

(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
2015年2月26日(26.02.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/025950 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 33/50 (2010.01) F21V 9/16 (2006.01)
C09K 11/08 (2006.01) G02F 1/13357 (2006.01)
F21S 2/00 (2006.01) F21Y 101/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/071980
- (22) 国際出願日: 2014年8月22日(22.08.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-174010 2013年8月23日(23.08.2013) JP
特願 2013-196174 2013年9月20日(20.09.2013) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 米本 隆(YONEMOTO Takashi); 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 齊藤 之人(SAITOH Yukito); 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 石川 博之(ISHIKAWA Hiroyuki); 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 大室 克文(OHMURO Katsufumi); 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人特許事務所サイクス(SIKS & CO.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目8番7号 京橋日殖ビル8階 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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).

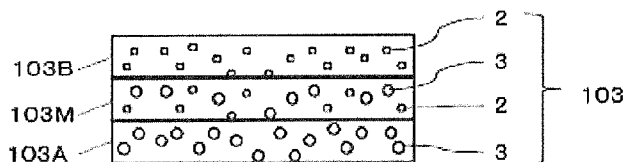
添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: LIGHT CONVERSION MEMBER, AND BACKLIGHT UNIT AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE WHICH INCLUDE SAME

(54) 発明の名称: 光変換部材、ならびにこれを含むバックライトユニットおよび液晶表示装置

【図3】



(57) Abstract: An aspect of the present invention relates to a light conversion member having a light conversion layer including quantum dots which are excited by incident excitation light and emit fluorescence, wherein the light conversion layer includes quantum dots (A) having a center emission wavelength in a wavelength band in the range of 600-680 nm, and one or more types of quantum dots (Z) having a center emission wavelength in a shorter wavelength band than the quantum dots (A), and in the light conversion layer, the quantum dots (A) are unevenly distributed to the excitation light incidence side relatively with respect to the quantum dots (Z).

(57) 要約: 本発明の一態様は、入射する励起光により励起され蛍光を発光する量子ドットを含む光変換層を有する光変換部材であって、光変換層は、600nm~680nmの範囲の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットAと、量子ドットAよりも短波長帯域に発光中心波長を有する一種以上の量子ドットZと、を含有し、光変換層において、量子ドットAが、量子ドットZに対して励起光入射側に相対的に偏在している光変換部材に関する。



WO 2015/025950 A1

明 細 書

発明の名称：

光変換部材、ならびにこれを含むバックライトユニットおよび液晶表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、光変換部材に関するものであり、詳しくは、発光効率の高い光変換部材に関するものである。

更に本発明は、この光変換部材を含むバックライトユニット、およびこのバックライトユニットを含む液晶表示装置にも関する。

背景技術

[0002] 液晶表示装置（以下、LCD（Liquid Crystal Display）とも言う）などのフラットパネルディスプレイは、消費電力が小さく、省スペースの画像表示装置として年々その用途が広がっている。液晶表示装置は、少なくともバックライトと液晶セルとから構成され、通常、更に、バックライト側偏光板、視認側偏光板などの部材が含まれる。

[0003] フラットパネルディスプレイ市場では、LCD性能改善として、色再現性の向上が進行している。この点に関し、近年、発光材料として、量子ドット（Quantum Dot、QD、量子点とも呼ばれる。）が注目を集めている（特許文献1、2参照）。例えば、バックライトから量子ドットを含む光変換部材に励起光が入射すると、量子ドットが励起され蛍光を発光する。ここで異なる発光特性を有する量子ドットを用いることで、赤色光、緑色光、青色光（RGB）の輝線光を発光させて白色光を具現化することができる。中でも最近、光源として青色発光ダイオードを使用し、蛍光として赤色光および緑色光を発光する量子ドットを利用して白色光を得る技術が数多く提案されている。量子ドットによる蛍光は半値幅が小さいため、得られる白色光は高輝度であり、しかも色再現性に優れる。このような量子ドットを用いた3波長光源化技術の進行により、色再現域は、現行のTV規格（FHD、

NTSC (National Television System Committee)) 比72%から100%へと拡大している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：US2012/0113672A1

特許文献2：特開2012-169271号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記の通り、量子ドットは、色再現性向上によりLCDの性能を改善し得る有用な材料である。しかし現状、量子ドットは安価で流通している材料ではないため、量子ドットを用いる液晶表示装置は高額になる傾向がある。そのため、液晶表示装置の低コスト化のためには、量子ドットの使用量を低減すべく、その発光効率を高めることが望ましい。

[0006] そこで本発明の目的は、量子ドットを含む光変換部材であって、高い発光効率を実現し得る光変換部材を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明者らは、上記目的を達成するために鋭意検討を重ねた結果、異なる発光特性を有する量子ドット同士が多重に吸光と発光を繰り返すことが、量子ドットを含む光変換部材の発光効率低下の原因となっていることを新たに見出した。この点について更に説明すると、例えば蛍光として赤色光を発光する第一の量子ドットと緑色光を発光する第二の量子ドットを含む光変換部材にバックライトから青色光が入射すると、第二の量子ドットが励起し発光した緑色光を、第一の量子ドットが吸収してしまう。そのため、第二の量子ドットから発光される緑色光を高効率で取り出すことができなくなり、結果的に、量子ドットによる発光の利用効率が低下してしまう。これは、吸光スペクトルが発光スペクトルよりも短波長側に広がっているという、量子ドット特有の吸収特性によるものである。

そこで本発明者らは、上記新たな知見に基づき更なる検討を重ねた結果、光変換部材において、いわゆる赤色光を発光する量子ドットAを、この量子ドットよりも短波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットに対して相対的に入射側に偏在させることにより、ある量子ドットが発光した蛍光を量子ドットAが吸収することによる発光効率低下を抑制できることを見出し、本発明を完成させた。

[0008] 即ち、本発明の一態様は、

入射する励起光により励起され蛍光を発光する量子ドットを含む光変換層を有する光変換部材であって、

上記光変換層は、

600nm～680nmの範囲の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットAと、

量子ドットAよりも短波長帯域に発光中心波長を有する一種以上の量子ドットZと、

を含有し、

上記光変換層において、量子ドットAが、量子ドットZに対して励起光入射側に相対的に偏在している光変換部材、

に関する。

[0009] 一態様では、量子ドットZは、500nm～600nmの範囲の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットBを含む。

[0010] 一態様では、量子ドットZは、量子ドットBよりも短波長帯域であって、400nm～500nmの波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットCを更に含む。

更なる一態様では、上記光変換層において、量子ドットBが、量子ドットCに対して励起光入射側に相対的に偏在している。

[0011] 一態様では、上記光変換層は、量子ドットAと量子ドットAよりも短波長帯域に発光中心波長を有する一種以上の量子ドットZとを含む量子ドット混合層を含み、かつ

上記量子ドット混合層において、量子ドットAの濃度分布が励起光入射側から蛍光出射側に向かって連続的ないし段階的に減少している。

[0012] 一態様では、上記光変換層は、

量子ドットとして量子ドットAのみを含む第一の量子ドット層と、

量子ドットAよりも短波長帯域に発光中心波長を有する一種以上の量子ドットZを含む少なくとも一層の量子ドット層と、

を有し、かつ、

上記第一の量子ドット層が、他の量子ドット層よりも励起光入射側に位置している。

[0013] なお、上記の「量子ドットAのみを含む」とは、第一の量子ドット層作製のための量子ドットとして量子ドットAのみを使用したことをいい、層間の界面での混合等により意図せず他の種類の量子ドットが第一の量子ドット層に混入していることは、許容されるものとする。この点は、以下の他の量子ドット層においても、同様である。

[0014] 一態様では、上記光変換層は、第一の量子ドット層よりも蛍光出射側に、量子ドットとして500nm～600nmの範囲の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットBのみを含む第二の量子ドット層を有する。

[0015] 一態様では、上記光変換層は、第二の量子ドット層よりも蛍光出射側に、量子ドットとして400nm～500nmの波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットCのみを含む第三の量子ドット層を有する。

[0016] 一態様では、上述の光変換部材は、上記光変換層の励起光入射側表面および蛍光出射側表面の少なくとも一方の表面に、酸素透過率が $1.0\text{ cm}^3/\text{m}^2/\text{day/atm}$ 未満のバリアフィルムを有する。

[0017] 一態様では、上述の光変換部材は、蛍光出射側表面に光散乱層または光散乱構造を有する。例えば、光散乱層は、散乱粒子を含む層であり、光散乱構造とは、表面凹凸構造である。

他の一態様では、散乱粒子が、光変換層に含まれる。

[0018] 一態様では、上述の光変換部材は、上記光変換層の励起光入射側に、光反

射層を有する。

- [0019] 一態様では、光変換層は、バインダー樹脂中に散乱粒子を含む。
- [0020] 一態様では、光変換層において、散乱粒子の屈折率 n_s およびバインダー樹脂の屈折率 n_b が、 $0.02 \leq |n_b - n_s| \leq 1$ の関係を満たす。
- [0021] 一態様では、光変換層において、散乱粒子の直径 r_s は、 $0.5 \mu m$ 以上 $10 \mu m$ 以下の範囲である。
- [0022] 一態様では、光変換層は、屈折率および直径の少なくとも一方が異なる散乱粒子を2種類以上含む。
- [0023] 一態様では、光変換層において、光散乱粒子およびバインダー樹脂は屈折率およびアッペ数が相違し、かつ光散乱粒子およびバインダー樹脂のうち、屈折率がより大きなものがより小さなアッペ数 ν_e を有する。
- [0024] 一態様では、光変換層のヘイズは、50%以上である。
- [0025] 本発明の更なる態様は、
上述の光変換部材と、光源と、を少なくとも含むバックライトユニット、に関する。
- [0026] 一態様では、上述のバックライトユニットは、
430～480 nm の波長帯域に発光中心波長を有し、半値幅が100 nm 以下である発光強度のピークを有する青色光と、
500～600 nm の波長帯域に発光中心波長を有し、半値幅が100 nm 以下である発光強度のピークを有する緑色光と、
600～680 nm の波長帯域に発光中心波長を有し、半値幅が100 nm 以下である発光強度のピークを有する赤色光と、
を発光する。
- [0027] 一態様では、上記光源は、430 nm～480 nm の波長帯域に発光中心波長を有する。
また他の態様では、上記光源は、300 nm～430 nm の波長帯域に発光中心波長を有する。
- [0028] 一態様では、上述のバックライトユニットは、導光板を更に含み、上光変

換部材を、導光板から出射される光の経路上に有する。

また他の態様では、上述のバックライトユニットは、上記光変換部材を、導光板と光源との間に有する。

[0029] 本発明の更なる態様は、

上述のバックライトユニットと、液晶セルと、を少なくとも含む液晶表示装置、

に関する。

発明の効果

[0030] 本発明によれば、量子ドットを含む、発光効率の高い光変換部材、ならびにこの光変換部材を含むバックライトユニットおよび液晶表示装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]図1 (a)、(b)は、本発明の一態様にかかる光変換部材を含むバックライトユニットの一例の説明図である。

[図2]図2は、本発明の一態様にかかる光変換部材の一例（実施例1）を示す。

[図3]図3は、本発明の一態様にかかる光変換部材の一例（実施例2、3）を示す。

[図4]図4は、本発明の一態様にかかる光変換部材の一例を示す。

[図5]図5は、本発明の一態様にかかる光変換部材の一例（実施例4）を示す。

[図6]図6は、本発明の一態様にかかる光変換部材の一例（実施例5）を示す。

[図7]図7は、本発明の一態様にかかる光変換部材の一例（実施例6）を示す。

[図8]図8は、本発明の一態様にかかる光変換部材の一例（実施例7）を示す。

[図9]図9は、本発明の一態様にかかる光変換部材の一例（実施例8）を示す。

。

[図10]図10は、本発明の一態様にかかる光変換部材の一例（実施例9）を示す。

[図11]図11は、本発明の一態様にかかる光変換部材の一例（実施例10）を示す。

[図12]図12は、本発明の一態様にかかる液晶表示装置の一例を示す。

[図13]図13は、量子ドットを含む従来の光変換部材の一例（比較例1）を示す。

[図14]図14は、比較例2の光変換部材の構成を示す。

[図15]図15は、本発明の一態様にかかる光変換部材の一例を示す。

発明を実施するための形態

[0032] [光変換部材]

本発明の一態様にかかる光変換部材は、入射する励起光により励起され蛍光を発光する量子ドットを含む光変換層を有する光変換部材である。

上記光変換層は、600nm～680nmの範囲の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットAと、量子ドットAよりも短波長帯域に発光中心波長を有する一種以上の量子ドットZと、を含有する。そして上記光変換層において、量子ドットAは、量子ドットZに対して励起光入射側に相対的に偏在している。ここで、量子ドットAが、量子ドットZに対して励起光入射側に相対的に偏在しているとは、光変換層を入射光に対して垂直な任意の面にて、入射側領域と出射側領域の2領域に分割した際に、入射側領域内に存在する量子ドットAの存在比率が、量子ドットZ（一種のみであることもあり、二種以上であることもある。）の入射側領域内に存在する存在比率よりも多いことをいう。より詳しくは、量子ドットAが入射側領域にA1個、出射側領域にA2個、量子ドットZが入射側領域にZ1個、出射側領域にZ2個存在した場合、光変換層に含まれる全量子ドットA（ $A1 + A2$ ）に対する入射側領域の量子ドットAの存在比率 $[A1 / (A1 + A2)]$ が、光変換層に含まれる全量子ドット（ $Z1 + Z2$ ）に対する入射側領域の量子ドットZ

の存在比率 $[Z_1 / (Z_1 + Z_2)]$ より大きいこと、つまり、以下の式 (1) を満たすことを指す。

$$A_1 / (A_1 + A_2) > Z_1 / (Z_1 + Z_2) \quad \cdots (1)$$

[0033] 光変換層における量子ドットの偏在については、光変換層を任意の箇所切断し、その断面を、電子顕微鏡を用いて観察し量子ドットの個数を計測し、以下の式で算出することで測定できる。

光変換層の励起光入射側表面および出射側表面に垂直な方向を x 軸とする。 x 軸に沿った光変換層の厚みを L とし、 $x = 0$ が励起光入射側表面、 $x = L$ が出射側と定義する。量子ドット A の規格化数密度分布を $\phi_A(x)$ 、量子ドット Z の規格化数密度分布を $\phi_Z(x)$ とする。

