

圖式

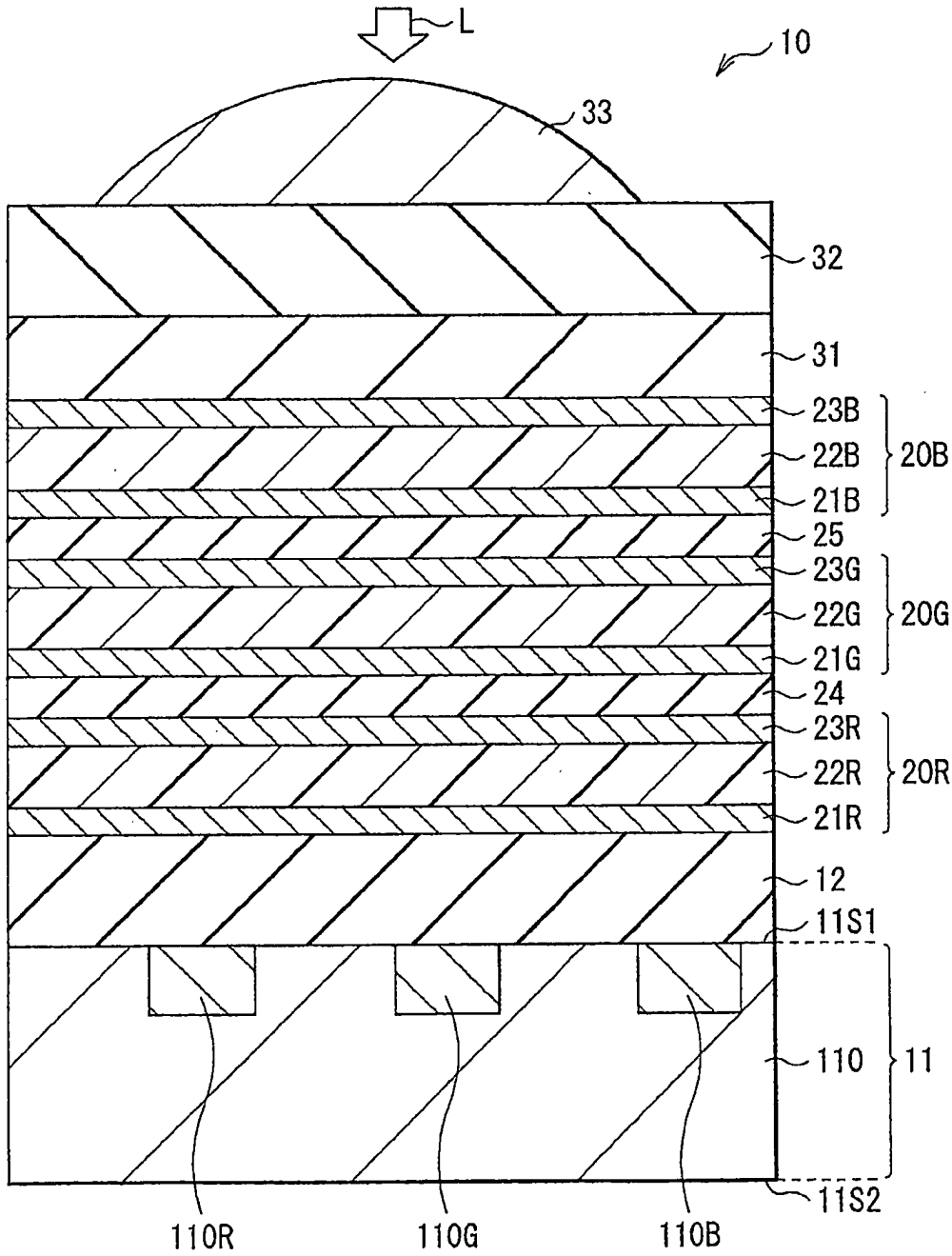


圖 1

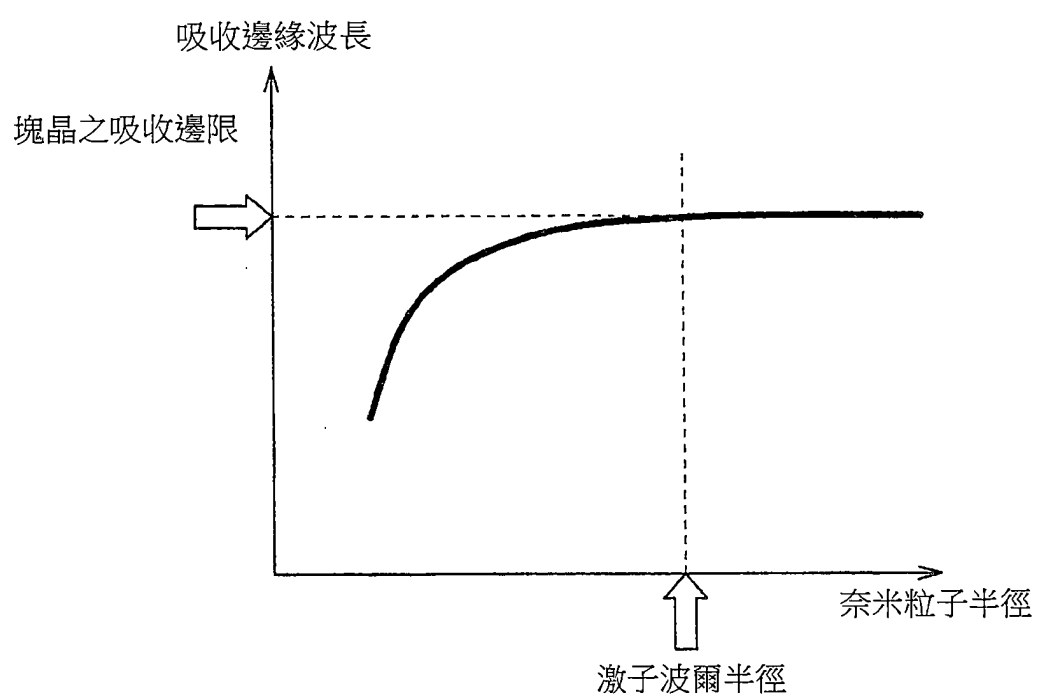


圖 2

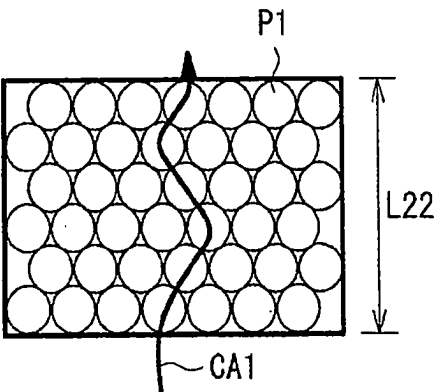


圖 3A

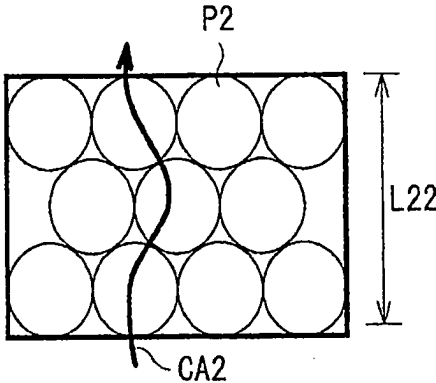


圖 3B

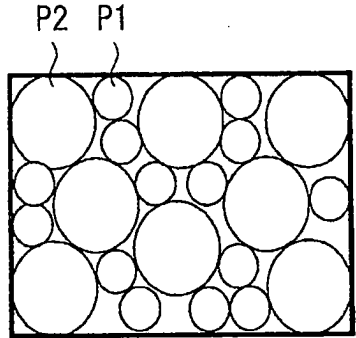


圖 3C

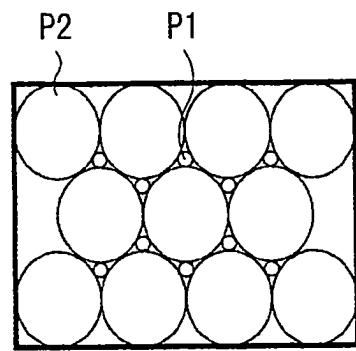
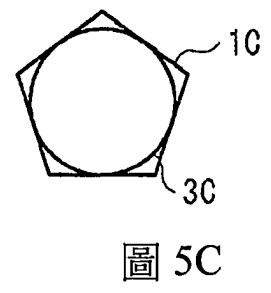
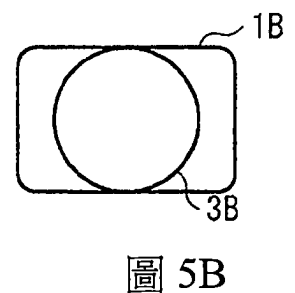
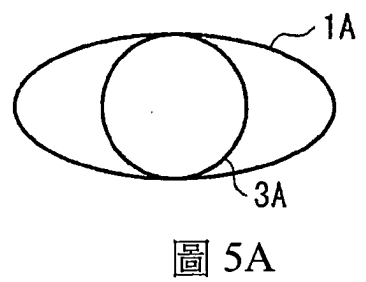
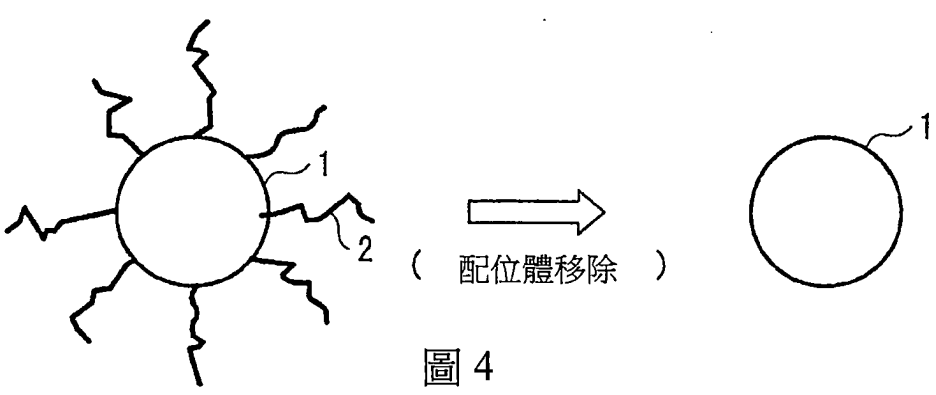


