

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年2月21日(21.02.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/035307 A1

(51) 国際特許分類:
G03B 21/14 (2006.01) G02F 1/1335 (2006.01)
F21S 2/00 (2016.01) G02F 1/13357 (2006.01)
F21V 7/00 (2006.01) F21Y 115/30 (2016.01)
G02F 1/13 (2006.01)

真理子(OBINATA, Mariko); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 前田 佑樹(MAEDA, Yuki); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/026861

(74) 代理人: 特許業務法人つばさ国際特許事務所 (TSUBASA PATENT PROFESSIONAL CORPORATION); 〒1600022 東京都新宿区新宿1丁目15番9号さわだビル3階 Tokyo (JP).

(22) 国際出願日: 2018年7月18日(18.07.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2017-157570 2017年8月17日(17.08.2017) JP

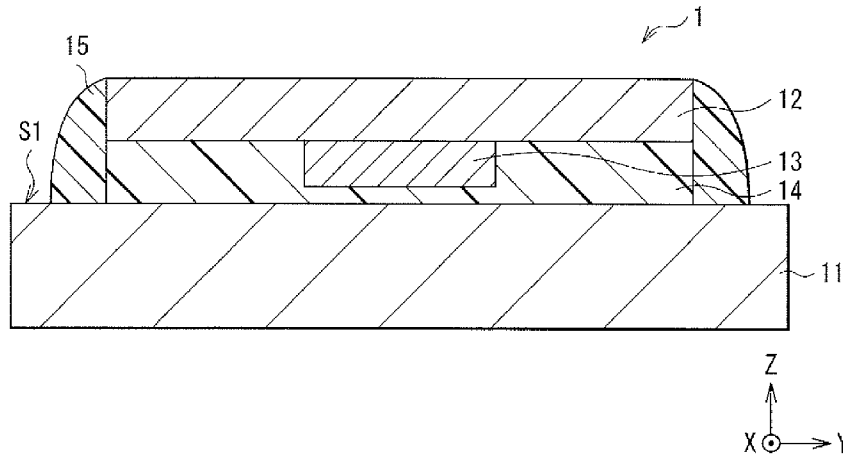
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 小林 出志 (KOBAYASHI, Izushi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 小日向

(54) Title: LIGHT SOURCE DEVICE AND PROJECTION TYPE DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 光源装置および投射型表示装置



(57) Abstract: A light source device according to an embodiment of the present disclosure is provided with: a light source unit; and a wavelength conversion element which emits fluorescence by being excited by excitation light from the light source unit. The wavelength conversion element includes: a substrate rotatable around a rotation axis; a phosphor layer including a plurality of phosphor particles; and a quantum dot layer including a plurality of quantum dots. The phosphor layer and the quantum dot layer are arranged in this order with respect to the light source unit.

(57) 要約: 本開示の一実施形態の光源装置は、光源部と、光源部からの励起光により励起されて蛍光を発する波長変換素子とを有し、波長変換素子は、回転軸を中心に回転可能な基板と、複数の蛍光体粒子を含む蛍光体層と、複数の量子ドットを含む量子ドット層とを備え、蛍光体層および量子ドット層は、光源部に対してこの順に配置されている。



WO 2019/035307 A1

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：光源装置および投射型表示装置

技術分野

[0001] 本開示は、蛍光体ホイールを有する光源装置ならびにこれを備えた投射型表示装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、プロジェクタ用の固体光源では、Ce-YAG（セリウム：イットリウム・アルミニウム・ガーネット）蛍光体を励起し、その蛍光発光から不要な波長をフィルタでカットして赤色光および緑色光を得る方式が主流となっている。しかしながら、この方式での色域は、BT2020規格において60%程度と狭い。また、sRGB規格の白色点であるD65で表示する場合には、蛍光の赤色光成分が律速となる。このため、蛍光発光の緑色光成分を30%程度捨てることになり、光源効率が低下するという問題があった。

[0003] これに対して、例えば、特許文献1では、発光波長域を広げた光源装置が開示されている。この光源装置では、Ce-YAG蛍光体側から励起光を入射させ、その背面に赤色蛍光体を配置することで、赤色蛍光体の輝度飽和を抑制して広色域かつ明るい光源を提案している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-114040号公報

発明の概要

[0005] ところで、プロジェクタ用の光源には、広色域化および高輝度化の両立が求められている。

[0006] 広色域化および高輝度化を両立することが可能な光源装置および投射型表示装置を提供することが望ましい。

[0007] 本開示の一実施形態の光源装置は、光源部と、光源部からの励起光により励起されて蛍光を発する波長変換素子とを有し、波長変換素子は、回転軸を

中心に回転可能な基板と、複数の蛍光体粒子を含む蛍光体層と、複数の量子ドットを含む量子ドット層とを備えたものであり、蛍光体層および量子ドット層は、光源部に対してこの順に配置されている。

[0008] 本開示の一実施形態の投射型表示装置は、波長変換素子を有する光源装置と、光源装置から射出される光を変調する光変調素子と、光変調素子からの光を投射する投射光学系とを備えるものである。この投射型表示装置に搭載された光源装置は、上記本開示の一実施形態の光源装置と同一の構成要素を有している。

[0009] 本開示の一実施形態の光源装置および一実施形態の投射型表示装置では、波長変換素子として、回転軸を中心に回転可能な基板の上に、複数の蛍光体粒子を含む蛍光体層と、複数の量子ドットを含む量子ドット層とを光源部に対してこの順に配置するようにした。これにより、励起光がまず蛍光体層に入射するようになる。これにより、量子ドット層が主に蛍光発光によって励起されることになり、ストークスロスが低減されると共に、量子ドット層の温度上昇が抑制される。よって、発光出力の変化および発光波長の変化を低減させることが可能となる。

[0010] 本開示の一実施形態の光源装置および一実施形態の投射型表示装置によれば、光源部に対して蛍光体層および量子ドット層をこの順に配置するようにしたので、光源部から射出される励起光がまず蛍光体層に入射するようになり、ストークスロスが低減されると共に、量子ドット層の温度上昇が抑制され、量子ドットの発光出力の変化および発光波長の変化が低減される。よって高輝度化と共に、波長変換素子から出射される光の色域を拡大することが可能となる。

[0011] なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本開示の第1の実施の形態に係る蛍光体ホイールの構成の一例を表す断面模式図である。

[図2]図1に示した蛍光体ホイール全体の平面模式図である。

[図3]図1に示した蛍光体ホイール全体の断面模式図である。

[図4]量子ドットの構成を表す断面図である。

[図5]蛍光体層と量子ドット層との距離と投射画像の明るさとの関係を表す特性図である。

[図6]本開示の第1の実施の形態に係る蛍光体ホイールの構成の他の例を表す断面模式図である。

[図7]図1に示した蛍光体ホイールの製造工程を説明する流れ図である。

[図8]図1に示した蛍光体ホイールを有する光源装置の構成例を表す概略図である。

[図9]図8に示した光源装置を備えたプロジェクタの構成例を表す概略図である。

[図10]基板上に蛍光体層のみを設けた蛍光体ホイールから射出される光のスペクトル図である。

[図11]図1に示した構成を有する蛍光体ホイールから射出される光のスペクトル図である。

[図12]一般的な光源装置から射出される光のスペクトルおよび図8に示した光源装置から射出される光のスペクトルを表す特性図である。

[図13]本開示の変形例1に係る蛍光体ホイールの構成を表す断面模式図である。

[図14]本開示の変形例2に係る蛍光体ホイールの構成を表す断面模式図である。

[図15]本開示の変形例3に係る蛍光体ホイールの構成を表す断面模式図である。

[図16]本開示の変形例4に係る蛍光体ホイールの構成を表す断面模式図である。

[図17]本開示の変形例5に係る蛍光体ホイールの構成を表す断面模式図である。

[図18A]本開示の変形例6に係る蛍光体ホイールの構成を表す断面模式図である。

[図18B]図18Aに示した蛍光体ホイールを構成する基板の平面構造を表す模式図である。

[図19]本開示の変形例7に係る蛍光体ホイールの構成を表す断面模式図である。

[図20]本開示の変形例8に係る蛍光体ホイールの構成を表す断面模式図である。

[図21]本開示の第2の実施の形態に係る蛍光体ホイールの構成の一例を表す断面模式図である。

[図22]本開示の第2の実施の形態に係る蛍光体ホイールの構成の他の例を表す断面模式図である。

[図23]本開示の変形例9に係る蛍光体ホイールの全体構成の一例を表す平面模式図である。

[図24]図23に示した蛍光体ホイールの構成の一例を表す断面模式図である。

[図25]本開示の変形例9に係る蛍光体ホイールの全体構成の他の例を表す平面模式図である。

[図26]本開示の変形例10に係る固定型波長変換部の構成を表す断面模式図である。

[図27]本開示の変形例11に係る固定型波長変換部を有する光源装置の構成を表す概略図である。

[図28]本開示の変形例12に係る光源装置の構成例を表す概略図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本開示における実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。以下の説明は本開示の一具体例であって、本開示は以下の態様に限定されるものではない。また、本開示は、各図に示す各構成要素の配置や寸法、寸法比等についても、それらに限定されるものではない。なお、説明する順

序は、下記の通りである。

1. 第1の実施の形態（基板上に蛍光体層および量子ドット層を有する蛍光体ホイールを備えた光源装置）

1-1. 蛍光体ホイールの構成

1-2. 光源装置の構成

1-3. プロジェクタの構成

1-4. 作用・効果

2. 変形例

2-1. 変形例1（量子ドット層を基板と蛍光体層とで挟持すると共に、量子ドット層の周囲にバインダ層を設けた例）

2-2. 変形例2（バインダ層内に量子ドット層を封止した例）

2-3. 変形例3（量子ドット層の周囲にスペーサを設けた例）

2-4. 変形例4（量子ドット層の周囲にスペーサを設けると共に、バインダ層で封止した例）

2-5. 変形例5（量子ドット層を、基板、蛍光体層およびガスバリア材によって形成される空間内に形成した例）

2-6. 変形例6（量子ドット層をマイクロフレクタ構造とした例）

2-7. 変形例7（量子ドット層と対向基板との間に粒子状の蛍光体層を設けた例）

2-8. 変形例8（量子ドット層上に粒子状の蛍光体層を固定した例）

3. 第2の実施の形態（透過型の蛍光体ホイールの例）

4. 変形例

4-1. 変形例9（時分割型の蛍光体ホイールの例）

4-2. 変形例10（固定型の波長変換素子の例）

4-3. 変形例11（固定型の波長変換素子を有する光源装置の例）

4-4. 変形例12（光源装置の他の構成の例）

[0014] <1. 第1の実施の形態>

図1は、本開示の第1の実施の形態に係る波長変換素子（蛍光体ホイール

1) の断面構成の一例を模式的に表したものである。図2は、図1に示した蛍光体ホイール1の全体の平面構成を模式的に表したものであり、図1は、図2に示した|—|線における断面構成を表したものである。図3は、図2に示した|—|—|—|線における蛍光体ホイール1の全体の断面構成を模式的に表したものである。この蛍光体ホイール1は、例えば、後述する投射型表示装置（プロジェクタ10）の光源装置（光源装置100）を構成するもの（図8，9参照）である。本実施の形態の蛍光体ホイール1は、基板11の面S1側に設けられた蛍光体層12と基板11との間に量子ドット層13が配設されたものである。

[0015] (1-1. 蛍光体ホイールの構成)

本実施の形態の蛍光体ホイール1は、回転軸（例えば、軸16J）を中心に回転可能な基板11上に設けられた蛍光体層12と基板11との間に量子ドット層13が設けられた構成を有する。量子ドット層13は、例えば、基板11と蛍光体層12との間においてバインダ層14によって封止されている。これら蛍光体層12、量子ドット層13およびバインダ層14は、基板11の光入射面（面S1）側に設けられており、後述する光源部110に対してこの順に配置されている。また、蛍光体層12、量子ドット層13およびバインダ層14の側面には、ガスバリア材15が設けられている。

[0016] 基板11は、蛍光体層12および量子ドット層13を支持するためのものであり、例えば、円板形状を有する。また、基板11は、放熱部材としての機能を有することが好ましく、熱伝導率が高く、鏡面加工が可能な金属材料やセラミックス材料等の無機材料からなる。基板11の構成材料としては、例えば、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、モリブデン（Mo）、タングステン（W）、コバルト（Co）、クロム（Cr）、白金（Pt）、タンタル（Ta）、リチウム（Li）、ジルコニウム（Zr）、ルテニウム（Ru）、ロジウム（Rh）またはパラジウム（Pd）等の単体金属、またはこれらを1種以上含む合金が挙げられる。あるいは、Wの含有率が80原子%以上のCuWや、Moの含有率が40原子%以上のCuMo等の合金を、基板

11を構成する金属材料として用いることもできる。セラミックス材料としては、例えば、炭化ケイ素(SiC)、窒化アルミニウム(AlN)、酸化ベリリウム(BeO)、SiとSiCとの複合材料、またはSiCとAlとの複合材料(但しSiCの含有率が50%以上のもの)を含むものが挙げられる。基板11は、例えば、モータ16によって、基板11の中心を通る方線を回転軸Oとして、矢印C方向に回転可能となっている。

[0017] 蛍光体層12は、複数の蛍光体粒子を含むものであり、例えば、プレート状に形成されていることが好ましく、例えば、所謂セラミックス蛍光体によって構成されている。蛍光体層12は、基板11上に、例えば、円環状に形成されている。蛍光体粒子は、光源部110から照射される励起光EL1を吸収して蛍光FL1を発する粒子状の蛍光体である。蛍光体粒子としては、例えば、青色波長域(例えば400nm~470nm)の波長を有する青色レーザー光により励起されて黄色の蛍光(赤色波長域から緑色波長域の間の波長域の光)を発する蛍光物質が用いられている。このような蛍光物質として、例えばYAG(イットリウム・アルミニウム・ガーネット)系材料が挙げられる。蛍光体粒子の平均粒径は、例えば、5 μ m以上40 μ m以下であり、蛍光体層12の厚さは、例えば、40 μ m以上200 μ m以下の厚みに形成されていることが好ましい。

[0018] 量子ドット層13は、複数の量子ドット13Aを含んで構成されたものである。図4は、量子ドット13Aの断面構成を表したものである。量子ドット13Aは、一般に数nmの粒径を有する粒子であり、例えば、CdSe/ZnSのように、ナノサイズの化合物半導体によって構成されるコア部13aと、このコア部13aの周囲に設けられたシェル層13bと、シェル層13bを覆うコート層13cとから構成されている。シェル層13bは、例えば、コア部13aを構成する化合物半導体よりもバンドギャップの大きな半導体によって構成されている。コート層13cは、量子ドット13A(具体的には、コア部13a)の凝集や酸化による発光強度の低下を防ぐためのものであり、例えば、炭化水素からなるリガンドやシリコン酸化膜(SiO₂膜

)や酸化アルミニウム膜 (Al_2O_3 膜)によって構成されている。コート層13cは、例えば、1nm以上の厚みを有する。

[0019] バインダ層14は、量子ドット層13を封止すると共に、基板11と蛍光体層12とを接合するためのものである。バインダ層14は、例えば、光透過性（特に可視光透過性）と共に、耐光性を有することが好ましい。更に、バインダ層14は、ガスバリア性を有することが好ましい。バインダ層14の構成材料としては、例えば、シリコン樹脂、エポキシ樹脂、水ガラス等の低融点ガラス、シリコン酸化物 (SiO_2)あるいは酸化アルミニウム (Al_2O_3)が挙げられる。

