

發明專利說明書

公告本

(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：94105634

※ 申請日期：94.2.24

※IPC 分類：H01L 33/00, 33/29

一、發明名稱：(中文/英文)

具有多封裝層且至少一該封裝層包含奈米粒子之發光元件及其形成方法

LIGHT-EMITTING DEVICES HAVING MULTIPLE ENCAPSULATION LAYERS WITH AT LEAST ONE OF THE ENCAPSULATION LAYERS INCLUDING NANOPARTICLES AND METHODS OF FORMING THE SAME

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商克立公司
CREE, INC.

代表人：(中文/英文)

查爾斯 M 史華波達
SWOBODA, CHARLES M.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國北卡羅萊納州德罕市斯里康路4600號
4600 SILICON DRIVE, DURHAM, NC 27703, U. S. A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 傑諾 H 尼格雷
NEGLEY, GERALD H.
2. 艾瑞克 塔沙
TARSA, ERIC

國 籍：(中文/英文)

- 1.-2.均美國 U.S.A.

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；2004年04月06日；10/818,912

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】

本發明一般係關於微電子元件及其製造方法，且更特定言之係關於發光元件及其製造方法。

【先前技術】

發光二極體(LED)係廣泛用於消費性及商業應用。如熟習此項技術者所熟知，發光二極體通常包含微電子基板上的主動區域。微電子基板可包含(例如)砷化鎵、磷化鎵、其合金、碳化矽及/或藍寶石。LED方面的持續發展已導致高度有效率及機械上堅固的光源，其可涵蓋可見光譜及以外的光譜。與固態元件之可能長服務壽命耦合的該等屬性，致動各種新的顯示應用，並可放置LED在一位置，以與相當根深蒂固的白熱燈及/或螢光燈競爭。

標準LED封包通常包括以環氧樹脂為主的封裝層，以保護主動元件不受部分的影響並且增強LED骰子之光輸出。遺憾的係，以環氧樹脂為主的封裝層在與相對較短波長(例如525nm)、高通量LED使用時可能會光退化。

【發明內容】

依據本發明之某些具體實施例，發光元件包含配置成發光以回應向其施加的電壓之主動區域。第一封裝層至少部分封裝主動區域並且包含矩陣材料與奈米粒子，其修改該第一封裝層之至少一個物理特性。第二封裝層至少部分封裝第一封裝層。

在本發明之其他具體實施例中，矩陣材料包括矽、矽化

合物、光學凝膠、環氧樹脂、玻璃、溶膠-凝膠、氣凝膠、及/或光學穩定聚合物。

在本發明之其他具體實施例中，第一封裝層係實質透明的。

在本發明之其他具體實施例中，奈米粒子包括 TiO_2 、鑽石、碳化矽、散射粒子、填充料、磷光體及/或光轉換材料。

在本發明之其他具體實施例中，至少一個物理特性包括折射率、導熱率、機械強度、抗磨損性及/或光學穩定性。

在本發明之進一步的具體實施例中，矩陣材料為第一矩陣材料，並且奈米粒子為第一奈米粒子。第二封裝層包括第二矩陣材料與第二奈米粒子，其修改第二封裝層之至少一個物理特性。

在本發明之進一步的具體實施例中，第二矩陣材料包括矽、矽化合物、光學凝膠、環氧樹脂、玻璃、溶膠-凝膠、氣凝膠、及/或光學穩定聚合物。

在本發明之進一步的具體實施例中，第一封裝層係實質透明的。

在本發明之進一步的具體實施例中，第二奈米粒子包括 TiO_2 、鑽石、碳化矽、散射粒子、填充料、磷光體及/或光轉換材料。

在本發明之進一步的具體實施例中，第二封裝層之至少一個物理特性包括折射率、導熱率、機械強度、抗磨損性及/或光學穩定性。

在本發明之進一步的具體實施例中，可成形與主動區域

相對的第一封裝層之外部表面，以便自主動區域的光射線不會以大於臨界角的一角度而入射在第一封裝層上。

雖然以上已主要針對本發明之元件具體實施例而說明本發明，但是應瞭解本發明也可具體化為形成發光元件之製造方法。

【實施方式】

雖然本發明允許有各種修改及替代形式，但是其特定具體實施例係藉由圖式中的範例顯示，並在本文中加以詳細說明。然而應瞭解，無意將本發明限制於所揭示的特定形式，相反，本發明應涵蓋在由申請專利範圍所定義的本發明之精神及範疇內的所有修改、等效物與替代形式。所有圖式中相同數字指相同部件。在各圖式中，基於清楚而誇大各層及區域之尺寸。本文說明的各具體實施例也包含其補充傳導率型具體實施例。

