



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104465962 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201410612631. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 11. 15

H01L 33/50(2010. 01)

H01L 33/48(2010. 01)

(30) 优先权数据

H01L 33/64(2010. 01)

2010-263000 2010. 11. 25 JP

A01G 7/04(2006. 01)

2011-160255 2011. 07. 21 JP

2011-227260 2011. 10. 14 JP

2011-229239 2011. 10. 18 JP

(62) 分案原申请数据

201180055432. 7 2011. 11. 15

(71) 申请人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 尾崎信二 植村丰德 幡俊雄

名田智一 森冈达也 松田诚

石崎真也 英贺谷诚 松下仁士

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 吴秋明

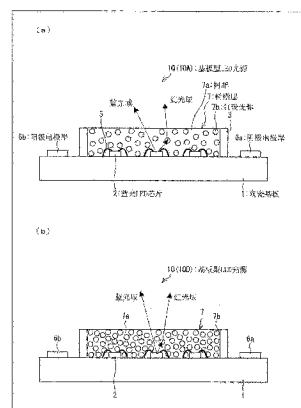
权利要求书1页 说明书22页 附图12页

(54) 发明名称

发光装置、植物栽培用 LED 光源以及植物工厂

(57) 摘要

本发明的基板型 LED 光源 (10) 中设有:至少 1 个蓝光 LED 芯片 (2), 该蓝光 LED 芯片 (2) 在波长 400 ~ 480nm 的范围内拥有发光峰, 从而与叶绿素的蓝光域吸收峰相对应; 红荧光体 (7b), 该红荧光体 (7b) 通过吸收蓝光 LED 芯片 (2) 射出的激励光而发出发光峰落在波长 620 ~ 700nm 的范围内, 从而与叶绿素的红光域吸收峰相对应; 树脂层 (7), 该树脂层 (7) 中分散有红荧光体 (7b), 且包覆至少 1 个蓝光 LED 芯片 (2)。



1. 一种发光装置,其特征不在于具备:

至少 1 个蓝光 LED 芯片,该蓝光 LED 芯片在波长 400 ~ 480nm 的范围内拥有发光峰,从而与叶绿素的蓝光域吸收峰相对应;

红荧光体,该红荧光体通过吸收所述蓝光 LED 芯片射出的激励光而发出发光峰落在波长 620 ~ 700nm 的范围内的光,从而与叶绿素的红光域吸收峰相对应;

树脂层,该树脂层包覆所述蓝光 LED 芯片,且在该树脂层中混合分散有所述红荧光体和绿荧光体,

所述红荧光体包括 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ 和 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$ 中的至少一个。

2. 一种植物栽培用 LED 光源,包括权利要求 1 所述的发光装置。

3. 一种植物工厂,包括至少一个权利要求 1 所述的发光装置。

发光装置、植物栽培用 LED 光源以及植物工厂

[0001] 本申请是 2011 年 11 月 15 日向中国国家知识产权局提出的题为“发光装置、植物栽培用 LED 光源以及植物工厂”的申请 No :201180055432.7 的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种发出在光合作用和生育上需光照的植物或藻类所能吸收的光的发光装置、植物栽培用 LED 光源以及植物工厂。具体涉及一种用以有效培育植物、藻类等生物物的发光装置、植物栽培用 LED 光源以及植物工厂。

背景技术

[0003] 关于植物工厂等中所能使用的植物培养用 LED 光源,至今例如已有专利文献 1 揭示的植物伸长装置。

[0004] 如图 11 所示,专利文献 1 揭示的植物伸长装置 100 具备:光出射部 110,射出供植物伸长的光;供电部 120,以能够改变该光出射部 110 射出的光的光谱的方式来供电;判别部 131,对作为培育对象的植物 101 的种类进行判别;光谱设定部 132,按照该判别部 131 判别出的植物 101 的种类,对上述供电部 120 进行控制,从而设定光谱。

[0005] 上述光出射部 110 中,在平板状的基板 111 的一个面上铺设有多个发出不同光谱的光的多种 LED112,LED112 按照其出射光照向植物 101 的方式来设置。LED112 例如形成成为炮弹状。

[0006] 另外,关于其他现有的植物栽培用 LED 光源,例如有专利文献 2 中揭示的植物栽培用 LED 光源。

[0007] 专利文献 2 揭示的植物栽培用 LED 光源 200 能够安装到植物培养容器的盖子上。如图 12 所示,其包含阴极端子 201、阳极端子 202、发光芯片 203、环氧树脂透镜 204。其按照发光芯片 203 种类的不同,可发出具有规定颜色的放射光 205。

[0008] [现有技术文献]

[0009] 专利文献 1:日本国专利申请公开公报“特开 2004-344114 号公报”;2004 年 12 月 9 日公开。

[0010] 专利文献 2:日本国专利申请公开公报“特开平 9-252651 号公报”;1997 年 9 月 30 日公开。

发明内容

[0011] [本发明所要解决的问题]

[0012] 然而,在上述专利文献 2 揭示的如图 12 所示的现有植物栽培用 LED 光源 200 中,如专利文献 2 的图 2 所示,光源中所用的红光 LED 是波长域为 630nm ~ 680nm、优选在波长 660nm 附近具有发光峰的 LED。另外,蓝光 LED 采用的是波长域为 380nm ~ 480nm、优选在波长 450nm 附近具有发光峰的 LED。

[0013] 并且,在专利文献 2 中,蓝光 LED 的光量比例被设计成在红光 LED 光量的 50% 以

下。LED 中通常是混合使用红光和蓝光的,但也能视植物的不同而单独使用红光。

[0014] 但在混合使用红光和蓝光时,以及在单独使用红光时,均存在如下的问题。

[0015] (1) 混合使用红光 LED 和蓝光 LED 时,难以实现优异的配置。具体例如有设置面积过大的问题,且难以在角落处实现有规则的配置。

[0016] (2) 蓝光域与红光域之间的光量比例需要调整。当通过调整蓝光 LED 或红光 LED 的个数来调整光量比例时,从长期驱动的角度来看,因劣化特性的差异而会导致光量比例的误差。

[0017] 在此,若想要将蓝光 LED 的光量比例控制在红光 LED 光量的 50% 以下,就需要采取以下等措施:

[0018] (A) 使红光 LED 进行高亮度发光(增大驱动电流);

[0019] (B) 在各 LED 中增加 LED 芯片的装载数;

[0020] (C) 增加红光 LED 的个数。

[0021] 然而若采用(A)措施,则会助长蓝光 LED 芯片与红光 LED 芯片之间的劣化特性差,当进行长期性驱动时,光量比例的偏差也就增大。另外,若通过电学方法来调整光量,则需要设置电驱动电路等,从而使 LED 结构变复杂。若采用(B)措施,则红光 LED 的体积将增大,从而出现难以控制扩散角指向性的问题等。若采用(C)措施,则即使在蓝光 LED 个数较少的前提下将红光 LED 均匀配置,或即使将蓝光 LED 的扩散角指向性调整成最佳,红光与蓝光的混色也不充分,因此易发生色不均。

[0022] (3) 难以对蓝光 LED 和红光 LED 进行混色,因此难以获得植物栽培上所需的混合色。具体为,若分开地使用多个蓝光 LED 和红光 LED,则极难实现既满足规定的光量比例,又无空间色不均的均匀混色光。

[0023] 本发明是鉴于上述的问题而研发的,目的在于提供一种既无需增大设置面积,又能通过简单结构来容易地调整蓝光域与红光域间光量比例的发光装置、植物栽培用 LED 光源以及植物工厂。

[0024] (用以解决问题的技术方案)

[0025] 为解决上述问题,本发明的发光装置的特征在于:具备发出第 1 短波长域光的至少 1 个第 1LED 芯片以及包覆所述第 1LED 芯片的含荧光体的封装树脂,其中,所述第 1 短波长域光与植物或藻类经光合作用进行生育时所要吸收的光的多种吸收峰波长当中的、处在相对性短波长域的第 1 吸收峰波长相对应;所述含荧光体的封装树脂中的荧光体通过吸收所述第 1LED 芯片射出的第 1 短波长域光而发出长波长域光,其中,所述长波长域光与所述多种吸收峰波长当中的、相比于所述第 1 吸收峰波长而处在长波长域的吸收峰波长相对应。在此,所谓“相对性短波长域”是指波长低于 500nm 的波长域。

[0026] 即,进行光合作用的植物或藻类等生物在其生育上,大多需吸收具有处在相对性短波长域的第 1 吸收峰波长、以及较第 1 吸收峰波长而处在长波长域的吸收峰波长的光。对此,本发明中具备了发出与第 1 吸收峰波长相对应的第 1 短波长域光的至少 1 个第 1LED 芯片、以及包覆第 1LED 芯片的含荧光体的封装树脂。而且,含荧光体的封装树脂中的荧光体发出长波长域光,该长波长域光与较第 1 吸收峰波长而处在长波长域的吸收峰波长相对应。

[0027] 其结果是,无需使用独立的蓝光 LED 芯片和独立的红光 LED 芯片这 2 种 LED 芯片,

便能通过单独一种的蓝光 LED 芯片来发出与植物及藻类等生物生长上所需的叶绿素等的蓝光域吸收峰和红光域吸收峰相对应的光。因此设置面积不会增大。在该结构中,由于红荧光体是分散在树脂层中的,因此能按照给定的调配比而在树脂中分散红荧光体,从而能按照该调配比来改变蓝光域的光量以及红光域的光量。

[0028] 因此,能提供一种无需增大设置面积便能以简单结构来容易地调整蓝光域和红光域间的光量比例,且能放出空间色不均现象较少的红蓝混色光的发光装置。

[0029] 另外,本发明的发光装置也可以具备发出第 2 短波长域光的至少 1 个第 2LED 芯片,所述第 2 短波长域光与所述多种吸收峰波长当中的、处在所述相对性短波长域但不同于所述第 1 吸收峰波长的第 2 吸收峰波长相对应。

[0030] 其结果是,能提供一种即使相对性短波长域中存在第 1 吸收峰波长和第 2 吸收峰波长这两种吸收峰波长,也能恰当地促进植物及藻类等生物的生长的发光装置。

[0031] 为解决上述问题,本发明的植物栽培用 LED 光源是包含上述发光装置的植物栽培用 LED 光源,其特征在于具备:至少 1 个蓝光 LED 芯片,该蓝光 LED 芯片在波长 400 ~ 480nm 的范围内拥有发光峰,从而与叶绿素的蓝光域吸收峰相对应;红荧光体,该红荧光体通过吸收所述蓝光 LED 芯片射出的激励光而发出发光峰落在波长 620nm ~ 700nm 的范围内,从而与叶绿素的红光域吸收峰相对应;树脂层,该树脂层中分散有所述红荧光体,且包覆所述蓝光 LED 芯片。

[0032] 在上述发明中,植物栽培用 LED 光源包含至少 1 个蓝光 LED 芯片、以及包覆该蓝光 LED 芯片且内部分散有红荧光体的树脂层。在该方案中,为了与叶绿素的蓝光域吸收峰相对应,蓝光 LED 芯片发出波长落在 400 ~ 480nm 范围内的光。另外,为了与叶绿素的红光域吸收峰相对应,红荧光体通过吸收蓝光 LED 芯片射出的激励光而发出发光峰落在波长 620 ~ 700nm 范围内的光。

[0033] 其结果是,无需使用独立的蓝光 LED 芯片和独立的红光 LED 芯片这 2 种 LED 芯片,便能通过单独一种的蓝光 LED 芯片来发出与植物生长上所需的叶绿素的蓝光域吸收峰和红光域吸收峰相对应的光。因此设置面积不会增大。在该结构中,由于红荧光体是分散在树脂层中的,因此能按照给定的调配比而在树脂中分散红荧光体,从而能按照该调配比来改变蓝光域的光量以及红光域的光量。

[0034] 因此,能提供一种无需增大设置面积便能以简单结构来容易地调整蓝光域和红光域间的光量比例,且能放出空间色不均现象较少的红蓝混色光的植物栽培用 LED 光源。

[0035] 为解决上述问题,本发明的植物工厂的特征在于具备上述的植物栽培用 LED 光源。

[0036] 通过上述发明,能提供一种具备了无需增大设置面积便能以简单结构来容易地调整蓝光域和红光域间的光量比例的植物栽培用 LED 光源的植物工厂。

[0037] (发明效果)

[0038] 如上所述,在本发明的发光装置中,具备发出第 1 短波长域光的至少 1 个第 1LED 芯片以及包覆所述第 1LED 芯片的含荧光体的封装树脂,其中,所述第 1 短波长域光与植物或藻类经光合作用进行生育时所要吸收的光的多种吸收峰波长当中的、处在相对性短波长域的第 1 吸收峰波长相对应;并且,所述含荧光体的封装树脂中的荧光体通过吸收所述第 1LED 芯片射出的第 1 短波长域光而发出长波长域光,其中,所述长波长域光与所述多种吸

收峰波长当中的、相比于所述第 1 吸收峰波长而处在长波长域的吸收峰波长相对应。

[0039] 另外,如上所述,本发明的植物栽培用 LED 光源具备:至少 1 个蓝光 LED 芯片,该蓝光 LED 芯片在波长 400 ~ 480nm 的范围内拥有发光峰,从而与叶绿素的蓝光域吸收峰相对应;红荧光体,该红荧光体通过吸收所述蓝光 LED 芯片射出的激励光而发出发光波长落在波长 620 ~ 700nm 的范围内,从而与叶绿素的红光域吸收峰相对应;树脂层,该树脂层中分散有所述红荧光体,且包覆所述至少 1 个蓝光 LED 芯片。

[0040] 如上所述,本发明的植物工厂具备上述的植物栽培用 LED 光源。

[0041] 因此本发明的效果在于:能提供一种既无需增大设置面积又能以简单结构来容易地调整蓝光域和红光域间的光量比例的发光装置、植物栽培用 LED 光源、以及植物工厂。

附图说明

[0042] 图 1 的 (a)、(b) 表示本发明的植物栽培用 LED 光源的一个实施方式,是基板型植物栽培用 LED 光源的结构截面图。

[0043] 图 2 的 (a) 是上述基板型植物栽培用 LED 光源中尚未形成有树脂层前的结构的俯视图, (b) 是上述基板型植物栽培用 LED 光源中形成了树脂层后的结构的俯视图。

[0044] 图 3 的 (a) 是上述植物栽培用 LED 光源中的调配比取为树脂:红荧光体 = 1 : 0.05 时的发光光谱的坐标图, (b) 是上述植物栽培用 LED 光源中的调配比取为树脂:红荧光体 = 1 : 0.10 时的发光光谱的坐标图。

[0045] 图 4 的 (a) 是上述植物栽培用 LED 光源中的调配比取为树脂:红荧光体 = 1 : 0.15 时的发光光谱的坐标图, (b) 是上述植物栽培用 LED 光源中的调配比取为树脂:红荧光体 = 1 : 0.20 时的发光光谱的坐标图。

[0046] 图 5 是表达叶绿素吸光光谱、以及本实施方式的 LED 光源的运用例的图。

[0047] 图 6 是上述 LED 光源的温度特性与现有 LED 光源进行比较时的坐标图。

[0048] 图 7 的 (a)、(b) 是供照明的植物栽培用 LED 光源的结构俯视图, (c) 是上述植物栽培用 LED 光源的发光光谱的坐标图。

[0049] 图 8 是将上述植物栽培用 LED 光源运用在植物工厂中的运用例的说明图。

[0050] 图 9 的 (a) 是炮弹型植物栽培用 LED 光源中的调配比取为树脂:红荧光体 = 1 : 0.05 时的结构的截面图, (b) 是炮弹型植物栽培用 LED 光源中的调配比取为树脂:红荧光体 = 1 : 0.20 时的结构的截面图。

