202511450

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 202511450 A

(43)公開日： 中華民國 114 (2025) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：113118395 (22)申請日： 中華民國 113 (2024) 年 05 月 17 日

(51)Int. Cl.： *C09K11/02 (2006.01)* *C09K11/08 (2006.01)*
C09K11/56 (2006.01) *C09K11/62 (2006.01)*
C09K11/70 (2006.01) *C09K11/88 (2006.01)*
C08K3/01 (2018.01) *C08L101/00 (2006.01)*
H01L33/50 (2010.01) *B82Y20/00 (2011.01)*

(30)優先權：2023/05/18 日本 2023-082450

(71)申請人：日商信越化學工業股份有限公司 (日本) SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：鳶島一也 TOBISHIMA, KAZUYA (JP)；野島義弘 NOJIMA, YOSHIHIRO (JP)；青木伸司 AOKI, SHINJI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：21 項 圖式數：0 共 76 頁

(54)名稱

量子點組成物、樹脂組成物，及波長轉換材料

(57)摘要

本發明提供一種量子點組成物，其係含有藉由激發光而發出螢光的量子點之量子點組成物，其特徵為：量子點係由不含 Cd 及 Pb 的半導體奈米粒子核與半導體奈米粒子殼所構成，量子點表面係被金屬氧化物所被覆，量子點表面或金屬氧化物表面係被膦酸衍生物所修飾。藉此，可提供即使使用毒性低的量子點，螢光發光效率的劣化經抑制之量子點組成物。

【發明摘要】

【中文發明名稱】

量子點組成物、樹脂組成物，及波長轉換材料

【中文】

本發明提供一種量子點組成物，其係含有藉由激發光而發出螢光的量子點之量子點組成物，其特徵為：量子點係由不含Cd及Pb的半導體奈米粒子核與半導體奈米粒子殼所構成，量子點表面係被金屬氧化物所被覆，量子點表面或金屬氧化物表面係被膦酸衍生物所修飾。藉此，可提供即使使用毒性低的量子點，螢光發光效率的劣化經抑制之量子點組成物。

【指定代表圖】無

【代表圖之符號簡單說明】無

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

量子點組成物、樹脂組成物，及波長轉換材料

【技術領域】

【0001】本發明係關於量子點組成物、樹脂組成物及波長轉換材料。

【先前技術】

【0002】由粒徑為奈米尺寸的半導體粒子所成之量子點，藉由因光吸收所產生的激子被關入奈米尺寸之空間，而其半導體奈米粒子的能階成為離散的，另外其帶隙(band gap)依賴於粒徑。因此，量子點的螢光發光為高效率且其發光光譜被尖銳化。又，藉由粒徑而帶隙變化之特性，因此具有能控制發光波長之特徵，被期待作為固體照明或顯示器的波長轉換材料之應用(專利文獻1)。

【0003】作為顯示優異的螢光發光特性之量子點，可舉出包含Cd或Pb的量子點。然而，Cd或Pb由於對人體、環境的毒性高，故以歐盟的RoHS指令為首，在世界各地正在檢討其使用之限制。因此，檢討不含該等的毒性元素之量子點。

【0004】又，作為使用量子點作為波長轉換材料的安裝方法，有提案使量子點分散於樹脂材料中，藉由將含有量子點之樹脂組成物層合於透明薄膜，而作為波長轉換薄

膜組入背光單元中之方法(專利文獻2)。

【0005】然而，量子點由於粒徑小至奈米尺寸，故比表面積大，由於表面能高而表面活性，故容易不安定化。因此，因量子點表面的懸空鍵或氧化反應等而容易發生表面缺陷，此成為螢光發光特性的劣化之原因。已知目前所得之量子點具有與如此的安定性有關的問題，因熱或濕度、光激發等而容易引起發光特性的劣化。

【0006】為了防止該等之劣化，在合成後的量子點表面上配位被稱為配位子的有機配位子(ligand)。藉由該配位子進行配位，而改善溶劑或樹脂中的分散性，同時藉由使缺陷鈍化而可抑制螢光發光效率的劣化。

【0007】然而，對於量子點表面，若未選擇適當的配位子，則藉由熱或光照射之外部影響，而配位子會從量子點表面脫離，結果螢光發光效率會劣化。

【0008】量子點的螢光發光效率之隨著時間經過變化，當使用於顯示器時成為顏色不均或發光不均、壞點等之缺陷，因此量子點之安定性為重要的問題。

先前技術文獻

專利文獻

【0009】

專利文獻1：日本特開2012-022028號公報

專利文獻2：日本特表2013-544018號公報

專利文獻3：日本特開2019-215516號公報

專利文獻4：日本發明專利5900720號公報

專利文獻5：日本特開2018-109141號公報

【發明內容】

發明所欲解決的課題

【0010】對於這樣的問題，檢討使量子點擔持於無機氧化物之方法(專利文獻3)，或使用氧、濕度透過性低的氣體阻隔性薄膜而提高量子點的安定性之方法(專利文獻4)。

【0011】於使量子點擔持於氧化物之方法中，藉由防止氧與水直接接觸量子點表面，抑制氧化反應，而抑制螢光發光效率的劣化。

【0012】然而，於如一般的溶膠凝膠法之在液相中使金屬氧化物的前驅物在低溫下反應之方法中，多數的羥基殘存在反應後的氧化物表面。該表面的羥基由於與大氣中的水分子形成氫鍵，故在氧化物表面上形成奈米級之薄的吸附水之層、水合層。

【0013】難以藉由加熱操作來完全去除該氧化物表面之羥基，使用使量子點擔持於氧化物而成的組成物作為波長轉換材料時，由於長時間暴露於光或熱之環境中使用，故藉由從氧化物表面滲透到內部的吸附水，徐徐地進行量子點表面的氧化反應而螢光發光效率會劣化。

【0014】又，關於阻隔薄膜所致的安定化，亦有從薄膜端面的氧・水蒸氣之擴散而進行劣化之問題。

【0015】再者，於平板電腦或智慧型手機等之行動用

途中，要求波長轉換薄膜的薄膜化，但一般而言阻隔薄膜具有20～200μm左右的厚度，為了保護薄膜兩面，厚度會至少成為40μm以上厚，因此在減薄波長轉換薄膜的厚度之方面發生限度。

【0016】再者，有提案不將量子點作為波長轉換薄膜，而是作為彩色濾光片，直接使藍色的激發光轉換成綠色及紅色之方法(專利文獻5)。使用量子點作為彩色濾光片時，無法如前述之波長轉換薄膜般使用阻隔薄膜等，因量子點組成物之硬化或其後的製造步驟或長時間之使用而造成的量子點之螢光發光效率的劣化係成為重要的問題。

【0017】如此地雖然已檢討不含毒性元素的量子點，但螢光發光效率的劣化係成為問題。

【0018】本發明係為了解決上述問題而完成者，目的在於提供一種即使使用毒性低的量子點，也抑制螢光發光效率的劣化之量子點組成物、含有該量子點組成物之樹脂組成物及波長轉換材料。

解決課題的手段

【0019】本發明係為了達成上述目的而完成者，提供一種量子點組成物，其係含有藉由激發光而發出螢光的量子點之量子點組成物，其特徵為：前述量子點係由不含Cd及Pb的半導體奈米粒子核與半導體奈米粒子殼所構成，前述量子點表面係被金屬氧化物所被覆，前述量子點表面或前述金屬氧化物表面係被膦酸衍生物所修飾。

【0020】若為這樣的量子點組成物，則即使由毒性低的量子點所構成時，也抑制螢光發光效率的劣化。

【0021】此時，前述量子點較佳由前述半導體奈米粒子核及覆蓋前述半導體奈米粒子核的單一或複數個前述半導體奈米粒子殼所構成。

【0022】若為這樣的量子點組成物，則從螢光發光特性、安定性之點來看較佳。

【0023】此時，前述半導體奈米粒子核較佳為由ZnS、ZnSe、ZnTe、AlN、AlP、AlAs、AlSb、GaN、GaP、GaAs、GaSb、InN、InP、InAs、InSb、$AgGaS_2$、$AgInS_2$、$AgGaSe_2$、$AgInSe_2$、$CuGaS_2$、$CuGaSe_2$、$CuInS_2$、$CuInSe_2$、$ZnSiP_2$及$ZnGeP_2$之中選擇作為單一、複數或混晶者。

【0024】若為這樣的量子點組成物，則從螢光發光特性、安定性之點來看較佳。

【0025】此時，前述半導體奈米粒子核表面較佳為被由$GaCl_3$、GaI_3、$GaBr_3$、$ZnCl_2$、$ZnBr_2$、ZnI_2、$InCl_3$、$InBr_3$、InI_3、AgCl、AgBr、AgI、KCl、KBr、KI、NaCl、NaBr、NaI、$MgCl_2$、$MgBr_2$、MgI_2、$CaCl_2$、$CaBr_2$、CaI_2、$MnCl_2$、$MnBr_2$、MnI_2、$FeCl_2$、$FeBr_2$、FeI_2、$CuCl_2$、$CuBr_2$、CuI_2、$ZrCl_4$、$ZrBr_4$、ZrI_4、$GeCl_4$、$GeBr_4$、GeI_4所選出的1種以上之化合物所鈍化者。

【0026】若為這樣的量子點組成物，則從螢光發光特性及安定性之點來看較佳。

【0027】此時，前述半導體奈米粒子殼較佳為由ZnS、ZnSe、ZnTe、AlN、AlP、AlAs、AlSb、GaN、GaP、GaAs、GaSb、InN、InP、InAs及InSb之中選擇作為單一、複數或混晶者。

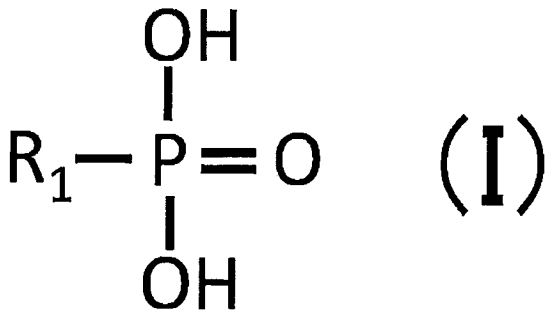
【0028】若為這樣的量子點組成物，則從螢光發光效率的提升及安定性之點來看較佳。

【0029】此時，前述金屬氧化物較佳為由TiO_2、ZnO、Al_2O_3、SiO_2、ZrO_2、Fe_2O_3、MgO、Y_2O_3、HfO_2、CeO_2、In_2O_3、SnO_2、WO_3、CrO_3、Ta_2O_3、$BaTiO_3$、V_2O_5、NiO、NbO、Cu_2O、CuO、MoO_3所選出的至少1種之化合物。

【0030】若為這樣的量子點組成物，則從螢光發光效率的提升及安定性之點來看較佳。

【0031】此時，前述膦酸衍生物較佳以下述式(I)表示。

[化1]



(式(I)中，R_1為具有1個以上的碳原子之1價有機基)。

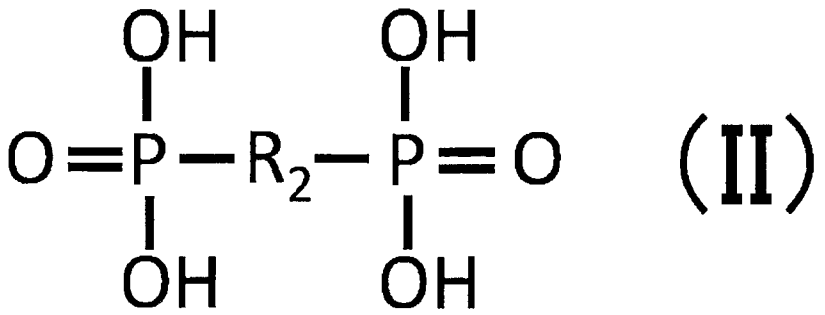
【0032】若為這樣的量子點組成物，則抑制螢光發光效率的劣化，改善安定性。

【0033】此時，前述膦酸衍生物較佳為由3-苯基-2-丙烯基膦酸、替諾福韋(Tenofovir)、2-膦醯基丁烷-1,2,4-三羧酸、4-膦醯基苯甲酸、乙烯基膦酸、n-辛基膦酸、(3-溴丙基)膦酸、(4-溴丁基)膦酸、(2-溴乙基)膦酸、(4-溴苯基)膦酸、3-膦醯基丙酸、(4-羥基苯基)膦酸、己基膦酸、4-膦醯基酪酸、丙基膦酸、(4-胺基苄基)膦酸、(4-胺基苯基)膦酸、3-膦醯基苯甲酸、甲基膦酸、壬基膦酸、二苯甲基膦酸、十八烷基膦酸、(胺基甲基)膦酸、(2-苯基乙基)膦酸、乙基膦酸、丁基膦酸、癸基膦酸、十二烷基膦酸、(2-氯乙基)膦酸、4-甲氧基苯基膦酸、十六烷基膦酸、(4-羥基苄基)膦酸、苯基膦酸、(1H,1H,2H,2H-十七氟癸基)膦酸、十四烷基膦酸、(1-胺基乙基)膦酸、十一烷基膦酸、庚基膦酸、10-羧基癸基膦酸、11-胺基十一烷基膦酸・氫溴酸鹽、11-羥基十一烷基膦酸、1H,1H,2H,2H-全氟-n-己基膦酸、1H,1H,2H,2H-全氟辛基膦酸、1H,1H,2H,2H-全氟-n-癸基膦酸、11-{2-[2-(2-甲氧基乙氧基)乙氧基]乙氧基}十一烷基膦酸、12-巰基癸基膦酸及[11-(丙烯醯氧基)十一烷基]膦酸所選出的1種以上。

