是柔性的，而無法與光學組合元件一起組裝。

6. 根據條款1所述的微型LED封裝結構，其中，所述第一電路支路的寬度、所述第二電路支路的寬度和所述第三電路支路的寬度是相同的。

7. 根據條款1所述的微型LED封裝結構，其中，所述微型LED面板被單獨地配置在每個所述電路支路上，並且與每個所述電路支路電性地連接。

8. 根據條款7所述的微型LED封裝結構，其中，所述微型LED面板被配置在每個所述電路支路的端表面上。

9. 根據條款7所述的微型LED封裝結構，其中，所述電路支路之一中的所述微型LED面板的底部邊緣不低於其他電路支路的側邊緣。

10. 一種微型LED光學模組，其包括：

用於微型LED面板的微型LED封裝結構；以及，

微型光學組合元件，其中，所述微型LED封裝結構與所述微型光學組合元件組裝；其中，

所述微型LED封裝結構包括：

主電路板，其包括用於控制所述微型LED面板的印刷電路；

電路分支，其單獨地與所述主電路板連接；以及，

微型LED面板，其被單獨地配置到所述電路分支的端表面上。

11. 根據條款10所述的微型LED光學模組，其中，所述光學組合元件為合色

稜鏡。

12. 根據條款11所述的微型LED光學模組，其中，所述電路支路的寬度等於或小於所述合色稜鏡的寬度。

13. 根據條款10所述的微型LED光學模組，其中，所述微型LED面板面向所述光學組合元件組裝。

14. 根據條款11所述的微型LED光學模組，其中，所述微型LED面板面向所述合色稜鏡的至少一些表面單獨地組裝。

15. 根據條款14所述的微型LED光學模組，其中，所述微型LED面板的頂部處於同一水平面。

16. 根據條款10所述的微型LED光學模組，其中，所述電路支路包括：第一電路支路、第二電路支路和第三電路支路；其中，所述第一電路支路和所述第三電路支路相對於所述第二電路支路的中心軸線對稱。

17. 根據條款10所述的微型LED光學模組，其中，所述電路支路是柔性的，以與所述光學組合元件組裝；並且所述電路支路被折疊以面向所述光學組合元件。

18. 根據條款10所述的微型LED光學模組，其中，所述電路支路不是柔性的，而無法與所述光學組合元件一起組裝。

19. 根據條款10所述的微型LED光學模組，其中，所述第一電路支路的寬度、所述第二電路支路的寬度和所述第三電路支路的寬度是相同的。

20. 根據條款10所述的微型LED光學模組，其中，所述微型LED面板被單獨地配置在每個所述電路支路上，並且與每個所述電路支路電性地連接。

21. 根據條款20所述的微型LED光學模組，其中，所述微型LED面板被配置在每個所述電路支路的端表面上。

22. 根據條款21所述的微型LED光學模組，其中，所述電路支路之一中的所

述微型LED面板的底部邊緣不低於其他電路支路的側邊緣。

23. 一種微型LED投影器，其包括：

至少兩個微型LED面板，其發射不同顏色的光線，其中，所述微型LED面板包括由多個微型LED形成的微型LED陣列；以及

微型光學組合元件，其面向從所述微型LED面板發射的不同顏色的光線的發射方向，被用於將所述不同顏色的光線組合成組合光線；其中，

所述微型LED面板中的所述微型LED的主光角是不同的。

24. 根據條款23所述的微型LED投影器，其中，所述微型LED面板之一中的所述微型LED的主光角從所述微型LED陣列上方的任意點增加到所述微型LED陣列的邊緣。

25. 根據條款24所述的微型LED投影器，其中，所述微型LED面板之一中的所述微型LED的主光角從所述微型LED陣列的中心增加到所述微型LED陣列的邊緣。

26. 根據條款24所述的微型LED投影器，其中，所述微型LED結構的主光角以一定的量增加；所述一定的量取決於所述微型LED陣列的行數、列數和尺寸。

27. 根據條款24所述的微型LED投影器，其中，從所述微型LED陣列發射的主光線自動地被準直在所述微型LED陣列上方的點處。

28. 根據條款27所述的微型LED投影器，其中，從所述微型LED陣列發射的主光線自動地被準直在所述微型LED陣列的中心軸線上的一個點處。

29. 根據條款23所述的微型LED投影器，其中，所述主光角在 0° 至 45° 的範圍內。

30. 根據條款23所述的微型LED投影器，其中，所述微型LED面板與所述微型光學組合元件的表面之間的距離不大於2 mm。

31. 根據條款23所述的微型LED投影器，其中，所述微型光學組合元件的尺

寸由所述微型LED面板的有效發射區域和所述微型光學組合元件上的光區域確定。

32. 根據條款31所述的微型LED投影器，其中，所述微型光學組合元件包括偏振分光膜，其中，所述微型LED面板正面向所述偏振分光膜。

33. 根據條款32所述的微型LED投影器，其中，所述微型光學投影器包括發射不同顏色光線的三個微型LED面板：第一微型LED面板、第二微型LED面板和第三微型LED面板；其中，所述微型光學組合元件包括第一偏振分光膜和第二偏振分光膜；其中，所述第一偏振分光膜正面向所述第一微型LED面板和所述第二微型LED面板；並且所述第二偏振分光膜正面向所述第二微型LED面板和所述第三微型LED面板。

34. 根據條款33所述的微型LED投影器，其中，所述微型光學投影器是合色稜鏡。

35. 根據條款34所述的微型LED投影器，其中，所述合色稜鏡的每個表面區域等於或大於所述合色稜鏡表面上的光區域，所述光區域是由從所述微型LED面板發射的光線形成的。

36. 根據條款34所述的微型LED投影器，其中，所述光區域為圓形。

37. 根據條款34所述的微型LED投影器，其中，所述光區域不大於所述有效發射區域。

38. 根據條款34所述的微型LED投影器，其中，所述合色稜鏡的表面區域不小於所述光區域，並且不大於所述有效發射區域的200%。

39. 根據條款34所述的微型LED投影器，其中，所述光區域大於所述有效發射區域。

40. 根據條款34所述的微型LED投影器，其中，所述微型LED面板中的所述微型LED的主光線被準直在位於所述合色稜鏡中的點處；並且，所述微型LED

面板的中心的主光角為 0° 。

41. 根據條款34所述的微型LED投影器，其中，所述微型LED面板中的所述微型LED的主光線被準直在所述合色稜鏡外部的點處。

42. 根據條款34所述的微型LED投影器，其中，所述微型LED陣列的中心的主光角大於 0° 。

43. 根據條款34所述的微型LED投影器，其中，面向彼此的所述兩個微型LED面板的頂側形成虛擬矩形；其中，所述合色稜鏡的頂表面的對角長度不大於所述虛擬矩形的對角長度的200%並且不小於所述光區域的對角長度。

【0163】 如本文所使用的，除非另有明確說明，否則術語「或」涵蓋所有可能的組合，除非不可行。例如，如果聲明微型LED面板可以包括A或B，則除非另有明確聲明或不可行，否則微型LED面板可以包括A、或B、或A和B。作為第二例子，如果聲明微型LED面板可以包括A、B或C，則除非另有明確說明或不可行，否則微型LED面板可以包括A、或B、或C、或A和B、或A和C、或B和C、或A和B和C。

【0164】 在前面的說明書中，已經參考許多具體細節描述了實施方式，這些細節可以因實現方式而異。可以對所描述的實施方案進行某些改動和修改。考慮到在此公開的本發明的說明書和實踐，其他實施方案對於本領域技術人員而言是顯而易見的。說明書和例子旨在被視為僅是示例性的，本發明的真實範圍和精神是通過以下申請專利範圍來指示的。附圖中示出的步驟順序也旨在僅用於說明目的，而不旨在限於任何特定的步驟順序。因此，本領域技術人員可以理解，這些步驟可以在實現相同方法的同時以不同的順序執行。

【符號說明】

【0165】

00:反射結構

- 01:第一類型半導體層
- 02:發光層
- 03:第二類型半導體層
- 04:底部導電結構
- 05:底部觸頭
- 06:頂部觸頭
- 07:IC背板
- 071:接觸焊盤
- 08:介電層
- 081:間隔物
- 09:頂部導電層
- 10:保護隔離層,隔離層
- 11:微型透鏡
- 12:減反射膜
- 13:帽蓋層
- 14:準直器單元
- 15:微型LED面板
- 18:邊緣突出部分
- 201:第一微型LED面板,微型LED面板,第一顏色微型LED面板
- 202:第二微型LED面板,微型LED面板,第二顏色微型LED面板
- 203:第三微型LED面板,微型LED面板,第三顏色微型LED面板
- 301:光學組合元件,合色稜鏡
- 1101:主板,主電路板
- 1102:電路支路,支路,第一支路,第一電路支路

- 1103: 電路支路, 支路, 第二支路, 第二電路支路
- 1104: 電路支路, 支路, 第三支路, 第三電路支路
- 1106: 有效發射區域
- 1400: 準直器組
- 1410: 微型顯示面板
- 1420: 印刷電路板, 電路板
- 1430: 支撐基座; 快閃記憶體模組
- 1440: 快閃記憶體
- 1450: 連接件
- 1601: 單片微型LED投影器
- 1602: 光波導
- 1603: 光學組合單元
- 1701: 鏡片
- 16011: 第一單片微型LED投影器單元, 單片微型LED投影器單元
- 16012: 第二單片微型LED投影器單元, 單片微型LED投影器單元
- 16013: 第三單片微型LED投影器單元, 單片微型LED投影器單元
- 16021: 光柵通道
- 17011: 左鏡片
- 17012: 右鏡片
- 110101: 底板
- 110102: 頂板
- 160111: 第一子單片微型LED投影器
- 160121: 第二子單片微型LED投影器
- 160131: 第三子單片微型LED投影器

