

(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
2022年1月20日(20.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/014653 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 5/20 (2006.01) G02F 1/13357 (2006.01)
F21V 9/30 (2018.01)

東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 昭和電
工マテリアルズ株式会社内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/026524

(74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所
(TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東
京都新宿区新宿4丁目3番17号 Tokyo (JP).

(22) 国際出願日: 2021年7月14日(14.07.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
PCT/JP2020/027553 2020年7月15日(15.07.2020) JP

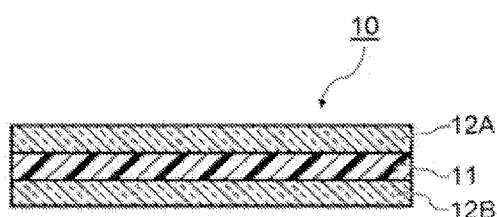
(71) 出願人: 昭和電工マテリアルズ株式会
社 (SHOWA DENKO MATERIALS CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒1006606 東京都千代田区丸の内
一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 福原 紀一 (FUKUHARA, Kiichi);
〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番
2号 昭和電工マテリアルズ株式会社内 Tokyo
(JP). 舟生 重昭(FUNYU, Shigeaki); 〒1006606

(54) Title: WAVELENGTH CONVERSION MEMBER, BACKLIGHT UNIT, IMAGE DISPLAY DEVICE, PRODUC-
TION METHOD FOR WAVELENGTH CONVERSION MEMBER, AND INORGANIC PHOSPHOR PROCESSING
LIQUID

(54) 発明の名称: 波長変換部材、バックライトユニット、画像表示装置、波長変換部
材の製造方法、及び無機蛍光体加工液

[図2]



(57) Abstract: This wavelength conversion member contains inorganic phosphors and a resin cured product containing the organic phosphors. When peak wavelengths of fluorescence spectrums are measured by time-resolved fluorescence spectroscopy for the wavelength conversion member, the absolute value ($|\lambda_0 - \lambda_\tau|$) of the difference between the peak wavelength λ_0 of a fluorescence spectrum of an initial period for at least one type of the organic phosphor and the peak wavelength λ_τ of a fluorescence spectrum observed after only a fluorescence life τ has elapsed from the observed time point of the fluorescence spectrum of the initial period is 6 nm or less.

(57) 要約: 波長変換部材は、無機蛍光体と、前記無機
蛍光体を包含する樹脂硬化物と、を含有する。前記
波長変換部材について時間分解蛍光分光法により
蛍光スペクトルのピーク波長を測定したときに、前記
無機蛍光体の少なくとも1種において初期の蛍光ス
ペクトルのピーク波長 λ_0 と、初期の蛍光スペクトル
の観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観
察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_τ との差の絶
対値 ($|\lambda_0 - \lambda_\tau|$) が、6 nm以下である。



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

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

波長変換部材、バックライトユニット、画像表示装置、波長変換部材の製造方法、及び無機蛍光体加工液

技術分野

[0001] 本開示は、波長変換部材、バックライトユニット、画像表示装置、波長変換部材の製造方法、及び無機蛍光体加工液に関する。

背景技術

[0002] 近年、液晶表示装置等の画像表示装置の分野においては、ディスプレイの色再現性を向上させることが求められている。色再現性を向上させる手段として、特表2013-544018号公報及び国際公開第2016/052625号に記載のように、量子ドット蛍光体を含む波長変換部材が注目を集めている。

[0003] 量子ドット蛍光体を含む波長変換部材は、例えば、画像表示装置のバックライトユニットに配置される。赤色光を発光する量子ドット蛍光体及び緑色光を発光する量子ドット蛍光体を含む波長変換部材を用いる場合、波長変換部材に対して励起光としての青色光を照射すると、量子ドット蛍光体から発光された赤色光及び緑色光と、波長変換部材を透過した青色光とにより、白色光を得ることができる。量子ドット蛍光体を含む波長変換部材の開発により、ディスプレイの色再現性は、従来のNTSC (National Television System Committee) 比72%からNTSC比100%へと拡大している。

[0004] 量子ドット蛍光体を含む波長変換部材は、通常、量子ドット蛍光体を含有する硬化性組成物を硬化させた硬化物を有する。硬化性組成物としては熱硬化型及び光硬化型があり、生産性の観点からは光硬化型の硬化性組成物が好ましく用いられる。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 量子ドット蛍光体は、水蒸気又は酸素の影響で劣化が起こりやすい。そのため、量子ドット蛍光体を含む波長変換部材を高温高湿環境下に放置した場合に、量子ドット蛍光体が劣化し発光強度が低下するおそれがある。
- [0006] 特に、量子ドット蛍光体を含有する光硬化型の硬化性組成物の硬化物は、高温高湿環境下における耐湿熱性及び耐熱性が不十分であり、量子ドット蛍光体が劣化し発光強度が低下しやすい傾向にある。
- [0007] 量子ドット蛍光体の発光強度の低下を抑制するため、量子ドット蛍光体を含む波長変換部材においては、量子ドット蛍光体を含む硬化物の少なくとも一部が被覆材によって被覆される場合がある。例えば、フィルム状の波長変換部材の場合、量子ドット蛍光体を含む硬化物層の片面又は両面に、酸素及び水の少なくとも一方に対するバリア性を有するバリアフィルムが設けられることがある。しかし、バリアフィルム等の被覆材を設けたとしても十分に発光強度の低下を抑制できない場合がある。
- [0008] また、波長変換部材において無機蛍光体を用いた場合であっても、発光強度の低下を抑制することが求められている。
- [0009] 本開示は、上記事情に鑑みてなされたものであり、量子ドット蛍光体であってもよい無機蛍光体を含有し、耐湿熱性及び耐熱性に優れる波長変換部材及び波長変換部材の製造方法、これを用いたバックライトユニット及び画像表示装置、並びにこれに用いる無機蛍光体加工液を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0010] 前記課題を達成するための具体的手段は以下の通りである。
- <1> 量子ドット蛍光体と、前記量子ドット蛍光体を包含する樹脂硬化物と、を含有する波長変換部材であり、
- 前記波長変換部材について時間分解蛍光分光法により蛍光スペクトルのピーク波長を測定したときに、前記量子ドット蛍光体の少なくとも1種において初期の蛍光スペクトルのピーク波長 λ_0 と、初期の蛍光スペクトルの観察

された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_{τ} との差の絶対値 ($|\lambda_0 - \lambda_{\tau}|$) が、6 nm以下である、波長変換部材。

<2> 前記量子ドット蛍光体が、Cd及びInの少なくとも一方を含む化合物を含有する<1>に記載の波長変換部材。

<3> 無機蛍光体と、前記無機蛍光体を包含する樹脂硬化物と、を含有する波長変換部材であり、

前記波長変換部材について時間分解蛍光分光法により蛍光スペクトルのピーク波長を測定したときに、前記無機蛍光体の少なくとも1種において初期の蛍光スペクトルのピーク波長 λ_0 と、初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_{τ} との差の絶対値 ($|\lambda_0 - \lambda_{\tau}|$) が、6 nm以下である、波長変換部材。

<4> フィルム状である<1>~<3>のいずれか1項に記載の波長変換部材。

<5> 画像表示用である<1>~<4>のいずれか1項に記載の波長変換部材。

<6> 前記樹脂硬化物の少なくとも一部を被覆する被覆材を有する<1>~<5>のいずれか1項に記載の波長変換部材。

<7> 前記被覆材が、酸素及び水の少なくとも一方に対するバリア性を有する<6>に記載の波長変換部材。

<8> <1>~<7>のいずれか1項に記載の波長変換部材と、光源と、を備えるバックライトユニット。

<9> <8>に記載のバックライトユニットを備える画像表示装置。

<10> 量子ドット蛍光体と硬化性化合物又は硬化剤とを含有する量子ドット蛍光体加工液Aであり、前記量子ドット蛍光体加工液Aについて時間分解蛍光分光法により蛍光スペクトルのピーク波長を測定したときに、前記量子ドット蛍光体の少なくとも1種において、初期の蛍光スペクトルのピーク

波長 λ_0 と、初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_τ との差の絶対値 ($|\lambda_0 - \lambda_\tau|$) が6 nm以下となる量子ドット蛍光体加工液Aを準備する工程と、

前記量子ドット蛍光体加工液Aに硬化性化合物及び硬化剤を添加し、波長変換用樹脂組成物を調製する工程と、

を有する、＜1＞又は＜2＞に記載の波長変換部材の製造方法。

＜1 1＞ 前記量子ドット蛍光体加工液Aを準備する工程は、

前記量子ドット蛍光体と前記硬化性化合物又は硬化剤とを含有し、前記量子ドット蛍光体の濃度が異なる複数の量子ドット蛍光体加工液を準備する工程と、

前記複数の量子ドット蛍光体加工液について前記 $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ を求める工程と、

前記量子ドット蛍光体加工液中の前記量子ドット蛍光体の濃度と、前記 $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ との関係から、前記 $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ が6 nm以下となる量子ドット蛍光体の濃度Aを求める工程と、

前記量子ドット蛍光体と前記硬化性化合物又は硬化剤とを含有し前記濃度Aの量子ドット蛍光体加工液Aを準備する工程と、

を有する、＜1 0＞に記載の波長変換部材の製造方法。

＜1 2＞ 無機蛍光体と硬化性化合物又は硬化剤とを含有する無機蛍光体加工液Aであり、前記無機蛍光体加工液Aについて時間分解蛍光分光法により蛍光スペクトルのピーク波長を測定したときに、前記無機蛍光体の少なくとも1種において、初期の蛍光スペクトルのピーク波長 λ_0 と、初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_τ との差の絶対値 ($|\lambda_0 - \lambda_\tau|$) が6 nm以下となる無機蛍光体加工液Aを準備する工程と、

前記無機蛍光体加工液Aに硬化性化合物及び硬化剤を添加し、波長変換用樹脂組成物を調製する工程と、

を有する、＜3＞に記載の波長変換部材の製造方法。

＜13＞ 前記無機蛍光体加工液Aを準備する工程は、

前記無機蛍光体と前記硬化性化合物又は硬化剤とを含有し、前記無機蛍光体の濃度が異なる複数の無機蛍光体加工液を準備する工程と、

前記複数の無機蛍光体加工液について前記 $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ を求める工程と、

前記無機蛍光体加工液中の前記無機蛍光体の濃度と、前記 $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ との関係から、前記 $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ が6nm以下となる無機蛍光体の濃度Aを求める工程と、

前記無機蛍光体と前記硬化性化合物又は硬化剤とを含有し前記濃度Aの無機蛍光体加工液Aを準備する工程と、

を有する、＜12＞に記載の波長変換部材の製造方法。

＜14＞ 無機蛍光体と硬化性化合物又は硬化剤とを含有する無機蛍光体加工液であり、前記無機蛍光体加工液について時間分解蛍光分光法により蛍光スペクトルのピーク波長を測定したときに、前記無機蛍光体の少なくとも1種において、初期の蛍光スペクトルのピーク波長 λ_0 と、初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_τ との差の絶対値 ($|\lambda_0 - \lambda_\tau|$) が6nm以下である、波長変換用樹脂組成物を調製するために用いる無機蛍光体加工液。

発明の効果

[0011] 本開示によれば、量子ドット蛍光体であってもよい無機蛍光体を含有し、耐湿熱性及び耐熱性に優れる波長変換部材及び波長変換部材の製造方法、これを用いたバックライトユニット及び画像表示装置、並びにこれに用いる無機蛍光体加工液が提供される。

図面の簡単な説明

[0012] [図1] 蛍光寿命 τ を説明するための図である。

[図2] 波長変換部材の概略構成の一例を示す模式断面図である。

[図3] バックライトユニットの概略構成の一例を示す図である。

[図4]液晶表示装置の概略構成の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本開示を実施するための形態について詳細に説明する。但し、本開示は以下の実施形態に限定されるものではない。以下の実施形態において、その構成要素（要素ステップ等も含む）は、特に明示した場合を除き、必須ではない。数値及びその範囲についても同様であり、本開示を制限するものではない。

[0014] 本開示において「工程」との語には、他の工程から独立した工程に加え、他の工程と明確に区別できない場合であってもその工程の目的が達成されれば、当該工程も含まれる。

本開示において「～」を用いて示された数値範囲には、「～」の前後に記載される数値がそれぞれ最小値及び最大値として含まれる。

本開示中に段階的に記載されている数値範囲において、一つの数値範囲で記載された上限値又は下限値は、他の段階的な記載の数値範囲の上限値又は下限値に置き換えてもよい。また、本開示中に記載されている数値範囲において、その数値範囲の上限値又は下限値は、実施例に示されている値に置き換えてもよい。

本開示において、各成分には、該当する物質が複数種含まれていてもよい。組成物中に各成分に該当する物質が複数種存在する場合、各成分の含有率又は含有量は、特に断らない限り、組成物中に存在する当該複数種の物質の合計の含有率又は含有量を意味する。

本開示において、各成分に該当する粒子には、複数種の粒子が含まれていてもよい。組成物中に各成分に該当する粒子が複数種存在する場合、各成分の粒子径は、特に断らない限り、組成物中に存在する当該複数種の粒子の混合物についての値を意味する。

本開示において「層」又は「膜」との語には、当該層又は膜が存在する領域を観察したときに、当該領域の全体に形成されている場合に加え、当該領域の一部にのみ形成されている場合も含まれる。

本開示において「積層」との語は、層を積み重ねることを示し、二以上の層が結合されていてもよく、二以上の層が着脱可能であってもよい。

本開示において「(メタ)アクリロイル基」とは、アクリロイル基及びメタクリロイル基の少なくとも一方を意味し、「(メタ)アクリレート」はアクリレート及びメタクリレートの少なくとも一方を意味し、「(メタ)アリル」はアリル及びメタリルの少なくとも一方を意味する。

[0015] <波長変換部材>

本開示の波長変換部材は、量子ドット蛍光体と、前記量子ドット蛍光体を包含する樹脂硬化物と、を含有する波長変換部材であり、前記波長変換部材について時間分解蛍光分光法により蛍光スペクトルのピーク波長を測定したときに、前記量子ドット蛍光体の少なくとも1種において、初期の蛍光スペクトルのピーク波長 λ_0 と、初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_τ との差の絶対値 ($|\lambda_0 - \lambda_\tau|$) が、6 nm以下である、波長変換部材である。

また、本開示の波長変換部材は、無機蛍光体と、前記無機蛍光体を包含する樹脂硬化物と、を含有する波長変換部材であり、前記波長変換部材について時間分解蛍光分光法により蛍光スペクトルのピーク波長を測定したときに、前記無機蛍光体の少なくとも1種において、初期の蛍光スペクトルのピーク波長 λ_0 と、初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_τ との差の絶対値 ($|\lambda_0 - \lambda_\tau|$) が、6 nm以下である、波長変換部材である。

[0016] 本開示において、ある成分を樹脂硬化物が「包含する」との形態には、その成分の一部が樹脂硬化物に包含されていない形態を含み、また、その成分が複数個存在する場合には、一部の当該成分が樹脂硬化物に包含されていない形態を含む。

