

近自然光 LED 光源及照明装置

本申请要求于 2022 年 11 月 21 日在中国专利局提交的、申请号为 202211456881.9、发明名称为“近自然光 LED 光源及照明装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

5 本申请属于光源技术领域，尤其涉及一种近自然光 LED 光源及照明装置。

背景技术

LED 光源因节能、环保、亮度高等优点，备受人们的欢迎。然而，现有的 LED 光源发出的光之间总使人觉得不自然，不舒适。其主要原因在于：第一，光线中红光光谱太弱，导致睫状肌常处于向前拉的状态，眼睛容易近视。第二，相对于使人舒适的自然光，其光谱不完整，显色性也较差。

10 为了追求更为舒适的照明效果，众多研究单位致力于开发接近自然光的光源，例如，采用蓝光芯片结合荧光粉获得白光源，或者采用红绿蓝三原色芯片混光获得白光等。采用蓝光芯片结合荧光粉时，由于芯片的波长范围以及荧光粉的波长范围有一定限制，使得其光谱仍不理想，尤其是蓝光比例过高。采用红、绿、蓝芯片的组合结构，虽然也产生了白光，但只有三个中心波长处强度较大，而其他波段过低，蓝光比例更高。

15 另外，还有白光 LED 产品通过较多种荧光模块排列成较大的荧光体，其中每个荧光模块对应一种波长，配合一颗蓝光芯片，通过不同的荧光模块产生不同的光，再进行混合得到白光。这种结构很难实现均匀混光，且极其难于调试出近自然光，而且，其结构复杂，体积大，适用性不好。

技术问题

20 本申请的目的在于提供一种近自然光 LED 光源及照明装置，旨在解决现有技术中光线中红光光谱太弱、光谱不完整的技术问题。

技术方案

本申请是这样实现的，第一方面，提供了一种近自然光 LED 光源，包括基底、设置于所述基底上的至少一个发光组件及与所述发光组件电连接的电连接件，所述发光组件包括至少三个发光单元，所述发光单元包括蓝光芯片和形成于所述蓝光芯片的出光侧的波长转换元件，位于同一所述发光组件中的至少两个所述蓝光芯片的峰值波长相差 3nm 以上，同一所述发光组件中所有所述发光单元发出的光能够混合形成波长为 400-700nm 的近自然光，且近自然光中 640~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.7。

25 在其中一个实施例中，位于同一所述发光组件中的所有所述蓝光芯片的峰值波长各不相同，且任意两个所述蓝光芯片之间的峰值波长间隔在 3nm 以上。

在其中一个实施例中，每个所述发光单元均能够发出波长为 400-700nm 的近自然光。

30 在其中一个实施例中，所述波长转换元件包括荧光体。

在其中一个实施例中，所述荧光体内混合有荧光组合物，所述荧光组合物包括：

第一荧光粉，所述第一荧光粉的发光波长为 480~500nm；

第二荧光粉，所述第二荧光粉的发光波长大于 500nm，且小于 620nm；

第三荧光粉，所述第三荧光粉的发光波长大于或等于 620nm；

35 所述第一荧光粉，所述第二荧光粉和所述第三荧光粉的质量比为（15~70）：（15~70）：（13~70）。

在其中一个实施例中，所述第一荧光粉包括荧光粉 A；所述荧光粉 A 的发光波长为 488~492nm；

所述第二荧光粉包括荧光粉 B，所述荧光粉 B 的发光波长为 523~542nm；

40 所述第三荧光粉包括荧光粉 C、荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F，所述荧光粉 C 的发光波长为 628~681nm，所述荧光粉 D 的发光波长为 718~722nm，所述荧光粉 E 的发光波长为 738~742nm，所述荧光粉 F 的发光波长为 793~797nm。

在其中一个实施例中，所述第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉分开设置；

所述第二荧光粉中的所述荧光粉 B 包括荧光粉 B1 和荧光粉 B2，且所述荧光粉 B1 的发光波长为 523~527nm，所述荧光粉 B2 的发光波长为 538~542nm，所述荧光粉 B1 和所述荧光粉 B2 的质量比为（20~85）：（10~85）；

所述第三荧光粉中的所述荧光粉 C 包括荧光粉 C1、荧光粉 C2 和荧光粉 C3，且所述荧光粉 C1 的发光波长为 628~632nm，所述荧光粉 C2 的发光波长为 658~662nm，所述荧光粉 C3 的发光波长为 677~681nm，所述荧光粉 C1、所述荧光粉 C2、所述荧光粉 C3 所述荧光粉 D、所述荧光粉 E 和所述荧光粉 F 的质量比为 (3~35) : (1~45) (3~60) : (7~90) : (7~60) : (1~70)。

- 5 在其中一个实施例中，所述第三荧光粉中的所述荧光粉 C 与所述第一荧光粉、第二荧光粉形成第一混合物；

所述第三荧光粉中的荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F 形成第二混合物，

所述第一混合物中，所述荧光粉 A、所述荧光粉 B 和所述荧光粉 C 的质量比为 (10~80) : (15~85) : (1~40)；

- 10 所述第二混合物中，所述荧光粉 D、所述荧光粉 E 和所述荧光粉 F 的质量比为 (20~120) : (10~90) : (1~100)；

所述第一混合物与所述第二混合物分开设置。

在其中一个实施例中，所述荧光体包括沿光线出射方向依次设置的第一荧光部、第二荧光部和第三荧光部，所述第一荧光部包括所述第一荧光粉，所述第二荧光部包括所述第二荧光粉，所述第三荧光部包括所述第三荧光粉。

- 15 在其中一个实施例中，所述荧光体包括沿光线出射方向依次设置的第四荧光部和第五荧光部，所述第四荧光部包括所述第一混合物，所述第五荧光部包括所述第二混合物。

在其中一个实施例中，沿光线出射方向设置的各荧光部的折射率依次增大。

- 20 在其中一个实施例中，各荧光部的厚度大于其中任一种荧光粉的粒径，且小于该荧光部中最大荧光粉粒径的 1.5 倍。

在其中一个实施例中，所述荧光体的厚度小于等于 0.3mm。

在其中一个实施例中，所述近自然光具有如下光学参数：

- 25 所述近自然光的色温为 2700K-3000K 时，380~435nm 波段的绝对光谱功率小于 0.35；435~475nm 波段的绝对光谱功率大于 0.40；475~492nm 波段的绝对光谱功率大于 0.45；492~577nm 波段的绝对光谱功率大于 0.50；577~597nm 波段的绝对光谱功率大于 0.75；597~622nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80；622~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80；

- 30 所述近自然光的色温为 4000K-4200K 时，380~435nm 波段的绝对光谱功率小于 0.40；435~475nm 波段的绝对光谱功率小于 0.65；475~492nm 波段的绝对光谱功率大于 0.60；492~577nm 波段的绝对光谱功率大于 0.65；577~597nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80；597~622nm 波段的绝对光谱功率大于 0.8；622~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80；

- 35 所述近自然光的色温为 5500K-6000K 时，380~435nm 波段的绝对光谱功率小于 0.45；435~475nm 波段的绝对光谱功率小于 0.80；475~492nm 波段的绝对光谱功率大于 0.70；492~577nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80；577~597nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80；597~622nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80；622~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.70；

- 40 所述近自然光的色温小于 4000K 时，380~435nm 波段的绝对光谱功率小于 0.40；435~475nm 波段的绝对光谱功率小于 0.65；475~492nm 波段的绝对光谱功率大于 0.30；492~577nm 波段的绝对光谱功率小于 0.7；577~597nm 波段的绝对光谱功率小于 0.80；597~622nm 波段的绝对光谱功率大于 0.8；622~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80。

- 45 在其中一个实施例中，同一所述发光单元中包括多个所述蓝光芯片，位于同一个所述发光单元的所有所述蓝光芯片的峰值波长一致、或者任意两个所述蓝光芯片的峰值波长的差值处于预设范围内。

在其中一个实施例中，所述蓝光芯片倒装于所述基底的表面。

在其中一个实施例中，所述波长转换元件为荧光膜，所述荧光膜通过喷涂形成于所述蓝光芯片的出光面上。

在其中一个实施例中，所述蓝光芯片通过 CSP 封装工艺安装于所述基底上。

- 45 在其中一个实施例中，所述蓝光芯片正装于所述基底层表面。

在其中一个实施例中，所述基底上设有与所述发光单元一一对应的反射杯，各所述发光单元一一对应的设置于相应所述反射杯中，所述电连接件形成于所述基底的表面，且在所述反射杯的底部与所述蓝光芯片连接。

