



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102563543 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201110120169. 7

(22) 申请日 2011. 05. 09

(73) 专利权人 深圳市绎立锐光科技开发有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区高新区南区方大大厦 3 楼

(72) 发明人 杨毅 李屹

(51) Int. Cl.

F21V 9/10(2006. 01)

F21V 14/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101650311 A, 2010. 02. 17,

审查员 王乐妍

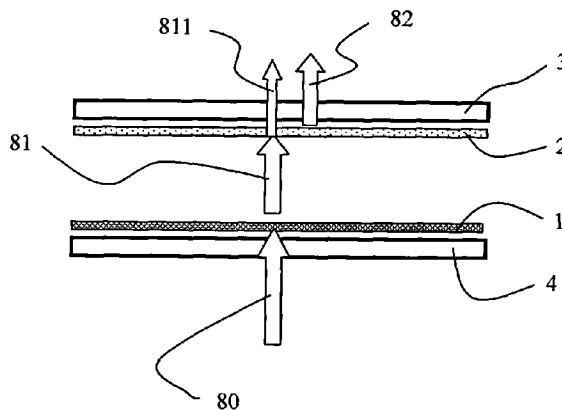
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

基于光波长转换产生高亮度单色光的方法及光源

(57) 摘要

一种基于光波长转换产生高亮度单色光的方法,用于包括激发光源的光源中,包括步骤:设置第一光波长转换材料及第二光波长转换材料;用一激发光来激发所述第一光波长转换材料和第二光波长转换材料,其中第一光波长转换材料吸收所述激发光以产生第一受激发光;第二光波长转换材料吸收所述第一受激发光中的第一波段部分以产生第二受激发光,该被吸收的第一波段部分的能量占该第一受激发光的总能量的 50% 以上;将第二受激发光和第一受激发光中未被吸收的部分混合起来形成所述高亮度单色光。采用本发明的光源易于提供更高亮度的单色光。



1. 一种基于光波长转换产生高亮度单色光的方法,适用于照明装置的,其特征在于,包括步骤:

A. 设置第一光波长转换材料及第二光波长转换材料;

B. 用一激发光来激发所述第一光波长转换材料和第二光波长转换材料,其中第一光波长转换材料吸收所述激发光以产生第一受激发光;第二光波长转换材料吸收所述第一受激发光中的第一波段部分以产生第二受激发光,该被吸收的第一波段部分的能量占该第一受激发光的总能量的 50% 以上,所述第一受激发光和第二受激发光的归一化光谱存在交叠;

C. 将第二受激发光和第一受激发光中未被吸收的部分混合起来形成所述高亮度单色光。

2. 根据权利要求 1 所述基于光波长转换产生高亮度单色光的方法,其特征在于:

第二光波长转换材料还吸收所述激发光来产生所述第二受激发光。

3. 根据权利要求 1 所述基于光波长转换产生高亮度单色光的方法,其特征在于:

步骤 A 中还包括设置分光滤光装置于所述高亮度单色光的出射光路上的步骤,该分光滤光装置具有分离所述高亮度单色光与未被第一光波长转换材料或第二光波长转换材料吸收的所述激发光的光谱特性,从而用在步骤 C 中选择射出所述高亮度单色光。

4. 根据权利要求 3 所述基于光波长转换产生高亮度单色光的方法,其特征在于:

所述分光滤光装置还具有分离第一受激发光中所述第一波段部分和第二波段部分的光的光谱特性,从而用在步骤 B 中反射所述第一波段部分的光回第二光波长转换材料及透射所述第二波段部分的光和第二受激发光,以在步骤 C 中选择射出由第二受激发光和所述第二波段部分的光合成的高亮度单色光。

5. 根据权利要求 1 所述基于光波长转换产生高亮度单色光的方法,其特征在于:

步骤 A 中还包括设置分光滤光装置于所述高亮度单色光的出射光路上的步骤,该分光滤光装置具有分离第一受激发光中所述第一波段部分和第二波段部分的光的光谱特性,从而用在步骤 B 中反射所述第一波段部分的光回第二光波长转换材料及透射所述第二波段部分的光和第二受激发光。

6. 根据权利要求 1 所述基于光波长转换产生高亮度单色光的方法,其特征在于:

还包括步骤 D. 采用颜色修饰滤光片对出射的所述高亮度单色光的光谱进行修饰,以使出射光的色坐标达到预定值。

7. 根据权利要求 1~6 任一项所述基于光波长转换产生高亮度单色光的方法,其特征在于:

第二受激发光在所述高亮度单色光中所占的能量比例高于 40% 及低于 80%。

8. 根据权利要求 1 所述基于光波长转换产生高亮度单色光的方法,其特征在于:

所述第一光波长转换材料与第二光波长转换材料或者在空间上分开,或者分层叠置在一起,或者同层混杂在一起。

9. 根据权利要求 8 所述基于光波长转换产生高亮度单色光的方法,其特征在于:

