

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：

96143685

109J 183/04 (2006.01)

※申請日期：

96.11.16

14/04 (2006.01)

※IPC 分類：H01L

33/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於LED光源之光學黏合組合物

OPTICAL BONDING COMPOSITION FOR LED LIGHT SOURCE

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 6 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 愛咪 蘇珊 芭尼斯
BARNES, AMY SUZANNE
2. D 史考特 湯普森
THOMPSON, D. SCOTT
3. 布萊特 優瑞克 可伯
KOLB, BRANT ULRICK
4. 陶德 艾德瑞恩 貝倫
BALLEN, TODD ADRIAN
5. 傑奎林 C 羅夫
ROLF, JACQUELINE C.
6. 羅伯特 立維斯 布朗特
BROTT, ROBERT LEWIS

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. 美國 U.S.A.
5. 德國 GERMANY
6. 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；2006年11月17日；60/866,280

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】

本發明係關於LED光源，且尤其係關於具有使用光學黏合組合物黏合於LED晶粒之光學元件之LED光源。

【先前技術】

LED光源具有提供習知光源之亮度、輸出及操作壽命之固有潛力。不幸地，LED光源在常稱為LED晶粒之半導體材料中產生光，且可難以自LED晶粒有效地提取光而不大體上降低LED光源之亮度或增加LED光源之表觀發射面積。該困難常歸因於LED晶粒(折射率 n ，2.4或更大)與空氣($n=1$)之間的大折射率錯配，以致大部分在LED晶粒中所產生之光全部在內部反射且不能脫離晶粒，因此降低亮度。

用於自LED晶粒提取光之先前方法包括使用密封LED晶粒之密封劑。密封劑通常具有比空氣更高之折射率(對典型環氧樹脂密封劑而言， n 約1.5)，以便晶粒與其環繞物之介面處之折射率錯配降低。因此，較少光浪費且光源變亮。然而，存在對效率及亮度之進一步改良之需要。另外，密封劑對自在LED晶粒處產生之熱之大的溫度移動敏感，其引起可在許多次溫度循環內損壞晶粒之應力。密封劑亦可隨時間變黃且另外降解。

提取器亦可用以自LED晶粒提取光。該等光學元件通常為透明聚合物或玻璃且經安置與LED晶粒之表面接觸或緊接於LED晶粒之表面。提取器及LED晶粒經光學耦合以便

—

本文中亦揭示的為製造LED光源之方法，該方法包含：

a)提供LED晶粒；b)提供光學元件；c)提供包含經表面改質之金屬氧化物奈米粒子之光學黏合組合物及呈具有pH大於約8之水溶液之矽來源，該矽來源選自由矽酸鹽、矽烷、矽酸、矽酸之聚合形式、烷氧基矽烷及其組合組成之群；及d)藉由使LED晶粒及光學元件與光學黏合組合物接觸將LED晶粒及光學元件黏合在一起。

本文中揭示之LED光源可適用於各種光應用，諸如用於背光標記及可為邊緣點亮或直接點亮之液晶顯示器。本文中揭示之LED光源亦可用作於以下者之光源：LED標誌、汽車應用、投影應用及包括建築、氣氛照明及藝術照明之全面照明。

本發明之該等及其他態樣將自下文之實施方式而為明顯的。然而，決不應將上述概要解釋為對所主張之標的之限制，該標的僅僅藉由附加申請專利範圍定義，如可在檢控期間修正。

【實施方式】

圖1展示示範性LED光源100之截面示意圖，該LED光源包含藉由黏合層106黏合在一起之LED晶粒102及光學元件104。黏合層包含於非晶形矽酸鹽網狀物中之經表面改質之金屬氧化物奈米粒子。一般而言，LED晶粒及光學元件經光學耦合以便藉由LED晶粒發射之光能夠傳播且達到光學元件。光學元件可為提取器，光可進入其中且視元件之特定性質而以各種方式退出。

為簡化，LED晶粒一般性地展示於圖1中，但可包括此

項技術中已知之習知設計特徵。舉例而言，LED晶粒可包括相異p型及n型之半導體層，其通常係由包括以下者之III-V半導體形成：氮化物，諸如AlN、GaN、InN；磷化物，諸如InGaP、AlP、GaP、InP；及其他，諸如AlAs、GaAs、InAs、AlSb、GaSb及InSb。LED晶粒亦可自II-VI半導體，諸如ZnS、ZnSe、CdSe及CdTe；第IV族半導體Ge、Si及諸如SiC之碳化物形成。LED晶粒亦可包含緩衝層、基板層及頂置板層。LED晶粒之折射率在其所存在之光源之典型發射波長下係在約1.7至約4.1之範圍內變化。

儘管展示矩形LED晶粒，但是亦涵蓋其他已知組態，諸如具有形成截斷倒轉錐形之成角側表面之LED晶粒。為簡化未圖示與LED晶粒之電接點，但其可提供於任何一或多個表面上以施加激勵裝置之功率。實例包括回焊、導線黏合、捲帶式自動黏合(TAB)或覆晶黏合。組件或晶片之個別層及其他功能性元件通常以晶圓級來形成，且完成之晶圓可隨後分割成個別單一零件以產生複數個LED晶粒。LED晶粒可經配置而用於表面安裝、板載晶片或其他已知安裝組態。

