



(21)申請案號：113121631

(22)申請日：中華民國 113 (2024) 年 06 月 12 日

(51)Int. Cl.：H10H20/841 (2025.01)

(30)優先權：2023/06/16 法國 2306210

2024/05/28 世界智慧財產權組織 PCT/EP2024/064562

(71)申請人：法商艾勒迪亞公司 (法國) ALEDIA (FR)

法國

(72)發明人：杜邦 蒂芬妮 DUPONT, TIPHAINE (FR)

(74)代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：16 項 圖式數：10 共 35 頁

(54)名稱

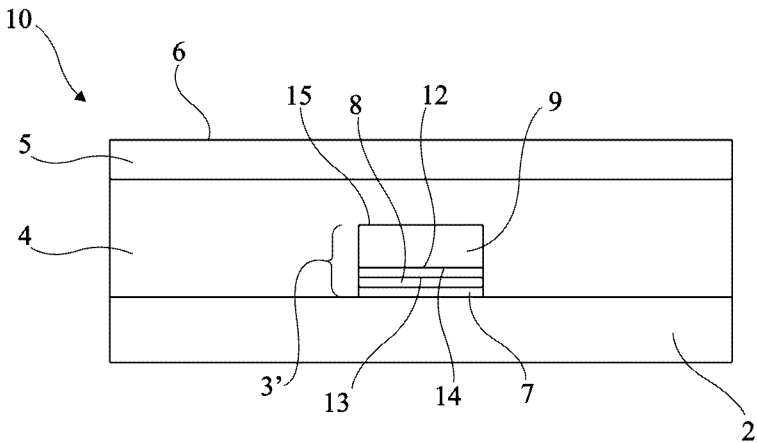
具有增強的光提取的發光二極體顯示螢幕以及用於這種螢幕的顯示像素

(57)摘要

本揭露係關於一種顯示像素(3')，該顯示像素包含發光區(8)，該發光區包含至少一個發光二極體；支撐件(9)，該支撐件係對於由該發光區(8)發射的輻射透明的，該支撐件(9)之高度高於 5 μm；以及中間層(12)，該中間層係對於由該發光區(8)發射的輻射透明的，且插入該發光區(8)與該支撐件(9)之間，該中間層(12)之折射指數嚴格小於 1.5，且以高於或等於 0.2 的折射指數偏差小於該支撐件(9)之折射指數。

The present disclosure relates to a display pixel (3') comprising a light-emitting zone (8) comprising at least one light-emitting diode, a support (9) transparent to the radiation emitted by the light-emitting zone (8), the height of the support (9) being higher than 5 μm , and an intermediate layer (12) transparent to the radiation emitted by the light-emitting zone (8), and interposed between the light-emitting zone (8) and the support (9), the refractive index of the intermediate layer (12) being strictly less than 1.5, and being less than the refractive index of the support (9) with a refractive index deviation higher than or equal to 0.2.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 2:面板
- 3':顯示像素
- 4:平坦化層
- 5:層堆疊
- 6:發射面
- 7:基板
- 8:發光區
- 9:支撐件
- 10:顯示螢幕
- 12:中間層

第3圖

13:下面
14:上面
15:上面



【發明摘要】

【中文發明名稱】具有增強的光提取的發光二極體顯示螢幕以及用於這種螢幕的顯示像素

【英文發明名稱】 LIGHT-EMITTING DIODE DISPLAY SCREEN WITH
ENHANCED LIGHT EXTRACTION AND DISPLAY PIXELS FOR SUCH A
SCREEN

【中文】

本揭露係關於一種顯示像素(3')，該顯示像素包含發光區(8)，該發光區包含至少一個發光二極體；支撐件(9)，該支撐件係對於由該發光區(8)發射的輻射透明的，該支撐件(9)之高度高於5 μm ；以及中間層(12)，該中間層係對於由該發光區(8)發射的輻射透明的，且插入該發光區(8)與該支撐件(9)之間，該中間層(12)之折射指數嚴格小於1.5，且以高於或等於0.2的折射指數偏差小於該支撐件(9)之折射指數。

【英文】

The present disclosure relates to a display pixel (3') comprising a light-emitting zone (8) comprising at least one light-emitting diode, a support (9) transparent to the radiation emitted by the light-emitting zone (8), the height of the support (9) being higher than 5 μm , and an intermediate layer (12) transparent to the radiation emitted by the light-emitting zone (8), and interposed between the light-emitting zone (8) and the support (9), the refractive index of the intermediate layer (12) being strictly less than 1.5, and being less than the refractive index of the support (9) with a refractive index deviation higher than or equal to 0.2.

【指定代表圖】第(3)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

2：面板

3'：顯示像素

4：平坦化層

5：層堆疊

6：發射面

7：基板

8：發光區

9：支撐件

10：顯示螢幕

12：中間層

13：下面

14：上面

15：上面

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】具有增強的光提取的發光二極體顯示螢幕以及用於這種螢幕的顯示像素

【英文發明名稱】LIGHT-EMITTING DIODE DISPLAY SCREEN WITH ENHANCED LIGHT EXTRACTION AND DISPLAY PIXELS FOR SUCH A SCREEN

【技術領域】

【0001】 本描述一般而言係關於顯示螢幕，該等顯示螢幕包含顯示像素，該等顯示像素包含基於半導體材料的發光二極體，且本描述係關於用於該等顯示螢幕的製造的方法。

【先前技術】

【0002】 已知生產包含顯示像素的顯示螢幕，每個顯示像素包含至少一個發光二極體，例如基於具有大多數至少一個第III族元素及一個第V族元素的化合物的半導體材料（例如氮化鎵GaN），下文稱為第III-V族化合物。

【0003】 顯示螢幕的光提取效率（Light Extraction Efficiency，LEE）通常由自顯示螢幕逸出的光子數量與由顯示像素之發光二極體發射的光子數量之間的比率來限定。希望顯示螢幕的提取效率係儘可能高的。

【0004】 用於製造顯示螢幕的一個示例性方法包含將顯示像素設置在面板上，及沉積平坦化層以獲得大體上平坦的發射面。

【0005】 現有顯示螢幕的一個缺點在於由每個顯示像素發射的光子之一部分並未逸出顯示螢幕。

【發明內容】

【0006】 一個實施例克服已知顯示螢幕的缺點中之一些或全部。

【0007】 一個實施例提供顯示像素，該顯示像素意欲經置放且附接在顯示螢幕之面板上，該顯示像素包含：

- 發光區，包含至少一個發光二極體；
- 支撐件，對於由該發光區發射的輻射透明，且意欲用於使用在處理該顯示像素中，該支撐件之高度高於 $5\ \mu\text{m}$ ；以及
- 中間層，對於由該發光區發射的輻射透明，該中間層由固體材料製成，且插入該發光區與該支撐件之間，該中間層之折射指數嚴格小於 1.5 且以高於或等於 0.2 的折射指數偏差小於該支撐件之折射指數。

【0008】 中間層允許由具有高入射的發光區發射的光射線經朝向發光區反射，且僅允許由具有低入射的發光區發射的光射線穿過。由中間層朝向發光區反射的光射線，藉由發生在發光區內的散射及反射現象，然後經發送回中間層，且當其入射低時可穿過中間層。因此，中間層使得有利地可以增加由顯示像素以低入射發射的光射線的數量。此有利地使包含這種顯示像素的顯示螢幕的光提取效率能夠增加，因為顯示螢幕之發射面上的光射線之反射經減少。有利地，支撐件用來處理顯示像素，具體而言當將每個單獨顯示像素置放且附接在面板上時。支撐件之尺寸，具體而言其高度，有利地確保顯示像素在處理期間的良好

