

红光荧光组合物、红光荧光膜和红光 LED 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 202211456736.0、发明名称为“红光荧光组合物、红光荧光膜和红光 LED 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

本申请涉及理疗光源技术领域，尤其涉及一种红光荧光组合物、红光荧光膜和红光 LED 光源。

背景技术

10 红光理疗是采用红光照射人体，改善人体生理状况的方法。红光对于皮肤、皮下组织具有一定穿透力，红光对肌肉、皮下组织等产生的温热效应，可加速血液循环，促进新陈代谢和细胞增生，能够起到消炎、镇痛、按摩、促进瘢痕软化、减轻瘢痕挛缩等效果。

传统的红光治疗仪多采用滤光的方法获得红光，存在滤光液寿命有限、发光效率低、照射面积小、有频闪、结构复杂和光强、频率不可调制等缺陷。LED 光源以其高效、窄带、直流、节能、环保等优点，成为在医疗和美容领域具有广泛的应用人工光源。

15 图 1 为现有技术红光 LED 光源的光谱图，如图 1 所示，现有技术的红光 LED 光源的光谱图存在峰形陡峭、过窄，且波峰前后的红光光功率随波长变化迅速减小的技术问题，使得现有技术红光 LED 光源的用于理疗时，仅有波峰前后较窄的波段内的红光能够产生理疗效果，理疗的有效波段过窄，红光的理疗效果无法进一步提高。

技术问题

20 本申请的目的在于提供一种红光荧光组合物、红光荧光膜和红光 LED 光源，以解决现有技术的红光 LED 光源存在的光谱图中峰形陡峭、过窄，且波峰前后的红光光功率随波长变化迅速减小，进而导致理疗的有效波段过窄，理疗效果不佳的技术问题。

技术方案

25 为了实现上述申请目的，本申请实施例第一方面，提供了一种红光荧光组合物。本申请实施例红光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，第一荧光粉包括荧光粉 A、荧光粉 B 和荧光粉 D1；

第二荧光粉包括荧光粉 C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1；

第三荧光粉包括荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧光粉 F；

荧光粉 A 的发光波长为 600nm~640nm；

30 荧光粉 B 的发光波长为 650nm~660nm；

荧光粉 C 的发光波长为 670nm~700nm；

荧光粉 D1、荧光粉 D2、荧光粉 D3 的发光波长独立的为 710nm~730nm;

荧光粉 E1、荧光粉 E2 和荧光粉 F 的发光波长独立的大于 730nm,且小于或等于 800nm。

本申请实施例红光荧光组合物通过第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉中分别包含
5 发光波长分散分布于 600nm~800nm 的不同荧光粉,使得本申请实施例红光荧光组合物被激
发产生宽谱的红光,该红光的光谱图在 600nm~800nm 波长范围内,包括平坦的且较宽的波
峰。波峰前后较宽的波段内的红光具有相似的光功率和能量密度,理疗时,该波段内的红
光均能产生理疗效果,进而使得本申请实施例的红光荧光组合物被激发所产生的红光理疗
的有效波段宽,理疗效果好。

10 本申请实施例第二方面,提供了一种红光荧光膜,本申请实施例的红光荧光膜包括第
一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜。

其中,第一荧光膜包括第一成膜材料和分散在第一成膜材料中的上文本申请实施例红
光荧光组合物所含的第一荧光粉;

第二荧光膜包括第二成膜材料和分散在第二成膜材料中的上文本申请实施例红光荧光
组合物所含的第二荧光粉;

15 第三荧光膜包括第三成膜材料和分散在第三成膜材料中的上文本申请实施例红光荧光
组合物所含的第三荧光粉。

本申请实施例红光荧光膜包括上文本申请实施例红光荧光组合物,使得本申请实施例
红光荧光膜被激发产生宽谱的红光,该红光的波峰平坦且波段范围宽,该波段范围内的红
光光功率相近,理疗时,该波段的红光均能产生理疗效果,因此本申请实施例的红光荧光
20 膜被激发所产生的红光理疗效果好。

本申请实施例第三方面,提供了一种红光 LED 光源。本申请实施例的红光 LED 光源包
括发光单元,该发光单元包括芯片和设置于芯片光路上的红光荧光膜,该红光荧光膜为上
文本申请实施例红光荧光膜。

本申请实施例红光 LED 光源通过芯片产生激发光,激发红光荧光膜中所含的红光荧光
25 组合物产生红光,该红光的具有波段宽且平坦的波峰,该波峰的波段为理疗的有效波段,
使得本申请实施例红光 LED 光源所产生的红光理疗效果好。另外,本申请实施例的红光 LED
光源通过调节红光荧光组合物的发光波长来调整所产生的红光,使该红光具有宽谱、波峰
平坦的特点,操作方法简单,可重复性好,产品良品率高。

附图说明

30 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 为现有技术红光 LED 光源光谱图;

- 图 2 为实施例 C1 所提供的红光 LED 光源光谱图；
图 3 为实施例 C2 所提供的红光 LED 光源光谱图；
图 4 为实施例 C3 所提供的红光 LED 光源光谱图；
图 5 为实施例 C4 所提供的红光 LED 光源光谱图；
5 图 6 为实施例 C5 所提供的红光 LED 光源光谱图；
图 7 为实施例 C6 所提供的红光 LED 光源光谱图；
图 8 为实施例 C7 所提供的红光 LED 光源光谱图；
图 9 为实施例 C8 所提供的红光 LED 光源光谱图；
图 10 为实施例 C9 所提供的红光 LED 光源光谱图；
10 图 11 为对比例 C1 所提供的红光 LED 光源光谱图；
图 12 为对比例 C2 所提供的红光 LED 光源光谱图；
图 13 为对比例 C3 所提供的红光 LED 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
15 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。

