

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-111292

(P2016-111292A)

(43) 公開日 平成28年6月20日 (2016.6.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H01L 33/50 (2010.01)</b>	H01L 33/00 410	2H191
<b>C09K 11/00 (2006.01)</b>	C09K 11/00 ZNMA	3K244
<b>C09K 11/08 (2006.01)</b>	C09K 11/08 G	4H001
<b>C09K 11/02 (2006.01)</b>	C09K 11/02 Z	5F142
<b>G02F 1/13357 (2006.01)</b>	G02F 1/13357	

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 34 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-249955 (P2014-249955)  
 (22) 出願日 平成26年12月10日 (2014.12.10)

(71) 出願人 306037311  
 富士フイルム株式会社  
 東京都港区西麻布2丁目26番30号  
 (74) 代理人 100073184  
 弁理士 柳田 征史  
 (74) 代理人 100090468  
 弁理士 佐久間 剛  
 (72) 発明者 山田 直良  
 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士フイルム株式会社内  
 (72) 発明者 伊藤 英明  
 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

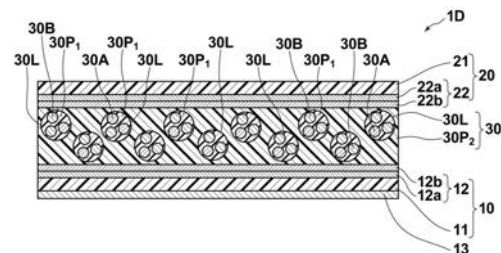
(54) 【発明の名称】 波長変換部材、バックライトユニット、液晶表示装置、および波長変換部材の製造方法

(57) 【要約】

【課題】薄型化しても十分な強度を有し、かつ高い発光効率を有する波長変換部材、バックライトユニット、液晶表示装置、および波長変換部材の製造方法を提供する。

【解決手段】波長変換層は、量子ドットおよび第1の重合性化合物を含む第1の重合性組成物を硬化させてなる球形の第1の硬化物が、第2の重合性化合物を含む第2の重合性組成物を硬化させてなる第2の硬化物中に分散してなるものである波長変換部材、波長変換部材を備えたバックライトユニット及び液晶表示装置並びに波長変換部材の製造方法。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

励起光により励起されて蛍光を発光する量子ドットを含む波長変換層を有する波長変換部材であって、

前記波長変換層は、前記量子ドットおよび第 1 の重合性化合物を含む第 1 の重合性組成物を硬化させてなる球形の第 1 の硬化物が、第 2 の重合性化合物を含む第 2 の重合性組成物を硬化させてなる第 2 の硬化物中に分散してなるものである波長変換部材。

## 【請求項 2】

前記第 1 の硬化物の真球度が、0.94 以上である請求項 1 記載の波長変換部材。

## 【請求項 3】

前記第 1 の硬化物の平均粒子径が、0.5 ~ 5 μm である請求項 1 または 2 記載の波長変換部材。

## 【請求項 4】

前記第 1 の硬化物が、前記第 1 の重合性組成物を光重合により硬化させてなる請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載の波長変換部材。

## 【請求項 5】

前記波長変換層において、前記第 1 の硬化物が占める割合が、10 体積% 以上 40 体積% 未満である請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載の波長変換部材。

## 【請求項 6】

前記第 1 の重合性組成物が、前記量子ドットの表面に吸着する基を有する化合物を含む請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項記載の波長変換部材。

## 【請求項 7】

前記量子ドットの表面に吸着する基が、アミノ基である請求項 6 記載の波長変換部材。

## 【請求項 8】

前記第 1 の重合性組成物が、分子中に少なくとも重合性基を有するポリシロキサンを含む前記第 1 の重合性化合物と、分子中に少なくともアミノ基を有するポリシロキサンの混合物を含んでなる請求項 7 記載の波長変換部材。

## 【請求項 9】

前記第 1 の重合性組成物が、分子中に少なくともアミノ基と重合性基とを有するポリシロキサンを含んでなる請求項 7 記載の波長変換部材。

## 【請求項 10】

前記第 2 の重合性化合物が、エポキシ、オキセタン、および(メタ)アクリレートからなる群から選択される少なくとも一種である請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項記載の波長変換部材。

## 【請求項 11】

前記波長変換層の少なくとも一方の面が、 $1.00 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm})$  以下の酸素透過度を有するバリアフィルムに接している請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項記載の波長変換部材。

## 【請求項 12】

前記波長変換層の両面が、 $1.00 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm})$  以下の酸素透過度を有するバリアフィルムに接している請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項記載の波長変換部材。

## 【請求項 13】

前記量子ドットが、  
600 nm ~ 680 nm の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドット、  
520 nm ~ 560 nm の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドット、および  
430 nm ~ 480 nm の波長帯域に発光中心波長を有する量子ドット、  
からなる群から選択される少なくとも一種である請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項記載の波長変換部材。

## 【請求項 14】

10

20

30

40

50

一次光を出射する光源と、  
 該光源上に備えられた請求項 1 ~ 13 いずれか 1 項記載の波長変換部材と、  
 該波長変換部材を挟んで前記光源と対向配置される再帰反射性部材と、  
 前記光源を挟んで前記波長変換部材と対向配置される反射板とを備えたバックライトユニットであって、

前記波長変換部材は、前記光源から出射された前記一次光の少なくとも一部を励起光として、蛍光を発光し、該蛍光からなる二次光を含む光を少なくとも出射するバックライトユニット。

【請求項 15】

請求項 14 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。

10

【請求項 16】

励起光により励起されて蛍光を発光する量子ドットを含む波長変換層を有する波長変換部材の製造方法であって、

前記量子ドットおよび第 1 の重合性化合物を含む第 1 の重合性組成物と第 2 の重合性化合物を含む第 2 の重合性組成物とを混合および攪拌し、前記第 1 の重合性組成物を前記第 2 の重合性組成物中に分散させてエマルジョンとした後、前記第 1 の重合性組成物および前記第 2 の重合性組成物を硬化させる工程を含んで前記波長変換層を形成する波長変換部材の製造方法。

【請求項 17】

前記第 1 の重合性組成物を光硬化させ、次に前記第 2 の重合性組成物を熱硬化させる請求項 16 記載の波長変換部材の製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、波長変換部材、バックライトユニット、液晶表示装置、および波長変換部材の製造方法に関する。

【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ユニットと液晶セルとから構成される。通常、更に、バックライト側偏光板、視認側偏光板等の部材が含まれる。

30

【0003】

フラットパネルディスプレイ市場では、LCDの性能改善として、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波長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、青色光の各輝線光を発光させて白色光を具現化することができる。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（Full High Definition）、NTSC（National Television System Committee））比72%から100%へと拡大している。

40

【0004】

一般に、量子ドットの耐久性を向上させるため、量子ドットをリガンド材料と混合し、量子ドットの周囲をリガンド材料でコーティングすることが行われる。例えば、特許文献2には、量子ドットをアミノポリスチレンまたはポリエチレンイミンと混合し、硬化した後、硬化物を粉砕してクラスターとし、クラスターをポリマー材料に分散する方法が開示

50

されている。また、量子ドットと混合するリガンド材料としてアミノシリコンを用いた、アミノシリコン - エポキシエマルジョンからなる蛍光体材料も開示されている。

【0005】

特許文献2には、波長変換部材に光散乱性を付与することによって、波長変換部材に入射する一次光の光路距離を増加させ、一次光の利用効率を高めることができ、さらには、波長変換部材を組み込んだバックライトユニットの効率を高められることが示されている。特許文献2に記載のクラスターは光散乱性を有するため、クラスターを有する波長変換部材は、一次光の利用効率を高めることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0006】

【特許文献1】米国特許出願公開2012/0113672号明細書

【特許文献2】特表2013-544018号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、量子ドットを含むクラスターが不定形であると、クラスターからの発光の取り出し効率が低下し、波長変換部材をバックライトユニットや液晶表示装置に組み込んだ際の輝度が低下する問題があった。特許文献2に記載の方法では、硬化物を破碎しているためクラスターは不定形であり、発光の取り出し効率が低下することがわかった。発光の取り出し効率を高めるためには、量子ドットを含むクラスターは球形に近い形状であることが望ましい。

20

【0008】

また、近年、LCD、およびバックライトユニットの薄型化が進行しており、波長変換部材も薄型化が求められている。波長変換部材は通常数百ミクロンの厚みを有しており、そのうち、100ミクロン以上の厚みを波長変換層が占めている。従って、波長変換部材を薄型化するためには、波長変換層の厚みを低減することが有効であり、そのためには、波長変換層における量子ドットの含有量を高める必要がある。

【0009】

本発明者らの検討により、波長変換層における量子ドットの含有量を高めるため、クラスター内の量子ドット濃度を増やすと、量子ドットの発光効率が低下し、波長変換部材を組み込んだバックライトユニットの輝度が低下することがわかった。波長変換層における量子ドットの含有量を高めるためには、クラスター内の量子ドット濃度を高くするのではなく、波長変換層における量子ドットを含むクラスターの密度を高めることが好ましい。

30

【0010】

本発明者らは鋭意検討の結果、量子ドットと、リガンド材料に相当するアミノシリコンとの混合物を、液状のままエポキシ等のモノマー材料と混合および攪拌等して、エマルジョン状態を形成することにより、球形のクラスターが得られることを見出した。しかし、その後モノマーを硬化してフィルム化した場合、クラスター部分であるアミノシリコンが液状のままであるためフィルムの強度が低下し、クラスターの密度を高めた場合に、波長変換層が破断しやすくなることがわかった。後述するように、波長変換層は両面がバリアフィルムに接していることが量子ドットの劣化を防止する観点から好ましいが、波長変換層が破断しやすくなると、バリアフィルムと波長変換層との密着力が低下し、バリアフィルムが剥がれやすくなってしまふ。

40

【0011】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、量子ドットを含むクラスター部分を有する波長変換部材において、薄型化しても十分な強度を有し、かつ高い発光効率を有する波長変換部材を提供することを目的とする。

本発明はまた、薄型化しても十分な強度を有し、かつ高い発光効率を有する波長変換部材を備えたバックライトユニット、液晶表示装置、および波長変換部材の製造方法を提供

50

することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明者らはさらなる検討を重ねた結果、アミノシリコンに重合性化合物を添加し、モノマー材料と混合および攪拌等してエマルジョン化した後に、クラスター部分およびモノマー部分の両方を硬化させることによって、球形のクラスターを有し、かつ強度の高い波長変換部材を得ることができることを見出し、本発明に至った。

【0013】

本発明の波長変換部材は、励起光により励起されて蛍光を発光する量子ドットを含む波長変換層を有する波長変換部材であって、波長変換層は、量子ドットおよび第1の重合性化合物を含む第1の重合性組成物を硬化させてなる球形の第1の硬化物が、第2の重合性化合物を含む第2の重合性組成物を硬化させてなる第2の硬化物中に分散してなるものである。

ここで、球形とは、真球状あるいは楕円球状を含み、真球状であることが好ましい。本発明および本明細書では、球形であることの指標として真球度を用いる。真球度は、無作為に選ばれた100個の粒子について、短径と長径を走査型電子顕微鏡で測定して得られた短径/長径の平均値を示す。上限値は1.00である。短径と長径は、波長変換部材の断面を走査型電子顕微鏡で観察し、走査型電子顕微鏡の画像を基に、画像処理解析ソフトWinRoof(三谷商事(株)製)を用いて算出した値を示す。

【0014】

第1の硬化物の真球度は、0.94以上であることが好ましい。

【0015】

第1の硬化物の平均粒子径は、0.5~5 $\mu$ mであることが好ましい。

ここで、平均粒子径は、波長変換部材の断面を走査型電子顕微鏡で観察し、球形の第1の硬化物100個の画像を基に、第1の硬化物100個の粒子径をそれぞれ画像処理解析ソフトWinRoof(三谷商事(株)製)を用いて算出し、それらの値から求められた平均値を示す。

【0016】

第1の硬化物は、第1の重合性組成物を光重合により硬化させてなるものであってもよい。

【0017】

波長変換層において、第1の硬化物が占める割合は、10体積%以上40体積%未満であることが好ましい。

【0018】

第1の重合性組成物は、量子ドットの表面に吸着する基を有する化合物を含むことが好ましい。

【0019】

量子ドットの表面に吸着する基は、アミノ基であることが好ましい。

【0020】

第1の重合性組成物は、分子中に少なくとも重合性基を有するポリシロキサンを含む第1の重合性化合物と、分子中に少なくともアミノ基を有するポリシロキサンの混合物を含んでなることが好ましい。

【0021】

第1の重合性組成物は、分子中に少なくともアミノ基と重合性基とを有するポリシロキサンを含んでなることが好ましい。

【0022】

第2の重合性化合物は、エポキシ、オキセタン、および(メタ)アクリレートからなる群から選択される少なくとも一種であることが好ましい。

【0023】

波長変換層の少なくとも一方の面は、 $1.00\text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm})$ 以下