つまり、

[数1]

$$\int_{(0 \rightarrow L)} \phi_A(x) dx = 1$$

$$\int_{(0 \rightarrow L)} \phi_Z(x) dx = 1$$

が成立する。

量子ドット A 、 Z の偏在性を表す指標として、下式で表される Φ を定義する。

[数2]

$$\Phi = \int_{(0 \rightarrow L)} \phi_A(x) \times \left\{ \int_{(x \rightarrow L)} \phi_Z(x) dx \right\} dx$$

$\Phi = 1$ の場合、量子ドット A は、量子ドット Z と混ざりあう領域を持つことなく入射側へ偏在しており、一方、 $\Phi = 0$ の場合、量子ドット A は、量子ドット Z と混ざりあう領域を持つことなく出射側へ偏在していることを表す。

また、量子ドット A および量子ドット Z が、混合され均一に分散している場合、 $\Phi = 0.5$ となる。

量子ドットの発光効率の観点から、 Φ が 0.5 より大きいことが好ましく、 Φ が 0.7 より大きいことがより好ましく、 Φ が 0.8 より大きいことがさらに好ましく、 Φ が 0.95 より大きいことがより一層好ましい。

[0034] 上記のように、量子ドットAを、量子ドットZに対して励起光入射側に相対的に偏在させることにより、赤色光を発光する量子ドットである量子ドットAが、量子ドットZが励起し発光した蛍光を吸収することを防ぐことができる。これにより、量子ドットを含む光変換部材の発光効率を高めることができる。

以下、上記光変換部材について、更に詳細に説明する。

[0035] 以下の説明は、本発明の代表的な実施態様に基いてなされることがあるが、本発明はそのような実施態様に限定されるものではない。なお、本発明および本明細書において「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値および上限値として含む範囲を意味する。

また、本発明および本明細書中、ピークの「半値幅」とは、ピーク高さ1/2でのピークの幅のことを言う。また、430～480nmの波長帯域に発光中心波長を有する光を青色光と呼び、500～600nmの波長帯域に発光中心波長を有する光を緑色光と呼び、600～680nmの波長帯域に発光中心波長を有する光を赤色光と呼ぶ。

[0036] 上記光変換部材は、好ましくは、液晶表示装置のバックライトユニットの構成部材として含まれる。

[0037] 図1は、本発明の一態様にかかる光変換部材を含むバックライトユニット31の一例の説明図である。図1中、バックライトユニット31は、光源31Aと、面光源とするための導光板31Bを備える。図1(a)に示す例では、光変換部材は、導光板から出射される光の経路上に配置されている。一方、図1(b)に示す例では、光変換部材は、導光板と光源との間に配置されている。

そして図1(a)に示す例では、導光板31Bから出射される光が、光変換部材31Cに入射する。図1(a)に示す例では、導光板31Bのエッジ部に配置された光源31Aから出射される光32は青色光であり、導光板31Bの液晶セル（図示せず）側の面から液晶セルに向けて出射される。導光板31Bから出射された光（青色光32）の経路上に配置された光変換部材

31Cには、青色光32により励起され赤色光34を発光する量子ドットAと、青色光32により励起され緑色光33を発光する量子ドットBを、少なくとも含む。このようにしてバックライトユニット31からは、励起された緑色光33および赤色光34、ならびに光変換部材31Cを透過した青色光32が出射される。こうしてRGBの輝線光を発光させることで、白色光を具現化することができる。

図1(b)に示す例は、光変換部材と導光板の配置が異なる点以外は、図1(a)に示す態様と同様である。図1(b)に示す例では、光変換部材31Cから、励起された緑色光33および赤色光34、ならびに光変換部材31Cを透過した青色光32が出射され導光板に入射し、面光源が実現される。

[0038] (光変換層)

光変換部材は、少なくとも、入射する励起光により励起され蛍光を発光する量子ドットを含む光変換層を有する。その他の任意の構成部材として、バリアフィルム等を含むこともできる。詳細は後述する。

[0039] 光変換層は、600nm～680nmの範囲の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットAと、量子ドットAよりも短波長帯域に発光中心波長を有する一種以上の量子ドットZと、を含有する。量子ドットAは、励起光を受けて赤色光を発光することができる。一方、量子ドットZは、好ましくは、500nm～600nmの範囲の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットBを含む。この量子ドットBは、励起光を受けて緑色光を発光することができる。このように、赤色光を発光する量子ドットと緑色光を発光する量子ドットを含む光変換層を有する光変換部材に、例えば青色光を入射させることで、上述の通り、RGBの輝線光を発光可能な光変換部材を得ることができる。しかし先に記載したように、このような光変換部材において、量子ドットAが、量子ドットZが発光した光を吸収してしまえば、高い発光効率を実現することは困難である。これに対し本発明の一態様にかかる光変換部材では、光変換層において、量子ドットAが、量子ドットZに対して励起光

入射側に相対的に偏在している。この逆に、量子ドットZが量子ドットAよりも励起光入射側に相対的に偏在している光変換層では、入射した光は量子ドットZに優先的に吸収され、量子ドットZが蛍光を発光する。赤色光を発光する量子ドットAの吸光スペクトルは赤色光よりも短波長側に広がっているため、量子ドットZが発光した蛍光は、量子ドットAにより吸収されてしまう。その結果、量子ドットZが発光された光を、高効率で利用することができなくなる。これに対し上述の本発明の一態様にかかる光変換部材では、光変換層に入射した光は、量子ドットAに優先的に吸収されるため、まず量子ドットAが発光する。量子ドットAにより発光された赤色光は、量子ドットZよりも短波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットBに吸収されないか、またはその吸収量は少ないため、量子ドットAにより発光された光を高効率で利用することができる。

[0040] なお量子ドットZは、一種の量子ドットのみであってもよく、二種以上の量子ドットであってもよい。例えば量子ドットZとして、量子ドットBよりも短波長帯域に発光中心波長を有する量子ドット、好ましくは、400nm～500nmの波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットCを含むこともできる。

[0041] 量子ドットCは、励起して青色光を発光する量子ドットである。例えば光源として、300～430nmの紫外光を発光する光源を用いる場合、光変換層に量子ドットA、Bとともに量子ドットCを含むことにより、量子ドットAが発光する赤色光、量子ドットBが発光する緑色光、および量子ドットCが発光する青色光により、RGBの輝線光を発光させることで、白色光を具現化することができる。この場合には、前述の理由から、量子ドットBは、量子ドットCに対して励起光入射側に相対的に偏在させることが好ましい。

[0042] 以下に、光変換層における量子ドットAの偏在の具体的態様について説明する。以下に説明する図面において、図中の下方が入射側、上方が出射側である。

[0043] 図13は、量子ドットを含む従来の光変換部材の一例を示す。図13中の光変換層101では、量子ドットA（図中、符号3）および量子ドットB（図中、符号2）が、層内で均一に分散している。このような光変換層へ励起光が入射すると、先に説明したように、量子ドットBが発光した緑色光が、量子ドットAに吸収されてしまい、発光効率が低下してしまう。

[0044] 一方、図2～図11は、本発明の一態様にかかる光変換部材の説明図である。いずれの図面でも、量子ドットAが、量子ドットAよりも短波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットに対して励起光入射側に相対的に偏在している。

[0045] 図2に示す光変換部材では、光変換層102において、量子ドットとして量子ドットAのみを含む第一の量子ドット層102Aと、量子ドットとして量子ドットBのみを含む第二の量子ドット層102Bが、直接隣接して積層されている。このような量子ドット層は、量子ドットを、樹脂材料中に分散させることにより作製することができる。こうして、量子ドットが少なくともバインダー樹脂を含むマトリックス材中に含まれる量子ドット層を得ることができる。量子ドット層の形状は特に限定されるものではなく、シート状、バー状等の任意の形状であることができる。量子ドットについては、例えば特開2012-169271号公報段落0060～0066を参照することができるが、ここに記載のものに限定されるものではない。量子ドットとしては、市販品を何ら制限なく用いることができる。量子ドットの発光波長は、通常、粒子の組成、サイズにより調整することができる。

[0046] シート状の量子ドット層は、好ましくは塗布法により作製される。具体的には、量子ドットを含む重合性組成物（硬化性組成物）を基材上等に塗布し、次いで光照射等により硬化処理を施すことにより、シート状の量子ドット層を得ることができる。また、組成、量子ドット濃度、または組成および量子ドット濃度の異なる重合性組成物を順次塗布、硬化することにより、二層以上の量子ドット層を積層することができる。または、同種の量子ドットを異なる濃度で含む二種以上の重合性組成物を、高濃度のものから低濃度の順

に、またはその逆の順に塗布することにより、量子ドットの濃度が連続的ないし段階的に変化する量子ドット層を作製することもできる。塗布は、同時重層塗布（下層が未乾燥のうちに上層を塗布）により行ってもよく、逐次重層塗布（下層の乾燥後、好ましくは硬化後に、上層を塗布）により行ってもよい。逐次重層塗布によれば、層間の混ざり合いが生じにくいため、一種の量子ドットのみを含む量子ドット層を得るためには、逐次重層塗布を行うことが好ましい。一方、同種の量子ドットを含み濃度の異なる二種以上の重合性組成物を積層することで量子ドットの濃度が連続的に変化する量子ドット層を得る際には、同時重層塗布、逐次重層塗布とも好ましい。

[0047] 重合性組成物の作製に用いる重合性化合物は特に限定されるものではない。硬化後の硬化被膜の透明性、密着性等の観点からは、単官能または多官能（メタ）アクリレートモノマー等の（メタ）アクリレート化合物や、そのポリマー、プレポリマー等が好ましい。なお本発明および本明細書において、「（メタ）アクリレート」との記載は、アクリレートとメタクリレートとの少なくともいずれかの意味で用いるものとする。「（メタ）アクリロイル」等も同様である。

[0048] 単官能（メタ）アクリレートモノマーとしては、アクリル酸およびメタクリル酸、それらの誘導体、より詳しくは、（メタ）アクリル酸の重合性不飽和結合（（メタ）アクリロイル基）を分子内に1個有するモノマーを挙げることができる。それらの具体例については、WO 2012/077807 A 1 段落 0022 を参照できる。

[0049] 上記（メタ）アクリル酸の重合性不飽和結合（（メタ）アクリロイル基）を1分子内に1個有するモノマーと共に、（メタ）アクリロイル基を分子内に2個以上有する多官能（メタ）アクリレートモノマーを併用することもできる。その詳細については、WO 2012/077807 A 1 段落 0024 を参照できる。また、多官能（メタ）アクリレート化合物として、特開 2013-043382 号公報段落 0023～0036 に記載のものをを用いることもできる。更に、特許第 5129458 号明細書段落 0014～0017

に記載の一般式（４）～（６）で表されるアルキル鎖含有（メタ）アクリレートモノマーを使用することも可能である。

[0050] 多官能（メタ）アクリレートモノマーの使用量は、重合性組成物に含まれる重合性化合物の全量１００質量部に対して、塗膜強度の観点からは、５質量部以上とすることが好ましく、組成物のゲル化抑制の観点からは、９５質量部以下とすることが好ましい。

[0051] 上記重合性組成物は、重合開始剤としては、公知のラジカル開始剤を含むことができる。重合開始剤については、例えば、特開２０１３－０４３３８２号公報段落００３７を参照できる。重合開始剤は、重合性組成物に含まれる重合性化合物の全量の０．１モル％以上であることが好ましく、０．５～２モル％であることがより好ましい。

[0052] 量子ドットは、上記重合性組成物に粒子の状態で添加してもよく、溶媒に分散した分散液の状態で添加してもよい。分散液の状態で添加することが、量子ドットの粒子の凝集を抑制する観点から、好ましい。ここで使用される溶媒は、特に限定されるものではない。量子ドットは、組成物の全量１００質量部に対して、例えば０．０１～１０質量部程度、好ましくは０．１～１０質量部程度添加することができる。

[0053] 以上説明した量子ドットを含む重合性組成物を、適当な支持体上に塗布、乾燥して溶媒を除去するとともに、その後、光照射等により重合硬化させて、量子ドット層を得ることができる。塗布方法としてはカーテンコーティング法、ディップコーティング法、スピンコーティング法、印刷コーティング法、スプレーコーティング法、スロットコーティング法、ロールコーティング法、スライドコーティング法、ブレードコーティング法、グラビアコーティング法、ワイヤーバー法等の公知の塗布方法が挙げられる。また、硬化条件は、使用する重合性化合物の種類や重合性組成物の組成に応じて、適宜設定することができる。

光変換層の総厚は、好ましくは１～５００μmの範囲であり、より好ましくは１０～２００μmの範囲である。また、光変換層が複数の量子ドット層

または量子ドット混合層を含む場合、一層の膜厚は、好ましくは $1 \sim 300 \mu\text{m}$ の範囲であり、より好ましくは $10 \sim 250 \mu\text{m}$ の範囲であり、さらに好ましくは $10 \sim 100 \mu\text{m}$ の範囲である。

[0054] 図3に示す光変換部材では、光変換層103において、量子ドットとして量子ドットAのみを含む第一の量子ドット層103Aと、量子ドットとして量子ドットBのみを含む第二の量子ドット層103Bが、量子ドットAと量子ドットBとを含む量子ドット混合層103Mを介して積層されている。量子ドット混合層103Mにおいて、量子ドットAと量子ドットBとは均一に分散していてもよく、量子ドットAが量子ドットBに対して入射側に偏在していてもよい。発光効率のより一層の向上の観点からは、後者の態様が好ましい。

[0055] 図4に示す光変換部材では、光変換層104は、量子ドットAと量子ドットBとの量子ドット混合層であり、量子ドットAが量子ドットBに対して入射側に偏在している。このような量子ドット混合層は、例えば前述のように得ることができる