B:藍色微型LED投影器

D1:間隙寬度

D2:底部厚度

G:綠色微型LED投影器

L1:反射結構,中心軸線

R:紅色微型LED投影器

WD:距離

WD1,WD2:寬度

Z1,Z2,Z3,Z4,Z5,Z6,Z7:虛線

P1,P2,P3,P4:點,中心

I:第一象限區,象限區

II:第二象限區,象限區

III:第三象限區,象限區

IV:第四象限區,象限區

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於微型LED面板的微型發光二極管(LED)封裝結構，所述LED封裝結構包括：

主電路板，其包括用於控制所述微型LED面板的印刷電路；

電路分支，其單獨地與所述主電路板連接；以及，

微型LED面板，單獨配置在電路支路的端表面上。

【請求項2】 如請求項1所述的微型LED封裝結構，其中，所述電路支路的寬度等於或小於利用其來組裝所述電路支路的合色稜鏡的寬度。

【請求項3】 如請求項1所述的微型LED封裝結構，其中，所述電路支路包括：第一電路支路、第二電路支路和第三電路支路；其中，所述第一電路支路和所述第三電路支路相對於所述第二電路支路的中心軸線對稱。

【請求項4】 如請求項1所述的微型LED封裝結構，其中，所述電路支路是柔性的，以被折疊並且與光學組合元件一起組裝。

【請求項5】 如請求項1所述的微型LED封裝結構，其中，所述電路支路不是柔性的，而無法與光學組合元件一起組裝。

【請求項6】 如請求項1所述的微型LED封裝結構，其中，所述第一電路支路的寬度、所述第二電路支路的寬度和所述第三電路支路的寬度是相同的。

【請求項7】 如請求項1所述的微型LED封裝結構，其中，所述微型LED面板被單獨地配置在所述電路支路中的每一個上，並且與所述電路支路中的每一個均電性地連接。

【請求項8】 如請求項7所述的微型LED封裝結構，其中，所述微型LED面板被配置在每個所述電路支路的端表面上。

【請求項9】 如請求項7所述的微型LED封裝結構，其中，所述電路支路之一中的所述微型LED面板的底部邊緣不低於其他電路支路的側邊緣。

【請求項10】一種微型LED光學模組，其包括：
用於微型LED面板的微型LED封裝結構；以及，
微型光學組合元件，其中，所述微型LED封裝結構與所述微型光學組合元
件組裝；其中，

所述微型LED封裝結構包括：

主電路板，其包括用於控制所述微型LED面板的印刷電路；

電路分支，其單獨地與所述主電路板連接；以及，

微型LED面板，單獨配置在電路支路的端表面上。

【請求項11】如請求項10所述的微型LED光學模組，其中，所述光學組合
元件是合色稜鏡。

【請求項12】如請求項11所述的微型LED光學模組，其中，所述電路支路
的寬度等於或小於所述合色稜鏡的寬度。

【請求項13】如請求項10所述的微型LED光學模組，其中，所述微型LED
面板面向所述光學組合元件組裝。

【請求項14】如請求項11所述的微型LED光學模組，其中，所述微型LED
面板面向所述合色稜鏡的至少一些表面單獨地組裝。

【請求項15】如請求項14所述的微型LED光學模組，其中，所述微型LED
面板的頂部處於同一水平面。

【請求項16】如請求項10所述的微型LED光學模組，其中，所述電路支路
包括：第一電路支路、第二電路支路和第三電路支路；其中，所述第一電路支
路和所述第三電路支路相對於所述第二電路支路的中心軸線對稱。

【請求項17】如請求項10所述的微型LED光學模組，其中，所述電路支路
是柔性的，以與所述光學組合元件組裝；並且所述電路支路被折疊以面向所述
光學組合元件。

【請求項18】如請求項10所述的微型LED光學模組，其中，所述電路支路不是柔性的，而無法與所述光學組合元件一起組裝。

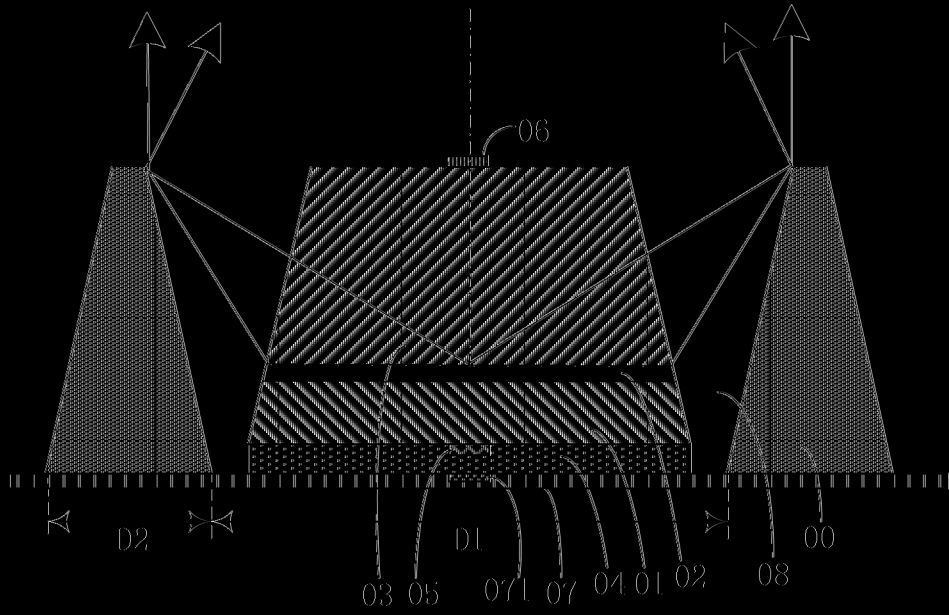
【請求項19】如請求項10所述的微型LED光學模組，其中，所述第一電路支路的寬度、所述第二電路支路的寬度和所述第三電路支路的寬度是相同的。

【請求項20】如請求項10所述的微型LED光學模組，其中，所述微型LED面板被單獨地配置在所述電路支路中的每一個上，並且與所述電路支路中的每一個均電性地連接。

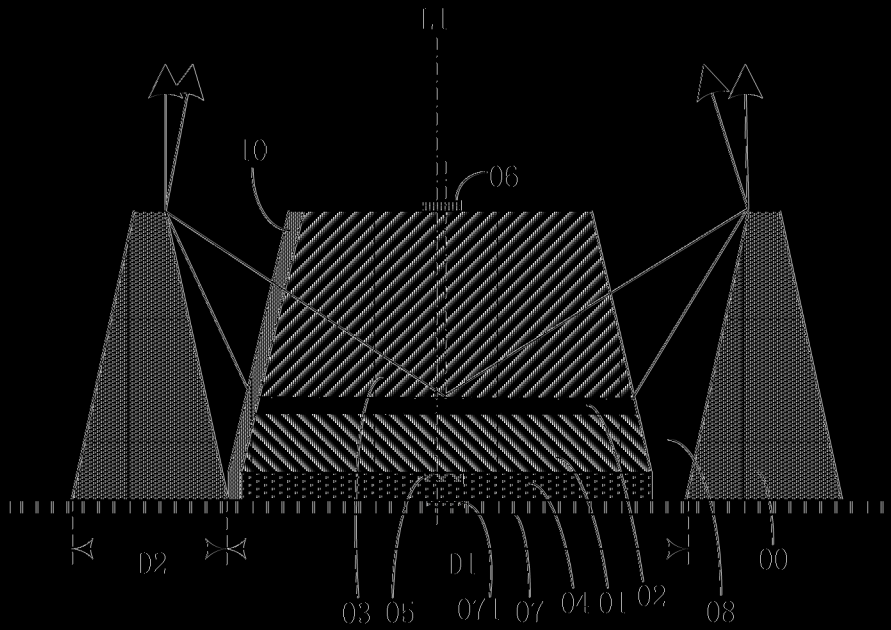
【請求項21】如請求項20所述的微型LED光學模組，其中，所述微型LED面板被配置在每個所述電路支路的端表面上。

【請求項22】如請求項21所述的微型LED光學模組，其中，所述電路支路之一中的所述微型LED面板的底部邊緣不低於其他電路支路的側邊緣。

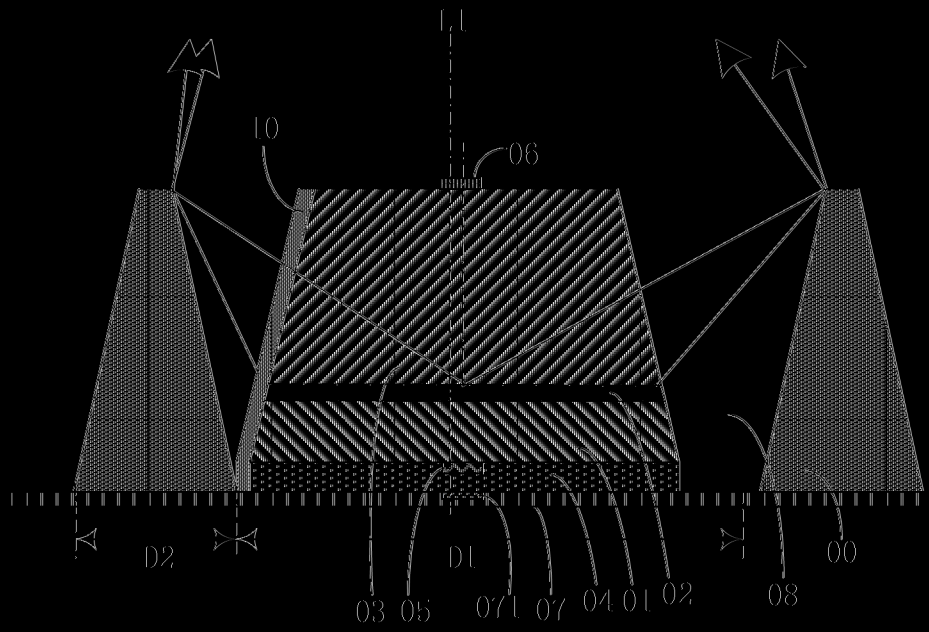
(發明圖式)



