

全色仿生荧光组合物、全色仿生荧光膜和全色仿生光源

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 202211456611.8、发明名称为“全色仿生荧光组合物、全色仿生荧光膜和全色仿生光源”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。

5 技术领域

本申请涉及光学照明技术领域，尤其涉及一种全色仿生荧光组合物、全色仿生荧光膜和全色仿生光源。

背景技术

10 随着社会的发展，人们在人工光源下的生产生活活动越来越多，且时间越来越长。LED 光源是生产生活中最常用的白光光源之一，具有亮度高、能耗低安全性高的优点。

而现有技术的白光 LED 光源仍然存在不足，第一、自然光是被公认的理想照明光，白光 LED 光源产生的白光与自然光存在较大差异，使人感受不舒服；第二、白光 LED 光源产生的白光中，蓝光高，对人产生一定的危害，例如引起白内障、影响睡眠等；第三：白光 LED 光源产生的白光显色指数较低，对物体和环境的体现不真实，出现偏差。

15 技术问题

本申请的目的在于提供全色仿生荧光组合物、全色仿生荧光膜和全色仿生光源，以解决现有技术白光 LED 光源产生的白光与自然光差异大、蓝光高和显色指数低的技术问题。

技术解决方案

20 为了实现上述申请目的，本申请实施例第一方面，提供了一种全色仿生荧光组合物。本申请实施例全色仿生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 480nm~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。

25 本申请实施例全色仿生荧光组合物通过发光波长不同第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉相配合，使得全色仿生荧光组合物被激发产生的白光包括 400nm~800nm 范围内不同波段的可见光。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，使得该白光不同波段可见光的绝对光功率接近自然光，并使得蓝光绝对光功率降低，提高了该白光与自然光的相似度和显色指数，增加了该白光使用时的舒适性，提高了对环境 and 物品的还原度。

30 本申请实施例第二方面，提供了一种全色仿生荧光膜，本申请实施例全色仿生荧光膜包括成膜材料和分散在所述膜材料中上述本申请实施例全色仿生荧光组合物。

本申请实施例全色仿生荧光膜包括本申请实施例的全色仿生荧光组合物，使得本申请实施例全色仿生荧光膜被激发产生的白光显色指数高、蓝光低、高度模拟自然光。

35 本申请实施例第三方面，提供一种全色仿生光源。本申请实施例全色仿生光源包括至少一个发光单元，该发光单元包括芯片和设置在芯片光路上的全色仿生荧光膜，该全色仿生荧光膜为上述本申请实施例的全色仿生荧光膜。

本申请实施例全色仿生光源通过芯片产生激发光，来激发本申请实施例的全色仿生荧光膜产生白光。本申请实施例全色仿生光源所产生的白光具有蓝光绝对光功率低、青光绝对光功率高、显色指数高和高度近似自然光的特点。

40 附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对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，下面描述中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 为本申请实施例提供的一种发光单元结构示意图；
图 2 为实施例 C1 提供的全色仿生光源光谱图；
图 3 为实施例 C2 提供的全色仿生光源光谱图；
图 4 为实施例 C3 提供的全色仿生光源光谱图；
5 图 5 为实施例 C4 提供的全色仿生光源光谱图；
图 6 为实施例 C5 提供的全色仿生光源光谱图；
图 7 为实施例 C6 提供的全色仿生光源光谱图；
图 8 为实施例 C7 提供的全色仿生光源光谱图；
图 9 为实施例 C8 提供的全色仿生光源光谱图；
10 图 10 为实施例 C9 提供的全色仿生光源光谱图；
图 11 为实施例 C10 提供的全色仿生光源光谱图；
图 12 为实施例 C11 提供的全色仿生光源光谱图；
图 13 为实施例 C12 提供的全色仿生光源光谱图；
图 14 为实施例 C13 提供的全色仿生光源光谱图；
15 图 15 为实施例 C14 提供的全色仿生光源光谱图；
图 16 为实施例 C15 提供的全色仿生光源光谱图；其中，图 16 中的 a 图为第一发光单元光谱图，图 16 中的 b 图为第二发光单元光谱图，图 16 中的 c 图为第三发光单元光谱图，图 16 中的 d 图为第一发光单元至第三发光单元复合的光谱图，图 16 中的 e 图为现有双晶片低蓝光全光谱光源的光谱图；
20 图 17 为对比例 C1 提供的全色仿生光源光谱图；
图 18 为对比例 C2 提供的全色仿生光源光谱图。

本发明的实施方式

为了使本申请要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白，以下结合实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

本申请中，术语“和/或”，描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 的情况。其中 A，B 可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

本申请中，“至少一个”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上。“以下至少一项(个)”或其类似表达，是指的这些项中的任意组合，包括单项(个)或复数项(个)的任意组合。例如，“a，b 或 c 中的至少一项(个)”，或，“a，b 和 c 中的至少一项(个)”，均可以表示：a，b，c，a-b(即 a 和 b)，a-c，b-c，或 a-b-c，其中 a，b，c 分别可以是单个，也可以是多个。

在本申请实施例中使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的，而非旨在限制本申请。在本申请实施例和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”和“该”也旨在包括多数形式，除非上下文清楚地表示其他含义。

术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，用来将目的如物质彼此区分开，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。例如，在不脱离本申请实施例范围的情况下，第一 XX 也可以被称为第二 XX，类似地，第二 XX 也可以被称为第一 XX。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。

为解决现有技术白光 LED 光源产生的白光存在蓝光高、显色指数低和与自然光存在较大差异的技术问题，本申请提出了如下技术方案。

本申请实施例第一方面，提供了一种全色仿生荧光组合物。本申请实施例全色仿生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 480nm~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，且发光波长分散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，使得本申请实施例全色仿生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的光的光谱中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 480nm 和/或 488nm~492nm。第二荧光粉包括荧光粉 B，荧光粉 B 的发光波长为 523nm~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 718nm~722nm，荧光粉 E 的发光波长为 738nm~742nm，荧光粉 F 的发光波长为 793nm~797nm。