[0017] 本開示の波長変換部材は、波長変換層により構成されていてもよいし、必要に応じて後述する被覆材等のその他の構成要素を含んでいてもよい。

本開示に係る波長変換層は、後述する波長変換用樹脂組成物の硬化物（波長変換用樹脂硬化物）であってもよい。

本発明者等は鋭意検討の結果、量子ドット蛍光体であってもよい無機蛍光体の少なくとも1種において $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ が6 nm以下であると、波長変換部材の耐湿熱性及び耐熱性が向上することを見だし、本発明を完成させた。以下、本開示では、「量子ドット蛍光体」と記載した箇所を「無機蛍光体」と読み替えることができる。

本開示の波長変換部材は、画像表示用として好適に用いられる。

[0018] 本開示において、初期の蛍光スペクトルのピーク波長 λ_0 、及び、初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_τ は、いずれも時間分解蛍光分光法により測定される。

本開示において「初期の蛍光スペクトル」とは、励起光として用いるパルスレーザーを測定対象サンプルに照射して観察される蛍光スペクトルの最も蛍光強度が高くなった時点を0秒（基準）とし、ここから、5 nsだけ経過するまでの蛍光スペクトル強度を積算して得られた蛍光スペクトルと定義する。

本開示において「初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトル」とは、基準より τ 秒経過した時点から $\tau + 5$ nsまでの蛍光スペクトル強度を積算して得られた蛍光スペクトルと定義する。

[0019] 本開示において「蛍光寿命 τ 」とは、0秒時の蛍光スペクトルの強度が $1/e$ まで減衰するのに要する時間を指す。なお、 e は自然対数の底である。蛍光スペクトルの強度の時間変化 $F(t)$ は式(1)で与えられる。

[0020] [数1]

$$F(t) = F_0 \cdot \exp(-t/\tau) \cdots \cdots \cdots (1)$$

[0021] ここで、 F_0 は $t = 0$ における蛍光スペクトルの強度であり、 τ が蛍光寿命である。図1に示されるように、一次式で近似したとき、励起状態にある蛍

光分子数が $1/e$ (約 37%) となったときの経過時間 T が蛍光寿命 τ となる。蛍光寿命 τ は、蛍光分子周辺の誘電率が高い場合 (親水的)、近傍にエネルギー受容体が存在する場合等において、蛍光寿命 τ が短くなる傾向にある。

[0022] 蛍光寿命 τ は、6 ns 以上であることが好ましく、10 ns 以上であることがより好ましく、15 ns 以上であることがさらに好ましく、20 ns 以上であることが特に好ましい。蛍光寿命 τ の上限値は特に制限はなく、500 ns 以下であってもよく、200 ns 以下であってもよく、100 ns 以下であってもよい。

[0023] 「初期の蛍光スペクトル」、「蛍光寿命」及び「初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトル」は、いずれも時間分解蛍光分光法で測定した値をいう。時間分解蛍光分光法による測定は、例えば、株式会社堀場製作所製蛍光寿命光度計 Delta Flex により実施することができる。測定条件は、25℃とする。蛍光スペクトルの測定範囲は450 nm～750 nmとする。

[0024] 測定装置によっては、測定時間が変更されても測定回数 (測定ポイント数) が一律に固定され測定ポイント数が変更不可の場合がある。この場合には、測定時間を必要以上に長くすると、単位時間当たりの測定ポイント数が少なくなって蛍光寿命 τ の測定精度が低くなる場合がある。そこで、測定時間は、蛍光スペクトルの蛍光寿命 τ に応じて適宜設定することが好ましく、蛍光スペクトルのピーク高さが10%まで減衰したときを測定時間の終点とすることがより好ましい。

また、測定精度の観点から、測定ポイント数は6ポイント/ns以上とすることが好ましく、10ポイント/ns以上とすることがより好ましく、19ポイント/ns以上とすることが更に好ましい。

蛍光寿命 τ が短い場合ほど単位時間当たりの測定ポイント数を多くすることが好ましい。具体的には、蛍光寿命 τ が数 ns～20 ns 程度の場合には19ポイント/ns以上とすることが好ましく、蛍光寿命 τ が20 ns を超

える場合には6ポイント／ns以上とすることが好ましい。

[0025] 本開示の波長変換部材において、量子ドット蛍光体の少なくとも1種の $|\lambda_0 - \lambda_\pi|$ は6nm以下であり、5nm以下であることが好ましく、4nm以下であることがより好ましい。 $|\lambda_0 - \lambda_\pi|$ は2nm以上であってもよい。

波長変換部材に含まれる量子ドット蛍光体の少なくとも1種において $|\lambda_0 - \lambda_\pi|$ が6nm以下であればよく、波長変換部材に含まれるすべての量子ドット蛍光体の $|\lambda_0 - \lambda_\pi|$ が6nm以下であることが好ましい。

[0026] 波長変換部材に含有される樹脂硬化物は、量子ドット蛍光体を包含するものであれば特に限定されるものではない。樹脂硬化物は、エポキシ環の開環構造、ウレタン構造、又はスルフィド構造を含むものであってもよく、スルフィド構造を含むものであることが好ましい。スルフィド構造を含む樹脂硬化物は、例えば、チオール基を含む化合物におけるチオール基と炭素炭素二重結合を含む化合物における炭素炭素二重結合との重合反応により形成されたものであってもよい。樹脂硬化物は、エステル構造を含んでいてもよい。

[0027] 炭素炭素二重結合を含む化合物としては、例えば、(メタ)アリル基を含む(メタ)アリル化合物及び(メタ)アクリロイル基を含む(メタ)アクリレート化合物が挙げられる。(メタ)アリル化合物に比較して(メタ)アクリレート化合物のほうが重合反応の活性が高い傾向にある。樹脂硬化物がエステル構造を含むことは即ち炭素炭素二重結合を含む化合物として(メタ)アクリレート化合物が用いられたことを示唆する。(メタ)アクリレート化合物を用いて形成された樹脂硬化物は、(メタ)アリル化合物を用いて形成された樹脂硬化物に比較してガラス転移温度が高くなる傾向にある。

[0028] フーリエ変換赤外分光光度計で測定した樹脂硬化物における、S-H伸縮振動に帰属されるピーク面積(V1)と、C-H伸縮振動に帰属されるピーク面積(V2)との比率(V1/V2)は、0.005以下であることが好ましく、0.004以下であることがより好ましく、0.002以下であることがさらに好ましい。

樹脂硬化物が、チオール基を含む化合物におけるチオール基と炭素炭素二重結合を含む化合物における炭素炭素二重結合との重合反応により形成されたものである場合、比率（ $V1/V2$ ）が小さいことは即ち、重合反応に寄与していないチオール基が少ないことを示唆する。重合反応に寄与していないチオール基が少ないと、樹脂硬化物のガラス転移温度が高くなる傾向にある。

樹脂硬化物における、S—H伸縮振動に帰属されるピーク面積（ $V1$ ）及びC—H伸縮振動に帰属されるピーク面積（ $V2$ ）は、フーリエ変換赤外分光光度計を用いて下記方法により測定された値をいう。

FT-IR Spectrometer（Perkin Elmer社）を用いて、測定対象の波長変換部材の表面をATR（Attenuated Total Reflection（全反射測定法））分析する。バックグラウンド測定は、空気で行い、積算回数16回の条件でFT-IR測定を実施する。波長変換部材が被覆材を有する場合、被覆材を剥離した状態の波長変換部材の硬化物層をFT-IR測定に供する。

[0029] 樹脂硬化物は、脂環式構造を含むものであってもよい。樹脂硬化物に含まれる脂環式構造は、炭素炭素二重結合を含む化合物に含まれる構造由来であってもよい。

樹脂硬化物に含まれる脂環式構造は特に限定されるものではなく、単環式構造であっても、二環式構造、三環式構造等の多環式構造であってもよい。脂環式構造の具体例としては、シクロブタン骨格、シクロペンタン骨格、シクロヘキサン骨格等の単環式構造、トリシクロデカン骨格、シクロヘキサン骨格、1,3-アダマンタン骨格、水添ビスフェノールA骨格、水添ビスフェノールF骨格、水添ビスフェノールS骨格、イソボルニル骨格等の多環式構造などが挙げられる。これらの中でも、多環式構造であることが好ましく、トリシクロデカン骨格又はイソボルニル骨格であることがより好ましく、トリシクロデカン骨格であることがさらに好ましい。

[0030] 樹脂硬化物に含まれる脂環式構造は、1種類単独であっても、少なくとも

2種類であってもよく、少なくとも2種類であることが好ましい。

少なくとも2種類の脂環式構造が樹脂硬化物に含まれる場合、脂環式構造の組み合わせとしては、トリシクロデカン骨格及びイソボルニル骨格の組み合わせ、水添ビスフェノールA骨格及びイソボルニル骨格の組み合わせ等が挙げられる。これらの中でも、発光効率、輝度及び耐湿熱性の観点から、トリシクロデカン骨格及びイソボルニル骨格の組み合わせが好ましい。

[0031] 樹脂硬化物に含まれる脂環式構造に占める多環式構造の割合は特に限定されるものではなく、多環式構造のモル基準の割合は、70モル%～100モル%であることが好ましく、80モル%～100モル%であることがより好ましく、90モル%～100モル%であることがさらに好ましい。

脂環式構造としてトリシクロデカン骨格及びイソボルニル骨格の組み合わせが用いられる場合、トリシクロデカン骨格とイソボルニル骨格とのモル基準の含有比率（トリシクロデカン骨格／イソボルニル骨格）は、耐湿熱性の観点から、5～20であることが好ましく、5～18であることがより好ましく、5～15であることがさらに好ましい。

脂環式構造に占める多環式構造の割合及びトリシクロデカン骨格とイソボルニル骨格とのモル基準の含有比率は、樹脂硬化物の製造に用いられる波長変換用樹脂組成物に含まれる成分の含有量から算出してもよい。例えば、トリシクロデカン骨格を有する化合物とイソボルニル骨格を有する化合物とのモル基準の含有比率は、トリシクロデカン骨格とイソボルニル骨格とのモル基準の含有比率と一致する。

[0032] 少なくとも2種類の脂環式構造が樹脂硬化物に含まれる場合、脂環式構造における、最もSP値が高い脂環式構造のSP値と最もSP値が低い脂環式構造のSP値との差は、発光効率及び輝度の観点から、0～1.5であることが好ましく、0～1.2であることがより好ましく、0～1.0であることがさらに好ましい。

[0033] 本開示におけるSP値の算出方法を以下に記載する。

SP値は、Fedors法に基づいて $\delta^2 = \Sigma E / \Sigma V$ の式より計算するこ

とができる。ここで、 δ はSP値を、 E は蒸発エネルギーを、 V はモル体積を意味している（参考文献：R. T. Fedors, *Polymer Engineering and Science*, 14, 147 (1974)、日本接着協会誌Vol. 22 No. 10 (1986)）。

また、本開示における脂環式構造のSP値とは、脂環式構造を構成する原子又は原子団から算出されるSP値をいう。

また、後述の多官能（メタ）アクリレート化合物及び単官能（メタ）アクリレート化合物のSP値とは、これら化合物を構成する原子又は原子団から算出されるSP値をいう。

[0034] 樹脂硬化物は、白色顔料及びその他成分を包含してもよい。樹脂硬化物に包含される白色顔料及びその他成分についての詳細は、後述の波長変換用樹脂組成物の項に記載のとおりである。

また、樹脂硬化物に包含される量子ドット蛍光体についての詳細も、後述の波長変換用樹脂組成物の項に記載のとおりである。

[0035] 波長変換部材の形状は特に制限されず、フィルム状、レンズ状等が挙げられる。波長変換部材を後述するバックライトユニットに適用する場合には、波長変換部材はフィルム状であることが好ましい。

[0036] 波長変換部材がフィルム状である場合、波長変換部材の平均厚みは、例えば、 $50\mu\text{m}$ ～ $400\mu\text{m}$ であることが好ましく、 $50\mu\text{m}$ ～ $350\mu\text{m}$ であることがより好ましく、 $80\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ であることがさらに好ましい。波長変換部材の平均厚みが $50\mu\text{m}$ 以上であると、波長変換効率がより向上する傾向にあり、平均厚みが $400\mu\text{m}$ 以下であると、波長変換部材を後述するバックライトユニットに適用した場合に、バックライトユニットをより薄型化できる傾向にある。

フィルム状の波長変換部材の平均厚みは、例えば、マイクロメータを用いて測定した任意の3箇所の厚みの算術平均値として求められる。

[0037] 波長変換部材は、1種類の波長変換用樹脂組成物を硬化したものであってもよく、2種類以上の波長変換用樹脂組成物を硬化したものであってもよい。

。例えば、波長変換部材がフィルム状である場合、波長変換部材は、第1の量子ドット蛍光体を含有する波長変換用樹脂組成物を硬化した第1の硬化物層と、第1の量子ドット蛍光体とは発光特性が異なる第2の量子ドット蛍光体を含有する波長変換用樹脂組成物を硬化した第2の硬化物層とが積層されたものであってもよい。

波長変換部材の製造に用いられる波長変換用樹脂組成物は、後述する量子ドット蛍光体加工液を用いて調製されたものであってもよい。量子ドット蛍光体加工液を用いることで、波長変換部材の $|\lambda_0 - \lambda_c|$ 値が、6 nm以下になりやすい傾向にある。

[0038] 波長変換部材は、波長変換用樹脂組成物の塗膜、成形体等を形成し、必要に応じて乾燥処理を行った後、紫外線等の活性エネルギー線を照射することにより得ることができる。活性エネルギー線の波長及び照射量は、波長変換用樹脂組成物の組成に応じて適宜設定することができる。一態様では、280 nm～400 nmの波長の紫外線を100 mJ/cm²～5000 mJ/cm²の照射量で照射する。紫外線源としては、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、ケミカルランプ、ブラックライトランプ、マイクロウェーブ励起水銀灯等が挙げられる。

[0039] 波長変換部材に含有される樹脂硬化物は、密着性をより向上させる観点から、動的粘弾性測定により周波数10 Hzかつ温度25℃の条件で測定した損失正接(tan δ)が0.4～1.5であることが好ましく、0.4～1.2であることがより好ましく、0.4～0.6であることがさらに好ましい。樹脂硬化物の損失正接(tan δ)は、動的粘弾性測定装置（例えば、Rheometric Scientific社、Solid Analyzer RSA-III）を用いて測定することができる。

[0040] また、樹脂硬化物は、密着性、耐熱性、及び耐湿熱性をより向上させる観点から、ガラス転移温度(T_g)が85℃以上であることが好ましく、85℃～160℃であることがより好ましく、90℃～120℃であることがさ

らに好ましい。樹脂硬化物のガラス転移温度（ T_g ）は、動的粘弾性測定装置（例えば、Rheometric Scientific社、Solid Analyzer RSA-III）を用いて、周波数10Hzの条件で測定することができる。