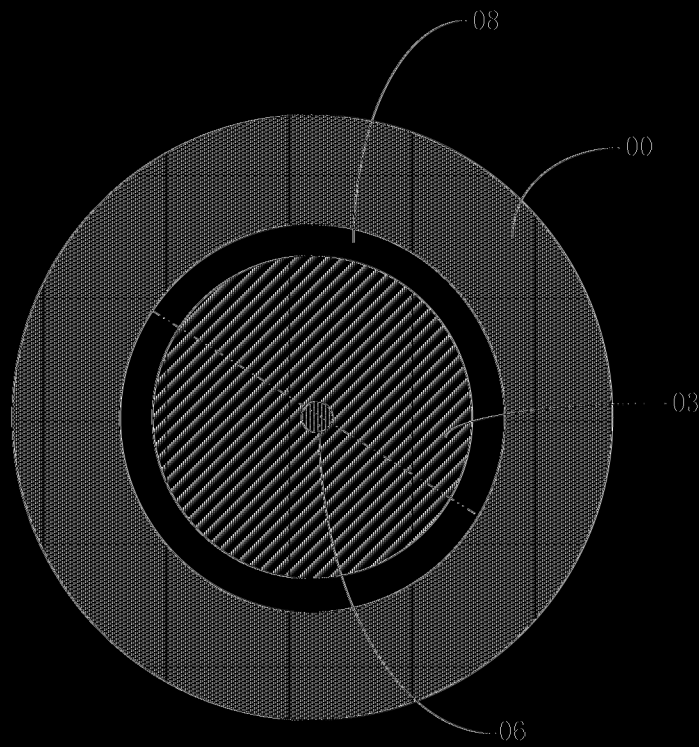
(圖式1)



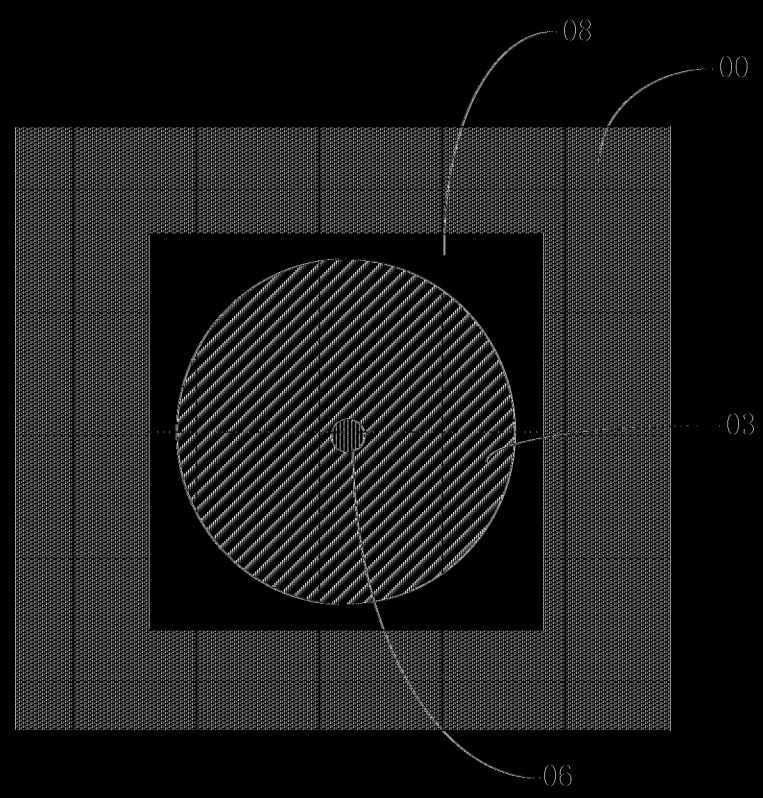
(圖式2)



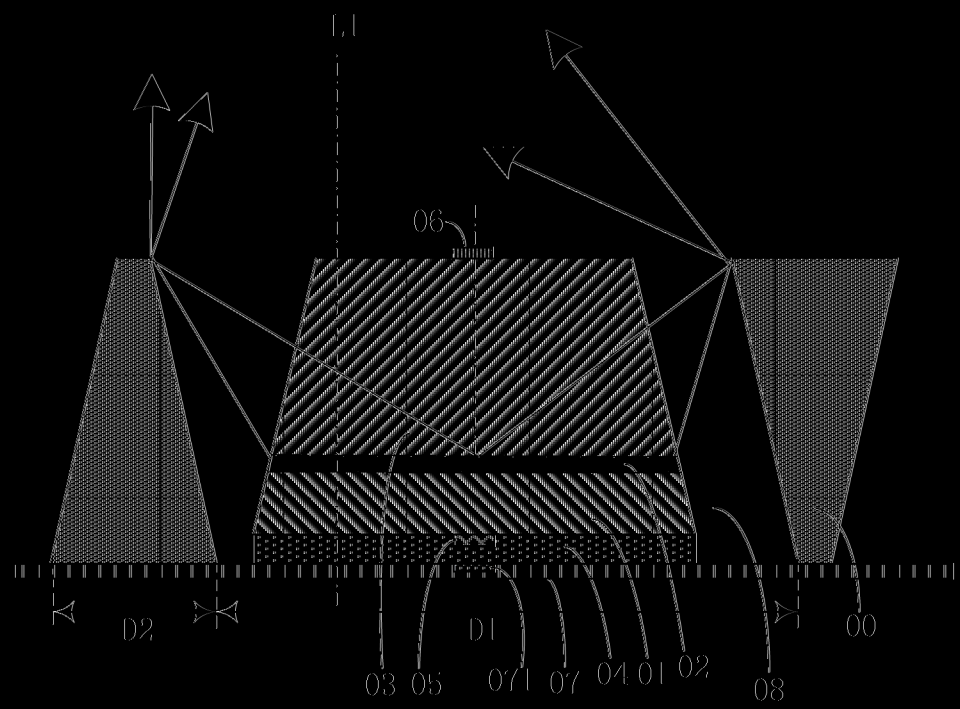
|(圖3)|



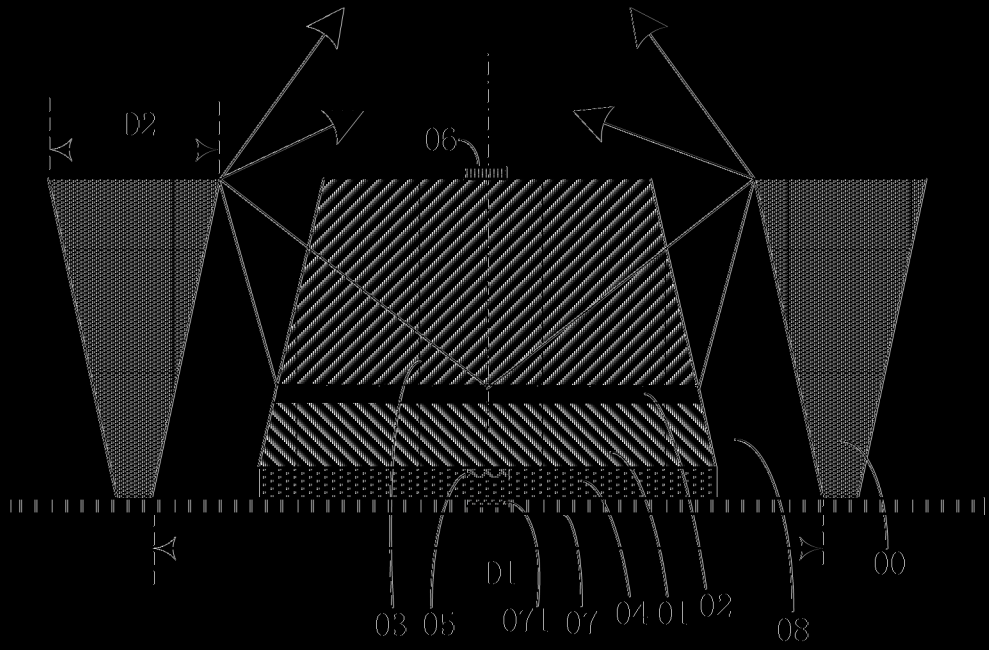
|(圖4)|



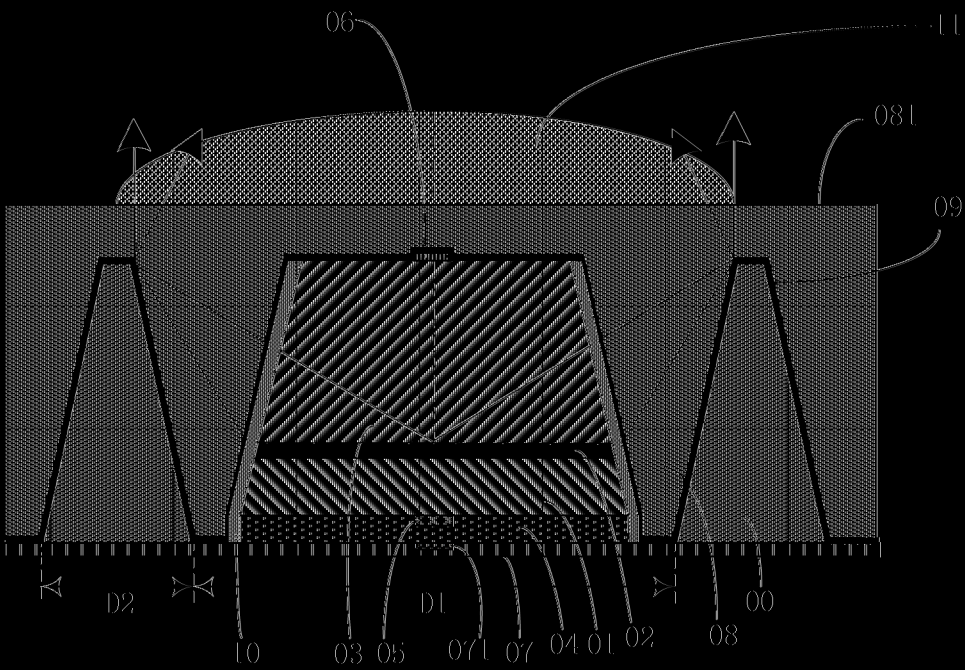
(圖5)