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，使得本申请全色仿生荧光组合物所产生的白光包含 400nm~800nm，进一步为 400nm~700nm 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 523nm~527nm，荧光粉 B2 的发光波长为 538nm~542nm。荧光粉 C 包括荧光粉 C1、荧光粉 C2 和荧光粉 C3。荧光粉 C1 的发光波长为 628nm~632nm，荧光粉 C2 的发光波长为 658nm~662nm，荧光粉 C3 的发光波长为 677nm~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 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相互分离，能够使得本申请实施例全色仿生荧光组合物中不同发光波长的荧光粉的质量比能够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），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）：（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，以及第二荧光粉各组分的质量比、第三荧光粉中各组分的质量比控制在范围内，能够调整本申请实施例全色仿生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，如使得该白光中波长在 640nm~700nm 范围内的红光光功率高，蓝光的光功率更低，该白光更接近自然光，提高该白光应用于照明时的舒适度和对环境与物品体现的真实度，以及降低对人体的伤害。

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 532nm~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 658nm~662nm，具体可以为 660nm。第二混合物中荧光粉 D 的发光波长可以为 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。

通过将全色仿生荧光组合物分为分开设定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, 进而能够调整全色仿生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布, 使白光更接近自然光。

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), 更进一步为 (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中各组分的质量比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。将第一混合物中各组分的质量比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, 例如可以提高第一混合物中荧光粉 C 具体如荧光粉 C2 的质量比, 使得该白光在 640nm~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, 第一荧光粉具体可以为 GaYAG 荧光粉, 示范例中, GaYAG 荧光粉可以是镓掺杂钇铝石榴石, 具体的如钇三铝镓五氧十二 $[Y_3(Al,Ga)_5O_{12}]$ 。例如, 荧光粉 A (具体如 A1 或 A2) 可以为镓掺杂钇铝石榴石, 具体的如钇三铝镓五氧十二 $[Y_3(Al,Ga)_5O_{12}]$ 。

在一些实施例中, 第二荧光粉可以为氮氧化合物荧光粉, 示范例中, 氮氧化合物荧光粉可以但不限于 $BaSi_2O_2N_2$ (钡锆二氧二氮二, 1222), 例如, 荧光粉 B (具体如 B1、B2 或 B3) 可以为 $BaSi_2O_2N_2$ (钡锆二氧二氮二, 1222)。

在一些实施例中, 第三荧光粉可以包括氮化物红粉和氟化物红粉中至少一种。示范例中, 氮化物红粉可以包括但不限于 $(Ca,Sr)AlSiN_3$ (钙锶铝硅氮三, 1113), 氟化物红粉可以包括但不限于 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ (氟硅酸钾), 例如, 荧光粉 C (具体如 C1、C3 或 C3)、荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F 可以包括 $(Ca,Sr)AlSiN_3$ 和 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ 至少一种。

另外, 各发光波长的荧光粉, 如荧光粉 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。

上文各实施例中的全色仿生荧光组合物中, 第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉的粒径独立的小于或等于 $50\mu m$, 进一步可以为 $5\mu m \sim 50\mu m$, 进一步可以为 $10\mu m \sim 25\mu m$ 。

控制第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉的粒径在该范围内, 使得本申请实施例全色仿生荧光组合物成膜后, 膜层的均匀性更好、光折射率更小, 以提高所制成的光源的光效。

本申请实施例第二方面提供一种全色仿生荧光膜。本申请实施例全色仿生荧光膜包括成膜材料和分散在该成膜材料中的本申请实施例全色仿生荧光组合物。

本申请实施例全色荧光膜被激发产生的白光为全色白光, 其在可见光波段范围内的光谱分布高度近似自然光。

在一些实施例中, 本申请实施例全色仿生荧光膜为一个膜层的单膜层。通过控制本申请实施例全色仿生荧光膜为单膜层, 生产时, 将上文所述的全色仿生荧光组合物混合在一起, 进行本申请实施例全色仿生荧光膜的生产, 操作工艺简单, 产品品质的重现性好, 易于生产。

在一些实施例中, 成膜材料可以为硅胶或环氧树脂。这些成膜材料如硅胶具有良好的

透光性、抗大气老化和抗紫外老化等优异性能，使得本申请全色仿生荧光膜具有良好的透光性且不易因使用过程中的老化而变黄。

在一些实施例中，本申请实施例全色仿生荧光膜可以包括两层以上单膜层层叠设置的复合膜层。在该复合膜层中，单膜层的膜厚可以设置更薄，不同单膜层间所含的组分可以相同也可以不同，可以根据光效和白光的光谱对全色仿生荧光膜中所含的全色仿生荧光组合物组分进行灵活的调整。

本申请实施例全色仿生荧光膜可以通过压膜法和/或喷膜法成膜。当本申请实施例全色仿生荧光膜为上文复合膜层时，通过压膜法成膜时，可以首先制备多个单膜层，再将多个单膜层依次层叠排列，通过真空压合等方法将多个单膜层复合形成全色仿生荧光膜。通过喷膜法成膜时，可以依次逐层喷膜形成单膜层，从而形成上述复合膜层。

需要说明的是，本申请实施例全色仿生荧光膜为上述复合膜层时，复合膜层中多个单膜层的排列顺序不限定，可以根据单膜层光折射率大小的顺序依次排列，也可以根据发光波长的顺序依次排列。

在一些实施例中，本申请实施例全色仿生荧光膜为上述复合膜层，其包括层叠设置的第一膜层、第二膜层和第三膜层，第一膜层包括第一荧光粉，第二膜层包括第二荧光粉，第三膜层包括第三荧光粉。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。