[0020] 本実施の形態の量子ドット層13は、例えば、バインダ層14に形成された空間に、図4に示した量子ドット13Aが密に充填された構成をとしてもよいし、あるいは、バインダ層14に分散させた構成としてもよい。また、蛍光体層12と量子ドット層13との距離は、できるだけ近いことが好ましい。図5は、蛍光体層12と量子ドット層13との距離と投射画像の明るさとの関係を表したものである。蛍光体層12と量子ドット層13との距離が近いほど、蛍光体層12および量子ドット層13における発光を後述するLCDや、LCOS、DMD等の空間変調素子に照明するまでの光学系の効率を向上させることが可能となる。また、量子ドット層13は、酸化チタン (TiO_2)等の光を散乱させる粒子を含む構成としてもよい。光を散乱させる粒子を含有させることで、量子ドット13Aにおける発光を量子ドット層13から効率良く取り出すことができる。

[0021] ガスバリア材15は、量子ドット層13への酸素や水分の侵入を抑制するためのものであり、例えば、基板11上から蛍光体層12の端面にかけて設けられている。ガスバリア材15の構成材料としては、例えば、 SiO_2 、 SiN 、 Al_2O_3 および AlO の単層膜あるいは上記材料を2種以上組み合わせた複合膜等が挙げられる。なお、ガスバリア材15は、バインダ層14がガスバリア性を十分に有する場合には、省略しても構わない。

[0022] モータ16は、蛍光体ホイール1を所定の回転数で回転駆動するためのも

のである。モータ16は、後述する光源部110から射出される励起光ELの照射方向に直交する面内で蛍光体層12および量子ドット層13が回転するように蛍光体ホイール1を駆動する。これにより、蛍光体ホイール1の励起光ELの照射位置が、励起光の照射方向に直交する面内において回転数に対応した速度で時間的に変化（移動）する。

[0023] また、本実施の形態の蛍光体ホイール1は、上記以外の部材が設けられていてもよい。図6は、本実施の形態の蛍光体ホイール1の断面構成の他の例を模式的に表したものである。

[0024] 蛍光体ホイール1は、例えば、図6に示したように、基板11の面S1側には、反射層17を形成することが好ましい。反射層17は、例えば、誘電体多層膜のほか、アルミニウム（Al）、銀（Ag）あるいはチタン（Ti）等の金属元素を含む金属膜等により形成されている。反射層17は、光源部110から照射される励起光EL1や蛍光体層12および量子ドット層13において変換された蛍光FL1、FL2（図8参照）を反射し、蛍光体ホイール1における発光効率を高めるように機能する。なお、反射層17を形成する場合には、基板11は、光反射性を有していなくてもよい。その場合には、基板11は、Si単体やSiC、ダイヤモンド、サファイア等の結晶材料のほか、石英やガラスを用いることができる。

[0025] また、蛍光体ホイール1は、例えば、図6に示したように、蛍光体層12と量子ドット層13との間に、光学薄膜18を設けるようにしてもよい。この光学薄膜18は、例えば、蛍光体層12と量子ドット層13との界面における量子ドット層で波長変換された光の反射ロスを低減させる機能を有することが好ましい。あるいは、短波長（例えば、350nm以上480nm以下の波長、例えば青色光）を反射する機能を有することが好ましく、これにより、量子ドット13Aの劣化を低減することが可能となる。

[0026] 更に、蛍光体ホイール1は、例えば、図6に示したように、蛍光体層12の表面に光学薄膜19を設けるようにしてもよい。この光学薄膜19は、周囲の空気と蛍光体層12との界面における可視光（具体的には、光源部11

0から射出される励起光EL)の反射ロスを低減させる機能を有することが好ましく、具体的には、反射防止膜を設けることが好ましい。あるいは、励起光ELを一定割合反射する機能を有することが好ましく、例えば、蛍光体層12の表面にダイクロイックコートを施すことが好ましい。

[0027] 本実施の形態の蛍光体ホイール1は、例えば、次のようにして製造することができる。図7は、蛍光体ホイール1の製造工程の流れを表したものである。

[0028] まず、蛍光体層12を形成する(ステップS101)。蛍光体層12をセラミックス蛍光体で構成する場合には、例えば、以下の方法を用いて形成する。まず、共沈法、固相反応法および各種ガスと固体との気相反応法等により蛍光体粉末を得たのち、適温にて焼成して粒径、組成、均一性および内部欠陥等を調製する。得られた蛍光体粉末を、例えばラバープレスで適当な形に成形したのち、HIP処理する。これにより、セラミックス蛍光体(蛍光体層12)が得られる。続いて、蛍光体層12上に量子ドット層13を塗布形成する(ステップS102)。次に、基板11の面S1上に、バインダ層14となるシリコン層を塗布する(ステップS103)。この後、量子ドット層13とバインダ層14とを貼り合わせる(ステップS104)。最後に、基板11の面S1上に、バインダ層14から蛍光体層12にかけてガスバリア材15を形成する(ステップS105)。以上により、蛍光体ホイール1が完成する。なお、酸化による量子ドットの劣化を防ぐために、不活性雰囲気下で行うことが好ましい。

[0029] (1-2. 光源装置の構成)

図8は、光源装置100の全体構成を表す概略図である。光源装置100は、蛍光体ホイール1と、光源部110と、偏光ビームスプリッタ(PBS)112と、1/4波長板113と、集光光学系114とを有する。蛍光体ホイール1は、例えば、反射型の波長変換素子であり、軸J16により回転可能に支持されている。上記光源装置100を構成する各部材は、蛍光体ホイール1側から、集光光学系114、1/4波長板113およびPBS11

2の順に、蛍光体ホイール1から射出される光（合波光Lw）の光路上に配置されている。光源部110は、合波光Lwの光路と直交する方向で、且つ、PBS112の1つの光入射面に対向する位置に配置されている。

[0030] 光源部110は、所定の波長の光を射出する固体発光素子を有する。本実施の形態では、固体発光素子として、励起光EL（例えば、波長445nmまたは455nmの青色レーザ光）を発振する半導体レーザ素子が用いられており、光源部110は、直線偏光（S偏光）の励起光ELが射出される。

[0031] なお、半導体レーザ素子で光源部110を構成する場合には、1つの半導体レーザ素子で所定の出力の励起光ELを得る構成としてもよいが、複数の半導体レーザ素子からの出射光を合波して所定の出力の励起光ELを得る構成としてもよい。更に、励起光ELの波長は、上記数値に限定されず、青色光と呼ばれる光の波長帯域内の波長であれば任意の波長を用いることができる。

[0032] PBS112は、光源部110から入射される励起光ELと、蛍光体ホイール1から入射される合波光Lwとを分離するものである。具体的には、PBS112は、光源部110から入射した励起光ELを1/4波長板113に向かって反射するものである。また、PBS112は、蛍光体ホイール1から集光光学系114および1/4波長板113を透過して入射した合波光Lwを透過し、透過された合波光Lwは照明光学系200（後出）に入射される。

[0033] 1/4波長板113は、入射光に対して $\pi/2$ の位相差を生じさせる位相差素子であり、入射光が直線偏光の場合には直線偏光を円偏光に変換し、入射光が円偏光の場合には円偏光を直線偏光に変換するものである。本実施の形態では、偏光ビームスプリッタ112から射出される直線偏光の励起光ELは、1/4波長板113によって円偏光の励起光ELに変換される。また、蛍光体ホイール1から射出される合波光Lwに含まれる円偏光の励起光成分は、1/4波長板113によって直線偏光に変換される。

[0034] 集光光学系114は、1/4波長板113から射出された励起光ELを所定のスポット径に集光し、集光された励起光ELを蛍光体ホイール1に向けて射出するものである。また、集光光学系114は、蛍光体ホイール1から射出される合波光Lwを平行光に変換し、その平行光を1/4波長板113に向けて射出するものである。なお、集光光学系114は、例えば、1枚のコリメートレンズで構成してもよいし、複数のレンズを用いて入射光を平行光に変換する構成としてもよい。

[0035] なお、光源部110から入射される励起光ELと、蛍光体ホイール1から出射される合波光Lwとを分離する光学部材の構成としては、PBS112に限定されず、上述した光の分離動作を可能にする構成で張れば、任意の光学部材を用いることができる。また、光源装置100内には、励起光ELの照射に伴う蛍光体層12および量子ドット層13の発熱を冷却するため、冷却ファンを設けるようにしてもよい。

[0036] (1-3. プロジェクタの構成)

次に、本開示の投射型表示装置（プロジェクタ10）について説明する。図9は、図8に示した光源装置100を光源光学系として備えたプロジェクタ10の全体構成を表した概略図である。なお、以下では、反射型の液晶パネル（LCD）により光変調を行う反射型3LCD方式のプロジェクタを例示して説明する。なお、蛍光体ホイール1は、反射型液晶パネルの代わりに、透過型液晶パネルやデジタル・マイクロミラー・デバイス（DMD: Digital Micro-mirror Device）等を用いたプロジェクタにも適用され得る。

[0037] プロジェクタ10は、図9に示したように、上述した光源装置100と、照明光学系200と、画像形成部300と、投影光学系400（投射光学系）とを順に備えている。

[0038] 照明光学系200は、例えば、光源装置100に近い位置からフライアイレンズ210（210A, 210B）と、偏光変換素子220と、レンズ230と、ダイクロイックミラー240A, 240Bと、反射ミラー250A, 250Bと、レンズ260A, 260Bと、ダイクロイックミラー270

と、偏光板280A~280Cとを有している。

[0039] フライアイレンズ210(210A, 210B)は、光源装置100からの白色光の照度分布の均質化を図るものである。偏光変換素子220は、入射光の偏光軸を所定方向に揃えるように機能するものである。例えば、P偏光以外の光をP偏光に変換する。レンズ230は、偏光変換素子220からの光をダイクロイックミラー240A, 240Bへ向けて集光する。ダイクロイックミラー240A, 240Bは、所定の波長域の光を選択的に反射し、それ以外の波長域の光を選択的に透過させるものである。例えば、ダイクロイックミラー240Aは、主に赤色光を反射ミラー250Aの方向へ反射させる。また、ダイクロイックミラー240Bは、主に青色光を反射ミラー250Bの方向へ反射させる。したがって、主に緑色光がダイクロイックミラー240A, 240Bの双方を透過し、画像形成部300の反射型偏光板310C(後出)へ向かうこととなる。反射ミラー250Aは、ダイクロイックミラー240Aからの光(主に赤色光)をレンズ260Aに向けて反射し、反射ミラー250Bは、ダイクロイックミラー240Bからの光(主に青色光)をレンズ260Bに向けて反射する。レンズ260Aは、反射ミラー250Aからの光(主に赤色光)を透過し、ダイクロイックミラー270へ集光させる。レンズ260Bは、反射ミラー250Bからの光(主に青色光)を透過し、ダイクロイックミラー270へ集光させる。ダイクロイックミラー270は、緑色光を選択的に反射すると共にそれ以外の波長域の光を選択的に透過するものである。ここでは、レンズ260Aからの光のうち赤色光成分を透過する。レンズ260Aからの光に緑色光成分が含まれる場合、その緑色光成分を偏光板280Cへ向けて反射する。偏光板280A~280Cは、所定方向の偏光軸を有する偏光子を含んでいる。例えば、偏光変換素子220においてP偏光に変換されている場合、偏光板280A~280CはP偏光の光を透過し、S偏光の光を反射する。

[0040] 画像形成部300は、反射型偏光板310A~310Cと、反射型液晶パネル320A~320C(光変調素子)と、ダイクロイックプリズム330

とを有する。

[0041] 反射型偏光板310A~310Cは、それぞれ、偏光板280A~280Cからの偏光光の偏光軸と同じ偏光軸の光（例えばP偏光）を透過し、それ以外の偏光軸の光（S偏光）を反射するものである。具体的には、反射型偏光板310Aは、偏光板280AからのP偏光の赤色光を反射型液晶パネル320Aの方向へ透過させる。反射型偏光板310Bは、偏光板280BからのP偏光の青色光を反射型液晶パネル320Bの方向へ透過させる。反射型偏光板310Cは、偏光板280CからのP偏光の緑色光を反射型液晶パネル320Cの方向へ透過させる。また、ダイクロイックミラー240A, 240Bの双方を透過して反射型偏光板310Cに入射したP偏光の緑色光は、そのまま反射型偏光板310Cを透過してダイクロイックプリズム330に入射する。更に、反射型偏光板310Aは、反射型液晶パネル320AからのS偏光の赤色光を反射してダイクロイックプリズム330に入射させる。反射型偏光板310Bは、反射型液晶パネル320BからのS偏光の青色光を反射してダイクロイックプリズム330に入射させる。反射型偏光板310Cは、反射型液晶パネル320CからのS偏光の緑色光を反射してダイクロイックプリズム330に入射させる。

[0042] 反射型液晶パネル320A~320Cは、それぞれ、赤色光、青色光または緑色光の空間変調を行うものである。

[0043] ダイクロイックプリズム330は、入射される赤色光、青色光および緑色光を合成し、投影光学系400へ向けて射出するものである。

[0044] 投影光学系400は、レンズL410~L450と、ミラーM400とを有する。投影光学系400は、画像形成部300からの出射光を拡大してスクリーン460等へ投射する。

[0045] (光源装置およびプロジェクタの動作)

続いて、図8および図9を参照して、光源装置100を含めたプロジェクタ10の動作について説明する。

[0046] まず、光源装置100においてモータ16が駆動し、蛍光体ホイール1が

回転する。そののち、光源部110からPBSに向けて励起光ELが発振される。励起光ELは、PBS112によって反射されたのち、1/4波長板113および集光光学系114をこの順に透過して蛍光体ホイール1に照射される。

[0047] 蛍光体ホイール1では、蛍光体層12において励起光EL（青色光）の一部が吸収され、所定の波長帯域の光（蛍光FL1；黄色光）に変換される。蛍光体層12において発光した蛍光FL1の一部は、蛍光体層12において吸収されない励起光ELの一部と共に拡散されて集光光学系114側に反射される。蛍光体層12において集光光学系114側に反射されない蛍光FL2および励起光ELは、量子ドット層13において吸収され、所定の波長帯域の光（蛍光FL2；赤色光）に変換される。即ち、本実施の形態の蛍光体ホイール1は、黄色光および赤色光を含む波長帯域（例えば、480nm～680nm）の光を発光する。量子ドット層13において発光した蛍光FL2の一部は、量子ドット層13において吸収されない蛍光FL2および励起光ELと共に拡散されて集光光学系114側に反射される。量子ドット層13において集光光学系114側に反射されない蛍光FL2，FL2および励起光ELは、基板11や反射層17を設けている場合には、反射層17によって集光光学系114側に反射される。

[0048] なお、上記のように蛍光体層12の表面に、例えば、励起光ELを一定割合反射する機能を有する光学薄膜19（例えば、ダイクロイックコート）を設ける場合には、励起光ELの一部は、この光学薄膜19によって集光光学系114側に反射される。

[0049] その結果、蛍光体ホイール1内において、蛍光FL1，FL2および一部の励起光ELが合波されて白色光が生成され、この白色光（合波光Lw）が集光光学系114に向かって出射される。