在其中一个实施例中，各所述发光单元中所述蓝光芯片和所述波长转换元件之间填充有第一封装层；或者，各所述发光单元中所述蓝光芯片和所述波长转换元件之间填充有第一封装层，且所述波长转换元件的出光面包覆有第二封装层。

在其中一个实施例中，所述发光组件包括三个间隔且呈三角形分布的所述发光单元；

5 或者，位于同一个所述发光组件内的所有所述发光单元沿直线排列。

在其中一个实施例中，相邻两个所述发光单元之间的间距大于所述荧光体的厚度。

第二方面，提供了一种照明装置，包括上述各实施例提供的近自然光 LED 光源。

本申请第一方面相对于现有技术的技术效果是：

10 第一，本申请实施例提供的近自然光 LED 光源中的各发光组件通过至少三个发光单元组合，获得更接近自然光的全色仿生光谱，相比于传统白光照明，近自然光的波长更完整，各波段相对光谱功率更接近自然光，视觉感受更加舒适。

第二，提升了红光的绝对光谱功率，尤其是 640-700nm 红光具有促进眼部血液循环，预防眼疲劳的功效，同时 640-700nm 红光饱和，不会使睫状肌一直向前拉，导致眼轴变短，可提升近自然光照明的健康等级。

15 第三，采用至少三个发光单元组合，结构简洁，在调试过程中变量可控性好，使近自然光的调试得以实现，解决多个发光体组合无法调出近自然光的问题，以及通过蓝光芯片和荧光胶结合的方式无法获得近自然光的问题。

20 第四，位于同一发光组件中的至少两个蓝光芯片的峰值波长相差 3nm 以上，在降低蓝光的同时提升了青光的光功率，解决了近自然光研究中长期存在的青光偏低的问题，使得全色仿生光谱更加接近真实自然光，也使得显色指数进一步提升。

第五，发光单元可以采用满足性能要求的微型发光体，光源整体为一微型灯珠，可多个灯珠以任意形式布置于各种灯具的基底上，由于其体积小，可设置于基底的任意位置，应用灵活，灯具整体发光均匀，照明效果好。

25 第六，这种多个发光单元组合，每个发光单元分别具有波长转换元件的封装技术，也可实现连续的、宽光谱彩光，专用于理疗产品，解决了行业彩光光源的单波长、窄光谱的技术瓶颈。

可以理解的是，上述第二方面的有益效果可以参见上述第一方面中的相关描述，在此不再赘述。

附图说明

30 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对本申请实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面所描述的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是本申请一实施例提供的近自然光 LED 光源的俯视图结构示意图；

图 2 是图 1 中其中一个发光单元的剖视图结构示意图；

35 图 3 是本申请实施例提供的近自然光 LED 光源所形成光谱与普通光源所形成光谱的对比图，其中图 3 中的 (a) 为本申请实施例提供的近自然光 LED 光源所形成光谱，图 3 中的 (b) 普通光源所形成光谱；

40 图 4 是本申请实施例所采用的发明组件中各发光单元所形成的光谱图；

图 5 是本申请实施例提供的近自然光 LED 光源在不同驱动电流的下的生成的光谱对比图；

图 6 是本申请实施例所采用的波长转换元件的侧视图结构示意图；

图 7 为实施例 1 提供的近自然光 LED 光源光谱图；

图 8 为实施例 2 提供的近自然光 LED 光源光谱图；

45 图 9 为实施例 3 提供的近自然光 LED 光源光谱图；

图 10 为实施例 4 提供的近自然光 LED 光源光谱图；

图 11 为实施例 5 提供的近自然光 LED 光源光谱图；

图 12 为实施例 6 提供的近自然光 LED 光源光谱图；

图 13 为实施例 7 提供的近自然光 LED 光源光谱图；

图 14 为实施例 8 提供的近自然光 LED 光源光谱图；

图 15 是本申请实施例所采用的第一荧光部的剖视图结构示意图；

图 16 是本申请另一实施例提供的近自然光 LED 光源的俯视图结构示意图；

图 17 是图 16 中其中一个发光单元的剖视结构示意图；
 图 18 是本申请另一实施例提供的近自然光 LED 光源的俯视结构示意图；
 图 19 是图 18 中其中一个发光单元的剖视结构示意图；
 图 20 是本申请一实施例所采用的单个发光单元的封装结构示意图；
 图 21 是本申请另一实施例所采用的单个发光单元的封装结构示意图；
 图 22 是本申请另一实施例所采用的单个发光单元的封装结构示意图；
 图 23 是本申请另一实施例所采用的单个发光单元的封装结构示意图。
 附图标记说明：

100、基底；200、电连接件；300、发光单元；310、蓝光芯片；320、波长转换元件；321、第一荧光部；3211、胶体；3212、荧光粉；322、第二荧光部；323、第三荧光部；330、保护层；340、透明封装层；400、反射杯；500、第一封装层；600、第二封装层；d1、荧光部的厚度；d2、荧光粉的粒径；d3、荧光体的厚度；d4、相邻两个发光单元之间的间距。

本发明的实施方式

下面详细描述本申请的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本申请，而不能理解为对本申请的限制。

在本申请的描述中，需要理解的是，术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。

此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本申请的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。

在本申请中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。

30 技术术语的解释说明：

1. 光谱功率：

一种光源所发射的光谱往往不是单一的波长，而是由许多不同波长的混合辐射所组成。光源的光谱辐射按波长顺序和各波长强度分布称为光源的光谱功率分布。

35 用于表征光谱功率大小的参数分为绝对光谱功率和相对光谱功率。进而绝对光谱功率分布曲线：指以光谱辐射的各种波长光能量绝对值所作的曲线；

相对光谱功率分布曲线：指将光源辐射光谱的各种波长的能量进行相互比较，作归一化处理而使辐射功率仅在规定的范围内变化的光谱功率分布曲线。辐射功率最大的相对光谱功率为 1，其他波长的相对光谱功率均小于 1。

2. 色比：

40 任何白光均可由红、绿、蓝三原色以相应比例混合得到，为了表示 R、G、B 三原色各自在白光总量中的相对比例，引入色度坐标 r、g、b，其中， $r=R/(R+G+B)$ ， $g=G/(R+G+B)$ ， $b=B/(R+G+B)$ ， $r+g+b=1$ ，r、g、b 分别为红光色比、绿光色比、蓝光色比。

45 请参照图 1 及图 2 所示，在本申请实施例中，提供一种近自然光 LED 光源，可用于各种照明装置，包括基底 100、设置于基底 100 上的至少一个发光组件及与发光组件电连接的电连接件 200。本实施例中的基底 100 可以为印刷电路板、铝基板等硬质基板，也可以为柔性基板，具体可以根据使用需要灵活选择。电连接件 200 可以为形成于基底 100 表面上的电路，也可以为安装于基底 100 表面的电极。电连接件 200 与基底 100 的连接方式可以根据两者的材质及发光组件的安装方式确定，此为现有技术，在此

不再赘述。各发光组件通过上述电连接件 200 实现与外接电源的电连接。发光组件包括至少三个发光单元 300。具体的，本实施例中同一发光组件中可以设置三个、四个或者更多个发光单元 300，且不同发光单元 300 之间一般具有一定间隔，也可以不具有间隔，具体可以根据出光效果而定。当不同发光单元 300 间隔设置时，一般光源的出光效率较高，此时不同发光单元 300 之间的间距可以相同或者不同，具体可以根据光源的出光效果设定。

发光单元 300 包括蓝光芯片 310 和形成于蓝光芯片 310 的出光侧的波长转换元件 320。位于同一发光组件中的至少两个蓝光芯片 310 的峰值波长相差 3nm 以上。需要说明的是，本实施例中同一发光单元 300 中可以设置一个蓝光芯片 310，也可以设置两个或者两个以上蓝光芯片 310。当单个蓝光芯片 310 中设置有两个或者两个以上蓝光芯片 310 时，一般采用峰值波长相同或者具有微小差异的蓝光芯片 310。同一发光组件中所有发光单元 300 发出的光能够混合形成波长为 400-700nm 的近自然光，且近自然光中 640~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.7。