[0041] また、樹脂硬化物は、密着性、耐熱性、及び耐湿熱性をより向上させる観点から、周波数10Hzかつ温度25℃の条件で測定した貯蔵弾性率が $1 \times 10^7 \text{ Pa} \sim 1 \times 10^{10} \text{ Pa}$ であることが好ましく、 $5 \times 10^7 \text{ Pa} \sim 1 \times 10^{10} \text{ Pa}$ であることがより好ましく、 $5 \times 10^7 \text{ Pa} \sim 5 \times 10^9 \text{ Pa}$ であることがさらに好ましい。樹脂硬化物の貯蔵弾性率は、動的粘弾性測定装置（例えば、Rheometric Scientific社、Solid Analyzer RSA-III）を用いて測定することができる。

[0042] 本開示の波長変換部材は、樹脂硬化物の少なくとも一部を被覆する被覆材を有していてもよい。例えば、樹脂硬化物がフィルム状である場合、フィルム状の樹脂硬化物の片面又は両面がフィルム状の被覆材によって被覆されていてもよい。

[0043] 被覆材は、量子ドット蛍光体の発光効率の低下を抑える観点から、酸素及び水の少なくとも一方に対するバリア性を有することが好ましく、酸素及び水の両方に対するバリア性を有することがより好ましい。酸素及び水の少なくとも一方に対するバリア性を有する被覆材としては特に制限されず、無機層を有するバリアフィルム等の公知の被覆材を用いることができる。

[0044] 被覆材がフィルム状である場合、被覆材の平均厚みは、例えば、 $10 \mu\text{m} \sim 150 \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $30 \mu\text{m} \sim 140 \mu\text{m}$ であることがより好ましく、 $50 \mu\text{m} \sim 135 \mu\text{m}$ であることがさらに好ましい。平均厚みが $10 \mu\text{m}$ 以上であると、バリア性等の機能が充分なものとなる傾向にあり、平均厚みが $150 \mu\text{m}$ 以下であると、光透過率の低下が抑えられる傾向にある。

フィルム状の被覆材の平均厚みは、フィルム状の波長変換部材と同様にして求められる。

[0045] 被覆材の酸素透過率は、例えば、 $0.5 \text{ mL} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot \text{atm})$ 以下であることが好ましく、 $0.3 \text{ mL} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot \text{atm})$ 以下であることがより好ましく、 $0.1 \text{ mL} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot \text{atm})$ 以下であることがさらに好ましい。被覆材の酸素透過率は、酸素透過率測定装置（例えば、MOCON社、OX-TRAN）を用いて、温度 23°C かつ相対湿度 65% の条件で測定することができる。

また、被覆材の水蒸気透過率は、例えば、 $5 \times 10^{-2} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot \text{Pa})$ 以下であることが好ましく、 $1 \times 10^{-2} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot \text{Pa})$ 以下であることがより好ましく、 $5 \times 10^{-3} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot \text{Pa})$ 以下であることがさらに好ましい。被覆材の水蒸気透過率は、水蒸気透過率測定装置（例えば、MOCON社、AQUATRAN）を用いて、温度 40°C かつ相対湿度 90% の条件で測定することができる。

[0046] 本開示の波長変換部材は、光の利用効率をより向上させる観点から、全光線透過率が 55% 以上であることが好ましく、 60% 以上であることがより好ましく、 65% 以上であることがさらに好ましい。波長変換部材の全光線透過率は、JIS K 7361-1:1997の測定法に準拠して測定することができる。

[0047] また、本開示の波長変換部材は、光の利用効率をより向上させる観点から、ヘーズが 95% 以上であることが好ましく、 97% 以上であることがより好ましく、 99% 以上であることがさらに好ましい。波長変換部材のヘーズは、JIS K 7136:2000の測定法に準拠して測定することができる。

[0048] 波長変換部材の概略構成の一例を図2に示す。但し、本開示の波長変換部材は図2の構成に限定されるものではない。また、図2における硬化物層及び被覆材の大きさは概念的なものであり、大きさの相対的な関係はこれに限定されない。なお、各図面において、同一の部材には同一の符号を付し、重複した説明は省略することがある。

[0049] 図2に示す波長変換部材10は、フィルム状の樹脂硬化物である硬化物層

1 1 と、硬化物層 1 1 の両面に設けられたフィルム状の被覆材 1 2 A 及び 1 2 B とを有する。被覆材 1 2 A 及び被覆材 1 2 B の種類及び平均厚みは、それぞれ同一であっても異なってもよい。

[0050] 図 2 に示す構成の波長変換部材は、例えば、以下のような公知の製造方法により製造することができる。

[0051] まず、連続搬送されるフィルム状の被覆材（以下、「第 1 の被覆材」ともいう。）の表面に後述の波長変換用樹脂組成物を付与し、塗膜を形成する。波長変換用樹脂組成物の付与方法は特に制限されず、ダイコーティング法、カーテンコーティング法、エクストルージョンコーティング法、ロッドコーティング法、ロールコーティング法等が挙げられる。波長変換用樹脂組成物は、後述する量子ドット蛍光体加工液を用いて調製されたものであってもよい。

[0052] 次に、波長変換用樹脂組成物の塗膜の上に、連続搬送されるフィルム状の被覆材（以下、「第 2 の被覆材」ともいう。）を貼り合わせる。

[0053] 次に、第 1 の被覆材及び第 2 の被覆材のうち活性エネルギー線を透過可能な被覆材側から活性エネルギー線を照射することにより、塗膜を硬化し、硬化物層を形成する。その後、規定のサイズに切り出すことにより、図 2 に示す構成の波長変換部材を得ることができる。

[0054] なお、第 1 の被覆材及び第 2 の被覆材のいずれも活性エネルギー線を透過可能でない場合には、第 2 の被覆材を貼り合わせる前に塗膜に活性エネルギー線を照射し、硬化物層を形成してもよい。

[0055] <バックライトユニット>

本開示のバックライトユニットは、上述した本開示の波長変換部材と、光源とを備える。

[0056] バックライトユニットとしては、色再現性を向上させる観点から、多波長光源化されたものが好ましい。好ましい一態様としては、430nm～480nmの波長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ピークを有する青色光と、520nm～560nmの波長域に発光中心

波長を有し、半値幅が100nm以下である発光強度ピークを有する緑色光と、600nm～680nmの波長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ピークを有する赤色光と、を発光するバックライトユニットを挙げることができる。なお、本開示において発光強度ピークの半値幅とは、半値全幅を意味する。

[0057] 色再現性をより向上させる観点から、バックライトユニットが発光する青色光の発光中心波長は、440nm～475nmの範囲であることが好ましい。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発光中心波長は、520nm～545nmの範囲であることが好ましい。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発光中心波長は、610nm～640nmの範囲であることが好ましい。

[0058] また、色再現性をより向上させる観点から、バックライトユニットが発光する青色光、緑色光、及び赤色光の各発光強度ピークの半値幅は、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、40nm以下であることがさらに好ましく、30nm以下であることが特に好ましく、25nm以下であることが極めて好ましい。

[0059] バックライトユニットの光源としては、例えば、430nm～480nmの波長域に発光中心波長を有する青色光を発光する光源を用いることができる。光源としては、例えば、LED (Light Emitting Diode) 及びレーザーが挙げられる。青色光を発光する光源を用いる場合、波長変換部材は、少なくとも、赤色光を発光する量子ドット蛍光体R及び緑色光を発光する量子ドット蛍光体Gを含むことが好ましい。これにより、波長変換部材から発光される赤色光及び緑色光と、波長変換部材を透過した青色光とにより、白色光を得ることができる。

[0060] また、バックライトユニットの光源としては、例えば、300nm～430nmの波長域に発光中心波長を有する紫外光を発光する光源を用いることもできる。光源としては、例えば、LED及びレーザーが挙げられる。紫外光を発光する光源を用いる場合、波長変換部材は、量子ドット蛍光体R及び

量子ドット蛍光体G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蛍光体Bを含むことが好ましい。これにより、波長変換部材から発光される赤色光、緑色光、及び青色光により、白色光を得ることができる。

[0061] 本開示のバックライトユニットは、エッジライト方式であっても直下型方式であってもよい。エッジライト方式のバックライトユニットは、パソコン等のモニターへの搭載が例示される。直下型方式のバックライトユニットは、テレビへの搭載が例示される。

[0062] エッジライト方式のバックライトユニットの概略構成の一例を図3に示す。但し、本開示のバックライトユニットは、図3の構成に限定されるものではない。また、図3における部材の大きさは概念的なものであり、部材間の大きさの相対的な関係はこれに限定されない。

[0063] 図3に示すバックライトユニット20は、青色光 L_B を出射する光源21と、光源21から出射された青色光 L_B を導光して出射させる導光板22と、導光板22と対向配置される波長変換部材10と、波長変換部材10を介して導光板22と対向配置される再帰反射性部材23と、導光板22を介して波長変換部材10と対向配置される反射板24とを備える。波長変換部材10は、青色光 L_B の一部を励起光として赤色光 L_R 及び緑色光 L_G を発光し、赤色光 L_R 及び緑色光 L_G と、励起光とならなかった青色光 L_B とを出射する。この赤色光 L_R 、緑色光 L_G 、及び青色光 L_B により、再帰反射性部材23から白色光 L_W が出射される。

[0064] 直下型方式のバックライトユニットは、点光源と、点光源からの光を拡散させて面光源に変換するための拡散板と、を有してよい。波長変換部材は拡散板に対向して配置されることがある。

[0065] <画像表示装置>

本開示の画像表示装置は、上述した本開示のバックライトユニットを備える。画像表示装置としては特に制限されず、例えば、液晶表示装置が挙げられる。

[0066] 液晶表示装置の概略構成の一例を図4に示す。但し、本開示の液晶表示装

置は、図4の構成に限定されるものではない。また、図4における部材の大きさは概念的なものであり、部材間の大きさの相対的な関係はこれに限定されない。

[0067] 図4に示す液晶表示装置30は、バックライトユニット20と、バックライトユニット20と対向配置される液晶セルユニット31とを備える。液晶セルユニット31は、液晶セル32が偏光板33Aと偏光板33Bとの間に配置された構成とされる。

[0068] 液晶セル32の駆動方式は特に制限されず、TN (Twisted Nematic) 方式、STN (Super Twisted Nematic) 方式、VA (Vertical Alignment) 方式、IPS (In-Plane-Switching) 方式、OCB (Optically Compensated Birefringence) 方式等が挙げられる。

[0069] <波長変換用樹脂組成物>

本開示の波長変換用樹脂組成物は、量子ドット蛍光体、硬化性化合物及び硬化剤を含み、必要に応じて、他の成分をさらに含有していてもよい。硬化性化合物としては、2以上の炭素炭素二重結合を含む化合物、エポキシ化合物、イソシアネート化合物等が挙げられる。

[0070] 硬化性化合物が2以上の炭素炭素二重結合を含む化合物を含む場合、硬化剤としては、多官能チオール化合物が好ましい。この場合、波長変換用樹脂組成物は更に光重合開始剤を含有することが好ましい。したがって、本開示の波長変換用樹脂組成物の一態様は、2以上の炭素炭素二重結合を含む化合物、多官能チオール化合物、光重合開始剤及び量子ドット蛍光体を含んでもよく、必要に応じて、他の成分をさらに含有していてもよい。この態様の波長変換用樹脂組成物は、硬化物の耐湿熱性に優れる。

[0071] 硬化性化合物がエポキシ化合物を含む場合、硬化剤としては、フェノール硬化剤、アミン硬化剤、酸無水物硬化剤、チオール硬化剤等が挙げられる。

波長変換用樹脂組成物は、硬化性化合物として、2以上の炭素炭素二重結

合を含む化合物と、2以上の炭素炭素二重結合を含む化合物以外のその他の硬化性化合物とを併用してもよい。

[0072] 以下、本開示の波長変換用樹脂組成物に含有され得る成分について詳細に説明する。

[0073] (2以上の炭素炭素二重結合を含む化合物)

本開示の波長変換用樹脂組成物は、2以上の炭素炭素二重結合を含む化合物を含有してもよい。2以上の炭素炭素二重結合を含む化合物は、多官能(メタ)アクリレート化合物を含有してもよく、脂環式構造を有する多官能(メタ)アクリレート化合物を含有してもよい。脂環式構造を有する多官能(メタ)アクリレート化合物は、骨格に脂環式構造を有し、1分子中に2個以上の(メタ)アクリロイル基を有する多官能(メタ)アクリレート化合物である。脂環式構造を有する多官能(メタ)アクリレート化合物を用いると、保存安定性に優れ、保存安定性が比較的低いとされる多官能チオール化合物を用いた場合であっても保存安定性に優れる傾向にある。

[0074] 脂環式構造を有する多官能(メタ)アクリレート化合物に含まれる脂環式構造は、特に限定されるものではなく、単環式構造であっても、二環式構造、三環式構造等の多環式構造であってもよい。

脂環式構造を有する多官能(メタ)アクリレート化合物の具体例としては、トリシクロデカンジメタノールジ(メタ)アクリレート、シクロヘキサンジメタノールジ(メタ)アクリレート、1,3-アダマンタンジメタノールジ(メタ)アクリレート、水添ビスフェノールA(ポリ)エトキシジ(メタ)アクリレート、水添ビスフェノールA(ポリ)プロポキシジ(メタ)アクリレート、水添ビスフェノールF(ポリ)エトキシジ(メタ)アクリレート、水添ビスフェノールF(ポリ)プロポキシジ(メタ)アクリレート、水添ビスフェノールS(ポリ)エトキシジ(メタ)アクリレート、水添ビスフェノールS(ポリ)プロポキシジ(メタ)アクリレート等の脂環式(メタ)アクリレートなどが挙げられる。

波長変換用樹脂組成物の耐湿熱性の観点から、脂環式構造を有する多官能

(メタ) アクリレート化合物に含まれる脂環式構造が、多環式構造を含むことが好ましく、トリシクロデカン骨格を含むことがより好ましい。脂環式構造がトリシクロデカン骨格を含む多官能(メタ)アクリレート化合物としては、トリシクロデカンジメタノールジ(メタ)アクリレートであることが好ましい。

[0075] 波長変換用樹脂組成物中の2以上の炭素炭素二重結合を含む化合物の含有率は、波長変換用樹脂組成物の全量に対して、例えば、40質量%~90質量%であることが好ましく、50質量%~90質量%であることがより好ましく、60質量%~85質量%であることがさらに好ましい。2以上の炭素炭素二重結合を含む化合物の含有率が上記範囲にある場合、硬化物の耐湿熱性がより向上する傾向にある。

[0076] 波長変換用樹脂組成物は、2以上の炭素炭素二重結合を含む化合物を1種類単独で含有していてもよく、2以上の炭素炭素二重結合を含む化合物を2種類以上組み合わせて含有していてもよい。

[0077] (チオール化合物)

波長変換用樹脂組成物は、多官能チオール化合物を含有してもよい。波長変換用樹脂組成物が多官能チオール化合物を含有することで、波長変換用樹脂組成物が硬化する際に2以上の炭素炭素二重結合を含む化合物と多官能チオール化合物との間でエンチオール反応が進行し、硬化物の耐湿熱性がより向上する傾向にある。また、波長変換用樹脂組成物が多官能チオール化合物を含有することで、硬化物の光学特性がより向上する傾向にある。