圖 3D



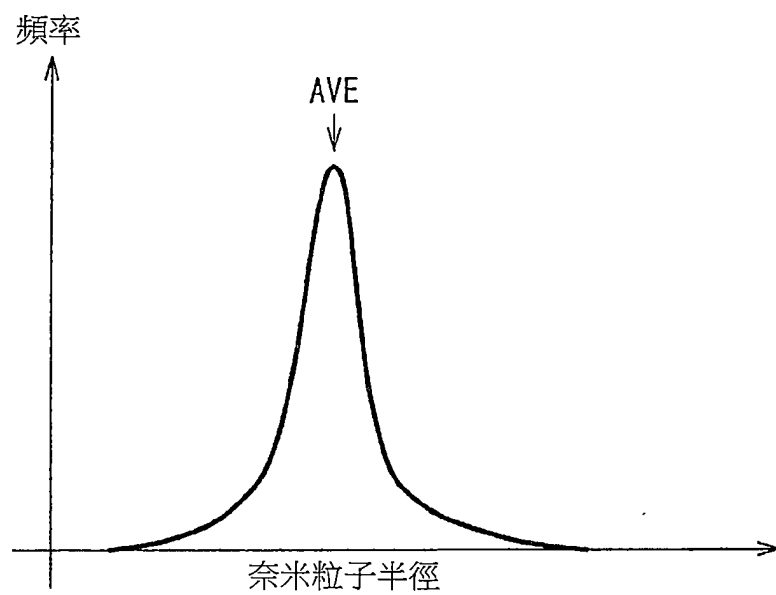


圖 6

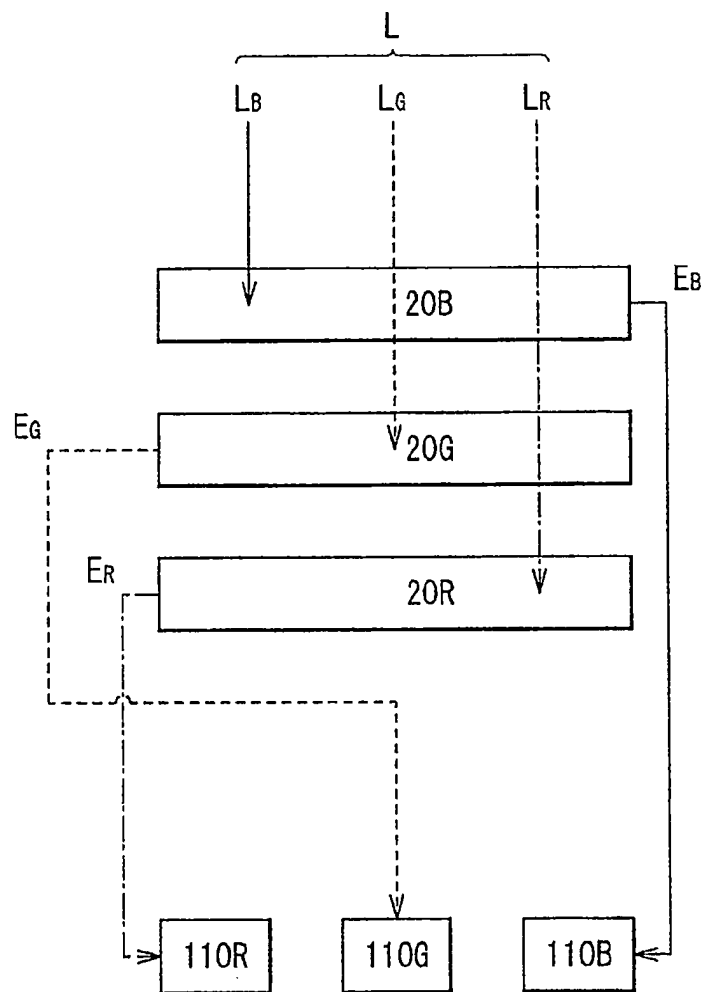


圖 7

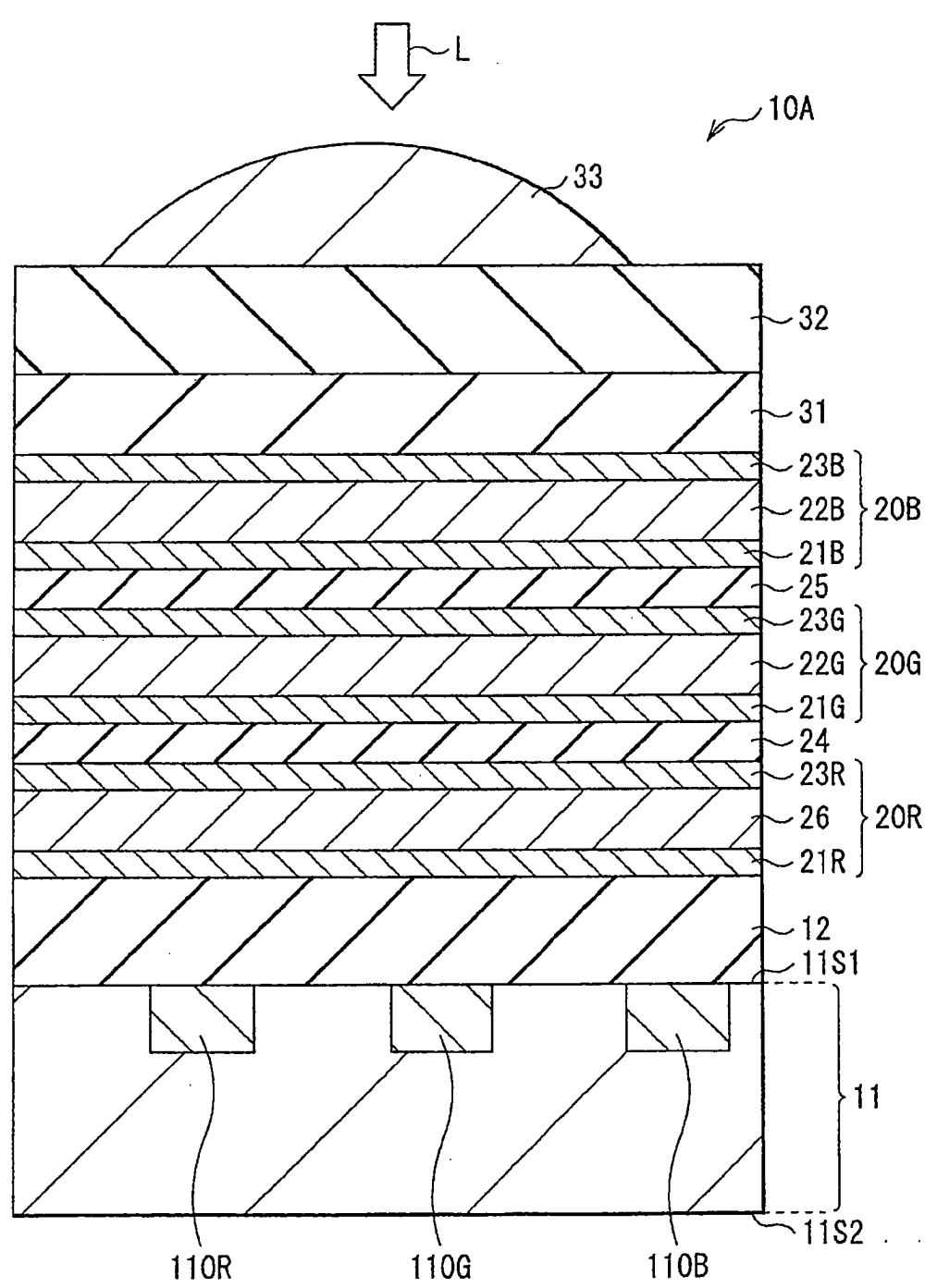


圖 8

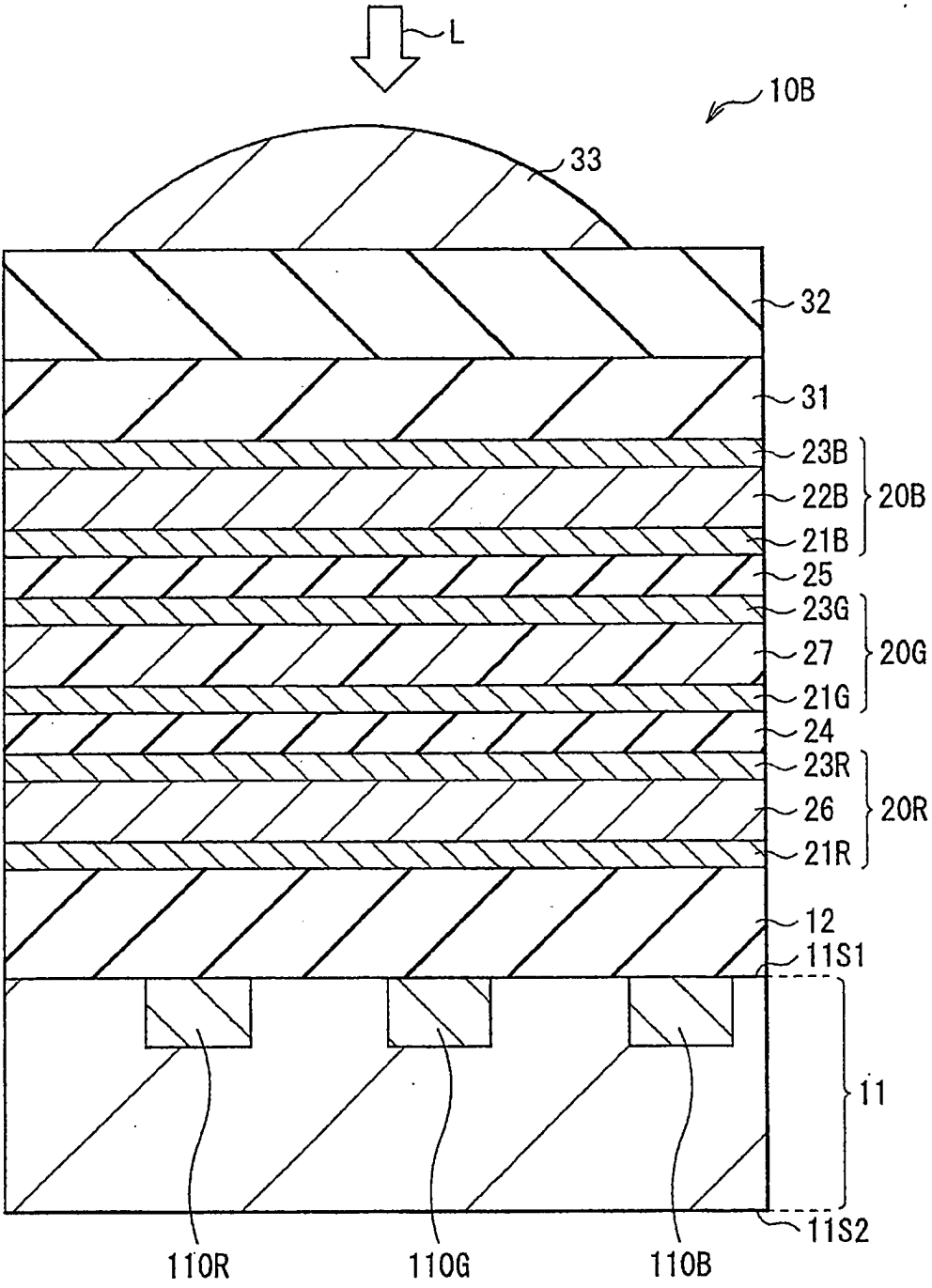


圖 9

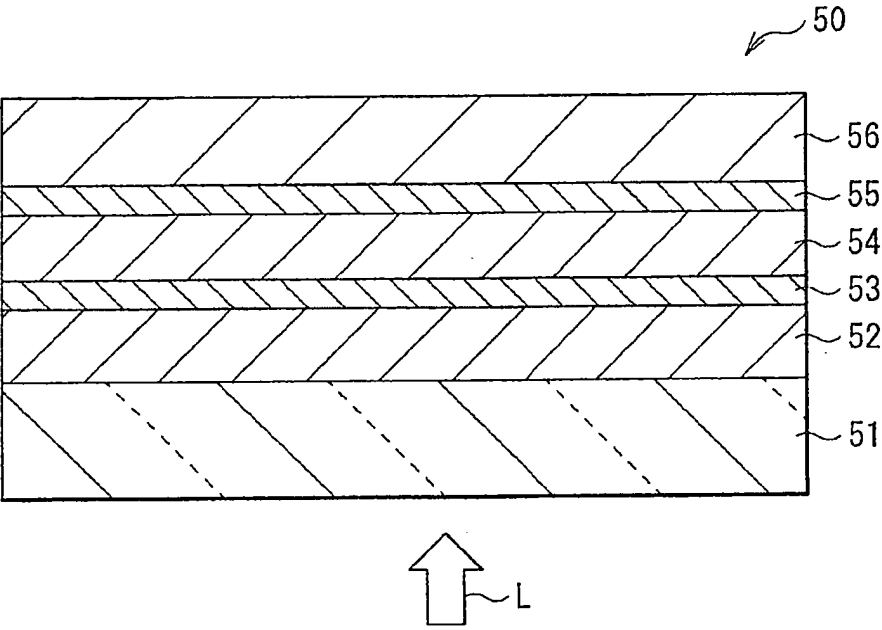


圖 10

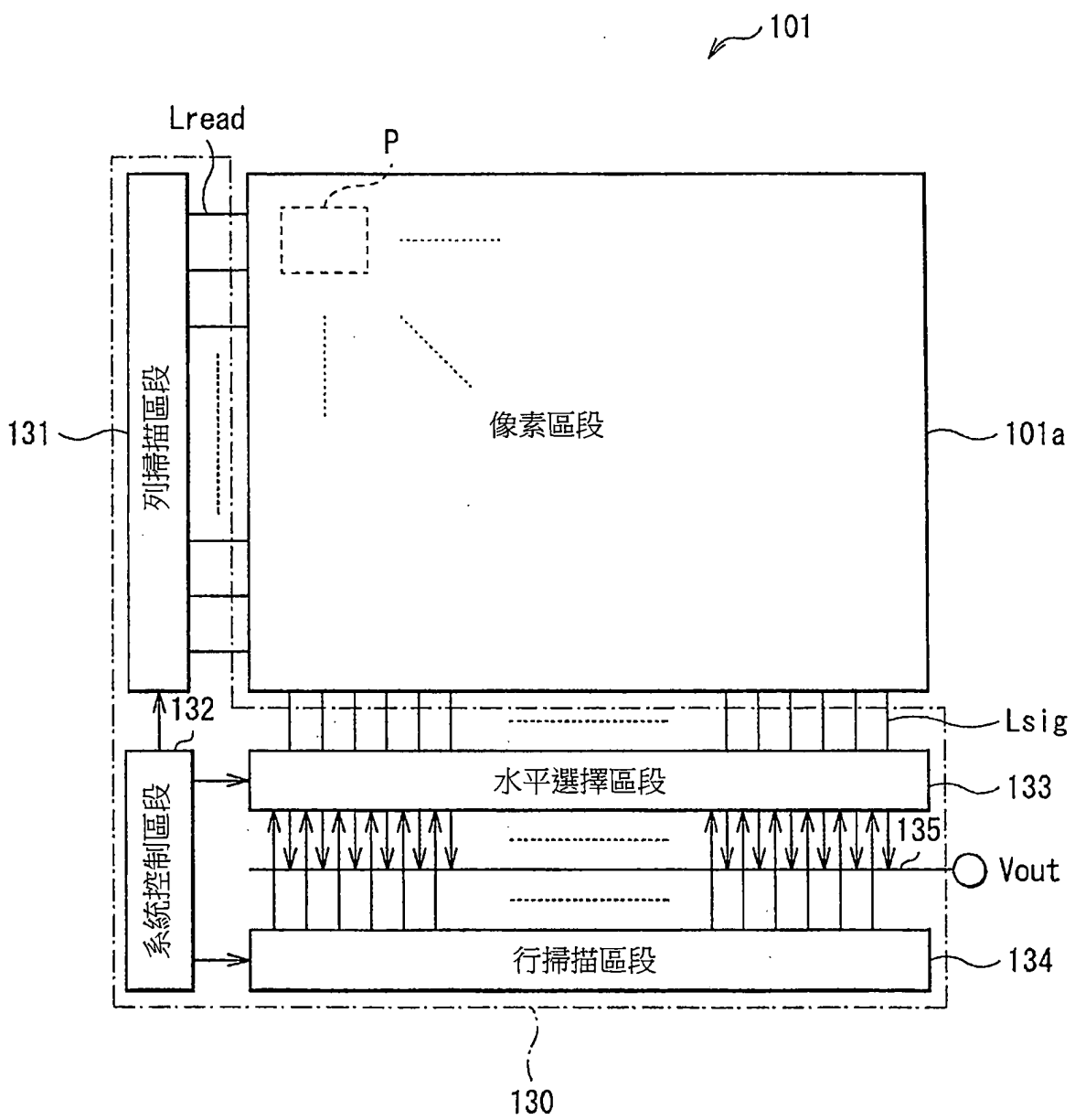


圖 11

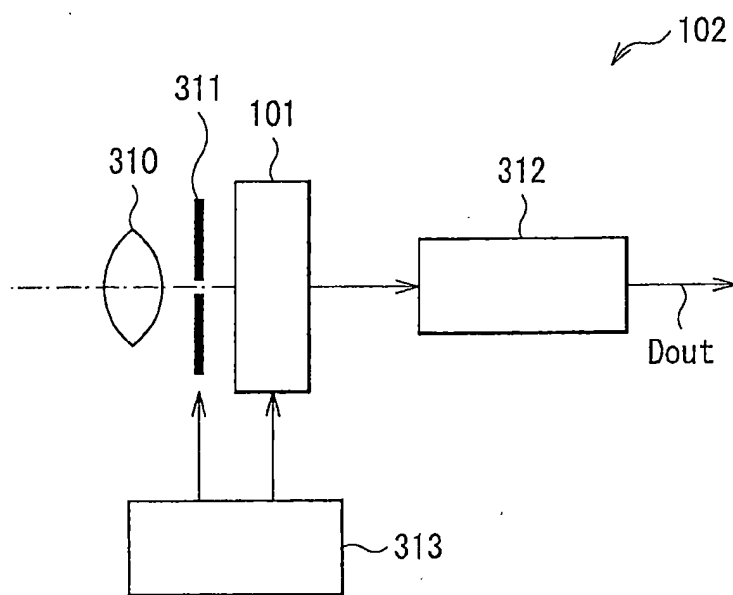


圖 12

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

半導體奈米粒子色散，光電轉換元件，以及影像拾取裝置
SEMICONDUCTOR NANOPARTICLE DISPERSION,
PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT, AND IMAGE
PICKUP DEVICE

【相關申請案之交叉參考】

本申請案主張2013年12月27日申請之日本優先專利申請案JP 2013-273094之權利，該案之全文以引用的方式併入本文中。

【技術領域】

本發明係關於：一種光電轉換元件，其具有含有半導體奈米粒子之一光電轉換層；一種影像拾取裝置，其包含該光電轉換元件作為一像素；及一種半導體奈米粒子色散，其用於形成該光電轉換層。

【先前技術】

將藉由使用彩色濾波器來執行色彩分離之一單晶片電荷耦合裝置(CCD)彩色固態影像拾取裝置稱為一固態影像拾取裝置，諸如一CCD影像感測器及一互補金屬氧化物半導體(CMOS)影像感測器。例如，依使得複數種色彩(例如紅色(R)、綠色(G)及藍色(B))之任一者之一彩色濾波器被提供給各像素且一光電轉換層被共同提供之一方式組態該單晶片CCD彩色固態影像拾取裝置。因此，各像素接收唯一色彩之光。據此，光使用效率較低且光影像之解析度亦較低。另外，由於在一平面中之彼此不同之位置處偵測R、G及B之各彩色光，所以易於產生假色彩。因此，需要光學低通濾波器。此外，低通濾波器可引起光學損耗。

相比而言，吾人已提出一種固態影像拾取裝置(例如PTL 1)，其中吸收彼此不同之色彩(例如R、G及B)之複數個光電轉換層堆疊於一個像素中，且從一個像素獲得三種色彩之信號。在PTL 1之該固態影像拾取裝置中，該等光電轉換層之各者由覆蓋有一絕緣膜之半導體奈米粒子形成，且執行藉由使用該等半導體奈米粒子之一量子侷限效應之帶隙控制。此一堆疊型固態影像拾取裝置提供高色彩分離效能、高量子效率及高敏感度。