为便于描述，下文部分内容将“近自然光 LED 光源”简称为光源或者本光源，本领域技术人员应当理解的是下文中“光源”、“本光源”和“近自然光 LED 光源”一般均指本实施例中的“近自然光 LED 光源”。

可见光中各种色光的波长范围如下：红色光的波长为 622~700nm，橙色光的波长为 597~622nm，黄色光的波长为 577~597nm，绿色光的波长为 492~577nm，青色光的波长为 475~492nm，蓝色光的波长为 435~475nm，紫色光的波长为 380~435nm。本实施例中的 640~700nm 波段对应红光，可深入皮肤以下 10mm，具有促进眼部血液循环，预防眼疲劳的功效。

在 LED 照明领域，研究接近自然光的照明光源是本领域的发展趋势之一，也是众多研究人员和单位一直在努力的方向，现有技术中也出现一些致力于接近自然光的照明产品，通常称这种产品产生的光为“近自然光”，近自然光指光谱形状（相应波段的相对光谱功率）与自然光接近，至少部分光学参数与自然光接近，该接近的程度不局限于某数值。本实施例中的近自然光 LED 光源同样旨在实现与自然光更为接近的照明效果，并且能够提高红光的绝对光谱功率。

具体地，本光源的基本支撑结构为基底 100，发光组件设置在基底 100 上，发光组件的数量为一组、两组或更多组，各发光组件的结构和功能都是一致的。本实施例优选为一组。每一组发光组件都包括至少三个发光单元 300，即，本光源发出近自然光是通过至少三个发光单元 300 发出的光混合实现的。参考图 15，该发光单元 300 包括蓝光芯片 310 和形成于蓝光芯片 310 的出光侧的波长转换元件 320，其中蓝光芯片 310 用于发出蓝光，波长转换元件 320 用于将蓝光芯片 310 发出的单色光进行波长转换，产生其他色光（可以为白光或者其他颜色的光），多种色光混合后形成近自然光。具体的，本实施例中每个发光单元 300 均可发出具有全色仿生光谱的光，也可以发出具有部分光谱的光，只要位于同一发光组件中的所有发光单元 300 发出的光混合后可以形成波长为 400-700nm 的近自然光，且近自然光中 640~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.7 即可。又由于每组发光组件都可以发出近自然光，因此在本光源包含了多组发光组件的情况下，同样能够发出近自然光。

为便于理解，图 3 给出了一种通过本实施例提供的光源可以实现的近自然光的光谱图（如图 3 中的（a））以及普通光源所形成的光的光谱图（如图 3 中的（b）），通过该图可以看出，通过本实施例提供的光源可以实现的近自然光的光谱图完整，且光谱图中近自然光中 640~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.7，即 640-700nm 红光饱和，这样不会使睫状肌一直向前拉，导致眼轴变短，可提升近自然光照明健康等级，同时通过上述光谱图对此还可以看出，通过本实施例提供的光源可以实现的近自然光的光谱图中蓝光的比例被降低，这样有利于保护视力，尤其是幼儿和儿童视力，还有利于减少由于蓝光过高导致的亚健康健康问题。

同时，位于同一发光组件中的至少两个蓝光芯片 310 的峰值波长相差 3nm 以上，相较采用峰值波长相同的蓝光芯片 310，还可有效提升青光绝对光谱功率，解决了近自然光研究中长期存在的青光偏低的问题，使得准自然光更加接近真实自然光，也使得显色指数进一步提升。

本申请实施例提供的光源至少具有如下效果：

第一，本光源中的各发光组件通过至少三个发光单元 300 组合，获得更加接近自然光的全色仿生光谱，相比于传统白光照明，近自然光的波长更完整，各波段绝对光谱功率更接近自然光，视觉感受更加舒适。

第二，提升了红光的绝对光谱功率，尤其是 640-700nm 红光具有促进眼部血液循环，预防眼疲劳的

功效,同时 640-700nm 红光饱和,不会使睫状肌一直向前拉,导致眼轴变短,可提升近自然光照明的健康等级。

第三,采用至少三个发光单元 300 组合,结构简洁,在调试过程中变量可控性好,使近自然光的调试得以实现,解决多个发光体组合无法调出近自然光的问题,以及通过蓝光芯片和荧光胶结合的方式无法获得近自然光的问题。

第四,位于同一发光组件中的至少两个蓝光芯片 310 的峰值波长相差 3nm 以上,在降低蓝光的同时提升了青光绝对光谱功率,解决了近自然光研究中长期存在的青光偏低的问题,使得近自然光更加接近真实自然光,也使得显色指数进一步提升。

第五,发光单元 300 可以采用满足性能要求的微型发光体,光源整体为一微型灯珠,可多个灯珠以任意形式布置于各种灯具的基底上,由于其体积小,可设置于基底的任意位置,应用灵活,灯具整体发光均匀,照明效果好。

第六,这种多个发光单元 300 组合,每个发光单元 300 分别具有波长转换元件 320 的封装技术,也可实现连续的、宽光谱彩光,专用于理疗产品,解决了行业彩光光源的单波长、窄光谱的技术瓶颈。

上述实施例中,若位于同一发光组件中存在至少两个峰值波长相同的蓝光芯片,则近自然光 LED 光源所形成的光谱中青光的绝对光谱功率较小,为弥补这一缺陷,在一个可选的实施例中,位于同一发光组件中的所有蓝光芯片的峰值波长各不相同,且任意两个蓝光芯片之间的峰值波长间隔在 3nm 以上。

采用这一结构,经测试,近自然光 LED 光源所形成的光谱与自然光光谱更为接近,可解决上述近自然光 LED 光源所形成的光谱中青光的绝对光谱功率较小的问题。

在一个可选的实施例中,每个发光单元均能够发出波长为 400-700nm 的近自然光。本实施例中位于同一发光组件中的不同发光单元均可发出全色仿生光谱光线,但每个发光单元对应的光谱一般不同。如图 4 所示,当发光组件中设有三个发光单元时,其中一个发光单元所对应的光谱可以如图 4 中的 (a) 所示,一个发光单元所对应的光谱可以如图 4 中的 (b) 所示,最后一个发光单元 300 所对应的光谱可以如图 4 中的 (c) 所示,这样三个发光单元发出的光线混合可以形成具有如图 3 中的 (a) 所示光谱的近自然光。当然,在其他实施例中,发光单元也可以形成其他形状的光谱,这里不做唯一限定。各发光单元采用能够发出全色仿生光谱的结构,使得整个发光组件发出的全色仿生光谱近自然光更加容易。

又由于本实施例中每个发光单元均具有波长转换元件,根据现有工艺,相较多个发光单元中的蓝光芯片共用一个波长转换元件,更易使得每个发光单元的光谱保持稳定,不会因驱动电流的改变而变化。如图 5 所示,经测试,本实施例提供的光源在三种不同的驱动电流 (100mA、200mA 和 300mA) 下形成的光谱形状像差不大,光谱稳定性高。

波长转换元件作为一种光学换能元件,可以有多种形式,可包括荧光粉色轮、非线性光学晶体或者荧光体等。其中波长转换元件包括荧光体时,结构简单,有助于光源尺寸控制。具体的,荧光体可以为荧光薄膜、荧光陶瓷、荧光玻璃等。为便于加工,优选荧光薄膜、荧光涂层、荧光胶体等,这些荧光结构一般通过把荧光粉混合在硅胶或者环氧树脂等粘合剂中制成。具体的,当蓝光芯片采用正装方式安装于基底时,荧光体可以为点满整个反射杯后形成的块体结构,也可以为封盖于反射杯顶部的荧光层,还可以采用其他形式具体可以根据实际使用需要而定;当蓝光芯片采用倒装方式安装于基底时,荧光体可以采用荧光薄膜、荧光涂层等结构。更为具体的,蓝光芯片采用倒装方式制备时,可将所有蓝光芯片依次间隔排布,再统一在所有蓝光芯片上通过喷涂、印刷等方式制备荧光层,之后再通过切割的方式制备出各个发光单元,最后将各个发光单元组装至基底上,与形成于基底上的电连接件电连接。