應瞭解，當稱一部件(例如一層、區域或基板)在另一部件「上」時，該部件可以直接在另一部件上，或也可出現中間部件。應瞭解若稱一部件之一部分(例如表面)為「內部」部分，則該部分比部件之其他部分離元件之外側遠。此外，例如「在...下面」或「覆蓋」之相對性術語，可在本文中用以說明一層或區域與相對於基板或基礎層的另一層或區域之關係，如圖式所解說。應瞭解希望該等術語包括除圖式所描述之方位以外的元件之不同方位。最後，術語「直接」意味著不存在中間部件。如本文所用，術語「及/或」包含相關聯列舉項目之一或多個項目之任何及所有組合。

應瞭解雖然術語第一、第二等可在本文中用以說明各部件、組件、區域、層及/或區段，但是該等部件、組件、區域、層及/或區段不應受該等術語的限制。該等術語係僅用以區分一個部件、組件、區域、層或區段與另一部件、組件、區域、層或區段。因此以下說明的第一區域、層或區段可以命名為第二區、層或區段，同樣地，第二區域、層或區段可以命名為第一區、層或區段而不脫離本發明之原理。

一般參考以SiC為主或以藍寶石(Al_2O_3)為主之基板上、以GaN為主的發光二極體(LED)而說明本發明之各具體實施例。然而本發明不限於此類結構。可用於本發明之各具體實施例的發光二極體之範例包含但不限於LED及/或雷射二極體，例如由美國北卡羅萊納州Cree, Inc. of Durham公司所製造並銷售的元件。例如本發明可適用於LED及/或雷射，如以下所說明：美國專利第6,201,262、6,187,606、6,120,600、5,912,477、5,739,554、5,631,190、5,604,135、5,523,589、5,416,342、5,393,993、5,338,944、5,210,051、5,027,168、5,027,168、4,966,862及/或4,918,497號，其揭示案係如本文所完全提出而以引用的方式併入本文中。其中適合的LED及/或雷射係說明在以下中：美國專利申請案第10/140,796號，其名稱為「具有量子井及超晶格結構的以群組III氮化物為基礎的發光二極體結構、以群組III氮化物為基礎的量子井結構及以群組III氮化物為基礎的超晶格結構」，申請日期為2002年5月7日；以及美國專利申請案第

10/057,821號，申請日期為2002年1月25日，名稱為「包含用於光擷取的基板修改之發光二極體及其制方法」，其揭示案係如本文所完全提出而以引用的方式併入本文中。此外，可適用於本發明之各具體實施例的還有磷光體塗佈LED，例如以下所說明：美國專利申請案第10/659,241號，名稱為「包含錐形側壁之磷光體塗佈發光二極體及其製造方法」，申請日期為2003年9月9日，其揭示案係如本文所完全提出而以引用的方式併入本文中。

LED及/或雷射可配置成在「倒裝晶片」，以便發光出現在整個基板中。在此類具體實施例中，基板可加以圖案化以便增強元件之光輸出，例如如以下所說明：美國專利申請案第10/057,821號，申請日期為2002年1月25日，名稱為「包含用於光擷取的基板修改之發光二極體及其製造方法」，其揭示案係如本文所完全提出而以引用的方式併入本文中。

圖1A至1B為斷面圖，其解說依據本發明之某些具體實施例的發光元件及其製造方法。現在參考圖1A，依據本發明之某些具體實施例的發光元件10包含LED，其包含陽極端子12、主動區域13(例如二極體區域)與陰極端子14，其係彼此電耦合。將主動區域13配置成發光以回應經由(例如)陽極與陰極端子12與14向其施加的電壓。發光元件10進一步包含第一封裝層16，其包含(例如)矩陣材料與奈米粒子，其修改至少一個物理特性，例如第一封裝層16之折射率、導熱率、機械強度、抗磨損性及/或光學穩定性。第一封裝層16至少部分封裝依據本發明之某些具體實施例的主動區域，