本文中揭示之光學元件係由具有相對高折射率之固體、透明材料製得。用於光學元件之適合材料包括諸如光學玻璃之無機材料，例如可購自Schott North America, Inc.之Schott玻璃LASF35型或N-LAF34型，及US第11/381518號(Leatherdale等人)中所述之彼等者，其揭示案係以引用之方式併入本文。其他適合的無機材料包括陶瓷，例如藍寶

石、氧化鋅、氧化鋁、金剛石及碳化矽。藍寶石、氧化鋅、金剛石及碳化矽為尤其有效的，因為該等材料亦具有相對高之導熱率(0.2-5.0 W/cm K)。光學元件亦可包含熱固性高指數聚合物，諸如丙烯酸聚合物、環氧樹脂、聚矽氧、聚碳酸酯及聚環(polycyclic)，或熱塑性高指數聚合物，諸如聚碳酸酯及環狀烯烴。光學元件可包含與包括氧化鋁、氧化鋅、二氧化鈦及硫化鋅之陶瓷奈米粒子組合之熱固性或熱塑性聚合物。

在LED晶粒之發射波長下，提取器之折射率可為至少約1.5，例如，大於約1.8或大於約2。在一實例中，光學元件之折射率可與LED晶粒之光發射表面之彼者相同，幾乎相同或不大於LED晶粒之光發射表面之彼者。其將允許光之最大提取。舉例而言，折射率可在約0.2之內。或者，提取器之折射率可大於或小於LED晶粒之光發射表面之彼者。舉例而言，若LED晶粒之光發射表面為1.75，則提取器可具有1.7、1.75、1.9、2.1或2.3之折射率。

在一實例中，光學元件包含一具有至少約1.7之折射率之光學玻璃。在另一實例中，如US第11/381518號(Leatherdale等人)中所述，光學元件包含具有至少約2.0，較佳至少2.1、2.2或2.3或更高之折射率之玻璃或玻璃陶瓷材料。一般而言，該等材料包含小於20重量%之 B_2O_3 ，小於20重量%之 SiO_2 及小於40重量%之 P_2O_5 。在一些狀況下，以下材料限於小於20重量%： As_2O_3 、 Bi_2O_3 、 GeO_2 、 NaO 、 TeO_2 、 V_2O_5 、 SiO_2 、 B_2O_3 及 P_2O_5 。有效玻璃或玻璃

陶瓷材料包含至少2種金屬氧化物，諸如 Al_2O_3 ； TiO_2 ；稀土金屬氧化物；或鹼土金屬氧化物。該等材料之結晶溫度 T_x 較佳為在其玻璃轉移溫度 T_g 以上至少 5°C ，其促進材料成形為光學元件。

光學元件之一實例為可用以將光提取出LED晶粒之提取器。一般而言，提取器改質光之角分布，將第一光發射圖案轉變成第二、不同之光發射圖案。視提取器之形狀而定，發射光之圖案通常係在前進方向上且可為圍繞提取器之圓形，或對側面而言，呈一些對稱或非對稱分布。

光學元件可包含如US第11/381324號(Leatherdale等人)中所述之聚光提取器，其揭示案係以引用之方式併入本文。聚光提取器具有至少一個聚光側面、基底及頂端，頂端經安置至少部分在該基底之上且具有小於基底之彼者之表面積，且至少一個聚光側面自基底朝向頂端聚光。聚光提取器之形狀可為錐體、多面體、楔狀、錐形狀等等或其一些組合。基底可具有任何形狀，例如正方形、圓形、對稱形、非對稱形、規則或不規則形。頂端可為點、線或平坦或圓形表面，且其以基底之中心為中心或偏斜遠離基底之中心而位於基底之上。就聚光提取器而言，基底通常經安置相鄰於且通常平行於LED晶粒。又，基底及LED晶粒可大體上在尺寸上匹配，或基底可比LED晶粒更小或更大。

圖2a-2d展示示範性聚光提取器之透視圖：圖2a展示4側面錐形；圖2b展示6側面多邊形；及圖2c及2d展示楔形，其中頂端(線)安置於基底之上，頂端分別以該中心為中心

及偏斜遠離該中心。圖2d中所示之提取器亦具有2個起準直光作用之散光側面，且聚光側面允許光重定向於該等側面。聚光提取器之其他實例展示於美國申請案第11/381324號(Leatherdale等人)中。

光學元件可包含如美國申請案第2006/0091784 A1(Connor等人)、2006/0091411 A1(Ouderkirk等人)、2006/0091798 A1(Ouderkirk等人)及2006/0092532 A1號(Ouderkirk等人)中所述之散光提取器，該等申請案之揭示案以引用之方式併入本文。散光提取器具有至少一個散光側面、輸入表面及比輸入表面更大之輸出表面。散光提取器通常成形成錐形形式。圖3a-3c展示示範性散光提取器：圖3a展示具有4個側面之截斷反向多邊形之透視圖；圖3b展示具有拋物線側壁之截斷反向錐形之透視圖；且圖3c展示具有凸輸出表面之截斷反向錐形之截面示意圖。

