(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107450261 B
(45)授权公告日 2021.02.05

(21)申请号 201710375972.2

(22)申请日 2017.05.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107450261 A

(43)申请公布日 2017.12.08

(30)优先权数据
2016-108050 2016.05.31 JP
2017-020127 2017.02.07 JP

(73)专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京

(72)发明人 大古场稔 藏田雄也 门脇亮太

(74)专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所有限公司 11038
代理人 宋岩

(51)Int.Cl.
G03B 21/20(2006.01)

(56)对比文件
JP 特开2012-108435 A,2012.06.07
US 2007/0041191 A1,2007.02.22
JP 特开2015-121763 A,2015.07.02
CN 102800791 A,2012.11.28
US 2015/0171372 A1,2015.06.18

审查员 胡子琦

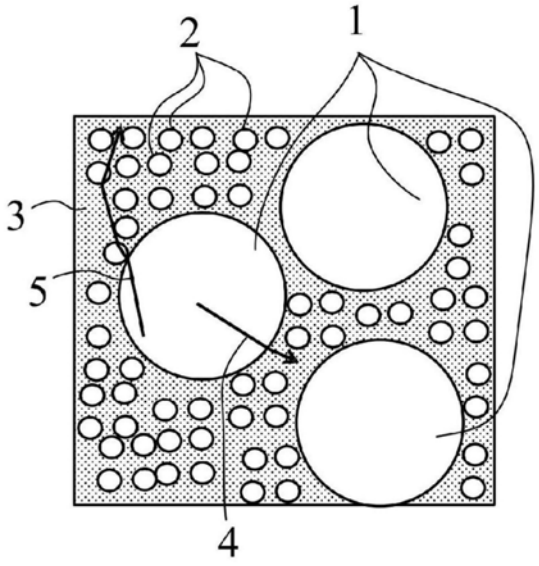
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

波长转换元件、光源装置和图像投影装置

(57)摘要

公开了波长转换元件、光源装置和图像投影装置。波长转换元件(102)转换激发光中的部分的波长来生成荧光光,并从而生成组合光,在组合光中,荧光和波长与激发光的波长相同的非转换光组合。所述元件包括:荧光体(1),与荧光体接触的粘合剂(3);和包含在粘合剂中的多个扩散体粒子(2)。多个扩散体粒子的最小粒径为荧光光的波长的1/4以上且4倍以下,并且所述多个扩散体粒子的体积与粘合剂和所述多个扩散体粒子的总体积的比为25%以上且50%以下。



CN 107450261 B

1.一种波长转换元件(102),被配置成通过转换一部分的入射光的波长来生成荧光光,并从而生成其中荧光光和非转换光组合的组合光,非转换光的波长与入射光的波长相同,所述波长转换元件包括:

多个荧光粒子;

多个扩散体粒子(2);以及

粘合剂,其中分散有所述多个荧光粒子和所述多个扩散体粒子,

所述波长转换元件的特征在于:

所述多个扩散体粒子的最小粒径为荧光光的波长的1/4以上且4倍以下;

所述多个扩散体粒子的体积与所述粘合剂和所述多个扩散体粒子的总体积的比为25%以上且50%以下;

对于所述荧光光的波长,所述扩散体粒子的折射率为1.7以上且2.0以下;

对于所述荧光光的波长,所述粘合剂的折射率为1.4以上且1.6以下;以及

所述扩散体粒子具有在所述荧光粒子的折射率和所述粘合剂的折射率之间的折射率。

2.根据权利要求1所述的波长转换元件,其中,所述多个荧光粒子的体积与所有所述多个扩散体粒子的体积的比为0.5以上且1.5以下。

3.根据权利要求1所述的波长转换元件,其中:

当粒子的最大粒径和最小粒径的平均值被称为平均粒径时,所述多个荧光粒子的平均粒径比所述多个扩散体粒子的平均粒径大。

4.根据权利要求1所述的波长转换元件,其中,所述多个扩散体粒子的最小粒径为2μm以下。

5.根据权利要求1所述的波长转换元件,其中,当粒子的最大粒径和最小粒径的平均值被称为平均粒径时,所述多个扩散体粒子的平均粒径为0.1μm以上且5μm以下。

6.根据权利要求1所述的波长转换元件,其中,对于所述荧光光的波长,所述荧光粒子和所述扩散体粒子的折射率差为0.3以下。

7.根据权利要求1所述的波长转换元件,其中,对于所述荧光光的波长,所述粘合剂和所述扩散体粒子的折射率差为0.1以上。

8.根据权利要求1所述的波长转换元件,其中,包含所述多个荧光粒子和所述多个扩散体粒子的所述粘合剂的总厚度为50μm以上且200μm以下。

9.根据权利要求1所述的波长转换元件,其中,所述粘合剂被圆环形或圆盘形地设置。

10.一种波长转换元件(102),被配置成通过转换一部分的入射光的波长来生成荧光光,并从而生成其中荧光光和非转换光组合的组合光,非转换光的波长与入射光的波长相同,所述波长转换元件包括:

多个荧光粒子;

多个扩散体粒子(2);

粘合剂,其中分散有所述多个荧光粒子和所述多个扩散体粒子,

其中:

对于所述荧光光的波长,所述扩散体粒子的折射率为1.7以上且2.0以下;

对于所述荧光光的波长,所述粘合剂的折射率为1.4以上且1.6以下;

