(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年3月14日(14.03.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/049192 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 33/06 (2010.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/031896

(22) 国際出願日： 2017年9月5日(05.09.2017)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人:シャープ株式会社(**SHARP KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒5908522 大阪府堺市堺区匠町１番地 Osaka (JP).

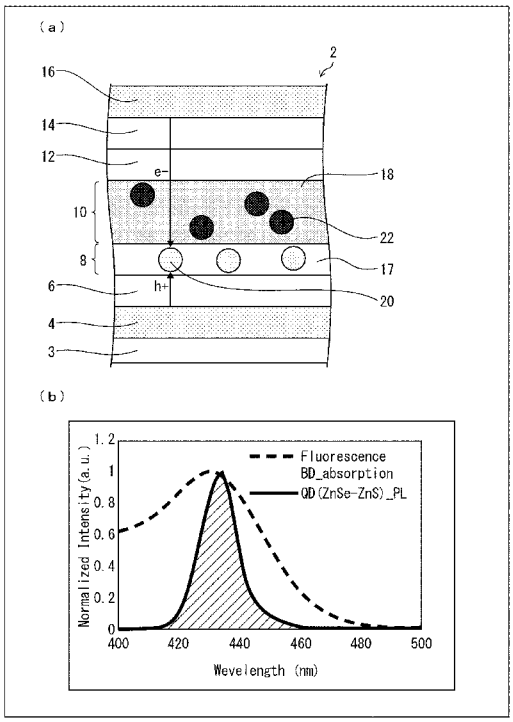
(72) 発明者:塚本 優人(**TSUKAMOTO, Yuto**). 川戸 伸一(**KAWATO, Shinichi**). 梅田 時由(**UMEDA, Tokiyoshi**). 二星 学(**NIBOSHI, Manabu**). 仲西 洋平(**NAKANISHI, Youhei**). 内海 久幸(**UTSUMI, Hisayuki**). 兼弘 昌行(**KANEHIRO, Masayuki**). 岡本 翔太(**OKAMOTO, Shota**).

(74) 代理人: 特許業務法人ＨＡＲＡＫＥＮＺＯ ＷＯＲＬＤ ＰＡＴＥＮＴ ＆ ＴＲＡＤＥＭＡＲＫ (**HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK**); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋２丁目北２番６号 大和南森町ビル Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) **Title:** LIGHT EMITTING DEVICE, MANUFACTURING METHOD OF LIGHT EMITTING DEVICE, AND MANUFACTURING APPARATUS OF LIGHT EMITTING DEVICE

(54) 発明の名称： 発光デバイス、発光デバイスの製造方法、発光デバイスの製造装置



(57) **Abstract:** In order to provide a light-emitting device in which long-lived fluorescence emission is obtained more efficiently, this light-emitting device (2) comprises an exciton generation layer (8) in which quantum dots (20) are dispersed, a light-emitting layer (10) which is adjacent to the exciton generation layer (8) in the vertical direction and in which fluorescent or phosphorescent luminous bodies (22) are dispersed, a first electrode (4) in a layer below the exciton generation layer (8) and the light emitting layer (10), and a second electrode (16) in a layer above the exciton generation layer (8) and the light-emitting layer (10), wherein there is at least partial overlap between the light emission spectrum of the quantum dots (20) and the absorption spectrum of the luminous bodies (22).

(57) 要約：より高効率、長寿命の蛍光発光が得られる発光デバイスを提供することを目的として、量子ドット（２０）が分散する励起子生成層（８）と、蛍光体または燐光体である発光体（２２）が分散し、前記励起子生成層（８）と上下方向に隣接する発光層（１０）と、前記励起子生成層（８）および前記発光層（１０）よりも下層の第１電極（４）と、前記励起子生成層（８）および前記発光層（１０）よりも上層の第２電極（１６）とを備え、前記量子ドット（２０）の発光スペクトルと、前記発光体（２２）の吸収スペクトルとが少なくとも一部において重なる発光デバイス（２）を提供する。

WO 2019/049192 A1

［続葉有］

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ：

発光デバイス、発光デバイスの製造方法、発光デバイスの製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、量子ドットを含む発光素子を備えた発光デバイスに関する。

背景技術

[0002] 特許文献１には、二つの電極と、量子ドットを含む、当該電極間の発光層とを備えた発光デバイスに関する記載がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開２００６－１８５９８５号（２００６年７月１３日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１においては、発光層に含まれる量子ドットにて励起子の生成が行われる。このように、発光層において、励起子の生成が行われると、発光効率が低くなる問題がある。

[0005] また、発光層を塗布により形成する場合、発光層を蒸着により形成する場合と比較して、発光デバイス中に不純物が混入しやすく、発光デバイスの素子の発光寿命が短くなる問題がある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本発明の発光デバイスは、量子ドットが分散する励起子生成層と、蛍光体または燐光体である発光体が分散し、前記励起子生成層と上下方向に隣接する発光層と、前記励起子生成層および前記発光層よりも下層の第１電極と、前記励起子生成層および前記発光層よりも上層の第２電極とを備えた発光デバイスであって、前記量子ドットの発光スペク

トルと、前記発光体の吸収スペクトルとが少なくとも一部において重なる。

[0007] また、本発明の発光デバイスの製造方法は、量子ドットが分散する励起子生成層と、吸収スペクトルの少なくとも一部が、前記量子ドットの発光スペクトルと重なる、蛍光体または燐光体である発光体が分散し、前記励起子生成層と上下方向に隣接する発光層と、前記励起子生成層および前記発光層よりも下層の第１電極と、前記励起子生成層および前記発光層よりも上層の第２電極とを備えた発光デバイスの製造方法であって、前記励起子生成層を形成する励起子生成層形成工程と、前記発光層を形成する発光層形成工程とを備える。前記発光層は、塗布工程により形成してもよいが、蒸着工程により形成することがより好ましい。

[0008] また、本発明の発光デバイスの製造装置は、量子ドットが分散する励起子生成層と、吸収スペクトルの少なくとも一部が、前記量子ドットの発光スペクトルと重なる、蛍光体または燐光体である発光体が分散する発光層と、前記励起子生成層および前記発光層よりも下層の第１電極と、前記励起子生成層および前記発光層よりも上層の第２電極とを形成する成膜装置を備える。

発明の効果

[0009] 上記構成により、より高効率、長寿命の発光が得られる発光デバイスを提供できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施形態１に係る発光デバイスの概略断面図と、当該発光デバイスの量子ドットの発光スペクトルと蛍光体の吸収スペクトルとの例を示す図である。

[図2]本発明の実施形態１に係る発光デバイスにおける、量子ドットと蛍光体との分子軌道ダイヤグラムと、当該発光デバイスの発光機構を説明するための図である。

[図3]本発明の実施形態１に係る発光デバイスの製造方法を説明するためのフローチャートである。

[図4]本発明の変形例に係る発光デバイスの概略断面図である。

[図5]本発明の実施形態２に係る発光デバイスの概略上面図と概略断面図である。

[図6]本発明の実施形態２に係る発光デバイスの、エッジカバー、励起子生成層、および発光層の形成位置の関係について説明するための概略上面図である。

[図7]本発明の実施形態２に係る発光デバイスの赤色画素領域における、量子ドットの発光スペクトルと蛍光体の吸収スペクトルとの例を示す図である。

[図8]本発明の実施形態２に係る発光デバイスの緑色画素領域における、量子ドットの発光スペクトルと蛍光体の吸収スペクトルとの例を示す図である。

[図9]本発明の実施形態２に係る発光デバイスの青色画素領域における、量子ドットの発光スペクトルと蛍光体の吸収スペクトルとの例を示す図である。

[図10]本発明の各実施形態に係る発光デバイスの製造装置を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本明細書において、発光デバイスの発光層から第１電極への方向を「下方向」、発光デバイスの発光層から第２電極への方向を「上方向」として記載する。

[0012] 図１の（ａ）は、本実施形態に係る発光デバイス２の概略断面図である。

[0013] 図１の（ａ）に示すように、発光デバイス２は、図示しないＴＦＴ（Thin Film Transistor）が形成されたアレイ基板３上に、各層が積層された構造を備える。アレイ基板３の上層に形成された第１電極４は、アレイ基板３のＴＦＴと電気的に接続されている。発光デバイス２は、第１電極４上に、正孔注入層６と、励起子生成層８と、発光層１０と、電子輸送層１２と、電子注入層１４と、第２電極１６とを、下層からこの順に備える。本実施形態においては、第１電極４はアノードであり、第２電極１６はカソードである。励起子生成層８と発光層１０とは、発光デバイス２の上下方向において隣接している。