[0050] この後、合波光Lwは、集光光学系114、1/4波長板113およびPBS112を透過して照明光学系200に入射される。

[0051] 光源装置100から入射される合波光Lw（白色光）は、フライアイレン

ズ210(210A, 210B)と、偏光変換素子220と、レンズ230とを順次透過したのち、ダイクロイックミラー240A, 240Bに到達する。

[0052] ダイクロイックミラー240Aにより主に赤色光が反射され、この赤色光は反射ミラー250A、レンズ260A、ダイクロイックミラー270、偏光板280Aおよび反射型偏光板310Aを順次透過し、反射型液晶パネル320Aへ到達する。この赤色光は反射型液晶パネル320Aにおいて空間変調されたのち、反射型偏光板310Aにおいて反射されてダイクロイックプリズム330に入射する。なお、ダイクロイックミラー240Aにより反射ミラー250Aへ反射された光に緑色光成分が含まれる場合には、その緑色光成分はダイクロイックミラー270により反射されて偏光板280Cおよび反射型偏光板310Cを順次透過し、反射型液晶パネル320Cへ到達する。ダイクロイックミラー240Bでは主に青色光が反射され、同様の過程を経てダイクロイックプリズム330に入射する。ダイクロイックミラー240A, 240Bを透過した緑色光もまたダイクロイックプリズム330に入射する。

[0053] ダイクロイックプリズム330に入射した赤色光、青色光および緑色光は、合成されたのち映像光として投影光学系400へ向けて射出される。投影光学系400は、画像形成部300からの映像光を拡大してスクリーン460等へ投射する。

[0054] (1-4. 作用・効果)

前述したように、近年、プロジェクタ用の固体光源では、Ce-YAG蛍光体を励起し、その蛍光発光から不要な波長をフィルタでカットして赤色光および緑色光を得る方式が主流となっている。しかしながら、この方式での色域は、BT2020規格において60%程度と狭い。また、sRGB規格の白色点であるD65で表示する場合には、蛍光の赤色光成分が律速となる。このため、蛍光発光の緑色光成分を30%程度捨てることになり、光源効率が低下するという問題がある。

[0055] そこで、Ce-YAG蛍光体側から励起光を入射し、その背面に赤色蛍光体を配置することで、赤色光成分を高め、広色域での明るさを向上させる技術が開発されている。しかしながら、その効果は十分とは言えず、励起光密度が比較的低い条件下においてわずかな輝度の向上に留まっている。このため、光密度が高い条件下では、赤色蛍光体の輝度飽和によって輝度の向上はさらに低下することが推察される。

[0056] ところで、プロジェクタ用の光源では色域の拡大が求められている。固体光源の波長変換材料としては、蛍光体の他に量子ドットが挙げられる。量子ドットは、ピーク波長をスペクトル効率が高い波長とすることができることに加え、発光波長幅もスペックルを生じない程度に狭くできる。また、量子ドットの蛍光寿命は短いため輝度飽和を起こしにくく、さらに優れた量子効率を有するため、量子ドットを固体光源の波長変換材料として用いた場合には、広色域で明るい光源を実現することができる。しかしながら、励起光密度の高い条件下で量子ドットを使用した場合、劣化により光源寿命が短くなるという問題があった。また、量子ドットは、YAG蛍光体やSCASN蛍光体等の一般的な蛍光体と比較して、励起光の強度や温度によって発光波長が大きく変化するという問題があった。

[0057] これに対して本実施の形態では、基板11の、光源部110から射出される励起光EL1の入射面となる面S1上に複数の蛍光体粒子を含む蛍光体層12を設け、この蛍光体層12と基板11との間に、複数の量子ドットを含む量子ドット層13を設けるようにした。これにより、励起光EL1は、まず蛍光体層12に入射するようになり、量子ドット層13では、蛍光体層12で変換された蛍光FL1が励起光として用いられるようになる。これにより、ストークスロスを低減できるため、量子ドット層13の温度上昇が抑制され、発光波長の変化を低減することが可能となる。

[0058] 図10は、基板11上に蛍光体層12のみを形成した場合のスペクトル図であり、図11は、蛍光体ホイール1から射出される光のスペクトル図である。図11に示したように、本実施の形態の蛍光体ホイール1では、蛍光体

層12から射出される蛍光FL1（黄色光）に、量子ドット層13から射出される蛍光FL2（赤色光）が加わるため、図10と比較して、色域を拡大することが可能となる。

[0059] 以上により、本実施の形態の光源装置100では、蛍光体ホイール1の基板11上に設けられた蛍光体層12と基板11との間に、量子ドット層13を配置するようにしたので、光源部110から射出された励起光EL1は、まず蛍光体層12において蛍光FL1に変換され、その一部が量子ドット層13に吸収されて蛍光FL2に変換されるようになる。これにより、量子ドット層13の温度上昇が抑制され、発光出力および発光波長の変化が低減される。よって、蛍光体ホイール1からは、図11に示したように、広色域且つ色変化の少ない発光を得ることが可能となる。

[0060] 図12は、一般的な光源装置から射出される光のスペクトルと、本実施の形態の光源装置100から射出される光のスペクトルとを表したものである。本実施の形態の光源装置100から射出される光のスペクトルは実線で表しており、一般的な光源装置から射出される光のスペクトルは点線で表している。また、一般的な光源装置とは、基板上に蛍光体層が形成された蛍光体ホイールを備えたものである。本実施の形態の光源装置100では、図12に示したように、一般的な光源装置と比較して赤色成分は増加するものの、緑色成分が減少する。しかしながら、緑色成分は、一般的な蛍光体ホイールを用いた光源装置では、色バランスをとるために捨ててしまう。よって、本実施の形態の光源装置では、広色域条件下における輝度を向上させることが可能となる。

[0061] また、本実施の形態のプロジェクタ10を含めて、波長変換材料として量子ドットを用いるプロジェクタでは、吸収率の高い、例えば波長445nm～465nmの青色光やさらに短波長の光が励起光として用いられる。しかしながら、上記のような波長の短い光では、量子ドットのリガンド部を形成する有機分子が劣化しやすい。また、量子ドット内のコア部とシェル層との界面での結合状態が変化して波長変換効率が低下する虞がある。これに対し

て、本実施の形態の蛍光体ホイール 1 では、蛍光体層 1 2 において変換された蛍光 FL 1 を量子ドット層 1 3 における励起光として用いるようにした。これにより、量子ドット 1 3 A およびこれを有する蛍光体ホイール 1 の寿命を向上させることが可能となる。

[0062] 更に、本実施の形態では、量子ドット層 1 3 をバインダ層 1 4 やガスバリア材 1 5 で封止するようにしたので、酸素や水分による量子ドット 1 3 A の劣化を低減することが可能となる。

[0063] 次に、第 2 の実施の形態および変形例 1 ~ 1 1 について説明する。以下では、上記第 1 の実施の形態と同様の構成要素については同一の符号を付し、適宜その説明を省略する。

[0064] < 2. 変形例 >

(2 - 1. 変形例 1)

図 1 3 は、本開示の変形例 1 に係る蛍光体ホイール 2 A の断面構成を模式的に表したものである。図 1 3 は、図 2 に示した | - | 線における断面に相当するものである。本変形例の蛍光体ホイール 2 A は、量子ドット層 1 3 の上面および下面を基板 1 1 と蛍光体層 1 2 とによって封止し、量子ドット層 1 3 の側面をバインダ層 1 4 およびガスバリア材 1 5 によって封止したものである。

[0065] (2 - 2. 変形例 2)

図 1 4 は、本開示の変形例 2 に係る蛍光体ホイール 2 B の断面構成を模式的に表したものである。図 1 4 は、図 2 に示した | - | 線における断面に相当するものである。本変形例の蛍光体ホイール 2 B は、量子ドット層 1 3 をバインダ層 1 4 内に設けたものである。

[0066] 上記第 1 の実施の形態に示した蛍光体ホイール 1 は、バインダ層 1 4 によって量子ドット層 1 3 を蛍光体層 1 2 側に封止する以外に、上記のような構成としてもよい。変形例 1, 2 における蛍光体ホイール 2 A, 2 B は、上記第 1 の実施の形態と同様の効果を有する。

[0067] (2 - 3. 変形例 3)

図15は、本開示の変形例3に係る蛍光体ホイール2Cの断面構成を模式的に表したものである。図15は、図2に示したI-I線における断面に相当するものである。本変形例の蛍光体ホイール2Cは、量子ドット層13の周囲にスペーサ21を配置したものである、この蛍光体ホイール2Cでは、基板11と蛍光体層12とは、スペーサ21を介して接合されている。

[0068] このように、本変形例では、基板11と蛍光体層12との間にスペーサ21を配置するようにしたので、量子ドット層13の膜厚が均一化される。これにより、蛍光体ホイール2Cに励起光が照射される軌跡下での量子ドット層13の発光量が均一化され、回転周期に応じた光源の出力変化や色変化を低減することが可能となる。なお、スペーサ21は、ガスバリア性を有することが好ましく、例えば、 SiO_2 、 SiN 、 Al_2O_3 およびALOの単層膜あるいは上記材料を2種以上組み合わせた複合膜等によって構成されている。

[0069] (2-4. 変形例4)

図16は、本開示の変形例4に係る蛍光体ホイール2Dの断面構成を模式的に表したものである。図16は、図2に示したI-I線における断面に相当するものである。本変形例の蛍光体ホイール2Dは、第1の実施の形態と変形例3とを組み合わせたものであり、量子ドット層13の周囲にはスペーサ21が配置されると共に、その側面および下面がバインダ層14によって封止されたものである。更に、バインダ層14の側面には、適宜、基板11じょうから蛍光体層12の側面まで延在するガスバリア材15を設けるようにしてもよい。

[0070] このように、本変形例では、スペーサ21を用いて量子ドット層13の膜厚を均一化しつつ、その周囲をバインダ層14およびガスバリア材15によって封止するようにしたので、均一な色度の光源発光と長時間の色変化安定性を得ることが可能となる。

[0071] (2-5. 変形例5)

図17は、本開示の変形例5に係る蛍光体ホイール2Eの断面構成を模式的に表したものである。図17は、図2に示したI-I線における断面に相

当するものである。本変形例の蛍光体ホイール 2 E は、基板 1 1、蛍光体層 1 2 およびガスバリア材 1 5 によって形成される空間内に量子ドット 1 3 A を充填させて量子ドット層 1 3 を形成したものである。このように、量子ドット層 1 3 は、必ずしも周囲にバインダ層 1 4 やスペーサ 2 1 を設ける必要はない。

[0072] (2-6. 変形例 6)

図 1 8 A は、本開示の変形例 6 に係る蛍光体ホイール 2 F の断面構成を模式的に表したものである。この図 1 8 A は、図 2 に示した I-I 線における断面に相当するものである。図 1 8 B は、蛍光体ホイール 2 F を構成する基板 1 1 の平面構造の一部を模式的に表したものである。本変形例の蛍光体ホイール 2 F は、基板 1 1 の表面 (面 S 1) に反射構造 X (マイクロリフレクタ構造) が形成された構成を有する。

[0073] 反射構造 X は、基板 1 1 の面 S 1 に設けられたダム部 1 1 X によって構成されている。ダム部 1 1 X は、例えばテーパ形状を有すると共に、例えば基板 1 1 と蛍光体層 1 2 との間に設けられた量子ドット層 1 3 を複数の空間に区画するように形成されている。ダム部 1 1 X を含む基板 1 1 の表面には、例えば、反射層 1 7 が形成されていることが好ましい。反射層 1 7 は、上記第 1 の実施の形態と同様に、例えば、誘電体多層膜のほか、アルミニウム (Al)、銀 (Ag) あるいはチタン (Ti) 等の金属元素を含む金属膜等により形成されている。また、基板 1 1 のダム部 1 1 X を含む表面には、反射層 1 7 の代わりに、光散乱層を設けるようにしてもよい。光散乱層は、例えば、酸化チタン (TiO₂) 膜や硫酸バリウム (BaSO₄) 膜により形成されている。また、ダム部 1 1 X 自体を上記 TiO₂ や BaSO₄ 等の光散乱材を用いて形成するようにしてもよい。

[0074] ダム部 1 1 X は、ダム部 1 1 X によって区画される複数の空間が、例えば、図 1 8 B に示したように、ハニカム形状となるように形成することが好ましい。これにより、量子ドット層 1 3 の平面内におけるダム部 1 1 X の割合が最も小さくなり、量子ドット層 1 3 において変換された蛍光 FL 2 を高効率

で取り出すことが可能となる。隣り合うダム部 11X の間隔 (w) は、例えば、400 μm 以下であることが好ましく、ダム部 11X の高さ (f) は、例えば、200 μm 以下であることが好ましい。

[0075] このように本変形例では、基板 11 の表面 (面 S1) に、基板 11 と蛍光体層 12 との間に設けられた量子ドット層 13 を複数の空間に区画する反射構造 X を設けるようにした。

これにより、例えば、反射構造 X によって区画された一の空間 (セル) 内の量子ドット 13A の発光 (蛍光 FL2) が、隣接する他の空間に拡がることを抑制することができる。即ち、量子ドット 13A の発光 (蛍光 FL2) が量子ドット層 13 内に拡散することを抑制することが可能となる。これにより、量子ドット層 13 における発光を、光源として低エテンデューな発光にすることができ、例えば、蛍光 FL2 の入射側への光取り出し効率を向上させることが可能となる。なお、この光取り出し効率は、蛍光 FL2 だけでなく、蛍光 FL1 および励起光 EL についても向上する。よって、プロジェクタ 10 の投射画像の明るさを向上させることが可能となる。

[0076] (2-7. 変形例 7)

図 19 は、本開示の変形例 7 に係る蛍光体ホイール 2G の断面構成を模式的に表したものである。図 19 は、図 2 に示した I-I 線における断面に相当するものである。本変形例の蛍光体ホイール 2G は、蛍光体層 22 を粒子状の蛍光体を用いて形成したものである。本変形例における蛍光体層 22 は、例えば、内部に量子ドット層 13 が設けられたバインダ層 14 を設け、このバインダ層 14 と対向基板 23 との間に、蛍光体粒子を充填することで形成されている。

[0077] 対向基板 23 は、光透過性を有する材料によって構成され、励起光 EL1 および蛍光体粒子および量子ドット 13A によって変換された蛍光 FL1, FL2 を透過する性質を有するものである。対向基板 23 の構成材料としては、例えば、石英、ガラス、サファイア、水晶等が挙げられる。この中でも、熱伝導率の高いサファイアを用いることが好ましい。この他、後述する光

源装置 100 において出力の低い光源を用いる場合には、ポリエチレンテレフタレート (PET) やシリコン樹脂等の樹脂材料を用いることができる。

[0078] なお、図 19 には示していないが、例えば、基板 11 上から基板 31 の端面にかけて、例えばガスバリア材 15 を設けて蛍光体層 12 の周囲を封止することが好ましい。

[0079] (2-8. 変形例 8)

図 20 は、本開示の変形例 8 に係る蛍光体ホイール 2H の断面構成を模式的に表したものである。図 20 は、図 2 に示した I-I 線における断面に相当するものである。本変形例の蛍光体ホイール 2H は、変形例 7 と同様に、蛍光体層 22 を粒子状の蛍光体を用いて形成したものである。本変形例における蛍光体層 22 は、例えば、蛍光体粒子を焼結することで形成された粒子集積層によって構成されたものである。

[0080] このように、蛍光体層 22 は、上記第 1 の実施の形態のようにセラミックス蛍光体以外の構成としても、上記第 1 の実施の形態と同様の効果が得られる。また、蛍光体層 22 は、上記以外に、例えば、複数の蛍光体粒子と共に樹脂やバインダを用いた構成するようにしてもよい。バインダは隣り合う位置の蛍光体粒子と他の蛍光体粒子とを結合するものであると共に、蛍光体粒子と、例えばバインダ層 14 の表面とを結合するものでもある。バインダは、無機バインダが望ましく、例えば、水ガラス等の無機材料の架橋値を含むものである。水ガラスとは、ケイ酸ナトリウム、ケイ酸カリウムまたはケイ酸ソーダと呼ばれるケイ酸化合物であり、 SiO_2 (無水珪酸) と Na_2O (酸化ソーダ) または K_2O (酸化カリ) とが所定の比率で混合した液体である。分子式は $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ で表される。この他にも、TEOS ($\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$) やシリコン樹脂、エポキシ樹脂等のバインダを用いてもよい。