所述扩散体粒子具有在所述荧光粒子的折射率和所述粘合剂的折射率之间的折射率;

以及

当D表示所述多个扩散体粒子的最小粒径,X表示所述多个扩散体粒子的体积与所述粘合剂和所述多个扩散体粒子的总体积的比时,d被表示为:

$$d=\left\{\left(\frac{\pi}{6}\frac{1}{X}\right)^{\frac{1}{3}}-1\right\}\cdot D'$$

d为600nm以下。

11.根据权利要求10所述的波长转换元件,其中d为300nm以下。

12.一种光源装置,其特征在于,包括:

被配置成发射激发光的光源(101);和

根据权利要求1至11中任一项所述的波长转换元件(102)。

13.一种图像投影装置,其特征在于,包括:

根据权利要求12所述的光源装置;和

被配置成使用光调制元件来投影图像的光学系统(104,105),所述光调制元件被配置成调制来自所述光源装置的组合光。

波长转换元件、光源装置和图像投影装置

技术领域

[0001] 本发明涉及波长转换元件，其被配置成转换激发光的波长以生成荧光光，并且特别涉及适合用于图像投影装置(投影仪)的光源装置的波长转换元件。

背景技术

[0002] 波长转换元件或光源装置包括转换诸如激光之类的激发光中的部分以生成其波长(即，颜色)与激发光的波长不同的荧光光并生成组合光的波长转换元件或光源装置，在组合光中，荧光光与非转换光组合，该非转换光是其波长未被荧光体(荧光粉)转换并因此与激发光的波长相同的光。在激发光中，非转换光是被扩散体粒子扩散(反射)而不到达荧光体的光。

[0003] 日本专利特开No.2011-180353公开了一种波长转换元件，其波长转换效率通过将作为具有高导热率的扩散体的填料(微粒子)添加到荧光体和用于保持荧光体的树脂而被提高，从而增强了来自其荧光体的热辐射。另一方面，日本专利特开No.2015-089898公开了一种波长转换元件，其通过将无机氧化物粒子附着到荧光体粒子来提高从荧光体粒子提取荧光光的效率。

[0004] 然而，在日本专利特开No.2011-180353中公开的波长转换元件中，树脂包围高导热率粒子(填料)，并因此难以仅通过使用波长转换元件来提供增加导热率以冷却荧光体的效果。因此，难以在使用该波长转换元件的光源装置中期望亮度提高效果。

[0005] 另一方面，虽然在日本专利特开No.2015-089898中公开的波长转换元件原理上可以提高荧光光提取效率，但实际上无机氧化物粒子在将附着有无机氧化物粒子的荧光体粒子均匀混合到树脂(粘合剂)中的混合过程中与荧光体粒子分离开。此外，即使无机氧化物粒子不与荧光体粒子分离开，在这些粒子之间也捕获气泡。

[0006] 在这种情况下，亮度提高效果变低。

发明内容

[0007] 本发明提供了一种波长转换元件，与传统的波长转换元件相比，其具有简单的结构的同时能够提高荧光光提取效率，即荧光光发光效率。本发明还提供了使用上述波长转换元件的光源装置，并提供了使用该光源装置的图像投影装置。

[0008] 作为本发明的一个方面，其提供一种波长转换元件，其配置成转换一部分激发光中的波长来生成荧光光，并从而生成组合光，在所述组合光中，荧光光和波长与激发光的波长相同的非转换光组合。所述波长转换元件包括：荧光体，与荧光体接触的粘合剂，和包含在粘合剂中的多个扩散体粒子。所述多个扩散体粒子的最小粒径为荧光光的波长的1/4以上且4倍以下，并且所述多个扩散体粒子的体积与粘合剂和所述多个扩散体粒子的总体积的比为25％以上且50％以下。

[0009] 作为本发明的另一方面，其提供了一种波长转换元件，其被配置成通过转换一部分的作为激发光的蓝色光的波长来生成作为荧光光的黄色光，并从而生成组合光，在所述

组合光中，黄色光与蓝色光组合，所述波长转换元件包括：荧光体，与荧光体接触的粘合剂，和包含在粘合剂中的多个扩散体粒子。当D表示所述多个扩散体粒子的最小粒径，X表示所述多个扩散体粒子的体积与粘合剂和所述多个扩散体粒子的总体积的比时，d被表示为：

[0010] $$d=\left\{\left(\frac{\pi}{6}\frac{1}{X}\right)^{\frac{1}{3}}-1\right\}\cdot D'$$

[0011] d为600nm以下。

[0012] 作为本发明的又一方面，其提供了各自使用上述波长转换元件的光源装置和图像投影装置。

[0013] 从以下参照附图对示例性实施例的描述，本发明的其它特征将变得清楚。

附图说明

[0014] 图1示出了本发明的实施例的使用波长转换元件的投影仪的配置。

[0015] 图2A示出了本实施例的波长转换元件中的荧光体层。

[0016] 图2B示出了常规示例的波长转换元件中的荧光体层。

[0017] 图3A示出了透射荧光体层。

[0018] 图3B示出了反射荧光体层。

[0019] 图4示出了在实施例1中提高荧光光发光效率的效果的有无。

[0020] 图5示出了实施例1中的光学隧道效应。

[0021] 图6示出了在实施例2中存在或者不存在提高荧光光发光效率的效果。

具体实施方式

[0022] 下面将参照附图描述本发明的示例性实施例。

[0023] 作为在日本专利特开No.2015-089898中所公开的上述波长转换元件，将诸如无机氧化物粒子之类的微粒子附着到荧光体的表面对于提取荧光体中常规吸收的光是有效。然而，即使当微粒子不附着到荧光体上时，也就是说，即使当微粒子(本实施例中的扩散体粒子)与荧光体分离时，也可以如下从荧光体的内部提取荧光。