散光提取器之實例亦展示於先前US第11/381518號(Leatherdale等人)中所述之圖4a及4b中。該等提取器之表面經排列以將來自LED晶粒之光重定向於佔優勢之側向方向上，而非沿LED晶粒之中心軸之前進方向上。側面發射LED尤其適於用於液晶顯示器面板之稀薄直接點亮背光，因為可使光在短距離內橫向傳播，避免亮區及暗區或橫過顯示器之觀察區域之熱點。

圖4a為楔形提取器400之圖解側視圖。提取器400具有輸入表面402、輸出表面404及側表面406a及406b。輸入及輸出表面可以彼此成實質角度，標稱約90度來安置。在該排

列下，經由輸入表面進入之光線408a反射出側表面之一或兩者(無論藉由全內反射還是藉助於反射性材料或塗層，未圖示)且如藉由光線408b所表示，大致側向重定向。隨後光線408b經由輸出表面退出。提取器400自俯視圖之形狀或周邊可採用包括矩形、梯形、餅狀、半圓或其任何組合之各種形式之任何形式。

圖4b為另一楔形提取器410之圖解側視圖。提取器410具有輸入表面412、輸出表面414及側表面416。提取器410可具有提取器400之形狀，其關於與側表面406a一致之垂直軸旋轉。在一些狀況下，提取器可藉由將2個提取器400在其各別側表面406a處連接而製造成複合建構。在不同複合建構中，假想線418表示製成提取器410之相異光學體之間的可能介面或邊界。

相似於提取器400，提取器410之輸入及輸出表面以彼此成實質角度，標稱約90度來安置。來自LED之經由輸入表面進入之光反射出一或兩個側表面(無論藉由全內反射還是藉助於反射性材料或塗層，未圖示)且大致側向重定向，隨後經由輸出表面退出。自俯視圖(未圖示)，提取器410可具有包括(例如)多角形(例如正方形或矩形)、圓形及橢圓形之許多形狀之任何形狀。具有圓形及橢圓形或圓周時，經由輸入表面進入之光經重定向以形成輸出光之環。

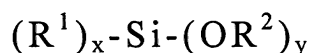
至於聚光提取器，散光提取器之輸入表面通常經安置最接近於且通常平行於LED晶粒。又，輸入表面及LED晶粒可大體上在尺寸上匹配，或輸入表面可比LED晶粒更小或

更大。散光提取器之其他實例描述於US 7,009,213 B2及US 6,679,621 B2中。

如上所述，LED晶粒包含交替半導體層。最外層之一可稱為光發射層且該層具有可稱為光發射表面之最外表面。亦如上所述，光學元件包含光輸入表面。在一有效組態中，LED光源包含黏合在一起之LED晶粒及光學元件，以便光發射表面及光輸入表面如(例如)圖1中所示與黏合層接觸。

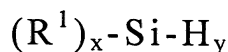
光學黏合組合物係用以形成黏合層。光學黏合組合物包含經表面改質之金屬氧化物奈米粒子；及呈具有pH大於約8之水溶液之矽來源。矽來源可包含矽酸鹽、矽烷、矽酸、矽酸之聚合形式、烷氧基矽烷或其組合。溶於水中之矽石可用以形成矽酸，即 $\text{Si}(\text{OH})_4$ ，其在矽石之水合作用後發生。藉由將pH保持大於約8，聚合縮合藉由氫氧化物離子催化，形成矽酸之聚合形式。矽酸鹽可藉由將pH增加(例如)至大於約8或至大於約11來形成。

光學黏合組合物可包含一或多種具有下式之烷氧基矽烷：



其中 R^1 可為烷基、醇、聚二醇或聚醚基團，或其組合或混合物； R^2 可為烷基、乙醯氧基或甲氧基乙氧基基團，或其混合物； $x=0$ 至3； $y=1$ 至4，其限制條件為 $x+y=4$ 。可添加一或多種烷氧基矽烷以降低交聯密度且將可撓性加於矽酸鹽網狀物。

光學黏合組合物可包含一或多種具有下式之矽烷：



其中 R^1 可為烷基、醇、聚二醇或聚醚基團，或其組合或混合物； $x=1$ 至 3 ； $y=1$ 至 3 ，其限制條件為 $x+y=4$ 。

各種材料可用以調整光學黏合組合物之 pH。實例包括強鹼，諸如氫氧化鈉、氫氧化鉀、氫氧化鈣、氫氧化鋇、氫氧化銨及乙醇鈉。若希望減慢氫氧化物催化作用，則亦可使用諸如聚偏磷酸鈉之弱鹼。