10

20

30

40

50

の酸素透過度を有するバリアフィルムに接していることが好ましい。 $1.00 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm})$ 以下の酸素透過度とは、SI単位系では $1.14 \times 10^{-1} \text{ fm} / \text{Pa} \cdot \text{s}$ 以下を意味する。

【0024】

波長変換層の両面は、 $1.00 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm})$ 以下の酸素透過度を有するバリアフィルムに接していることが好ましい。

【0025】

量子ドットは、

600 nm ~ 680 nmの波長帯域に発光中心波長を有する量子ドット、  
520 nm ~ 560 nmの波長帯域に発光中心波長を有する量子ドット、および  
430 nm ~ 480 nmの波長帯域に発光中心波長を有する量子ドット、  
からなる群から選択される少なくとも一種であることが好ましい。

10

【0026】

本発明のバックライトユニットは、

一次光を出射する光源と、

光源上に備えられた波長変換部材と、

波長変換部材を挟んで光源と対向配置される再帰反射性部材と、

光源を挟んで波長変換部材と対向配置される反射板とを備えたバックライトユニットであって、

波長変換部材は、光源から出射された一次光の少なくとも一部を励起光として、蛍光を  
発光し、蛍光からなる二次光を含む光を少なくとも出射する。

20

【0027】

本発明の液晶表示装置は、本発明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。

【0028】

本発明の波長変換部材の製造方法は、励起光により励起されて蛍光を発光する量子ドットを含む波長変換層を有する波長変換部材の製造方法であって、

量子ドットおよび第1の重合性化合物を含む第1の重合性組成物と第2の重合性化合物を含む第2の重合性組成物とを混合および攪拌し、第1の重合性組成物を第2の重合性組成物中に分散させてエマルジョンとした後、第1の重合性組成物および第2の重合性組成物を硬化させる工程を含んで波長変換層を形成するものである。

30

ここで、エマルジョンとは、量子ドットおよび第1の重合性化合物を含む第1の重合性組成物が、第2の重合性組成物中に、球状で分散している状態を示す。

【0029】

第1の重合性組成物を光硬化させ、次に第2の重合性組成物を熱硬化させてもよい。

【発明の効果】

【0030】

本発明によれば、量子ドットを含む球形の第1の硬化物が、第2の硬化物中に分散していることにより、波長変換層を薄型化しても十分な強度を有し、かつ高い発光効率を有する波長変換部材を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の波長変換部材を備えたバックライトユニットの一実施形態を示す概略構成断面図である。

【図2】本発明の波長変換部材の一実施形態を示す概略構成断面図である。

【図3】本発明の波長変換部材の波長変換層の製造工程を示すフローチャートである。

【図4】本発明の波長変換部材を製造する製造装置の一例を示す概略構成図である。

【図5】図4に示す製造装置の部分拡大図である。

【図6】本発明の液晶表示装置の一実施形態を示す概略構成断面図である。

【発明を実施するための形態】

50

## 【0032】

以下の説明は、本発明の代表的な実施態様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。

また、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、520～560nm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。

また、本明細書において、(メタ)アクリレート化合物または(メタ)アクリレートとは、(メタ)アクリロイル基を1分子中に1つ以上含む化合物を示し、(メタ)アクリロイル基とは、アクリロイル基とメタクリロイル基の一方または両方を示す。また、(メタ)アクリレート化合物について単官能とは、1分子中に含まれる(メタ)アクリロイル基の数が1つであることをいい、多官能とは、1分子中に含まれる(メタ)アクリロイル基の数が2つ以上であることをいう。

また、本明細書において、エポキシ、オキセタンとは、エポキシ基、オキセタン基を分子中に少なくとも1つ有する化合物をいう。以下、エポキシおよびオキセタンをそれぞれ、エポキシ基を有する化合物あるいはエポキシ化合物、オキセタン基を有する化合物あるいはオキセタン化合物と記載する場合がある。

## 【0033】

<<波長変換部材>>

本発明の波長変換部材は、励起光により励起されて蛍光を発光する量子ドットを含む波長変換層を有する波長変換部材であって、波長変換層は、量子ドットおよび第1の重合性化合物を含む第1の重合性組成物を硬化させてなる球形の第1の硬化物が、第2の重合性化合物を含む第2の重合性組成物を硬化させてなる第2の硬化物中に分散してなるものである。

## 【0034】

以下、本発明の波長変換部材について、更に詳細に説明する。

## 【0035】

<波長変換部材の構成、配置例>

波長変換部材は、入射光の少なくとも一部の波長を変換して、入射光の波長と異なる波長の光を出射する機能を有していればよい。波長変換部材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。波長変換部材は、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使用することができる。

## 【0036】

図面を参照して、本発明の一実施形態である波長変換部材及びそれを備えたバックライトユニットについて説明する。図1は、本実施形態の波長変換部材を備えたバックライトユニットの概略構成断面図であり、図2は、本実施形態の波長変換部材の概略構成断面図である。本明細書の図面において、視認しやすくするために各部の縮尺を適宜変更して示す。

## 【0037】

図1に示されるように、バックライトユニット2は、一次光(青色光 $L_B$ )を出射する光源1Aと、光源1Aから出射された一次光を導光させて出射させる導光板1Bとからなる面状光源1Cと、面状光源1C上に備えられてなる波長変換部材1Dと、波長変換部材1Dを挟んで面状光源1Cと対向配置される再帰反射性部材2Bと、面状光源1Cを挟んで波長変換部材1Dと対向配置される反射板2Aとを備える。波長変換部材1Dは、面状光源1Cから出射された一次光 $L_B$ の少なくとも一部を励起光として蛍光を発光し、この蛍光からなる二次光( $L_G$ ,  $L_R$ )及び波長変換部材1Dを透過した一次光 $L_B$ を出射する。バックライトユニット2は、二次光( $L_G$ ,  $L_R$ )及び波長変換部材1Dを透過した一次光 $L_B$ により、白色光 $L_W$ を出射する。

10

20

30

40

50

## 【0038】

図2に示されるように、波長変換部材1Dは、励起光により励起されて蛍光を発光する量子ドットを含む波長変換層30と、波長変換層30の両面に備えられている支持体11、21とを有しており、支持体11と21のそれぞれの波長変換層30側の面には、有機層12a、22aと無機層12b、22bとを有するバリア層12、22が支持体11と21に接して形成されている。また、支持体11は、波長変換層30側の面と反対側の面に、凹凸構造を付与する凹凸付与層13を備えている。本実施形態において、凹凸付与層(マット層)13は、光拡散層としての機能も有している。支持体11とバリア層12とで、第1のバリアフィルム10を構成し、支持体21とバリア層22とで第2のバリアフィルム20を構成する。

10

## 【0039】

## &lt;波長変換層&gt;

波長変換層30は、有機マトリックス30P<sub>2</sub>中に、粒子30Lが分散してなる。粒子30Lは、青色光L<sub>B</sub>により励起されて蛍光(赤色光)L<sub>R</sub>を発光する量子ドット30Aと、青色光L<sub>B</sub>により励起されて蛍光(緑色光)L<sub>G</sub>を発光する量子ドット30Bと、これらの量子ドットの回りをコーティングするリガンド30P<sub>1</sub>と、を含有する。そして粒子30Lは、量子ドットおよび第1の重合性化合物を含む第1の重合性組成物を硬化させてなる球形の第1の硬化物である。リガンド30P<sub>1</sub>は第1の重合性化合物が硬化したものである。有機マトリックス30P<sub>2</sub>は、第2の重合性化合物を含む第2の重合性組成物を硬化させてなる第2の硬化物である。詳細は後述するが、このような波長変換層は、第1の重合性組成物と第2の重合性組成物とを混合および攪拌してエマルジョンとした後、硬化させることにより製造することができる。第1の重合性組成物、および第2の重合性組成物の詳細は後述する。

20

## 【0040】

なお、図2において量子ドット30A、30Bは、視認しやすくするために大きく記載してあるが、実際は、例えば、波長変換層30の厚み50~100μmに対し、量子ドットの直径は2~7nm程度である。波長変換層の形状は特に限定されるものではなく、シート状、パー状等の任意の形状であることができる。

なお、粒子30Lは、1つの粒子の中に青色光L<sub>B</sub>により励起されて蛍光(赤色光)L<sub>R</sub>を発光する量子ドット30Aと、青色光L<sub>B</sub>により励起されて蛍光(緑色光)L<sub>G</sub>を発光する量子ドット30Bのいずれか片方のみを含んでいても良く、両方を含んでいても良い。

30

## 【0041】

粒子30Lは、球形である。球形であることにより、量子ドットから発せられる蛍光(L<sub>R</sub>、L<sub>G</sub>)を効率良く取り出すことを可能とする。また、粒子30Lから発せられた光は、他の粒子30Lの表面で効率良く散乱するため、発光効率が向上する。また、粒子30Lは硬化物であるので、波長変換層を薄くしても十分な強度を得ることができる。

## 【0042】

粒子30Lの真球度は、0.8以上が好ましく、0.9以上がより好ましく、0.94以上がさらに好ましく、1.00が最も好ましい。

40

また、粒子30Lの平均粒子径は、0.3~7μmが好ましく、粒子表面での散乱を増加させて発光効率を向上させる観点から、0.5~5μmがより好ましく、1~5μmがさらに好ましい。

## 【0043】

波長変換層において、第1の重合性組成物の硬化物、すなわち、全粒子30Lが占める割合は、10体積%以上40体積%未満であることが好ましく、15体積%以上40体積%以下がより好ましい。

## 【0044】

## (量子ドット)

量子ドットは、励起光により励起され蛍光を発光する。波長変換層は、少なくとも一種

50



の量子ドットを含み、発光特性の異なる二種以上の量子ドットを含むこともできる。公知の量子ドットには、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)、520nm～560nm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)、400nm～500nmの波長帯域に発光中心波長を有する量子ドット(C)がある。量子ドット(A)は、励起光により励起され赤色光を発光し、量子ドット(B)は緑色光を、量子ドット(C)は青色光を発光する。例えば、量子ドット(A)と量子ドット(B)を含む波長変換層へ励起光として青色光を入射させると、量子ドット(A)により発光される赤色光、量子ドット(B)により発光される緑色光、および波長変換層を透過した青色光により、白色光を具現化することができる。または、量子ドット(A)、(B)、および(C)を含む波長変換層に励起光として紫外光を入射させることにより、量子ドット(A)により発光される赤色光、量子ドット(B)により発光される緑色光、および量子ドット(C)により発光される青色光により、白色光を具現化することができる。

10

**【0045】**

量子ドットについては、上記の記載に加えて、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、ならびに組成およびサイズにより調整することができる。

20

**【0046】**

本発明の波長変換部材における量子ドットは、第1の重合性組成物中に分散された状態で用いる。第1の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もよい。分散液の状態でも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、第1の重合性組成物および第2の重合性組成物の全量100質量部に対して、例えば0.01～10質量部添加することができる。

**【0047】**

(第1の重合性組成物)

第1の重合性組成物は、量子ドットおよび第1の重合性化合物を少なくとも含む。第1の重合性組成物は、第2の重合性組成物と相溶せず、粘度が第2の重合性組成物よりも低いことが好ましい。このような性質をもつ組成物は、第2の重合性組成物と混合、攪拌等した場合、エマルジョンを形成しやすくなるため、好ましい。第1の重合性組成物の粘度は、25において10～10,000mPa・sが好ましく、100～1,000mPa・sがより好ましい。

30

**【0048】**

また、第1の重合性組成物を疎水性の組成物とし、第2の重合性組成物を親水性の組成物とすることで、エマルジョンを形成しやすくすることもできる。疎水性あるいは親水性の指標としてはLogPがある。この値が高いと疎水性が高いことを意味する。LogP値が2.0以上であると、この化合物を多く含む(具体的には組成物全量100質量部に対して70質量部以上含む)第1の重合性組成物は、疎水性を示す。LogP値が2.0未満である化合物を多く含む第2の重合性組成物は、親水性を示す。エマルジョンを形成するためには、第1の重合性化合物と第2の重合性組成物のLogPが3.0以上離れていることが望ましい。

40

本発明および本明細書中、LogP値とは、1-オクタノール/水の分配係数の対数値をいうものとする。LogP値は、フラグメント法、原子アプローチ法等を用いて計算により算出することができる。

また、第1の重合性組成物として、疎水性の組成物とも親水性の組成物とも相溶しない化合物を使用することも好ましい。このような組成物としては、(変性)ジメチルポリシロキサン(シリコンオイル)を特に好ましい例として挙げるることができる。

**【0049】**

50

第1の重合性組成物は、量子ドットの表面に吸着する基を有する化合物を含むことが好ましい。このような化合物は量子ドットの表面に吸着してリガンドとして機能し、クラスター内における量子ドットの分散性が向上し、量子ドットの発光効率を向上させることができるため好ましい。

量子ドットの表面に吸着する基としては、アミノ基、カルボキシ基、メルカプト基、ホスフィン基、ホスフィンオキシド基が好ましく、アミノ基、ホスフィン基、ホスフィンオキシド基がより好ましく、アミノ基が特に好ましい。アミノ基には、 $-NH_2$ 、 $-NH-$ 、 $-NR^1-$ 、 $-NR^1R^2$ を含む。R<sup>1</sup>およびR<sup>2</sup>は、各々独立に、炭素数1~30のアルキル基、炭素数3~12のシクロアルキル基を表し、より好ましくは炭素数1~12のアルキル基、炭素数3~6のシクロアルキル基を表す。