[0024] 存在于荧光体内部并在其表面处内部全反射的荧光光一旦在该表面附近泄漏(渗出)到荧光体之外就成为瞬逝光(evanescent light)。有必要在瞬逝光回到荧光体中之前提取它。换句话说，在荧光体的表面附近设置微粒子以在瞬逝光返回到荧光体中之前捕获它并改变其传播方向减少了由于在荧光体的表面处的内部全反射而不射出到荧光体之外的光。

[0025] 这使得能够提高荧光光提取效率。

[0026] 图1示出了使用将在本发明的每个具体实施例中描述的波长转换元件的图像投影装置(投影仪)200的配置。

[0027] 投影仪200包括作为光源的蓝色激光二极管(LD)101和波长转换元件102。投影仪103还包括分色镜103、包括颜色分离和组合光学系统以及作为光调制元件的液晶元件的面板单元104、以及投影透镜105。光调制元件可以是数字微镜设备。从蓝色LD 101发射的蓝色激光(蓝色光)被分色镜103反射，以被投影到波长转换元件102作为激发光。波长转换元件

102包括基板(未示出)和形成在基板上的荧光体层(荧光粉层)。荧光体层转换一部分激发光的波长以生成作为荧光的黄色光,并且生成作为组合光的白光,在组合光中,黄色光与作为其波长与激发光的波长相同的非转换光的蓝色光组合。蓝色LD 101和波长转换元件102构成光源装置。光源装置可以包括分色镜103。

[0028] 白光透过分色镜103或者通过分色镜103的外部,并且然后进入面板单元104。

[0029] 面板单元104中的颜色分离和组合光学系统将白光分离成三色(R、G和B)光,以将相应的三色光引入相应的液晶面板。由液晶面板进行了图像调制的三色光通过颜色分离和组合光学系统相互组合,并通过投影透镜105投影到诸如屏幕之类的投影表面(未示出)上。

[0030] 因此,作为投影图像的彩色图像被显示。

[0031] 图2A示出了设置在本实施例中的波长转换元件102中的荧光体层的结构。图2B示出了作为相对于本实施例的比较示例的荧光体层的结构。荧光体层包括多个荧光体粒子1和多个扩散体粒子2。在图2A和图2B中,扩散体粒子2的直径小于荧光体粒子1的直径。荧光体层还包括含有荧光体粒子1和扩散体粒子2的粘合剂3。箭头4、5和6指示荧光光的光学路径。

[0032] 首先,将描述在本实施例中从荧光体粒子1中提取荧光光的原理。图2B的比较示例指示粘合剂3中的扩散体粒子2的浓度比本实施例中的浓度低的情况。在这种情况下,在荧光体粒子1的内部生成的荧光光包括如光学路径4所指示的以近似直角到达荧光体粒子1的表面以射出到荧光体粒子1之外的光,以及如光学路径6所指示的以比近似直角更浅的角度到达粒子界面以在粒子界面处被内部全反射,从而保持在荧光体粒子1的内部的光(即,由荧光体粒子1吸收的光)。在荧光体粒子1的内部生成的荧光光进一步包括以在光学路径4和6的角度之间的中间角度到达粒子界面的光。依赖于与该中间角度相对应的透射率和反射率,这种中间角度的光的一部分射出到荧光体粒子1之外,且其剩余部分被荧光体粒子1吸收。由荧光体粒子1吸收的荧光光被直接转换成热。这导致荧光光的损失,也就是说,降低了荧光光提取效率。

[0033] 图2A中所示的这个实施例增加扩散体粒子2的浓度,使得满足之后描述条件,从而将扩散体粒子2平均地布置在每个荧光体粒子1的附近。扩散体粒子2的这种布置提供了光学隧道效应。如由光学路径5所指示的那样,光学隧道效应使得原本在荧光体粒子1中内部全反射的荧光光以更浅的角度到达粒子界面,以传播到存在于该荧光体粒子1的附近的扩散体粒子2。这样通过存在于该荧光体粒子1的附近的扩散体粒子2从荧光体粒子1提取荧光光使得能够提高波长转换元件102的荧光光提取效率(换句话说,波长转换元件102的荧光光发光效率)。

[0034] 接下来,将描述本实施例中的波长转换元件102的荧光体粒子1(以下简称为“荧光体”)、扩散体粒子2(以下简称为“扩散体”)、粘合剂3以及基板(在图3A和图3B中示出)。

[0035] <荧光体>

[0036] 作为荧光体,可以使用任何材料,只要其具有转换激发光的波长以生成荧光光的性质即可。通常,使用由波长为约440nm至约470nm的蓝光激发的无机材料。该实施例也可以使用这种材料。例如,作为如图1中所示的波长转换元件102那样生成黄色荧光光的荧光体,可以使用Y3Al5O12:Ce3+、(Sr,Ba)2SiO4:Eu2+、Cax(Si,Al)12(O,N)16:Eu2+。Cax(Si,Al)12(O,N)16:Eu2+通常被称为α-赛隆荧光体,并生成从黄色到橙色的荧光光。作为生成红色荧