[0056] 図5に示す光変換部材では、光変換層105は、量子ドットとして量子ドットAのみを含む量子ドット層105Aと量子ドットとして量子ドットBのみを含む第二の量子ドット層105Bとが直接隣接して積層され、更に第二の量子ドット層105Bと直接隣接する層として、量子ドットBよりも短波長帯域であって、 $400 \text{ nm} \sim 500 \text{ nm}$ の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットCのみを量子ドットとして含む第三の量子ドット層105Cが含まれている。図5に示す光変換部材は、例えば光源として $300 \text{ nm} \sim 430 \text{ nm}$ の波長帯域に発光中心波長を有する光源（UV光源）を用いることにより、量子ドット層105Aから赤色光が、量子ドット層105Bから緑色光が、量子ドット層105Cから青色光が発光することで、白色光を具現化することができるものである。

[0057] 図6に示す光変換部材201において、光変換層102の構成は、図2に示す光変換部材と同じであり、量子ドットとして量子ドットAのみを含む第

一の量子ドット層102Aと、量子ドットとして量子ドットBのみを含む第二の量子ドット層102Bが、直接隣接して配置されている。図6に示す光変換部材201は、第二の量子ドット層102Bの表面に、光散乱構造21を有する。光変換層において発光された光は、屈折率の異なる隣接層界面に入射する角度によっては全反射を起こし、表示装置内部を導波してしまい、光取り出し効率（以下、「取り出し効率」とも記載する。）が低下してしまう。そこで、光散乱構造を出射側に設け、光取り出し効率を向上させることは、光変換部材の発光効率の更なる向上に有効である。そのような光散乱構造としては、表面凹凸構造を挙げることができる。表面凹凸構造としては、光変換部材の出射側表面全面に微細な凹凸を多数設けることが好ましい。表面凹凸構造は、特開2013-039802号公報に記載の型押しや、エッチングレジスト等の公知の方法により形成することができる。また、市販のプリズムシートを貼り合わせることで、表面凹凸構造を設けることもできる。

[0058] 図7に示す光変換部材202において、光変換層102の構成は、図2に示す光変換部材と同じであり、量子ドットとして量子ドットAのみを含む第一の量子ドット層102Aと、量子ドットとして量子ドットBのみを含む第二の量子ドット層102Bが、直接隣接して配置されている。図6に示す光変換部材201は、第二の量子ドット層102Bに隣接する層として、光散乱層（光取り出し層）22を有する。光変換部材の出射側に光散乱層を設けることにより、上記の光散乱構造を設ける場合と同様、光取り出し効率を高めることができる。

[0059] 上記光散乱層は、好ましくは、散乱体（「散乱粒子」とも記載する）が少なくともバインダー樹脂を含むマトリックス材中に分散した樹脂層である。散乱粒子としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。散乱粒子は、光取り出し効率の更なる向上の観点からは、光散乱層全体を構成するマトリックス材との屈折率の差が0.02以上であることが好ましい。散乱粒子は、1種類の粒子のみを用いてもよく、また、複数の種類の

粒子を組み合わせてもよい。散乱粒子は、無機粒子であってもよく、有機粒子であってもよい。その詳細については、特開2010-198735号公報段落0022を参照できる。また、光散乱層を構成するバインダー樹脂等の各種成分および光散乱層の作製方法については、同公報段落0023～0028、段落0033～0035を参照できる。光散乱層の膜厚は特に制限はなく、乾燥膜厚で、例えば $0.5\mu\text{m}$ ～ $50\mu\text{m}$ 程度であるが、目的に応じて適宜選択することができる。酸素バリア性と光透過性の観点からは、 $1\mu\text{m}$ ～ $20\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましく、 $2\mu\text{m}$ ～ $10\mu\text{m}$ の範囲であることがより好ましく、 $3\mu\text{m}$ ～ $7\mu\text{m}$ の範囲であることが更に好ましい。

[0060] なお図7には、光取り出し効率向上のための構成として、散乱粒子を含む光散乱層を設ける例を示したが、散乱粒子を光変換層に存在させることにより、光取り出し効率を向上させることもできる。図8に示す光変換部材は、当該構成のものである。図8に示す光変換部材106は、量子ドットAのみを含む第一の量子ドット層と、量子ドットとして量子ドットBのみを含む第二の量子ドット層が、直接隣接して配置されている点では、図2等に出す光変換部材と同様であるが、二層の量子ドット層にそれぞれ、散乱粒子5が含まれている点で、他の図面に示す光変換部材と相違する。散乱粒子の詳細は、上記と同様である。量子ドット層作製のための重合性組成物に、粒子の状態で、または適当な溶媒に分散した分散液として、散乱粒子を添加することにより、量子ドットとともに散乱粒子を含む量子ドット層を得ることができる。

量子ドット層における散乱粒子量の重量密度は、2%以上とすることが、光取り出し効率向上の観点から好ましい。一方、散乱粒子量が増えるほど相対的に層内の量子ドット量は減ることになるため、量子ドット充填率向上の観点からは、量子ドット層における散乱粒子の重量密度は30%未満とすることが好ましい。

[0061] 光変換層に添加する散乱粒子の屈折率 n_s は、光取り出し効率向上の観点

から、バインダー樹脂の屈折率 n_b との差の絶対値 $|n_b - n_s|$ が、0.02 以上であることが好ましく、0.03 以上であることがより好ましく、0.1 以上であることがさらに好ましい。なお本発明における屈折率とは、下記の e 線に対する屈折率 n_e をいうものとする。また、二種以上の異なる種類の散乱粒子が光変換層に含まれる場合には、少なくとも一種の光散乱粒子が上記絶対値を満たす屈折率を有することが好ましく、二種以上の光散乱粒子が上記絶対値を満たす屈折率を有することがより好ましく、すべての光散乱粒子が上記絶対値を満たす屈折率を有することが更に好ましい。散乱粒子の屈折率 n_s は、バインダー樹脂の屈折率 n_b より大きくても小さくてもよい。

$|n_b - n_s|$ の値は大きい方が、散乱効率が向上するために好ましい。一方、散乱粒子およびバインダー樹脂の屈折率は、素材固有の値であり、例えば顕微 IR のスペクトルから素材を特定することで、知ることができる。

なお、バインダー樹脂の屈折率は、アッペ屈折率計を用いて計測することができる。バインダー樹脂の屈折率は、バインダー樹脂とは異なる屈折率を有する直径数 10 nm 程度未満の微粒子を添加することで調整することができる。ここで用いられる直径数 10 nm 程度の微粒子は、可視光をほとんど散乱させないほど十分に小さいものである。

[0062] 光取り出し効率向上の観点からは、バインダー樹脂の屈折率は小さいことが好ましい。一般に屈折率が 1 より大きい樹脂内部での発光を空気層に取り出す際には、臨界角以上で入射する光が空気との界面で全反射するため、光取り出し効率の低下が生じる。この臨界角はスネルの法則によって決まり、バインダー樹脂が低屈折率であるほど、臨界角は大きくなり、光取り出し効率は向上する。バインダー樹脂の出射側表面に、無機バリア層などの高屈折率媒体が存在した場合でも、この傾向は成り立つ。

[0063] 光取り出し効率向上の観点から、散乱粒子とバインダー樹脂のうち、いずれか屈折率の大きな一方が、より小さいアッペ数 ν_e を有する方が好ましい。例えば、バインダー樹脂の屈折率が、散乱粒子の屈折率と比べて大きい場合

、バインダー樹脂のアッベ数は散乱粒子のアッベ数よりも小さいことが好ましい。

なおアッベ数 ν_e は、以下の式で表される、屈折率の波長依存性を表す指標である。

[数3]

$$\nu_e = \frac{n_e - 1}{n_{F'} - n_{C'}}$$

ここで、

n_e ：フラウンホーファーのe線（546.1 nm）に対する屈折率

$n_{F'}$ ：フラウンホーファーのF'線（488.0 nm）に対する屈折率

$n_{C'}$ ：フラウンホーファーのC'線（643.9 nm）に対する屈折率

を表す。

散乱粒子とバインダー樹脂とのアッベ数の差を $\Delta\nu_e$ とすると、 $\Delta\nu_e$ は0より大きいことが好ましく、10より大きいことがより好ましく、15より大きいことがさらに好ましく、20より大きいことがよりさらに好ましい。なお、アッベ数の差 $\Delta\nu_e$ は、散乱粒子とバインダー樹脂のうち、いずれか屈折率の大きな一方が、より小さいアッベ数 ν_e を持つ場合に、正となるように算出するものとする。

[0064] 光取り出し効率向上の観点からは、後方散乱および前方散乱を低減することが望ましい。この点から光変換層に添加する散乱粒子の直径 r_s は、後方散乱の影響を低減する観点からは0.5 μm 以上であることが好ましく、前方散乱の影響を低減する観点からは10 μm 以下であることが好ましい。即ち、0.5 $\mu\text{m} \leq r_s \leq 10 \mu\text{m}$ の範囲にあることが好ましい。散乱粒子の直径は、0.8 $\mu\text{m} \leq r_s \leq 8 \mu\text{m}$ であることがより好ましく、1 $\mu\text{m} \leq r_s \leq 5 \mu\text{m}$ であることがさらに好ましい。

散乱粒子の直径は光変換層の断面を走査型電子顕微鏡（SEM）で観察することで求めることができる。

[0065] 量子ドット層の内部に、屈折率および直径の少なくとも一方が異なる散乱粒子を2種類以上含むことも好ましい。そのような散乱粒子を2種類以上含

むことによって、散乱光の散乱角度依存性に起因する色づきを抑制することが可能となり、良好なホワイトバランスが得られる。2種類の散乱粒子の数量（粒子数）比は、1：9～9：1であることがより好ましく、2：8～8：2であることがさらに好ましい。

[0066] 光変換層に含まれる散乱粒子は、図15に示す態様のように、光変換層の表面に配置されていても光取り出し効率向上効果を発揮することができる。このように配置された散乱粒子により、光変換層および光変換層に隣接する層との界面を乱すことで、全反射を防ぐことができるからである。この場合、バインダー樹脂と、散乱粒子の屈折率が等しい場合でも、良好な光取り出し効率の向上効果が見られる。

[0067] 光変換層のヘイズは、量子ドットの蛍光を外部へ取り出す観点から、50%以上であることが好ましく、60%以上であることがさらに好ましく、90%以上であることが特に好ましい。光変換層のヘイズは、例えば98%以下であるが、98%超でもよく、100%であってもよい。光変換層のヘイズが高いほど、光変換層内部での励起光の光路長が増加するため、少ない量子ドット使用量で効率よく蛍光を得ることができる。

光変換層のヘイズとは、JIS-K-7105に準じて測定される値をいい、ヘイズメーター（例えば日本電色工業（株）NDH-2000）を用いて測定することができる。

[0068] 図9に示す光変換部材203（203A、203B、203C）は、光変換層102の構成は、図2等に示す光変換部材と同様であり、光変換層102の両面に、バリアフィルム41（41A、41B）が設けられている。図10に示す光変換部材204は、光変換層105の構成は、図5に示す光変換部材と同様である。図10に示す光変換部材では、光変換層105A、105Cの両面に、バリアフィルム41（41A、41B）が設けられている。

更に、図9（a）、図10に示す光変換部材では、出射側バリアフィルム41B、31Bに直接隣接する層として、光散乱層22が設けられている。

光散乱層 22 は、図 9 (a)、図 10 に示す出射側に位置するバリアフィルムに直接隣接する層として設けるだけでなく、図 9 (b) に示す光変換層 102 の出射側に隣接する形態、または図 9 (c) に示す光変換層 102 の入射側に隣接する形態であってもよい。また、散乱粒子を光変換層に存在させる形態であってもよい。

バリアフィルムは、好ましくは、酸素バリア性を有するフィルムであって、酸素により量子ドットが経時的に劣化し量子効率（発光効率）が低下することを防ぐ役割を果たすことができる。より詳しくは、励起光による量子ドットの光酸化反応を抑制することができる。長期にわたり高い量子効率を得る観点から、バリアフィルムとしては、酸素透過率が $1 \text{ cm}^3 / \text{m}^2 / \text{day} / \text{atm}$ 未満のフィルムを用いることが好ましい。なお酸素透過率の単位 $\text{cm}^3 / \text{m}^2 / \text{day} / \text{atm}$ は、 $\text{cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm})$ と同義であり、以下では後者の単位で表記している。このようなバリアフィルムは、有機層、無機層、または有機層と無機層の二層以上の積層フィルムであることができる。その詳細は、後述する。なお図 9、図 10 には、光変換層の入射側、出射側にそれぞれバリアフィルムを有する構成を示したが、バリアフィルムは入射側のみに配置してもよく、出射側のみに配置してもよい。量子効率を、より長期間良好に維持する観点からは、光変換層の入射側および出射側の両方に、バリアフィルムを配置することが好ましい。

このように光散乱層とバリアフィルムを組み合わせることにより、より一層高い発光効率を、長期間維持することが可能となる。

[0069] 図 11 に示す光変換部材 205 は、光変換層 102 の構成は、図 2 等を示す光変換部材と同様であり、光変換層 102 の両面に、バリアフィルム 41 (41A、41B) が設けられている。更に、図 11 に示す光変換部材 205 では、出射側のバリアフィルム 41B と直接隣接する層として光散乱層 22 が、入射側のバリアフィルム 41A と直接隣接する層として光反射層 23 が、それぞれ設けられている。光変換層の励起光入射側に光反射層を設けることは、光利用効率を高めるうえで有効である。光反射層は、好ましくはコ

レステリック層であり、詳細は後述する。

[0070] 以上、図面に基づき本発明の一態様にかかる光変換部材の具体的態様について説明したが、本発明は、これら具体的態様に限定されるものではなく、各種の変形も本発明に包含されることはいうまでもない。また、上記において直接隣接する層として説明した層間に、接着層等の任意の層を配置することも、もちろん可能である。

[0071] (バリアフィルム)

次に、上述のバリアフィルムについて説明する。

[0072] バリアフィルムの酸素透過率は、好ましくは前述の通り、 $1 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm})$ 以下、より好ましくは、 $0.1 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm})$ 以下、さらに好ましくは、 $0.01 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm})$ 以下である。

一方、バリアフィルムの水蒸気透過率は、 $0.5 \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 以下、中でも $0.1 \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 以下、特に $0.05 \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 以下であることが好ましい。水蒸気透過率が低いバリアフィルムによれば、水蒸気等の水分による量子ドットの劣化を防ぐことができる。