本申请实施例第一方面，提供了一种红光荧光组合物。本申请实施例红光荧光组合物
包括的第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉。

第一荧光粉包括荧光粉 A、荧光粉 B 和荧光粉 D1；其中，荧光粉 A 的发光波长为
20 600nm~640nm，进一步可以是 610nm~640nm，荧光粉 B 的发光波长为 650nm~660nm，荧
光粉 D1 的发光波长为 710nm~730nm。

第二荧光粉包括荧光粉 C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1；其中，荧光粉 C 的发光波长为
670nm~700nm，荧光粉 D2 的发光波长为 710nm~730nm；荧光粉 E1 的发光波长大于 730nm，
且小于或等于 800nm。

25 第三荧光粉包括荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧光粉 F。其中，荧光粉 D3 的发光波长为
710nm~730nm；荧光粉 E2 和荧光粉 F 的发光波长独立的大于 730nm，且小于或等于 800nm。

本申请实施例红光荧光组合物通过发光波长分散分布在 600nm~800nm 范围内的第一
荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉，使得本申请实施例红光荧光组合物被激发产生宽谱的
红光，该红光的光谱图在 600nm~800nm 包括峰形平坦的波峰，在该波峰前后较宽的波段内，
30 红光的光功率和能量密度相近，理疗时均能产生理疗效果，该波段为理疗的有效波段。进
而使得本申请实施例的红光荧光组合物所产生的红光理疗有效波段宽，理疗效果好。

需要说明的是，本申请实施例中，波段指的是红光的波长范围，而有效波段指的是能

够产生理疗效果的红光的波长范围。

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图中主峰峰值处的波长。

5 在一些实施例中，本申请实施例红光荧光组合物所含的第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉中的至少一荧光粉与另两荧光粉是分开设置，示范例中，第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉分开设置。通过将第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉中的至少一荧光粉与另两荧光粉是分开设置，使得第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉的质量比能够根据发光效果进行灵活调整。

10 在进一步实施例中，荧光粉 A 的发光波长可以为 630nm，荧光粉 B 的发光波长可以为 660nm，荧光粉 C 的发光波长可以为 679nm，荧光粉 D1、荧光粉 D2 和荧光粉 D3 的发光波长均可以为 720nm，荧光粉 E1 和荧光粉 E2 的发光波长均可以为 738nm~742nm，具体可以为 740nm，荧光粉 F 的发光波长可以为 793nm~797nm，具体可以为 795nm。

15 在一些实施例中，第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉均可以包括氮化物红粉和氟化物红粉中至少一种。具体的，荧光粉 A、荧光粉 B、荧光粉 C、荧光粉 D1、荧光粉 D2、荧光粉 D3、荧光粉 E1、荧光粉 E2 和荧光粉 F 分别可以包括氮化物红粉和氟化物红粉中至少一种。

20 示范例中，荧光粉 A、荧光粉 B、荧光粉 C、荧光粉 D1、荧光粉 D2、荧光粉 D3、荧光粉 E1、荧光粉 E2 和荧光粉 F 独立的可以是但不限于 $(\text{Ca,Sr})\text{AlSiN}_3$ （钙锶铝硅氮三，1113）或 $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ （氟硅酸钾）。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 D1、荧光粉 D2、荧光粉 D3、荧光粉 E1、荧光粉 E2 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 D1、荧光粉 D2、荧光粉 D3、荧光粉 E1、荧光粉 E2 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，其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。

25 当然了，第一荧光粉所含的荧光粉 D1、第二荧光粉所含的荧光粉 D2 和第三荧光粉所含的荧光粉 D3 的具体发光波长可以相同，例如荧光粉 D1、荧光粉 D2 和荧光粉 D3 的发光波长均为 720nm。荧光粉 D1、荧光粉 D2 和荧光粉 D3 的发光波长也可以不相同，例如荧光粉 D1、荧光粉 D2 和荧光粉 D3 的发光波长分别为 715nm、720nm、和 725nm。当荧光粉 D1、荧光粉 D2 和荧光粉 D3 的发光波长相同时，荧光粉 D1、荧光粉 D2 和荧光粉 D3 30 可以为相同的物质，例如荧光粉 D1、荧光粉 D2 和荧光粉 D3 都是 $(\text{Ca,Sr})\text{AlSiN}_3$ ，荧光粉 D1、荧光粉 D2 和荧光粉 D3 也可以为不相同的物质，例如荧光粉 D1 为 $(\text{Ca,Sr})\text{AlSiN}_3$ ，荧光粉 D2 和荧光粉 D3 为 $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 。同理，荧光粉 E1 和荧光粉 E2 的具体发光波长可以相同，也可以不同，当荧光粉 E1 和荧光粉 E2 的发光波长相同时，荧光粉 E1 和荧光粉 E2 可以是相同物质，也可以是不同的物质。

35 在一些实施例中，可以控制第一荧光粉中荧光粉 A、荧光粉 B 和荧光粉 D1 之间的质量比为 $(3\sim 25) : (3\sim 35) : (5\sim 50)$ ，进一步为 $(5\sim 20) : (5\sim 25) : (10\sim 40)$ ，更

进一步为（5~15）：（5~20）：（10~30）。

在一些实施例中，可以控制第二荧光粉中荧光粉 C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1 之间的质量比为（7~35）：（7~40）：（10~50），进一步为（10~30）：（10~35）：（15~40），更进一步为（10~25）：（10~30）：（20~40）。