光光的荧光体，可以使用CaAlSiN3:Eu2+,(Ca,Sr)AlSiN3:Eu2+,Ca2Si5N8:Eu2+,(Ca,Sr)2Si5N8:Eu2+,KSiF6:Mn4+,andKTiF6:Mn4+。作为生成绿色荧光光的荧光体，可以使用Lu3Al5O12:Ce3+、(Lu,Y)3Al5O12:Ce3+、Y3(Ga,Al)5O12:Ce3+、Ca3Sc2Si3O12:Ce3+、CaSc2O4:Eu2+、(Ba,Sr)2SiO4:Eu2+、Ba3Si6O12N2:Eu2+、(Si,Al)6(O,N)8:Eu2+和Sr4Al14O25:Eu2+。

[0037] 作为(一种或多种)荧光体的粒子，通常使用粒径为1μm以上且100μm以下的粒子。该实施例也可以使用具有这种直径的荧光体粒子。本实施例还可以使用粒径为1μm以下的纳米荧光体粒子。使用这样的荧光体粒子可以提高荧光光发光效率。然而，期望荧光体的平均(平均值)粒径大于下面描述的(一种或多种)扩散体的粒子的平均粒径。

[0038] 该实施例使用“粒径”、“平均粒径”和“最小粒径”来描述粒子尺寸。粒径是具有与粒子相同体积的球体的直径。平均粒径是所有粒子的最小和最大粒径的平均值。当所有粒子的粒径的变化(标准偏差)为σ时，最小粒径可以是“平均粒径-3σ”，并且最大粒径可以是“平均粒径+3σ”。可以在不测量所有粒子的粒径的情况下统计地估计最小和最大粒径。

[0039] 对于荧光光的波长，期望荧光体具有1.7以上且2.0以下的折射率。

[0040] <扩散体>

[0041] 作为扩散体，使用对可见光具有低吸收率且具有光透射率的粒子(粉末)，诸如光学玻璃、硫酸钡、TiO_2、Al_2O_3和金刚石。该实施例也可以使用这些材料。考虑到扩散体的折射率，可以使用光学玻璃。例如，可以使用具有荧光体的折射率和粘合剂的折射率之间的折射率的光学玻璃，诸如FS5(折射率为1.675)和FS15(折射率为1.698)。可以使用具有这样的折射率的硫酸钡。

[0042] 期望扩散体的最小粒径为荧光光的波长的1/4以上且4倍以下。使用最小粒径不在该范围内的扩散体不能充分地从荧光体中提取荧光光。这使得不可能提高荧光光发光效率。例如，当荧光光是黄色光时，期望扩散体的最小粒径为2μm以下，并且扩散体的平均粒径为0.1μm以上且5μm以下。

[0043] <粘合剂>

[0044] 粘合剂被用于固定荧光体和扩散体。粘合剂可以选自有机粘合剂和无机粘合剂。有机和无机粘合剂中的每一种都用作用于处理作为灯的荧光体的粘合材料。当使用基板时，使用粘合剂作为用于将荧光体和扩散体固定到基板的材料。当不使用基板时，粘合剂是用于固化荧光体层的粘合材料。作为有机粘合剂，从耐热性的观点出发，通常使用硅树脂和环氧树脂。无机粘合剂包括耐热陶瓷粘合剂材料，诸如由Toagosei,Co.,Ltd生产的低熔点玻璃料和ARON CERAMIC®。经常使用耐气泡和体积收缩的低熔点玻璃料。该实施例也可以使用这些粘合剂。

[0045] 对于荧光光的波长，期望粘合剂具有在1.4以上且1.6以下的折射率。此外，期望扩散体具有在荧光体的折射率和粘合剂的折射率之间的折射率。

[0046] 期望荧光体和扩散体的折射率具有0.3以下的差。期望粘合剂和扩散体的折射率具有0.1以上的差。此外，期望包括荧光体和扩散体的粘合剂(即，荧光体层)的总厚度为50μm以上且200μm以下。

[0047] <基板>

[0048] 该实施例可以使用基板来固定地支撑荧光体层。图3A和图3B各自示出了荧光体层

10和基板8之间的关系。图3A和图3B各自进一步示出了激发光12和荧光光14。图3A示出了透射型，其中激发光12从基板8的背面(下面)入射到具有透光性的基板8，并透过基板8以投影到设置在基板8的前面(上面)上的荧光体层10，从而提取荧光光14。在这种透射型中，从在荧光体中生成的热的辐射的观点来看，期望使用由具有透光性和高导热率的材料(例如金刚石和蓝宝石)制成的基板作为基板8。

[0049] 图3B示出了反射型，其中激发光12从与基板8相反的一侧投影到荧光体层10并且其中如下的荧光光14被提取，所述荧光光14是直接发射到与基板8相反的一侧的荧光光14以及被基板8反射并且然后发射到与基板8相反的一侧的荧光光14。在这种反射型中，期望使用反射可见光而不透射可见光的金属等制成的基板作为基板8，特别是期望使用具有高导热率的材料，诸如Al、Cu和石墨。

[0050] <扩散体的浓度和粒径>

[0051] 为了提高上述荧光光发光(提取)效率，需要将扩散体设置得靠近荧光体，使得它们之间的距离成为特定的距离。在下面的描述中，在立方体中，除了设置荧光体的空间之外的剩余空间中填充有粘合剂和扩散体，扩散体的最小粒径由D表示，并且扩散体之间的距离由d表示。荧光体和扩散体之间的距离可以被认为等于扩散体之间的距离d。因此，荧光体和扩散体之间的距离d可以表示如下。