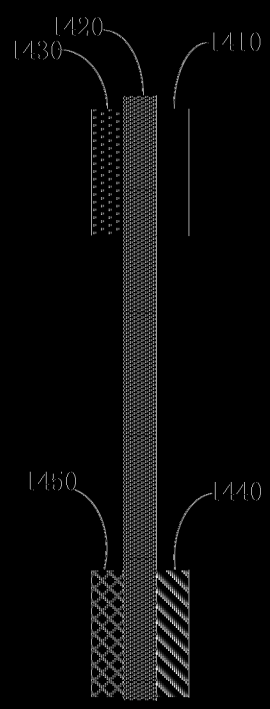
(圖6)



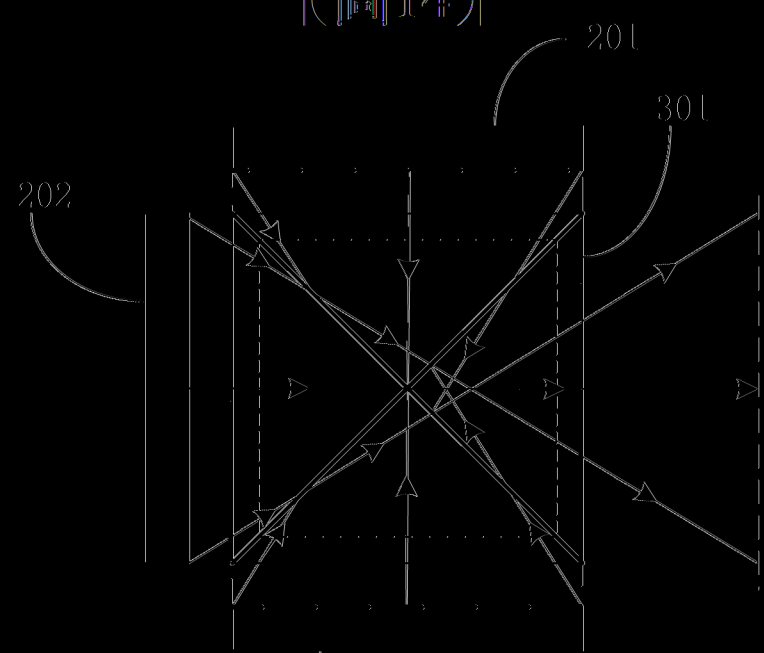
(圖 8)



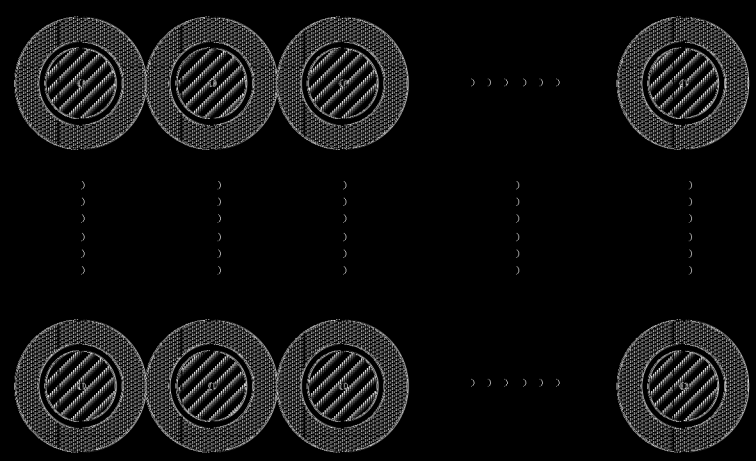
(圖 9)