上述荧光体可以有多种设置形式,为便于理解,现举例说明。

在一些实施例中,荧光体内混合有荧光组合物,荧光组合物包括第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉。其中,第一荧光粉的发光波长为 480-500nm,第二荧光粉的发光波长大于 500nm 且小于 620nm,第三荧光粉的发光波长大于或等于 620nm。第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉的质量比为 (15~70): (15~70): (13~70)。

通过发光波长不同,且发光波长分布于可见光波段范围内的第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉相互配合,使得本申请实施例荧光组合物被激发产生全色白光,同时,通过调整第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉的质量比为 (15~70): (15~70): (13~70),使得该白光中蓝光绝对光功率值低,青光绝对光功率值高,高度模拟自然光,同时提高了该白光的显色指数。

可以理解的是,荧光粉的发光波长指的是荧光粉被光子激发所产生光谱主峰的峰值对应的波长。

在一些实施例中,第一荧光粉包括荧光粉 A;荧光粉 A 的发光波长为 488~492nm。第二荧光粉包括荧光粉 B,荧光粉 B 的发光波长为 523~542nm。第三荧光粉包括荧光粉 C、荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F。荧光粉 C 的发光波长为 628~681nm,荧光粉 D 的发光波长为 718~722nm,荧光粉 E 的发光波长为 738~742nm,荧光粉 F 的发光波长为 793~797nm。

- 5 通过发光波长分散分布于可见光波段的荧光粉 A、荧光粉 B、荧光粉 C、荧光粉 E 和荧光粉 F,使得本申请荧光组合物所产生的白光包含 400~800nm 范围内全部波段的可见光,使得该白光更进一步的模拟自然光。

在进一步实施例中,荧光粉 B 包括荧光粉 B1 和荧光粉 B2,荧光粉 B1 的发光波长为 523~527nm,荧光粉 B2 的发光波长大于 538~542nm。荧光粉 C 包括荧光粉 C1、荧光粉 C2 和荧光粉 C3。荧光粉 C1 10 的发光波长为 628~632nm,荧光粉 C2 的发光波长为 658~662nm,荧光粉 C3 的发光波长为 677~681nm。

示范例中,荧光粉 A 包括 A1 和 A2,荧光粉 A1 的发光波长为 480nm;荧光粉 A2 的发光波长为 490nm。荧光粉 B1 的发光波长具体可以为 525nm,荧光粉 B2 的发光波长具体可以为 540nm,荧光粉 C1 的发光波长具体可以为 630nm,荧光粉 C2 的发光波长具体可以为 660nm,荧光粉 C3 的发光波长具体可以为 679nm,荧光粉 D 的发光波长具体可以为 720nm,荧光粉 E 的发光波长具体可以为 740nm,荧光粉 F 15 的发光波长具体可以为 795nm。

第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉可以相互分离,也可以相互混合,通过使第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉包括发光波长不同的荧光粉组分,能够使得本申请实施例仿生荧光组合物中不同波长的荧光粉根据需求进行灵活调整,例如在一些实施例中,可以控制第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉之间的质量比为 (15~70): (15~70): (13~60),进一步为 (25~60): (25~55): (13~60), 20 更进一步为 (31~40): (31~40): (13~60),也可以控制第二荧光粉中荧光粉 B1 和荧光粉 B2 的质量比为 (20~85): (10~85),进一步为 (30~75): (20~75),更进一步为 (35~70): (25~70),还可以控制第三荧光粉中荧光粉 C1、荧光粉 C2、荧光粉 C3、荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F 的质量比为 (3~35): (1~45) (3~60): (7~90): (7~60): (1~70),进一步为 (7~30): (3~40) (3~50): (10~90): (10~60): (1~60),更进一步为 (7~20): (3~30) (3~40): (20~80): 25 (20~50): (1~50)。

通过将第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉之间的质量比,以第二荧光粉、第三荧光粉中组分的质量比在控制在该范围内,能够调整本申请荧光组合物所产生的白光不同波段绝对光功率值,能够优化所产生的白光的光谱,如使得该白光在 640~700nm 波长范围内的红光光功率高,更接近自然光,提高该白光应用于照明时的舒适度和对环境 and 物品体现的真实度,以及降低对人体的伤害。

30 在一些实施例中,第三荧光粉中的荧光粉 C 与第一荧光粉、第二荧光粉形成第一混合物,第三荧光粉中的荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F 形成第二混合物。且该第一混合物与第二混合物分开设置。

在进一步实施例中,第一混合物中荧光粉 A 的发光波长可以为 490nm (A2),荧光粉 B 包括荧光粉 B3,荧光粉 B3 的发光波长可以为 532~537nm,具体可以为 535nm,荧光粉 C 可以包括上文所述的荧光粉 C2,荧光粉 C2 的发光波长可以为 658~662nm,具体可以为 660nm。第二混合物中荧光粉 D 的 35 发光波长可以为 720nm,荧光粉 E 的发光波长可以为 740nm,荧光粉 F 的发光波长可以为 795nm。

通过将荧光组合物分为分开设置的第一混合物和第二混合物,第一混合物和第二混合物包含发光波长不同的组分,成膜时,第一混合物和第二混合物可以分别成膜,使得通过第一混合物和第二混合的质量比能够进行灵活的调整,进而能够调整荧光组合物所发出的白光的光谱,以优化所产生的白光的光谱分分布,使白光更接近自然光。

40 在一些实施例中,可以控制第一混合物中荧光粉 A、荧光粉 B 和荧光粉 C 的质量比为 (10~80): (15~85): (1~40),进一步为 (10~70): (15~85): (1~35),更近一步为 (15~60): (20~75): (1~30)。也可以控制第二混合物中荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F 的质量比为 (20~120): (10~90): (1~100),进一步为 (30~100): (15~70): (1~80),更进一步为 (40~90): (20~60): (1~70)。

通过控制第一混合物和第二混合物的质量比,以及第一混合物和第二混合物中各组分的质量比,能够调整所产生的白光的光谱。将第一混合物和第二混合物的质量比,以及第一混合物和第二混合物中各组分的质量比控制在此范围内,能够优化所产生的白光的光谱,例如可以提高第二混合物的质量比,使得该白光在 640~700nm 波长范围内的红光光功率更高,更接近自然光。

在一些实施例中,荧光粉 A、荧光粉 B、荧光粉 C、荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F 可以包括氮化

物、 Y_3Al_{12} 、C和氟化物任一化合物。例如，荧光粉A可以为镓掺杂钇铝石榴石，具体的如钇三铝镓五氧十二 $[Y_3(Al, Ga)_5O_{12}]$ ，荧光粉B可以为 $BaSi_2O_2N_2$ （钡锶二氧二氮二，1222），荧光粉C、荧光粉D、荧光粉E和荧光粉F分别可以为 $(Ca, Sr)AlSiN_3$ （钙锶铝硅氮三，1113）或氟化物，具体的如 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ （氟硅酸钾）。另外，荧光粉A、荧光粉B、荧光粉C、荧光粉D、荧光粉E和荧光粉F各发光波长的

5 荧光粉可以根据发光波长直接市购获得。

需要说明的是，荧光粉A、荧光粉B、荧光粉C、荧光粉D、荧光粉E或荧光粉F中的任一荧光粉具体包括几种化合物并不限定，可以是仅包括一种单一化合物纯净物，也可以是包括多种化合物混合物。例如荧光粉B还可以包括荧光粉B1、荧光粉B2，荧光粉C还可以包括荧光粉C1、荧光粉C2和荧光粉C3。当然了，荧光粉B1、荧光粉B2、荧光粉C1、荧光粉C2和荧光粉C3也可以是包括一种单一化合物纯净物，也还可以是包括多种化合物混合物。例如荧光粉C1可以是 $(Ca, Sr)AlSiN_3$ ，也可以是包括 $(Ca, Sr)AlSiN_3$ 和 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ 的混合物。

10

如图6所示，在一些实施例中，荧光体包括沿光线出射方向依次设置的第一荧光部321、第二荧光部322和第三荧光部323，第一荧光部321包括第一荧光粉，第二荧光部322包括第二荧光粉，第三荧光部323包括第三荧光粉。其中，第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉为上文本申请实施例的第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉，为节约篇幅，在此不再赘述。本实施例中各荧光部的结构可以根据具体情况而定。举例说明，当蓝光芯片采用正装方式安装于基底，且荧光体为点满整个反射杯的块体结构时，第一荧光部321可以为通过点胶方式铺满反射杯底部的块体结构，第二荧光部322可以为在第一荧光部321的上表面通过点胶方式充满反射杯中部的块体结构，第三荧光部323可以为在第二荧光部322的上表面通过点胶方式充满反射杯顶部的块体结构；当荧光体为薄膜或者层体结构时，第一荧光部321、第二荧光部322和第三荧光部323可以为层叠设置的荧光薄膜或者荧光涂层等。