[0052] 上述剩余空间的体积(单位体积)V可以表示为：

[0053] $V=(D+d)^3$。

[0054] 此外，所有扩散体的体积可以表示为：

[0055] $$Vd=\frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3$$

[0056] 因此，所有扩散体的体积与所有扩散体和粘合剂的总体积的比，即，扩散体的浓度X可以表示为：

[0057] $$X=\frac{Vd}{V}=\frac{1}{(D+d)^3}\cdot\frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3=\frac{\pi}{6}\frac{D^3}{(D+d)^3}$$

[0058] 结果，通过使用扩散体的浓度X和最小粒径D，距离d可以表示如下。

[0059] $$d=\left\{\left(\frac{\pi}{6}\frac{1}{X}\right)^{\frac{1}{3}}-1\right\}\cdot D \qquad (1)$$

[0060] 荧光光提取效率被提高的距离d与扩散体的浓度密切相关。当激发光是蓝色光并且荧光光是黄色光时，600nm以下的距离d提高荧光光提取效率。例如，当使用稍后在实施例1和2中描述的扩散体A和C时，浓度(以百分比表示)X为25％以上提供600nm以下的距离d。

[0061] 500nm以下的距离d进一步提高荧光光提取效率，并且300nm以下的距离d更进一步提高荧光光提取效率。

[0062] 接下来，将描述具体实施例(实验性示例)。在下面的描述中，浓度X被表示为百分比。

[0063] [实施例1]

[0064] 图4示出了第一实施例(实施例1)中的扩散体的浓度(％)和荧光光发光(提取)效

率之间的关系。本实施例使用YAG:Eu荧光体。荧光体具有10μm的平均粒径和5μm的最小直径。基板由Al制成，并且厚度为1mm。扩散体由硫酸钡制成。扩散体包括平均和最小粒径分别为2μm和1μm的扩散体A以及平均和最小粒径分别为6μm和3μm的扩散体B的两种扩散体。扩散体的浓度被设置为20％、30％、40％和60％。粘合剂由Shin-Etsu Chemical Co.,Ltd生产的环氧树脂制成。

[0065] 本实施例将体积比为0.5的荧光体与总体积为1的扩散体和粘合剂混合以产生糊状物，对糊状物执行搅拌和变形，将搅拌的糊状物印刷在Al基板上，并且然后用烤箱在200℃硬化印刷的糊状物。

[0066] 本实施例通过使用波长为455nm的蓝色激光作为激发光来评估所生产的荧光体层的样品。

[0067] 作为激光光源，本实施例使用由Nichia Co.,Ltd生产的蓝色LD。以30W/mm^2的照射强度将蓝色激光投影到荧光体层得到了在图4中所示的黄色荧光光发光效率。

[0068] 浓度为30％和40％的扩散体A提供了提高荧光光发光效率的效果，另一方面，浓度为20％和60％的扩散体A没有提供这样的效果。此外，当浓度为60％时，糊状物中的固体的高比例使得难以将单层糊状物放置在基板上，并且使得在生产过程中不能通过平整(level)等将糊状物的不规则表面平坦化。这增加了表面反射，从而降低了荧光光发光效率。

[0069] 扩散体A的1μm的最小粒径为黄色荧光光的波长的1/4以上且4倍以下。另一方面，使用最小粒径为3μm的大于黄色荧光光的波长的4倍的扩散体B，不管其浓度如何，都不提高荧光光发光效率。因此，当扩散体的最小粒径为荧光光的波长的1/4以上且4倍以下，并且所有扩散体的体积与所有扩散体和粘合剂的总体积的比(浓度)为25％以上且50％以下时，提供提高荧光光发光效率的效果。

[0070] 扩散体的最小粒径为荧光光的波长的1/4以上且4倍以下，并且所有扩散体的体积与所有扩散体和粘合剂的总体积的比为25％以上且50％以下的上述条件适用于除了激发光为蓝色光并且荧光光为黄色光的情况以外的情况。

[0071] 当扩散体A的最小和平均粒径分别为1μm和2μm并且其浓度为30％时，上述表达式(1)提供407nm作为距离d(＝d0)。

[0072] 在本实施例中，荧光体层的透光率T如图5中所示的那样按照典型的光学隧道效应而变化。如图5中所示，当d/λ为0.5时，光学隧道效应显著。荧光光的波长(或主波长)约为550nm，因此当d/λ为0.5时，距离d约为275nm。

[0073] 当观察荧光体层样品的实际横截面SEM图像时，所有相互相邻的扩散体粒子不以相等的间隔定位，而是以从d0/2到2d0的不同间隔定位。根据这一事实，d0/2可以被认为几乎等于d，并因此d0/2≈d为204nm，所以可以理解通过表达式(1)计算出的距离d提供了提高荧光光发光效率的效果。

[0074] [实施例2]

[0075] 图6在其左侧部分示出了第二实施例(实施例2)中的扩散体的浓度(％)和荧光光发光效率之间的关系。除了实施例1中所述的扩散体A和B之外，本实施例还使用最小和平均粒径分别为0.5μm和1μm的扩散体C。图6中的粗体字指示荧光光发光效率提高1％以上的范围。如图6中右侧部分所示，该范围是其中由式(1)计算的距离d为300nm以下的范围。

[0076] [实施例3]