- 5 在一些实施例中，可以控制第三荧光粉中荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧光粉 F 之间的质量比为（10~40）：（10~40）：（15~50），进一步为（12~35）：（12~35）：（15~40），更进一步为（15~30）：（15~30）：（15~35）。

10 将荧光粉A、荧光粉B和荧光粉D1的质量比，荧光粉C、荧光粉D2和荧光粉E1的质量比，以及荧光粉D3、荧光粉E2和荧光粉F的质量比控制在该范围内，能够对本申请实施例红光荧光组合物所产生的红光的光强、波峰平坦程度、波峰的波长和波峰的宽窄程度进行调整，使得该红光的光谱中波峰更为平坦，波峰更宽，以进一步扩宽红光的有效波长，提高红光的理疗效果。同时，在该范围内，还可以通过调节其中一种或几种一荧光粉的比例，以提高红光中具体的一个或几个波长的光功率，使该波长的光功率凸出于其他波长，以提高该波长的红光的光疗效果或作用，例如，通过调节荧光粉的比例，令红光荧光组合物所产生的红光中，波长为650nm处的红光具有比其他波长下的红光更高的光功率，使得本申请实施例红光荧光组合物所产生的红光更有利于人体创伤组织的愈合。

20 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的粒径独立的小于或等于50 μm ，进一步可以为5 μm ~50 μm ，更进一步可以为10 μm ~50 μm 。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，使得第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉的颗粒具有更大的比表面积，进而提高发光效率。同时，在第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉与成膜材料成膜时，第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉的颗粒与成膜材料具有更好的相容性，进而使得膜厚更薄。

25 本申请实施例第二方面提供一种红光荧光膜，本申请实施例红光荧光膜包括第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜。其中，第一荧光膜包括第一成膜材料和分散在第一成膜材料中的上文本申请实施例红光荧光组合物所含的第一荧光粉，第二荧光膜包括第二成膜材料和分散在第二成膜材料中的上文本申请实施例红光荧光组合物所含的第二荧光粉，第三荧光膜包括第三成膜材料和分散在第三成膜材料中的上文本申请实施例红光荧光组合物所含的第三荧光粉。

30 本申请实施例红光荧光膜包括上述本申请实施例的红光荧光组合物，使得本申请实施例的红光荧光膜能够被光子激发产生宽谱的红光，且该红光的光谱图中，波峰前后较宽的波段内峰形平坦，该波段是有效波段，该波段范围内的红光的光功率和能量密度相近，均能产生理疗效果。进而使得本申请实施例的红光荧光膜所产生的红光理疗的有效波段宽，理疗效果好。

35 在一些实施例中，本申请实施例中第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜可以依次层叠设置，也可以分开单独设置。例如一些具体示范例中，第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜分别单独设置。另一些示范例中，第一荧光膜和第二荧光膜层叠设置形成含有双层膜层的第四荧光膜，并与第三荧光膜分开设置。

通过第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜单独分别包括第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉，使得红光荧光组合物在使用时，无需将第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉按比例进行混合，而使得第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉的比例可以在红光荧光膜的制备时根据需求进行灵活的调整。同时还可以分别对第一荧光膜、第二荧光膜和第三
5 荧光膜的膜厚以及荧光粉的浓度进行调整，以进一步优化光效。

在一些实施例中，第一成膜材料、第二成膜材料和第三成膜材料独立的可以包括硅胶和环氧树脂中至少一种。这些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，使得红光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。

另外，第一成膜材料、第二成膜材料和第三成膜材料可以相同，例如，具体示范例中，
10 第一成膜材料、第二成膜材料和第三成膜材料都是硅胶；第一成膜材料、第二成膜材料和第三成膜材料也可以不相同，例如，在另一些具体示范例中，第一成膜材料为硅胶，第二成膜材料和第三成膜材料均为环氧树脂。

在一些实施例中，可以控制第一荧光膜中的第一荧光粉、第二荧光膜中的第二荧光粉和第三荧光膜中第三荧光粉的质量比为(5~30):(10~40):(15~60)，进一步为(7~25):
15 (12~30):(17~50)，更进一步为(10~20):(15~25):(20~40)。通过控制第一荧光粉、第二荧光粉和第三荧光粉的质量比在该范围内，进一步提高本申请实施例红光荧光膜所产生红光的光谱图中波峰前后峰形的平坦性，扩大红光理疗的有效波段，提高理疗效果。

在一些实施例中，第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜中任一荧光膜可以为一层单
20 膜，这样，可以使得第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜的膜厚更薄。在进一步实施例中，还可以控制第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜膜厚为亚毫米级别，如0.06mm~0.60mm，以提高光效。

在一些实施例中，第一荧光膜包括多个单膜层，多个单膜层层叠结合形成复合膜。如在示范例中，第一荧光膜是由膜层 A、膜层 B 和膜层 D1 复合形成的复合膜，其中，膜层 A
25 包含荧光粉 A，膜层 B 包含荧光粉 B，膜层 D1 包含荧光粉 D1。制备时，可以通过压膜法分别单独制备膜层 A、膜层 B 和膜层 D1，再将膜层 A、膜层 B 和膜层 D1 依次层叠，真空压合形成第一荧光膜，也可以通过喷膜形成膜层 A，在膜层 A 上再进行喷膜形成膜层 B，最后在膜层 A 和膜层 B 的基础上再次喷膜形成膜层 D1，使得膜层 A、膜层 B 和膜层 D1 复合形成第一荧光膜。

