

(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 10 月 8 日(08.10.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/152116 A1

- (51) 国際特許分類:
F21S 2/00 (2006.01) *F21V 9/16* (2006.01)
F21V 3/00 (2015.01) *G02B 5/02* (2006.01)
F21V 3/04 (2006.01) *G02F 1/13357* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/059844
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 30 日(30.03.2015)
- (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 2014-072034 2014 年 3 月 31 日(31.03.2014) 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 6 番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 米本 隆(YONEMOTO Takashi); 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 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 2 1 0 番地 富士フイルム株式会社内

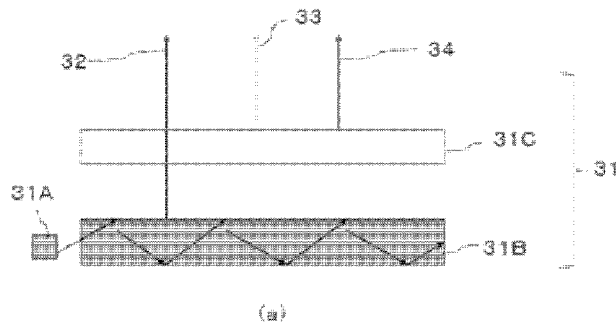
- Kanagawa (JP). 関口 恵(SEKIGUCHI Megumi); 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人特許事務所サイクス(SIKS & CO.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目 8 番 7 号 京橋日殖ビル 8 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, 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

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL CONVERSION MEMBER, METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL CONVERSION MEMBER, AND BACKLIGHT UNIT AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE INCLUDING OPTICAL CONVERSION MEMBER

(54) 発明の名称: 光変換部材及び光変換部材の製造方法並びに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

【図13】



(57) Abstract: This optical conversion member has: an optical conversion layer that includes at least one type of quantum dots which are excited by impinging excitation light, the quantum dots emitting fluorescence; and an anisotropic light-scattering layer in which $I(0^\circ)/I(40^\circ)$ is 3 or greater, the optical conversion member including quantum dots, and having high light extraction efficiency, where $I(0^\circ)$ represents the transmitted light intensity of the anisotropic light-scattering layer when the anisotropic light-scattering layer is impinged upon by light from the normal line direction of the surface of the anisotropic light-scattering layer, and $I(40^\circ)$ represents the transmitted light intensity of the anisotropic light-scattering layer in the azimuth direction in which the transmitted light intensity of the anisotropic light-scattering layer reaches its minimum value, when the anisotropic light-scattering layer is impinged upon by light from a direction inclined at a 40° angle with respect to the normal line direction of the surface of the anisotropic light-scattering layer. Also provided are a method for manufacturing the light conversion member, and a backlight unit and a liquid crystal display device that include the optical conversion member.

(57) 要約:

[続葉有]



ロシア (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))

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少なくとも 1 種類以上含む光変換層と、 $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が 3 以上である異方性光散乱層とを有する、光変換部材は、量子ドットを含む光変換部材であって、光取り出し効率が低い；ただし、 $I(0^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度を表し、 $I(40^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向に対して傾斜角 40° 方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度が最小値となる方位における異方性光散乱層の透過光強度を表す。さらにこの光変換部材の製造方法並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。

明 細 書

発明の名称：

光変換部材及び光変換部材の製造方法並びに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

技術分野

[0001] 本発明は、光変換部材（波長変換部材と言われることもある）に関するものであり、詳しくは、量子ドットを含む光変換部材であって、光取り出し効率が低い光変換部材に関するものである。

更に本発明は、この光変換部材の製造方法、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（赤色をR、緑色をG、青色をBとした場合に、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

蛍光は発光プロファイルの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。

[0004] 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。

[0005] ここで、量子ドットを用いた光変換部材として、シート型・バー型など複数の構成が知られているが、量子ドットの安定性の観点からはシート型が好んで用いられる（特許文献1参照）。シート型の光変換部材では、マトリックス中の量子ドットが発光し空気との界面にて全反射が生じるため、一部の光（全反射を繰り返す導波モード）を外部に取り出すことはできない。そのため、シート型の光変換部材の発光効率を高める場合、発光体の発光強度を高めること以外にも、全反射を繰り返す導波モードを回避して光取り出し効率を高めることが重要となる。

[0006] 量子ドットを用いたシート状の光変換部材の光取り出し効率を高める方法に関し、特許文献1には、光変換層に球状の粒子を分散させて等方的に光散乱させる方法、球状の粒子を分散させた等方性光散乱層を光変換層の上に付与して等方的に光散乱させる方法（図2参照）、光散乱が可能な表面構造を付与する方法などの様々な方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：US2012/0113672A1

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、特許文献 1 に記載の方法を本発明者らが検討したところ、光取り出し効率の改善が不十分であり、さらに光取り出し効率を高める必要があることがわかった。

また、光取り出し効率を高める方法として、量子ドットを用いたシート状の光変換部材の技術分野以外でも様々な検討がされてきていた。特に、同様に有機 EL（エレクトロルミネッセンス）素子分野では、光取り出し効率を 2、3 % 高めるだけで大きな成功として扱われることが多く、このための検討がなされてきた。しかしながら、近年は光取り出し効率を高める方法は各技術分野において停滞しているのが実態であった。

[0009] 本発明が解決しようとする課題は、量子ドットを含む光変換部材であって、光取り出し効率が高い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

[0010] 本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意検討を重ねた結果、特許文献 1 のように粒子を分散させて、量子ドットからの蛍光を光散乱させると、全反射を繰り返す導波モードの光の一部を光変換部材の前方（視認側）への散乱で取り出すことができると同時に、取り出し可能な光の一部が後方に散乱されてしまい、後方（視認側とは反対側）に散乱された光は取り出されるまでにマトリックス中を伝播する距離（＝実効光路長）が長くなるという新規な問題を見出すに至った。量子ドットを含む光変換部材の分野では、蛍光の実効光路長の増大は、量子ドットによる蛍光の再吸収の増大を招き、光取り出し効率が低下することとなる。

[0011] 本発明者らは、量子ドットを含む光変換部材であって、光取り出し効率が高い光変換部材を提供するために、上述の光散乱に伴う実効光路長の増大という新規な問題を解決するために鋭意検討を重ねた。その結果、光変換部材の法線方向と光変換部材の法線方向から特定の極角の方位における透過光強度の比が特定の範囲である異方性光散乱層を、量子ドットを含む光変換部材に用いることで、量子ドットを含む光変換部材の光取り出し効率を高められ

ることを見出し、本発明を完成させた。

上記課題を解決するための具体的な手段である本発明は、以下のとおりである。

[0012] [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少なくとも1種類以上含む光変換層と、

$I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が3以上である異方性光散乱層とを有する、光変換部材；

ただし、 $I(0^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度を表し、

$I(40^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向に対して傾斜角 40° 方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度が最小値となる方位における異方性光散乱層の透過光強度を表す。

[2] [1] に記載の光変換部材は、光変換層が、緑色光を発光する量子ドットを含む層と、赤色光を発光する量子ドットを含む層を少なくとも含む積層体であり、

赤色光を発光する量子ドットを含む層、緑色光を発光する量子ドットを含む層、異方性光散乱層がこの順で積層されたことが好ましい。

[3] [1] に記載の光変換部材は、光変換層が、緑色光を発光する量子ドットと、赤色光を発光する量子ドットとを含む層であることが好ましい。

[4] [1] ~ [3] のいずれか一つに記載の光変換部材は、異方性光散乱層が、光硬化性化合物を含む組成物を異方性光散乱層の表面の法線方向から 0° を超え 60° 以下の方位からの光照射により硬化されてなることが好ましい。

[5] [1] ~ [3] のいずれか一つに記載の光変換部材は、異方性光散乱層が、重合性液晶化合物を含む組成物を光照射により硬化されてなることが好ましい。

[6] $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が3以上である異方性光散乱層を有し、異方性光散乱層が、入射する励起光により励起され蛍光を発光する量子ド

ットを少なくとも1種類以上含む、光変換部材；

ただし、 $I(0^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度を表し、

$I(40^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向に対して傾斜角 40° 方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度が最小値となる方位における異方性光散乱層の透過光強度を表す。

[7] [6] に記載の光変換部材は、量子ドットとして、少なくとも緑色光を発光する量子ドットおよび赤色光を発光する量子ドットを含むことが好ましい。

[8] [6] または [7] に記載の光変換部材は、異方性光散乱層が、光硬化性化合物を含む組成物を異方性光散乱層の表面の法線方向から 0° を超え 60° 以下の方位からの光照射により硬化されてなる層であることが好ましい。

[9] [1] ~ [8] のいずれか一つに記載の光変換部材は、異方性光散乱層の $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が5以上であることが好ましい；ただし、 $I(0^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度を表し、 $I(40^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向に対して傾斜角 40° 方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度が最小値となる方位における異方性光散乱層の透過光強度を表す。

[10] [1] ~ [9] のいずれか一つに記載の光変換部材は、異方性光散乱層の $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が15以上であることが好ましい；ただし、 $I(0^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度を表し、 $I(40^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向に対して傾斜角 40° 方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度が最小値となる方位における異方性光散乱層の透過光強度を表す。

[11] [1] ~ [10] のいずれか一つに記載の光変換部材と、

光源とを含むバックライトユニット。

[12] [11]に記載のバックライトユニットを含む液晶表示装置。

[13] 硬化性化合物へ光照射する光硬化により異方性光散乱層を形成する工程を含む[1]～[10]のいずれか一つに記載の光変換部材の製造方法。

[14] [13]に記載の光変換部材の製造方法は、光硬化により異方性光散乱層を形成する工程が、光硬化性化合物を含む組成物に対して、異方性光散乱層の表面の法線方向から 0° を超え 60° 以下の方位から光照射する工程であることが好ましい。

[15] [13]に記載の光変換部材の製造方法は、光硬化により異方性光散乱層を形成する工程が、重合性液晶化合物を含む組成物に対して光照射する工程であることが好ましい。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、量子ドットを含む光変換部材であって、光取り出し効率が高い光変換部材を提供することができる。さら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

[0014] [図1]図1は、本発明の一態様にかかる光変換部材の一例を示す。

[図2]図2は、等方性光散乱層を用いた比較用の光変換部材の一例を示す。

[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、本発明の範囲外である等方性光散乱層の入射面に対する法線方向（垂直な方向）から入射された光の透過拡散光の配光分布の一例を示す。

[図6]図6は、本発明の一態様にかかる光変換部材の異方性光散乱層についての、透過光強度プロファイルの一例を示す。

[図7]図7は、本発明の一態様にかかる光変換部材の異方性光散乱層についての、透過光強度プロファイルの他の一例を示す。

[図8]図8は、本発明で用いる光強度測定系の概略図を示す。

[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を示す。

[図12]図12は、本発明の一態様にかかる光変換部材の一例を示す。

[図13]図13は、本発明の一態様にかかるバックライトユニットの一例を示す。

[図14]図14(a)は、本発明の一態様にかかる光変換部材の異方性光散乱層について光強度測定における方位角を表し、図14(b)は図14(a)で示した方位角における透過光強度プロファイルの一例を示す。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の光変換部材、光変換部材の製造方法、バックライトユニットおよび液晶表示装置について説明する。

以下に記載する構成要件の説明は、本発明の代表的な実施態様や具体例に基づ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や具体例に限定されるものではない。なお、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。

[0016] また、本発明および本明細書中、ピークまたはプロファイルの「半値幅」とは、ピークまたはプロファイルの高さ1/2でのピークの幅のことを言う。また、400～500nmの波長帯域、好ましくは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。

[0017] [光変換部材]

本発明の第1の態様の光変換部材は、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少なくとも1種類以上含む光変換層と、 $I(0^\circ)/I(40^\circ)$ が3以上である異方性光散乱層とを有する；ただし、 $I(0^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向から異方性光散乱層に対して光を入

射した際の異方性光散乱層の透過光強度を表し、 $I(40^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向に対して傾斜角 40° 方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度が最小値となる方位における異方性光散乱層の透過光強度を表す。

本発明の第2の態様の光変換部材は、 $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が3以上である異方性光散乱層を有し、異方性光散乱層が、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少なくとも1種類以上含む；ただし、 $I(0^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度を表し、 $I(40^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向に対して傾斜角 40° 方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度が最小値となる方位における異方性光散乱層の透過光強度を表す。

以下、本発明の第1の態様の光変換部材および本発明の第2の態様の光変換部材をまとめて、本発明の光変換部材ということがある。

これらの構成により、本発明の光変換部材は、量子ドットを含む光変換部材であって、光取り出し効率が高い。光変換部材の出射側に特定の異方性光散乱層を設けることにより、光取り出し効率を高めることができる。本発明の光変換部材は、光変換部材の法線方向、すなわち界面に対して垂直な光に対しては透明で、ある閾値を超えた角度では曇った層（異方性光散乱層）を、量子ドットシートに適用したものである。閾値を全反射角度にほぼ一致させた 40° とすると、全反射角度以上の入射角の光は散乱され、導波モード光の取り出しが実現する一方で、全反射角度以内の光は透過するため実効光路長を短く抑えることができ、光取り出し効率が向上する。なお、空気界面での全反射角度は、異方性光散乱層や量子ドットを少なくとも1種類以上含む光変換層にバインダー等として用いられる樹脂の屈折率と、空気の屈折率によって定まる。一般に屈折率 N の樹脂膜と空気との界面での全反射角を θ_1 とすると、 θ_1 は

$$\theta_1 = \arcsin(1/N)$$

となる。例えば、屈折率 1.6 の PET フィルムからの場合、全反射角は $39 [deg]$ である。

[0018] <構成>

本発明の光変換部材は、図 3 に示すように光変換層 1 と、異方性光散乱層 3 との積層体である第 1 の態様の光変換部材 10 であってもよく、図 1 に示すように量子ドットを含む異方性光散乱層 4 を有する第 2 の態様の光変換部材 10 であってもよい。

[0019] (第 1 の態様の光変換部材)

本発明の第 1 の態様の光変換部材は、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少なくとも 1 種類以上含む光変換層と、 $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が 3 以上である異方性光散乱層とを有する；ただし、 $I(0^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度を表し、 $I(40^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向に対して傾斜角 40° 方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度が最小値となる方位における異方性光散乱層の透過光強度を表す。

[0020] 本発明の第 1 の態様の光変換部材は、光変換層の構成としては特に制限は無く、単層であっても、2 層以上の層（例えば量子ドットを含む層）の積層体であってもよい。光変換層が 2 層以上の層の積層体である場合、2 つの層は互いに直接接して配置されていてもよく、2 つの層が接着剤や粘着層を介して配置されていてもよい。

光変換層が 2 層以上の層の積層体である場合、図 12 に示すように光変換層が、緑色光を発光する量子ドット 6 を含む層と、赤色光を発光する量子ドット 5 を含む層を少なくとも含む積層体であり、赤色光を発光する量子ドットを含む層 7、緑色光を発光する量子ドットを含む層 8、異方性光散乱層 2 がこの順で積層されたことが、後述の量子ドットを光変換層の中で偏在させることによる発光効率を高める効果が得られる観点から、好ましい。

[0021] 光変換層が単層である場合、本発明の第 1 の態様の光変換部材は、光変換

層が、緑色光を発光する量子ドットと、赤色光を発光する量子ドットとを含む層であることが好ましい。この場合も後述のように各量子ドットを光変換層の中で偏在させることが、発光効率を高める効果を得ることが好ましい。

[0022] 本発明の第1の態様の光変換部材は、異方性光散乱層の製造方法としては、以下の製造方法により形成されてなることが好ましい。

本発明の第1の態様の光変換部材は、異方性光散乱層が、光硬化性化合物を含む組成物を異方性光散乱層の表面の法線方向から 0° を超え 60° 以下の方位からの光照射により硬化されてなることが好ましい。このような異方性光散乱層の製造方法の詳細については、後述の本発明の光変換部材の製造方法における、光硬化により異方性光散乱層を形成する工程が、(i)光硬化性化合物を含む組成物に対して、異方性光散乱層の表面の法線方向から 0° を超え 60° 以下の方位から光照射する工程、である場合に記載した。