當 LED 晶粒及光學元件黏合在一起時，形成 LED 晶粒與光學元件之間的黏合層。據信，光學黏合組合物經歷反應以形成矽酸鹽網狀物。反應可藉由施加熱來加速。矽酸鹽網狀物係指相似於矽石之整體結構但比其更疏鬆之化學鍵結網狀物。矽石之三維結構係基於矽氧烷橋接 (Si-O-Si)，各矽原子在四面體幾何形狀中鍵結於 4 個氧原子。同矽石一樣，矽酸鹽網狀物包含矽氧烷橋接，然而，矽酸鹽網狀物亦包含在網狀物內部作為局部終止基團之經嵌入及/或經暴露非橋接氧。非橋接氧以矽烷醇基團 (Si-OH) 形式存在或以具有陽離子，通常為金屬陽離子之更具陰離子性之形式 (Si-O⁻M⁺) 存在。矽酸鹽網狀物之進一步討論可見於 (例如) 由 R. K. Iler 之 *The Chemistry of Silica* (Wiley, New York 1979)。

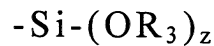
光學組合物亦包含經表面改質之金屬氧化物奈米粒子。經表面改質之金屬氧化物奈米粒子可包含選自由以下者組成之群之金屬氧化物奈米粒子：氧化鋅、氧化鈦、氧化

鋅、氧化鋁、氧化鈦、氧化鋇、氧化鋇、氧化鈦、氧化鋁、氧化錫、氧化銻及其組合。金屬氧化物奈米粒子亦可包含至少2種選自由以下者組成之群之金屬氧化物之混合金屬氧化物奈米粒子：氧化矽、氧化鋁、氧化鋇、氧化鈦、氧化鋅、氧化鋁、氧化鈦、氧化鋇、氧化鋇及其組合。氧化鈦奈米粒子可具有金紅石或銳鈦礦形式。混合金屬氧化物奈米粒子之特定實例包括包含氧化矽及氧化鋇；氧化矽及氧化鈦；及氧化矽、氧化鋇及氧化鈦之彼等混合金屬氧化物奈米粒子。所使用之特定金屬氧化物奈米粒子視諸如折射率、於光學組合物中之相容性、成本等等之各種因素而定。

金屬氧化物奈米粒子經一或多種表面改質劑來表面改質以增加金屬氧化物奈米粒子與黏合層及/或光學組合物中之其他組分之相容性。舉例而言，氧化鋇奈米粒子在具有pH為2至4之酸性水溶液環境中為穩定的，且表面改質可用以保護抵抗奈米粒子於光學組合物之鹼性水溶液環境中之絮凝。表面改質涉及金屬氧化物奈米粒子與連接於奈米粒子之表面且改質其表面特徵之表面改質劑的反應。

表面改質劑可藉由式A-B表示，其中A基團能夠連接於金屬氧化物奈米粒子之表面，且B基團為相容基團。一般而言，A基團需要藉由考慮特定金屬氧化物及光學組合物之性質來選擇，亦即，經表面改質之金屬氧化物奈米粒子應為穩定的，以便在高鹼性環境中維持相容性。有效A基團包括羧酸、膦酸、烷氧基矽烷、胺及其組合及混合物。

烷氧基矽烷可藉由下式表示：



其中 R_3 為烷基、乙醯氧基、甲氧基乙氧基，或其混合物；
且 $z=1$ 至 3 。

有效B基團為親水性基團，其使金屬氧化物奈米粒子相容於光學組合物中；實例包括醇、聚二醇及聚醚。表面改質劑之實例包括聚乙烯烷氧基矽烷及似聚乙烯之羧酸衍生物，諸如2-[-2-(2-甲氧基乙氧基)乙氧基]乙酸及(2-甲氧基乙氧基)乙酸。

經表面改質之金屬氧化物奈米粒子具有小於光波長，例如，小於約300 nm之平均粒徑。

經表面改質之金屬氧化物奈米粒子可以重量計以大於矽來源之一半的量存在於光學組合物中。關於自將LED晶粒及光學元件黏合在一起形成之黏合層，經表面改質之金屬氧化物奈米粒子可以相對於黏合層之重量，約1至約95重量%之量存在。通常，希望具有相對於黏合層之總重量，約40至約95重量%之經表面改質之金屬氧化物奈米粒子。所使用之特定量如下文所述部分係藉由黏合層之所要折射率所確定。若奈米粒子於黏合層中之量太大，則(然而)LED晶粒與光學元件之間難以獲得適合黏合，且另外LED光源之效率可能受損。

詳言之，經表面改質之金屬氧化物奈米粒子包含具有至少約1.8，較佳至少約2.0之折射率之高結晶氧化鋅奈米粒子，諸如U.S. 6,376,590 B2中所述之奈米粒子，其揭示案

係以引用之方式併入本文。高結晶氧化鋅奈米粒子可藉由用上文針對式A-B所述之烷氧基矽烷中之一或多者進行表面改質而併入光學組合物中。高結晶氧化鋅奈米粒子具有小於約100 nm之平均粒徑。