通过使第一膜层包括第一荧光粉、第二膜层包括第二荧光粉和第三膜层包括第三荧光粉，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质量比、第一荧光粉浓度、第二荧光粉浓度和第三荧光粉浓度的调整，以使得所产生的白光光谱更接近自然光。

在一些实施例中，可以控制第一膜层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的质量在第一荧光粉和成膜材料总质量中的占比。

也可以控制第二膜层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的质量在第二荧光粉和成膜材料总质量中的占比。

还可以控制第三膜层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，第三荧光粉的浓度为第三荧光粉的质量在第三荧光粉和成膜材料总质量中的占比。

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，在荧光粉配比和膜厚一定的条件下，浓度越高，色温越低，浓度越低，色温就越高。

在另一些实施例中，本申请实施例全色仿生荧光膜为上述复合膜层，其包括层叠设置第四膜层和第五膜层，第四膜层包括第一混合物，第五膜层包括第二混合物。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。

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，通过第四膜层和第五膜层，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。

在一些实施例中，可以控制第四膜层中，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的质量在第一混合物和成膜材料总质量中的占比。也可以控制第五膜层中，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的质量在第二混合物和成膜材料总质量中的占比。

控制第一混合物和第二混合物的浓度在该范围，可以使得本申请实施例全色仿生荧光膜所产生的白光中不同波段的光谱与自然光更接近。

在一些实施例中，本申请实施例的全色仿生荧光膜可以采用压膜法和/或喷膜法成膜。

在一些实施例中，本申请实施例的全色仿生荧光膜采用压膜法成膜，可以控制膜厚为0.06mm~0.15mm，进一步示例中，可以控制第一膜层、第二膜层和第三膜层的膜厚独立的为0.06mm~0.15mm。另一些在示例中，也可以控制第四膜层、第五膜层的膜厚分别为0.06mm~0.15mm。

- 5 在一些实施例中，本申请实施例的全色仿生荧光膜采用喷膜法成膜，可以控制膜厚为0.001mm~0.01mm，进一步为0.002mm~0.006mm，更进一步为0.002mm~0.003mm。进一步示例中，可以控制第一膜层、第二膜层和第三膜层的膜厚独立的为0.06mm~0.15mm，进一步独立的为0.002mm~0.006mm，更进一步独立的为0.002mm~0.003mm。另一些在示例中，也可以控制第四膜层、第五膜层的膜厚分别为0.001mm~0.01mm，进一步分别为
- 10 0.002mm~0.006mm，更进一步分别为0.002mm~0.003mm。

将第一膜层、第二膜层和第三膜层或第四膜层和第五膜层的膜厚控制在该范围内，接近于全色仿生荧光组合物颗粒粒径，能够进一步降低激发光在各单膜层传播时产生的折射，从而使得激发光能够最大限度的达到各个单膜层，同时降低各单膜层中荧光粉被激发所产生的可见光在不同单膜层传播时产生的折射，使得可见光能够最大限度的达到全色仿生荧光膜的背离芯片表面，从而提高全色仿生荧光膜的光效和所发出白光的光功率。第一膜层、

15 第二膜层和第三膜层的膜厚可以相同，也可以不相同，本领域技术人员可以根据需要或根据光效对膜厚进行调整。相应的，第四膜层和第五膜层的膜厚也可以相同，或不相同，具体可以根据实际需求进行选择。

本申请实施例第三方面，提供了一种全色仿生光源。本申请实施例全色仿生光源包括

20 至少一个发光单元，该发光单元包括芯片和设置于芯片光路上的全色仿生荧光膜，该全色仿生荧光膜为上文本申请实施例全色仿生荧光膜。

本申请实施例全色仿生光源通过芯片产生激发光，来激发本申请实施例全色仿生荧光膜产生蓝光低，640nm~700nm 波段红光光功率高，显色指数高的白光，该白光高度模拟自然光，增加了使用时人体的舒适度。

- 25 在一些实施例中，经光谱检测得知，全色仿生光源产生的白光具有如下任一光谱特征：
- 380nm~435nm 波段紫光的绝对光谱功率值小于 0.45；
- 435nm~475nm 波段蓝光的绝对光谱功率值大于 0.40 且小于 0.80；
- 475nm~492nm 波段青光的绝对光谱功率值大于 0.30；
- 597nm~622nm 波段橙光的绝对光谱功率值大于 0.80；
- 30 622nm~700nm 波段红光的绝对光谱功率值大于 0.70。

进一步检测得知，本申请实施例全色仿生光源所产生的白光色温小于 4000K，

380nm~435nm 波段紫光的绝对光功率值小于 0.40，435nm~475nm 波段蓝光的绝对光功率值

小于 0.65，475nm~492nm 波段青光的绝对光功率值大于 0.30，492nm~577nm 波段绿光的绝对光功率值小于 0.7，577nm~597nm 波段黄光的绝对光功率值小于 0.80，597nm~622nm 波

35 段橙色光的绝对光功率值大于 0.80，622nm~700nm 波段红光的绝对光谱功率大于 0.80。

进一步的，本申请实施例全色仿生光源所产生的白光的色温为 2700K~3000K，

380nm~435nm 波段紫光的绝对光功率值小于 0.35，435nm~475nm 波段蓝光的绝对光功率值

大于 0.40，475nm~492nm 波段青光的绝对光功率值大于 0.45，492nm~577nm 波段绿光的绝对光功率值大于 0.50，577nm~597nm 波段黄光的绝对光功率值大于 0.75，622nm~700nm 波

40 段红光的绝对光谱功率大于 0.80。

在另一些实施例中，本申请实施例全色仿生光源所产生的白光色温为 4000K~4200K，

380nm~435nm 波段紫光的绝对光功率值小于 0.40，435nm~475nm 波段蓝光的绝对光功率值

小于 0.65，475nm~492nm 波段青光的绝对光功率值大于 0.60，492nm~577nm 波段绿光的绝对光功率值大于 0.65，577nm~597nm 波段黄光的绝对光功率值大于 0.80，597nm~622nm 波