並且可以係實質透明的。依據本發明之各具體實施例，矩陣材料可包括矽、矽化合物、光學凝膠、環氧樹脂、玻璃、溶膠-凝膠、氣凝膠、及/或光學穩定聚合物。有利的係，矽凝膠在曝露於相對較高通量、短波長(例如約525nm)光時，一般在光學上係穩定的。第一封裝層16中的奈米粒子可包括TiO₂、鑽石、碳化矽、散射粒子、填充料、磷光體及/或光轉換材料。因此例如第一封裝層16可包括具有包括在其中的TiO₂奈米粒子之矽凝膠。包括在矽凝膠中的TiO₂奈米粒子可增加第一封裝層16之折射率，以使第一封裝層16之折射率更接近匹配主動區域13之折射率，從而改進自主動區域13的光擷取。

當光從一個媒體行進至另一媒體中時，其可得到折射以便折射角係受斯涅耳定律的控制如下： $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ ，其中 n_1 為媒體1的折射率，而 n_2 為媒體2的折射率。然而逃離的光具有角度相依性，其係小於「臨界角」，該臨界角係定義為如下： $\theta_{1\text{critical}} = \sin^{-1}(n_2/n_1)$ 。以大於臨界角之一角度所入射的光不透過媒體2，反而係反射回至媒體1。此反射係共同稱為總內部反射。為了進一步改進自第一封裝層16的光擷取，可以成形與主動區域13相對的第一封裝層16之外部表面，以便依據本發明之某些具體實施例，自主動區域13的光射線不會以大於臨界角之一角度而入射在第一封裝層16上。

現在參見圖1B，採用第二封裝層18而至少部分封裝第一封裝層16，該第二封裝層可包括第二矩陣材料與第二奈米

粒子，其修改至少一個物理特性，例如第二封裝層18之折射率、導熱率、機械強度、抗磨損性及/或光學穩定性。第二封裝層18係實質透明的。依據本發明之各具體實施例，第二矩陣材料可包括矽、矽化合物、光學凝膠、環氧樹脂、玻璃、溶膠-凝膠、氣凝膠、及/或光學穩定聚合物。第二奈米粒子可包括 TiO_2 、鑽石、碳化矽、散射粒子、填充料、磷光體及/或光轉換材料。

在本發明之特定具體實施例中，第二封裝層18可包含環氧樹脂、塑膠及/或玻璃，以添加剛性至發光元件10之封包。為了改進封包之熱特徵，可以係實質透明的第三封裝層19，可用以至少部分封裝依據本發明之某些具體實施例的第二封裝層18。第三封裝層19可包含導熱材料。依據本發明之特定具體實施例，可使用鑄造處理而形成第一、第二與第三封裝層16、18與19。

圖2A至2C為斷面圖，其解說依據本發明之進一步的具體實施例之發光元件及其製造方法。現在參考圖2A，依據本發明之某些具體實施例的發光元件20包含LED，其包含陽極端子22、主動區域23(例如二極體區域)與陰極端子24，其係彼此電耦合。將主動區域23配置成發光以回應經由(例如)陽極與陰極端子22與24向其施加的電壓。發光元件20進一步包含第一封裝層26，其包含(例如)矩陣材料與奈米粒子，其修改至少一個物理特性，例如第一封裝層26之折射率、導熱率、機械強度、抗磨損性及/或光學穩定性。第一封裝層26至少部分封裝依據本發明之某些具體實施例的主動區

域，並且可以係實質透明的。依據本發明之各具體實施例，矩陣材料可包括矽、矽化合物、光學凝膠、環氧樹脂、玻璃、溶膠-凝膠、氣凝膠、及/或光學穩定聚合物。第一封裝層26中的奈米粒子可包括 TiO_2 、鑽石、碳化矽、散射粒子、填充料、磷光體及/或光轉換材料。因此例如第一封裝層26可包括具有包括在其中的 TiO_2 奈米粒子之矽凝膠、環氧樹脂及/或聚合物。包括在矩陣材料中的 TiO_2 奈米粒子可增加第一封裝層26之折射率，以使第一封裝層26之折射率更接近匹配主動區域23之折射率，從而改進自主動區域23的光擷取。