15

20

需要说明的是，本实施例中各层内可能含有一种荧光粉，也可以含有多个荧光粉，当有多种荧光粉时，不同荧光粉之间也不发生化学反应，各荧光粉的性质不变，仅是经过该层出射的光线种类随荧光粉种类的增加而增加。如若第一荧光部321内含有一种荧光粉则蓝光芯片310发出的光线经过该层时仅该种荧光粉受激发发出相应波长的光线，若第一荧光部321内含有多种荧光粉则蓝光芯片310发出的光线经过该层时各荧光粉分别受激发发出相应波长的光线，此时该层发出多条不同波长的光线，其他荧光部原理相同。当各荧光部内荧光粉种类越多发出光线的种类越多，最终所有光线混合形成近自然光。

25

通过使第一荧光部321、第二荧光部322和第三荧光部323分别包括第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉，可以在成膜时灵活的进行第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉的比例以及浓度的调整，以使得所产生的白光光谱更接近自然光。同时，相比三种荧光粉配方混合为一层，采用本实施例提供的荧光体，可使得光源整体光损比较小，光效更高。

30

在一些实施例中，可以控制第一荧光部中第一荧光粉的浓度为30~85%，进一步为40~75%，更进一步为60~69%，其中，第一荧光粉的浓度为第一荧光粉在第一荧光粉和胶体总质量中的占比。

也可以控制第二荧光部中第二荧光粉的浓度为30~85%，进一步为45~75%，更进一步为60~69%，其中，第二荧光粉的浓度为第二荧光粉在第二荧光粉和胶体总质量中的占比。

还可以控制第三荧光部中第三荧光粉的浓度为40~87%，进一步为50~80%，更进一步为60~69%，其中，第一荧光粉的浓度为第三荧光粉在第三荧光粉和胶体总质量中的占比。

35

第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉的浓度大小决定所产生的白光的色温，浓度越大，在荧光粉配比和荧光部厚度一定的条件下，浓度越高，色温就越低，浓度越低，色温越高。

在另一些实施例中，荧光体包括沿光线出射方向依次设置的第四荧光部和第五荧光部，第四荧光部包括第一混合物，第五荧光部包括第二混合物。其中，第一混合物和第二混合物为上文本申请实施例中的第一混合物和第二混合物，在此不再进行赘述。

40

本实施例中的第四荧光部和第五荧光部的结构同上述第一荧光部、第二荧光部和第三荧光部，可以根据具体情况而定，当蓝光芯片采用正装方式安装于基底，且荧光体为点满整个反射杯的块体结构时，第四荧光部可以为通过点胶方式铺满反射杯中下部的块体结构，第五荧光部可以为在第四荧光部的上表面通过点胶方式填充于反射杯中上部的块体结构；当荧光体为薄膜或者层体结构时，第四荧光部和第五荧光部可以为层叠设置的荧光薄膜或者荧光涂层等。

45

在现有技术的白光光源中，大于640nm波长红光的光功率值难以提高。第二混合物主要产生红光，通过第四荧光部和第五荧光部，第二混合物比例可以根据光效灵活调整，以提高本申请实施例全色仿生

荧光膜所产生的白光中大于 640nm 波长红光的光功率值，提高该白光与自然光的相似度。相比两种荧光粉配方混合为一层，采用本实施例提供的荧光体，可使得光源整体光损比较小，光效更高，但本实施例提供的荧光体的光效小于第一实施例提供的荧光体的光效。

在一些实施例中，可以控制第四荧光部中，第一混合物的浓度为40~85%，进一步为40~80%，更进一步为40~75%，其中，第一混合物的浓度为第一混合物在第一混合物和胶体总质量中的占比。也可以控制第五荧光部中，第二混合物的浓度为15~85%，进一步为20~80%，更进一步为30~75%，其中，第二混合物的浓度为第二混合物在第二混合物和胶体总质量中的占比。

控制第一混合物和第二混合物的浓度在该范围，可以使得所产生的白光中不同波段的光谱更接近自然光。

为使本申请上述实施例细节和操作能清楚地被本领域技术人员理解，上述实施例中近自然光 LED 光源的进步性能显著的体现，通过以下多个实施例来举例说明上述技术方案。

实施例 1 至实施例 4

荧光体包括依次叠设的第一荧光部、第二荧光部和第三荧光部。其中，第一荧光部包括第一荧光粉和胶体、第二荧光部包括第二荧光粉和胶体、第三荧光部包括第三荧光粉和胶体。胶体采用硅胶。第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉的质量比详见下文表 1。荧光体采用荧光薄膜形式。

其中，第一荧光粉包括荧光粉 A2，荧光粉 A2 是发光波长为 490nm 的 $Y_3(Al, Ga)_5O_{12}$ 。

第二荧光粉包括荧光粉 B1 和荧光粉 B2，荧光粉 B1 是发光波长为 525nm 的 $BaSi_2O_2N_2$ ，荧光粉 B2 是发光波长为 540nm 的 $BaSi_2O_2N_2$ 。荧光粉 B1 和荧光粉 B2 的质量比详见表 1。

第三荧光粉包括荧光粉 C1、荧光粉 C2、荧光粉 C3、荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F。荧光粉 C1 是发光波长为 630nm 的 $(Ca, Sr)AlSiN_3$ ，荧光粉 C2 是发光波长为 660nm 的 $(Ca, Sr)AlSiN_3$ ，荧光粉 C3 是发光波长为 679nm 的 $(Ca, Sr)AlSiN_3$ ，荧光粉 D 是发光波长为 720nm 的 $(Ca, Sr)AlSiN_3$ ，荧光粉 E 是发光波长为 740nm 的 $(Ca, Sr)AlSiN_3$ ，荧光粉 F 是发光波长为 795nm 的 $(Ca, Sr)AlSiN_3$ 。荧光粉 C1、荧光粉 C2、荧光粉 C3、荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F 的质量比详见下文表 1。

表 1

项目	第二荧光粉中荧光粉 B1 (525nm) 与荧光粉 B2 (540nm) 的质量比 (B1: B2)	第三荧光粉中荧光粉 C1 (630nm)、荧光粉 C2 (660nm)、荧光粉 C3 (679nm)、荧光粉 D (720nm)、荧光粉 E (740nm) 和荧光粉 F (795nm) 的质量比 (C1: C2: C3: D: E: F)	第一荧光粉 (A2, 490nm)、第二荧光粉和第三荧光粉的质量比
实施例 1	50: 45	12: 15: 23: 50: 35: 25	45: 45: 40
实施例 2	20: 10	7: 3: 3: 20: 20: 1	15: 70: 70
实施例 3	20: 85	7: 30: 40: 80: 50: 50	70: 15: 13
实施例 4	85: 10	20: 30: 40: 30: 30: 15	30: 50: 45

实施例 1 至实施例 4 中各荧光部的成膜方法，第一荧光部的膜厚和第一荧光粉浓度，第二荧光部的膜厚和第二荧光粉浓度，以及第三荧光部的膜厚和第三荧光粉浓度详见表 3。

实施例 5 至实施例 8

荧光体包括第四荧光部和第五荧光部，其中，第四荧光部包括胶体和第一混合物，第五荧光部包括胶体和第二混合物。胶体采用硅胶。第一混合物包括荧光粉 A2、荧光粉 B3 和荧光粉 C2，其质量比详见表 2。其中，荧光粉 B3 是发光波长为 535nm 的 $BaSi_2O_2N_2$ ，荧光粉 A2 和荧光粉 C2 同实施例 1 中的荧光粉 A2 和荧光粉 C2。荧光体采用荧光薄膜形式。

第二混合物包括荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F，其质量比详见表 2。其中，荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F 同实施例 A1 的荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F。