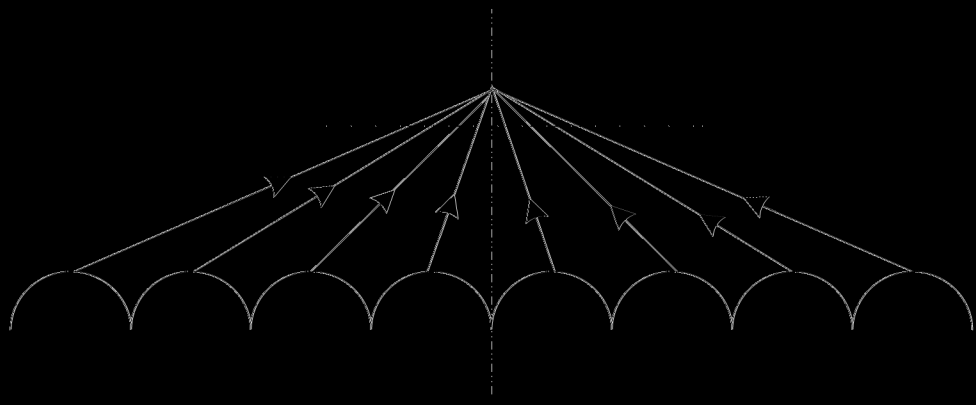
|(圖 14)|



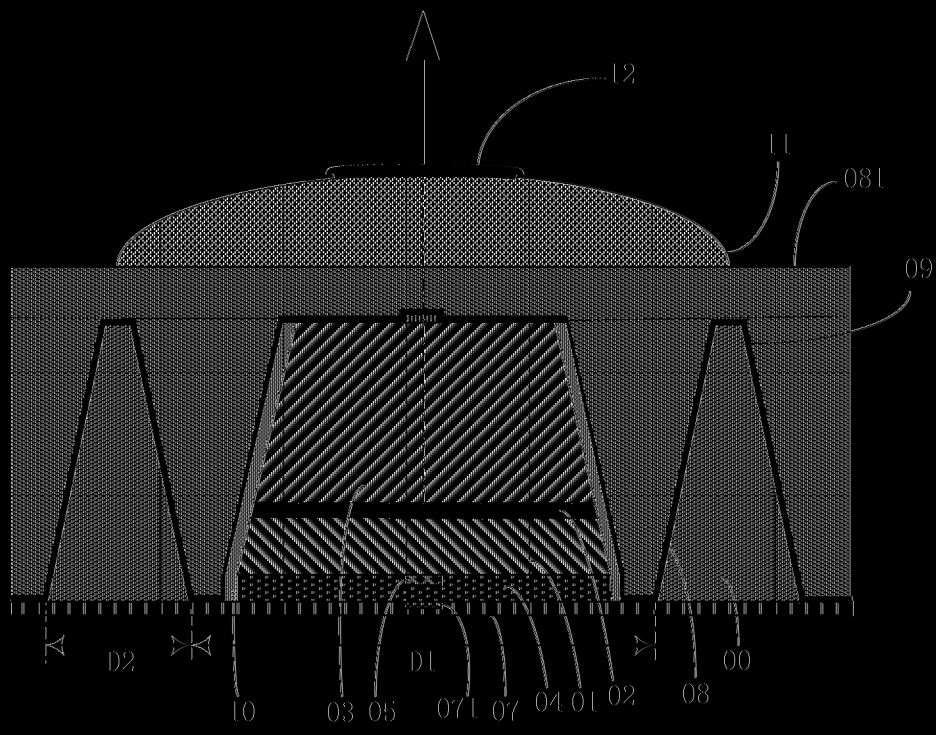
|(圖 15)|



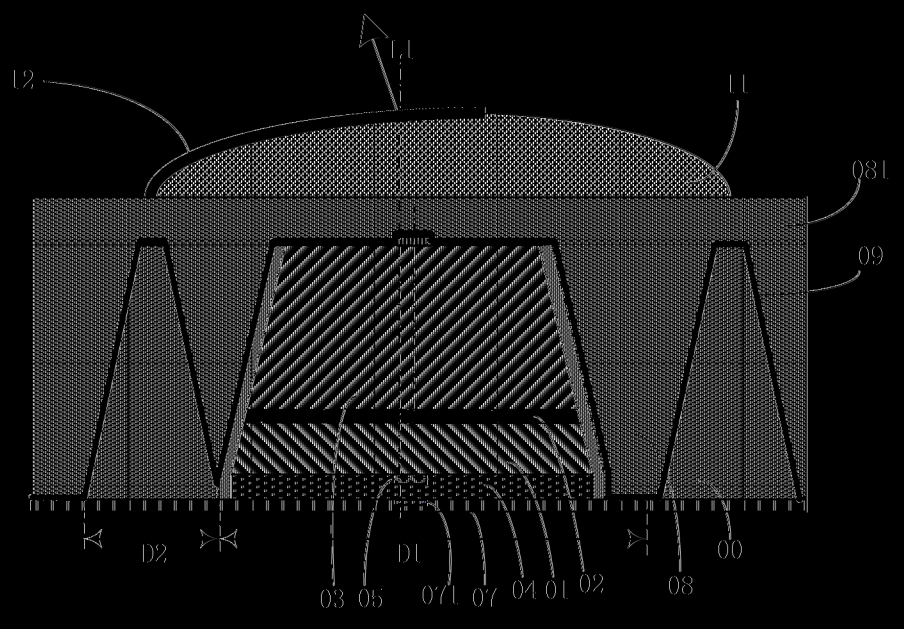
|(圖18)|



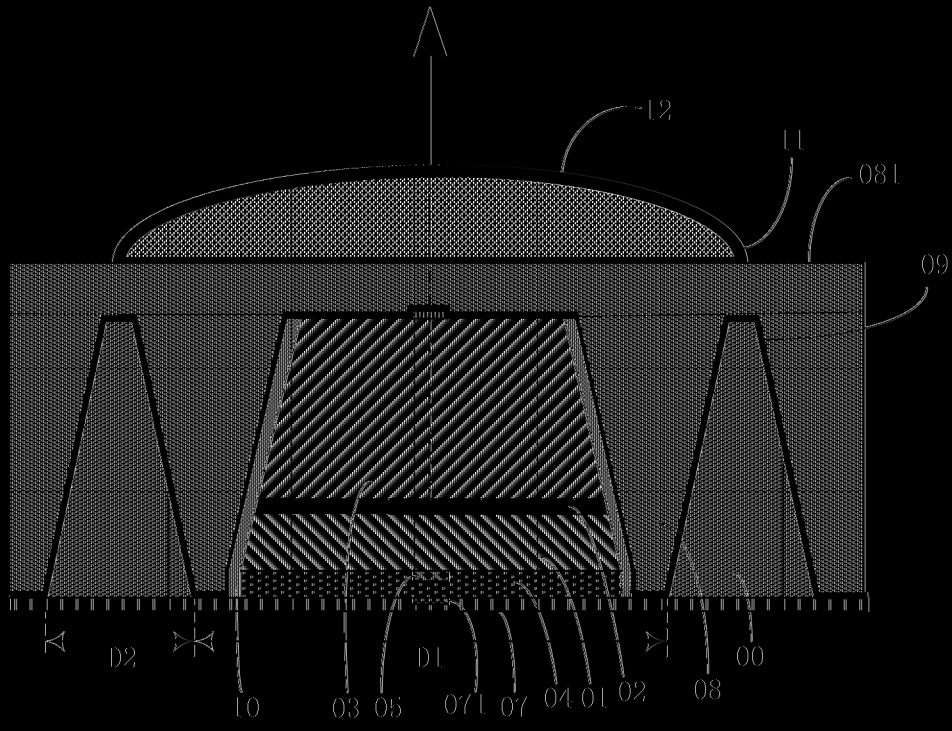
|(圖19)|



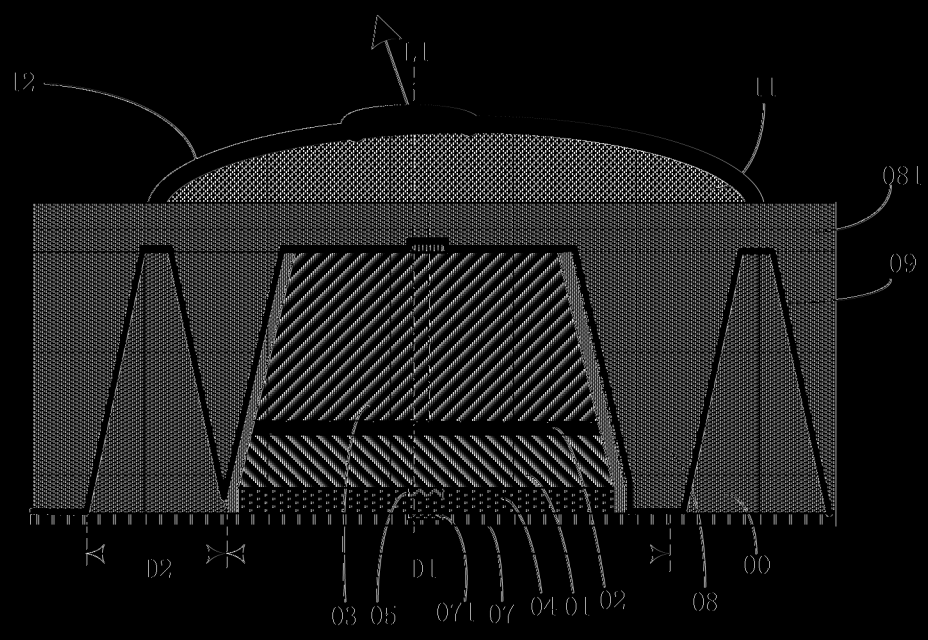
(圖 20)



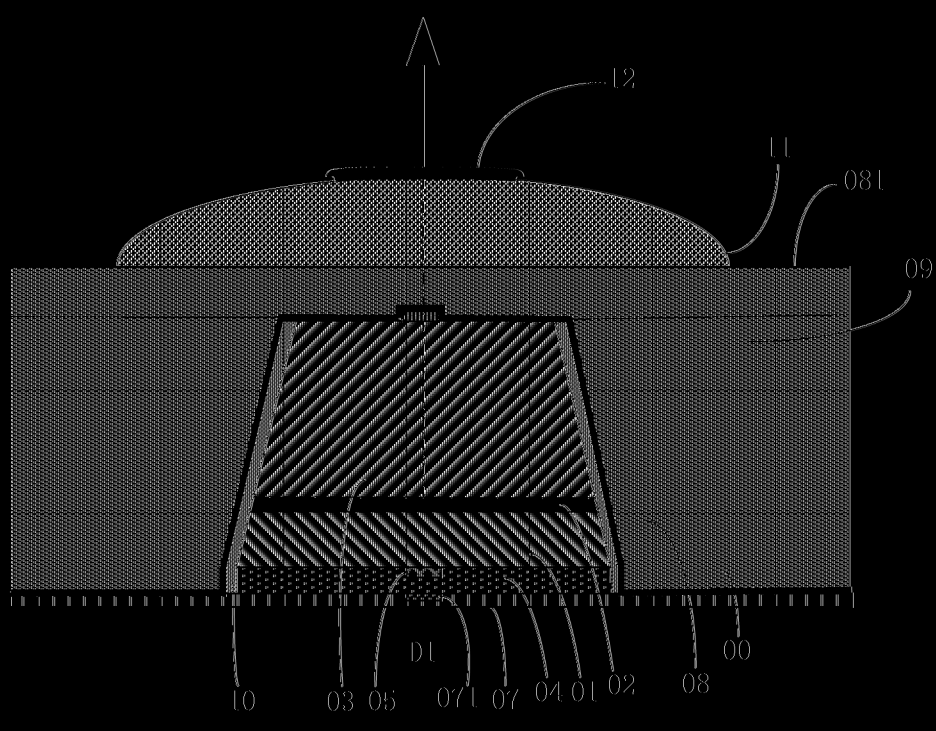
(圖 21)



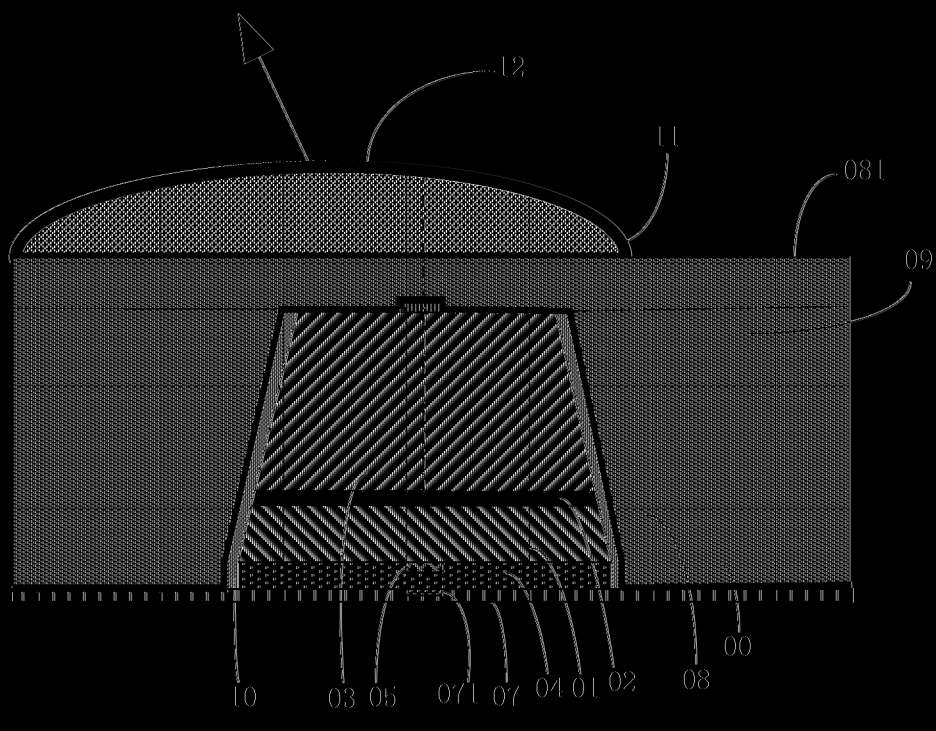
(圖 22)



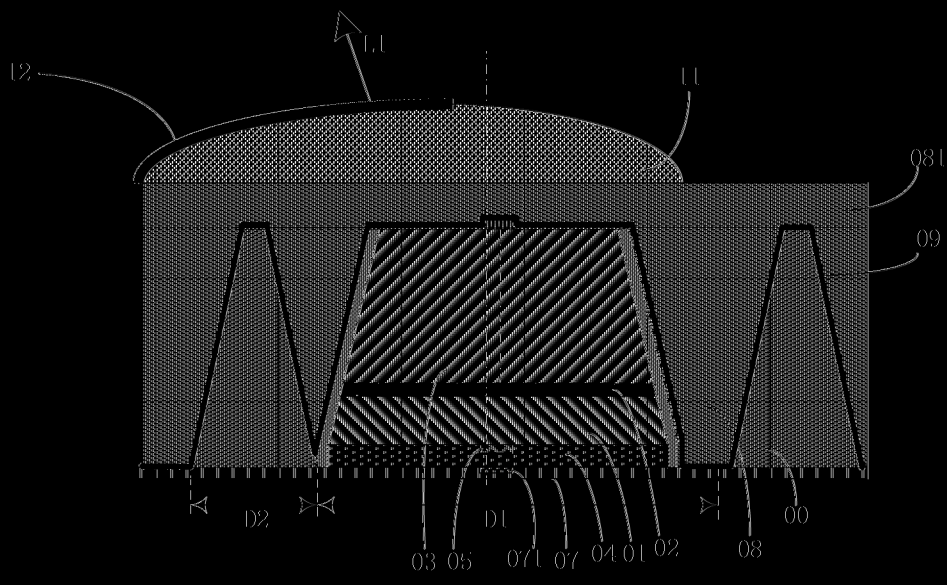
(圖 23)