為了進一步改進自主動區域26的光擷取，可以成形與主動區域23相對的第一封裝層26之外部表面，以便依據本發明之某些具體實施例，自主動區域23的光射線不會以大於臨界角之一角度而入射在第一封裝層26上。此外，第一封裝層26可進一步包含磷光體粒子，以製造(例如)依據本發明之某些具體實施例的白LED燈。依據本發明之特定具體實施例，使用鑄造或分配處理可形成第一封裝層26。

現在參考圖2B，發光元件20進一步包括第二封裝層27，其至少部分封裝第一封裝層26並可以係實質透明的。第二封裝層27可包括第二矩陣材料與第二奈米粒子，其修改至少一個物理特性，例如第二封裝層27之折射率、導熱率、機械強度、抗磨損性及/或光穩定性。依據本發明之各具體實施例，第二矩陣材料可包括矽、矽化合物、光學凝膠、環氧樹脂、玻璃、溶膠-凝膠、氣凝膠、及/或光學穩定聚合

物。第二奈米粒子可包括 TiO_2 、鑽石、碳化矽、散射粒子、填充料、磷光體及/或光轉換材料。因此在本發明之特定具體實施例中，第二封裝層27可包括矽凝膠。

現在參見圖2C，採用第三封裝層28而至少部分封裝第二封裝層27，該第三封裝層可以係實質透明的並且包括第三矩陣材料與第三奈米粒子，其修改至少一個物理特性，例如第三封裝層28之折射率、導熱率、機械強度、抗磨損性及/或光學穩定性。依據本發明之各具體實施例，第三矩陣材料可包括矽、矽化合物、光學凝膠、環氧樹脂、玻璃、溶膠-凝膠、氣凝膠、及/或光學穩定聚合物。第三奈米粒子可包括 TiO_2 、鑽石、碳化矽、散射粒子、填充料、磷光體及/或光轉換材料。

在本發明之特定具體實施例中，第三封裝層28可包含環氧樹脂、塑膠及/或玻璃，以添加剛性至發光元件20之封包。為了改進封包之熱特徵，第四封裝層29可用以至少部分封裝依據本發明之某些具體實施例的第三封裝層28。第四封裝層29可包含導熱材料並且可以係實質透明的。依據本發明之特定具體實施例，可使用鑄造處理而形成第二、第三與第四封裝層27、28與29。

圖3A至3D為斷面圖，其解說依據本發明之某些其他具體實施例之發光元件及其製造方法。現在參考圖3A，依據本發明之某些具體實施例的發光元件30包含LED，其包含陽極端子32、主動區域33(例如二極體區域)與陰極端子34，其係彼此電耦合。將主動區域33配置成發光以回應經由(例如)

陽極與陰極端子32與34向其施加的電壓。發光元件30進一步包含第一封裝層35，其包含(例如)矩陣材料與奈米粒子，其修改至少一個物理特性，例如第一封裝層35之折射率、導熱率、機械強度、抗磨損性及/或光學穩定性。依據本發明之某些具體實施例，第一封裝層35至少部分封裝主動區域並且可以係實質透明的。依據本發明之各具體實施例，矩陣材料可包括矽、矽化合物、光學凝膠、環氧樹脂、玻璃、溶膠-凝膠、氣凝膠、及/或光學穩定聚合物。第一封裝層35中的奈米粒子可包括 TiO_2 、鑽石、碳化矽、散射粒子、填充料、磷光體及/或光轉換材料。因此例如第一封裝層35可包括具有包括在其中的 TiO_2 奈米粒子之矽凝膠、環氧樹脂及/或聚合物。包括在矩陣材料中的 TiO_2 奈米粒子可增加第一封裝層35之折射率，以使第一封裝層35之折射率更接近匹配主動區域35之折射率，從而改進自主動區域33的光擷取。

為了進一步改進自主動區域35的光擷取，可以成形與主動區域33相對的第一封裝層35之外部表面，以便依據本發明之某些具體實施例，自主動區域33的光射線不會以大於臨界角的一角度而入射在第一封裝層35上。