[0078] 多官能チオール化合物の具体例としては、エチレングリコールビス(3-メルカプトプロピオネート)、ジエチレングリコールビス(3-メルカプトプロピオネート)、テトラエチレングリコールビス(3-メルカプトプロピオネート)、1,2-プロピレングリコールビス(3-メルカプトプロピオネート)、ジエチレングリコールビス(3-メルカプトブチレート)、1,4-ブタンジオールビス(3-メルカプトプロピオネート)、1,4-ブタンジオールビス(3-メルカプトブチレート)、1,8-オクタンジオール

ビス（３－メルカプトプロピオネート）、１，８－オクタンジオールビス（３－メルカプトブチレート）、ヘキサンジオールビスチオグリコレート、トリメチロールプロパントリス（３－メルカプトプロピオネート）、トリメチロールプロパントリス（３－メルカプトブチレート）、トリメチロールプロパントリス（３－メルカプトイソブチレート）、トリメチロールプロパントリス（２－メルカプトイソブチレート）、トリメチロールプロパントリスチオグリコレート、トリス－〔（３－メルカプトプロピオニルオキシ）－エチル〕－イソシアヌレート、トリメチロールエタントリス（３－メルカプトブチレート）、ペンタエリスリトールテトラキス（３－メルカプトプロピオネート）、ペンタエリスリトールテトラキス（３－メルカプトブチレート）、ペンタエリスリトールテトラキス（３－メルカプトイソブチレート）、ペンタエリスリトールテトラキス（２－メルカプトイソブチレート）、ジペンタエリスリトールヘキサキス（３－メルカプトプロピオネート）、ジペンタエリスリトールヘキサキス（２－メルカプトプロピオネート）、ジペンタエリスリトールヘキサキス（３－メルカプトブチレート）、ジペンタエリスリトールヘキサキス（３－メルカプトイソブチレート）、ジペンタエリスリトールヘキサキス（２－メルカプトイソブチレート）、ペンタエリスリトールテトラキスチオグリコレート、ジペンタエリスリトールヘキサキスチオグリコレート等が挙げられる。

[0079] また、多官能チオール化合物は、あらかじめ多官能（メタ）アクリレート化合物と反応したチオエーテルオリゴマーの状態であってもよい。

[0080] チオエーテルオリゴマーは、多官能チオール化合物と多官能（メタ）アクリレート化合物とを重合開始剤の存在下で付加重合させることにより得ることができる。チオエーテルオリゴマーを付加重合により得る場合、原料となる多官能（メタ）アクリレート化合物の（メタ）アクリロイル基の当量数に対する多官能チオール化合物のチオール基の当量数の割合（チオール基の当量数／（メタ）アクリロイル基の当量数）は、例えば、３．０～３．３であることが好ましく、３．０～３．２であることがより好ましく、３．０５～

3. 15であることがさらに好ましい。

[0081] チオエーテルオリゴマーの重量平均分子量は、例えば、3000～10000であることが好ましく、3000～8000であることがより好ましく、4000～6000であることがさらに好ましい。

なお、チオエーテルオリゴマーの重量平均分子量は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー（GPC）を用いて測定される分子量分布から標準ポリスチレンの検量線を使用して換算して求められる。

[0082] また、チオエーテルオリゴマーのチオール当量は、例えば、200 g/eq～400 g/eqであることが好ましく、250 g/eq～350 g/eqであることがより好ましく、250 g/eq～270 g/eqであることがさらに好ましい。

[0083] なお、チオエーテルオリゴマーのチオール当量は、以下のようなヨウ素滴定法により測定することができる。

測定試料0.2 gを精秤し、これにクロロホルム20 mLを加えて試料溶液とする。デンプン指示薬として可溶性デンプン0.275 gを30 gの純水に溶解させたものを用いて、純水20 mL、イソプロピルアルコール10 mL、及びデンプン指示薬1 mLを加え、スターラーで攪拌する。ヨウ素溶液を滴下し、クロロホルム層が緑色を呈した点を終点とする。このとき下記式にて与えられる値を、測定試料のチオール当量とする。

チオール当量（g/eq）＝測定試料の質量（g）×10000/ヨウ素溶液の滴定量（mL）×ヨウ素溶液のファクター

[0084] 波長変換用樹脂組成物は、1分子中に1個のチオール基を有する単官能チオール化合物を含有してもよい。

[0085] 単官能チオール化合物の具体例としては、ヘキサントチオール、1-ヘプタントチオール、1-オクタントチオール、1-ノナントチオール、1-デカントチオール、3-メルカプトプロピオン酸、メルカプトプロピオン酸メチル、メルカプトプロピオン酸メトキシブチル、メルカプトプロピオン酸オクチル、メルカプトプロピオン酸トリデシル、2-エチルヘキシル-3-メルカプト

ロピオネート、*n*-オクチル-3-メルカプトプロピオネート等が挙げられる。

[0086] 波長変換用樹脂組成物中のチオール化合物（多官能チオール化合物及び必要に応じて用いられる単官能チオール化合物の合計）の含有率は、波長変換用樹脂組成物の全量に対して、例えば、5質量%～50質量%であることが好ましく、5質量%～40質量%であることがより好ましく、10質量%～30質量%であることがさらに好ましく、15質量%～27質量%であることが特に好ましい。この場合、多官能（メタ）アクリレート化合物とのエンチオール反応により、硬化物がさらに緻密な架橋構造を形成し、耐湿熱性がより向上する傾向にある。

多官能チオール化合物及び必要に応じて用いられる単官能チオール化合物の合計に占める多官能チオール化合物の質量基準の割合は、60質量%～100質量%であることが好ましく、70質量%～100質量%であることがより好ましく、80質量%～100質量%であることがさらに好ましい。

[0087] 多官能（メタ）アクリレート化合物と多官能チオール化合物との質量基準の含有比率（多官能（メタ）アクリレート化合物／多官能チオール化合物）は、0.5～10であることが好ましく、0.5～8.0であることがより好ましく、0.5～6.0であることがさらに好ましい。

[0088] （光重合開始剤）

波長変換用樹脂組成物は、光重合開始剤を含有してもよい。光重合開始剤としては特に制限されず、具体例として、紫外線等の活性エネルギー線の照射によりラジカルを発生する化合物が挙げられる。

[0089] 光重合開始剤の具体例としては、ベンゾフェノン、*N*, *N*'-テトラアルキル-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルホリノフェニル)-ブタノン-1、2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルホリノプロパノン-1、4, 4'-ビス(ジメチルアミノ)ベンゾフェノン（「ミヒラーケトン」とも称される）、4, 4'-ビス(ジエチルアミノ)ベンゾフェノン、4-メトキ

シー4'-ジメチルアミノベンゾフェノン、1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、1-(4-イソプロピルフェニル)-2-ヒドロキシ-2-メチルプロパン-1-オン、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、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン等の芳香族ケトン化合物；アルキルアントラキノン、フェナントレンキノン等のキノン化合物；ベンゾイン、アルキルベンゾイン等のベンゾイン化合物；ベンゾインアルキルエーテル、ベンゾインフェニルエーテル等のベンゾインエーテル化合物；ベンジルジメチルケタール等のベンジル誘導体；2-(*o*-クロロフェニル)-4,5-ジフェニルイミダゾール二量体、2-(*o*-クロロフェニル)-4,5-ジ(*m*-メトキシフェニル)イミダゾール二量体、2-(*o*-フルオロフェニル)-4,5-ジフェニルイミダゾール二量体、2-(*o*-メトキシフェニル)-4,5-ジフェニルイミダゾール二量体、2,4-ジ(*p*-メトキシフェニル)-5-フェニルイミダゾール二量体、2-(2,4-ジメトキシフェニル)-4,5-ジフェニルイミダゾール二量体等の2,4,5-トリアリールイミダゾール二量体；9-フェニルアクリジン、1,7-(9,9'-アクリジニル)ヘプタン等のアクリジン誘導体；1,2-オクタンジオン1-[4-(フェニルチオ)-2-(*O*-ベンゾイルオキシム)]、エタノン1-[9-エチル-6-(2-メチルベンゾイル)-9*H*-カルバゾール-3-イル]-1-(*O*-アセチルオキシム)等のオキシムエステル化合物；7-ジエチルアミノ-4-メチルクマリン等のクマリン化合物；2,4-ジエチルチオキサントン等のチオキサントン化合物；2,4,6-トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシド、2,4,6-トリメチルベンゾイルフェニルエトキシホスフィンオキシド等のアシルホスフィンオキシド化合物；などが挙げられる。波長変換用樹脂組成物は、1種類の光重合開始剤を単独で含有していてもよく、2種類以上の光重合開始剤を組み合わせ含有していてもよい。

[0090] 光重合開始剤としては、硬化性の観点から、アシルホスフィンオキシド化

合物、芳香族ケトン化合物、及びオキシムエステル化合物からなる群より選択される少なくとも1種が好ましく、アシルホスフィンオキシド化合物及び芳香族ケトン化合物からなる群より選択される少なくとも1種がより好ましく、アシルホスフィンオキシド化合物がさらに好ましい。

[0091] 波長変換用樹脂組成物中の光重合開始剤の含有率は、波長変換用樹脂組成物の全量に対して、例えば、0.1質量%～5質量%であることが好ましく、0.1質量%～3質量%であることがより好ましく、0.5質量%～1.5質量%であることがさらに好ましい。光重合開始剤の含有率が0.1質量%以上であると、波長変換用樹脂組成物の感度が充分なものとなる傾向にあり、光重合開始剤の含有率が5質量%以下であると、波長変換用樹脂組成物の硬化物の色相への影響及び保存安定性の低下が抑えられる傾向にある。

[0092] (無機蛍光体)

波長変換用樹脂組成物は、無機蛍光体を含有してもよい。無機蛍光体としては特に制限されず、 $Y_3O_3:Eu$ 、 $YVO_4:Eu$ 、 $Y_2O_2:Eu$ 、 $3.5MgO \cdot 0.5MgF_2$ 、 $GeO_2:Mn$ 、 $(Y \cdot Cd)BO_2:Eu$ 、 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ 等の赤色発光無機蛍光体、 $ZnS:Cu \cdot Al$ 、 $(Zn \cdot Cd)S:Cu \cdot Al$ 、 $ZnS:Cu \cdot Au \cdot Al$ 、 $Zn_2SiO_4:Mn$ 、 $ZnSiO_4:Mn$ 、 $ZnS:Ag \cdot Cu$ 、 $(Zn \cdot Cd)S:Cu$ 、 $ZnS:Cu$ 、 $GdOS:Tb$ 、 $LaOS:Tb$ 、 $YSiO_4:Ce \cdot Tb$ 、 $ZnGeO_4:Mn$ 、 $GeMgAlO:Tb$ 、 $SrGaS:Eu^{2+}$ 、 $ZnS:Cu \cdot Co$ 、 $MgO \cdot nB_2O_3:Ge \cdot Tb$ 、 $LaOBr:Tb \cdot Tm$ 、 $La_2O_2S:Tb$ 、 $SiAlON$ 等の緑色発光無機蛍光体、 $ZnS:Ag$ 、 $GaWO_4$ 、 $Y_2SiO_6:Ce$ 、 $ZnS:Ag \cdot Ga \cdot Cl$ 、 $Ca_2B_4OCl:Eu^{2+}$ 、 $BaMgAl_4O_3:Eu^{2+}$ 等の青色発光無機蛍光体などが挙げられる。

[0093] (量子ドット蛍光体)

波長変換用樹脂組成物は、量子ドット蛍光体を含有してもよい。量子ドット蛍光体としては特に制限されず、 $II-VI$ 族化合物、 $III-V$ 族化合物、 $IV-VI$ 族化合物、及び IV 族化合物からなる群より選択される少な

くとも1種を含む粒子が挙げられる。量子ドット蛍光体としては、ペロブスカイト型結晶構造を有する化合物の粒子も挙げられるが、ペロブスカイト型結晶構造を有する化合物以外であってもよく、発光効率の観点からは、Cd及びInの少なくとも一方を含む化合物を含むことが好ましい。

[0094] II-V族化合物の具体例としては、CdSe、CdTe、CdS、ZnS、ZnSe、ZnTe、ZnO、HgS、HgSe、HgTe、CdSeS、CdSeTe、CdSTe、ZnSeS、ZnSeTe、ZnSTe、HgSeS、HgSeTe、HgSTe、CdZnS、CdZnSe、CdZnTe、CdHgS、CdHgSe、CdHgTe、HgZnS、HgZnSe、HgZnTe、CdZnSeS、CdZnSeTe、CdZnSTe、CdHgSeS、CdHgSeTe、CdHgSTe、HgZnSeS、HgZnSeTe、HgZnSTe等が挙げられる。

III-V族化合物の具体例としては、GaN、GaP、GaAs、GaSb、AlN、AlP、AlAs、AlSb、InN、InP、InAs、InSb、GaN_P、GaNA_s、GaNS_b、GaPA_s、GaPS_b、AlNP、AlNA_s、AlNS_b、AlPA_s、AlPS_b、InNP、InNA_s、InNS_b、InPA_s、InPS_b、GaAlNP、GaAlNA_s、GaAlNS_b、GaAlPA_s、GaAlPS_b、GaInNP、GaInNA_s、GaInNS_b、GaInPA_s、GaInPS_b、InAlNP、InAlNA_s、InAlNS_b、InAlPA_s、InAlPS_b等が挙げられる。

IV-V族化合物の具体例としては、SnS、SnSe、SnTe、PbS、PbSe、PbTe、SnSeS、SnSeTe、SnSTe、PbSeS、PbSeTe、PbSTe、SnPbS、SnPbSe、SnPbTe、SnPbSSe、SnPbSeTe、SnPbSTe等が挙げられる。