機械強度。由於中間層由固體材料製成，因此該中間層可允許支撐件與發光區之間的強力機械接合經獲得。

【0009】 根據一個實施例，支撐件係單件式玻璃支撐件。有利地，這係具有良好機械強度及良好光學透明性質的材料。

【0010】 根據一個實施例，顯示像素進一步包含接合層，該接合層插入支撐件與中間層之間。此有利地使得顯示像素的製造較容易。

【0011】 根據一個實施例，發光區包含具有線形、圓錐形或截錐形半導體元件的發光二極體。

【0012】 根據一個實施例，發光二極體包含紋理化表面。有利地，此允許增加由發光二極體發射的輻射之擴散。

【0013】 根據一個實施例，對於至少一個發光二極體，發光區進一步包含電氣絕緣塊，該電氣絕緣塊覆蓋該發光二極體且插入該中間層與該發光二極體之間。具體而言，該塊允許發光二極體經保護，尤其當發光二極體包含有線、圓錐形或截錐形半導體元件時，平坦的頂表面經獲得，且任擇地顯示像素之發射波長經調整。

【0014】 根據一個實施例，該塊係光致發光的。

【0015】 根據一個實施例，該塊係對於由該發光二極體發射的輻射擴散的。此有利地允許增加由發光二極體發射的輻射之擴散。

【0016】 根據一個實施例，該塊係對於由該發光二極體發射的輻射透明的。

【0017】 根據一個實施例，該發光區進一步包含與中間層相對的反射層，其中該塊插入該反射層與該中間層之間。此有利地允許防止光射線自與支撐件相對的側上的發光區逸出。

【0018】 根據一個實施例，該發光區進一步包含圍繞該塊的反射壁。有利地，此允許防止光射線在發光區之側邊緣處逸出。

【0019】 根據一個實施例，該顯示像素包含在與支撐件相對的面上的導電接合墊。有利地，此使得顯示像素之接合墊能夠藉由經由支撐件處理顯示像素來附接至面板。

【0020】 一個實施例亦提供顯示螢幕，該顯示螢幕包含：

- 面板；
- 如以上限定的顯示像素，用於顯示像素的支撐件位於面板之相對側上；以及
- 平坦化層，覆蓋面板及顯示像素。

【0021】 每個顯示像素之中間層有利地允許增加顯示螢幕的光提取效率，因為顯示螢幕之發射面上的光射線反射經減少。

【0022】 一個實施例亦提供用於製造如以上限定的顯示像素的方法，該方法包含以下步驟：

- 在半導體板上形成該顯示像素之該發光區的複數個副本；
- 在該等發光區上形成該中間層；以及
- 將構成該支撐件的材料之板附接至該中間層；以及
- 分離該等顯示像素。

【0023】 一個實施例亦提供用於製造顯示螢幕的方法，該方法包含以下步驟：

- 形成如先前限定的顯示像素；
- 將每個顯示像素單獨置放且附接在面板上；以及
- 形成覆蓋該等顯示像素及該等顯示像素之間的該面板的平坦化層。

【0024】 顯示像素支撐件允許顯示像素在將顯示像素置放且附接在面板上之步驟期間經單獨處理。

【0025】 根據一個實施例，在將每個顯示像素單獨置放且附接在面板上之步驟期間處理每個顯示像素包含使用夾具，該夾具藉由該顯示像素之該支撐件處理該顯示像素。

【圖式簡單說明】

【0026】 前述特徵及優點以及其他特徵及優點將在藉由例示而非限制方式給出的特定實施例之以下描述中參考伴隨圖式進行詳細描述，在伴隨圖式中：

【0027】 第1圖部分地且高度示意性地例示顯示螢幕之一實例；

【0028】 第2圖例示用於第1圖中所示的顯示螢幕的光路徑；

【0029】 第3圖部分地且示意性地例示顯示螢幕之一實施例；

【0030】 第4圖例示用於第3圖中所示的顯示螢幕的光路徑；

【0031】 第 5 圖在左側示意性地例示用於第 1 圖中所示的顯示螢幕的顯示像素的光束路徑且在右側示意性地例示用於第 3 圖中所示的顯示螢幕的顯示像素的光束路徑；

【0032】 第 6 圖部分地且示意性地例示第 3 圖中所示的顯示螢幕的顯示像素之一實施例；

【0033】 第 7 圖部分地且示意性地例示第 3 圖中所示的顯示螢幕的顯示像素之另一實施例；

【0034】 第 8 圖部分地且示意性地例示第 6 圖中所示的顯示像素之更詳細實施例；

【0035】 第 9 圖例示三維發光二極體之一實施例；且

【0036】 第 10 圖例示三維發光二極體之另一實施例。

【實施方式】

【0037】 相同特徵已在各圖中藉由相同元件符號標示。具體而言，在各個實施例之間共用的結構及/或功能特徵可以具有相同元件符號且可設置相同的結構、尺寸和材料性質。

【0038】 為清楚起見，僅詳細示出且描述對於理解本文描述的實施例有用的操作及元件。

【0039】 除非另有指示，否則當涉及連接在一起的兩個元件時，此表示除導體之外無任何中間元件的直接連接，且當涉及耦接在一起的兩個元件時，此表示這兩個元件可經連接或該等元件可經由一或多個其他元件耦接。

【0040】 在以下揭示中，除非另有指示，否則當涉及諸如術語「前」、「後」、「頂」、「底」、「左」、「右」等的絕對位置限定詞，或諸如術語「上方」、「下方」、

「較高」、「較低」等的相對位置限定詞，或諸如「水平」、「垂直」等的定向限定詞時，涉及諸圖中所示的定向。

【0041】 除非另有指定，否則表達「大概」、「近似」、「大體上」及「大約」表示在10%內，且較佳地在5%以內。

【0042】 在以下描述中，層之內部透射率對應於離開該層的輻射之強度與進入層的輻射之強度之間的比率。層之吸收等於1與內部透射率之間的差異。在以下描述中，當穿過層的輻射之吸收小於60%時，該層據稱為是對輻射透明的。在以下描述中，當層中的輻射之吸收高於60%時，該層據稱為是吸收輻射的。當輻射具有帶有最大值的大體上「鐘形」光譜，諸如高斯光譜時，輻射之波長或輻射之中心或主波長係達到光譜最大值的波長。在以下描述中，材料之折射指數對應於材料對於由光電裝置發射的輻射之波長範圍的折射指數。除非另有指示，否則折射指數經視為在有用輻射之波長範圍內大體上恆定，例如等於有用輻射之波長範圍內的折射指數的平均值。折射指數係無因次數，該無因次數表徵媒體的光學性質，具體而言吸收及散射。折射指數等於複光學指數之實部。折射指數可例如藉由橢圓偏振技術決定。

【0043】 此外，術語「絕緣體」及「導體」分別被認為意味「電氣絕緣的」及「導電的」。

【0044】 第1圖部分地且高度示意性地例示顯示螢幕1之一實例。

【0045】顯示螢幕1包含面板2及顯示像素3，該等顯示像素附接至面板2，第1圖中示出單個顯示像素3。對於一些應用，希望顯示螢幕1之發射面6係大體上平面的。為此，顯示螢幕1包含覆蓋顯示像素3及顯示像素3之間的面板2的平坦化層4，及覆蓋平坦化層4且定界顯示螢幕1之發射面6的層堆疊5。平坦化層4允許顯示像素3經封裝且保護。層堆疊5允許顯示螢幕1之一些光學性質以已知方式改良。堆疊5包括例如抗反射塗層。

【0046】顯示像素3包含基板7，發光區8經形成在該基板上。顯示像素3在基板7之側上附接至面板2。顯示像素3進一步包含支撐件9，例如玻璃塊，以便賦能顯示像素3之處理。發光區8然後經插入基板7與支撐件9之間。