現在參考圖3B，發光元件30進一步包括第二封裝層36，其至少部分封裝第一封裝層35並可以係實質透明的。第二封裝層36可包括第二矩陣材料與第二奈米粒子，其修改至少一個物理特性，例如第二封裝層36之折射率、導熱率、機械強度、抗磨損性及/或光穩定性。依據本發明之各具體

實施例，第二矩陣材料可包括矽、矽化合物、光學凝膠、環氧樹脂、玻璃、溶膠-凝膠、氣凝膠、及/或光學穩定聚合物。第二奈米粒子可包括 TiO_2 、鑽石、碳化矽、散射粒子、填充料、磷光體及/或光轉換材料。因此在本發明之特定具體實施例中，第二封裝層36可包括具有包括在其中的磷光體粒子之矽凝膠、環氧樹脂及/或聚合物，以製造(例如)依據本發明之某些具體實施例的白LED燈。此外，第二封裝層36可進一步包含依據本發明之某些具體實施例的 TiO_2 奈米粒子。有利的係，藉由將第二封裝層36與主動區域33分離，可從發光元件獲得增加的光輸出。依據本發明之特定具體實施例，使用鑄造或分配處理可形成第一與第二封裝層35與36。

現在參考圖3C，發光元件30進一步包括第三封裝層37，其至少部分封裝第二封裝層36並可以係實質透明的。第三封裝層37可包括第三矩陣材料與第三奈米粒子，其修改至少一個物理特性，例如第三封裝層37之折射率、導熱率、機械強度、抗磨損性及/或光穩定性。依據本發明之各具體實施例，第三矩陣材料可包括矽、矽化合物、光學凝膠、環氧樹脂、玻璃、溶膠-凝膠、氣凝膠、及/或光學穩定聚合物。第三奈米粒子可包括 TiO_2 、鑽石、碳化矽、散射粒子、填充料、磷光體及/或光轉換材料。因此在本發明之特定具體實施例中，第三封裝層37可包括矽凝膠。

現在參見圖3D，採用第四封裝層38而至少部分封裝第三封裝層37，該第四封裝層可以係實質透明的並且包括第四

矩陣材料與第四奈米粒子，其修改至少一個物理特性，例如第四封裝層38之折射率、導熱率、機械強度、抗磨損性及/或光學穩定性。依據本發明之各具體實施例，第四矩陣材料可包括矽、矽化合物、光學凝膠、環氧樹脂、玻璃、溶膠-凝膠、氣凝膠、及/或光學穩定聚合物。第四奈米粒子可包括 TiO_2 、鑽石、碳化矽、散射粒子、填充料、磷光體及/或光轉換材料。

在本發明之特定具體實施例中，第四封裝層38可包含環氧樹脂、塑膠及/或玻璃，以添加剛性至發光元件30之封包。為了改進封包之熱特徵，第五封裝層39可用以至少部分封裝依據本發明之某些具體實施例的第四封裝層38。第五封裝層39可包含導熱材料並且可以係實質透明的。依據本發明之特定具體實施例，可使用鑄造處理而形成第三、第四與第五封裝層37、38與39。

一般而言，本發明之各具體實施例可包括一序列的多(二或多個)封裝層，各封裝層完全或部分封裝先前層或發光元件。各封裝層可包括如以上說明的各矩陣、奈米粒子、添加劑/填充料材料之一，並且各層可作為特定補充功能來改進所獲得的封包之性能。一般需要封裝層不實質上吸收自發光元件的光。此外，各封裝層之間的介面可設計成增強光學及/或機械特性。化學及其他物理特性相容(例如化學反應、黏著、熱膨脹等)可能會對各封裝層之間的介面之幾何結構及/或組態產生約束。