当所述第一光波长转换材料与第二光波长转换材料在空间上分开时,设置第四分光滤光装置于所述第一光波长转换材料和第二光波长转换材料之间,来透射第一受激发光及反射或部分反射第二受激发光。

10. 根据权利要求 1 所述基于光波长转换产生高亮度单色光的方法,其特征在于:

步骤 A 中将所述第一光波长转换材料和第二光波长转换材料设置在一反光片上；并在第一光波长转换材料和第二光波长转换材料的另一侧斜设第三分光滤光装置；

该第三分光滤光装置具有反射所述激发光和透射第二受激发光及第一受激发光的第二波段部分的分光特性，从而该第三分光滤光装置在步骤 B 中引导激发光投射到所述第一光波长转换材料和第二光波长转换材料，并在步骤 C 中透射提供所述高亮度单色光；

或者，该第三分光滤光装置具有透射所述激发光和反射第二受激发光及第一受激发光的第二波段部分的分光特性，从而该第三分光滤光装置在步骤 B 中引导激发光投射到所述第一光波长转换材料和第二光波长转换材料，并在步骤 C 中反射提供所述高亮度单色光。

11. 根据权利要求 10 所述基于光波长转换产生高亮度单色光的方法，其特征在于：

当所述第一光波长转换材料和第二光波长转换材料分层叠置在所述反光片上时，第一光波长转换材料更为贴近该反光片。

12. 根据权利要求 1 所述基于光波长转换产生高亮度单色光的方法，其特征在于：

所述第一及第二光波长转换材料被设置在运动装置上相对于入射的激发光存在相对运动。

13. 根据权利要求 12 所述基于光波长转换产生高亮度单色光的方法，其特征在于：

所述运动装置包括转盘或滚轮。

14. 根据权利要求 1～6 任一项所述基于光波长转换产生高亮度单色光的方法，其特征在于：

步骤 A 中还包括设置第二分光滤光装置在第一和第二波长转换材料的一侧迎向入射的所述激发光的步骤，该第二分光滤光装置具有透射激发光及反射第一受激发光的分光滤光特性。

15. 根据权利要求 14 所述基于光波长转换产生高亮度单色光的方法，其特征在于：

第一光波长转换材料或第二光波长转换材料与所述第二分光滤光装置相贴处存在空气隙。

16. 根据权利要求 3、4 或 5 所述基于光波长转换产生高亮度单色光的方法，其特征在于：

第一光波长转换材料或第二光波长转换材料与所述分光滤光装置相贴处存在空气隙。

17. 一种光源，适用于照明装置中，包括激发光源，以及可被来自该激发光源的激发光激发的第一光波长转换材料和第二光波长转换材料，其特征在于：

该光源采用如权利要求 1～16 任一项所述方法来提供高亮度单色光为该光源的出射光。

基于光波长转换产生高亮度单色光的方法及光源

[0001] 技术领域 本发明涉及带光波长转换材料的照明装置,尤其涉及所述照明装置的光激发方法及结构。

[0002] 背景技术 基于光波长转换来产生白光因具有高效、低成本的优势,已成为现有光源提供白光或单色光的主流技术。

[0003] 现有光波长转换材料包括荧光粉、发光染料或纳米发光材料。以荧光粉为例,美国专利 US 5,998,925 公开了一种使用 YAG 荧光粉和蓝色发光体来生成白光的技术方案,其中蓝光发光体用作激发光源,YAG 荧光粉吸收一部分蓝光,所受激发得到的黄光与剩余的蓝光混合生成白光。该方案所实现的白光具有非常高的效率。

[0004] 美国专利或专利申请 US6,685,852 B1、US6,294,800 B1 和 US 6,844,671 中分别提到一种以 UV LED(紫外光 LED)为激发光源来生成白光的方法。由于紫外光为非可见光,因此将多种可被紫外光(UV光)激发产生不同受激发光的荧光粉相混合,利用被激发出的不同色光来混合生产白光。

[0005] 上述现有技术均基于混光原理来获得白光。对于单色光,现有技术一般采用专用的单色荧光粉来直接受激发并通过分光处理来获得单色受激发光,所谓分光处理指的是把未被吸收利用的激发光从出射光中分离出去。例如,红光和绿光混合可以得到黄色光,但是现有技术中人们都直接使用黄色荧光粉来获得黄光,而不会用红色荧光粉和绿色荧光粉混合来获取黄色光;这是因为红色荧光粉会吸收一部分绿色荧光粉的受激发光,从而降低混合荧光粉的效率。又例如,对于红色光,人们会直接用蓝光激发红色荧光粉生成红光,且不会在该红色荧光粉中掺入其它颜色的荧光粉,以免影响出射红光的色纯度。

[0006] 现有技术的不足之处在于:以单色荧光粉来获得的单色光往往亮度不足;虽然现有技术对混合荧光粉来获取高亮度的白光有研究,但限于技术偏见,尚未有如何利用该技术来获取高亮度单色光的尝试或研究。