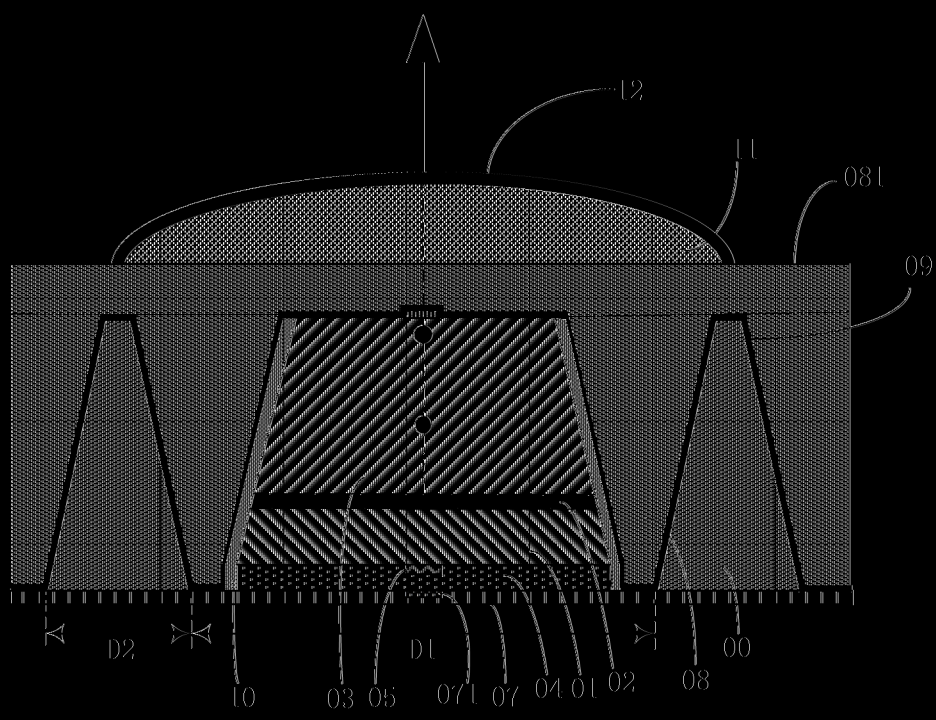
|(圖 24)|



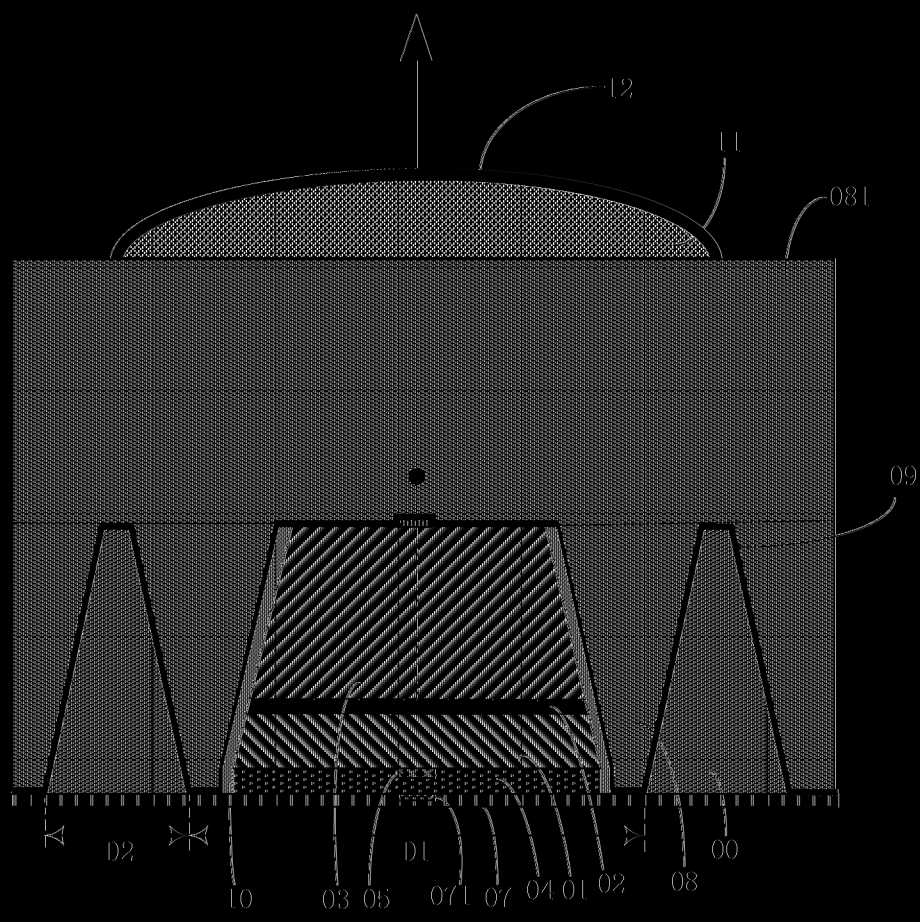
|(圖 25)|



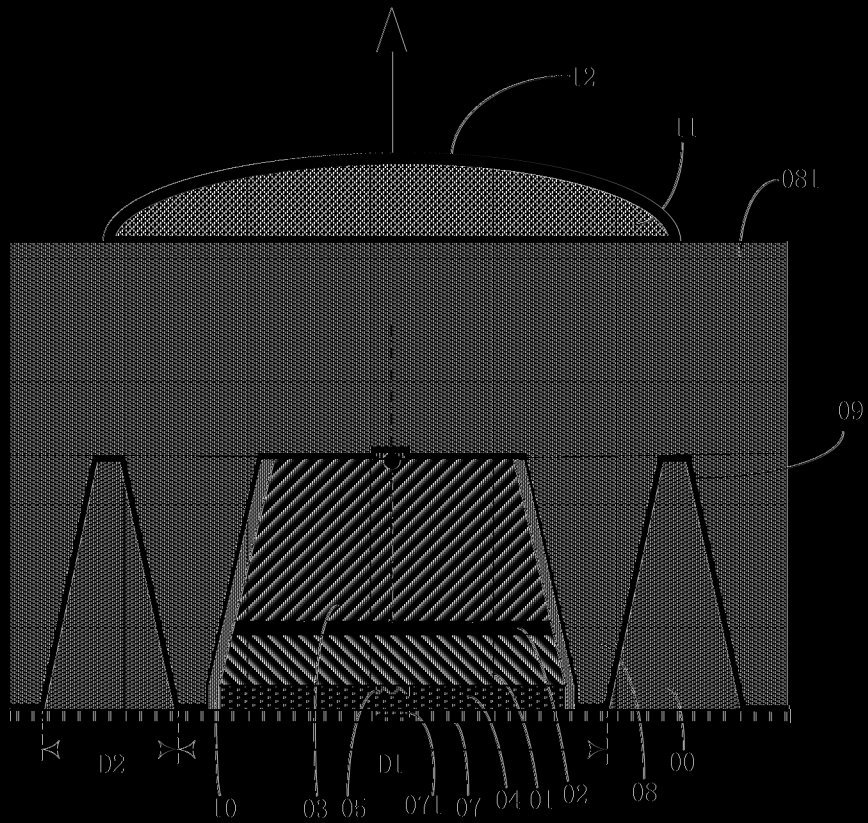
|(H₁, R₁, H₂, R₂)| 26




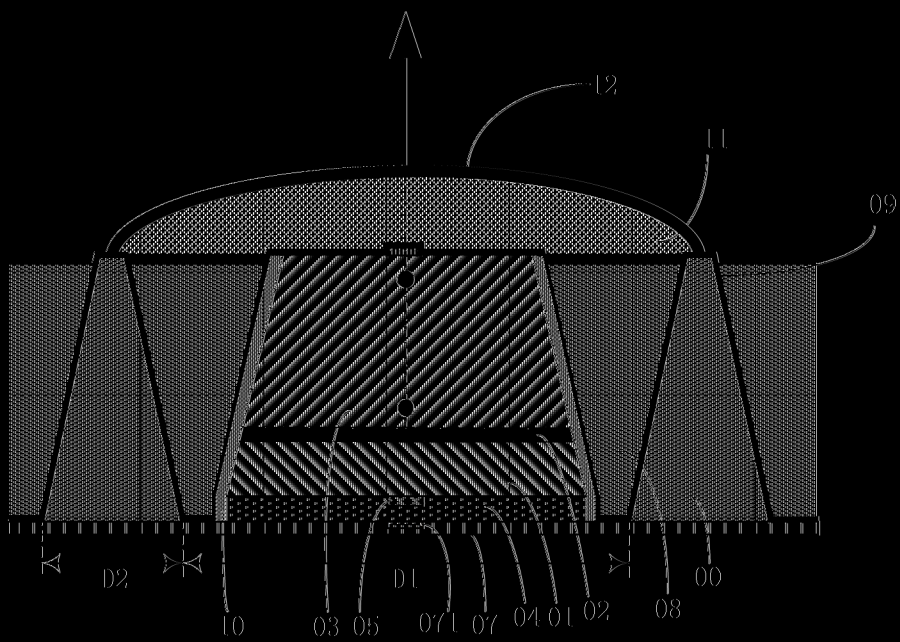