10

#### 【0050】

第1の重合性組成物は、上記の性質を持つようにするため、分子中に少なくともアミノ基を有するポリシロキサンを含むことが好ましい。アミノ基は、ポリシロキサンの分子鎖末端および側鎖のいずれかまたは両方に少なくとも1つ有していればよい。中でも、分子中に少なくともアミノ基を有するジメチルポリシロキサンが特に好ましい。

#### 【0051】

また、重合性基を有する、量子ドットの表面に吸着する基を有する化合物は、以下に示す第1の重合性化合物として用いることができる。

#### 【0052】

( (第1の重合性組成物中の第1の重合性化合物) )

20

第1の重合性組成物中の第1の重合性化合物としては、分子中に重合性基を有する化合物であれば特に制限はないが、重合する前は、液状またはオイル状であり、かつ第1の重合性組成物に含まれるその他の化合物との相溶性が良いことが好ましい。

重合性基としては、エポキシ基、オキセタニル基、(メタ)アクリロイル基、(メタ)アクリルアミド基、ビニル基、アリル基、またはスチリル基を挙げることができる。中でもエポキシ基、(メタ)アクリロイル基が好ましい。重合性基は、分子鎖末端および側鎖のいずれかまたは両方に少なくとも1つ有していればよい。側鎖に有することにより架橋構造が可能であり、より強固な波長変換層を得ることができる。

#### 【0053】

このような化合物としては、例えば、エポキシ変性シリコーンオイル、脂環式エポキシ変性シリコーンオイル、アクリル変性シリコーンオイル、メタクリル変性シリコーンオイル等が好ましい。ここで脂環式エポキシ(脂肪族環状エポキシともいう。)とは、エポキシ環と飽和炭化水素環とが縮合した環状構造を有する1価の官能基をいうものとする。本発明では、オイル状の性質を有するためには、シロキサン結合が2000以下のシリコーンが好ましい。また、シリコーンオイルの重量平均分子量Mwは、1,000~100,000が好ましく、5,000~20,000がより好ましい。

30

#### 【0054】

重量平均分子量Mwは、ゲル浸透クロマトグラフィー(GPC)による測定値をポリスチレン換算して求めた重量平均分子量をいうものとする。GPCによる測定条件としては、例えば以下の条件を採用することができる。

40

GPC装置: HLC-8120(東ソー製)

カラム: TSK gel Multipore XL-M(東ソー製、7.8mmID(内径)×30.0cm)

溶離液: テトラヒドロフラン(THF)

#### 【0055】

第1の重合性組成物は、分子中に少なくとも重合性基を有するポリシロキサンと、分子中にアミノ基を有するポリシロキサンとの混合物を含んでなるものであっても良い。

また、分子中にアミノ基および重合性基の両方を有するポリシロキサンを含むことも好ましい。例えば、分子中にアミノ基とグリシジル基を有する変性シリコーンオイル、分子中にアミノ基と脂環式エポキシ基を有する変性シリコーンオイル、または分子中にアミノ

50

基と(メタ)アクリロイル基を有する変性シリコンオイル等を挙げることができる。

【0056】

(光重合開始剤)

第1の重合性組成物は、光重合開始剤を含むことも好ましい。第1の重合性組成物が光重合開始剤を含有することにより、第2の重合性組成物と混合、攪拌等し、エマルジョンとした後、紫外光等の光を当てることで素早くクラスター部分を硬化させることができる。このようにすると、クラスター同士が凝集、合一等する前にクラスターを硬化させることができるため、好ましい。また、クラスターの粒径分布のバラツキを小さくすることができる点においても、好ましい。

【0057】

光重合開始剤としては、BASF社から市販されているイルガキュア(Irgacure(登録商標))シリーズでは、例えば、イルガキュア290、イルガキュア651、イルガキュア754、イルガキュア184、イルガキュア2959、イルガキュア907、イルガキュア369、イルガキュア379、イルガキュア819などが挙げられる。また、ダロキュア(Darocure(登録商標))シリーズでは、例えば、ダロキュアTP0、ダロキュア1173などが挙げられる。また、ランベルティ(Lamberti)社から市販されているエザキュア(Esacure(登録商標))シリーズでは、例えば、エザキュアTZM、エザキュアTZT、エザキュアKTO46などが挙げられる。その他、公知のラジカル重合開始剤やカチオン重合開始剤を含んでいてもよい。例えば、特開2013-043382号公報段落0037、特開2011-159924号公報段落0040~0042を参照できる。

光重合開始剤含有量は、第1の重合性組成物100質量部に対し、0.1~10質量部が好ましく、より好ましくは0.2~8質量部、さらに好ましくは0.2~5質量部である。

【0058】

第1の重合性組成物は、溶媒を含有しても良い。溶媒の種類および添加量は、特に限定されない。例えば溶媒として、有機溶媒を一種または二種以上混合して用いることができる

【0059】

(第2の重合性組成物)

第2の重合性組成物は、第2の重合性化合物を少なくとも含む。第2の重合性組成物としては、第1の重合性組成物と相溶せず、粘度が第2の重合性組成物よりも高いことが好ましい。このような性質を有する組成物は、第1の重合性組成物を混合、攪拌等した場合、エマルジョンを形成しやすくなるため、好ましい。第2の重合性組成物の粘度は、25において、100~100,000mPa・sが好ましく、1,000~20,000mPa・sがより好ましい。

また、第2の重合性組成物は、硬化した後のポリマーの酸素透過率が低いことが好ましい。ポリマーの酸素透過率が低いと、ポリマー中に酸素が浸入し、量子ドットを劣化させてしまうことを防止できるため、好ましい。具体的には、厚み1mm当りの酸素透過度が $5.00\text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm})$ 以下であるポリマーとすることが好ましい。

【0060】

(第2の重合性組成物中の第2の重合性化合物)

第2の重合性化合物としては、分子中に重合性基を有する化合物であれば特に制限はない。第2の重合性化合物としては、エポキシ、オキセタン、および(メタ)アクリレートからなる群から選択される少なくとも一種であることが好ましく、中でも、エポキシ、オキセタニルがより好ましい。エポキシやオキセタニルを、(メタ)アクリレートと組み合わせ使用しても良く、この場合、基材との密着性が向上する傾向にある。

【0061】

- エポキシ -

エポキシ化合物としては、例えば、多塩基酸のポリグリシジルエステル類、多価アルコ

10

20

30

40

50

ールのポリグリシジルエーテル類、ポリオキシアルキレングリコールのポリグリシジルエーテル類、芳香族ポリオールのポリグリシジルエーテル類、芳香族ポリオールのポリグリシジルエーテル類の水素添加化合物類、ウレタンポリエポキシ化合物およびエポキシ化ポリブタジエン類等を挙げることができる。これらの化合物は、その一種を単独で使用することもできるし、また、その二種以上を混合して使用することもできる。

#### 【0062】

その他に好ましく使用することのできるエポキシ化合物としては、例えば、脂肪族環状エポキシ化合物、ビスフェノールAジグリシジルエーテル、ビスフェノールFジグリシジルエーテル、ビスフェノールSジグリシジルエーテル、臭素化ビスフェノールAジグリシジルエーテル、臭素化ビスフェノールFジグリシジルエーテル、臭素化ビスフェノールSジグリシジルエーテル、水添ビスフェノールAジグリシジルエーテル、水添ビスフェノールFジグリシジルエーテル、水添ビスフェノールSジグリシジルエーテル、1,4-ブタンジオールジグリシジルエーテル、1,6-ヘキサジオールジグリシジルエーテル、グリセリントリグリシジルエーテル、トリメチロールプロパントリグリシジルエーテル、ポリエチレングリコールジグリシジルエーテル、ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテル類；エチレングリコール、プロピレングリコール、グリセリンなどの脂肪族多価アルコールに1種または2種以上のアルキレンオキサイドを付加することにより得られるポリエーテルポリオールのポリグリシジルエーテル類；脂肪族長鎖二塩基酸のジグリシジレステル類；脂肪族高級アルコールのモノグリシジルエーテル類；フェノール、クレゾール、ブチルフェノールまたはこれらにアルキレンオキサイドを付加して得られるポリエーテルアルコールのモノグリシジルエーテル類；高級脂肪酸のグリシジレステル類などを例示することができる。

10

20

#### 【0063】

これらの成分の中、脂肪族環状エポキシ化合物、ビスフェノールAジグリシジルエーテル、ビスフェノールFジグリシジルエーテル、水添ビスフェノールAジグリシジルエーテル、水添ビスフェノールFジグリシジルエーテル、1,4-ブタンジオールジグリシジルエーテル、1,6-ヘキサジオールジグリシジルエーテル、グリセリントリグリシジルエーテル、トリメチロールプロパントリグリシジルエーテル、ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、ポリエチレングリコールジグリシジルエーテル、ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテルが好ましい。

30

#### 【0064】

エポキシ基やオキセタニル基を有する化合物として好適に使用できる市販品としては、828US（三菱化学（株）製）、UVR-6216（ユニオンカーバイド社製）、グリシドール、AOEX24、サイクロマーA200、セロキサイド2021P、セロキサイド8000（以上、ダイセル化学工業（株）製）、シグマアルドリッチ社製の4-ビニルシクロヘキセンジオキシド、エピコート828、エピコート812、エピコート1031、エピコート872、エピコートCT508（以上、三菱化学（株）製）、KRM-2400、KRM-2410、KRM-2408、KRM-2490、KRM-2720、KRM-2750（以上、（株）アデカ）などを挙げることができる。これらは、1種単独で、または2種以上組み合わせて用いることができる。

40

#### 【0065】

また、これらのエポキシ基やオキセタニル基を有する化合物はその製法は問わないが、例えば、丸善KK出版、第四版実験化学講座20有機合成II, 213～, 平成4年、Ed. by Alfred Hasfner, The chemistry of heterocyclic compounds - Small Ring Heterocycles part 3 Oxiranes, John & Wiley and Sons, An Interscience Publication, New York, 1985、吉村, 接着, 29巻12号, 32, 1985、吉村, 接着, 30巻5号, 42, 1986、吉村, 接着, 30巻7号, 42, 1986、特開平11-100378号公報、特許第2906245号公報、特許第2926262号公報などの文献を参考にして

50

合成できる。

【0066】

- (メタ)アクリレート -

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。また、硬化収縮を抑制する観点からは、単官能(メタ)アクリレートを含むことが特に好ましい。

【0067】

- - 単官能の(メタ)アクリレート - -

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。それらの具体例として以下に化合物を挙げるが、本発明はこれに限定されるものではない。

メチル(メタ)アクリレート、n-ブチル(メタ)アクリレート、イソブチル(メタ)アクリレート、2-エチルヘキシル(メタ)アクリレート、イソノニル(メタ)アクリレート、n-オクチル(メタ)アクリレート、ラウリル(メタ)アクリレート、ステアリル(メタ)アクリレート等のアルキル基の炭素数が1~30であるアルキル(メタ)アクリレート;ベンジル(メタ)アクリレート、フェノキシエチル(メタ)アクリレート等のアラルキル基の炭素数が7~20であるアラルキル(メタ)アクリレート;ブトキシエチル(メタ)アクリレート等のアルコキシアルキル基の炭素数が2~30であるアルコキシアルキル(メタ)アクリレート;N,N-ジメチルアミノエチル(メタ)アクリレート等の(モノアルキル又はジアルキル)アミノアルキル基の総炭素数が1~20であるアミノアルキル(メタ)アクリレート;ジエチレングリコールエチルエーテルの(メタ)アクリレート、トリエチレングリコールブチルエーテルの(メタ)アクリレート、テトラエチレングリコールモノメチルエーテルの(メタ)アクリレート、ヘキサエチレングリコールモノメチルエーテルの(メタ)アクリレート、オクタエチレングリコールのモノメチルエーテル(メタ)アクリレート、ノナエチレングリコールのモノメチルエーテル(メタ)アクリレート、ジプロピレングリコールのモノメチルエーテル(メタ)アクリレート、ヘプタプロピレングリコールのモノメチルエーテル(メタ)アクリレート、テトラエチレングリコールのモノエチルエーテル(メタ)アクリレート等のアルキレン鎖の炭素数が1~10で末端アルキルエーテルの炭素数が1~10のポリアルキレングリコールアルキルエーテルの(メタ)アクリレート;ヘキサエチレングリコールフェニルエーテルの(メタ)アクリレート等のアルキレン鎖の炭素数が1~30で末端アリールエーテルの炭素数が6~20のポリアルキレングリコールアリールエーテルの(メタ)アクリレート;シクロヘキシル(メタ)アクリレート、ジシクロペンタニル(メタ)アクリレート、イソボルニル(メタ)アクリレート、メチレンオキシド付加シクロデカトリエン(メタ)アクリレート等の脂環構造を有する総炭素数4~30の(メタ)アクリレート;ヘプタデカフロロデシル(メタ)アクリレート等の総炭素数4~30のフッ素化アルキル(メタ)アクリレート;2-ヒドロキシエチル(メタ)アクリレート、3-ヒドロキシプロピル(メタ)アクリレート、4-ヒドロキシブチル(メタ)アクリレート、トリエチレングリコールのモノ(メタ)アクリレート、テトラエチレングリコールモノ(メタ)アクリレート、ヘキサエチレングリコールモノ(メタ)アクリレート、オクタプロピレングリコールモノ(メタ)アクリレート、グリセロールのモノ又はジ(メタ)アクリレート等の水酸基を有する(メタ)アクリレート;グリシジル(メタ)アクリレート等のグリシジル基を有する(メタ)アクリレート;テトラエチレングリコールモノ(メタ)アクリレート、ヘキサエチレングリコールモノ(メタ)アクリレート、オクタプロピレングリコールモノ(メタ)アクリレート等のアルキレン鎖の炭素数が1~30のポリエチレングリコールモノ(メタ)アクリレート;(メタ)アクリルアミド、N,N-ジメチル(メタ)アクリルアミド、N-イソプロピル(メタ)アクリルアミド、2-ヒドロキシエチル(メタ)アクリルアミド、アクリロイルホルリン等の(メタ)アクリルアミドなどが挙げられる。