IV族化合物の具体例としては、Si、Ge、SiC、SiGe等が挙げられる。

- [0095] 量子ドット蛍光体としては、コアシェル構造を有するものが好ましい。コアを構成する化合物のバンドギャップよりもシェルを構成する化合物のバンドギャップを広くすることで、量子ドット蛍光体の量子効率をより向上させることが可能となる。コア及びシェルの組み合わせ（コア／シェル）としては、CdSe／ZnS、InP／ZnS、PbSe／PbS、CdSe／CdS、CdTe／CdS、CdTe／ZnS等が挙げられる。
- [0096] また、量子ドット蛍光体としては、シェルが多層構造である、いわゆるコアマルチシェル構造を有するものであってもよい。バンドギャップの広いコアにバンドギャップの狭いシェルを1層又は2層以上積層し、さらにこのシェルの上にバンドギャップの広いシェルを積層することで、量子ドット蛍光体の量子効率をさらに向上させることが可能となる。
- [0097] 波長変換用樹脂組成物は、1種類の量子ドット蛍光体を単独で含有していてもよく、2種類以上の量子ドット蛍光体を組み合わせて含有していてもよい。2種類以上の量子ドット蛍光体を組み合わせて含有する態様としては、例えば、成分は異なるものの平均粒子径を同じくする量子ドット蛍光体を2種類以上含有する態様、平均粒子径は異なるものの成分を同じくする量子ドット蛍光体を2種類以上含有する態様、並びに成分及び平均粒子径の異なる量子ドット蛍光体を2種類以上含有する態様が挙げられる。量子ドット蛍光体の成分及び平均粒子径の少なくとも一方を変更することで、量子ドット蛍光体の発光中心波長を変更することができる。
- [0098] 例えば、波長変換用樹脂組成物は、520nm～560nmの緑色の波長域に発光中心波長を有する量子ドット蛍光体Gと、600nm～680nmの赤色の波長域に発光中心波長を有する量子ドット蛍光体Rとを含有していてもよい。量子ドット蛍光体Gと量子ドット蛍光体Rとを含有する波長変換用樹脂組成物の硬化物に対して430nm～480nmの青色の波長域の励起光を照射すると、量子ドット蛍光体G及び量子ドット蛍光体Rからそれぞれ緑色光及び赤色光が発光される。その結果、量子ドット蛍光体G及び量子ドット蛍光体Rから発光される緑色光及び赤色光と、硬化物を透過する青色

光とにより、白色光を得ることができる。

[0099] 量子ドット蛍光体は、分散媒体に分散された量子ドット蛍光体分散液の状態で用いてもよい。量子ドット蛍光体を分散する分散媒体としては、各種溶剤及び単官能（メタ）アクリレート化合物が挙げられる。

分散媒体として使用可能な溶剤としては、水、アセトン、酢酸エチル、トルエン、*n*-ヘキサン等が挙げられる。

分散媒体として使用可能な単官能（メタ）アクリレート化合物としては、室温（25℃）において液体であれば特に限定されるものではなく、単官能（メタ）アクリレート化合物が挙げられ、脂環式構造を有する単官能（メタ）アクリレート化合物であってもよい。単官能（メタ）アクリレート化合物に含まれる脂環式構造は、特に限定されるものではなく、単環式構造であっても、二環式構造、三環式構造等の多環式構造であってもよい。単官能（メタ）アクリレート化合物の具体例としては、イソボルニル（メタ）アクリレート、ジシクロペンタニル（メタ）アクリレート等が挙げられる。

これらの中でも、分散媒体としては、波長変換用樹脂組成物を硬化する際に分散媒体を揮発させる工程が不要になる観点から、単官能（メタ）アクリレート化合物であることが好ましく、脂環式構造を有する単官能（メタ）アクリレート化合物であることがより好ましく、多環式構造を有する単官能（メタ）アクリレート化合物であることがさらに好ましく、イソボルニル（メタ）アクリレート及びジシクロペンタニル（メタ）アクリレートであることが特に好ましく、イソボルニル（メタ）アクリレートであることが極めて好ましい。

[0100] 分散媒体として単官能（メタ）アクリレート化合物を用いる場合、多官能（メタ）アクリレート化合物及び単官能（メタ）アクリレート化合物のうちの、最もSP値が高い化合物のSP値と最もSP値が低い化合物のSP値との差は、発光効率及び輝度の観点から、0～1.5であることが好ましく、0～1.3であることがより好ましく、0～1.1であることがさらに好ましい。

多官能（メタ）アクリレート化合物及び単官能（メタ）アクリレート化合物のSP値の算出方法は、前述の通りである。

[0101] 分散媒体として単官能（メタ）アクリレート化合物を用いる場合、単官能（メタ）アクリレート化合物と多官能（メタ）アクリレート化合物との質量基準の含有比率（単官能（メタ）アクリレート化合物／多官能（メタ）アクリレート化合物）は、0.01～0.30であることが好ましく、0.02～0.20であることがより好ましく、0.05～0.20であることがさらに好ましい。

[0102] 分散媒体として単官能（メタ）アクリレート化合物を用いる場合、単官能（メタ）アクリレート化合物と多官能（メタ）アクリレート化合物との組み合わせとして、耐湿熱性の観点から、多官能（メタ）アクリレート化合物がトリシクロデカン骨格を有する化合物を含み、単官能（メタ）アクリレート化合物がイソボルニル骨格を有する化合物を含むことが好ましい。

トリシクロデカン骨格を有する化合物とイソボルニル骨格を有する化合物とのモル基準の含有比率（トリシクロデカン骨格を有する化合物／イソボルニル骨格を有する化合物）は、耐湿熱性の観点から、5～20であることが好ましく、5～18であることがより好ましく、5～15であることがさらに好ましい。

[0103] 量子ドット蛍光体分散液に占める量子ドット蛍光体の質量基準の割合は、1質量％～30質量％であることが好ましく、1質量％～20質量％であることがより好ましく、1質量％～10質量％であることがさらに好ましい。

[0104] 波長変換用樹脂組成物中の量子ドット蛍光体分散液の含有率は、量子ドット蛍光体分散液に占める量子ドット蛍光体の質量基準の割合が1質量％～20質量％である場合、波長変換用樹脂組成物の全量に対して、例えば、1質量％～10質量％であることが好ましく、4質量％～10質量％であることがより好ましく、4質量％～7質量％であることがさらに好ましい。

また、波長変換用樹脂組成物中の量子ドット蛍光体の含有率は、波長変換用樹脂組成物の全量に対して、例えば、0.01質量％～1.0質量％であ

ることが好ましく、0.05質量%～0.5質量%であることがより好ましく、0.1質量%～0.5質量%であることがさらに好ましい。量子ドット蛍光体の含有率が0.01質量%以上であると、硬化物に励起光を照射する際に十分な発光強度が得られる傾向にあり、量子ドット蛍光体の含有率が1.0質量%以下であると、量子ドット蛍光体の凝集が抑えられる傾向にある。

[0105] (液状媒体)

波長変換用樹脂組成物は、液状媒体を含有しないか又は液状媒体の含有率が0.5質量%以下であることが好ましい。液状媒体とは、室温（25℃）において液体の状態の媒体をいう。

[0106] 液状媒体の具体例としては、アセトン、メチルエチルケトン、メチルー n -プロピルケトン、メチルイソプロピルケトン、メチルー n -ブチルケトン、メチルイソブチルケトン、メチルー n -ペンチルケトン、メチルー n -ヘキシルケトン、ジエチルケトン、ジプロピルケトン、ジイソブチルケトン、トリメチルノナノン、シクロヘキサノン、シクロペンタノン、メチルシクロヘキサノン、2,4-ペンタンジオン、アセトニルアセトン等のケトン溶剤；ジエチルエーテル、メチルエチルエーテル、メチルー n -プロピルエーテル、ジイソプロピルエーテル、テトラヒドロフラン、メチルテトラヒドロフラン、ジオキサン、ジメチルジオキサン、エチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールジエチルエーテル、エチレングリコールジ n -プロピルエーテル、エチレングリコールジ n -ブチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル、ジエチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールメチルエチルエーテル、ジエチレングリコールメチルー n -プロピルエーテル、ジエチレングリコールメチルー n -ブチルエーテル、ジエチレングリコールジ n -プロピルエーテル、ジエチレングリコールジ n -ブチルエーテル、ジエチレングリコールメチルー n -ヘキシルエーテル、トリエチレングリコールジメチルエーテル、トリエチレングリコールジエチルエーテル、トリエチレングリコールメチルエチルエーテル、トリ

エチレングリコールメチル-*n*-ブチルエーテル、トリエチレングリコールジ-*n*-ブチルエーテル、トリエチレングリコールメチル-*n*-ヘキシルエーテル、テトラエチレングリコールジメチルエーテル、テトラエチレングリコールジエチルエーテル、テトラエチレングリコールメチルエチルエーテル、テトラエチレングリコールメチル-*n*-ブチルエーテル、テトラエチレングリコールジ-*n*-ブチルエーテル、テトラエチレングリコールメチル-*n*-ヘキシルエーテル、プロピレングリコールジメチルエーテル、プロピレングリコールジエチルエーテル、プロピレングリコールジ-*n*-プロピルエーテル、プロピレングリコールジ-*n*-ブチルエーテル、ジプロピレングリコールジメチルエーテル、ジプロピレングリコールジエチルエーテル、ジプロピレングリコールメチルエチルエーテル、ジプロピレングリコールメチル-*n*-ブチルエーテル、ジプロピレングリコールジ-*n*-プロピルエーテル、ジプロピレングリコールジ-*n*-ブチルエーテル、ジプロピレングリコールメチル-*n*-ヘキシルエーテル、トリプロピレングリコールジメチルエーテル、トリプロピレングリコールジエチルエーテル、トリプロピレングリコールメチルエチルエーテル、トリプロピレングリコールメチル-*n*-ブチルエーテル、トリプロピレングリコールジ-*n*-ブチルエーテル、トリプロピレングリコールメチル-*n*-ヘキシルエーテル、テトラプロピレングリコールジメチルエーテル、テトラプロピレングリコールジエチルエーテル、テトラプロピレングリコールメチルエチルエーテル、テトラプロピレングリコールメチル-*n*-ブチルエーテル、テトラプロピレングリコールメチル-*n*-ヘキシルエーテル等のエーテル溶剤；プロピレンカーボネート、エチレンカーボネート、ジエチルカーボネート等のカーボネート溶剤；酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸*n*-プロピル、酢酸イソプロピル、酢酸*n*-ブチル、酢酸イソブチル、酢酸*sec*-ブチル、酢酸*n*-ペンチル、酢酸*sec*-ペンチル、酢酸3-メトキシブチル、酢酸メチルペンチル、酢酸2-エチルブチル、酢酸2-エチルヘキシル、酢酸2-(2-ブトキシエトキシ)エチル、酢酸ベンジル、酢酸シクロヘキシル、酢酸メチルシクロヘキシル、酢酸ノニル、ア

セト酢酸メチル、アセト酢酸エチル、酢酸ジエチレングリコールメチルエーテル、酢酸ジエチレングリコールモノエチルエーテル、酢酸ジプロピレングリコールメチルエーテル、酢酸ジプロピレングリコールエチルエーテル、ジ酢酸グリコール、酢酸メトキシトリエチレングリコール、プロピオン酸エチル、プロピオン酸 *n*-ブチル、プロピオン酸イソアミル、シュウ酸ジエチル、シュウ酸ジ-*n*-ブチル、乳酸メチル、乳酸エチル、乳酸 *n*-ブチル、乳酸 *n*-アミル、エチレングリコールメチルエーテルプロピオネート、エチレングリコールエチルエーテルプロピオネート、エチレングリコールメチルエーテルアセテート、エチレングリコールエチルエーテルアセテート、プロピレングリコールメチルエーテルアセテート、プロピレングリコールエチルエーテルアセテート、プロピレングリコールプロピルエーテルアセテート、 γ -ブチロラクトン、 γ -バレロラクトン等のエステル溶剤；アセトニトリル、*N*-メチルピロリジノン、*N*-エチルピロリジノン、*N*-プロピルピロリジノン、*N*-ブチルピロリジノン、*N*-ヘキシルピロリジノン、*N*-シクロヘキシルピロリジノン、*N*, *N*-ジメチルホルムアミド、*N*, *N*-ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド等の非プロトン性極性溶剤；メタノール、エタノール、*n*-プロパノール、イソプロパノール、*n*-ブタノール、イソブタノール、*sec*-ブタノール、*t*-ブタノール、*n*-ペンタノール、イソペンタノール、2-メチルブタノール、*sec*-ペンタノール、*t*-ペンタノール、3-メトキシブタノール、*n*-ヘキサノール、2-メチルペンタノール、*sec*-ヘキサノール、2-エチルブタノール、*sec*-ヘブタノール、*n*-オクタノール、2-エチルヘキサノール、*sec*-オクタノール、*n*-ノニルアルコール、*n*-デカノール、*sec*-ウンデシルアルコール、トリメチルノニルアルコール、*sec*-テトラデシルアルコール、*sec*-ヘプタデシルアルコール、シクロヘキサノール、メチルシクロヘキサノール、ベンジルアルコール、エチレングリコール、1, 2-プロピレングリコール、1, 3-ブチレングリコール、ジエチレングリコール、ジプロピレングリコール、トリエチレングリコール、トリプロピレングリコール等の

アルコール溶剤；エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノフェニルエーテル、ジエチレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールモノエチルエーテル、ジエチレングリコールモノ n -ブチルエーテル、ジエチレングリコールモノ n -ヘキシルエーテル、トリエチレングリコールモノエチルエーテル、テトラエチレングリコールモノ n -ブチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノエチルエーテル、トリプロピレングリコールモノメチルエーテル等のグリコールモノエーテル溶剤；テルピネン、テルピネオール、ミルセン、アロオシメン、リモネン、ジペンテン、ピネン、カルボン、オシメン、フェランドレン等のテルペン溶剤；ジメチルシリコンオイル、メチルフェニルシリコンオイル、メチルヒドロジェンシリコンオイル等のストレートシリコンオイル；アミノ変性シリコンオイル、エポキシ変性シリコンオイル、カルボキシ変性シリコンオイル、カルビノール変性シリコンオイル、メルカプト変性シリコンオイル、異種官能基変性シリコンオイル、ポリエーテル変性シリコンオイル、メチルstyril変性シリコンオイル、親水性特殊変性シリコンオイル、高級アルコキシ変性シリコンオイル、高級脂肪酸変性シリコンオイル、フッ素変性シリコンオイル等の変性シリコンオイル；ブタン酸、ペンタン酸、ヘキサ酸、ヘプタン酸、オクタン酸、ノナン酸、デカン酸、ウンデカン酸、ドデカン酸、トリデカン酸、テトラデカン酸、ペンタデカン酸、ヘキサデカン酸、ヘプタデカン酸、オクタデカン酸、ノナデカン酸、イコサン酸、エイコセン酸等の炭素数4以上の飽和脂肪族モノカルボン酸；オレイン酸、エライジン酸、リノール酸、パルミトレイン酸等の炭素数8以上の不飽和脂肪族モノカルボン酸；などが挙げられる。波長変換用樹脂組成物が液状媒体を含有する場合、1種類の液状媒体を単独で含有していてもよく、2種類以上の液状媒体を組み合わせで含有していてもよい。

[0107]（白色顔料）

波長変換用樹脂組成物は、白色顔料をさらに含有していてもよい。

白色顔料の具体例としては、酸化チタン、硫酸バリウム、酸化亜鉛、炭酸カルシウム等が挙げられる。これらの中でも、光散乱効率の観点から酸化チタンであることが好ましい。

波長変換用樹脂組成物が白色顔料として酸化チタンを含有する場合、酸化チタンとしては、ルチル型酸化チタンであってもアナターゼ型酸化チタンであってもよく、ルチル型酸化チタンであることが好ましい。

[0108] 白色顔料の平均粒子径は、 $0.1\ \mu\text{m} \sim 1\ \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $0.2\ \mu\text{m} \sim 0.8\ \mu\text{m}$ であることがより好ましく、 $0.2\ \mu\text{m} \sim 0.5\ \mu\text{m}$ であることがさらに好ましい。