[0007] 发明内容 本发明要解决的技术问题是针对上述现有技术的不足之处,而提出一种产生高亮度单色光的方法,在不改变单色光色纯度的前提下,通过混光的方式来获得更高亮度的单色光。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明的基本构思为:基于光波长转换技术及混光原理,将两种光波长转换材料进行混合,通过不断的尝试及对结果进行分析,发现使两种光波长转换材料之间的光吸收谱及光发射谱满足一定条件时,可以在与现有技术同等色纯度的前提下来提高单色光的亮度,具体分析为:我们假设第一光波长转换材料发出的第一受激发光按波长区域可以分为有效区域和无效区域两部分,使该无效区域部分的能量被第二光波长转换材料所吸收以激发出处于所述有效区域的第二受激发光,则分光处理后的出射光为第一受激发光的有效区域部分与所述第二受激发光的混合光;而若仅使用第二光波长转换材料来直接激发产生所述第二受激发光,该第二受激发光颜色鲜艳程度和饱和度会比混合光略好,但光通量将小得多。基于光的颜色鲜艳程度和饱和度可以利用颜色修饰片的修饰作用来加以改善,当该颜色修饰片对光通量造成的损耗有限时,无疑采用两种光波长转换材料来混合产生单色光是最好的选择。

[0009] 作为实现本发明构思的技术方案是,提供一种基于光波长转换产生高亮度单色光的方法,尤其是,包括步骤:

[0010] A. 设置第一光波长转换材料及第二光波长转换材料;

[0011] B. 用一激发光来激发所述第一光波长转换材料和第二光波长转换材料,其中第一光波长转换材料吸收所述激发光以产生第一受激发光;第二光波长转换材料吸收所述第一受激发光中的第一波段部分以产生第二受激发光,该被吸收的第一波段部分的能量占该第一受激发光的总能量的 50% 以上;

[0012] C. 将第二受激发光和第一受激发光中未被吸收的部分混合起来形成所述高亮度单色光。

[0013] 进一步地,上述方案中,第二光波长转换材料还吸收所述激发光来产生所述第二受激发光。所述第一光波长转换材料与第二光波长转换材料或者在空间上分开,或者分层叠置在一起,或者同层混杂在一起。

[0014] 具体来说,当所述第一光波长转换材料与第二光波长转换材料在空间上分开时,设置第四分光滤光装置于所述第一光波长转换材料和第二光波长转换材料之间,来透射第一受激发光及反射或部分反射第二受激发光。

[0015] 或,步骤 A 中将所述第一光波长转换材料和第二光波长转换材料设置在一反光片上;并在第一光波长转换材料和第二光波长转换材料的另一侧斜设第三分光滤光装置;该第三分光滤光装置对激发光和受激发光分别具有反射或透射特性,从而该第三分光滤光装置在步骤 B 中引导激发光投射到所述第一光波长转换材料和第二光波长转换材料,并在步骤 C 中透射或反射提供所述高亮度单色光。

[0016] 上述方案中,步骤 A 中还包括设置分光滤光装置于所述高亮度单色光的出射光路上的步骤,该分光滤光装置具有分离所述高亮度单色光与未被第一光波长转换材料或第二光波长转换材料吸收的所述激发光的分光滤光特性,从而用在步骤 C 中选择射出所述高亮度单色光。进一步地,所述分光滤光装置还具有分离第一受激发光中所述第一波段部分和第二波段部分的光的分光滤光特性,从而用在步骤 B 中反射所述第一波段部分的光回第二光波长转换材料及透射所述第二波段部分的光和第二受激发光,以在步骤 C 中选择射出由第二受激发光和所述第二波段部分的光混合成的高亮度单色光。

[0017] 上述方案中,还包括步骤 D. 采用颜色修饰滤光片对出射的所述高亮度单色光的光谱进行修饰,以使出射光的色坐标达到预定值。

[0018] 上述方案中,第二受激发光在所述高亮度单色光中所占的能量比例高于 40% 及低于 80%。

[0019] 上述方案中,步骤 A 中还包括设置第二分光滤光装置在第一和第二波长转换材料的一侧迎向入射的所述激发光的步骤,该第二分光滤光装置具有透射激发光及反射第一受激发光的分光滤光特性。

[0020] 上述各技术方案第一光波长转换材料或第二光波长转换材料与贴近该第一光波长转换材料或第二光波长转换材料的各种分光滤光装置之间存在空气隙。

[0021] 作为实现本发明构思的技术方案还是,提供一种光源,包括激发光源,以及可被来自该激发光源的激发光激发的第一光波长转换材料和第二光波长转换材料,尤其是,该光源采用如上任一项方法来提供高亮度单色光为该光源的出射光。

[0022] 采用上述各技术方案,具有易于实现、低成本及其所带来的性价比高之优点。

[0023] 附图说明 图 1 示意了本发明光源结构及其光转换过程;