|(H₁, R₁, H₂, R₂)| 27




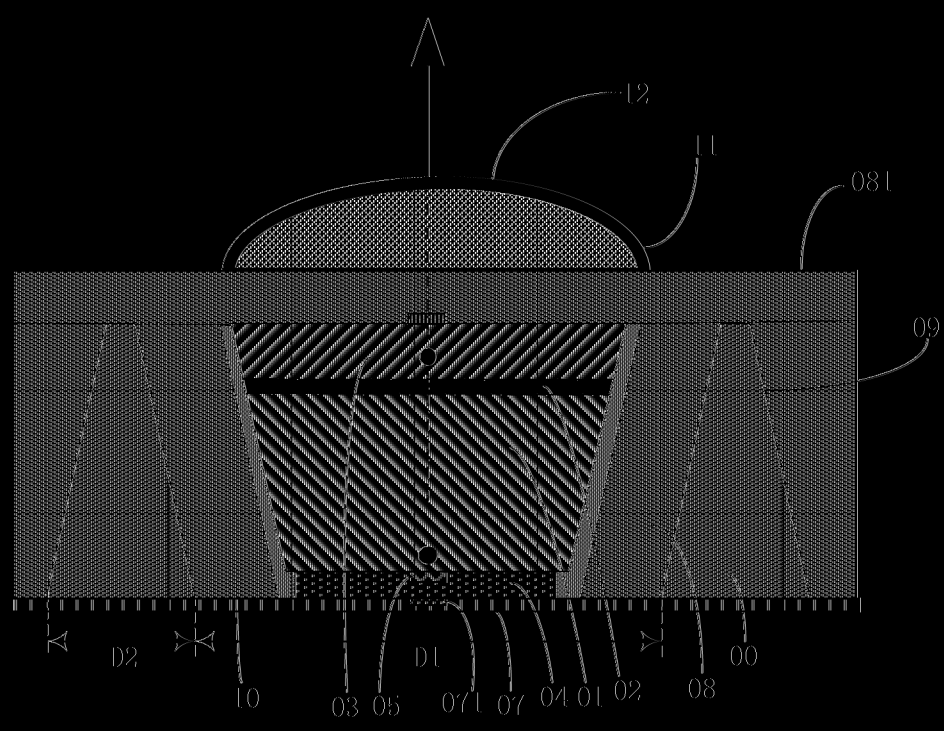
|(圖 28)|



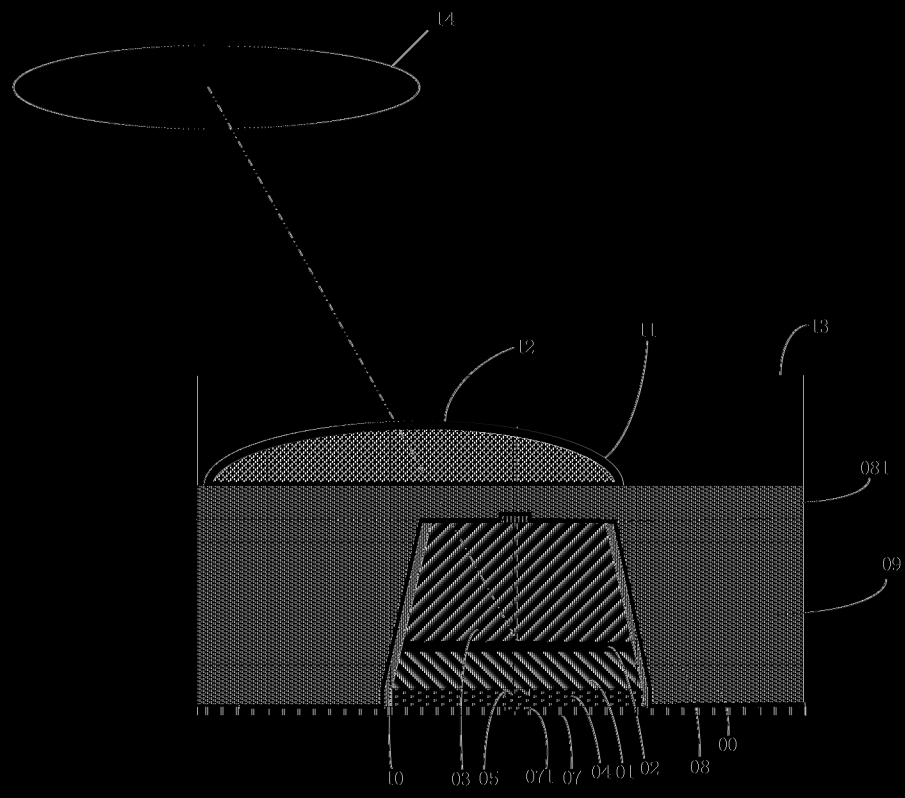
( 29)



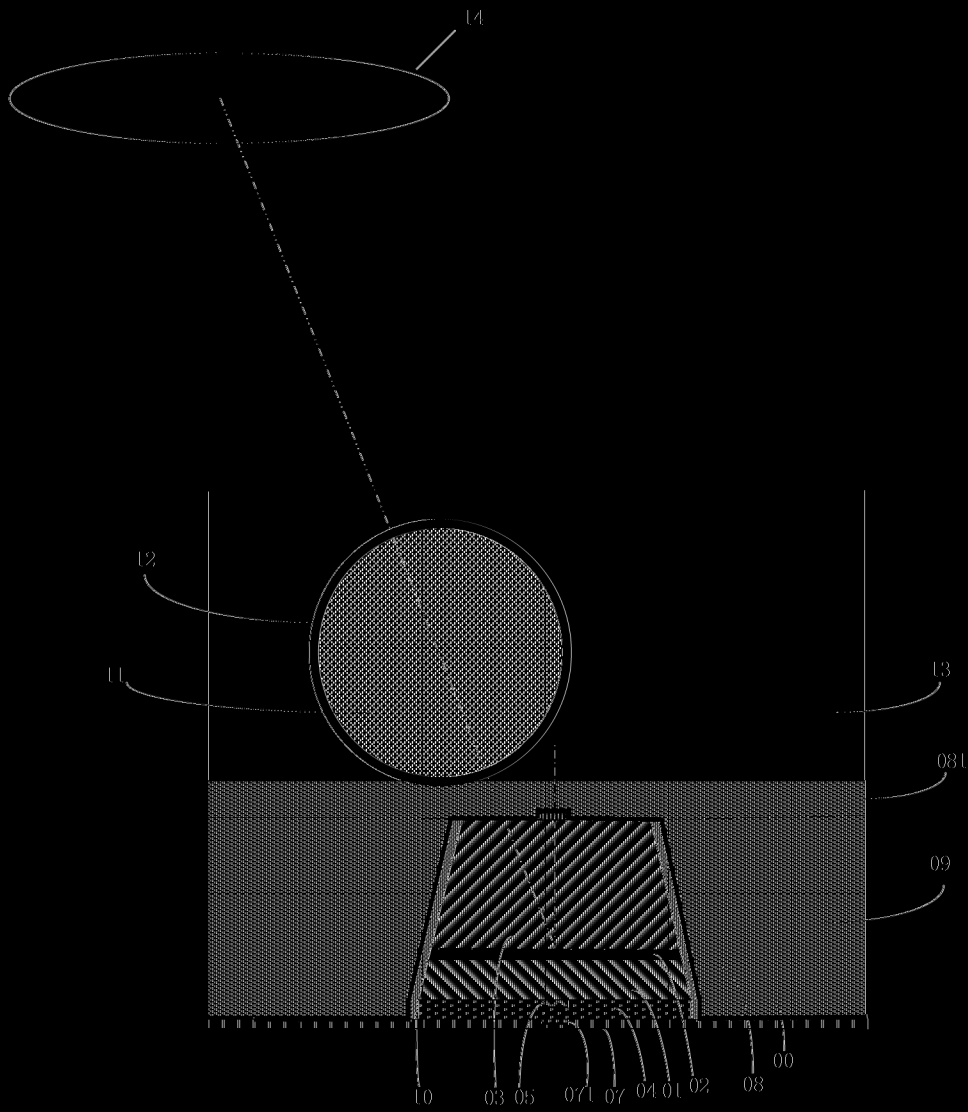
( 30)



