



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105716038 B

(45)授权公告日 2020.03.24

(21)申请号 201510959300.7

(22)申请日 2015.12.18

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105716038 A

(43)申请公布日 2016.06.29

(30)优先权数据
102014226591.6 2014.12.19 DE

(73)专利权人 欧司朗有限公司
地址 德国慕尼黑

(72)发明人 丹尼尔·比希勒

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240
代理人 余刚 李慧

(51)Int.Cl.

F21V 9/40(2018.01)

F21K 9/64(2016.01)

G03B 21/00(2006.01)

F21Y 115/30(2016.01)

(56)对比文件

CN 104614927 A,2015.05.13,

CN 1922286 A,2007.02.28,

CN 103322511 A,2013.09.25,

CN 104662682 A,2015.05.27,

WO 2012024582 A2,2012.02.23,

审查员 张苗

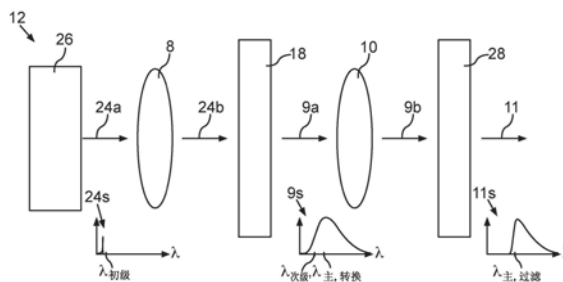
权利要求书2页 说明书13页 附图9页

(54)发明名称

提供红色光谱范围波长转换光的光模块、方法、投影设备

(57)摘要

本发明涉及一种用于提供在红色光谱范围内的、具有输出光谱(11s)的可预设的第一主波长($\lambda_{主,过滤}$)的波长转换的光的光模块(12)。转换件(18)设计用于吸收激发辐射并将其转换成具有更长波长的光以及将其发射。转换件(18)具有发射光谱(9s),其具有红色的光谱份额并具有第二主波长($\lambda_{主,转换}$)以及具有至少120nm的半值宽度(FWHM)。具有长通特性(30)的频谱滤波器(28)用于将具有第二主波长($\lambda_{主,转换}$)的发射光谱(9s)降低到具有可预设的第一主波长($\lambda_{主,过滤}$)的输出光谱(11s)上。



1. 一种用于提供在红色光谱范围中的波长转换的光的光模块(12), 所述光具有输出光谱(11s)的能预设的第一主波长, 包括:

转换件(18), 所述转换件设计用于吸收具有吸收光谱的至少一个第一波长的激发辐射(24a, 24b) 并且将该激发辐射转换成具有发射光谱(9s)的至少一个第二波长的光(9a, 9b) 并且发射该光, 其中, 至少一个所述第二波长大于至少一个所述第一波长,

激发辐射源(26), 所述激发辐射源设计用于射出具有在所述吸收光谱之内的光谱份额的激发辐射(24a, 24b), 其中, 所述激发辐射源(26) 布置成, 使得由所述激发辐射源(26) 射出的激发辐射(24a, 24b) 至少间接地能射入到所述转换件(18) 上,

其特征在于,

所述转换件(18) 具有发射光谱(9s), 该发射光谱具有红色的光谱份额并具有第二主波长以及具有至少120nm的半值宽度, 其中, 所述光模块(12) 还包括:

具有长通特性(30)的频谱滤波器(28), 所述频谱滤波器具有能预设的极限波长(TG), 并且其中, 所述频谱滤波器(28) 设计用于并且布置成, 将具有所述第二主波长的所述发射光谱(9s) 减小到具有能预设的所述第一主波长的所述输出光谱(11s)。

2. 根据权利要求1所述的光模块(12), 其特征在于, 所述第二主波长位于橙红色光谱范围中。

3. 根据权利要求2所述的光模块(12), 其特征在于, 所述第二主波长位于575nm和600nm之间。

4. 根据权利要求3所述的光模块(12), 其特征在于, 所述第二主波长位于580nm和595nm之间。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的光模块(12), 其特征在于, 所述转换件构造成具有铈掺杂的硅石榴石发光材料。

6. 根据权利要求5所述的光模块(12), 其特征在于, 所述硅石榴石发光材料(49/58, 50/59, 51/60) 具有铈和镨作为选自镧系元素、即原子序数为57至71的元素中的仅两种元素。

7. 根据权利要求1至4中任一项所述的光模块(12), 其特征在于, 所述转换件构造成未混合的、单相的发光材料, 其中, 这种材料特性能够借助伦琴射线粉末衍射(41) 来确定。

8. 根据权利要求1至4中任一项所述的光模块(12), 其特征在于, 所述激发辐射源(26) 设计用于, 将具有至少 $1\text{kW}/\text{cm}^2$ 的激发辐射面功率密度的激发辐射(24a, 24b) 射入到所述转换件(18) 上。

9. 根据权利要求1至4中任一项所述的光模块(12), 其特征在于, 所述激发辐射源(26) 在所述光模块(12) 运行时将具有至少 $1\text{kW}/\text{cm}^2$ 的激发辐射面功率密度的激发辐射(24a, 24b) 射入到所述转换件(18) 上。

10. 根据权利要求1至4中任一项所述的光模块(12), 其特征在于, 所述激发辐射源(26) 构造成激光光源(26a)。

11. 根据权利要求10所述的光模块(12), 其特征在于, 所述激光光源(26a) 为半导体激光器。

12. 根据权利要求1至4中任一项所述的光模块(12), 其特征在于, 所述转换件(18) 布置在载体处, 所述载体布置成至少相对于所述激发辐射源(26) 不能移动。

13. 一种投影设备(15), 具有根据前述权利要求中任一项所述的光模块(12)。

14. 根据权利要求13所述的投影设备(15),其特征在于,所述投影设备(15)具有发光材料轮(13),所述发光材料轮能够围绕所述发光材料轮(13)的转动轴线(A)转动,其中,至少所述转换件(18)至少布置在所述发光材料轮(13)的围绕所述发光材料轮(13)的所述转动轴线环形地延伸的区域(16)的一个区段中,其中,至少一个第二转换件(34)至少布置在围绕所述发光材料轮(13)的所述转动轴线环形地延伸的所述区域(16)的第二区段中。

15. 根据权利要求14所述的投影设备(15),其特征在于,所述发光材料轮(13)在围绕所述转动轴线环形地延伸的所述区域(16)的至少一个第三区段中具有贯通开口(22),其中,所述投影设备(15)设计成,使得由所述激发辐射源(26)放射的激发辐射(24)至少间接地在转动所述发光材料轮(13)时能够依序地射入到所述发光材料轮(13)的围绕所述转动轴线(A)环形地延伸的所述区域(16)的每个区段上。

16. 根据权利要求13所述的投影设备(15),其特征在于,所述投影设备(15)具有发光材料轮(13),所述发光材料轮能够围绕所述发光材料轮(13)的转动轴线(A)转动,其中,所述转换件(18)作为唯一的转换件布置在所述发光材料轮(13)上。

17. 根据权利要求14或15所述的投影设备(15),其特征在于,所述投影设备(15)具有滤波器轮(14),所述滤波器轮至少包括所述频谱滤波器(28),其中,所述频谱滤波器(28)布置在所述滤波器轮(14)的至少一个第一区域中,其中,所述滤波器轮(14)能围绕所述滤波器轮(14)的转动轴线与所述发光材料轮(13)相对应地转动,使得由所述转换件(18)发射的、具有所述第二主波长的光的一部分能够至少间接地射入到所述滤波器轮(14)的至少一个第一区域上,在所述第一区域中布置所述频谱滤波器(28)。

18. 根据权利要求15所述的投影设备(15),其特征在于,所述滤波器轮(14)具有至少一个第二区域,在所述第二区域中没有布置所述频谱滤波器(28),其中,所述滤波器轮(14)能够与所述发光材料轮(13)相对应地转动,使得由所述转换件(18)发射的、具有所述第二主波长的光的一部分能够至少间接地射入到所述滤波器轮(14)的所述至少一个第二区域上。

19. 一种用于提供在红色光谱范围中的波长转换的光的方法,所述光具有输出光谱(11s)的能预设的第一主波长,所述方法具有如下步骤:吸收具有吸收光谱的至少一个第一波长的激发辐射(24a, 24b),将吸收的所述激发辐射转换成具有发射光谱(9s)的至少一个第二波长的光(9a, 9b),并且通过转换件(18)发射所转换的所述光(9a, 9b),其中,至少一个所述第二波长大于至少一个所述第一波长,和

通过激发辐射源(26)出射具有在所述吸收光谱之内的光谱份额的激发辐射(24a, 24b),其中,所述激发辐射源(26)布置成,使得由所述激发辐射源出射的激发辐射(24a, 24b)能够至少间接地射入到所述转换件(18)上,

其特征在于,

发射具有红色的光谱份额的、并具有第二主波长的、以及具有至少120nm的半值宽度的发射光谱(9s),和

通过具有长通特性(30)和能预设的极限波长(TG)的频谱滤波器(28),将具有所述第二主波长的所述发射光谱(9s)降低到具有能预设的所述第一主波长的所述输出光谱(11s)上。

提供红色光谱范围波长转换光的光模块、方法、投影设备

技术领域

[0001] 本发明用于借助于转换件产生红色光谱范围中的波长转换的光的光模块,一种具有这种光模块的投影设备,以及一种用于提供红色光谱范围中的波长转换的光的方法。

背景技术

[0002] 从现有技术已知用于借助转换件、例如发光材料产生波长转换的光的方法和光模块,其中激发光、例如激光二极管的单色光射入到发光材料上并且发光材料发射具有转换了的、通常更大波长的光。在发光材料中已知地出现如下问题,其随着激发光的泵浦功率和泵浦功率密度的增加而降低转换效率。泵浦功率的提高导致平均温度提高并且经由转换效率的温度相关性而导致输出功率的饱和(热淬灭Quenching)。在泵浦功率密度提高的情况下导致输出功率饱和的另一原因是强度淬灭,即由于发光材料的所参与的激活剂状态的相对长的寿命造成发光材料的低泵浦等级的占据密度降低。另一问题还在于,这些效应、如热淬灭和强度淬灭在不同的发光材料中有不同程度的表现。特殊的红色发光材料在泵浦功率提高时具有对转换效率的极其强烈的降低。