表 2

项目	第一混合物	第二混合物中荧光粉 D(720nm)、 荧光粉 E(740nm)和荧光粉 F(795nm)的质量比 (D: E: F)
实施例 5	荧光粉 A2(490nm)、 荧光粉 B3(535nm)和荧光 粉 C2(660nm)的质量比 (A: B3: C2)	38: 50: 15
实施例 6		65: 40: 35
实施例 7		15: 85: 30
实施例 8		40: 60: 70
		60: 20: 1
		90: 20: 1
		80: 85: 40
		120: 90: 100

实施例5至实施例8中各荧光部的成膜方法，第四荧光部的膜厚和第一混合浓度，以及第五荧光部的膜厚和第二混合物浓度详见表3。

表 3

实施例	成膜方法	三层膜结构						单膜结构		两层膜结构			
		第一荧光部		第二荧光部		第三荧光部				第四荧光部		第五荧光部	
		膜厚 (mm)	浓度 (%)	膜厚 (mm)	浓度 (%)	膜厚 (mm)	浓度 (%)	膜厚 (mm)	浓度 (%)	膜厚 (mm)	浓度 (%)	膜厚 (mm)	浓度 (%)
B1	压膜法	0.13	64	0.13	64	0.13	64	—	—	—	—	—	—
B2	压膜法	0.06	87	0.06	85	0.06	85	—	—	—	—	—	—
B3	喷膜法	0.003	40	0.003	50	0.003	60	—	—	—	—	—	—
B4	喷膜法	0.01	70	0.01	70	0.01	70	—	—	—	—	—	—
B5	压膜法	—	—	—	—	—	—	0.06	60	—	—	—	—
B6	压膜法	—	—	—	—	—	—	0.15	69	—	—	—	—
B7	喷膜法	—	—	—	—	—	—	0.005	55	—	—	—	—
B8	喷膜法	—	—	—	—	—	—	0.002	63	—	—	—	—
B9	压膜法	—	—	—	—	—	—	—	—	0.10	55	0.10	45
B10	压膜法	—	—	—	—	—	—	—	—	0.10	40	0.10	30
B11	压膜法	—	—	—	—	—	—	—	—	0.10	80	0.10	20
B12	压膜法	—	—	—	—	—	—	—	—	0.10	75	0.10	15
B13	压膜法									0.10	61	0.10	65
B14	压膜法									0.10	56	0.10	69
B15								0.20	67				
B16								0.20	67				
B17								0.20	67				
对比例 B1	压膜法	—	—	—	—	—	—	0.20	68	—	—	—	—
对比例 B2	压膜法	—	—	—	—	—	—	—	—	0.10	61	0.10	63

5 如图7至图14所示，本申请实施例1至实施例8提供的近自然光LED光源产生的白光的光谱与自然光高度相似。该白光包括在400~700nm波段下的全部可见光，且380~435nm波段紫光的绝对光功率值小，475~492nm波段青光的绝对光功率值大，475~492nm波段青光的绝对光功率值大，不同波段的可见光均的光功率与自然光接近，使得该白光高度模拟自然光，显色指数高，对人体危害小，令人体感受舒适。

10 在一个可选的实施例中，沿光线出射方向设置的各荧光部的折射率依次增大，即在上述荧光体的第二实施例中第一荧光部和第二荧光部的折射率依次增大，在上述荧光体的第三实施例中第一荧光部、第

二荧光部和第三荧光部的折射率依次增大,以使得经蓝光芯片发出的光线的发散角逐渐增大,进而使得各发光单元发出光线的发射角足够大,可以满足使用要求。

如图 15 所示,荧光体一般包括胶体 3211 和混合于胶体 3211 内部的荧光粉 3212,且一般荧光体的厚度大于荧光粉粒径的 2 倍甚至更多倍,即上述各荧光部的厚度一般大于其内荧光粉粒径的 2 倍甚至更多倍,这样在荧光体内往往会存在一些荧光粉位于另一些荧光粉出射光线的传播路径上的现象,这样一些荧光粉被激发后发出的光线在出射过程中会被其他荧光粉阻挡而被反射偏移原来的出射路径,进而影响光源的出光效果和光效。为解决这一问题,在一个可选的实施例中,上述各荧光部的厚度 d_1 大于其中任一种荧光粉的粒径,且小于该荧光部中最大荧光粉粒径的 1.5 倍。即如图 15 所示,第一荧光部 321 的厚度 d_1 大于其中单个荧光粉 3212 的粒径 d_2 ,且小于单个荧光粉粒径 d_2 的 1.5 倍;第二荧光部 322 的厚度大于其中单个荧光粉的粒径,且小于单个荧光粉粒径的 1.5 倍;第三荧光部 323 的厚度大于其中单个荧光粉的粒径,且小于单个荧光粉粒径的 1.5 倍。

需要说明的是,由于单个荧光部内设有不同种类的荧光粉时其粒径可能有所不同,上述大于其中任一种荧光粉的粒径是指大于该荧光部中粒径最大的荧光粉的粒径,同理上述小于该荧光部中最大荧光粉粒径的 1.5 倍也是指小于该荧光部中粒径最大的荧光粉的粒径的 1.5 倍。

如此,每个荧光部的厚度 d_1 很薄,可使得其中的所有荧光粉几乎全部分散平铺于一层,即不会有荧光粉位于其他荧光粉发出光线的传播路径上,进而使得各荧光粉发出的光线均可以顺利经荧光体的出光面射出,与蓝光芯片发出的光线混合,形成预设光谱,进而使得光源发出的光的光谱为预设光谱,且光效较高。

在一个可选的实施例中,如图 6 所示,荧光体 320 的厚度 d_3 小于等于 0.3mm。现有的荧光体一般厚度较大,这样不利于光源散热,且使得光源厚度较大,而荧光体采用本实施例所限定的厚度,可使得光源厚度较小,且有利于蓝光芯片 310 的散热。

在一个可选的实施例中,如图 18 所示,相邻两个发光单元 300 之间的间距 d_4 大于荧光体的厚度,以降低任一发光单元 300 发出光线被相邻发光单元 300 所遮挡影响出光效率的风险,使得光源的出光效率较高。

研究表明,在配方和浓度不变的情况下,荧光体厚度越大,色温越低。基于此,当色温不满足要求时,可以通过改变厚度调整色温,且对其他参数影响较小。通过调整荧光体的配方或厚度,可以使得光源发出的光线的光谱(400nm~700nm)与同色温的自然光谱近似度达 95%。近自然光具有如下光学参数:

近自然光的色温为 2700K-3000K 时,380~435nm 波段的绝对光谱功率小于 0.35;435~475nm 波段的绝对光谱功率大于 0.40;475~492nm 波段的绝对光谱功率大于 0.45;492~577nm 波段的绝对光谱功率大于 0.50;577~597nm 波段的绝对光谱功率大于 0.75;597~622nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80;622~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80;

近自然光的色温为 4000K-4200K 时,380~435nm 波段的绝对光谱功率小于 0.40;435~475nm 波段的绝对光谱功率小于 0.65;475~492nm 波段的绝对光谱功率大于 0.60;492~577nm 波段的绝对光谱功率大于 0.65;577~597nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80;597~622nm 波段的绝对光谱功率大于 0.8;622~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80;

近自然光的色温为 5500K-6000K 时,380~435nm 波段的绝对光谱功率小于 0.45;435~475nm 波段的绝对光谱功率小于 0.80;475~492nm 波段的绝对光谱功率大于 0.70;492~577nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80;577~597nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80;597~622nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80;622~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.70;

近自然光的色温小于 4000K 时,380~435nm 波段的绝对光谱功率小于 0.40;435~475nm 波段的绝对光谱功率小于 0.65;475~492nm 波段的绝对光谱功率大于 0.30;492~577nm 波段的绝对光谱功率小于 0.7;577~597nm 波段的绝对光谱功率小于 0.80;597~622nm 波段的绝对光谱功率大于 0.8;622~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80。

上述各实施例中,每个发光单元内可以设置一个蓝光芯片,也可以设置两个或者更多个蓝光芯片,且各发光单元中的蓝光芯片数量可以相同或者不同。每个蓝光芯片的峰值波长为 440-475nm,优选 440-460nm。

当同一发光单元中包括多个蓝光芯片时,位于同一个发光单元的所有蓝光芯片的峰值波长一致、或者任意两个蓝光芯片的峰值波长的差值处于预设范围内。这里所说的预设范围可根据不同蓝光芯片产生