[0014] 励起子生成層８は、励起子生成層ホスト１７と、量子ドット（半導体ナノ

粒子）２０とを有する。量子ドット２０は、励起子生成層ホスト１７中に分散する。発光層１０は、発光層ホスト１８と、発光体としての蛍光体２２とを有する。蛍光体２２は、発光層ホスト１８中に分散する。

[0015] 励起子生成層ホスト１７は、正孔の注入と輸送との機能を有する化合物を備える。発光層ホスト１８は、電子の注入と輸送との機能を有する化合物を備える。励起子生成層ホスト１７および発光層ホスト１８は、感光性材料を備えていてもよい。励起子生成層ホスト１７および発光層ホスト１８は、図示しない分散材料をさらに備えていてもよい。

[0016] 発光デバイス２において、第１電極４と第２電極１６との間に電位差をかけることにより、第１電極４からは正孔が、第２電極１６からは電子が、発光層１０に向かって注入される。図１の（ａ）に示すように、第１電極４からの正孔は、正孔注入層６を介して、励起子生成層８に到達する。第２電極１６からの電子は、電子注入層１４、電子輸送層１２、および発光層１０を介して、励起子生成層８に到達する。

[0017] 励起子生成層８に到達した正孔と電子とは、励起子生成層ホスト１７を介して、量子ドット２０において再結合し、励起子が生成される。このように、励起子生成層８において励起子が生成されるように、正孔注入層６の正孔輸送性、ならびに、電子注入層１４、電子輸送層１２、および発光層１０の電子輸送性が調節される。

[0018] 量子ドット２０は、価電子帯準位と伝導帯準位とを有する。量子ドット２０が、正孔と電子との再結合により生じた励起子からエネルギーを与えられると、量子ドット２０の価電子帯準位から伝導帯準位に励起子が励起される。量子ドット２０としては、例えば、コアにＣｄＳｅ、シェルにＺｎＳを備えた、コア／シェル構造を有する半導体ナノ粒子であってもよい。

[0019] 蛍光体２２は、基底準位、一重項励起準位、および三重項励起準位を有し、基底準位から一重項励起準位へと励起された励起子が、基底準位へと遷移する際に蛍光を発する蛍光材料である。

[0020] 図１の（ｂ）は、量子ドット２０の蛍光スペクトルの例を実線にて、蛍光

体２２の吸収スペクトルの例を破線にて示すスペクトル図である。図１の（ｂ）におけるハッチング箇所は、量子ドット２０の蛍光スペクトルと、蛍光体２２の吸収スペクトルとが、重なる部分を示す。本明細書におけるスペクトル図は何れも、横軸に波長、縦軸に規格化されたスペクトル強度を採る。図１の（ｂ）におけるそれぞれのスペクトルは、最大強度を１として規格化されている。

[0021] 図２は、本実施形態に係る発光デバイス２の発光機構を説明するための図である。図２の左右の分子軌道ダイヤグラムは、それぞれ、量子ドット２０と蛍光体２２との分子軌道を示すダイヤグラムである。なお、量子ドットの分子軌道ダイヤグラムにおいて、ＶＢは価電子帯準位、ＣＢは伝導帯準位を表す。また、蛍光体の分子軌道ダイヤグラムにおいて、Ｓ０は基底準位、Ｓ１は一重項励起準位を表し、三重項励起準位については、図示を省略している。なお、図２に示すように、本実施形態においては、量子ドット２０の伝導帯準位は、蛍光体２２の一重項励起準位よりも高い。このことは、量子ドット２０の発光スペクトルのピーク波長が、蛍光体２２の発光スペクトルのピーク波長よりも短いことに相当する。

[0022] 図１および図２を参照して、本実施形態に係る発光デバイス２の発光機構を詳細に説明する。

[0023] 図２に示すように、励起子生成層８に到達した正孔と電子とが、励起子生成層ホスト１７を介して、量子ドット２０において再結合すると、量子ドット２０において、励起子が発生する。当該励起子は、量子ドット２０の価電子帯準位から伝導帯準位に励起される。

[0024] ここで、量子ドット２０の伝導帯準位の励起子は、フェルスター機構によるエネルギー移動によって、隣接する発光層１０に分散する蛍光体２２の一重項励起準位に遷移する。フェルスター機構は、本実施形態においては、量子ドット２０と蛍光体２２との間の双極子振動の共鳴現象を通じてエネルギー移動が起こる機構である。フェルスター機構によるエネルギー移動には、量子ドット２０と蛍光体２２との直接的な接触は必要ない。フェルスター機

構の速度定数を$k_{h*\to g}$とすると、$k_{h*\to g}$は下記の数式（１）によって示される。

[0025] [数1]

$$k_{h^*\to g}=\frac{9000c^4K^2\phi\ln 10}{128\pi^5n^4N\tau R^6}\int\frac{f'_h(\nu)\varepsilon_g(\nu)}{\nu^4}d\nu \quad \cdots(1)$$

ここで、νは、振動数を表す。f'_h（ν）は、量子ドット２０の規格化された蛍光スペクトルを表す。ε_g（ν）は、蛍光体２２のモル吸光係数を表す。Ｎは、アボガドロ数を表す。ｎは、励起子生成層ホスト１７および発光層ホスト１８の屈折率を表す。Ｒは、量子ドット２０と蛍光体２２との分子間距離を表す。τは、実測される量子ドット２０の励起状態の蛍光寿命を表す。φは、量子ドット２０の蛍光量子収率を表す。Ｋは、量子ドット２０と蛍光体２２との遷移双極子モーメントの配向を表す係数）である。なお、ランダム配向の場合は、$K^2=2/3$である。

[0026] 速度定数$k_{h*\to g}$が大きいほど、フェルスター機構によるエネルギー移動は優勢となる。このことから、量子ドット２０から蛍光体２２へのエネルギー移動は、量子ドット２０の発光スペクトルと、蛍光体２２の吸収スペクトルとの重なりがあることが求められる。

[0027] 図１の（ｂ）に示すように、本実施形態における量子ドット２０の蛍光スペクトルと、蛍光体２２の吸収スペクトルとは、少なくとも一部において重なっている。このため、互いの分子間距離が十分に近い量子ドット２０と蛍光体２２との間においては、上述のエネルギー移動が発生する。

[0028] また、図１の（ｂ）に示すように、本実施形態においては、量子ドット２０の発光スペクトルのピーク波長は、蛍光体２２の吸収スペクトルに含まれている。また、蛍光体２２の吸収スペクトルのピーク波長は、量子ドット２０の発光スペクトルに含まれている。このため、上述のエネルギー移動がより優位に発生する。

[0029] 最後に、蛍光体２２の一重項励起準位から基底準位に、励起子が遷移する際に、一重項励起準位と基底準位とのエネルギー差に等しいエネルギーを有

する蛍光が、蛍光体２２から放射される。上記機構により、発光デバイス２から蛍光が得られる。

[0030] 図３は、本実施形態における発光デバイス２の製造方法の一例を示すフローチャートである。図３を参照して、発光デバイス２の製造方法について説明する。

[0031] はじめに、ＴＦＴが形成されたアレイ基板上に、第１電極４を形成する（ステップＳ１）。第１電極の形成方法は、従来既知の製造方法を適宜採用してもよい。次いで、第１電極４上に正孔輸送層６を塗布により形成する（ステップＳ２）。次いで、正孔輸送層６上に、量子ドット２０が分散した励起子生成層ホスト１７を塗布することにより、励起子生成層８を形成する（ステップＳ３）。次いで、励起子生成層８上に、蛍光体２２が分散した発光層１０を、複数の開口を有するマスクを使用した蒸着により形成する（ステップＳ４）。引き続いて、発光層１０上に、電子輸送層１２、および電子注入層１４を、順に蒸着により形成する（ステップＳ５）。最後に、電子注入層１４上に、第２電極１６を形成する（ステップＳ６）。上述の方法により、本実施形態に係る発光デバイス２が得られる。

[0032] 本実施形態における発光デバイス２においては、発生した励起子が、フェルスター機構のエネルギー移動によって、励起子生成層８の量子ドット２０から発光層１０の蛍光体２２へ移動し、蛍光体２２において蛍光が生じる。すなわち、励起子を生成する層と蛍光を発生させる層とが異なる。このため、同層において励起子が生成されることに伴う、蛍光の発生効率の低下を低減させることができる。

[0033] また、本実施形態においては、励起子生成層８と発光層１０との製造工程を分けて、発光デバイス２の製造を行える。このため、励起子生成層８の形成において発生しうる不純物が、発光層１０に混入する可能性を低減することが可能である。特に、本実施形態においては、励起子生成層８を塗布にて、発光層１０を、マスクを使用した蒸着にて形成する。このため、励起子生成層８の塗布により発生しうる不純物が、発光層１０に混入する可能性を低