【0034】於本發明之量子點組成物中，可使用如此的膦酸衍生物，抑制螢光發光效率的劣化，改善安定性。

【0035】此時，前述膦酸衍生物較佳以下述式(II)表示。

[化2]



(式(II)中，R_2為具有1個以上的碳原子之2價有機基)。

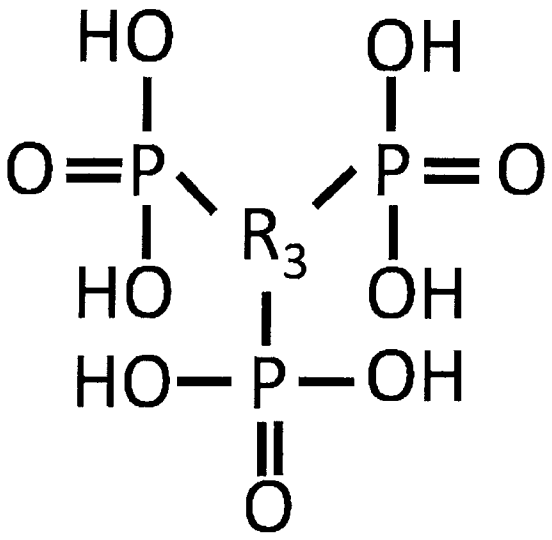
【0036】若為這樣的量子點組成物，則抑制螢光發光效率的劣化，改善安定性。

【0037】此時，前述膦酸衍生物較佳為由m-苯二甲基二膦酸、o-苯二甲基二膦酸、亞甲基二膦酸、阿侖膦酸、1,4-伸丁基二膦酸、甘胺酸-N,N-雙(亞甲基膦酸)、p-苯二甲基二膦酸、唑來膦酸、1,3-伸丙基二膦酸、1,5-伸戊基二膦酸、1,4-伸苯基二膦酸、1,2-伸乙基二膦酸、1,6-伸己基二膦酸、米諾膦酸鹽及1-羥基乙烷-1,1-二膦酸所選出的1種以上。

【0038】於本發明之量子點組成物中，可使用如此的膦酸衍生物。

【0039】此時，前述膦酸衍生物較佳以下述式(III)表示。

[化3]



(III)

(式(III)中，R_3為具有1個以上的碳原子之3價有機基)。

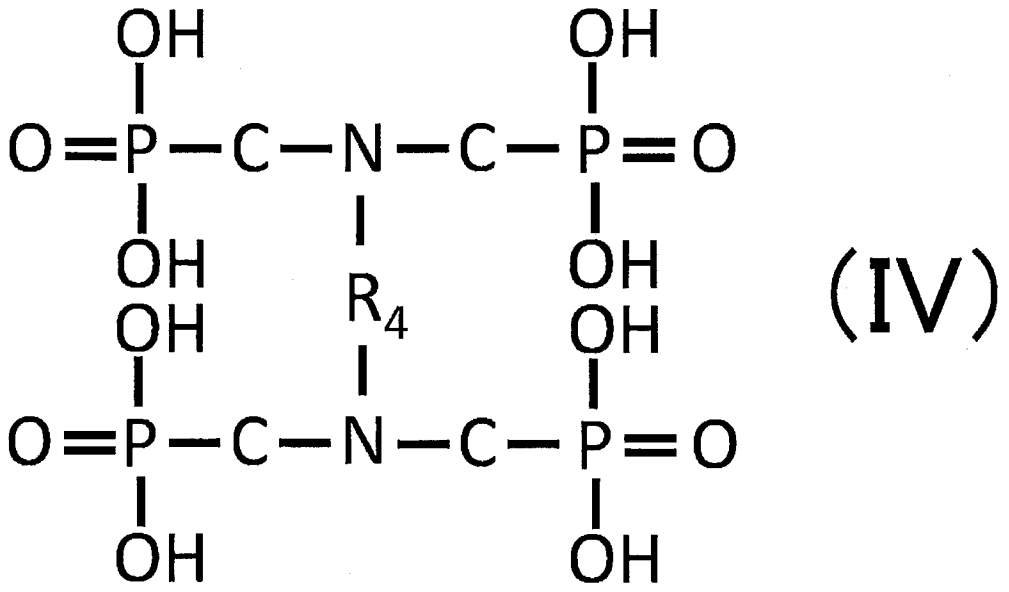
【0040】若為這樣的量子點組成物，則抑制螢光發光效率的劣化，改善安定性。

【0041】此時，前述膦酸衍生物較佳為氮基參(亞甲基膦酸)。

【0042】於本發明之量子點組成物中，可使用如此的膦酸衍生物。

【0043】此時，前述膦酸衍生物較佳以下述式(IV)表示。

[化4]



(IV)

(式(IV)中，R_4為具有1個以上的碳原子之2價有機基)。

【0044】若為這樣的量子點組成物，則抑制螢光發光效率的劣化，改善安定性。

【0045】此時，前述膦酸衍生物較佳為N,N,N',N'-乙二胺肆(亞甲基膦酸)。

【0046】於本發明之量子點組成物中，可使用如此的膦酸衍生物。

【0047】此時，前述R_1較佳包含至少1種類以上的具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的烷基、具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的伸烷基、胺基、羧酸基、乙氧基、溴基、氯基、酚基、全氟烷基、羥基、苯基、硫醇基、丙烯醯基及低聚乙二醇基之任一者。

【0048】於本發明之量子點組成物中，可使用如此的

膦酸衍生物。

【0049】此時，前述R_2較佳包含至少1種類以上的具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的烷基、具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的伸烷基、胺基、羧酸基、乙氧基、溴基、氯基、酚基、全氟烷基、羥基、苯基、硫醇基、丙烯醯基及低聚乙二醇基之任一者。

【0050】於本發明之量子點組成物中，可使用如此的膦酸衍生物。

【0051】此時，前述R_3較佳包含至少1種類以上的具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的烷基、具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的伸烷基、胺基、羧酸基、乙氧基、溴基、氯基、酚基、全氟烷基、羥基、苯基、硫醇基、丙烯醯基及低聚乙二醇基之任一者。

【0052】於本發明之量子點組成物中，可使用如此的膦酸衍生物。

【0053】此時，前述R_4較佳包含至少1種類以上的具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的烷基、具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的伸烷基、胺基、羧酸基、乙氧基、溴基、氯基、酚基、全氟烷基、羥基、苯基、硫醇基、丙烯醯基及低聚乙二醇基之任一者。

【0054】於本發明之量子點組成物中，可使用如此的膦酸衍生物。

【0055】又，於本發明中，提供一種樹脂組成物，其特徵為使如上述記載之量子點組成物分散於樹脂中而成

者。

【0056】若為如此的樹脂組成物，則成為螢光發光效率的劣化經抑制之樹脂組成物。

【0057】此時，前述樹脂較佳為由環氧系樹脂、丙烯酸系樹脂、氟系樹脂、聚矽氧系樹脂、碳酸酯系樹脂及玻璃樹脂所選出的至少1種類以上者。

【0058】於本發明之樹脂組成物中，可使用如此的樹脂。

【0059】又，於本發明中，提供一種波長轉換材料，其包含上述記載之樹脂組成物的硬化物。

【0060】若為如此的波長轉換材料，則抑制螢光發光效率的劣化，成為可靠性提升者。

發明的效果

【0061】如此地，根據本發明之量子點組成物、含有該量子點組成物之樹脂組成物及波長轉換材料，即使使用毒性低的量子點，也抑制螢光發光效率的劣化。

【實施方式】

【0062】以下，詳細地說明本發明，惟本發明不限定於這些。

【0063】如上述，要求一種即使使用毒性低的量子點，也抑制螢光發光效率的劣化之量子點組成物。

【0064】本發明者等人對於上述課題重複專心致力地

檢討之結果，發現藉由一種量子點組成物，即使使用毒性低的量子點，也抑制螢光發光效率的劣化，而完成本發明，其中該量子點組成物係含有藉由激發光而發出螢光的量子點之量子點組成物，其特徵為：前述量子點係由不含Cd及Pb的半導體奈米粒子核與半導體奈米粒子殼所構成，前述量子點表面係被金屬氧化物所被覆，前述量子點表面或前述金屬氧化物表面係被膦酸衍生物所修飾。

【0065】又如上述，要求一種樹脂組成物，其包含即使使用毒性低的量子點也抑制螢光發光效率的劣化之量子點組成物。

【0066】本發明者等人對於上述課題重複專心致力地檢討之結果，發現藉由一種量子點組成物，即使使用毒性低的量子點，也抑制螢光發光效率的劣化，而完成本發明，其中該樹脂組成物之特徵為使上述記載之量子點組成物分散於樹脂中而成者。

【0067】再者如上述，要求一種波長轉換材料，其即使使用毒性低的量子點，也抑制螢光發光效率的劣化。

【0068】本發明者等人對於上述課題重複專心致力地檢討之結果，發現藉由一種波長轉換材料，即使使用毒性低的量子點，也抑制螢光發光效率的劣化，而完成本發明，其中該波長轉換材料之特徵為包含上述記載之樹脂組成物的硬化物。

【0069】以下，說明本發明之實施形態。惟，本發明中，量子點、金屬氧化物及膦酸衍生物之組成或種類、製

法不是僅限制於以下之形態。

【0070】亦即，本發明係含有藉由激發光而發出螢光的量子點之量子點組成物，量子點係由不含Cd及Pb的半導體奈米粒子核與半導體奈米粒子殼所構成，量子點表面係被金屬氧化物所被覆，量子點表面或金屬氧化物表面係被膦酸衍生物所修飾。

【0071】

[量子點]

本發明中的量子點之構造只要由半導體奈米粒子核與半導體奈米粒子殼所構成，就沒有特別的限定。若為如此的量子點，則螢光發光特性及安定性優異。例如於以奈米尺寸的半導體粒子作為核，以帶隙比該核大且晶格失配性低的半導體粒子作為殼之核/殼構造的半導體奈米粒子中，在殼所產生的激子由於被關入核粒子之內部，故螢光發光效率提升，再者由於核表面被殼所覆蓋，因此安定性提升。

【0072】又，量子點較佳由半導體奈米粒子核及覆蓋半導體奈米粒子核的單一或複數個半導體奈米粒子殼所構成。若為這樣的量子點組成物，則更抑制螢光發光效率的劣化。

【0073】作為核/殼半導體奈米粒子的半導體奈米粒子核之材料，從毒性之觀點來看，只要不含Cd或Pb之元素就沒有特別的限定，例如可使用選自由II-VI族化合物、III-V族化合物、I-III-VI族化合物、II-IV-V族化合物及該

等之合金或混晶所成之群組者。

【0074】具體而言，作為半導體奈米粒子核之材料，可舉出由ZnS、ZnSe、ZnTe、AlN、AlP、AlAs、AlSb、GaN、GaP、GaAs、GaSb、InN、InP、InAs、InSb、$AgGaS_2$、$AgInS_2$、$AgGaSe_2$、$AgInSe_2$、$CuGaS_2$、$CuGaSe_2$、$CuInS_2$、$CuInSe_2$、$ZnSiP_2$及$ZnGeP_2$之中選擇作為單一、複數或混晶者。該等材料之內，ZnSe、ZnTe、InP係從螢光發光特性、安定性之點來看特佳。

【0075】又，核/殼半導體奈米粒子之核粒子表面較佳其表面被無機化合物所鈍化(passivation)。藉此，核粒子表面之缺陷被不活性化，改善螢光發光效率，同時抑制隨著時間經過之螢光發光效率的劣化。

【0076】用於進行鈍化的無機化合物係沒有特別的限定，例如可舉出金屬鹵化物，從螢光發光效率改善之觀點來看，特佳為由$GaCl_3$、GaI_3、$GaBr_3$、$ZnCl_2$、$ZnBr_2$、ZnI_2、$InCl_3$、$InBr_3$、InI_3、AgCl、AgBr、AgI、KCl、KBr、KI、NaCl、NaBr、NaI、$MgCl_2$、$MgBr_2$、MgI_2、$CaCl_2$、$CaBr_2$、CaI_2、$MnCl_2$、$MnBr_2$、MnI_2、$FeCl_2$、$FeBr_2$、FeI_2、$CuCl_2$、$CuBr_2$、CuI_2、$ZrCl_4$、$ZrBr_4$、ZrI_4、$GeCl_4$、$GeBr_4$、GeI_4所選出的至少1種之化合物。

【0077】作為半導體奈米粒子殼之材料，從毒性之觀點來看，只要是不含Cd或Pb之元素者就沒有特別的限定，但較佳為相對於核材料而言帶隙大，晶格失配性低者，可使用選自由II-VI族化合物、III-V族化合物的合金及混晶