[0003] 在例如用于投影器的光模块中,其中使用不同的发光材料以产生例如绿色、黄色和红色的光,对红色通道中的泵浦功率的限制导致更小的红色光流,而红色光流限制投影器的总光流或者不利地影响白点。此外,当前的现有技术是使用具有尽可能低的热淬灭的红色发光材料。然而,这种红色发光材料此时具有在橙红色区域中的短的主波长(Dominante Wellenlaenge),该主波长导致了可定址的色域的大小的降低。在此,光谱组成的主波长或主要波长能够理解为如下波长,在该波长下的窄带单色的激发在人眼中引起与具有相应的主波长的较宽的光分布相同的色彩印象。然而替代地,对于具有较长的主波长的红色通道所提供的LED由于其小的发光密度同样限制了混合投影器中的总光流。

[0004] 在LARP应用(激光激活远程荧光)中,将高的光学输入功率集中在转换发光材料上,以便获得用于在设备中的应用的转换光。对于投影应用而言需要提供至少三个原色:蓝色、绿色和红色。蓝色能够简单地通过LED或激发的激光器、尤其激光二极管来提供。绿色/黄色能够借助于根据现有技术的、具有良好效率和可靠性的 Ce^{3+} 掺杂的石榴石发光材料(例如YAG:Ce或LuAG:Ce)也在高激活能量的情况下转换。然而,用于LARP应用的红色转换发光材料经受多种问题。最常见的和最大多数证明有效的红色转换发光材料是基于氮硅化物的材料,如 $(Ca, Sr, Ba)_2Si_5N_8:Eu^{2+}$ 或 $CaAlSiN_3:Eu^{2+}$ 。它们全部在高温下且在高的光学能量下经受耐久性问题,例如变暗或褪色。附加地, Eu^{2+} 激活的发光材料在高的光学激活能的情况下损失转换效率(效率消失)。

[0005] 多种商业可得的系统使用Eu掺杂的氮化物的转换发光材料用于红色转换,例如,欧司朗的LARP投影模块Phaser P1使用 $(Ca, Sr)_2Si_5N_8:Eu^{2+}$ 发光材料。发光材料必须针对具体应用和运行温度以及针对所提出的发射波长来优化。发光材料必须在仔细地监控极限的情况下运行。例如其不应当过热,因为发光材料否则就退化。但是,此时也应考虑耐久性问题。运行条件中的小的变化能够灵敏地限制发光材料的使用寿命。

[0006] 在这点上,WO 2014/019758A1公开了一种用于提供电磁辐射的设备,设备具有用于产生激发辐射的辐射装置和至少一个用于产生转换辐射的转换元件。转换元件具有至少一种发光材料并且以距辐射装置一定间距设置在激发辐射的辐射路径中。平均粒度大小 d_{50} 在10至30 μm 范围中的粗粒的氮硅化物适合作为发光材料。

发明内容

[0007] 因此,本发明的目的是,提供一种发光模块、一种投影设备和一种用于产生红色光谱范围中的波长转换的光的方法,其实现了在泵浦功率和泵浦功率密度高的情况下的效率提高。

[0008] 本发明基于如下认知,通过滤波、尤其通过橙色和/或橙红色发光材料的发射光谱的适当的频谱滤波使发射光谱的主波长朝更大的波长移动,更确切地说,使得长通滤波的橙色发光材料和/或橙红色发光材料的主波长大于或等于未滤波的红色发光材料的主波长。由此,为了产生具有期望的主波长的红色光谱范围中的光,能够使用主波长比要产生的光的主波长更小的、但是具有更高的转换效率的发光材料,以便通过滤波产生具有期望的主波长的光。此外,本发明基于如下认知,在激发功率密度高的情况下,更高的转换效率的优点超过因滤波所引起的光损失进而能够实现光流优势。

[0009] 根据本发明的用于提供红色光谱范围中的、具有输出光谱的可预设的第一主波长的波长转换的光的光模块包括:转换件,其设计用于吸收具有吸收光谱的至少一个第一波长的激发辐射并且将其转换成具有发射光谱的至少一个第二波长的光并且发射该光,其中至少一个第二波长大于至少一个第一波长;和激发辐射源,激发辐射源设计用于发射具有吸收光谱之内的光谱份额的激发辐射,其中激发辐射源如下地布置,使得由激发辐射源出射的激发辐射能够至少间接地射入到转换件上。根据本发明,转换件具有发射光谱,其带有红色的光谱份额和带有第二主波长以及带有至少120nm的半值宽度,其中光模块还包括:具有长通特性的频谱滤波器,频谱滤波器具有能预设的极限波长,并且其中频谱滤波器设计用于并且布置成,将具有第二主波长的发射光谱降低到具有能预设的第一主波长的输出光谱上。

[0010] 在此,由激发辐射源出射的初级辐射能够至少间接地射入到转换件上并且由转换件发射的光至少部分地并且至少间接地能够射入到频谱滤波器上应理解为:激发辐射源和转换件或转换件和频谱滤波器能够彼此关联地如下地布置,使得激发辐射借助一个或多个光学元件、例如透镜、成像准直仪、非成像准直仪、转向镜、分束器、尤其介电镜、扩散器等能够射入到频谱滤波器上。

[0011] 通过应用频谱滤波器可行的是:为了产生红色光谱范围中的光应用转换件,转换件的发射光谱具有以下主波长,其小于要产生的光的输出光谱的期望的、即可预设的第一主波长。因为如今大量常见的红色发射的转换件、尤其氮化物的红色发光材料通常在高的激发功率密度时具有低的转换效率,所以本发明以有利的方式提供如下可行性,应用转换件,其具有极其低的淬灭(Quenching),尤其在激发功率密度大时具有极其低的淬灭并且具有高的转换效率。这具有很大的优点:即在激发功率密度高的情况下能够引起光流的提高,而尽管因滤波引起了辐射功率损失。例如因此实现了,将橙色发光材料或橙红色发光材料用作为转换件并且通过频谱滤波产生红色光谱范围中的光来代替应用红色发光材料,红色

发光材料具有显著更低的转换效率。然而能够不仅应用橙色发光材料或橙红色发光材料，以在产生红光时引起效率提高，也能够应用红色发光材料，红色发光材料的主波长由于频谱滤波而朝更大的、期望的波长移动。在此，与应用在没有频谱滤波的情况下具有期望的主波长的红色发光材料相比，也能够实现效率提高。此外，激发功率密度越大，该效率提高就越强。

[0012] 此外，通过应用频谱滤波器可行的是，至少在预设的范围之内任意地选择可预设的第一主波长。因此不固定到与所应用的转换件的相应的发射光谱相对应的主波长上。因此通过本发明可行的是，产生红色光谱范围中的波长转换的光，其在激发功率密度高的情况下具有高的光流，而在此不必在主波长方面进而在色彩方面做出妥协。通过具有至少120nm的半值宽度的宽的发射对于具有输出光谱的可预设的第一主波长的过滤的光得到突出的效率值，因为由此充分地提供红色份额，以便获得期望的第一主波长。优选地，半值宽度在此能够至少为125nm，尤其至少130nm。在此自动地理解为：半值宽度另一方面也不应过大，因为否则可能借助于短通滤波器必须滤除远距离地位于红色范围中的光谱份额以遵守第一主波长。但是也在这由于光谱的人眼灵敏度变化而不起干扰作用的情况下，由此提供不必要的能量放射，能量放射降低效率。因此，也能够遵守半值宽度的适宜的上限，上限最高为200nm、优选最高180nm、尤其最高为160nm。

[0013] 本发明公开如下解决方案，其使用橙色发射的、铈掺杂的硅石榴石发光材料

[0014] $(\text{AE}_{3-x-y}\text{Lu}_x\text{Ce}_y)(\text{Mg}_{1-z}\text{Sc}_z)_2(\text{Si}_{1-q}\text{Ge}_q)_3\text{O}_{12}$

[0015] 其中 $\text{AE}=\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$; $x=0\cdots 2$; $y=0\cdots 0.6$; $z=0\cdots 1$; $q=0\cdots 1$

[0016] 作为转换件并使用长通滤波器以滤除光谱的红色侧。关于该解决方案的概览能够在图4中观察到。在使用该类型的硅石榴石的情况下，根据当前的知识状态完全地避免开始描述的问题，而该问题能够从使用Eu掺杂的氮化物的红色发光材料中产生，例如：

[0017] -效率消失，效率消失在入射密度较高的情况下出现：与 Ce^{3+} 发射相比， Eu^{2+} 发射缓慢得多，这例如能够引起饱和效应。

[0018] -热学问题：出现更小的斯托克斯位移进而必须导出少量的能量，能量直接地在发光材料中损失。由此得到较低的热淬灭和更好的耐久性。

[0019] -稳定性问题：氮化物的红色发光材料对于在高辐射功率密度和/或高温时-尤其相对于氧气和湿气引起的退化是灵敏的。然而石榴石发光材料甚至在极端条件下都是稳定的。

[0020] 优选地，第二主波长能够位于橙红色光谱范围中，优选为575nm和600nm之间、尤其优选在580nm和595nm之间。转换件例如能够构成为橙红色的石榴石发光材料。

[0021] 尤其与红色发光材料，如Eu掺杂的氮化物的发光材料相比，这种橙红色的石榴石发光材料尤其在功率密度高的情况下具有极其高的转换效率，从而由于石榴石发光材料的发射光谱的滤波而可引起红光光流的尤其大的提高。此外，另一尤其大的优点是：不仅能够实现效率提高和更大的红色光流，而且石榴石发光材料通常与氮化物的红色发光材料相比显著更加成本低廉。因此通过应用石榴石发光材料为了产生红光也还能够实现成本节约。

[0022] 尤其优选的是，转换件构成为具有铈掺杂的硅石榴石发光材料。由此尤其例如相对于铕掺杂得到如下优点：设定激活剂状态的显著更短的使用寿命，进而避免饱和效应。例如，硅石榴石发光材料能够根据下式构成：

[0023] $\text{CaLu}_{2-x}\text{Ce}_x\text{Mg}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ 或者 $\text{Ca}_2\text{Lu}_{1-x}\text{Ce}_x\text{MgScSi}_3\text{O}_{12}$

[0024] 优选地,其中 x 小于或等于0.2,尤其 x 等于0.06或0.03。

[0025] 在一个优选的实施方式中,石榴石发光材料具有铈和镧作为选自镧系元素、即原子序数为57至71的元素中的仅两种元素。

[0026] 特别地,转换件能够构成为未混合的、单相的发光材料,其中该材料特性能够借助于伦琴射线粉末衍射来确定。在光范围中吸收的任意杂质直接地且不利地影响效率。不吸收的杂质不对效率具有直接影响。当然,其通常改变次要特性,如散射能力,这在此能够不利地作用于转换件。