【0047】第2圖例示在第1圖中所示的顯示螢幕1之操作期間藉由模擬獲得的光射線路徑。在第2圖中，發光區8藉由點光源模擬。如可自此圖中可看出，由光源發射的射線中的一些在層堆疊5與空氣之間的界面處經反射，且保持截留在顯示器1中，從而導致所發射射線的提取效率之降低。

【0048】第3圖係顯示螢幕10之一實施例的部分高度示意性橫截面圖。

【0049】第3圖中所示的顯示螢幕10包含第1圖中所示的顯示螢幕1之所有元件，差異在於顯示像素3由顯示像素3'替代，每個顯示像素3'包含顯示像素3之所有元件且進一步包含中間層12，該中間層插入發光區8與支撐件9之間。

【0050】 中間層 12 係對由發光區 8 發射的輻射透明的層。中間層 12 之折射指數儘可能接近於 1，較佳地嚴格小於基板 9 之折射指數，且嚴格小於構成與中間層 12 接觸的發光區 8 的一或多個材料之折射指數。根據一個實施例，中間層 12 之折射指數嚴格小於 1.5，較佳地在 1 至 1.3 之範圍內。根據一個實施例，中間層 12 由選自包含氟化鎂 (MgF_2) 及有機聚合物，具體而言丙烯酸酯的群組的材料製成。中間層 12 係由固體材料製成的層之事實有利地允許支撐件 9 與發光區 8 之間的接合經促進，且具體而言支撐件 9 與發光區 8 之間的強機械接合經獲得。根據一個實施例，中間層 12 之厚度小於或等於 $2\ \mu\text{m}$ ，較佳地小於或等於 $1\ \mu\text{m}$ ，且更佳地小於或等於 $500\ \text{nm}$ 。根據一個實施例，中間層 12 之厚度大於或等於 $10\ \text{nm}$ 。根據一個實施例，中間層 12 包含相對且平坦的下面 13 及上面 14。根據一個實施例，面 13 及 14 平行於發射面 6。根據一個實施例，中間層 12 係共形沉積層。根據一個實施例，中間層 12 由適合於旋塗沉積的材料製成。

【0051】 支撐件 9 係對於由發光區 8 發射的輻射透明的。根據一個實施例，支撐件 9 由選自包含玻璃及藍寶石的群組的材料製成。根據一個實施例，支撐件 9 之高度大於 $5\ \mu\text{m}$ ，較佳地在 $20\ \mu\text{m}$ 與 $500\ \mu\text{m}$ 之間。支撐件 9 之厚度足夠大，以使支撐件 9 能夠在顯示像素 3' 處理步驟期間，具體而言在面板 2 上的每個顯示像素 3' 的置放及單獨附接期間，為包含支撐件 9、中間層 12、發光區 8 及基板 7 的總成提供機械支

撐。相比較而言，發光區8之厚度可大於500 nm，較佳地在1 μm與50 μm之間，中間層12之厚度可小於或等於2 μm，較佳地小於或等於1 μm，且更佳地小於或等於500 nm，如先前所指示，且當存在時，基板7之厚度可小於100 μm。基板9之縱橫比，亦即基板9之高度與最大寬度之間的比率，可在0.01與10之間，較佳地在0.05與2之間。支撐件9之折射指數嚴格大於1.3，較佳地在1.4至1.6之範圍內。較佳地，支撐件9之折射指數與中間層12之折射指數之間的折射指數偏差大於0.2。根據一個實施例，支撐件9包含在與發光區8相對的側上的上面15。較佳地，上面15係平坦的。

【0052】 根據一個實施例，顯示像素3'之最大高度在20 μm與500 μm之間。顯示像素3'之縱橫比，亦即顯示像素3'之高度與最大寬度之間的比率，可在0.01與10之間，較佳地在0.05與2之間。

【0053】 用於製造顯示像素3'的方法之一個實施例包含形成包含顯示像素3'的複數個副本的板及然後分離顯示像素3'。具體而言，用於製造顯示像素3'的方法之一個實施例包含以下步驟：

- 在半導體板上形成發光區8的複數個副本；
- 在發光區8上形成中間層12；以及
- 將構成支撐件9的材料之板附接至中間層12；
- 分離顯示像素3'。

【0054】 分離顯示像素 3' 可藉由切割板來執行，具體而言藉由機械鋸切或雷射切割執行。

【0055】 用於製造顯示螢幕 10 的方法之一個實施例包含每個顯示像素 3' 至面板 2 的置放及單獨附接，然後是覆蓋顯示像素 3' 及顯示像素 3' 之間的面板 2 的平坦化層 4，及在存在的情況下，層堆疊 5 的形成。具體而言，根據一個實施例，在將每個顯示像素 3' 置放並單獨附接在面板 2 上的步驟期間對每個顯示像素 3' 的處理包含藉由支撐件 9 處理顯示像素 3' 的夾具之使用。根據一個實施例，夾具將吸力施加在支撐件 9 之上面 15 上。出於此目的，有利地，支撐件 9 之上面 15 係平的。

【0056】 第 4 圖例示第 3 圖中所示的顯示螢幕 10 的模擬光路徑。在第 4 圖中，發光區 8 藉由點光源模擬。與顯示螢幕 1 的光提取效率相比，顯示螢幕 10 的光提取效率增加。藉由模擬可估計，在具有折射指數係 1.2 的中間層 12 的情況下，顯示螢幕 10 的光提取效率與顯示螢幕 1 的光提取效率相比可增加 30% 至 40%。

【0057】 第 5 圖在左側示意性地例示第 1 圖中所示的顯示螢幕 1 的顯示像素 3 的光射線路徑 R1 及 R2，且在右側示意性地例示第 3 圖中所示的顯示螢幕 10 的顯示像素 3' 的光射線路徑 R1' 及 R2'。出於說明目的，平坦化層 4、支撐件 9、發光區 8 及層堆疊 5 之折射指數在第 5 圖中大體上相等。

【0058】 在無中間層 12 的情況下，由發光區 8 以相對於發射面 6 的高入射發射的光射線 R2 在發射面 6 上反射，該發射

面對應於層堆疊5與空氣之間的界面。發射面6僅讓由與發射面6相比入射較低的發光區8發射的光射線R1穿過。

【0059】 中間層12允許將由與發射面6相比入射較高的發光區8發射的光射線R2'朝向發光區8反射，且讓由與發射面6相比入射較低的發光區8發射且大部分將管理以自顯示螢幕10逸出的光射線R1'穿過。由中間層12朝向發光區8反射的光射線R2'，藉由發生在發光區8內的散射及反射現象，然後經發送回中間層12，且當其入射與發射面6相比較低時，可穿過中間層12。因此增加最終以低入射到達發射面6的光射線之總數，使得增加顯示螢幕10的光提取效率。換言之，中間層12因此允許由發光區8發射的射線在層堆疊5與空氣之間的界面處的反射經降低或甚至消除，因而產生光射線R2'在發光區8處的一類再循環。

【0060】 根據一個實施例，每個顯示像素3'之發光區8包含至少一個發光二極體，較佳地發光二極體之集合。每個發光二極體可係三維發光二極體或平面發光二極體。根據一個實施例，發光二極體LED包含例如Ga₂N、AlN、InN、InGa₂N、AlGa₂N或AlInGa₂N的第III-V族化合物，或第II-VI族化合物的半導體層。

【0061】 三維發光二極體包含三維半導體元件，例如線、錐體、截錐體或稜錐體元件，具體而言微米線或奈米線，發光二極體的主動區在該三維半導體元件上延伸。術語「微米線」或「奈米線」表示沿著較佳方向伸長的三維結構，其中稱為次要尺寸的至少兩個尺寸處於5 nm與2.5 μm之