45 段橙色光的绝对光功率值大于 0.8，622nm~700nm 波段红光的绝对光谱功率大于 0.80。

在另一些实施例中，本申请实施例全色仿生光源所产生的白光色温为 5500K~6000K，

380nm~435nm 波段紫光的绝对光功率值小于 0.45，435nm~475nm 波段蓝光的绝对光功率值

小于 0.80，475nm~492nm 波段青光的绝对光功率值大于 0.70，492nm~577nm 波段绿光的绝

对光功率值大于 0.80, 577nm~597nm 波段黄光的绝对光功率值大于 0.80, 597nm~622nm 波段橙色光的绝对光功率值大于 0.80, 622nm~700nm 波段红光的绝对光谱功率大于 0.70。

现有技术的白光 LED 光源中, 不同色温条件下, 红光的光功率均难以提高, 低色温时 (色温为 2700K~3200K), 蓝光和青光的光功率很难提高, 高色温时 (如色温为 4000K 以上时), 蓝光光功率难以降低, 且青光的光功率难以降低, 使得所产生的白光与自然光的相似度较低。控制本申请实施例全色仿生光源产生的白光的不同色温下, 不同波段的光功率在上述范围内, 使得本申请实施例全色仿生光源产生的白光高度模拟自然光。

设置于芯片光路上的全色仿生荧光膜可以为上文单膜层也可以为包括多个单膜层形成的上文复合膜层。在一些实施例中, 全色仿生荧光膜包括复合膜层, 该复合膜层所含的单膜层可以按照光折射率的从小到大的顺序, 依次远离芯片排列, 即单膜层的光折射率越小, 越靠近芯片, 单膜层的光折射率越大, 越远离芯片。通过设置光折射率小的单膜层靠近芯片, 使得光线在光源中的传播为由光疏介质射向光密介质, 避免了光线传播时由光密介质射向光疏介质, 光线入射角大于全反射临界角而被反射, 导致光线无法射出发光单元, 全色仿生光源亮度低的问题。

在一些实施例中, 如图 1 所示, 本申请实施例全色仿生光源包括多个发光单元, 具体可以为三个, 分别是第一发光单元 10、第二发光单元 20 和第三发光单元 30。

其中, 第一发光单元 10 包括第一芯片 11 和第一全色仿生荧光膜 12, 第二发光单元 20 包括第二芯片 21 和第二全色仿生荧光膜 22, 第三发光单元 30 包括第三芯片 31 和第三全色仿生荧光膜 32。

在一些实施例中, 第一芯片 11、第二芯片 21 和第三芯片 31 的发光波长可以为 440nm~475nm, 进一步可以为 440nm~460nm, 更进一步可以为 452nm~455nm。该三个芯片的发光波长可以相同或不同, 具体可以根据实际应用进行选择 and 调整。如示范例中, 第一芯片 11 的发光波长可以为 452nm, 第二芯片 21 的发光波长为 455nm, 第三芯片 31 的发光波长为 458nm。通过调节芯片发光波长, 能够激发本申请实施例全色仿生光源所含的全色仿生荧光膜发光, 调节控制申请实施例全色仿生光源所发出的白光中 435nm~440nm 蓝光的光功率, 降低对视网膜的损伤, 并增加该白光在 400nm~800nm 范围的光谱宽度, 并调节光的色温。

需要说明的是, 芯片的发光波长指的是芯片被电流激发, 所产生的光的光谱图中主峰的峰值处的波长。

在一些实施例中, 第一全色仿生荧光膜 12、第二全色仿生荧光膜 22 和第三全色仿生荧光膜 32 均如上文本申请实施例全色仿生荧光膜。如可以是包括第一膜层、第二膜层和第三膜层的复合膜层, 还可以进一步控制第一膜层、第二膜层和第三膜层的膜厚分别为 0.06mm~0.15mm。

更进一步实施例中, 第一全色仿生荧光膜 12 包括第一膜层、第二膜层和第三膜层, 第二全色仿生荧光膜 22 包括第一膜层、第二膜层和第三膜层, 第三全色仿生荧光膜 32 包括第一膜层、第二膜层和第三膜层。其中, 第一膜层中的第一荧光粉、第二膜层中的第二荧光粉和第三膜层中的第三荧光粉的质量比可以为 (15~70): (15~70): (13~60), 进一步可以为 (25~60): (25~55): (13~60), 更进一步可以为 (31~40): (31~40): (13~60)。第一膜层中, 第一荧光粉浓度可以为 30%~85%, 进一步可以为 40~75%, 更进一步可以为 60%~69%, 第二膜层中, 第二荧光粉浓度可以为 30%~85%, 进一步可以为 45%~75%, 更进一步可以为 60%~69%。第三膜层中, 第三荧光粉浓度可以为 40%~87%, 进一步可以为 50%~80%, 更进一步可以为 60%~69%。

示范例中, 第一芯片 11、第二芯片 21、第三芯片 31 的发光波长独立为 440nm~460nm, 第一全色仿生荧光膜 12 包括第一膜层、第二膜层和第三膜层, 第二全色仿生荧光膜 22 包括第一膜层、第二膜层和第三膜层, 第三全色仿生荧光膜 32 包括第一膜层、第二膜层和第三膜层。第一膜层中的第一荧光粉、第二膜层中的第二荧光粉和第三膜层中的第三荧光粉的质量比为 (25~60): (25~55): (13~60), 第一膜层中, 第一荧光粉占成膜材料和第一荧光粉总质量的 40%~75%, 第二膜层中, 第二荧光粉占成膜材料和第二荧光粉总质量的