[0051] 图 10 的 (a) 表示本发明的植物栽培用 LED 光源的另一实施方式,是基板型植物栽培用 LED 光源的结构截面图, (b) 是上述基板型植物栽培用 LED 光源中尚未形成有树脂层前的结构的俯视图。

[0052] 图 11 是现有植物栽培用 LED 光源的结构图。

[0053] 图 12 是现有的另一植物栽培用 LED 光源的结构图。

[0054] [附图标记说明]

[0055] 1 陶瓷基板(基板)

[0056] 2 蓝光 LED 芯片(供叶绿素 b 用的蓝光 LED 芯片、第 1LED 芯片)

[0057] 3 竖立壁

[0058] 7 树脂层(含荧光体的封装树脂)

- [0059] 7a 树脂
- [0060] 7b 红荧光体（荧光体）
- [0061] 7c 绿荧光体
- [0062] 10 基板型 LED 光源（植物栽培用 LED 光源）
- [0063] 10A 基板型 LED 光源（植物栽培用 LED 光源）
- [0064] 10B 基板型 LED 光源（植物栽培用 LED 光源）
- [0065] 10C 基板型 LED 光源（植物栽培用 LED 光源）
- [0066] 10D 基板型 LED 光源（植物栽培用 LED 光源）
- [0067] 20 照明用 LED 光源
- [0068] 30 植物工厂
- [0069] 40 炮弹型 LED 灯（植物栽培用 LED 光源）
- [0070] 40A 炮弹型 LED 灯（植物栽培用 LED 光源）
- [0071] 40D 炮弹型 LED 灯（植物栽培用 LED 光源）
- [0072] 41 支架引脚杯（支架杯）
- [0073] 42 阳极引脚框（阳极引脚）
- [0074] 43 阴极引脚框（阴极引脚）
- [0075] 44 封装树脂
- [0076] 50 基板型 LED 光源（植物栽培用 LED 光源）
- [0077] 52 蓝光 LED 芯片（供叶绿素 a 用的蓝光 LED 芯片）

具体实施方式

[0078] （实施方式 1）

[0079] 以下，根据图 1～图 8 来说明本发明的一个实施方式。

[0080] （植物栽培用 LED 光源的结构）

[0081] 首先，根据图 2 的 (a)、(b) 来说明本实施方式的植物栽培用 LED 光源的结构。图 2 的 (a) 是尚未注入含红光荧光体的树脂之前的植物栽培用 LED 光源的俯视图，图 2 的 (b) 是注入了含红光荧光体的树脂之后的植物栽培用 LED 光源的俯视图。

[0082] 基板型 LED 光源 10 是本实施方式的植物栽培用 LED 光源，如图 2 的 (a) 所示，作为基板的陶瓷基板 1 上装载有多个蓝光 LED 芯片 2，在这些蓝光 LED 芯片 2 的周围设有由树脂构成的竖立壁 3。

[0083] 本实施方式中，例如每 3 个蓝光 LED 芯片 2 构成串联电连接的横队列，且两个相邻纵队列之间的蓝光 LED 芯片 2 构成并联电连接。如此，8 个横队列构成并联，共计有 24 个蓝光 LED 芯片 2。在本发明中，蓝光 LED 芯片 2 的个数并不限于是多个，也可以是 1 个。另外，采用多个时，也并不限于是 24 个。采用多个时，其排列方式也无限定。电连接的方法也不限于是上述连接方式。

[0084] 在竖立壁 3 的内侧，上述各蓝光 LED 芯片 2 分别通过导电性引线 5 而与设置在各列蓝光 LED 芯片 2 两侧的布线图案 4a 和布线图案 4b 相连。布线图案 4a 和布线图案 4b 各自与陶瓷基板 1 上的装载在竖立壁 3 外侧的阴极电极岸 6a 和阳极电极岸 6b 相连。

[0085] 另外，如图 2 的 (b) 所示，在本实施方式的基板型 LED 光源 10 中，在竖立壁 3 的内

侧充填设有从上述多个蓝光 LED 芯片 2 的顶侧包覆这些蓝光 LED 芯片 2 的树脂层 7。该树脂层 7 中混合分散有红荧光体。

[0086] 本实施方式的蓝光 LED 芯片 2 发出与叶绿素的蓝光域吸收峰相对应的、波长为 400nm ~ 480nm 的第 1 光。另外,红荧光体 7b 吸收蓝光 LED 芯片 2 发出的光,从而发出与叶绿素的红光域吸收峰相对应的、发光峰波长落在 620nm ~ 700nm 的第 2 光。

[0087] 蓝光 LED 芯片 2 可以不但发出与蓝光域吸收峰相对应的波长为 400nm ~ 480nm 的第 1 光,还输出包括紫外光在内的蓝紫外光域的光。

[0088] (蓝光域与红光域间的光量比例的调整)

[0089] 以下根据图 1 的 (a)、(b) 以及图 3,对本实施方式的基板型 LED 光源 10 中蓝光域与红光域间的光量比例的调整方法进行说明。图 1 的 (a)、(b) 是,红荧光体与硅酮树脂之间的调配比互不相同的基板型 LED 光源 10(10A)、10(10D) 的结构截面图。

[0090] 如图 1 的 (a) 所示,红荧光体 7b 包含在树脂 7a 中,从而构成了本实施方式的基板型 LED 光源 10 中的树脂层 7,其中,该树脂 7a 包括硅酮树脂。因此,通过改变红荧光体 7b 相对于树脂 7a 的占量比,便能射出波长互异的光。

[0091] 例如,将 $\text{CaAlSiN}_3\text{:Eu}$ 用作红荧光体 7b 时,如上所述,蓝光 LED 芯片 2 射出发光峰落在波长 400 ~ 480nm 范围内的光。由此,射出波长为 400 ~ 480nm 的第 1 光、以及波长为 620 ~ 700nm 的第 2 光。在此, $\text{CaAlSiN}_3\text{:Eu}$ 是以 2 价铕 (Eu) 为激励材料的氮化物红荧光体,其是一种温度特性稳定且具有高发光效率的荧光体。

[0092] 具体为,当采用图 1 的 (a) 所示的、调配比取为树脂 7a : 红荧光体 7b = 1 : 0.05 的基板型 LED 光源 10A 时,如图 3 的 (a) 所示,可获得在发光峰波长 440nm 处具有发光强度 1.0,且在发光峰波长 640nm 处具有发光强度 0.3 的光谱。另外,当采用调配比取为树脂 7a : 红荧光体 7b = 1 : 0.10 的基板型 LED 光源 10B 时,如图 3 的 (b) 所示,可获得在发光峰波长 440nm 处具有发光强度 1.0,且在发光峰波长 640nm 处具有发光强度 0.8 的光谱。

[0093] 此外,当采用调配比取为树脂 7a : 红荧光体 7b = 1 : 0.15 的基板型 LED 光源 10C 时,如图 4 的 (a) 所示,可获得在发光峰波长 440nm 处具有发光强度 0.56,且在发光峰波长 640nm 处具有发光强度 1.0 的光谱。

[0094] 当采用图 1 的 (b) 所示的、调配比取为树脂 7a : 红荧光体 7b = 1 : 0.20 的基板型 LED 光源 10D 时,如图 4 的 (b) 所示,可获得在发光峰波长 440nm 处具有发光强度 0.4,且在发光峰波长 640nm 处具有发光强度 1.0 的光谱。

[0095] 像这样,通过改变树脂 7a 与红荧光体 7b 之间的调配比,便能容易地调整蓝光域与红光域之间的光量比例。

[0096] (植物生长上所需的光的波长)

[0097] 以下,根据图 5 说明一下在植物生长上需要照射何种波长的光即可。图 5 是表达叶绿素吸光特性、以及本实施方式的基板型 LED 光源 10 的光谱的图。

[0098] 首先,植物光合作用中起到核心作用的叶绿素 (chlorophyll) 并非吸收所有波长的光,而是如图 5 所示那样,在红光波长 660nm 附近和蓝光波长 450nm 附近才明确表现出吸收峰。出于这一理由,光合作用的波长特性为:在 660nm 附近具有第一吸收峰,且在 450nm 附近具有第二吸收峰。

[0099] 因此,当植物长出叶子而进入光合作用活跃的栽培阶段时,含红光和蓝光这两方

光成分的光便有利于植物的生育。

[0100] 另一方面,450nm 附近的蓝光还影响到植物内被称之为高能源反应体系的光反应体系,因此 450nm 附近的蓝光是植物健康生长形态上所不可缺的因素。因此蓝光成分在发芽、育苗阶段的重要性便增大。

[0101] 对此,就本实施方式的基板型 LED 光源 10 而言,见图 5 便可知本实施方式的基板型 LED 光源 10A 与叶绿素的蓝光域吸收带相匹配,且本实施方式中的基板型 LED 光源 10D 与叶绿素的红光域吸收带相匹配。

[0102] 像这样,可知在本实施方式的基板型 LED 光源 10 中,仅通过改变树脂 7a 与红荧光体 7b 间的调配比,便能容易地与叶绿素的吸光特性形成匹配。

[0103] 在此一提的是,光学领域中,人们例如将光量子束密度用作光量单位。所谓光量子束密度是指:阳光照射到某物质上时,1 秒钟内照射的光子数除以该物质的受光面积而得的值。然而将光量子束密度用作光量单位时,由于是以光子的数量来进行度量的,因此无论到来的是红外光还是紫外光,均计为 1 个光子。另一方面,在光化学反应中,只有当色素所能吸收的光子到来时,才引起化学反应。以植物为例而言,叶绿素不吸收的光无论来多少,均与不存在该光的情况无差异。因此,在涉及光合作用的技术领域,仅对叶绿素所能吸收的 400nm~700nm 波长域下的、光合作用有效光量子束密度或光合作用光量子束进行定义。所谓光合作用光量子束是指:光合作用有效光量子束密度(PPFD;photosynthetic photon flux density:光合作用光通量密度)乘以光照射面积而得的值。该值并非单纯是用红光域及蓝光域内的叶绿素吸收峰波长能量来表达的值,为了求得植物生长上所需的光强度,其还以光子量的方式表达了与红光域及蓝光域的各吸收光谱相对应的能量(即光合作用上所需的能量)。另外,光合作用光量子束能根据 LED 光源的光谱特性、以及各波长的光的单个光子能量来求得。

[0104] 因此,若用光合作用光量子束来对基板型 LED 光源 10 加以表达,则在图 3 的(a)所示的基板型 LED 光源 10A 中,波长 400nm~480nm 的蓝光域的光合作用光量子束为 $1 \mu\text{mol/s}$,而波长 620nm~700nm 的红光域的光合作用光量子束为 $1.3 \mu\text{mol/s}$ 。在此,该光合作用光量子束的值是根据图中波长 400nm~480nm 的坐标域面积、以及图中波长 620nm~700nm 的坐标域面积来求出的。若用比率来进行表达,则波长 400nm~480nm 的蓝光域的光合作用光量子束、与波长 620nm~700nm 的红光域的光合作用光量子束的比为 1 : 1.3。

[0105] 另外,在图 4 的(a)所示的基板型 LED 光源 10D 中,波长 400nm~480nm 的蓝光域的光合作用光量子束为 $0.2 \mu\text{mol/s}$,而波长 620nm~700nm 的红光域的光合作用光量子束为 $2.0 \mu\text{mol/s}$ 。若用比率来进行表达,则波长 400nm~480nm 的蓝光域的光合作用光量子束、与波长 620nm~700nm 的红光域的光合作用光量子束的比为 1 : 10。

[0106] 在图 3 的(b)所示的基板型 LED 光源 10B 中,波长 400nm~480nm 的蓝光域的光合作用光量子束、与波长 620nm~700nm 的红光域的光合作用光量子束的比为 1 : 3.5。另外,在图 4 的(b)所示的基板型 LED 光源 10C 中,波长 400nm~480nm 的蓝光域的光合作用光量子束、与波长 620nm~700nm 的红光域的光合作用光量子束的比为 1 : 7.5。

[0107] 因此,在本实施方式中,波长 400nm~480nm 的蓝光域的光合作用光量子束、与波长 620nm~700nm 的红光域的光合作用光量子束的比落在 1 : 1.3~1 : 10 的范围内。其结果是,能实现一种适于植物的发芽、育苗以及栽培的基板型 LED 光源 10。

[0108] 具体为,若是以在发芽棚或育苗棚中设置 LED 光源为目的,则优选采用:波长 400nm~480nm 的蓝光域的光合作用光量子束、与波长 620nm~700nm 的红光域的光合作用光量子束的比落在 1:1.3~1:3.5 的范围内的基板型 LED 光源 10A、10B。如此便能实现一种适于植物的发芽、育苗的基板型 LED 光源 10A、10B。

[0109] 另外,若是以在栽培棚中设置 LED 光源为目的,则优选采用:波长 400nm~480nm 的蓝光域的光合作用光量子束、与波长 620nm~700nm 的红光域的光合作用光量子束的比落在 1:7.5~1:10 的范围内的基板型 LED 光源 10C、10D。如此便能实现一种适于植物栽培的基板型 LED 光源 10C、10D。

[0110] 图 6 表示了本实施方式的基板型 LED 光源 10 以及现有的植物栽培用单色红光 LED 的、相对总光通量与温度特性之间的关系。在图 6 中,横轴表示所装载的芯片的交界(junction)温度,纵轴表示相对总光通量值。如图 6 所示可知,基板型 LED 光源 10(图 6 中用实线表达)与现有的植物栽培用单色红光 LED(图 6 中用虚线表达)相比,两者在高温区域内相差了约 10% 的温度特性。该差异的原因在于红光 LED 的温度特性较差的缘故。对此,本实施方式的基板型 LED 光源 10 中采用了红荧光体 7b 来代替红光 LED,因此温度特性有所提高。更进一步而言,基板型 LED 光源 10 以及后述的炮弹型 LED 灯 40 能够良好地与叶绿素吸光特性下的吸光峰相匹配。

[0111] (红荧光体的材质)

[0112] 在上述的说明中,将 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ 用作了本实施方式的基板型 LED 光源 10 中的红荧光体 7b,但并不仅限于此。例如也能采用 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$ 。该 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$ 是将 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ 中的一部分 Ca 替换成 Sr,从而使发光峰波长偏移向短波长域的荧光体,其与 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ 同样,是温度特性稳定且具有高发光效率的荧光体。

[0113] 具体而言,尤其是对于叶绿素 a 的含量高于叶绿素 b 的植物,优选将 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ (发光峰处于 650~660nm)用作红荧光体 7b。另外,对于叶绿素 b 的含量高于叶绿素 a 的植物,优选将发光峰(620~630nm)处在短波长侧的 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$ 用作红荧光体 7b。

[0114] 另外,作为红荧光体 7b,还能采用 $3.5\text{MgO} \cdot 0.5\text{MgF}_2 \cdot \text{GeO}_2:\text{Mn}$ 、 $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ 、 LiEuW_2O_8 、 $(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Eu})_2\text{O}_3$ 、 $(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Eu})_2\text{BO}_3$ 、及/或 $\text{YVO}_4:\text{Eu}$ 、 $\text{CaS}:(\text{Eu}, \text{Ce}, \text{K})$ 。

[0115] 当然,毫无疑问也可并用 2 种以上的荧光体来作为红荧光体 7b,例如并用 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ 和 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$ 等。这利于栽培叶绿素 a 含量和叶绿素 b 含量各占一半的植物。

[0116] 另外,针对叶绿素在蓝光域的吸光特性,也可适当选择蓝光 LED 芯片 2,以使蓝光 LED 芯片 2 的发光峰波长与叶绿素 a 及叶绿素 b 的吸收峰相匹配。例如,对于叶绿素 a 含量较高的植物,优选使用在 430~440nm 范围内具有发光峰的蓝光 LED 芯片 2(类型 I)。而对于叶绿素 b 含量较高的植物,优选使用在 450~460nm 范围内具有发光峰的蓝光 LED 芯片 2(类型 II)。