[0077] 第三实施例(实施例3)将所有荧光体的体积与所有荧光体和扩散体的总体积的比在0.5至1.5的范围内改变,具体地改变为0.5、0.75、1、1.25和1.5。改变比使得能够调整从荧光体层发射的非转换光和荧光光之间的光量比。该调整使得能够提供具有良好色度的白光。

[0078] [实施例4]

[0079] 第四实施例(实施例4)使用由低熔点玻璃制成的粘合剂。在这种情况下,粘合剂不会变成低粘度状态,这与硅树脂和环氧树脂不同,因此容易将荧光体和扩散体均匀地分散到粘合剂中,从而可以生产荧光光发光效率高的荧光体层。

[0080] [实施例5]

[0081] 第五实施例(实施例5)使用平均粒径为0.1μm以上且5μm以下的扩散体。本实施例中的扩散体提供良好的光扩散性和提高荧光光发光效率的效果。

[0082] [实施例6]

[0083] 第六实施例(实施例6)使用折射率为1.82的YAG-Ce作为荧光体的材料,并且使用折射率为1.43的有机硅树脂作为粘合剂的材料。此外,本实施例使用折射率为1.64的硫酸钡作为扩散体的材料。选择这些材料使得能够产生如下的荧光体层,其能够射出绝对亮度值比实施例1中的绝对亮度值高出20%的光。

[0084] [实施例7]

[0085] 第七实施例(实施例7)产生其中荧光体、扩散体和粘合剂以等体积比相互混合的轮形(或圆环形或圆盘形)荧光体层。该实施例周向地旋转该荧光体层并将激发光投影到旋转的荧光体层的周向部分。这使得能够引起来自荧光体层的光,同时减小由于在荧光体层中生成的热量造成的其亮度和颜色的变化。具体地,使用厚度为100μm,直径为10cm的轮形荧光体层,能够将亮度变化减少到约3%。另一方面,使用不含扩散体的荧光体层的情况和使用包含两层(其中一层通过将扩散体与粘合剂混合来形成,并且另一层通过将荧光体与粘合剂混合来形成)的荧光体层的情况,造成约12%的亮度变化。

[0086] [实施例8]

[0087] 第八实施例(实施例8)通过将荧光体和扩散体与粘合剂混合并将混合物放置(印刷)在基板上来生产荧光体层。与单独放置荧光体和粘合剂的混合物以及扩散体和粘合剂的混合物的情况相比,该生产方法仅需要一个印刷过程,从而降低了生产荧光体层的成本。

[0088] [实施例9]

[0089] 第九实施例(实施例9)在多晶荧光体(板状荧光体)上生产其扩散体的浓度是实施例1和2中所述的浓度中的一个浓度的荧光体层(扩散体和硅树脂粘合剂的混合物)。与将不含扩散体的硅树脂粘合剂放置在多晶荧光体上相较,本实施将荧光光发光效率提高了4%。代替多晶荧光体,在使用单晶荧光体的情况下获得了类似的结果。

[0090] 如上所述,实施例1-9中的每一个都能够提供结构简单且荧光光发光效率高的波长转换元件。因此,使用该波长转换元件能够提供亮度高于常规光源装置的光源装置,并提供能够投影比常规图像更亮的图像的投影仪。

[0091] 虽然已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应当理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应被赋予最广泛的解释,以便包含所有这些修改以