所成之群組者。

【0078】具體的殼材料可使用由ZnS、ZnSe、ZnTe、AlN、AlP、AlAs、AlSb、GaN、GaP、GaAs、GaSb、InN、InP、InAs及InSb之中選擇作為單一、複數或混晶者。該等材料之內，ZnSe、ZnS係從螢光發光效率的提升及安定性之點來看特佳。

【0079】半導體奈米粒子之製造法有液相法或氣相法等各式各樣的方法，本發明中並無特別的限定，但從顯示高的螢光發光效率之觀點來看，較佳使用：在高沸點的非極性溶劑中於高溫下使前驅物種反應，使用熱皂法或熱注射法所得之半導體奈米粒子。

【0080】尚且，合成時及合成後的量子點，為了減低表面缺陷，較佳在表面配位被稱為配位子的有機配位子。

【0081】從抑制量子點的凝聚之觀點來看，配位子較佳包含脂肪族烴。作為如此的配位子，例如可舉出油酸、硬脂酸、棕櫚酸、肉荳蔻酸、月桂酸、癸酸、辛酸、油胺、硬脂基(十八烷基)胺、十二烷基(月桂基)胺、癸胺、辛胺、十八烷硫醇、十六烷硫醇、十四烷硫醇、十二烷硫醇、癸烷硫醇、辛烷硫醇、三辛基膦、三辛基氧化膦、三苯基膦、三苯基氧化膦、三丁基膦、三丁基氧化膦等，可以單獨1種使用該等，也可複數組合。

【0082】

[藉由金屬氧化物所致的量子點表面被覆]

本發明之量子點係藉由其表面被金屬氧化物所被覆，

而認為防止大氣中的氧或水直接接觸量子點表面，抑制氧化反應，抑制其螢光發光效率的劣化。

【0083】本發明中，量子點表面的金屬氧化物之「被覆」，只要抑制螢光發光效率之隨著時間經過的劣化，則可為部分地或完全地被塗覆之形態。又，可為如核殼構造之均勻的塗覆層，也可為不均勻的塗覆層，也可為如金屬氧化物塗覆複數的半導體奈米粒子之構造。金屬氧化物之膜厚係沒有特別的限定，但從透光性之觀點來看，較佳為200nm以下。

【0084】本發明中，氧化物的被覆層之種類係沒有特別的限定，可舉出由TiO_2、ZnO、Al_2O_3、SiO_2、ZrO_2、Fe_2O_3、MgO、Y_2O_3、HfO_2、CeO_2、In_2O_3、SnO_2、WO_3、CrO_3、Ta_2O_3、$BaTiO_3$、V_2O_5、NiO、NbO、Cu_2O、CuO、MoO_3所選出的至少1種之化合物。從改善量子點的安定性之觀點來看，更佳為TiO_2、Al_2O_3、SiO_2、ZrO_2。

【0085】形成金屬氧化物的被覆層之方法係沒有特別的限定，但從在量子點表面選擇地進行反應之觀點來看，較佳為在液相中使金屬氧化物前驅物反應之方法。

【0086】本發明中，作為一例，可舉出使用微波處理的氧化物被覆層之形成法。藉由使用微波，可直接從內部加熱金屬氧化物前驅物，以更短時間選擇地進行反應，進行量子點表面的氧化物層之形成。

【0087】此處所謂「微波」，一般而言指具有300MHz～3THz的振動數之電磁波。又，作為微波之照射方

法，例如可舉出使用Milestone General公司製的flexi WAVE之方法，但無特別的限定。

【0088】此時的被覆步驟較佳為在量子點與金屬氧化物前驅物之共存下，對於該共存下的金屬氧化物前驅物進行微波照射處理，而將金屬氧化物被覆於半導體奈米粒子之表面。藉此，有效率地形成金屬氧化物的被覆層，抑制螢光發光效率的劣化。

【0089】此時，作為量子點及金屬氧化物前驅物的分散介質，較佳選擇極性溶劑、非極性溶劑、離子液體之任1種以上，於該溶劑中進行被覆層之形成。

【0090】又，較佳將此時之被覆步驟所用的溶劑設為甲苯、己烷、環己烷、苯、二乙基醚之任1種以上的溶劑。該等非極性溶劑可進一步提高半導體奈米粒子的分散性。

【0091】又，溶劑為非極性溶劑時，可將如Milestone公司製的摻合有碳成分的PTFE樹脂之一種的被稱Weflon的吸附微波之加熱元件任意使用於塗覆步驟時。

【0092】作為金屬氧化物的前驅物，並無特別的限定，但較佳使用由金屬烷氧化物、金屬鹵化物、金屬錯合物之中選出的單獨或複數者。從安定性之觀點來看，作為金屬氧化物前驅物，特佳為烷氧化矽、烷氧化鋁、烷氧化鋯、烷氧化鈦。

【0093】此時，於被覆步驟時為了促進金屬氧化物前驅物之反應，較佳使用觸媒。特別地，使用金屬烷氧化物

時，為了促進溶膠凝膠反應，宜使用觸媒。作為觸媒，可舉出酸性水溶液或鹼性水溶液，從被覆層的膜厚之觀點來看，特佳為鹼性水溶液。

【0094】又，於被覆步驟時，從金屬氧化物前驅物的分散性之觀點來看，可添加界面活性劑。界面活性劑係沒有特別的限定，但例如可舉出陽離子性界面活性劑之如鯨蠟基三甲基銨溴化物的四級銨鹽、陰離子性界面活性劑之羧酸鹽或磺酸鹽、非離子性界面活性劑之聚氧乙烯烷基醚、鯨蠟基三甲基銨溴化物等。從金屬氧化物前驅物分散性之觀點來看，特佳為陽離子性界面活性劑。

【0095】另外，較佳於醇存在下進行被覆步驟。若於醇存在下進行塗覆，則金屬氧化物前驅物的分散性更優異。又，添加界面活性劑時，藉由溶解於如醇的極性溶劑中，可更提高分散性。

【0096】此時，微波照射處理的反應溫度雖然隨著溶劑而不同，但從防止螢光發光效率的劣化之觀點來看，較佳為40～200℃，更佳為50～110℃。

【0097】關於氧化物的被覆步驟，使用微波處理作為本實施形態之一例，但只要是以氧化物層「被覆」量子點表面之方法，就沒有特別的限定。

【0098】

[膦酸衍生物]

如上述，本實施形態中，在溶液中使金屬氧化物前驅物反應，在量子點表面進行金屬氧化物的被覆層之形成，

而防止大氣中的水或氧直接接觸量子點表面，抑制螢光發光效率的劣化。

【0099】然而，在形成氧化物被覆層後的氧化物外側表面，羥基係多數殘存。若該羥基與大氣中的水接觸，則藉由氫鍵而在氧化物表面形成奈米級之薄的吸附水之層、水合層。

【0100】將如上述的在量子點表面上被覆有氧化物之組成物使用作為波長轉換材料時，由於是長時間暴露在光或熱所致的外部刺激之環境，故該吸附水徐徐地滲透到內部的量子點表面，促進表面氧化，被認為引起長期使用下之螢光發效率的劣化。為了抑制該螢光發光效率的劣化，較佳為儘可能地去除該氧化物表面的羥基。

【0101】然而，難以藉由加熱操作而完全去除該金屬氧化物表面的羥基，雖然亦依賴於金屬氧化物之組成，但是必須約500℃以上的加熱操作，該溫度帶中的加熱會發生量子點的形態變化或發光效率的劣化・失去活性，因此僅藉由加熱操作難以去除羥基。

【0102】因此，有用於本發明之為了去除氧化物表面的羥基而需要的修飾劑為膦酸衍生物，本實施形態中的量子點組成物係藉由上述量子點與被覆該量子點表面的氧化物及修飾該量子點表面或氧化物表面的膦酸衍生物所構成。

【0103】膦酸衍生物係其本身為安定化合物，不會自聚合，因此在本體(bulk)中沒有析出，選擇性接著於氧化

物表面或量子點表面並修飾。

【0104】尤其在氧化物表面，藉由數十度左右的加熱處理，金屬氧化物的羥基與膦酸衍生物發生脫水縮合反應，故去除氧化物表面的羥基，同時膦酸衍生物修飾氧化物表面。

【0105】再者，對於氧化物表面的氧之未鍵結鍵部位，由於從膦酸衍生物的OH基持續地供予H^+(質子)，故重複進行上述的脫水縮合反應，膦酸衍生物緻密地修飾氧化物表面。

【0106】本實施形態中所謂的「修飾」，就是表示膦酸接著於金屬氧化物表面或量子點表面之狀態。「修飾」所造成的膦酸衍生物對表面之接著係包含部分的情況與全面的情況，表示至少接著於表面的一部分之狀態。

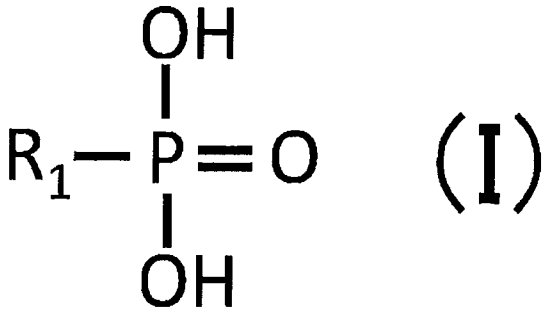
【0107】上述中的「接著」可為物理性吸附或化學性鍵結，例如廣義地表示共價鍵或離子鍵、氫鍵，也可為該等之組合。

又，作為一例，由量子點、氧化物的被覆層、膦酸衍生物的修飾所成的上述量子點組成物，亦可為合成時附著於金屬氧化物或量子點表面的有機配位子與膦酸衍生物共存之狀態。

【0108】關於膦酸衍生物之種類，亦沒有特別的限定，例如該化合物之結構較佳為以下之式(I)、(II)、(III)及(IV)的至少1個所示者。

【0109】

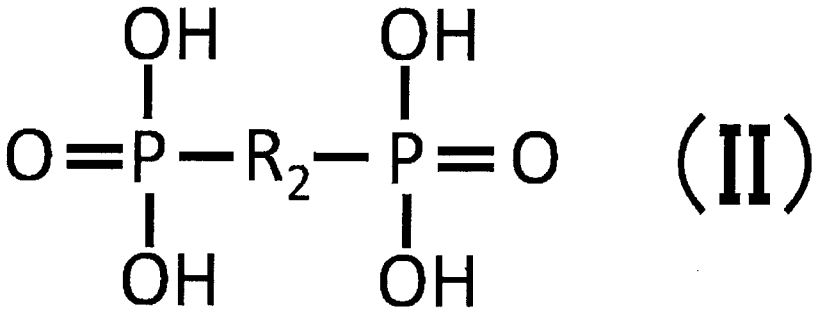
[化5]



(式(I)中，R_1為具有1個以上的碳原子之1價有機基)。

【0110】

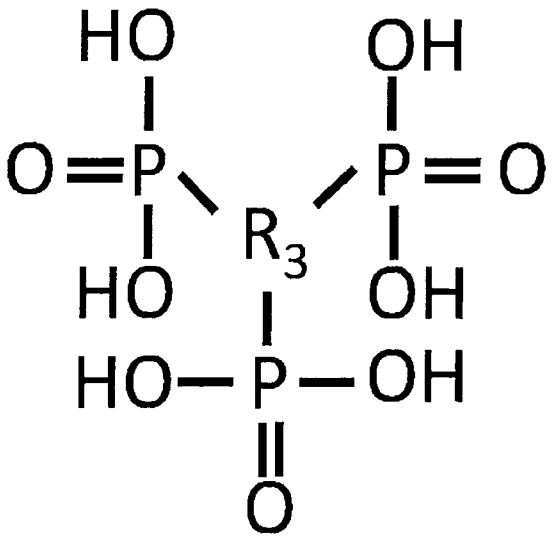
[化6]



(式(II)中，R_2為具有1個以上的碳原子之2價有機基)。

【0111】

[化7]

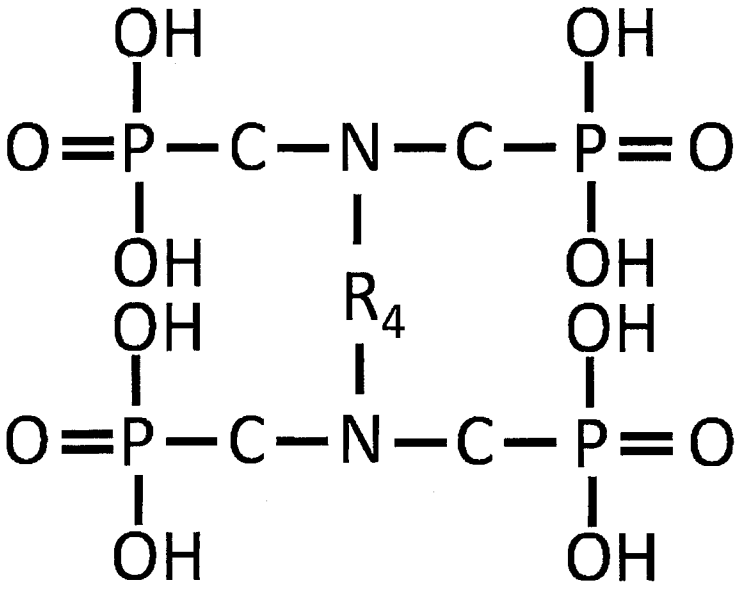


(III)