[0024] 图 2 示意了图 1 的改进结构;

[0025] 图 3 以各种光谱来示意本发明方法获得单色光的原理;

[0026] 图 4 示意了本发明光源的又一实施例结构;

[0027] 图 5 示意了针对图 1 的又一改进结构;

[0028] 图 6 示意了现有分光滤光装置的透光特性;

[0029] 图 7 示意了本发明光源采用图 6 分光滤光装置后的出射光光谱;

[0030] 图 8 示意了本发明在图 7 基础上采用颜色修饰处理后的出射光光谱。

[0031] 具体实施方式 下面,结合附图所示之最佳实施例进一步阐述本发明。

[0032] 如图 1 所示,本发明光源包括提供激发光 80 的激发光源,以及可被该激发光 80 激发的第一光波长转换材料 1 和第二光波长转换材料 2,依如下的方法步骤来提供高亮度单色光为该光源的出射光:

[0033] A. 设置第一光波长转换材料 1 及第二光波长转换材料 2;

[0034] B. 用一激发光 80 来激发所述第一光波长转换材料 1 和第二光波长转换材料 2,其中第一光波长转换材料 1 吸收所述激发光 80 以产生第一受激发光 81;第二光波长转换材料 2 吸收所述第一受激发光 81 中的第一波段部分以产生第二受激发光 82,该被吸收的第一波段部分的能量占该第一受激发光的总能量的 50% 以上;

[0035] C. 将第二受激发光 82 和第一受激发光中未被吸收的部分 811 混合起来形成所述高亮度单色光。

[0036] 所述光波长转换材料 1、2 包括荧光粉、纳米材料或发光染料,可以通过一种或一种以上的透明材料来结合在一起,以便光源具有稳定的出光特性。以但不限于荧光粉为例,透明材料可以是透明胶体或透明玻璃材料,与荧光粉混合或溶合成型;也可以是透明塑料薄膜材料,将荧光粉热压在该透明塑料薄膜材料上。对具有防潮要求的荧光粉而言,还可以用上述提及的任何透明材料来夹持所述荧光粉,及可进一步进行密封。为便于光波长转换材料散热,光波长转换材料最好呈片状以层分布。另外,为提高光波长转换材料对光的吸收率,还可以在光波长转换材料中混入散射颗粒,例如但不限于氧化钛颗粒或氧化铝颗粒。图 1 实施例中所述第一光波长转换材料 1 与第二光波长转换材料 2 在空间上分开是为了更好示意光转换过程,实际上该第一光波长转换材料 1 与第二光波长转换材料 2 分层叠置在一起或者同层混杂在一起更为常用。

[0037] 上述方法中,步骤 A 中还可以包括设置第二分光滤光装置 4 在第一和第二波长转换材料的一侧迎向入射的所述激发光 80 的步骤,该第二分光滤光装置 4 具有透射激发光及反射第一受激发光的分光滤光特性。因图 1 结构中,第一光波长转换材料所在层可以对第二受激发光起到足够的反射作用,当第一和第二波长转换材料采用与图 1 不同结构,例如同层混杂时,第二分光滤光装置 4 最好还具有反射第二受激发光的分光滤光特性。这样,可以使第一或第二受激发光单面逸出来提高其在光源中的光出射率。

[0038] 此外,使步骤 A 中还包括设置分光滤光装置 3 于所述高亮度单色光的出射光路上的步骤,该分光滤光装置 3 具有分离所述高亮度单色光与未被第一光波长转换材料或第二光波长转换材料吸收的所述激发光的分光滤光特性,从而用在步骤 C 中选择射出所述高亮