45%~75%，第三膜层中，第三荧光粉占成膜材料和第三荧光粉总质量的 50%~80%。

在另一些实施例中，第一全色仿生荧光膜12、第二全色仿生荧光膜22和第三全色仿生荧光膜32均为上文所述的包括第四膜层和第五膜层的复合膜层。此时，第四膜层中，第一混合物的浓度可以为40%~85%，进一步可以为40%~80%，更进一步为40%~75%，第五膜层中，第二混合物的浓度可以为15%~85%，进一步可以为20%~80%，更进一步可以为30%~75%。

示范例中，第一芯片 11、第二芯片 21、第三芯片 31 的发光波长独立为 440nm~460nm，第一全色仿生荧光膜 12 包括第四膜层和第五膜层，第二全色仿生荧光膜 22 包括第四膜层和第五膜层，第三全色仿生荧光膜 32 包括第四膜层和第五膜层。第四膜层中的第一混合物和第五膜层中的第二混合物的质量比为（15~60）：（20~80），第四膜层中，第一混合物占第一混合物和成膜材料总质量的 40%~80%，第五膜层中，第二混合物占第二混合物和成膜材料总质量的 20%~80%。

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，以及本申请实施例中全色仿生荧光组合物、全色仿生荧光膜和全色仿生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。

1.全色仿生荧光组合物实施例

实施例A1至实施例A4

实施例A1至实施例A4分别提供一种全色仿生荧光组合物，该全色仿生荧光组合物的粒径为10μm~25μm。

实施例 A1 至实施例 A4 的全色仿生荧光组合物均包括分开设定的第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉，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。

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 A1	50：45	12：15：23：50：35：25	45：45：40
实施例 A2	20：10	7：3：3：20：20：1	15：70：70
实施例 A3	20：85	7：30：40：80：50：50	70：15：13
实施例 A4	85：10	20：30：40：30：30：15	30：50：45

实施例 A5 至实施例 A8

实施例 A5 至实施例 A8 分别提供一种全色仿生荧光组合物。实施例 A5 至实施例 A8 的全色仿生荧光组合物分别与实施例 A1 至实施例 A4 的全色仿生荧光组合物基本相同，即实施例 A5 的全色仿生荧光组合物与实施例 A1 的全色仿生荧光组合物相同，依此类推，实施例 A8 的全色仿生荧光组合物与实施例 A4 的全色仿生荧光组合物相同。

实施例 A5 至实施例 A8 的全色仿生荧光组合物与实施例 A1 至 A4 的全色仿生荧光组

合物的主要区别在于，实施例 A5 至实施例 A8 的全色仿生荧光组合物中第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉形成混合物。

实施例 A9 至实施例 A14

实施例 A9 至实施例 A14 分别提供一种全色仿生荧光组合物，该全色仿生荧光组合物的粒径为 10 μ m~25 μ m。

实施例 A9 至实施例 A14 的全色仿生荧光组合物包括分开设置的第一混合物和第二混合物。

实施例 A9 至实施例 A13 的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 BaSi₂O₂N₂，荧光粉 A2 和荧光粉 C2 同实施例 A1 的荧光粉 A2 和荧光粉 C2。

实施例 A14 的第一混合物包括荧光粉 A1、荧光粉 A2、荧光粉 B3、荧光粉 B4、荧光粉 C1 和荧光粉 C2，其质量比详见表 2。其中，荧光粉 A1 是发光波长为 480nm 的 Y₃(Al,Ga)₅O₁₂，荧光粉 B4 是发光波长为 600nm 的硅酸盐 Ba₂(YxLayEu1xy)₈(SiO₄)₆O₂。

实施例 A9 至实施例 A14 的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。

实施例 A15 至实施例 A17

实施例 A15 至实施例 A17 分别提供一种全色仿生荧光组合物。实施例 A15 至实施例 A17 的粒径独立的为 10 μ m~25 μ m。其中，实施例 A15 和实施例 A16 全色仿生荧光组合物包括相互混合的荧光粉 A2、荧光粉 B5 和荧光粉 C2 和荧光粉 E，其质量比详见下文表 2，其中，荧光粉 B5 是发光波长为 530nm 的 BaSi₂O₂N₂。

实施例 A17 全色仿生荧光组合物包括相互混合的荧光粉 A2、荧光粉 B3、荧光粉 C3 和荧光粉 E，其质量比详见下文表 2，其中，荧光粉 B3 同实施例 A9 中的荧光粉 B3。

实施例 A15 至实施例 A17 中的荧光粉 A2、荧光粉 C3 和荧光粉 E 同实施例 A1 中的荧光粉 A2、荧光粉 C3 和荧光粉 E。

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 A9	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 A10		65: 40: 35
实施例 A11		15: 85: 30
实施例 A12		40: 60: 70
实施例 A13		60: 20: 1
实施例 A14	荧光粉 A1(480nm)、荧光粉 A2(490nm)、荧光粉 B3(535nm)、荧光粉 B4(600nm)、荧光粉 C1(630nm)和荧光粉 C2(660nm)的质量比 (A1: A2: B3: B4: C1: C2)	90: 20: 1
		120: 90: 100
		17: 78.5: 4.5
		70: 30: 0
		18.62: 22.32: 74.73: 8.62: 6.16: 3.17
		30: 70: 0
项目	全色仿生荧光组合物中荧光粉 A2(490nm)、荧光粉 B5(530nm)和荧光粉 C2(660nm)和荧光粉 E(740nm)的质量比 (A2: B5: C2: E)	
实施例 A15	19: 71: 6: 20	
实施例 A16	19: 71: 6: 20	
	全色仿生荧光组合物中荧光粉 A2(490nm)、荧光粉 B3(535nm)、荧光粉 C3(679nm)和荧光粉 E(740nm)的质量比 (A2: B3: C3: E)	
实施例 A17	16: 79: 9: 20	