[0023] 本発明の第1の態様の光変換部材は、異方性光散乱層が、重合性液晶化合物を含む組成物を光照射により硬化されてなることも好ましい。このような異方性光散乱層の製造方法の詳細については、後述の本発明の光変換部材の製造方法における、光硬化により異方性光散乱層を形成する工程が、(ii)光硬化により異方性光散乱層を形成する工程が、重合性液晶化合物を含む組成物に対して光照射する工程、である場合に記載した。

[0024] (第2の態様の光変換部材)

本発明の第2の態様の光変換部材は、 $I(0^\circ)/I(40^\circ)$ が3以上である異方性光散乱層を有し、異方性光散乱層が、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少なくとも1種類以上含む；ただし、 $I(0^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度を表し、 $I(40^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向に対して傾斜角 40° 方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度が最小値となる方位における異方性光散乱層の透過光強度を表す。

[0025] 本発明の第2の態様の光変換部材は、量子ドットを含む異方性光散乱層に

量子ドットとして、少なくとも緑色光を発光する量子ドットおよび赤色光を発光する量子ドットを含むことが好ましい。この場合も後述のように量子ドットを含む異方性光散乱層の中で各量子ドットを偏在させることで、発光効率を高める効果を得ることが好ましい。

[0026] 本発明の第2の態様の光変換部材は、異方性光散乱層の製造方法としては特に制限はないが、例えば異方性光散乱層が以下の製造方法により形成されてなることが好ましい。

本発明の第2の態様の光変換部材は、異方性光散乱層が、光硬化性化合物を含む組成物を異方性光散乱層の表面の法線方向から 0° を超え 60° 以下の方位からの光照射により硬化されてなる層であることが好ましい。このような異方性光散乱層の製造方法の詳細については、後述の本発明の光変換部材の製造方法における、光硬化により異方性光散乱層を形成する工程が、(i) 光硬化性化合物を含む組成物に対して、異方性光散乱層の表面の法線方向から 0° を超え 60° 以下の方位から光照射する工程、である場合に記載した。

[0027] <異方性光散乱層>

本発明の光変換部材は、異方性光散乱層を含む。

本発明の光変換部材は、異方性光散乱層の $I(0^\circ)/I(40^\circ)$ が3以上であり、5以上であることが光取り出し効率が高くなる観点から好ましく、15以上であることが好ましい。ただし、 $I(0^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度を表し、 $I(40^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向に対して傾斜角 40° 方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度が最小値となる方位における異方性光散乱層の透過光強度を表す。

[0028] 本発明の光変換部材は、異方性光散乱層の透過光強度プロファイルの半値幅が 45° 以下であることが光取り出し効率が高くなる観点から好ましく、 40° 以下であることがより好ましく、 35° 以下であることが特に好まし

い。

ここで、異方性光散乱層の透過光強度プロファイルの半値幅とは、異方性光散乱層の透過光強度プロファイルにおいて、異方性光散乱層の表面の法線方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度を1としたときに、透過光強度が0.5となる傾斜角の最大値から透過光強度が0.5となる傾斜角の最小値を減じた値を意味する。

一方、透過光強度プロファイルの半値幅の下限值については特に制限はないが、例えば5°以上とすることができる。

[0029] 本発明において異方性光散乱層の厚み、ディスペンサによる障壁の高さ、光重合性組成物へのUV照射角度あるいは強さを調整することにより、 $I(0^\circ)/I(40^\circ)$ を3以上とすることができる。

[0030] 図5は、本発明の範囲外である等方性光散乱層の入射面に対する法線方向（垂直な方向）から入射された光の透過拡散光の配光分布の一例を示す。等方性光散乱層は、図5のように直線透過方向（角度0°）を軸として傾斜角度を増すごとに光強度が単調減少する山型の配光分布を示す。図5の透過光強度プロファイルでは、 α で示した幅が、半値幅となる。

[0031] 一方、異方性散乱層は、方位角依存性を有する。本明細書中、異方性光散乱層における傾斜角 θ が0°以外の場合における透過光強度プロファイルは、 θ を0°以外の値（例えば40°）で固定した異方性散乱層サンプルにおける透過光強度が最小値となるような方位角を、異方性散乱層サンプルを1°刻みで回転させて探して決定した後、決定した透過光強度が最小値となる方位角において測定した透過光強度プロファイルである。例えば、 $I(40^\circ)$ は、異方性光散乱層の表面の法線方向に対して傾斜角40°方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度が最小値となる方位における異方性光散乱層の透過光強度を表す。

図14(a)および図14(b)に、透過光強度が最小値となる方位がAである異方性散乱層サンプルについて、光透過強度が最小である方位Aと光透過強度が最小ではない方位Bにおける透過光強度プロファイルを示した。

図14(b)では、 θ が 0° のときの透過光強度 I が同じ絶対値であり、 θ が 0° 以外の値(例えば 40°)において透過光強度が方位Aにおいて最小値をとることが示されている。図14(a)および図14(b)に図示していないが、図14(a)および図14(b)に示した透過光強度が最小値となる方位が方位Aである異方性散乱層サンプルは、方位Bや方位A以外のその他の方位における透過光強度プロファイルと比較した場合も、 θ が 0° 以外の値(例えば 40°)において透過光強度が方位Aにおいて最小値をとる。

なお、 θ が 0° のときの透過光強度 I は、異方性散乱層の方位によらず同じ値となるため、本発明では仮に $I(0^\circ)$ の測定時の方位を $I(40^\circ)$ と同じ方位としている。

図6および図7に、本発明の光変換部材の異方性光散乱層についての、透過光強度プロファイルの一例を示した。

図6では、

$I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が3であり、半値幅が 90° である異方性光散乱層における傾斜角 θ と相対光強度 I の関係を示したグラフ21と、

$I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が3であり、半値幅が 70° である異方性光散乱層における傾斜角 θ と相対光強度 I の関係を示したグラフ22と、

$I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が3であり、半値幅が 50° である異方性光散乱層における傾斜角 θ と相対光強度 I の関係を示したグラフ23と、

が描かれている。

図6より、以下のことを読み取ることができる。

半値幅が小さくなることは、散乱性の高い領域がより低極角側から始まることに対応する。

[0032] 図7では、

$I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が3であり、半値幅が 50° である異方性光散乱層における傾斜角 θ と相対光強度 I の関係を示したグラフ24と、

$I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が10であり、半値幅が 50° である異方性光散

乱層における傾斜角 θ と相対光強度 I の関係を示したグラフ25と、
が描かれている。

図7より、以下のことを読み取ることができる。

$I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が大きくなることは、高極角領域での散乱性が、
正面に対して相対的に高くなっていることに対応する。

[0033] 異方性光散乱層は、単層構造を有してもよく、積層構造を有してもよい。
異方性光散乱層の片側（観察面側または背面側）、または両側（観察面側お
よび背面側）には、透明基体を積層することもできる。通常、透明基体の存
在は配光分布を変化させないため、異方性光散乱層の片面または両面に透明
基体を含む積層体（以下、異方性拡散シートとも呼ぶ。）は、異方性光散乱
層と同じ配光分布を示す。

[0034] 異方性光散乱層の厚さ（積層構造の場合は総厚、ただし透明基体は除く。
）は、部材全体の薄型化および高透過率で入射光を出射するためには薄いほ
ど好ましい。この点から、光拡散層の厚さは、 $500\mu\text{m}$ 以下であることが
好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。一方、異方性光散乱
層を設けることにより各色光の配光分布をより効果的に制御する観点からは
、異方性光散乱層の厚さは、 $20\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $40\mu\text{m}$
以上であることがより好ましい。

[0035] 上記透明基体としては、透明性が高いものほど好ましい。具体的には、上
記透明基体の全光線透過率（JIS K7361-1）は、 80% 以上であ
ることが好ましく、 85% 以上であることがより好ましく、 90% 以上であ
ることが更に好ましい。上記透明基体としては、透明なプラスチックフィル
ムやガラス板等が挙げられ、薄型性、軽量性、耐衝撃性および生産性に優れ
る点で、プラスチックフィルムが好ましい。上記プラスチックフィルムの材
料としては、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタ
レート（PEN）、トリアセチルセルロース（TAC）、ポリカーボネート
（PC）、ポリアリレート、ポリイミド（PI）、芳香族ポリアミド、ポリ
スルホン（PS）、ポリエーテルスルホン（PES）、セロファン、ポリエ

チレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリビニルアルコール（PVA）、シクロオレフィン樹脂等が挙げられる。プラスチックフィルムの中でも、透明性、膜強度、生産性の点から、PET、PEN、もしくはシクロオレフィン樹脂が特に好ましい。上記プラスチックフィルムの形態としては、上記材料を単独で、または混合してフィルム化したものからなる形態、上記フィルム化したものを積層してなる形態等が挙げられる。上記透明基体の厚さは、用途や生産性を考慮すると、 $1\mu\text{m}\sim 5\text{mm}$ であることが好ましく、 $10\sim 500\mu\text{m}$ であることがより好ましく、 $50\sim 150\mu\text{m}$ であることが更に好ましい。また、タブレットやスマートフォンといった中小型パネルを始めとする部材の薄手化が強く求められている用途では $15\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ が好ましい。

[0036] 異方性光散乱層の拡散特性は、一意的に表すことができるものではないが、例えば直線透過光量を拡散特性の指標として用いることができる。なお、直線透過光量とは、所定の光量の平行光線を入射させたときに、入射方向と同じ方向に出射される平行光線の光量のことである。上記直線透過光量の測定方法としては、例えば、光源からの直進光を受ける位置に受光部（例えば、ゴニオフォトメータ）を固定し、光源と受光部との間に試験片を配置し、ある回転軸を中心として試験片を回転させることにより、出射側表面の面内の回転軸に垂直な方位（測定方位）において入射角を変更して直線透過光量を測定することができる。上記測定方位は、回転軸方向を変えることで、適宜変更することができる。したがって、この方法によれば、様々な方向における直線透過光量を測定することができる。

[0037] <光変換層または量子ドットを含む異方性光散乱層（量子ドットの存在態様）>

発光特性の異なる複数の量子ドットを同時に利用する場合は、例えば複数の量子ドットを同じ層に均一に混合してもよいし、別々の層に個別に混合し独立した層を形成してもよい。光変換層または量子ドットを含む異方性光散乱層の一層の厚さは、十分な励起光透過率を得る観点からは $300\mu\text{m}$ 以下

であることが好ましく、十分な蛍光を得る観点からは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。より好ましくは $10\sim 250\text{ }\mu\text{m}$ の範囲である。

[0038] 光変換層が量子ドットシートである場合、このような量子ドットシート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。そのような量子ドットシートは、例えば特開 2012-169271 号公報、SID' 12 DIGEST p. 895、特表 2010-532005 号公報などに記載されており、これらの文献の内容は本発明に組み込まれる。また、このような量子ドットシートとしては、市販の量子ドットシート、例えば、QDEF (Quantum Dot Enhancement Film、ナノシス社製) を用いることができる。

[0039] 光変換層が量子ドット材料を分散させた後に延伸されてなる熱可塑性フィルムである場合、このような熱可塑性フィルム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。そのような熱可塑性フィルムは、例えば特開 2001-174636 号公報、特開 2001-174809 号公報などに記載されており、これらの文献の内容は本発明に組み込まれる。

[0040] 光変換層が量子ドット材料を分散させた接着層である場合、このような接着層としては特に制限は無く、特開 2012-169271 号公報、SID' 12 DIGEST p. 895、特開 2001-174636 号公報、特開 2001-174809 号公報、特表 2010-532005 号公報などに記載の量子ドット材料などを公知の接着層に分散させたものを用いることができる。

[0041] 上記光変換層または量子ドットを含む異方性光散乱層は、 $600\text{ nm}\sim 680\text{ nm}$ の範囲の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドット (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、を含有することが好ましい。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とが好ましい。ここで、光変換層または量子ドットを含む異方性光散乱層の中で、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、光変換層または量子ドットを含む異方性光散乱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A 1個、出射側領域にA 2個、量子ドット（Z）が入射側領域にZ 1個、出射側領域にZ 2個存在した場合、光変換層に含まれる全量子ドット（A）（A 1 + A 2）に対する入射側領域の量子ドット（A）の存在比率 $[A 1 / (A 1 + A 2)]$ が、光変換層に含まれる全量子ドット（Z 1 + Z 2）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。

$$A 1 / (A 1 + A 2) > Z 1 / (Z 1 + Z 2) \quad \cdots (1)$$

[0042] 光変換層または量子ドットを含む異方性光散乱層における量子ドットの偏在については、光変換層または量子ドットを含む異方性光散乱層を任意の箇所切断し、その断面を、偏光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。

光変換層または量子ドットを含む異方性光散乱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または量子ドットを含む異方性光散乱層の厚みを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、下式で表される中

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。

[0043] 上記のように、光変換層または量子ドットを含む異方性光散乱層の中で量子ドット (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。

[0044] 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。

[0045] 図 13 は、本発明の一態様にかかるシート状の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 13 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 13 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。

そして図 13 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 13 に示す例では、導光板 31B のエッジ部に配置

された光源 3 1 A から出射される光 3 2 は青色光であり、導光板 3 1 B 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 3 1 B から出射された光（青色光 3 2）の経路上に配置された光変換部材 3 1 C には、青色光 3 2 により励起され赤色光 3 4 を発光する量子ドット（A）と、青色光 3 2 により励起され緑色光 3 3 を発光する量子ドット（B）を、少なくとも含むことが好ましい。このようにしてバックライトユニット 3 1 からは、励起された緑色光 3 3 および赤色光 3 4、ならびに光変換部材 3 1 C を透過した青色光 3 2 が出射される。こうして R G B 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。

[0046] 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または量子ドットを含む異方性光散乱層を有する。その他の任意の構成部材として、バリアフィルム（バリア層とも言う）等を含むこともできる。詳細は後述する。

[0047] 光変換層または量子ドットを含む異方性光散乱層は、600 nm～680 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（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、を含有することが好ましい。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、500 nm～600 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）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、R G B 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っ

ては、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、光変換層または量子ドットを含む異方性光散乱層において、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とが好ましい。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または量子ドットを含む異方性光散乱層の中では、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。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、光変換層または量子ドットを含む異方性光散乱層に入射した光は、量子ドット（A）に優先的に吸光されるため、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。

[0048] 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。

[0049] 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、光変換層または量子ドットを含む異方性光散乱層に量子ドット（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、光変換層または量子ドットを含む異方性光散乱層の中で量子ドット（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。

[0050] 600～680nm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) は、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) の発光波長における吸光度が、励起光波長における吸光度に対して小さいことが好ましい。

600～680 nm の範囲の波長帯域に発光中心波長を有する赤色の量子ドットおよび 520～550 nm の範囲の波長帯域に発光中心波長を有する緑色の量子ドットを、440～470 nm の範囲の波長帯域に発光中心波長を有する青色光源からの光で励起する場合、赤色の量子ドットの 530 nm における吸光度 $A(530)$ と 450 nm における吸光度 $A(450)$ の比、 $A(450)/A(530)$ は、3 以上であることが好ましく、5 以上であることがより好ましく、10 以上であることが更に好ましい。 $A(450)/A(530)$ の値が大きいほど、赤の量子ドットによる緑の発光の吸収が抑制され、膜の光利用効率向上に寄与する。

[0051] 以下に、光変換層または量子ドットを含む異方性光散乱層の中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。本明細書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。

[0052] 図 12 は、本発明の一態様にかかる光変換部材の説明図である。光変換層の中で量子ドット (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。

[0053] 光変換部材の一態様では、光変換層において、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、直接隣接して積層されていることが好ましい。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が、シート状であることが本発明の効果を享受しやすく、好ましい。