相同峰值波长的光所需电压差值在 0.1V 内来设定。

采用这一结构，同一蓝光芯片可以中的不同蓝光芯片可以采用同一波长转换元件，便可保证单个发光单元不同区域的出光效果一致，便于单个发光单元的光谱设计和加工。另外，相较每个发光单元中设置一个蓝光芯片，单个发光单元中设置多个蓝光芯片，即单个蓝光芯片中包括多个蓝光芯片，可使得整个光源形成的光谱的短波段更加平滑。

在一个可选的实施例中，单个波长转换元件的长度小于等于 4.0mm，宽度小于等于 3.0mm。单个发光单元采用这一尺寸，尺寸较小，可使得整个光源的体积较小。

关于芯片的安装方式，如图 16 至图 19，优选将蓝光芯片 310 倒装于基底 100 的表面，这有利于蓝光芯片 310 和基底 100 上的电连接件 200 有效连接，且有利于高效散热，可以通过设备在蓝光芯片 310 上统一成膜，保证不同产品的荧光膜一致性好，进而可以避免正装芯片的点胶过程造成一致性差的问题，同时使得不同产品在色温相同时处于同一 BIN 位，色温一致性好，且成本较低。另外，倒装芯片也使得发光单元 300 的体积进一步减小，有利于光源尺寸控制。

当然，本申请不局限于采用倒装芯片，采用正装芯片也是可行的，即蓝光芯片 310 也可以正装于基底 100 的表面。当蓝光芯片 310 正装于基底 100 的表面时，操作简单，结构稳定。

在一个可选的实施例中，如图 16 及图 17 所示，波长转换元件 320 为荧光膜，荧光膜通过喷涂形成于蓝光芯片 310 的出光面上。采用这一结构，可使得波长转换元件 320 的厚度较小，进而使得发光单元 300 的体积较小，有利于光源尺寸控制。

在一个可选的实施例中，如图 18 及图 19 所示，蓝光芯片 310 通过 CSP 封装工艺安装于基底 100 上。CSP (Chip Scale Package) 封装是最新一代的内存芯片封装技术，是采用固晶机和回流焊工艺技术将蓝光芯片 310 直接键合与基底 100 上。采用这一结构，可将发光单元 300 的封装体积与内部蓝光芯片 310 的体积控制为相同、或者封装体积不大于芯片体积的 20%。由于其省略了反光杯、支架、金线等材料和工艺，材料和工艺环节大大减小，因此也称为免封装 LED。同时，采用这一结构，通过各发光单元 300 可灵活的做任何不同光谱的组合，如 600nm~700nm、500nm~600nm 等宽光谱彩光光源，也可以做到在单波长白光 400nm~700nm 连续光谱中，突出某一波长的光谱，如高光功率的 650nm 单波长光谱，或突出高光功率的 650nm~660nm 宽光谱、或高光功率的 500nm~700nm 宽光谱等，可专用于理疗或特殊功效产品；突破了 LED 理疗类彩光光源窄光谱的局限性。

具体的，蓝光芯片 310 通过 CSP 封装工艺安装于基底 100 上，且波长转换元件 320 采用荧光膜时，主要有三种封装方式：第一种，如图 20 所示，把倒装蓝光芯片 310 的正上方和 4 个侧面使用荧光膜包覆形成 5 面出光 CSP 结构，这种结构光效高，但是顶部和四周的色温一致性控制较差；第二种，如图 21 所示，先在蓝光芯片 310 的侧面涂覆保护层 330，再在其顶部涂覆荧光膜，只有顶部一个发光面，光的一致性和指向性很好，但是损失了四周的光输出，光效会偏低；第三种，如图 22 所示，采用在倒装蓝光芯片 310 上涂覆一层超薄荧光膜后再加透明封装层 340 固定成型，也是五面出光，光效高，光色均匀性好，但工艺要求高、复杂。优选第一种封装方式。

在一个可选的实施例中，如图 1 及图 2 所示，基底 100 上设有反射杯 400，发光单元 300 设置于反射杯 400 中，电连接件 200 形成于基底 100 的表面，且在反射杯 400 的底部与蓝光芯片 310 连接。

具体的，本实施例中的反射杯 400 的内壁设有反光面，反光面用于将蓝光进行反射，封装胶体用于保护反射杯 400 内部结构和使发光单元 300 结构更加稳定，并对光线进行折射调整。经发光单元 300 发出的光充分混合后经过封装胶体输出。电连接件 200 形成于基底 100 的表面，并在反射杯 400 之外形成正负极引脚，用于连接电源，且部分电连接件 200 于反射杯 400 的底部露出，用于与发光单元 300 连接。采用这一结构，光源的光效较高。本实施例中波长转换元件可以通过点胶方式形成于反射杯内，也可以设置在反射杯外，具体可以根据设计需要灵活选择。

上述各实施例中荧光体可以直接涂覆于蓝光芯片 310 的表面上，但这样蓝光芯片 310 发出的大约 60% 的蓝光会在荧光粉反向散射后被蓝光芯片 310 吸收，导致蓝光发射效率降低，即蓝光芯片 310 的发光效率降低，且随之蓝光芯片 310 工作时间变长其自身温度会升高，而荧光体紧密贴合在蓝光芯片 310 周围，易使荧光体内荧光材料受热老化、光衰增强。为此，在一些实施例中，如图 2 所示，各发光单元 300 中蓝光芯片 310 和波长转换元件 320 之间填充有第一封装层 500。具体的，第一封装层 500 包覆于蓝光芯片 310 的出光面上，荧光体形成于第一封装层 500 的出光面上。本实施例中的第一封装层 500 可以采用硅胶、树脂等透光材质制成，只要不影响光线的传播即可。第一封装层 500 的设置可避免荧光体与蓝光

芯片 310 直接接触，有效解决荧光材料的光衰、散热和老化问题。

在另一些实施例中，如图 23 所示，各发光单元 300 中蓝光芯片 310 和波长转换元件 320 之间填充有第一封装层 500，且波长转换元件 320 的出光面包覆有第二封装层 600。具体的，第一封装层 500 包覆于蓝光芯片 310 的出光面上，荧光体形成于第一封装层 500 的出光面上，第二封装层 600 形成于荧光体的出光面上。其中，第一封装层 500 和第二封装层 600 可以分别为硅胶、树脂等透光材质制成，两者的材料可以相同也可以不同，具体可以根据使用需要灵活选择。第一封装层 500 的设置可避免荧光体与蓝光芯片 310 直接接触，有效解决荧光材料的光衰、散热和老化问题。第二封装层 600 的设置可以有效对荧光体起到保护作用，降低使用过程中荧光体发生磨损的风险，以及外部温度过高时荧光材料发生光衰、老化等问题的风险，可有效提高荧光体的使用寿命。

在一个具体的实施例中，第一封装层 500 和第二封装层 600 均为硅胶，波长转换元件 320 为荧光体，且基底 100 上正装有反射杯 400，发光单元 300 中的蓝光芯片 310 安装于反射杯 400 的底部并与基底 100 上的电连接件 200 电连接，蓝光芯片 310 上覆盖有第一封装层 500，第一封装层 500 上覆盖有荧光体，荧光体上覆盖有第二封装层 600。其中，第一封装层 500 的上表面与反射杯 400 的上表面齐平，荧光体和第二封装层 600 位于反射杯 400 外。当然，在其他实施例中，荧光体和第二封装层 600 中的至少一个也可以设置于反射杯 400 内。

上述各实施例中的发光组件存在多种安装方式，在一些实施例中，如图 1 及图 16 所示，发光组件包括三个间隔且呈三角形分布的发光单元 300，如位于同一发光组件中的三个发光单元 300 可以采用 3535、5050 等封装方式，形成三角形布局。在另一些实施例中，如图 18 所示，位于同一个发光组件内的所有发光单元 300 沿直线排列，具体可采用 5630 式封装方式。采用上述两种方式均可满足光源的出光要求，且结构简单，便于安装。

在本申请的另一实施例中，提供了一种照明装置，包括上述各实施例提供的近自然光 LED 光源，可实现与之相同的技术效果，在此不再赘述。

以上所述仅为本申请的较佳实施例而已，仅具体描述了本申请的技术原理，这些描述只是为了解释本申请的原理，不能以任何方式解释为对本申请保护范围的限制。基于此处解释，凡在本申请的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进，及本领域的技术人员不需要付出创造性的劳动即可联想到本申请的其他具体实施方式，均应包含在本申请的保护范围之内。