減することが可能である。したがって、本実施形態における発光デバイス２の製造方法によって、素子寿命に対する信頼性がより高い発光デバイス２が得られる。

[0034] 量子ドット２０の発光層１０における濃度は、例えば、例えば、０．１質量パーセント～１質量パーセントである。量子ドット２０の濃度が上記範囲内であれば、濃度消失により発光効率が落ちることを低減し、分散材料における励起子の発生を低減できる。

[0035] また、蛍光体２２の発光層における濃度は、１０質量パーセント～３０質量パーセントである。蛍光体２２の濃度が上記範囲内であれば、効率的に前述のエネルギー移動を発生させることが可能である。

[0036] また、励起子生成層８の量子ドット２０から、発光層１０の蛍光体２２へのエネルギー移動が効率的に発生するように、本実施形態に係る発光デバイス２においては、励起子生成層８および発光層１０の層厚は、何れも１５ｎｍ以下であることが好ましい。より好ましくは、励起子生成層８および発光層１０の層厚は、５ｎｍ以上１０ｎｍ以下である。上記層厚であれば、量子ドット２０と蛍光体２２との分子間距離が近接し、効率よくエネルギー移動が発生する。

[0037] なお、本実施形態において、発光層１０は発光体として蛍光体２２を備える。しかし、これに限られず、発光層１０は、発光体として、蛍光体の代わりに、燐光を発する燐光体を備えていてもよい。この場合においても、量子ドットから燐光体へ、フェルスター機構によるエネルギー移動が発生する。その後、項間交差により、燐光体の一重項励起準位から三重項励起準位へ励起子が遷移する。燐光体の三重項励起準位から基底準位へ励起子が遷移する際に、燐光体から燐光を得ることができる。したがって、上記構成においても、励起子を生成する層と燐光を発生させる層とが異なるため、同層において励起子が生成されることに伴う、燐光の発生効率の低下を低減させることができる。

[0038] さらに、本実施形態に係る発光デバイス２においては、正孔注入層６と励

起子生成層８との間に、正孔輸送層をさらに備えていてもよい。一方、励起子生成層８の励起子生成層ホスト１７が、正孔輸送性の高い材料を備えることにより、励起子生成層８が正孔輸送層の機能を備えていてもよい。また、本実施形態に係る発光デバイス２においては、正孔注入層６と励起子生成層８との間に電子ブロック層を、発光層１０と電子輸送層１２との間に正孔ブロック層をさらに備えていてもよい。

[0039] 図４は、本発明の変形例に係る発光デバイス２を示す側断面図である。発光層１０は、さらに正孔ブロック層１９を備える。正孔ブロック層１９は量子ドット２０が分散する励起子生成層ホスト１７より上層に形成され、蛍光体２２が分散する発光層ホスト１８よりも下層に形成される。このため、第１電極４からの正孔は正孔ブロック層１９を通過しないため、正孔の発光層ホスト１８への侵入が防止される。したがって、蛍光体２２において励起子が生成されることを防止し、より効率よく量子ドット２０において励起子が発生するように促すことができる。

[0040] 〔実施形態２〕

図５は、本実施形態に係る発光デバイス２の拡大上面図、および拡大断面図である。図５の（ａ）は、発光デバイス２の画素周辺の上面を、電子輸送層１２、電子注入層１４、および第２電極１６を透過して示す図である。図５の（ｂ）は、図５の（ａ）のＡ－Ａ線矢視断面図である。

[0041] 本実施形態においては、発光デバイス２は、前実施形態と比較して、複数の画素領域ＲＰ・ＧＰ・ＢＰを備える。画素領域ＲＰには、第１電極４上に、正孔注入層６Ｒ、励起子生成層８Ｒ、および発光層１０Ｒが、下方から順に形成されている。画素領域ＧＰ・ＢＰにおいても同様に、正孔注入層６Ｇ・６Ｂ、励起子生成層８Ｇ・８Ｂ、および発光層１０Ｇ・１０Ｂが、下方から順にそれぞれ形成されている。発光デバイス２は、さらにエッジカバー２４を備える。エッジカバー２４は複数の開口を有し、複数の画素領域ＲＰ・ＧＰ・ＢＰをそれぞれ規定する。

[0042] 図６は、本実施形態に係る発光デバイス２の、エッジカバー、励起子生成

層、および発光層の形成位置の関係について説明する図である。図６の（ａ）は、図５における画素領域ＲＰについて拡大した側断面図である。図６の（ｂ）は、画素領域ＲＰにおいて、エッジカバーの開口、励起子生成層、および発光層の形成位置を示す上面図である。

[0043] 図６の（ａ）に示すように、エッジカバー２４は、画素領域ＲＰにおける開口２６Ｒと、上端２８Ｒとを有する。開口２６Ｒは、上端２８Ｒよりも小さく形成され、エッジカバー２４の空孔は、開口２６Ｒから上端２８Ｒへと次第に大きくなるように形成されている。

[0044] このため、図６の（ａ）および（ｂ）に示すように、励起子生成層の下端８ＲＥは、エッジカバー２４の開口２６Ｒよりも大きい。すなわち、励起子生成層８はエッジカバー２４の開口２６Ｒを覆う。また、発光層１０は、その上端１０ＲＥがエッジカバー２４の上端２８Ｒを超えるように形成されている。すなわち、発光層１０は、エッジカバー２４の上端２８Ｒを跨ぎ、励起子生成層８、およびエッジカバー２４の開口２６Ｒを覆う。

[0045] 再び図５を参照すると、画素領域ＲＰにおける励起子生成層８は、励起子生成層ホスト１７Ｒと、量子ドット２０Ｒとを備える。同様に、励起子生成層８は、画素領域ＧＰにおいては、励起子生成層ホスト１７Ｇと、量子ドット２０Ｇとを備え、画素領域ＢＰにおいては、励起子生成層ホスト１７Ｂと、量子ドット２０Ｂとを備える。

[0046] 画素領域ＲＰにおける発光層１０は、発光層ホスト１８Ｒと、蛍光体２２Ｒとを備える。同様に、発光層１０は、画素領域ＧＰにおいては、発光層ホスト１８Ｇと、蛍光体２２Ｇとを備え、画素領域ＢＰにおいては、発光層ホスト１８Ｂと、蛍光体２２Ｂとを備える。

[0047] 本実施形態においては、複数の画素領域ＲＰ・ＧＰ・ＢＰのうち、一部の画素領域おける発光層１０は、他の異なる画素領域における発光層１０が有する蛍光体と、異なる蛍光体を有する。例えば、本実施形態においては、画素領域ＲＰにおける発光層１０は、赤色光を蛍光として発する蛍光体２２Ｒを備える。同様に、画素領域ＧＰにおける発光層１０は、緑色光を蛍光とし

て発する蛍光体２２Ｇを備え、画素領域ＢＰにおける発光層１０は、青色光を蛍光として発する蛍光体２２Ｂを備える。

[0048] ここで、青色光とは、４００ｎｍ以上５００ｎｍ以下の波長帯域に発光中心波長を有する光である。また、緑色光とは、５００ｎｍ超６００ｎｍ以下の波長帯域に発光中心波長を有する光のことである。また、赤色光とは、６００ｎｍ超７８０ｎｍ以下の波長帯域に発光中心波長を有する光のことである。

[0049] また、複数の画素領域ＲＰ・ＧＰ・ＢＰのうち、一部の画素領域おける励起子生成層８は、他の異なる画素領域における励起子生成層８が有する励起子生成層ホストまたは量子ドットと、異なる励起子生成層ホストまたは量子ドットを有していてもよい。しかし、本実施形態においては、各画素領域における励起子生成層ホスト１７Ｒ・Ｇ・Ｂおよび量子ドット２０Ｒ・Ｇ・Ｂは、それぞれ同じ部材を採用してもよい。

[0050] さらに、複数の画素領域ＲＰ・ＧＰ・ＢＰのうち、一部の画素領域おける発光層１０は、他の異なる画素領域における発光層１０が有する発光層ホストと、異なる発光層ホストを有していてもよい。しかし、本実施形態においては、各画素領域における発光層ホスト１８Ｒ・Ｇ・Ｂは、それぞれ同じ部材を採用してもよい。

[0051] 図７は、量子ドット２０Ｒの蛍光スペクトルの例を実線にて、蛍光体２２Ｒの吸収スペクトルの例を破線にて示すスペクトル図である。図８は、量子ドット２０Ｇの蛍光スペクトルの例を実線にて、蛍光体２２Ｇの吸収スペクトルの例を破線にて示すスペクトル図である。図９は、量子ドット２０Ｂの蛍光スペクトルの例を実線にて、蛍光体２２Ｂの吸収スペクトルの例を破線にて示すスペクトル図である。図７から図９におけるハッチング箇所は、それぞれの量子ドットの蛍光スペクトルと、それぞれの蛍光体の吸収スペクトルとが、重なる部分を示す。図７～９におけるそれぞれのスペクトルは、最大強度を１として規格化されている。