[0117] 此外,也可以将分别与叶绿素 a 及叶绿素 b 相配的类型 I 的蓝光 LED 芯片 2、和红荧光体 7b 进行组合来用在基板型 LED 光源 10 中。例如,可以将类型 I 的蓝光 LED 芯片 2 与包括 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ 的红荧光体 7b 加以组合,或将类型 II 的蓝光 LED 芯片 2 与包括 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$ 的红荧光体 7b 加以组合等,如此能实现具有各种组合方式的基板型 LED 光源 10。

[0118] 此时,就各组合方式来适当地调整树脂 7a 与荧光体 7b 之间的调配比,以达到期望的光量比例。

[0119] (人工作上所需的基板型 LED 光源(照明用 LED 光源)的结构)

[0120] 虽然上述基板型 LED 光源 10 是植物栽培用 LED 光源,但也能容易地将该基板型 LED 光源 10 改为人工作上所需的照明用 LED 光源 20。

[0121] 即,如图 7 的 (a)、(b)、(c) 所示,在上述基板型 LED 光源 10 的结构基础上,对从多个蓝光 LED 芯片 2 的顶侧来包覆这些蓝光 LED 芯片 2 的树脂层 7 加以变形,也就是在树脂 7a 中不仅混合分散有红荧光体 7b,还追加分散有绿荧光体 7c。

[0122] 具体为,在照明用 LED 光源 20 中,陶瓷基板 1 上装载有多个蓝光 LED 芯片 2,在这些蓝光 LED 芯片 2 的周围设有竖立壁 3。

[0123] 在本实施方式中,例如每 12 个蓝光 LED 芯片 2 构成 1 个串联队列,且 13 个串联队列构成并联,共计有 156 个蓝光 LED 芯片 2。在本发明中,蓝光 LED 芯片 2 的个数并不限于是多个,也可以是 1 个。另外,采用多个时,也并不限于是 156 个。且采用多个时,其排列方式也无限定。

[0124] 在竖立壁 3 的内侧,上述各蓝光 LED 芯片 2 分别通过导电性引线 5,而与设置在各列 LED 芯片 2 两侧的布线图案 4a 和布线图案 4b 电连接。布线图案 4a 和布线图案 4b 分别与陶瓷基板 1 上的装载在竖立壁 3 外侧的阴极电极岸 6a 和阳极电极岸 6b 电连接。

[0125] 另外,如图 7 的 (b) 所示,在本实施方式的照明用 LED 光源 20 中,在竖立壁 3 的内侧充填设有从上述多个蓝光 LED 芯片 2 的顶侧包覆这些蓝光 LED 芯片 2 的树脂层 7。在包括硅酮树脂的树脂 7a 中混合分散有红荧光体 7b 和绿荧光体 7c,由此构成了树脂层 7。

[0126] 在此,在照明用 LED 光源 20 中,例如树脂 7a、红荧光体 7b 以及绿荧光体 7c 彼此间的调配比例为 1 : 0.01 : 0.10。采用该调配比时,可获得图 7 的 (c) 所示的发光光谱。根据图 7 的 (c) 所示的发光光谱,可知人最能感到明亮的波长 550nm 附近的光量有所增加。因此,可见照明用 LED 光源 20 能有效地用作供人工作的照明光源。

[0127] (在植物工厂中的运用)

[0128] 接着,根据图 8,对本实施方式的基板型 LED 光源 10 在植物工厂中的运用例进行说明。图 8 是使用有本实施方式的基板型 LED 光源 10 以及照明用 LED 光源 20 的植物工厂 30 的例图。

[0129] 如图 8 所示,在本实施方式的植物工厂 30 中,对发芽棚例如设置 1300 个基板型 LED 光源 10A。另外,对育苗棚设置 4600 个基板型 LED 光源 10A。此外,对栽培棚设置 17000 个基板型 LED 光源 10D。另外,在出货室中,由于人要在此进行操作,因此设置 370 个照明用 LED 光源 20。

[0130] 如上所述,本实施方式的发光装置具备:作为第 1LED 芯片的至少 1 个蓝光 LED 芯片 2、以及作为含荧光体的封装树脂的用以包覆蓝光 LED 芯片 2 的树脂层 7,其中,第 1LED 芯片发出波长为 400 ~ 480nm 且与第 1 吸收峰波长相对应的第 1 短波长域光,该第 1 吸收峰波长是植物经光合作用来进行生育时所要吸收的光的多种吸收峰波长当中的、处在相对性短波长域的叶绿素蓝光域吸收峰波长;并且,树脂层 7 中所含的红荧光体 7b 通过吸收蓝光 LED 芯片 2 射出的第 1 短波长域光,而发出多种吸收峰波长当中的、波长为 620 ~ 700nm 且与叶绿素红光域吸收峰波长相对应的长波长域光,其中,该叶绿素红光域吸收峰波长是

较上述第 1 吸收峰波长而处在长波长域的吸收峰波长。

[0131] 也就是说,进行光合作用的植物在其生育上大多需要吸收:在相对性短波长域具有第 1 吸收峰波长,且在长波长域具有大于第 1 吸收峰波长的吸收峰波长的光。对此,本实施方式中具备了:至少 1 个蓝光 LED 芯片 2,该蓝光 LED 芯片 2 发出与第 1 吸收峰波长相对应的第 1 短波长域光;树脂层 7,其用以包覆该蓝光 LED 芯片 2。树脂层 7 中所含的红荧光体 7b 发出长波长域光,该长波长域光与处在长波长域而大于第 1 吸收峰波长的吸收峰波长相对应。

[0132] 其结果是,无需独立地使用蓝光 LED 芯片和红光 LED 芯片这 2 种 LED 芯片,便能通过单独一种的蓝光 LED 芯片来发出与植物等生物的生长上所需的、叶绿素等的蓝光域吸收峰和红光域吸收峰相对应的光。因此设置面积不会增大。在该结构中,由于红荧光体是分散在树脂层中的,因此能以给定的调配比而在树脂中分散红荧光体,从而能按照该调配比来改变蓝光域的光量以及红光域的光量。

[0133] 因此,能提供一种既无需增大设置面积,又能以简单结构来容易地调整蓝光域和红光域间的光量比例,且能放出空间色不均现象较少的红蓝混色光的发光装置。

[0134] 另外,本实施方式的植物栽培用 LED 光源中设有:至少 1 个蓝光 LED 芯片 2,该蓝光 LED 芯片 2 在波长 400 ~ 480nm 的范围内拥有发光峰,从而与叶绿素的蓝光域吸收峰相对应;红荧光体 7b,该红荧光体 7b 通过来自蓝光 LED 芯片 2 的激励光而发出发光峰落在波长 620nm ~ 700nm 内的光,从而与叶绿素的红光域吸收峰相对应;树脂层 7,该树脂层 7 内分散有红荧光体 7b,且包覆上述至少 1 个蓝光 LED 芯片 2。

[0135] 根据上述方案,植物栽培用 LED 光源包含:至少 1 个蓝光 LED 芯片 2、以及包覆该蓝光 LED 芯片 2 且内部分散有红荧光体 7b 的树脂层 7。在该方案中,能够用蓝光 LED 芯片 2 来发出波长为 400 ~ 480nm 范围、且与叶绿素的蓝光域吸收峰相对应的光。并且,红荧光体 7b 通过吸收蓝光 LED 芯片 2 射出的激励光,而发出在波长 620nm ~ 700nm 的范围内拥有与叶绿素的红光域吸收峰相对应的发光峰的光。

[0136] 其结果是,无需使用独立的蓝光 LED 芯片 2 和独立的红光 LED 芯片这 2 种 LED 芯片,就能通过单独一种的蓝光 LED 芯片 2 来发出与植物生长上所需的、叶绿素的蓝光域吸收峰和红光域吸收峰相对应的光。因此设置面积不会增大。在该结构中,由于红荧光体 7b 是分散在树脂层中的,因此能按照给定的调配比而在树脂中分散红荧光体 7b,从而能通过该调配比来改变蓝光域的光量以及红光域的光量。

[0137] 因此,能提供一种既无需增大设置面积,又能以简单的结构而容易地调整蓝光域和红光域之间的光量比例,且能放出空间色不均现象较少的红蓝混色光的植物栽培用 LED 光源。

[0138] 另外,在本实施方式的基板型 LED 光源 10 中,波长 400nm ~ 480nm 的蓝光域的光合作用光量子束、与波长 620nm ~ 700nm 的红光域的光合作用光量子束的比优选落在 1 : 1.3 ~ 1 : 10 的范围内。其结果是,能实现一种适于植物的发芽、育苗以及栽培的基板型 LED 光源 10。

[0139] 另外,在本实施方式的基板型 LED 光源 10 中,树脂层 7 中的树脂 7a 与红荧光体 7b 间的调配比优选落在 1 : 0.05 ~ 1 : 0.20 的范围内。其结果是,能实现一种适于植物的发芽、育苗以及栽培的基板型 LED 光源 10。

[0140] 另外,若是以在发芽棚或育苗棚中设置本实施方式的基板型 LED 光源 10 为目的,则该基板型 LED 光源 10 的树脂层 7 中的树脂 7a 与红荧光体 7b 间的调配比优选落在 1 : 0.05 ~ 1 : 0.10 的范围内。

[0141] 植物光合作用中起到核心作用的叶绿素 (chlorophyll) 并非吸收所有波长的光,而是在红光波长 660nm 附近和蓝光波长 450nm 附近才明确表现出吸收峰。出于这一理由,光合作用的波长特性为:在 660nm 附近具有第一吸收峰,且在 450nm 附近具有第二吸收峰。也就是说,当植物长出叶子而进入光合作用活跃的栽培阶段时,含红光和蓝光这两方光成分的光便有利于植物的生育。另一方面,450nm 附近的蓝光还影响到植物内被称之为高能源反应体系的光反应体系,因此 450nm 附近的蓝光是植物健康生长形态上所不可缺的因素。因此蓝光成分在发芽、育苗阶段的重要性便增大。

[0142] 出于以上理论,在本实施方式中,树脂层 7 内的树脂 7a 与红荧光体 7b 间的调配比为 1 : 0.05 ~ 1 : 0.10。通过采用该调配比,能提供一种可容易地射出含在植物发芽、育苗阶段的健康生长形态上所不可缺的蓝光成分的光的基板型 LED 光源 10。

[0143] 另外,若是以在栽培棚中设置本实施方式的基板型 LED 光源 10 为目的,则该基板型 LED 光源 10 的树脂层 7 中的树脂 7a 与红荧光体 7b 间的调配比为 1 : 0.15 ~ 1 : 0.20。由此,对于植物长出叶子而光合作用较活跃的栽培阶段,能提供一种可容易地射出含蓝光和红光这两方光成分的光的基板型 LED 光源 10。

[0144] 另外,若是以在发芽棚或育苗棚中设置本实施方式的基板型 LED 光源 10 为目的,则在该基板型 LED 光源 10 中,波长 400nm ~ 480nm 的蓝光域的光合作用光量子束、与波长 620nm ~ 700nm 的红光域的光合作用光量子束的比优选为 1 : 1.3 ~ 1 : 3.5。由此,能实现一种适于植物的发芽、育苗的基板型 LED 光源 10。

[0145] 另外,若是以在栽培棚中设置本实施方式的基板型 LED 光源 10 为目的,则在该基板型 LED 光源 10 中,波长 400nm ~ 480nm 的蓝光域的光合作用光量子束、与波长 620nm ~ 700nm 的红光域的光合作用光量子束的比优选为 1 : 7.5 ~ 1 : 10。由此,能实现一种适于植物栽培的基板型 LED 光源 10。

[0146] 另外,对于叶绿素 a 的含量高于叶绿素 b 的植物的栽培,本实施方式的基板型 LED 光源 10 中的红荧光体 7b 优选包括 $\text{CaAlSiN}_3\text{:Eu}$ 系成分。

[0147] 植物中具有叶绿素 a 和叶绿素 b。而叶绿素 a 和叶绿素 b 各自的吸光特性互不相同。具体为,就红光域而言,叶绿素 a 在 650 ~ 660nm 的范围内拥有吸收峰,而叶绿素 b 在 620 ~ 630nm 的范围内拥有吸收峰。

[0148] 对此,在本实施方式中,对于叶绿素 a 的含量高于叶绿素 b 的植物的栽培,红荧光体 7b 包括 $\text{CaAlSiN}_3\text{:Eu}$ 系成分。即,具有 $\text{CaAlSiN}_3\text{:Eu}$ 系成分的红荧光体能够射出在 650 ~ 660nm 波长范围内具有发光峰的光。

[0149] 因此,对于叶绿素 a 的含量高于叶绿素 b 的植物的栽培,优选使用具有 $\text{CaAlSiN}_3\text{:Eu}$ 系成分的红荧光体 7b。

[0150] 另外,对于叶绿素 b 的含量高于叶绿素 a 的植物的栽培,本实施方式的基板型 LED 光源 10 中的红荧光体 7b 优选包括 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3\text{:Eu}$ 系成分。

[0151] 叶绿素 b 在 620 ~ 630nm 的红光域内拥有吸收峰。而具有 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3\text{:Eu}$ 系成分的红荧光体能够射出在 620 ~ 630nm 的波长范围内具有发光峰的光。

[0152] 因此,对于叶绿素 b 的含量高于叶绿素 a 的植物的栽培,优选使用具有 (Sr, Ca) AlSiN₃:Eu 系成分的红荧光体 7b。

[0153] 另外,在本实施方式的基板型 LED 光源 10 中,陶瓷基板 1 上装载有多个蓝光 LED 芯片 2,这些蓝光 LED 芯片 2 的周围设有竖立壁 3,且在竖立壁 3 的内侧充填有树脂 7a,该树脂 7a 中分散有红荧光体 7b。

[0154] 如此,便能实现所谓的基板型 LED 光源 10。在该结构中,1 个基板型 LED 光源 10 中采用了多个蓝光 LED 芯片 2,因此能通过 1 个基板型 LED 光源 10 来射出大光量的光。此外,由于使用分散在树脂 7a 内的红荧光体 7b 来代替红光 LED 芯片,所以能大幅缩减掉与多个蓝光 LED 芯片 2 相对应的多个红光 LED 芯片的设置面积。

[0155] 因此,能通过 1 个基板型 LED 光源 10,以较少的设置面积来射出大光量的光。

[0156] 另外,本实施方式的基板型 LED 光源 10 射出波长为 400 ~ 480nm 的第 1 光、以及波长为 620 ~ 700nm 的第 2 光。

[0157] 由此,能通过 1 个基板型 LED 光源 10 来满足植物生育上所需的蓝光域吸收峰和红光域吸收峰这两方。像这样,通过采用单个基板型 LED 光源 10,能缩小基板型 LED 光源 10 的设置面积,从而能提供信赖性高、适于用在植物工厂等中的光源。

[0158] 另外,在本实施方式的基板型 LED 光源 10 中,第 1 光是蓝光 LED 芯片 2 发出的光,第 2 光是红荧光体 7b 发出的光。即,基板型 LED 光源 10 中,是在发光部附近生成出叶绿素吸光特性中的光吸收峰的。因此,来自基板型 LED 光源 10 的第 1 光和第 2 光进行的是均匀照射。即,在基板型 LED 光源 10 中,是在发光部附近生成出叶绿素吸光特性中的光吸收峰的。因此来自基板型 LED 光源 10 的第 1 光和第 2 光进行的是均匀照射。