本開示において白色顔料の平均粒子径は、以下のようにして測定することができる。

波長変換用樹脂組成物から抽出した白色顔料を、界面活性剤を含んだ精製水に分散させ、分散液を得る。この分散液を用いてレーザー回折式粒度分布測定装置（例えば、株式会社島津製作所、SALD-3000J）で測定される体積基準の粒度分布において、小径側からの積算が50%となるときの値（メジアン径（D50））を白色顔料の平均粒子径とする。波長変換用樹脂組成物から白色顔料を抽出する方法としては、例えば、波長変換用樹脂組成物を液状媒体で希釈し、遠心分離処理等により白色顔料を沈澱させて分収する方法が挙げられる。

なお、樹脂硬化物中に含まれる白色顔料の平均粒子径は、走査型電子顕微鏡を用いた粒子の観察により、50個の粒子について円相当径（長径と短径の幾何平均）を算出し、その算術平均値として求めることができる。

[0109] 波長変換用樹脂組成物が白色顔料を含有する場合、波長変換用樹脂組成物中で白色顔料が凝集するのを抑制する観点から、白色顔料は、表面の少なくとも一部に有機物を含む有機物層を有することが好ましい。有機物層に含まれる有機物としては、有機シラン、オルガノシロキサン、フルオロシラン、有機ホスホネート、有機リン酸化合物、有機ホスフィネート、有機スルホン

酸化合物、カルボン酸、カルボン酸エステル、カルボン酸の誘導体、アミド、炭化水素ワックス、ポリオレフィン、ポリオレフィンのコポリマー、ポリオール、ポリオールの誘導体、アルカノールアミン、アルカノールアミンの誘導体、有機分散剤等が挙げられる。

有機物層に含まれる有機物は、ポリオール、有機シラン等を含むことが好ましく、ポリオール又は有機シランの少なくとも一方を含むことがより好ましい。

有機シランの具体例としては、オクチルトリエトキシシラン、ノニルトリエトキシシラン、デシルトリエトキシシラン、ドデシルトリエトキシシラン、トリデシルトリエトキシシラン、テトラデシルトリエトキシシラン、ペンタデシルトリエトキシシラン、ヘキサデシルトリエトキシシラン、ヘプタデシルトリエトキシシラン、オクタデシルトリエトキシシラン等が挙げられる。

オルガノシロキサン具体例としては、トリメチルシリル官能基で末端されたポリジメチルシロキサン（PDMS）、ポリメチルヒドロシロキサン（PMHS）、PMHSのオレフィンによる官能化（ヒドロシリル化による）により誘導されるポリシロキサン等が挙げられる。

有機ホスホネートの具体例としては、例えば、*n*-オクチルホスホン酸及びそのエステル、*n*-デシルホスホン酸及びそのエステル、2-エチルヘキシルホスホン酸及びそのエステル並びにカンフィル（camphyl）ホスホン酸及びそのエステルが挙げられる。

有機リン酸化合物の具体例としては、有機酸性ホスフェート、有機ピロホスフェート、有機ポリホスフェート、有機メタホスフェート、これらの塩等が挙げられる。

有機ホスフィネートの具体例としては、例えば、*n*-ヘキシルホスフィン酸及びそのエステル、*n*-オクチルホスフィン酸及びそのエステル、ジ-*n*-ヘキシルホスフィン酸及びそのエステル並びにジ-*n*-オクチルホスフィン酸及びそのエステルが挙げられる。

有機スルホン酸化合物の具体例としては、ヘキシルスルホン酸、オクチルスルホン酸、2-エチルヘキシルスルホン酸等のアルキルスルホン酸、これらアルキルスルホン酸と、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム、アルミニウム、チタン等の金属イオン、アンモニウムイオン、トリエタノールアミン等の有機アンモニウムイオンなどとの塩が挙げられる。

カルボン酸の具体例としては、マレイン酸、マロン酸、フマル酸、安息香酸、フタル酸、ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸等が挙げられる。

カルボン酸エステルの具体例としては、上記カルボン酸と、エチレングリコール、プロピレングリコール、トリメチロールプロパン、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン、グリセロール、ヘキサントリオール、エリトリトール、マンニトール、ソルビトール、ペンタエリトリトール、ビスフェノールA、ヒドロキノン、フロログルシノール等のヒドロキシ化合物との反応により生成するエステル及び部分エステルが挙げられる。

アミドの具体例としては、ステアリン酸アミド、オレイン酸アミド、エルカ酸アミド等が挙げられる。

ポリオレフィン及びそのコポリマーの具体例としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレンと、プロピレン、ブチレン、酢酸ビニル、アクリレート、アクリルアミド等から選択される1種又は2種以上の化合物との共重合体などが挙げられる。

ポリオール of 具体例としては、グリセロール、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン等が挙げられる。

アルカノールアミンの具体例としては、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン等が挙げられる。

有機分散剤の具体例としては、クエン酸、ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸、陰イオン性、陽イオン性、双性、非イオン性等の官能基をもつ高分子有機分散剤などが挙げられる。

波長変換用樹脂組成物中における白色顔料の凝集が抑制されると、樹脂硬化物中における白色顔料の分散性が向上する傾向にある。

[0110] 白色顔料は、表面の少なくとも一部に金属酸化物等を含む酸化物層を有していてもよい。酸化物層に含まれる金属酸化物等としては、二酸化ケイ素、酸化アルミニウム、ジルコニア、ホスホリア（phosphoria）、ボリア（boria）等が挙げられる。酸化物層は一層であっても二層以上であってもよい。白色顔料が二層の酸化物層を有する場合、二酸化ケイ素を含む第一酸化物層及び酸化アルミニウムを含む第二酸化物層を含むものであることが好ましい。

白色顔料が酸化物層を有することで、脂環式構造とスルフィド構造とを含む樹脂硬化物中における白色顔料の分散性が向上する傾向にある。

[0111] 白色顔料は、有機物層と酸化物層とを有するものであってもよい。この場合、白色顔料の表面に、酸化物層及び有機物層が、酸化物層及び有機物層の順に設けられることが好ましい。白色顔料が有機物層と二層の酸化物層とを有するものである場合、白色顔料の表面に、二酸化ケイ素を含む第一酸化物層、酸化アルミニウムを含む第二酸化物層及び有機物層が、第一酸化物層、第二酸化物層及び有機物層の順に設けられることが好ましい。

[0112] 波長変換用樹脂組成物が白色顔料を含有する場合、波長変換用樹脂組成物中の白色顔料の含有率は、波長変換用樹脂組成物の全量に対して、例えば、0.1質量％～1.0質量％であることが好ましく、0.2質量％～1.0質量％であることがより好ましく、0.3質量％～1.0質量％であることがさらに好ましい。

[0113] （その他の成分）

波長変換用樹脂組成物は、重合禁止剤、シランカップリング剤、界面活性剤、密着付与剤、酸化防止剤等のその他の成分をさらに含有していてもよい。波長変換用樹脂組成物は、その他の成分のそれぞれについて、1種類を単独で含有していてもよく、2種類以上を組み合わせで含有していてもよい。

また、波長変換用樹脂組成物は、必要に応じて（メタ）アリル化合物を含有していてもよい。

[0114] （波長変換用樹脂組成物の用途）

波長変換用樹脂組成物は、フィルム形成に好適に使用可能である。また、波長変換用樹脂組成物は、波長変換部材の形成に好適に使用可能である。

[0115] (波長変換用樹脂組成物の調製方法)

波長変換用樹脂組成物は、量子ドット蛍光体、樹脂硬化物を形成するための硬化性化合物及び硬化剤、並びに必要なに応じてその他の成分を常法により混合することで調製することができる。量子ドット蛍光体は、量子ドット蛍光体分散液の状態で混合してもよい。

波長変換用樹脂組成物を調製する際、量子ドット蛍光体分散液に替えて、後述の本開示の量子ドット蛍光体加工液を用いてもよい。

量子ドット蛍光体加工液を用いて波長変換用樹脂組成物を調製する場合、量子ドット蛍光体加工液に別途、硬化性化合物及び硬化剤を加えて波長変換用樹脂組成物を調製してもよい。例えば、量子ドット蛍光体とチオール化合物とを含有する量子ドット蛍光体加工液を準備し、この量子ドット蛍光体加工液に追加的にチオール化合物を添加して波長変換用樹脂組成物を調製してもよい。

[0116] <量子ドット蛍光体加工液>

本開示の量子ドット蛍光体加工液は、量子ドット蛍光体と硬化性化合物又は硬化剤とを含有し、必要なに応じてその他の成分を含有してもよい。量子ドット蛍光体加工液における「硬化性化合物又は硬化剤」を「加工液樹脂成分」ともいう。量子ドット蛍光体加工液の加工液樹脂成分は、波長変換用樹脂組成物に含有される硬化性化合物の少なくとも一部又は硬化剤の少なくとも一部であることが好ましい。

波長変換用樹脂組成物において硬化性化合物及び硬化剤として2以上の炭素炭素二重結合を含む化合物及びチオール化合物を用いる場合、量子ドット蛍光体加工液は、量子ドット蛍光体とチオール化合物とを含有することが好ましい。チオール化合物は単官能チオール化合物であっても多官能チオール化合物であってもよく、多官能チオール化合物が好ましい。

[0117] 量子ドット蛍光体加工液中の量子ドット蛍光体と加工液樹脂成分との比率

は、特に限定されるものではない。例えば、量子ドット蛍光体加工液中、加工液樹脂成分 100 質量部に対して量子ドット蛍光体分散液を 300 質量部以下で含有することが好ましく、250 質量部以下で含有することがより好ましく、200 質量部以下で含有することがさらに好ましい。

また、量子ドット蛍光体加工液中、加工液樹脂成分 100 質量部に対して量子ドット蛍光体分散液を 10 質量部以上で含有することが好ましく、50 質量部以上で含有することがより好ましく、80 質量部以上で含有することがさらに好ましい。

量子ドット蛍光体加工液中、加工液樹脂成分 100 質量部に対して量子ドット蛍光体分散液を 10 質量部～300 質量部含有することが好ましく、50 質量部～250 質量部含有することがより好ましく、80 質量部～200 質量部含有することがさらに好ましい。

2 種類以上の量子ドット蛍光体分散液が併用される場合、加工液樹脂成分 100 質量部に対する量子ドット蛍光体分散液の比率は、加工液樹脂成分 100 質量部に対する 2 種類以上の量子ドット蛍光体分散液の合計量の比率が上記範囲であることが好ましい。

[0118] 量子ドット蛍光体加工液がチオール化合物を含有する場合、量子ドット蛍光体加工液中の量子ドット蛍光体とチオール化合物との比率は、特に限定されるものではない。例えば、量子ドット蛍光体加工液中、チオール化合物 100 質量部に対して量子ドット蛍光体分散液を 300 質量部以下で含有することが好ましく、250 質量部以下で含有することがより好ましく、200 質量部以下で含有することがさらに好ましい。

また、量子ドット蛍光体加工液中、チオール化合物 100 質量部に対して量子ドット蛍光体分散液を 10 質量部以上で含有することが好ましく、50 質量部以上で含有することがより好ましく、80 質量部以上で含有することがさらに好ましい。

量子ドット蛍光体加工液中、チオール化合物 100 質量部に対して量子ドット蛍光体分散液を 10 質量部～300 質量部含有することが好ましく、5

0質量部～250質量部含有することがより好ましく、80質量部～200質量部含有することがさらに好ましい。

2種類以上の量子ドット蛍光体分散液が併用される場合、チオール化合物100質量部に対する量子ドット蛍光体分散液の比率は、チオール化合物100質量部に対する2種類以上の量子ドット蛍光体分散液の合計量の比率が上記範囲であることが好ましい。

[0119] また、量子ドット蛍光体加工液中、加工液樹脂成分100質量部に対して量子ドット蛍光体の総量を50質量部以下で含有することが好ましく、40質量部以下で含有することがより好ましく、20質量部以下で含有することがさらに好ましい。また、量子ドット蛍光体加工液中、加工液樹脂成分100質量部に対して量子ドット蛍光体の総量を1質量部以上で含有することが好ましく、5質量部以上で含有することがより好ましく、10質量部以上で含有することがさらに好ましい。

量子ドット蛍光体加工液中、加工液樹脂成分100質量部に対して量子ドット蛍光体の総量を1質量部～50質量部含有することが好ましく、5質量部～40質量部含有することがより好ましく、10質量部～20質量部含有することがさらに好ましい。

[0120] 量子ドット蛍光体加工液がチオール化合物を含有する場合、量子ドット蛍光体加工液中、チオール化合物100質量部に対して量子ドット蛍光体の総量を100質量部以下で含有することが好ましく、50質量部以下で含有することがより好ましく、20質量部以下で含有することがさらに好ましい。また、量子ドット蛍光体加工液中、チオール化合物100質量部に対して量子ドット蛍光体の総量を5質量部以上で含有することが好ましく、10質量部以上で含有することがより好ましい。

量子ドット蛍光体加工液中、チオール化合物100質量部に対して量子ドット蛍光体の総量を5質量部～100質量部含有することが好ましく、10質量部～50質量部含有することがより好ましく、10質量部～20質量部含有することがさらに好ましい。

[0121] 量子ドット蛍光体加工液は、既述の量子ドット蛍光体分散液にチオール化合物を含有させ、必要に応じて所定期間経過させたものであってもよい。

[0122] 量子ドット蛍光体加工液についての、時間分解蛍光分光法により測定された初期の蛍光スペクトルのピーク波長 λ_0 と、初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_τ との差の絶対値 ($|\lambda_0 - \lambda_\tau|$) は、6 nm以下であることが好ましく、5 nm以下であることがより好ましく、4 nm以下であることがさらに好ましい。量子ドット蛍光体加工液が2種類以上の量子ドット蛍光体を含有する場合、量子ドット蛍光体の少なくとも1種の $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ が6 nm以下であることが好ましく、量子ドット蛍光体加工液に含まれるすべての量子ドット蛍光体の $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ が6 nm以下であることがより好ましい。

[0123] 量子ドット蛍光体加工液を用いる波長変換用樹脂組成物の調製方法は、次の工程を有してもよい。

量子ドット蛍光体と硬化性化合物又は硬化剤とを含有する量子ドット蛍光体加工液Aであり、前記量子ドット蛍光体加工液Aについて時間分解蛍光分光法により蛍光スペクトルのピーク波長を測定したときに、前記量子ドット蛍光体の少なくとも1種において、初期の蛍光スペクトルのピーク波長 λ_0 と、初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_τ との差の絶対値 ($|\lambda_0 - \lambda_\tau|$) が6 nm以下となる量子ドット蛍光体加工液Aを準備する工程。