[0052] 本実施形態において、量子ドット２０Ｒは、Mesolight社製のＣｄＳｅ－Ｚ

ｎＳ量子ドットである。また、量子ドット２０Ｇは、Sigma Aldrich社製のＣｄＳｅ量子ドットである。また、量子ドット２０Ｂは、Sigma Aldrich社製のＺｎＳｅ－ＺｎＳ量子ドットである。

[0053] 図７から図９に示すように、同じ画素領域に含まれる量子ドットおよび蛍光体においては、量子ドットの発光スペクトルと、蛍光体の吸収スペクトルとの少なくとも一部が重なる。このため、本実施形態に係る発光デバイス２は、前実施形態に係る発光デバイス２と同様の発光機構にて蛍光を発する。このため、本実施形態においても、前実施形態と同様に、蛍光体から効率的に蛍光を得られる発光デバイス２が得られる。

[0054] また、各画素領域における蛍光体からの蛍光の波長が異なるため、ＴＦＴの制御により、各画素領域における蛍光体からの発光を制御することにより、多色表示を行うことが可能である発光デバイス２を提供できる。

[0055] なお、本実施形態においても、画素領域ＲＰ・ＧＰにおける発光層１０は、発光体として、蛍光体の代わりに、燐光を発する燐光体を備えていてもよい。この場合においても、画素領域ＲＰ・ＧＰにおける量子ドットから燐光体へ、フェルスター機構によるエネルギー移動が発生する。赤色光および緑色光を燐光として発する燐光体は、合成が比較的容易であり、量子ドットからエネルギー移動した励起子から、効率よく発光を得ることができる。

[0056] 本実施形態における発光デバイス２の製造方法は、アレイ基板上にエッジカバー２４を形成し、その後、図３のステップＳ１～Ｓ６を実行することにより製造されてもよい。この場合、画素領域ＲＰ・ＧＰ・ＢＰごとに、励起子生成層８を塗布にて、発光層１０を蒸着にて形成してもよい。

[0057] 図１０は、上述の各実施形態に係る発光デバイスの製造装置３０を示すブロック図である。発光デバイスの製造装置３０は、コントローラ３２と、成膜装置３４とを備えていてもよい。コントローラ３２は、成膜装置３４を制御してもよい。成膜装置３４は、発光デバイス２の各層を成膜してもよい。

[0058] 〔まとめ〕

様態１の発光デバイスは、量子ドットが分散する励起子生成層と、蛍光体

または燐光体である発光体が分散し、前記励起子生成層と上下方向に隣接する発光層と、前記励起子生成層および前記発光層よりも下層の第１電極と、前記励起子生成層および前記発光層よりも上層の第２電極とを備えた発光デバイスであって、前記量子ドットの発光スペクトルと、前記発光体の吸収スペクトルとが少なくとも一部において重なる。

[0059] 様態２においては、前記量子ドットにおいて発生した励起子が、双極子振動の共鳴現象を通じて、前記発光体の励起準位に遷移し、前記発光体が発光する。

[0060] 様態３においては、前記量子ドットの発光スペクトルのピーク波長が、前記発光体の発光スペクトルのピーク波長よりも短い。

[0061] 様態４においては、前記量子ドットの発光スペクトルのピーク波長が、前記発光体の吸収スペクトルに含まれる。

[0062] 様態５においては、前記発光体の吸収スペクトルのピーク波長が、前記量子ドットの発光スペクトルに含まれる。

[0063] 様態６においては、前記量子ドットの前記励起子生成層における濃度が、１０質量パーセントから３０質量パーセントである。

[0064] 様態７においては、前記発光体の前記発光層における濃度が、０．１質量パーセントから１質量パーセントである。

[0065] 様態８においては、複数の開口を有し、前記励起子生成層および前記発光層を複数の画素領域に規定するエッジカバーを備え、前記複数の開口のそれぞれにおいて、前記励起子生成層は開口を覆い、前記発光層は前記エッジカバーの上端を跨ぎ、前記励起子生成層および前記開口を覆う。

[0066] 様態９においては、前記励起子生成層および前記発光層が感光性材料を備え、前記量子ドットと前記発光体とが、前記励起子生成層と前記発光層とのそれぞれの前記感光性材料中に分散する。

[0067] 様態１０においては、前記励起子生成層が、正孔輸送層として機能する。

[0068] 様態１１においては、前記励起子生成層と前記発光層との間に、正孔が通過しない正孔ブロック層を備える。

[0069] 様態１２の発光デバイスの製造方法は、量子ドットが分散する励起子生成層と、吸収スペクトルの少なくとも一部が、前記量子ドットの発光スペクトルと重なる蛍光体または燐光体である発光体が分散し、前記励起子生成層と上下方向に隣接する発光層と、前記励起子生成層および前記発光層よりも下層の第１電極と、前記励起子生成層および前記発光層よりも上層の第２電極とを備えた発光デバイスの製造方法であって、前記励起子生成層を形成する励起子生成層形成工程と、前記発光層を形成する発光層形成工程とを備える。

[0070] 様態１３においては、前記量子ドットにおいて発生した励起子が、双極子振動の共鳴現象を通じて、前記発光体の励起準位に遷移し、前記発光体が発光する請求項１２に記載の発光デバイス。

[0071] 様態１４においては、前記発光層形成工程において、前記発光層を、複数の開口を有するマスクを使用した蒸着によって形成する。

[0072] 様態１５においては、前記励起子生成層形成工程において、前記励起子生成層を塗布によって形成する。

[0073] 様態１６の発光デバイスの製造装置は量子ドットが分散する励起子生成層と、吸収スペクトルの少なくとも一部が、前記量子ドットの発光スペクトルと重なる蛍光体または燐光体である発光体が分散する発光層と、前記励起子生成層および前記発光層よりも下層の第１電極と、前記励起子生成層および前記発光層よりも上層の第２電極とを形成する。

[0074] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

符号の説明

[0075] ２ 発光デバイス

４ 第１電極

８　　励起子生成層

１０　発光層

１６　第２電極

１７　励起子生成層ホスト

１８　発光層ホスト

２０　量子ドット

２２　蛍光体

請求の範囲

[請求項1] 量子ドットが分散する励起子生成層と、蛍光体または燐光体である発光体が分散し、前記励起子生成層と上下方向に隣接する発光層と、前記励起子生成層および前記発光層よりも下層の第１電極と、前記励起子生成層および前記発光層よりも上層の第２電極とを備えた発光デバイスであって、

前記量子ドットの発光スペクトルと、前記発光体の吸収スペクトルとが少なくとも一部において重なる発光デバイス。

[請求項2] 前記量子ドットにおいて発生した励起子が、双極子振動の共鳴現象を通じて、前記発光体の励起準位に遷移し、前記発光体が発光する請求項１に記載の発光デバイス。

[請求項3] 前記量子ドットの発光スペクトルのピーク波長が、前記発光体の発光スペクトルのピーク波長よりも短い請求項１または２に記載の発光デバイス。

[請求項4] 前記量子ドットの発光スペクトルのピーク波長が、前記発光体の吸収スペクトルに含まれる請求項１から３の何れか１項に記載の発光デバイス。

[請求項5] 前記発光体の吸収スペクトルのピーク波長が、前記量子ドットの発光スペクトルに含まれる請求項１から４の何れか１項に記載の発光デバイス。

[請求項6] 前記量子ドットの前記励起子生成層における濃度が、１０質量パーセントから３０質量パーセントである請求項１から５の何れか１項に記載の発光デバイス。

[請求項7] 前記発光体の前記発光層における濃度が、０．１質量パーセントから１質量パーセントである請求項１から６の何れか１項に記載の発光デバイス。

[請求項8] 複数の開口を有し、前記励起子生成層および前記発光層を複数の画素領域に規定するエッジカバーを備え、前記複数の開口のそれぞれに

おいて、前記励起子生成層は開口を覆い、前記発光層は前記エッジカバーの上端を跨ぎ、前記励起子生成層および前記開口を覆う請求項１から７の何れか１項に記載の発光デバイス。

[請求項9] 前記励起子生成層および前記発光層は感光性材料を備え、前記量子ドットと前記発光体とが、前記励起子生成層と前記発光層とのそれぞれの前記感光性材料中に分散する請求項１から８の何れか１項に記載の発光デバイス。

[請求項10] 前記励起子生成層は、正孔輸送層として機能する請求項１から９の何れか１項に記載の発光デバイス。

[請求項11] 前記励起子生成層と前記発光層との間に、正孔が通過しない正孔ブロック層を備える請求項１から１０の何れか１項に記載の発光デバイス。

[請求項12] 量子ドットが分散する励起子生成層と、吸収スペクトルの少なくとも一部が、前記量子ドットの発光スペクトルと重なる蛍光体または燐光体である発光体が分散し、前記励起子生成層と上下方向に隣接する発光層と、前記励起子生成層および前記発光層よりも下層の第１電極と、前記励起子生成層および前記発光層よりも上層の第２電極とを備えた発光デバイスの製造方法であって、