度单色光。这样可以提高出射光的色纯度。

[0039] 以高亮度红色光为例,例如但不限于所述光波长转换材料 1 为黄色荧光粉、绿色荧光粉或橙黄色荧光粉,所述光波长转换材料 2 为红色荧光粉,激发光 80 为蓝光、紫光或紫外光。第二分光滤光装置 4 可以是透过激发光 80 及反射第一受激发光 81 的滤光片,或进一步地还可以反射第二受激发光 82。如图 3 所示,第一光波长转换材料 1 以黄绿色荧光粉为例,具有如图中细实线所示意的激发光谱;第二光波长转换材料 2 以红色荧光粉为例,具有如图中粗实线所示意的激发光谱;图中同时以粗填充线示意了红色荧光粉的光吸收谱;以箭头所指示的分界线表示对光源出射红光(约 600nm 以上的部分)有或没有贡献的光。则可以看出,黄绿光(第一受激发光 81,设光能总量为 L)以图示分界线为界被分成两部分,可以称之为对出射光无贡献或贡献不大的第一波段部分和对出射光有贡献的第二波段部分;其中第一波段部分因大体落入红色荧光粉的光吸收谱范围而将大部分被红色荧光粉吸收,第二波段部分少有被吸收。设第一和第二波段部分的光能量分别为 E 和 F,则 $L = E + F$,红色荧光粉激发出的红光总能量为 P,最终在红色荧光粉一侧出射的光能为 $F + P$ 。所述第一受激发光和第二受激发光的归一化光谱存在交叠。因为现有红色荧光粉一般热稳定性较差,故随着发光功率上升发光效率下降非常显著。本发明方法获得的红光无疑比直接使用红色荧光粉激发获得的红光具有更大的亮度。而若仅使用效率高、热稳定性好的黄绿色荧光粉,通过滤光处理来获得 600nm 以上红光成分(第二波段部分),势必要造成严重的光能量损失,与本发明方法相比,光源的光效率过低。本发明方法利用红色荧光粉来吸收所述第一波段部分的能量,并将其转换到第二波段上加以利用,有效地保证了出射光的颜色纯度和亮度,是本发明方法的关键。经过试验发现,该被吸收的第一波段部分的能量占第一受激发光的总能量的 50% 以上时,光源的光效和色纯度为最佳。此外,第二光波长转换材料还吸收所述激发光来产生所述第二受激发光,对提高第二受激发光在输出光中所占的比例大为有益。

[0040] 通过上述分析可知,为了进一步提高出射光的色纯度,最好图 1 中的分光滤光装置 3 还具有分离第一受激发光中所述第一波段部分和第二波段部分的光的分光滤光特性,从而用在本发明方法步骤 B 中反射所述第一波段部分的光回第二光波长转换材料及透射所述第二波段部分的光和第二受激发光,以在步骤 C 中选择射出由第二受激发光和所述第二波段部分的光混合成的高亮度单色光。

[0041] 或,在满足激发光绝大部分被吸收的情况下,本发明方法若直接在步骤 A 中设置分光滤光装置于所述高亮度单色光的出射光路上,并使该分光滤光装置仅具有分离第一受激发光中所述第一波段部分和第二波段部分的光的分光滤光特性,以该分光滤光装置来替换上述图 1 实施例中的分光滤光装置 3 亦可。

[0042] 为了提高第二受激发光的出射效率,如图 2 所示,当所述第一光波长转换材料与第二光波长转换材料在空间上分开时,本发明方法可以设置第四分光滤光装置 5 于所述第一光波长转换材料 1 和第二光波长转换材料 2 之间,来透射第一受激发光及反射第二受激发光。由于第一受激发光和第二受激发光的归一化存在交叠,利用波长分光不能完全分开,因此第四分光滤光装置的特性是透射第一受激发光和部分反射第二受激发光。

[0043] 图 4 示意了本发明光源的又一结构实施例。该实施例中,将所述第一光波长转换材料 1 和第二光波长转换材料 2 设置在一反光片 6 上,第三分光滤光装置 7 斜设在光波长转换材料的另一侧,使之具有反射激发光 80 和透射受激发光 81、82 的分光特性。从而,步

骤 B 中利用第三分光滤光装置 7 来将激发光投射到第一光波长转换材料 1 和第二光波长转换材料 2, 并在步骤 C 中将第二受激发光 82 和第一受激发光中未被吸收的部分 811 混合起来透射第三分光滤光装置 7 来提供所述高亮度单色光。在该实施例中, 采用分层叠置结构时, 第一光波长转换材料 1 比第二光波长转换材料 2 更贴近反光片 6 有利于第二光波长转换材料 2 对第一受激发光的第一波段部分的光的充分吸收; 采用同层混杂结构时, 第一光波长转换材料 1 和第二光波长转换材料 2 可以同时贴近反光片 6。作为方法的等同替换, 该实施例中的第三分光滤光装置还可以被选择为具有透射所述激发光和反射第二受激发光及第一受激发光的第二波段部分的分光特性, 从而该第三分光滤光装置在步骤 B 中引导激发光投射到所述第一光波长转换材料和第二光波长转换材料, 并在步骤 C 中反射提供所述高亮度单色光。

[0044] 针对大功率光输出的光源, 本发明方法为了延长光波长转换材料的使用时间, 将所述第一及第二光波长转换材料设置在运动装置上相对于入射的激发光存在相对运动, 使光波长转换材料轮换地受激发光来避免热量积聚造成发光效率下降。所述运动装置包括用来承载光波长转换材料的转盘或滚轮, 以替换或承载图 1 实施例中的第二分光滤光装置 4 或图 4 实施例中的反光片 6, 如图 5 所示: 用来直接取代第二分光滤光装置 4 的透明转盘 4' 应具有与第二分光滤光装置 4 相同的分光滤光特性, 该透明转盘 4' 在轮轴的带动下带动第一光波长转换材料 1 和第二光波长转换材料 2 及第一分光滤光装置 3 转动。