[0081] <3. 第 2 の実施の形態>

図 21 は、本開示の第 2 の実施の形態に係る波長変換素子 (蛍光体ホイール 3A) の断面構成を模式的に表したものである。図 21 は、図 2 に示した

1-1線における断面に相当するものである。本実施の形態の蛍光体ホイール3は、透過型の蛍光体ホイールであり、基板11が光透過性を有する材料によって構成されたものである。

[0082] 本実施の形態の蛍光体ホイール3では、上記第1の実施の形態と同様に、基板31と蛍光体層12との間に量子ドット層13が配置されており、光源部110から射出された励起光EL1は、まず、蛍光体層12に入射するようになっている。また、本実施の形態では、蛍光体層12上および蛍光体層12と量子ドット層13との間および、それぞれ光学薄膜32, 33が設けられた構成を有する。

[0083] 基板31は、例えば、上記対向基板23と同様に、光透過性を有する材料によって構成され、励起光EL1および蛍光体層12および量子ドット層13において変換された蛍光FL1, FL2を面S2側に透過する性質を有するものである。基板31の構成材料としては、例えば、石英、ガラス、サファイア、水晶等が挙げられる。この中でも、熱伝導率の高いサファイアを用いることが好ましい。この他、後述する光源装置100において出力の低い光源を用いる場合には、ポリエチレンテレフタレート（PET）やシリコン樹脂等の樹脂材料を用いることができる。

[0084] 光学薄膜32は、励起光EL1を透過すると共に、蛍光体層12で変換された蛍光FL1を反射するものである。この光学薄膜32を蛍光体層12上に設けることにより、蛍光体層12で変換された蛍光FL1を出射側（基板31側）により効率よく取り出すことが可能となる。

[0085] 光学薄膜33は、量子ドット層13において変換された蛍光FL2を反射すると共に、この蛍光FL2よりも短波長な光（具体的には、励起光EL1および蛍光体層12で変換された蛍光FL1）を透過するものである。この光学薄膜33を蛍光体層12と量子ドット層13との間に設けることにより、量子ドット層13で変換された蛍光FL2を出射側（基板31側）により効率よく取り出すことが可能となる。

[0086] また、本実施の形態の蛍光体ホイール3Aは、上記以外の部材が設けられ

ていてもよい。図22は、本実施の形態の蛍光体ホイール3Aの他の例としての蛍光体ホイール3Bの断面構成を模式的に表したものである。

[0087] 蛍光体ホイール3Bは、基板31の面S1上に、蛍光体層12および量子ドット層13がこの順に設けられたものである。蛍光体ホイール3Bでは、光源部110から射出された励起光EL1は、基板31を透過して、まず蛍光体層12に入射する。この蛍光体ホイール13Bでは、基板31と蛍光体層12との間に光学薄膜32が、蛍光体層12と量子ドット層13との間に光学薄膜33が設けられている。蛍光体ホイール3Bは、さらに、量子ドット層13上（具体的には、量子ドット層13を封止するバインダ層14上）に光学薄膜34が、基板31の面S2側に光学薄膜35が設けられている。

[0088] 光学薄膜34は、バインダ層14と周囲の空気との界面における蛍光FL1、FL2の反射ロスを低減するためのものである。なお、光学薄膜34の代わりに、バインダ層14の表面に微小な凹凸構造を設けることでも同様の効果が得られる。

[0089] 光学薄膜35は、周囲の空気と基板31との界面での励起光EL1の反射ロスを低減させる機のものであり、具体的には、反射防止膜を設けることが好ましい。

[0090] 以上、本実施の形態の蛍光体ホイール3A、3Bでは、光透過性を有する基板31を用い、所謂透過型の蛍光体ホイールを構成した。上記のような構成をすることにより、第1の実施の形態において説明した反射型の蛍光体ホイール1と同様の効果を得ることができる。

[0091] <4. 変形例>

(4-1. 変形例9)

図23は、本開示の変形例9に係る蛍光体ホイール4Aの平面構成の模式的に表したものである。本変形例の蛍光体ホイール4Aは、時分割型の蛍光体ホイールであり、光透過性を有する基板31上に、R、G、Bに対応する3つの領域（赤色変換領域140R、緑色変換領域140G、青色拡散領域140B）が設けられた構成を有する。

[0092] 赤色変換領域140Rは、例えば、図24に示したように、基板31の面S1上に、青色ダイクロイックフィルタ42B、蛍光体層12、赤色量子ドット層13R、バインダ層14および赤色フィルタ43Rがこの順に積層された構成を有する。青色ダイクロイックフィルタ42Bは、青色光（励起光EL1）のみを透過し、その他の波長の光は反射するものである。赤色量子ドット層13Rは、蛍光体層12によって変換された蛍光FL1によって励起されて赤色の蛍光（FL2R）を発するものである。赤色フィルタ43Rは、赤色光（FL2R）のみを透過し、その他の波長の光を反射するものである。これにより、赤色変換領域140Rからは、蛍光FL1と共に、赤色光FL2Rが取り出される。

[0093] 緑色変換領域140Gは、赤色変換領域140Rと同様に、基板31の面S1上に、青色ダイクロイックフィルタ42B、蛍光体層12、緑色量子ドット層13G、バインダ層14および緑色フィルタ43Gがこの順に積層された構成を有する。緑色量子ドット層13Gは、蛍光体層12によって変換された蛍光FL1によって励起されて緑色の蛍光（FL2G）を発するものである。緑色フィルタ43Gは、緑色光（FL2G）のみを透過し、その他の波長の光を反射するものである。これにより、緑色変換領域140Gからは、緑色光FL2Gが取り出される。なお、緑色変換領域140Gでは緑色量子ドット層13Gは省略しても構わない。緑色量子ドット層13Gを設けることにより、緑色変換領域140Gから取り出される緑色成分が向上する。

[0094] 青色拡散領域140Bには、例えば、拡散層41が形成されている。拡散層41は、励起光EL1を拡散して青色拡散領域140Bから取り出される青色光の拡散を他の領域から取り出される赤色光および緑色光と均一にするためのものである。青色拡散領域140Bには、この他、青色量子ドット層およびこれを封止するバインダ層14を設けるようにしてもよい。青色量子ドット層を設けることにより、青色光である励起光EL1の波長を変えて、スペックルの発生を低減することが可能となる。

[0095] また、本変形例の蛍光体ホイール4 Aは、例えば、図25に示したような構成としてもよい。図25に示した蛍光体ホイール4 Bは、R、G、Bに加えて白色(W；白色変換領域140W)に対応する領域を設けたものである。白色変換領域140Wには、例えば、基板31の面S1上に、青色ダイクロックフィルタ42B、蛍光体層12および拡散層41がこの順に積層されたている。赤色変換領域140R、緑色変換領域140G、青色拡散領域140Bに加えて白色変換領域140Wを設けることにより、輝度を向上させることが可能となる。

[0096] なお、図23、図24および図25では、光学機能を有する層のみを示したが、蛍光体ホイール4 A、4 Bは、この他の部材を備えていても構わない。例えば、基板31の平面度および放熱性を高めるために、例えば、サファイア層やガラス層を設けるようにしてもよい。

[0097] また、上記第2の実施の形態の蛍光体ホイール3 A、3 Bおよび変形例9の蛍光体ホイール4 A、4 Bは、蛍光体ホイール1と同様に、上記変形例1～6の構成をとることができる。

[0098] (4-2. 変形例10)

図26は、本開示の変形例10に係る波長変換素子(固定型波長変換部5)の断面構成を模式的に表したものである。この固定型波長変換部5は、集光レンズ51A、51Bと、波長変換層52と、ヒートシンク53と、ヒートスプレッタ54と、レンズホルダ55とを有するものである。

[0099] 固定型波長変換部5では、励起光が入射する順に、集光レンズ51Bと、集光レンズ51Aとが配置されている。集光レンズ51Aは、波長変換層52が接合された所定のレンズ面を有している。集光レンズ51Aは、集光レンズ51Bを介して入射した励起光を波長変換層52に集光するようになっている。また、集光レンズ51Aは、波長変換層52からの蛍光成分を集光レンズ51Bに向けて出射するようになっている。

[0100] 集光レンズ51Bは、光源部20からの励起光を集光レンズ51Aに向けて集光するようになっている。また、集光レンズ51Bは、集光レンズ51

Aを介して入射した波長変換層52からの蛍光成分を光源部20に向けて集光するようになっている。集光レンズ51Bは、例えば、集光レンズ51Aよりも外径が大きく、レンズホルダ55によって外周部分が保持されている。

[0101] 波長変換層52は、例えば、蛍光体層と量子ドット層とが積層されたものであり、上記第1の実施の形態等と同様に、励起光の入射側に蛍光体層が設けられている。波長変換層52と、集光レンズ51Aの所定のレンズ面における波長変換層52が接合された領域以外の領域とがすべて、熱伝導性層を介して放熱部材に接着されていることが好ましい。

[0102] ヒートシンク53およびヒートスプレッダ54は、波長変換層52の発熱を拡散し、温度を下げる放熱部材としての機能を有している。また、ヒートスプレッダ54は、集光レンズ51Aの温度を下げる機能を有している。ヒートシンク53は、ヒートスプレッダ54の裏面に設けられている。ヒートシンク53は、ヒートスプレッダ54により拡散された熱を空気に伝えて放熱する機能を有している。ヒートシンク53およびヒートスプレッダ54は、金属やセラミックスによる熱伝導率が比較的高い材料によって構成されている。例えば、銅、アルミニウム、サファイア、またはモリブデンなどによって構成されている。

[0103] レンズホルダ55は、集光レンズ51Bを位置決めして保持するためのものである。レンズホルダ55は、ヒートスプレッダ54と一体化させてもよい。

[0104] (4-3. 変形例11)

図27は、本開示の変形例11に係る波長変換素子(固定型波長変換部6)を備えた光源装置500の概略構成を表したものである。固定型波長変換部6は、凹面鏡61と、波長変換部64と、拡散板65とを有するものであり、凹面鏡61を用いて光源部110のレーザ群111から射出される励起光ELを波長変換部64に集光させる構造となっている。波長変換部64は、例えばロッド状に形成された量子ドット層63と、量子ドット層63の表

面に設けられた蛍光体層 6 2 とから構成されている。固定型波長変換部 6 では、光源部 1 1 0 から射出された励起光 E L が拡散板 6 5 によって凹面鏡 6 1 の内部に拡散される。拡散された励起光 E L は、凹面鏡 6 1 によって反射されて波長変換部 6 4 に集光される。波長変換部 6 4 では、励起光 E L の大部分が蛍光 F L 1 に変換される。変換された蛍光 F L 1 は量子ドット層 1 3 に照射され、その一部が例えば赤色の蛍光 F L 2 に変換され、蛍光 F L 1 と共にレンズ 1 1 8 に向かって出射される。

[0105] 以上のように、本開示の光源装置を構成する波長変換素子は、上記第 1, 第 2 の実施の形態および変形例 1 ~ 8 に示した回転型の波長変換素子（蛍光体ホイール 1, 2 A ~ 2 H, 3 A, 3 B, 4 A, 4 B）だけでなく、上記変形例 1 0, 1 1 において説明したような固定型の波長変換素子にも適用することができる。

[0106] (4 - 4. 変形例 1 2)

図 2 8 は、本開示の変形例 1 2 に係る光源装置 6 0 0 の全体構成を表す概略図である。この光源装置 6 0 0 は、例えば、図 9 に示したプロジェクタ 1 0 の光源装置として用いられるものである。

[0107] 光源装置 6 0 0 は、上述した蛍光体ホイール 1 と、拡散板 6 2 1 と、励起光またはレーザ光を発する光源部 6 1 0 と、レンズ 6 1 2 ~ 6 1 5 と、ダイクロミックミラー 6 1 6 と、反射ミラー 6 1 7 とを有する。蛍光体ホイール 1 は、例えば、反射型の波長変換素子であり、軸 J 1 6 により回転可能に支持されている。拡散板 6 2 1 は、軸 J 6 2 1 により回転可能に支持されている。光源部 6 1 0 は、第 1 のレーザ群 6 1 0 A と第 2 のレーザ群 6 1 0 B とを有する。第 1 のレーザ群 6 1 0 A は励起光（例えば、波長 4 4 5 n m または 4 5 5 n m）を発振する半導体レーザ素子 6 1 1 A が、第 2 のレーザ群 6 1 0 B は青色レーザ光（例えば、波長 4 6 5 n m）を発振する半導体レーザ素子 6 1 1 B が複数配列されたものである。ここでは便宜上、第 1 のレーザ群 6 1 0 A から発振される励起光を E L 1 とし、第 2 のレーザ群 6 1 0 B から発振される青色レーザ光（以下、単に青色光とする）を E L 2 とする。

- [0108] 本変形例では、蛍光体ホイール1は、第1のレーザ群610Aからレンズ612と、ダイクロイックミラー616と、レンズ613とを順に透過した励起光EL1が蛍光体層12および量子ドット層13の順に入射されるように配置されている。蛍光体ホイール1からの蛍光FL1はダイクロイックミラー616で反射されたのち、レンズ614を透過して外部、即ち、照明光学系200へ向かうようになっている。拡散板621は、第2のレーザ群610Bから反射ミラー617を経由した青色光EL2を拡散させるものである。拡散板621で拡散された青色光EL2は、レンズ615およびダイクロイックミラー616を透過したのち、レンズ614を透過して外部、即ち照明光学系200へ向かうようになっている。なお、光源装置600内には、励起光EL1の照射に伴う蛍光体層12および量子ドット層13の発熱を冷却するため、冷却ファンを設けるようにしてもよい。
- [0109] 続いて、図9および図28を参照して、光源装置600を含めたプロジェクタ10の動作について説明する。
- [0110] まず光源装置600において、モータ16、622が駆動し、蛍光体ホイール1および拡散板621が回転する。そののち、光源部610における第1のレーザ群610Aおよび第2のレーザ群610Bから励起光EL1および青色光EL2がそれぞれ発振される。
- [0111] 励起光EL1は、第1のレーザ群610Aから発振され、レンズ612とダイクロイックミラー616とレンズ613とを順に透過したのち、蛍光体ホイール1の蛍光体層12に照射される。蛍光体層12は励起光EL1の一部を吸収し、黄色光である蛍光FL1に変換し、これをレンズ613へ向けて発する。量子ドット層13は、蛍光体層12で変換された蛍光FL1の一部を吸収して、例えば、赤色光である蛍光FL2に変換し、これをレンズ613に向けて発する。蛍光FL1、FL2はダイクロイックミラー616により反射されたのち、レンズ614を透過して照明光学系200へ向かう。
- [0112] 青色光EL2は、第2のレーザ群610Bから発振され、反射ミラー617を経由したのち、拡散板621に照射される。拡散板621は、青色光E

L 2を拡散して、レンズ615へ向けて発する。青色光EL2はダイクロイックミラー616を透過したのち、レンズ614を透過して照明光学系200へ向かう。

[0113] このようにして、光源装置600は、黄色光および赤色光である蛍光FL（FL1，FL2）と、青色光（EL2）とを合成した白色光を照明光学系200へ入射させる。

[0114] 以上、第1，第2の実施の形態および変形例1～12を挙げて本開示を説明したが、本開示は上記実施の形態等に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態において説明した各層の材料および厚み等は一例であってこれに限定されるものではなく、他の材料および厚みとしてもよい。