10

20

30

40

50

## 【0068】

単官能(メタ)アクリレートモノマーの使用量は、第1の重合性組成物および第2の重合性組成物の混合物の全量100質量部に対して、混合物の粘度を好ましい範囲に調整する観点からは、10質量部以上とすることが好ましく、10~90質量部とすることがより好ましい。

## 【0069】

- - 2官能(メタ)アクリレート - -

2官能(メタ)アクリレートは組成物を低粘度にするのに適している。本発明では、反応性に優れ、残存触媒などの問題の無い(メタ)アクリレート化合物が好ましい。

## 【0070】

特に、ネオペンチルグリコールジ(メタ)アクリレート、1,9-ノナンジオールジ(メタ)アクリレート、ジプロピレングリコールジ(メタ)アクリレート、トリプロピレングリコールジ(メタ)アクリレート、テトラエチレングリコールジ(メタ)アクリレート、ヒドロキシピバリン酸ネオペンチルグリコールジ(メタ)アクリレート、ポリエチレングリコールジ(メタ)アクリレート、ジシクロペンテニル(メタ)アクリレート、ジシクロペンテニルオキシエチル(メタ)アクリレート、ジシクロペンタニルジ(メタ)アクリレート等が本発明に好適に用いられる。

## 【0071】

2官能(メタ)アクリレートモノマーの使用量は、第1の重合性組成物および第2の重合性組成物の混合物の全量100質量部に対して、混合物の粘度を好ましい範囲に調整する観点からは、5質量部以上とすることが好ましく、硬化時の硬化収縮を抑制する観点からは、20質量部以下とすることが好ましい。

## 【0072】

- - 3官能以上の(メタ)アクリレート - -

3官能以上の(メタ)アクリレートは機械的強度付与の点で優れる。本発明では、反応性に優れ、残存触媒などの問題の無い(メタ)アクリレート化合物が好ましい。

具体的には、ECH変性グリセロールトリ(メタ)アクリレート、EO変性グリセロールトリ(メタ)アクリレート、PO変性グリセロールトリ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、EO変性リン酸トリ(メタ)アクリレート、トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、カプロラクトン変性トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、EO変性トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、PO変性トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、トリス(アクリロキシエチル)イソシアヌレート、ジペンタエリスリトールヘキサ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールペンタ(メタ)アクリレート、カプロラクトン変性ジペンタエリスリトールヘキサ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールヒドロキシペンタ(メタ)アクリレート、アルキル変性ジペンタエリスリトールペンタ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールポリ(メタ)アクリレート、アルキル変性ジペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリレート、ジトリメチロールプロパンテトラ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールエトキシテトラ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート等が好適である。

## 【0073】

これらの中で特に、EO変性グリセロールトリ(メタ)アクリレート、PO変性グリセロールトリ(メタ)アクリレート、トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、EO変性トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、PO変性トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールペンタ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールエトキシテトラ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレートが本発明に好適に用いられる。

## 【0074】

多官能(メタ)アクリレートモノマーの使用量は、第1の重合性組成物および第2の重

10

20

30

40

50

合性組成物の全量 100 質量部に対して、硬化後の量子ドット含有層の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、硬化時の硬化収縮を抑制する観点からは、20 質量部以下とすることが好ましい。

【0075】

上記第1の重合性化合物および第2の重合性化合物のうち、好ましい組み合わせとしては、アミノ変性シリコン、エポキシ変性シリコン、アクリル変性シリコンと、エポキシ化合物、脂環式エポキシ化合物との組み合わせが好ましい。

第1の重合性組成物の含有量は、第1の重合性組成物と第2の重合性組成物との合計100質量部に対し、10～50質量部が好ましく、15～45質量部がより好ましく、20～40質量部がさらに好ましい。

【0076】

( ( 添加剤 ) )

第2の重合性組成物には、必要に応じて、光重合開始剤あるいは硬化剤、粘度調製剤、溶媒、カップリング剤などを添加してもよい。第2の重合性組成物またはエマルジョンに添加する光重合開始剤としては、第1の重合性組成物に挙げたものを用いることができる。光重合開始剤の添加量は、第2の重合性組成物100質量部に対し、0.1～10質量部が好ましく、より好ましくは0.2～8質量部、さらに好ましくは0.2～5質量部である。

【0077】

上記添加剤は、あらかじめ第2の重合性組成物中に添加しておき、その後第1の重合性組成物と混合してエマルジョン化してもよく、また、第1の重合性組成物と第2の重合性組成物を混合してエマルジョン化した後に、上記添加剤を添加して用いてもよい。

第2の重合性化合物がエポキシまたはオキセタンを含む場合は、添加剤としてエポキシ硬化剤を用いることが好ましい。この場合、エポキシ硬化剤の添加量は、エマルジョンとエポキシ硬化剤との混合物の全量100質量部に対し、0.1～50質量部が好ましく、より好ましくは0.2～40質量部、さらに好ましくは0.2～30質量部である。

また、第2の重合性化合物が(メタ)アクリレートを含む場合は、添加剤としてラジカル重合開始剤を用いることが好ましい。この場合、ラジカル重合開始剤の添加量は、エマルジョンとラジカル重合開始剤との混合物の全量100質量部に対し、0.01～10質量部が好ましく、より好ましくは0.5～8質量部、さらに好ましくは1.0～5質量部である。

【0078】

- エポキシ硬化剤 -

第2の重合性化合物がエポキシまたはオキセタンを含む場合は、第2の重合性化合物の硬化剤として、エポキシ硬化剤を用いることが好ましい。エポキシ硬化剤としては、例えば、有機酸ジヒドラジド化合物、イミダゾールおよびその誘導体、ジシアンジアミド類、芳香族アミン、多価カルボン酸、多価カルボン酸無水物が挙げられる。さらに具体的には、アジピン酸ジヒドラジド、1,3-ビス(ヒドラジノカルボエチル)-5-イソプロピルヒダントイン等の有機酸ジヒドラジド化合物；2,4-ジアミノ-6-[2'-エチルイミダゾリル-(1')] -エチルトリアジン、2-フェニルイミダゾール、2-フェニル-4-メチルイミダゾール、2-フェニル-4-メチル-5-ヒドロキシメチルイミダゾール等のイミダゾール誘導体；ジシアンジアミド等のジシアンジアミド類；トリメリット酸等の多価カルボン酸；無水フタル酸、無水トリメリット酸、1,2,4-シクロヘキサントリカルボン酸-1,2-無水物等の多価カルボン酸無水物などが挙げられる。これらの中でも、透明性が良好なトリメリット酸、1,2,4-シクロヘキサントリカルボン酸-1,2-無水物が好ましい。市販のものでは、ST13(三菱化学(株)製)、4,7,10-トリオキサ-1,13-トリデカンジアミン(シグマアルドリッチ社製)等を挙げることができる。

エポキシ硬化剤は1種のみを用いてもよく、2種以上を混合して用いてもよい。

【0079】

10

20

30

40

50

- 粘度調整剤 -

第2の重合性組成物に粘度調整剤を添加することによって、それらを所望の粘度に調整することが可能である。粘度調整剤は、粒径が5 nm ~ 300 nmであるフィラーであることが好ましい。また、粘度調整剤はチキソトロピー剤であってもよい。なお、本発明および本明細書中、チキソトロピー性とは、液状組成物において、せん断速度の増加に対して粘性を減じる性質を指し、チキソトロピー剤とは、それを液状組成物に含ませることによって、組成物にチキソトロピー性を付与する機能を有する素材のことを指す。チキソトロピー剤の具体例としては、ヒュームドシリカ、アルミナ、窒化珪素、二酸化チタン、炭酸カルシウム、酸化亜鉛、タルク、雲母、長石、カオリナイト（カオリンクレー）、パイロフィライト（ろう石クレー）、セリサイト（絹雲母）、ベントナイト、スメクタイト・

10

【0080】

- 溶媒 -

第2の重合性組成物は、溶媒を含有しても良い。溶媒の種類および添加量は、特に限定されない。例えば溶媒として、有機溶媒を一種または二種以上混合して用いることができる。

【0081】

- カップリング剤 -

第2の重合性組成は、波長変換層と隣接する層との密着性を向上するために、波長変換層もしくは隣接する層に、または両層に、両層間の密着性を向上するために有機金属カップリング剤を含んでもよい。有機金属カップリング剤としては、例えば、シランカップリング剤、チタンカップリング剤、ジルコニウムカップリング剤、アルミニウムカップリング剤、スズカップリング剤等の各種カップリング剤を使用できる。これら有機金属カップリング剤は、波長変換層に隣接する層が、金属、金属酸化物、金属窒化物等の無機材料の層である場合や樹脂中にこれら無機材料を含む層である場合に密着改良効果が大きく、特に好ましい。

20

【0082】

シランカップリング剤としては、例えば、ビニルトリクロロシラン、ビニルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、2 - (3, 4 - エポキシシクロヘキシル) エチルトリメトキシシラン、3 - グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、2 - (3, 4 - エポキシシクロヘキシル) エチルトリメトキシシラン、3 - グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、3 - グリシドキシプロピルメチルジエトキシシラン、3 - グリシドキシプロピルトリエトキシシラン、p - スチリルトリメトキシシラン、3 - メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン、3 - メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3 - メタクリロキシプロピルメチルジエトキシシラン、3 - メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン、3 - アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、N - 2 - (アミノエチル) - 3 - アミノプロピルメチルジメトキシシラン、N - 2 - (アミノエチル) - 3 - アミノプロピルトリメトキシシラン、N - 2 - (アミノエチル) - 3 - アミノプロピルトリエトキシシラン、3 - アミノプロピルトリメトキシシラン、3 - アミノプロピルトリエトキシシラン、3 - トリエトキシシリル - N - (1, 3 - ジメチル - ブチリデン) プロピルアミンとその部分加水分解物、3 - トリメトキシシリル - N - (1, 3 - ジメチル - ブチリデン) プロピルアミンとその部分加水分解物、N - フェニル - 3 - アミノプロピルトリメトキシシラン、3 - メルカプトプロピルメチルジメトキシシラン、3 - メルカプトプロピルトリメトキシシラン、3 - イソシアネートプロピルトリエトキシシランなどが挙げられる。なかでも、ビニル、エポキシ、(メタ)アクリロイルオキシ、アミノ、イソシアネート変性のシランカップリング剤が好ましく、特に好ましくは、(メタ)アクリロイルオキシ変性のシランカップリング剤である。これらは、1種単独で、または2種以上組み合わせて用いることができる。

30

40

50



## 【 0 0 8 3 】

好適に使用できるシランカップリング剤の市販品としては、信越化学工業（株）製のものを挙げることができる。例えば、信越化学工業（株）製 K B M - 5 0 2、K B M - 5 0 3、K B M - 5 1 0 3、K B E - 5 0 2、K B E - 5 0 3、K B M - 9 0 3、K B M - 9 1 0 3 等が挙げられる。

## 【 0 0 8 4 】

また、シランカップリング剤としては、特開 2 0 1 3 - 4 3 3 8 2 号公報に記載の一般式（ 1 ）で表されるシランカップリング剤を挙げることができる。詳細については、特開 2 0 1 3 - 4 3 3 8 2 号公報段落 0 0 1 1 ~ 0 0 1 6 の記載を参照できる。