上文所述之氧化鋅奈米粒子之折射率係遠高於非晶形氧化鋅之彼者。當併入矽酸鹽網狀物中以得到非晶形矽酸鹽網狀物時，氧化鋅奈米粒子提供黏合層之折射率之增加。因此，黏合層之光學性質可如下文所述般，視欲黏合之特定LED晶粒及光學元件而訂製。詳言之，矽酸鹽網狀物之折射率為約1.4，且對經表面改質之氧化鋅奈米粒子而言，其為約1.8至約2.1。經表面改質之金屬氧化物奈米粒子亦可包含具有大於約2.0，且較佳大於約2.2之折射率之結晶氧化鈦奈米粒子。

LED光源之效率直接與LED晶粒及光學元件光學耦合之程度有關。應注意，在整個本揭示案中，關於LED晶粒之折射率係指LED晶粒之光發射層之折射率。LED晶粒及光學元件光學耦合之程度係視包括黏合層之厚度及黏合層、LED晶粒及光學元件之折射率等若干因素而定。一般而言，當黏合層之厚度大體上小於發射光於空氣中之波長，例如小於約50 nm時，黏合層之折射率對LED晶粒與光學元件之間的光學耦合而言為較不重要的。隨著厚度增加，對於光學耦合而言，黏合層之折射率的重要性逐漸增加。

黏合層可具有小於50 nm之厚度，但其通常大於約50 nm，例如高達約200 nm或300 nm，或甚至高達10 μ m或

100 μm 。黏合層可具有約5 nm至約300 nm，或大於約50 nm至約100 μm 之厚度。為最佳化LED晶粒與光學元件之間的光學耦合，黏合層在第一表面與第二表面間之接觸面積上的厚度理想地為大體上均勻的。黏合層之最小必要厚度可視欲黏合表面之平坦性或不規則性而定。

為最佳化效率，黏合層之折射率接近地匹配於LED晶粒(或如上所述之光發射層)之光發射表面之彼者，例如在約0.2以內。若黏合層之折射率太低，則藉由LED晶粒發射之光變成陷於晶粒中的，且即使黏合層自身為不吸收的，光亦損失於吸收。藉由增加黏合層之折射率達到光發射層之彼者，藉由LED發射之光之較大部分可耦合出晶粒且即使黏合層吸附一部分發射光，光亦進入光學元件中。

如上所述，在LED晶粒之發射波長下，LED晶粒或光發射層之折射率在約1.7至約4.1之範圍內變化。不具有經表面改質之金屬氧化物奈米粒子之非晶形矽酸鹽網狀物的折射率為大於約1.4。經表面改質之金屬氧化物奈米粒子係用以將折射率增加高達約2.4。在一實例中，在LED晶粒之發射波長下，黏合層之折射率為至少約1.5，例如，大於約1.8，或大於約2。

在一特定實例中，LED晶粒包含具有大於1.9之折射率之光發射層，及具有約50 nm至約100 μm 之厚度之黏合層。在另一實例中，LED晶粒包含具有小於或等於1.9之折射率之光發射層，及具有大於約5 nm至約300 nm之厚度之黏合層。

黏合層對藉由LED晶粒發射之特定波長之光而言為大體上透明的。在大多數狀況下，至少約70%之透射率為理想的且可藉由最佳化傳輸路徑長度(黏合層厚度)及吸收常數來獲得。

本文中亦揭示的為製造LED光源之方法，該方法包含：
a)提供LED晶粒；b)提供光學元件；c)提供包含經表面改質之金屬氧化物奈米粒子之光學黏合組合物及呈具有pH大於約8之水溶液之矽來源，該矽來源選自由矽酸鹽、矽烷、矽酸、矽酸之聚合形式、烷氧基矽烷及其組合組成之群；及d)藉由使LED晶粒及光學元件與光學黏合組合物接觸將LED晶粒及光學元件黏合在一起。

光學組合物可使用節流吸管，或藉由浸塗、旋轉塗佈、氣溶膠分配、傾倒、分散、在水中噴霧，或藉由在光學組合物之浴中將表面連接，或藉由其他相似方法而應用於LED晶粒、光學元件或兩者之一或多個表面。隨後，使表面達到接觸以夾入光學組合物，以便組合物傳播橫過該等表面之各者且形成均質層。若泡形成，則其可藉由施加真空來移除。隨後，使組件在室溫下靜置直至其可操作而無黏合斷裂；其可為若干分鐘至若干天。外部壓力或真空可用以加速黏合方法及/或促進良好黏合。

可施加熱以加速黏合層之形成及/或加強黏合層，然而，組件之溫度必須保持在組分之任何者之最低玻璃轉移溫度以下。通常使用小於約300°C之溫度，例如，小於約200°C，或小於或等於150°C。希望使用最低可能溫度以最

小化殘餘應力及在介面處藉由LED晶粒及光學元件之熱膨脹係數之差異而引起的雙折射。在一些狀況下，必須小心操作以便黏合層之溫度不超過將在操作光源期間所達到之溫度。

實例

實例

經表面改質之氧化鋇奈米粒子係藉由以提供每公克之氧化鋇1.2 mmol之矽烷之比率，將氧化鋇溶膠與聚乙二醇三烷氧基矽烷(來自GE Advanced Materials之Silquest® A 1230)混合來製備。將混合物加熱至80°C歷時4小時且冷卻至室溫。隨後，將所得溶膠添加至矽酸鈉之40重量%溶液(來自EMD Chemicals Inc.之Titristar® SX-0755-6)中以產生為0.4:1之矽酸鈉:氧化鋇之比率。