在總結詳細說明中，應注意可對較佳具體實施例進行許

多變更及修改，而不脫離本發明之原理。希望所有此類變化與修改均在本文中包含於以下申請專利範圍所提出的本發明之範疇內。

【圖式簡單說明】

當結合附圖閱讀時，從本發明之特定具體實施例之詳細說明，將更輕易地瞭解本發明之其他特徵，其中：

圖1A至1B為斷面圖，其解說依據本發明某些具體實施例的發光元件及其製造方法；

圖2A至2C為斷面圖，其解說依據本發明之另外的具體實施例之發光元件及其製造方法；以及

圖3A至3D為斷面圖，其解說依據本發明之另外的具體實施例之發光元件及其製造方法。

【主要元件符號說明】

1	媒體
2	媒體
10	發光元件
12	陽極端子
13	主動區域
14	陰極端子
16	第一封裝層
18	第二封裝層
19	第三封裝層
20	發光元件
22	陽極端子

23	主動區域
24	陰極端子
26	第一封裝層
27	第二封裝層
28	第三封裝層
29	第四封裝層
30	發光元件
32	陽極端子
33	主動區域
34	陰極端子
35	第一封裝層
36	第二封裝層
37	第三封裝層
38	第四封裝層
39	第五封裝層

五、中文發明摘要：

一種發光元件，其包含配置成發光以回應向其施加的一電壓之一主動區域。一第一封裝層至少部分封裝該主動區域並且包含一矩陣材料與奈米粒子，其修改該第一封裝層之至少一個物理特性。一第二封裝層至少部分封裝該第一封裝層。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種發光元件，其包括：

一主動區域，其係配置成發光以回應向其施加的一電壓；

一第一封裝層，其至少部分封裝該主動區域，該第一封裝層包括一矩陣材料與奈米粒子，其修改該第一封裝層之至少一個物理特性；以及

一第二封裝層，其至少部分封裝該第一封裝層。

2. 如請求項1之發光元件，其中該矩陣材料包括矽、矽化合物、一光學凝膠、環氧樹脂、玻璃、溶膠-凝膠、氣凝膠、及/或光學穩定聚合物。

3. 如請求項1之發光元件，其中該第一封裝層係實質透明的。

4. 如請求項1之發光元件，其中該等奈米粒子包括TiO₂、鑽石、碳化矽、散射粒子、填充料、磷光體、及/或光轉換材料。

5. 如請求項1之發光元件，其中該至少一個物理特性包括折射率、導熱率、機械強度、抗磨損性、及/或光學穩定性。

6. 如請求項1之發光元件，其中該矩陣材料係一第一矩陣材料，而該等奈米粒子係第一奈米粒子，並且其中該第二封裝層包括一第二矩陣材料與第二奈米粒子，其修改該第二封裝層之至少一個物理特性。

7. 如請求項6之發光元件，其中該第二矩陣材料包括矽、一矽化合物、一光學凝膠、環氧樹脂、玻璃、溶膠-凝膠、

氣凝膠、及/或光學穩定聚合物。

8. 如請求項6之發光元件，其中該第二封裝層係實質透明的。
9. 如請求項6之發光元件，其中該等第二奈米粒子包括TiO₂、鑽石、碳化矽、散射粒子、填充料、磷光體、及/或光轉換材料。
10. 如請求項6之發光元件，其中該第二封裝層之該至少一個物理特性包括折射率、導熱率、機械強度、抗磨損性、及/或光學穩定性。
11. 如請求項1之發光元件，其中成形與該主動區域相對的該第一封裝層之一外部表面，以便自該主動區域的光射線不會以大於一臨界角的一角度而入射在第一封裝層上。
12. 一種形成一發光元件之方法，其包括：
 - 形成一主動區域，其係配置成發光以回應向其施加的一電壓；
 - 形成一第一封裝層，其至少部分封裝該主動區域，該第一封裝層包括一矩陣材料與奈米粒子，其修改該第一封裝層之至少一個物理特性；以及
 - 形成一第二封裝層，其至少部分封裝該第一封裝層。
13. 如請求項12之方法，其中該矩陣材料包括矽、一矽化合物、一光學凝膠、環氧樹脂、玻璃、溶膠-凝膠、氣凝膠、及/或光學穩定聚合物。
14. 如請求項12之方法，其中該第一封裝層係實質透明的。
15. 如請求項12之方法，其中該等奈米粒子包括TiO₂、鑽石、