[0045] 上述各实施例中, 若使第一光波长转换材料 1 或第二光波长转换材料 2 与该光波长转换材料相邻的所述第二分光滤光装置 4、分光滤光装置 3 或反光片 6 相贴处存在空气隙, 可以利用光的全反射现象来促进第二分光滤光装置 4、分光滤光装置 3 或反光片 6 对大角度入射光线的反射作用, 从而提高光的利用效率及提高光源出射光的亮度。

[0046] 实际考虑到光线的入射角度时, 图 1 或图 5 实施例中的分光滤光装置 3 的分光滤光特性不可能太理想。图 6 示意了其典型的透光特性曲线, 对 610 纳米以上的红光其透过率接近 1, 对 530 纳米以下的黄绿光成分其透过率在 20% 以下, 对 530 ~ 610 纳米之间的光的透过率则随光波长变大而递增。同时, 由图 3 可见红色荧光粉不能对分界线以左的第一波段部分的黄绿光实现完全吸收, 因此在图 6 所示的分光滤光装置 3 存在的情况下, 光源的光输出情况将如图 7 所示: 以粗实线示意红色荧光粉的激发光谱, 以细实线示意黄绿色荧光粉的激发光谱, 以细填充线来示意黄绿色荧光粉的受激发光被部分吸收后的剩余光谱, 粗填充线则代表了经过分光滤光装置 3 之后的出射光光谱。与该图 7 相对应的测试数据表明黄绿色受激发光被吸收的比例是 67%, 剩余的黄绿光与红色受激发光合成出射光中红色受激发光的比例是 45%。可见其色纯度比单独使用红色荧光粉来提供红光稍差。

[0047] 为此, 本发明方法还包括步骤 D. 采用颜色修饰滤光片对出射的所述高亮度单色光的光谱进行修饰, 以使出射光的色坐标达到预定值。因现有颜色修饰滤光片具有较好的滤光截止特性, 如图 8 所示, 以粗填充线示意混合出射光的光谱, 以细实线代表该混合出射光经颜色修饰片处理后的出射光光谱, 测试数据表明最终出射光中的红色受激发光的比例将提升到 57%, 虽然出射光的亮度有所降低, 但色纯度更高, 色饱和度也得到提高, 同时该实施例下的出射光光通量比传统使用红色荧光粉的方案增长了 49.6%。在本发明方法中, 可以调整两种光波长转换材料的配比, 以使第二受激发光在所述高亮度单色光中所占的能量比例高于 40% 及低于 80%。

[0048] 所述颜色修饰滤光片可以通过吸收来过滤掉部分光谱能量；也可通过反射来选择性地透过所需要的光谱能量，同时反射不需要的光谱能量。

[0049] 还可以改进上述实施例，比如使用颜色修饰滤光片时省掉分光滤光装置 3 以节省成本。另外上述各实施例并不限定单色光的种类，可以根据单色光的不同需求选择不同的光波长转换材料组合来得到其它颜色的单色光，例如绿光。遵循本发明思想的各种方法实施例将落入本发明保护范围。而包括了激发光源并采用本发明方法来提供高亮度单色光为出射光的各种光源也将落入本发明保护范围。