前記量子ドット蛍光体加工液Aに硬化性化合物及び硬化剤を添加し、波長変換用樹脂組成物を調製する工程。

[0124] 波長変換用樹脂組成物を調製する工程では、任意成分としてのその他の成分を添加してもよい。

[0125] 量子ドット蛍光体加工液Aを準備する工程は、次の工程を有してもよい。

前記量子ドット蛍光体と前記硬化性化合物又は硬化剤とを含有し、前記量子ドット蛍光体の濃度が異なる複数の量子ドット蛍光体加工液を準備する工

程。

前記複数の量子ドット蛍光体加工液について $|\lambda_0 - \lambda_c|$ を求める工程。

前記量子ドット蛍光体加工液中の前記量子ドット蛍光体の濃度と、前記 $|\lambda_0 - \lambda_c|$ との関係から、前記 $|\lambda_0 - \lambda_c|$ が 6 nm 以下となる量子ドット蛍光体の濃度 A を求める工程。

前記量子ドット蛍光体と前記硬化性化合物又は硬化剤とを含有し前記濃度 A の量子ドット蛍光体加工液 A を準備する工程。

[0126] 量子ドット蛍光体加工液に含まれる量子ドット蛍光体の種類は特に限定されるものではなく、 Cd 及び In の少なくとも一方を含む化合物であることが好ましく、 InP であることがより好ましい。

[0127] <波長変換用樹脂硬化物>

本開示の波長変換用樹脂硬化物は、本開示の波長変換用樹脂組成物の硬化物である。波長変換用樹脂組成物の硬化条件は、特に限定されるものではなく、一態様では、 $280\text{ nm} \sim 400\text{ nm}$ の波長の紫外線を $100\text{ mJ/cm}^2 \sim 5000\text{ mJ/cm}^2$ の照射量で照射する。紫外線源としては、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、ケミカルランプ、ブラックライトランプ、マイクロウェーブ励起水銀灯等が挙げられる。

波長変換用樹脂硬化物についての動的粘弾性測定により測定されたガラス転移温度は、 85°C 以上であることが好ましく、 $85^\circ\text{C} \sim 160^\circ\text{C}$ であることがより好ましく、 $90^\circ\text{C} \sim 120^\circ\text{C}$ であることがさらに好ましい。

本開示の波長変換用樹脂硬化物は、波長変換部材の構成要素として適用可能である。

実施例

[0128] 以下、本開示を実施例により具体的に説明するが、本開示はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0129] <実施例 1>

〔量子ドット蛍光体加工液 1 の調製〕

ペンタエリスリトールテトラキス（３－メルカプトプロピオネート）（EVANS 製）を 100 質量部に対して、量子ドット蛍光体分散液（緑色、Nanosys, Inc. 製、量子ドット蛍光体含有率：15 質量％）を 20 質量部と、量子ドット蛍光体分散液（赤色、Nanosys, Inc. 製、量子ドット蛍光体含有率：6 質量％）を 20 質量部とを混合し、ミックスローター（アズワン社製、MR-5）で 24 時間攪拌を継続して、量子ドット蛍光体加工液 1 を調製した。

[0130] 〔波長変換部材の作製〕

下記に示す材料を混合して、波長変換用樹脂組成物 1 を調製した。

- ・トリシクロデカンジメタノールジアクリレート（サートマー製）：64 質量部
- ・ペンタエリスリトールテトラキス（３－メルカプトプロピオネート）（EVANS 製）：2.2 質量部
- ・酸化チタン粉末 R-706（ケマーズ（株）製、平均粒子径 $0.36 \mu\text{m}$ ）：0.5 質量部
- ・４－ヒドロキシー 2, 2, 6, 6－テトラメチルピペリジン－N－オキシド（LA-7RD、（株）アデカ製）：0.008 質量部
- ・2, 4, 6－トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシド（Omni-rad TPO-H、IGM Resins B.V. 社）：0.5 質量部
- ・量子ドット蛍光体加工液 1：21 質量部

[0131] 得られた波長変換用樹脂組成物 1 を、被覆材として平均厚み $125 \mu\text{m}$ のバリアフィルム（大日本印刷株式会社製）の反マット面に塗布して塗膜を形成した。この塗膜上に、上記と同じ被覆材を配置した。次いで、紫外線照射装置（アイグラフィックス株式会社）を用いて紫外線を照射し（照射量： $1000 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ ）、波長変換用樹脂組成物 1 を硬化させて、波長変換層の両面に被覆材が配置された状態の波長変換部材を作製した。

[0132] <実施例 2>

〔量子ドット蛍光体加工液 2 の調製〕

ペンタエリスリトールテトラキス（3-メルカプトプロピオネート）（EVANS 製）を 100 質量部に対して、量子ドット蛍光体分散液（緑色、Nanosys, Inc. 製、量子ドット蛍光体含有率：15 質量%）を 50 質量部と、量子ドット蛍光体分散液（赤色、Nanosys, Inc. 製、量子ドット蛍光体含有率：6 質量%）を 50 質量部とを混合し、ミックスローター（アズワン社製、MR-5）で 24 時間攪拌を継続して、量子ドット蛍光体加工液 2 を調製した。

[0133] 〔波長変換部材の作製〕

下記に示す材料を混合して、波長変換用樹脂組成物 2 を調製した。

- ・トリシクロデカンジメタノールジアクリレート（サートマー製）：64 質量部
- ・ペンタエリスリトールテトラキス（3-メルカプトプロピオネート）（EVANS 製）：17.4 質量部
- ・酸化チタン粉末 R-706（ケマーズ（株）製、平均粒子径 $0.36 \mu\text{m}$ ）：0.5 質量部
- ・4-ヒドロキシー-2, 2, 6, 6-テトラメチルピペリジン-N-オキシド（LA-7RD、（株）アデカ製）：0.008 質量部
- ・2, 4, 6-トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシド（Omni-rad TPO H、IGM Resins B. V. 社）：0.5 質量部
- ・量子ドット蛍光体加工液 2：12 質量部

[0134] 得られた波長変換用樹脂組成物 2 を、被覆材として平均厚み $125 \mu\text{m}$ のバリアフィルム（大日本印刷株式会社製）の反マット面に塗布して塗膜を形成した。この塗膜上に、上記と同じ被覆材を配置した。次いで、紫外線照射装置（アイグラフィックス株式会社）を用いて紫外線を照射し（照射量： $1000 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ ）、波長変換用樹脂組成物 2 を硬化させて、波長変換層の

両面に被覆材が配置された状態の波長変換部材を作製した。

[0135] <実施例3>

〔量子ドット蛍光体加工液3の調製〕

ペンタエリスリトールテトラキス（3-メルカプトプロピオネート）（EVANS製）を100質量部に対して、量子ドット蛍光体分散液（緑色、Nanosys, Inc. 製、量子ドット蛍光体含有率：15質量%）を100質量部と、量子ドット蛍光体分散液（赤色、Nanosys, Inc. 製、量子ドット蛍光体含有率：6質量%）を100質量部とを混合し、ミックスローター（アズワン社製、MR-5）で24時間攪拌を継続して、量子ドット蛍光体加工液3を調製した。

[0136] 〔波長変換部材の作製〕

下記に示す材料を混合して、波長変換用樹脂組成物3を調製した。

- ・トリシクロデカンジメタノールジアクリレート（サートマー製）：64質量部
- ・ペンタエリスリトールテトラキス（3-メルカプトプロピオネート）（EVANS製）：22.4質量部
- ・酸化チタン粉末R-706（ケマーズ（株）製、平均粒子径0.36 μm ）：0.5質量部
- ・4-ヒドロキシー-2, 2, 6, 6-テトラメチルピペリジン-N-オキシル（LA-7RD、（株）アデカ製）：0.008質量部
- ・2, 4, 6-トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシド（Omni-rad TPO H、IGM Resins B. V. 社）：0.5質量部
- ・量子ドット蛍光体加工液3：9質量部

[0137] 得られた波長変換用樹脂組成物3を、被覆材として平均厚み125 μm のバリアフィルム（大日本印刷株式会社製）の反マット面に塗布して塗膜を形成した。この塗膜上に、上記と同じ被覆材を配置した。次いで、紫外線照射装置（アイグラフィックス株式会社）を用いて紫外線を照射し（照射量：1

000 mJ / cm²) 、波長変換用樹脂組成物 3 を硬化させて、波長変換層の両面に被覆材が配置された状態の波長変換部材を作製した。

[0138] <比較例 1 >

〔量子ドット蛍光体加工液 C 1 の調製〕

ペンタエリスリトールテトラキス (3 -メルカプトプロピオネート) (E V A N S 製) を 1 0 0 質量部に対して、量子ドット蛍光体分散液 (緑色、 N a n o s y s , I n c . 製、量子ドット蛍光体含有率 : 1 5 質量 %) を 2 0 0 質量部と、量子ドット蛍光体分散液 (赤色、 N a n o s y s , I n c . 製、量子ドット蛍光体含有率 : 6 質量 %) を 2 0 0 質量部とを混合し、ミックスローター (アズワン社製、 M R - 5) で 2 4 時間攪拌を継続して、量子ドット蛍光体加工液 C 1 を調製した。

[0139] 〔波長変換部材の作製〕

下記に示す材料を混合して、波長変換用樹脂組成物 C 1 を調製した。

- ・トリシクロデカンジメタノールジアクリレート (サートマー製) : 6 4 質量部
- ・ペンタエリスリトールテトラキス (3 -メルカプトプロピオネート) (E V A N S 製) : 2 5 質量部
- ・酸化チタン粉末 R - 7 0 6 (ケマーズ (株) 製、平均粒子径 0 . 3 6 μ m) : 0 . 5 質量部
- ・ 4 -ヒドロキシー 2 , 2 , 6 , 6 -テトラメチルピペリジン - N -オキシル (L A - 7 R D 、 (株) アデカ製) : 0 . 0 0 8 質量部
- ・ 2 , 4 , 6 -トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシド (O m n i r a d T P O H 、 I G M R e s i n s B . V . 社) : 0 . 5 質量部
- ・量子ドット蛍光体加工液 C 1 : 7 . 5 質量部

[0140] 得られた波長変換用樹脂組成物 C 1 を、被覆材とし平均厚み 1 2 5 μ m のバリアフィルム (大日本印刷株式会社製) の反マット面に塗布して塗膜を形成した。この塗膜上に、上記と同じ被覆材を配置した。次いで、紫外線照射

装置（アイグラフィックス株式会社）を用いて紫外線を照射し（照射量：1000 mJ / cm²）、波長変換用樹脂組成物C1を硬化させて、波長変換層の両面に被覆材が配置された状態の波長変換部材を作製した。

[0141] <比較例2>

〔量子ドット蛍光体加工液C2の調製〕

ペンタエリスリトールテトラキス（3-メルカプトプロピオネート）（EVANS製）を100質量部に対して、量子ドット蛍光体分散液（緑色、Nanosys, Inc. 製、量子ドット蛍光体含有率：15質量%）を330質量部と、量子ドット蛍光体分散液（赤色、Nanosys, Inc. 製、量子ドット蛍光体含有率：6質量%）を330質量部とを混合し、ミックスローター（アズワン社製、MR-5）で24時間攪拌を継続して、量子ドット蛍光体加工液C2を調製した。

[0142] 〔波長変換部材の作製〕

下記に示す材料を混合して、波長変換用樹脂組成物C2を調製した。

- ・トリシクロデカンジメタノールジアクリレート（サートマー製）：64質量部
- ・ペンタエリスリトールテトラキス（3-メルカプトプロピオネート）（EVANS製）：26質量部
- ・酸化チタン粉末R-706（ケマーズ（株）製、平均粒子径0.36 μm）：0.5質量部
- ・4-ヒドロキシ-2,2,6,6-テトラメチルピペリジン-N-オキシド（LA-7RD、（株）アデカ製）：0.008質量部
- ・2,4,6-トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシド（Omni-rad TPO H、IGM Resins B.V. 社）：0.5質量部
- ・量子ドット蛍光体加工液C2：6.9質量部

[0143] 得られた波長変換用樹脂組成物C2を、被覆材として平均厚み125 μmのバリアフィルム（大日本印刷株式会社製）の反マット面に塗布して塗膜を

形成した。この塗膜上に、上記と同じ被覆材を配置した。次いで、紫外線照射装置（アイグラフィックス株式会社）を用いて紫外線を照射し（照射量： 1000 mJ/cm^2 ）、波長変換用樹脂組成物C2を硬化させて、波長変換層の両面に被覆材が配置された状態の波長変換部材を作製した。

[0144] <比較例3>

〔量子ドット蛍光体加工液C3の調製〕

ペンタエリスリトールテトラキス（3-メルカプトプロピオネート）（EVANS製）を100質量部に対して、量子ドット蛍光体分散液（緑色、Nanosys, Inc. 製、量子ドット蛍光体含有率：15質量%）を500質量部と、量子ドット蛍光体分散液（赤色、Nanosys, Inc. 製、量子ドット蛍光体含有率：6質量%）を500質量部とを混合し、ミックスローター（アズワン社製、MR-5）で24時間攪拌を継続して、量子ドット蛍光体加工液C3を調製した。

[0145] 〔波長変換部材の作製〕

下記に示す材料を混合して、波長変換用樹脂組成物C3を調製した。

- ・トリシクロデカンジメタノールジアクリレート（サートマー製）：64質量部
- ・ペンタエリスリトールテトラキス（3-メルカプトプロピオネート）（EVANS製）：26.5質量部
- ・酸化チタン粉末R-706（ケマーズ（株）製、平均粒子径 $0.36\text{ }\mu\text{m}$ ）：0.5質量部
- ・4-ヒドロキシ-2,2,6,6-テトラメチルピペリジン-N-オキシド（LA-7RD、（株）アデカ製）：0.008質量部
- ・2,4,6-トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシド（Omni-rad TPO-H、IGM Resins B.V. 社）：0.5質量部
- ・量子ドット蛍光体加工液C3：6.6質量部

[0146] 得られた波長変換用樹脂組成物C3を、被覆材として平均厚み $125\text{ }\mu\text{m}$

のバリアフィルム（大日本印刷株式会社製）の反マット面に塗布して塗膜を形成した。この塗膜上に、上記と同じ被覆材を配置した。次いで、紫外線照射装置（アイグラフィックス株式会社）を用いて紫外線を照射し（照射量： $1000\text{ mJ}/\text{cm}^2$ ）、波長変換用樹脂組成物C3を硬化させて、波長変換層の両面に被覆材が配置された状態の波長変換部材を作製した。

[0147] [$|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ の測定]

株式会社堀場製作所製蛍光寿命光度計 ΔFlex の固体サンプルホルダーに波長変換部材を固定した。測定温度は、 25°C とし、励起波長を 365 nm に設定した。蛍光スペクトルの測定範囲は $450\text{ nm} \sim 750\text{ nm}$ とし、波長ステップ幅を 1 nm に設定した。測定時間は、 200 ns とし、この測定時間の範囲内での測定ポイント数は 4096 ポイントとした（ 1 ns 当たりの測定ポイント数： 20 ）。

上述の測定条件で、波長変換部材の蛍光寿命 τ 、「初期の蛍光スペクトル」及び「初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトル」を求めた。蛍光寿命 τ は、緑色の量子ドット蛍光体が、 30.5 ns 、赤色の量子ドット蛍光体が 31.2 ns であった。