[0054] 量子ドットとしては、コアシェル型の半導体ナノ粒子が、耐久性を向上

する観点から好ましい。コアとしては、Ⅲ-Ⅴ族半導体ナノ粒子、Ⅱ-Ⅵ族半導体ナノ粒子、及び多元系半導体ナノ粒子等を用いる事ができる。具体的には、CdSe、CdTe、CdS、ZnS、ZnSe、ZnTe、InP、InAs、InGaP、CuInS₂等が挙げられるが、これらに限定されない。中でも、CdSe、CdTe、InP、InGaP、CuInS₂が、高効率で可視光を発光する観点から、好ましい。シェルとしては、CdS、ZnS、ZnO、GaAs、およびこれらの複合体を用いる事ができるが、これらに限定されない。

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。

[0055] 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。

[0056] 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。ただし、量子ドットを含む異方性散乱層を形成する場合は、上述の量子ドットを含む異方性光散乱層の製造方法で製造することが好ましい。

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。

[0057] 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。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 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0.1～10質量部程度添加することができる。

[0062] 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（透明であることが好ましく、例えば前述の透明基体が挙げられ、本発明の光変換部材には含まれていてもよく、取り除かれていてもよい）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、スピンのコーティング法、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、十分な励起光透過率を得る観点からは500 μm 以下であることが好ましく、十分な蛍光を得る観点からは1 μm 以上であることが好ましい。より好ましくは10～100 μm 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1～300 μm の範囲であり、より好ましくは3～50 μm の範囲である。

[0063] 光変換部材の他の一態様では、光変換層において、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、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を介して積層されていることが好ましい。量子ドット混合層において、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。

[0064] 光変換部材の他の一態様では、光変換層は、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とが好ましい。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。

[0065] 光変換部材の他の一態様では、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として量子ドット（Ｂ）のみを含む第二の量子ドット層とが直接隣接して積層され、更に第二の量子ドット層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が含まれていることが好ましい。この態様の光変換部材は、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、第一の量子ドット層から赤色光が、第二の量子ドット層から緑色光が、第三の量子ドット層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。

[0066] 図９に示す光変換部材は、光変換層１の両面に、バリアフィルム３５Ａ、３５Ｂが設けられている。更に、図９に示す光変換部材では、出射側バリアフィルム３５Ｂに直接隣接する層として、異方性光散乱層３が設けられている。

図１０に示す光変換部材では、光変換層１と異方性光散乱層３の積層体に対して、光変換層１の入射側に入射側バリアフィルム３５Ａが、異方性光散

乱層 3 の出射側に出射側バリアフィルム 3 5 B がそれぞれ設けられている。

図 1 1 に示す光変換部材では、量子ドットを含む異方性光散乱層 4 の両面に、バリアフィルム 3 5 A、3 5 B が設けられている。

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 $1.0 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 未満のフィルムを用いることが好ましい。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 1 0 および図 1 1 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。

[0067] 光変換部材の他の一態様では、光変換層の両面に、バリアフィルムが設けられ、出射側のバリアフィルムのさらに出射側に異方性光散乱層が、設けられていることが好ましい。また入射側のバリアフィルムの入射面側に、もしくは出射側のバリアフィルムと異方性光散乱層の間に光反射層が、それぞれ設けられていることが好ましい。光変換部材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。

[0068] 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。

[0069] <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。

[0070] バリアフィルムの酸素透過率は、好ましくは前述の通り、 $1.0 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 以下、より好ましくは $0.5 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 以下、更に好ましくは $0.1 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 以下、一層好ましくは $0.05 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 以下、さらに一層好ましくは、 $0.001 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 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。酸素透過率の低いバリアフィルムを使用することで、酸素による量子ドットの劣化を抑制することができ、発光効率を長時間維持することが可能となる。

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。

[0071] 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。

[0072] バリアフィルムの基材としては、可視光に対して透明であることが好まし

く、前述の透明基体であることがより好ましい。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。

[0073] 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、酸化窒化ケイ素膜、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。

[0074] 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 μ m

～10 μm の範囲内であることが好ましく、中でも0.5～10 μm 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、0.5～10 μm の範囲内、中でも1 μm ～5 μm 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 μm ～5 μm の範囲内、中でも0.05 μm ～1 μm 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。

[0075] 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US2012/0113672A1の記載を参照できる。

[0076] 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、1.20～1.51であることが好ましく、1.30～1.46であることがより好ましく、1.40～1.46が更に好ましい。

[0077] なお、この光学薄膜の厚さ d は、0.5～2 μm であることが好ましく、0.7～1.5 μm 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。

[0078] 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。

[0079] （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。

[0080] 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。

[0081] 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。

[0082] 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ティック液晶ポリマー、キラル成分導入の液晶ポリマー、ネマティ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。

[0083] 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、例えば前述の透明基体を用いることができ、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られる。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。

[0084] 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、 $0.5 \sim 100 \mu\text{m}$ が好ましい。

[0085] 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3448626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を出し、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。

[0086] 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。

[0087] [光変換部材の製造方法]

本発明の光変換部材の製造方法は、硬化性化合物へ光照射する光硬化により異方性光散乱層を形成する工程を含む。

本発明の光変換部材の製造方法は、光硬化により異方性光散乱層を形成す

る工程が、（i）光硬化性化合物を含む組成物に対して、異方性光散乱層の表面の法線方向から 0° を超え 60° 以下の方位から光照射する工程であるか；

（ii）光硬化により異方性光散乱層を形成する工程が、重合性液晶化合物を含む組成物に対して光照射する工程であることが好ましい。

[0088] まず、光硬化により異方性光散乱層を形成する工程が、（i）光硬化性化合物を含む組成物に対して、異方性光散乱層の表面の法線方向から 0° を超え 60° 以下の方位から光照射する工程である場合、異方性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異方性光散乱層の作製方法について説明する。

[0089] 上記異方性光散乱層は、光硬化性化合物を含む組成物に対して、異方性光散乱層の表面の法線方向から 0° を超え 60° 以下の方位から光照射し、硬化させて形成することが好ましい。これによれば、上述の異方性光散乱特性を有する異方性光散乱層、好ましくは、全ての方位で異方性光散乱特性を示す異方性光散乱層を簡便に製造することができる。なお、上記組成物を硬化させてなる異方性光散乱層は、断面を顕微鏡観察すると、例えば、斜め方向に延在する構造が見られる場合がある。この場合、異方性光散乱層の内部には、屈折率が周辺領域と僅かに異なる微小な棒状硬化領域が多数形成されていると考えられる。この微小な棒状硬化領域が入射する光の角度に対して異なる散乱特性を示す事により、異方性光散乱特性が発現されることが考えられる。

[0090] 上記光硬化性化合物を含む組成物の形態としては、

（A）光重合性化合物単独の形態、

（B）光重合性化合物を複数混合して含む形態、

（C）単独または複数の光重合性化合物と光重合性を有しない高分子樹脂とを混合して含む形態、

等が挙げられる。上記（A）～（C）の形態によれば、上述したように光照射により異方性光散乱層中に、周辺領域と屈折率の異なるミクロンオーダーの

微細構造（棒状硬化領域）が形成される結果、上述した直線透過光量の入射角依存性を発現することができると考えられる。

したがって、上記（A）および（C）の形態における単独の光重合性化合物は、光重合の前後で屈折率変化が大きいものが好ましい。また、上記（B）および（C）の形態における複数の光重合性化合物としては、硬化後の屈折率の異なる組み合わせが好ましい。更に、上記（C）の形態における光重合性化合物と光重合性を有しない高分子樹脂としては、各々の硬化後の屈折率が異なる組み合わせが好ましい。なお、色味の視角依存性をより一層低減する観点から、上記屈折率変化および屈折率の差は、0.01以上であることが好ましく、0.05以上であることがより好ましく、0.10以上であることが更に好ましい。

[0091] さらに、上記光硬化性化合物は、ラジカル重合性若しくはカチオン重合性の官能基を有するポリマー、オリゴマーまたはモノマーの光重合性化合物（ラジカル重合性化合物またはカチオン重合性化合物）と光開始剤とを含み、紫外線および／または可視光線を照射することで重合硬化する性質を有するものであることが好ましい。

上記ラジカル重合性化合物は、主に分子中に1個以上の不飽和二重結合を含有するものであり、具体的には、例えば、エポキシアクリレート、ウレタンアクリレート、ポリエステルアクリレート、シリコンアクリレート等の名称で呼ばれるアクリルオリゴマーと、2-エチルヘキシルアクリレート、フェノキシエチルアクリレート、イソノルボルニルアクリレート、2-ヒドロキシエチルアクリレート、2,2,2-トリフロロエチルメタクリレート、2-パーフルオロオクチルエチルアクリレート、トリエチレングリコールジアクリレート、1,6-ヘキサンジオールジアクリレート、1,9-ノナンジオールジアクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、エチレンオキサイド（EO）変性トリメチロールプロパントリアクリレート、ペンタエリスリトールトリアクリレート、ペンタエリスリトールテトラアクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート等のアクリレート

モノマーが挙げられる。

上記カチオン重合性化合物としては、分子中にエポキシ基、ビニルエーテル基、および／または、オキセタン基を1個以上含有する化合物を用いることができる。上記分子中にエポキシ基を含有する化合物としては、ビスフェノールA、水添ビスフェノールA、ビスフェノールF、ビスフェノールAD、ビスフェノールS、テトラメチルビスフェノールA、テトラメチルビスフェノールF、テトラクロロビスフェノールA、テトラブロモビスフェノールA等のビスフェノール類のジグリシジルエーテル類、フェノールノボラック、クレゾールノボラック、ブロム化フェノールノボラック、オルトクレゾールノボラック等のノボラック樹脂のポリグリシジルエーテル類、エチレングリコール、ブタンジオール、1,6-ヘキサジオール、ネオペンチルグリコール、トリメチロールプロパン、ビスフェノールAのエチレンオキサイド（EO）付加物等のアルキレングリコール類のジグリシジルエーテル類、ヘキサヒドロフタル酸のグリシジルエステル、ダイマー酸のジグリシジルエステル等のグリシジルエステル類等が挙げられる。更に、3,4-エポキシシクロヘキサンメチル-3',4'-エポキシシクロヘキシルカルボキシレート等の脂環式エポキシ化合物、1,4-ビス[(3-エチル-3-オキセタニルメトキシ)メチル]ベンゼン、3-エチル-3-(ヒドロキシメチル)-オキセタン等のオキセタン化合物、ジエチレングリコールジビニルエーテル、トリメチロールプロパントリビニルエーテル等のビニルエーテル化合物等も用いることができる。

これらの中でも、上記光重合性化合物はラジカル重合性化合物であることが好ましく、アクリレートオリゴマーまたはアクリレートモノマーであることがより好ましい。

[0092] ただし、上記光重合性化合物は、上述したものに限定されない。また、充分な屈折率の差を生じさせるべく、上記光重合性化合物には、低屈折率化を図るために、フッ素原子（F）を導入してもよく、高屈折率化を図るために、硫黄原子（S）、臭素原子（Br）、各種金属原子を導入してもよい。ま

た、上記異方性拡散層の高屈折率化を図るために、酸化チタン (TiO_2)、酸化ジルコニウム (ZrO_2)、酸化錫 (SnO_x) 等の高屈折率の金属酸化物からなる超微粒子の表面にアクリル基やエポキシ基等の光重合性官能基を導入した機能性超微粒子を光重合性化合物に添加することも有効である。

[0093] 上記ラジカル重合性化合物を重合させることができる光開始剤としては、例えば、ベンゾフェノン、2, 4-ジエチルチオキサントン、ベンゾインイソプロピルエーテル、2, 2-ジエトキシアセトフェノン、ベンジルジメチルケタール、2, 2-ジメトキシ-1, 2-ジフェニルエタン-1-オン、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン、1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパノン-1、1-[4-(2-ヒドロキシエトキシ)-フェニル]-2-ヒドロキシ-2-メチル-1-プロパン-1-オン、ビス(シクロペンタジエニル)-ビス(2, 6-ジフルオロ-3-(ピル-1-イル)チタニウム、2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1, 2, 4, 6-トリメチルベンゾイルジフェニルフォスフィンオキサイド等が挙げられる。

[0094] 上記カチオン重合性化合物を重合させることができる光開始剤は、光照射によって酸を発生し、この発生した酸により上述のカチオン重合性化合物を重合させることができる化合物であり、一般的には、オニウム塩、メタロセン錯体が好適に用いられる。オニウム塩としては、ジアゾニウム塩、スルホニウム塩、ヨードニウム塩、ホスホニウム塩、セレンニウム塩等が用いられ、これらの対イオンには、テトラフルオロホウ酸イオン (BF_4^-)、ヘキサフルオロリン酸イオン (PF_6^-)、ヘキサフルオロ砒素酸イオン (AsF_6^-)、ヘキサフルオロアンチモン酸イオン (SbF_6^-) 等のアニオンが用いられる。カチオン重合性化合物の光開始剤としては、トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロアンチモネート、トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロホスフェート、(4-メトキシフェニル)フェニルヨードニウムヘキサフルオロアンチモネート、ビス(4-tert-ブチルフェニル)ヨードニウムヘキサ

フルオロホスフェート、(η 5-イソプロピルベンゼン) (η 5-シクロペンタジエニル) 鉄 (I I) ヘキサフルオロホスフェート等が挙げられる。

[0095] 上記光開始剤は、光重合性化合物 100 質量部に対して、0.01 質量部以上、10 質量部以下で配合されることが好ましい。上記光開始剤が、0.01 質量部未満であると、光硬化性が低下するおそれがあり、10 質量部を超えると、表面だけが硬化して内部の硬化性が低下するおそれがあるからである。上記光開始剤は、光重合性化合物 100 質量部に対して、0.1 質量部以上、7 質量部以下で配合されることがより好ましく、0.1 質量部以上、5 質量部以下で配合されることが更に好ましい。

[0096] 上記 (C) の形態における光重合性を有しない高分子樹脂としては、アクリル樹脂、スチレン樹脂、スチレン-アクリル共重合体、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、セルロース系樹脂、酢酸ビニル系樹脂、塩化ビニル-酢酸ビニル共重合体、ポリビニルブチラル樹脂等が挙げられる。これらの高分子樹脂は、光重合の前には、光重合性化合物と十分な相溶性を有していることが好ましく、このような相溶性を確保するために、各種有機溶剤や可塑剤等を用いることも可能である。なお、光重合性化合物としてアクリレートを用いる場合、高分子樹脂は、相溶性の観点から、アクリル樹脂の中から選択されることが好ましい。なお上記「アクリル」は、アクリル、メタクリル、アクリルおよびメタクリルを示す意味で用いることとする、アクリレートについても、同様である。

[0097] 上記組成物を硬化させる方法は、特に限定されず、例えば、上記組成物を基体上にシート状に設け、これに異方性光散乱層の表面の法線方向から 0° を超え 60° 以下の方位から平行光線（紫外線等）を照射する方法が挙げられる。これにより、平行光線の照射方向に平行に延在する複数の棒状硬化領域の集合体を形成することができる。

光照射する方位は、異方性光散乱層の表面の法線方向から 0° を超え 60° 以下の方位であることが好ましく、異方性光散乱層の表面の法線方向から $5 \sim 50^\circ$ の方位であることがより好ましく、異方性光散乱層の表面の法線

方向から $15 \sim 45^\circ$ の方位であることが特に好ましい。

[0098] 上記組成物を基体上にシート状に設ける手法としては、通常の塗工方式（コーティング）や印刷方式を用いることができる。具体的には、エアドクターコーティング、バーコーティング、ブレードコーティング、ナイフコーティング、リバースロールコーティング、トランスファロールコーティング、グラビアロールコーティング、キスロールコーティング、キャストコーティング、スプレーコーティング、スロットオリフィスコーティング、カレンダーコーティング、ダムコーティング、ディップコーティング、ダイコーティング等の塗工方式や、グラビア印刷等の凹版印刷、スクリーン印刷等の孔版印刷等の印刷方式を用いることができる。また、上記組成物の粘度が低い場合には、基体の周囲に所定の高さの構造物を設け、この構造物で囲まれた領域に液状の組成物を塗布する方法も用いることができる。