順便而言，吾人亦已提出一種與本發明相關之技術、一種具有一光電轉換層之固態影像拾取裝置(例如PTL 2)，其中窄間隙半導體之量子點佈置於一導電膜中。此外，在PTL 3中，已提出一種色彩感測器，其包含光電材料，其中半導體超細粒子佈置於一透明介質中。

[引用清單]

[專利文獻]

[PTL 1]

JP 2006-245285

[PTL 2]

JP 2010-177392

[PTL 3]

JP H10-160574

【發明內容】

[技術問題]

在上述PTL 1至PTL 3中，當執行使用半導體奈米粒子之量子侷限效應之色彩分離時，半導體奈米粒子之一粒徑之尺寸用於提取一所要波長範圍內之光。然而，難以減少粒徑之變動。因此，某一變動發生於光電轉換層之各者之吸收特性中，且因此無法獲得所要光譜特性。

可期望提供：一種光電轉換元件，其具有極佳光譜特性；一種

影像拾取裝置，其包含該光電轉換元件作為一像素；及一種半導體奈米粒子色散，其用於形成該光電轉換元件。

[問題之解決方案]

根據本發明之一實施例，提供一種半導體奈米粒子色散，其包含：複數個半導體奈米粒子，其等具有等於或大於一激子波爾半徑之一半徑；及一溶劑，其分散有該複數個半導體奈米粒子。

由於根據本發明之實施例之半導體奈米粒子色散包含分散於該溶劑中之該複數個半導體奈米粒子，所以藉由(例如)一施加方法而形成均勻半導體奈米粒子層係適合的。該半導體奈米粒子層可用作為(例如)一光電轉換層。在此情況中，該複數個半導體奈米粒子具有等於或大於該激子波爾半徑之半徑。因此，無需賦予量子侷限效應。

根據本發明之一實施例，提供一種光電轉換元件，其包含：一光電轉換層，其含有複數個半導體奈米粒子，該複數個半導體奈米粒子具有等於或大於一激子波爾半徑之一半徑；及一對電極，其等彼此對置，其中該光電轉換層介於該對電極之間。再者，根據本發明之一實施例，提供一種影像拾取裝置，其具有複數個光電轉換元件作為像素。該等光電轉換元件包含：一光電轉換層，其含有複數個半導體奈米粒子，該複數個半導體奈米粒子具有等於或大於一激子波爾半徑之一半徑；及一對電極，其等彼此對置，其中該光電轉換層介於該對電極之間。

在根據本發明之各自實施例之光電轉換元件及影像拾取裝置中，組態該光電轉換層之該複數個半導體奈米粒子各具有等於或大於該激子波爾半徑之半徑。因此，無需賦予量子侷限效應。據此，獲得組態該等半導體奈米粒子之半導體中之固有帶隙。因此，避免由半導體奈米粒子具有小於該激子波爾半徑之半徑時所賦予之量子侷限效應引起之吸收邊緣波長之變動。

[本發明之有利效應]

根據本發明之各自實施例之光電轉換元件及影像拾取裝置，包含其中無需賦予量子侷限效應之光電轉換層。因此，允許避免與包含於該光電轉換層中之半導體奈米粒子之粒徑之變動相關聯之光吸收特性之變動。據此，賦予極佳光譜特性且預期高色彩再現性。再者，根據本發明之實施例之半導體奈米粒子色散適合用於形成上述光電轉換層。順便而言，本發明之效應不限於此，且可獲得下文所描述之效應之任何者。