[0115] また、本技術に係る投射型表示装置として、上記プロジェクタ以外の装置が構成されてもよい。例えば、上記第1の実施の形態では、光変調素子として反射型液晶パネルを用いた反射型3LCD方式のプロジェクタを挙げて説明したが、これに限らず、本技術は、透過型液晶パネルと用いた、所謂透過型3LCD方式のプロジェクタにも適用することができる。

[0116] 更に、本技術は投射型表示装置ではない装置に本技術に係る光源装置が用いられてもよい。例えば、本開示の光源装置100は、照明用途として用いてもよく、例えば、自動車のヘッドランプやライトアップ用の光源に適用可能である。

[0117] なお、本技術は以下のような構成を取ることも可能である。

(1)

光源部と、

前記光源部からの励起光により励起されて蛍光を発する波長変換素子とを有し、

前記波長変換素子は、

回転軸を中心に回転可能な基板と、

複数の蛍光体粒子を含む蛍光体層と、

複数の量子ドットを含む量子ドット層とを備え、
前記蛍光体層および前記量子ドット層は、前記光源部に対してこの順に配置されている

を備えた光源装置。

(2)

前記波長変換素子は、前記蛍光体層の前記励起光の入射側に第1の光学膜を有する、前記(1)に記載の光源装置。

(3)

前記第1の光学膜は、反射防止膜または前記励起光を一定割合反射するダイクロイック膜である、前記(2)に記載の光源装置。

(4)

前記波長変換素子は、前記蛍光体層と前記量子ドット層との間に第2の光学膜を有する、前記(1)乃至(3)のうちのいずれかに記載の光源装置。

(5)

前記第2の光学膜は、前記励起光を反射するダイクロイック膜である、前記(4)に記載の光源装置。

(6)

前記波長変換素子は、前記基板と前記量子ドット層との間に第3の光学膜を有する、前記(1)乃至(5)のうちのいずれかに記載の光源装置。

(7)

前記第3の光学膜は、誘電体多層膜または光反射性を有する金属膜である、前記(6)に記載の光源装置。

(8)

前記量子ドット層は、光透過性を有するバインダによって前記蛍光体層上に固定されると共に、前記蛍光体層は前記バインダを介して前記基板に接合されている、前記(1)乃至(7)のうちのいずれかに記載の光源装置。

(9)

前記量子ドット層は、上面および下面が光透過性を有するバインダにより

覆われている、前記（１）乃至（８）のうちのいずれかに記載の光源装置。

（１０）

前記量子ドット層の周囲にはスペーサが配置されており、

前記基板と前記蛍光体層とは、前記スペーサを介して接合されている、前記（１）乃至（９）のうちのいずれかに記載の光源装置。

（１１）

前記量子ドット層の端面は、ガスバリア材によって封止されている、前記

（１）乃至（１０）のうちのいずれかに記載の光源装置。

（１２）

前記蛍光体層は、セラミックス蛍光体によって構成されている、前記（１）乃至（１１）のうちのいずれかに記載の光源装置。

（１３）

前記蛍光体層は、光透過性を有する基板と、前記量子ドット層との間の空間に前記複数の蛍光体粒子が充填されたものである、前記（１）乃至（１１）のうちのいずれかに記載の光源装置。

（１４）

前記蛍光体層は、前記複数の蛍光体粒子がバインダにより互いに結合されている、前記（１）乃至（１１）のうちのいずれかに記載の光源装置。

（１５）

前記蛍光体層は、前記基板の回転円周方向に連続して形成されている、前記（１）乃至（１４）のうちのいずれかに記載の光源装置。

（１６）

前記基板は、光反射性または光透過性を有する、前記（１）乃至（１５）のうちのいずれかに記載の光源装置。

（１７）

前記基板は、互いに異なる波長を射出する複数の領域を有する、前記（１）乃至（１６）のうちのいずれかに記載の光源装置。

（１８）

光源装置と、
前記光源装置から射出される光を変調する光変調素子と、
前記光変調素子からの光を投射する投射光学系とを備え、
前記光源装置は、
光源部と、
前記光源部からの励起光により励起されて蛍光を発する波長変換素子とを
有し、
前記波長変換素子は、
回転軸を中心に回転可能な基板と、
複数の蛍光体粒子を含む蛍光体層と、
複数の量子ドットを含む量子ドット層とを備え、
前記蛍光体層および前記量子ドット層は、前記光源部に対してこの順に配
置されている
投射型表示装置。

[0118] 本出願は、日本国特許庁において2017年8月17日に出願された日本特許出願番号2017-157570号を基礎として優先権を主張するものであり、この出願の全ての内容を参照によって本出願に援用する。

[0119] 当業者であれば、設計上の要件や他の要因に応じて、種々の修正、コンビネーション、サブコンビネーション、および変更を想到し得るが、それらは添付の請求の範囲やその均等物の範囲に含まれるものであることが理解される。

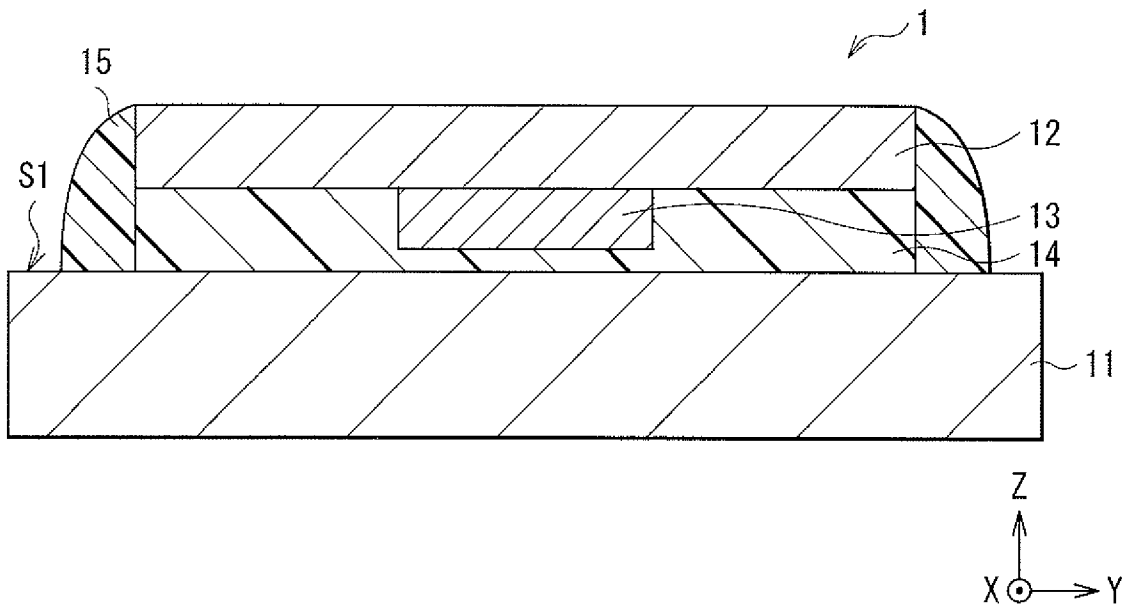
請求の範囲

- [請求項1] 光源部と、
前記光源部からの励起光により励起されて蛍光を発する波長変換素子とを有し、
前記波長変換素子は、
回転軸を中心に回転可能な基板と、
複数の蛍光体粒子を含む蛍光体層と、
複数の量子ドットを含む量子ドット層とを備え、
前記蛍光体層および前記量子ドット層は、前記光源部に対してこの順に配置されている
を備えた光源装置。
- [請求項2] 前記波長変換素子は、前記蛍光体層の前記励起光の入射側に第1の光学膜を有する、請求項1に記載の光源装置。
- [請求項3] 前記第1の光学膜は、反射防止膜または前記励起光を一定割合反射するダイクロイック膜である、請求項2に記載の光源装置。
- [請求項4] 前記波長変換素子は、前記蛍光体層と前記量子ドット層との間に第2の光学膜を有する、請求項1に記載の光源装置。
- [請求項5] 前記第2の光学膜は、前記励起光を反射するダイクロイック膜である、請求項4に記載の光源装置。
- [請求項6] 前記波長変換素子は、前記基板と前記量子ドット層との間に第3の光学膜を有する、請求項1に記載の光源装置。
- [請求項7] 前記第3の光学膜は、誘電体多層膜または光反射性を有する金属膜である、請求項6に記載の光源装置。
- [請求項8] 前記量子ドット層は、光透過性を有するバインダによって前記蛍光体層上に固定されると共に、前記蛍光体層は前記バインダを介して前記基板に接合されている、請求項1に記載の光源装置。
- [請求項9] 前記量子ドット層は、上面および下面が光透過性を有するバインダにより覆われている、請求項1に記載の光源装置。

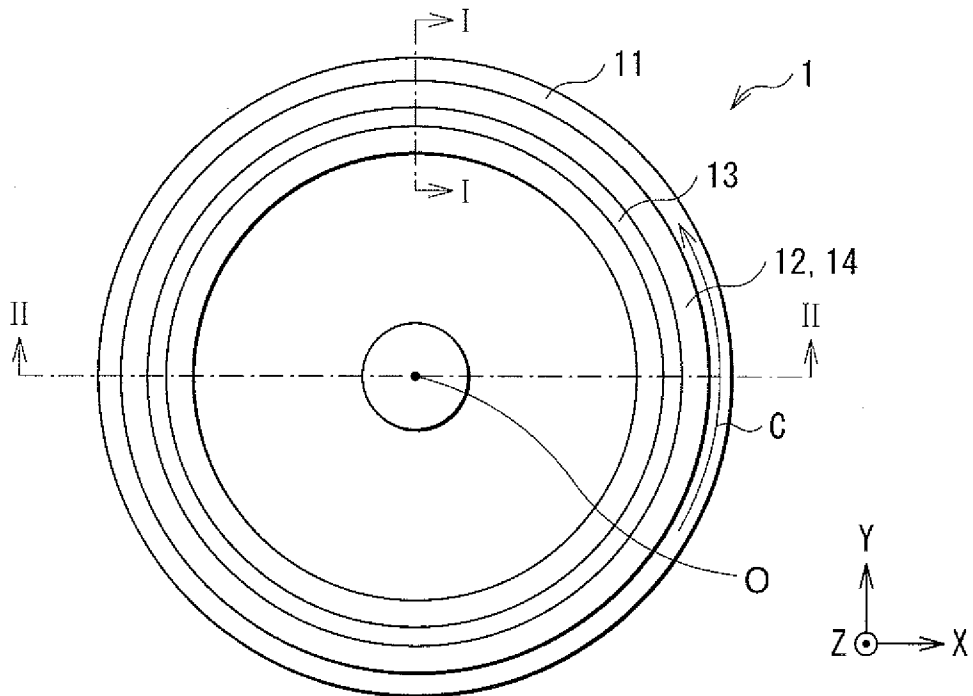
- [請求項10] 前記量子ドット層の周囲にはスペーサが配置されており、
前記基板と前記蛍光体層とは、前記スペーサを介して接合されている、請求項1に記載の光源装置。
- [請求項11] 前記量子ドット層の端面は、ガスバリア材によって封止されている、請求項1に記載の光源装置。
- [請求項12] 前記蛍光体層は、セラミックス蛍光体によって構成されている、請求項1に記載の光源装置。
- [請求項13] 前記蛍光体層は、光透過性を有する基板と、前記量子ドット層との間の空間に前記複数の蛍光体粒子が充填されたものである、請求項1に記載の光源装置。
- [請求項14] 前記蛍光体層は、前記複数の蛍光体粒子がバイндаにより互いに結合されている、請求項1に記載の光源装置。
- [請求項15] 前記蛍光体層は、前記基板の回転円周方向に連続して形成されている、請求項1に記載の光源装置。
- [請求項16] 前記基板は、光反射性または光透過性を有する、請求項1に記載の光源装置。
- [請求項17] 前記基板は、互いに異なる波長を射出する複数の領域を有する、請求項1に記載の光源装置。
- [請求項18] 光源装置と、
前記光源装置から射出される光を変調する光変調素子と、
前記光変調素子からの光を投射する投射光学系とを備え、
前記光源装置は、
光源部と、
前記光源部からの励起光により励起されて蛍光を発する波長変換素子とを有し、
前記波長変換素子は、
回転軸を中心に回転可能な基板と、
複数の蛍光体粒子を含む蛍光体層と、

複数の量子ドットを含む量子ドット層とを備え、
前記蛍光体層および前記量子ドット層は、前記光源部に対してこの
順に配置されている
投射型表示装置。

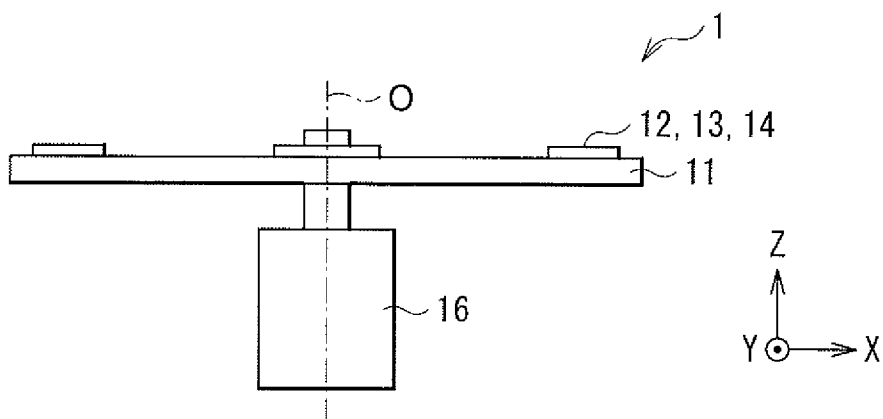
[図1]



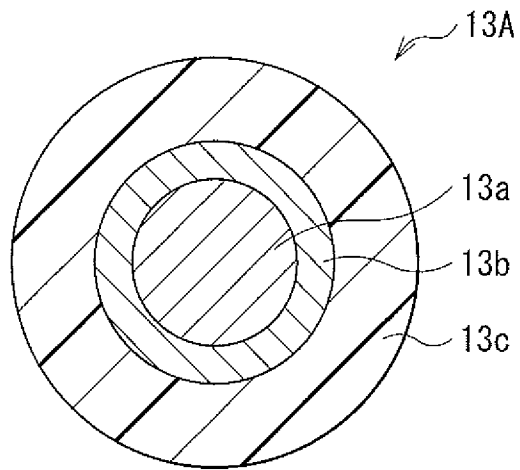
[図2]



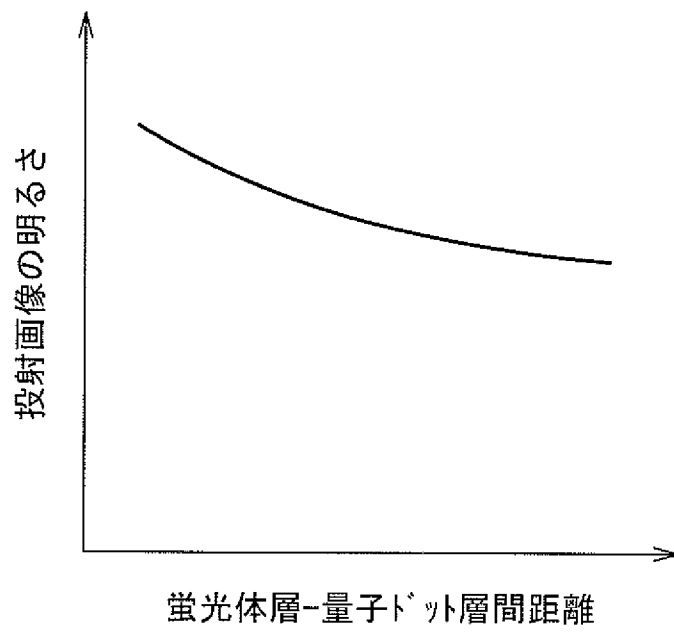
[図3]