前記励起子生成層を形成する励起子生成層形成工程と、

前記発光層を形成する発光層形成工程とを備えた発光デバイスの製造方法。

[請求項13] 前記量子ドットにおいて発生した励起子が、双極子振動の共鳴現象を通じて、前記発光体の励起準位に遷移し、前記発光体が発光する請求項１２に記載の発光デバイスの製造方法。

[請求項14] 前記発光層形成工程において、前記発光層を、複数の開口を有するマスクを使用した蒸着によって形成する請求項１２または１３に記載の発光デバイスの製造方法。

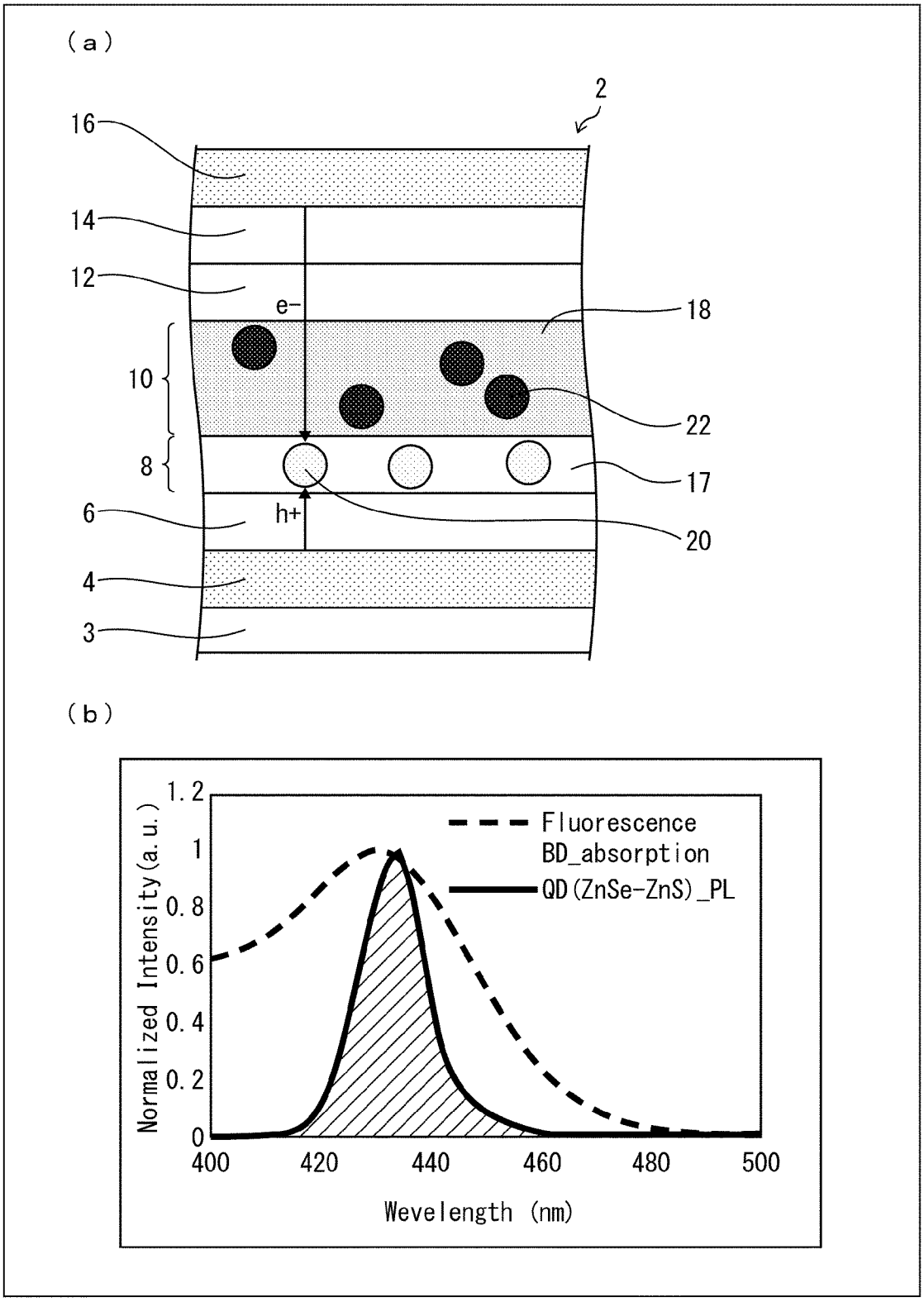
[請求項15] 前記励起子生成層形成工程において、前記励起子生成層を塗布によ

って形成する請求項１２から１４の何れか１項に記載の発光デバイスの製造方法。

[請求項16] 量子ドットが分散する励起子生成層と、吸収スペクトルの少なくとも一部が、前記量子ドットの発光スペクトルと重なる蛍光体または燐光体である発光体が分散する発光層と、前記励起子生成層および前記発光層よりも下層の第１電極と、前記励起子生成層および前記発光層よりも上層の第２電極とを形成する成膜装置を備えた発光デバイスの製造装置。

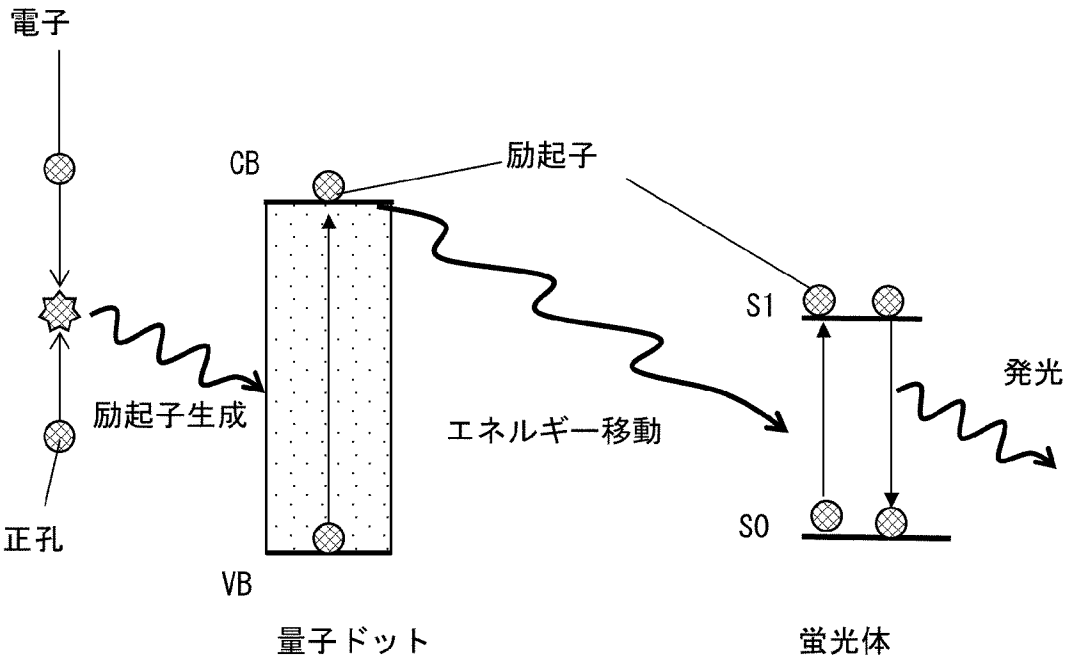
[図1]

図 1


(a)
2
16
14
12
e-
18
10
22
8
17
6
h+
20
4
3
(b)
Normalized Intensity(a.u.)
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
400
420
440
460
480
500
Wevelength (nm)
Fluorescence
BD_absorption
QD(ZnSe-ZnS)_PL