應瞭解，以上一般描述及以下詳細描述兩者僅供例示，且經提供以提供本發明之進一步解釋。

【圖式簡單說明】

所包含之附圖提供本發明之一進一步理解，且併入本說明書中以構成本說明書之一部分。圖式繪示實施例，且與本說明書一起用於解釋本發明之原理。

圖1係繪示根據本發明之一第一實施例之一光電轉換元件(一像素)之一示意性結構實例的一截面圖。

圖2係示意性地繪示圖1中所繪示之一奈米粒子層中之一激子波爾半徑與一吸收邊緣波長之間之關係的一說明圖。

圖3A係繪示奈米粒子層中之半導體奈米粒子之一填充實例及一載子路徑的一第一示意圖。

圖3B係繪示奈米粒子層中之半導體奈米粒子之一填充實例及一載子路徑的一第二示意圖。

圖3C係繪示奈米粒子層中之半導體奈米粒子之一填充實例的一第三示意圖。

圖3D係繪示奈米粒子層中之半導體奈米粒子之一填充實例的一第四示意圖。

圖4係繪示其中從半導體奈米粒子移除有機配位體之一狀態之一示意圖。

圖5A係用於解釋界定半導體奈米粒子之一半徑之一方法之一第一說明圖。

圖5B係用於解釋界定半導體奈米粒子之半徑之方法之一第二說明圖。

圖5C係用於解釋界定半導體奈米粒子之半徑之方法之一第三說明圖。

圖6係用於解釋半導體奈米粒子之半徑之分佈(粒徑分佈)之一說明圖。

圖7係用於解釋圖1中所繪示之光電轉換元件之操作之一說明圖。

圖8係繪示圖1中所繪示之光電轉換元件之一第一修改方案(修改方案1)的一截面圖。

圖9係繪示圖1中所繪示之光電轉換元件之一第二修改方案(修改方案2)的一截面圖。

圖10係繪示根據本發明之一第二實施例之一光電轉換元件之一主要部件之一結構的一截面圖。

圖11係一影像拾取裝置之一功能方塊圖。

圖12係根據一應用實例之一電子設備之一功能方塊圖。

【實施方式】

下文將參考圖式來詳細描述本發明之一些實施例。應注意，將依以下順序給出描述。

1. 第一實施例(包含一堆疊本體之一光電轉換元件之一實例，該堆疊本體包含一半導體基板上之複數個無機半導體奈米粒子層(R、G及B))

2. 第一實施例之修改方案1 (包含一堆疊本體之一光電轉換元件之一實例，該堆疊本體包含一無機半導體晶體層及一無機半導體奈米粒子層)

3. 第一實施例之修改方案2 (包含一堆疊本體之一光電轉換元件之一實例，該堆疊本體包含一無機半導體晶體層、一有機半導體層及一無機半導體奈米粒子層)

4. 第二實施例(具有一共同無機半導體奈米粒子層及彩色濾波器(其藉由一透明基板上之像素而具有不同色彩)之一光電轉換元件之一實例)

5. 影像拾取裝置之總體組態實例

6. 應用實例(一光電設備(一相機)之一實例)

(第一實施例)

(光電轉換元件10之結構)

圖1繪示根據本發明之一第一實施例之一光電轉換元件10之一示意性橫截面結構。光電轉換元件10可適合用於諸如電荷耦合裝置(CCD)及互補金屬氧化物半導體(CMOS)影像感測器之固態影像拾取裝置。應注意，後文將描述固態影像拾取裝置之細節。

例如，光電轉換元件10可具有其中使複數個光電轉換區段沿一厚度方向堆疊之一結構。該複數個光電轉換區段各選擇性地偵測具有彼此不同之波長之光以執行光電轉換。具體言之，例如，光電轉換元件10可具有一堆疊結構，其中一紅色光電轉換區段20R、一絕緣層24、一綠色光電轉換區段20G、一絕緣層25、一藍色光電轉換區段20B、一保護層31及一平坦化層32依序堆疊於一半導體基板11上。一晶片上透鏡33設置於平坦化層32上。由於光電轉換元件10包含紅色光電轉換區段20R、綠色光電轉換區段20G及藍色光電轉換區段20B (如上文所描述)，所以獲得紅色(R)、綠色(G)及藍色(B)之色彩信號。因

此，在其中光電轉換元件10安裝於後文所描述之一影像拾取裝置101(圖11)上的情況中，可在無需使用彩色濾波器之情況下由一個像素獲得複數種色彩信號。

例如，半導體基板11可具有可嵌入於一p型矽(Si)基板110之預定區域中之一紅色儲存層110R、一綠色儲存層110G及一藍色儲存層110B。紅色儲存層110R、綠色儲存層110G及藍色儲存層110B各包含一n型半導體區域。從紅色光電轉換區段20R、綠色光電轉換區段20G及藍色光電轉換區段20B供應之信號電荷(在本實施例中為電子)儲存於各自n型半導體區域中。可依使得一n型雜質(諸如磷(P)及砷(As))摻雜於半導體基板11中之一方式形成紅色儲存層110R、綠色儲存層110G及藍色儲存層110B之各者之n型半導體區域。

一導電插塞(圖中未繪示)(其將成為來自一光電轉換區段之電荷(即，電子或電洞)之一傳輸路經)可嵌入於半導體基板11中。在第一實施例中，半導體基板11之一後表面(表面11S1)係一光接收表面。複數個像素電晶體(其等對應於紅色光電轉換區段20R、綠色光電轉換區段20G及藍色光電轉換區段20B)及一電路形成層(其中一周邊電路由一邏輯電路及其類似者組態)設置於半導體基板11之一前表面(表面11S2)側上(圖中未繪示該複數個像素電晶體及該電路形成層)。

像素電晶體之實例可包含(例如)一轉移電晶體、一重設電晶體、一放大電晶體及一選擇電晶體。像素電晶體可各由(例如)一MOS電晶體組態，且形成於表面11S2側上之一p型半導體井區域上。包含此等像素電晶體之一電路經形成以用於紅色光電轉換區段、綠色光電轉換區段及藍色光電轉換區段之各者。各電路可具有包含總共三個電晶體之一個三電晶體組態(其包含(例如)此等像素電晶體中之轉移電晶體、重設電晶體及放大電晶體)，或可具有新增選擇電晶體之一個四電晶體組態。轉移電晶體將對應於各色彩之信號電荷(在第一實施例中為

電子)轉移至後文所描述之垂直信號線Lsig (參閱圖11)，該等信號電荷已產生於紅色光電轉換區段20R、綠色光電轉換區段20G及藍色光電轉換區段20B之各者中且分別儲存於紅色儲存層110R、綠色儲存層110G及藍色儲存層110B中。

半導體基板11上之一絕緣層12可由(例如)二氧化矽(SiO_2)、氮化矽(SiN)、氮氧化矽(SiON)或二氧化鈺(HfO_2)形成。可藉由堆疊複數種絕緣膜而組態絕緣層12。再者，絕緣層12可形成於一有機絕緣材料上。將紅色儲存層110R與紅色光電轉換區段20R連接之一插塞及一電極(兩者圖中未繪示)設置於絕緣層12上。同樣地，將綠色儲存層110G與綠色光電轉換區段20G連接之一插塞及一電極，及將藍色儲存層110B與藍色光電轉換區段20B連接之一插塞及一電極亦設置於絕緣層12中。

藉由將一第一電極21R、一半導體奈米粒子層(下文中簡稱為奈米粒子層) 22R及一第二電極23R依序堆疊於絕緣層12上而組態紅色光電轉換區段20R。在紅色光電轉換區段20R中，選擇性地吸收紅色光(例如600奈米至750奈米之波長)，且接著產生電子-電洞對。藉由將一第一電極21G、一奈米粒子層22G及一第二電極23G依序堆疊於絕緣層24上而組態綠色光電轉換區段20G。在綠色光電轉換區段20G中，選擇性地吸收綠色光(例如500奈米至650奈米之波長)，且接著產生電子-電洞對。藉由將一第一電極21B、一奈米粒子層22B及一第二電極23B依序堆疊於絕緣層25上而組態藍色光電轉換區段20B。在藍色光電轉換區段20B中，選擇性地吸收藍色光(例如400奈米至550奈米之波長)，且接著產生電子-電洞對。

第一電極21R、21G及21B電連接至嵌入於半導體基板11中之上述導電插塞。另一方面，第二電極23R、23G及23B可透過(例如)固態影像拾取裝置之一周邊區域中之接觸區段(圖中未繪示)而連接至可設置

於半導體基板11之表面11S2上之上述電路形成層中之一佈線。因此，排放電荷(在此情況中為電洞)。

奈米粒子層22R、22G及22B之各者係一膠狀奈米粒子層(其實質上含有各具有等於或大於激子波爾半徑之一半徑之複數個半導體奈米粒子)，且可具有(例如)約500奈米至約2000奈米之一厚度。奈米粒子層22R、22G及22B係光電轉換層，其等分別吸收具有選擇性波長之光(即，紅光、綠光及藍光)以產生電子-電洞對。半導體奈米粒子22RP、22GP及22BP各具有等於或大於一物質中固有之一激子波爾半徑之一半徑。因此，無需賦予量子侷限效應，且不發生歸因於量子效應之帶隙之變動。據此，如圖2中所繪示，當半導體奈米粒子之半徑等於或大於一激子波爾半徑時，甚至可由膠狀奈米粒子層獲得類似於塊晶之光譜特性的光譜特性。應注意，在圖2中，水平軸指示半導體奈米粒子之半徑，且垂直軸指示使用半導體奈米粒子之奈米粒子層之一吸收邊緣波長。

半導體奈米粒子可由(例如) TiO_2 、 ZnO 、 WO_3 、 NiO 、 MoO_3 、 CuO 、 Ga_2O_3 、 SrTiO_3 、 SnO_2 、 InSnO_x 、 Nb_2O_3 、 CrO_2 、 MnO_2 、 V_2O_3 、 CrO 、 CuInSe_2 、 CuInS_2 、 AgInS_2 、 Si 、 PbS 、 PbSe 、 PbTe 、 CdS 、 CdSe 、 CdTe 、 GaAs 、 AlGaAs 、 GaP 、 InP 、 AlGaInP 、 InAs 、 Ge 、 In_2S_3 、 Bi_2S_3 、 ZnSe 、 ZnTe 、 ZnS 、 GaN 、 GaInN 、 InSb 、 InAs 或 InN 形成，且透過化學反應而合成於一有機溶劑中。在合成反應中，配位體用於促進粒徑控制。配位體由影響半導體奈米粒子之一表面上之相對作用的一吸附基團及與該吸收基耦合之烷基鏈形成。該烷基鏈之碳數目可為(例如) 2至50，且該吸附基團可為(例如) 胺基、膦醯基、膦配位基、羧基、羥基或硫醇基。在其中使用上述材料中之一奈米粒子(等效於主體半導體)(其由三元 GaInN 形成且具有大於激子波爾半徑之一半徑)的情況中，當混合晶體比 $\text{In}/(\text{Ga}+\text{In})$ 等於或高於0.07

時，吸收藍光。另外，當使用由基於黃銅礦之半導體形成之奈米粒子時，就CuAlSe₂而言，吸收具有約464奈米之波長之藍光，且就AgGaS₂而言，吸收具有約454奈米之波長之藍光。然而，半導體奈米粒子可較佳地由一個二元半導體材料(其由兩種元素形成)(即，二元混合晶體半導體材料)形成，此係因為其比一個三元半導體材料更易於控制吸收邊緣波長。例如，吸收藍光之二元半導體材料可對應於硒化鋅化合物(ZnSe)，且吸收綠光之二元半導體材料可對應於碲化鋅化合物(ZnTe)。另外，在一些情況中，摻雜有雜質元素之材料可用於半導體奈米粒子。例如，若ZnSe及ZnTe摻雜有鎵(Ga)作為具有 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 之一濃度之一n型摻雜劑且摻雜有氮(N)作為具有 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 之一濃度之一p型摻雜劑，則其足以滿足要求。