[0159] 具体为,蓝光 LED 芯片 2 射出的第 1 光的一部分被红荧光体 7b 吸收,于是红荧光体 7b 射出第 2 光,第 1 光的剩余一部分因红荧光体 7b 而进行散射。由于红荧光体 7b 所包括的每个荧光体均是点光源,因此蓝光或红光进行均匀发光。

[0160] 其结果是,能通过 1 个基板型 LED 光源 10 来满足植物生育上所需的蓝光域吸收峰和红光域吸收峰这两方。像这样,通过采用单个基板型 LED 光源 10,能缩小基板型 LED 光源 10 的设置面积,从而能提供信赖性高、适于用在植物工厂等中的光源。

[0161] 另外,本实施方式的植物工厂 30 具备有:上述基板型 LED 光源 10A 及 / 或基板型 LED 光源 10B;以及,基板型 LED 光源 10C 及 / 或基板型 LED 光源 10D。

[0162] 因此,能实现一种具备有既无需增大设置面积又能通过简单结构来容易地调整蓝光域与红光域间光量比例的基板型 LED 光源 10 的植物工厂 30。

[0163] 本发明并不限于上述实施方式,能在本发明的范围内进行各种变更。

[0164] 例如,虽然图 1 的 (a)、(b) 所示的陶瓷基板 1 的背面上未设有任何部件,但并不限于此。例如也可在基板型 LED 光源 10 的兼作散热板的陶瓷基板 1 的背面侧,也就是在装载有蓝光 LED 芯片 2 的面的反向侧,安设带有鳍板的散热器。如此便能在植物工厂的室内,利用气流且借助带有鳍板的散热器来冷却陶瓷基板 1。此时,带有鳍板的散热器的开口部方向优选与气流方向相同。

[0165] 另外,也可以在陶瓷基板 1 的背面设置使液态培养液进行循环的管。由此便能较好地冷却基板型 LED 光源 10,从而能稳定照射与叶绿素吸光特性中的光吸收峰相匹配的第 1 光和第 2 光。

[0166] 像这样,在本实施方式的基板型 LED 光源 10 中,优选在陶瓷基板 1 的背面设有作为冷却单元的带鳍板的散热器。

[0167] 由此能对变得高温的蓝光 LED 芯片 2 进行冷却。

[0168] (实施方式 2)

[0169] 以下,根据图 9 来说明本发明的其他实施方式。本实施方式中所述结构以外的结构,均与上述实施方式 1 相同。另外,为了便于说明,对于与上述实施方式 1 的图示部件具有同样功能的部件,赋予同一标记并省略其说明。

[0170] 在上述实施方式 1 所说明的基板型 LED 光源 10 以及照明用 LED 光源 20 中,陶瓷基板 1 上装载了至少 1 个以上的蓝光 LED 芯片 2。而如图 9 的 (a)、(b) 所示,本实施方式的植物栽培用 LED 光源的不同之处在于其形状为通常的炮弹型。

[0171] 在此,根据图 9 的 (a)、(b) 来说明本实施方式的植物栽培用 LED 光源的结构。图 9 的 (a)、(b) 是炮弹型 LED 灯的结构截面示意图。

[0172] 如图 9 的 (a)、(b) 所示,本实施方式的作为植物栽培用 LED 光源的炮弹型 LED 灯 40 包含:粘接在作为支架杯的支架引脚杯 41 内的蓝光 LED 芯片 2;包含树脂 7a 和红荧光体 7b 的树脂层 7,其中树脂 7a 包括硅酮树脂;导电性引线 5,其用作导线;阳极引脚框 42,其用作阳极引脚;阴极引脚框 43,其用作阴极引脚;包括环氧树脂的封装树脂 44,其形成为炮弹型,且从全体上封装除上述阳极引脚框 42 及阴极引脚框 43 的头端以外的部分。作为红荧光体 7b,例如可以采用 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ 。

[0173] 在制造上述炮弹型 LED 灯 40 时,首先在支架引脚杯 41 内粘接蓝光 LED 芯片 2;接着,通过导电性引线 5,将蓝光 LED 芯片 2 与无图示的支架引脚导通,还将蓝光 LED 芯片 2 与无图示的内部引脚导通;其后,将红荧光体 7b 混合、分散到树脂 7a 中,然后将它们注入支架引脚杯 41 内,由此形成树脂层 7,结果是蓝光 LED 芯片 2 被树脂层 7 包覆、固定;最后,用包括环氧树脂的封装树脂 44 即铸模材,从全体上进行包覆、保护。

[0174] 在上述炮弹型 LED 灯 40 中,蓝光 LED 芯片 2 发出波长为 $400\text{nm} \sim 480\text{nm}$ 的第 1 光。该第 1 光与叶绿素的蓝光域吸收峰相对应。另一方面,红荧光体 7b 通过吸收蓝光 LED 芯片 2 射出的光,而发出发光峰落在波长 $620\text{nm} \sim 700\text{nm}$ 范围内的第 2 光。该第 2 光与叶绿素的红光域吸收峰相对应。

[0175] 图 9 的 (a) 所示的本实施方式的炮弹型 LED 灯 40 是树脂 7a 与红荧光体 7b 间的调配比取为 $1 : 0.05$ 的炮弹型 LED 灯 40A,其与实施方式 1 的基板型 LED 光源 10A 同样,发出如图 3 的 (a) 所示的光谱。因此,炮弹型 LED 灯 40A 与叶绿素的蓝光域吸收峰相对应,从而优选供进行发芽、育苗。但并不限于此,也可以采用树脂 7a 与红荧光体 7b 间的调配比取为 $1 : 0.10 \sim 1 : 0.15$ 的炮弹型 LED 灯 40。

[0176] 另一方面,图 9 的 (b) 所示的炮弹型 LED 灯 40 是,树脂 7a 与红荧光体 7b 间的调配比取为 $1 : 0.20$ 的炮弹型 LED 灯 40D,其与实施方式 1 的基板型 LED 光源 10D 同样,发出如图 4 的 (b) 所示的光谱。因此,炮弹型 LED 灯 40D 与叶绿素的红光域吸收峰相对应,从而优选供进行栽培。

[0177] 此类炮弹型 LED 灯 40 用来安装在难以对实施方式 1 所述的在陶瓷基板 1 上装载有蓝光 LED 芯片 2 的基板型 LED 光源 10 进行安装的场所。由于难以安装基板型 LED 光源 10 的场所较少,因此也可以并用实施方式 1 的基板型 LED 光源 10 和实施方式 2 的炮弹型

LED 灯 40。

[0178] 最后,在表 1 中,对实施方式 1 的基板型 LED 光源 10、实施方式 2 的炮弹型 LED 灯 40、以及现有的红光炮弹型 LED 灯与蓝光炮弹型 LED 灯的组合方案进行比较。

[0179] [表 1]

[0180]

	实施方式1		实施方式2		现有技术例
	基板型LED光源		炮弹型LED光源		红光炮弹型LED灯以及蓝光炮弹型LED灯
材料	·陶瓷基板及硅酮树脂		·环氧树脂 ·调配有荧光体的树脂为硅酮树脂		·环氧树脂
信赖性	·不使用环氧树脂，所以树脂劣化较少，信赖性较高		·将成为劣化要因的短波长成分转换成红光成分，因此信赖性得到提高		·受限于红光LED的寿命 ·树脂透过率因短波长光而劣化
成本	·对调配有荧光体的树脂的量进行管理，因此色度成品率高，加工成本费用低 ·能通过仅1种蓝光LED芯片，并用高密度安装技术来实现单包装，因此安装成本低 ·用红荧光体代替红光LED芯片，因此成本低		·用红荧光体代替红光LED芯片，因此成本低		·红光LED芯片的成本高（若是供照明用的高功率输出的红光LED芯片，则其成本为蓝光LED芯片的2倍以上）
特性	·不使用红光LED芯片，因此温度特性得到改善（改善约10%）		·不使用红光LED芯片，因此温度特性得到改善（改善约10%）		·红光LED芯片的温度特性欠佳
设置面积	·1/6（现有技术例中设为1时）		·1/3（现有技术例中设为1时）		·1
寿命	·环境温度50℃下为40000小时		·环境温度50℃下为15000小时		·环境温度50℃下为5000小时

[0181] 如表1所示可知，与现有红光炮弹型LED灯和蓝光炮弹型LED灯的组合例相比，实施方式1的基板型LED光源10以及实施方式2的炮弹型LED灯40在信赖性、成本、特性、

设置面积、寿命这些方面上均很优异。

[0182] 具体而言,关于设置面积,若将现有的红光炮弹型 LED 灯和蓝光炮弹型 LED 灯的组合例的设置面积设为 1,那么炮弹型 LED 灯 40 的设置面积为 $1/3$,基板型 LED 光源 10 及照明用 LED 光源 20 的设置面积为 $1/6$ 。因此,本发明实施方式中的基板型 LED 光源 10、照明用 LED 光源 20、以及炮弹型 LED 灯 40 具有设置面积小的特征。

[0183] 另外,关于成本,本发明实施方式中的基板型 LED 光源 10、照明用 LED 光源 20、以及炮弹型 LED 灯 40 与现有技术相比,明显具有低成本的优点。

[0184] 再之,基板型 LED 光源 10 以及照明用 LED 光源 20 的寿命为 $3 \sim 4$ 万小时,其毫无疑问比电热型灯(灯泡)的寿命长,并且是荧光灯寿命的十倍以上。

[0185] 如上所述,本实施方式的作为植物栽培用 LED 光源的炮弹型 LED 灯 40 具备:阴极引脚框 43;支架引脚杯 41,其与阴极引脚框 43 相连;装载在支架引脚杯 41 内的至少 1 个蓝光 LED 芯片 2;阳极引脚框 42,其介由导电性引线 5 而与装载在支架引脚杯 41 内的蓝光 LED 芯片 2 相连;树脂层 7,其内部分散有红荧光体 7b,且以包覆蓝光 LED 芯片 2 的方式充填在支架引脚杯 41 内;封装树脂 44,其按照使阴极引脚框 43 的头端以及阳极引脚框 42 的头端露出的方式,将支架引脚杯 41 整体封装成炮弹状。

[0186] 由此,能实现所谓的炮弹型 LED 灯 40。该炮弹型 LED 灯 40 由于设置面积较小而适于在植物栽培中进行点照射。

[0187] (实施方式 3)

[0188] 以下,根据图 10 来说明本发明的其他实施方式。本实施方式中所述结构以外的结构,均与上述实施方式 1 及实施方式 2 相同。另外,为了便于说明,对于与上述实施方式 1 及实施方式 2 的图示部件具有同样功能的部件,赋予同一标记并省略其说明。

[0189] 在上述实施方式 1 所说明的基板型 LED 光源 10、以及上述实施方式 2 所说明的炮弹型 LED 灯 40 中,为了与叶绿素的蓝光域吸收峰相对应而设有在波长 $400 \sim 480\text{nm}$ 范围内拥有发光峰的至少 1 个蓝光 LED 芯片。

[0190] 而本实施方式的植物栽培用 LED 光源的不同之处在于蓝光 LED 芯片包括:至少 1 个供叶绿素 a 用的蓝光 LED 芯片,其为了与叶绿素 a 的蓝光域吸收峰相对应,而在波长 $400 \sim 450\text{nm}$ 的范围内拥有发光峰;至少 1 个供叶绿素 b 用的蓝光 LED 芯片,其为了与叶绿素 b 的蓝光域吸收峰相对应,而在波长 $400 \sim 480\text{nm}$ 的范围内拥有发光峰。

[0191] 即,如图 10 的 (a) 所示,在本实施方式的作为植物栽培用 LED 光源的基板型 LED 光源 50 中,在作为基板的陶瓷基板 1 上装载有多个蓝光 LED 芯片 2 和蓝光 LED 芯片 52,在这些蓝光 LED 芯片的周围设有由树脂构成的竖立壁 3。

[0192] 如图 10 的 (b) 所示,在竖立壁 3 的内侧,上述各蓝光 LED 芯片 2 以及各蓝光 LED 芯片 52 分别通过导电性引线 5 而与设置在各列蓝光 LED 芯片 2、52 两侧的布线图案 4a 和布线图案 4b 相连。布线图案 4a 和布线图案 4b 各自与陶瓷基板 1 上的装载在竖立壁 3 外侧的阴极电极岸 6a 和阳极电极岸 6b 相连。

[0193] 另外,如图 10 的 (a) 所示,在竖立壁 3 的内侧,充填设有从多个蓝光 LED 芯片 2、52 的侧顶面覆盖这些蓝光 LED 芯片的树脂层 7。所充填的树脂 7a 中混合分散有红荧光体 7b,由此构成树脂层 7。

[0194] 本实施方式的蓝光 LED 芯片 2 发出与叶绿素 b 的蓝光域吸收峰相对应且波长为

400 ~ 480nm 的、作为第 1 光的蓝光域长波长光。因此,蓝光域长波长用的蓝光 LED 芯片 2,作为本发明的供叶绿素 b 用的蓝光 LED 芯片而发挥功能。

[0195] 另一方面,本实施方式的蓝光 LED 芯片 52 发出与叶绿素 a 的蓝光域吸收峰相对应且波长为 400 ~ 450nm 的、作为第 1 光的蓝光域短波长光。因此,蓝光域短波长用的蓝光 LED 芯片 52,作为本发明的供叶绿素 a 用的蓝光 LED 芯片而发挥功能。

[0196] 另外,红荧光体 7b 通过吸收由蓝光 LED 芯片 2 及蓝光 LED 芯片 52 射出的光,而发出与叶绿素 a 及叶绿素 b 的红光域吸收峰相对应且发光峰落在波长 620 ~ 700nm 范围内的第 2 光。

[0197] 植物中具有叶绿素 a 和叶绿素 b。而叶绿素 a 和叶绿素 b 在蓝光域内的吸光特性互不相同。具体为,如上述实施方式 1 所述的图 5 所示,叶绿素 a 在蓝光域的 400 ~ 450nm 范围内拥有吸收峰,而叶绿素 b 在蓝光域的 400 ~ 480nm 范围内拥有吸收峰。

[0198] 对此,在本实施方式的作为植物栽培用 LED 光源的基板型 LED 光源 50 中,蓝光 LED 芯片包括:作为供叶绿素 a 用的蓝光 LED 芯片的至少 1 个蓝光域短波长用蓝光 LED 芯片 52,其为了与叶绿素 a 的蓝光域吸收峰相对应,而在波长 400 ~ 450nm 的范围内拥有发光峰;作为供叶绿素 b 用的蓝光 LED 芯片的至少 1 个蓝光域长波长用蓝光 LED 芯片 2,其为了与叶绿素 b 的蓝光域吸收峰相对应,而在波长 400 ~ 480nm 的范围内拥有发光峰。

[0199] 其结果是,能够提供一种更适于含叶绿素 a 及叶绿素 b 的植物的植物栽培用 LED 光源。

[0200] 另外,在上述说明中,将基板型 LED 光源 10 经部分结构变更而后得的基板型 LED 光源 50,作为植物栽培用 LED 光源来进行了说明。但本发明的植物栽培用 LED 光源并不限于此,实施方式 2 中说明的炮弹型 LED 灯 40 经部分结构变更而后得的炮弹型 LED 灯也能适用作植物栽培用 LED 光源。

[0201] (实施方式 4)

[0202] 以下说明本发明的又一实施方式。本实施方式中所述结构以外的结构,均与上述实施方式 1 ~ 实施方式 3 相同。另外,为了便于说明,对于与上述实施方式 1 ~ 实施方式 3 的图示部件具有同样功能的部件,赋予同一标记并省略其说明。