[0099] 上記平行光線（紫外線等）を照射するために用いる光源としては、通常は、ショートアークの紫外線ランプが用いられ、具体的には、高圧水銀灯、低圧水銀灯、メタハライドランプ、キセノンランプ等を用いることができる。所定の方向から平行光線（紫外線等）を照射するために用いる装置としては、特に限定されず、一定面積に均一な強度の平行紫外線を照射できるもので、市販装置の中から選択することが可能であるという観点から、レジスト露光用の露光装置を用いることが好ましい。なお、サイズが小さい異方性光散乱層を形成する場合は、紫外線スポット光源を点光源として、充分離れた距離から照射する方法も用いることが可能である。

[0100] 上記組成物をシート状にしたものに照射される平行光線は、光重合性化合物を重合硬化することが可能な波長を含んでいることが必要であり、通常、水銀灯の 365 nm を中心とする波長の光線が用いられる。この波長帯の光線を用いて異方性光散乱層を形成する場合、照度は、 0.01 mW/cm^2 以上、 100 mW/cm^2 以下であることが好ましい。照度が 0.01 mW/cm^2 未満であると、硬化に長時間を要するため、生産効率が悪くなるおそれがあり、 100 mW/cm^2 を超えると、光重合性化合物の硬化が速過ぎて構造

形成を生じず、所望の異方性光散乱特性を発現できなくなるおそれがあるからである。上記照度は、 0.1 mW/cm^2 以上、 20 mW/cm^2 以下であることがより好ましい。

[0101] 本発明の光変換部材の製造方法の範囲外の方法で製造した異方性散乱層を用いてもよく、例えば以下に示すような2種類の非相溶性の樹脂を用いる方法などの公知の光変換部材の製造方法を用いて異方性散乱層を形成してもよい。上記異方性光散乱層として、少なくとも2種類の非相溶性の樹脂を使用し、少なくともフィルムの表層部に棒状で一方向に配列した島相が存在する海-島構造をフィルム中に形成させた層を用いることも好ましい。

この場合、使用する樹脂は、単体で可視光の透過率が80%以上である透明性の樹脂であるが、透明性の樹脂としては、低密度ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルペンテン、ノルボルネン樹脂などのオレフィン系樹脂、6ナイロン、66ナイロンなどのポリアミド樹脂、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリトリメチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレートなどのポリエステル樹脂、ポリメチレンメタアクリレートなどのアクリル樹脂、ポリスチレン、ポリスチレン-メチルメタアクリレート共重合体などのスチレン系樹脂、ポリカーボネート樹脂などがあげられる。なお本発明において、「可視光」とは、 $380 \text{ nm} \sim 780 \text{ nm}$ の波長帯域の光をいうものとする。

好ましい例として、これらの透明性の樹脂の中から相分離構造が海-島構造である非相溶性樹脂の組み合わせを選んで使用する。上記透明性の樹脂のなかで、相分離構造が海-島構造である非相溶性樹脂の組み合わせとしては、オレフィン系樹脂とポリエステル樹脂、オレフィン系樹脂とポリアミド樹脂、オレフィン系樹脂とポリカーボネート、スチレン系樹脂とポリカーボネートなど多くの組み合わせがある。好ましくはスチレン系樹脂が50質量%を越えるものがよく、60質量%以上のものがより好ましい。

[0102] さらに、これらの非相溶性樹脂の組み合わせの中からさらに絞り込んで、フィルムに成形したときに棒状で一方向に配列した島相が形成される樹脂の

組み合わせを選んで使用することも好ましい。非相溶性の原料樹脂からフィルムを成形するときに、棒状で一方向に配向した島相を形成させる方法としては、非相溶性の樹脂の組み合わせのなかで、融点が最も高い樹脂を選んであらかじめ棒状に加工しておき、残りの樹脂に混合して原料樹脂とし、押出機などを使って原料樹脂を溶融成形などに方法によりフィルムに成形するときに、押出機などの溶融成形温度を棒状に加工した樹脂の融点より低い温度に設定してフィルムを成形することにより、棒状に成形した樹脂の形状を保ったままフィルムを成形し、そのあとフィルムを一方向に延伸することによりフィルム中に一方向に配向した棒状の島相を作る方法がある。

他の方法としては、非相溶性の樹脂を混合した原料樹脂を、押出機を使って溶融混練してシートダイなどから板状に押し出したあと樹脂を冷却固化させてフィルムを成形するときに、押出機から押し出された樹脂が冷却されていく過程で相分離して、フィルムの中に一方の樹脂がおおむね球状の島相として形成されたあと、樹脂全体が完全に冷却固化するまでの間に、フィルムをニップローラーなどで挟んで一方向に伸張することによりフィルム中の島相を棒状に変形させるとともに伸張方向に配向させる方法や、溶融した樹脂を押出機から細管やダイのスリット部に押し出すときに、樹脂に大きい剪断力を加えて流動させることによって、島相を棒状に変形させるとともに流動方向に配向させる方法などが挙げられる。

[0103] 次に、光硬化により異方性光散乱層を形成する工程が、(i i) 光硬化により異方性光散乱層を形成する工程が、重合性液晶化合物を含む組成物に対して光照射する工程である場合について説明する。

[0104] 異方性光散乱層は、任意の支持体（例えば前述の透明基体が挙げられ、本発明の光変換部材には含まれていてもよく、取り除かれていてもよい）や他の機能層等の任意の下層（本発明の光変換部材には含まれていてもよく、取り除かれていてもよい）上に液晶化合物を適用し、液晶化合物間のピッチ p が好ましくは $0.35 \sim 3 \mu\text{m}$ となる繰り返しパターンを異方性光散乱層の表面に向かって少なくとも一方向に形成され、具体的には繰り返しパターン

は、異方性光散乱層の表面の法線方向に対して好ましくは $30 \sim 60^\circ$ の向きに形成されている液晶化合物層を有する。また、液晶化合物層の厚さ t は、 $0.17 \sim 10 \mu\text{m}$ であることが好ましい。

[0105] 液晶化合物間のピッチ p は、 $0.35 \sim 3 \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $1.0 \sim 2.5 \mu\text{m}$ がより好ましく、 $1.5 \sim 2.5 \mu\text{m}$ が特に好ましい。

[0106] 液晶化合物層の厚さ t は、 $0.17 \sim 10 \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $1.0 \sim 2.5 \mu\text{m}$ がより好ましい。

[0107] 液晶化合物の屈折率 n_o は、 $1.4 \sim 1.7$ が好ましく、 $1.45 \sim 1.65$ がより好ましい。屈折率 n_e は、 $1.4 \sim 1.7$ が好ましく、 $1.5 \sim 1.65$ がより好ましい。

屈折率 n_e と屈折率 n_o との差（屈折率差）は、 0.045 以上が好ましく、 0.05 以上がより好ましい。

[0108] 液晶化合物としては、一般的に、その形状から、棒状液晶化合物と円盤状液晶化合物に分類できる。さらにそれぞれ低分子と高分子タイプがある。高分子とは一般に重合度が 100 以上のものを指す（高分子物理・相転移ダイナミクス、土井 正男著、2頁、岩波書店、1992）。本発明では、いずれの液晶化合物を用いることもできる。

以下、液晶化合物を用いた異方性光散乱層の（１）の態様として円盤状（ディスコティック）液晶化合物を用いた態様、液晶化合物を用いた異方性光散乱層の（２）の態様として、棒状液晶化合物を用いた態様を説明する。なお、棒状液晶化合物はRLCともいい、円盤状液晶化合物はDLCともいう。

[0109] ＜液晶化合物を用いた異方性光散乱層の（１）の態様＞

液晶化合物を用いた異方性光散乱層の（１）の態様は、液晶化合物として、円盤状液晶化合物を用いた態様である。

円盤状液晶化合物の例には、C. Destradeらの研究報告、Mol. Cryst. 71巻、111頁（1981年）に記載されているベンゼン誘導体、C. Destradeらの研究報告、Mol. Cryst. 122

巻、141頁（1985年）、Physics Lett、A、78巻、82頁（1990）に記載されているトルキセン誘導体、B. Kohneらの研究報告、Angew. Chem. 96巻、70頁（1984年）に記載されたシクロヘキサン誘導体及びJ. M. Lehnらの研究報告、J. Chem. Commun.、1794頁（1985年）、J. Zhangらの研究報告、J. Am. Chem. Soc. 116巻、2655頁（1994年）に記載されているアザクラウン系やフェニルアセチレン系マクロサイクルが含まれる。

[0110] 液晶化合物が重合条件の異なる2種類以上の反応性基を有することもまた好ましい。この場合、条件を選択して複数種類の反応性基の一部種類のみを重合させることにより、未反応の反応性基を有する高分子を含む層を作製することが可能となる。用いる重合条件としては重合固定化に用いる電離放射線の波長域でもよいし、用いる重合機構の違いでもよいが、好ましくは用いる開始剤の種類によって制御可能な、ラジカル性の反応基とカチオン性の反応基の組み合わせがよい。ラジカル性の反応性基がアクリル基および／またはメタクリル基であり、かつカチオン性基がビニルエーテル基、オキセタン基および／またはエポキシ基である組み合わせが反応性を制御しやすく特に好ましい。

[0111] （重合性基を有する円盤状液晶化合物）

液晶化合物を用いた異方性光散乱層の主原料として使用可能な円盤状液晶化合物としては、前述のとおり重合性基を有する化合物が好ましい。

円盤状液晶化合物としては、下記一般式（I）で表される化合物が好ましい。



式中、Dは円盤状コアであり、Lは二価の連結基であり、Eは二価の芳香族環又は複素環であり、Qは重合性基であり、nは3～12の整数を表す。

[0112] 円盤状コア（D）は、ベンゼン環、ナフタレン環、トリフェニレン環、アントラキノン環、トルキセン環、ピリジン環、ピリミジン環、トリアジン環

が好ましく、ベンゼン環、トリフェニレン環、ピリジン環、ピリミジン環、トリアジン環が特に好ましい。

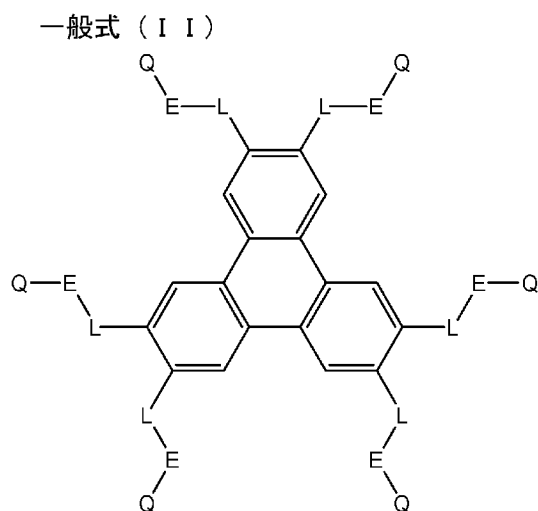
[0113] Lは、 $*-O-CO-$ 、 $*-CO-O-$ 、 $*-CH=CH-$ 、 $*-C\equiv C-$ 及びこれらの組み合わせからなる群より選ばれる二価の連結基が好ましく、 $*-CH=CH-$ 又は $*-C\equiv C-$ のいずれか一方を少なくとも一つ以上含む二価の連結基であることが特に好ましい。ここで、*は一般式(1)中のDに結合する位置を表す。

[0114] Eは、芳香族環としては、ベンゼン環及びナフタレン環が好ましく、ベンゼン環が特に好ましい。複素環としては、ピリジン環及びピリミジン環が好ましく、ピリジン環が特に好ましい。Hは、芳香族環が特に好ましい。

[0115] 重合性基Qの重合反応は、付加重合（開環重合を含む）又は縮合重合であることが好ましい。言い換えると、重合性基は、付加重合反応又は縮合重合反応が可能な官能基であることが好ましい。中でも、（メタ）アクリレート基、エポキシ基が好ましい。

[0116] 一般式(1)で表される円盤状液晶化合物は、下記一般式(11)で表される円盤状液晶であることが特に好ましい。

[0117] [化1]



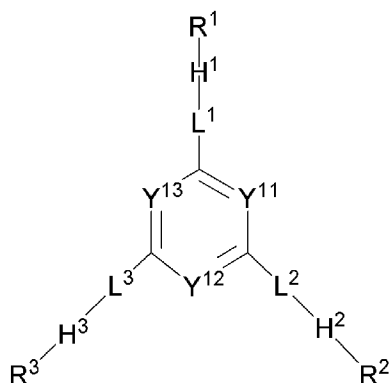
[0118] 式中、L、E、Qは、一般式(1)におけるL、E、Qとそれぞれ同義であり、好ましい範囲も同様である。

[0119] 後述の一般式 (I)、(I I)、及び (I V) で表されるように、分子内に複数個の芳香環を有している円盤状液晶化合物は、配向制御剤として用いられるピリジニウム化合物又はイミダゾリウム化合物等のオニウム塩との間に分子間 $\pi-\pi$ 相互作用が起こるため、垂直配向を実現できる。特に、例えば、一般式 (I I) において、L が、 $*-CH=CH-$ 又は $*-C\equiv C-$ のいずれか一方を少なくとも一つ以上含む二価の連結基である場合、及び、一般式 (I V) において、複数個の芳香環及び複素環が単結合で連結される場合は、この連結基により結合の自由回転が強く束縛されることにより分子の直線性が保持されるため、液晶性が向上すると共に、より強い分子間 $\pi-\pi$ 相互作用が起こり安定な垂直配向が実現できる。

[0120] 円盤状液晶化合物としては、下記一般式 (I V) で表される化合物が好ましい。

[0121] [化2]

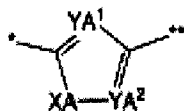
一般式 (I V)



[0122] 式中、 Y^{11} 、 Y^{12} 及び Y^{13} は、それぞれ独立に置換されていてもよいメチン又は窒素原子を表し； L^1 、 L^2 及び L^3 は、それぞれ独立に単結合又は二価の連結基を表し； H^1 、 H^2 及び H^3 は、それぞれ独立に一般式 (I-A) 又は (I-B) の基を表し； R^1 、 R^2 及び R^3 は、それぞれ独立に下記一般式 (I-R) を表す；

[化3]

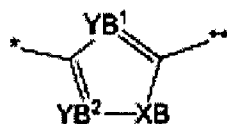
一般式 (I-A)



[0123] 一般式 (I-A) 中、 YA^1 及び YA^2 は、それぞれ独立にメチン又は窒素原子を表し； XA は、酸素原子、硫黄原子、メチレン又はイミノを表し； $*$ は上記一般式 (I-V) における $L^1 \sim L^3$ 側と結合する位置を表し； $**$ は上記一般式 (I-V) における $R^1 \sim R^3$ 側と結合する位置を表す；

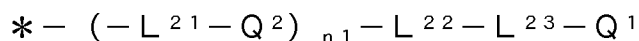
[0124] [化4]

一般式 (I-B)



[0125] 一般式 (I-B) 中、 YB^1 及び YB^2 は、それぞれ独立にメチン又は窒素原子を表し； XB は、酸素原子、硫黄原子、メチレン又はイミノを表し； $*$ は上記一般式 (I-V) における $L^1 \sim L^3$ 側と結合する位置を表し； $**$ は上記一般式 (I-V) における $R^1 \sim R^3$ 側と結合する位置を表す；

[0126] 一般式 (I-R)



一般式 (I-R) 中、 $*$ は、一般式 (I-V) における $H^1 \sim H^3$ 側と結合する位置を表す； L^{21} は単結合又は二価の連結基を表す； Q^2 は少なくとも 1 種類の環状構造を有する二価の基（環状基）を表す； $n1$ は、0～4 の整数を表す； L^{22} は、 $** - O -$ 、 $** - O - CO -$ 、 $** - CO - O -$ 、 $** - O - CO - O -$ 、 $** - S -$ 、 $** - NH -$ 、 $** - SO_2 -$ 、 $** - CH_2 -$ 、 $** - CH = CH -$ 又は $** - C \equiv C -$ を表す； L^{23} は、 $- O -$ 、 $- S -$ 、 $- C(=O) -$ 、 $- SO_2 -$ 、 $- NH -$ 、 $- CH_2 -$ 、 $- CH = CH -$ 及び $- C \equiv C -$ 並びにこれらの組み合わせからなる群より選ばれる二価の連結基を表す； Q^1 は重合性基又は水素原子を表す。