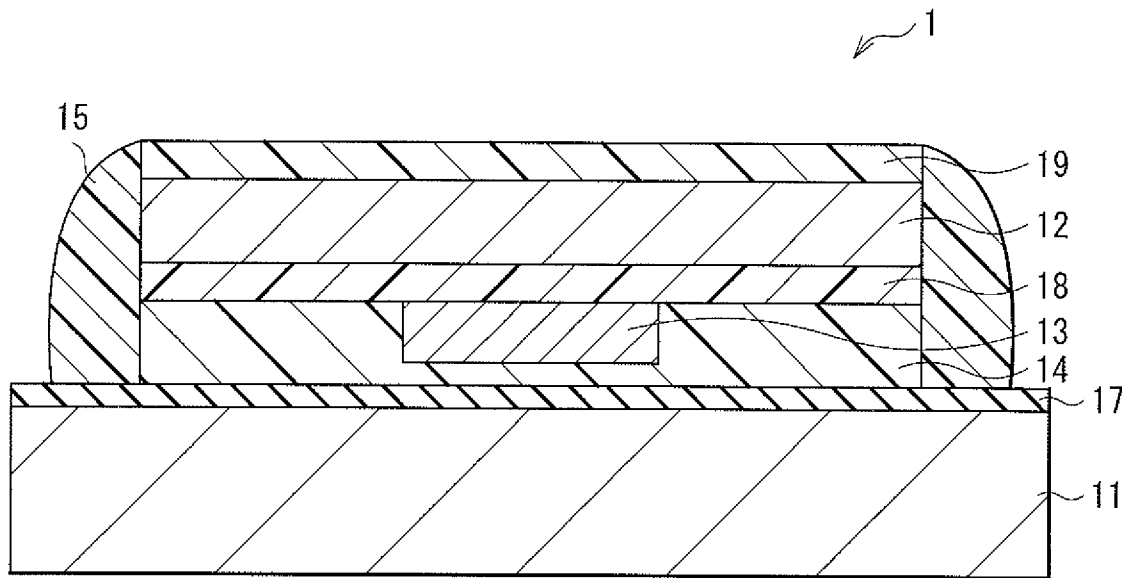
[図4]



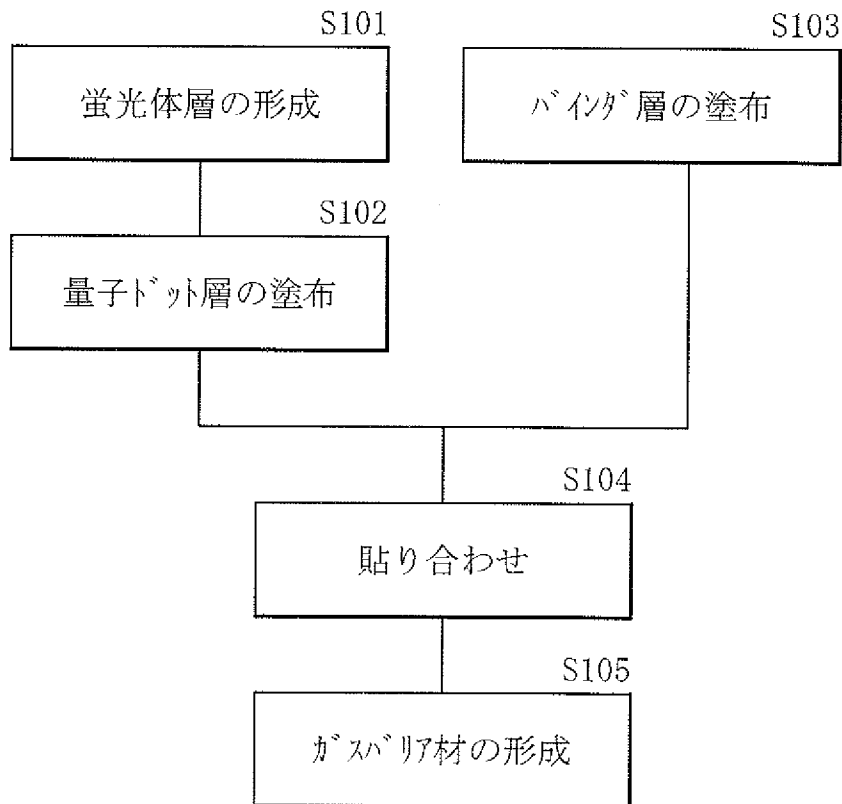
[図5]



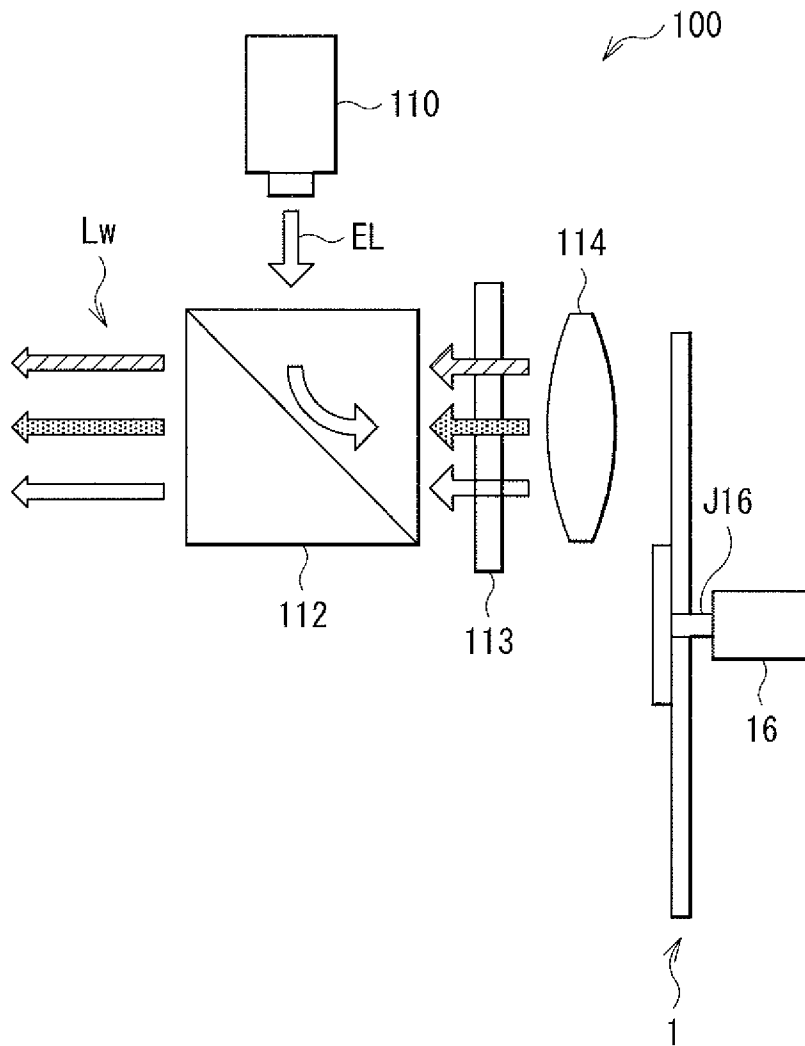
[図6]



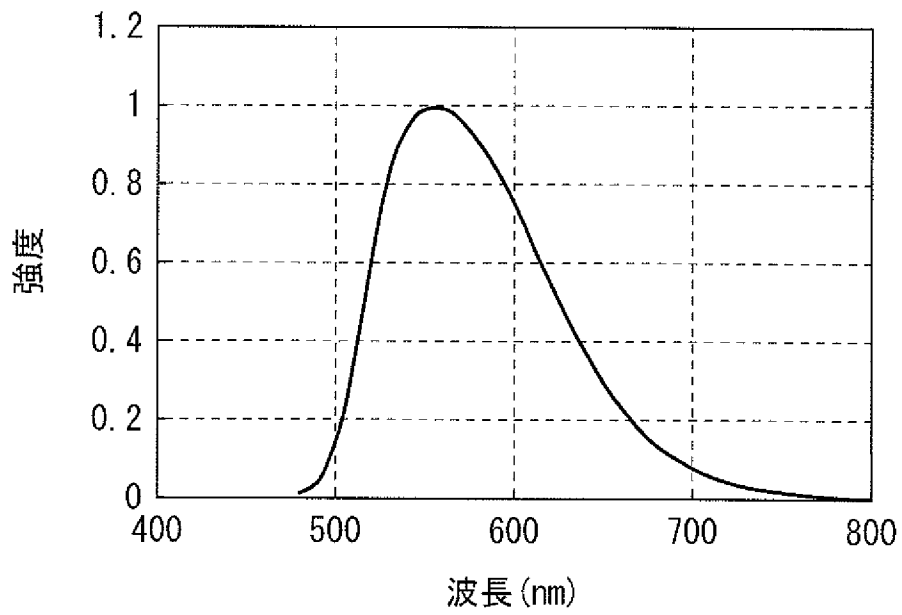
[図7]



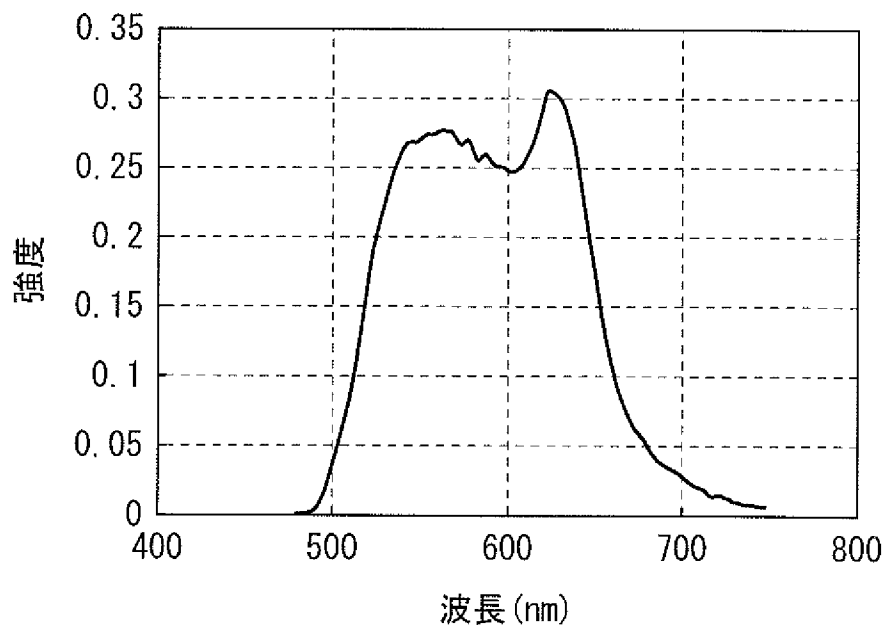
[図8]



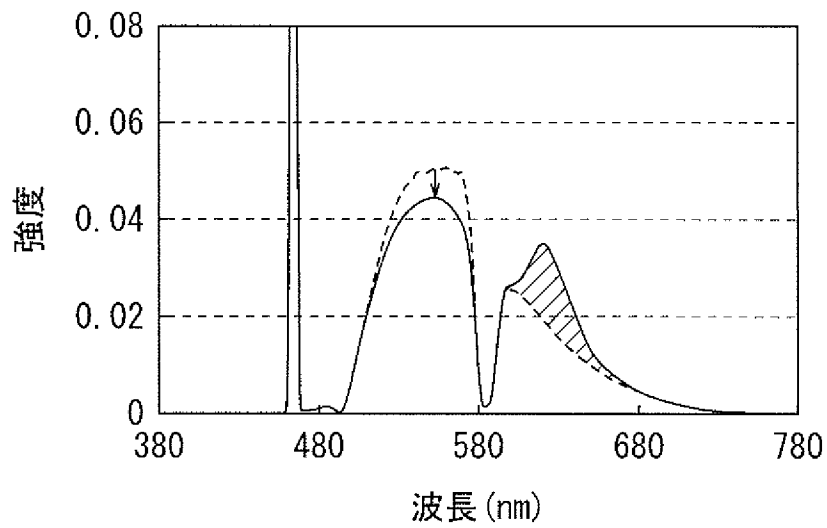
[図10]



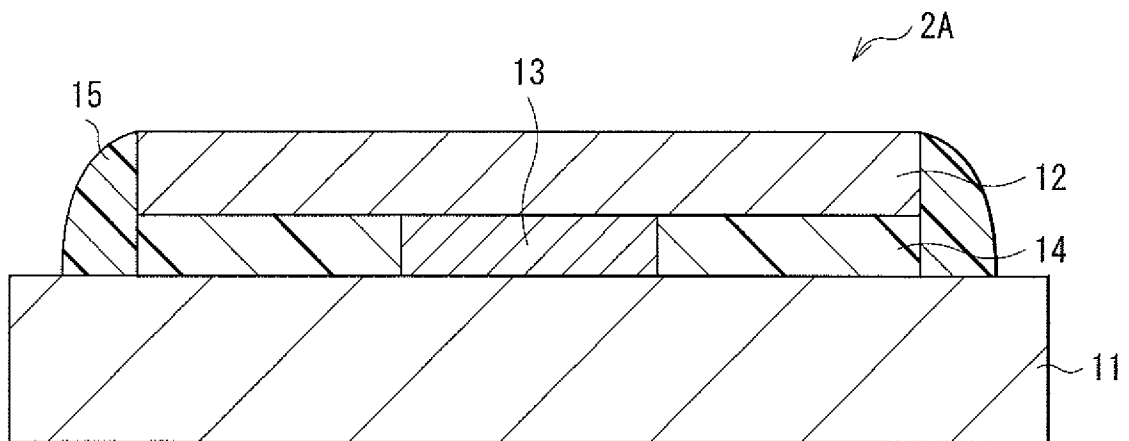
[図11]



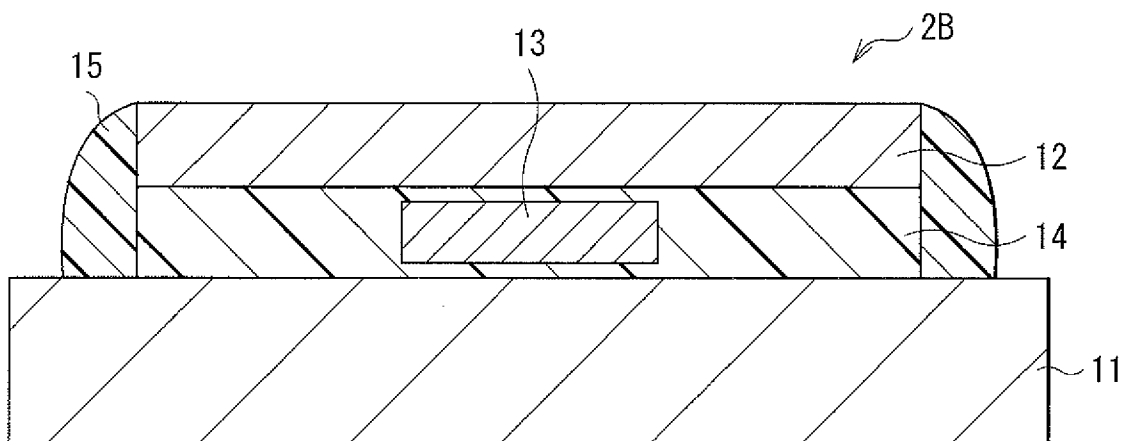
[図12]