对比例 A1

本对比例提供一种全色仿生荧光组合物，该全色仿生荧光组合物的粒径为 10 μ m~25 μ m。本对比例的荧光组合包括相互混合的，质量比为 20: 20: 20: 2: 32: 6: 0 的荧光粉 B、

5 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。

其中，本对比例的荧光粉 B3 同实施例 A9 的荧光粉 B3，本对比例的荧光粉 C1、荧光粉 C2、荧光粉 C3、荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F 同实施例 A1 的荧光粉 C1、荧光粉 C2、

10 荧光粉 C3、荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F。

对比例 A2

本对比例提供一种全色仿生荧光组合物，该全色仿生荧光组合物粒径为 10 μ m~25 μ m。本对比例全色仿生荧光组合物包括相互分离设置的第一混合物和第二混合物。

第一混合物包括质量比为 10: 50: 40 的荧光粉 B3、荧光粉 C1 和荧光粉 C2，第二混合物包括质量比为 20: 40: 40: 0 的荧光粉 C3、荧光粉 D、荧光粉 E 和荧光粉 F。

本对比例中的荧光粉 B3、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 同对比例 A1 中的荧光粉 B3、荧光粉 C1、荧光粉 C2、荧光粉 C3、荧光粉 D、

15 荧光粉 E 和荧光粉 F。

2.全色仿生荧光膜实施例

实施例B1至实施例B4

实施例 B1 至实施例 B4 分别提供一种全色仿生荧光膜，该全色仿生荧光膜为三层膜结构，包括依次叠设的第一膜层、第二膜层和第三膜层。其中，第一膜层包括第一荧光粉和成膜材料硅胶、第二膜层包括第二荧光粉和成膜材料硅胶、第三膜层包括第三荧光粉和成膜材料硅胶。

在实施例 B1 中，第一荧光粉为实施例 A1 中的第一荧光粉，第二荧光粉为实施例 A1 中的第二荧光粉，第三荧光粉为实施例 A1 中的第三荧光粉；在实施例 B2 中，第一荧光粉为实施例 A2 中的第一荧光粉，第二荧光粉为实施例 A2 中的第二荧光粉，第三荧光粉为实施例 A2 中的第三荧光粉；依此类推，在实施例 B4 中，第一荧光粉为实施例 A4 中的第一

25 荧光粉，第二荧光粉为实施例 A4 中的第二荧光粉，第三荧光粉为实施例 A4 中的第三荧光粉。

实施例 B1 至实施例 B4 的全色仿生荧光膜的成膜方法，第一膜层的膜厚和第一荧光粉浓度，第二膜层的膜厚和第二荧光粉浓度，以及第三膜层的膜厚和第三荧光粉浓度详见表 3。

30 3。

实施例 B5 至实施例 B8 和实施例 B15 至实施例 B17

实施例 B5 至实施例 B8 和实施例 B15 至 B17 分别提供一种全色仿生荧光膜，该全色仿生荧光膜为单膜结构，包括全色仿生荧光组合物和成膜材料硅胶。该些全色仿生荧光膜的成膜方法、膜厚和全色仿生荧光组合物的浓度如表 3 所示。

35 实施例 B5 中的全色仿生荧光组合物为实施例 A5 中的全色仿生荧光组合物，依此类推，实施例 B8 中的全色仿生荧光组合物为实施例 A8 中的全色仿生荧光组合物，实施例 B15 中的全色仿生荧光组合物为实施例 A15 中的全色仿生荧光组合物，实施例 B17 中的全色仿生荧光组合物为实施例 A17 中的全色仿生荧光组合物。

实施例B9至实施例B14

40 实施例B9至实施例B12分别提供一种全色仿生荧光膜，该全色仿生荧光膜为双层膜结构，包括第四膜层和第五膜层，其中，第四膜层包括成膜材料硅胶和第一混合物，第五膜层包括成膜材料硅胶和第二混合物。

在实施例B9中，第一混合物为实施例A9中的第一混合物，第二混合物为实施例A9中的第二混合物；在实施例B10中，第一混合物为实施例A10的第一混合物，第二混合物为实施

45 例A10中的第二混合物；依此类推，在实施例B12中，第一混合物为实施例A12中的第一混合物，第二混合物为实施例A12中的第二混合物。

实施例 B9 至实施例 B12 全色仿生荧光膜的成膜方法，第四膜层的膜厚和第一混合浓度，以及第五膜层的膜厚和第二混合物浓度详见表 3。

- 对比例 B1
- 本对比例提供一种全色仿生荧光膜。本对比例提供的全色仿生荧光膜为单膜结构，包括一层单膜，该单膜包括成膜材料硅胶和对比例 A1 提供的全色仿生荧光组合物。本对比例提供的全色仿生荧光膜的膜厚为 0.20mm，全色仿生荧光组合物的浓度为 68%。
- 5 对比例 B2
- 本对比例提供一种全色仿生荧光膜。本对比例的全色仿生荧光膜与实施例 B9 的全色仿生荧光膜，不同之处在于：1.在本对比例中，第一混合物为对比 A2 中的第一混合物，第二混合物为对比例 A2 中的第二混合物，2.在本对比例中，第四膜层中第一混合物浓度和第五膜层中第二混合物浓度为表 3 所示的浓度。
- 10 本对比例中第四荧光膜的膜厚和第一混合物浓度，以及第五荧光膜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			
		第一膜层		第二膜层		第三膜层				第四膜层		第五膜层	
		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	—	—	—	—	—	—	0.006	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