(式(III)中，R_3為具有1個以上的碳原子之3價有機基)。

【0112】

[化8]



(IV)

(式(IV)中，R_4為具有1個以上的碳原子之2價有機基)。

【0113】於式(I)～(IV)之化合物的某種實施形態中，R_1～R_4較佳包含至少1種類以上的具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的烷基、具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的伸烷基、胺基、羧酸基、乙氧基、溴基、氯基、酚基、全氟烷基、羥基、苯基、硫醇基、丙烯醯基及低聚乙二醇基之任一者。

【0114】作為式(I)，具體而言，可舉出3-苯基-2-丙烯基膦酸、替諾福韋、2-膦醯基丁烷-1,2,4-三羧酸、4-膦醯基苯甲酸、乙烯基膦酸、n-辛基膦酸、(3-溴丙基)膦酸、(4-溴丁基)膦酸、(2-溴乙基)膦酸、(4-溴苯基)膦酸、3-膦醯基丙酸、(4-羥基苯基)膦酸、己基膦酸、4-膦醯基酪酸、丙基膦酸、(4-胺基苄基)膦酸、(4-胺基苯基)膦酸、3-膦醯基苯甲酸、甲基膦酸、壬基膦酸、二苯甲基膦酸、十八烷基膦酸、(胺基甲基)膦酸、(2-苯基乙基)膦酸、乙基膦酸、丁基膦酸、癸基膦酸、十二烷基膦酸、(2-氯乙基)膦酸、4-甲氧基苯基膦酸、十六烷基膦酸、(4-羥基苄基)膦酸、苯基膦酸、(1H,1H,2H,2H-十七氟癸基)膦酸、十四烷基膦酸、(1-胺基乙基)膦酸、十一烷基膦酸、庚基膦酸、10-羧基癸基膦酸、11-胺基十一烷基膦酸・氫溴酸鹽、11-羥基十一烷基膦酸、1H,1H,2H,2H-全氟-n-己基膦酸、1H,1H,2H,2H-全氟辛基膦酸、1H,1H,2H,2H-全氟-n-癸基膦酸、11-{2-[2-(2-甲氧基乙氧基)乙氧基]乙氧基}十一烷基膦酸、12-巰基癸基膦酸及[11-(丙烯醯氧基)十一烷基]膦酸。

【0115】作為式(II)，具體而言，可舉出m-苯二甲基二膦酸、o-苯二甲基二膦酸、亞甲基二膦酸、阿侖膦酸、1,4-伸丁基二膦酸、甘胺酸-N,N-雙(亞甲基膦酸)、p-苯二甲基二膦酸、唑來膦酸、1,3-伸丙基二膦酸、1,5-伸戊基二膦酸、1,4-伸苯基二膦酸、1,2-伸乙基二膦酸、1,6-伸己基二膦酸、米諾膦酸鹽及1-羥基乙烷-1,1-二膦酸。

【0116】作為式(III)，具體而言，可舉出氮基參(亞甲基膦酸)。

【0117】作為式(IV)，具體而言，可舉出N,N,N',N'-乙二胺肆(亞甲基膦酸)。

【0118】上述膦酸衍生物可單獨1種或組合2種以上使用。

【0119】使上述膦酸衍生物修飾量子點表面或金屬氧化物表面時的加熱溫度係沒有特別的限定，但為了有效率地修飾，加熱溫度較佳為50～300℃之範圍，更佳為80℃～200℃之範圍。若為如此的範圍，則可更有效率地修飾量子點表面。

【0120】關於作為上述表面修飾劑的膦酸衍生物之添加量，只要是膦酸衍生物能修飾量子點表面或金屬氧化物表面之範圍，就沒有特別的限定，例如若為30wt%以下則可抑制量子點彼此的凝聚或膦酸衍生物的析出，因此較佳，若為0.01wt%以上，則充分發揮對量子點表面或金屬氧化物表面的修飾之作用，因此相對於量子點的固體重量，表面修飾劑的添加重量較佳為0.01～30wt%之範圍，

更佳為0.05～20wt%之範圍。

【0121】

[量子點組成物]

量子點表面被上述氧化物層所被覆，且該量子點表面或氧化物層表面被膦酸所修飾之量子點組成物，係藉由抑制量子點表面的氧化反應，而抑制螢光發光效率的劣化，改善安定性。

【0122】

[樹脂組成物]

又，上述量子點組成物可作為分散於樹脂中的樹脂組成物使用。樹脂材料係沒有特別的限定，但較佳為量子點組成物不發生凝聚、螢光發光效率的劣化者，例如可舉出由環氧系樹脂、丙烯酸系樹脂、氟系樹脂、聚矽氧系樹脂、碳酸酯系樹脂及玻璃樹脂所選出的至少1種類以上。

【0123】該等樹脂組成物係為了提高螢光發光效率，較佳為穿透率高者，穿透率特佳為80%以上。

【0124】又，樹脂組成物中所含有的量子點濃度係沒有特別的限定，可配合薄膜厚度或量子點的發光效率、目的之波長轉換材料的特性而適當地調整。

【0125】又，於樹脂組成物中，可包含量子點組成物以外的物質，可包含二氧化矽或氧化鋯、氧化鋁、氧化鈦等之微粒子作為光散射體，也可包含無機螢光體或有機螢光體。

【0126】作為無機螢光體，可例示YAG、LSN、

LYSN、CASN、SCASN、KSF、CSO、β-SIALON、GYAG、LuAG、SBCA等，作為有機螢光體，可例示茋衍生物、蒽醌衍生物、蒽衍生物、酞菁衍生物、花青衍生物、二噁咔衍生物、苯并噁咔酮衍生物、香豆素衍生物、喹啉黃衍生物、苯并噁唑衍生物、吡唑啉衍生物等。

【0127】

[波長轉換材料]

又，本發明中，提供一種包含上述樹脂組成物的硬化物之波長轉換材料。波長轉換材料可直接使用，也可被加工。作為一個形態，可舉出在加工成片狀後使其硬化，量子點組成物分散於樹脂中而成之波長轉換薄膜。

【0128】波長轉換材料之製造方法係沒有特別的限定，例如可將使量子點組成物分散於樹脂中成而成之樹脂組成物塗佈於PET或聚醯亞胺等之透明薄膜並使其硬化，進行層合加工而得到波長轉換構件。

【0129】向透明薄膜之塗佈可使用噴霧或噴墨等之噴霧法、旋轉塗佈或棒塗、刮刀法，藉由塗佈而形成樹脂層。又，樹脂層及透明薄膜之厚度係沒有特別的限制，可按照用途而適宜選擇。若為如此的波長轉換材料，則抑制螢光發光效率的劣化，可靠性提升。

實施例

【0130】以下，使用製造例、實施例、比較例來具體地說明本發明，惟本發明不限定於這些。

【0131】

(發光特性評價)

於製造例、實施例及比較例中，作為量子點、量子點組成物及波長轉換材料之螢光發光特性評價，使用大塚電子股份有限公司製：量子效率測定系列(QE-2100)，測定在激發波長450nm的螢光發光效率(內部量子效率)。

【0132】

(量子點之製造)

(製造例1)

於燒瓶內加入乙酸銦0.070g(0.24mmol)、棕櫚酸0.256g(0.72mmol)、1-十八烯4.0mL，於減壓下，在100℃進行加熱攪拌，邊溶解邊進行1小時脫氣。

【0133】將燒瓶冷卻到室溫後氮沖洗，將10vol%(參)三甲基矽烷基膦/十八烯溶液0.50mL(0.17mmol)添加至燒瓶，將燒瓶加熱到300℃，進行20分鐘的攪拌，而合成InP半導體核粒子。

【0134】其次，將燒瓶冷卻到200℃後，添加氯化鎵(III)/十八烯溶液0.10mL(0.02mmol)，加熱30分鐘而進行InP半導體核粒子表面之鈍化。

【0135】再者，將燒瓶加熱到240℃後，添加0.30M硬脂酸鋅/十八烯溶液4.0mL(1.2mmol)，攪拌30分鐘。再者，將硒/三辛基膦溶液1.5M 0.60mL(0.90mmol)添加至燒瓶，攪拌30分鐘。

【0136】其次，將燒瓶冷卻到室溫後，添加乙酸鋅

0.22g(1.1mmol)，於減壓下，在100℃進行加熱攪拌，邊溶解邊進行1小時脫氣。氮沖洗燒瓶後，加熱到230℃，添加1-十二烷硫醇0.48mL(2.0mmol)，攪拌30分鐘。

【0137】將所得之溶液冷卻到室溫，添加乙醇，藉由離心分離，使由InP的核、ZnSe的殼、ZnS的殼所成之量子點沉澱，去除上清液。

【0138】再者，於沉澱物中添加甲苯並使其分散，再度添加乙醇，進行離心分離，去除上清液，使其再分散於甲苯中，而調製InP/ZnSe/ZnS分散液。

【0139】所得之InP/ZnSe/ZnS甲苯分散液的螢光發光波長波峰為535nm，內部量子效率為84%。又，對於InP/ZnSe/ZnS甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為68%。

【0140】

(製造例2)

於燒瓶內加入乙酸銀(I)0.033g(0.20mmol)、乙酸銦0.058g(0.20mmol)、1-十二烷硫醇0.65mL(2.7mmol)與油胺4.0mL，於減壓下，在100℃進行加熱攪拌，進行1小時脫氣。其後，氮沖洗燒瓶內，加熱至200℃，保持20分鐘而合成$AgInS_2$半導體核粒子。

【0141】其次，使氯化鋅0.014g(0.1mmol)溶解於三辛基膦溶液1.0ml，添加至經加熱到200℃的燒瓶，進行$AgInS_2$半導體核粒子表面之鈍化。

【0142】接著，將燒瓶加熱至230℃後，調製硫/三辛基膦溶液1.25M，添加1.0mL至反應溶液並攪拌1小時。最後，將使乙酸鋅0.099g(0.54mmol)溶解於油酸0.24mL(0.76mmol)與油胺0.15mL中之鋅前驅物溶液添加至燒瓶，在230℃加熱攪拌1小時。

【0143】將所得之溶液冷卻到室溫，添加乙醇，藉由離心分離而使量子點沉澱，去除上清液。再者，添加甲苯而使其分散，再度添加乙醇並進行離心分離，去除上清液，使沉澱物再分散於甲苯中而調製$AgInS_2$/ZnS分散液。

【0144】所得之$AgInS_2$/ZnS甲苯分散液的螢光發光波長波峰為599nm，內部量子效率為68%。又，對於$AgInS_2$/ZnS分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為49%。

【0145】

(金屬氧化物被覆層之形成)

(製造例3)

混合製造例1所得之1.0wt%InP/ZnSe/ZnS量子點(半導體奈米粒子)的甲苯溶液10g、原矽酸四乙酯110μL、25%氨水溶液50μL、溴化鯨蠟基三甲基銨/乙醇溶液0.010g/100μL，置入高壓反應容器內。

【0146】其後，使用微波合成反應裝置(Milestone General公司製，flexi WAVE)，在2450MHz進行60℃、5分鐘加熱，而將SiO_2被覆層形成在InP/ZnSe/ZnS表面。於所

得之奈米粒子中添加乙醇後，藉由離心分離而使其沉降，去除上清液，添加甲苯或十八烯，進行超音波照射處理而使其再分散。

【0147】所得之InP/ZnSe/ZnS/SiO_2甲苯分散液的內部量子效率為81%。又，對於InP/ZnSe/ZnS/SiO_2甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為71%。

【0148】

(製造例4)

混合製造例1所得之1.0wt%InP/ZnSe/ZnS量子點(半導體奈米粒子)的甲苯溶液10g、異丙氧化鋁0.10g、25%氨水溶液50μL、溴化鯨蠟基三甲基銨/乙醇溶液0.010g/100μL，置入高壓反應容器內。

【0149】其後，使用微波合成反應裝置(Milestone General公司製，flexi WAVE)，在2450MHz進行60℃、5分鐘加熱，將Al_2O_3被覆層形成在InP/ZnSe/ZnS表面。於所得之奈米粒子中添加乙醇後，藉由離心分離而使其沉降，去除上清液，添加甲苯或十八烯，進行超音波照射處理而使其再分散。

【0150】所得之InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3甲苯分散液的內部量子效率為83%。又，對於InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光

效率，結果內部量子效率為72%。

【0151】

(製造例5)

混合製造例1所得之1.0wt%InP/ZnSe/ZnS量子點(半導體奈米粒子)的甲苯溶液10g、異丙氧化鋯(IV)0.16g、25%氨水溶液50μL、溴化鯨蠟基三甲基銨/乙醇溶液0.010g/100μL，置入高壓反應容器內。