[0203] 在上述实施方式 1 ~ 实施方式 3 中,对以需光照来进行光合作用和生育的植物为对象的植物栽培用 LED 光源,进行了说明。但本发明的发光装置并不限于用于植物,也能适用于需光照来进行光合作用和生育的藻类。因此,在本实施方式中,将对进行光合作用的藻类的运用例进行说明。

[0204] 关于供进行光合作用的除叶绿素 a、b 以外的色素,有:叶绿素系的叶绿素 c、细菌叶绿素 a (835nm);以及类胡萝卜素系的 β 胡萝卜素 (446nm)、叶黄素、盐藻黄素 (453nm);以及藻胆素系的藻青素 (612nm)、藻红素 (540nm) 等。其中括号内的数值是吸收峰时的波长。如上述的,细菌叶绿素在 800nm 以上的波长范围中具有吸收峰。

[0205] 在此,各种藻类具体含以下的色素。

[0206] 首先,硅藻类所含的主要色素为叶绿素 a 和盐藻黄素 (453nm)。如上所述,上述叶绿素 a 在蓝光域的 400 ~ 450nm 范围内具有吸收峰,还在红光域的 650 ~ 660nm 范围内具有吸收峰。

[0207] 因此,对于硅藻类,优选将发光装置设计成如下方案:具备作为第 1 LED 芯片的至

少 1 个蓝光系 LED 芯片、以及用以包覆该蓝光系 LED 芯片的含荧光体的封装树脂,其中,该蓝光系 LED 芯片发出与盐藻黄素的第 1 吸收峰波长 453nm 相对应的第 1 短波长域光,该第 1 吸收峰波长是硅藻类经光合作用来进行生育时所要吸收的光的多种吸收峰波长当中的、处在相对性短波长域的吸收峰波长;并且,上述含荧光体的封装树脂中所含的作为荧光体的红荧光体通过吸收上述蓝光系 LED 芯片射出的第 1 短波长域光,而发出与上述多种吸收峰波长当中的、叶绿素 a 吸收峰波长 650 ~ 660nm 相对应的长波长域光,其中,叶绿素 a 的吸收峰波长 650 ~ 660nm 相比于第 1 吸收峰波长 453nm 而处在长波长域。通过该方案,能促进硅藻类的成长。

[0208] 另外,对于硅藻类,还能将发光装置设计成如下方案:具备发出第 2 短波长域光的至少 1 个第 2LED 芯片,其中,该第 2 短波长域光与叶绿素 a 的第 2 吸收峰波长 400 ~ 450nm 相对应,该第 2 吸收峰波长是处在相对性短波长域但不同于盐藻黄素第 1 吸收峰波长 453nm 的吸收峰波长。通过该方案,更能促进硅藻类的成长。

[0209] 接着,绿藻类所含的主要色素是叶绿素 a、b 和 β 胡萝卜素 (446nm)。如上所述,叶绿素 a 在蓝光域的 400 ~ 450nm 范围内具有吸收峰,还在红光域的 650 ~ 660nm 范围内具有吸收峰。此外,叶绿素 b 在蓝光域的 400 ~ 480nm 范围内具有吸收峰,还在红光域的 620 ~ 630nm 范围内具有吸收峰。

[0210] 因此,对于绿藻类,优选将发光装置设计成如下方案:具备作为第 1LED 芯片的至少 1 个蓝光系 LED 芯片、以及用以包覆该蓝光系 LED 芯片的含荧光体的封装树脂,其中,该蓝光系 LED 芯片发出与 β 胡萝卜素的第 1 吸收峰波长 446nm 相对应的第 1 短波长域光,该第 1 吸收峰波长是绿藻类经光合作用来进行生育时所要吸收的光的多种吸收峰波长当中的、处在相对性短波长域的吸收峰波长;并且,上述含荧光体的封装树脂中所含的作为荧光体的红荧光体通过吸收上述蓝光系 LED 芯片射出的第 1 短波长域光,而发出与上述多种吸收峰波长当中的、叶绿素 a 吸收峰波长 650 ~ 660nm 以及叶绿素 b 吸收峰波长 620 ~ 630nm 相对应的长波长域光,其中,叶绿素 a 吸收峰波长 650 ~ 660nm 以及叶绿素 b 吸收峰波长 620 ~ 630nm 相比于第 1 吸收峰波长 446nm 而处在长波长域。通过该方案,能促进绿藻类的成长。

[0211] 再之,蓝藻类所含的主要色素是叶绿素 a 和藻青素 (612nm)。如上所述,叶绿素 a 在蓝光域的 400 ~ 450nm 范围内具有吸收峰。

[0212] 因此,对于蓝藻类,优选将发光装置设计成如下方案:具备作为第 1LED 芯片的至少 1 个蓝光系 LED 芯片、以及用以包覆该蓝光系 LED 芯片的含荧光体的封装树脂,其中,该蓝光系 LED 芯片发出与叶绿素 a 的第 1 吸收峰波长 400 ~ 450nm 相对应的第 1 短波长域光,该第 1 吸收峰波长是蓝藻类经光合作用来进行生育时所要吸收的光的多种吸收峰波长当中的、处在相对性短波长域的吸收峰波长;并且,上述含荧光体的封装树脂中所含的作为荧光体的红荧光体通过吸收上述蓝光系 LED 芯片射出的第 1 短波长域光,而发出与上述多种吸收峰波长当中的、藻青素吸收峰波长 612nm 相对应的长波长域光,其中,藻青素吸收峰波长 612nm 相比于第 1 吸收峰波长 400 ~ 450nm 而处在长波长域。通过该方案,能促进蓝藻类的成长。

[0213] 上述方案中还能采用与红荧光体的吸收峰波长相匹配的蓝光 LED 芯片。

[0214] 即,具备了作为第 1LED 芯片的至少 1 个第 1 蓝光系 LED 芯片、以及包覆该第 1 蓝光

系 LED 芯片的含荧光体的封装树脂,其中,该第 1 蓝光系 LED 芯片发出与叶绿素 a 的处在相对性短波长域的第 1 吸收峰波长 400 ~ 450nm 相对应的第 1 短波长域光;上述含荧光体的封装树脂中所含的作为荧光体的第 1 红荧光体通过吸收上述第 1 蓝光系 LED 芯片射出的第 1 短波长域光,而发出与上述多种吸收峰波长当中的、叶绿素 a 的吸收峰波长 650 ~ 660nm 相对应的长波长域光,其中,叶绿素 a 的吸收峰波长 650 ~ 660nm 相比于第 1 吸收峰波长 400 ~ 450nm 而处于长波长域。

[0215] 并且,设置作为第 2LED 芯片的第 2 蓝光系 LED 芯片,该第 2 蓝光系 LED 芯片发出与第 2 吸收峰波长相对应的第 2 短波长域光,该第 2 吸收峰波长是处在相对性短波长域但与叶绿素 a 的第 1 吸收峰波长 400 ~ 450nm 不同的吸收峰波长。

[0216] 关于该第 2 蓝光系 LED 芯片,含荧光体的封装树脂中所含的作为荧光体的第 2 红荧光体通过吸收第 2 蓝光系 LED 芯片射出的第 1 短波长域光,而发出与上述多种吸收峰波长当中的、藻青素的吸收峰波长 612nm 相对应的长波长域光,其中,藻青素的吸收峰波长 612nm 相比于第 1 吸收峰波长 400 ~ 450nm 而处于长波长域。

[0217] 由此,在使用发出第 1 短波长域光的第 1 蓝光系 LED 芯片以及第 1 红荧光体时,若无法发出与处在相对性长波长域的藻青素吸收峰波长 612nm 相对应的长波长域光,则可以使用发出第 2 短波长域光的第 2 蓝光系 LED 芯片,从而能通过第 2 红荧光体来发出与藻青素的吸收峰波长 612nm 相对应的长波长域光。

[0218] 其结果是,针对藻青素,发光装置能射出红光波长域的发光强度更强的光。进而使蓝藻类得到良好发育。

[0219] 上述的组合方法并不仅用于蓝藻类,也能用于其他生物的栽培、培育。

[0220] 通过用上述的发光装置来向硅藻类、绿藻类、蓝藻类等藻类进行光照,便能促进硅藻类、绿藻类、蓝藻类等藻类的成长。

[0221] 另外,无需使用独立的蓝光 LED 芯片和独立的红光 LED 芯片这 2 种 LED 芯片,便能通过单独一种的蓝光 LED 芯片来发出与藻类等生物生长上所需的叶绿素等的蓝光域吸收峰和红光域吸收峰相对应的光。因此设置面积不会增大。在该结构中,由于红荧光体是分散在树脂层中的,因此能按照给定的调配比而在树脂中分散红荧光体,从而能按照该调配比来改变蓝光域的光量以及红光域的光量。

[0222] 因此,能提供一种既无需增大设置面积,又能以简单结构来容易地调整蓝光域和红光域间的光量比例,且能放出空间色不均现象较少的红蓝混色光的发光装置。

[0223] 另外,本实施方式的发光装置中能够具备发出与第 2 吸收峰波长相对应的第 2 短波长域光的至少 1 个第 2LED 芯片,其中,该第 2 吸收峰波长是多种吸收峰波长当中的、处在相对性短波长域但不同于第 1 吸收峰波长的吸收峰波长。

[0224] 其结果是,能提供一种即使相对性短波长域中存在第 1 吸收峰波长和第 2 吸收峰波长这两种吸收峰波长,也能恰当地促进藻类等生物的成长发光装置。

[0225] 本发明并不限于上述各实施方式,可以在权利要求所示的范围内进行各种变更,适当地组合不同实施方式中各自记述的技术方案而得到的实施方式也包含在本发明的技术范围内。

[0226] 如上所述,在本发明的植物栽培用 LED 光源中,上述蓝光 LED 芯片能够包括:至少 1 个供叶绿素 a 用的蓝光 LED 芯片,其为了与叶绿素 a 的蓝光域吸收峰相对应,而在波长

400 ~ 450nm 的范围内拥有发光峰 ;至少 1 个供叶绿素 b 用的蓝光 LED 芯片,其为了与叶绿素 b 的蓝光域吸收峰相对应,而在波长 400 ~ 480nm 的范围内拥有发光峰。

[0227] 植物中具有叶绿素 a 和叶绿素 b。而叶绿素 a 和叶绿素 b 在蓝光域内的吸光特性互不相同。具体为,叶绿素 a 在蓝光域的 400 ~ 450nm 范围内拥有吸收峰,而叶绿素 b 在蓝光域的 400 ~ 480nm 范围内拥有吸收峰。

[0228] 对此,为了与叶绿素 a 及叶绿素 b 在蓝光域内的这 2 种吸光特性相对应,本发明中具备了 :至少 1 个供叶绿素 a 用的蓝光 LED 芯片,该蓝光 LED 芯片在波长 400 ~ 450nm 的范围内拥有发光峰,从而与叶绿素 a 的蓝光域吸收峰相对应 ;至少 1 个供叶绿素 b 用的蓝光 LED 芯片,该蓝光 LED 芯片在波长 400 ~ 480nm 的范围内拥有发光峰,从而与叶绿素 b 的蓝光域吸收峰相对应。

[0229] 其结果是,能够提供一种更适于含叶绿素 a 及叶绿素 b 的植物的植物栽培用 LED 光源。

[0230] 在本发明的植物栽培用 LED 光源中,波长 400nm ~ 480nm 的蓝光域的光合作用光量子束、与波长 620nm ~ 700nm 的红光域的光合作用光量子束的比优选为 1 : 1.3 ~ 1 : 10。在此,所谓光合作用光量子束是指 :光合作用有效光量子束密度 (PPFD ; photosynthetic photon flux density :光合作用光通量密度) 乘以光照射面积而得的值。另外,所谓光量子束密度是指 :阳光照射到某物质上时,1 秒钟内照射的光子数除以该物质的受光面积而得的值。

[0231] 涉及到光量子束密度时,通常是对光子数进行计数的,因此无论到来的是红外光还是紫外光,均计为 1 个光子。然而在光化学反应中,只有当色素所能吸收的光子到来时,才引起化学反应。以植物为例而言,叶绿素不吸收的光无论来多少,均与不存在该光的情况无差别。因此,在涉及光合作用的技术领域,仅对叶绿素所能吸收的 400nm ~ 700nm 波长域下的、光合作用有效光量子束密度或光合作用光量子束进行定义。

[0232] 对此,在本发明中,波长 400nm ~ 480nm 的蓝光域的光合作用光量子束、与波长 620nm ~ 700nm 的红光域的光合作用光量子束的比为 1 : 1.3 ~ 1 : 10。其结果是,能实现一种适于植物的发芽、育苗以及栽培的植物栽培用 LED 光源。

[0233] 在本发明的植物栽培用 LED 光源中,上述树脂层中的树脂与红荧光体间的调配比优选为 1 : 0.05 ~ 1 : 0.20。其结果是,能实现一种适于植物的发芽、育苗以及栽培的植物栽培用 LED 光源。

[0234] 当本发明的植物栽培用 LED 光源需要设置给发芽棚或育苗棚时,上述树脂层中的树脂与红荧光体间的调配比优选为 1 : 0.05 ~ 1 : 0.10。

[0235] 植物光合作用中起到核心作用的叶绿素 (chlorophyll) 并非吸收所有波长的光,而是在红光波长 660nm 附近和蓝光波长 450nm 附近才明确表现出吸收峰。出于这一理由,光合作用的波长特性为 :在 660nm 附近具有第一吸收峰,且在 450nm 附近具有第二吸收峰。也就是说,当植物长出叶子而进入光合作用活跃的栽培阶段时,含红光和蓝光这两方光成分的光便有利于植物的生育。另一方面,450nm 附近的蓝光还影响到植物内被称之为高能源反应体系的光反应体系,因此 450nm 附近的蓝光是植物健康生长形态上所不可缺的因素。因此蓝光成分在发芽、育苗阶段的重要性便增大。

[0236] 出于以上理论,在本发明中,上述树脂层中的树脂与红荧光体间的调配比为

1 : 0.05 ~ 1 : 0.10。通过采用该调配比,能提供一种可容易地射出含有在植物发芽、育苗阶段的健康生长形态上所不可缺的蓝光成分的光的植物栽培用 LED 光源。

[0237] 当本发明的植物栽培用 LED 光源需要设置给栽培棚时,树脂层中的树脂与红荧光体间的调配比优选为 1 : 0.15 ~ 1 : 0.20。

[0238] 由此,对于植物长出叶子而光合作用较活跃的栽培阶段,能提供一种可容易地射出含蓝光和红光这两方光成分的光的植物栽培用 LED 光源。

[0239] 当本发明的植物栽培用 LED 光源需要设置给发芽棚或育苗棚时,优选波长 400nm ~ 480nm 的蓝光域的光合作用光量子束、与波长 620nm ~ 700nm 的红光域的光合作用光量子束的比为 1 : 1.3 ~ 1 : 3.5。

[0240] 由此,能实现一种适于植物的发芽、育苗的植物栽培用 LED 光源。

[0241] 当本发明的植物栽培用 LED 光源需要设置给栽培棚时,优选波长 400nm ~ 480nm 的蓝光域的光合作用光量子束、与波长 620nm ~ 700nm 的红光域的光合作用光量子束的比为 1 : 7.5 ~ 1 : 10。

[0242] 由此,能实现一种适于植物栽培的植物栽培用 LED 光源。

[0243] 对于叶绿素 a 的含量高于叶绿素 b 的植物的栽培,本发明的植物栽培用 LED 光源中的上述红荧光体优选包括 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ 系成分。

[0244] 植物中具有叶绿素 a 和叶绿素 b。而叶绿素 a 和叶绿素 b 各自的吸光特性互不相同。具体为,就红光域而言,叶绿素 a 在 650 ~ 660nm 的范围内拥有吸收峰,而叶绿素 b 在 620 ~ 630nm 的范围内拥有吸收峰。