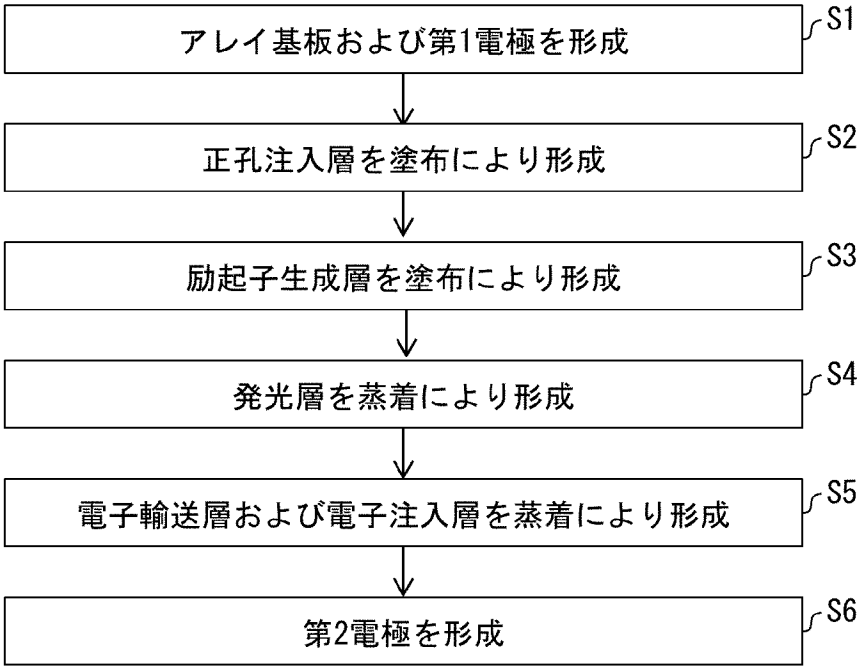
[図2]

図 2


電子
CB
励起子
S1
発光
励起子生成
エネルギー移動
正孔
S0
VB
量子ドット
蛍光体

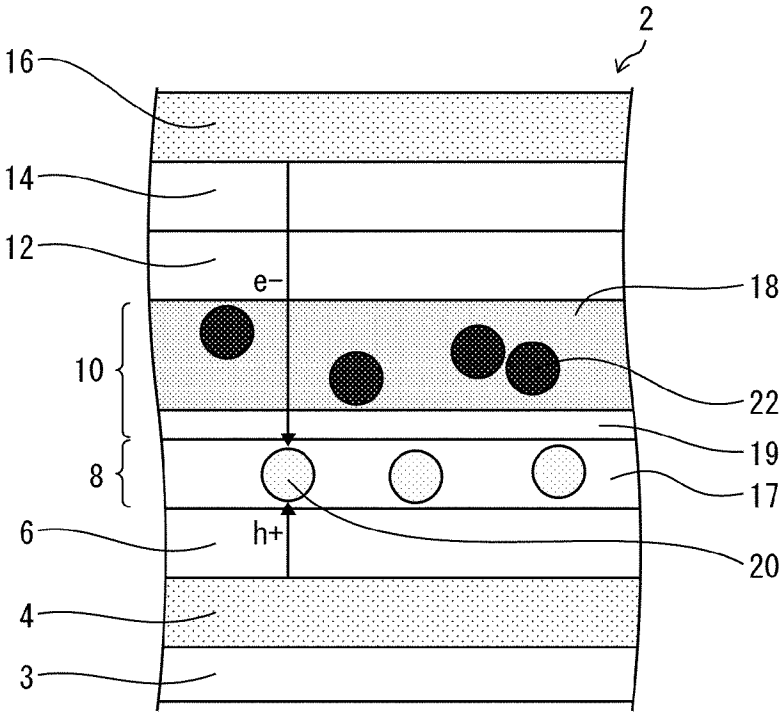
[図3]

図 3


アレイ基板および第1電極を形成
S1
正孔注入層を塗布により形成
S2
励起子生成層を塗布により形成
S3
発光層を蒸着により形成
S4
電子輸送層および電子注入層を蒸着により形成
S5
第2電極を形成
S6

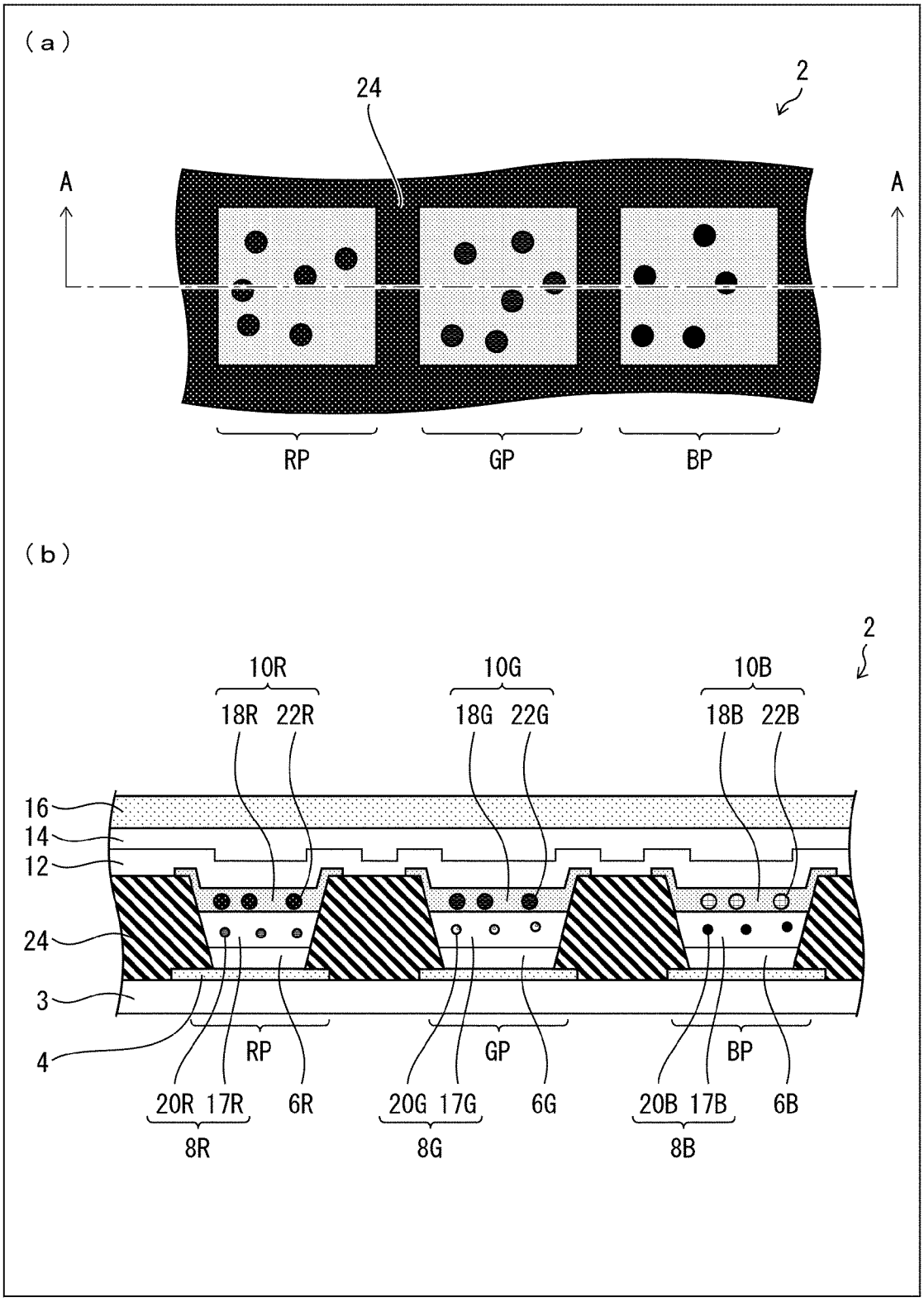
[図4]

