(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110277479 B
(45)授权公告日 2025.04.11

(21)申请号 201910169892.0

(22)申请日 2019.03.06

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110277479 A

(43)申请公布日 2019.09.24

(30)优先权数据
2018-047254 2018.03.14 JP

(73)专利权人 日亚化学工业株式会社
地址 日本德岛县

(72)发明人 阿宫美佳 藤尾多茂 涌井贞一

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
专利代理师 张毅群

(51)Int.Cl.
H10H 20/851(2025.01)
F21V 9/30(2018.01)
A01G 7/04(2006.01)

(56)对比文件
JP 2008181771 A,2008.08.07
CN 104871323 A,2015.08.26
CN 105405954 A,2016.03.16

审查员 孙大伟

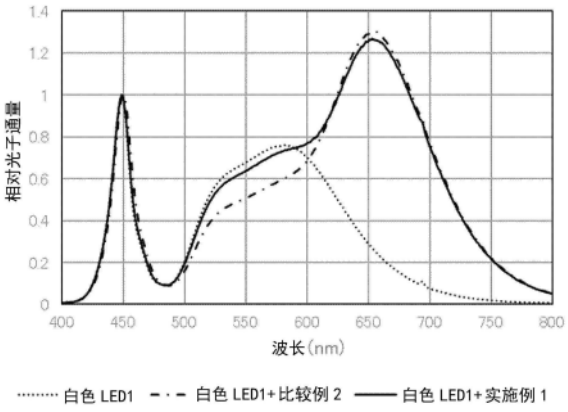
权利要求书6页 说明书15页 附图3页

(54)发明名称

发光装置和植物栽培方法

(57)摘要

本发明提供一种能够促进植物生长的发光装置和植物栽培方法。一种发光装置,其具备:在380nm以上且490nm以下的范围内具有发光峰值波长的发光元件;以及被来自上述发光元件的光激发而发出在580nm以上且680nm以下的范围内具有至少一个发光峰值波长的光的红色荧光体,620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R相对于400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B的比值(R/B)超过20且为200以下。



CN 110277479 B

1.一种发光装置,其具备:

在380nm以上且490nm以下的范围内具有发光峰值波长的发光元件;以及

被来自所述发光元件的光激发而发出在580nm以上且680nm以下的范围内具有至少一个发光峰值波长的光的红色荧光体,

620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R相对于400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B的比值R/B为80以上且200以下。

2.根据权利要求1所述的发光装置,其中,所述620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R相对于400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B的比值R/B为80以上且120以下。

3.根据权利要求1所述的发光装置,其中,在所述发光装置的发光光谱中,在580nm以上且680nm以下的范围内具有至少一个发光峰,所述发光峰的半值宽度为40nm以上且120nm以下。

4.根据权利要求1所述的发光装置,其中,在所述发光装置的发光光谱中,在580nm以上且680nm以下的范围内具有至少一个发光峰,所述发光峰的半值宽度为60nm以上且110nm以下。

5.根据权利要求1所述的发光装置,其中,所述红色荧光体包含:在组成中含有选自Sr和Ca中的至少一种元素以及Al,且包含被Eu^{2+}活化的氮化硅的荧光体。

6.根据权利要求1所述的发光装置,其中,所述红色荧光体包含选自下述荧光体中的至少一种荧光体:

在组成中含有选自碱土金属元素中的至少一种元素和选自碱金属元素中的至少一种元素,且包含被Eu^{2+}活化的氮化铝的荧光体;

被Mn^{4+}活化的氟锗酸盐荧光体;

包含被Eu^{2+}活化的钙的硫化物或锶的硫化物的荧光体;以及

在组成中具有选自碱金属元素和铵离子NH_4^+中的至少一种元素或离子以及选自第4族元素或第14族元素中的至少一种元素,且包含被Mn^{4+}活化的氟化物的荧光体。

7.根据权利要求5所述的发光装置,其中,所述红色荧光体包含选自下述荧光体中的至少一种荧光体:

在组成中含有选自碱土金属元素中的至少一种元素和选自碱金属元素中的至少一种元素,且包含被Eu^{2+}活化的氮化铝的荧光体;

被Mn^{4+}活化的氟锗酸盐荧光体;

包含被Eu^{2+}活化的钙的硫化物或锶的硫化物的荧光体;以及

在组成中具有选自碱金属元素和铵离子NH_4^+中的至少一种元素或离子以及选自第4族元素或第14族元素中的至少一种元素,且包含被Mn^{4+}活化的氟化物的荧光体。

8.根据权利要求1所述的发光装置,其中,所述红色荧光体包含含有下述式(I)所示的组成的荧光体,

$$(Ca_{1-s-t}Sr_sEu_t)_xAl_uSi_vN_w \quad (I)$$

式(I)中,s、t、u、v、w和x分别为满足$0\leqslant s\leqslant 1$、$0<t<1.0$、$0<s+t<1.0$、$0.8\leqslant x\leqslant 1.0$、$0.8\leqslant u\leqslant 1.2$、$0.8\leqslant v\leqslant 1.2$、$1.9\leqslant u+v\leqslant 2.1$、$2.5\leqslant w\leqslant 3.5$的数。

9.根据权利要求1所述的发光装置,其中,所述红色荧光体包含含有下述式(I)至(VI)

所示的任一组成的荧光体，

$(Ca_{1-s-t}Sr_sEu_t)_xAl_uSi_vN_w$ (I)

式(I)中，s、t、u、v、w和x分别为满足0≤s≤1、0＜t＜1.0、0＜s+t＜1.0、0.8≤x≤1.0、0.8≤u≤1.2、0.8≤v≤1.2、1.9≤u+v≤2.1、2.5≤w≤3.5的数；

$(Ca_{1-p-q-r}Sr_pBa_qEu_r)_2Si_5N_8$ (II)

式(II)中，p、q和r为满足0≤p≤1.0、0≤q≤1.0、0＜r＜1.0和p+q+r≤1.0的数；

$(Ca_aSr_{1-a-c-d}Ba_dEu_c)_fLi_bAl_3N_e$ (III)

式(III)中，a、b、c、d、e和f分别为满足0≤a＜1.0、0.8≤b≤1.05、0.001＜c≤0.1、0≤d≤0.2、3.0≤e≤5.0、0.8≤f≤1.05的数；

$(i-j)MgO \cdot (j/2)Sc_2O_3 \cdot kMgF_2 \cdot mCaF_2 \cdot (1-n)GeO_2 \cdot (n/2)M^5{}_2O_3:zMn^{4+}$ (IV)

式(IV)中，M^5为选自Al、Ga及In中的至少1种；i、j、k、m、n和z分别为满足2≤i≤4、0≤j＜0.5、0＜k＜1.5、0≤m＜1.5、0＜n＜0.5和0＜z＜0.05的数；

(Ca,Sr)S:Eu (V)；

$A_2[M^1{}_{1-g}Mn^{4+}{}_gF_6]$ (VI)

式(VI)中，A为选自K、Li、Na、Rb、Cs和NH_4^+中的至少1种，M^1为选自第4族元素和第14族元素中的至少1种元素，g为满足0＜g＜0.2的数。

10.根据权利要求1所述的发光装置，其包含含有下述式(i)至(iii)所示的任一组成的荧光体，

$M^{11}{}_8MgSi_4O_{16}X^{11}{}_2:Eu$ (i)

式(i)中，M^{11}为选自Ca、Sr、Ba和Zn中的至少1种，X^{11}为选自F、Cl、Br和I中的至少1种；

$Si_{6-b}Al_bO_bN_{8-b}:Eu$ (ii)

式(ii)中，b满足0＜b＜4.2；

$M^{13}Ga_2S_4:Eu$ (iii)