30 在一些实施例中，第二荧光膜包括多个单膜层，多个单膜层之间层叠结合，复合形成第二荧光膜，其中，第二荧光膜中多个单膜层之间的结合方式可以与第一荧光膜的多个单膜层结合方式相同。

在一些实施例中，第三荧光膜包括多个单膜层，多个单膜层之间层叠结合，复合形成第三荧光膜，其中，第三荧光膜中多个单膜层之间的结合方式可以与第一荧光膜的多个单
35 膜层结合方式相同。

通过多个单膜层分别复合形成第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜，能够在第一荧

光膜、第二荧光膜和第三荧光膜的制备时，灵活控制荧光粉的质量比和浓度，进而根据需要调整本申请实施例红光荧光膜所产生的红光，例如，可以控制第一荧光粉中荧光粉 A、荧光粉 B 和荧光粉 D1 的质量比和浓度。

5 在一些实施例中，可以控制第一荧光膜中第一荧光粉的浓度为 40%~87%，进一步为 50%~80%，更进一步为 60%~75%。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第一成膜材料总质量中的占比。

在一些实施例中，可以控制第二荧光膜中第二荧光粉的浓度为 30%~87%，进一步为 40%~80%，更进一步为 60%~75%。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第二成膜材料总质量中的占比。

10 在一些实施例中，可以控制第三荧光膜中第三荧光粉的浓度为 30%~87%，进一步为 45%~80%，更进一步为 60%~75%。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第三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对本申请实施例红光荧光膜所产生的红光光功率产生明显的影响，浓度越大，所产生的红光光功率越大。控制第一荧光粉、第二
15 荧光粉和第三荧光粉的浓度在该范围内，能够调整红光荧光膜所发出的红光的光功率，以提高红光的理疗效果。

可以理解的是，本申请实施例红光荧光膜可以采用压膜法和/或喷膜法成膜。

在一些实施例中，本申请实施例红光荧光膜采用压膜法成膜，可以控制第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜中任一荧光膜的膜厚为 0.06mm~0.6mm。

20 在一些实施例中，本申请实施例红光荧光膜采用喷膜法成膜，可以控制第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜中任一荧光膜的膜厚为 0.001mm~0.01mm，进一步为 0.002mm~0.006mm，更进一步为 0.002mm~0.003mm。

将本申请实施例红光荧光膜的膜厚控制在该范围，几乎接近于红光荧光组合物颗粒的粒径，使得该红光荧光膜与芯片制成光源后，能够进一步降低芯片产生的激发光在该红光
25 荧光膜中的折射，使得激发光能够最大限度的达到红光荧光组合物颗粒的表面，以最大程度的促进红光荧光组合物被激发产生红光，从而提高光效。需要说明的是，红光荧光膜中的第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜的膜厚可以相同，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。

本申请实施例第三方面，提供了一种红光 LED 光源。本申请实施例的红光 LED 光源
30 包括发光单元，发光单元包括芯片和设置与芯片光路上的红光荧光膜。其中，该红光荧光膜为上述本申请实施例红光荧光膜，为节约篇幅，在此不再对红光荧光膜进行赘述。

本申请实施例提供的红光 LED 光源，通过芯片产生激发光，激发设于芯片出光通路的光
35 红光荧光膜，以产生宽谱的红光。在该红光的光谱图中，波峰前后较宽的波段内峰形平坦，该波段红光的光功率和能量密度相近，均能产生理疗效果，该波段为理疗有效波段。本申请实施例的红光 LED 光源，通过芯片激发红光荧光膜，产生的红光有效波段宽，理疗效果

好。

在一些实施例中，本申请实施例的红光 LED 光源包括多个发光单元，具体可以包括第一发光单元、第二发光单元和第三发光单元三个发光单元。其中，第一发光单元包括第一芯片和设置在第一芯片光路上的上文所述的第一荧光膜，第二发光单元包括第二芯片和设置在第二芯片光路上的上文所述的第二荧光膜，第三发光单元包括第三芯片和设置在第三芯片光路上的上文所述的第三荧光膜。或在另一些实施例中，本申请实施例红光 LED 光源具体也可以包括第四发光单元和第五发光单元两个发光单元，第四发光单元包括第四芯片和上文所述的第四荧光膜，第五发光单元包括第五芯片和上文所述的第三荧光膜。

通过将第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜单独制成不同的发光单元，使得不同发光单元所产生的红光复合形成有效波段宽、理疗效果好的红光。同时能够通过调整不同发光单元所产生的红光的波峰来灵活的调整红光 LED 光源所产生红光波峰的波长范围和峰形的平坦程度，使得波峰前后波段内的峰形更为平坦，且使该波段下的红光的光功率和能量密度更为接近。

在一些实施例中，第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜中任一荧光膜是由多个单膜层复合形成，该多个单膜层按照折射率的从小到大的顺序，依次远离芯片排列，即单膜层的折射率越小，越靠近芯片，单膜层的折射率越大，越远离芯片。通过设置折射率小的膜层靠近芯片，使得光线在光源中的传播为由光疏介质射向光密介质，避免了光线传播时因光线是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，进而导致红光 LED 光源亮度低的问题。