## 【 0 0 8 5 】

チタンカップリング剤としては、例えば、イソプロピルトリイソステアロイルチタネート、イソプロピルトリドデシルベンゼンスルホニルチタネート、イソプロピルトリス（ジオクチルパイロホスフェート）チタネート、テトライソプロピルビス（ジオクチルホスファイト）チタネート、テトラオクチルビス（ジトリデシルホスファイト）チタネート、テトラ（ 2 , 2 - ジアリルオキシメチル）ビス（ジトリデシル）ホスファイトチタネート、ビス（ジオクチルパイロホスフェート）オキシアセテートチタネート、ビス（ジオクチルパイロホスフェート）エチレンチタネート、イソプロピルトリオクタノイルチタネート、イソプロピルジメタクリルイソステアロイルチタネート、イソプロピルイソステアロイルジアクリルチタネート、イソプロピルトリ（ジオクチルホスフェート）チタネート、イソプロピルトリクミルフェニルチタネート、イソプロピルトリ（ N - アミノエチル・アミノエチル）チタネート、ジクミルフェニルオキシアセテートチタネート、ジイソステアロイルエチレンチタネート等が挙げられる。

## 【 0 0 8 6 】

ジルコニウムカップリング剤としては、例えば、テトラ - n - プロポキシジルコニウム、テトラ - ブトキシジルコニウム、ジルコニウムテトラアセチルアセトネート、ジルコニウムジブトキシビス（アセチルアセトネート）、ジルコニウムトリブトキシエチルアセトアセテート、ジルコニウムブトキシアセチルアセトネートビス（エチルアセトアセテート）等が挙げられる。

## 【 0 0 8 7 】

アルミニウムカップリング剤としては、例えば、アルミニウムイソプロピレート、モノ sec - ブトキシアルミニウムジイソプロピレート、アルミニウム sec - ブチレート、アルミニウムエチレート、エチルアセトアセテートアルミニウムジイソプロピレート、アルミニウムトリ（エチルアセトアセテート）、アルキルアセトアセテートアルミニウムジイソプロピレート、アルミニウムモノアセチルアセトネートビス（エチルアセトアセテート）、アルミニウムトリ（アセチルアセトアセテート）等を挙げることができる。

## 【 0 0 8 8 】

以上記載したチタンカップリング剤、ジルコニウムカップリング剤、アルミニウムカップリング剤としては、市販品または公知の方法で合成したものを何ら制限なく用いることができる。スズカップリング剤も同様である。

## 【 0 0 8 9 】

有機金属カップリング剤を含む第 2 の重合性組成を用いることにより、有機金属カップリング剤を含む波長変換層を形成することができる。波長変換層と隣接する層との密着性をより一層向上する観点からは、エマルジョン中に、エマルジョンの総質量から量子ドットおよび溶媒の質量を除いた質量 1 0 0 質量部に対し 1 ~ 3 0 質量部の範囲で含まれることが好ましく、 3 ~ 3 0 質量部の範囲で含まれることがより好ましく、 5 ~ 2 5 質量部の範囲で含まれることが更に好ましい。

## 【 0 0 9 0 】

波長変換層に隣接する層の表面を有機金属カップリング剤により表面処理した後に、波長変換層と隣接する層との表面を貼り合わせることにより、波長変換層と隣接する層とを積層することもできる。表面処理は、例えば、有機金属カップリング剤および溶媒を含む有

10

20

30

40

50

機金属カップリング剤含有組成物を処理対象の表面に塗布することにより行うことができる。溶媒としては、有機金属カップリング剤が水の存在下で加水分解することができる官能基（加水分解性基）を有する場合には、水または水と有機溶媒との混合溶媒が好ましい。水と併用する有機溶媒としては、例えばアルコールが挙げられるが、特に限定されるものではない。また有機金属カップリング剤含有組成物は、加水分解を促進するために酸を含んでいてもよい。酸としては、一例として酢酸を挙げることができるが、これに限定されるものではない。有機金属カップリング剤含有組成物中の有機金属カップリング剤量、溶媒量、酸等の任意に添加される成分の含有量は、適宜調整すればよい。有機金属カップリング剤含有組成物の塗布方法も特に限定されるものではないが、ロールツーロール（Roll-to-Roll）で表面処理することが、生産性の観点から好ましい。具体的には、公知の塗布機を用いてロールツーロールで、処理対象の層を少なくとも含むフィルム上に有機金属カップリング剤含有組成物の塗布および乾燥を実施することができる。このような表面処理が施される層としては、無機層が好ましい。上記表面処理を施すことにより、無機層と波長変換層との密着性を一層高めることができる。

10

#### 【0091】

支持体11、21、バリア層12、22、バリアフィルム10、20については、以下に示す波長変換部材の製造方法にて詳細を説明する。

#### 【0092】

<<波長変換部材の製造方法>>

次に、本発明の波長変換部材の製造方法について説明する。初めに、波長変換層の製造について図3を参照して説明する。図3は、波長変換層の製造工程を示すフローチャートである。

20

本発明の波長変換部材の波長変換層は、量子ドットおよび第1の重合性化合物を含む第1の重合性組成物と第2の重合性化合物を含む第2の重合性組成物とを混合し、第1の重合性組成物を第2の重合性組成物中に分散させてエマルジョンとした後、第1の重合性組成物および第2の重合性組成物を硬化させる工程を含んで形成する。

波長変換層は、図3に示す製造工程によって製造する。図3に示すように、第1の重合性組成物を先に述べた化合物を用いて調製する（S01）。次に、第2の重合性組成物を先に述べた化合物を用いて調製する（S02）。次に、第1の重合性組成物と第2の重合性組成物とを混合、攪拌してエマルジョン（混合物）を作製する（S03）。次に、エマルジョンを支持体などに公知の塗布法によって塗布する（S04）。次に、塗布されたエマルジョンを硬化させる（S05）。

30

#### 【0093】

エマルジョンは、上記第1の重合性組成物と第2の重合性組成物とを公知の攪拌機を用いて、混合および攪拌することにより作製することができる。攪拌機としては、例えば、倉敷紡績（株）製遊星式攪拌機（マゼルスターKK-250S）を用いることができる。

攪拌温度、攪拌時間、攪拌速度は、組成物の材料・粘度、目的とする粒子径により適宜調整する。攪拌温度は0～150の範囲が好ましく、60～120がより好ましい。攪拌時間は、1分以上であることが好ましい。また、攪拌速度は、攪拌機の羽根の回転数が5rpm以上であることが好ましい。

40

#### 【0094】

第1の重合性組成物および第2の重合性組成物を硬化させる工程（S05）では、第1の重合性組成物および第2の重合性組成物を同時に硬化させても良いし、第1の重合性組成物および第2の重合性組成物のいずれかを先に硬化させても良い。波長変換層の膜質を緻密にして強度を高める観点から、第1の重合性組成物を先に硬化させることが好ましい。特に、上記エマルジョンを構成する材料を考慮すると、第1の重合性組成物を光硬化させ、次に第2の重合性組成物を熱硬化させることが望ましい。

#### 【0095】

エマルジョンの粒子同士が凝集、合一等する前に第1の重合性組成物を硬化させるためには、エマルジョン作製後、120分以内に少なくとも第1の重合性組成物を硬化させる

50

ことが好ましく、60分以内がより好ましい。

第1の重合性組成物を光硬化させる場合のエネルギー照射量は、 $10\text{ mJ/cm}^2 \sim 10000\text{ mJ/cm}^2$ が好ましく、 $100\text{ mJ/cm}^2 \sim 4000\text{ mJ/cm}^2$ がより好ましい。

また、第2の重合性組成物を熱硬化させる場合は、40 ~ 150 が好ましく、60 ~ 120 がより好ましい。

#### 【0096】

エマルジョン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。

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。また、エマルジョンが溶媒を含む場合には、硬化を行う前に、溶媒除去のために乾燥処理を施してもよい。

エマルジョンの硬化は、エマルジョンを2枚の支持体間に挟持した状態で行っても良い。

#### 【0097】

ここで、上記塗布工程(S04)および硬化工程(S05)を含む波長変換部材の製造工程の一態様を、図4および図5を参照して以下に説明する。ただし、本発明は、下記態様に限定されるものではない。本実施形態では、第1の重合性組成物は光重合する第1の重合性化合物を含み、第2の重合性組成物は熱硬化する重合性化合物を含む。本実施形態では、照射装置による第1の重合性組成物の光硬化と、加熱装置による第2の重合性組成物の熱硬化とを同時に行うことによりエマルジョンを硬化させる態様について説明する。

#### 【0098】

図4は、波長変換部材1Dの製造装置の一例の概略構成図であり、図5は、図4に示す製造装置の部分拡大図である。図4、5に示す製造装置を用いる波長変換部材の製造工程は、連続搬送される第1のバリアフィルム10(以下、「第1のフィルム10」という。)の表面に量子ドット含有重合性組成物を塗布し塗膜を形成する工程と、塗膜の上に、連続搬送される第2のバリアフィルム20(以下、「第2のフィルム20」という。)をラミネートし(重ねあわせ)、第1のフィルム10と第2のフィルム20とで塗膜を挟持する工程と、第1のフィルム10と第2のフィルム20とで塗膜を挟持した状態で、第1のフィルム10および第2のフィルム20の何れかをバックアップローラに巻きかけて、連続搬送しながら照射し、塗膜を重合硬化させて波長変換層(硬化層)を形成する工程とを少なくとも含む。第1のフィルム10、第2のフィルム20のいずれか一方として酸素や水分に対するバリア性を有するバリアフィルムを用いることにより、片面がバリアフィルムにより保護された波長変換部材を得ることができる。また、第1のフィルム10および第2のフィルム20として、それぞれバリアフィルムを用いることにより、波長変換層の両面がバリアフィルムにより保護された波長変換部材1Dを得ることができる。

#### 【0099】

より詳しくは、まず、図示しない送出機から第1のフィルム10が塗布部120へと連続搬送される。送出機から、例えば、第1のフィルム10が1~50m/分の搬送速度で送り出される。但し、この搬送速度に限定されない。送出される際、例えば、第1のフィルム10には、20~150N/mの張力、好ましくは30~100N/mの張力が加えられる。

#### 【0100】

塗布部120では、連続搬送される第1のフィルム10の表面に第1の重合性組成物と第2の重合性組成物とから作製したエマルジョン(以下、「塗布液」とも記載する。)が塗布され、塗膜30M(図5参照)が形成される。この塗布部120では、例えば、ダイコーター124と、ダイコーター124に対向配置されたバックアップローラ126とが

設置されている。第1のフィルム10の塗膜30Mが形成される表面と反対の表面をバックアップローラ126に巻きかけて、連続搬送される第1のフィルム10の表面にダイコーター124の吐出口から塗布液が塗布され、塗膜30Mが形成される。ここで塗膜30Mとは、第1のフィルム10上に塗布された硬化前のエマルジョンをいう。

【0101】

本実施形態では、塗布装置としてエクストルージョンコーティング法を適用したダイコーター124を示したが、これに限定されない。例えば、カーテンコーティング法、ロッドコーティング法またはロールコーティング法等、種々の方法を適用した塗布装置を用いることができる。

【0102】

塗布部120を通過し、その上に塗膜30Mが形成された第1のフィルム10は、ラミネート部130に連続搬送される。ラミネート部130では、塗膜30Mの上に、連続搬送される第2のフィルム20がラミネートされ、第1のフィルム10と第2のフィルム20とで塗膜30Mが挟持される。

【0103】

ラミネート部130には、ラミネートローラ132と、ラミネートローラ132を囲う加熱チャンバー134とが設置されている。加熱チャンバー134には第1のフィルム10を通過させるための開口部136、および第2のフィルム20を通過させるための開口部138が設けられている。

【0104】

ラミネートローラ132に対向する位置には、バックアップローラ162が配置されている。塗膜30Mの形成された第1のフィルム10は、塗膜30Mの形成面と反対の表面がバックアップローラ162に巻きかけられ、ラミネート位置Pへと連続搬送される。ラミネート位置Pは第2のフィルム20と塗膜30Mとの接触が開始する位置を意味する。第1のフィルム10はラミネート位置Pに到達する前にバックアップローラ162に巻きかけられることが好ましい。仮に第1のフィルム10にシワが発生した場合でも、バックアップローラ162によりシワがラミネート位置Pに達するまでに矯正され、除去できるからである。したがって、第1のフィルム10がバックアップローラ162に巻きかけられた位置（接触位置）と、ラミネート位置Pまでの距離L1は長いことが好ましく、例えば、30mm以上が好ましく、その上限値は、通常、バックアップローラ162の直径とパスラインとにより決定される。

【0105】

本実施の形態では硬化部160で使用されるバックアップローラ162とラミネートローラ132とにより第2のフィルム20のラミネートが行われる。即ち、硬化部160で使用されるバックアップローラ162が、ラミネート部130で使用するローラとして兼用される。ただし、上記形態に限定されるものではなく、ラミネート部130に、バックアップローラ162と別に、ラミネート用のローラを設置し、バックアップローラ162を兼用しないようにすることもできる。

【0106】

硬化部160で使用されるバックアップローラ162をラミネート部130で使用することで、ローラ数を減らすことができる。また、バックアップローラ162は、第1のフィルム10に対するヒートローラとしても使用できる。

【0107】

図示しない送出機から送出された第2のフィルム20は、ラミネートローラ132に巻きかけられ、ラミネートローラ132とバックアップローラ162との間に連続搬送される。第2のフィルム20は、ラミネート位置Pで、第1のフィルム10に形成された塗膜30Mの上にラミネートされる。これにより、第1のフィルム10と第2のフィルム20とにより塗膜30Mが挟持される。ラミネートとは、第2のフィルム20を塗膜30Mの上に重ねあわせ、積層することをいう。