- 3.全色仿生光源实施例
- 实施例 C1 至实施例 C15
- 15 实施例 C1 至实施例 C15 分别提供一种全色仿生光源，包括第一发光单元、第二发光

单元和第三发光单元。

第一发光单元包括第一芯片和第一全色仿生荧光膜，第二发光单元包括第二芯片和第二全色仿生荧光膜，第三发光单元包括第三芯片和第三全色仿生荧光膜。

其中，实施例 C1 中的第一全色仿生荧光膜、第二全色仿生荧光膜和第三全色仿生荧光膜均为实施例 B1 中的全色仿生荧光膜，实施例 C2 中的第一全色仿生荧光膜、第二全色仿生荧光膜和第三全色仿生荧光膜均为实施例 B2 中的全色仿生荧光膜，依此类推，实施例 C14 中的第一全色仿生荧光膜、第二全色仿生荧光膜和第三全色仿生荧光膜均为实施例 B14 中的全色仿生荧光膜。

在实施例 C15 的全色仿生光源中，第一全色仿生荧光膜为实施例 B15 中的全色仿生荧光膜，第二全色仿生荧光膜为实施例 B16 中的全色仿生荧光膜，第三全色仿生荧光膜为实施例 B17 中的全色仿生荧光膜。

实施例 C1 至实施例 C15 中的第一芯片、第二芯片和第三芯片的发光波长如下文表 4 所示。

对比例 C1 和对比例 C2

实施例 C1 和实施例 C2 分别提供一种全色仿生光源，该全色仿生光源包括发光单元，发光单元包括芯片和全色仿生荧光膜。对比例 C1 中的全色仿生荧光膜为对比例 B1 中的全色仿生荧光膜，对比例 C2 中的全色仿生荧光膜为对比例 B2 中的全色仿生荧光膜。对比例 C1 和对比例 C2 芯片的发光波长如下文表 4 所示。

表 4

项目	第一芯片发光波长 (nm)	第二芯片发光波长 (nm)	第三芯片发光波长 (nm)
实施例 C1	452	452	452
实施例 C2	440	440	440
实施例 C3	455	455	455
实施例 C4	460	460	460
实施例 C5	470	470	470
实施例 C6	452	455	458
实施例 C7	455	455	455
实施例 C8	455	455	455
实施例 C9	455	455	455
实施例 C10	455	455	455
实施例 C11	455	455	455
实施例 C12	455	455	455
实施例 C13	455	455	455
实施例 C14	452	452	452
实施例 C15	452	455	465
对比例 C1	455	—	—
对比例 C2	455	—	—

各光源的光谱测试：

将上述实施例C1至实施例C15、对比例C1和对比例C2的全色仿生光源分别进行光谱测试，结果如图2至图18所示。

如图2至图16所示，本申请实施例C1至实施例C15提供的全色仿生光源产生的白光的光谱与自然光的光谱高度相似。该白光包括在400nm~700nm波段下的全部可见光，且该白光380nm~435nm波段紫光的绝对光功率值小，475nm~492nm波段青光的绝对光功率值大，475nm~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。其中，实施例C15光源所含的第一发光单元至第三发光单元复合光谱中红光部分光功率值明显高于现

有的双晶片低蓝光全光谱光源的光谱中红光部分光功率值。

如图17和图18所示，对比例C1和对比例C2提供的全色仿生光源产生的白光，在红光波段内尤其是600-700nm波段内，光功率大，500-600nm波段内，光功率小，对比例C1和对比例C2提供的全色仿生光源产生的白光与自然光差异大。

5

权利要求书

1. 一种全色仿生荧光组合物, 其特征在于, 所述全色仿生荧光组合物包括:
第一荧光粉, 所述第一荧光粉的发光波长为 480nm~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;
5 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;
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 480nm 和/或 488nm~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 523nm~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
10 波长为 628nm~681nm, 所述荧光粉 D 的发光波长为 718nm~722nm, 所述荧光粉 E 的发光波长
为 738nm~742nm, 所述荧光粉 F 的发光波长为 793nm~797nm。
2. 如权利要求 1 所述的全色仿生荧光组合物, 其特征在于: 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
15 波长为 523nm~527nm, 所述荧光粉 B2 的发光波长为 538nm~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 628nm~632nm, 所述荧光粉 C2 的发光波长为 658nm~662nm, 所述荧光
粉 C3 的发光波长为 677nm~681nm, 所述荧光粉 C1、所述荧光粉 C2、所述荧光粉 C3、所述
20 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。
3. 如权利要求 1 所述的全色仿生荧光组合物, 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、所述第二荧光粉形成第一混合物;
所述第三荧光粉中的所述荧光粉 D、所述荧光粉 E 和所述荧光粉 F 形成第二混合物,
25 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;
所述第一混合物与所述第二混合物分开设置。
4. 如权利要求 1-3 任一项所述的全色仿生荧光组合物, 其特征在于, 所述第一荧光粉、
30 所述第二荧光粉和所述第三荧光粉的粒径独立的小于或等于 50 μm 。
5. 一种全色仿生荧光膜, 其特征在于, 所述全色仿生荧光膜包括成膜材料和分散在所述膜材料中的权利要求 1-4 任一项所述的全色仿生荧光组合物。
6. 如权利要求 5 所述的全色仿生荧光膜, 其特征在于: 所述全色仿生荧光组合物为权
35 利要求 1-2 任一项所述的全色仿生荧光组合物, 所述全色仿生荧光膜包括层叠设置的第一
膜层、第二膜层和第三膜层, 所述第一膜层包括所述第一荧光粉, 所述第二膜层包括所述
第二荧光粉, 所述第三膜层包括所述第三荧光粉。
7. 如权利要求 6 所述的全色仿生荧光膜, 其特征在于:
所述第一膜层中, 所述第一荧光粉占所述成膜材料与所述第一荧光粉总质量的 30%~85%;
40 和/或
所述第二膜层中, 所述第二荧光粉占所述成膜材料与所述第二荧光粉总质量的 30%~85%;
和/或
所述第三膜层中, 所述第三荧光粉占所述成膜材料与所述第三荧光粉总质量的 40%~87%;
和/或
45 所述全色仿生荧光膜采用压膜法制备, 且所述第一膜层、所述第二膜层和所述第三膜
层中任一层的膜厚为 0.06mm~0.15mm, 或所述全色仿生荧光膜采用喷膜法制备, 且所述第
一膜层、所述第二膜层和所述第三膜层中任一层的膜厚为 0.001mm~0.01mm。