【0152】其後，使用微波合成反應裝置(Milestone General公司製，flexi WAVE)，在2450MHz進行60℃、5分鐘加熱，而將ZrO_2被覆層形成在InP/ZnSe/ZnS表面。於所得之奈米粒子中添加乙醇後，藉由離心分離而使其沉降，去除上清液，添加甲苯或十八烯，進行超音波照射處理而使其再分散。

【0153】所得之InP/ZnSe/ZnS/ZrO_2甲苯分散液的內部量子效率為83%。又，對於InP/ZnSe/ZnS/ZrO_2甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為73%。

【0154】

(製造例6)

混合製造例1所得之1.0wt%InP/ZnSe/ZnS量子點(半導體奈米粒子)的甲苯溶液10g、四異丙氧化鈦0.14g、25%氨水溶液50μL、溴化鯨蠟基三甲基銨/乙醇溶液0.010g/100μL，置入高壓反應容器內。

【0155】其後，使用微波合成反應裝置(Milestone General公司製，flexi WAVE)，在2450MHz進行60℃、5分鐘加熱，將TiO_2被覆層形成在InP/ZnSe/ZnS表面。

【0156】於所得之奈米粒子中添加乙醇後，藉由離心分離而使其沉降，去除上清液，添加甲苯或十八烯，進行超音波照射處理而使其再分散。

【0157】所得之InP/ZnSe/ZnS/TiO_2甲苯分散液的內部量子效率為78%。又，對於InP/ZnSe/ZnS/TiO_2甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為70%。

【0158】

(製造例7)

混合製造例2所得之1.0wt%$AgInS_2$/ZnS量子點(半導體奈米粒子)的甲苯溶液10g、異丙氧化鋁0.10g、25%氨水溶液50μL、溴化鯨蠟基三甲基銨/乙醇溶液0.010g/100μL，置入高壓反應容器內。

【0159】其後，使用微波合成反應裝置(Milestone General公司製，flexi WAVE)，在2450MHz進行60℃、5分鐘加熱，將Al_2O_3被覆層形成在$AgInS_2$/ZnS表面。於所得之奈米粒子中添加乙醇後，藉由離心分離而使其沉降，去除上清液，添加甲苯或十八烯，進行超音波照射處理而使其再分散。

【0160】所得之$AgInS_2$/ZnS/Al_2O_3甲苯分散液的內部

量子效率為64%。又，對於$AgInS_2/ZnS/Al_2O_3$甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為54%。

【0161】

(製造例8)

混合製造例2所得之1.0wt%$AgInS_2/ZnS$量子點(半導體奈米粒子)的甲苯溶液10g、異丙氧化鋯(IV)0.16g、25%氨水溶液50μL、溴化鯨蠟基三甲基銨/乙醇溶液0.010g/100μL，置入高壓反應容器內。

【0162】其後，使用微波合成反應裝置(Milestone General公司製，flexi WAVE)，在2450MHz進行60℃、5分鐘加熱，將ZrO_2被覆層形成在$AgInS_2/ZnS$表面。於所得之奈米粒子中添加乙醇後，藉由離心分離而使其沉降，去除上清液，添加甲苯或十八烯，進行超音波照射處理而使其再分散。

【0163】所得之$AgInS_2/ZnS/ZrO_2$甲苯分散液的內部量子效率為63%。又，對於$AgInS_2/ZnS/ZrO_2$甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為53%

【0164】

(藉由膦酸衍生物的表面修飾)

(實施例1)

於氮氣環境下，在20ml小瓶(vial)中秤量十六烷基膦酸(HDPA)31mg，添加甲苯5ml、乙醇1ml，進行攪拌而製作十六烷基膦酸溶液。

【0165】再者，於氮氣環境下，將製造例3所得之1.0wt%的InP/ZnSe/ZnS/SiO_2的十八烯分散液10g與十六烷基膦酸溶液6ml添加至三口燒瓶。

【0166】其次，將燒瓶在減壓下、50℃進行加熱攪拌，進行10分鐘脫氣。接著，氮沖洗燒瓶，加熱到150℃，進行3小時的攪拌，而得到對於InP/ZnSe/ZnS/SiO_2以HDPA修飾的量子點組成物。將所得之溶液冷卻到室溫，添加乙醇，藉由離心分離，使量子點組成物沉澱，去除上清液。

【0167】再者，於沉澱物中添加甲苯並使其分散，再度添加乙醇並進行離心分離，去除上清液，使其再分散於甲苯中，而調製量子點組成物的甲苯分散液。

【0168】所得之量子點組成物的甲苯分散液的內部量子效率為81%。又，對於所得之量子點組成物的甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為76%。

【0169】

(實施例2)

於氮氣環境下，在20ml小瓶中秤量十六烷基膦酸(HDPA)31mg，添加甲苯5ml、乙醇1ml並攪拌，而製作十

六烷基膦酸溶液。

【0170】再者，於氮氣環境下，將製造例4所得之1.0wt%的InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3的十八烯分散液10g與十六烷基膦酸溶液6ml添加至三口燒瓶。

【0171】其次，將燒瓶在減壓下、50℃進行加熱攪拌，進行10分鐘脫氣。接著，氮沖洗燒瓶，加熱到150℃，進行3小時的攪拌，而得到對於InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3以HDPA修飾的量子點組成物。

【0172】將所得之溶液冷卻到室溫，添加乙醇，藉由離心分離，使量子點組成物沉澱，去除上清液。再者，於沉澱物中添加甲苯並使其分散，再度添加乙醇並進行離心分離，去除上清液，使其再分散於甲苯中，而調製量子點組成物的甲苯分散液。

【0173】所得之量子點組成物的甲苯分散液的內部量子效率為82%。又，對於所得之量子點組成物的甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為80%。

【0174】

(實施例3)

於氮氣環境下，在20ml小瓶中秤量十六烷基膦酸(HDPA)31mg，添加甲苯5ml、乙醇1ml並攪拌，而製作十六烷基膦酸溶液。

【0175】再者，於氮氣環境下，將製造例5所得之

1.0wt%的InP/ZnSe/ZnS/ZrO_2的十八烯分散液10g與十六烷基膦酸溶液6ml添加至三口燒瓶。其次，將燒瓶在減壓下、50℃進行加熱攪拌，進行10分鐘脫氣。

【0176】接著，氮沖洗燒瓶，加熱到150℃，進行3小時的攪拌，而得到對於InP/ZnSe/ZnS/ZrO_2以HDPA修飾的量子點組成物。

【0177】將所得之溶液冷卻到室溫，添加乙醇，藉由離心分離，使量子點組成物沉澱，去除上清液。於沉澱物中添加甲苯並使其分散，再度添加乙醇並進行離心分離，去除上清液，使其再分散於甲苯中，而調製量子點組成物的甲苯分散液。

【0178】所得之量子點組成物的甲苯分散液的內部量子效率為82%。又，對於所得之量子點組成物的甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為79%。

【0179】

(實施例4)

於氮氣環境下，在20ml小瓶中秤量十六烷基膦酸(HDPA)31mg，添加甲苯5ml、乙醇1ml並攪拌，而製作十六烷基膦酸溶液。

【0180】再者，於氮氣環境下，將製造例6所得之1.0wt%的InP/ZnSe/ZnS/TiO_2的十八烯分散液10g與十六烷基膦酸溶液6ml添加至三口燒瓶。

【0181】其次，將燒瓶在減壓下、50℃進行加熱攪拌，進行10分鐘脫氣。接著，氮沖洗燒瓶，加熱到150℃，進行3小時的攪拌，而得到對於$InP/ZnSe/ZnS/TiO_2$以HDPA修飾的量子點組成物。

【0182】將所得之溶液冷卻到室溫，添加乙醇，藉由離心分離，使量子點組成物沉澱，去除上清液。於沉澱物中添加甲苯並使其分散，再度添加乙醇並進行離心分離，去除上清液，使其再分散於甲苯中，而調製量子點組成物的甲苯分散液。

【0183】所得之量子點組成物的甲苯分散液的內部量子效率為78%。又，對於所得之量子點組成物的甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為77%。

【0184】

(實施例5)

於氮氣環境下，在20ml小瓶中秤量十六烷基膦酸(HDPA)31mg，添加甲苯5ml、乙醇1ml並攪拌，而製作十六烷基膦酸溶液。

【0185】再者，於氮氣環境下，將製造例7所得之1.0wt%的$AgInS_2/ZnS/Al_2O_3$的十八烯分散液10g與十六烷基膦酸溶液6ml添加至三口燒瓶。

【0186】其次，將燒瓶在減壓下、50℃進行加熱攪拌，進行10分鐘脫氣。接著，氮沖洗燒瓶，加熱到150

℃，進行3小時的攪拌，而得到對於$AgInS_2/ZnS/Al_2O_3$以HDPA修飾的量子點組成物。

【0187】將所得之溶液冷卻到室溫，添加乙醇，藉由離心分離，使量子點組成物沉澱，去除上清液。於沉澱物中添加甲苯並使其分散，再度添加乙醇並進行離心分離，去除上清液，使其再分散於甲苯中，而調製量子點組成物的甲苯分散液。

【0188】所得之量子點組成物的甲苯分散液的內部量子效率為63%。又，對於所得之量子點組成物的甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為61%。

【0189】

(實施例6)

於氮氣環境下，在20ml小瓶中秤量十六烷基膦酸(HDPA)31mg，添加甲苯5ml、乙醇1ml並攪拌，而製作十六烷基膦酸溶液。

【0190】再者，於氮氣環境下，將製造例8所得之1.0wt%的$AgInS_2/ZnS/ZrO_2$的十八烯分散液10g與十六烷基膦酸溶液6ml添加至三口燒瓶。

【0191】其次，將燒瓶在減壓下、50℃進行加熱攪拌，進行10分鐘脫氣。接著，氮沖洗燒瓶，加熱到150℃，進行3小時的攪拌，而得到對於$AgInS_2/ZnS/ZrO_2$以HDPA修飾的量子點組成物。

【0192】將所得之溶液冷卻到室溫，添加乙醇，藉由離心分離，使量子點組成物沉澱，去除上清液。於沉澱物中添加甲苯並使其分散，再度添加乙醇並進行離心分離，去除上清液，使其再分散於甲苯中，而調製量子點組成物的甲苯分散液。

【0193】所得之量子點組成物的甲苯分散液的內部量子效率為65%。又，對於所得之量子點組成物的甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為62%。

【0194】

(實施例7)

於氮氣環境下，在20ml小瓶中十二烷基膦酸(DDPA) 25mg，添加甲苯5ml、乙醇1ml並攪拌，而製作十二烷基膦酸溶液。

【0195】再者，於氮氣環境下，將製造例4所得之1.0wt%的InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3的十八烯分散液10g與十二烷基膦酸溶液6ml添加至三口燒瓶。

【0196】其次，將燒瓶在減壓下、50℃進行加熱攪拌，進行10分鐘脫氣。接著，氮沖洗燒瓶，加熱到150℃，進行3小時的攪拌，而得到對於InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3以DDPA修飾的量子點組成物。

【0197】將所得之溶液冷卻到室溫，添加乙醇，藉由離心分離，使量子點組成物沉澱，去除上清液。於沉澱物

中添加甲苯並使其分散，再度添加乙醇並進行離心分離，去除上清液，使其再分散於甲苯中，而調製量子點組成物的甲苯分散液。

【0198】所得之量子點組成物的甲苯分散液的內部量子效率為82%。又，對於所得之量子點組成物的甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為79%。

【0199】

(實施例8)

於氮氣環境下，在20ml小瓶中秤量(4-溴丁基)膦酸(BBPA)22mg，添加甲苯5ml、乙醇1ml並攪拌，而製作(4-溴丁基)膦酸溶液。

【0200】再者，於氮氣環境下，將製造例4所得之1.0wt%的InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3的十八烯分散液10g與(4-溴丁基)膦酸溶液6ml添加至三口燒瓶。

【0201】其次，將燒瓶在減壓下、50℃進行加熱攪拌，進行10分鐘脫氣。接著，氮沖洗燒瓶，加熱到150℃，進行3小時的攪拌，而得到對於InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3以BBPA修飾的量子點組成物。

【0202】將所得之溶液冷卻到室溫，添加乙醇，藉由離心分離，使量子點組成物沉澱，去除上清液。於沉澱物中添加甲苯並使其分散，再度添加乙醇並進行離心分離，去除上清液，使其再分散於甲苯中，而調製量子點組成物

的甲苯分散液。

【0203】所得之量子點組成物的甲苯分散液的內部量子效率為81%。又，對於所得之量子點組成物的甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為78%。

【0204】

(實施例9)

於氮氣環境下，在20ml小瓶中秤量苯基膦酸(PhPA)16mg，添加甲苯5ml、乙醇1ml並攪拌，而製作苯基膦酸(PhPA)溶液。

【0205】再者，於氮氣環境下，將製造例4所得之1.0wt%的InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3的十八烯分散液10g與苯基膦酸溶液6ml添加至三口燒瓶。其次，將燒瓶在減壓下、50℃進行加熱攪拌，進行10分鐘脫氣。

【0206】接著，氮沖洗燒瓶，加熱到150℃，進行3小時的攪拌，而得到對於InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3以PhPA修飾的量子點組成物。