及等同的结构和功能。

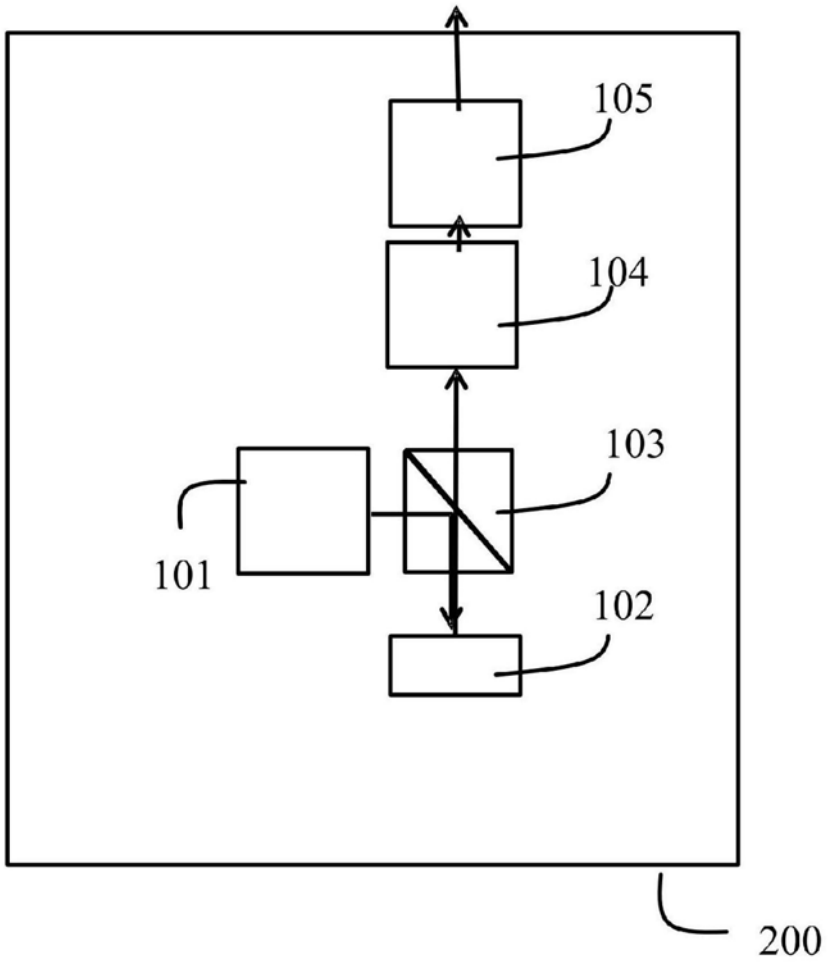


图1

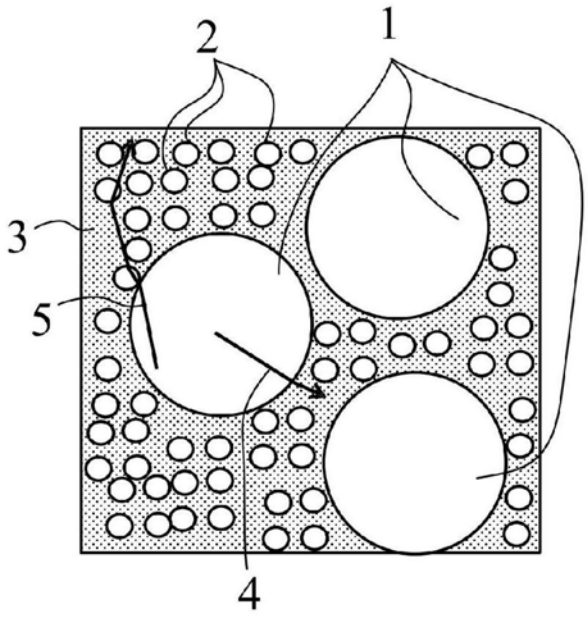


图2A

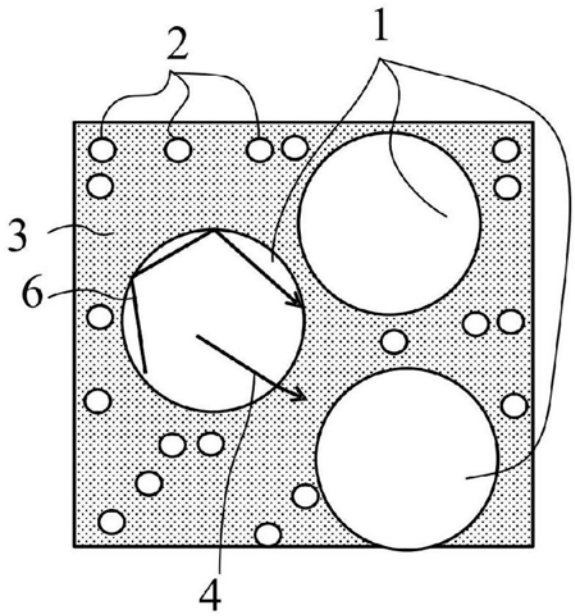


图2B

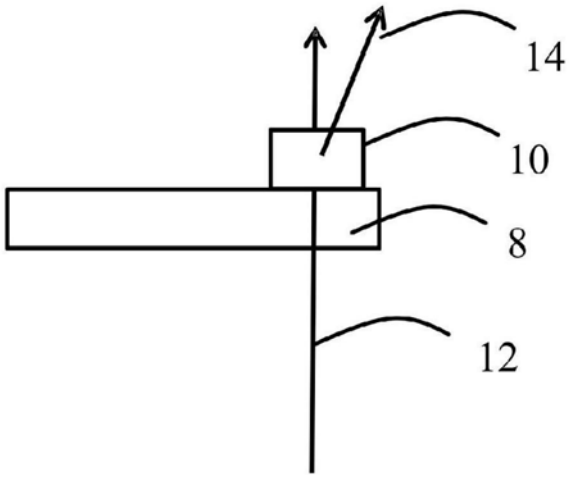


图3A

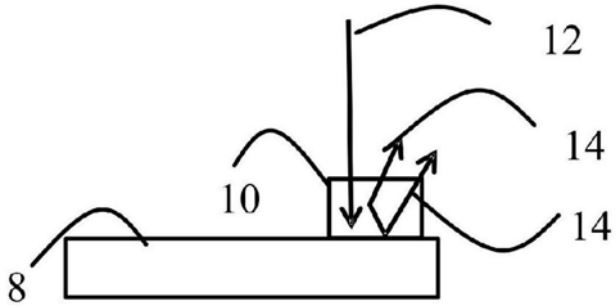


图3B

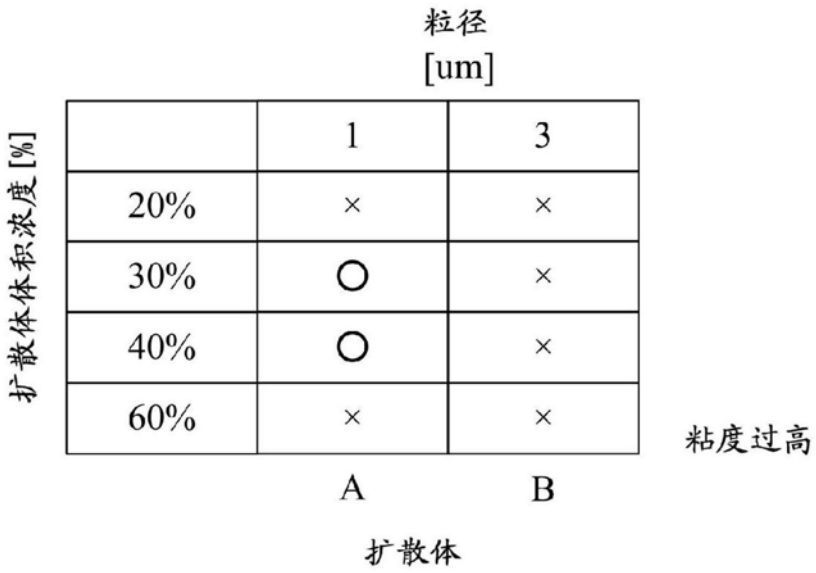

粒径
[um]
扩散体体积浓度[%]
1
3
20%
30%
40%
60%
×
×
○
×
○
×