8. 如权利要求 5 所述的全色仿生荧光膜, 其特征在于: 所述全色仿生荧光组合物为权利要求 3 所述的全色仿生荧光组合物, 所述全色仿生荧光膜包括层叠设置的第四膜层和第五膜层, 所述第四膜层包括所述第一混合物, 所述第五膜层包括所述第二混合物, 其中, 所述第一荧光粉、所述第二荧光粉和所述第三荧光粉的粒径独立的小于或等于 $50\ \mu\text{m}$ 。
- 5 9. 如权利要求 8 所述的全色仿生荧光膜, 其特征在于:
所述第四膜层中, 所述第一混合物占所述成膜材料和所述第一混合物总质量的 40%~85%;
和/或
所述第五膜层中, 所述第二混合物占所述成膜材料和所述第二混合物总质量的 15%~85%;
和/或
- 10 所述全色仿生荧光膜采用压膜法制备, 且所述第四膜层和所述第五膜层中任一层的膜厚为 $0.06\text{mm}\sim 0.15\text{mm}$, 或所述全色仿生荧光膜采用喷膜法制备, 且所述第四膜层和所述第五膜层中任一层的膜厚为 $0.001\text{mm}\sim 0.01\text{mm}$ 。
10. 一种全色仿生光源, 包括至少一个发光单元, 所述发光单元包括芯片和设置在所述芯片光路上的全色仿生荧光膜, 所述全色仿生荧光膜为权利要求 5-9 任一项所述的全色仿生荧光膜。
- 15 11. 如权利要求 10 所述的全色仿生光源, 其特征在于, 所述全色仿生荧光膜为权利要求 6-9 任一项所述的全色仿生荧光膜, 且满足如下条件:
所述第一膜层、所述第二膜层和所述第三膜层中光折射率最小的一层靠近所述芯片, 或所述第四膜层和所述第五膜层中光折射率小的一层靠近所述芯片;
- 20 所述芯片的发光波长为 $440\text{nm}\sim 475\text{nm}$ 。
12. 如权利要求 11 所述的全色仿生光源, 其特征在于, 所述全色仿生光源包括如下三个所述发光单元:
第一发光单元, 包括第一芯片和设置于所述第一芯片光路上的第一全色仿生荧光膜;
第二发光单元, 包括第二芯片和设置于所述第二芯片光路上的第二全色仿生荧光膜;
25 第三发光单元, 包括第三芯片和设置于所述第三芯片光路上的第三全色仿生荧光膜。
13. 如权利要求 12 所述的全色仿生光源, 其特征在:
所述第一芯片、所述第二芯片和所述第三芯片的发光波长独立为 $440\text{nm}\sim 460\text{nm}$;
且所述第一全色仿生荧光膜包括所述第一膜层、所述第二膜层和所述第三膜层, 所述第二全色仿生荧光膜包括所述第一膜层、所述第二膜层和所述第三膜层, 所述第三全色仿生荧光膜包括所述第一膜层、所述第二膜层和所述第三膜层, 所述第一膜层中的所述第一荧光粉、所述第二膜层中的所述第二荧光粉和所述第三膜层中的所述第三荧光粉的质量比为 25~60: 25~55: 13~60, 所述第一膜层中, 所述第一荧光粉占所述成膜材料和所述第一荧光粉总质量的 40%~75%, 所述第二膜层中, 所述第二荧光粉占所述成膜材料和所述第二荧光粉总质量的 45%~75%, 所述第三膜层中, 所述第三荧光粉占所述成膜材料和所述第三荧光粉总质量的 50%~80%。
- 30 14. 如权利要求 12 所述的全色仿生光源, 其特征在于: 所述第一芯片、所述第二芯片和所述第三芯片的发光波长独立为 $440\text{nm}\sim 460\text{nm}$,
且所述第一全色仿生荧光膜包括所述第四膜层和所述第五膜层, 所述第二全色仿生荧光膜包括所述第四膜层和所述第五膜层, 所述第三全色仿生荧光膜包括所述第四膜层和所述第五膜层, 所述第四膜层中的所述第一混合物和所述第五膜层中的所述第二混合物的质量比为 15~60: 20~80, 所述第四膜层中, 所述第一混合物占所述第一混合物和所述成膜材料总质量的 40%~80%, 所述第五膜层中, 所述第二混合物占所述第二混合物和所述成膜材料总质量的 20%~80%。
- 40 15. 如权利要求 10-14 任一项所述的全色仿生光源, 其特征在于, 所述全色仿生光源产生的白光具有如下任一光谱特征:
380nm~435nm 波段紫光的绝对光谱功率值小于 0.45;
435nm~475nm 波段蓝光的绝对光谱功率值大于 0.40 且小于 0.80;
475nm~492nm 波段青光的绝对光谱功率值大于 0.30;
- 45

597nm~622nm 波段橙光的绝对光谱功率值大于 0.80;

622nm~700nm 波段红光的绝对光谱功率值大于 0.70。

16. 如权利要求 15 所述的全色仿生光源, 其特征在于:

- 5 所述白光的色温小于 4000K, 492nm~577nm 波段绿光的绝对光谱功率值小于 0.70,
577nm~597nm 波段黄光的绝对光功率值小于 0.80; 或

所述白光的色温大于或等于 4000K, 492nm~577nm 波段绿光的绝对光谱功率值大于 0.65,

577nm~597nm 波段黄光的绝对光功率值大于 0.80。