ここで、上記酸素透過率は、測定温度 23°C 、相対湿度 90% の条件下で、酸素ガス透過率測定装置(MOCON社製、OX-TRAN 2/20:商品名)を用いて測定した値であり、上記水蒸気透過率は、測定温度 37.8°C 、相対湿度 100% の条件下で、水蒸気透過率測定装置(MOCON社製、PERMATRAN-W 3/31:商品名)を用いて測定した値である。

[0073] バリアフィルムは、有機または無機の単層であってもよく、二層以上の積層構造であってもよい。例えば、基材上に二層以上の有機ないし無機層を形成することにより、バリアフィルムを得ることができる。バリアフィルムの層構成としては、例えば、光変換層側から外側に向かい、基材/無機層/有機層がこの順に積層されている構成、基材/無機層/有機層/無機層がこの順に積層されている構成等を挙げることができるが、積層順序は特に限定さ

れるものではない。

[0074] 基材としては、可視光に対して透明である透明基材であることが好ましい。ここで可視光に対して透明とは、可視光領域における線透過率が、80%以上、好ましくは85%以上であることをいう。透明の尺度として用いられる光線透過率は、JIS-K7105に記載された方法、すなわち積分球式光線透過率測定装置を用いて全光線透過率および散乱光量を測定し、全光線透過率から拡散透過率を引いて算出することができる。基材については、特開2007-290369号公報段落0046~0052、特開2005-096108号公報段落0040~0055を参照できる。基材の厚さは、耐衝撃性、バリアフィルムの製造におけるハンドリング等の観点から、10 μ m~500 μ mの範囲内、中でも10~200 μ mの範囲内、特に20~100 μ mの範囲内であることが好ましい。

[0075] 無機層については、特開2007-290369号公報段落0043~0045、特開2005-096108号公報段落0064~0068を参照できる。無機層の膜厚は、10nm~500nm、中でも10nm~300nm、特に10nm~150nmの範囲内であることが好ましい。無機層の膜厚が、上述した範囲内であることにより、良好なガスバリア性を実現しつつ、バリアフィルムにおける反射を抑制することができ、全光線透過率が低下することを抑制することができるからである。中でも、無機層は、酸化ケイ素膜、窒化ケイ素膜、または酸化窒化珪素膜であることが好ましい。これらの膜は、有機膜との密着性が良好であることから、より一層良好なガスバリア性を実現することができるからである。

[0076] 有機層については、特開2007-290369号公報段落0020~0042、特開2005-096108号公報段落0074~0105を参照できる。なお有機層は、カルドポリマーを含むことが好ましい。これにより、有機層と隣接する層または基材との密着性、特に、無機層とも密着性が良好になり、より一層優れたガスバリア性を実現することができるからである。カルドポリマーの詳細については、上述の特開2005-096108号

公報段落 0085～0095 を参照できる。有機層の膜厚は、 $0.05\text{ }\mu\text{m}$ ～ $10\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましく、中でも $0.5\text{ }\mu\text{m}$ ～ $10\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましい。有機層がウェットコーティング法により形成される場合には、有機層の膜厚は、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ ～ $10\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内、中でも $1\text{ }\mu\text{m}$ ～ $5\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましい。また、ドライコーティング法により形成される場合には、 $0.05\text{ }\mu\text{m}$ ～ $5\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内、中でも $0.05\text{ }\mu\text{m}$ ～ $1\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましい。ウェットコーティング法またはドライコーティング法により形成される有機層の膜厚が上述した範囲内であることにより、無機層との密着性をより良好なものとすることができるからである。

[0077] バリアフィルムのその他詳細については、上述の特開 2007-290369 号公報、特開 2005-096108 号公報、更に US 2012/0113672 A1 の記載を参照できる。

[0078] 一態様では、バリアフィルム上に、空気界面に単層（１層からなる）の光学薄膜を積層することもできる。このような光学薄膜としては、波長 535 nm における光学薄膜の屈折率 $n(535)$ が、バリアフィルムにおいて光学薄膜と直接隣接する層の屈折率 $n_u(535)$ よりも屈折率の低い低屈折率層が好ましい。このような光学薄膜をバリアフィルムとに隣接配置することにより、より一層の輝度向上および色再現性の向上を達成することができる。波長 535 nm における光学薄膜の屈折率 $n(535)$ は、 $1.20\sim 1.51$ であることが好ましく、 $1.30\sim 1.46$ であることがより好ましく、 $1.40\sim 1.46$ が更に好ましい。

[0079] また、上記光学薄膜は、屈折率と膜厚を掛け合わせた光学厚みが、下記式（２－１）、（２－２）および（２－３）のいずれか１つを満たすことが好ましい。

$$\text{式 (2-1)} \quad 1.15\text{ }\mu\text{m} \leq n(535) \times d \leq 1.25\text{ }\mu\text{m}$$

$$\text{式 (2-2)} \quad 1.42\text{ }\mu\text{m} \leq n(535) \times d \leq 1.52\text{ }\mu\text{m}$$

$$\text{式 (2-3)} \quad 1.69\text{ }\mu\text{m} \leq n(535) \times d \leq 1.79\text{ }\mu\text{m}$$

(式(2-1)、(2-2)および(2-3)中、 $n(535)$ は波長535 nmにおける光学薄膜の屈折率を表し、 d は光学薄膜の厚さ(単位： μm)を表す。)

好ましい一態様では、上記光学薄膜が、下記式(2-1A)、(2-2A)および(2-3A)のいずれか1つを満たし、中でも、下記式(2-2A)を満たすことが好ましい。

式(2-1A) $1.16\mu\text{m} \leq n(535) \times d \leq 1.24\mu\text{m}$

式(2-2A) $1.46\mu\text{m} \leq n(535) \times d \leq 1.51\mu\text{m}$

式(2-3A) $1.70\mu\text{m} \leq n(535) \times d \leq 1.78\mu\text{m}$

(式(2-1A)、(2-2A)および(2-3A)中、 $n(535)$ は波長535 nmにおける光学薄膜の屈折率を表し、 d は光学薄膜の厚さ(単位： μm)を表す。)

なお、上記光学薄膜の厚さ d は、 $0.5 \sim 2\mu\text{m}$ であることが好ましく、 $0.7 \sim 1.5\mu\text{m}$ であることがより好ましい。光学薄膜の構成成分としては、公知のものを用いることができる。例えば、バリアフィルムの有機層を構成可能な材料として好適なもの等を用いることができる。

[0080] 上記光学薄膜が積層されたバリアフィルムは、光学薄膜面が空気界面側に来るように光変換層と積層してもよく、その逆の構成としてもよい。

[0081] (光反射層)

光反射層は、上述のように好ましくはコレステリック層である。光反射層の態様に用いられるコレステリック液晶相を固定してなる光反射層の製造方法としては特に制限はない。例えば、特開平1-133003号公報、特許3416302号、特許3363565号、特開平8-271731号公報に記載の方法を用いることができ、これらの公報の内容は本発明に組み込まれる。

[0082] 上記のコレステリック液晶層の重畳に際しては、右まわりの円偏光と左回りの円偏光反射する組合せで用いることが望ましい。具体的には右捩れのコレステリック液晶と左捩れのコレステリック液晶を積層して得られる。これ

により全ての偏光を反射することができ、反射の効率を高めることができる。

[0083] コレステリック液晶としては、適宜なものを用いてよく、特に限定はない。液晶層の重畳効率や薄膜化などの点より液晶ポリマーの使用が有利である。また複屈折の大きいコレステリック液晶分子ほど選択反射の波長域が広くなって好ましい。

[0084] 上記の液晶ポリマーとしては、例えばポリエステル等の主鎖型液晶ポリマー、アクリル主鎖やメタクリル主鎖、シロキサン主鎖等からなる側鎖型液晶ポリマー、低分子カイラル剤含有のネマチック液晶ポリマー、キラル成分導入の液晶ポリマー、ネマチック系とコレステリック系の混合液晶ポリマーなどの適宜なものを用いることができる。取扱性等の点よりは、ガラス転移温度が30～150℃のものが好ましい。

[0085] コレステリック液晶層の形成は、偏光分離板に必要な応じポリイミドやポリビニルアルコール、SiO₂の斜方蒸着層等の適宜な配向膜を介して直接塗布する方式、透明フィルムなどからなる液晶ポリマーの配向温度で変質しない支持体に必要な応じ配向膜を介して塗布する方式などの適宜な方式で行うことができる。支持体としては、偏光の状態変化を防止する点などより位相差が可及的に小さいものが好ましく用いる。また配向膜を介したコレステリック液晶層の重畳方式なども採ることができる。

[0086] なお液晶ポリマーの塗布は、溶剤による溶液や加熱による熔融液等の液状物としたものを、ロールコーティング方式やグラビア印刷方式、スピンコート方式などの適宜な方式で展開する方法などにより行うことができる。形成するコレステリック液晶層の厚さは、選択反射性、配向乱れや透過率低下の防止等の点より、0.5～100μmが好ましい。

[0087] また、光反射層には誘電体多層膜を用いることもできる。フィルムを用いた誘電体多層膜の製造方法としては特に制限はなく、例えば、特許3187821号、特許3704364号、特許4037835号、特許4091978号、特許3709402号、特許4860729号、特許344862

6号などに記載の方法を参考に製造することができ、これらの公報の内容は本発明に組み込まれる。なお、誘電体多層膜は、誘電体多層反射偏光板や、交互多層膜の複屈折干渉偏光子と言われることもある。これらの誘電体多層膜は膜厚および屈折率を調整することにより選択的に波長を反射することができ、本態様に好ましく用いることが出来る。また、これらのフィルムは屈折率異方性のため特定方向のみ偏光を反射することが多いため、その場合にはこれらのフィルムを直交して2枚用いると全ての偏光を反射することが出来るため好ましい。これ以外にも屈折率の異なる無機膜を積層蒸着させる構造で等方体材料を用いて誘電体多層膜にすることもでき、これについてはYeh著 “Optical Waves in Layered Media” (WILEY Interscience社) に記載がある。

[0088] 上記誘電体多層膜は、膜厚が薄い方が好ましく、膜厚が $5\sim 100\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましく、 $10\sim 50\mu\text{m}$ の範囲であることがより好ましく、 $5\sim 20\mu\text{m}$ の範囲であることがさらに好ましい。

[0089] [バックライトユニット]

本発明の一態様にかかるバックライトユニットは、上述の光変換部材と、光源と、

を少なくとも含む。光変換部材の詳細は、先に記載した通りである。

[0090] (バックライトユニットの発光波長)

バックライトユニットは、3波長光源により高輝度かつ高い色再現性を実現すべく、

$430\sim 480\text{nm}$ の波長帯域に発光中心波長を有し、半値幅が 100nm 以下である発光強度のピークを有する青色光と、

$500\sim 600\text{nm}$ の波長帯域に発光中心波長を有し、半値幅が 100nm 以下である発光強度のピークを有する緑色光と、

$600\sim 680\text{nm}$ の波長帯域に発光中心波長を有し、半値幅が 100nm 以下である発光強度のピークを有する赤色光と、を発光することが好ましい。

より一層の輝度および色再現性の向上の観点から、バックライトユニットが発光する青色光の波長帯域は、440～480 nmであることが好ましく、440～460 nmであることがより好ましい。

同様の観点から、バックライトユニットが発光する緑色光の波長帯域は、510～560 nmであることが好ましく、510～545 nmであることがより好ましい。

また、同様の観点から、バックライトユニットが発光する赤色光の波長帯域は、600～650 nmであることが好ましく、610～640 nmであることがより好ましい。

[0091] また同様の観点から、バックライトユニットが発光する青色光、緑色光および赤色光の各発光強度の半値幅は、いずれも80 nm以下であることが好ましく、50 nm以下であることがより好ましく、40 nm以下であることがさらに好ましく、30 nm以下であることが一層好ましい。これらの中でも、青色光の各発光強度の半値幅が25 nm以下であることが、特に好ましい。

[0092] バックライトユニットは、少なくとも、上記光変換部材とともに、光源を含む。一態様では、光源として、430 nm～480 nmの波長帯域に発光中心波長を有する青色光を発光するもの、例えば、青色光を発光する青色発光ダイオードを用いることができる。青色光を発光する光源を用いる場合、光変換層には、少なくとも、励起光により励起され赤色光を発光する量子ドットAと、緑色光を発光する量子ドットBが含まれることが好ましい。これにより、光源から発光され光変換部材を透過した青色光と、光変換部材から発光される赤色光および緑色光により、白色光を具現化することができる。

または他の態様では、光源として、300 nm～430 nmの波長帯域に発光中心波長を有する紫外光を発光するもの、例えば、紫外光発光ダイオードを用いることができる。この場合、光変換層には、量子ドットA、Bとともに、励起光により励起され青色光を発光する量子ドットCが含まれることが好ましい。これにより、光変換部材から発光される赤色光、緑色光および

青色光により、白色光を具現化することができる。

[0093] (バックライトユニットの構成)

バックライトユニットの構成としては、導光板や反射板などを構成部材とするエッジライト方式であることができる。図1には、エッジライト方式のバックライトユニットの例を示したが、本発明の一態様にかかるバックライトユニットは、直下型方式であっても構わない。導光板としては、公知のものを何ら制限なく使用することができる。

[0094] また、バックライトユニットは、光源の後部に、反射部材を備えることもできる。このような反射部材としては特に制限は無く、公知のものを用いることができ、特許3416302号、特許3363565号、特許4091978号、特許3448626号などに記載されており、これらの公報の内容は本発明に組み込まれる。

[0095] バックライトユニットが、青色光のうち500nmよりも短波長の光（好ましくは460nmよりも短波長の光）を選択的に透過する青色用波長選択フィルタを有することも、好ましい。

また、バックライトユニットが、赤色光のうち500nmよりも長波長の光（好ましくは630nmよりも長波長の光）を選択的に透過する赤色用波長選択フィルタを有することも、好ましい。

このような青色用波長選択フィルタや赤色用波長選択フィルタとしては特に制限は無く、公知のものを用いることができる。そのようなフィルタは、特開2008-52067号公報などに記載されており、この公報の内容は本発明に組み込まれる。

[0096] バックライトユニットは、その他、公知の拡散板や拡散シート、プリズムシート（例えば、住友スリーエム社製BEFシリーズなど）、導光器を備えていることも好ましい。その他の部材についても、特許3416302号、特許3363565号、特許4091978号、特許3448626号などに記載されており、これらの公報の内容は本発明に組み込まれる。