【0108】

10

20

30

40

50

ラミネートローラ 132 とバックアップローラ 162 との距離 L2 は、第 1 のフィルム 10 と、塗膜 30 M を硬化させた波長変換層（硬化層）30 と、第 2 のフィルム 20 と、の合計厚みの値以上であることが好ましい。また、L2 は第 1 のフィルム 10 と塗膜 30 M と第 2 のフィルム 20 との合計厚みに 5 mm を加えた長さ以下であることが好ましい。距離 L2 を合計厚みに 5 mm を加えた長さ以下にすることより、第 2 のフィルム 20 と塗膜 30 M との間に泡が侵入することを防止することができる。ここでラミネートローラ 132 とバックアップローラ 162 との距離 L2 とは、ラミネートローラ 132 の外周面とバックアップローラ 162 の外周面との最短距離をいう。

【0109】

ラミネートローラ 132 とバックアップローラ 162 の回転精度は、ラジアル振れで 0.05 mm 以下、好ましくは 0.01 mm 以下である。ラジアル振れが小さいほど、塗膜 30 M の厚み分布を小さくすることができる。

【0110】

また、第 1 のフィルム 10 と第 2 のフィルム 20 とで塗膜 30 M を挟持した後の熱変形を抑制するため、硬化部 160 のバックアップローラ 162 の温度と第 1 のフィルム 10 の温度との差、およびバックアップローラ 162 の温度と第 2 のフィルム 20 の温度との差は 30 以下であることが好ましく、より好ましくは 15 以下、最も好ましくは同じである。

【0111】

バックアップローラ 162 の温度との差を小さくするため、加熱チャンバー 134 が設けられている場合には、第 1 のフィルム 10 および第 2 のフィルム 20 を加熱チャンバー 134 内で加熱することが好ましい。例えば、加熱チャンバー 134 中には、図示しない熱風発生装置により熱風が供給され、第 1 のフィルム 10 および第 2 のフィルム 20 を加熱することができる。

第 1 のフィルム 10 が、温度調整されたバックアップローラ 162 に巻きかけられることにより、バックアップローラ 162 によって第 1 のフィルム 10 を加熱してもよい。

一方、第 2 のフィルム 20 については、ラミネートローラ 132 をヒートローラとすることにより、第 2 のフィルム 20 をラミネートローラ 132 で加熱することができる。ただし、加熱チャンバー 134、およびヒートローラは必須ではなく、必要に応じて設けることができる。

【0112】

次に、第 1 のフィルム 10 と第 2 のフィルム 20 とにより塗膜 30 M が挟持された状態で、硬化部 160 に連続搬送される。図面に示す態様では、硬化部 160 における硬化は光照射により行われる。硬化部 160 では、塗膜 30 M 中の第 1 の重合性組成物のみが硬化される。

【0113】

バックアップローラ 162 と、バックアップローラ 162 に対向する位置には、光照射装置 164 が設けられている。バックアップローラ 162 と光照射装置 164 と間を、塗膜 30 M を挟持した第 1 のフィルム 10 と第 2 のフィルム 20 とが連続搬送される。光照射装置により照射される光は、塗膜 30 M に含まれる光重合性化合物の種類に応じて決定すればよく、一例としては、紫外線が挙げられる。ここで紫外線とは、波長 280 ~ 400 nm の光をいうものとする。紫外線を発生する光源として、例えば、低圧水銀灯、中圧水銀灯、高圧水銀灯、超高圧水銀灯、カーボンアーク灯、メタルハライドランプ、キセノンランプ等を用いることができる。光照射量は塗膜の重合硬化を進行させ得る範囲に設定すればよく、例えば、一例として 100 ~ 10,000 mJ/cm<sup>2</sup> の照射量の紫外線を塗膜 30 M に向けて照射することができる。

【0114】

硬化部 160 では、第 1 のフィルム 10 と第 2 のフィルム 20 とにより塗膜 30 M を挟持した状態で、第 1 のフィルム 10 をバックアップローラ 162 に巻きかけて、連続搬送しながら光照射装置 164 から光照射を行う。

10

20

30

40

50

## 【0115】

本実施の形態では、第1のフィルム10側をバックアップローラ162に巻きかけて、連続搬送したが、第2のフィルム20をバックアップローラ162に巻きかけて、連続搬送させることもできる。

## 【0116】

バックアップローラ162に巻きかけるとは、第1のフィルム10および第2のフィルム20の何れかが、あるラップ角でバックアップローラ162の表面に接触している状態をいう。したがって、連続搬送される間、第1のフィルム10および第2のフィルム20はバックアップローラ162の回転と同期して移動する。バックアップローラ162へ巻きかけは、少なくとも紫外線が照射されている間であればよい。

10

## 【0117】

バックアップローラ162は、円柱状の形状の本体と、本体の両端部に配置された回転軸とを備えている。バックアップローラ162の本体は、例えば、200~1000mmの直径を有している。バックアップローラ162の直径について制限はない。積層フィルムのカール変形と、設備コストと、回転精度とを考慮すると直径300~500mmであることが好ましい。

## 【0118】

第2の重合性組成物の熱硬化はバックアップローラ162を加熱することにより行う。バックアップローラ162は、例えば、40~150の温度範囲に設定することが好ましく、60~120であることがより好ましい。バックアップローラ162の本体に温度調節器を取り付けることにより、バックアップローラ162の温度を調整することができる。ここでローラに関する温度とは、ローラの表面温度をいうものとする。

20

## 【0119】

光照射および熱硬化により塗膜30Mは硬化層(波長変換層30)となり、第1のフィルム10と硬化層(波長変換層30)と第2のフィルム20とを含む波長変換部材1Dが製造される。波長変換部材1Dは、剥離ローラ180によりバックアップローラ162から剥離される。波長変換部材1Dは、図示しない巻取機に連続搬送され、次いで巻取機により波長変換部材1Dはロール状に巻き取られる。

## 【0120】

以上、本実施形態ではバックアップローラ162を加熱することにより熱硬化を同時に行う場合について説明したが、光照射の次に第2の重合性組成物を熱硬化させる場合は、温風の吹き付け等の加熱により、硬化を行うことができる。ラミネート位置Pと光照射装置164との距離L3は、例えば30mm以上とすることができる。あるいは、製造装置内外に加熱装置を設けて、光照射の後、加熱装置に搬送されてきた波長変換層30を加熱するようにしてもよい。これにより、光硬化および熱硬化を逐次行うことが可能となる。

30

また、エマルジョンを支持体またはバリアフィルムなどの上に塗布し、その上に更なる基材をラミネートすることなく、必要に応じて行われる乾燥処理の後、熱硬化および光硬化を施すことにより波長変換層(硬化層)を作製してもよい。作製された波長変換層には、無機層等の一層以上の他の層を、公知の方法により積層することもできる。

## 【0121】

波長変換層の厚みは、好ましくは1~300 $\mu$ mの範囲であり、より好ましくは10~200 $\mu$ mの範囲であり、さらに好ましくは20~100 $\mu$ mの範囲である。厚みが1 $\mu$ m以上であると、高い波長変換効果が得られるため、好ましい。また、厚みが300 $\mu$ m以下であると、バックライトユニットに組み込んだ場合に、バックライトユニットを薄くすることができるため、好ましい。

40

## 【0122】

(支持体)

波長変換部材は、強度向上、成膜の容易性等のため、支持体を有していてもよい。支持体は、波長変換層に隣接してまたは直接接する層として含まれていてもよく、後述のバリアフィルムの支持体として含まれていてもよい。波長変換部材において、支持体は、後述

50

の無機層、および支持体がこの順となるように含まれていてもよく、波長変換層、後述の無機層、後述の有機層、および支持体がこの順となるように含まれていてもよい。有機層と無機層との間、二層の有機層の間、または二層の無機層の間に、支持体を配してもよい。また、支持体は、波長変換部材中に1つまたは2つ以上含まれていてもよく、波長変換部材は、支持体、波長変換層、支持体がこの順で積層された構造を有していてもよい。支持体としては、可視光に対して透明である透明支持体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光線透過率が、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。支持体については、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。支持体の厚さは、ガスバリア性、耐衝撃性等の観点から、10 $\mu$ m~500 $\mu$ mの範囲内、中でも20~400 $\mu$ mの範囲内、特に30~300 $\mu$ mの範囲内であることが好ましい。

支持体は上述の第1のフィルムおよび第2のフィルムのいずれか、または双方に用いることもできる。第1のフィルムおよび第2のフィルムの双方に支持体を用いるとき、用いる支持体は同一であっても異なってもよい。

#### 【0123】

##### (バリアフィルム)

波長変換部材は、バリアフィルムを含むことが好ましい。バリアフィルムは酸素を遮断するガスバリア機能を有するフィルムである。バリアフィルムが、水蒸気を遮断する機能を有していることも好ましい。

バリアフィルムは、波長変換層に直接接する層として波長変換部材に含まれていることが好ましい。また、バリアフィルムは、波長変換部材中に1つまたは2つ以上含まれてもよい。波長変換部材は、バリアフィルム、波長変換層、バリアフィルムがこの順で積層された構造を有していることが好ましい。

波長変換部材において、波長変換層はバリアフィルムを基材として形成されていてもよい。また、バリアフィルムは上述の第1のフィルムおよび第2のフィルムのいずれか、または双方として用いることもできる。第1のフィルムおよび第2のフィルムの双方がバリアフィルムであるとき、第1のフィルムおよび第2のフィルムとして用いるバリアフィルムは、同一であっても異なってもよい。

#### 【0124】

バリアフィルムとしては、公知のいずれのバリアフィルムであってもよく、例えば以下に説明するバリアフィルムであってもよい。

バリアフィルムは、通常、少なくとも無機層を備えたバリア層を含んでいればよく、支持体および無機層を備えたバリア層を含むフィルムであってもよい。バリアフィルムは、支持体上に少なくとも上記の無機層1層と少なくとも1層の有機層を備えたバリア層を含むものであってもよい。このように複数の層を積層することは、より一層バリア性を高めることができるため好ましい。他方、積層する層の数が増えるほど、波長変換部材の光透過率は低下する傾向があるため、良好な光透過率を維持し得る範囲で、積層数を増やすことが望ましい。具体的には、バリアフィルムは、可視光領域における全光線透過率が80%以上であり、かつ酸素透過度が1.00 $\text{cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm})$ 以下であることが好ましい。ここで、上記酸素透過度は、測定温度23、相対湿度90%の条件下で、酸素ガス透過率測定装置(商品名「OX-TRAN 2/20」、MOCON社製)を用いて測定した値である。また、可視光領域とは、380~780nmの波長領域をいうものとし、全光線透過率とは、可視光領域にわたる光透過率の平均値を示す。

バリアフィルムの酸素透過度は、より好ましくは、0.10 $\text{cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm})$ 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。可視光領域における全光線透過率は、より好ましくは90%以上である。酸素透過度は低いほど好ましく、可視光領域における全光線透過率は高いほど好ましい。

## 【0125】

( (バリア層：無機層) )

「無機層」とは、無機材料を主成分とする層であり、好ましくは無機材料のみから形成される層である。これに対し、有機層とは、有機材料を主成分とする層であって、好ましくは有機材料が50質量%以上、更には80質量%以上、特に90質量%以上を占める層を言うものとする。

無機層を構成する無機材料としては、特に限定されるものではなく、例えば、金属、または無機酸化物、窒化物、酸化窒化物等の各種無機化合物を用いることができる。無機材料を構成する元素としては、ケイ素、アルミニウム、マグネシウム、チタン、スズ、インジウムおよびセリウムが好ましく、これらを一種または二種以上含んでもよい。無機化合物の具体例としては、酸化ケイ素、酸化窒化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化チタン、酸化スズ、酸化インジウム合金、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化チタンを挙げることができる。また、無機層として、金属膜、例えば、アルミニウム膜、銀膜、錫膜、クロム膜、ニッケル膜、チタン膜を設けてもよい。

10

## 【0126】

上記の材料の中でも、窒化ケイ素、酸化ケイ素、または酸化窒化ケイ素が特に好ましい。これらの材料からなる無機層は、有機層との密着性が良好であることから、バリア性をより一層高くすることができるからである。

無機層の形成方法としては、特に限定されず、例えば成膜材料を蒸発ないし飛散させ被蒸着面に堆積させることができる各種成膜方法を用いることができる。

20

## 【0127】

無機層の形成方法の例としては、無機酸化物、無機窒化物、無機酸化窒化物、金属等の無機材料を加熱して蒸着させる真空蒸着法、無機材料を原料として用い、酸素ガスを導入することにより酸化させて蒸着させる酸化反応蒸着法、無機材料をターゲット原料として用い、アルゴンガス、酸素ガスを導入して、スパッタリングすることにより蒸着させるスパッタリング法、無機材料にプラズマガンで発生させたプラズマビームにより加熱させて蒸着させるイオンプレーティング法等の物理気相成長法(Physical Vapor Deposition法)、酸化ケイ素の蒸着膜を成膜させる場合は、有機ケイ素化合物を原料とするプラズマ化学気相成長法(CVD法:Chemical Vapor Deposition法)等が挙げられる。蒸着は、支持体、波長変換層、有機層などを基板としてその表面に行えばよい。