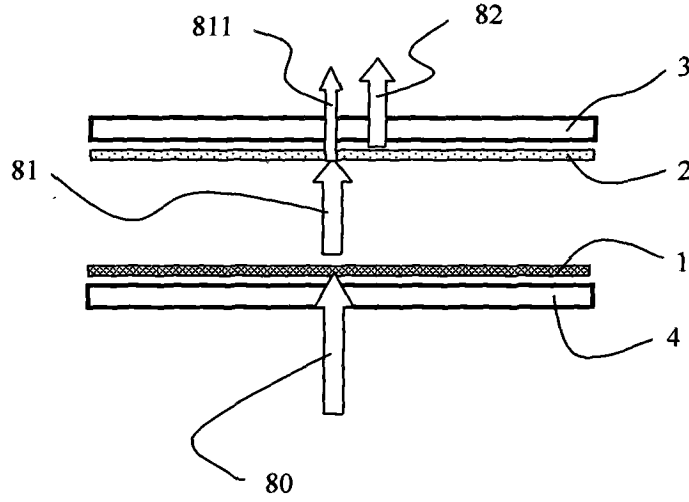


图 1

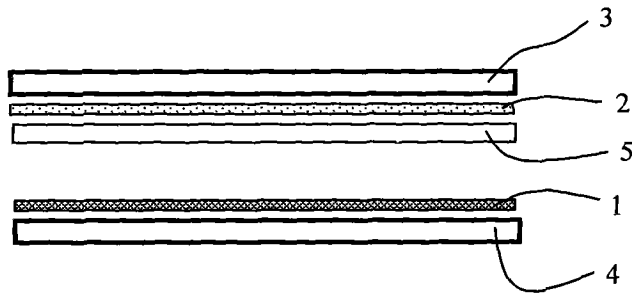


图 2

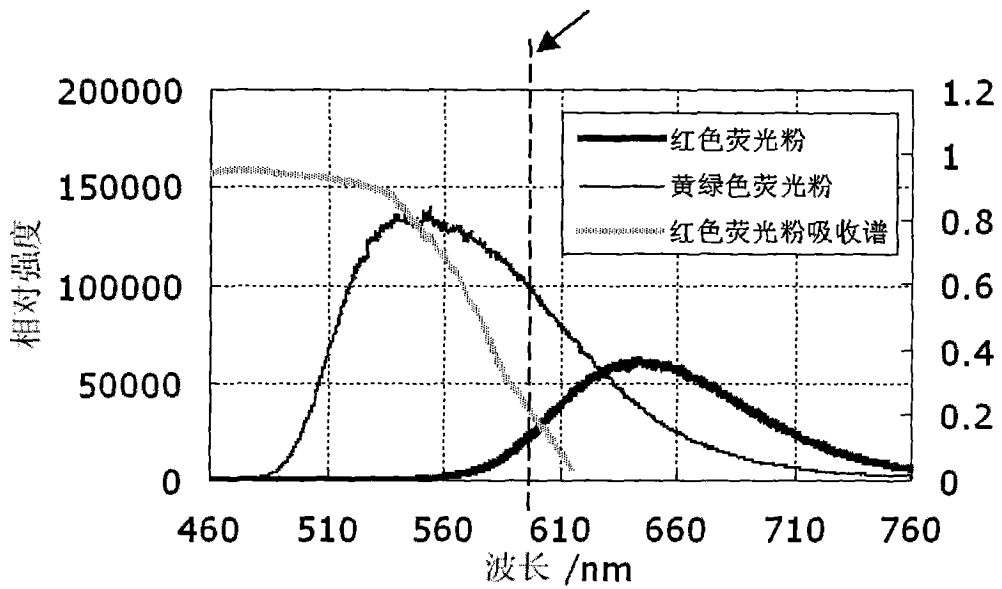


图 3

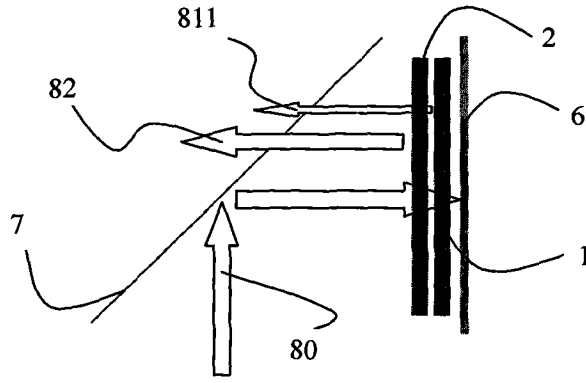


图 4