在上述溶液旋塗於塗有底料之(primed) PET上且在150°C下乾燥1小時。所得薄膜之折射率使用來自Metricon Corp之Metricon稜鏡耦合器2010型量測為1.7。亦將未添加氧化鋇奈米粒子之矽酸鈉溶液之薄膜旋塗於塗有底料之PET上且在150°C下乾燥1小時。無氧化鋇奈米粒子之該薄膜之平均折射率再使用Metricon量測為1.5。

上文所述之經表面改質之氧化鋇奈米粒子於矽酸鈉中的溶液係用以將來自O'Hara Corporation之S-LAH-66黏合於經拋光之藍寶石(Rubicon Technology)。玻璃及藍寶石藉由於丙酮接著異丙醇中之超聲波處理來清潔。用N₂將板乾燥且使用對uv/臭氧清潔系統之10分鐘曝露來移除有機殘餘

物。將具有 S-LAH-66 之板置放於光阻劑旋轉器上且將 1 滴氧化鋁/矽酸鈉溶液置放於玻璃板之中心。在 400 rpm 下將板旋轉 30 秒。使藍寶石之清潔、經拋光之片材與 S-LAH-66 玻璃表面接觸。施加適度壓力歷時 30 秒。使所連接之樣本在室溫下靜置 1 小時。隨後，以 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 將所連接之樣本加熱至 150°C ，且保持 1 小時，接著以 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 冷卻。

使用不添加經表面改質之氧化鋁奈米粒子之水玻璃溶液，重複上文所述之連接實驗。矽酸鈉於溶液中之濃度係藉由在 DI 水中之稀釋而保持與先前實例中相同 (6 重量 % 矽酸鈉)。再次，將薄膜旋塗於具有 S-LAH-66 玻璃之清潔板上。將藍寶石之經拋光板置放於玻璃之頂部且施加適度壓力歷時 30 秒。再次使所連接之樣本在室溫下靜置 1 小時，接著在 150°C 下熱處理 1 小時 (以 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 加熱)。

冷卻至室溫後，具有經表面改質之氧化鋁之樣本及僅具有矽酸鈉之樣本的黏合強度足夠高以允許操作而不破壞玻璃與藍寶石之間新形成之黏合。

比較實例

與矽酸鈉混合而無表面改質之氧化鋁溶膠

將矽酸鈉溶液添加至不先於 PEG-矽烷中將氧化鋁表面改質之氧化鋁溶膠中。矽酸鹽與 ZrO_2 之比率再次設定在 0.4:1。氧化鋁粒子直接落出溶液，在溶液中形成大的白色凝塊 (clump)。

本發明之各種修改及改變將在不脫離本發明之主旨及範疇時，對熟習此項技術者而言，變得明顯。應瞭解，本發

明不欲藉由本文中陳述之說明性實施例及實例而不適當地限制，且該等實例及實施例僅舉例呈現，本發明之範疇欲僅僅藉由如下在本文中陳述之申請專利範圍來限制。

【圖式簡單說明】

圖1展示示範性LED光源之截面示意圖。

圖2a-2d展示示範性聚光提取器。

圖3a-3c及4a-4b展示示範性散光提取器。

【主要元件符號說明】

100	LED光源
102	LED晶粒
104	光學元件
106	黏合層
400、410	提取器
402、412	輸入表面
404、414	輸出表面
406a、406b、416	側表面
408a、408b	光線
418	假想線

五、中文發明摘要：

本文揭示一種可用於光學應用的光學黏合組合物。亦揭示利用該組合物之LED光源以及其製造方法。該LED光源可包含：一LED晶粒；一光學耦合於該LED晶粒之光學元件；及一黏合層，其包含於一非晶形矽酸鹽網狀物中之經表面改質之金屬氧化物奈米粒子，該黏合層將該LED晶粒及該光學元件黏合在一起。該LED光源之效率可在當使用一光學提取器作為該光學元件時增加。

六、英文發明摘要：

Disclosed herein is an optical bonding composition that may be used in optical applications. An LED light source that utilizes the composition is also disclosed, as well as a method of making it. The LED light source may comprise: an LED die; an optical element optically coupled to the LED die; and a bonding layer comprising surface-modified metal oxide nanoparticles in an amorphous silicate network, the bonding layer bonding the LED die and the optical element together. Efficiency of the LED light source may be increased when using an optical extractor as the optical element.