[0245] 对此,在本发明中,对于叶绿素 a 的含量高于叶绿素 b 的植物的栽培,红荧光体包括 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ 系成分。即,具有 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ 系成分的红荧光体能够射出在 650 ~ 660nm 的波长范围内具有发光峰的光。

[0246] 因此,对于叶绿素 a 的含量高于叶绿素 b 的植物的栽培,优选采用具有 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ 系成分的红荧光体。

[0247] 对于叶绿素 b 的含量高于叶绿素 a 的植物的栽培,本发明的植物栽培用 LED 光源中的上述红荧光体优选包括 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$ 系成分。

[0248] 就红光域而言,叶绿素 b 在 620 ~ 630nm 的范围内拥有吸收峰。而具有 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$ 系成分的红荧光体能够射出在 620 ~ 630nm 的波长范围内具有发光峰的光。

[0249] 因此,对于叶绿素 b 的含量高于叶绿素 a 的植物的栽培,优选采用具有 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$ 系成分的红荧光体。

[0250] 在本发明的植物栽培用 LED 光源中,基板上装载有多个蓝光 LED 芯片,这些蓝光 LED 芯片的周围设有竖立壁,且在上述竖立壁的内侧充填有树脂,该树脂中分散有上述红荧光体。

[0251] 如此,能实现所谓基板型的植物栽培用 LED 光源。在该结构中,1 个植物栽培用 LED 光源中使用有多个蓝光 LED 芯片,因此能通过 1 个植物栽培用 LED 光源来射出大光量的光。此外,由于使用分散在树脂内的红荧光体来代替红光 LED 芯片,所以能大幅缩减掉与多个蓝光 LED 芯片相对应的多个红光 LED 芯片的设置面积。

[0252] 因此,能通过 1 个植物栽培用 LED 光源,以较少的设置面积来射出大光量的光。

[0253] 本发明的植物栽培用 LED 光源能够具备:阴极引脚;与上述阴极引脚相连的支架

杯;装载在上述支架杯内的至少 1 个上述蓝光 LED 芯片;阳极引脚,其介由导线而与装载在上述支架杯内的蓝光 LED 芯片相连;充填在上述支架杯内的树脂层,该树脂层中分散有上述红荧光体,且该树脂层包覆上述蓝光 LED 芯片;封装树脂,其按照使上述阴极引脚的头端以及阳极引脚的头端露出的方式,将支架杯整体封装成炮弹状。

[0254] 由此,能实现所谓炮弹型的植物栽培用 LED 光源。该炮弹型的植物栽培用 LED 光源由于设置面积较小而适于在植物栽培中进行点照射。

[0255] 本发明的植物栽培用 LED 光源射出波长为 400 ~ 480nm 的第 1 光、以及波长为 620 ~ 700nm 的第 2 光。

[0256] 由此,能通过 1 个植物栽培用 LED 光源来满足植物生育上所需的蓝光域吸收峰和红光域吸收峰这两方。像这样,通过采用单个的植物栽培用 LED 光源,能缩小植物栽培用 LED 光源的设置面积,从而能提供一种信赖性高、适于用在植物工厂等中的光源。

[0257] 本发明的植物栽培用 LED 光源射出从上述蓝光 LED 芯片发出的第 1 光、以及经上述蓝光 LED 芯片的激励而从红荧光体发出的第 2 光。

[0258] 即,通过在用以包覆蓝光 LED 芯片的树脂中分散红光荧光体,使得蓝光 LED 芯片射出的第 1 光的一部分被红荧光体吸收,于是红荧光体射出第 2 光,第 1 光的剩余部分因红荧光体而进行散射。由于红荧光体所包括的每个荧光体都是点光源,因此蓝光或红光成为均匀光。

[0259] 其结果是,能通过 1 个植物栽培用 LED 光源来满足植物生育上所需的蓝光域吸收峰和红光域吸收峰这两方。像这样,通过采用单个的植物栽培用 LED 光源,能缩小植物栽培用 LED 光源的设置面积,从而能提供一种信赖性高、适于用在植物工厂等中的光源。

[0260] 本发明的植物栽培用 LED 光源中,优选在上述基板的背面设有冷却单元。

[0261] 由此,能对变得高温的蓝光 LED 芯片进行冷却。

[0262] (产业上的利用可能性)