碳化矽、散射粒子、填充料、磷光體、及/或光轉換材料。

16. 如請求項12之方法，其中該至少一個物理特性包括折射率、導熱率、機械強度、抗磨損性、及/或光學穩定性。

17. 如請求項12之方法，其中該矩陣材料係一第一矩陣材料，而該等奈米粒子係第一奈米粒子，並且其中該第二封裝層包括一第二矩陣材料與第二奈米粒子，其修改該第二封裝層之至少一個物理特性。

18. 如請求項17之方法，其中該第二矩陣材料包括矽、一矽化合物、一光學凝膠、環氧樹脂、玻璃、溶膠-凝膠、氣凝膠、及/或光學穩定聚合物。

19. 如請求項17之方法，其中該第二封裝層係實質透明的。

20. 如請求項17之方法，其中該等第二奈米粒子包括 TiO_2 、鑽石、碳化矽、散射粒子、填充料、磷光體、及/或光轉換材料。

21. 如請求項17之方法，其中該第二封裝層之該至少一個物理特性包括折射率、導熱率、機械強度、抗磨損性、及/或光學穩定性。

22. 如請求項12之方法，其中成形與該主動區域相對的該第一封裝層之一外部表面，以便自該主動區域的光射線不會以大於一臨界角的一角度而入射在第一封裝層上。

十一、圖式：

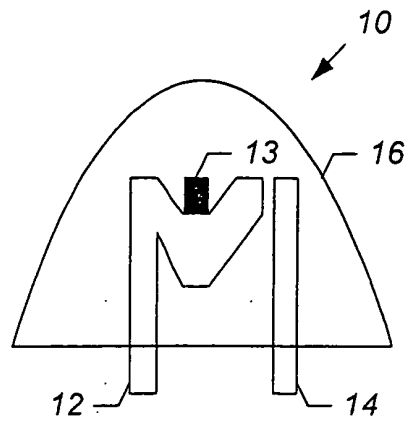


圖 1A

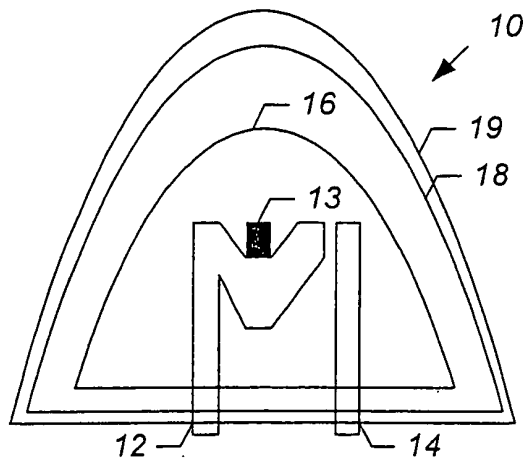