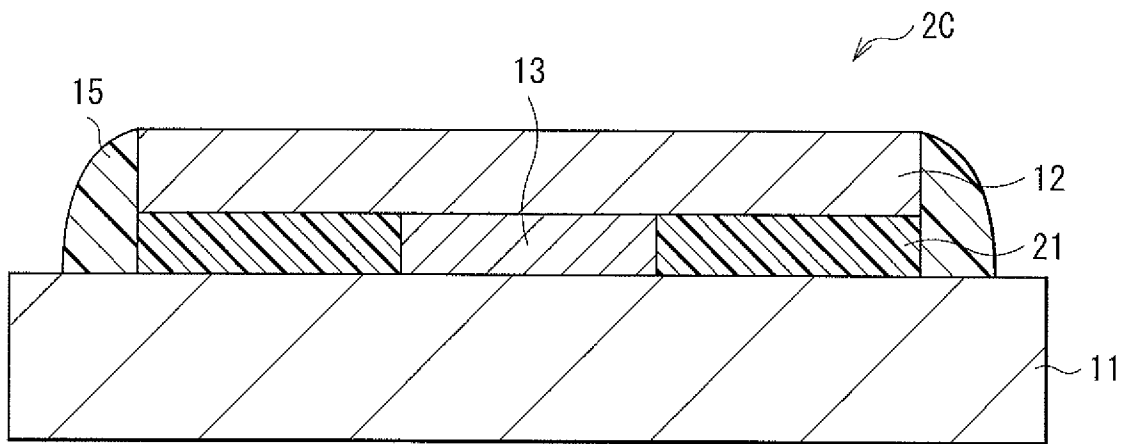
[図13]



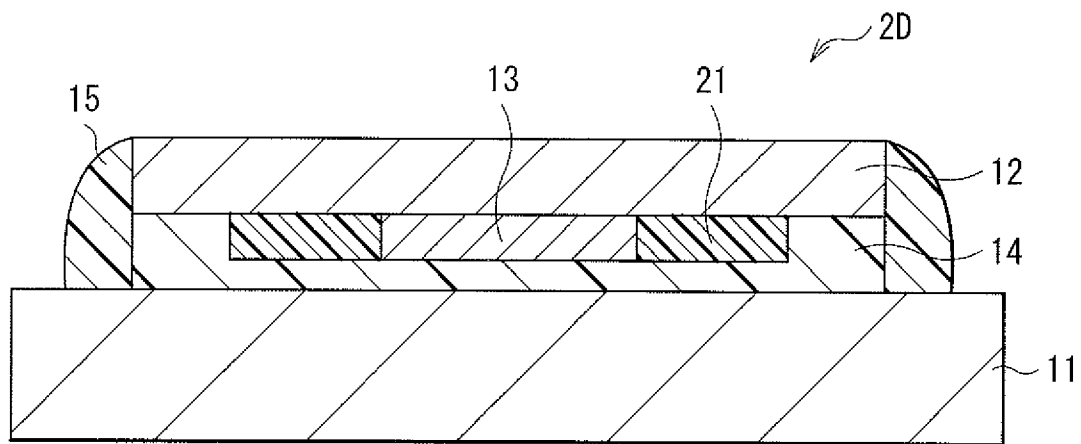
[図14]



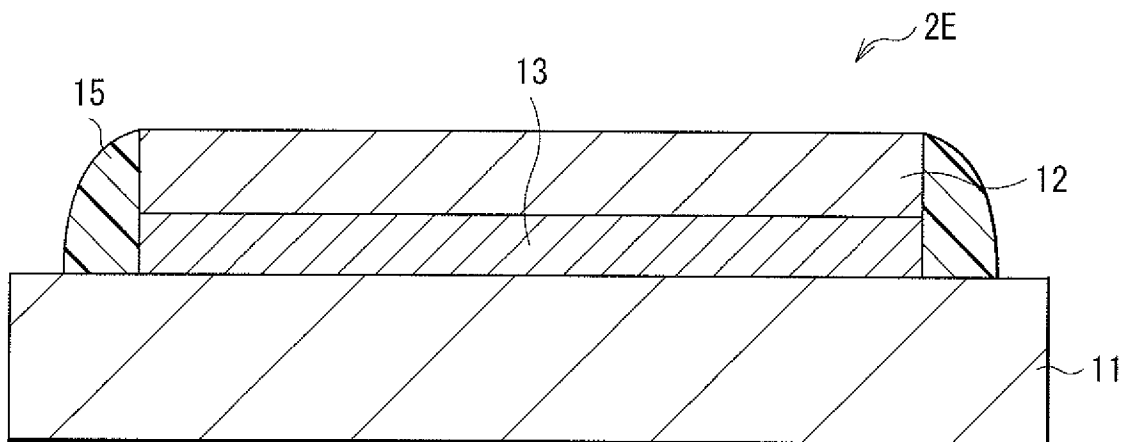
[図15]



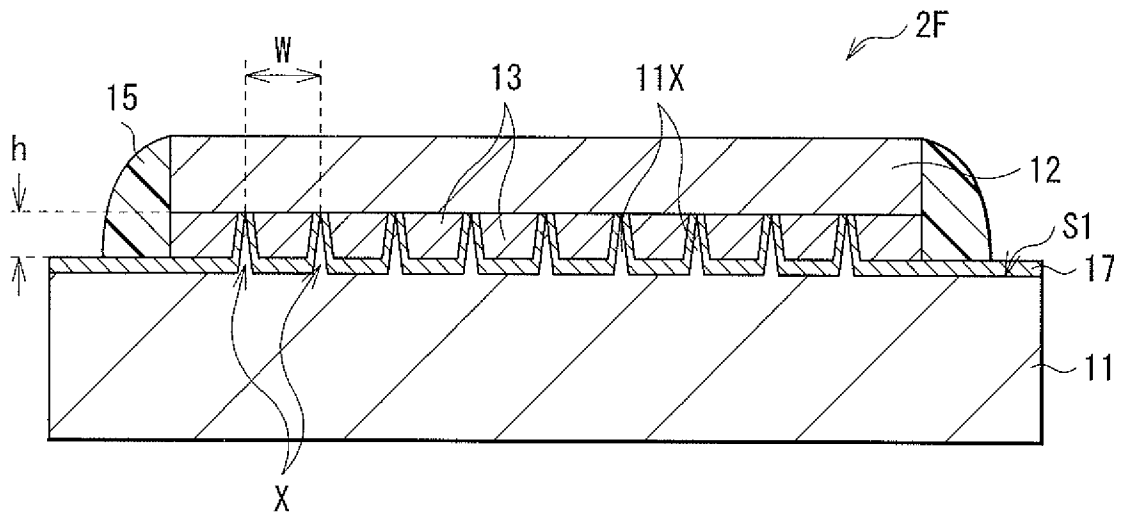
[図16]



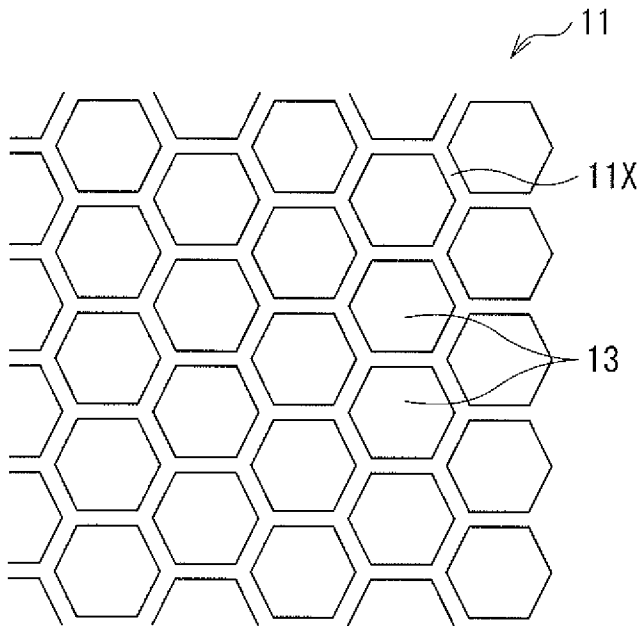
[図17]



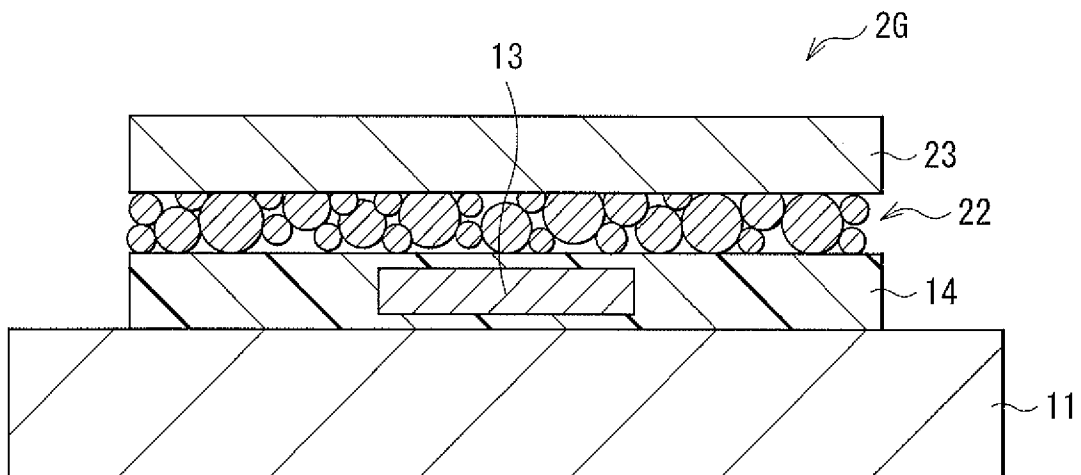
[図18A]



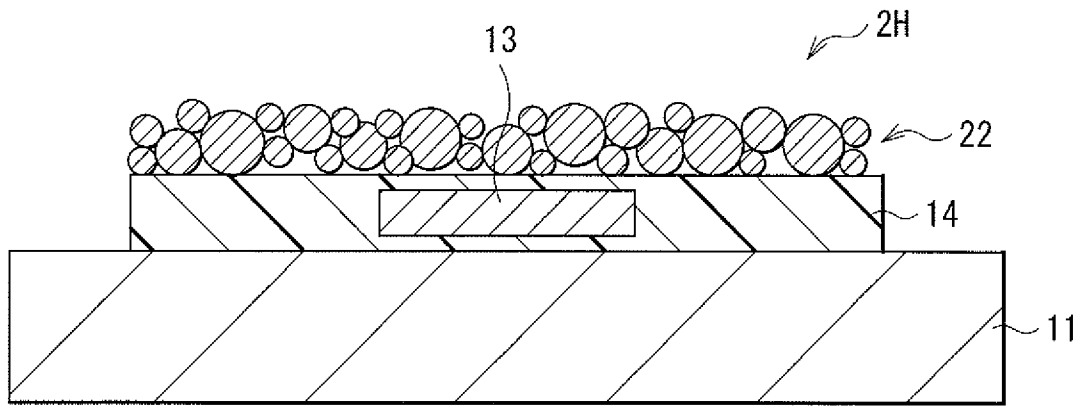
[図18B]



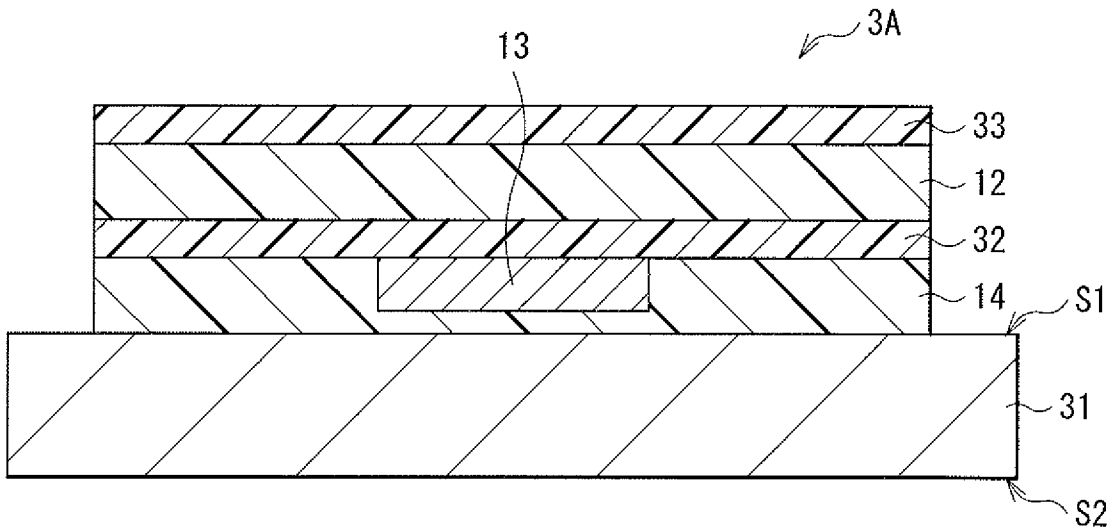
[図19]



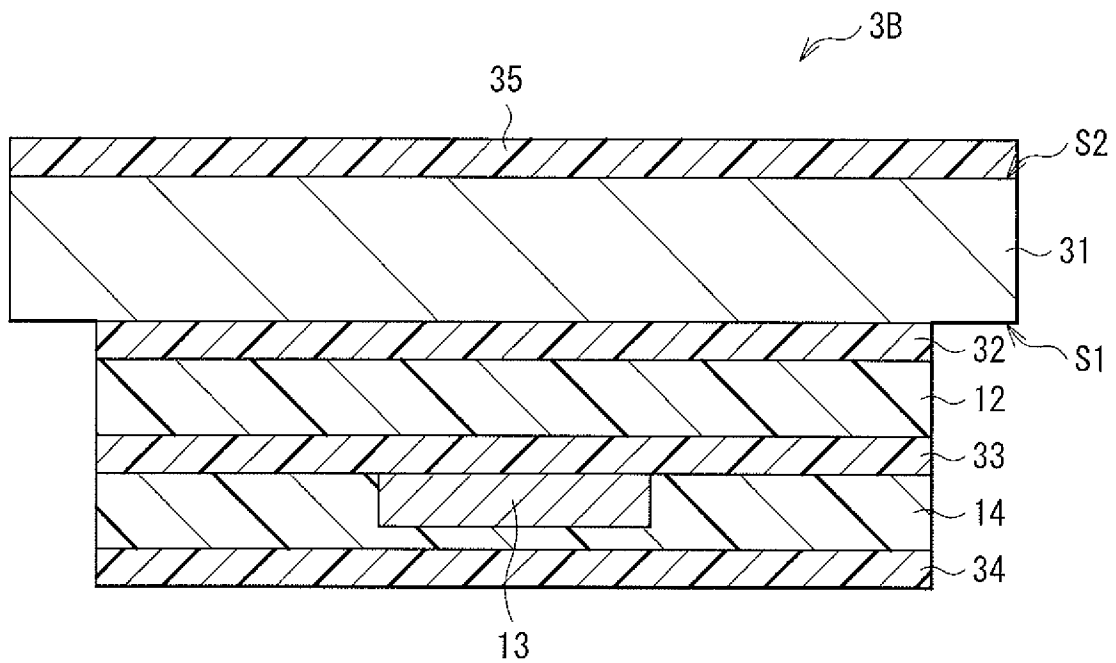
[図20]