図 4



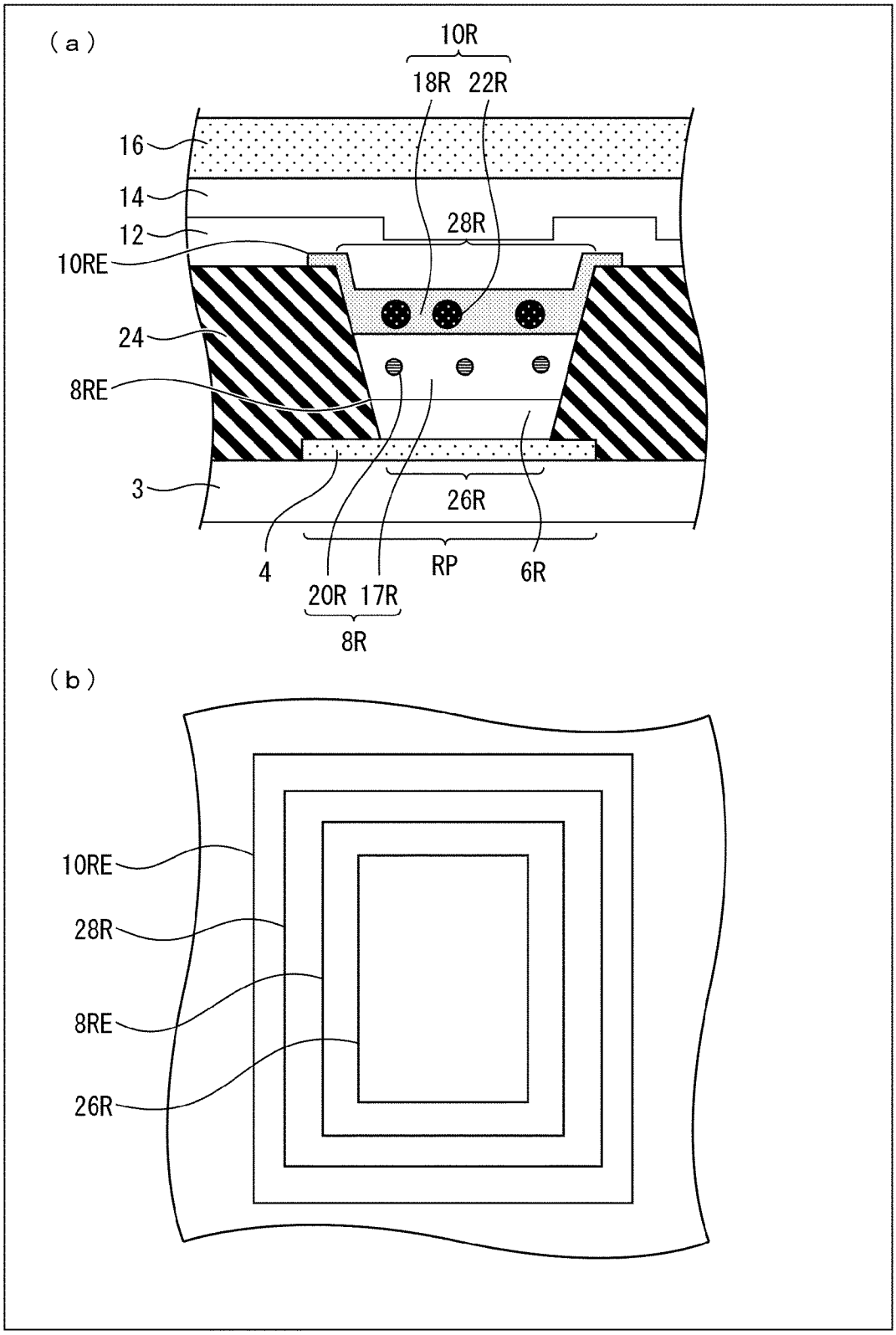
[図5]

図 5


(a)
24
2
A
A
RP
GP
BP
(b)
2
10R
10G
10B
18R 22R
18G 22G
18B 22B
16
14
12
24
3
4
RP
GP
BP
20R 17R
6R
20G 17G
6G
20B 17B
6B
8R
8G
8B

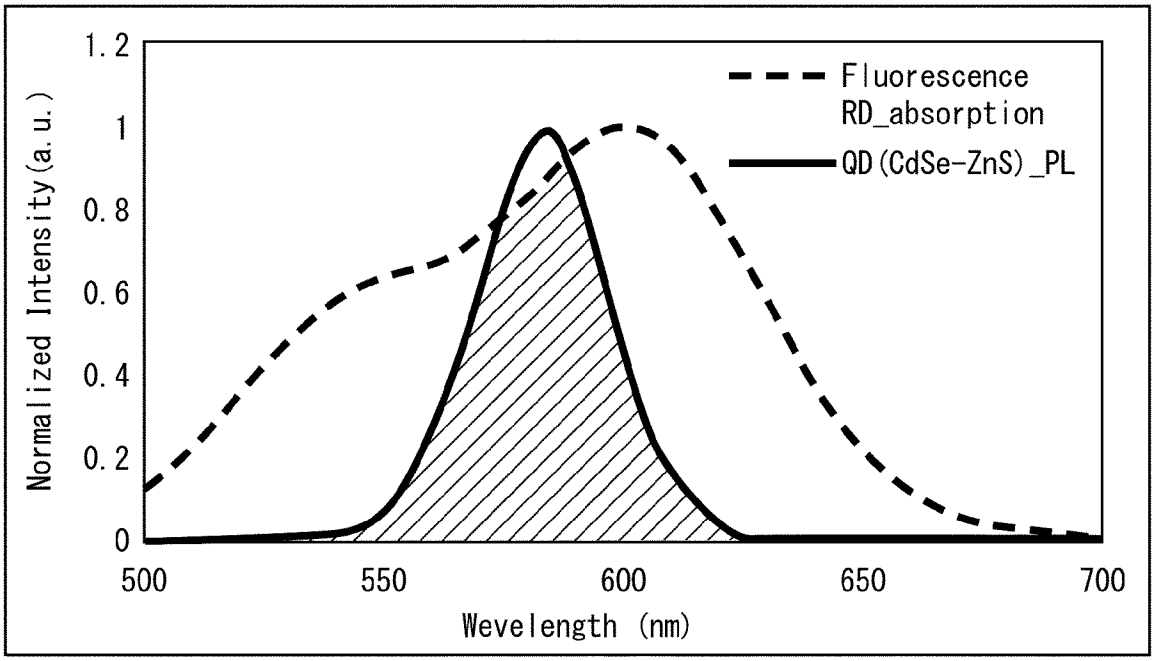
[図6]

図 6


(a)
10R
18R 22R
16
14
12
10RE
28R
24
8RE
3
26R
4
20R 17R
8R
RP
6R
(b)
10RE
28R
8RE
26R

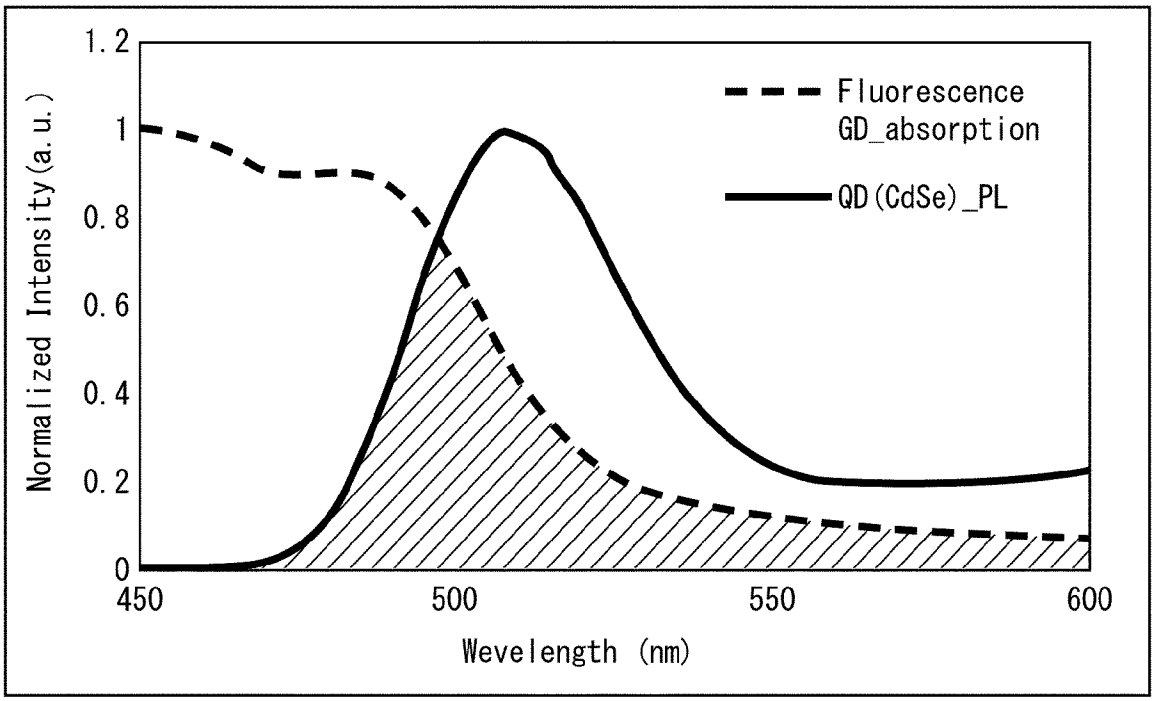
[図7]

図 7


1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Normalized Intensity(a.u.)
500
550
600
650
700
Wevelength (nm)
Fluorescence
RD_absorption
QD(CdSe-ZnS)_PL