30

## 【0128】

無機層の厚さは、1nm~500nmであればよく、5nm~300nmであることが好ましく、特に10nm~150nmのものであることが好ましい。隣接無機層の膜厚が、上述した範囲内であることにより、良好なバリア性を実現しつつ、無機層における光の吸収を抑制することができ、光透過率がより高い波長変換部材を提供することができるからである。

## 【0129】

波長変換部材は、波長変換層の少なくとも一方の主表面が無機層と直接接していることが好ましい。波長変換層の両主面に無機層が直接接していることも好ましい。また、無機層と有機層との間、二層の無機層の間、または二層の有機層の間を、公知の接着層により貼り合わせてもよい。光透過率向上の観点からは、接着層は少ないほど好ましく、接着層が存在しないことがより好ましい。一態様では、無機層と有機層とが直接接していることが好ましい。

40

## 【0130】

( (バリア層：有機層) )

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

50



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、 $0.05\ \mu\text{m}$ ~ $10\ \mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましく、中でも $0.5\ \mu\text{m}$ ~ $10\ \mu\text{m}$ 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、 $0.5\ \mu\text{m}$ ~ $10\ \mu\text{m}$ の範囲内、中でも $1\ \mu\text{m}$ ~ $5\ \mu\text{m}$ 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、 $0.05\ \mu\text{m}$ ~ $5\ \mu\text{m}$ の範囲内、中でも $0.05\ \mu\text{m}$ ~ $1\ \mu\text{m}$ 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。

【0131】

無機層および有機層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。

【0132】

(散乱粒子)

波長変換部材には、量子ドットが発光した蛍光を波長変換層から効率よく外部に取り出すために光散乱機能を付与してもよい。光散乱機能は、波長変換層内部に設けてもよいし、光散乱層として光散乱機能を有する層を別途設けてもよい。波長変換層内部に散乱粒子を添加することも好ましい。波長変換層の表面に光散乱層を設けることも好ましい。光散乱層での散乱は、散乱粒子に依ってもよいし、表面凹凸に依ってもよい。

【0133】

(凹凸付与層(マット層))

バリアフィルムは、波長変換層側の面と反対側の面に、凹凸構造を付与する凹凸付与層(マット層)を備えていることが好ましい。バリアフィルムがマット層を有しているとき、バリアフィルムのブロッキング性、滑り性を改良することができるため、好ましい。マット層は粒子を含有する層であることが好ましい。粒子としては、シリカ、アルミナ、酸化金属等の無機粒子、あるいは架橋高分子粒子等の有機粒子等が挙げられる。また、マット層は、バリアフィルムの波長変換層とは反対側の表面に設けられることが好ましいが、両面に設けられていてもよい。

【0134】

<<バックライトユニット>>

既に述べたように、図1に示されるバックライトユニット2は、一次光(青色光 $L_B$ )を出射する光源1Aと光源1Aから出射された一次光を導光させて出射させる導光板1Bとからなる面状光源1Cと、面状光源1C上に備えられてなる波長変換部材1Dと、波長変換部材1Dを挟んで面状光源1Cと対向配置される再帰反射性部材2Bと、面状光源1Cを挟んで波長変換部材1Dと対向配置される反射板2Aとを備えており、波長変換部材1Dは、面状光源1Cから出射された一次光 $L_B$ の少なくとも一部を励起光として、蛍光を発光し、この蛍光からなる二次光( $L_G$ ,  $L_R$ )及び励起光とならなかった一次光 $L_B$ を出射するものである。 $L_G$ 、 $L_R$ 、および $L_B$ により、再帰反射性部材2Bの表面から白色光 $L_W$ を出射する。

【0135】

(バックライトユニットの発光波長)

高輝度かつ高い色再現性の実現の観点からは、バックライトユニットとして、多波長光源化されたものを用いることが好ましい。例えば、 $430\sim 480\ \text{nm}$ の波長帯域に発光中心波長を有し、半値幅が $100\ \text{nm}$ 以下である発光強度のピークを有する青色光と、 $520\sim 560\ \text{nm}$ の波長帯域に発光中心波長を有し、半値幅が $100\ \text{nm}$ 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 $100\ \text{nm}$ 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ことが好ましい。

さらなる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

10

20

30

40

50

光の波長帯域は、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、520～545 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、610～640 nmであることがより好ましい。

【0136】

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。

10

【0137】

バックライトユニット2は、少なくとも、上記波長変換部材1Dとともに、面状光源1Cを含む。光源1Aとしては、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、又は、紫外光を発光するものが挙げられる。光源1Aとしては、発光ダイオードやレーザー光源等を使用することができる。

【0138】

面状光源1Cは、図1に示すように、光源1Aと光源1Aから出射された一次光を導光させて出射させる導光板1Bとからなる光源であっても良いし、光源1Aが波長変換層1Dと平行な平面状に並べて配置され、導光板1Bに替えて拡散板を備えた光源であっても良い。前者の光源は一般にエッジライト方式、後者の光源は一般に直下型方式と呼ばれている。

20

青色光を発光する光源を用いる場合、波長変換層には、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、光源から発光され波長変換部材を透過した青色光と、波長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。

【0139】

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(紫外光源)、例えば、紫外線発光ダイオードを用いることができる。この場合、波長変換層には、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、波長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。

30

また他の態様では、発光ダイオードに替えてレーザー光源を使用することもできる。

【0140】

また、反射板2A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。

【0141】

再帰反射性部材2Bは、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)、反射型偏光フィルム(例えば、住友スリーエム社製DBEFシリーズなど)等から構成されていてもよい。再帰反射性部材2Bの構成については、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。

40

【0142】

<<液晶表示装置>>

次に本発明の液晶表示装置について説明する。図6は、本発明の液晶表示装置の一実施形態を示す概略構成断面図である。上述のバックライトユニット2は液晶表示装置に応用することができる。図6に示されるように、液晶表示装置4は上記実施形態のバックライ

50

トユニット 2 とバックライトユニット 2 の再帰反射性部材側に対向配置された液晶ユニット 3 とを備えてなる。

【0143】

液晶セルユニット 3 は、図 6 に示されるように、液晶セル 3 1 を偏光板 3 2 と 3 3 とで挟持した構成としており、偏光板 3 2 , 3 3 は、それぞれ、偏光子 3 2 2、3 3 2 の両面を偏光板保護フィルム 3 2 1 と 3 2 3、3 3 1 と 3 3 3 で保護された構成としている。

【0144】

液晶表示装置 4 を構成する液晶セル 3 1、偏光板 3 2、3 3 及びその構成要素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。

10

【0145】

液晶セル 3 1 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)、パ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)、オブティカ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。

20

【0146】

液晶表示装置 4 には、さらに必要に応じて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、またはそれに替えて、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。

【0147】

バックライト側偏光板 3 2 は、液晶セル 3 1 側の偏光板保護フィルム 3 2 3 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、公知のセルロスアシレートフィルム等を用いることができる。

30

【0148】

バックライトユニット 2 及び液晶表示装置 4 は、上記本発明の光ロスのない波長変換部材を備えてなる。従って、上記本発明の波長変換部材と同様の効果を奏し、高輝度なバックライトユニット及び液晶表示装置となる。

【実施例】

【0149】

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。

40

【0150】

(パリアフィルム 10 の作製)

支持体としてポリエチレンテレフタレートフィルム (PET フィルム、東洋紡社製、商品名: コスモシャイン (登録商標) A4300、厚さ 50  $\mu\text{m}$ ) を用いて、支持体の片面側に以下の手順で有機層および無機層を順次形成した。

トリメチロールプロパントリアクリレート (製品名「TMPTA」、ダイセル・オルネクス (株) 製) および光重合開始剤 (商品名「ESACURE KTO46」、ランベルティ社製) を用意し、質量比率として 95 : 5 となるように秤量し、これらをメチルエチルケトンに溶解させ、固形分濃度 15% の塗布液とした。この塗布液を、ダイコーターを用いてロールトゥロールにて PET フィルム上に塗布し、50 の乾燥ゾーンを 3 分間通

50

過させた。その後、窒素雰囲気下で紫外線を照射（積算照射量約  $600 \text{ mJ/cm}^2$ ）し、紫外線硬化にて硬化させ、巻き取った。支持体上に形成された第1有機層の厚さは、 $1 \mu\text{m}$ であった。

【0151】

次に、ロールトゥロールのCVD装置を用いて、有機層の表面に無機層（窒化ケイ素層）を形成した。原料ガスとして、シランガス（流量  $160 \text{ sccm}$ ）、アンモニアガス（流量  $370 \text{ sccm}$ ）、水素ガス（流量  $590 \text{ sccm}$ ）、および窒素ガス（流量  $240 \text{ sccm}$ ）を用いた。電源として、周波数  $13.56 \text{ MHz}$  の高周波電源を用いた。製膜圧力は  $40 \text{ Pa}$ 、到達膜厚は  $50 \text{ nm}$  であった。このようにして支持体上に形成された第1有機層の表面に無機層が積層されたバリアフィルム10を作製した。

10

【0152】

（実施例1に使用する第1の重合性組成物の調製）

緑色の発光ピークを有する量子ドット1として、シグマアルドリッチ社製量子ドット（製品番号  $748056$ 、発光ピーク波長： $540 \text{ nm}$ 、リガンド：オクタデシルアミン）を準備した。また、赤色の発光ピークを有する量子ドット2として、シグマアルドリッチ社製量子ドット（製品番号  $790206$ 、発光ピーク波長： $630 \text{ nm}$ 、リガンド：オクタデシルアミン）を準備した。

酸素濃度が  $300 \text{ ppm}$  以下となるように窒素パージしたグローブボックス内において、下記に示す混合比で量子ドットおよび化合物を調製し、 $90^\circ\text{C}$  で湯せんしながら、マグネチックスターラーにて4時間攪拌した。その後、孔径  $0.2 \mu\text{m}$  のポリプロピレン製フィルタでろ過し、実施例1で用いる第1の重合性組成物1を得た。

20

【0153】

- 実施例1に使用する第1の重合性組成物1 -

量子ドット1 0.9 質量部

量子ドット2 0.1 質量部

アミノ変性シリコーン（GeneSee社製GP-344、粘度  $670 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ ）  
90 質量部

エポキシ変性シリコーン（信越化学工業（株）社製X-22-163C、粘度  $120 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ ）  
8 質量部

光重合開始剤Irgacure-PAG-290（BASF社製） 1 質量部

30

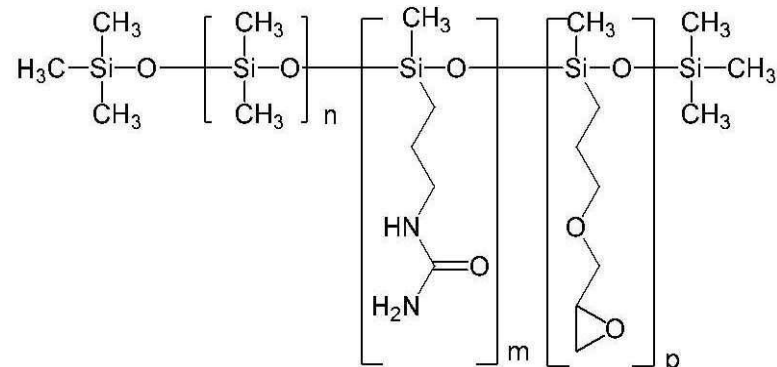
【0154】

（実施例6に使用する変性シリコーンの合成）

メチルヒドロシロキサンHMS-151（Gelest社製） $200 \text{ g}$ 、アリルウレア（東京化成工業（株）製、製品コードA0237） $20 \text{ g}$ 、及びアリルグリシジルエーテル（東京化成工業（株）製、製品コードA0221） $23 \text{ g}$ を、2質量%の塩化白金酸を含有するオクタノール  $500 \text{ mL}$  に添加し、 $90^\circ\text{C}$  で10時間反応させ、以下の化合物Aを得た。

【0155】

【化1】



40

【0156】

50

化合物 A 中、 $n$  は 18 ~ 22 の整数を表し、 $m$  は 1 ~ 3 の整数を表し、 $p$  は 1 ~ 3 の整数を表す。

【0157】

(その他の実施例、および比較例に使用する第1の重合性組成物の調製)

表1に示す組成比(質量比)にて量子ドットおよび化合物を調製した以外は、実施例1と同様にして、その他の実施例および比較例に使用する第1の重合性組成物を得た。

【0158】

(第2の重合性組成物)

実施例1に使用する第2の重合性組成物の重合性化合物としてエポキシモノマー(商品名「828US」、三菱化学(株)製)を用いた。また、その他の実施例、および比較例には、それぞれ表1に示す重合性化合物を使用した。

10

【0159】

(第1の重合性組成物1と第2の重合性組成物との混合およびエマルジョンの作製)