在一些实施例中，可以控制第一芯片、第二芯片和第三芯片中任一芯片的发光波长为 440nm~475nm，进一步为 440nm~460nm，更进一步为 452nm~455nm。通过控制芯片的发光波长在该范围内，能够降低 435nm~440nm 蓝光的光功率，以减少 435nm~440nm 蓝光对视网膜的伤害。可以理解的是，第一芯片、第二芯片和第三芯片的发光波长可以相同，例如第一芯片、第二芯片和第三芯片的发光波长都是 452nm，第一芯片、第二芯片和第三芯片的发光波长也可以不相同，例如第一芯片、第二芯片和第三芯片的发光波长分别为 452nm、455nm 和 458nm，本领域技术人员可以根据需求进行设置。

可以理解的是，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，主峰峰值处的波长。

在一些实施例中，本申请实施例红光 LED 光源中的红光荧光膜采用压膜法制备，可以控制第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜中任一荧光膜的膜厚为 0.06mm~0.6mm，第一芯片、第二芯片和第三芯片中任一芯片的发光波长均为 440nm~475nm。第一荧光膜中，第一荧光粉的浓度为 40%~87%，第一荧光粉中，荧光粉 A、荧光粉 B 和荧光粉 D1 的质量比为 (3~25) : (3~35) : (5~50)。第二荧光膜中，第二荧光粉的浓度为 40%~87%，第二荧光粉中荧光粉 C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1 的质量比为 (7~35) : (7~40) : (10~50)。第三荧光膜中第三荧光粉的浓度为 40%~87%，第三荧光粉中，荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧光粉 F 的质量比为 (10~40) : (10~40) : (15~50)。

在进一步实施例中，可以控制第一芯片、第二芯片和第三芯片的发光波长均为

440nm~460nm。第一荧光膜中第一荧光粉的浓度为 50%~80%，第一荧光粉中，荧光粉 A、
荧光粉 B 和荧光粉 D1 的质量比为 (5~20) : (5~25) : (10~40)。第二荧光膜中第二荧
光粉的浓度为 50%~80%，第二荧光粉中荧光粉 C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1 的质量比为
(10~30) : (10~35) : (15~40)。第三荧光膜中第三荧光粉的浓度为 50%~80%，第三
5 荧光粉中，荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧光粉 F 的质量比为 (12~35) : (12~35) : (15~40)。

在更进一步实施例中，可以控制第一芯片、第二芯片和第三芯片的发光波长均为
452nm~455nm。第一荧光膜中第一荧光粉的浓度为 60%~75%，第一荧光粉中，荧光粉 A、
荧光粉 B 和荧光粉 D1 的质量比为 (5~15) : (5~20) : (10~30)。第二荧光膜中第二荧
光粉的浓度为 60%~75%，第二荧光粉中荧光粉 C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1 的质量比为
10 (10~25) : (10~30) : (20~40)。第三荧光膜中第三荧光粉的浓度为 60%~75%，第三
荧光粉中，荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧光粉 F 的质量比为 (15~30) : (15~30) : (15~35)。

在一些实施例中，本申请实施例红光 LED 光源的红光荧光膜采用喷膜法制备，可以控
制第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜中任一荧光膜的膜厚为 0.001mm~0.01mm，第一
芯片、第二芯片和第三芯片中任一芯片的发光波长为 440nm~475nm。第一荧光膜中第一荧
15 光粉的浓度为 40%~87%，第一荧光粉中，荧光粉 A、荧光粉 B 和荧光粉 D1 的质量比为 (3~25) :
(3~35) : (5~50)。第二荧光膜中第二荧光粉的浓度为 30%~85%，第二荧光粉中荧光粉
C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1 的质量比为 (7~35) : (7~40) : (10~50)。第三荧光膜中第
三荧光粉的浓度为 30%~85%，第三荧光粉中，荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧光粉 F 的质量比
为 (10~40) : (10~40) : (15~50)。

在进一步实施例中，可以控制第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜的膜厚均为
0.002mm~0.006mm，第一芯片、第二芯片和第三芯片的发光波长均为 440nm~460nm。第一
荧光膜中第一荧光粉的浓度为 50%~80%，第一荧光粉中，荧光粉 A、荧光粉 B 和荧光粉
D1 的质量比为 (5~20) : (5~25) : (10~40)。第二荧光膜中第二荧光粉的浓度为 40%~75%，
第二荧光粉中荧光粉 C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1 的质量比为 (10~30) : (10~35) : (15~40)。
25 第三荧光膜中第三荧光粉的浓度为 45%~75%，第三荧光粉中，荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧
光粉 F 的质量比为 (12~35) : (12~35) : (15~40)。

在更进一步实施例中，可以控制第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜的膜厚均为
0.002mm~0.003mm，第一芯片、第二芯片和第三芯片的发光波长均为 452nm~455nm。第一
荧光膜中第一荧光粉的浓度为 60%~75%，第一荧光粉中，荧光粉 A、荧光粉 B 和荧光粉
30 D1 的质量比为 (5~15) : (5~20) : (10~30)。第二荧光膜中第二荧光粉的浓度为 60%~75%，
第二荧光粉中荧光粉 C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1 的质量比为 (10~25) : (10~30) : (20~40)。
第三荧光膜中第三荧光粉的浓度为 60%~69%，第三荧光粉中，荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧
光粉 F 的质量比为 (15~30) : (15~30) : (15~35)。

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
35 例中红光荧光组合物、红光荧光膜和红光 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。

1. 红光荧光组合物实施例

实施例A1至实施例A9

实施例 A1 至实施例 A9 分别提供一种红光荧光组合物。实施例 A1 至实施例 A9 的红光荧光组合物包括单独设置的第一荧光粉、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粒径为 10 μ m~25 μ m。