十、申請專利範圍：

1. 一種LED光源，其包含：

一LED晶粒；

一光學耦合於該LED晶粒之光學元件；及

一黏合層，其包含於一非晶形矽酸鹽網狀物中之經表面改質之金屬氧化物奈米粒子，該黏合層將該LED晶粒及該光學元件黏合在一起。

2. 如請求項1之LED光源，該非晶形矽酸鹽網狀物係衍生自矽酸鹽、矽烷、矽酸、矽酸之聚合形式、烷氧基矽烷或其組合。

3. 如請求項1之LED光源，該等經表面改質之金屬氧化物奈米粒子包含選自由以下者組成之群之金屬氧化物奈米粒子：氧化鋯、氧化鈦、氧化鋅、氧化鋇、氧化鈮、氧化釧、氧化鋁、氧化鈳、氧化鈹、氧化鈣、氧化錫、氧化銻及其組合。

4. 如請求項1之LED光源，該等經表面改質之金屬氧化物奈米粒子包含至少2種選自由以下者組成之群之金屬氧化物之混合金屬氧化物奈米粒子：氧化矽、氧化鋁、氧化鋯、氧化鈦、氧化鋅、氧化鋇、氧化鈮、氧化釧、氧化鋁、氧化鈳、氧化鈹、氧化鈣、氧化錫、氧化銻及其組合。

5. 如請求項4之LED光源，該等混合金屬氧化物奈米粒子包含氧化矽及氧化鋯。

6. 如請求項4之LED光源，該等混合金屬氧化物奈米粒子包含氧化矽及氧化鈦。

7. 如請求項4之LED光源，該等混合金屬氧化物奈米粒子包含氧化矽、氧化鋅及氧化鈦。
8. 如請求項1之LED光源，該等經表面改質之金屬氧化物奈米粒子包含具有大於約1.8之折射率之結晶氧化鋅奈米粒子。
9. 如請求項1之LED光源，該等經表面改質之金屬氧化物奈米粒子包含具有大於約2.0之折射率之結晶氧化鈦奈米粒子。
10. 如請求項1之LED光源，該等經表面改質之金屬氧化物奈米粒子係經表面改質劑表面改質，該表面改質劑包含親水性基團。
11. 如請求項1之LED光源，該等經表面改質之金屬氧化物奈米粒子係經表面改質劑表面改質，該表面改質劑包含羧酸、膦酸、烷氧基矽烷或其組合或混合物。
12. 如請求項11之LED光源，該烷氧基矽烷包含聚乙二醇烷氧基矽烷。
13. 如請求項1之LED光源，該黏合層包含約40至約95重量%之該等經表面改質之金屬氧化物奈米粒子。
14. 如請求項1之LED光源，該LED晶粒包含具有大於1.9之折射率之光發射層，且該黏合層具有約50 nm至約100 um之厚度。
15. 如請求項1之LED光源，該LED晶粒包含具有小於或等於1.9之折射率之光發射層，且該黏合層具有大於約5 nm至約300 nm之厚度。

16. 如請求項1之LED光源，其中該LED晶粒包含一光發射表面，該光學元件包含一光輸入表面且該黏合層將該光發射表面及該光輸入表面黏合在一起。
17. 如請求項1之LED光源，該光學元件具有至少約2.0之折射率。
18. 如請求項1之LED光源，該光學元件包含具有至少約1.7之折射率之光學玻璃。
19. 如請求項1之LED光源，該光學元件包含一散光或聚光提取器。
20. 一種製造一LED光源之方法，該方法包含：
 - a) 提供一LED晶粒；
 - b) 提供一光學元件；
 - c) 提供光學黏合組合物，其包含經表面改質之金屬氧化物奈米粒子及呈具有大於約8之pH值之水溶液形式的矽來源，該矽來源係選自由矽酸鹽、矽烷、矽酸、矽酸之聚合形式、烷氧基矽烷及其組合組成之群；及
 - d) 藉由使該LED晶粒及該光學元件與該光學黏合組合物接觸，將該LED晶粒及該光學元件黏合在一起。
21. 如請求項20之方法，其中將該LED晶粒及該光學元件與該光學黏合組合物接觸係在室溫下進行。
22. 如請求項20之方法，其中自將該LED晶粒及該光學元件黏合在一起而形成一組件，且該方法另外包含加熱該組件。