[0027] 然而也能够提出:除了也能够借助XRD证实的原本的发光材料之外,在转换件中结合其他的具有这种散射作用的成分。

[0028] 在一个优选的实施方式中,激发辐射源设计用于,将具有至少 $1\text{kW}/\text{cm}^2$ 的激发辐射面功率密度的激发辐射射入到转换件上,并且尤其构成为,必要时也与光模块的光学元件结合,激发辐射源在光模块运行中将具有至少 $1\text{kW}/\text{cm}^2$ 的激发辐射面功率密度的激发辐射射入到转换件上。因为与具有大致等于可预设的第一主波长的主波长的转换件相比,具有第二主波长的转换件的优点自激发辐射面功率密度的阈值起显著地可见,所以设置以至少 $1\text{kW}/\text{cm}^2$ 的激发辐射面功率密度射入到转换件上的激发辐射源是尤其有利的。优选地,激发辐射面功率密度的数值位于 $1-25\text{kW}/\text{cm}^2$ 之间的范围中,尤其优选 $2-25\text{kW}/\text{cm}^2$ 之间的范围中。激发辐射面功率密度越大,效率提高也就越大。然而因为具有较小的第二主波长的转换件自特定的激发辐射面功率密度起处于饱和,那么激发辐射面功率密度重要地是不能够任意大地选择。然而,激发辐射面功率密度并且进而通过本发明还实现了所产生的光的光流,激发辐射面功率密度和光流能够比至今为止现有技术中显著更大。

[0029] 在本发明的另一有利的设计方案中,将大于 590nm 、尤其大于 600nm 的波长预设为可预设的第一主波长。此外,可预设的第一主波长优选预设于 $590\text{nm}-620\text{nm}$ 范围中,尤其优选预设于 $595\text{nm}-610\text{nm}$ 的范围中。在该优选的范围中,能够自由地选择第一主波长。原则上,也能够预设该范围之外的其他的波长。然而对于例如投影器中的、尤其电影胶片投影器中的应用或者还有应将所产生的红光与其他颜色的光组合的娱乐应用而言有利的是:将第一主波长不选择为小于 590nm ,因为第一主波长越小,可定址的色域就越受限。第一主波长也不应过大,这就是说,选择得不显著地大于 $610-620\text{nm}$,因为随着主波长增加最大可提供的光流下降。这在于:眼睛的亮度敏感度自 610nm 波长起强烈地下降。此外,本发明的尤其大的优点是:能够无级地预设可预设的波长,即能够如下地选择频谱滤波器的极限波长,使得能够产生具有任意的第一主波长的波长光谱。因此,已经有根据需求的、应用情况、期望的色域、最大的光流并应任意地预设第一主波长的需求的多种可行性。

[0030] 优选地,激发辐射源能够构成为激光光源,尤其构成为半导体激光器。然而也可行的是,将LED、尤其高功率LED用作为激发辐射源。

[0031] 在一个优选的实施方式中,转换件布置在载体处,载体至少相对于激发辐射源不能移动地布置。例如,在此其能够为如下部件,其中激发辐射源和转换件布置在共同的壳体中,尤其布置在SMD芯片壳体(表面贴装器件)。这种部件有利地能够用于分开地提供各个色彩通道,尤其是为具有并行的、即同时的色彩产生的投影装置。这代表了本发明的尤其简单和成本适宜的设计方案。因此,在此也能够通过适当的滤波,如上面所描述的那样,产生具

有不同颜色的光或具有不同的主波长的光谱的光。

[0032] 此外,光模块也能够具有一种或多种带通滤波器,以便例如将数字影院应用的DCI色域定址。

[0033] 优选地,投影设备能够具有根据本发明的光模块,由此得到根据本发明的投影设备。

[0034] 根据一个优选的改进形式,投影设备具有发光材料轮,发光材料轮能够围绕发光材料轮的转动轴线转动,其中至少转换件至少布置在发光材料轮的围绕发光材料轮的转动轴线环形地延伸的区域的一个区段中,其中,至少一个第二转换件至少布置在围绕发光材料轮的转动轴线环形地延伸的区域的第二区段中。在此优选的是,至少一个第二转换件至少布置在围绕发光材料轮的转动轴线环形地伸展的区域的第二区段中。第二转换件在此尤其构成为,使得其具有第二发射光谱,第二发射光谱具有与第一主波长不同的第三主波长。此外,第三主波长优选比第一和第二主波长更小,例如第三主波长位于绿色的光谱范围中。因此通过发光材料轮和应用两种或多种不同的转换件,能够以简单方式产生具有不同主波长的光,这尤其在将光模块集成到投影设备时是特别有利的。

[0035] 根据一个有利的改进方案,发光材料轮在围绕转动轴线环形地延伸的区域的至少一个第三区段中具有贯通开口,其中投影设备设计成,使得由激发辐射源放射的激发辐射在转动发光材料轮时能够至少间接地依序地射入到发光材料轮的围绕转动轴线环形地延伸的区域的每个区段上。特别地,至少一个第三区段的贯通开口构成为,使得当至少一个第三区段在发光材料轮转动时位于一个或多个可预设的转动角度范围中时,由激发辐射源放射的激发辐射能够穿过贯通开口透射。由此,激发辐射的一部分能透射穿过发光材料轮并且在例如通过光学件、如转向镜进行适当转向的情况下能够与由转换件发射的光组合。激发辐射源在此优选构造用于发射或发出在440-470nm波长范围中的、尤其优选445-455nm波长范围中的激发辐射。这一方面能够激发围绕常见的发光材料的适当的波长范围并且另一方面该蓝色的光也尤其良好地适合于借助与其他波长的光、例如红色和绿色的光组合实现可通过组合提供的色彩的大的色域。

[0036] 根据一个替选的实施方式,投影设备具有发光材料轮,发光材料轮能够围绕发光材料轮的转动轴线转动,其中转换件作为唯一的转换件设置在发光材料轮上。这也提供多种设计可行性。例如,具有仅一种发光材料的发光材料轮能够尤其良好地适合于将光模块构成为具有三芯片技术或具有多个成像器的投影器。在此,也能够将其他的发光材料设置在单独的承载元件上,如其他的发光材料轮或固定的、不可运动的载体。但是,滤波器的适当的构成和设置也实现利用仅一种发光材料产生不同颜色的光。例如,在应用橙红色发光材料结合频谱滤波器的情况下能够产生红色光谱范围中的光,并且通过应用另一滤波器、尤其短通滤波器产生橙色光谱范围中的光。此外,蓝色光谱范围中的激发辐射也能够部分地与通过发光材料产生的且过滤的光组合。此外,将载体元件构成为发光材料轮也在仅将一种发光材料布置在发光材料轮上的情况下是有利的,因为因此通过转动发光材料轮不持续地通过激发辐射辐照发光材料区域。也由此能够降低发光材料的变热进而提高转换效率。

[0037] 此外,激发辐射源能够包括多个激光二极管。激光二极管例如能够构成为激光二极管阵列,激光二极管阵列应用同类型的和/或不同类型的激光光源。此外,附加的镜能够

设置用于使由激光二极管放射的光转向,借助镜能够将光经由用于聚焦和/或准直光的另外的光学件转向到发光材料轮上,尤其在发光材料轮转动时依序地转向到环形区域的每个区段上。

[0038] 优选地,投影设备能够具有滤波器轮,滤波器轮至少包括频谱滤波器,其中频谱滤波器布置在滤波器轮的至少一个第一区域中,其中滤波器轮围绕滤波器轮的转动轴线与发光材料轮相对应地能如下地转动,使得由转换件发射的光的具有第二主波长的一部分能够至少间接地射入到滤波器轮的至少一个第一区域上,在第一区域中设置有频谱滤波器。此外有利的是,滤波器轮构成为,使得其具有一个或多个另外的区域,在区域中不设置有频谱滤波器,使得在发光材料轮和滤波器例如以相同的角速度相对应地转动时,由至少一个第二转换件发射的光和/或激发辐射的一部分能够射入到滤波器轮的一个或多个区域上,在区域中不设置有频谱滤波器。频谱滤波器在此例如能够构成为扇段形并且设置在滤波器轮的扇段中。频谱滤波器也能够仅设置在滤波器轮的扇段的子区域中,例如类似于发光材料轮的构造地在滤波器轮的围绕滤波器轮的转动轴线环形地延伸的区域的区段中。频谱滤波器也能够设置在滤波器轮的多个区域中,或者尤其当具有第二主波长的转换件同样设置在发光材料轮的环形区域的多个区段中时,能够将多个、尤其同类构成的频谱滤波器设置在滤波器轮的不同区域或区段中。此外,滤波器轮也能够包括一种或多种与频谱滤波器不同的滤波器,例如以用于对由优选构成为绿色发光材料的第二转换件发射的光进行滤波。例如,另一滤波器也能够构成为短通滤波器并且滤除由设置在发光材料轮上的绿色发光材料发射的光的黄色的光谱份额。在对绿色的发光材料光滤波时尽管不在更大的光流方面没有优点,然而由此能够产生更好的绿色色调,借助于绿色色调同样能够放大可提供的色域并且能够实现在白点方面的改进。频谱滤波器和/或另一滤波器还能够作为覆层至少局部地施加到滤波器轮的一侧上。此外,在滤波器的另一侧上能够施加减反射覆层,以便实现过滤的以及还有未过滤的光的最大透射。

[0039] 在本发明的另一尤其有利的设计方案中,滤波器轮具有至少一个第二区域,频谱滤波器不设置在在第二区域中,其中滤波器能够与发光材料轮相对应地转动,使得由转换件发射的光的具有第二主波长的一部分能够至少间接地射入到滤波器轮的至少一个第二区域上,在该区域中不设置频谱滤波器。这当转换件构成为橙红色发光材料时是尤其有利的。因此,由橙红色发光材料发射的光的一部分能够射入到频谱滤波器上,以便产生红色光谱范围中的光,并且由橙红色发光材料发射的光的一部分能够射入到滤波器轮的第二区域上,第二区域不具有滤波器且其中橙红色光在没有滤波的情况下通过滤波器轮透射。因此,能够以有利的方式通过应用仅一种发光材料、即橙红色发光材料产生橙色光谱范围中的光和红色光谱范围中的光。

[0040] 根据本发明的用于提供在红色光谱范围中的、具有输出光谱的能预设的第一主波长的波长转换的光的方法包括如下步骤:吸收具有吸收光谱的至少一个第一波长的激发辐射,将吸收的激发辐射转换成具有发射光谱的至少一个第二波长的光并且通过转换件发射转换的光,其中至少一个第二波长大于至少一个第一波长,和通过激发辐射源发射具有吸收光谱之内的光谱份额的激发辐射,其中激发辐射源设置成,使得由激发辐射源发射的激发辐射能够至少间接地射入到转换件上。根据本发明,该方法包括如下另外的步骤:发射带有红色的光谱份额的和带有第二主波长的以及带有至少120nm的半值宽度的发射光谱,和