表1中繪示典型半導體奈米粒子之激子波爾半徑。在此情況中，從電子有效質量、電洞有效質量及比介電常數計算表1中所繪示之激子波爾半徑(參考：「Semiconductor Physics」，Nobuo Mikoshiba)。應注意，表1中之資料來源1係「Specific Dielectric Constant (ϵ)」，Sermage, B., Voss, M.: Phys. Rev. B 15 (1977) 3935。資料來源2係「Electron Effective Mass」，Sondergled, M.: Phys. Status. Solidi (b) 81 (1977) 253。資料來源3係「Hole Effective Mass」，Berlincourt, D., Jaffe, H., Shiozawa, L. R.: Phys. Rev. 129 (1963) 1009。資料來源4係「Lead Salt Quantum Dots: the Limit of Strong Quantum Confinement」，Acc. Chem. Res. 2000, 33, 773-780。資料來源5係「SEMICONDUCTOR PHYSICS (2nd edition)」，Sze, S. M。資料來源6係由Toshiaki Ikoma、Fumio Hasegawa指導之「Defect Evaluation Technique of Semiconductor Material」。資料來源7係「Specific Dielectric Constant (ϵ)」，Berlincourt, D., Jaffe, H., Shiozawa, L. R.: Phys. Rev. 129 (1963) 1009。資料來源8係「Electron Effective

Mass」，Smith, F. T. J.: J. Appl. Phys. 45 (1974) 567。資料來源9係「Hole Effective Mass」，Aven, M., Segall, B.: Phys. Rev. 131 (1963) 98。另外，在表1中，一起繪示一奈米粒子層(其含有各具有等於或大於一激子波爾半徑之一半徑之半導體奈米粒子)中之能隙 E_g [eV (電子伏特)]及吸收邊緣波長 λ [nm (奈米)]。作為半導體奈米粒子，適當地選擇及使用允許獲得一預定吸收邊緣波長 λ 之一物質。

[表1]

編號	半導體	E_g (eV)	λ (nm)	激子波爾半徑(nm)	資料來源
1	ZnSe	2.72	456	3.9	1、2、3
2	PbSe	0.27	4593	46	4
3	PbS	0.41	3024	7.2	5
4	PbTe	0.31	4000	17.3	5
5	CdSe	1.74	713	5.6	6
6	CdTe	1.52	816	6.5	6
7	CdS	2.38	521	3.1	6
8	InSb	0.18	6889	71.7	6
9	InAs	0.356	3483	35.4	6
10	GaAs	1.428	868	12.0	6
11	GaN	3.36	369	4.5	5
12	ZnTe	2.26	549	5.4	7、8、9

再者，可期望半導體奈米粒子之半徑等於或小於奈米粒子層22R、22G及22B之各者之吸收峰值波長之1/20。當半導體奈米粒子具有此一半徑時，瑞利(Rayleigh)散射在奈米粒子層之各者之入射光之散射中占優。因此，可抑制入射光之散射光進入一周邊裝置(例如鄰近像素)之一光接收區段時產生之串擾。據此，例如，當使用作為半導體奈米粒子之ZnSe來執行藍色光譜法時，該半導體奈米粒子之半徑

可較佳為3.9奈米或更大及22.5奈米或更小。

再者，較佳地，奈米粒子層22R、22G及22B之各者不僅可由具有某一半徑之半導體奈米粒子形成，且可由具有彼此不同之半徑之複數種半導體奈米粒子形成。此將達成奈米粒子層22R、22G及22B之各者之光吸收性改良及導電性改良兩者。圖3A係示意性地繪示其中奈米粒子層22R、22G及22B之各者僅由各具有實質上相同於(例如)激子波爾半徑之一相對較小半徑之半導體奈米粒子(第一粒子P1)形成之一情況的一圖式。在此情況中，例如，可考量載子透過一路經CA1而在奈米粒子層22R、22G及22B內移動。另一方面，圖3B係示意性地繪示其中奈米粒子層22R、22G及22B之各者僅由各具有大於第一粒子P1之半徑之一半徑之半導體奈米粒子(第二粒子P2)形成之一情況的一圖式。在此情況中，例如，可考量載子透過一路經CA2而在奈米粒子層22R、22G及22B內移動。此處，當比較圖3A與圖3B時，在圖3B所繪示之情況中獲得較高載子遷移率。此係因為其載子遷移率低於奈米粒子之載子遷移率的配位體之特性在膠狀奈米粒子層本身之載子遷移率中占優，且載子在奈米粒子之間移動時載子通過配位體之次數隨著半導體奈米粒子之半徑變大而減少。具體言之，在圖3A中，當載子透過路經CA1而移動一距離L22時，載子通過六個半導體奈米粒子(第一粒子P1)。相比而言，在圖3B中，當載子透過路經CA2而移動距離L22時，載子僅需通過三個半導體奈米粒子(第二粒子P2)。然而，當半導體奈米粒子之半徑變大時，半導體奈米粒子之間之一空隙之容積亦增大。據此，使奈米粒子層22R、22G及22B之各者之光吸收性劣化。因此，如圖3C中所繪示，使彼此尺寸不同之第一粒子P1及第二粒子P2混合，其可用第一粒子P1來填充第二粒子P2之間之空隙以改良吸收率，同時由第二粒子P2確保低電阻路線。為進一步提高吸收率，例如圖3D中所繪示，第一粒子P1之半徑可較佳為第二粒子P2之半徑之0.16

倍。在此情況中，用第一粒子P1高效率地填充緊密第二粒子P2之間之空隙，且因此，奈米粒子之容積比僅第二粒子P2之情況增大1.7%。更具體言之，作為相對於由ZnSe形成之奈米粒子所描述之一實例，若使第二粒子P2之半徑為26奈米且使第一粒子P1之半徑為4奈米，則其足以滿足要求。兩個半徑大於3.9奈米之激子波爾半徑，其可獲得有利光譜特性。

例如，可依以下方式獲得本文所描述之半導體奈米粒子之半徑。首先，例如圖4中所繪示，在一惰性氣體氛圍中，可在不使半導體奈米粒子1熔融及熔化之一溫度處執行退火，且可移除半導體奈米粒子1之表面上之有機配位體2。儘管所需退火溫度根據(例如)半導體奈米粒子1及有機配位體2之種類而變動，但當半導體奈米粒子1係CdSe且有機配位體2係十八碳胺(ODAm)時，退火溫度可為約350°C。

接著，藉由使用一掃描式電子顯微鏡(SEM)或一穿透式電子顯微鏡(TEM)而檢查一粒子影像(晶格影像係最佳的)，且量測粒徑分佈。例如，SEM可用於量測基於100奈米x100奈米之一量測區域之粒徑分佈，可從該粒徑分佈進一步判定半導體奈米粒子之一平均半徑。例如圖5A至圖5C中所繪示，半導體奈米粒子之半徑可界定為內切於半導體奈米粒子1 (1A至1C)內之一最大球體3 (3A至3C)之一半徑。例如，因此所界定之半徑可展現圖6中所繪示之分佈。當圖6中所繪示之分佈之一峰值位置處之球體3 (3A至3C)之半徑之一平均值AVE係等於或大於物質之激子波爾半徑之一值時，不管粒徑分佈如何，可獲得實質上恆定之吸收邊緣波長。

例如，可對各像素提供第一電極21R、21G及21B。第一電極21R、21G及21B之各者可由(例如)一透光導電材料，具體言之，氧化銦錫(ITO)形成。第一電極21R、21G及21B之各者可由(例如)一基於二氧化錫(SnO₂)之材料或一基於氧化鋅(ZnO)之材料形成。基於二氧化

錫之材料係新增有一摻雜劑之二氧化錫，且基於氧化鋅之材料可為藉由將作為一摻雜劑之鋁(Al)新增至氧化鋅而獲得之氧化鋁鋅(AZO)、藉由將作為一摻雜劑之鎵(Ga)新增至氧化鋅而獲得之氧化鎵鋅(GZO)、藉由將作為一摻雜劑之銦(In)新增至氧化鋅而獲得之氧化銦鋅(IZO)、或其類似者。另外，可使用 IGZO、CuI、InSbO₄、ZnMgO、CuInO₂、MgIn₂O₄、CdO、ZnSnO₃或其類似者。第一電極21R、21G及21B之各者之厚度可為(例如)約5奈米至約300奈米(包含5奈米及300奈米兩者)。

例如，一電洞傳送層(圖中未繪示)可設置於奈米粒子層22R與第二電極23R之間，設置於奈米粒子層22G與第二電極23G之間，且設置於奈米粒子層22B與第二電極23B之間。該電洞傳送層具有促進將奈米粒子層22R、22G及22B中所產生之電洞分別供應至第二電極23R、23G及23B之一功能，且可由(例如)三氧化鋁或氧化鎳形成。可藉由堆疊三氧化鋁及氧化鎳而形成該電洞傳送層。

第二電極23R、23G及23B將分別提取奈米粒子層22R、22G及22B中所產生之電洞。可透過傳輸路徑(圖中未繪示)而將從第二電極23R、23G及23B提取之電洞排放至(例如)半導體基板11中之p型半導體區域。類似於第一電極21R、21G及21B，第二電極23R、23G及23B各由一透明導電材料形成。在光電轉換元件10中，由於排放從第二電極23R、23G及23B提取之電洞，所以當配置複數個光電轉換元件10(例如後文所描述之圖11中之一影像拾取裝置101)時，第二電極23R、23G及23B可經設置以共同用於各自光電轉換元件10(圖11中之像素P)。第二電極23R、23G及23B之各者之厚度可為(例如)約5奈米至約300奈米(包含5奈米及300奈米兩者)。

絕緣層24及25可各由二氧化矽(SiO₂)、氮化矽(SiN)及氮氧化矽(SiON)之一者形成之一單層膜或由二氧化矽(SiO₂)、氮化矽(SiN)及氮

氧化矽(SiON)之兩者或兩者以上形成之一堆疊層膜組態。

覆蓋第二電極23B之保護層31將防止水分及其類似者滲透至紅色光電轉換區段20R、綠色光電轉換區段20G及藍色光電轉換區段20B。保護層31由具有光學透明性之一材料形成。例如，氮化矽、二氧化矽、氮氧化矽或其類似者之一單層膜或氮化矽、二氧化矽、氮氧化矽或其類似者之一堆疊層膜可用於此一保護層31。

晶片上透鏡33設置於保護層31上，其中平坦化層32介於晶片上透鏡33與保護層31之間。丙烯酸樹脂材料、苯乙烯樹脂材料、環氧樹脂材料或其類似者可用於平坦化層32。可根據需要而設置平坦化層32，且保護層31可兼作平坦化層32。晶片上透鏡33將使已從上方進入之光聚集於紅色光電轉換區段20R、綠色光電轉換區段20G及藍色光電轉換區段20B之各者之光接收表面上。

(製造光電轉換元件10之方法)

例如，可依以下方式製造此一光電轉換元件10。

首先，紅色儲存層110R、綠色儲存層110G及藍色儲存層110B可透過(例如)離子滲透而形成於半導體基板11上。此時，像素電晶體亦形成於半導體基板11上。接著，在將紅色儲存層110R、綠色儲存層110G及藍色儲存層110B與第一電極21R、21G及21B分別電連接之電極形成於半導體基板11上之後，可藉由(例如)電漿化學氣相沈積(CVD)方法而形成二氧化矽膜以形成絕緣層12。在絕緣層12中，設置到達電極之插塞。

隨後，紅色光電轉換區段20R、絕緣層24、綠色光電轉換區段20G、絕緣層25、藍色光電轉換區段20B、保護層31及平坦化層32藉由堆疊而依序形成於絕緣層12上。具體言之，首先形成第一電極21R。可依使得藉由(例如)一濺鍍法而形成一ITO膜，且接著藉由光微影技術而圖案化該ITO膜且接著使該ITO膜經受乾式蝕刻或濕式蝕刻