[0263] 本发明适于用作发出在光合作用和生育上需光照的植物或藻类所能吸收的光的发光装置、植物栽培用 LED 光源以及植物工厂。

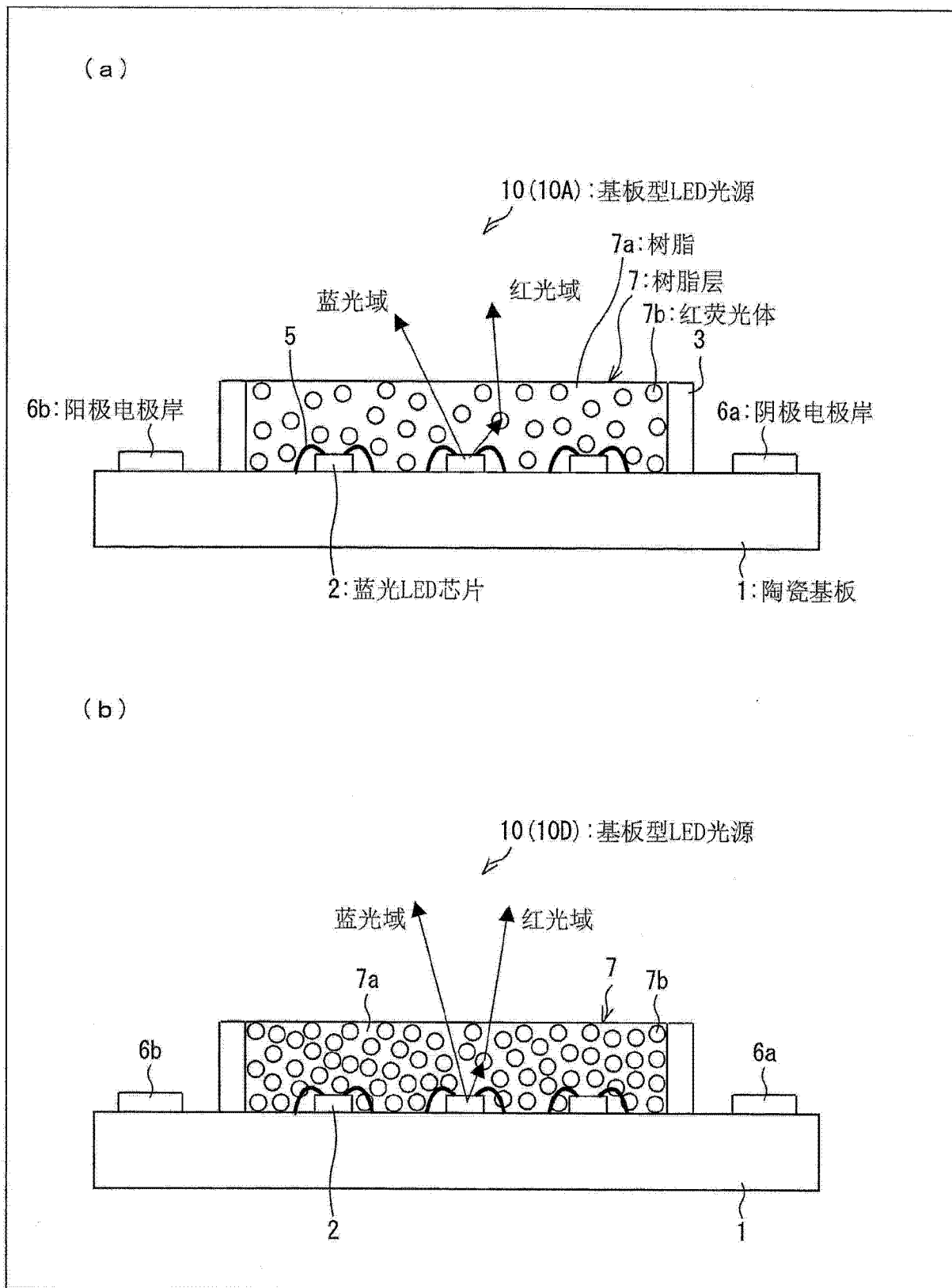


图 1

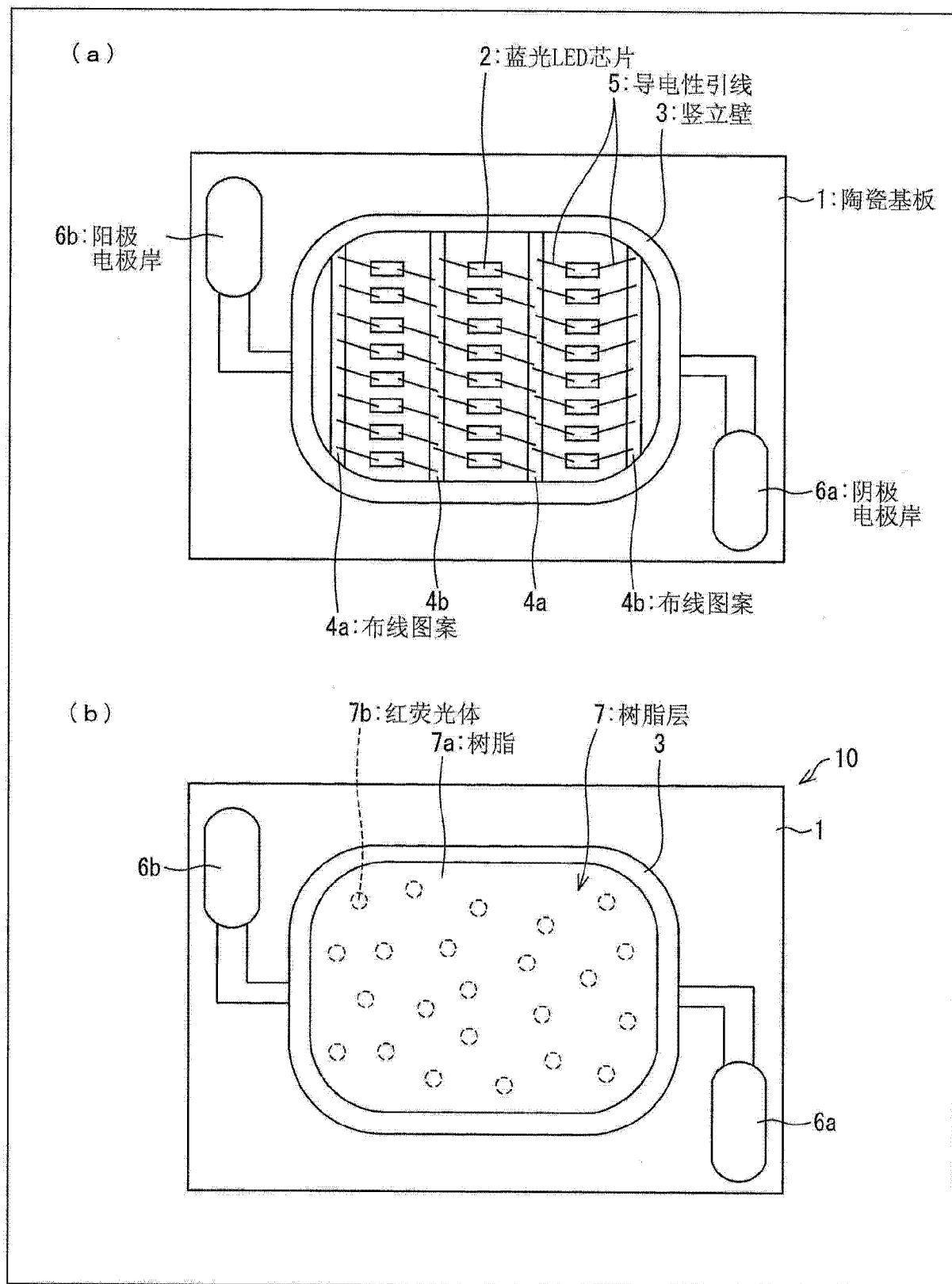


图 2

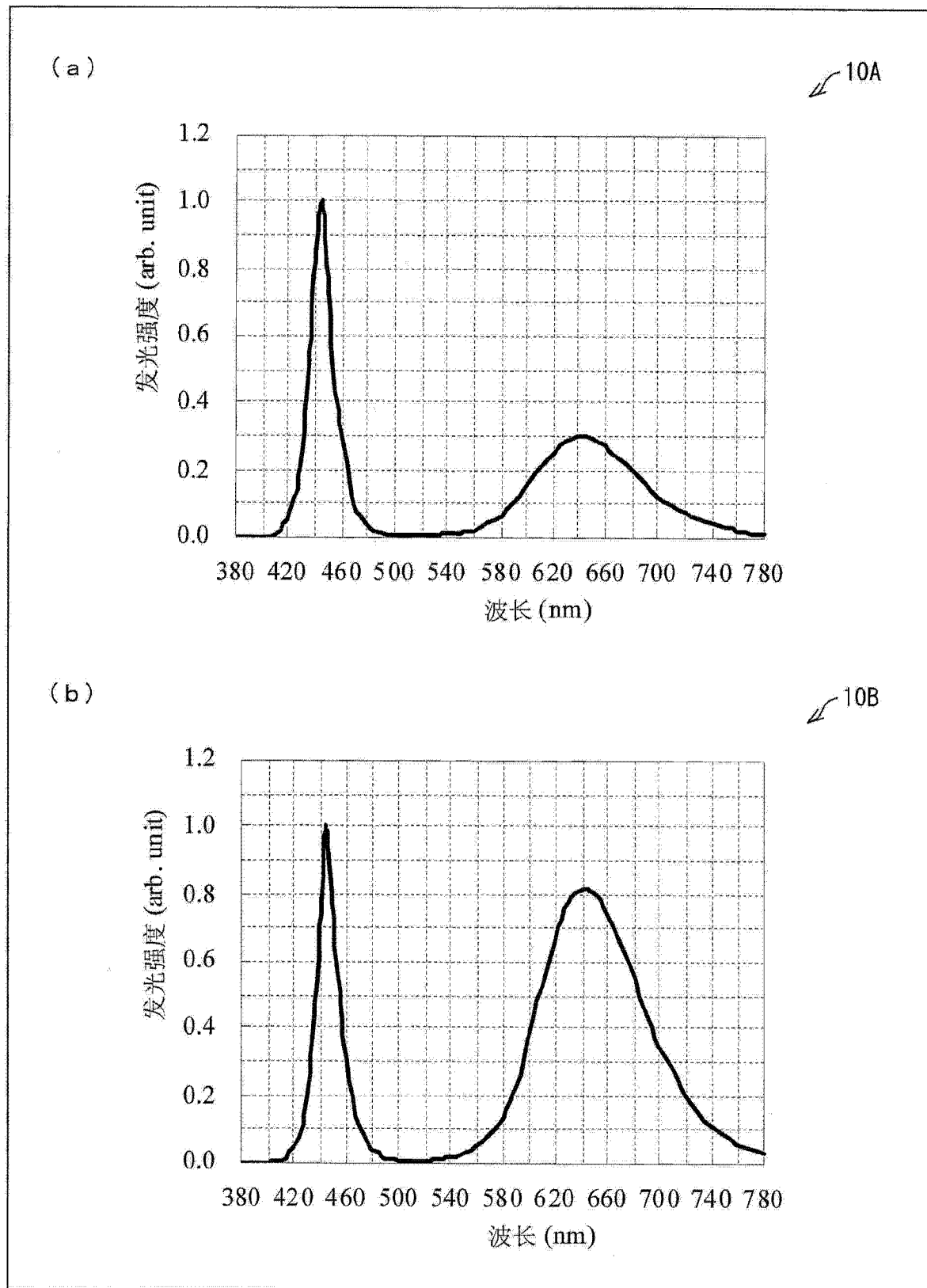


图 3

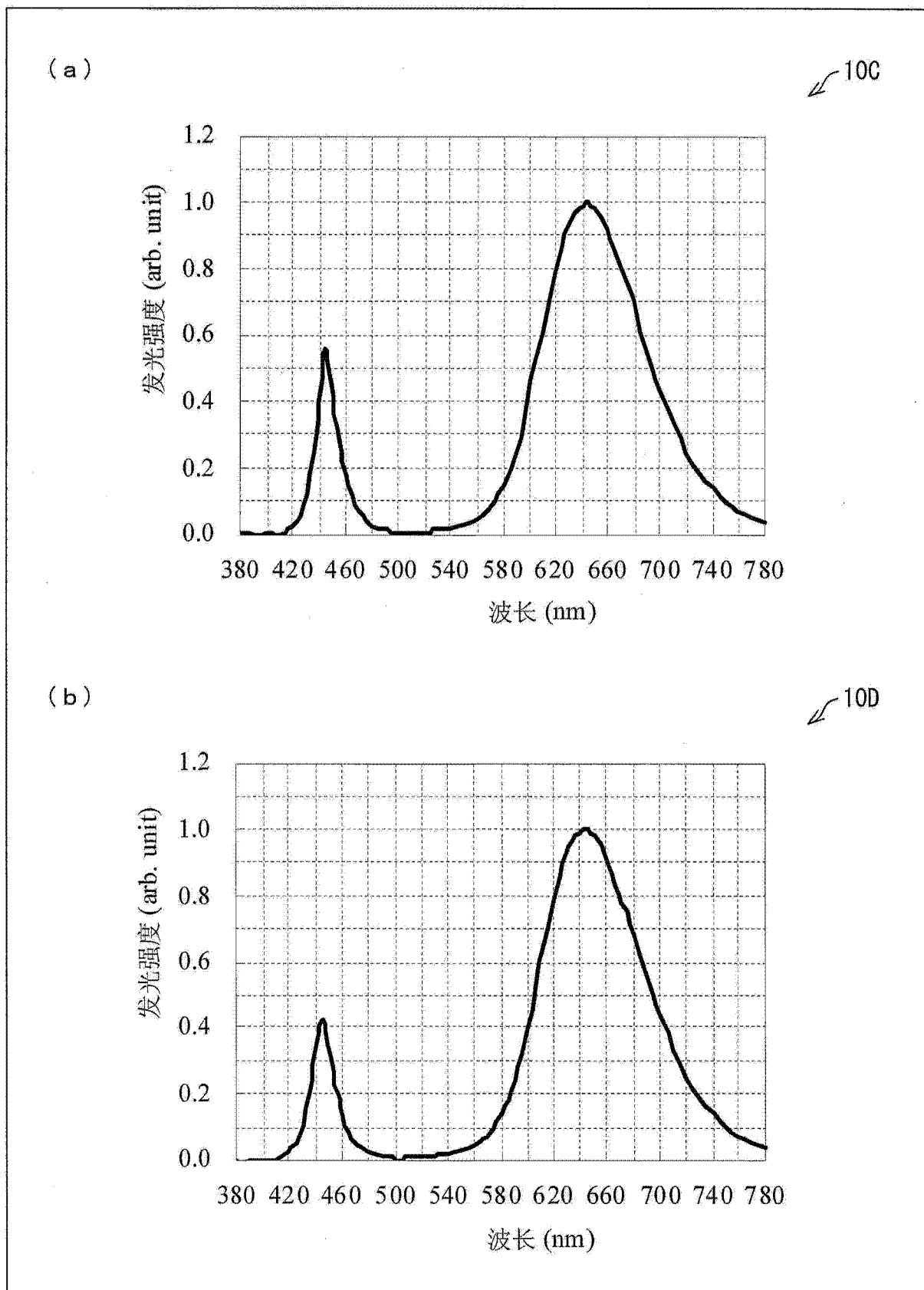


图 4

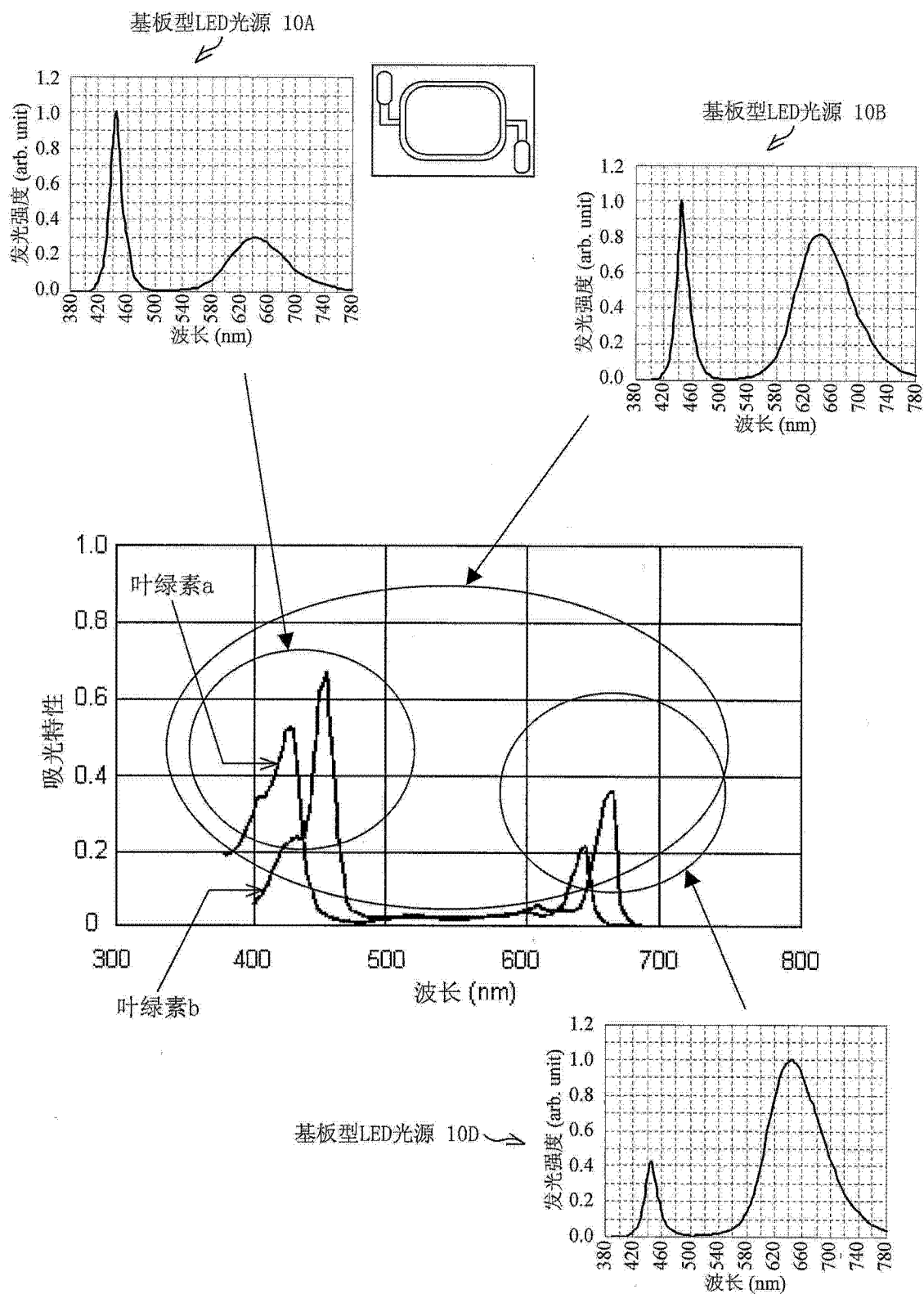


图 5