通过具有长通特性和能预设的极限波长的频谱滤波器将具有第二主波长的发射光谱降低到具有能预设的第一主波长的输出光谱上。

[0041] 在此,对于根据本发明的光模块和其设计方案提出的主题特征,通过另外的方法步骤实现根据本发明的方法的改进。此外,对于根据本发明的光模块和其设计方案提出的主题特征和特征组合和其优点在以相同的方式适用于根据本发明的方法。

[0042] 本发明的其他的优点、特征和细节从对优选实施方式的下面的描述以及根据附图得出。

附图说明

[0043] 下面,应根据实施例详细阐述本发明。附图示出:

[0044] 图1示出标准化的比较中的具有铈掺杂(YAG:Ce)的钇铝石榴石的发射光谱和硅石榴石($\text{Ca}_2\text{Lu}_{1.94}\text{Ce}_{0.06}\text{Mg}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$)的发射光谱的示意图,

[0045] 图2示出具有铈掺杂(YAG:Ce)、仿真的长通滤波特性的钇铝石榴石的发射光谱和借助其滤波的YAG:Ce的发射光谱的示意图

[0046] 图3示出标准化的比较中的具有铈掺杂(YAG:Ce)的钇铝石榴石的和硅石榴石($\text{Ca}_2\text{Lu}_{1.94}\text{Ce}_{0.06}\text{Mg}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$)的滤波光谱和发射光谱的示意图,

[0047] 图4示出根据本发明的光模块的一个实施例的简化示意图,

[0048] 图5示出根据本发明的投影设备的相对应的滤波器轮和发光材料轮的一个实施例的示意简化图,

[0049] 图6示出根据本发明的投影设备的一个实施例的示意简化图,

[0050] 图7示出在对粉末形式的100%石榴石样品($\text{CaLu}_2\text{Mg}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}:\text{Ce}$)进行分析中的借助伦琴衍射产生的图表的示意图,

[0051] 图8示出表格对比,该对比在通过使用优化的滤波特性以分别实现相同的主波长的情况下在具有分别不同的铈掺杂的不同的硅石榴石实施方式以及作为对比实例的具有铈掺杂的钇铝石榴石之间进行,其中,表格在列中示出所应用的发光材料,仿真的长通滤波器的滤波边缘,产生的光谱的主波长,经过滤波器的光能份额,和与YAG:Ce的光流比较所产生的光流,和

[0052] 图9示出表格对比,对比在共同使用同一滤波特性的情况下在具有分别不同的铈掺杂的不同的硅石榴石实施方式以及作为对比实例的具有铈掺杂的钇铝石榴石之间进行,其中表格类似于之前构成。

具体实施方式

[0053] 与应用根据现有技术的铈掺杂的石榴石发光材料(YAG, LuAG, YAGaG, LuAGaG, LuYAG, LuYAGaG)相比,使用根据下述结构式的硅石榴石发光材料

[0054] $(\text{AE}_{3-x-y}\text{Lu}_x\text{Ce}_y)(\text{Mg}_{1-z}\text{Sc}_z)_2(\text{Si}_{1-q}\text{Ge}_q)_3\text{O}_{12}$

[0055] 对于被过滤的红光提供高得多的效率,因为与根据现有技术的发光材料相比,发射显著地朝更高的波长移动。因此,必须将更少地从光谱的黄色侧滤除,以便获得红光。

[0056] 这在图1至3中针对根据现有技术的YAG:Ce并且针对硅石榴石发光材料的 $\text{CaLu}_{1.94}\text{Ce}_{0.06}\text{Mg}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ 的示例的样品示出。

[0057] 图1示出YAG:Ce发光材料的第一发射光谱1和硅石榴石发光材料CaLu_{1.94}Ce_{0.06}Mg₂Si₃O₁₂的第二发射光谱2。在此,在横坐标上绘制400nm和800nm之间的以nm(纳米)为单位的波长 λ 。纵坐标依比例绘出0%至100%,其中,第一发射光谱1和第二发射光谱2分别如下地归一化地示出,即其采取有其相应的最大值100%。此外,示例地绘出第二发射光谱2的半值宽度(Full Width at Half Maximum),半值宽度来自以下两个波长值之间的差,对于这两个波长值而言相应的函数值下降到最大值的一半上,即在所描绘的情况下下降到50%。在此,与第一发射光谱1相比,第二发射光谱2的半值宽度FWHM显著更大。

[0058] 图2示出YAG:Ce的第一发射光谱1和具有590nm的滤波边缘的仿真的长通滤波器的与波长相关的滤波器透射曲线形式的滤波器特性3。同样示出第一滤波器输出光谱4,其由第一发射光谱1在穿过滤器时产生。易于观察到的是,在滤波器中损失了能量的主要部分。第一发射光谱1、滤波器特性3以及第一滤波器输出光谱4在此分别在470nm至800nm的波长上绘制。第一发射光谱1和第一滤波器输出光谱4在此以相同的比例尺归一化,其中在第一发射光谱的最大值中得到数值100。滤波器特性3在0%至100%的范围中缩放,其中在滤波器特性3采取数值0%或接近0%的范围中,第一滤波器输出光谱4的数值也采取零或具有可忽略的小的数值,并且在滤波器特性3为100%范围中,第一滤波器输出光谱4采取与第一发射光谱1相同的数值。换言之,在确定的波长 λ 下的第一滤波器输出光谱4的相应的数值由在该波长 λ 下的第一发射光谱1与在 λ 的相应数值下的第一滤波器输出光谱4的值相乘而得出。第一滤波器输出光谱4具有604nm的主波长,这良好地位于红色光谱范围之内。

[0059] 图3示出第一发射光谱1(YAG:Ce)和第二发射光谱2(CaLu_{1.94}Ce_{0.06}Mg₂Si₃O₁₂)的对比图,以及第一滤波器输出光谱4和第二滤波器输出光谱5的对比图,第二滤波器输出光谱通过应用具有与滤波器特性3类似的设计方案的滤波器函数来运用。要应用的滤波器特性分别如下地选择,使得第一滤波器输出光谱4和第二滤波器输出光谱5分别具有604nm的同一主波长。附加地,示出第一滤波器输出光谱积分6以及第二滤波器输出光谱积分7,滤波器输出光谱积分分别示出第一滤波器输出光谱4或第二滤波器输出光谱5下方的面积。在第二滤波器输出光谱5中,与第一滤波器输出光谱4相比,在滤波器中损失少得多的能量。横坐标和纵坐标的比例尺在此与图2中的比例尺相同。

[0060] 图4示出根据本发明的光模块12的一个实施例,其中应用对已过滤的转换的根据本发明的方案。具有高辐射功率密度的激发辐射源26,例如激光器或激光二极管,发射通常蓝光形式的激发辐射24a,该激发辐射具有激发辐射光谱24s。激发辐射24a经过初级光学件8并且再次作为激发辐射24b离开初级光学件,该激发辐射未改变地具有激发辐射光谱24s。

[0061] 激发辐射24b射到转换件18上,转换件引起到更大波长的方向上的波长转换。从转换件18中射出的转换光9a具有发射光谱9s,其中该发射光谱9s也存在于转换光9b中,该转化光经过次级光学件10。转换件18例如能够为静态的发光材料靶、静态的陶瓷靶或者也为单晶靶。

[0062] 转换光9b在进一步的行进中射到频谱滤波器28上,其中经过频谱滤波器28的过滤光11具有输出光谱11s。频谱滤波器28例如能够为玻璃滤波器,介电滤波器,透射滤波器或反射滤波器。频谱滤波器28也能够直接地布置在转换件18处,其中能够取消可选的次级光学件10,并且转换光9a与转换光9b相同,利用转换光尤其表示了射束光路。借助于转换件18,将具有激发光谱24s的激发辐射24b转换成具有发射光谱9s的转换光9a,激发光谱带有

至少一个第一波长 $\lambda_{初级}$,发射光谱带有至少一个第二波长 $\lambda_{次级}$,其中,至少一个第二波长 $\lambda_{次级}$ 比至少一个第一波长 $\lambda_{初级}$ 更大。从发射光谱9s得出第二主波长 $\lambda_{主,转换}$,其中转换光9a在可选地经过次级光学件10之后作为转换光9b具有同一发射光谱9s。后一转换光通过频谱滤波器28转化为具有输出光谱11s的过滤光11,输出光谱具有第一主波长 $\lambda_{主,过滤}$ 。

[0063] 图5示出用于根据本发明的另一实施例的投影设备15(参见图6)的发光材料轮13和相对应的滤波器轮14的示意图。在此,发光材料轮13构造成能围绕转动轴线A转动的并且具有环形地围绕转动轴线A延伸的、分区段的区域16。在此,将橙红色发光材料18布置在这些区域16中的两个区段中并且将绿色发光材料20布置在这些区域16的两个另外区段中。环形区域16的另外两个区段不具有发光材料,而是构造成具有穿通开口22的。在此,在上方的穿通开口22中示出的圆应示意地示出激发辐射源26的聚焦到发光材料轮13上的激发辐射24(参见图6)。因此,通过发光材料轮的转动能够利用激发辐射24依序地照射环形区域的每个区段。通过借助于激发辐射24激发橙红色发光材料18,橙红色发光材料18发射具有如下发射光谱的光,该发射光谱尤其具有在橙红色光谱范围中的第二主波长 $\lambda_{主,转换}$ 。同样地,在通过激发辐射24激发时,绿色发光材料20发射具有如下发射光谱的光,该发射光谱具有在绿色光谱范围中的主波长。由发光材料18和20发射的光以及还有穿过发光材料轮13的穿通开口22透射的激发辐射24例如能够通过适当的光学元件聚焦到滤波器轮14上。

[0064] 滤波器轮14具有多个扇段形的区域。在此,在这些区域的两个中布置频谱滤波器,频谱滤波器根据所示出的长通特性30过滤射到频谱滤波器上的光。该频谱滤波器28透射波长在其极限波长TG之上的光并且对于波长比极限波长TG小的光基本上是不可透过的。该频谱滤波器28现在设计用于,如下地过滤由橙红色发光材料18发射的光,使得过滤光的由此产生的波长光谱的第一主波长 $\lambda_{主,过滤}$ 比橙红色发光材料18的发射光谱的第二主波长 $\lambda_{主,转换}$ 更大,尤其比其大一个通过频谱滤波器28的极限波长TG确定的可预设的数值。因此,能够通过滤波产生在红色光谱范围中的光,在激发辐射面功率密度(Anregungsstrahlungsflaeche nleistungsdichte)相同的情况下,该光具有比由红色发光材料发射的带有类似的或相同的主波长的光显著更高的光流,因为橙红色发光材料18的显著更高的转换效率补偿了通过滤波形成的光损失。在此,激发辐射24的激发辐射面功率密度越大,该光流优势就越大。因此有利的是,为了激发,以大约 $1\text{kW}/\text{cm}^2$ 的激发辐射面功率密度来辐照橙红色发光材料18。