[0127] 一般式 (I V) で表される 3 置換ベンゼン系円盤状液晶化合物の各符号の好ましい範囲、及び一般式 (I V) の化合物の具体例については、特開 2010-244038 号公報の段落 [0013] ~ [0077] 記載を参照することができる。但し、本発明に使用可能な円盤状液晶化合物は、一般式 (I V) の 3 置換ベンゼン系円盤状液晶化合物に限定されるものではない。

[0128] トリフェニレン化合物としては、特開 2007-108732 号公報の段落 [0062] ~ [0067] 記載の化合物等が挙げられるが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0129] 液晶化合物を用いた異方性光散乱層に含まれる円盤状液晶化合物のダイレクタは、異方性光散乱層のフィルム面に対し法線方向から、 $\pm 30 \sim \pm 40^\circ$ の角度 θ で傾いており、かつ、傾斜角度の絶対値が同じであり、正負が異なる配向パターン、即ち $+$ の角度の配向パターンと、 $+$ の角度と同じ $-$ の角度の配向パターンが交互に繰り返されていることが好ましい。

[0130] ダイレクタの傾斜角度（チルト角）は、以下のように測定することができる。

ミクロトームでフィルム面に対し垂直方向で切削した断面を偏光顕微鏡で観察し測定する方法や、KOBRA 21ADH、または、WRによって測定できる $R_e(\lambda)$ 、 $R_{th}(\lambda)$ 、遅相軸からもダイレクタ角度を測定できる。

[0131] (KOBRAによるチルト角の測定)

液晶性化合物を配向させた光学異方性層において、光学異方性層の一軸傾斜のチルト角（液晶性化合物における物理的な対象軸が光学異方性層の界面となす角度をチルト角とする） θ を、直接的にかつ正確に測定することは困難である。そこで本明細書においては、 θ は、以下の手法で算出する。本手法は本発明の実際の配向状態を正確に表現していないが、光学フィルムのもつ一部の光学特性の相対関係を表す手段として有効である。

具体的な算出法は下記のとおりである。

(手順 1) 各層のチルト角が光学異方性層の厚み方向に沿って一次関数で単

調に変化する面内で、光学異方性層への測定光の入射角を変化させ、3つ以上の測定角でレターデーション値を測定する。測定及び計算を簡便にするためには、光学異方性層に対する法線方向を 0° とし、 -40° 、 0° 、 $+40^\circ$ の3つの測定角でレターデーション値を測定することが好ましい。このような測定は、KOBRA-21ADH及びKOBRA-WR（王子計測器（株）製）、透過型のエリプソメータAEP-100（（株）島津製作所製）、M150及びM520（日本分光（株）製）、ABR10A（ユニオプト（株）製）で行うことができる。

（手順2）上記のモデルにおいて、各層の常光の屈折率を n_o 、異常光の屈折率を n_e （ n_e は各々すべての層において同じ値、 n_o も同様とする）、及び多層体全体の厚みを d とする。さらに各層におけるチルト方向とその層の一軸の光軸方向とは一致するとの仮定の元に、光学異方性層のレターデーション値の角度依存性の計算が測定値に一致するように、光学異方性層のチルト角 θ を変数としてフィッティングを行い、 θ を算出する。

ここで、 n_o 及び n_e は文献値、カタログ値等の既知の値を用いることができる。値が未知の場合はアッペ屈折計を用いて測定することもできる。光学異方性層の厚みは、光学干渉膜厚計、走査型電子顕微鏡の断面写真等により測定数することができる。

[0132] （1）の態様における液晶化合物を用いた異方性光散乱層には、液晶化合物の他に配向制御剤、ムラ防止剤、ハジキ防止剤、重合開始剤、重合性モノマー、可塑剤、界面活性剤、重合性モノマー等を併用して、塗工膜の均一性、膜の強度、液晶分子の配向性等を向上することができる。液晶性分子と相溶性を有し、液晶性分子の傾斜角の変化を与えられるか、あるいは配向を阻害しないことが好ましい。具体的には、特開2002-296423号、特開2001-330725号、特開2000-155216号等に記載されたものが好ましい。

[0133] （（1）の態様の配向膜）

（1）の態様では、液晶化合物が均一に配向した状態にするために、支持

体等の下層と液晶化合物を用いた異方性光散乱層との間に配向膜を配置するのが好ましい。配向膜としては、ラビング配向膜、光配向膜のいずれであってもよいが光配向膜を用いることが好ましい。

[0134] 光配向膜は、光照射により配向規制力が発現される配向膜をいう。光配向膜に用いられる光配向材料としては、光反応性基を有する光配向性ポリマーであるのが好ましい。ここで、「光反応性基」とは、例えば、単一方向からの光の照射によって官能基の化学構造またはこの官能基を有する分子の配向状態に変化が起こり、これにより配向膜表面に配置された液晶化合物の分子を所定の方向に配向させることができる官能基を意味する。具体的には、アゾベンゼン誘導体、桂皮酸誘導体、カルコン誘導体、スチルベン類、スチリルピリジン誘導体、 α -ヒドラゾノ- β -ケトエステル類、クマリン誘導体、ベンジリデンフタルイミジン類、レチノイン酸誘導体、スピロピラン類、スピロオキサジン類、アントラセン誘導体、ベンゾフェノン誘導体、ポリイミドなどが挙げられる。このうち、好ましいのはクマリン誘導体、スチリルピリジン誘導体、アゾベンゼン誘導体、桂皮酸誘導体、カルコン誘導体であり、さらに好ましくはアゾベンゼン誘導体、桂皮酸誘導体、カルコン誘導体である。

[0135] 光配向材料は低分子化合物であっても高分子であっても良い。前述の高分子の種類としては、「改訂 高分子合成の化学」（大津隆行著、発行：株式会社化学同人、1968）1～4ページに記載があるポリマー種のいずれであってもよく、例えば、ポリオレフィン類、ポリエステル類、ポリアミド類、ポリイミド類、ポリウレタン類、ポリカーボネート類、ポリスルホン類、ポリカーボナート類、ポリエーテル類、ポリアセタール類、ポリケトン類、ポリフェニレンオキシド類、ポリフェニレンスルフィド類、ポリアリレート類、四フッ化エチレン（PTFE）類、ポリビニリデンフロライド類、セルロース誘導体などが挙げられる。ポリオレフィン類であることが好ましい

[0136] 光配向材料としては、多数の文献等に記載がある。本発明の配向膜では、例えば、特開2006-285197号公報、特開2007-76839号

公報、特開2007-138138号公報、特開2007-94071号公報、特開2007-121721号公報、特開2007-140465号公報、特開2007-156439号公報、特開2007-133184号公報、特開2009-109831号公報、特許第3883848号、特許第4151746号に記載のアゾ化合物、特開2002-229039号公報に記載の芳香族エステル化合物、特開2002-265541号公報、特開2002-317013号公報に記載の光配向性単位を有するマレイミド及び／又はアルケニル置換ナジイミド化合物、特許第4205195号、特許第4205198号に記載の光架橋性シラン誘導体、特表2003-520878号公報、特表2004-529220号公報、特許第4162850号に記載の光架橋性ポリイミド、ポリアミド、又はエステルが好ましい例として挙げられる。より好ましくは、アゾ化合物、光架橋性ポリイミド、ポリアミド、又はエステルである。

[0137] (液晶化合物を用いた異方性光散乱層の形成)

液晶化合物を用いた異方性光散乱層は、少なくとも一種の液晶化合物を含む組成物を、例えば塗布液として調製し、この塗布液を配向膜の表面に塗布することで形成することができ、塗布法については特に制限はない。

(1) の態様の液晶化合物を用いた異方性光散乱層の形成方法の一例は、光配向膜をパターン露光により互いに異なる配向能を発現させ、パターン光配向膜を形成することで形成することができる。

ストライプ状のマスクを介して非偏光光を層面の法線から時計回り方向の所定の角度方向から露光した後、反時計回り方向の所定の角度方向（時計回り方向の所定の角度と同一角度であることが好ましい）から非偏光光を露光することにより、時計回り方向の所定の角度に配向する領域と、反時計回り方向の所定の角度に配向する領域とを有するパターン光配向膜が形成できる。

[0138] 光配向膜に照射する非偏光光は、紫外線であることが好ましい。照射エネルギーは、 $20\text{ mJ/cm}^2 \sim 50\text{ J/cm}^2$ の範囲にあることが好ましく、

20～5000 mJ/cm²の範囲にあることがより好ましく、100～800 mJ/cm²の範囲にあることがさらに好ましい。

非偏光光照射に用いる光源は、通常使われる光源、例えばタングステンランプ、ハロゲンランプ、キセノンランプ、キセノンフラッシュランプ、水銀ランプ、水銀キセノンランプ、カーボンアークランプ等のランプ、各種のレーザー（例、半導体レーザー、ヘリウムネオンレーザー、アルゴンイオンレーザー、ヘリウムカドミウムレーザー、YAGレーザー）、発光ダイオード、陰極線管などを挙げることができる。

[0139] このパターン光配向膜上に液晶化合物を用いた異方性光散乱層用の塗布液を塗布し、液晶化合物を配向させると、液晶化合物は、各パターンの配向制御能の方向に沿って配向する。その状態を光照射により固定することにより、液晶化合物を用いた異方性光散乱層を形成することができる。

液晶性分子の重合のための光照射は、紫外線を用いることが好ましい。照射エネルギーは、20 mJ/cm²～50 J/cm²の範囲にあることが好ましく、20～5000 mJ/cm²の範囲にあることがより好ましく、100～800 mJ/cm²の範囲にあることがさらに好ましい。また、光重合反応を促進するため、加熱条件下で光照射を実施してもよい。

[0140] <液晶化合物を用いた異方性光散乱層の（２）の態様>

（２）の態様は、液晶化合物として、棒状液晶化合物を用いた態様である。

（２）の態様は、液晶化合物を用いた異方性光散乱層がピッチpごとに凹凸部が形成され、棒状液晶化合物が凹凸状にパターンを形成しているパターン液晶化合物層12Aとなっている態様である。このような態様により、光が散乱しやすくなる。なお、液晶化合物を用いた異方性光散乱層の（２）の態様において、液晶化合物層の厚さは、棒状液晶化合物によって形成される凹凸部の凸部の高さである。

[0141] 棒状液晶化合物としては、アゾメチン類、アゾキシ類、シアノビフェニル類、シアノフェニルエステル類、安息香酸エステル類、シクロヘキサンカル

ボン酸フェニルエステル類、シアノフェニルシクロヘキサン類、シアノ置換フェニルピリミジン類、アルコキシ置換フェニルピリミジン類、フェニルジオキサン類、トラン類およびアルケニルシクロヘキシルベンゾニトリル類が好ましく用いられる。以上のような低分子液晶化合物だけではなく、高分子液晶化合物も用いることができる。上記高分子液晶化合物は、低分子の反応性基を有する棒状液晶化合物が重合した高分子化合物である。特に好ましく用いられる上記低分子の反応性基を有する棒状液晶化合物としては、下記一般式（X）で表される棒状液晶化合物である。

一般式（X）： $Q^1-L^1-A^1-L^3-M-L^4-A^2-L^2-Q^2$

式中、 Q^1 および Q^2 はそれぞれ独立に、反応性基であり、 L^1 、 L^2 、 L^3 および L^4 はそれぞれ独立に、単結合または二価の連結基を表す。 A^1 および A^2 はそれぞれ独立に、炭素原子数2～20のスペーサ基を表す。Mはメソゲン基を表す。

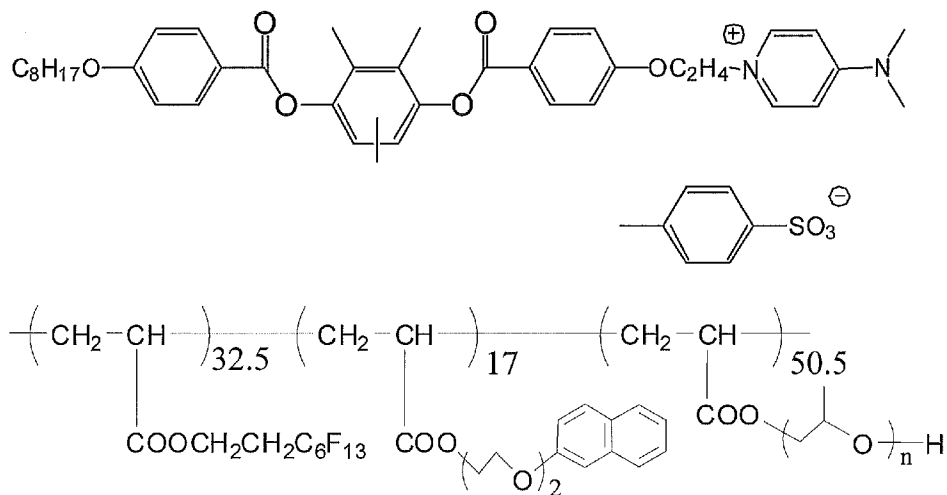
棒状液晶化合物としては、例えば、特表平11-513019号公報や特開2007-279688号公報に記載の化合物等が挙げられるが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0142] 一般式（X）で表される化合物は、特表平11-513019号公報（W097/00600）に記載の方法で合成することができる。

[0143] 棒状液晶化合物のダイレクタの傾斜角度 θ は、 $\pm 10^\circ$ 以内で配向していることが好ましく、 $\pm 8^\circ$ 以内で配向していることがより好ましく、 $\pm 5^\circ$ 以内で配向していることがさらに好ましく、 0° が特に好ましい。

[0144] 前述の液晶化合物を用いた異方性光散乱層を形成する塗布液中には、ダイレクタの角度を 0° とする（垂直配向させる）ために、液晶の配向を促進する添加剤（配向制御剤）を添加していることが好ましく、この添加剤の例には、特開2009-223001号公報の[0055]～[0063]に記載の化合物、特開2008-026730号公報の[0023]～[0088]に記載の化合物が含まれる。また、下記の配向制御剤を添加することも好ましい。

[化5]



$$n = 2 \sim 10$$

[0145] (2) の態様における液晶化合物を用いた異方性光散乱層には、液晶化合物の他に配向制御剤、ムラ防止剤、ハジキ防止剤、重合開始剤、重合性モノマー、可塑剤、界面活性剤、重合性モノマー等を併用して、塗工膜の均一性、膜の強度、液晶分子の配向性等を向上することができる。液晶性分子と相溶性を有し、液晶性分子の傾斜角の変化を与えられるか、あるいは配向を阻害しないことが好ましい。具体的には、特開 2002-296423 号、特開 2001-330725 号、特開 2000-155216 号等に記載されたものが好ましい。

[0146] ((2) の態様の配向膜)

(2) の態様では、液晶化合物が均一に配向した状態にするために、支持体等の下層と液晶化合物を用いた異方性光散乱層との間に配向膜を配置するのが好ましい。配向膜としては、ラビング配向膜、光配向膜のいずれであってもよいが、ラビング配向膜であることが好ましい。

ラビング配向膜としては、後述する光学異方性層に有する配向膜と同様のものを使用することができる。

また、配向膜は、光酸発生剤を含有していてもよい。光酸発生剤とは、紫外線等の光照射により分解し酸性化合物を発生する化合物である。この光酸

発生剤が、光照射により分解して酸性化合物を発生すると、配向膜の配向制御能に変化が生じる。ここでいう配向制御能の変化は、配向膜単独の配向制御能の変化として特定されるものであっても、配向膜とその上に配置される光学異方性層形成用組成物中に含まれる添加剤等とによって達成される配向制御能の変化として特定されるものであってもよいし、またこれらの組み合わせとして特定されるものであってもよい。

本発明で使用可能な光酸発生剤の例には、Prog. Polym. Sci., 23巻、1485頁（1998年）に記載の化合物が含まれる。光酸発生剤としては、ピリジニウム塩、ヨードニウム塩及びスルホニウム塩が特に好ましく用いられる。