之一方式形成第一電極21R。

接著，在由(例如)氧化鈦形成之電子傳送層根據需要藉由濺鍍法或其類似者而設置於第一電極21R上之後，形成奈米粒子層22R。例如，可依使得油墨(其中複數個奈米粒子分散於一預定溶劑中(半導體奈米粒子色散))可藉由一旋塗法或其類似者而施加於電子傳送層上且接著執行熱處理之一方式形成奈米粒子層22R。例如，具有相對較小介電常數且因此具有較小極性且在結構中具有苯環及極性基團(諸如甲苯及氯仿)之溶劑可為較佳的。例如，可依使得將上述溶劑新增至加權半導體奈米粒子，且在室溫處使用一攪拌棒來依200 rpm攪拌生成物達30分鐘之一方式製造待施加之油墨。另外，在施加油墨之後，配位體之MPA取代處理可經較佳地執行以改良電子傳送層與奈米粒子層22R之間之黏著性。依以下方式執行MPA取代處理。首先，由一旋塗機施加半導體奈米粒子(經受旋塗)(步驟1)。接著，將半導體奈米粒子已被施加於其上之半導體基板11浸入3-巰基丙酸(MPA)之100 mM之甲醇溶液中達1分鐘(步驟2)。接著，將所得半導體基板11浸入甲醇溶液達10秒(步驟3)。接著，將所得半導體基板11浸入另一甲醇溶液達10秒(步驟4)。最後，使整個所得半導體基板11乾燥(步驟5)。重複上述步驟1至步驟5，直至獲得具有一所要厚度之奈米粒子層22R。

在此情況中，奈米粒子層22R具有其中堆疊複數個奈米粒子薄膜之一多層結構。MPA取代處理有效地改良組態奈米粒子層22R之該等薄膜之間之黏著性。順便而言，儘管取決於待使用之半導體材料，但可期望奈米粒子層22R具有約500奈米或更大之一膜厚度以進行充分光吸收。

在形成奈米粒子層22R之後，可藉由(例如)一氣相沈積法而形成作為電洞傳送層之 MoO_3 (三氧化鉬)及作為反射電極之Ag (銀)層。出可使用半導體膜(諸如氧化鎳(NiO)及 V_2O_5)來作為電洞傳送層之外，

亦可使用有機膜(諸如聚(3,4-伸乙基二氧噻吩)(PEDOT)及N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基聯苯胺(TPD))來作為電洞傳送層。

隨後，一導電層可藉由(例如)一真空氣相沈積法而形成於電洞傳送層上以獲得第二電極23R。因此，形成紅色光電轉換區段20R。依類似於紅色光電轉換區段20R之一方式形成綠色光電轉換區段20G及藍色光電轉換區段20B。

在形成藍色光電轉換區段20B之後，保護層31形成於藍色光電轉換區段20B之第二電極23B上。可依使得在藉由(例如)電漿CVD法而形成氮化矽或二氧化矽之一膜之後對該膜執行藉由光微影技術及乾式蝕刻之圖案化，且最後執行後處理(諸如灰化及有機清潔)以移除所沈積之材料及殘留物之一方式形成保護層31。

在形成保護層31之後，使平坦化層32及晶片上透鏡33依序形成於保護層31上。藉由上述步驟而完成圖1中所繪示之光電轉換元件10。

(光電轉換元件10之操作)

在光電轉換元件10 (例如作為影像拾取裝置之像素)中，可依以下方式獲得信號電荷(電子)。當光L進入光電轉換元件10中時，光L依序穿過晶片上透鏡33、藍色光電轉換區段20B、綠色光電轉換區段20G及紅色光電轉換區段20R，且在穿過程序中使光L進行針對藍色、綠色及紅色之各彩色光之光電轉換。

具體言之，如圖7中所詳細繪示，在已進入光電轉換元件10之光L中，由藍色光電轉換區段20B選擇性地偵測(吸收)藍光 L_B 以使其進行光電轉換。在已產生於藍色光電轉換區段20B中之電子-電洞對中，從第一電極21B提取電子 E_B ，且將電子 E_B 儲存於藍色儲存層110B中。另一方面，從第二電極23B排放電洞。同樣地，在已穿過藍色光電轉換區段20B之光中，由綠色光電轉換區段20G選擇性地偵測綠光 L_G 以使

其進行光電轉換。在已產生於綠色光電轉換區段20G中之電子-電洞對中，從第一電極21G提取電子 E_G ，且將電子 E_G 儲存於綠色儲存層110G中。在已穿過藍色光電轉換區段20B及綠色光電轉換區段20G之光中，由紅色光電轉換區段20R選擇性地偵測紅光 L_R 以使其進行光電轉換。在已產生於紅色光電轉換區段20R中之電子-電洞對中，從第一電極21R提取電子 E_R ，且將電子 E_R 儲存於紅色儲存層110R中。

在進行讀取操作時，接通對應於各自色彩之轉移電晶體，且將分別儲存於紅色儲存層110R、綠色儲存層110G及藍色儲存層110B中之電子 E_R 、 E_G 及 E_B 轉移至垂直信號線 L_{sig} (參閱圖11)。依此方式，依光 L 進入之順序堆疊藍色光電轉換區段20B、綠色光電轉換區段20G及紅色光電轉換區段20R，其可單獨偵測紅色、綠色及藍色之彩色光且在無需提供彩色濾波器之情況下獲得各色彩之信號電荷。

(光電轉換元件10之功能及效應)

在光電轉換元件10中，奈米粒子層22R、22G及22B之各者係一膠狀奈米粒子層，其含有各具有等於或大於激子波爾半徑之一半徑之複數個半導體奈米粒子。因此，無需在奈米粒子層22R、22G及22B中賦予量子侷限效應，且可獲得半導體奈米粒子之物質中固有之帶隙。據此，可避免與含於光電轉換層中之半導體奈米粒子之粒徑之變動相關聯之光吸收特性之變動。因此，賦予極佳光譜特性且預期高色彩再現性。另外，允許依使得藉由一施加法(諸如一旋塗法)而施加油墨(其中半導體奈米粒子分散於預定溶劑中)之一方式形成奈米粒子層22R、22G及22B。允許藉由該方法而相對較容易地獲得由結晶奈米粒子形成之一膜。據此，避免由在藉由氣相法(諸如一濺鍍法及一電漿CVD法)而製造之一膜中觀察到之晶體缺陷引起之光電轉換效率之降級。

再者，當使半導體奈米粒子之半徑等於或小於奈米粒子層22R、22G及22B之各者中之吸收峰值波長之 $1/20$ 時，可抑制由入射光之散

射光進入周邊裝置(例如鄰近像素)之光接收區段引起之串擾。此係因為：就此一半徑而言，瑞利散射在奈米粒子層之各者中之入射光之散射中占優。

再者，當奈米粒子層22R、22G及22B由具有彼此不同之半徑之複數種半導體奈米粒子形成時，可達成光吸收性之改良及導電性之改良兩者。

另外，由於將無機半導體用作為半導體奈米粒子，所以與有機半導體不同，所以激子之束縛態較弱且易於執行與激子態之電荷分離。因此，關於半導體奈米粒子，可考量激子之擴散長度不影響裝置特性。

(修改方案1)

圖8繪示一光電轉換元件10A之一橫截面結構，光電轉換元件10A係上述光電轉換元件10之一第一修改方案。在上述光電轉換元件10中，半導體奈米粒子層用作為所有紅色光電轉換區段20R、綠色光電轉換區段20G及藍色光電轉換區段20B中之光電轉換膜；然而，本發明不限於此。如同圖8中所繪示之光電轉換元件10A，例如，一結晶矽(Si)層26可用作為(例如)紅色光電轉換區段20R中之一光電轉換膜。在此情況中，由結晶矽層26選擇性地吸收及光電轉換紅光。甚至在此情況中，可獲得類似於藉由光電轉換元件10之效應的效應。應注意，可使用一無機半導體晶體而非結晶矽。再者，由於結晶矽層26用於代替光電轉換元件10A中之半導體奈米粒子層22R，所以光電轉換元件10A之結構比光電轉換元件10之結構簡單。據此，允許光電轉換元件10A比光電轉換元件10更容易製造。

(修改方案2)

圖9繪示一光電轉換元件10B之一橫截面結構，光電轉換元件10B係上述光電轉換元件10之一第二修改方案。光電轉換元件10B具有結

晶矽層26作為紅色光電轉換區段20R中之光電轉換膜以及具有一有機半導體層27作為綠色光電轉換區段20G中之光電轉換膜。有機半導體層27由吸收及光電轉換綠光之一有機半導體形成，且允許其他波長範圍內之光穿過其。據此，由奈米粒子層22B選擇性地吸收藍光及光電轉換藍光，由有機半導體層27選擇性地吸收及光電轉換綠光，且由結晶矽層26選擇性地吸收及光電轉換紅光。甚至在此情況中，可獲得類似於藉由光電轉換元件10之效應的效應。

可期望：有機半導體層27中之有機半導體可經組態以含有一有機p型半導體及一有機n型半導體之一或兩者。喹吡啶酮衍生物、茚衍生物、蔥衍生物、菲衍生物、并四苯衍生物、芘衍生物、芘衍生物及丙二烯合芘衍生物之一者適合用作為此一有機半導體。替代地，可使用伸苯基伸乙烯基、萸、呋啶、吡啶、芘、吡咯、甲基吡啶、噻吩、乙炔、聯乙炔或其類似者之聚合物、或其衍生物。另外，可較佳地使用金屬錯合物染料、若丹明染料、花青染料、部花青染料、苯基氧雜蔥染料、三苯甲烷染料、若丹花青染料、二苯并呋喃染料、大環氮雜輪烯燃料、甘菊環染料、蔡醌染料、蔥醌染料、具有縮合多環芳香族化合物及芳香環之鏈化合物(諸如蔥及芘或縮合雜環化合物、或具有作為一結合鏈之方酸菁基團及克酮酸亞甲酯基團之兩個含氮雜環，諸如喹啉、苯并噻啶及苯并噁啶)、或類似於由方酸菁基團及克酮酸亞甲酯基團定界之花青染料的染料。應注意，ditiol金屬錯合物染料、金屬鈦花青染料、金屬紫質染料或釷錯合物染料較佳地作為上述金屬錯合物染料；然而，金屬錯合物染料不限於此。再者，在光電轉換元件10B中，結晶矽層26用於代替半導體奈米粒子層22R，且有機半導體層27用於代替半導體奈米粒子層22G。因此，光電轉換元件10B之結構比包含複數個半導體奈米粒子層之光電轉換元件10及10A之結構簡單，且相對較容易地製造光電轉換元件10B。

(第二實施例)

(光電轉換元件50之結構)

圖10繪示根據本發明之一第二實施例之一光電轉換元件50之一橫截面結構。例如，可藉由使一透明電極52、一電子傳送層53、一半導體奈米粒子層(下文中稱為奈米粒子層)54、一電洞傳送層55及一反射電極56依序堆疊及形成於一透明玻璃基板51上(其中一電路形成層(圖中未繪示)介於其等之間)而組態光電轉換元件50。奈米粒子層54由一預定半導體材料形成，且吸收及光電轉換對應於物質之波長光，如同上述第一實施例中之奈米粒子層22R、22G及22B。應注意，由除玻璃之外之一材料形成之一透明基板或具有高於待光電轉換之入射光之帶隙之一帶隙的一半導體基板可用於代替玻璃基板51。

(光電轉換元件50之操作)