間，較佳地在 50 nm 與 $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 之間，稱為主要尺寸的第三尺寸係次要尺寸中最大者的至少 1 倍，較佳地至少 2 倍。在一些實施例中，次要尺寸可小於或等於約 $3\text{ }\mu\text{m}$ ，較佳地在 100 nm 與 $3\text{ }\mu\text{m}$ 之間，更佳地在 $1\text{ }\mu\text{m}$ 與 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 之間。在一些實施例中，每個微米線或奈米線之高度可大於或等於 500 nm ，較佳地在 $1\text{ }\mu\text{m}$ 與 $50\text{ }\mu\text{m}$ 之間。

【0062】 第 6 圖係第 3 圖中所示的顯示螢幕 10 之顯示像素 3' 之一實施例的示意性部分橫截面圖，其中發光區 8 包含奈米線或微米線發光二極體 LED。

【0063】 在第 6 圖中自底部至頂部，發光區 8 包含：

- 用於由發光二極體 LED 發射的輻射的反射層 16；
- 發光二極體 LED 之集合（示意性地示出八個發光二極體 LED 之兩個集合作為一實例），每個發光二極體 LED 在此具有奈米線或微米線的一般形狀；
- 絕緣塊 18，在此擱置在反射層 16 上，每個塊 18 面向發光二極體 LED 中之一個或發光二極體 LED 之總成且完全圍繞發光二極體 LED，每個塊 18 係對於由發光二極體 LED 發射的輻射透明的塊，及 / 或散射由發光二極體 LED 發射的輻射的塊，及 / 或光致發光塊；以及
- 塊 18 之間的壁 22，每個壁 22 係對於由發光二極體 LED 發射的輻射不透明的。

【0064】 在第 6 圖中自底部至頂部，顯示像素 3' 包含：

- 基板 7，包含下面 23 及與下面 23 相對的上面 24，上面 24 較佳地係至少在發光二極體 LED 處平坦的；

- 發光區 8，發光區 8 之反射層 16 擱置在上面 24 上；
- 中間層 12，覆蓋發光區 8，具體而言塊 18 及壁 22；
- 任擇地，濾色器 26 或多於一個濾色器，覆蓋塊 18 中之至少一些，以實例之方式示出覆蓋塊 18 的單個濾光器 26，中間層 12 插入塊 18 與濾光器 26 或多個濾光器之間；
- 接合層 28；以及
- 支撐件 9。

【0065】 第 7 圖係第 3 圖中所示的顯示螢幕 10 之顯示像素 3' 之另一實施例的示意性部分橫截面圖，其中發光區 8 包含至少一個平面發光二極體 LED。平面發光二極體，亦稱為二維發光二極體，係藉由在基板上形成大體上平面的半導體層之堆疊，然後例如藉由將溝槽蝕刻至半導體層之堆疊中來定界發光二極體而製造。

【0066】 第 7 圖中所示的顯示像素 3' 包含第 6 圖中所示的顯示像素 3' 之所有元件，差異在於發光二極體 LED 包含大體上平坦的層之堆疊。根據一個實施例，發光二極體 LED 包含上面 29，該上面係對於由發光二極體 LED 發射的輻射擴散的。

【0067】 在第 6 圖及第 7 圖中，基板 7 可對應於單件式結構。該基板可不存在。基板 7 可對應於積體電路，該積體電路經設置以驅動發光區 8 之一或多個發光二極體 LED 且包含電子部件，具體而言絕緣閘場效電晶體，亦稱為 MOS 電晶體，或薄膜電晶體，亦稱為 TFT 電晶體。這些被稱為智慧型顯示像素 3'。當基板 7 不存在(未示出)時，發光二極體

(多個)可經轉印在包含電子部件的積體電路，具體而言控制電路上，且可經由在顯示像素3'之下部分上製作的導電墊(未示出)進行連接，該下部分則係相對於發光區8與支撐件9相對的那個部分。導電墊然後經電氣連接至稍後描述的電極層。

【0068】 在第6圖及第7圖中，反射層16在基板7之上表面24上連續地示出。實際上，反射層16可經中斷以允許發光二極體LED連接至基板7。

【0069】 在上述實施例中，反射層16可係導電層，具體而言金屬層，例如由鐵、銅、鋁、鎢、銀、鈦、鉛、銻或這些化合物中之至少兩種之組合製成。較佳地，反射層16由與微電子學中使用的製造方法相容的材料形成。較佳地，反射層16由鋁或銀製成。根據一個實施例，反射層16之厚度在100 nm與300 nm之間。或者，反射層16可係包含具有不同折射指數的層之堆疊的布拉格(Bragg)鏡。在此狀況下，反射層16由介電材料組成，該等介電材料諸如氧化矽(SiO_2)、氮化矽(SiN)、氧化鈦(TiO_2)，或對於由發光區8發射的輻射之波長透明的任何其他氧化物或氮化物。在反射層16係布拉格鏡的狀況下，其可係至多10 μm 厚。

【0070】 接合層28允許基板9經附接至中間層12。根據一個實施例，接合層28由聚合物製成，該聚合物經設置以當暴露於例如紫外線輻射的輻射時硬化。接合層28可對應於光學黏合劑，例如由Norland公司以名稱NOA銷售的光學

黏合劑。根據一個實施例，接合層28之厚度大於 $1\text{ }\mu\text{m}$ ，較佳地在 $5\text{ }\mu\text{m}$ 與 $30\text{ }\mu\text{m}$ 之間。接合層28之折射指數嚴格大於1.3，較佳地在1.4至1.6的範圍內。根據一個實施例，中間層12之折射指數嚴格小於接合層28之折射指數，具體而言具有高於0.2的偏差。接合層28之折射指數可大體上等於支撐件9之折射指數。

【0071】 每個塊18之縱橫比，亦即塊18之高度與最大寬度之間的比率，可在0.01與10之間，較佳地在0.05與2之間。垂直於上面24量測的每個塊18之高度可在 500 nm 與 $15\text{ }\mu\text{m}$ 之間。每塊18之折射指數在1.4與2之間。根據一個實施例，中間層12之折射指數嚴格低於每個塊18之折射指數，具體而言具有大於0.2的偏差。根據一個實施例，塊18之上面係平坦的且平行於基板7之上面24。根據一個實施例，塊18之側壁(多個)垂直於上面24。或者，塊18之側壁(多個)可相對於上面24傾斜。

【0072】 根據一個實施例，當塊18係光致發光塊時，其包含磷光體，該磷光體當藉由由相關聯的發光二極體LED發射的光激勵時適於發射與由相關聯的發光二極體LED發射的光之波長不同的波長的光。

【0073】 根據一個實施例，每個光致發光塊18包含例如透明基質中的至少一個光致發光材料之粒子。光致發光材料之一個實例係藉由三價銻離子活化的釔鋁石榴石(yttrium-aluminum garnet, YAG)，亦稱為YAG：

Ce 或 YAG : Ce³⁺。習知光致發光材料之平均粒子大小通常大於 5 μm。

【0074】 根據一個實施例，每個光致發光塊 18 包含無機或有機材料的基質，其中任擇地分散有半導體材料的奈米大小的單晶粒子，下文中亦稱為半導體奈米晶體或奈米磷光體粒子。光致發光材料的內部量子產率 QY_{int} 等於由光致發光物質發射的光子數量與吸收的光子數量之比率。半導體奈米晶體的內部量子產率 QY_{int} 高於 5%，較佳地高於 10%，更佳地高於 20%。