[0147] （液晶化合物を用いた異方性光散乱層の形成）

（2）の態様の液晶化合物を用いた異方性光散乱層の形成方法の一例は、ラビング配向膜に光酸発生剤を含有させ、パターン露光により互いに異なる配向能を発現させ、パターン配向膜を形成する態様である。

ストライプ状のマスクを介してラビング配向膜をパターン露光し、光酸発生剤が分解して酸性化合物が発生した領域（露光部）と、発生していない領域（未露光部）とを形成する。

[0148] 配向膜に照射する照射光は、紫外線であることが好ましい。照射エネルギーは、 $20\text{ mJ/cm}^2 \sim 50\text{ J/cm}^2$ の範囲にあることが好ましく、 $20 \sim 5000\text{ mJ/cm}^2$ の範囲にあることがより好ましく、 $100 \sim 800\text{ mJ/cm}^2$ の範囲にあることがさらに好ましい。

光照射に用いる光源は、通常使われる光源、例えばタングステンランプ、ハロゲンランプ、キセノンランプ、キセノンフラッシュランプ、水銀ランプ、水銀キセノンランプ、カーボンアークランプ等のランプ、各種のレーザー（例、半導体レーザー、ヘリウムネオンレーザー、アルゴンイオンレーザー、ヘリウムカドミウムレーザー、YAGレーザー）、発光ダイオード、陰極線管などを挙げることができる。

[0149] [バックライトユニット]

本発明の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。

[0150] (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、

400～500nm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、430～480nmであることが好ましく、440～460nm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、500～550nmであることが好ましく、510～540nm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、600～650nmであることが好ましく、610～640nmであることがより好ましい。

[0151] 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80nm以下であることが好ましく、50nm以下であることがより好ましく、45nm以下であることがさらに好ましく、40nm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30nm以下であることが、特に好ましい。

[0152] 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、 $430\text{ nm} \sim 480\text{ nm}$ 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、 $300\text{ nm} \sim 430\text{ nm}$ 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。

[0153] ＜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13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。

[0154] 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。

[0155] バックライトユニットが、青色光のうち 460 nm 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 630 nm 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は、特開 2 0 0 8 - 5 2 0 6 7 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。

[0156] 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 B E F 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 3 4 1 6 3 0 2 号、特許 3 3 6 3 5 6 5 号、特許 4 0 9 1 9 7 8 号、特許 3 4 4 8 6 2 6 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。

[0157] [液晶表示装置]

本発明の液晶表示装置は、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。

[0158] <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、ツイステッドネマティック（T N）、スーパーツイステッドネマティック（S T N）、バーティカルアライメント（V A）、インプレインスイッチング（I P S）、オプティカリコンペンセイテッドベンドセル（O C B）等の種々のモードを利用することができる。液晶セルは、V A モード、O C B モード、I P S モード、または T N 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。V A モードの液晶表示装置の構成としては、特開 2 0 0 8 - 2 6 2 1 6 1 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。

[0159] 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。

[0160] 液晶表示装置は、液晶セルのバックライト側の面にバックライト側偏光板を有することが好ましい。バックライト側偏光板は、バックライト側偏光子のバックライト側の表面に、偏光板保護フィルムを含んでいても、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は、偏光子が、2枚の偏光板保護フィルム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。

[0161] 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。

[0162] 液晶表示装置は、液晶セルのバックライト側の面とは反対側の面に、表示側偏光板を有することが好ましい。表示側偏光板は、偏光子が2枚の偏光板保護フィルムで挟まれた構成であることが好ましい。

[0163] 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、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。

[0164] （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、およびフォトレジスト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クス、およびn個置きにブラックマトリ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、インクジェ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。

[0165] （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。

[0166] (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。

[0167] 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

[0168] 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。

[0169] [実施例101～103]

〔異方性光散乱フィルムの作製方法：アクリレートの光硬化による異方性光散乱層の作製〕

1. 異方性光散乱フィルム11の作製

[0170] <異方性光散乱フィルム11の作製>

まず、厚さ $75 \mu\text{m}$ のポリエチレンテレフタレート（PET）フィルム（商品名：コスモシャイン（登録商標）、品番：A4300、東洋紡績社製）上に、ギャップを 0.2 mm に調整したドクターブレードを用いて下記組成の光重合性組成物1（異方性拡散層用塗布液）を塗布した後、別のPETフィルム（厚さ $75 \mu\text{m}$ ）で被覆した。使用したPETフィルムの平均屈折率

は 1.60 であった。

[0171] 《光重合性組成物 1 の組成》

2-（パーフルオロオクチル）-エチルアクリレート：50質量部

1,9-ノナンジオールジアクリレート：50質量部

2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン：4質量部

[0172] 次に、上下両面をPETフィルムで挟まれた厚さ200 μ m（0.2mm）の液膜に対して、UVスポット光源（商品名：L2859-01、浜松ホトニクス社製）の落射用照射ユニットから、斜め40度方向から照射強度30mW/cm²の紫外線を1分間照射し、異方性光散乱フィルム11を得た。異方性光散乱フィルム11の異方性拡散層の膜厚は、上記液膜の厚さと同じ200 μ mとなる。

[0173] <異方性光散乱フィルム12の作製>

ディスペンサを用いて形成する隔壁の高さを100 μ m（0.1mm）とした以外は、異方性光散乱フィルム11と同様にして異方性光散乱フィルム12を得た。したがって、異方性光散乱フィルム12の異方性光散乱層の膜厚は、隔壁の高さと同じ100 μ mとなる。以下の異方性光散乱フィルムについても、同様である。

[0174] <異方性光散乱フィルム13の作製>

UV光の照射角度を45度とした以外は、異方性光散乱フィルム11と同様にして異方性光散乱フィルム13を得た。

[0175] 2. 異方性拡散シートの光拡散特性評価

ゴニオフォトメータ（商品名：自動変角光度計GP-5、村上色彩技術研究所製）を用いて、光源からの直進光を受ける位置に受光部を固定し、光源と受光部との間のサンプルホルダーに、各異方性光散乱フィルムを取り付け、図8に記載の光強度測定系とした。まず、異方性光散乱フィルムのフィルム面に対し法線方向から光を照射しその透過光の光強度を測定し、これを1（0°）とした。次に光軸に対するサンプルの傾き角度（図8の θ に対応）を40°に固定した上で、サンプルを回転させ、透過光強度の方位角依存性

を測定した。このときの透過光強度の最小値、すなわち透過光強度が最小値となる方位における異方性光散乱層の透過光強度を $I(40^\circ)$ とした。 $I(0^\circ)$ および $I(40^\circ)$ から、 $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ を求めた。

[0176] 3. バリア層なし光変換部材の作製

量子ドット波長変換要素として、シグマアルドリッチ社販売の Nanoco Technologies 社製量子ドット「Lumidot（登録商標）」を用いて青色発光ダイオードの光が入射したときに、中心波長 530 nm、半値幅 40 nm の緑色光の蛍光発光および中心波長 610 nm、半値幅 40 nm の赤色光の蛍光発光をする量子ドットシートを形成した。

得られた量子ドットシートを光変換層 1 とした。

量子ドットシート（光変換層 1）と、上記 1. で作製した各異方性光散乱フィルム 11～13 を、アクリル系接着剤を用いて、入射側から出射側に向かって、量子ドットシート、接着剤、異方性光散乱フィルムの順に貼り合せた。得られた光変換部材を、実施例 101～103 の光変換部材とした。

[0177] [実施例 105 および 106]

4. バリア層フィルムの作製

[0178] <バリア層付き異方性光散乱フィルム 1 の作製>

以下の光重合性組成物 2（バリア層塗布液）を調製して塗布液とし、この塗布液を、ワイヤーバーを用いて上記 1. で作製した異方性光散乱フィルム 11 の光出射側表面にワイヤーバー（#6）にて塗布し、酸素濃度 0.1% 以下の窒素ページ下で 160 W/cm の空冷メタルハライドランプ（アイグラフィックス（株）製）を用いて、照度 350 mW/cm²、照射量 500 mJ/cm²、の紫外線を照射することにより膜厚およそ 500 nm の有機層を形成した。

[0179] <<光重合性組成物 2 の組成>>

リン酸エステルアクリレート（日本化薬（株）製 KAYAMER PM-21） ; 10 質量部

共栄社化学（株）製ライトアクリレート BEPGA ; 90 質量部

光重合開始剤〔BASF製IRGACURE907〕 ; 6質量部

[0180] さらに、この有機層上にケイ素酸化物からなる無機層を成膜した。無機層の成膜はスパッタ装置を使用し、ターゲットとしてSiを、放電ガスとしてアルゴンを、反応ガスとして酸素を用いた。無機層膜厚は50nmとし、バリア層フィルム1を得た。

[0181] 5. バリア層付き光変換部材の作製

バリアフィルム1を用い、アクリル系接着剤を用いて、入射側から出射側に向かって、バリアフィルム、接着剤、量子ドットシート、接着剤、バリア層付き異方性光散乱フィルムの順に貼り合せた。なおバリア層付き異方性光散乱フィルムは、バリア層面を量子ドットシート側へ向けて貼合した。得られた光変換部材を、実施例105の光変換部材とした。なお、実施例105の光変換部材については、後述の表1または表2に光取り出し効率のデータを省略したが、後述の比較例104よりも光取り出し効率が向上するものである。

上記構成とは別に、入射側から出射側に向かって、バリアフィルム、接着剤、量子ドットシート、接着剤、異方性光散乱シート、接着剤、バリアフィルムの順に貼り合せた。得られた光変換部材を、実施例106の光変換部材とした。なお、実施例106の光変換部材については、後述の表1または表2に光取り出し効率のデータを省略したが、後述の比較例104よりも光取り出し効率が向上するものである。

[0182] [比較例104]

〔等方性光散乱フィルムを用いた例〕

光変換部材の作製に当たって、異方性光散乱フィルム11の代わりに、等方性光散乱フィルムとして住友化学製「スミベックスRM400」を用いたこと以外は、上述の実施例1～3と同様の要領で、等方性光散乱フィルムと光変換層1とを積層し、光変換部材104を作製した。「スミベックスRM400」の配光分布は、図5に示すように、シートの法線方向を極大とする、単調な山形の分布であった。

得られた光変換部材 104 を比較例 104 の光変換部材とした。

[0183] [実施例 107]

異方性光散乱フィルム 17 の作製方法：液晶塗布による異方性光散乱層の作製

[0184] <異方性光散乱フィルム 17 の作製>

《パターン配向膜付透明支持体 A の作製》

下記パターン配向膜用組成物を調製後、孔径 0.2 μm のポリプロピレン製フィルタでろ過して、パターン配向膜用塗布液を作製した。この塗布液をトリアセチルセルロースフィルム（TAC-TD80UL、富士フィルム（株）製）の表面に、14 番バーで塗布を行い、100℃で1分間乾燥させた。次いで、ストライプマスクを、ストライプが搬送方向と平行になるように配向膜上に配置し、空気下にて365nmにおける照度50mW/cm²の空冷メタルハライドランプ（アイグラフィックス（株）製）を用いて紫外線を2秒間照射して、光酸発生剤を分解し酸性化合物を発生させることにより配向膜を形成した。このとき、透過部のストライプ幅1 μm 、遮蔽部のストライプ幅1 μm のストライプマスクを使用し露光を行った。マスク露光した後、フィルムの搬送方向に対して45度になる角度で1000rpmで1往復ラビング処理を行った。なお、パターン配向膜の膜厚は、0.5 μm であった。

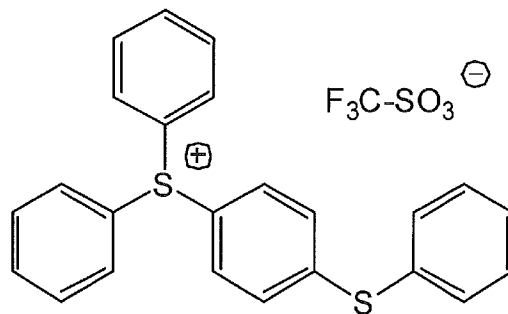
[0185] 《パターン配向膜用組成物》

ポリマー材料	2.4 質量部
(PVA103、クラレ（株）製ポリビニルアルコール)	
光酸発生剤（S-5）	0.11 質量部
メタノール	16.7 質量部
イソプロパノール	7.4 質量部
水	73.4 質量部

[0186]

[化6]

光酸発生剤 (S-5)



[0187] 《異方性光散乱フィルム17の作製》

下記の液晶化合物層用組成物を調製後、孔径0.2 μmのポリプロピレン製フィルタでろ過して、塗布液として用いた。パターン配向膜付トリアセチルセルロースフィルム (TAC-TD80UL、富士フィルム (株) 製) 上にこの塗布液を3番バーで塗布、膜面温度105℃で2分間乾燥して液晶相状態とした後、75℃まで冷却して、空気下にて160W/cm²の空冷メタルハライドランプ (アイグラフィックス (株) 製) を用いて紫外線を照射して、その配向状態を固定化して、異方性光散乱フィルム17の作製を行った。

[0188] _____

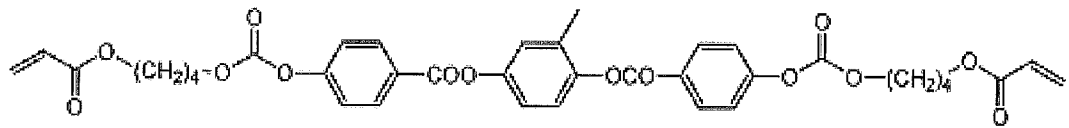
液晶化合物層用組成物

棒状液晶化合物 (LC242、BASF (株) 製)	100質量部
垂直配向剤A	0.5質量部
垂直配向剤B	1.0質量部
光重合開始剤 (イルガキュア907、BASF (株) 製)	3.3質量部
増感剤 (カヤキュアー-DETX、日本化薬 (株) 製)	1.1質量部
メチルエチルケトン	3000質量部

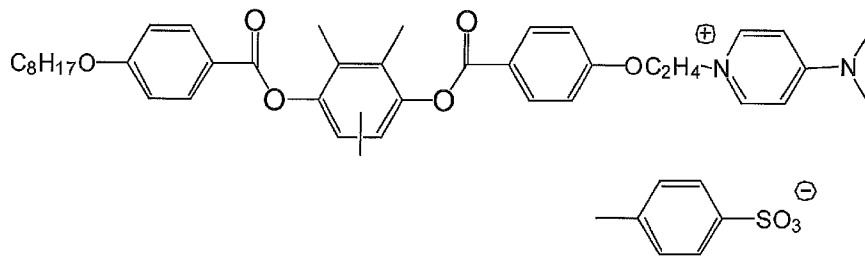
[0189]

[化7]

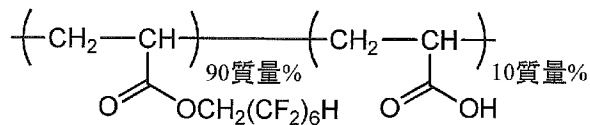
棒状液晶化合物 LC 242



垂直配向剤 A



垂直配向剤 B



[0190] 《形状の評価》

形成された異方性光散乱フィルム 17 の露光部及び未露光部の形状を *Vert Scan 2.0* (菱化システム (株) 製) により分析したところ、露光部の液晶化合物層は厚み $0.17 \mu\text{m}$ 、ピッチ $1.6 \mu\text{m}$ 、未露光部では、厚みがほぼ $0 \mu\text{m}$ であった。

[0191] 《光学性能の評価》

次に、*KOBRA-21ADH* (王子計測器 (株) 製) を用い、本願明細書 [0127] (*KOBRA* によるチルト角の測定) に記載の方法に従って、液晶化合物層における棒状液晶化合物の配向状態、遅相軸の方向、及び *Re*、*Rth* をそれぞれ測定した。*Re* (550) は 0 nm 、*Rth* (550) は 9 nm であり、棒状液晶化合物を、2 種の垂直配向剤の存在下、パターン配向膜上で配向させることによって、露光部で棒状液晶化合物が配向膜面に対して垂直配向 (ダイレクタの傾き 0°) したパターン液晶化合物層が得られたことが理解できる。