圖 1B

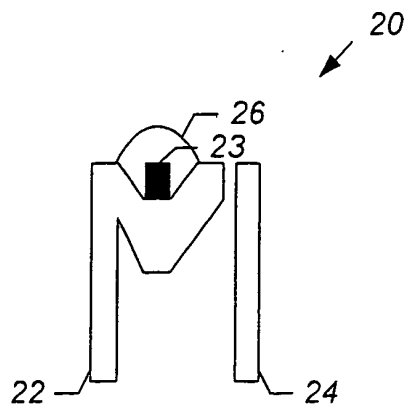


圖 2A

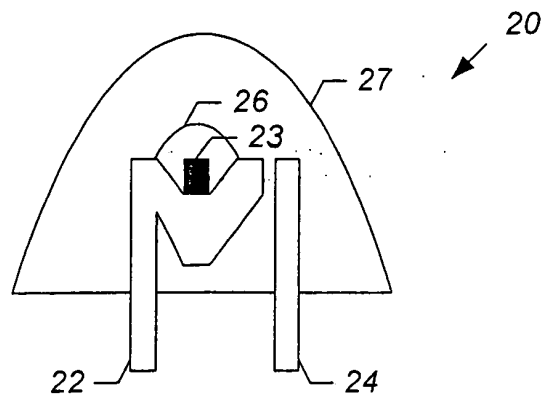


圖 2B

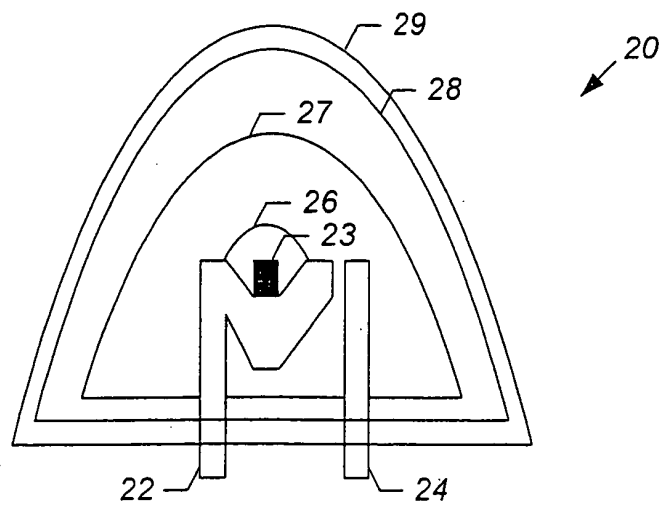


圖 2C

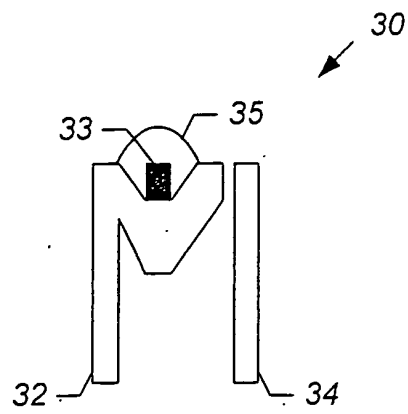


圖 3A

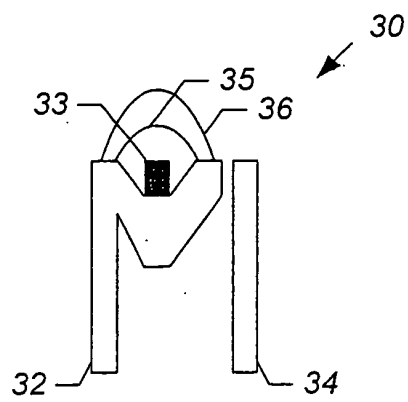


圖 3B

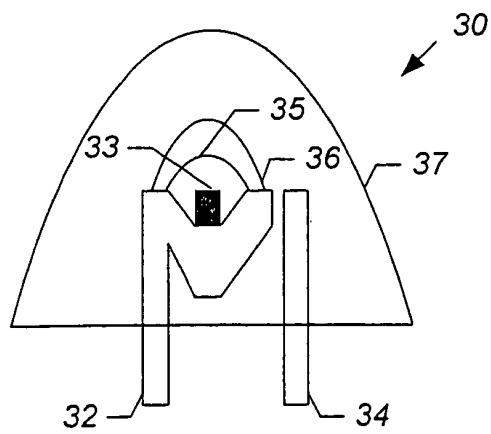


圖 3C

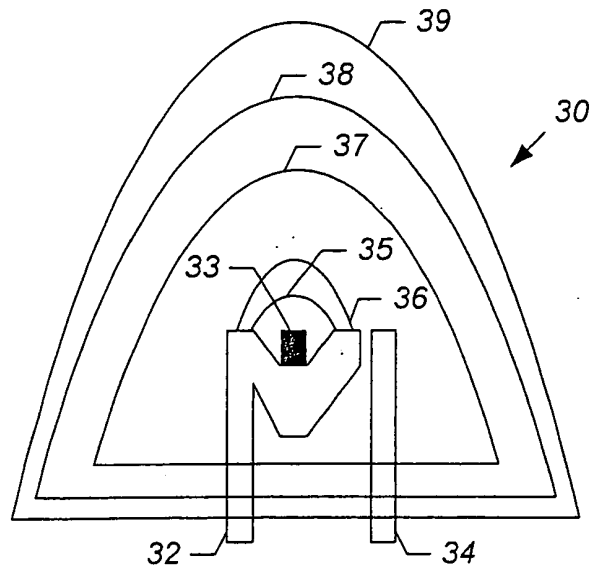


圖 3D

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1B) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	發光元件
12	陽極端子
13	主動區域
14	陰極端子
16	第一封裝層
18	第二封裝層
19	第三封裝層

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)