[0065] 在滤波器轮14的两个另外的圆形的区段32中,滤波器轮14能够构成为是透光的,即尤其在没有播出滤波器的情况下。因此,通过滤波器轮14和发光材料轮13的相对应的运动在还相应地对应地构造发光材料轮13和滤波器轮14的区段的情况下,能够将由橙红色发光材料18发射的光的一部分射入到滤波器轮14的具有频谱滤波器28的区域上并且将发射光的一部分射入到滤波器轮14的透光区域32上。因此能够借助仅一种发光材料,即橙红色发光材料18产生橙色的和同时还有红色的光谱范围内的光。此外,滤波器轮14的透光区域32也能够与发光材料轮13相对应地如下构造,使得穿过穿通开口22经过发光材料轮13的激发辐射24也能够射入到滤波器轮14的透光区域32上并且在没有改变光谱分布的情况下能够经过滤波器轮。

[0066] 此外,在滤波器轮14的两个另外的扇形区域中布置另一滤波器,其在此构造为短通滤波器34并且设计用于滤除从绿色发光材料20射入到短通滤波器34上的光的黄色的光谱份额,使得绿色发光材料20的发射光谱的主波长朝更小的波长移动。由此,能够扩大可通

过激发辐射24和发光材料光的组合定址 (adressierbar) 的色域。在此示出的短通滤波器34仅是可选的。替选地,其中布置有短通滤波器34的区域也能够构成为透光的,尤其与透光区域32一样地构成。

[0067] 滤波器、即频谱滤波器28和短通滤波器34还能够作为覆层施加在滤波器轮34的一侧上。此外,能够在滤波器轮14的另一侧上、尤其在可由光透射的全部区域之上施加减反射层,以便因反射引起的光损失最小化。

[0068] 此外,也能够将另外的其他的发光材料、如青色和/或品红发光材料布置在发光材料轮13上。同样地,代替所描述的橙红色发光材料和绿色发光材料也能够将其他的发光材料布置在发光材料轮13上,和/或将发光材料区域的布置、构造和大小构造成不同的。为了通过组合基本色提供色域,尤其有利的是将红色、绿色和蓝色作为基本色。因此也可行的是,发光材料轮13的具有橙红色发光材料18的区段在其大小和布置方面构造成,由橙红色发光材料18发射的光几乎完全地、尤其除了不可避免的光损失之外射入到一个或多个频谱滤波器28上。然而,附加地为了组合而提供黄色光谱范围中的光具有优点,由此也能够扩大可定址的色域。也能够提出,替代或除了橙红色发光材料18之外将红色发光材料布置在发光材料轮13上。由红色发光材料发射的光能够射入到滤波器轮14的频谱滤波器28上,以便产生主波长比红色发光材料的发射光谱的主波长更大的在红色光谱范围中的光。因此,例如能够产生引起主观色彩感觉改进的红色调,并进而又扩大可定址的色域。此外,这也带来了与应用红色发光材料相比的光流优势,该红色发光材料的发射光谱具有比从前方进入的主波长更大的主波长。

[0069] 发光材料轮13的区段大小也能够不同尺寸地设置,并且依据应用情况根据各个色彩通道中的期望的光流或光流彼此间的期望的光流比例来设计。

[0070] 图6示出根据本发明的一个实施例的投影设备15的示意图。投影设备15在此包括构成为激光二极管阵列的激发辐射源26,激发辐射源包括多个发光二极管26a。也能够考虑其他的辐射源,例如其包括激光器、超级发光二极管、LED、有机LED和类似物等。激发辐射源26设计用于发射蓝色或紫外光谱范围中的、优选440-470nm范围中的、尤其优选大约450nm的激发辐射24,因为这对于大多数发光材料而言为适当的激发波长。经由光学元件38,40,这些激光二极管26a的光偏转到转换件上,转换件例如能够布置在发光材料轮13上。发光材料轮13在此例如能够如图5描述那样构造。至少一个第一发光材料、优选橙红色发光材料18(参见图5)布置在发光材料轮13上,第一发光材料的发射光谱具有至少一个红色的光谱份额。在此,还能够将另外的其他类型的发光材料布置在发光材料轮13上,这些发光材料尤其布置在发光材料轮13的区段中并且通过转动发光材料轮13而依序地被照射并且能够被激发以发射进行了波长转换的光。此外,发光材料轮13具有至少一个穿通开口22,使得射入到发光材料轮13上的激发辐射24能够部分地透射穿过发光材料轮13。通过适当地偏转该透射的激发辐射24,激发辐射能够与由发光材料轮13转换的且发射的光组合,为此尤其还设有积分器(未示出),所组合的射束偏转到积分器上。为了偏转透射穿过发光材料轮13的激发辐射24,尤其设有三个镜36,镜分别以相对于入射的激发辐射24成45°的角度布置在辐射路径中。此外,在辐射路径中将二向色镜37布置在激发辐射源26和发光材料轮13之间,二向色镜设计用于,反射蓝色光谱范围中的光并且透射非蓝色光谱范围中的光,即具有更大波长的光。此外,还将另外的光学元件、尤其是透镜38形式的光学元件设置在辐射路径中,光学

元件基本上具有聚焦和准直的作用。

[0071] 此外,在辐射路径中,将扩散器40设置在二向色镜37的上游,以便通过激发辐射24的散射在发光材料上产生扩展的强度轮廓曲线。

[0072] 由发光材料轮13发射和转换的光在二向色镜37的方向上放射并且借助光学元件37,38转向到滤波器轮14上。在此,滤波器轮14能够如图5中描述那样地构造。在此,发光材料轮13和滤波器轮14在其构造、布置和运动方面如下地相对应,使得由第一发光材料发射的光至少部分地射入到布置在滤波器轮14上的一个或多个频谱滤波器28上。由布置在发光材料轮13上的不同的发光材料发射的光以及偏转的激发辐射24同样射入到滤波器轮14上,然而射入到滤波器轮14的未设置有频谱滤波器28的区域上,并且能够在没有滤波器的情况下经过滤波器轮14或者同样穿过滤器。

[0073] 下面,提出对于包括具有不同滤波器的硅石榴石的解决方案的一系列同的实例。这些解决方案分别与包括具有滤波器的YAG:Ce作为对比实例的解决方案相比较。全部其他的根据现有技术的发光材料,如LuAG、LuAGaG、YAGaG甚至取得比YAG:Ce更差的结果,因为其主发射在波长更短的情况下集中。因此,利用作为根据现有技术的全部Ce³⁺掺杂的发光材料中的最适合的发光材料YAG:Ce进行唯一对比。

[0074] 根据本发明的全部硅石榴石发光材料通过使用标准固体合成在高温下(大于1200°C)在还原性的气氛下制备。例如能够使用标准化的高纯度的氧和碳酸盐作为初始材料,例如CaCO₃,MgO,Lu₂O₃,Sc₂O₃,SiO₂和CeO₂。

[0075] 作为成功合成的实例,图7示出具有数字结果42的伦琴射线粉末衍射测量记录41,数字结果作为利用Rietveld精细化作用到粉末形式实验的硅石榴石发光材料CaLu_{1.94}Ce_{0.06}Mg₂Si₃O₁₂的样品上的以角度为单位的衍射角度2θ的函数。所有在此涉及的硅石榴石发光材料以高纯度获得。对于制备的细节,在此参考US 7.094.362B2。

[0076] 伦琴射线衍射,也称作伦琴衍射(X射线衍射,XRD)是用于展示衍射结构的标准化的方法,衍射结构通过三维光栅,例如晶体产生,并且衍射结构对于所基于的光栅而言是绝对表征的。图7示出仅由具有该结构的石榴石构成的纯样品,样品作为由小晶粒构成的粉末存在。在另外的相中能够在该图表中识别显著的偏差。伦琴粉末衍射测量记录41根据标准方法以衍射角2θ记录。

[0077] 第一解决方案基于硅石榴石发光材料CaLu_{1.94}Ce_{0.06}Mg₂Si₃O₁₂和具有584nm的滤波边缘的长通滤波器(参见图8,行49)。在第一解决方案的第二布置中,使用具有590nm的滤波边缘的长通滤波器(参见图9,行58)。

[0078] 第二解决方案基于硅石榴石发光材料CaLu_{1.8}Ce_{0.2}Mg₂Si₃O₁₂和具有583nm的滤波边缘的长通滤波器(参见图8,行50)。在此,在第二解决方案的第二布置中,使用具有590nm的滤波边缘的长通滤波器(参见图9,行59)。

[0079] 第三解决方案基于硅石榴石发光材料Ca₂Lu_{0.97}Ce_{0.03}MgScSi₃O₁₂和具有587nm的滤波边缘的长通滤波器(参见图8,行51)。在此,在第三解决方案的第二布置中,使用具有590nm的滤波边缘的长通滤波器(参见图9,行60)。

[0080] 在全部三个解决方案中,分别利用蓝光(460nm)作为激发辐射来辐照。

[0081] 图8示出在本发明中示出的硅石榴石/滤波器解决方案与具有根据现有技术的YAG:Ce的解决方案之间相比的对比。在该表格中示出的布置的目的是,为每个所提出的解

决方案实现具有同一红色主波长 (604nm) 的光。概览表格具有五列43,44,45,46和47以及四行48,49,50和51。第一列43列出对比材料 (YAG:Ce) 以及还分别列出三个所提及的解决方案的材料。第二列44包含对于滤波边缘长度 $\lambda_{\text{滤波器}}$ 的数值。第三列45包含第一主波长 $\lambda_{\text{主,过滤}}$ 的数值。第四列46包含能量方面的滤波器透射度 $E_{\text{过滤}}/E_{\text{未过滤}}$ 的数值。第五列47包含光流因数 $\Phi_V/\Phi_{V,YAG}$ 的数值。

[0082] 能量方面的滤波器透射度 $E_{\text{过滤}}/E_{\text{未过滤}}$ 是对于因应用滤波器而损失的能量的度量。通过滤波器传递的能量越少,滤波器就越不适合应用。例如,YAG:Ce滤波器中对于红光仅能够使用光能的35%。出自这三个解决方案中的每个硅石榴石在该方面表现得更好(46%至74%可用的能量)。