[0192] <光変換部材の作製>

得られた異方性光散乱フィルム 17 をアクリル系接着剤を用いて光変換層

1 に貼合することで、実施例 107 の光変換部材を得た。

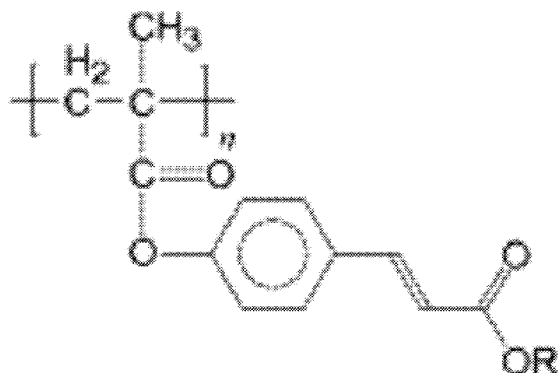
[0193] [実施例 108]

《パターン配向膜付透明支持体の作製》

下記に示す光架橋性ポリマーを使用した。市販のポリビニルシンナメート (Aldrich Chemical 製) を、メタノールで 2 回再沈殿させた。シンナモイルを側鎖に持つポリメタクリレートは、*n*-プロピル-2-(4-メタクリロキシフェニル)エチニルカルボキシレート (MOCinPr) のメタクリレートモノマーをラジカル重合することにより準備した。このモノマーのラジカル重合は次のような方法により 10 質量%溶液中で行った。

[0194] 光架橋性ポリマー

[化8]



Rは*n*-プロピル基 ($-C_3H_7$) である。

[0195] 乾燥ベンゼン 10 mL 中に以下を溶解し、アンプルに入れ凍結と解凍を繰り返し、ガス抜きをした。

モノマー 1.0 g

重合開始剤 (アゾビスイソブチロニトリル) 10 mg

[0196] ポリマーを分離する為、アンプルに蓋をし、10時間60℃に保った後、得られた溶液をメタノール中に注ぎ、メタノール中での再沈殿を起こした。これを繰り返すことにより、ポリマーを精製した。最後にポリマーを真空中で室温に6時間以上おき、乾燥した。ポリマーの熱特性は、示差走査熱量計 (DSC200 セイコー電子製) で測定したところ加熱速度 $\pm 10^\circ\text{C}/\text{分}$

であった。

[0197] 《パターン光配向膜の形成》

トリアセチルセルロースフィルム（TAC-TD80UL、富士フィルム（株）製）上にモノクロロベンゼンと塩化メチレンを1対1で混ぜた1.5質量%溶液をスピコートすることで、厚み約60nmの光架橋性ポリマーの薄膜を得た。1.6μmピッチで0.8μmの開口があるストライプ状のマスクを介して、波長313nmの非偏光光を透明支持体の法線方向に対して斜め+40°方向から照射した。その後、マスクをストライプの長手方向と垂直方向に0.8μmずらし、波長313nmの非偏光光を透明支持体の法線方向に対して斜め-40°方向から照射した。313nmの光は150W Hg-Xeランプ（San-ei Electric Mfg. Co., UV Supercure-230S）の出射光をNaOH中にK₂CrO₄を溶かした溶解フィルターとバンドパスフィルター（東芝製、UV-D35）に通すことで発生させた。

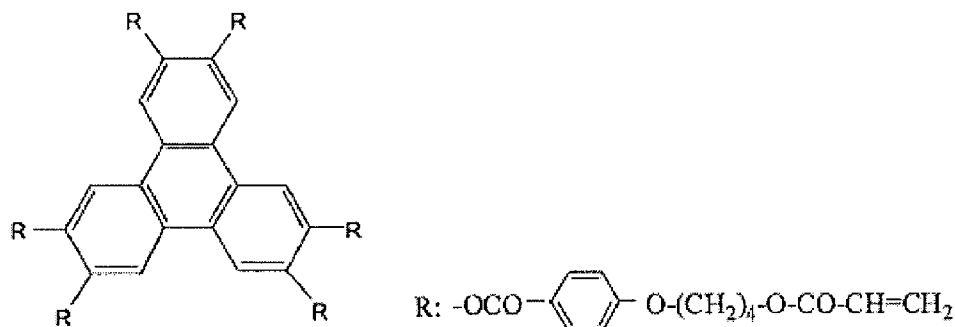
[0198] 《液晶化合物層の形成》

続いて、光開始剤0.5質量%を含む、4-メチル-2-ペンタノン溶液に溶かされた前述の重合可能な下記円盤状液晶化合物溶液20質量%を光照射された薄膜上にスピコートし、これを熱することで円盤状ネマティック相と変化させDL C分子を配向させた後、円盤状液晶（DL C）分子の光重合が起るようにUV光を照射した。

このようにして得られた液晶化合物層つき支持体を、異方性光散乱フィルム18とした。

[0199] 円盤状液晶化合物

[化9]



[0200] 《特性の評価》

異方性光散乱フィルム18をマイクローム（ライカ製）でフィルム面に対し垂直方向で切削し、断面を偏光顕微鏡で観察した。フィルム面法線に対し $\pm 40^\circ$ 傾いた方向が偏光顕微鏡のクロスニコル偏光板の軸と揃ったときに $0.8\mu\text{m}$ 幅の暗部が $1.6\mu\text{m}$ ピッチで現れ、その厚みは約 $2.65\mu\text{m}$ だった。このことから、フィルム面法線方向に対し $\pm 40^\circ$ 方向に配向した液晶化合物層が厚み $2.65\mu\text{m}$ で $1.6\mu\text{m}$ のピッチであることがわかった。

[0201] <異方性光散乱層と光変換層を有する光変換部材の作製>

得られた異方性光散乱フィルム18をアクリル系接着剤を用いて光変換層1に貼合することで、実施例108の光変換部材を得た。

[0202] [比較例201]

量子ドット波長変換要素として、シグマアルドリッチ社販売のNano c o T e c h n o l o g i e s 社製量子ドット「Lumidot（登録商標）」および、スチレン粒子（SX-350HMR、粒径 $3.5\mu\text{m}$ 、総研化学製）を用いて、青色発光ダイオードの光が入射したときに、中心波長 530nm 、半値幅 40nm の緑色の蛍光発光および中心波長 610nm 、半値幅 40nm の赤色の蛍光発光をする等方性光散乱量子ドットシートを形成した。

得られた等方性光散乱量子ドットシートを、比較例201の光変換部材とした。

[0203] [実施例 202]

[量子ドット入り異方性光散乱フィルムの作製]

光重合性組成物 1 に、赤光を発光する量子ドットおよび緑光を発光する量子ドット（シグマアルドリッチ社販売の Nanoco Technologies 社製量子ドット「Lumidot」）を加えた以外は異方性光散乱フィルム 11 と同様にして、異方性光散乱フィルム 22 を得た。

得られた量子ドットを含む異方性光散乱フィルム 202 を、実施例 202 の光変換部材とした。

[0204] [実施例 203]

実施例 202 において、UV 光の照射角度を 45 度に変更した以外は光散乱フィルム 3 の製造方法と同様にして、光散乱フィルム 23 を得た。

得られた量子ドットを含む異方性光散乱フィルム 23 を、実施例 203 の光変換部材とした。

[0205] [実施例 204 および 205]

実施例 202 において、膜厚を $300\ \mu\text{m}$ および $400\ \mu\text{m}$ に変更した以外は光散乱フィルム 3 の製造方法と同様にして、光散乱フィルム 24、25 を得た。

得られた量子ドットを含む異方性光散乱フィルム 24、25 を、それぞれ実施例 204、205 の光変換部材とした。

[0206] [実施例 206]

光重合性組成物 1 を塗布する基材を、バリアフィルム 1 に変更した以外は実施例 204 と同様にして、光散乱フィルム 26 を得た。得られた量子ドットを含む異方性光散乱フィルム 26 を、実施例 206 の光変換部材とした。

[0207] [評価]

$(I(0^\circ) / I(40^\circ))$

実施例 202～206 および比較例 201 の光変換部材の異方性光散乱について、 $I(0^\circ)$ および $I(40^\circ)$ をゴニオメーターにて測定し、その値の比 $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ を評価値とした。

得られた結果を下記表 1 または表 2 に記載した。

[0208] (光取り出し効率の増分)

各実施例および比較例の光変換部材について、光取り出し効率を以下の方法で測定した。

市販の青の面光源（発光スペクトルの中心波長：465nm）上に光変換部材を設置し、視野角測定機（EzContrast、ELDIM社製）で出射光を測定し、各方位角および各極角での輝度値の積分値を、光変換部材の輝度値とした。

得られた結果をもとに各実施例において、下記表 1 または表 2 に記載した各比較例に対しての輝度の増分を求め、これを光変換部材の光取り出し効率の増分とした。

得られた結果を下記表 1 または表 2 に記載した。

[0209]

[表1]

		実施例101	実施例102	実施例103	比較例104	実施例107	実施例108
光変換 部材	名称	異方性 光散乱フィルム 11	異方性 光散乱フィルム 12	異方性 光散乱フィルム 13	等方性 光散乱フィルム (スミペックス RM400)	異方性 光散乱フィルム 17	異方性 光散乱フィルム 18
	構成	アクリレート	アクリレート	アクリレート	アクリレート	棒状液晶	ディスコティック 液晶
	形態	図3	図3	図3	図2	図3	図3
	半値幅 [°]	50	50	70	120	90	90
	$I(0^\circ)/I(40^\circ)$	20	10	20	2	4	4
	膜厚 [μm]	200	100	200	200	200	200
	名称 量子 ドット	光変換層1 R,G	光変換層1 R,G	光変換層1 R,G	光変換層1 R,G	光変換層1 R,G	光変換層1 R,G
評価	光取り出し効率 の増分[%]	10% (対比較例104)	6% (対比較例104)	8% (対比較例104)	—	2% (対比較例104)	2% (対比較例104)

[0210] [表2]

光変換 部材	名称	比較例201	実施例202	実施例203	実施例204	実施例205	実施例206
		等方性 光散乱フィルム 21	異方性 光散乱フィルム 22	異方性 光散乱フィルム 23	異方性 光散乱フィルム 24	異方性 光散乱フィルム 25	異方性 光散乱フィルム 26
量子ドット を含む 光散乱層	構成	アクリレート	アクリレート	アクリレート	アクリレート	アクリレート	アクリレート
	形態	図4	図4	図4	図4	図4	図11
	半値幅 [°]	120	50	70	50	50	50
	$I(0^\circ)/I(40^\circ)$	2	20	20	30	40	30
	膜厚 [μm]	200	200	200	300	400	300
評価	量子 ドット	R,G	R,G	R,G	R,G	R,G	R,G
	光取り出し効率 の増分[%]	—	10% (対比較例201)	8% (対比較例201)	12% (対比較例201)	13% (対比較例201)	12% (対比較例201)

[0211] 上記表 1 または表 2 より、本発明の光変換部材は、光取り出し効率が高いことがわかった。

一方、 $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が本発明で規定する下限値を下回る比較例 104 および比較例 201 の光変換部材は、光取り出し効率が低かった。

[0212] [実施例 301～303、比較例 304、実施例 305～308]

実施例 101～103、比較例 104、実施例 105～108 において、光変換層 1 の代わりに、シグマアルドリッチ社販売の Nanoco Technologies 社製量子ドット「Lumidot（登録商標）」を用いて、青色発光ダイオードの光が入射したときに、中心波長 530 nm、半値幅 40 nm の緑色光を発する量子ドットシートおよび、中心波長 610 nm、半値幅 40 nm の赤色光の蛍光発光をする量子ドットシートをそれぞれ作製し、それらをアクリル系接着剤で積層した量子ドット積層フィルム（光変換層 2）を用い、各光変換部材をそれぞれ製造した。得られた光変換部材を、実施例 301～303、比較例 304、実施例 305～308 の光変換部材とした。

光変換層 2 を用いた各実施例 301～303 および実施例 305～308 の光変換部材も、比較例 304 に比べ光取り出し効率に優れ、実施例 101～103、比較例 104、実施例 105～108 と同様の傾向であった。

産業上の利用可能性

[0213] 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

- [0214] 1 : 光変換層
2 : 等方性光散乱層
3 : 異方性光散乱層
4 : 量子ドットを含む異方性光散乱層
5 : 赤色光を発光する量子ドット
6 : 緑色光を発光する量子ドット
7 : 赤色光を発光する量子ドットを含む層

- 8 : 緑色光を発光する量子ドットを含む層
- 10 : 光変換部材
- α : 半値幅
- θ : 傾斜角
- I : 相対光透過強度
- I_a : 光透過強度（絶対光透過強度）
- A : 光透過強度が最小となる方位
- B : 光透過強度が最小ではない方位
- 21 : $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が3であり、半値幅が 90° である異方性光散乱層における傾斜角 θ と相対光強度 I の関係
- 22 : $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が3であり、半値幅が 70° である異方性光散乱層における傾斜角 θ と相対光強度 I の関係
- 23 : $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が3であり、半値幅が 50° である異方性光散乱層における傾斜角 θ と相対光強度 I の関係
- 24 : $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が3であり、半値幅が 50° である異方性光散乱層における傾斜角 θ と相対光強度 I の関係
- 25 : $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が10であり、半値幅が 50° である異方性光散乱層における傾斜角 θ と相対光強度 I の関係
- 29 : 輝度測定用の光源
- 30 : 輝度計
- 31 : バックライトユニット
- 31A : 光源
- 31B : 導光板
- 31C : 光変換部材
- 32 : 青色光
- 33 : 緑色光
- 34 : 赤色光
- 35A、35B : バリアフィルム（バリア層）

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少なくとも1種類以上含む光変換層と、
 $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が3以上である異方性光散乱層とを有する、光変換部材；
ただし、 $I(0^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度を表し、
 $I(40^\circ)$ は異方性光散乱層の表面の法線方向に対して傾斜角 40° 方向から異方性光散乱層に対して光を入射した際の異方性光散乱層の透過光強度が最小値となる方位における異方性光散乱層の透過光強度を表す。
- [請求項2] 前記光変換層が、緑色光を発光する量子ドットと、赤色光を発光する量子ドットとを含む層である、請求項1に記載の光変換部材。
- [請求項3] 前記光変換層が、緑色光を発光する量子ドットを含む層と、赤色光を発光する量子ドットを含む層とを少なくとも含む積層体であり、
前記赤色光を発光する量子ドットを含む層、前記緑色光を発光する量子ドットを含む層、前記異方性光散乱層がこの順で積層された、請求項1に記載の光変換部材。
- [請求項4] 前記異方性光散乱層が、光硬化性化合物を含む組成物を前記異方性光散乱層の表面の法線方向から 0° を超え 60° 以下の方位からの光照射により硬化されてなる、請求項1～3のいずれか一項に記載の光変換部材。
- [請求項5] 前記異方性光散乱層が、重合性液晶化合物を含む組成物を光照射により硬化されてなる、請求項1～3のいずれか一項に記載の光変換部材。
- [請求項6] $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が3以上である異方性光散乱層を有し、
前記異方性光散乱層が、入射する励起光により励起され蛍光を発光

する量子ドットを少なくとも1種類以上含む、光変換部材；

ただし、 $I(0^\circ)$ は前記異方性光散乱層の表面の法線方向から前記異方性光散乱層に対して光を入射した際の前記異方性光散乱層の透過光強度を表し、

$I(40^\circ)$ は前記異方性光散乱層の表面の法線方向に対して傾斜角 40° 方向から前記異方性光散乱層に対して光を入射した際の前記異方性光散乱層の透過光強度が最小値となる方位における前記異方性光散乱層の透過光強度を表す。

[請求項7] 前記量子ドットとして、少なくとも緑色光を発光する量子ドットおよび赤色光を発光する量子ドットを含む、請求項6に記載の光変換部材。

[請求項8] 前記異方性光散乱層が、光硬化性化合物を含む組成物を異方性光散乱層の表面の法線方向から 0° を超え 60° 以下の方位からの光照射により硬化されてなる層である、請求項6または7に記載の光変換部材。