23. 一種光學黏合組合物，其包含：

經表面改質之金屬氧化物奈米粒子；及

呈具有大於約 8 之 pH 值之水溶液形式的矽來源，該矽來源包含矽酸鹽、矽烷、矽酸、矽酸之聚合形式、烷氧基矽烷或其組合。

24. 如請求項 23 之光學黏合組合物，其中該等經表面改質之金屬氧化物奈米粒子以重量計係以大於該矽來源之一半之量存在。

25. 如請求項 23 之光學黏合組合物，該等經表面改質之金屬氧化物奈米粒子包含經聚乙二醇烷氧基矽烷表面改質之氧化鋁。

十一、圖式：

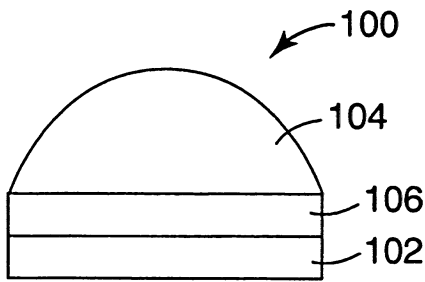


圖 1

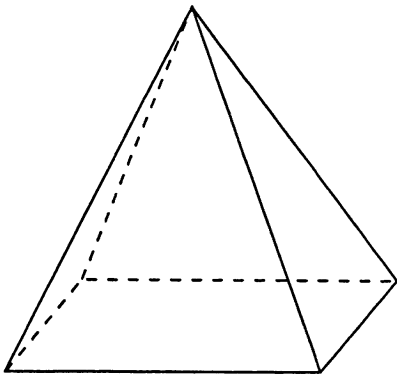


圖 2a

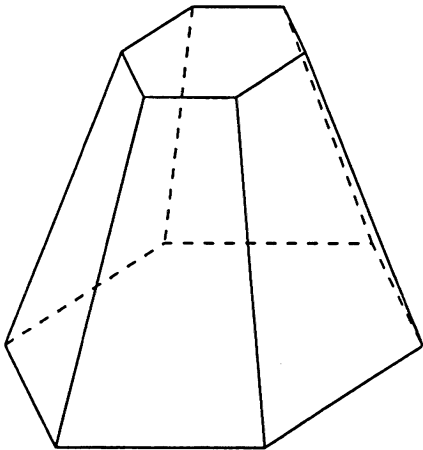


圖 2b

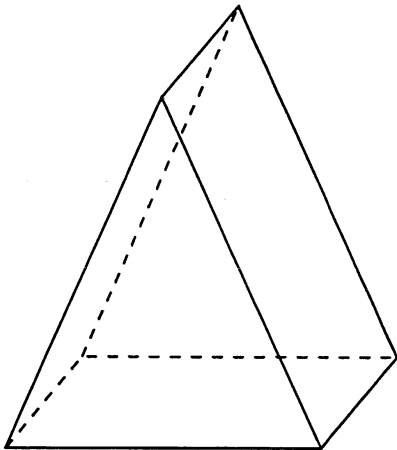


圖 2c

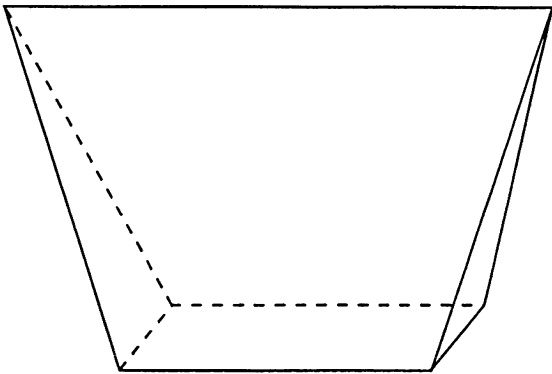


圖 2d

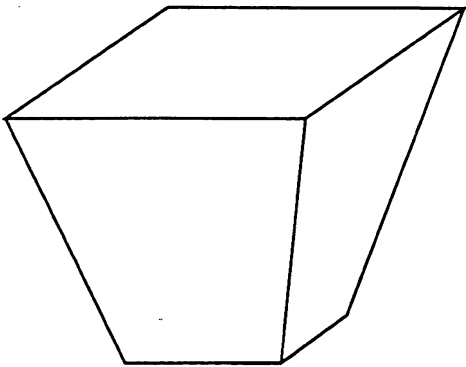


圖 3a

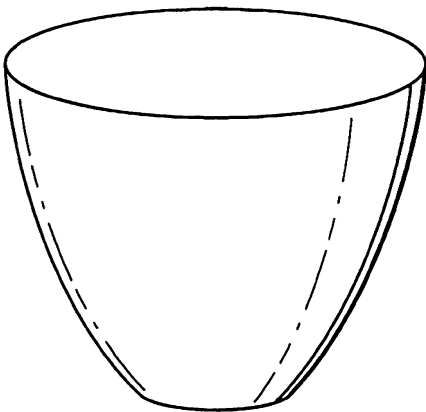


圖 3b

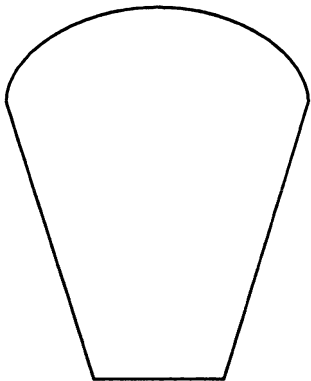


圖 3c

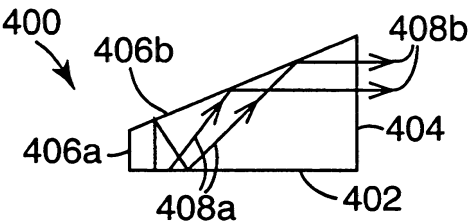


圖 4a

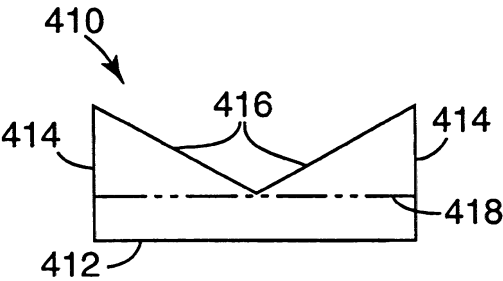


圖 4b

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：

100 LED光源

102 LED晶粒

104 光學元件

106 黏合層

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)