[0097] [液晶表示装置]

本発明の一態様にかかる液晶表示装置は、上述のバックライトユニットと、液晶セルと、を少なくとも含む。

[0098] (液晶表示装置の構成)

液晶セルの駆動モードについては特に制限はなく、ツイステッドネマチック(TN)、スーパーツイステッドネマチック(STN)、バーティカルアライメント(VA)、インプレインスイッチング(IPS)、オプティカルリコンペンセイテッドベンドセル(OCB)等の種々のモードを利用することができる。液晶セルは、VAモード、OCBモード、IPSモード、またはTNモードであることが好ましいが、これらに限定されるものではない。VAモードの液晶表示装置の構成としては、特開2008-262161号公報の図2に示す構成が一例として挙げられる。ただし、液晶表示装置の具体的構成には特に制限はなく、公知の構成を採用することができる。

[0099] 液晶表示装置の一実施形態では、対向する少なくとも一方に電極を設けた基板間に液晶層を挟持した液晶セルを有し、この液晶セルは2枚の偏光板の間に配置して構成される。液晶表示装置は、上下基板間に液晶が封入された液晶セルを備え、電圧印加により液晶の配向状態を変化させて画像の表示を行う。さらに必要に応じて偏光板保護フィルムや光学補償を行う光学補償部材、接着層などの付随する機能層を有する。また、カラーフィルター基板、薄層トランジスタ基板、レンズフィルム、拡散シート、ハードコート層、反射防止層、低反射層、アンチグレア層等とともに（又はそれに替えて）、前方散乱層、プライマー層、帯電防止層、下塗り層等の表面層が配置されていてもよい。

[0100] 図11に、本発明の一態様にかかる液晶表示装置の一例を示す。図11に示す液晶表示装置51は、液晶セル21のバックライト側の面にバックライト側偏光板14を有する。バックライト側偏光板14は、バックライト側偏光子12のバックライト側の表面に、偏光板保護フィルム11を含んでいても、含んでいなくてもよいが、含んでいることが好ましい。

バックライト側偏光板14は、偏光子12が、2枚の偏光板保護フィルム

1 1 および 1 3 で挟まれた構成であることが好ましい。

本明細書中、偏光子に対して液晶セルに近い側の偏光板保護フィルムをインナー側偏光板保護フィルムと言い、偏光子に対して液晶セルから遠い側の偏光板保護フィルムをアウター側偏光板保護フィルムと言う。図 1 1 に示す例では、偏光板保護フィルム 1 3 がインナー側偏光板保護フィルムであり、偏光板保護フィルム 1 1 がアウター側偏光板保護フィルムである。

[0101] バックライト側偏光板は、液晶セル側のインナー側偏光板保護フィルムとして、位相差フィルムを有していてもよい。このような位相差フィルムとしては、公知のセルロースアシレートフィルム等を用いることができる。

[0102] 液晶表示装置 5 1 は、液晶セル 2 1 のバックライト側の面とは反対側の面に、表示側偏光板 4 4 を有する。表示側偏光板 4 4 は、偏光子 4 2 が、2 枚の偏光板保護フィルム 4 1 および 4 3 で挟まれた構成である。偏光板保護フィルム 4 3 がインナー側偏光板保護フィルムであり、偏光板保護フィルム 4 1 がアウター側偏光板保護フィルムである。

[0103] 液晶表示装置 5 1 が有するバックライトユニット 3 1 については、先に記載した通りである。

[0104] 本発明の一態様にかかる液晶表示装置を構成する液晶セル、偏光板、偏光板保護フィルム等については特に限定はなく、公知の方法で作製されるものや市販品を、何ら制限なく用いることができる。また、各層の間に、接着層等の公知の中間層を設けることも、もちろん可能である。

[0105] (カラーフィルター)

500nm以下の波長帯域に発光中心波長を有する光源を用いる場合、RGB画素形成方法としては、公知の種々の方法を使用することができる。例えば、ガラス基板上にフォトリソ、およびフォトリソを用いて所望のブラックマトリックス、およびR、G、Bの画素パターンを形成することもできるし、また、R、G、Bの画素用着色インクを用いて、所定の幅のブラックマトリックス、およびn個置きにブラックマトリックスの幅よりも広いブラックマトリックスで区分された領域内（凸部で囲まれた凹部）に、インクジ

エット方式の印刷装置を用いて所望の濃度になるまでインク組成物の吐出を行い、R、G、Bのパターンからなるカラーフィルターを作製することもできる。画像着色後は、ベーク等することで各画素及びブラックマトリックスを完全に硬化させてもよい。

カラーフィルターの好ましい特性は特開2008-083611号公報などに記載されており、この公報の内容は本発明に組み込まれる。

例えば、緑色を示すカラーフィルターにおける最大透過率の半分の透過率となる波長は、一方が590nm以上610nm以下であり、他方が470nm以上500nm以下であることが好ましい。また、緑色を示すカラーフィルターにおいて最大透過率の半分の透過率となる波長は、一方が590nm以上600nm以下であることが好ましい。さらに緑色を示すカラーフィルターにおける最大透過率は80%以上であることが好ましい。緑色を示すカラーフィルターにおいて最大透過率となる波長は530nm以上560nm以下であることが好ましい。

緑色を示すカラーフィルターにおいて、発光ピークの波長における透過率は、最大透過率の10%以下であることが好ましい。

赤色を示すカラーフィルターは、580nm以上590nm以下における透過率が最大透過率の10%以下であることが好ましい。

カラーフィルター用顔料としては、公知のものを何ら制限なく用いることができる。なお、現在は、一般的に顔料を用いているが、分光を制御でき、プロセス安定性、信頼性が確保できる色素であれば、染料によるカラーフィルターであってもよい。

[0106] (ブラックマトリックス)

液晶表示装置には、各画素の間にブラックマトリックスが配置されていることが好ましい。ブラックストライプを形成する材料としては、クロム等の金属のスパッタ膜を用いたもの、感光性樹脂と黒色着色剤等を組み合わせた遮光性感光性組成物などが挙げられる。黒色着色剤の具体例としては、カーボンブラック、チタンカーボン、酸化鉄、酸化チタン、黒鉛などが挙げられ

、中でも、カーボンブラックが好ましい。

[0107] (薄層トランジスタ)

液晶表示装置は、さらに薄層トランジスタ（以下、TFTとも言う）を有するTFT基板を有することもできる。薄層トランジスタは、キャリア濃度が $1 \times 10^{14} / \text{cm}^3$ 未満である酸化物半導体層を有することが好ましい。薄層トランジスタの好ましい態様については特開2011-141522号公報に記載されており、この公報の内容は本発明に組み込まれる。

[0108] 以上説明した本発明の一態様にかかる液晶表示装置は、量子ドット発光効率の高い光変換部材を有することにより、高輝度かつ高い色再現性を、高価な量子ドットを多量に使用することなく実現可能なものである。

実施例

[0109] 以下に実施例に基づき本発明をさらに具体的に説明する。以下の実施例に示す材料、使用量、割合、処理内容、処理手順等は、本発明の趣旨を逸脱しない限り適宜変更することができる。したがって、本発明の範囲は以下に示す具体例により限定的に解釈されるべきものではない。

また、各実施例、比較例に関する評価では、対応する図中の下方に光源を配置した。したがって、例えば実施例1では、図2中の量子ドット層102Aが入射側、量子ドット層102Bが出射側に配置される。

[0110] [比較例1（図12に示す光変換部材の作製）]

1. 量子ドット含有重合性組成物の調製

トリメチロールプロパンアクリレート0.54mlとラウリルメタクリレート2.4mlと光重合開始剤としてチバ・スペシャルティ・ケミカルズ社製Irgacure 819を混合して重合性組成物Aを得た。得られた重合性組成物A100mgに対して、量子ドットのトルエン分散液を、発光のピークが600～680nmの波長帯域にある量子ドットAと、量子ドットAよりも短波長域に発光中心波長を有し、かつ発光のピークが500～600nmの波長帯域にある量子ドットBとが表1に記載の濃度になるように添加し、減圧乾燥を30分行った。量子ドットが分散されるまで、攪拌を行

い、分散液M（量子ドット含有重合性組成物）を得た。

[0111] 2. 光変換層101の作製

ガラス板状に、分散液Mを表2に記載の膜厚になるように塗布し、ガラス板状に感光層を形成した。感光層に対し、空気面側から、UV露光機（HOYA CANDEO OPTRONICS社製EXECURE 3000W）を用いて、窒素雰囲気下で、 5 J/cm^2 で露光して、上記感光層を硬化させ、露光膜（硬化膜）を得た。露光した後、硬化膜をガラス板から剥離し、光変換部材（光変換層101）を得た。

[0112] 上記光変換層101について、前述の電子顕微鏡による観察により Φ を求めたところ、 $\Phi=0.5$ であり、二種の量子ドットが混合され均一に分散していることが確認された。

[0113] [実施例1（図2に示す光変換部材の作製）]

1. 量子ドット含有重合性組成物の調製

重合性組成物A100mgに対して、量子ドットのトルエン分散液を量子ドットAが表1に記載の濃度になるように添加し、減圧乾燥を30分行った。量子ドットが分散されるまで、攪拌を行い、分散液Aを得た。

重合性組成物A500mgに対して、量子ドットのトルエン分散液を量子ドットBが表1に記載の濃度になるように添加し、減圧乾燥を30分行った。量子ドットが分散されるまで、攪拌を行い、分散液Bを得た。

[0114] 2. 光変換層102の作製

ガラス板状に、分散液Bを表2に記載の膜厚になるように塗布し、ガラス板状に感光層を形成した。感光層に対し、空気面側から、UV露光機（HOYA CANDEO OPTRONICS社製EXECURE 3000W）を用いて、窒素雰囲気下で、 5 J/cm^2 で露光して、上記感光層を硬化させ、露光膜（量子ドット層102B）を得た。得られた露光膜に分散液Aを、表2に記載の膜厚になるように塗布し、感光層を形成した。感光層に対し、上記条件で露光した後、硬化膜をガラス板から剥離し、光変換部材（光変換層102）を得た。

[0115] [実施例 2 (図 3 に示す光変換部材の作製 1)]

光変換層 103 の作製

ガラス板状に、分散液 B を表 2 に記載の膜厚になるように塗布し、ガラス板状に感光層を形成した。感光層に対し、上記条件で露光し、硬化膜（量子ドット層 103 B）を得た。

得られた硬化膜に分散液 M を、表 2 に記載の膜厚になるように塗布し、感光層を形成した。感光層に対し、上記条件で露光して、量子ドット層 103 B と量子ドット混合層 103 M の 2 層の硬化膜を得た。

得られた 2 層の硬化膜に、分散液 A を、表 2 に記載の膜厚になるように塗布し、感光層を形成した。得られた感光層に対し、上記条件で露光を行った後、硬化膜をガラス板から剥離し、光変換部材（光変換層 103）を得た。

[0116] [実施例 3 (図 3 に示す光変換部材の作製 2)]

1. 量子ドット含有重合性組成物 D 1 ～ D 8 の調製

重合性組成物 A 100 mg に対して、量子ドットのトルエン分散液を、量子ドット B と量子ドット A が表 1 に記載の濃度になるように添加し、減圧乾燥を 30 分を行った。量子ドットが分散されるまで、攪拌を行い、8 種類の分散液 D 1 ～ D 8 を得た。

[0117] 2. 光変換層 103 の作製

ガラス板状に、分散液 B を表 2 に記載の膜厚になるように塗布し、ガラス板状に感光層を形成した。感光層に対し、上記条件で露光し、硬化膜（量子ドット層 103 B）を得た。

得られた硬化膜に分散液 D 1 を、表 2 に記載の膜厚になるように塗布し、感光層を形成した。感光層に対し、上記条件で露光して、2 層の硬化膜を得た。以降、得られた硬化層に対し、分散液の種類のみを D 2 ～ D 9 および A へこの順に変更して、表 2 に記載の膜厚になるような条件での塗布と、上記条件での露光を繰り返し、多層（量子ドット混合層 103 M および量子ドット層 103 A）からなる硬化膜（量子ドット混合層 103 M および量子ドット層 103 A）を得た。

得られた硬化膜をガラス板から剥離し、光変換部材（光変換層 103）を得た。

[0118] 3. 量子ドットの濃度分布の確認

上記 2. で作製した光変換層 103 における厚み方向における量子ドット濃度分布を透過型電子顕微鏡（TEM）により測定した。量子ドットは、粒子サイズが小さくなるほど発光波長が短波長側へ、大きくなるほど長波長側へシフトする性質を有する。したがって、量子ドット A は、量子ドット B よりも粒子サイズが大きい。そこで TEM 画像において粒子サイズにより量子ドット A と量子ドット B とを分類し、量子ドット A、B の濃度分布を測定した。その結果、量子ドット A は量子ドット層 103 A において最も高濃度であり、量子ドット層 103 M においては、量子ドット層 103 B に近づくほど量子ドット A 濃度が低く、量子ドット層 103 A に近づくほど量子ドット A 濃度が高く、量子ドット層 103 B には含まれないことが確認された。

以上の測定により、実施例 3 において得られた光偏光部材では、量子ドット混合層 103 M において、量子ドット A の濃度分布が連続的に変化していることが確認された。

[0119] [実施例 4（図 5 に示す光変換部材の作製）]

1. 量子ドット含有重合性組成物 E の調製

重合性組成物 A 100 mg に対して、量子ドット B よりも短波長域に発光中心波長を有し、発光のピークが 400～500 nm にある量子ドット C のトルエン分散液を、量子ドット C が表 1 に記載の濃度になるように添加し、減圧乾燥を 30 分行った。量子ドットが分散されるまで、攪拌を行い、分散液 C を得た。

[0120] 2. 光変換層 105 の作製

ガラス板状に、分散液 B を表 2 に記載の膜厚になるように塗布し、ガラス板状に感光層を形成した。感光層に対し、上記条件で露光し、硬化膜（量子ドット層 105 B）を得た。

得られた硬化膜に分散液 A を、表 2 に記載の膜厚になるように塗布し、感

光層を形成した。感光層に対し、上記条件で露光して、量子ドット層 105 B と量子ドット層 105 A の 2 層の硬化膜を得た。

得られた 2 層の硬化膜の量子ドット層 105 B に、分散液 C を、表 2 に記載の膜厚になるように塗布し、感光層を形成した。得られた感光層に対し、上記条件で露光を行った後、硬化膜をガラス板から剥離し、光変換部材（光変換層 105）を得た。