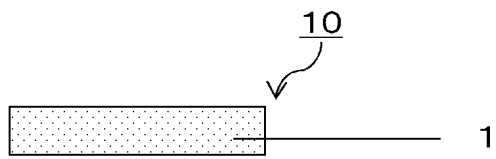
[請求項9] 前記異方性光散乱層の $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が5以上である、請求項1～8のいずれか一項に記載の光変換部材；
ただし、 $I(0^\circ)$ は前記異方性光散乱層の表面の法線方向から前記異方性光散乱層に対して光を入射した際の前記異方性光散乱層の透過光強度を表し、 $I(40^\circ)$ は前記異方性光散乱層の表面の法線方向に対して傾斜角 40° 方向から前記異方性光散乱層に対して光を入射した際の前記異方性光散乱層の透過光強度が最小値となる方位における前記異方性光散乱層の透過光強度を表す。

[請求項10] 前記異方性光散乱層の $I(0^\circ) / I(40^\circ)$ が20以上である、請求項1～9のいずれか一項に記載の光変換部材；
ただし、 $I(0^\circ)$ は前記異方性光散乱層の表面の法線方向から前記異方性光散乱層に対して光を入射した際の前記異方性光散乱層の透過光強度を表し、 $I(40^\circ)$ は前記異方性光散乱層の表面の法線方向

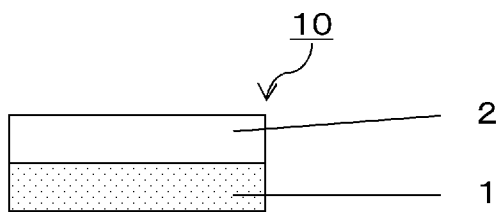
に対して傾斜角 40° 方向から前記異方性光散乱層に対して光を入射した際の前記異方性光散乱層の透過光強度が最小値となる方位における前記異方性光散乱層の透過光強度を表す。

- [請求項11] 請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の光変換部材と、光源とを含むバックライトユニット。
- [請求項12] 請求項 11 に記載のバックライトユニットを含む液晶表示装置。
- [請求項13] 硬化性化合物へ光照射する光硬化により前記異方性光散乱層を形成する工程を含む、請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の光変換部材の製造方法。
- [請求項14] 前記光硬化により前記異方性光散乱層を形成する工程が、光硬化性化合物を含む組成物に対して、前記異方性光散乱層の表面の法線方向から 0° を超え 60° 以下の方位から光照射する工程である、請求項 13 に記載の光変換部材の製造方法。
- [請求項15] 前記光硬化により前記異方性光散乱層を形成する工程が、重合性液晶化合物を含む組成物に対して光照射する工程である、請求項 13 に記載の光変換部材の製造方法。

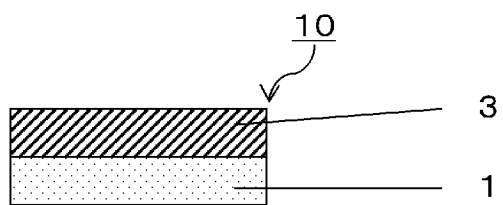
[図1]



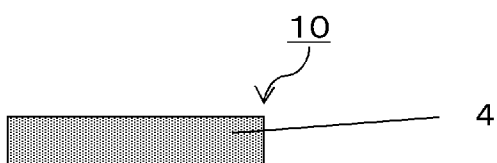
[図2]



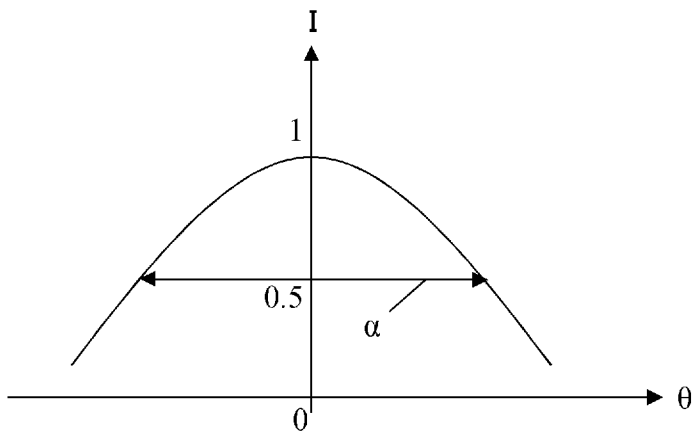
[図3]



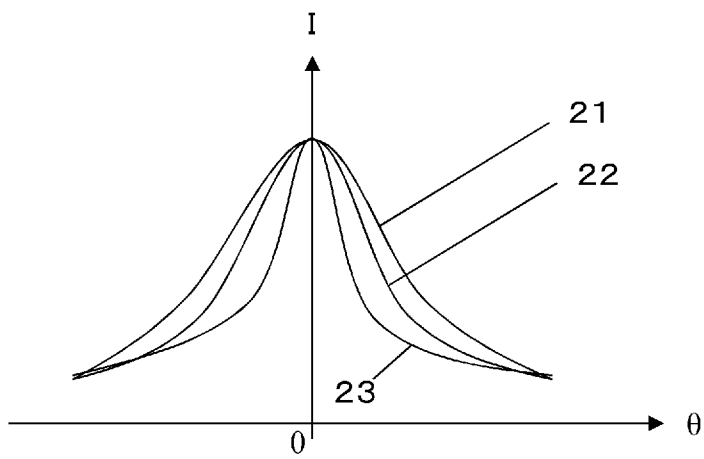
[図4]



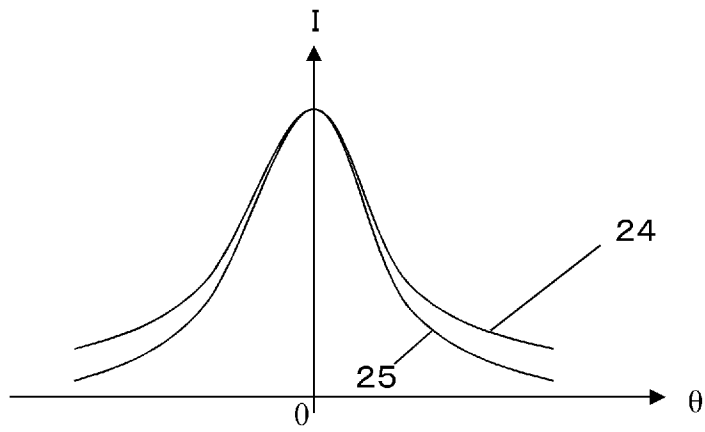
[図5]



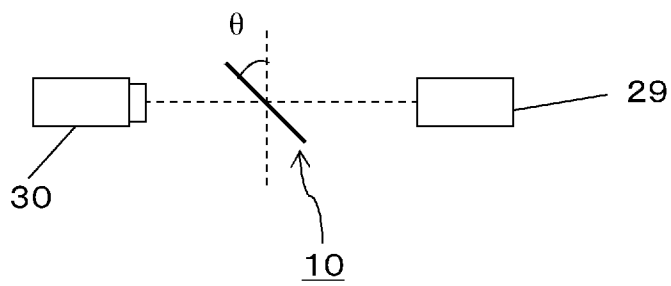
[図6]



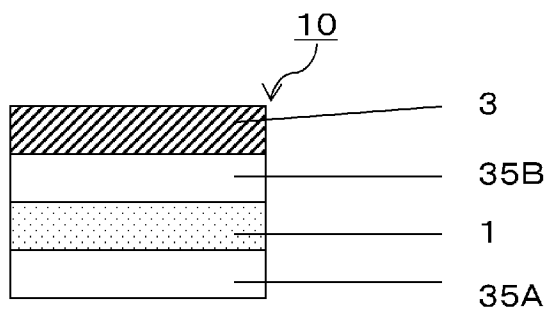
[図7]



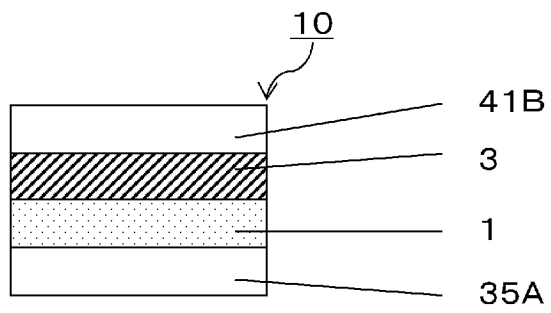
[図8]



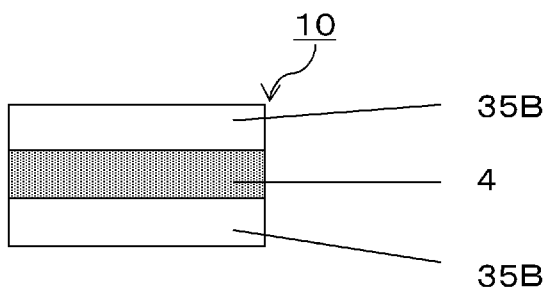
[図9]



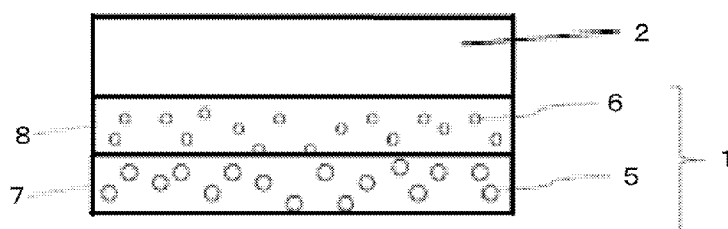
[図10]



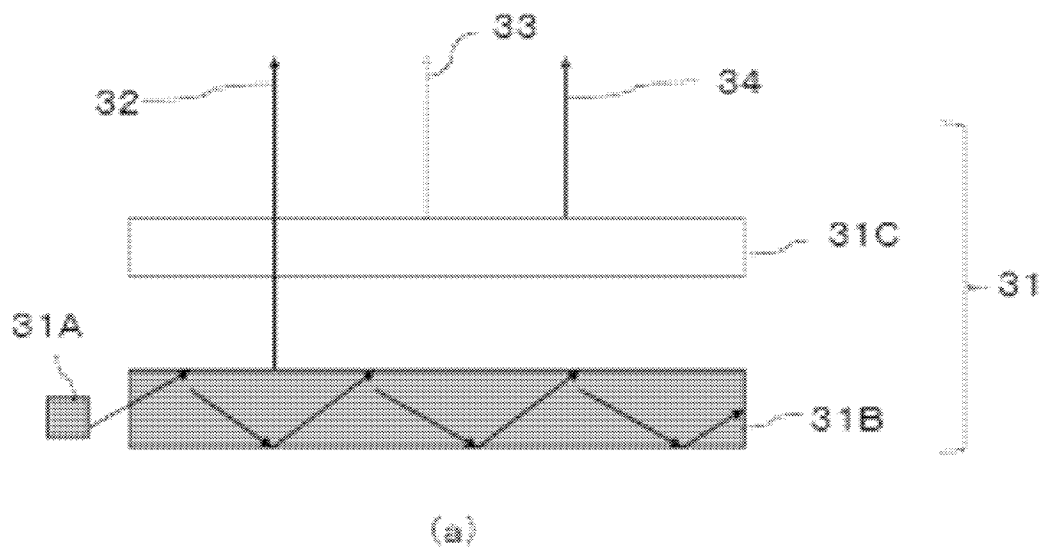
[図11]



[図12]



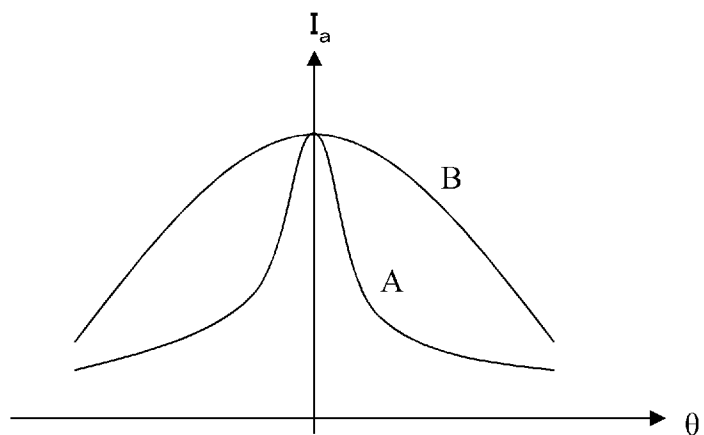
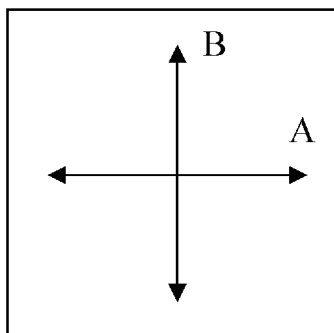
[図13]



[図14]

(a)

(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/059844

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F21S2/00(2006.01)i, F21V3/00(2015.01)i, F21V3/04(2006.01)i, F21V9/16(2006.01)i, G02B5/02(2006.01)i, G02F1/13357(2006.01)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)

F21S2/00, F21V3/00, F21V3/04, F21V9/16, G02B5/02, G02F1/13357

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y	WO 2013/046130 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.), 04 April 2013 (04.04.2013), page 5, line 5 to page 11, line 30; fig. 1 to 7 & JP 2014-535127 A & US 2014/0340865 A & CN 104011585 A	1-15
Y	JP 2010-44320 A (Daicel Chemical Industries, Ltd.), 25 February 2010 (25.02.2010), paragraphs [0106] to [0108]; fig. 4 & TW 201009397 A	1-15

☒ 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
20 April 2015 (20.04.15)

Date of mailing of the international search report
19 May 2015 (19.05.15)

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/JP2015/059844

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 2009-158462 A (Sony Corp.), 16 July 2009 (16.07.2009), paragraphs [0013] to [0022]; fig. 1 & US 2010/0315320 A1 & WO 2009/072429 A1 & EP 2216585 A1 & CN 101889167 A	2-5, 7, 9-15
Y	JP 2011-65804 A (Sharp Corp.), 31 March 2011 (31.03.2011), paragraph [0094] (Family: none)	2-5, 9-15
Y	JP 2008-239755 A (Sumitomo Chemical Co., Ltd.), 09 October 2008 (09.10.2008), paragraph [0024]; fig. 3 (Family: none)	4, 8-15
Y	JP 2008-102169 A (Fujifilm Corp.), 01 May 2008 (01.05.2008), paragraph [0008] (Family: none)	5, 9-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F21S2/00(2006.01)i, F21V3/00(2015.01)i, F21V3/04(2006.01)i, F21V9/16(2006.01)i, G02B5/02(2006.01)i, G02F1/13357(2006.01)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（I P C））

Int.Cl. F21S2/00, F21V3/00, F21V3/04, F21V9/16, G02B5/02, G02F1/13357

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
Y	WO 2013/046130 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 2013.04.04, 第5頁第5行－第11頁第30行, Fig.1-7 & JP 2014-535127 A & US 2014/0340865 A & CN 104011585 A	1-15
Y	JP 2010-44320 A (ダイセル化学工業株式会社) 2010.02.25, 段落【0106】－【0108】, 【図4】 & TW 201009397 A	1-15

☒ 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

2 0 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 5 . 2 0 1 5

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）

松田 長親

3 X

4 0 3 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3371

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 2009-158462 A (ソニー株式会社) 2009. 07. 16, 段落【0013】－【0022】, 【図1】 & US 2010/0315320 A1 & WO 2009/072429 A1 & EP 2216585 A1 & CN 101889167 A	2-5, 7, 9-15
Y	JP 2011-65804 A (シャープ株式会社) 2011. 03. 31, 段落【0094】 (ファミリーなし)	2-5, 9-15
Y	JP 2008-239755 A (住友化学株式会社) 2008. 10. 09, 段落【0024】, 【図3】 (ファミリーなし)	4, 8-15
Y	JP 2008-102169 A (富士フイルム株式会社) 2008. 05. 01, 段落【0008】 (ファミリーなし)	5, 9-15