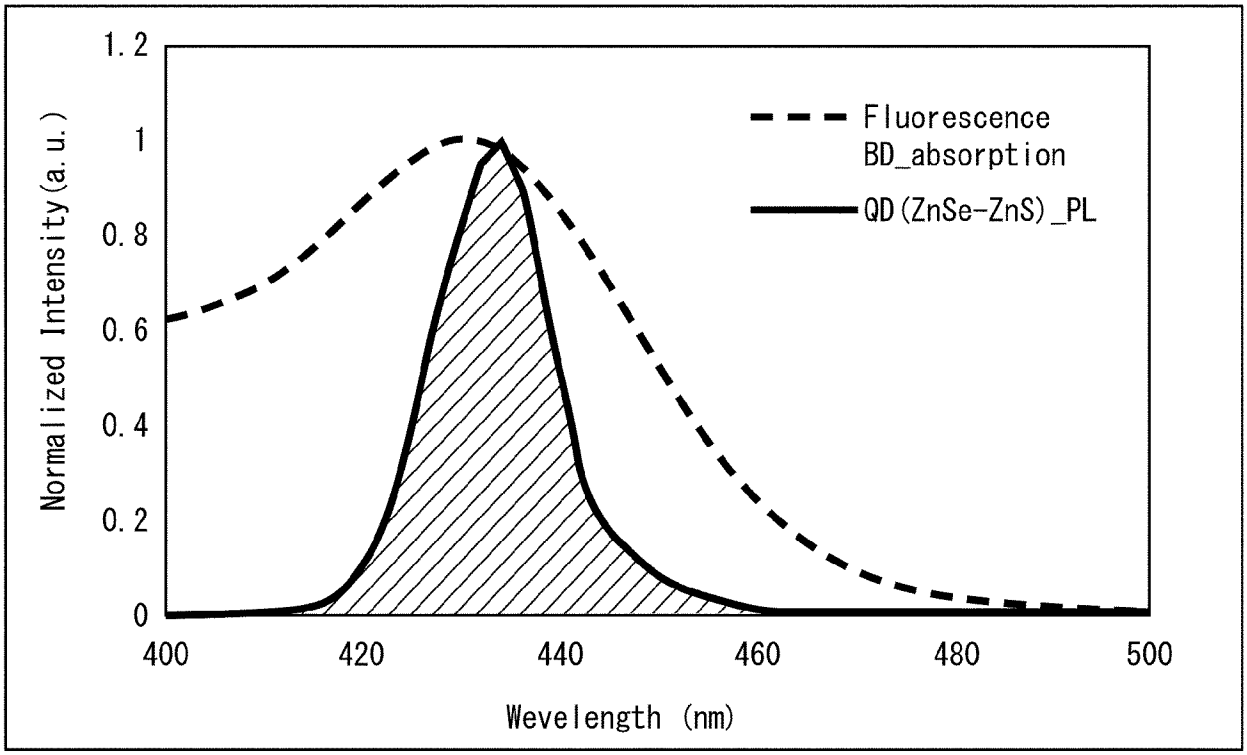
[図8]

図 8


1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Normalized Intensity(a.u.)
450
500
550
600
Wevelength (nm)
Fluorescence
GD_absorption
QD(CdSe)_PL

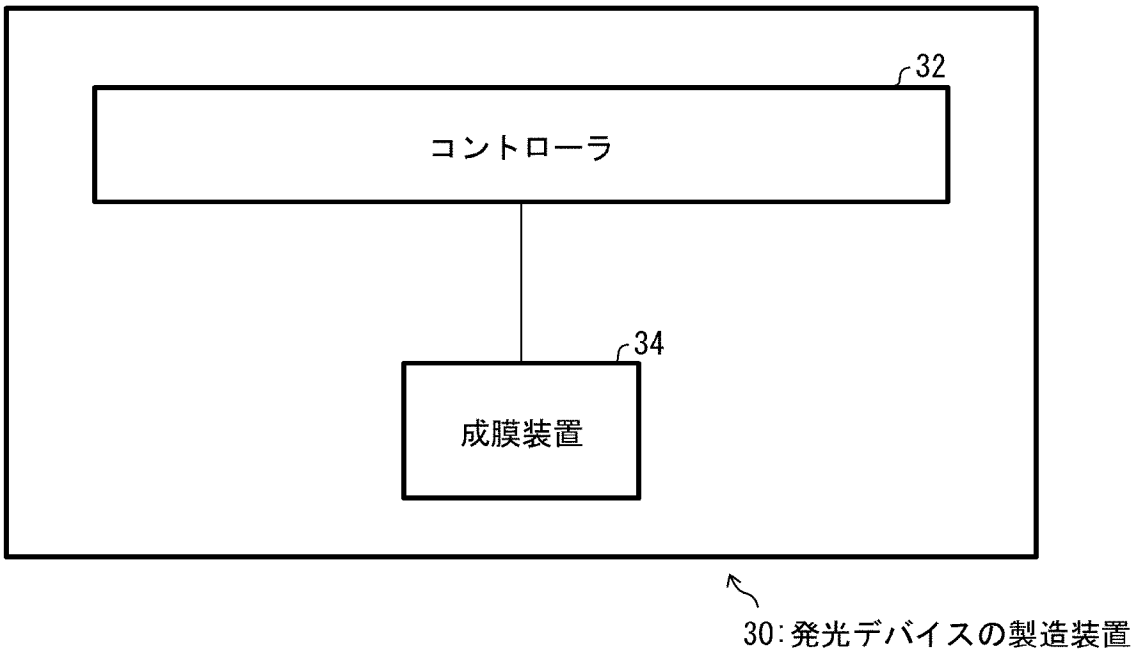
[図9]

図 9


1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Normalized Intensity(a.u.)
400
420
440
460
480
500
Wevelength (nm)
Fluorescence
BD_absorption
QD(ZnSe-ZnS)_PL

[図10]

図 10


32
コントローラ
34
成膜装置
30:発光デバイスの製造装置

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/031896

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H01L33/06(2010.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. H01L33/00-33/64, H05B33/00-33/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2017
Registered utility model specifications of Japan 1996-2017
Published registered utility model applications of Japan 1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), Science Direct, IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006-164938 A (SONY CORP.) 22 June 2006, paragraphs [0001], [0053]-[0091], [0140], fig. 1 (Family: none)	1-7, 9-10, 12-13, 15-16
Y		14
A		8, 11
X	JP 2006-332490 A (SONY CORP.) 07 December 2006, paragraphs [0001], [0051], [0057]-[0078],	1-7, 9-10, 12-13, 15-16
Y	[0092]-[0094], [0103], fig. 1-7 (Family: none)	14
A		8, 11
Y	JP 2002-069427 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 08 March 2002, paragraph [0122], fig. 5-10 & US 2003/0143427 A1, paragraph [0143], fig. 5-10 & WO 2001/096492 A1	14
A	JP 2006-135208 A (SONY CORP.) 25 May 2006, entire text, all drawings (Family: none)	1-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24.11.2017	05.12.2017
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/031896

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007/0242713 A1 (RAYTHEON COMPANY, EVIDENT TECHNOLOGIES) 18 October 2007 & EP 1845594 A1	1-16
A	KAISER, Uwe et al. Forster resonance energy transfer mediated enhancement of the fluorescence lifetime of organic fluorophores to the millisecond range by coupling to Mn-doped CdS/ZnS quantum dots, IOP Publishing, 16 December 2015, Nanotechnology 27, pp. 1-8	1-16
A	ACHERMANN, Marc et al. Nanocrystal-Based Light-Emitting Diodes Utilizing High-Efficiency Nonradiative Energy Transfer for Color Conversion, NANO LETTERS, 2006, vol. 6, no.7, pp. 1396-1400	1-16

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０３１８９６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L33/06(2010.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L33/00-33/64, H05B33/00-33/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), Science Direct, IEEE Xplore

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2006-164938 A（ソニー株式会社）2006.06.22, [0001], [0053]-[0091], [0140], 図１	1-7, 9-10, 12-13, 15-16
Y	（ファミリーなし）	14
A		8, 11
X	JP 2006-332490 A（ソニー株式会社）2006.12.07, [0001], [0051], [0057]-[0078], [0092]-[0094], [0103], 図 1-7	1-7, 9-10, 12-13, 15-16
Y	（ファミリーなし）	14
A		8, 11

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２４．１１．２０１７	０５．１２．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｋ　３３１１
島田　英昭
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５５

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2002-069427 A (松下電器産業株式会社) 2002.03.08, [0122], 図 5-10 & US 2003/0143427 A1 [0143],Fig.5-10 & WO 2001/096492 A1	14
A	JP 2006-135208 A (ソニー株式会社) 2006.05.25, 全文全図 (ファミリーなし)	1-16
A	US 2007/0242713 A1 (RAYTHERON COMPANY, EVIDENT TECHNOLOGIES) 2007.10.18, & EP 1845594 A1	1-16
A	KAISER, Uwe, et al., Forster resonance energy transfer mediated enhancement of the fluorescence lifetime of organic fluorophores to the millisecond range by coupling to Mn-doped CdS/ZnS quantum dots, IOP Publishing, 2015.12.16, Nanotechnology 27, p.1-8	1-16
A	ACHERMANN, Marc, et al., Nanocrystal-Based Light-Emitting Diodes Utilizing High-Efficiency Nonradiative Energy Transfer for Color Conversion, NANO LETTERS, 2006, Vol.6, No.7, p.1396-1400	1-16