実施例1に使用するための第1の重合性組成物1と第2の重合性組成物とを、質量比で20:80となるように混合し、50mmプロペラ羽根の攪拌機を用い、温度40、回転数10rpmにて、1分間攪拌した。次に、倉敷紡績(株)製遊星式攪拌機(商品名「マゼルスターKK-250S」)を用い、10分間攪拌した。

このようにして得たエマルジョン70質量部に対し、エポキシ樹脂硬化剤(商品名「ST13」、三菱化学(株)製)30質量部を混合し、さらに倉敷紡績(株)製遊星式攪拌機(マゼルスターKK-250S)を用い、1分間攪拌した。このようにして、実施例1の作製に使用する混合物1を得た。

20

【0160】

(実施例2~6、および比較例1に使用するエマルジョンの作製)

表1に示す材料および組成比(質量比)にした以外は、実施例1と同様にして、実施例2~6、および比較例1に使用する混合物を得た。

【0161】

(比較例2に使用するエマルジョンの作製)

表1に示す材料および組成比(質量比)にて量子ドット、アミノ変性シリコン、および第1の重合性化合物を混合し、80にて1時間加熱して硬化させた。その後、硬化物をボールミル粉碎し、表1に示す第2の重合性組成物と、表1に示す重量比にて混合した。このようにして、比較例2の作製に使用する混合物を得た。

30

【0162】

(実施例1の波長変換部材の作製)

上述の手順で作製したバリアフィルム10を、上述の波長変換部材の製造装置を用いて、1m/分、60N/mの張力で連続搬送しながら、無機層面上に混合物1をダイコーターにて塗布し、50 $\mu$ mの厚さの塗膜を形成した。さらにもう1枚のバリアフィルム10をバックアップローラに巻きかけ、塗膜の上に無機層面が塗膜に接する向きでラミネートし、2枚のバリアフィルムで塗膜を挟持した状態で連続搬送しながら、160W/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、紫外線を照射した。次いで、80にて1時間保持し、エポキシを硬化させ、実施例1の波長変換部材を得た。

40

【0163】

(その他の実施例、および比較例の波長変換部材の作製)

上記で作製した、その他の実施例および比較例に使用する混合物を使用した以外は実施例1と同様にして、波長変換部材を作製した。ただし、比較例1および2は、メタルハライドランプによる紫外線の照射を実施せず、80にて1時間保持することでエポキシを硬化させた。

【0164】

得られた実施例1~6のフィルムを切削し、粒子100個の断面を走査型電子顕微鏡で画像を撮影し、画像処理解析ソフトWinRoof(三谷商事(株)製)を用いて粒子径

50

を求めた。第1の重合性組成物からなる硬化物が、粒径約0.5~5 $\mu\text{m}$ の球形になっていることを確認した。また、それらの粒子の長径および短径から、短径/長径の平均値を算出した。真球度は、0.94~0.98であった。

また、比較例2のフィルムを切削し、断面を走査型電子顕微鏡で写真撮影した結果、第1の重合性組成物からなる硬化物は不定形(長径が約0.3~10 $\mu\text{m}$ )であった。

【0165】

(フィルム強度(密着力)の評価)

各実施例および比較例の波長変換部材に対し、JIS Z0237に記載の方法で、180°引き剥がし試験において粘着力を測定した。

A: 180°引き剥がし粘着力が、2.0N/10mm以上である

B: 180°引き剥がし粘着力が、0.5N/10mm以上である

C: 180°引き剥がし粘着力が、0.2N/10mmより小さい

10

【0166】

(輝度の評価)

市販の7インチタブレット端末(商品名「Kindle Fire HDX 7」、Amazon社製)を分解し、バックライトユニットからQDEF(3M社製量子ドットフィルム)を取り出し、QDEFに代えて矩形に切り出した実施例、比較例の波長変換部材を組み込んだ。このようにして液晶表示装置を作製した。

作製した液晶表示装置を点灯させ、全面が白表示になるようにし、導光板の面に対して垂直方向740mmの位置に設置した輝度計(商品名「SR3」、TOPCON社製)にて測定した。

A: 画面中央の輝度が、400cd/m<sup>2</sup>以上である

B: 画面中央の輝度が、300cd/m<sup>2</sup>以上である

C: 画面中央の輝度が、200cd/m<sup>2</sup>以上である

20

【0167】

評価結果を表1に示す。

【0168】

【表 1】

実施例	基材フィルム	波長交換層の厚さ (μm)	第1の重合性組成物										エマルジョン		エマルジョンと硬化剤または重合開始剤との混合物		強度 評価値	密着力 評価値		
			量子ドット 1		量子ドット 2		量子ドットに吸着する化合物		重合性化合物		開始剤		第1の重合性組成物		第2の重合性組成物				エマルジョン	
			重量部	質量部	重量部	質量部	素材	重量部	素材	重量部	素材	重量部	素材	重量部	素材	重量部			素材	重量部
実施例1	ポリアクリルム10	50	0.9	0.1	GP-344	90	X-22-163C	8	Irgacure290	1	20	828US	80	70	ST13	30	A	A		
実施例2	ポリアクリルム10	50	0.9	0.1	GP-344	90	X-22-163C	8	Irgacure290	1	20	CEL2021P	80	70	ST13	30	A	A		
実施例3	ポリアクリルム10	50	0.9	0.1	GP-344	90	X-22-1622	8	Irgacure819	1	20	828US	80	70	ST13	30	A	A		
実施例4	ポリアクリルム10	30	0.9	0.1	GP-344	90	X-22-163C	8	Irgacure290	1	40	828US	60	75	ST13	25	A	B		
実施例5	ポリアクリルム10	50	0.9	0.1	GP-344	90	X-22-163C	8	Irgacure290	1	20	マイクロマーM100	80	99	Irgacure819	1	A	A		
実施例6	ポリアクリルム10	50	0.9	0.1	化合物A	98	化合物Aが兼ねる		Irgacure290	1	20	828US	80	70	ST13	30	A	A		
比較例1	ポリアクリルム10	70	0.9	0.1	GP-344	99	-	-	-	-	14	828US	86	70	ST13	30	A	C		
比較例2	ポリアクリルム10	50	0.9	0.1	GP-344	70	EP-4530	29	-	-	20	828US	80	70	ST13	30	C	A		

<表中の材料名の説明>

- GP-344 アミノ変性シリコーン(Genese社製)
- X-22-163C エポキシ変性シリコーン(信越化学工業(株)社製)
- X-22-1602 アクリル変性シリコーン(信越化学工業(株)社製)
- EP-4530 エポキシモノマー(株)アデカ製
- 828US エポキシモノマー(三菱化学(株)製)
- CEL2021P 脂環式エポキシモノマー(マイクロマー2021P、ダイセル化学工業(株)製)
- ST13 エポキシ樹脂硬化剤(三菱化学(株)製)
- マイクロマーM100 エポキシクロヘキシルメタケタマタケラレート(ダイセル化学工業(株)製)
- Irgacure290 光重合開始剤(BASF社製)
- Irgacure819 光重合開始剤(BASF社製)

【0169】

表1に示すように、本発明の実施例1～6では、輝度および強度に優れていることが分かった。また、実施例4の波長交換部材は、波長交換層の厚みが30ミクロンと薄いにも関わらず、その他の実施例と同等の輝度を実現できることが分かった。

一方、第1の重合性組成物中に重合性化合物を用いなかった比較例1は、強度が劣った

。また、第1の重合性組成物からなる硬化物が不定形であった比較例2の波長変換部材では、輝度が劣った。

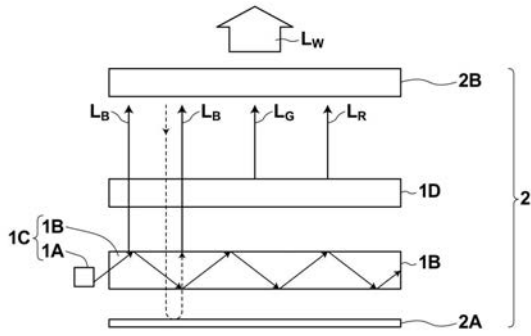
【符号の説明】

【0170】

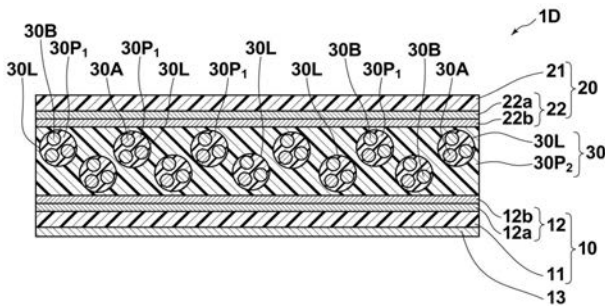
- 1 A 光源
- 1 B 導光板
- 1 C 面状光源
- 1 D 波長変換部材
- 2 バックライトユニット
- 2 A 反射板 10
- 2 B 再帰反射性部材
- 3 液晶セルユニット
- 4 液晶表示装置
- 10, 20 バリアフィルム
- 11, 21 支持体
- 12, 22 バリア層
- 12a, 22a 有機層
- 12b, 22b 無機層
- 13 凹凸付与層（マット層、光拡散層）
- 30 波長変換層 20
- 30A, 30B 量子ドット
- 30L 粒子
- 30P<sub>1</sub> リガンド
- 30P<sub>2</sub> 有機マトリックス
- L<sub>B</sub> 励起光（一次光、青色光）
- L<sub>R</sub> 赤色光（二次光、蛍光）
- L<sub>G</sub> 緑色光（二次光、蛍光）
- L<sub>W</sub> 白色光



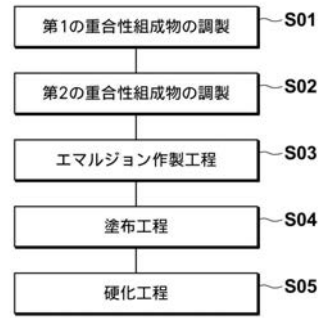
【 図 1 】



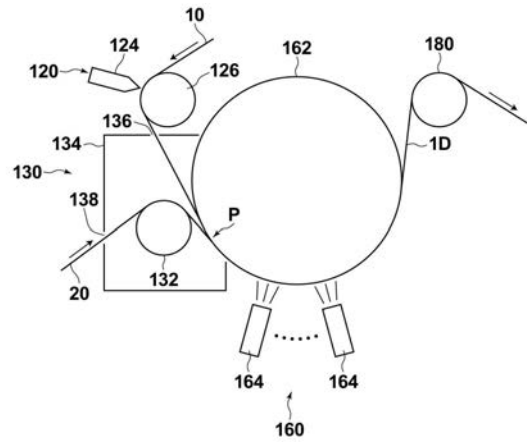
【 図 2 】



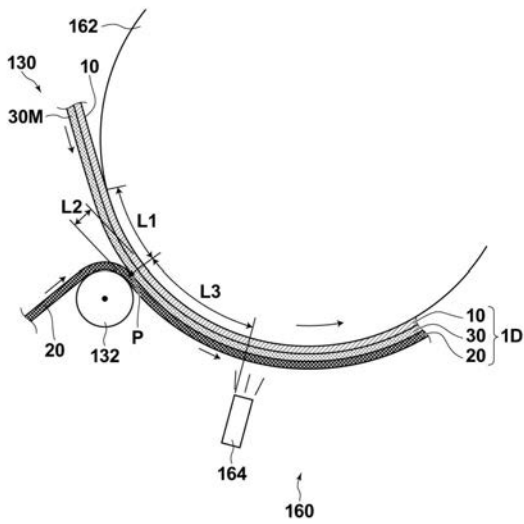
【 図 3 】



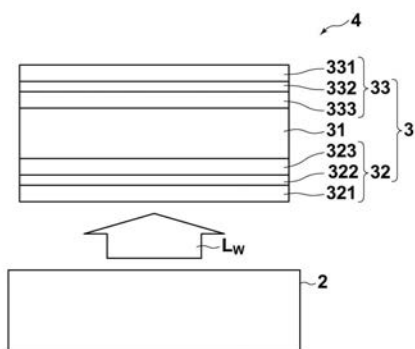
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I			テーマコード (参考)		
<i>F 2 1 S</i> 2/00 (2016.01)	F 2 1 S	2/00	4 3 1			
<i>F 2 1 V</i> 7/00 (2006.01)	F 2 1 V	7/00	5 3 0			
<i>F 2 1 V</i> 7/09 (2006.01)	F 2 1 V	7/09	5 1 0			
<i>F 2 1 V</i> 9/16 (2006.01)	F 2 1 V	9/16	1 0 0			

## (72)発明者 原 敏雄

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

Fターム(参考) 2H191 FA38Z FA71Z FA83Z FA85Z FA86Z FD15 LA11 LA31  
 3K244 AA01 BA11 BA26 BA28 BA31 BA48 CA02 CA03 DA01 DA02  
 DA13 DA14 EA02 EA12 EA16 GA02 GA04 GA05 LA06  
 4H001 CA01 CC13  
 5F142 AA52 AA56 DA02 DA15 DA22 DA23 DA61 DA64 DA72 DA73  
 DB38 DB42 FA24 FA28 GA14