[0121] [比較例 2（図 13 に示す光変換部材の作製）]

光変換層 107 の作製

ガラス板上に、分散液 B を表 2 に記載の膜厚になるように塗布し、ガラス板状に感光層を形成した。感光層に対し、空気面側から、UV 露光機（HOYA CANDEO OPTRONICS 社製 EXECURE 3000W）を用いて、窒素雰囲気下で、 $5 \text{ J} / \text{cm}^2$ で露光して、上記感光層を硬化させ、露光膜（硬化膜）を得た。得られた露光膜に分散液 A を、表 2 に記載の膜厚になるように塗布し、感光層を形成した。感光層に対し、上記条件で露光した後、硬化膜の積層体をガラス板から剥離し、光変換部材（光変換層 107）を得た。

[0122] [表 1]

	濃度(質量%)		
	量子ドット (A)	量子ドット (B)	量子ドット (C)
分散液 A	1	0	0
分散液 B	0	0.8	0
分散液 M	0.5	0.5	0
分散液 D1	0.1	0.9	0
分散液 D2	0.2	0.8	0
分散液 D3	0.3	0.7	0
分散液 D4	0.4	0.6	0
分散液 D5	0.5	0.5	0
分散液 D6	0.6	0.4	0
分散液 D7	0.7	0.3	0
分散液 D8	0.8	0.2	0
分散液 D9	0.9	0.1	0
分散液 C	0	0	1

[0123]

[表2]

	比較例1		比較例2		実施例1		実施例2		実施例3		実施例4	
	分散液	完成膜厚	分散液	完成膜厚	分散液	完成膜厚	分散液	完成膜厚	分散液	完成膜厚	分散液	完成膜厚
1層目	M	280 μm	A	150 μm	B	150 μm	B	100 μm	B	30 μm	B	100 μm
2層目	-	-	B	150 μm	A	150 μm	M	100 μm	D1	30 μm	A	100 μm
3層目	-	-	-	-	-	-	A	100 μm	D2	30 μm	C	100 μm
4層目	-	-	-	-	-	-	-	-	D3	30 μm	-	-
5層目	-	-	-	-	-	-	-	-	D4	30 μm	-	-
6層目	-	-	-	-	-	-	-	-	D5	30 μm	-	-
7層目	-	-	-	-	-	-	-	-	D6	30 μm	-	-
8層目	-	-	-	-	-	-	-	-	D7	30 μm	-	-
9層目	-	-	-	-	-	-	-	-	D8	30 μm	-	-
10層目	-	-	-	-	-	-	-	-	D9	30 μm	-	-
11層目	-	-	-	-	-	-	-	-	A	30 μm	-	-

[0124] 評価方法

1. 量子効率

量子効率は、量子効率＝発光強度÷吸収光強度として求められる。発光強度は積分球をつけて、全方位測定により求めた。

下記表3中、光源の欄に青色光源と記載のある実施例、比較例については、外部量子効率測定装置（浜松ホトニクス社製C9920-12）を用いて、465nmの波長を有する入射光に対する量子効率を、積分球付きの形態で測定した。

表3中、光源の欄にUV光源とある実施例4については、光源の波長を365nmに変えた以外は同様の方式で量子効率を求めた。

このように測定した量子効率について、以下の基準で評点を付け、表3に記載した。後述の表4に示した量子効率の評価基準も、同様である。

C：比較例1の量子効率以下であった。

B：比較例1に対して0～5%の量子効率の向上が見られた。

A：比較例1に対して5%超の向上が見られた。

[0125] [表3]

	光源	評価
		量子効率
比較例1	青色光源	C
比較例2	青色光源	C
実施例1	青色光源	A
実施例2	青色光源	B
実施例3	青色光源	B
実施例4	UV光源	A

[0126] [実施例 5 (図 6 に示す光変換部材の作製)]

光変換部材の作製

実施例 1 で作製した光変換層 102 の量子ドット層 102B の表面に、市販の液晶表示装置（パナソニック社製商品名 TH-L42D2）のバックライトを分解して取出したプリズムシートを、接着剤を介して貼合した。これにより、光変換部材 201 を得た。

[0127] [実施例 6 (図 7 に示す光変換部材の作製)]

1. 光散乱層用塗布液の調製

屈折率 1.42 の熱架橋性含フッ素ポリマー（JSR（株）製 JN-7228）93 質量部に、固形分濃度 30 質量部の SiO_2 ゾル（平均粒径 10～20 nm）のメチルエチルケトン（MEK）分散物（日産化学（株）製 MEK-ST）8 質量部、およびメチルエチルケトン 100 質量部を添加、攪拌の後、孔径 1 μm のポリプロピレン製フィルターでろ過して、光散乱層用塗布液を調製した。

[0128] 2. 光変換部材の作製

PET フィルム（東洋紡社製コスモシャイン A4300、厚み 100 μm ）上に、上記 1. で調製した光散乱層用塗布液をバーコーターを用いて塗布し、80℃で乾燥した後、さらに 120℃で 10 分間熱架橋し、厚さ 1.2 μm の光散乱層を形成した。その後、実施例 1 と同様の方法で作製した光変換層 102 の量子ドット層 102B 表面に、アクリル系接着剤を介して貼合し、図 7 に示す光変換部材を得た。

[0129] [実施例 7 (図 8 に示す光変換部材の作製)]

光変換部材の作製

量子ドット含有重合性組成物である分散液 A、B に、それぞれ実施例 6 で用いた SiO_2 ゾル（平均粒径 10～20 nm）のメチルエチルケトン（MEK）分散物を 8 質量部添加した点以外は実施例 1 と同様とし、光変換部材（光変換層 106）を得た。

[0130] [実施例 8 (図 9 a に示す光変換部材の作製)]

1. バリアフィルムの作製

(1) 無機膜の作製

透明基材としてPETフィルム（東洋紡社製コスモシャインA4300、厚み $100\mu\text{m}$ 、屈折率 $n_u(535):1.62$ ）を用い、マグネトロンスパッタリング装置のチャンバー内に配置した。ターゲットには窒化珪素を使用し、以下の成膜条件で、酸化窒化珪素の膜厚が 25nm になるように成膜を行った。

成膜圧力： $2.5 \times 10^{-1}\text{Pa}$

アルゴンガス流量： 20sccm

窒素ガス流量： 9sccm

周波数： 13.56MHz

電力： 1.2kW

(2) 有機膜の作製

上記(1)で得た無機膜の上に、フルオレンを骨格とするカルドポリマーを有する樹脂をスピコート法にて塗布し、 160°C で1時間加熱することにより、有機膜を形成した。有機膜の膜厚は $1\mu\text{m}$ であった。このようにして、バリアフィルム41Aおよびバリアフィルム41Bを得た。なお、得られたバリアフィルムのバリア特性を前述の方法で測定したところ、酸素透過率は、 $0.5\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 以下、水蒸気透過率は $0.5\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 以下であった。

[0131] 2. 光変換部材の作製

実施例1と同様の方法で作製した光変換層102の量子ドット層102Aと、上記1.で作製したバリアフィルム41Aとを、屈折率1.47のアクリル系接着剤を用いて貼り合わせた。

次いで、実施例6で調製した光散乱層用塗布液を用いて、バリアフィルム41Bの透明基材表面に、実施例6と同様の方法で厚さ $1.2\mu\text{m}$ の光散乱層22を形成した。

その後、光変換層102の量子ドット層102Bと、上記光散乱層22付

きバリアフィルム41Bとを、光散乱層が空気界面側となるように、屈折率1.47のアクリル系接着剤を用いて貼り合わせた。

こうして、光変換部材（光学変換部材203A）を得た。

[0132] [実施例9（図10に示す光変換部材の作製）]

実施例4と同様の方法で作製した光変換層105の量子ドット層102A、102B上に、それぞれ実施例8と同様の方法でバリアフィルム41A、および、上記光散乱層22付きバリアフィルム41Bを積層した。こうして、光変換部材（光変換部材204）を得た。

[0133] [実施例10（図11に示す光変換部材の作製）]

1. 光反射層の作製

バリアフィルム41Aの透明基材表面に、特開2010-286643に記載の方法で右振れまたは左振れのキラル剤の添加量を変更して、コレステリック液晶相を固定してなる第一のコレステリック層、第二のコレステリック層、第三のコレステリック層および第四のコレステリック層を塗布により形成した。

得られた第一の光反射層の最大反射率のピークの反射中心波長は535nm、半値幅は50nm、振れの方法は右振れ、膜厚は2.0μmであった。

得られた第一の光反射層の最大反射率のピークの反射中心波長は535nm、半値幅は50nm、振れの方法は左振れ、膜厚は2.0μmであった。

得られた第三の光反射層の最大反射率のピークの反射中心波長は630nm、半値幅は60nm、振れの方法は右振れ、膜厚は2.1μmであった。

得られた第三の光反射層の最大反射率のピークの反射中心波長は630nm、半値幅は60nm、振れの方法は左振れ、膜厚は2.1μmであった。

なお、第一のコレステリック層、第二のコレステリック層、第三のコレステリック層および第四のコレステリック層の平均屈折率は1.57であった。

これら第一のコレステリック層、第二のコレステリック層、第三のコレステリック層および第四のコレステリック層を積層し、光反射層を作成した。

得られた光反射層は535nmを中心とした緑色波長域、および630nmを中心とした赤色波長域の光を偏光方向によらず反射する性能を示した。

バリアフィルム41Aの透明基材側に上記の塗布を実施したこと以外は、実施例8と同様の方法で、光変換部材（光変換部材205）を得た。

[0134] 評価方法

1. 量子効率

前述と同様に測定および評価した。結果を、表4に記載した。

2. 取り出し効率

量子効率の測定に用いた光源上に、ガラス板を介して実施例、比較例の光変換部材を光源に対して水平に、かつ対応する図中の最下方の層が光源側となる向きに配置した。光源および光変換部材に対する法線上に、光変換部材から740mmの距離に、輝度計（TOPCON社製SR3）を設置し、1°視野にて透過および励起光の測定を行った。

また、リファレンスとして量子ドットを含まない、バインダーのみからなるサンプルを、同様に測定した。光変換部材とバインダーのみからなるサンプルの、輝度の全波長積分値の比を、取り出し効率とした。

このように測定した取り出し効率について、以下の基準で評点を付け、表4に記載した。

B：実施例1に対する向上率が10%未満であった。

A：実施例1に対して10%以上の向上が見られた。

S：実施例1に対して20%以上の向上が見られた。

3. 耐久試験後の量子効率

実施例、比較例の光変換部材を、温度85℃相対湿度85%環境にて100時間放置し、その後温度25℃相対湿度60%環境へ取り出して2時間以上放置した後、量子効率の測定を行った。

このように測定した耐久試験後の量子効率について、以下の基準で評点を付け、表4に記載した。

B：耐久試験前後の量子効率低減率が30%以上。

A：耐久試験前後の量子効率低減率が30%未満。

[0135] [表4]

	光源	評価		
		量子効率	取り出し効率	耐久試験後の量子効率
実施例1	青色光源	A	B	B
実施例5	青色光源	A	A	B
実施例6	青色光源	A	A	B
実施例7	青色光源	A	A	B
実施例8	青色光源	A	A	A
実施例9	UV光源	A	A	A
実施例10	青色光源	A	A	A

(実施例10は、上記実施例の中で、量子効率および取り出し効率が、最も良好であった。)

[0136] 評価結果

表3、4に示すように、実施例の光変換部材は、いずれも比較例の光変換部材と比べて高い量子効率で発光可能であった。これは、量子ドットB、Cにより発光される光が、他の量子ドットに吸収されることがなく、または吸収される量が少なかったことによるものである。

また、図4に示す結果から、光変換部材の出射側に光散乱構造または光散乱層を設けることにより、取り出し効率の向上が可能であること、および、バリアフィルムを設けることにより、量子効率の経時変化（低下）を防ぐことができることが、確認できる。

[0137] [実施例11]

量子ドット含有重合性組成物である分散液A、Bに、それぞれシリカ粒子（屈折率1.45、粒径2 μ m）を加えた他は、実施例1と同様の方法で、実施例11に記載の光変換部材を得た。バインダーの屈折率は、多波長アッベ屈折計（アタゴ（株）製DR-M2）にて測定した。

[0138] [実施例12]

重合性組成物A100mgに対して、ZrO₂微粒子含有ハードコート剤（JSR（株）製オプスターKZ6666）、およびポリメチルメタクリレート（PMMA）粒子（屈折率1.50、粒径2 μ m）を新たに加えた点以外は分散液Aの調製と同様にして、分散液Eを得た。

また、重合性組成物A100mgに対して、ZrO₂微粒子含有ハードコー

ト剤（ＪＳＲ（株）製オプスターＫＺ６６６６）、およびＰＭＭＡ粒子（屈折率１．５０、粒径２μｍ）を新たに加えた点以外は分散液Ｂの調製と同様に、分散液Ｆを得た。

分散液Ａの代わりに分散液Ｅを、分散液Ｂの代わりに分散液Ｆを使用した他は、実施例１と同様の方法で、実施例１２に記載の光変換部材を得た。

[0139] [実施例１３]

量子ドット含有重合性組成物である分散液Ａ、Ｂに、それぞれＰＭＭＡ粒子（屈折率１．５０、粒径２μｍ）を新たに加えた点以外は、実施例１と同様の方法で、実施例１３に記載の光変換部材を得た。

[0140] [実施例１４]

量子ドット含有重合性組成物である分散液Ａ、Ｂに、それぞれポリスチレン粒子（屈折率１．６０、粒径２μｍ）を新たに加えた点以外は、実施例１と同様の方法で、実施例１４に記載の光変換部材を得た。

[0141] [実施例１５～１９]

量子ドット含有重合性組成物である分散液Ａ、Ｂに添加する粒子を表６に示す直径を有する粒子に変更した点以外は、実施例１４と同様の方法で、実施例１５～１９に記載の光変換部材を得た。

[0142] [実施例２０]