【0075】 根據一個實施例，當塊 18 包含磷光體時，可根據發光二極體 LED 之集合來提供不同的磷光體。

【0076】 根據一個實施例，奈米晶體的平均大小在 0.5 nm 至 1000 nm 的範圍內，較佳地自 0.5 nm 至 500 nm，甚至更佳地自 1 nm 至 100 nm，尤其是自 2 nm 至 30 nm。對於低於 50 nm 的尺寸，半導體奈米晶體的光轉換性質主要取決於量子侷限現象。半導體奈米晶體則對應於量子盒(在三維侷限之狀況下)或量子阱(在二維侷限之狀況下)。

【0077】 根據一個實施例，半導體奈米晶體之半導體材料選自包含以下各者的群組：硒化鎘(CdSe)、磷化銦(InP)、硫化鎘(CdS)、硫化鋅(ZnS)、硒化鋅(ZnSe)、碲化鎘(CdTe)、碲化鋅(ZnTe)、氧化鎘(CdO)、氧化鋅鎘(ZnCdO)、硫化鎘鋅(CdZnS)、硒化鎘鋅(CdZnSe)、硫化銀銦(AgInS₂)、PbScX₃型的鈣鈦礦，其中X係鹵素原子，具體而言碘(I)、溴(Br)或氯(Cl)，以及這些化合

物中之至少兩種的混合物。根據一個實施例，半導體奈米晶體之半導體材料選自 Le Blevenec 等人的名稱為 Physica Status Solidi (RRL) - Rapid Research Letters 第 8 卷，第 4 期，第 349-352 頁，2014 年 4 月的出版品中引用的材料。

【0078】 根據一個實施例，半導體奈米晶體之尺寸係根據由半導體奈米晶體發射的輻射之所要的波長來選擇。例如，具有 3.6 nm 之平均大小的 CdSe 奈米晶體適合於將藍光轉換為紅光，且具有 1.3 nm 之平均大小的 CdSe 奈米晶體適合於將藍光轉換為綠光。根據另一實施例，半導體奈米晶體之組成係根據由半導體奈米晶體發射的輻射之所要的波長來選擇。

【0079】 基質係由對於由光致發光粒子及 / 或發光二極體 LED 發射的輻射至少部分透明，較佳地多於 80 % 的材料製成。基質例如由二氧化矽製成。基質可例如由任何至少部分透明的聚合物製成，具體而言由矽酮、環氧樹脂、聚甲基丙烯酸甲酯 (poly(methyl methacrylate), PMMA) 類型的丙烯酸樹脂，或聚乙酸 (PLA) 製成。具體而言，基質可由與三維印表機一起使用的至少部分透明的聚合物製成。基質可係光敏或非光敏旋塗玻璃 (spin-on glass, SOG)。根據一個實施例，基質含有以重量計自 2 % 至 90 %，較佳地自 10 % 至 60 % 的奈米晶體，例如以重量計大約 30 % 的奈米晶體。

【0080】 光致發光塊 18 之高度取決於奈米晶體之濃度及所使用的奈米晶體之類型。當發光二極體係線形時，光致發光塊 18 之高度較佳地高於發光二極體之高度，且小於或等於壁 22 之高度。當自上方觀察時，每個光致發光塊 18 可對應於正方形、長方形、「L」形多邊形等，其面積可等於具有自 $1\ \mu\text{m}$ 量測至 $100\ \mu\text{m}$ ，較佳地自 $3\ \mu\text{m}$ 量測至 $15\ \mu\text{m}$ 的邊的正方形的面積。

【0081】 根據一個實施例，當塊 18 係散射塊時，其包含適合於散射由相關聯的發光二極體 LED 發射的輻射的粒子，該等粒子散佈在透明基質中。粒子係例如氧化鈦 (TiO_2)、氧化鋯 (ZrO_2)、硫化鋅 (ZnS) 或硫化鉛 (PbS) 粒子。散射粒子之平均大小通常在 $100\ \text{nm}$ 至 $300\ \text{nm}$ 的範圍內。基質係對於由發光二極體 LED 發射的輻射至少部分透明的，較佳地多於 80%。基質可由上述用於光致發光塊 18 的任何材料製成。散射塊 18 可包括或可不包括量子點。

【0082】 根據一個實施例，當塊 18 係光致發光塊時，其亦係用於藉由光轉換發射的輻射的散射塊。光致發光塊 18 可藉由磷光體之存在而係擴散的。或者，光致發光塊 18 可進一步包括散射粒子。塊 18 之散射特性可藉由雙向散射分佈函數 (Bidirectional Scattering Distribution Function, BSDF) 來表徵，該雙向散射分佈函數具體包括雙向反射率分佈函數 (Bidirectional Reflectance Distribution Function, BRDF) 及雙向透射率分佈函數 (Bidirectional Transmittance Distribution

Function, BTDF)。雙向透射率分佈函數可使用專用量測儀器來決定。

【0083】 根據一個實施例，當塊18係透明塊時，其可由係上述用於光致發光塊18之基質的材料之一的材料製成。

【0084】 根據一個實施例，不透明壁22反射由發光二極體LED發射的輻射。壁22至少部分地由反射材料製成。反射材料可係金屬材料，諸如鐵、銅、鋁、鎢、銀、鈦、鉛、銻或這些化合物中之至少兩種之組合。較佳地，壁22由與微電子學中使用的製造方法相容的材料製成。較佳地，壁22由鋁或銀製成。

【0085】 在垂直於上面24的方向上量測的壁22之高度在300 nm至200 μm的範圍內，較佳地在3 μm至15 μm的範圍內。在平行於上面24的方向上量測的壁22之厚度在100 nm至50 μm的範圍內，較佳地在0.5 μm至10 μm的範圍內。

【0086】 根據一個實施例，壁22可由反射材料製成，或者每個壁22藉由覆蓋有塗層來包含反射壁，該塗層係對於由光致發光塊18及/或發光二極體LED發射的輻射之波長反射的，例如具有TiO₂粒子的聚合物。

【0087】 根據一個實施例，每個壁22包含不透明壁。例如，每個壁22可包含塗佈有黑色樹脂層的壁。此樹脂較佳地適於吸收光譜範圍內的電磁輻射，該光譜範圍包括發光區8的發射光譜及磷光體當存在時的發射光譜。根據另一實

施例，每個壁22由對於可見光部分透明的樹脂製成。根據一個實施例，壁22不完全由黑色樹脂製成。

【0088】 較佳地，壁22圍繞塊18。壁22降低相鄰塊18之間的串擾。較佳地，中間層12與壁22接觸。在第6圖及第7圖中所示的實施例中，中間層12經示出為完全覆蓋壁22。或者，壁22可穿過中間層12中之全部或部分。

【0089】 顯示像素3'可任擇地包含覆蓋塊18中之至少一些的一個、兩個或三個濾色器26，例如單個黃色濾光器；兩個濾光器，第一濾光器係黃色濾光器且第二濾光器係紅色濾光器；或三個濾光器，第一濾光器係紅色濾光器，第二濾光器係綠色濾光器且第三濾光器係藍色濾光器。濾光器26可對應於形成布拉格濾光器的彩色層或不同折射指數之層的堆疊。根據一個實施例，每個濾光器26可包含適於吸收且/或反射由發光區8發射的輻射的一或多個層。

【0090】 當發光二極體LED之上表面29係散射表面時，該上表面可經紋理化以使由發光二極體LED發射的輻射能夠經散射。紋理化上面29可藉由化學或物理蝕刻來達成。當藉由上面29獲得的擴散充分時，覆蓋上面29的塊18可係對於由發光二極體LED發射的輻射透明的塊。