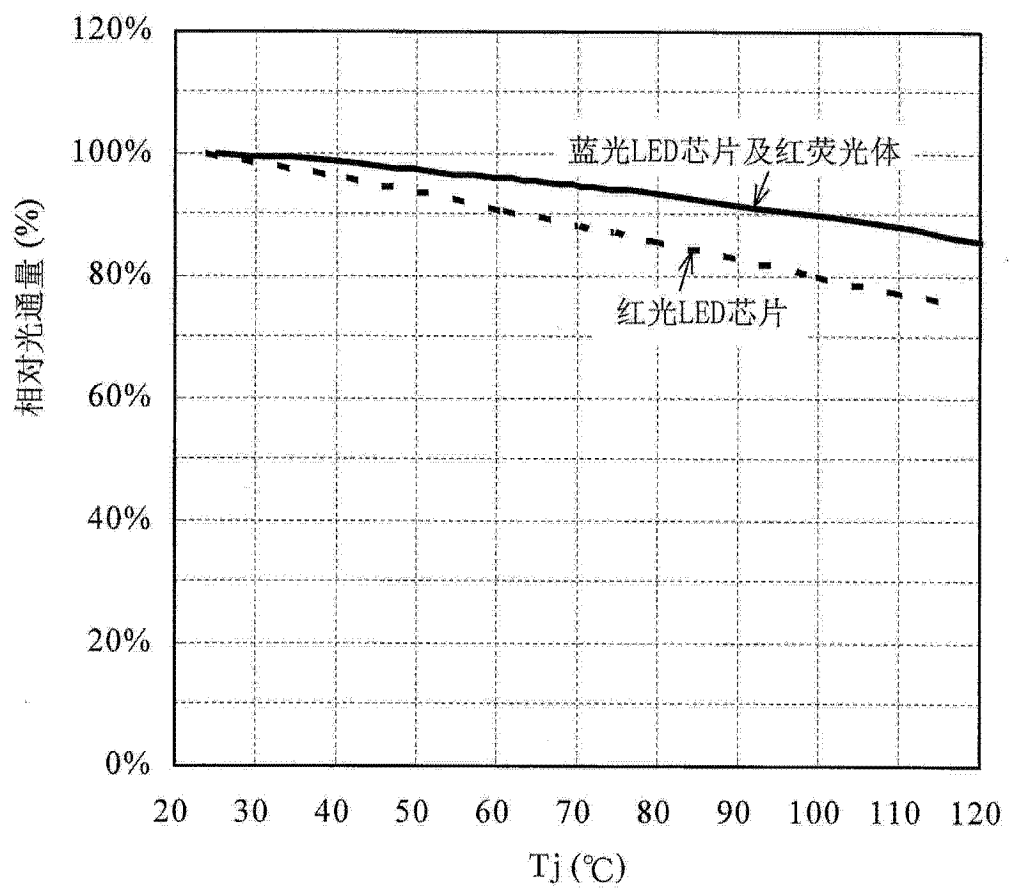


图 6

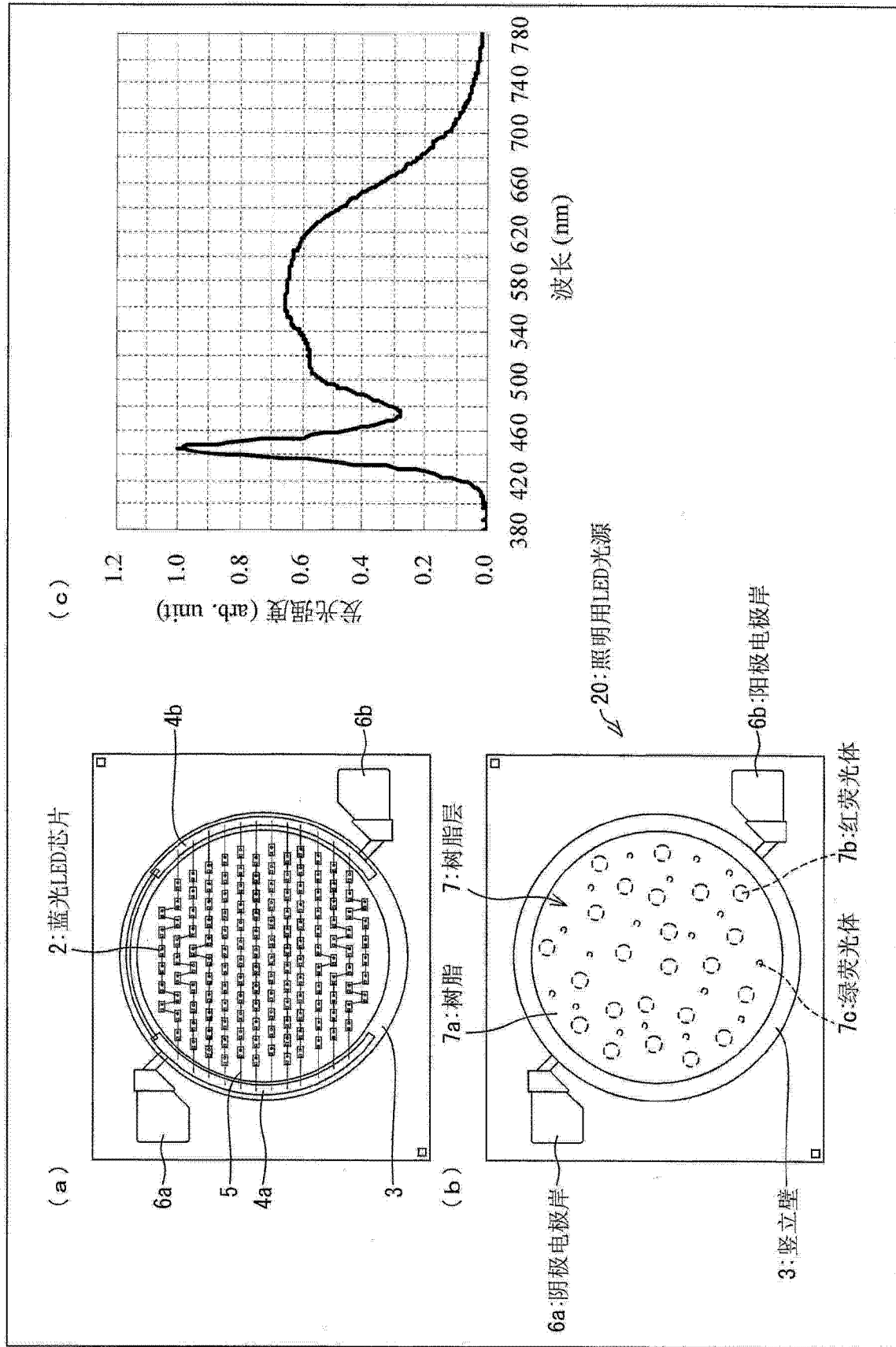


图 7

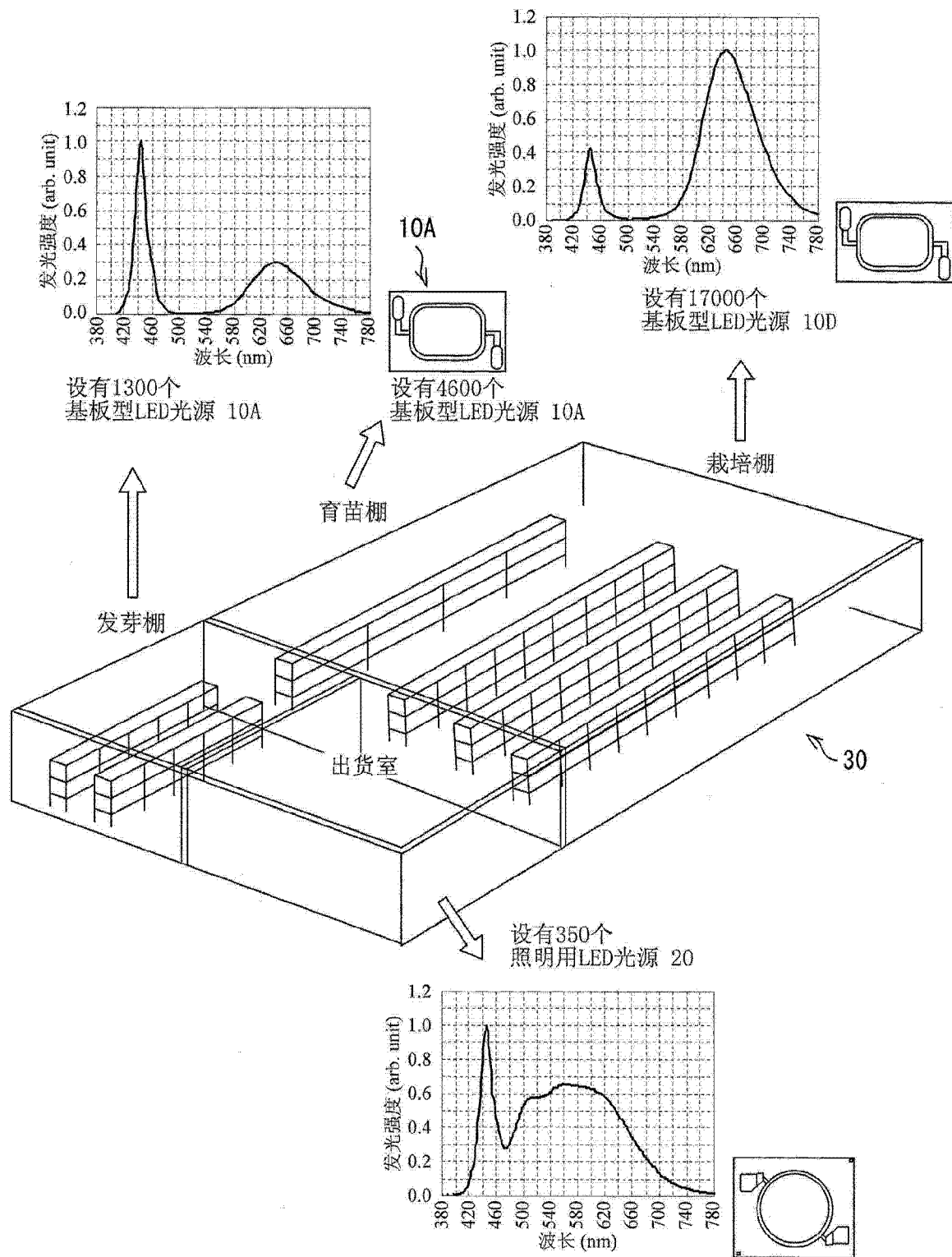


图 8

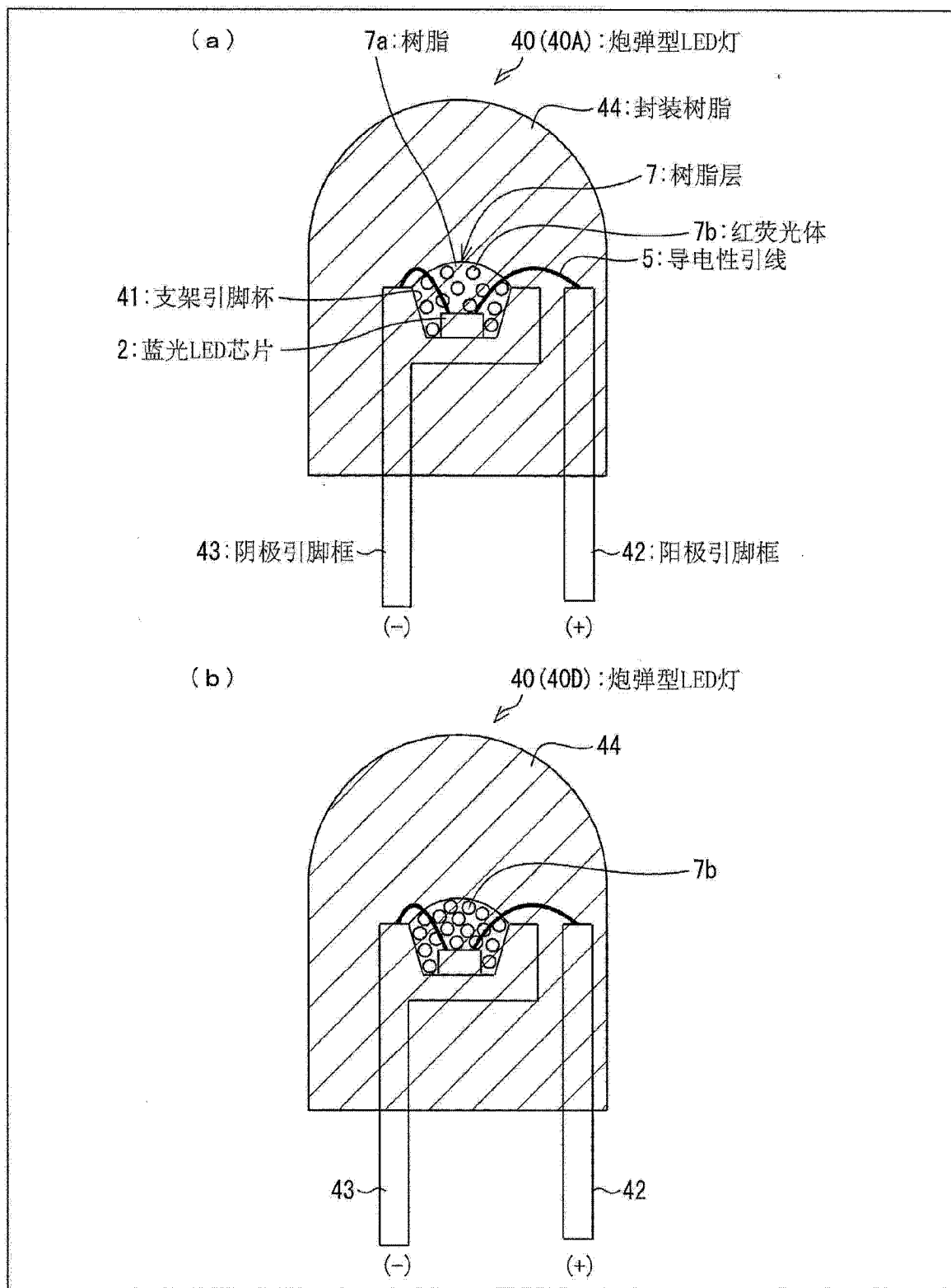


图 9

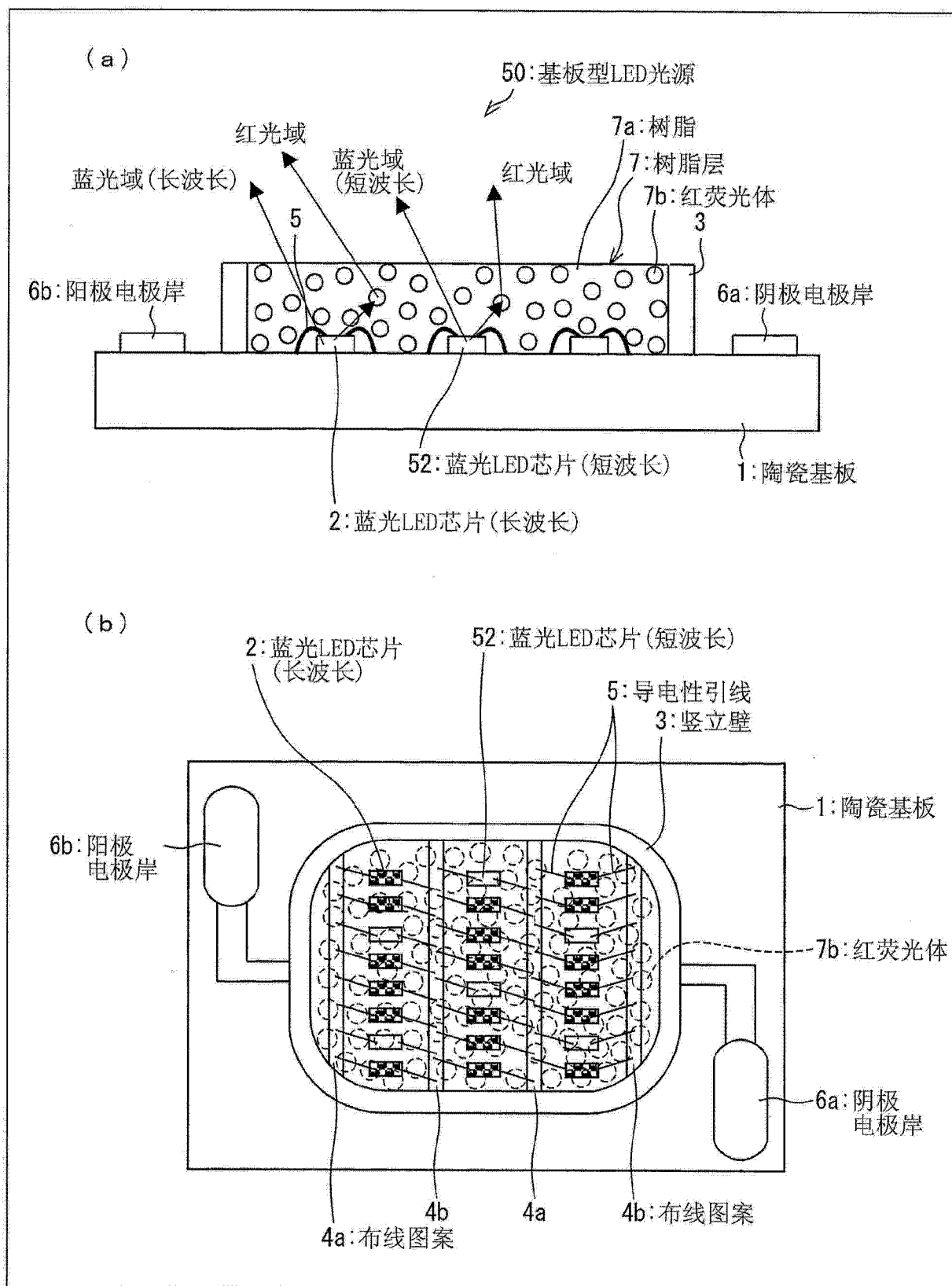


图 10

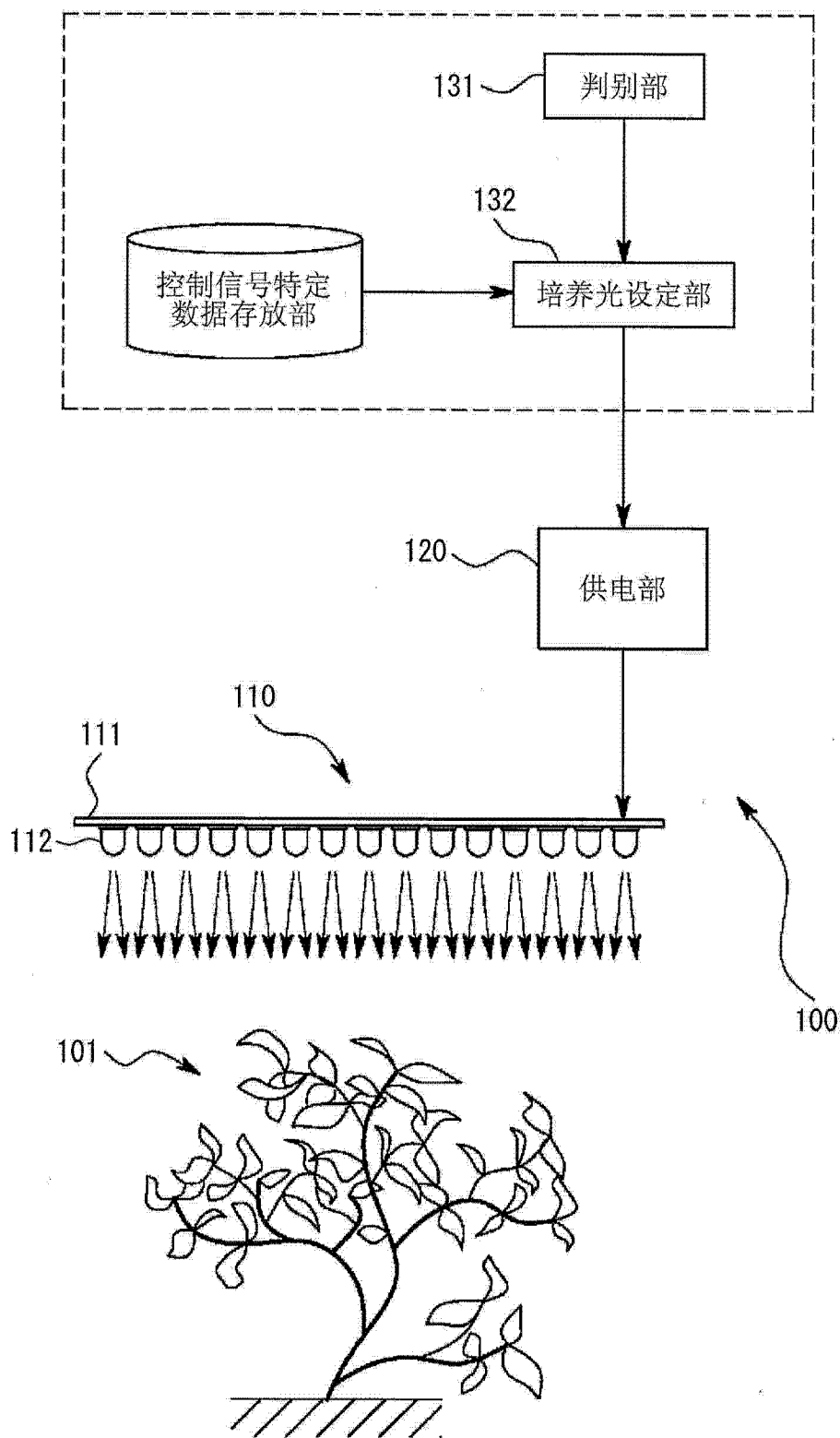


图 11

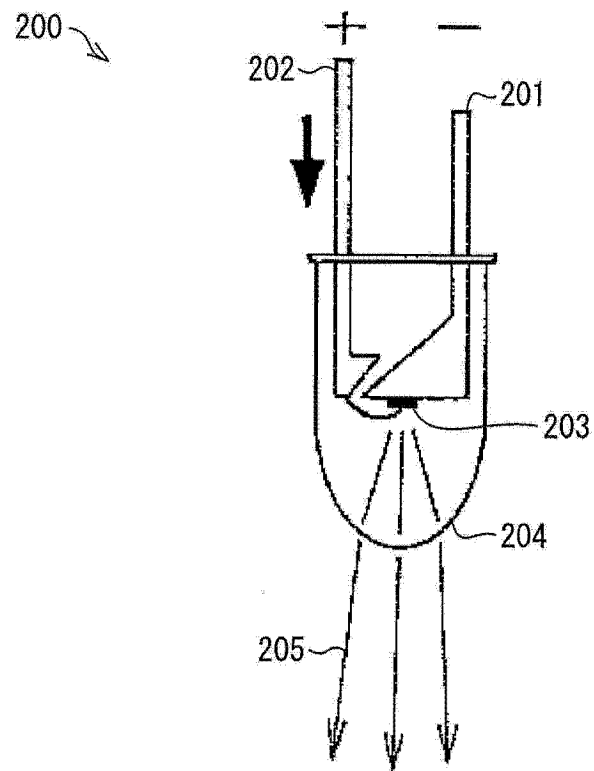


图 12