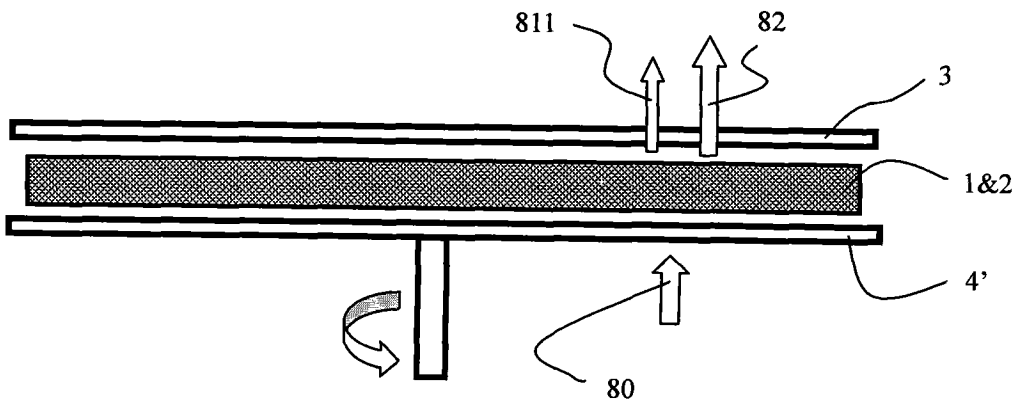


图 5

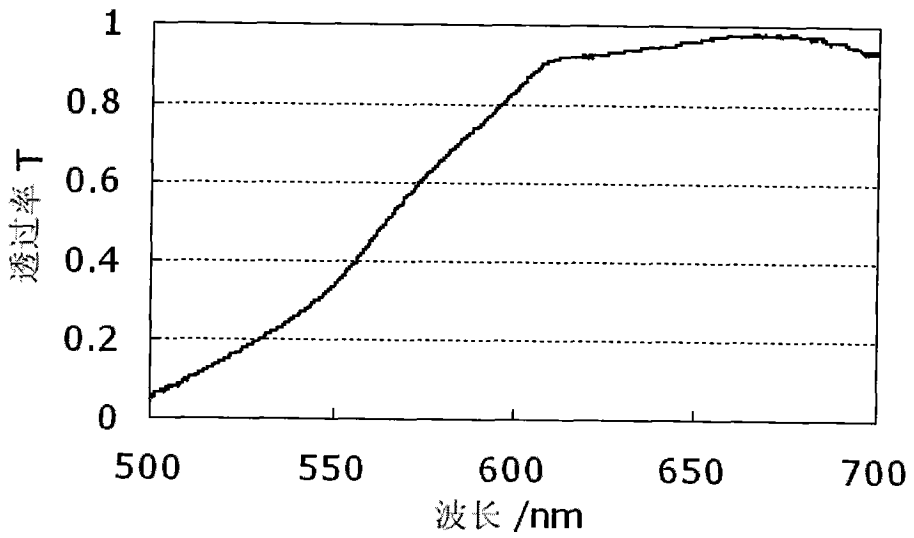


图 6

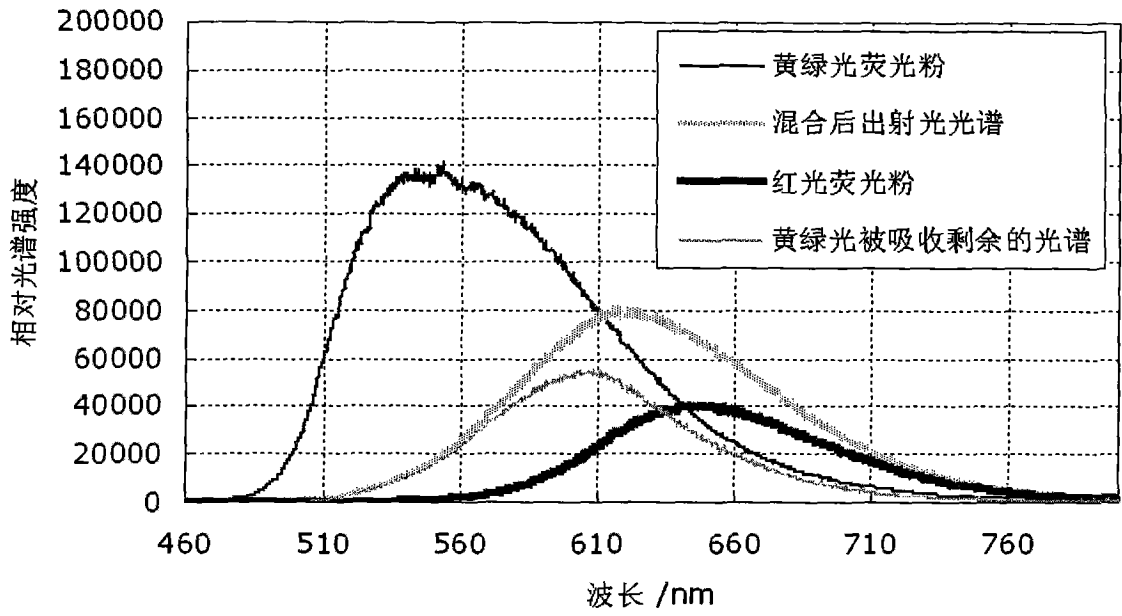


图 7

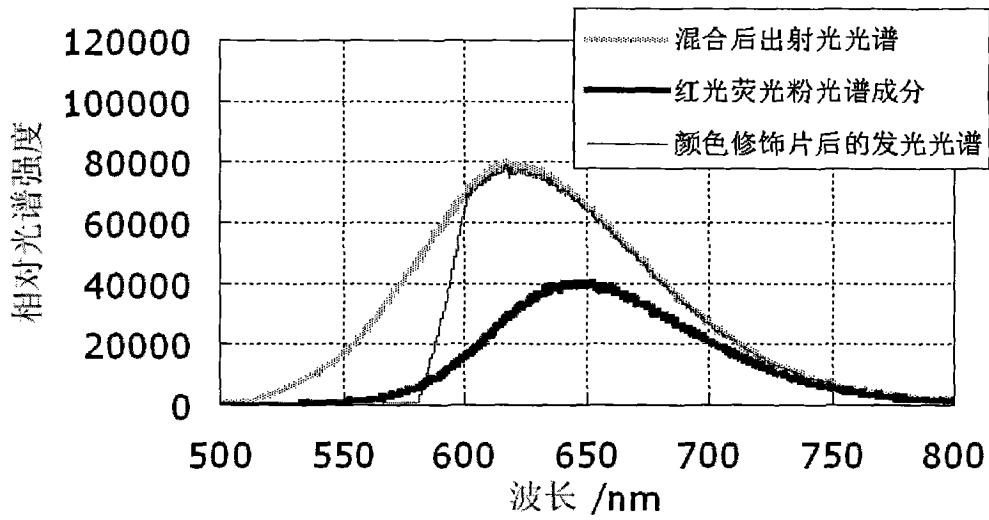


图 8