【0091】 第8圖係第6圖中所示的顯示像素3'之更詳細實施例的示意性部分橫截面圖。

【0092】 在本實施例中，發光區8自底部至頂部包含：

- 晶種層30，由線生長促進材料製成，且佈置在基板7之上表面24上；

- 絕緣層 32，覆蓋晶種層 30，且包含使晶種層 30 之部分暴露的開口 34；
- 發光二極體 LED (示出六個發光二極體)，每個發光二極體 LED 藉由開口 34 中之一個與晶種層 30 接觸；
- 絕緣層 36，在發光二極體 LED 之下部分的側翼上延伸，且在發光二極體 LED 之間的絕緣層 32 上延伸；
- 導電層 38，形成覆蓋每個發光二極體 LED 且進一步在發光二極體 LED 之間的絕緣層 36 上方延伸的電極；
- 反射層 16，在此對應於在發光二極體 LED 之間的電極層 38 上方延伸的導電層，反射層 16 替代地插入電極層 38 與發光二極體 LED 之間的絕緣層 36 之間；
- 介電保護層 40，在層 38 及 16 上方延伸；
- 塊 18，覆蓋發光二極體 LED 總成；
- 絕緣層 42，覆蓋每個塊 18 之上面，或僅覆蓋塊 18 中的一些，絕緣層 42 可不存在；
- 保護層 44，覆蓋絕緣層 42、塊 18 之側面及塊 18 之間的電極層 38；
- 塊 18 之間的壁 22，每個壁 22 包含由反射塗層 48 圍繞的芯 46；以及
- 保護層 49，覆蓋整個結構，且塗佈有中間層 12，第 8 圖中未示出。

【0093】 第 9 圖係顯示像素 3' 之發光二極體 LED 之一實施例的示意性部分橫截面圖。根據一個實施例，每個發光二極體 LED 包含藉由開口 34 中之一個與晶種層 30 接觸的線

50，以及包含覆蓋線50之側壁及頂部的半導體層堆疊的外殼52。這種組態稱為徑向組態。由每個線50及相關聯的外殼52形成的總成構成發光二極體LED。

【0094】 外殼52可包含若干層之堆疊，具體而言包含主動層54及接合層56。主動層54係由發光二極體LED供應的輻射中之大部分，較佳地全部由其發射的層。根據一個實例，主動層54可包括侷限構件，諸如單個量子阱或多個量子阱。接合層56可包含與線50相同的第III-V族材料但具有與線50相反的導電類型的半導體層之堆疊。

【0095】 第10圖係用於顯示像素3'的發光二極體LED之另一實施例的示意性部分橫截面圖。第10圖中所示的發光二極體LED包含第9圖中所示的發光二極體LED之所有元件，差異在於外殼52僅存在於線50之頂部處。這種組態稱為軸向組態。

【0096】 形成第9圖及第10圖中所示的發光二極體LED，亦即在開口64中生長線50，且形成塗佈線50的外殼52，可例如藉由金屬有機化學氣相沉積(Metal-Organic Chemical Vapor Deposition, MOCVD)或任何其他合適的方法來執行。

【0097】 晶種層30由促進線生長的材料製成。例如，構成品種層30的材料可係來自元素週期表的第IV、V或VI行的過渡金屬之氮化物、碳化物或硼化物，或這些化合物之組合。根據另一實施例，晶種層30可不存在。根據另一實施

例，晶種層 30 可由例如形成在開口 34 之底部處的晶種墊替代。

【0098】 每個絕緣層 32、36、40、42、44、50 及芯 46 可由例如氧化矽 (SiO_2)、氮化矽 (Si_xN_y)，其中 x 係約 3 且 y 係約 4，例如 Si_3N_4 、氮氧化矽 (具體而言具有通式 SiO_xN_y ，例如 Si_2ON_2)、氧化鋁 (Al_2O_3)、氧化鈦 (HfO_2)、二氧化鈦 (TiO_2)，或金鋼石的介電材料製成。每個絕緣層 32、36、40、42、44、50 可係單層結構或二或更多個層之堆疊。

【0099】 電極層 38 係至少部分透明的，從而允許由發光二極體發射的電磁輻射穿過。構成電極層 38 的材料可係透明的導電材料，諸如氧化銦錫 (ITO)、鋁或鎵摻雜的氧化鋅，或石墨烯。電極層 38 之厚度可在 $0.01\ \mu\text{m}$ 與 $10\ \mu\text{m}$ 之間。

【0100】 各種實施例及變體已經描述。熟習此項技術者將理解，這些實施例之某些特徵可經組合，且熟習此項技術者將容易想到其他變體。最後，基於上文提供的功能描述，本文描述的實施例及變體的實際實現在熟習此項技術者的能力範圍內。

【符號說明】

【0101】

- 1：顯示螢幕
- 2：面板
- 3：顯示像素
- 3'：顯示像素

4：平坦化層

5：層堆疊

6：發射面

7：基板

8：發光區

9：支撐件

10：顯示螢幕

12：中間層

13：下面

14：上面

15：上面

16：反射層

18：絕緣塊

22：壁

23：下面

24：上面 / 上表面

26：濾色器

28：接合層

29：上表面

30：晶種層

32：絕緣層

34：開口

36：絕緣層

38：導電層

4 0 : 絕 緣 層

4 2 : 絕 緣 層

4 4 : 保 護 層

4 6 : 芯

4 8 : 反 射 塗 層

4 9 : 保 護 層

5 0 : 線

5 2 : 外 殼

5 4 : 主 動 層

5 6 : 接 合 層

R 1 , R 2 : 光 射 線 路 徑

R 1 ' , R 2 ' : 光 射 線 路 徑

L E D : 發 光 二 極 體

【生物材料寄存】

國 內 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

國 外 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 國 家 、 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

【發明申請專利範圍】

- 【請求項1】 一種顯示像素(3')，意欲經置放且附接在一顯示螢幕(10)之一面板(2)上，該顯示像素(3')包含：
- 一發光區(8)，包含至少一個發光二極體(LED)；
 - 一支撐件(9)，對於由該發光區(8)發射的輻射透明，且意欲用於使用在處理該顯示像素(3')中，該支撐件(9)之高度高於 $5\ \mu\text{m}$ ；以及
 - 一中間層(12)，對於由該發光區(8)發射的該輻射透明，該中間層由一固體材料製成，且插入該發光區(8)與該支撐件(9)之間，該中間層(12)之折射指數嚴格小於 1.5，且以高於或等於 0.2 的一折射指數偏差小於該支撐件(9)之折射指數。
- 【請求項2】 如請求項1所述之顯示像素，其中該支撐件(9)係一單件式玻璃支撐件。
- 【請求項3】 如請求項1或2所述之顯示像素，進一步包含一接合層(28)，該接合層插入該支撐件(9)與該中間層(12)之間。
- 【請求項4】 如請求項1至3中任一項所述之顯示像素，其中該發光區(8)包含具有線形、圓錐形或截錐形半導體元件的發光二極體(LED)。
- 【請求項5】 如請求項1至3中任一項所述之顯示像素，其中該發光二極體(LED)包含一紋理化表面(29)。
- 【請求項6】 如請求項1至5中任一項所述之顯示像素，其中針對至少一個發光二極體(LED)，該發光區(8)進

一步包含一電氣絕緣塊(18)，該電氣絕緣塊覆蓋該發光二極體(LED)，且插入該中間層(12)與該發光二極體(LED)之間。

【請求項7】 如請求項6所述之顯示像素，其中該塊(18)係光致發光的。

【請求項8】 如請求項6所述之顯示像素，其中該塊(18)係對於由該發光二極體(LED)發射的輻射擴散的。

【請求項9】 如請求項6所述之顯示像素，其中該塊(18)係對於由該發光二極體(LED)發射的輻射透明的。

【請求項10】 如請求項6至9中任一項所述之顯示像素，其中該發光區域(8)進一步包含一反射層(16)，該反射層與該中間層(12)相對，該塊(18)插入該反射層(16)與該中間層(12)之間。