权利要求书

1. 一种近自然光 LED 光源, 其特征在于, 包括基底、设置于所述基底上的至少一个发光组件及与
所述发光组件电连接的电连接件, 所述发光组件包括至少三个发光单元, 所述发光单元包括蓝光芯片和
形成于所述蓝光芯片的出光侧的波长转换元件, 位于同一所述发光组件中的至少两个所述蓝光芯片的峰
5 值波长相差 3nm 以上, 同一所述发光组件中所有所述发光单元发出的光能够混合形成波长为 400~700nm
的近自然光, 且近自然光中 640~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.7。
2. 如权利要求 1 所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 位于同一所述发光组件中的所有所述蓝
光芯片的峰值波长各不相同, 且任意两个所述蓝光芯片之间的峰值波长间隔在 3nm 以上。
3. 如权利要求 1 所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 每个所述发光单元均能够发出波长为
10 400~700nm 的近自然光。
4. 如权利要求 1 所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 所述波长转换元件包括荧光体。
5. 如权利要求 4 所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 所述荧光体内混合有荧光组合物, 所述
荧光组合物包括:
第一荧光粉, 所述第一荧光粉的发光波长为 480~500nm;
15 第二荧光粉, 所述第二荧光粉的发光波长大于 500nm, 且小于 620nm;
第三荧光粉, 所述第三荧光粉的发光波长大于或等于 620nm;
所述第一荧光粉, 所述第二荧光粉和所述第三荧光粉的质量比为 (15~70): (15~70): (13~70)。
6. 如权利要求 5 所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于:
所述第一荧光粉包括荧光粉 A; 所述荧光粉 A 的发光波长为 488~492nm;
20 所述第二荧光粉包括荧光粉 B, 所述荧光粉 B 的发光波长为 523~542nm;
所述第三荧光粉包括荧光粉 C、荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F, 所述荧光粉 C 的发光波长为 628~681nm,
所述荧光粉 D 的发光波长为 718~722nm, 所述荧光粉 E 的发光波长为 738~742nm, 所述荧光粉 F 的发光
波长为 793~797nm。
7. 如权利要求 6 所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于: 所述第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光
25 粉分开设置;
所述第二荧光粉中的所述荧光粉 B 包括荧光粉 B1 和荧光粉 B2, 且所述荧光粉 B1 的发光波长为
523~527nm, 所述荧光粉 B2 的发光波长为 538~542nm, 所述荧光粉 B1 和所述荧光粉 B2 的质量比为 (20~85):
(10~85);
所述第三荧光粉中的所述荧光粉 C 包括荧光粉 C1、荧光粉 C2 和荧光粉 C3, 且所述荧光粉 C1 的发
30 光波长为 628~632nm, 所述荧光粉 C2 的发光波长为 658~662nm, 所述荧光粉 C3 的发光波长为 677~681nm,
所述荧光粉 C1、所述荧光粉 C2、所述荧光粉 C3 所述荧光粉 D、所述荧光粉 E 和所述荧光粉 F 的质量比
为 (3~35): (1~45) (3~60): (7~90): (7~60): (1~70)。
8. 如权利要求 6 所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于: 所述第三荧光粉中的所述荧光粉 C 与所述
第一荧光粉、第二荧光粉形成第一混合物;
35 所述第三荧光粉中的荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F 形成第二混合物,
所述第一混合物中, 所述荧光粉 A、所述荧光粉 B 和所述荧光粉 C 的质量比为 (10~80): (15~85):
(1~40);
所述第二混合物中, 所述荧光粉 D、所述荧光粉 E 和所述荧光粉 F 的质量比为 (20~120): (10~90):
(1~100);
40 所述第一混合物与所述第二混合物分开设置。
9. 如权利要求 5 所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 所述荧光体包括沿光线出射方向依次设
置的第一荧光部、第二荧光部和第三荧光部, 所述第一荧光部包括所述第一荧光粉, 所述第二荧光部包
括所述第二荧光粉, 所述第三荧光部包括所述第三荧光粉。
10. 如权利要求 8 所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 所述荧光体包括沿光线出射方向依次设
45 置的第四荧光部和第五荧光部, 所述第四荧光部包括所述第一混合物, 所述第五荧光部包括所述第二混
合物。
11. 如权利要求 9 或 10 所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 沿光线出射方向设置的各荧光部

的折射率依次增大。

12. 如权利要求 9 或 10 所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 各荧光部的厚度大于其中任一种荧光粉的粒径, 且小于该荧光部中最大荧光粉粒径的 1.5 倍。

13. 如权利要求 4-10 任一项所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 所述荧光体的厚度小于等于 0.3mm。

14. 如权利要求 4-10 任一项所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 相邻两个所述发光单元之间的间距大于所述荧光体的厚度。

15. 如权利要求 1-10 任一项所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 所述近自然光具有如下光学参数:

10 所述近自然光的色温为 2700K-3000K 时, 380~435nm 波段的绝对光谱功率小于 0.35; 435~475nm 波段的绝对光谱功率大于 0.40; 475~492nm 波段的绝对光谱功率大于 0.45; 492~577nm 波段的绝对光谱功率大于 0.50; 577~597nm 波段的绝对光谱功率大于 0.75; 597~622nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80; 622~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80;

15 所述近自然光的色温为 4000K-4200K 时, 380~435nm 波段的绝对光谱功率小于 0.40; 435~475nm 波段的绝对光谱功率小于 0.65; 475~492nm 波段的绝对光谱功率大于 0.60; 492~577nm 波段的绝对光谱功率大于 0.65; 577~597nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80; 597~622nm 波段的绝对光谱功率大于 0.8; 622~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80;

20 所述近自然光的色温为 5500K-6000K 时, 380~435nm 波段的绝对光谱功率小于 0.45; 435~475nm 波段的绝对光谱功率小于 0.80; 475~492nm 波段的绝对光谱功率大于 0.70; 492~577nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80; 577~597nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80; 597~622nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80; 622~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.70;

25 所述近自然光的色温小于 4000K 时, 380~435nm 波段的绝对光谱功率小于 0.40; 435~475nm 波段的绝对光谱功率小于 0.65; 475~492nm 波段的绝对光谱功率大于 0.30; 492~577nm 波段的绝对光谱功率小于 0.7; 577~597nm 波段的绝对光谱功率小于 0.80; 597~622nm 波段的绝对光谱功率大于 0.8; 622~700nm 波段的绝对光谱功率大于 0.80。

16. 如权利要求 1-10 任一项所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 同一所述发光单元中包括多个所述蓝光芯片, 位于同一个所述发光单元的所有所述蓝光芯片的峰值波长一致、或者任意两个所述蓝光芯片的峰值波长的差值处于预设范围内。

30 17. 如权利要求 1-10 任一项所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 所述蓝光芯片倒装于所述基底表面。

18. 如权利要求 17 所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 所述波长转换元件为荧光膜, 所述荧光膜通过喷涂形成于所述蓝光芯片的出光面上。

19. 如权利要求 17 所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 所述蓝光芯片通过 CSP 封装工艺安装于所述基底上。

35 20. 如权利要求 1-10 任一项所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 所述蓝光芯片正装于所述基底层的表面。

21. 如权利要求 20 所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 所述基底上设有与所述发光单元一一对应的反射杯, 各所述发光单元一一对应的设置于相应所述反射杯中, 所述电连接件形成于所述基底的表面, 且在所述反射杯的底部与所述蓝光芯片连接。

40 22. 如权利要求 21 所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 各所述发光单元中所述蓝光芯片和所述波长转换元件之间填充有第一封装层;

或者, 各所述发光单元中所述蓝光芯片和所述波长转换元件之间填充有第一封装层, 且所述波长转换元件的出光面包覆有第二封装层。

45 23. 如权利要求 1-10 任一项所述的近自然光 LED 光源, 其特征在于, 所述发光组件包括三个间隔且呈三角形分布的所述发光单元;

或者, 位于同一个所述发光组件内的所有所述发光单元沿直线排列。

24. 一种照明装置, 其特征在于, 包括权利要求 1-23 任一项所述的近自然光 LED 光源。