次いで、「初期の蛍光スペクトル」及び「初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトル」から、各々 λ_0 及び λ_τ を求め、この値から $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ を求めた。

表1に、緑色の量子ドット蛍光体における $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ を示す。

[0148] [信頼性試験：耐熱試験]

得られた波長変換部材を直径 20 mm の円形に切り取り、これを 85°C の恒温槽内で放置した。波長変換部材の放置前の初期輝度及び放置して 300 時間経過後の輝度を、ファイバマルチチャンネル分光器（オーシャンフォトンクス株式会社、オーシャンビュー）を用いて測定した。 300 時間経過後の輝度が、初期輝度と比較して $\pm 5\%$ 未満の変化である場合に A と、 $\pm 5\%$ 以上 $\pm 10\%$ 未満の変化である場合に B と、 $\pm 10\%$ 以上 $\pm 20\%$ 未満の変

化である場合にCと評価した。

[0149] 〔信頼性試験：耐湿熱試験〕

得られた波長変換部材を直径20mmの円形に切り取り、これを65℃、相対湿度95％に設定した恒温槽内で放置した。波長変換部材の放置前の初期輝度及び放置して300時間経過後の輝度を、ファイバマルチチャンネル分光器（オーシャンフォトンクス株式会社、オーシャンビュー）を用いて測定した。300時間経過後の輝度が、初期輝度と比較して±5％未満の変化である場合にAと、±5％以上±10％未満の変化である場合にBと、±10％以上±20％未満の変化である場合にCと評価した。

[0150] [表1]

	実施例1	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2	比較例3
ペンタエリスリトールテトラキス（3-メルカプトプロピオネート）100質量部に対する量子ドット蛍光体分散液の合計の含有量（質量部）	40	100	200	400	660	1000
$ \lambda_0 - \lambda_r $	6 nm	1 nm	2 nm	8 nm	9 nm	9 nm
耐湿熱性	B	B	A	C	C	C
耐熱性	B	A	A	C	C	C

[0151] 国際特許出願PCT/JP2020/027553号の開示は、その全体が参照により本明細書に取り込まれる。

本明細書に記載された全ての文献、特許出願、及び技術規格は、個々の文献、特許出願、及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 量子ドット蛍光体と、前記量子ドット蛍光体を包含する樹脂硬化物と、を含有する波長変換部材であり、
- 前記波長変換部材について時間分解蛍光分光法により蛍光スペクトルのピーク波長を測定したときに、前記量子ドット蛍光体の少なくとも1種において初期の蛍光スペクトルのピーク波長 λ_0 と、初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_τ との差の絶対値 ($|\lambda_0 - \lambda_\tau|$) が、6 nm以下である、波長変換部材。
- [請求項2] 前記量子ドット蛍光体が、Cd及びInの少なくとも一方を含む化合物を含有する請求項1に記載の波長変換部材。
- [請求項3] 無機蛍光体と、前記無機蛍光体を包含する樹脂硬化物と、を含有する波長変換部材であり、
- 前記波長変換部材について時間分解蛍光分光法により蛍光スペクトルのピーク波長を測定したときに、前記無機蛍光体の少なくとも1種において初期の蛍光スペクトルのピーク波長 λ_0 と、初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_τ との差の絶対値 ($|\lambda_0 - \lambda_\tau|$) が、6 nm以下である、波長変換部材。
- [請求項4] フィルム状である請求項1～請求項3のいずれか1項に記載の波長変換部材。
- [請求項5] 画像表示用である請求項1～請求項4のいずれか1項に記載の波長変換部材。
- [請求項6] 前記樹脂硬化物の少なくとも一部を被覆する被覆材を有する請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の波長変換部材。
- [請求項7] 前記被覆材が、酸素及び水の少なくとも一方に対するバリア性を有する請求項6に記載の波長変換部材。
- [請求項8] 請求項1～請求項7のいずれか1項に記載の波長変換部材と、光源

と、を備えるバックライトユニット。

[請求項9] 請求項8に記載のバックライトユニットを備える画像表示装置。

[請求項10] 量子ドット蛍光体と硬化性化合物又は硬化剤とを含有する量子ドット蛍光体加工液Aであり、前記量子ドット蛍光体加工液Aについて時間分解蛍光分光法により蛍光スペクトルのピーク波長を測定したときに、前記量子ドット蛍光体の少なくとも1種において、初期の蛍光スペクトルのピーク波長 λ_0 と、初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_τ との差の絶対値 ($|\lambda_0 - \lambda_\tau|$) が6 nm以下となる量子ドット蛍光体加工液Aを準備する工程と、

前記量子ドット蛍光体加工液Aに硬化性化合物及び硬化剤を添加し、波長変換用樹脂組成物を調製する工程と、

を有する、請求項1又は請求項2に記載の波長変換部材の製造方法。

[請求項11] 前記量子ドット蛍光体加工液Aを準備する工程は、

前記量子ドット蛍光体と前記硬化性化合物又は硬化剤とを含有し、前記量子ドット蛍光体の濃度が異なる複数の量子ドット蛍光体加工液を準備する工程と、

前記複数の量子ドット蛍光体加工液について前記 $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ を求める工程と、

前記量子ドット蛍光体加工液中の前記量子ドット蛍光体の濃度と、前記 $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ との関係から、前記 $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ が6 nm以下となる量子ドット蛍光体の濃度Aを求める工程と、

前記量子ドット蛍光体と前記硬化性化合物又は硬化剤とを含有し前記濃度Aの量子ドット蛍光体加工液Aを準備する工程と、

を有する、請求項10に記載の波長変換部材の製造方法。

[請求項12] 無機蛍光体と硬化性化合物又は硬化剤とを含有する無機蛍光体加工液Aであり、前記無機蛍光体加工液Aについて時間分解蛍光分光法に

より蛍光スペクトルのピーク波長を測定したときに、前記無機蛍光体の少なくとも1種において、初期の蛍光スペクトルのピーク波長 λ_0 と、初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_τ との差の絶対値($|\lambda_0 - \lambda_\tau|$)が6 nm以下となる無機蛍光体加工液Aを準備する工程と、

前記無機蛍光体加工液Aに硬化性化合物及び硬化剤を添加し、波長変換用樹脂組成物を調製する工程と、

を有する、請求項3に記載の波長変換部材の製造方法。

[請求項13]

前記無機蛍光体加工液Aを準備する工程は、

前記無機蛍光体と前記硬化性化合物又は硬化剤とを含有し、前記無機蛍光体の濃度が異なる複数の無機蛍光体加工液を準備する工程と、

前記複数の無機蛍光体加工液について前記 $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ を求める工程と、

前記無機蛍光体加工液中の前記無機蛍光体の濃度と、前記 $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ との関係から、前記 $|\lambda_0 - \lambda_\tau|$ が6 nm以下となる無機蛍光体の濃度Aを求める工程と、

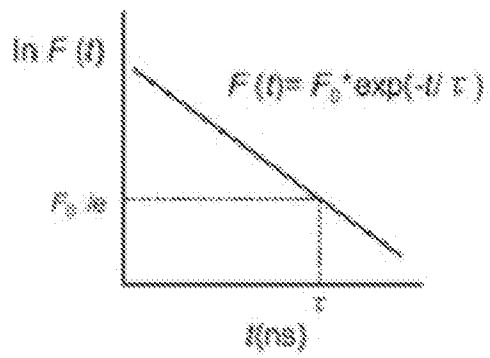
前記無機蛍光体と前記硬化性化合物又は硬化剤とを含有し前記濃度Aの無機蛍光体加工液Aを準備する工程と、

を有する、請求項12に記載の波長変換部材の製造方法。

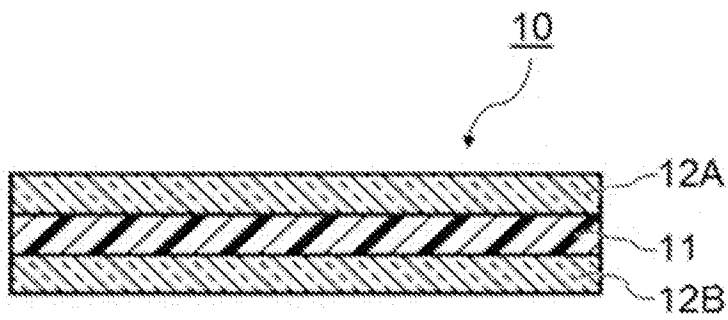
[請求項14]

無機蛍光体と硬化性化合物又は硬化剤とを含有する無機蛍光体加工液であり、前記無機蛍光体加工液について時間分解蛍光分光法により蛍光スペクトルのピーク波長を測定したときに、前記無機蛍光体の少なくとも1種において、初期の蛍光スペクトルのピーク波長 λ_0 と、初期の蛍光スペクトルの観察された時点から蛍光寿命 τ だけ経過した後に観察された蛍光スペクトルのピーク波長 λ_τ との差の絶対値($|\lambda_0 - \lambda_\tau|$)が6 nm以下である、波長変換用樹脂組成物を調製するために用いる無機蛍光体加工液。

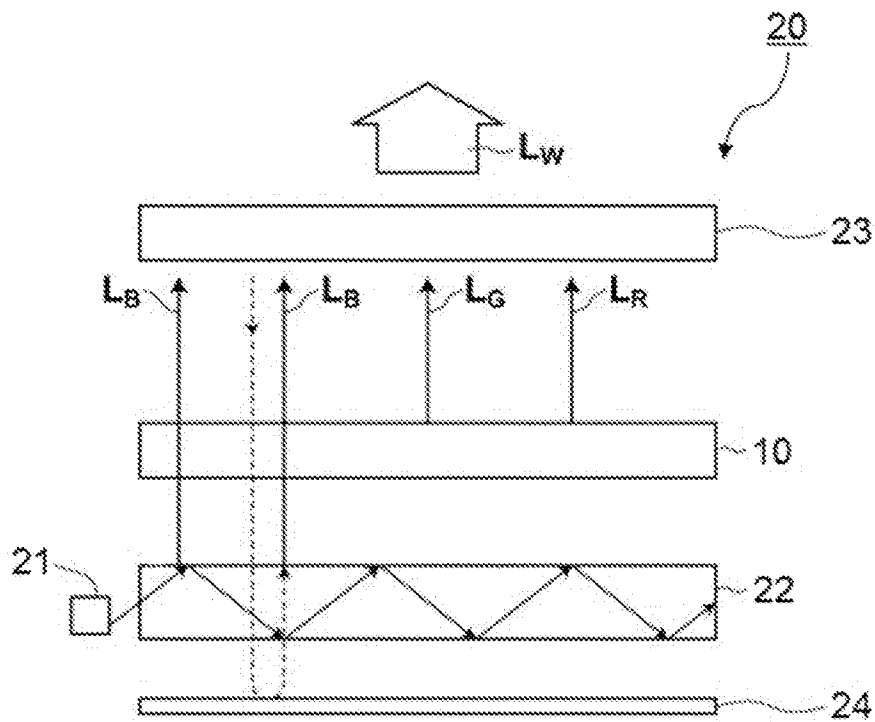
[図1]



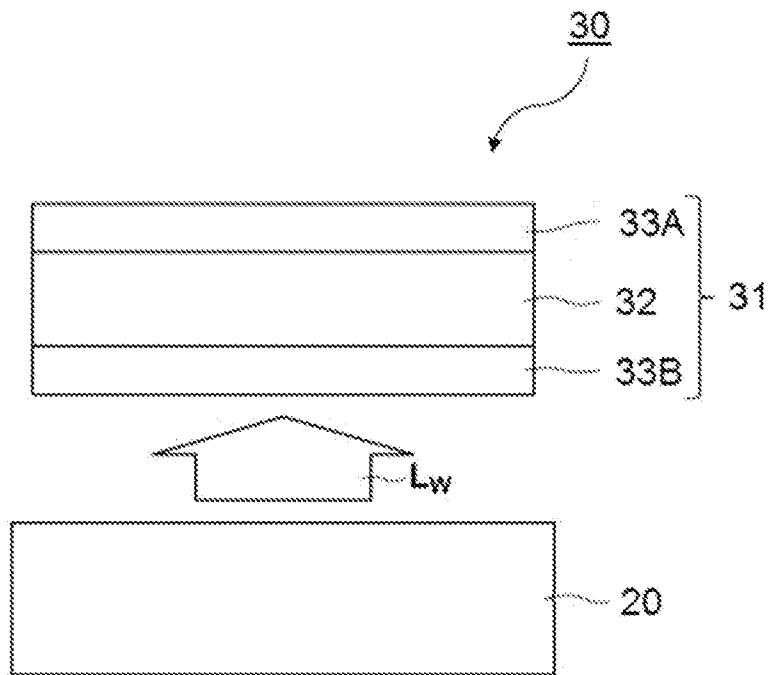
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/026524

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G02B5/20 (2006.01) i, F21V9/30 (2018.01) i, G02F1/13357 (2006.01) i
FI: G02B5/20, F21V9/30, G02F1/13357

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. G02B5/20, F21V9/30, G02F1/13357

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2019/0330527 A1 (KING ABDULLAH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 31 October 2019 (2019-10-31), claims, paragraphs [0068], [0083], [0099], fig. 3C, 12B	1-5, 8-10, 12, 14
Y		6-7
A		11, 13
Y	JP 2020-070444 A (SUMITOMO CHEMICAL CO., LTD.) 07 May 2020 (2020-05-07), paragraph [0119]	6-7
A	US 2015/0076408 A1 (BROWN UNIVERSITY) 19 March 2015 (2015-03-19), paragraph [0028], fig. 3A-3D	1-14

☐ 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
31.08.2021

Date of mailing of the international search report
07.09.2021

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/026524

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2019/0330527 A1	31.10.2019	WO 2018/146561 A1	
JP 2020-070444 A	07.05.2020	WO 2020/090567 A1	
US 2015/0076408 A1	19.03.2015	WO 2014/014529 A2	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 5/20(2006.01)i; F21V 9/30(2018.01)i; G02F 1/13357(2006.01)i FI: G02B5/20; F21V9/30; G02F1/13357										
B. 調査を行った分野										
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G02B5/20; F21V9/30; 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
X	US 2019/0330527 A1 (KING ABDULLAH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 31.10.2019 (2019 - 10 - 31) 特許請求の範囲, 段落 [0068], [0083], [0099], 図3C, 12B	1-5, 8-10, 12, 14								
Y		6-7								
A		11, 13								
Y	JP 2020-070444 A (住友化学株式会社) 07.05.2020 (2020 - 05 - 07) 段落 [0119]	6-7								
A	US 2015/0076408 A1 (BROWN UNIVERSITY) 19.03.2015 (2015 - 03 - 19) 段落 [0028], 図3A-3D	1-14								
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 31.08.2021		国際調査報告の発送日 07.09.2021								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 辻本 寛司 20 3908 電話番号 03-3581-1101 内線 3271								

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/026524

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2019/0330527	A1	31.10.2019	W0	2018/146561	A1	
JP	2020-070444	A	07.05.2020	W0	2020/090567	A1	
US	2015/0076408	A1	19.03.2015	W0	2014/014529	A2	