5 其中，第一荧光粉包括荧光粉 A、荧光粉 B 和荧光粉 D1。荧光粉 A 的发光波长为 630nm 的(Ca,Sr)AlSiN₃，荧光粉 B 的发光波长为 660nm 的(Ca,Sr)AlSiN₃，荧光粉 D1 的发光波长为 720nm 的(Ca,Sr)AlSiN₃。

 第二荧光粉包括荧光粉 C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1。荧光粉 C 的发光波长为 679nm 的(Ca,Sr)AlSiN₃，荧光粉 D2 的发光波长为 720nm 的(Ca,Sr)AlSiN₃，荧光粉 E1 的发光波长为
10 740nm 的(Ca,Sr)AlSiN₃。

 第三荧光粉包括荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧光粉 F。荧光粉 D3 的发光波长为 720nm 的(Ca, Sr)AlSiN₃，荧光粉 E2 的发光波长为 740nm 的(Ca, Sr)AlSiN₃，荧光粉 F 的发光波长为 795nm 的(Ca,Sr)AlSiN₃。

 实施例 A1 至实施例 A9 的红光荧光组合物所含的第一荧光粉中荧光粉 A、荧光粉 B 和
15 荧光粉 D1 的质量比，第二荧光粉中荧光粉 C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1 的质量比，以及第三荧光粉中荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧光粉 F 的质量比详见下文表 1。

对比例 A1

 本对比例提供一种红光荧光组合物，包括荧光粉 A、荧光粉 B 和荧光粉 D1。本对比例的
20 荧光粉 A、荧光粉 B 和荧光粉 D1 同实施例 A5 的荧光粉 A、荧光粉 B 和荧光粉 D1。本对比例中荧光粉 A、荧光粉 B 和荧光粉 D1 的质量比详见下文表 1。

对比例 A2

 本对比例提供一种红光荧光组合物，包括荧光粉 C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1。本对比例
的荧光粉 C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1 同实施例 A5 的荧光粉 C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1。
本对比例中荧光粉 C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1 的质量比详见表 1。

25 对比例 A3

 本对比例提供一种红光荧光组合物，包括荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧光粉 F。本对比例
中的荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧光粉 F 同实施例 A5 中的荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧光
粉 F。本对比例中，荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧光粉 F 的质量比详见表 1。

表 1 红光荧光组合物组分配比

质量比	第一荧光粉中荧光粉 A (630nm)、荧光粉 B (660nm) 和荧光粉 D1 (720nm) 的质量比 A: B: D1	第二荧光粉中荧光粉 C (679nm)、荧光粉 D2 (720nm) 和荧光粉 E1 (740nm) 质量比 C: D2: E1	第三荧光粉中荧光粉 D3 (720nm)、荧光粉 E2 (740nm) 和荧光粉 F (795nm) 的质量比 D3: E2: F
实施例 A1	3: 3: 5	7: 7: 10	10: 10: 15
实施例 A2	3: 3: 50	7: 7: 50	10: 10: 50
实施例 A3	3: 35: 50	7: 40: 50	10: 40: 50
实施例 A4	25: 35: 50	35: 40: 50	40: 40: 50
实施例 A5	15: 15: 20	20: 20: 25	20: 23: 25
实施例 A6	25: 35: 5	35: 40: 10	40: 40: 15
实施例 A7	25: 3: 50	35: 7: 50	40: 10: 50
实施例 A8	25: 3: 5	35: 7: 10	40: 10: 15
实施例 A9	10: 15: 20	18: 20: 30	25: 25: 27
对比例 A1	15: 15: 20	——	——
对比例 A2	——	20: 20: 25	——
对比例 A3	——	——	20: 23: 25

2.红光荧光膜实施例

实施例 B1 至实施例 B9

实施例 B1 至实施例 B9 分别提供一种红光荧光膜。实施例 B1 至实施例 B9 的红光荧光膜包括第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜，第一荧光膜包括成膜材料硅胶和第一荧光粉，第二荧光膜包括成膜材料硅胶和第二荧光粉，第三荧光膜包括成膜材料硅胶和第三荧光粉。

实施例 B1 中，第一荧光膜所含的第一荧光粉为实施例 A1 中的第一荧光粉，第二荧光膜所含的第二荧光粉为实施例 A1 中的第二荧光粉，第三荧光膜所含的第三荧光粉为实施例 A1 中的第三荧光粉；实施例 B2 中，第一荧光膜所含的第一荧光粉为实施例 A2 中的第一荧光粉，第二荧光膜所含的第二荧光粉为实施例 A2 中的第二荧光粉，第三荧光膜所含的第三荧光粉为实施例 A2 中的第三荧光粉；依此类推，实施例 B9 中，第一荧光膜所含的第一荧光粉为实施例 A9 中的第一荧光粉，第二荧光膜所含的第二荧光粉为实施例 A9 中的第二荧光粉，第三荧光膜所含的第三荧光粉为实施例 A9 中的第三荧光粉。

实施例 B1 至实施例 B9 的红光荧光膜中，第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜的膜厚，第一荧光膜中第一荧光粉的浓度，第二荧光膜中第二荧光粉的浓度，以及第三荧光膜中第三荧光粉的浓度详见表 2。

对比例 B1

本对比例提供一种红光荧光膜。本对比例的红光荧光膜采用压膜法制备，膜厚为 0.20mm，包括硅胶和红光荧光组合物，红光荧光组合物的浓度为 50%，该红光荧光组合物为对比例 A1 提供的红光荧光组合物。