在光電轉換元件50中，光L進入玻璃基板51之一表面51S1。入射光L依序穿過玻璃基板51、透明電極52及電子傳送層53，且接著到達奈米粒子層54。由奈米粒子層54吸收物質中固有之一波長範圍內之光，且使該光進行光電轉換。未由奈米粒子層54吸收且已穿過奈米粒子層54之光由反射電極56反射而穿過電洞傳送層55，且再次行進朝向奈米粒子層54。再次未由奈米粒子層54吸收之光在穿過電子傳送層53、透明電極52及玻璃基板51之後被發射至外部。

(光電轉換元件50之功能及效應)

亦在光電轉換元件50中，允許賦予類似於上述第一實施例中之光電轉換元件10之功能的一功能。換言之，由於光電轉換元件50具有奈米粒子層54(其含有各具有等於或大於激子波爾半徑之一半徑之複數個半導體奈米粒子)，所以在不允許賦予量子侷限效應之情況下允許獲得組態半導體奈米粒子之半導體中固有之光吸收特性。

(影像拾取裝置之總體組態)

圖11係繪示將上述實施例之任何者中所描述之光電轉換元件用於各像素中之影像拾取裝置101的一功能方塊圖。影像拾取裝置101係一CMOS影像感測器，且具有：一像素區段101a，其作為一影像拾取區域；及一電路區段130，其可包含(例如)一列掃描區段131、一水平選擇區段133、一行掃描區段134及一系統控制區段132。電路區段130可設置於像素區段101a之一周邊區域中，同時堆疊於像素區段101a之該周邊區域上或堆疊於像素區段101a上，或可設置於與像素區段101a對置之一區域中，同時堆疊於像素區段101a上。

例如，像素區段101a可具有二維地配置成一矩陣之複數個單位像素P (各對應於光電轉換元件10)。例如，像素驅動線Lread (具體言之，行選擇線及重設控制線)連接至各像素列之單位像素P，且垂直信號線Lsig連接至各像素行之單位像素P。像素驅動線Lread之各者從像素傳輸用於讀出信號之一驅動信號。像素驅動線Lread之各者之一端連接至對應於列掃描區段131之各列的一輸出端。

列掃描區段131係由一移位電阻器、一位址解碼器或其類似者組態之一像素驅動區段，且驅動基於一列之像素區段101a之像素P。透過各自垂直信號線Lsig而將從由列掃描區段131選擇性地掃描之像素列中之各自像素P輸出之信號供應至水平選擇區段133。水平選擇區段133由提供給各垂直信號線Lsig之一放大器、一水平選擇開關或其類似者組態。

行掃描區段134由一移位電阻器、一位址解碼器或其類似者組態，且依序驅動水平選擇區段133中之水平選擇開關，同時掃描水平選擇開關。藉由行掃描區段134之選擇掃描，透過各自垂直信號線Lsig而傳輸之各自像素P之信號被依序傳輸至水平信號線135，且透過水平信號線135而輸出至外部。

系統控制區段132接收從外部提供之時脈及指示一操作模式之資

料，且輸出諸如影像拾取裝置101之內部資訊之資料。系統控制區段132進一步包含產生各種時序信號之一時序產生器，且基於由該時序產生器產生之該等各種時序信號而執行列掃描區段131、水平選擇區段133、行掃描區段134及其類似者之驅動控制。

(應用實例)

上述影像拾取裝置101可應用於具有一影像拾取功能之所有類型之電子設備，例如一相機系統(諸如一數位靜態相機及一視訊相機)、具有一影像拾取功能之一行動電話、及其類似者。作為一實例，圖12繪示一電子設備102 (一相機)之一示意性組態。電子設備102可為(例如)能夠拍攝一靜態影像或一動態圖像之一視訊相機，且包含：影像拾取裝置101；一光學系統(光學鏡頭) 310；一快門裝置311；一驅動區段313，其驅動影像拾取裝置101及快門裝置311；及一信號處理區段312。

光學系統310將影像光(入射光)從一物體引導至影像拾取裝置101之像素區段101a。光學系統310可由複數個光學鏡頭組態。快門裝置311控制影像拾取裝置101之一光照時期及一遮光時期。驅動區段313控制影像拾取裝置101之轉移操作及快門裝置311之快門操作。信號處理區段312對從影像拾取裝置101輸出之信號執行各種信號處理。一信號經處理之圖像信號Dout儲存於諸如一記憶體之一儲存媒體中或輸出至一監測器或其類似者。

在上文中，儘管已參考實施例及修改方案來描述本發明，但本發明不受限於上述實施例及器類似者，且可作出各種修改。例如，在上述修改方案2之光電轉換元件10B中，紅色光電轉換區段20R之光電轉換膜由一結晶矽層組態，綠色光電轉換區段20G之光電轉換膜由一有機半導體層組態，且藍色光電轉換區段20B之光電轉換膜由一奈米粒子層組態。然而，本發明不限於此。例如，如同表2中所繪示之一

光電轉換元件10C (一第三修改方案)，紅色光電轉換區段20R之光電轉換膜可由一結晶矽層組態，綠色光電轉換區段20G之光電轉換膜可由一無機半導體奈米粒子層組態，且藍色光電轉換區段20B之光電轉換膜可由一有機半導體層組態。替代地，如同表2中所繪示之一光電轉換元件10D (一第四修改方案)，紅色光電轉換區段20R及藍色光電轉換區段20B之各者之光電轉換膜可由一無機半導體奈米粒子層組態，且綠色光電轉換區段20G之光電轉換膜可由一有機半導體層組態。此外，如同表2中所繪示之一光電轉換元件10E (一第五修改方案)，紅色光電轉換區段20R及綠色光電轉換區段20G之各者之光電轉換膜可由一有機半導體層組態，且藍色光電轉換區段20B之光電轉換膜可由一無機半導體奈米粒子層組態。

[表2]

	光電轉換膜		
	紅色	綠色	藍色
光電轉換元件10 (第一實施例)	無機半導體奈米粒子	無機半導體奈米粒子	無機半導體奈米粒子
光電轉換元件10A (第一修改方案)	結晶Si	無機半導體奈米粒子	無機半導體奈米粒子
光電轉換元件10B (第二修改方案)	結晶Si	有機半導體	無機半導體奈米粒子
光電轉換元件10C (第三修改方案)	結晶Si	無機半導體奈米粒子	有機半導體
光電轉換元件10D (第四修改方案)	無機半導體奈米粒子	有機半導體	無機半導體奈米粒子
光電轉換元件10E (第五修改方案)	有機半導體	有機半導體	無機半導體奈米粒子

再者，在上述實施例及其類似者中，具體地描述光電轉換元件

10、10A至10E及50之結構；然而，此等光電轉換元件未必具有所有組件，且可進一步包含其他組件。例如，在光電轉換元件10中，可不設置晶片上透鏡33。

應注意，本說明書中所描述之效應僅供例示，且不受限於[實施方式]，且可獲得其他效應。另外，本發明可組態如下。

(1) 一種半導體奈米粒子色散，其包含：

複數個半導體奈米粒子，其等各具有等於或大於一激子波爾半徑之一半徑；及

一溶劑，其分散有該複數個半導體奈米粒子。

(2) 如(1)之半導體奈米粒子色散，其中該等半導體奈米粒子之各者由一個二元混合晶體形成。

(3) 如(1)或(2)之半導體奈米粒子色散，其中該複數個半導體奈米粒子包含各具有一第一半徑之第一粒子及各具有一第二半徑之第二粒子。

(4) 如(1)至(3)中任一項之半導體奈米粒子色散，其中該等半導體奈米粒子之各者由硒化鋅化合物(ZnSe)形成，且具有等於或大於ZnSe之一激子波爾半徑(約3.9奈米)之一半徑。

(5) 如(4)之半導體奈米粒子色散，其中該等半導體奈米粒子之各者摻雜有一雜質元素Ga或Cl作為約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一n型摻雜劑。

(6) 如(4)或(5)之半導體奈米粒子色散，其中該等半導體奈米粒子之各者摻雜有一雜質元素N、O或Li作為約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一p型摻雜劑。

(7) 如(1)至(3)中任一項之半導體奈米粒子色散，其中該等半導體奈米粒子之各者由碲化鋅化合物(ZnTe)形成，且具有等於或大於ZnTe之一激子波爾半徑(約5.4奈米)之一半徑。

(8) 如(7)之半導體奈米粒子色散，其中該等半導體奈米粒子之各者摻雜有一雜質元素Ga或Cl作為約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一n型摻雜劑。

(9) 如(7)或(8)之半導體奈米粒子色散，其中該等半導體奈米粒子之各者摻雜有一雜質元素N、O或Li作為約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一p型摻雜劑。

(10) 一種光電轉換元件，其包含：

一光電轉換層，其含有各具有等於或大於一激子波爾半徑之一半徑之複數個半導體奈米粒子；及

一對電極，其等彼此對置，其中該光電轉換層介於該對電極之間。

(11) 如(10)之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子之各者之一半徑等於或小於該光電轉換層之吸收峰值波長之 $1/20$ 。

(12) 如(10)或(11)之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子之各者由一個二元混合晶體形成。

(13) 如(10)至(12)中任一項之光電轉換元件，其中該複數個半導體奈米粒子包含各具有一第一半徑之第一粒子及各具有一第二半徑之第二粒子。

(14) 如(10)至(13)中任一項之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子之各者由硒化鋅化合物(ZnSe)形成，且具有等於或大於ZnSe之一激子波爾半徑(約3.9奈米)之一半徑。

(15) 如(14)之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子之各者摻雜有一雜質元素Ga或Cl作為約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一n型摻雜劑。

(16) 如(14)或(15)之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子之各者摻雜有一雜質元素N、O或Li作為約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範

圍內之一p型摻雜劑。

(17) 如(10)至(13)中任一項之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子之各者由碲化鋅化合物(ZnTe)形成，且具有等於或大於ZnTe之一激子波爾半徑(約5.4奈米)之一半徑。

(18) 如(17)之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子之各者摻雜有一雜質元素Ga或Cl作為約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一n型摻雜劑。

(19) 如(17)或(18)之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子之各者摻雜有一雜質元素N、O或Li作為約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一p型摻雜劑。

(20) 一種影像拾取裝置，其具有複數個光電轉換元件作為像素，該等光電轉換元件之各者包含：

一光電轉換層，其含有各具有等於或大於一激子波爾半徑之一半徑之複數個半導體奈米粒子；及

一對電極，其等彼此對置，其中該光電轉換層介於該對電極之間。

(21) 一種半導體奈米粒子色散，其包括：

複數個半導體奈米粒子，其等具有等於或大於一激子波爾半徑之一半徑；及

一溶劑，其分散有該複數個半導體奈米粒子。

(22) 如(21)之半導體奈米粒子色散，其中該等半導體奈米粒子包含一個二元混合晶體。

(23) 如(21)之半導體奈米粒子色散，其中該複數個半導體奈米粒子包含具有一第一半徑之第一粒子及具有一第二半徑之第二粒子。

(24) 如(21)之半導體奈米粒子色散，其中該等半導體奈米粒子包含碲化鋅化合物(ZnSe)，且具有等於或大於ZnSe之一激子波爾半徑

(約3.9奈米)之一半徑。

(25) 如(24)之半導體奈米粒子色散，其中該等半導體奈米粒子包含約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一n型摻雜劑，其中該n型摻雜劑係包含Ga及Cl之任一者之一雜質元素。

(26) 如(24)之半導體奈米粒子色散，其中該等半導體奈米粒子包含約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一p型摻雜劑，其中該p型摻雜劑係包含N、O及Li之任一者之一雜質元素。