×
×
粘度过高
A
B
扩散体

图4

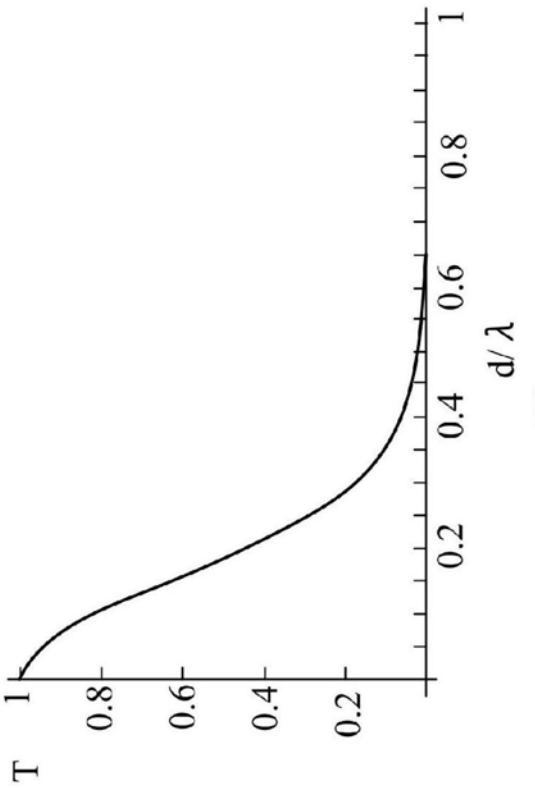

T
1
0.8
0.6
0.4
0.2
d/λ
0.2
0.4
0.6
0.8
1

图5

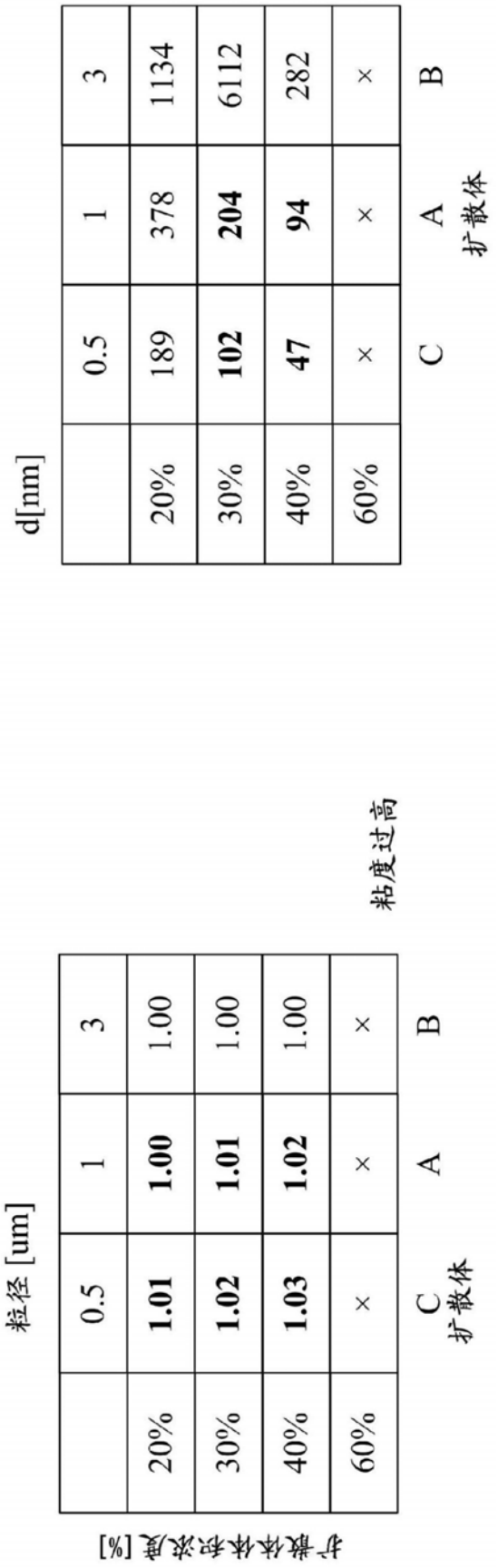

d[nm]
0.5
1
3
20%
189
378
1134
30%
102
204
6112
40%
47
94
282
60%
×
×
×
C
A
B
扩散体
扩散体体积浓度[%]
粒径[um]
0.5
1
3
20%
1.01
1.00
1.00
30%
1.02
1.01
1.00
40%
1.03
1.02
1.00
60%
×
×
×
C
A
B
扩散体
粘度过高

图6