对比例 B2

本对比例提供一种红光荧光膜。本对比例的红光荧光膜与对比例 B1 的红光荧光膜基本相同，区别在于，本对比例中的红光荧光组合物为对比例 A2 提供的红光荧光组合物。

对比例 B3

本对比例提供一种红光荧光膜。本对比例的红光荧光膜与对比例 B1 的红光荧光膜基本相同，区别在于，本对比例中的红光荧光组合物为对比例 A3 提供的红光荧光组合物。

表 2 红光荧光膜膜厚和荧光粉浓度参数

项目	成膜方法	第一荧光膜		第二荧光膜		第三荧光膜	
		膜厚 mm	浓度 %	膜厚 mm	浓度 %	膜厚 mm	浓度 %
实施例 B1	压膜法	0.06	40	0.06	40	0.06	40
实施例 B2	压膜法	0.10	87	0.10	87	0.10	87
实施例 B3	压膜法	0.20	50	0.20	50	0.20	50
实施例 B4	压膜法	0.04	75	0.04	75	0.04	75
实施例 B5	压膜法	0.10	65	0.10	65	0.10	65
实施例 B6	喷膜法	0.001	40	0.001	30	0.001	30
实施例 B7	喷膜法	0.01	87	0.01	85	0.01	85
实施例 B8	喷膜法	0.006	50	0.006	50	0.006	50
实施例 B9	喷膜法	0.002	65	0.002	65	0.002	65
对比例 B1	压膜法	0.20	50	—	—	—	—
对比例 B2	压膜法	0.20	50	—	—	—	—
对比例 B3	压膜法	0.20	50	—	—	—	—

3.红光LED光源实施例

实施例 C1 至实施例 C9

实施例 C1 至实施例 C9 提供一种红光 LED 光源，该红光 LED 光源包括第一发光单元、第二发光单元和第三发光单元。

其中，第一发光单元包括第一芯片和第一荧光膜，第二发光单元包括第二芯片和第二荧光膜，第三发光单元包括第三发光芯片和第三荧光膜。其中，第一芯片、第二芯片和第三芯片的发光波长如下文表 3 所示。

实施例 C1 中，第一荧光膜为实施例 B1 中的第一荧光膜，第二荧光膜为实施例 B1 的第二荧光膜，第三荧光膜为实施例 B1 的第三荧光膜；实施例 C2 中，第一荧光膜为实施例 B2 中的第一荧光膜，第二荧光膜为实施例 B2 中的第二荧光膜，第三荧光膜为实施例 B2 中的第三荧光膜；依此类推，实施例 C9 中，第一荧光膜为实施例 B9 中的第一荧光膜，第二荧光膜为实施例 B9 中的第二荧光膜，第三荧光膜为实施例 B9 中的第三荧光膜。

对比例 C1

本对比例提供一种红光 LED 光源。本对比例的红光 LED 光源包括发光单元，该发光单元包括芯片和设置在芯片出光通路的红光荧光膜，该红光荧光膜为对比例 B1 提供的红光荧光膜，芯片的发光波长为 452nm。

对比例 C2

本对比例提供一种红光 LED 光源。本对比例的红光 LED 光源与对比例 C1 的红光 LED 光源基本相同，区别在于，本对比例的红光荧光膜为对比例 B2 提供的红光荧光膜。

对比例 C3

- 5
- 本对比例提供一种红光 LED 光源。本对比例的红光 LED 光源与对比例 C1 的红光 LED 光源基本相同，区别在于，本对比例的红光荧光膜为对比例 B3 提供的红光荧光膜。

表 3 第一芯片、第二芯片和第三芯片的发光波长

红光 LED 光源	发光波长 nm		
	第一芯片	第二芯片	第三芯片
实施例 C1	440	440	440
实施例 C2	460	460	460
实施例 C3	475	475	475
实施例 C4	452	455	458
实施例 C5	452	452	452
实施例 C6	440	440	440
实施例 C7	460	460	460
实施例 C8	475	475	475
实施例 C9	452	452	452
对比例 C1	452	—	—
对比例 C2	452	—	—
对比例 C3	452	—	—

各光源的光谱测试：

- 10
- 将上述实施例C1至实施例C9和对比例C1至对比例C3提供的红光LED光源分别进行光谱测试。

测试结果为如图2至图13所示，其中，实施例C1至实施例C9中光源的光谱图如图2至图10所示，比例C1至对比例C3中光源的光谱图如图11至图13所示。

- 15
- 由图2至图10可知，本申请实施例C1至实施例C9提供的红光LED光源所产生的红光，在波峰前后较宽的波段内峰形平坦，该波段内红光的绝对光谱与红光的最大绝对光谱值相近（如该波段的光功率或绝对相对光谱值大于或等于最大光功率或最大绝对相对光谱值的80%），理疗时，该波段的红光能产生理疗效果，该波段是有效波段，实施例C1至实施例C9提供的红光LED光源所产的红光理疗的有效波段宽，理疗效果好。

- 20
- 由图 11 至图 13 可知，对比例 C1 至对比例 C3 的红光 LED 光源所产生的红光，波峰前后的峰形陡峭，波峰窄且尖锐，随着波长的增大，红光的绝对光谱值或光功率迅速增大，绝对光谱值或光功率达到最大值后又迅速减小，红光的最大绝对光谱值或光功率与其他波长下的绝对光谱值或光功率存在较大差异，仅有波峰前后很窄的波段范围内的光谱值或光功率与最大绝对光谱值或光功率相近，理疗时，仅有波峰前后很窄的波段下的红光能够产
- 25
- 生理疗效果，理疗效果不好。对比例 C1 至对比例 C3 提供的红光 LED 光源所产生的红光理疗的有效波段窄，理疗效果不佳。