【0207】將所得之溶液冷卻到室溫，添加乙醇，藉由離心分離，使量子點組成物沉澱，去除上清液。於沉澱物中添加甲苯並使其分散，再度添加乙醇並進行離心分離，去除上清液，使其再分散於甲苯中，而調製量子點組成物的甲苯分散液。

【0208】所得之量子點組成物的甲苯分散液的內部量

子效率為82%。又，對於所得之量子點組成物的甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為78%。

【0209】

(實施例10)

於氮氣環境下，在20ml小瓶中秤量十二烷基膦酸(DDPA)25mg，添加甲苯5ml、乙醇1ml並攪拌，而製作十二烷基膦酸溶液。

【0210】再者，於氮氣環境下，將製造例7所得之1.0wt%的$AgInS_2/ZnS/Al_2O_3$的十八烯分散液10g與十二烷基膦酸溶液6ml添加至三口燒瓶。

【0211】其次，將燒瓶在減壓下、50℃進行加熱攪拌，進行10分鐘脫氣。接著，氮沖洗燒瓶，加熱到150℃，進行3小時的攪拌，而得到對於$AgInS_2/ZnS/Al_2O_3$以DDPA修飾的量子點組成物。

【0212】將所得之溶液冷卻到室溫，添加乙醇，藉由離心分離，使量子點組成物沉澱，去除上清液。於沉澱物中添加甲苯並使其分散，再度添加乙醇並進行離心分離，去除上清液，使其再分散於甲苯中，而調製量子點組成物的甲苯分散液。

【0213】所得之量子點組成物的甲苯分散液的內部量子效率為63%。又，對於所得之量子點組成物的甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境

下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為60%。

【0214】

(實施例11)

於氮氣環境下，在20ml小瓶中秤量(4-溴丁基)膦酸(BBPA)22mg，添加甲苯5ml、乙醇1ml並攪拌，而製作(4-溴丁基)膦酸溶液。

【0215】再者，於氮氣環境下，將製造例7所得之1.0wt%的$AgInS_2/ZnS/Al_2O_3$的十八烯分散液10g與(4-溴丁基)膦酸溶液6m添加至三口燒瓶。

【0216】其次，將燒瓶在減壓下、50℃進行加熱攪拌，進行10分鐘脫氣。接著，氮沖洗燒瓶，加熱到150℃，進行3小時的攪拌，而得到對於$AgInS_2/ZnS/Al_2O_3$以BBPA修飾的量子點組成物。

【0217】將所得之溶液冷卻到室溫，添加乙醇，藉由離心分離，使量子點組成物沉澱，去除上清液。於沉澱物中添加甲苯並使其分散，再度添加乙醇並進行離心分離，去除上清液，使其再分散於甲苯中，而調製量子點組成物的甲苯分散液。

【0218】所得之量子點組成物的甲苯分散液的內部量子效率為61%。又，對於所得之量子點組成物的甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為59%。

【0219】

(實施例12)

於氮氣環境下，在20ml小瓶中秤量苯基膦酸(PhPA) 22mg，添加甲苯5ml、乙醇1ml並攪拌，而製作苯基膦酸溶液。

【0220】再者，於氮氣環境下，將製造例7所得之1.0wt%的$AgInS_2/ZnS/Al_2O_3$的十八烯分散液10g與苯基膦酸溶液6ml添加至三口燒瓶。

【0221】其次，將燒瓶在減壓下、50℃進行加熱攪拌，進行10分鐘脫氣。接著，氮沖洗燒瓶，加熱到150℃，進行3小時的攪拌，而得到對於$AgInS_2/ZnS/Al_2O_3$以PhPA修飾的量子點組成物。

【0222】將所得之溶液冷卻到室溫，添加乙醇，藉由離心分離，使量子點組成物沉澱，去除上清液。於沉澱物中添加甲苯並使其分散，再度添加乙醇並進行離心分離，去除上清液，使其再分散於甲苯中，而調製量子點組成物的甲苯分散液。

【0223】所得之量子點組成物的甲苯分散液的內部量子效率為63%。又，對於所得之量子點組成物的甲苯分散液，使用藍色LED光源(As One公司製，HL-36)在大氣環境下照射12小時的波長450nm之藍色光後，測定螢光發光效率，結果內部量子效率為60%。

【0224】表1中顯示以上之結果。

【0225】

[表1]

	量子點或 量子點組成物	甲苯分散液	
		藍色激發光照射前的內部量子效率(%)	藍色激發光照射後的內部量子效率(%)
製造例1	InP/ZnSe/ZnS	84	68
製造例2	$AgInS_2$/ZnS	68	49
製造例3	InP/ZnSe/ZnS/SiO_2	81	71
製造例4	InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3	83	72
製造例5	InP/ZnSe/ZnS/ZrO_2	83	73
製造例6	InP/ZnSe/ZnS/TiO_2	78	70
製造例7	$AgInS_2$/ZnS/Al_2O_3	64	54
製造例8	$AgInS_2$/ZnS/ZrO_2	63	53
實施例1	InP/ZnSe/ZnS/SiO_2/HDPA	81	76
實施例2	InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3/HDPA	82	80
實施例3	InP/ZnSe/ZnS/ZrO_2/HDPA	82	79
實施例4	InP/ZnSe/ZnS/TiO_2/HDPA	78	77
實施例5	$AgInS_2$/ZnS/Al_2O_3/HDPA	63	61
實施例6	$AgInS_2$/ZnS/ZrO_2/HDPA	65	62
實施例7	InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3/DDPA	82	79
實施例8	InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3/BBPA	81	78
實施例9	InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3/PhPA	82	78
實施例10	$AgInS_2$/ZnS/Al_2O_3/DDPA	63	60
實施例11	$AgInS_2$/ZnS/Al_2O_3/BBPA	61	59
實施例12	$AgInS_2$/ZnS/Al_2O_3/PhPA	63	60

【0226】關於製造例1之量子點的甲苯分散液及製造例3～6之進行了金屬氧化物被覆之量子點的甲苯分散液、實施例1～4、7～9之進行了氧化物被覆及膦酸處理之量子點組成物的甲苯分散液，若比較藍色光照射後的內部量子產率之值，則顯示實施例1～4、7～9之量子點組成物者保持高的內部量子產率之值。

【0227】又，關於製造例2之量子點的甲苯分散液及製造例7、8之進行了金屬氧化物被覆之量子點的甲苯分散液與實施例5、6、10～12之進行了氧化物被覆及膦酸處理

之量子點組成物的甲苯分散液，若比較藍色光照射後的內部量子產率之值，則顯示實施例5、6、10～12之量子點組成物者保持高的內部量子產率之值。

【0228】由該結果確認，經由金屬氧化物層形成及膦酸衍生物修飾量子點表面之量子點係抑制因藍色光照射所致的內部量子產率之減少，改善光安定性。

【0229】

(樹脂組成物及波長轉換材料之製作)

(實施例13)

使用實施例1所得之量子點組成物來製作波長轉換材料。混合上述量子點組成物的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0230】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0231】所得之波長轉換材料的厚度為97μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為44%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH(Relative Humidity，相對濕度)條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為41%。

【0232】

(實施例14)

使用實施例2所得之量子點組成物來製作波長轉換材料。混合上述量子點組成物的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0233】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0234】所得之波長轉換材料的厚度為99μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為47%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為46%。

【0235】

(實施例15)

使用實施例3所得之量子點組成物來製作波長轉換材料。混合上述量子點組成物的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0236】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4

小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0237】所得之波長轉換材料的厚度為99μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為45%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為44%。

【0238】

(實施例16)

使用實施例4所得之量子點組成物來製作波長轉換材料。混合上述量子點組成物的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0239】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0240】所得之波長轉換材料的厚度為99μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為43%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為41%。

【0241】

(實施例17)

使用實施例5所得之量子點組成物來製作波長轉換材料。混合上述量子點組成物的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯

酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0242】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0243】所得之波長轉換材料的厚度為98μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為33%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為32%。

【0244】

(實施例18)

使用實施例6所得之量子點組成物來製作波長轉換材料。混合上述量子點組成物的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0245】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0246】所得之波長轉換材料的厚度為100μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為32%。另外，測定

將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為31%。

【0247】

(實施例19)

使用實施例7所得之量子點組成物來製作波長轉換材料。混合上述量子點組成物的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0248】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0249】所得之波長轉換材料的厚度為99μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為47%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為45%。

【0250】

(實施例20)

使用實施例8所得之量子點組成物來製作波長轉換材料。混合上述量子點組成物的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0251】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的

聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0252】所得之波長轉換材料的厚度為99μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為45%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為43%。

【0253】

(實施例21)

使用實施例9所得之量子點組成物來製作波長轉換材料。混合上述量子點組成物的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0254】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0255】所得之波長轉換材料的厚度為98μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為46%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為45%。

【0256】

(實施例22)

使用實施例10所得之量子點組成物來製作波長轉換材料。混合上述量子點組成物的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0257】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0258】所得之波長轉換材料的厚度為96μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為33%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為31%。

【0259】

(實施例23)

使用實施例11所得之量子點組成物來製作波長轉換材料。混合上述量子點組成物的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0260】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4

小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0261】所得之波長轉換材料的厚度為99μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為32%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為30%。

【0262】

(實施例24)

使用實施例12所得之量子點組成物來製作波長轉換材料。混合上述量子點組成物的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0263】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0264】所得之波長轉換材料的厚度為99μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為33%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為30%。

【0265】

(比較例1)

使用製造例1所得之量子點來製作波長轉換材料。混合上述量子點的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公

司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0266】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0267】所得之波長轉換材料的厚度為96μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為48%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為27%。

【0268】

(比較例2)

使用製造例2所得之量子點來製作波長轉換材料。混合上述量子點的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0269】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0270】所得之波長轉換材料的厚度為98μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為34%。另外，測定

將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為20%。

【0271】

(比較例3)

使用製造例3所得之被覆有氧化物的量子點來製作波長轉換材料。混合上述量子點的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0272】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0273】所得之波長轉換材料的厚度為97μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為44%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為33%。

【0274】

(比較例4)

使用製造例4所得之被覆有氧化物的量子點來製作波長轉換材料。混合上述量子點的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0275】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的

聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0276】所得之波長轉換材料的厚度為99μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為47%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為36%。

【0277】

(比較例5)

使用製造例5所得之被覆有氧化物的量子點來製作波長轉換材料。混合上述量子點的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0278】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0279】所得之波長轉換材料的厚度為97μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為46%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為36%。

【0280】

(比較例6)

使用製造例6所得之被覆有氧化物的量子點來製作波長轉換材料。混合上述量子點的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0281】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0282】所得之波長轉換材料的厚度為99μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為42%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為34%。

【0283】

(比較例7)

使用製造例7所得之被覆有氧化物的量子點來製作波長轉換材料。混合上述量子點的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0284】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4

小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0285】所得之波長轉換材料的厚度為100μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為33%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為23%。

【0286】

(比較例8)

使用製造例8所得之被覆有氧化物的量子點來製作波長轉換材料。混合上述量子點的20wt%甲苯溶液2.5g與丙烯酸樹脂(DIC公司製：Acrydic BL-616-BA)5.0g，在攪拌狀態下一邊在60℃加熱一邊在減壓下去除溶劑。

【0287】其後，進行真空脫氣，塗佈於厚度50μm的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜上，藉由棒塗機形成樹脂組成物層。再者，在該樹脂組成物層上貼合PET薄膜而進行層合加工。將該薄膜在60℃加熱2小時，在150℃加熱4小時，而使樹脂組成物層硬化，製作波長轉換材料。

【0288】所得之波長轉換材料的厚度為98μm。又，所得之波長轉換材料的內部量子效率為32%。另外，測定將所得之波長轉換材料在85℃、85%RH條件下進行500小時處理後的螢光發光效率，結果內部量子效率為24%。

【0289】表2中顯示以上之結果。

【0290】

[表2]

	量子點或 量子點組成物	波長轉換材料	
		85℃、85%RH處理前的內部量子效率(%)	85℃、85%RH處理後的內部量子效率(%)
實施例13	實施例1： InP/ZnSe/ZnS/SiO_2/HDPA	44	41
實施例14	實施例2： InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3/HDPA	47	46
實施例15	實施例3： InP/ZnSe/ZnS/ZrO_2/HDPA	45	44
實施例16	實施例4： InP/ZnSe/ZnS/TiO_2/HDPA	43	41
實施例17	實施例5： $AgInS_2$/ZnS/Al_2O_3/HDPA	33	32
實施例18	實施例6： $AgInS_2$/ZnS/ZrO_2/HDPA	32	31
實施例19	實施例7： InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3/DDPA	47	45
實施例20	實施例8： InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3/BBPA	45	43
實施例21	實施例9： InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3/PhPA	46	45
實施例22	實施例10： $AgInS_2$/ZnS/Al_2O_3/DDPA	33	31
實施例23	實施例11： $AgInS_2$/ZnS/Al_2O_3/BBPA	32	30
實施例24	實施例12： $AgInS_2$/ZnS/Al_2O_3/PhPA	33	30
比較例1	製造例1：InP/ZnSe/ZnS	48	27
比較例2	製造例2：$AgInS_2$/ZnS	34	20
比較例3	製造例3：InP/ZnSe/ZnS/SiO_2	44	33
比較例4	製造例4：InP/ZnSe/ZnS/Al_2O_3	47	36
比較例5	製造例5：InP/ZnSe/ZnS/ZrO_2	46	36
比較例6	製造例6：InP/ZnSe/ZnS/TiO_2	42	34
比較例7	製造例7：$AgInS_2$/ZnS/Al_2O_3	33	23
比較例8	製造例8：$AgInS_2$/ZnS/ZrO_2	32	24