[0083] 然而,光流因数 $\Phi_V/\Phi_{V,YAG}$ 是最重要的数值。其示出在应用具有滤波系统的硅石榴石时与YAG相比所获得的光流的相对大小。例如在使用一个硅石榴石解决方案时,对于,获得在对于第三解决方案而言比YAG:Ce多14%和对于第二解决方案而言比YAG:Ce多54%之间的光。在全部实例中,YAG:Ce的能量方面的滤波器透射度 $E_{\text{过滤}}/E_{\text{未过滤}}$ 最小。具有硅石榴石的这三个解决方案中的每个都提供多得多的透射过的能量(在第二结局方案中比1倍还多),由此得到显著的优点。在各个解决方案和对比实例(YAG:Ce滤波)之间,对于具有硅石榴石的解决方案的光流因数 $\Phi_V/\Phi_{V,YAG}$ 同样比对于根据现有技术的具有YAG:Ce的解决方案高得多。利用第一解决方案(第二行49)和第二解决方案(第三行50),总的光输出甚至比第一行48中的对比实例高大约50%。

[0084] 图9示出类似的对比,但是为每个解决方案使用同一滤波器。表格具有列52,53,54,55和56以及行57,58,59和60。结构和数值布置与根据图8的表格相同。在该布置中,(第一行57)在YAG:Ce滤波时对于红光仅能够使用34%的光能。硅石榴石的每个实例(行58,59和60)在该方面表现得更好(44%至69%可用的能量)。作为最重要的数值的光流因数 $\Phi_V/\Phi_{V,YAG}$ 示出光流的相对大小,光流在应用具有滤波系统的硅石榴石时与YAG比较(第一行57)获得。与基于YAG:Ce的解决方案相比,基于硅石榴石实现在对于第一解决方案(行58)而言多6%和对于第二解决方案(行59)而言多30%之间的光。附加地,全部具有滤波系统的硅石榴石获得比具有滤波系统的YAG:Ce更高的主波长,并进而获得更好的红色和在显示器应用中的可能更高的色域。

[0085] 在此,在应用具有硅石榴石发光材料的解决方案时,与YAG:Ce相比也提高了通过滤波器传输的能量。对于第三解决方案(行60),该提高为大约10%,但是对于第二解决方案(行50)而言所传输的能量甚至是两倍大小。这引起了利用全部三个解决方案(行58至60)的光流中的显著提高。该增加对于第三解决方案(行60)为6%,并且对于第一和第二解决方案(行58和59)提高到大约30%。除了所传输的能量和光流的提高之外,在此,与根据现有技术的YAG:Ce相比,在具有滤波系统的硅石榴石的参与的情况下,全部三个解决方案的主波长在此得到了改进。因此,这些解决方案能够提供更鲜亮的颜色和更高的色域。

[0086] 如可识别的那样,在实施方案中作为硅石榴石与滤波器进行组合的发光材料在每个方面相对于根据现有技术的基于YAG:Ce的发光材料都具有显著的优点。与根据现有技术的解决方案相比,发光材料损失更少量的能量(更高的可透光性)、提供更高的光流并且在此甚至提供更高的主波长。

[0087] 经典的红色LED发光材料的Eu掺杂的氮化的发光材料或氮化物发光材料能够具有

少量的激活剂,由此其变得更加有效,但是由此也移动了色坐标。铈是多倍有效的。

[0088] 硅石榴石具有极其宽的发射,其中发射通常对于经典实用是不期望的。YAG-Ce和LuAG-Ce与氮化物的红色发光材料相比也显著更宽地发射,其中发射是更有效的,从而值得过滤对于应用而言过宽的光谱。通常,将铝石榴石用作为发光材料,其中铝也能够由镓取代。此外,分别包含稀土元素以及十二个氧原子。

[0089] 常见的发射具有80nm至110nm的半值宽度。硅石榴石能够具有120nm或更高的、尤其130nm的半值宽度,显示器领域中的高功率发光材料通常几乎具有不大于80nm的半值宽度。因此,作为区分标准有如下更宽的发射以及相应的大波长的边沿,即该边沿更远地位于红色范围中。YAG:Ce能够通过Co掺杂例如从110nm出发在红色的方向上移动大约2-3nm,半值宽度在此不显著地变得更宽。在此,常见的极限应为120nm。硅石榴石对于石榴石而言更红并且与YAG相比极宽地发射,主波长在此从利用眼灵敏性加权的光谱分布得出。

[0090] 硅石榴石通常具有大约610-620nm的重心,YAG大致为585nm。因为眼灵敏性在绿色中明显更强,所以主波长与基于能量值的强度相比更适合于评估。

[0091] 典型地,使用铈掺杂的发光材料作为氮化发光材料。在橙红色范围中叠加铈掺杂的发光材料,因为至今为止在功率更高的情况下已知不会下降。因此,这种发光材料比铈掺杂的发光材料更好。激发状态的半值时间比在铈的情况下短得多。在此涉及纳秒范围中的数值,而在铈的情况中为微秒范围内中的数值。

[0092] 由于该特性,大波长发射的石榴石、尤其硅石榴石结合频谱滤波器是对于具有极高功率密度的应用优选的选择,其中硅石榴石的发射光谱由于极其宽的发射在红色范围中具有极长的下降边沿,频谱滤波器使发射光谱匹配于已过滤的红色的预设的主波长。