【請求項11】 如請求項6至10中任一項所述之顯示像素，其中該發光區(8)進一步包含反射壁(22)，該等反射壁圍繞該塊(18)。

【請求項12】 如請求項1至11中任一項所述之顯示像素，包含與該支撐件(9)相對的一面上的導電接合墊。

【請求項13】 一種顯示螢幕(10)，包含：

- 面板(2)；
- 如請求項1至12中任一項之顯示像素(3')，用於該等顯示像素(3')的該等支撐件(9)位於該面板(2')之相對側上；以及
- 一平坦化層(4)，覆蓋該面板(2)及該等顯示像素

(3')。

【請求項 14】一種用於製造如請求項 1 至 12 中任一項之顯示像素(3')的方法，該方法包含以下步驟：

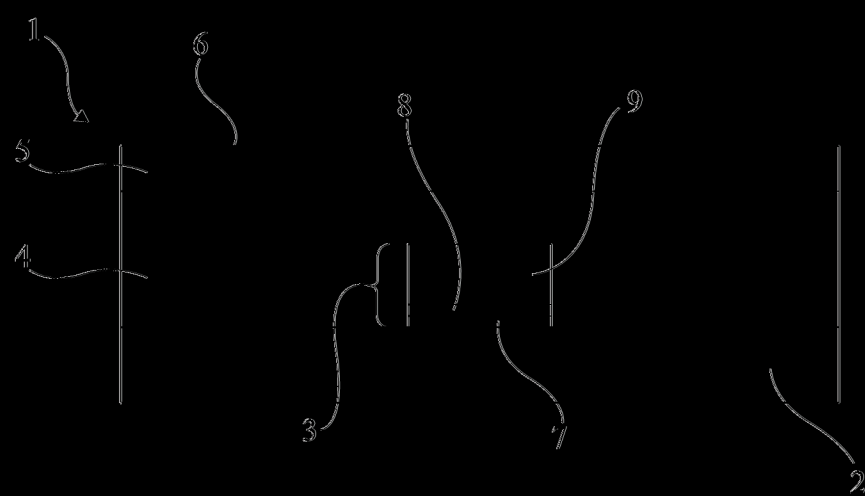
- 在一半導體板上形成該顯示像素(3')之該發光區(8)的複數個副本；
- 在該等發光區(8)上形成該中間層(12)；以及
- 將構成該支撐件(9)的材料之一板附接至該中間層(12)；以及
- 分離該等顯示像素(3')。

【請求項 15】一種用於製造一顯示螢幕(10)的方法，該方法包含以下步驟：

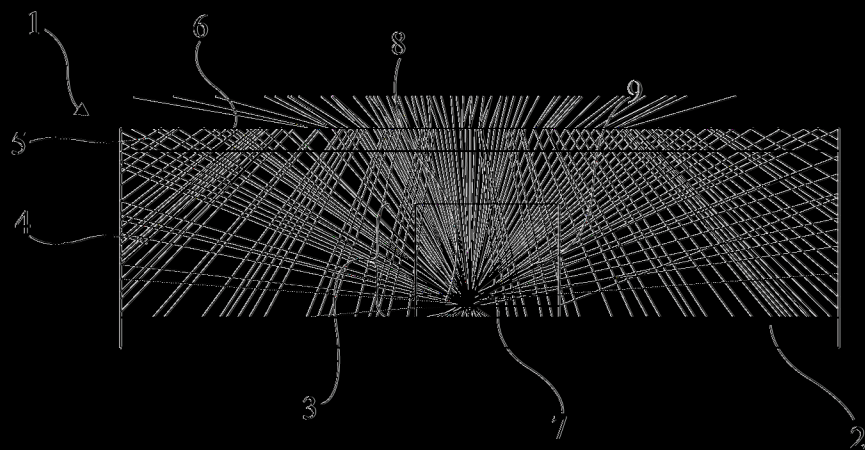
- 形成如請求項 1 至 12 中任一項之顯示像素(3')；
 - 將每個顯示像素(3')單獨置放且附接至一面板(2)；
- 以及
- 形成覆蓋該等顯示像素(3')及該等顯示像素(3')之間的該面板(2)的一平坦化層(4)。

【請求項 16】如請求項 15 所述之方法，其中在將每個顯示像素(3')單獨置放且附接在該面板(2)上的步驟期間處理每個顯示像素(3')包含使用一夾具，該夾具藉由該顯示像素(3')之該支撐件(9)處理該顯示像素(3')。

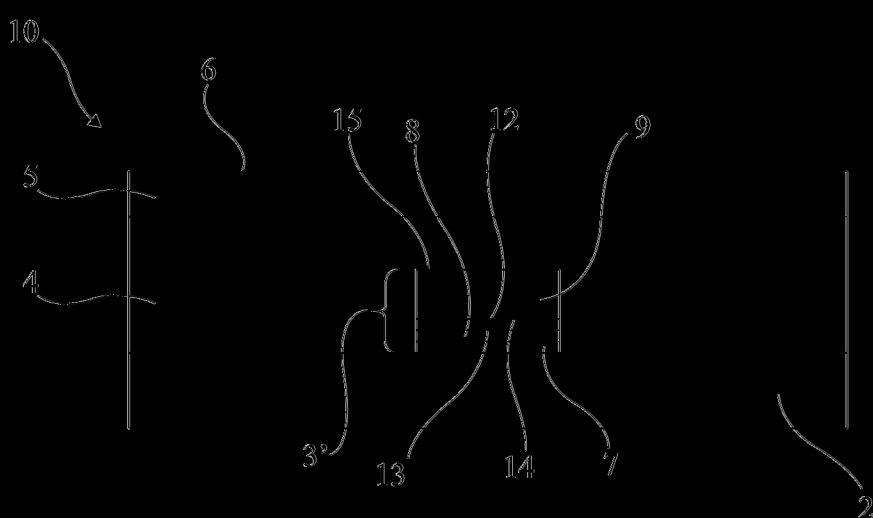
(發明圖式)