【0291】於實施例13與比較例1、3、實施例14、19～21與比較例1、4、實施例15與比較例1、5、實施例16與比較例1、6、實施例17、22～24與比較例2、7、實施例18與比較例2、8中，關於各自所製作的波長轉換材料，分別比較85℃、85%RH條件下500小時處理後的內部量子效率之值，結果確認：相較於僅形成有量子點及金屬氧化物層的

量子點，實施例13～24之使用經由金屬氧化物層形成及膦酸衍生物的表面修飾之本發明之量子點組成物的波長轉換材料者係顯示較高的內部量子效率之值。

【0292】如以上，本發明中所製造之量子點組成物及使用量子點組成物之樹脂組成物及使其硬化而成的波長轉換材料，確認即使使用毒性低的量子點，也抑制高溫、高濕條件下螢光發光效率的劣化，可靠性高。

【0293】本說明書包含以下之態樣。

[1]：一種量子點組成物，其係含有藉由激發光而發出螢光的量子點之量子點組成物，其特徵為：前述量子點係由不含Cd及Pb的半導體奈米粒子核與半導體奈米粒子殼所構成，前述量子點表面係被金屬氧化物所被覆，前述量子點表面或前述金屬氧化物表面係被膦酸衍生物所修飾。

[2]：如上述[1]之量子點組成物，其中前述量子點係由前述半導體奈米粒子核及覆蓋前述半導體奈米粒子核的單一或複數個前述半導體奈米粒子殼所構成。

[3]：如上述[1]或上述[2]之量子點組成物，其中前述半導體奈米粒子核係由ZnS、ZnSe、ZnTe、AlN、AlP、AlAs、AlSb、GaN、GaP、GaAs、GaSb、InN、InP、InAs、InSb、$AgGaS_2$、$AgInS_2$、$AgGaSe_2$、$AgInSe_2$、$CuGaS_2$、$CuGaSe_2$、$CuInS_2$、$CuInSe_2$、$ZnSiP_2$及$ZnGeP_2$之中選擇作為單一、複數或混晶者。

[4]：如上述[1]～上述[3]中任一項之量子點組成物，其中前述半導體奈米粒子核表面係被由$GaCl_3$、GaI_3、

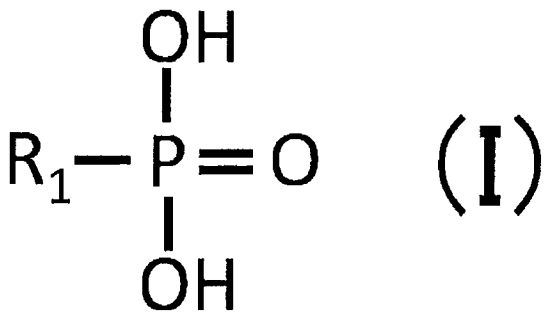
$GaBr_3$、$ZnCl_2$、$ZnBr_2$、ZnI_2、$InCl_3$、$InBr_3$、InI_3、AgCl、AgBr、AgI、KCl、KBr、KI、NaCl、NaBr、NaI、$MgCl_2$、$MgBr_2$、MgI_2、$CaCl_2$、$CaBr_2$、CaI_2、$MnCl_2$、$MnBr_2$、MnI_2、$FeCl_2$、$FeBr_2$、FeI_2、$CuCl_2$、$CuBr_2$、CuI_2、$ZrCl_4$、$ZrBr_4$、ZrI_4、$GeCl_4$、$GeBr_4$、GeI_4所選出的1種以上之化合物所鈍化者。

[5]：如上述[1]～上述[4]中任一項之量子點組成物，其中前述半導體奈米粒子殼係由ZnS、ZnSe、ZnTe、AlN、AlP、AlAs、AlSb、GaN、GaP、GaAs、GaSb、InN、InP、InAs及InSb之中選擇作為單一、複數或混晶者。

[6]：如上述[1]～上述[5]中任一項之量子點組成物，其中前述金屬氧化物係由TiO_2、ZnO、Al_2O_3、SiO_2、ZrO_2、Fe_2O_3、MgO、Y_2O_3、HfO_2、CeO_2、In_2O_3、SnO_2、WO_3、CrO_3、Ta_2O_3、$BaTiO_3$、V_2O_5、NiO、NbO、Cu_2O、CuO、MoO_3所選出的至少1種之化合物。

[7]：如上述[1]～上述[6]中任一項之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物係以下述式(I)表示；

[化9]



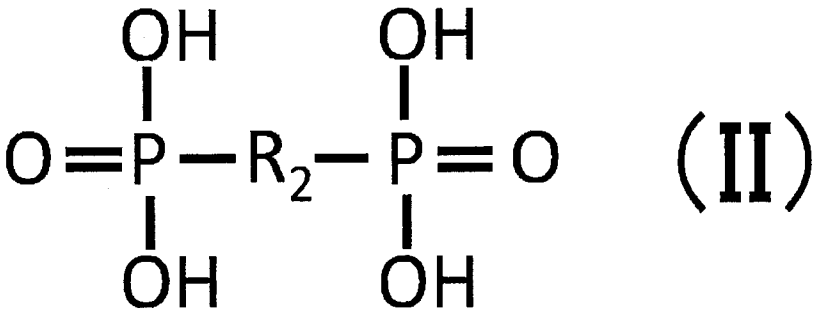
(I)

(式(I)中，R_1為具有1個以上的碳原子之1價有機基)。

[8]：如上述[7]記載之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物係由3-苯基-2-丙烯基膦酸、替諾福韋(Tenofovir)、2-膦醯基丁烷-1,2,4-三羧酸、4-膦醯基苯甲酸、乙烯基膦酸、n-辛基膦酸、(3-溴丙基)膦酸、(4-溴丁基)膦酸、(2-溴乙基)膦酸、(4-溴苯基)膦酸、3-膦醯基丙酸、(4-羥基苯基)膦酸、己基膦酸、4-膦醯基酪酸、丙基膦酸、(4-胺基苄基)膦酸、(4-胺基苯基)膦酸、3-膦醯基苯甲酸、甲基膦酸、壬基膦酸、二苯甲基膦酸、十八烷基膦酸、(胺基甲基)膦酸、(2-苯基乙基)膦酸、乙基膦酸、丁基膦酸、癸基膦酸、十二烷基膦酸、(2-氯乙基)膦酸、4-甲氧基苯基膦酸、十六烷基膦酸、(4-羥基苄基)膦酸、苯基膦酸、(1H,1H,2H,2H-十七氟癸基)膦酸、十四烷基膦酸、(1-胺基乙基)膦酸、十一烷基膦酸、庚基膦酸、10-羧基癸基膦酸、11-胺基十一烷基膦酸・氫溴酸鹽、11-羥基十一烷基膦酸、1H,1H,2H,2H-全氟-n-己基膦酸、1H,1H,2H,2H-全氟辛基膦酸、1H,1H,2H,2H-全氟-n-癸基膦酸、11-{2-[2-(2-甲氧基乙氧基)乙氧基]乙氧基}十一烷基膦酸、12-巰基癸基膦酸及[11-(丙烯醯氧基)十一烷基]膦酸所選出的1種以上。

[9]：如上述[1]～上述[6]中任一項之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物係以下述式(II)表示；

[化10]



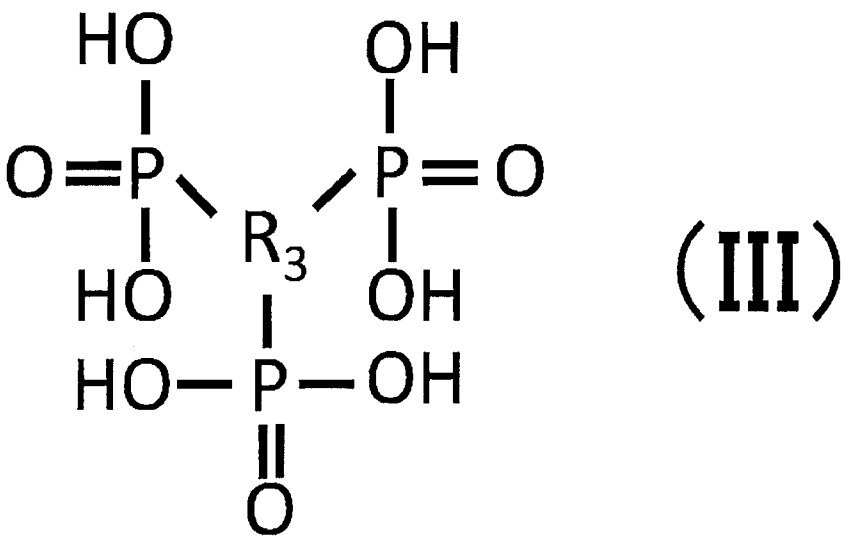
(II)

(式(II)中，R_2為具有1個以上的碳原子之2價有機基)。

[10]：如上述[9]之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物係由m-苯二甲基二膦酸、o-苯二甲基二膦酸、亞甲基二膦酸、阿侖膦酸(Alendronic acid)、1,4-伸丁基二膦酸、甘胺酸-N,N-雙(亞甲基膦酸)、p-苯二甲基二膦酸、唑來膦酸(Zoledronic Acid)、1,3-伸丙基二膦酸、1,5-伸戊基二膦酸、1,4-伸苯基二膦酸、1,2-伸乙基二膦酸、1,6-伸己基二膦酸、米諾膦酸鹽(Minodronate)及1-羥基乙烷-1,1-二膦酸所選出的1種以上。

[11]：如上述[1]～上述[6]中任一項之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物係以下述式(III)表示；

[化11]



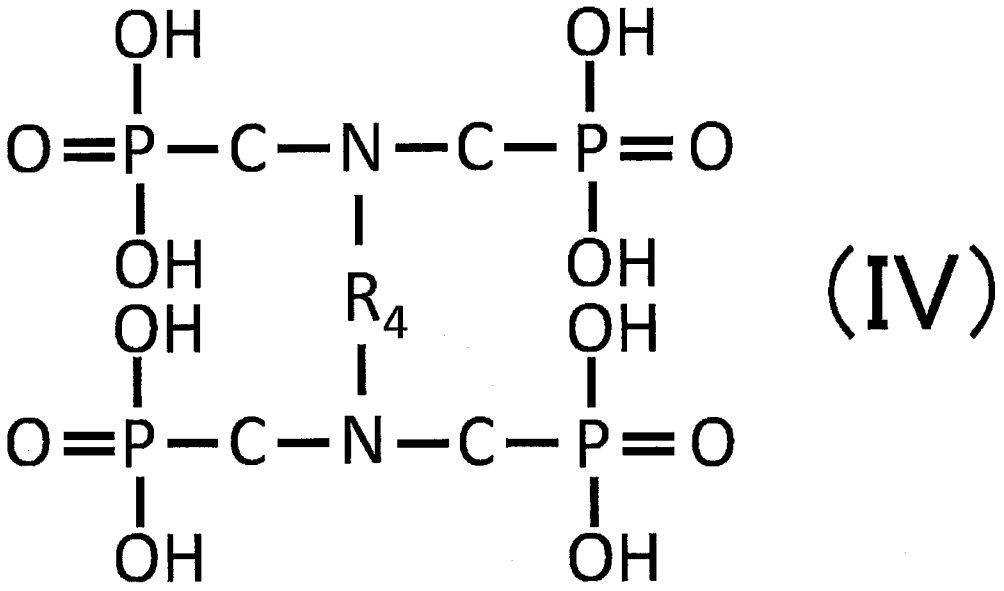
(III)

(式(III)中，R_3為具有1個以上的碳原子之3價有機基)。

[12]：如[11]記載之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物為氮基參(亞甲基膦酸)。

[13]：如上述[1]～上述[6]中任一項之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物係以下述式(IV)表示；

[化12]



(IV)

(式(IV)中，R_4為具有1個以上的碳原子之2價有機基)。

[14]：如上述[13]記載之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物為N,N,N',N'-乙二胺肆(亞甲基膦酸)。

[15]：如上述[7]記載之量子點組成物，其中前述R_1包含至少1種類以上的具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的烷基、具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的伸烷基、胺基、羧酸基、乙氧基、溴基、氯基、酚基、全氟烷基、羥基、苯基、硫醇基、丙烯醯基及低聚乙二醇基之任一者。

[16]：如上述[9]記載之量子點組成物，其中前述R_2包含至少1種類以上的具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的烷基、具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的伸烷基、胺基、羧酸基、乙氧基、溴基、氯基、酚基、全氟烷