(27) 如(21)之半導體奈米粒子色散，其中該等半導體奈米粒子包含碲化鋅化合物(ZnTe)，且具有等於或大於ZnTe之一激子波爾半徑(約5.4奈米)之一半徑。

(28) 如(27)之半導體奈米粒子色散，其中該等半導體奈米粒子包含約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一n型摻雜劑，其中該n型摻雜劑係包含Ga及Cl之任一者之一雜質元素。

(29) 如(27)之半導體奈米粒子色散，其中該等半導體奈米粒子包含約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一p型摻雜劑，其中該p型摻雜劑係包含N、O及Li之一雜質元素。

(30) 如(21)之半導體奈米粒子色散，其中該半徑係與該等半導體奈米粒子相關聯之一平均半徑。

(31) 一種光電轉換元件，其包括：

一光電轉換層，其含有具有等於或大於一激子波爾半徑之一半徑之複數個半導體奈米粒子；及

一對電極，其等彼此對置，其中該光電轉換層介於該對電極之間。

(32) 如(31)之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子之一半徑等於或小於該光電轉換層之吸收峰值波長之 $1/20$ 。

(33) 如(31)之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子包含一個

二元混合晶體。

(34) 如(31)之光電轉換元件，其中該複數個半導體奈米粒子包含具有一第一半徑之第一粒子及具有一第二半徑之第二粒子。

(35) 如(31)之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子包含硒化鋅化合物(ZnSe)，且具有等於或大於ZnSe之一激子波爾半徑(約3.9奈米)之一半徑。

(36) 如(35)之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子包含約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一n型摻雜劑，其中該n型摻雜劑係包含Ga及Cl之任一者之一雜質元素。

(37) 如(35)之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子包含約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一p型摻雜劑，其中該p型摻雜劑係包含N、O及Li之任一者之一雜質元素。

(38) 如(31)之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子包含碲化鋅化合物(ZnTe)，且具有等於或大於ZnTe之一激子波爾半徑(約5.4奈米)之一半徑。

(39) 如(38)之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子包含約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一n型摻雜劑，其中該n型摻雜劑係包含Ga及Cl之任一者之一雜質元素。

(40) 如(38)之光電轉換元件，其中該等半導體奈米粒子包含約 10^{17} cm^{-3} 至約 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一p型摻雜劑，其中該p型摻雜劑係包含N、O及Li之任一者之一雜質元素。

(41) 如(31)之光電轉換元件，其中該半徑係該等半導體奈米粒子之一平均半徑。

(42) 一種影像拾取裝置，其包含複數個光電轉換元件作為像素，該等光電轉換元件之至少一者包括：

一光電轉換層，其含有具有等於或大於一激子波爾半徑之一半

徑之複數個半導體奈米粒子；及

一對電極，其等彼此對置，其中該光電轉換層介於該對電極之間。

熟習技術者應瞭解，可根據設計要求及其他因數而進行各種修改、組合、子組合及變更，只要其等落於隨附申請專利範圍或其等效物之範疇內。

[工業應用性]

根據本發明之實施例之任何者之光電轉換元件不受限於對上述影像拾取裝置之應用。例如，根據本發明之實施例之任何者之光電轉換元件可應用於一光學感測器，其使用吸收一特定波長範圍內之光之一性質來偵測是否存在該特定波長範圍內之該光。

【符號說明】

- 1 半導體奈米粒子
- 1A 半導體奈米粒子
- 1B 半導體奈米粒子
- 1C 半導體奈米粒子
- 3 球體
- 3A 球體
- 3B 球體
- 3C 球體
- 10 光電轉換元件
- 10A 光電轉換元件
- 10B 光電轉換元件
- 10C 光電轉換元件
- 10D 光電轉換元件
- 10E 光電轉換元件

11	半導體基板
11S1	表面
11S2	表面
12	絕緣層
20B	藍色光電轉換區段
20G	綠色光電轉換區段
20R	紅色光電轉換區段
21B	第一電極
21G	第一電極
21R	第一電極
22B	奈米粒子層
22BP	半導體奈米粒子
22G	奈米粒子層
22GP	半導體奈米粒子
22R	奈米粒子層
22RP	半導體奈米粒子
23B	第二電極
23G	第二電極
23R	第二電極
24	絕緣層
25	絕緣層
26	結晶矽(Si)層
27	有機半導體層
31	保護層
32	平坦化層
33	晶片上透鏡

50	光電轉換元件
51	玻璃基板
51S1	表面
52	透明電極
53	電子傳送層
54	奈米粒子層
55	電洞傳送層
56	反射電極
101	影像拾取裝置
101a	像素區段
102	電子設備
110	矽層/p型矽(Si)基板
110B	藍色儲存層
110G	綠色儲存層
110R	紅色儲存層
130	電路區段
131	列掃描區段
132	系統控制區段
133	水平選擇區段
134	行掃描區段
135	水平信號線
310	光學系統
311	快門裝置
312	信號處理區段
313	驅動區段
CA1	路經

CA2	路經
Dout	信號經處理之圖像信號
E _B	電子
E _G	電子
E _R	電子
L	光
L _B	藍光
L _G	綠光
L _R	紅光
Lread	像素驅動線
Lsig	垂直信號線
L22	距離
P	像素
P1	第一粒子
P2	第二粒子



I653750

公告本

發明摘要

107年4月23日修正本

※ 申請案號：103136539

※ 申請日：103年10月22日

※IPC 分類：H01L27/146、31/10
(2006.01)

【發明名稱】

半導體奈米粒子色散，光電轉換元件，以及影像拾取裝置
SEMICONDUCTOR NANOPARTICLE DISPERSION,
PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT, AND IMAGE
PICKUP DEVICE

【中文】

本發明提供一種半導體奈米粒子色散。該半導體奈米粒子色散包含：複數個半導體奈米粒子，其等具有等於或大於一激子波爾(Bohr)半徑之一半徑；及一溶劑，其分散有該複數個半導體奈米粒子。

【英文】

A semiconductor nanoparticle dispersion is provided. The semiconductor nanoparticle dispersion including a plurality of semiconductor nanoparticles having a radius equal to or larger than an exciton Bohr radius; and a solvent dispersed with the plurality of semiconductor nanoparticles.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 3A ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

CA1 路經

L22 距離

P1 第一粒子

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1. 一種半導體奈米粒子色散，其包括：
複數個半導體奈米粒子，其等具有等於或大於一激子波爾(Bohr)半徑之一半徑，其中該激子波爾半徑與該複數個半導體奈米粒子相關聯，
其中該複數個半導體奈米粒子中每一者包含摻雜一雜質元素之一個二元混合晶體；及
一溶劑，其分散有該複數個半導體奈米粒子。
2. 如請求項1之半導體奈米粒子色散，其中該複數個半導體奈米粒子包含具有一第一半徑之第一粒子及具有一第二半徑之第二粒子。
3. 如請求項1之半導體奈米粒子色散，其中該複數個半導體奈米粒子中每一者包含硒化鋅化合物(ZnSe)，其中該等半導體奈米粒子中每一者之半徑等於或大於ZnSe之激子波爾半徑，其中ZnSe之激子波爾半徑係3.9奈米。
4. 如請求項3之半導體奈米粒子色散，其中複數個等半導體奈米粒子中每一者進一步包含 10^{17} cm^{-3} 至 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一n型摻雜劑，其中該n型摻雜劑係包含Ga或Cl之一者之雜質元素。
5. 如請求項3之半導體奈米粒子色散，其中該複數個半導體奈米粒子中每一者包含 10^{17} cm^{-3} 至 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一p型摻雜劑，其中該p型摻雜劑係包含N、O或Li之一者之雜質元素。
6. 如請求項1之半導體奈米粒子色散，其中複數個等半導體奈米粒子中每一者包含碲化鋅化合物(ZnTe)，其中該複數個半導體奈米粒子中每一者之半徑等於或大於ZnTe之激子波爾半徑，其中ZnTe之激子波爾半徑係5.4奈米。

7. 如請求項6之半導體奈米粒子色散，其中該複數個半導體奈米粒子中每一者進一步包含 10^{17} cm^{-3} 至 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一n型摻雜劑，其中該n型摻雜劑係包含Ga或Cl之一者之雜質元素。
8. 如請求項6之半導體奈米粒子色散，其中該複數個半導體奈米粒子中每一者進一步包含 10^{17} cm^{-3} 至 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一p型摻雜劑，其中該p型摻雜劑係包含N、O或Li中至少一者之雜質元素。
9. 如請求項1之半導體奈米粒子色散，其中該半徑係與該複數個半導體奈米粒子相關聯之一平均半徑。
10. 一種光電轉換元件，其包括：
 - 一光電轉換層，其含有複數個半導體奈米粒子，其中該複數個半導體奈米粒子具有等於或大於一激子波爾半徑之一半徑，其中該激子波爾半徑與該複數個半導體奈米粒子相關聯，
 - 其中該複數個半導體奈米粒子中每一者包含摻雜一雜質元素之一個二元混合晶體；及
 - 一對電極，其等彼此對置，其中該光電轉換層介於該對電極之間。
11. 如請求項10之光電轉換元件，其中該複數個半導體奈米粒子中每一者之該半徑等於或小於該光電轉換層之吸收峰值波長之 $1/20$ 。
12. 如請求項10之光電轉換元件，其中該複數個半導體奈米粒子包含具有一第一半徑之第一粒子及具有一第二半徑之第二粒子。
13. 如請求項10之光電轉換元件，其中該複數個半導體奈米粒子中每一者包含硒化鋅化合物(ZnSe)，其中該複數個半導體奈米粒子中每一者之半徑等於或大於ZnSe之激子波爾半徑，其中ZnSe之激子波爾半徑係3.9奈米。

14. 如請求項13之光電轉換元件，其中該複數個半導體奈米粒子中每一者進一步包含 10^{17} cm^{-3} 至 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一n型摻雜劑，其中該n型摻雜劑係包含Ga或Cl之一者之雜質元素。
15. 如請求項13之光電轉換元件，其中該複數個半導體奈米粒子中每一者進一步包含 10^{17} cm^{-3} 至 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一p型摻雜劑，其中該p型摻雜劑係包含N、O或Li之一者之雜質元素。
16. 如請求項10之光電轉換元件，其中該複數個半導體奈米粒子中每一者包含碲化鋅化合物(ZnTe)，其中該複數個半導體奈米粒子中每一者之半徑等於或大於ZnTe之激子波爾半徑，其中ZnTe之激子波爾半徑係5.4奈米。
17. 如請求項16之光電轉換元件，其中該複數個半導體奈米粒子中每一者進一步包含 10^{17} cm^{-3} 至 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一n型摻雜劑，其中該n型摻雜劑係包含Ga或Cl之一者之雜質元素。
18. 如請求項16之光電轉換元件，其中該複數個半導體奈米粒子中每一者進一步包含 10^{17} cm^{-3} 至 10^{19} cm^{-3} 之一範圍內之一p型摻雜劑，其中該p型摻雜劑係包含N、O或Li之一者之雜質元素。
19. 如請求項10之光電轉換元件，其中該半徑係該複數個半導體奈米粒子之一平均半徑。
20. 一種影像拾取裝置，其包括：
複數個光電轉換元件作為像素，其中該複數個光電轉換元件中至少一光電轉換元件包括：
一光電轉換層，其含有複數個半導體奈米粒子，其中該複數個半導體奈米粒子具有等於或大於一激子波爾半徑之一半徑，其中該激子波爾半徑與該複數個半導體奈米粒子相關聯，
其中該複數個半導體奈米粒子中每一者包含摻雜一雜質元素之一個二元混合晶體；及

一對電極，其等彼此對置，其中該光電轉換層介於該對電極之間。