[0093] 实施例,尤其三个解决方案仅用于阐述本发明并且对于本发明不起限制作用。因此,掺杂份额,尤其铈掺杂的程度能够是不同的,而没有偏离本发明的构思。

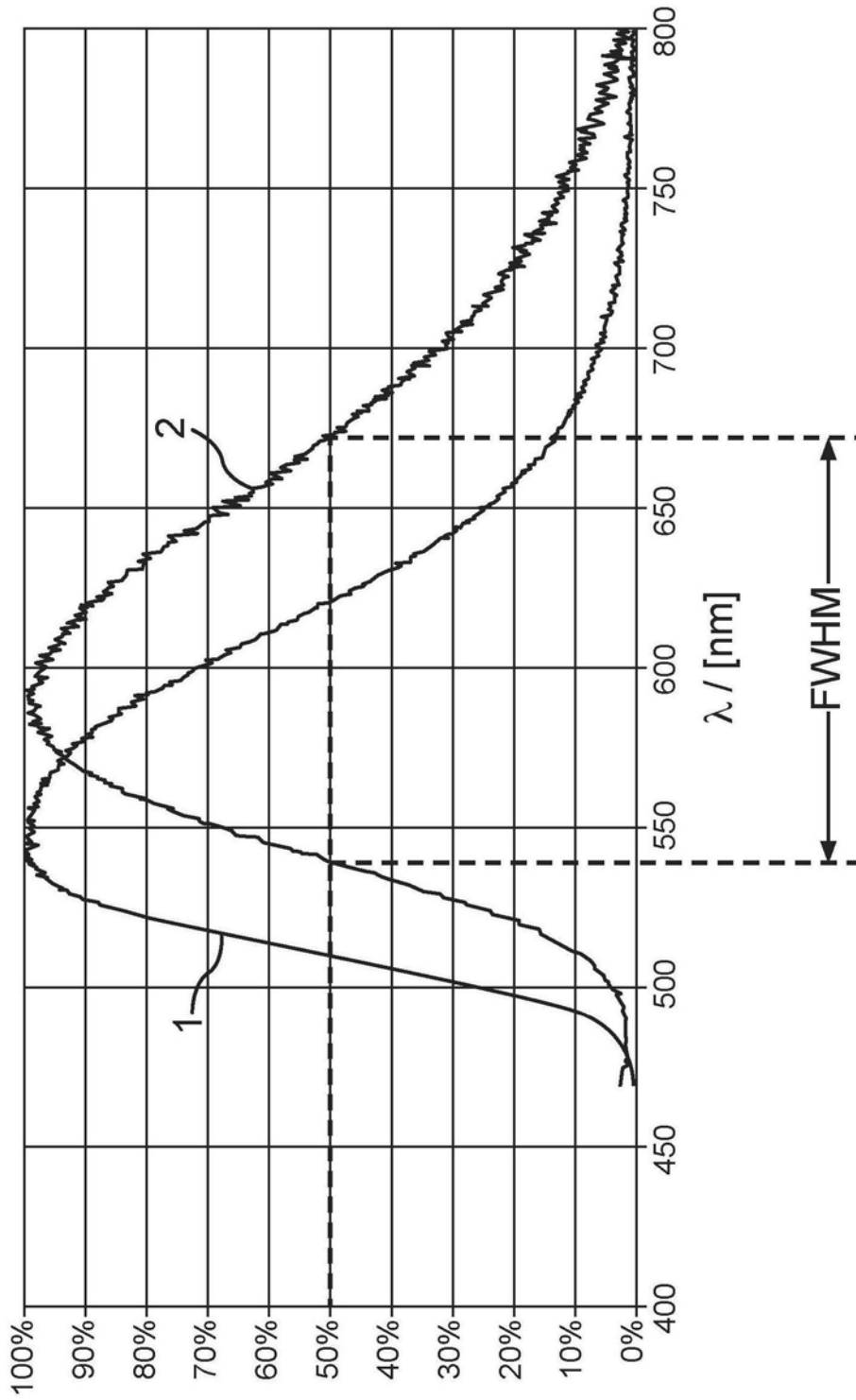


图1

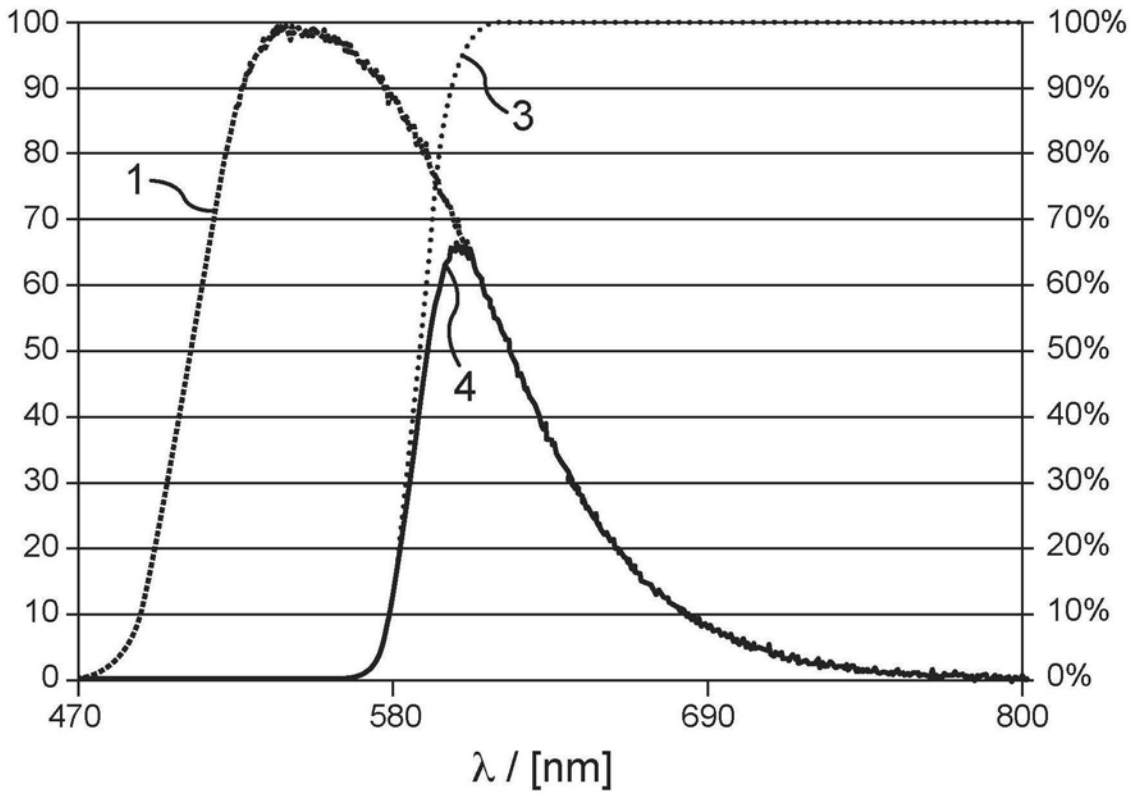


图2

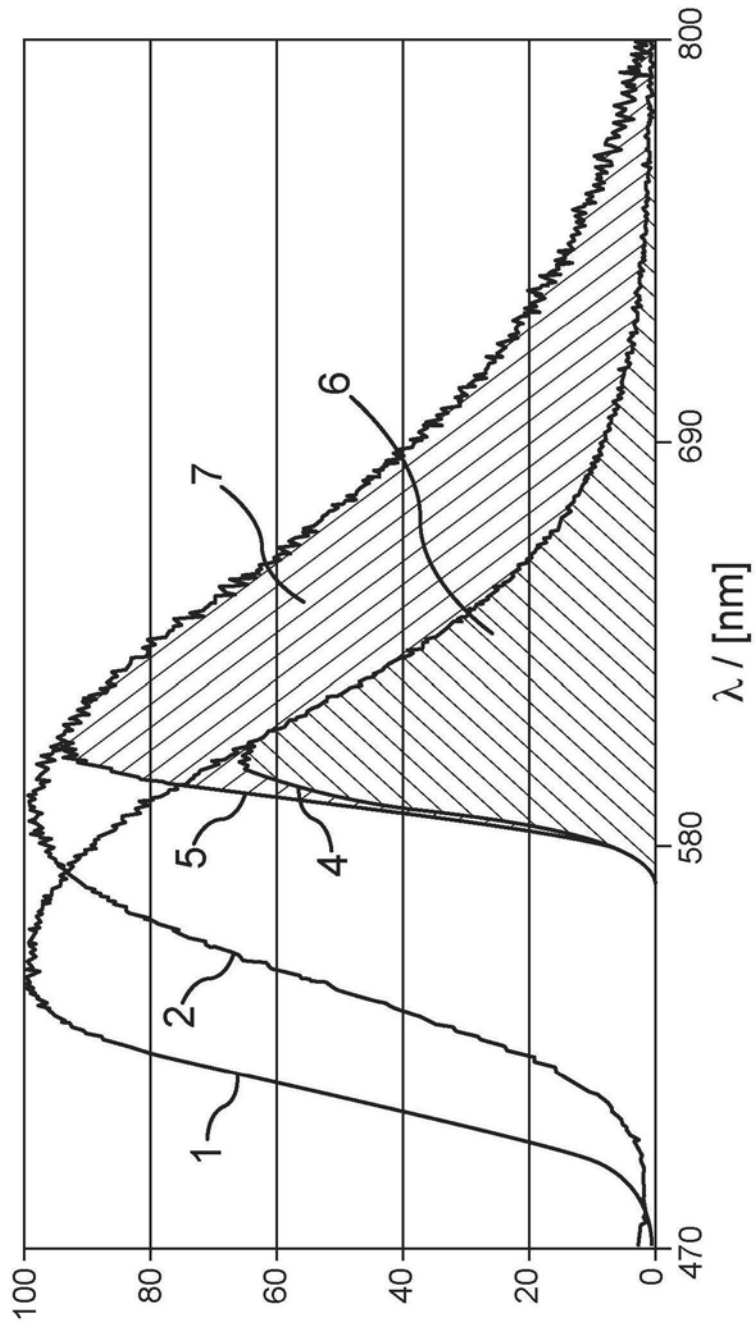


图3

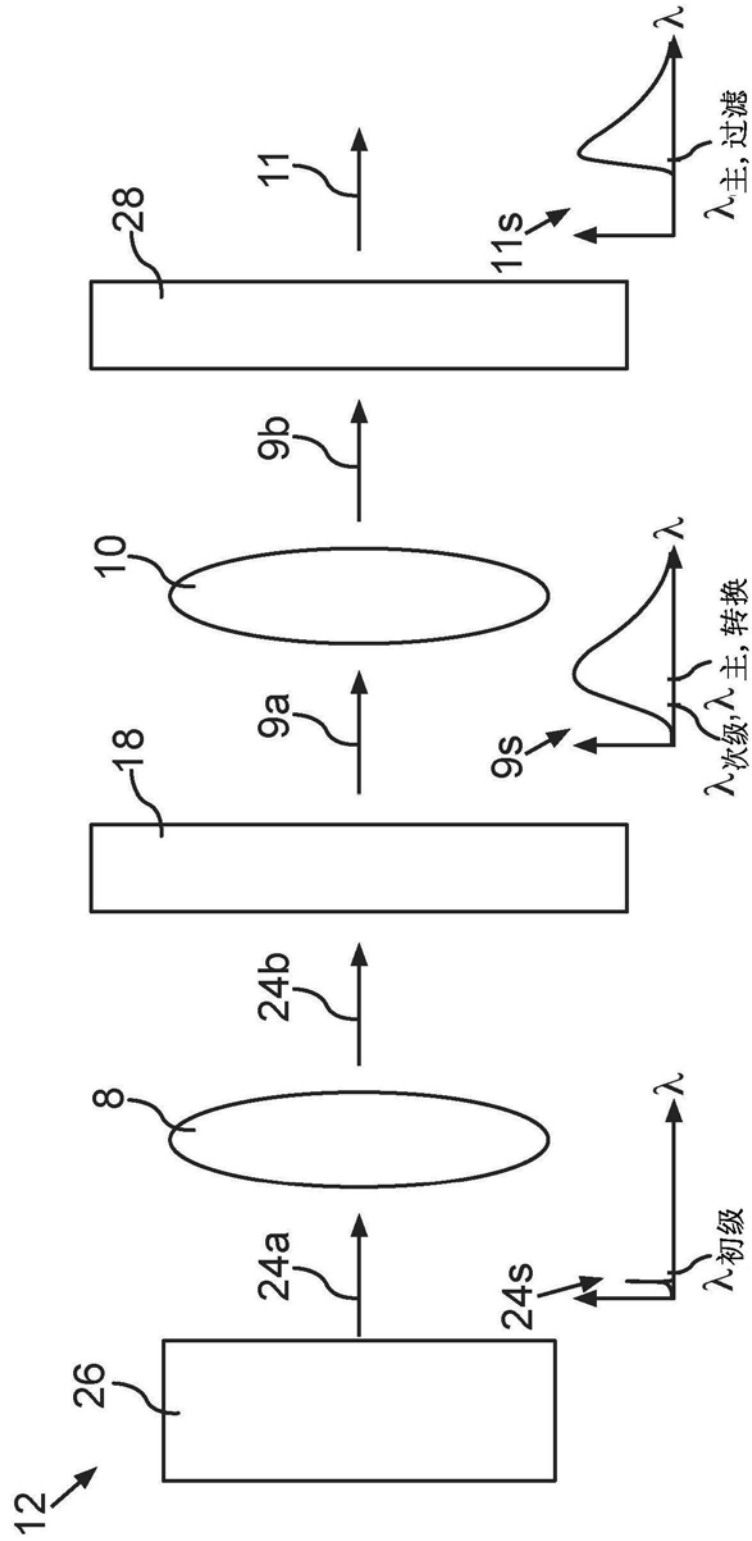


图4

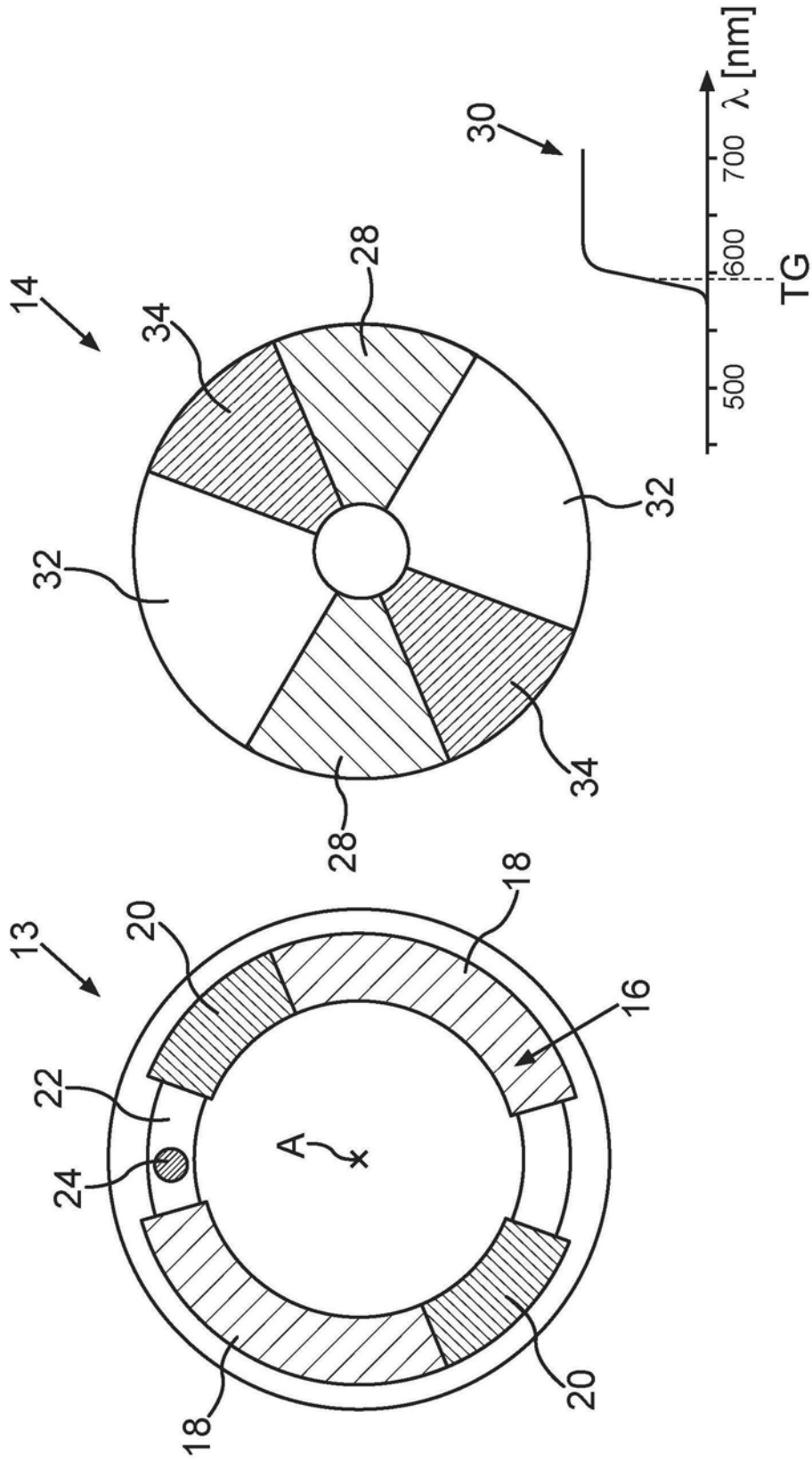


图5

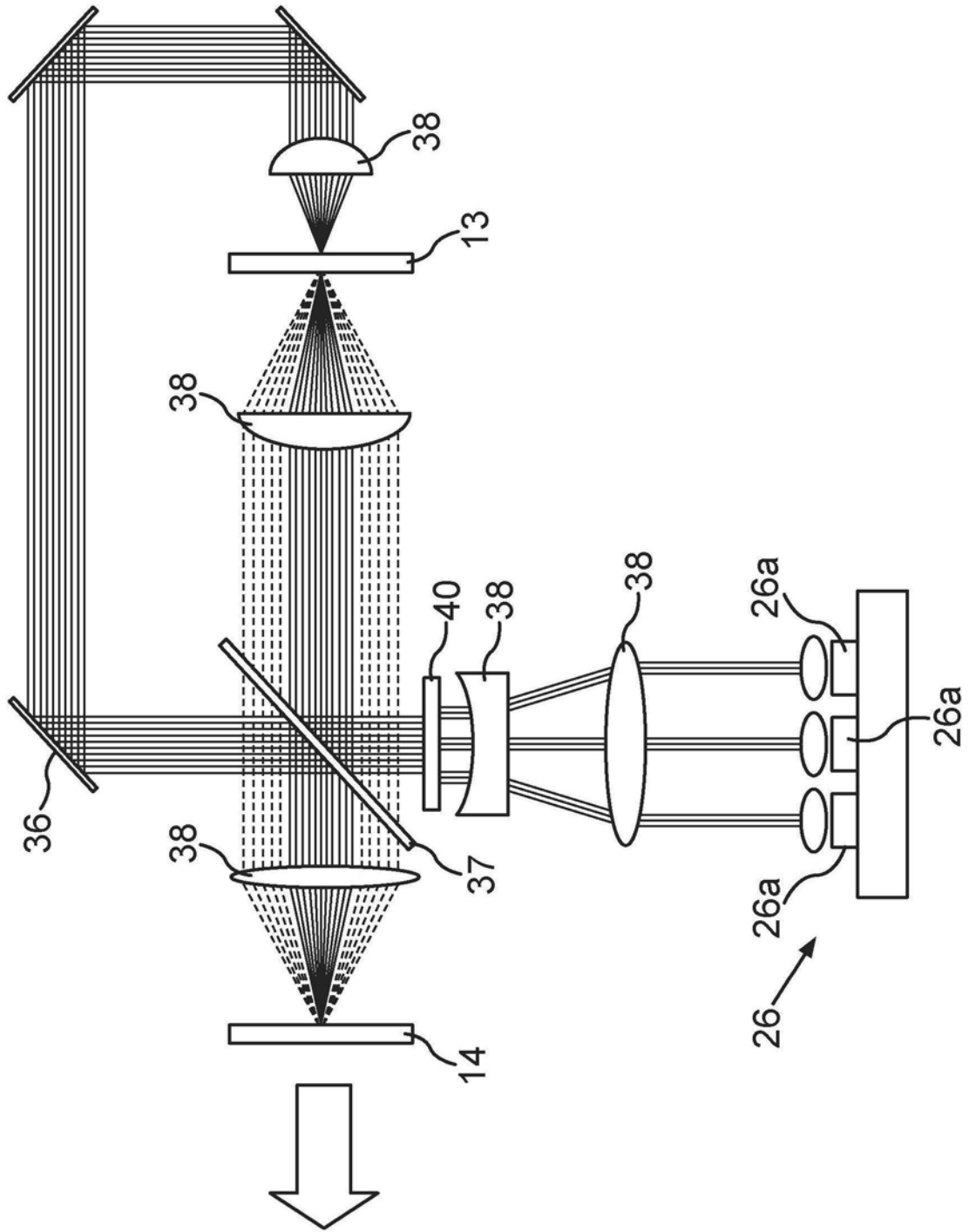


图6

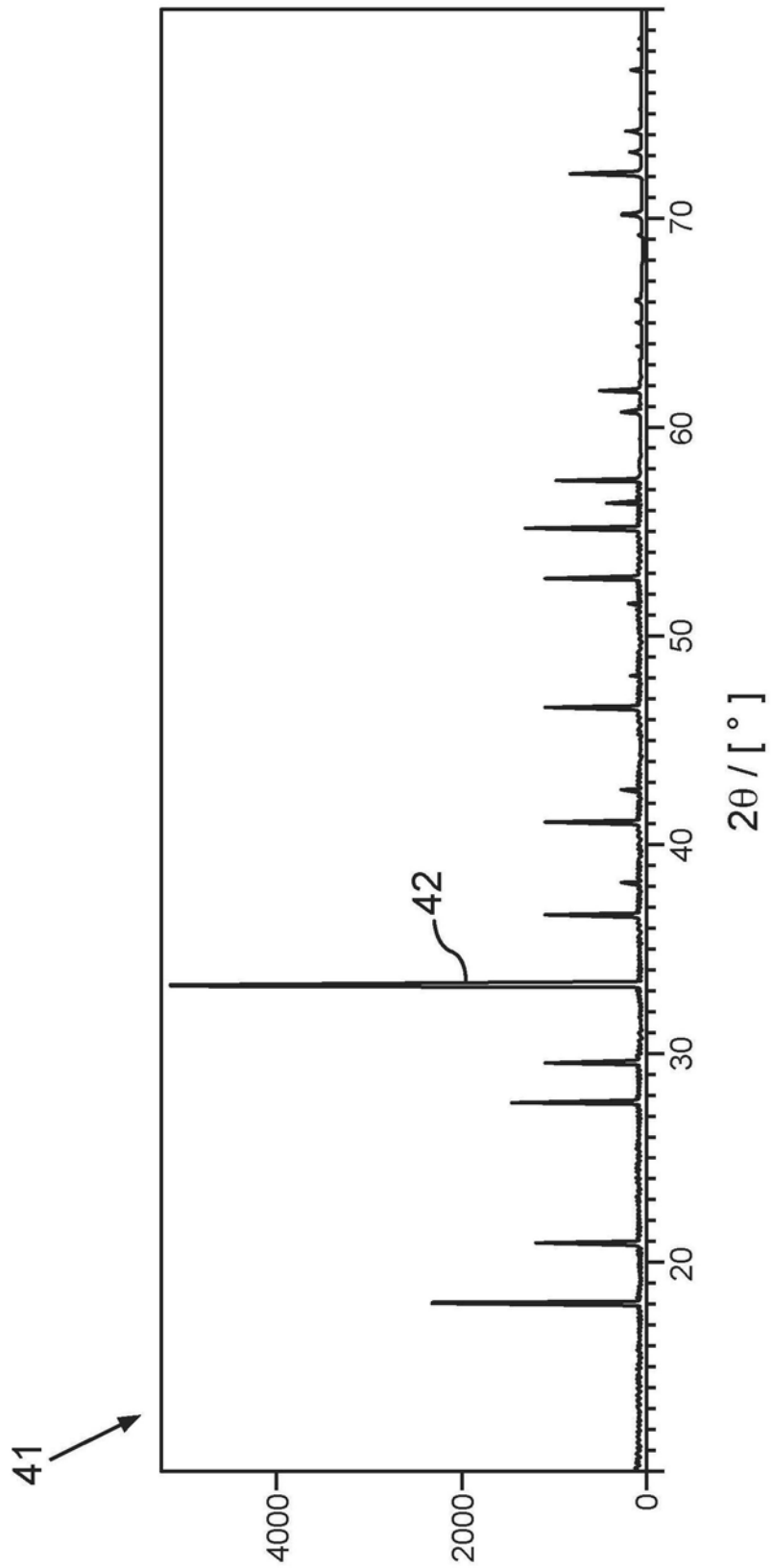


图7

	43 ↓	44 ↓	45 ↓	46 ↓	47 ↓
	$\lambda_{\text{滤波器}}$	$\lambda_{\text{主, 过滤}}$	$E_{\text{过滤}} / E_{\text{未过滤}}$	$\phi_V / \phi_{V, YAG}$	
48 →	YAG:Ce	589 nm	604 nm	35%	100%