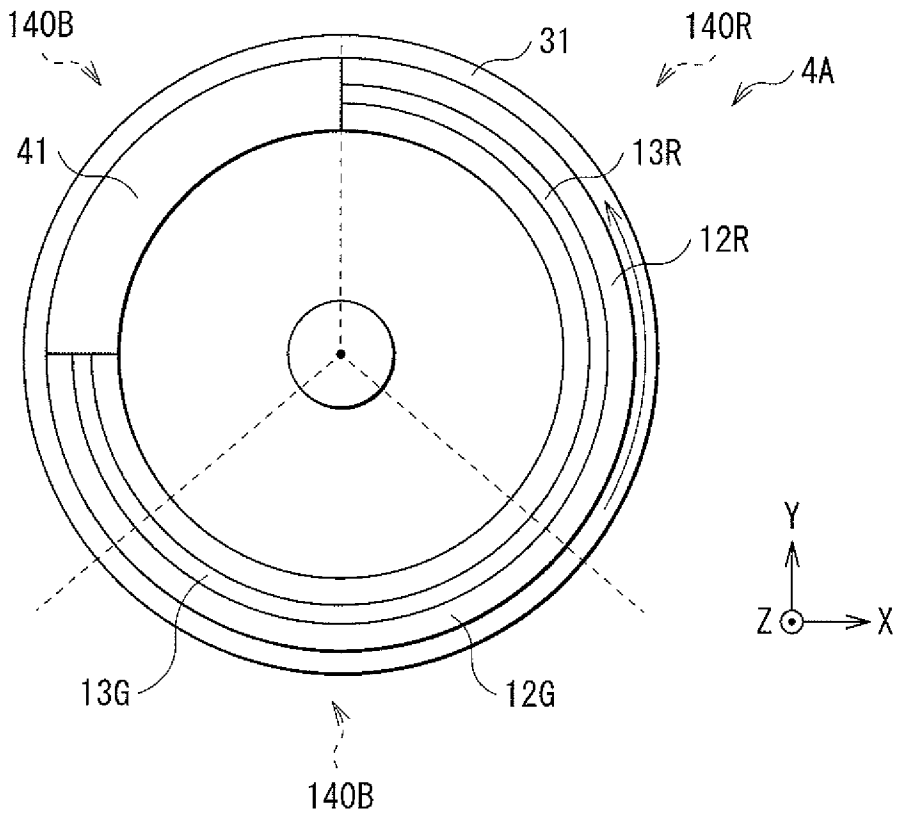
[図21]



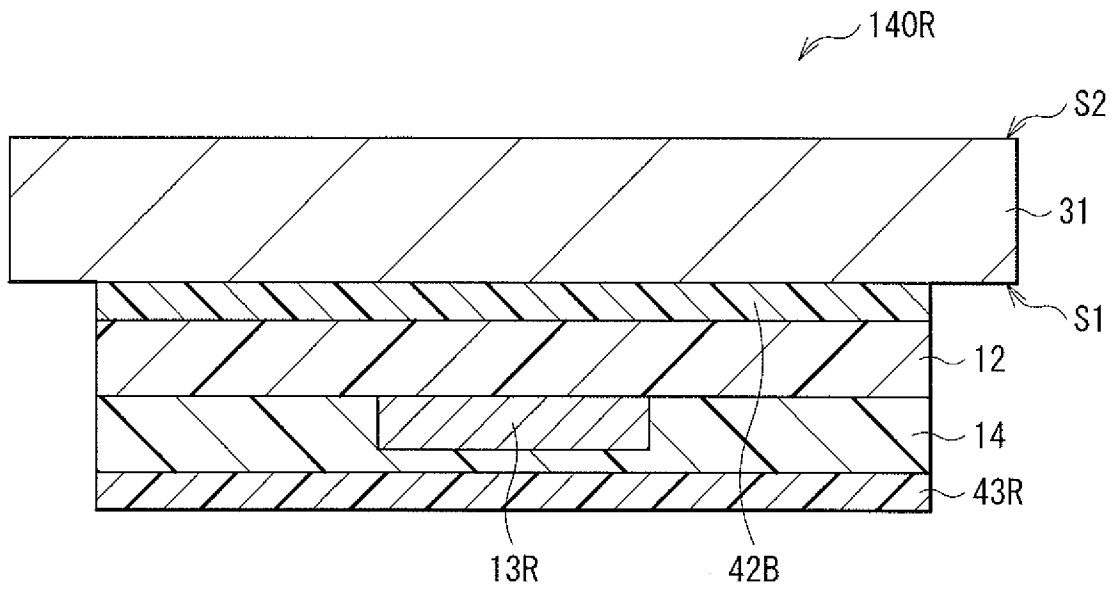
[図22]



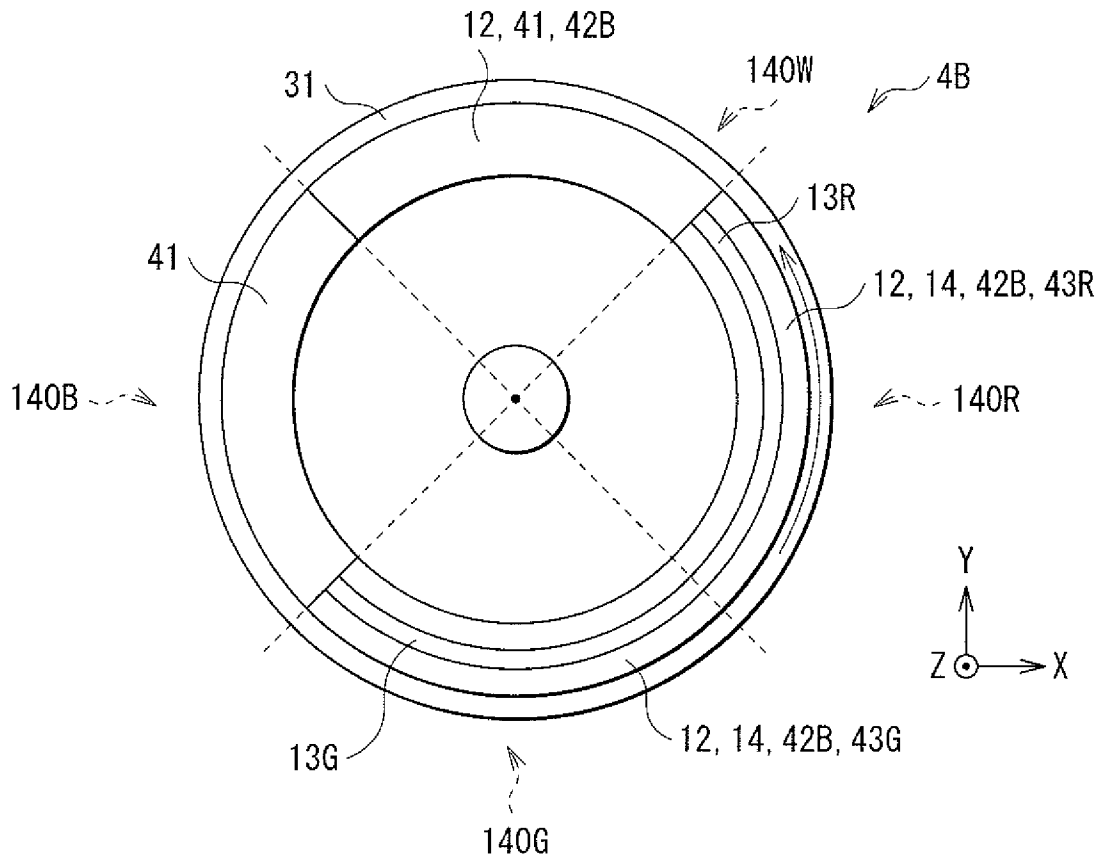
[図23]



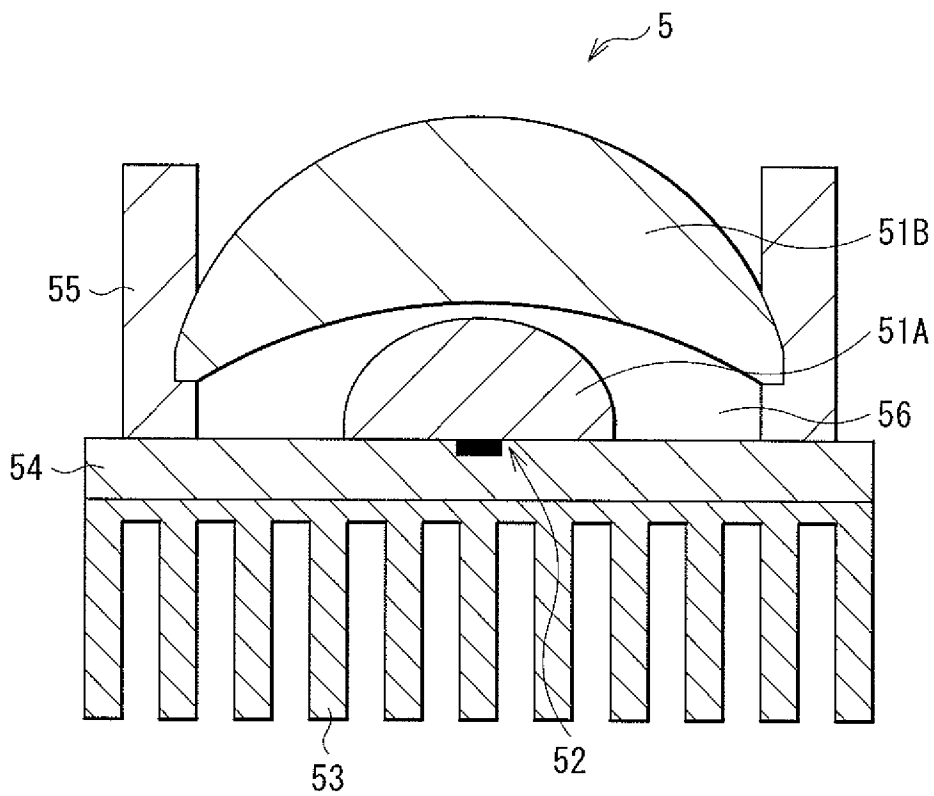
[図24]



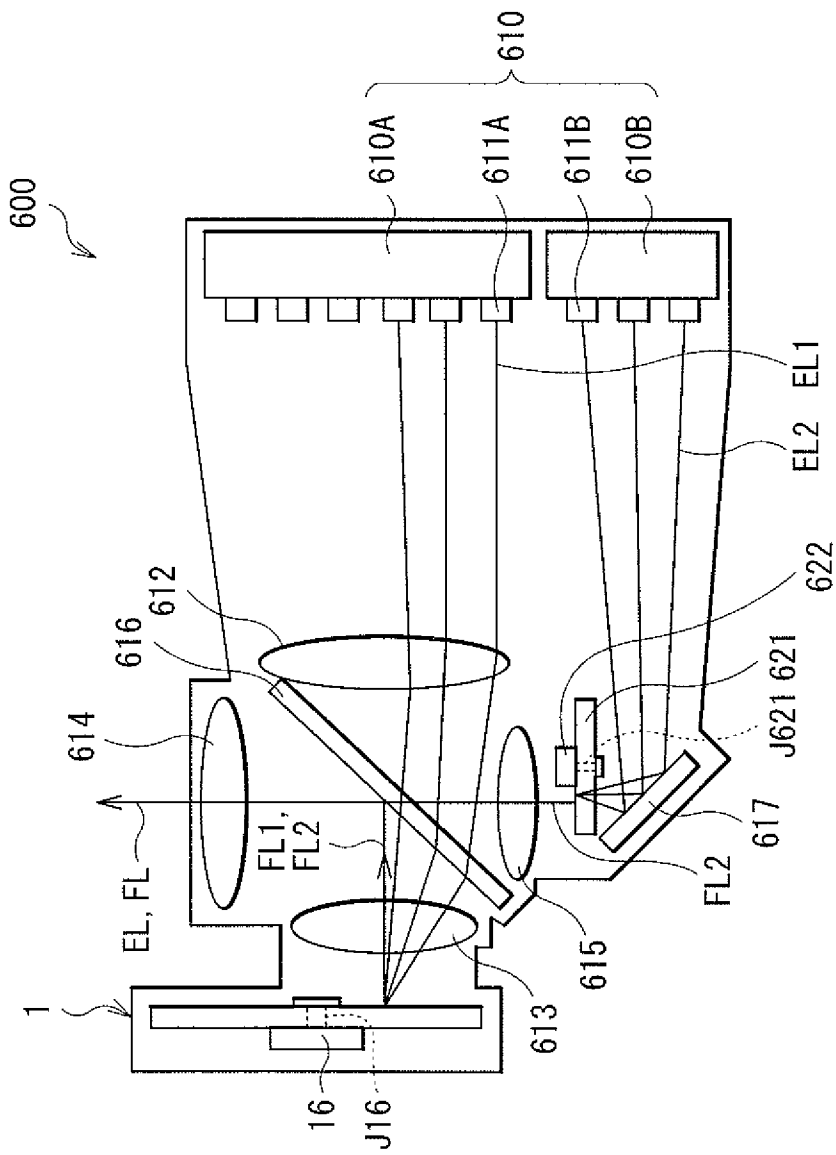
[図25]



[図26]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/026861

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. G03B21/14 (2006.01) i, F21S2/00 (2016.01) i, F21V7/00 (2006.01) i, G02F1/13 (2006.01) i, G02F1/1335 (2006.01) i, G02F1/13357 (2006.01) i, F21Y115/30 (2016.01) n According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>										
<p>B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. G03B21/14, F21S2/00, F21V7/00, G02F1/13, G02F1/1335, G02F1/13357, F21Y115/30</p>										
<p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Published examined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1922-1996</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1971-2018</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Registered utility model specifications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1996-2018</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Published registered utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1994-2018</td> </tr> </table>			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018	Registered utility model specifications of Japan	1996-2018	Published registered utility model applications of Japan	1994-2018
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996									
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018									
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018									
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018									
<p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>										
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p>										
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.								
A	JP 2016-66664 A (NICHIA KAGAKU KOGYO KK) 28 April 2016, entire text, all drawings & US 2016/0087164 A1, entire text, all drawings & EP 3000863 A1 & CA 2905129 A & CN 105449074 A & AU 2015227547 A & KR 10-2016-0035985 A & TW 201614871 A	1-18								
A	JP 2013-33833 A (PANASONIC CORPORATION) 14 February 2013, entire text, all drawings (Family: none)	1-18								
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>										
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>						
<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>									
<p>Date of the actual completion of the international search 05.09.2018</p>		<p>Date of mailing of the international search report 18.09.2018</p>								
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>								

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/026861

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-114040 A (STANLEY ELECTRIC CO., LTD.) 14 June 2012, entire text, all drawings (Family: none)	1-18
A	JP 2016-71128 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 09 May 2016, entire text, all drawings & US 2016/0091782 A1, entire text, all drawings	1-18

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G03B21/14(2006.01)i, F21S2/00(2016.01)i, F21V7/00(2006.01)i, G02F1/13(2006.01)i, G02F1/1335(2006.01)i, G02F1/13357(2006.01)i, F21Y115/30(2016.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G03B21/14, F21S2/00, F21V7/00, G02F1/13, G02F1/1335, G02F1/13357, F21Y115/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
A	JP 2016-66664 A（日亜化学工業株式会社）2016.04.28, 全文全図 & US 2016/0087164 A1 全文全図 & EP 3000863 A1 & CA 2905129 A & CN 105449074 A & AU 2015227547 A & KR 10-2016-0035985 A & TW 201614871 A	1-18
A	JP 2013-33833 A（パナソニック株式会社）2013.02.14, 全文全図（ファミリーなし）	1-18

☑ 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	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 05.09.2018	国際調査報告の発送日 18.09.2018
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 村川 雄一 電話番号 03-3581-1101 内線 3273

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-114040 A (スタンレー電気株式会社) 2012. 06. 14, 全文全図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 2016-71128 A (セイコーエプソン株式会社) 2016. 05. 09, 全文全図 & US 2016/0091782 A1 全文全図	1-18