量子ドット含有重合性組成物である分散液Ａ、Ｂに、それぞれ２種類の粒子（ポリスチレン粒子Ａ（屈折率１．６０、粒径５μｍ）およびポリスチレン粒子Ｂ（屈折率１．６０、粒径０．８μｍ））を同量ずつ新たに加えた点以外は、実施例１と同様の方法で、実施例２０に記載の光変換部材を得た。

[0143] [実施例２１]

量子ドット含有重合性組成物である分散液Ａ、Ｂにおいて、重合性組成物Ａ１００ｍｇの代わりにウレタンメタクリレート（三菱レイヨン社製ＭＣＲ－１０）１００ｍｇを使用し、かつそれぞれポリスチレン粒子（屈折率１．６０、粒径２μｍ）を新たに加えた点以外は、実施例１と同様の方法で、実施例２１に記載の光変換部材を得た。

[0144] [実施例 2 2]

量子ドット含有重合性組成物である分散液 A、B において、重合性組成物 A 100 mg の代わりにメタクリレート（クレハ製 K-55）100 mg を使用し、かつそれぞれポリスチレン粒子（屈折率 1.60、粒径 2 μ m）を新たに加えた点以外は、実施例 1 と同様の方法で、実施例 2 2 に記載の光変換部材を得た。

[0145] [実施例 2 3]

量子ドット含有重合性組成物である分散液 B に、ポリスチレン粒子（屈折率 1.60、粒径 2 μ m）を新たに加えて、分散液 G を得た。

ガラス板状に、分散液 A を完成膜厚が 150 μ m になるように塗布し、ガラス板状に感光層を形成した。感光層に対し、空気面側から、UV 露光機（HOYA CANDEO OPTRONICS 社製 EXECURE 3000W）を用いて、窒素雰囲気下で、5 J / cm^2 で露光して、上記感光層を硬化させ、露光膜を得た。得られた露光膜に分散液 B を、完成膜厚が 145 μ m になるように塗布し、感光層を形成した。感光層に対し、上記条件で露光硬化させ、2 層の硬化膜を得た。得られた露光膜に分散液 G を、完成膜厚が 5 μ m となるように塗布した後、上記条件で露光硬化させ、3 層の硬化膜を得た。硬化膜をガラス板から剥離し、実施例 2 3 に記載の光変換部材 108（図 15 に示す態様）を得た。

[0146] [実施例 2 4 ~ 2 8]

量子ドット含有重合性組成物である分散液 A、B に、ポリスチレン粒子（屈折率 1.60、粒径 2 μ m）を、それぞれ添加量を変えながら加えた点以外は実施例 1 と同様の方法で、実施例 2 4 ~ 2 8 に記載の光変換部材を得た。得られた光変換部材のヘイズを測定したところ、表 10 に記載の値であった。

[0147] 評価方法

1. 取り出し効率

前述と同様に測定および評価した。結果を、表 5 ~ 10 に記載した。

2. 光変換層のヘイズ

J I S - K - 7 1 0 5 に準じて、ヘイズメーター（日本電色工業（株） N D H - 2 0 0 0 ）により測定した。

[0148] [表5]

	nb	ns	nb-ns	取り出し効率
実施例1	1.44	—	—	B
実施例11	1.44	1.45	0.01	B
実施例12	1.61	1.50	0.12	A
実施例13	1.44	1.50	0.06	S
実施例14	1.44	1.6	0.16	S

[0149] [表6]

	rs	nb-ns	取り出し効率
実施例1	—	—	B
実施例21	0.1 μ m	0.1	B
実施例22	0.8 μ m	0.1	A
実施例23	2 μ m	0.1	S
実施例24	5 μ m	0.1	A
実施例25	10 μ m	0.1	B

[0150] [表7]

	屈折率					取り出し効率
	r1	r2	n1	n2	nb	
実施例14	0.8 μ m	なし	1.6	なし	1.44	A
実施例20	5 μ m	0.8 μ m	1.6	1.6	1.44	S

[0151] [表8]

	屈折率		アッベ数 ν_e			取り出し効率
	バインダー	散乱粒子	バインダー	散乱粒子	$\Delta \nu_e$	
実施例21	1.51	1.6	47	31	16	A
実施例22	1.51	1.6	58	31	27	S

[0152] [表9]

	散乱粒子	分布	取り出し効率
実施例1	なし	—	B
実施例14	あり	内部一様分布	S
実施例23	あり	界面に整列	S

[0153]

[表10]

	ヘイズ	取り出し効率
実施例24	10%	B
実施例25	60%	A
実施例26	75%	S
実施例27	90%	S
実施例28	99%	S

[0154] 評価結果

表5～表10に示す結果から、光変換層に散乱粒子が存在することにより、光取り出し効率が向上することが確認できる。

[0155] [実施例29（バックライトユニットおよび液晶表示装置の作製）]

実施例1～10の光変換部材を用いて、図1（a）に示す構成のバックライトユニットを作製した。

市販の液晶表示装置（パナソニック社製商品名TH-L42D2）を分解し、バックライトユニットを、上記バックライトユニットに変更し、実施例10の液晶表示装置を製造した。

こうして作製された液晶表示装置は、表3、4に示すように高い量子効率で発光可能な光変換部材を備え、高輝度かつ色再現性に優れる。

産業上の利用可能性

[0156] 本発明は、液晶表示装置の製造分野において有用である。

符号の説明

[0157] 101～107：光変換層

2：量子ドットB

3：量子ドットA

4：量子ドットC

5：散乱粒子

102A、103A、105A：量子ドットとして量子ドットAのみを含む量子ドット層

102B、103B、105B：量子ドットとして量子ドットBのみを含む

量子ドット層 1 0 3 M : 量子ドット混合層

1 0 5 C : 量子ドットとして量子ドット C のみを含む量子ドット層

2 1 : 光散乱構造

2 2 : 光散乱層

2 3 : 光反射層

3 1 : バックライトユニット

3 1 A : 光源

3 1 B : 導光板

3 1 C : 光変換部材

4 1 A、4 1 B : バリアフィルム

2 0 1 ~ 2 0 5 : 光変換部材

請求の範囲

- [請求項1] 入射する励起光により励起され蛍光を発光する量子ドットを含む光変換層を有する光変換部材であって、
前記光変換層は、
600nm～680nmの範囲の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットAと、量子ドットAよりも短波長帯域に発光中心波長を有する一種以上の量子ドットZと、
を含有し、
前記光変換層において、量子ドットAが、量子ドットZに対して励起光入射側に相対的に偏在している光変換部材。
- [請求項2] 量子ドットZは、500nm～600nmの範囲の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットBを含む請求項1に記載の光変換部材。
- [請求項3] 量子ドットZは、量子ドットBよりも短波長帯域であって、かつ400nm～500nmの波長帯域に発光中心波長を有する量子ドットCを更に含む請求項1または2に記載の光変換部材。
- [請求項4] 前記光変換層において、量子ドットBが、量子ドットCに対して励起光入射側に相対的に偏在している請求項3に記載の光変換部材。
- [請求項5] 前記光変換層は、量子ドットAと量子ドットAよりも短波長帯域に発光中心波長を有する一種以上の量子ドットZとを含む量子ドット混合層を含み、かつ
前記量子ドット混合層において、量子ドットAの濃度分布が励起光入射側から蛍光出射側に向かって連続的ないし段階的に減少している請求項1～4のいずれか1項に記載の光変換部材。
- [請求項6] 前記光変換層は、
量子ドットとして量子ドットAのみを含む第一の量子ドット層と、
量子ドットAよりも短波長帯域に発光中心波長を有する一種以上の量子ドットZを含む少なくとも一層の量子ドット層と、
を有し、かつ、

前記第一の量子ドット層が、他の量子ドット層よりも励起光入射側に位置している請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の光変換部材。

[請求項7] 前記光変換層は、第一の量子ドット層よりも蛍光出射側に、量子ドットとして $500\text{ nm} \sim 600\text{ nm}$ の範囲の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドット B のみを含む第二の量子ドット層を有する請求項 6 に記載の光変換部材。

[請求項8] 前記光変換層は、第二の量子ドット層よりも蛍光出射側に、量子ドットとして $400\text{ nm} \sim 500\text{ nm}$ の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドット C のみを含む第三の量子ドット層を有する請求項 7 に記載の光変換部材。

[請求項9] 前記光変換層の励起光入射側表面および蛍光出射側表面の少なくとも一方の表面に、酸素透過率が $1.0\text{ cm}^3/\text{m}^2/\text{day/atm}$ 未満のバリアフィルムを有する請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の光変換部材。

[請求項10] 光散乱層または光散乱構造を有する請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の光変換部材。

[請求項11] 前記光変換層の励起光入射側に、光反射層を有する請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の光変換部材。

[請求項12] 前記光変換層は、バインダー樹脂中に散乱粒子を含む請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の光変換部材。

[請求項13] 前記散乱粒子の屈折率 n_s およびバインダー樹脂の屈折率 n_b が、 $0.02 \leq |n_b - n_s| \leq 1$ の関係を満たす請求項 12 に記載の光変換部材。

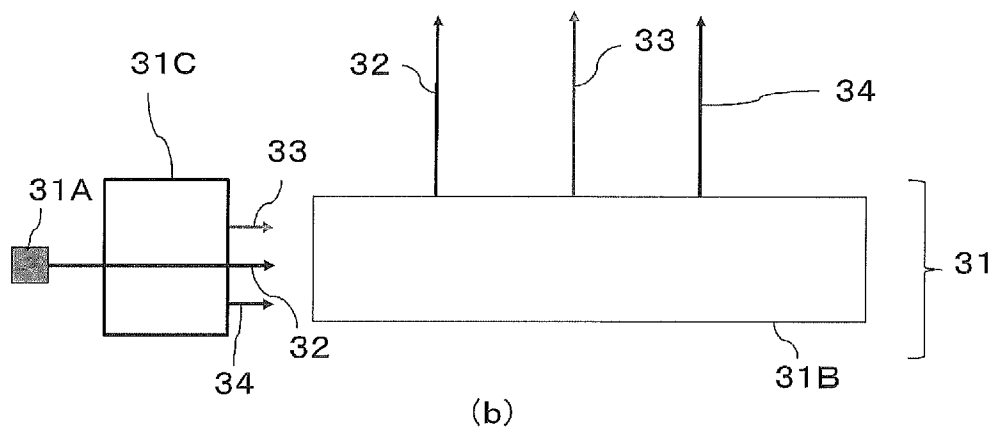
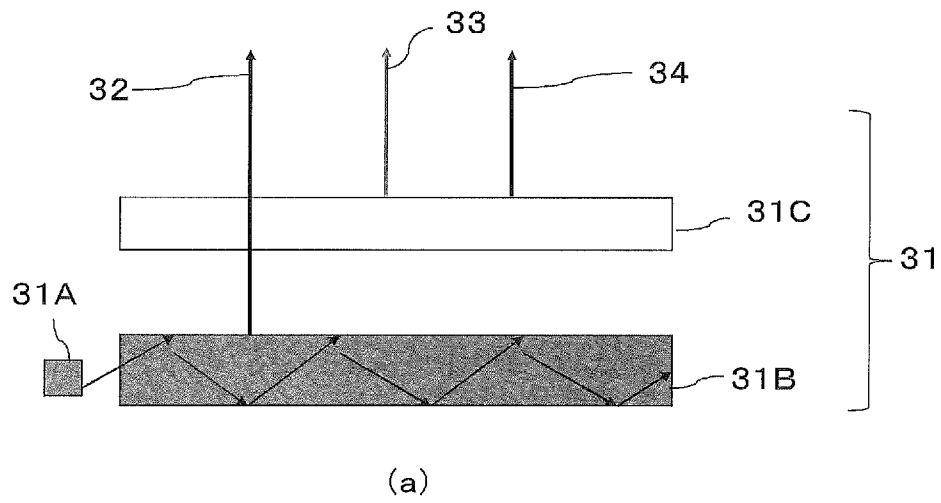
[請求項14] 前記散乱粒子の直径 r_s は、 $0.5\text{ }\mu\text{ m}$ 以上 $10\text{ }\mu\text{ m}$ 以下の範囲である請求項 13 に記載の光変換部材。

[請求項15] 前記光変換層は、屈折率および直径の少なくとも一方が異なる散乱粒子を 2 種類以上含む請求項 12 ～ 14 のいずれか 1 項に記載の光変換部材。

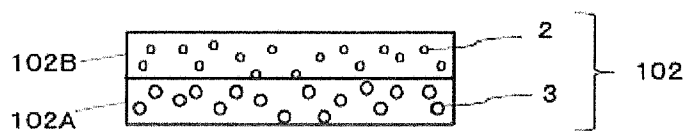
- [請求項16] 前記光散乱粒子およびバインダー樹脂は屈折率およびアッペ数が相違し、かつ
前記光散乱粒子およびバインダー樹脂のうち、屈折率がより大きなものがより小さなアッペ数 n_e を有する請求項12～15のいずれか1項に記載の光変換部材。
- [請求項17] 前記光変換層のヘイズは、50%以上である請求項1～16のいずれか1項に記載の光変換部材。
- [請求項18] 請求項1～17のいずれか1項に記載の光変換部材と、
光源と、
を少なくとも含むバックライトユニット。
- [請求項19] 430～480nmの波長帯域に発光中心波長を有し、半値幅が100nm以下である発光強度のピークを有する青色光と、
500～600nmの波長帯域に発光中心波長を有し、半値幅が100nm以下である発光強度のピークを有する緑色光と、
600～680nmの波長帯域に発光中心波長を有し、半値幅が100nm以下である発光強度のピークを有する赤色光と、
を発光する請求項18に記載のバックライトユニット。
- [請求項20] 前記光源は、430nm～480nmの波長帯域に発光中心波長を有する請求項18または19に記載のバックライトユニット。
- [請求項21] 前記光源は、300nm～430nmの波長帯域に発光中心波長を有する請求項18または19に記載のバックライトユニット。
- [請求項22] 導光板を更に含み、
前記光変換部材を、前記導光板から出射される光の経路上に有する請求項18～21のいずれか1項に記載のバックライトユニット。
- [請求項23] 導光板を更に含み、
前記光変換部材を、前記導光板と光源との間に有する請求項18～21のいずれか1項に記載のバックライトユニット。
- [請求項24] 請求項18～23のいずれか1項に記載のバックライトユニットと、