49 →	CaLu _{1.94} Ce _{0.06} Mg ₂ Si ₃ O ₁₂	584 nm	604 nm	68%	148%
50 →	CaLu _{1.8} Ce _{0.2} Mg ₂ Si ₃ O ₁₂	583 nm	604 nm	74%	154%
51 →	Ca ₂ Lu _{0.97} Ce _{0.03} Mg ₂ Si ₃ O ₁₂	587 nm	604 nm	46%	114%

图8

	52 ↓	53 ↓	54 ↓	55 ↓	56 ↓
		$\lambda_{\text{滤波器}}$	$\lambda_{\text{主, 过滤}}$	$E_{\text{过滤}} / E_{\text{未过滤}}$	$\phi_V / \phi_{V, YAG}$
57 →	YAG:Ce	590 nm	605 nm	34%	100%
58 →	CaLu _{1.94} Ce _{0.06} Mg ₂ Si ₃ O ₁₂	590 nm	608 nm	64%	127%
59 →	CaLu _{1.8} Ce _{0.2} Mg ₂ Si ₃ O ₁₂	590 nm	608 nm	69%	130%
60 →	Ca ₂ Lu _{0.97} Ce _{0.03} Mg ₂ Si ₃ O ₁₂	590 nm	606 nm	44%	106%

图9