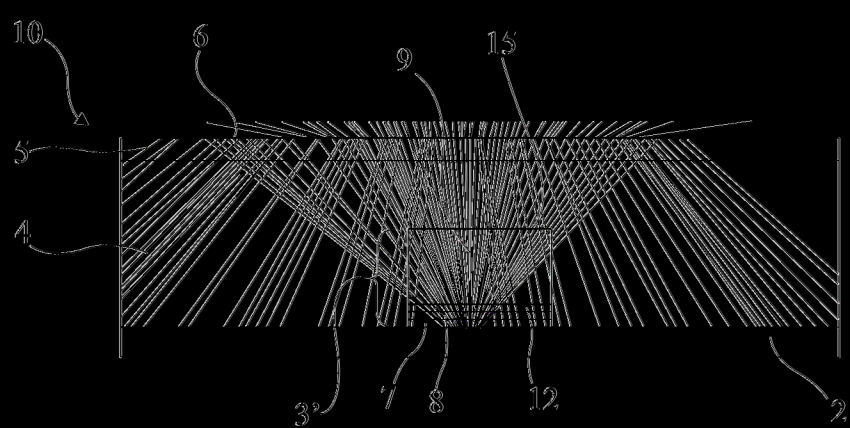
第1圖



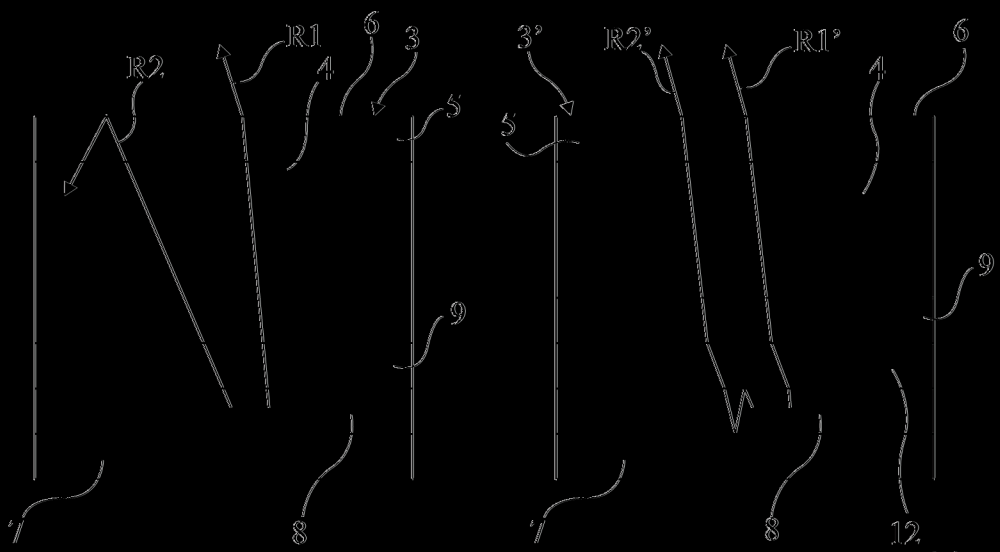
第2圖



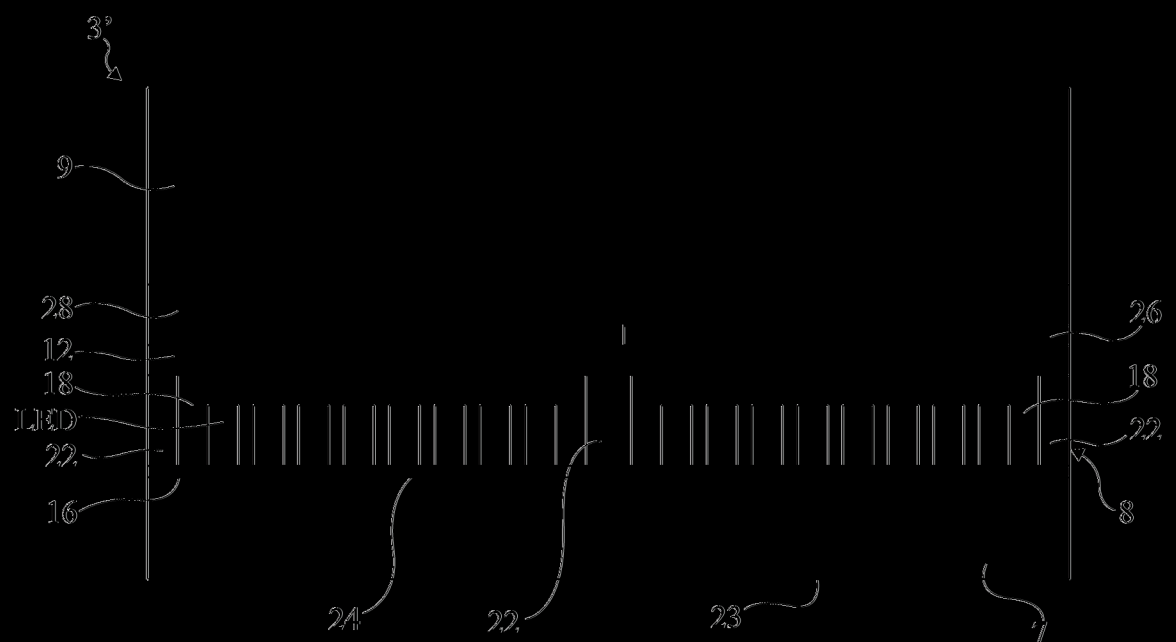
第3圖



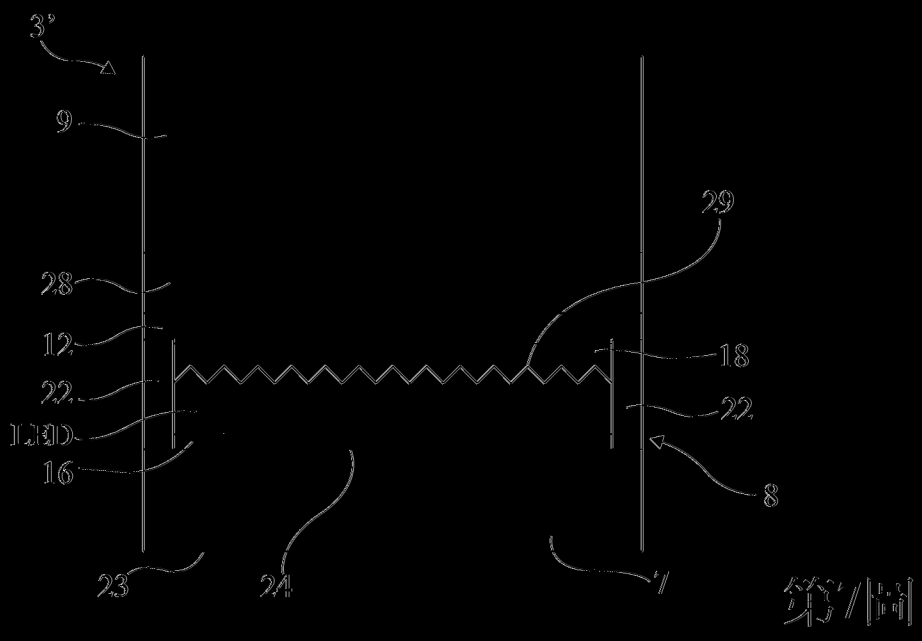
第4圖



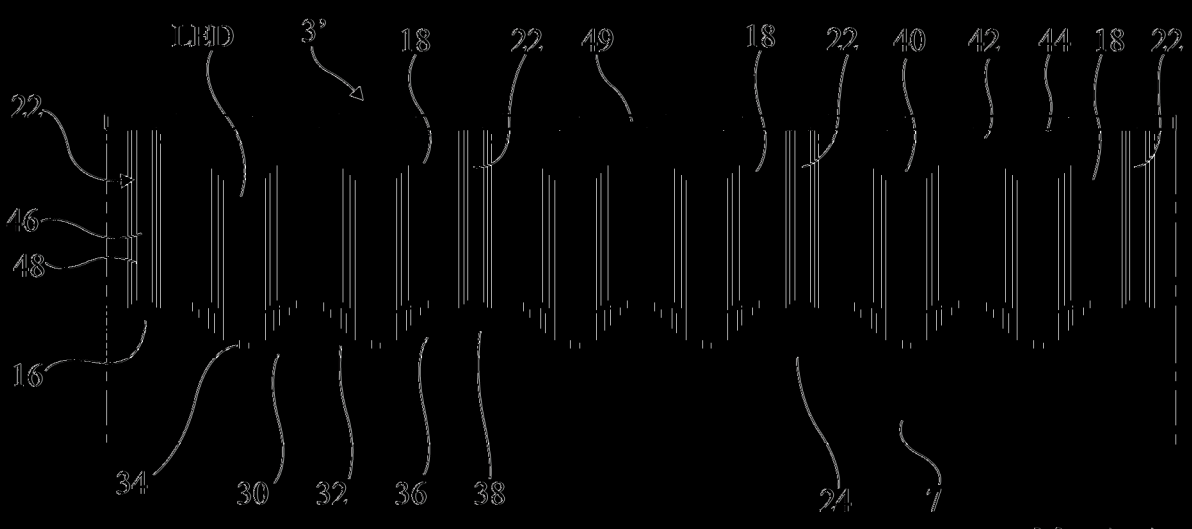
第5圖



第6圖



第7圖



第8圖