液晶セルと、を少なくとも含む液晶表示装置。

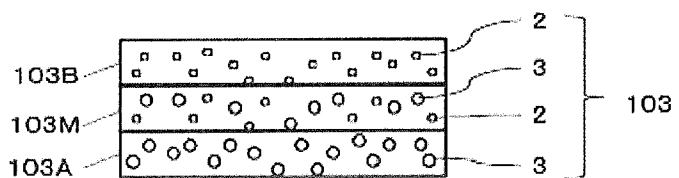
[図1]



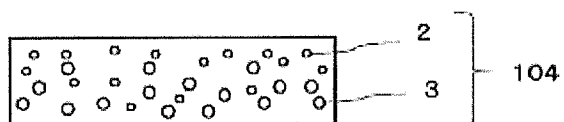
[図2]



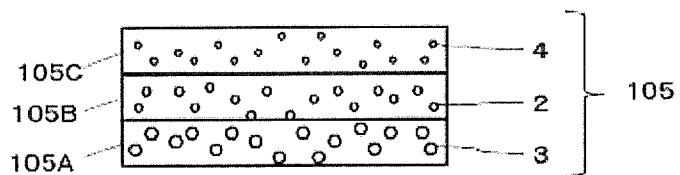
[図3]



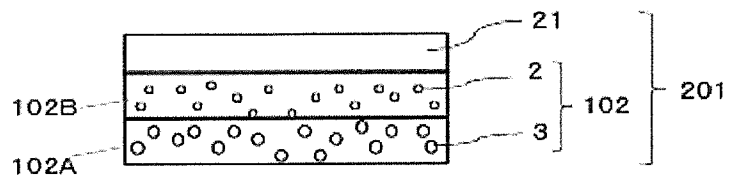
[図4]



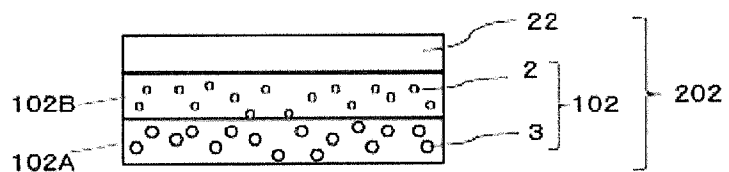
[図5]



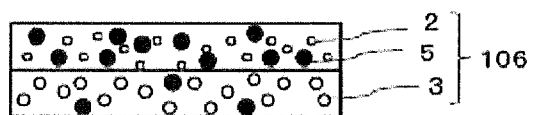
[図6]



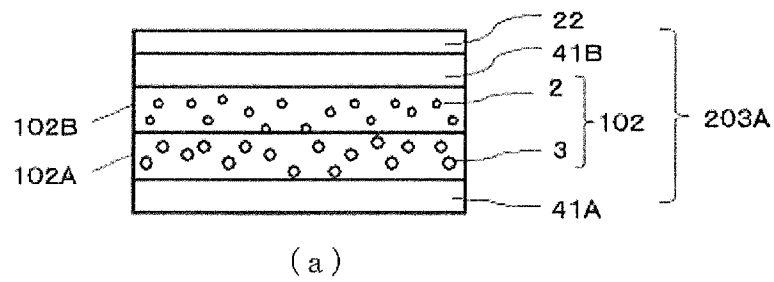
[図7]



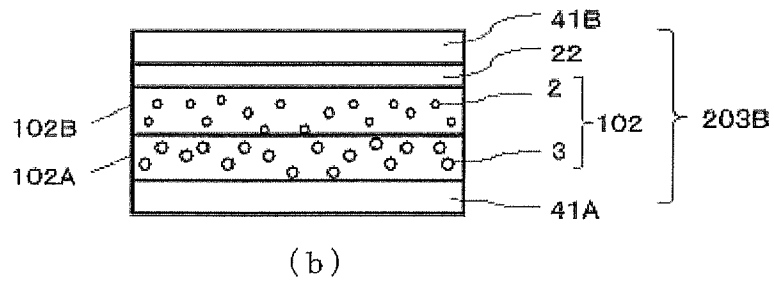
[図8]



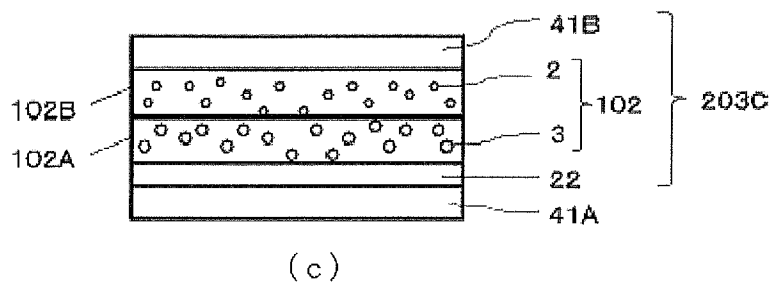
[図9]



(a)

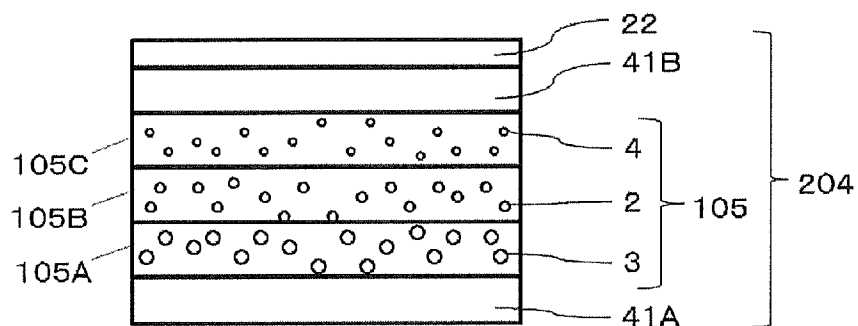


(b)

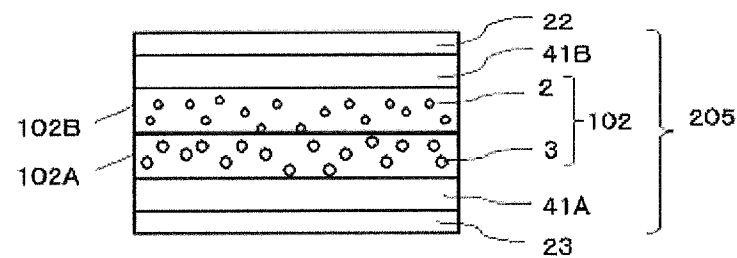


(c)

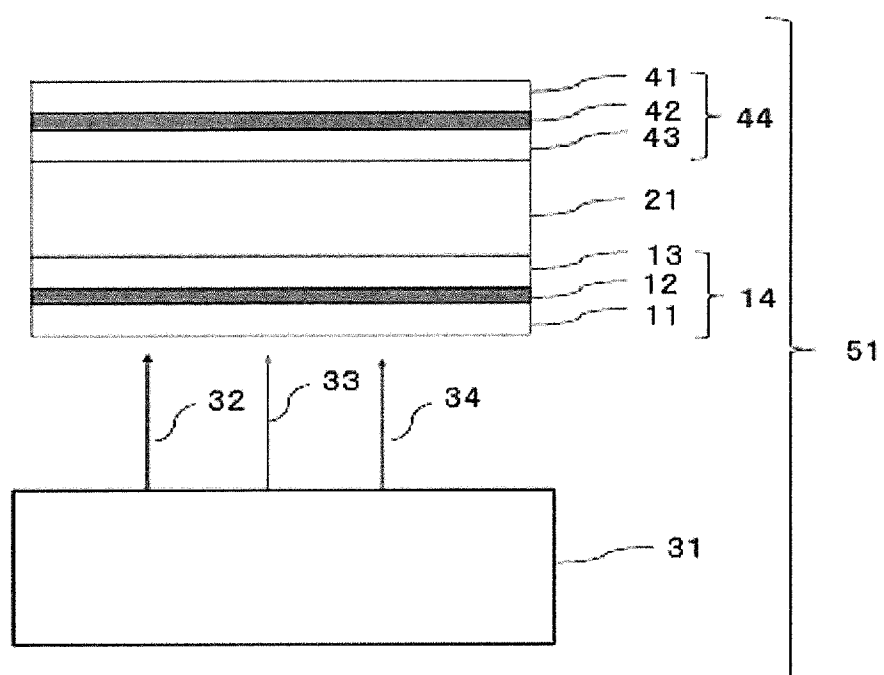
[図10]



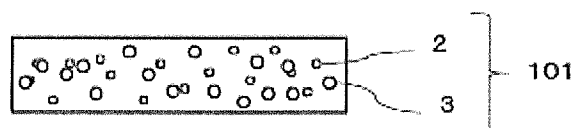
[図11]



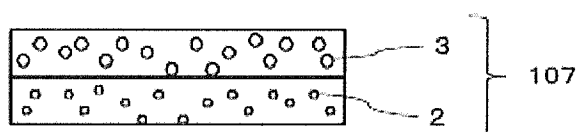
[図12]



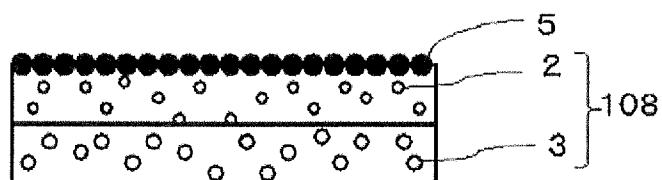
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/071980

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L33/50(2010.01)i, C09K11/08(2006.01)i, F21S2/00(2006.01)i, F21V9/16(2006.01)i, G02F1/13357(2006.01)i, F21Y101/02(2006.01)n

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)

H01L33/50, C09K11/08, F21S2/00, F21V9/16, G02F1/13357, F21Y101/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2006-261554 A (Kyocera Corp.), 28 September 2006 (28.09.2006), paragraphs [0010] to [0029]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-4 1-24
Y	JP 2004-71357 A (Shigeo FUJITA), 04 March 2004 (04.03.2004), paragraphs [0017] to [0026]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-24
Y	JP 2006-313902 A (Samsung Electro-Mechanics Co., Ltd.), 16 November 2006 (16.11.2006), paragraph [0029]; fig. 2 & US 2006/0244358 A1 & KR 10-2006-0114523 A	1-24

☒ 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
17 October, 2014 (17.10.14)

Date of mailing of the international search report
04 November, 2014 (04.11.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/071980

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-201301 A (Sumitomo Metal (SMI) Electronics Devices Inc.), 09 August 2007 (09.08.2007), paragraphs [0019] to [0022]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-24
Y	JP 2006-80443 A (Fujikura Ltd.), 23 March 2006 (23.03.2006), paragraphs [0060] to [0071]; fig. 3 (Family: none)	1-24
Y	JP 2009-167338 A (Sharp Corp.), 30 July 2009 (30.07.2009), paragraphs [0072] to [0076]; fig. 4 & US 2009/0194781 A1	1-24
Y	WO 2012/102107 A1 (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 02 August 2012 (02.08.2012), paragraph [0080]; fig. 4 & US 2013/0334557 A1 & EP 2669350 A1 & CN 103328605 A & KR 10-2013-0109196 A & TW 201245402 A	9-24
Y	JP 2013-98458 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 20 May 2013 (20.05.2013), paragraphs [0048] to [0053], [0061] to [0063] (Family: none)	10-24
Y	JP 2013-109907 A (Sharp Corp.), 06 June 2013 (06.06.2013), paragraph [0203] (Family: none)	11-24
Y	JP 2013-77825 A (Dexerials Corp.), 25 April 2013 (25.04.2013), paragraphs [0087] to [0089]; fig. 11A, 11B (Family: none)	18-24
A	JP 2009-206459 A (Sharp Corp.), 10 September 2009 (10.09.2009), entire text; all drawings & US 2009/0224177 A1	1-24
A	JP 2000-66245 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 03 March 2000 (03.03.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-24

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L33/50(2010.01)i, C09K11/08(2006.01)i, F21S2/00(2006.01)i, F21V9/16(2006.01)i,
G02F1/13357(2006.01)i, F21Y101/02(2006.01)n

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（I P C））

Int.Cl. H01L33/50, C09K11/08, F21S2/00, F21V9/16, G02F1/13357, F21Y101/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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）

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 Y	JP 2006-261554 A（京セラ株式会社）2006.09.28, 【0010】 - 【0029】、図 1, 2 (ファミリーなし)	1-4 1-24
Y	JP 2004-71357 A（藤田 茂夫）2004.03.04, 【0017】 - 【0026】、図 1, 2 (ファミリーなし)	1-24

☒ 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

1 7 . 1 0 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 4 . 1 1 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

小濱 健太

2 K

4 0 0 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5

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 2006-313902 A (三星電機株式会社) 2006. 11. 16, 【0029】、図 2 & US 2006/0244358 A1 & KR 10-2006-0114523 A	1-24
Y	JP 2007-201301 A (株式会社住友金属エレクトロデバイス) 2007. 08. 09, 【0019】 - 【0022】、図 1, 2 (ファミリーなし)	1-24
Y	JP 2006-80443 A (株式会社フジクラ) 2006. 03. 23, 【0060】 - 【0071】、図 3 (ファミリーなし)	1-24
Y	JP 2009-167338 A (シャープ株式会社) 2009. 07. 30, 【0072】 - 【0076】、図 4 & US 2009/0194781 A1	1-24
Y	WO 2012/102107 A1 (昭和電工株式会社) 2012. 08. 02, 【0080】、図 4 & US 2013/0334557 A1 & EP 2669350 A1 & CN 103328605 A & KR 10-2013-0109196 A & TW 201245402 A	9-24
Y	JP 2013-98458 A (三菱化学株式会社) 2013. 05. 20, 【0048】 - 【0053】、【0061】 - 【0063】 (ファミリーなし)	10-24
Y	JP 2013-109907 A (シャープ株式会社) 2013. 06. 06, 【0203】 (ファミリーなし)	11-24
Y	JP 2013-77825 A (デクセリアルズ株式会社) 2013. 04. 25, 【0087】 - 【0089】、図 11A, 11B (ファミリーなし)	18-24
A	JP 2009-206459 A (シャープ株式会社) 2009. 09. 10, 全文全図 & US 2009/0224177 A1	1-24
A	JP 2000-66245 A (富士ゼロックス株式会社) 2000. 03. 03, 全文全図 (ファミリーなし)	1-24