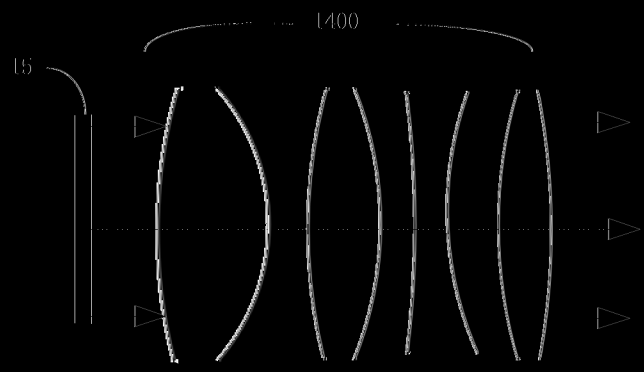
|(圖31)|



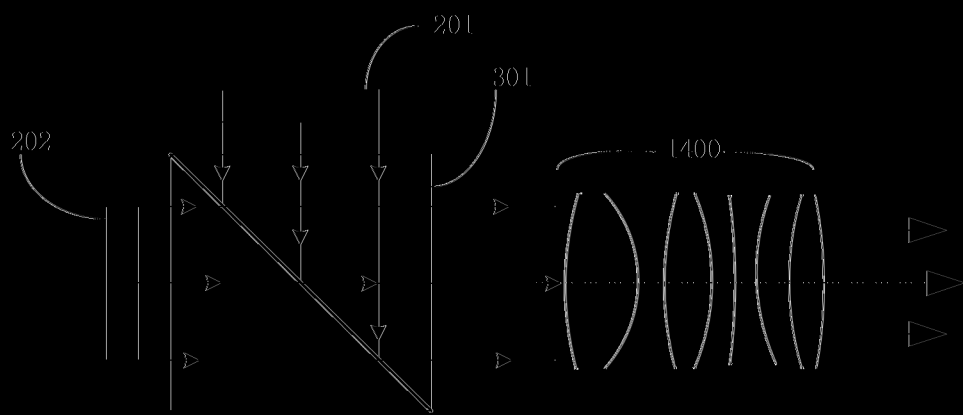
|(圖32)|



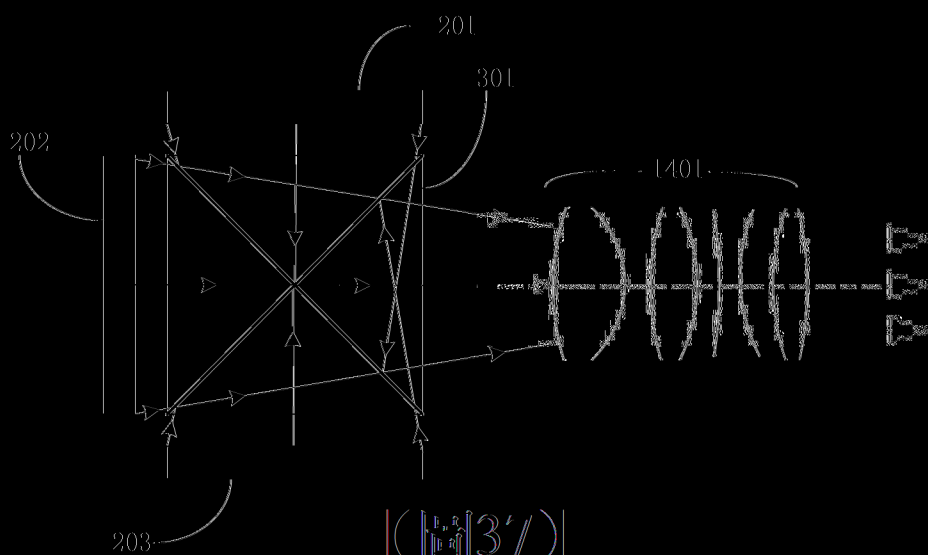
(圖34)



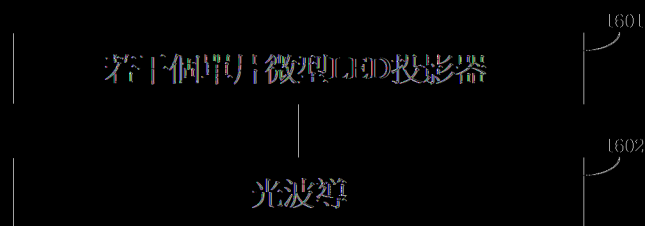
(圖35)



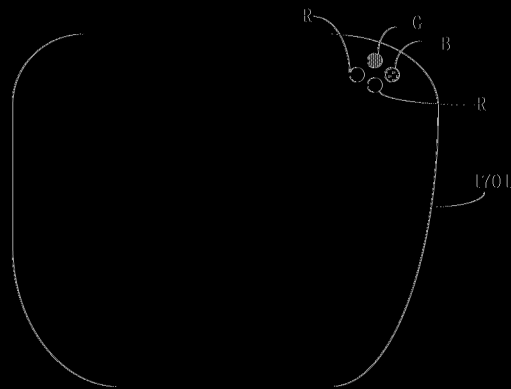
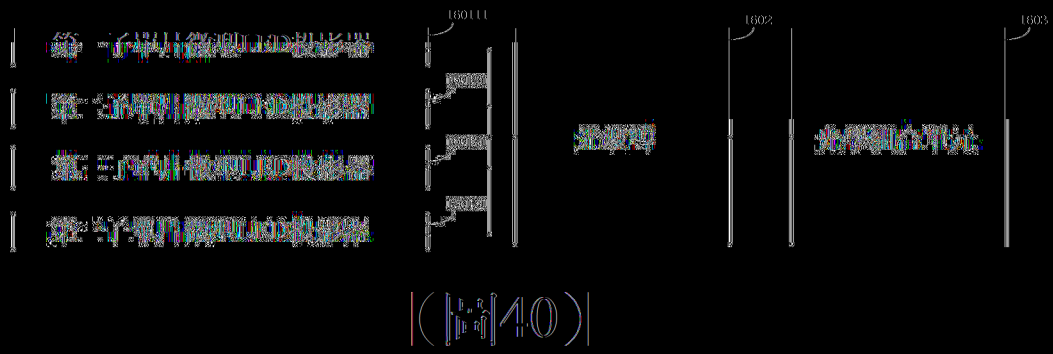
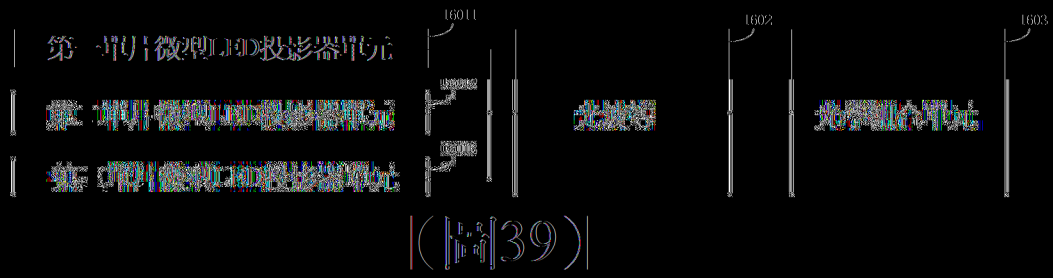
|(圖36)|



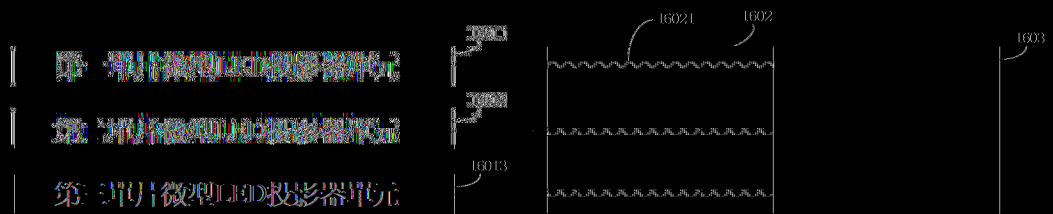
|(圖37)|



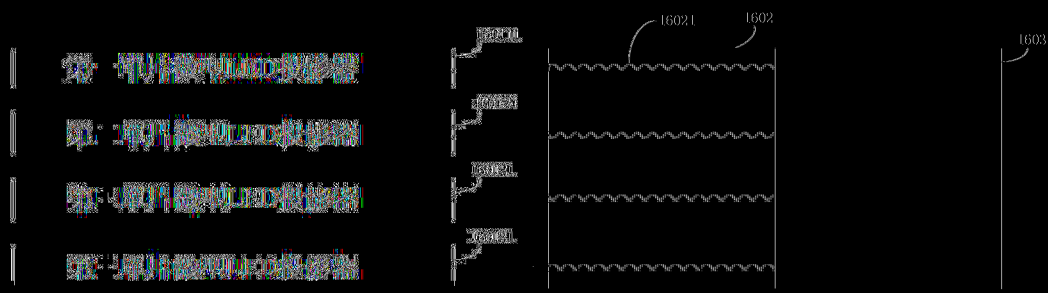
|(圖38)|



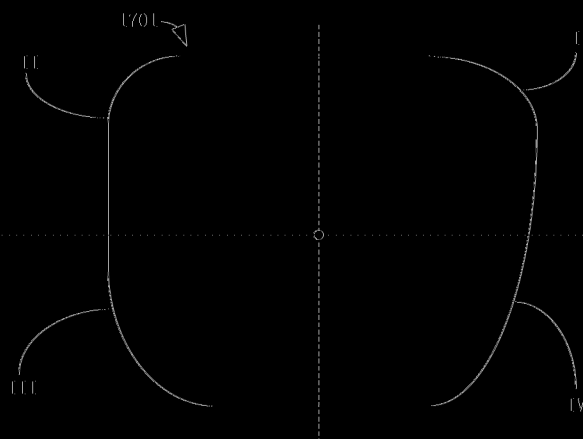
(圖 41)



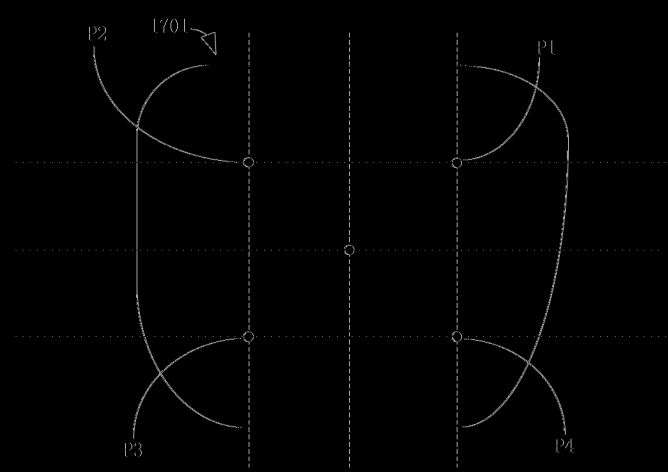
(圖 42)



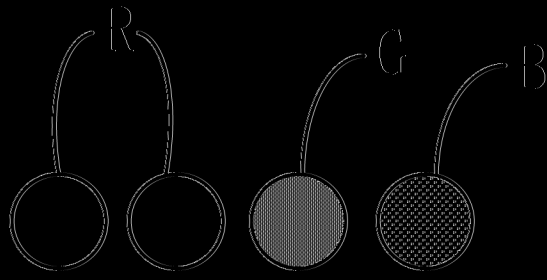
(圖 143)



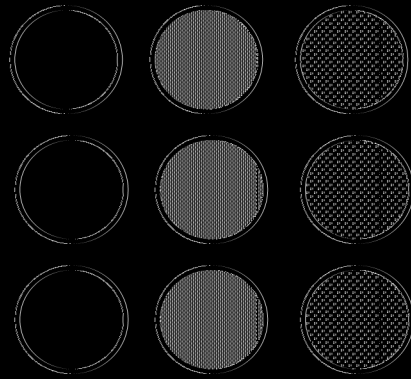
(圖 144)



(圖 145)



|(圖 53)|



|(圖 54)|