权利要求书

- 1.一种红光荧光组合物，其特征在于：
所述红光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，所述第一荧光粉包括荧光粉 A、荧光粉 B 和荧光粉 D1；
5 所述第二荧光粉包括荧光粉 C、荧光粉 D2 和荧光粉 E1；
所述第三荧光粉包括荧光粉 D3、荧光粉 E2 和荧光粉 F；
所述荧光粉 A 的发光波长为 600~640nm；
所述荧光粉 B 的发光波长为 650~660nm；
所述荧光粉 C 的发光波长为 670~700nm；
10 所述荧光粉 D1、所述荧光粉 D2、所述荧光粉 D3 的发光波长独立的为 710~730nm；
所述荧光粉 E1、所述荧光粉 E2 和荧光粉 F 的发光波长独立的大于 730nm，且小于或
等于 800nm；
所述第一荧光粉中，所述荧光粉 A、所述荧光粉 B 和所述荧光粉 D1 的质量比为 3~25：
3~35：5~50；
15 所述第二荧光粉中，所述荧光粉 C、所述荧光粉 D2 和所述荧光粉 E1 的质量比为 7~35：
7~40：10~50；
所述第三荧光粉中，所述荧光粉 D3、所述荧光粉 E2 和所述荧光粉 F 的质量比为 10~40：
10~40：15~50；
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 50μm；
20 和/或
所述第一荧光粉、所述第二荧光粉和所述第三荧光粉中的至少一荧光粉与另两荧光粉
是分开设置。
2.一种红光荧光膜，其特征在于，所述红光荧光膜包括第一荧光膜、第二荧光膜和第
三荧光膜；其中：
25 所述第一荧光膜的材料包括第一成膜材料和分散在所述第一成膜材料中的权利要求 1
所述的红光荧光组合物所含的第一荧光粉；
所述第二荧光膜的材料包括第二成膜材料和分散在所述第二成膜材料中的权利要求 1
所述的红光荧光组合物所含的第二荧光粉；
所述第三荧光膜的材料包括第三成膜材料和分散在所述第三成膜材料中的权利要求 1
30 所述的红光荧光组合物所含的第三荧光粉。

3.如权利要求 2 所述的红光荧光膜，其特征在于：所述第一荧光膜中，所述第一荧光粉占所述第一荧光粉和第一成膜材料总质量的 40~87%；和/或

所述第二荧光膜中，所述第二荧光粉占所述第二荧光粉和第二成膜材料总质量的 30~87%；和/或

5 所述第三荧光膜中，所述第三荧光粉占所述第三荧光粉和第三成膜材料总质量的 30~87%；和/或

所述第一荧光膜、第二荧光膜和第三荧光膜中的至少一荧光膜与另两荧光膜是分开设
置。

4.如权利要求 2 或 3 所述的红光荧光膜，其特征在于：

10 所述第一荧光膜、所述第二荧光膜和所述第三荧光膜中任一荧光膜采用压膜法制备；
和/或

所述第一荧光膜、所述第二荧光膜和所述第三荧光膜中任一荧光膜的膜厚为
0.06~0.6mm。

5.如权利要求 2 或 3 所述的红光荧光膜，其特征在于：

15 所述第一荧光膜、所述第二荧光膜和所述第三荧光膜中任一荧光膜采用喷膜法制备；
和/或

所述第一荧光膜、所述第二荧光膜和所述第三荧光膜中任一荧光膜的膜厚为
0.001~0.01mm。

6.一种红光 LED 光源，其特征在于，包括发光单元，所述发光单元包括芯片和设置于
20 所述芯片光路上的红光荧光膜，所述红光荧光膜为权利要求 2-5 任一项所述的红光荧光膜。

7.如权利要求 6 所述的红光 LED 光源，其特征在于，所述红光 LED 光源包括如下三个
发光单元：

第一发光单元，所述第一发光单元包括第一芯片和设置在所述第一芯片光路上的所述
第一荧光膜；

25 第二发光单元，所述第二发光单元包括第二芯片和设置在所述第二芯片光路上的所述
第二荧光膜；

第三发光单元，所述第三发光单元包括第三芯片和设置在所述第三芯片光路上的所述
第三荧光膜。

8.如权利要求 7 所述的红光 LED 光源，其特征在于，所述第一芯片、所述第二芯片和
30 所述第三芯片中任一芯片的发光波长为 440~475nm。

9.如权利要求 8 所述的红光 LED 光源，其特征在于：

所述第一发光单元中，所述第一芯片的发光波长为 440~460nm，且所述第一荧光膜所含的所述第一荧光粉中所述荧光粉 A、所述荧光粉 B 和所述荧光粉 D1 的质量比为 5~25: 5~25: 10~40，所述第一荧光粉占所述第一荧光粉和所述第一成膜材料总质量的 50~80%；和/或

- 5 所述第二发光单元中，所述第二芯片的发光波长为 440~460nm，且所述第二荧光膜所含的所述第二荧光粉中所述荧光粉 C、所述荧光粉 D2 和所述荧光粉 E1 的质量比为 10~30: 10~35: 15~40，所述第二荧光粉占所述第二荧光粉和所述第二成膜材料总质量的 50~80%；和/或

- 10 所述第三发光单元中，所述第三芯片的发光波长为 440~460nm，且所述第三荧光膜所含的所述第三荧光粉中所述荧光粉 D3、所述荧光粉 E2 和所述荧光粉 F 的质量比为 12~35: 12~35: 15~40，所述第二荧光粉占所述第三荧光粉和所述第三成膜材料总质量的 50~80%。