基、羥基、苯基、硫醇基、丙烯醯基及低聚乙二醇基之任一者。

[17]：如上述[11]記載之量子點組成物，其中前述R_3包含至少1種類以上的具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的烷基、具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的伸烷基、胺基、羧酸基、乙氧基、溴基、氯基、酚基、全氟烷基、羥基、苯基、硫醇基、丙烯醯基及低聚乙二醇基之任一者。

[18]：如上述[13]記載之量子點組成物，其中前述R_4包含至少1種類以上的具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的烷基、具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的伸烷基、胺基、羧酸基、乙氧基、溴基、氯基、酚基、全氟烷基、羥基、苯基、硫醇基、丙烯醯基及低聚乙二醇基之任一者。

[19]：一種樹脂組成物，其特徵為使如上述[1]至上述[18]中任一項記載之量子點組成物分散於樹脂中而成者。

[20]：如上述[19]記載之樹脂組成物，其中前述樹脂係由環氧系樹脂、丙烯酸系樹脂、氟系樹脂、聚矽氧系樹脂、碳酸酯系樹脂及玻璃樹脂所選出的至少1種類以上者。

[21]：一種波長轉換材料，其特徵為包含如上述[20]記載之樹脂組成物的硬化物。

【0294】尚且，本發明不限定於上述實施形態。上述實施形態為例示，具有與本發明申請專利範圍所記載之技

術思想實質上相同的構成，發揮同樣的作用效果者，皆包含於本發明之技術範圍內。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種量子點組成物，其係含有藉由激發光而發出螢光的量子點之量子點組成物，其特徵為：前述量子點係由不含Cd及Pb的半導體奈米粒子核與半導體奈米粒子殼所構成，前述量子點表面係被金屬氧化物所被覆，前述量子點表面或前述金屬氧化物表面係被膦酸衍生物所修飾。

【請求項2】如請求項1之量子點組成物，其中前述量子點係由前述半導體奈米粒子核及覆蓋前述半導體奈米粒子核的單一或複數個前述半導體奈米粒子殼所構成。

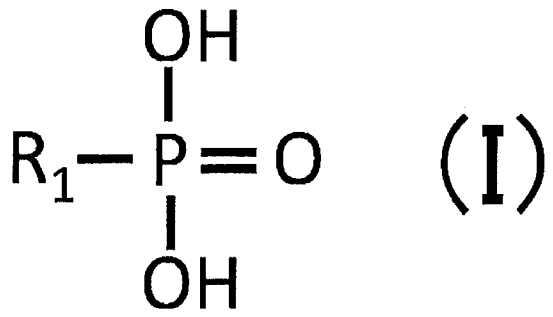
【請求項3】如請求項1之量子點組成物，其中前述半導體奈米粒子核係由ZnS、ZnSe、ZnTe、AlN、AlP、AlAs、AlSb、GaN、GaP、GaAs、GaSb、InN、InP、InAs、InSb、$AgGaS_2$、$AgInS_2$、$AgGaSe_2$、$AgInSe_2$、$CuGaS_2$、$CuGaSe_2$、$CuInS_2$、$CuInSe_2$、$ZnSiP_2$及$ZnGeP_2$之中選擇作為單一、複數或混晶者。

【請求項4】如請求項1之量子點組成物，其中前述半導體奈米粒子核表面係被由$GaCl_3$、GaI_3、$GaBr_3$、$ZnCl_2$、$ZnBr_2$、ZnI_2、$InCl_3$、$InBr_3$、InI_3、AgCl、AgBr、AgI、KCl、KBr、KI、NaCl、NaBr、NaI、$MgCl_2$、$MgBr_2$、MgI_2、$CaCl_2$、$CaBr_2$、CaI_2、$MnCl_2$、$MnBr_2$、MnI_2、$FeCl_2$、$FeBr_2$、FeI_2、$CuCl_2$、$CuBr_2$、CuI_2、$ZrCl_4$、$ZrBr_4$、ZrI_4、$GeCl_4$、$GeBr_4$、GeI_4所選出的1種以上之化合物所鈍化者。

【請求項5】如請求項1之量子點組成物，其中前述半導體奈米粒子殼係由ZnS、ZnSe、ZnTe、AlN、AlP、AlAs、AlSb、GaN、GaP、GaAs、GaSb、InN、InP、InAs及InSb之中選擇作為單一、複數或混晶者。

【請求項6】如請求項1之量子點組成物，其中前述金屬氧化物係由TiO_2、ZnO、Al_2O_3、SiO_2、ZrO_2、Fe_2O_3、MgO、Y_2O_3、HfO_2、CeO_2、In_2O_3、SnO_2、WO_3、CrO_3、Ta_2O_3、$BaTiO_3$、V_2O_5、NiO、NbO、Cu_2O、CuO、MoO_3所選出的至少1種之化合物。

【請求項7】如請求項1之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物係以下述式(I)表示；



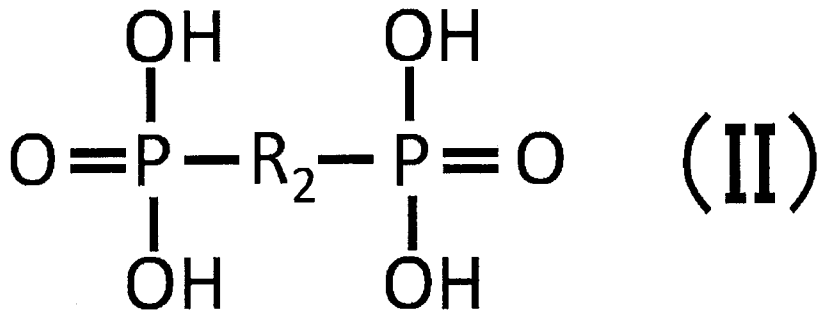
(I)

(式(I)中，R_1為具有1個以上的碳原子之1價有機基)。

【請求項8】如請求項7之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物係由3-苯基-2-丙烯基膦酸、替諾福韋(Tenofovir)、2-膦醯基丁烷-1,2,4-三羧酸、4-膦醯基苯甲酸、乙烯基膦酸、n-辛基膦酸、(3-溴丙基)膦酸、(4-溴丁基)膦酸、(2-溴乙基)膦酸、(4-溴苯基)膦酸、3-膦醯基丙酸、(4-羥基苯基)膦酸、己基膦酸、4-膦醯基酪酸、丙基膦酸、(4-胺基苄基)膦酸、(4-胺基苯基)膦酸、3-膦醯基苯

甲酸、甲基膦酸、壬基膦酸、二苯甲基膦酸、十八烷基膦酸、(胺基甲基)膦酸、(2-苯基乙基)膦酸、乙基膦酸、丁基膦酸、癸基膦酸、十二烷基膦酸、(2-氯乙基)膦酸、4-甲氧基苯基膦酸、十六烷基膦酸、(4-羥基苄基)膦酸、苯基膦酸、(1H,1H,2H,2H-十七氟癸基)膦酸、十四烷基膦酸、(1-胺基乙基)膦酸、十一烷基膦酸、庚基膦酸、10-羧基癸基膦酸、11-胺基十一烷基膦酸・氫溴酸鹽、11-羥基十一烷基膦酸、1H,1H,2H,2H-全氟-n-己基膦酸、1H,1H,2H,2H-全氟辛基膦酸、1H,1H,2H,2H-全氟-n-癸基膦酸、11-{2-[2-(2-甲氧基乙氧基)乙氧基]乙氧基}十一烷基膦酸、12-巰基癸基膦酸及[11-(丙烯醯氧基)十一烷基]膦酸所選出的1種以上。

【請求項9】如請求項1之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物係以下述式(II)表示；



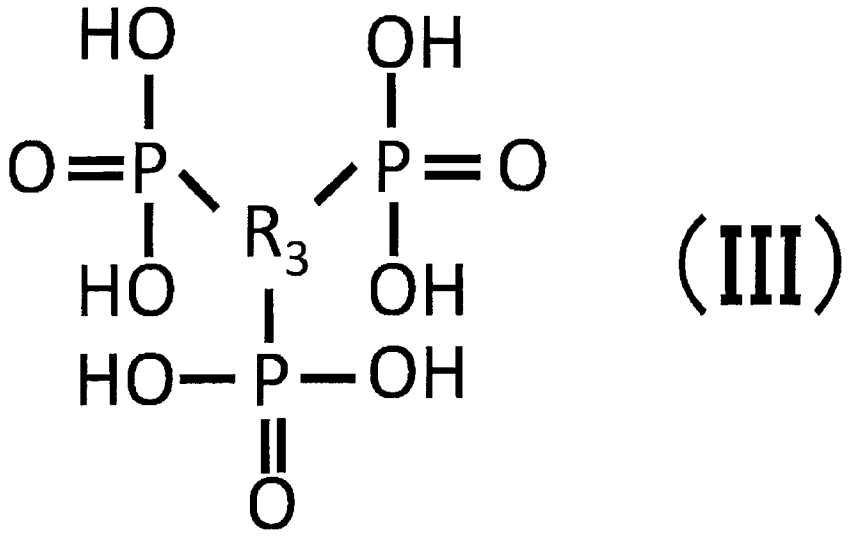
(II)

(式(II)中，R_2為具有1個以上的碳原子之2價有機基)。

【請求項10】如請求項9之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物係由m-苯二甲基二膦酸、o-苯二甲基二膦酸、亞甲基二膦酸、阿侖膦酸(Alendronic acid)、1,4-伸丁基二膦酸、甘胺酸-N,N-雙(亞甲基膦酸)、p-苯二甲基二膦酸、

唑來膦酸(Zoledronic Acid)、1,3-伸丙基二膦酸、1,5-伸戊基二膦酸、1,4-伸苯基二膦酸、1,2-伸乙基二膦酸、1,6-伸己基二膦酸、米諾膦酸鹽(Minodronate)及1-羥基乙烷-1,1-二膦酸所選出的1種以上。

【請求項11】如請求項1之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物係以下述式(III)表示；

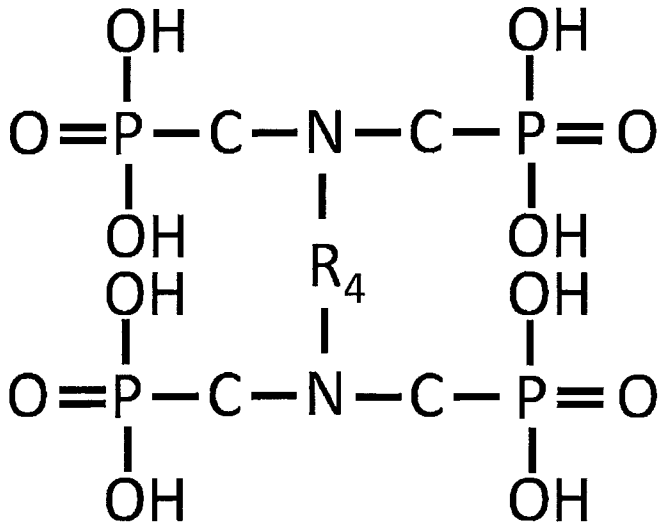


(III)

(式(III)中，R_3為具有1個以上的碳原子之3價有機基)。

【請求項12】如請求項11之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物為氮基參(亞甲基膦酸)。

【請求項13】如請求項1之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物係以下述式(IV)表示；



(IV)

(式(IV)中，R_4為具有1個以上的碳原子之2價有機基)。

【請求項14】如請求項13之量子點組成物，其中前述膦酸衍生物為N,N,N',N'-乙二胺肆(亞甲基膦酸)。

【請求項15】如請求項7之量子點組成物，其中前述R_1包含至少1種類以上的具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的烷基、具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的伸烷基、胺基、羧酸基、乙氧基、溴基、氯基、酚基、全氟烷基、羥基、苯基、硫醇基、丙烯醯基及低聚乙二醇基之任一者。

【請求項16】如請求項9之量子點組成物，其中前述R_2包含至少1種類以上的具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的烷基、具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的伸烷基、胺基、羧酸基、乙氧基、溴基、氯基、酚基、全氟烷基、羥基、苯基、硫醇基、丙烯醯基及低聚乙二醇基之任一者。

【請求項17】如請求項11之量子點組成物，其中前述

R_3包含至少1種類以上的具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的烷基、具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的伸烷基、胺基、羧酸基、乙氧基、溴基、氯基、酚基、全氟烷基、羥基、苯基、硫醇基、丙烯醯基及低聚乙二醇基之任一者。

【請求項18】如請求項13之量子點組成物，其中前述R_4包含至少1種類以上的具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的烷基、具有1個以上的碳原子之直鏈或分支狀的伸烷基、胺基、羧酸基、乙氧基、溴基、氯基、酚基、全氟烷基、羥基、苯基、硫醇基、丙烯醯基及低聚乙二醇基之任一者。

【請求項19】一種樹脂組成物，其特徵為使如請求項1～18中任一項之量子點組成物分散於樹脂中而成者。

【請求項20】如請求項19之樹脂組成物，其中前述樹脂係由環氧系樹脂、丙烯酸系樹脂、氟系樹脂、聚矽氧系樹脂、碳酸酯系樹脂及玻璃樹脂所選出的至少1種類以上者。

【請求項21】一種波長轉換材料，其特徵為包含如請求項20之樹脂組成物的硬化物。