式(iii)中，M^{13}为选自Mg、Ca、Sr和Ba中的至少1种。

11.根据权利要求1所述的发光装置，其包含硅酸盐荧光体$(Ca,Sr,Ba)_2SiO_4:Eu$或者$Ca_3Sc_2Si_3O_{12}:Ce$。

12.根据权利要求1所述的发光装置，其包含含有下述式(iv)至(v)所示的任一组成的荧光体，

$M^{14}{}_{c/e}Si_{12-(c+d)}Al_{c+d}O_dN_{16-d}:Eu$ (iv)

式(iv)中，M^{14}为选自Sr、Ca、Li和Y中的至少1种，c为0.5~5，d为0~2.5，e为M^{14}的电荷；

$M^{15}{}_3(Al,Ga)_5O_{12}:Ce$ (v)

式(v)中，M^{15}为Y或选自Lu、Gd、Tb中的至少1种。

13.根据权利要求1所述的发光装置，其包含含有下述式(vi)至(xi)所示的任一组成的荧光体，

$(Al_{1-f}Cr_f)_2O_3$ (vi)

式(vi)中，f为满足0＜f＜1的数；

$(Ln_{1-x-y}Ce_xCr_y)_3(Al_{1-z}M^{16}{}_z)_5O_{12}$ (vii)

式(vii)中，Ln为选自除了Ce之外的稀土元素中的至少一种稀土元素，M^{16}为选自Ga和In中的至少一种元素，x、y和z为满足0.0002＜x＜0.50、0.0001＜y＜0.05、0≤z≤0.8的数；

$CaYAlO_4$:Mn (viii)

$LiAlO_2$:Fe (ix)

CdS:Ag (x)

$GdAlO_3$:Cr (xi)。

14.根据权利要求1所述的发光装置,其与发白光的光源组合使用。

15.根据权利要求14所述的发光装置,其中,所述光源选自太阳、荧光灯、白炽灯、金属卤化物灯、高压钠灯和LED灯中的至少一种。

16.根据权利要求1所述的发光装置,其用于植物栽培。

17.根据权利要求14所述的发光装置,其用于植物栽培。

18.根据权利要求1所述的发光装置,具备包含所述红色荧光体和密封材料的荧光部件,所述荧光部件中的所述红色荧光体的含量相对于所述密封材料100质量份为5质量份以上且150质量份以下的范围内。

19.一种照明装置,其将权利要求1~18中任一项所述的发光装置和发出与该发光装置不同的光能的光源加以组合。

20.一种植物栽培方法,其中,向植物照射从权利要求1~18中任一项所述的发光装置发出的光。

21.一种植物栽培方法,其中,向植物照射从权利要求1所述的发光装置发出的光和从发白光的光源发出的光。

22.一种植物栽培方法,组合权利要求1所述的发光装置和第1白色LED发光装置而向植物照射光,

权利要求1所述的发光装置为红色补光用发光装置,

所述第1白色LED发光装置包含在380nm以上且490nm以下的范围内具有发光峰值波长的发光元件、黄色荧光体和红色荧光体。

23.根据权利要求22所述的植物栽培方法,其中,所述第1白色LED发光装置中,将400nm以上且490nm以下的范围内的光子通量累加而得的蓝光的光子通量B设为1时,将超过490nm且为570nm以下的范围内的光子通量累加而得的绿光的光子通量G为1.7。

24.根据权利要求22所述的植物栽培方法,其中,从所述第1白色LED发光装置发出的光与从所述红色补光用发光装置发出的光的混光中的620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R_{mix}相对于400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B_{mix}的比值R_{mix}/B_{mix}为3.5。

25.根据权利要求24所述的植物栽培方法,其中,相对于所述第1白色LED发光装置与所述红色补光用发光装置的合计的个数100%,所述第1白色LED发光装置的个数比率为50%。

26.根据权利要求22所述的植物栽培方法,其中,

从所述第1白色LED发光装置和所述红色补光用发光装置的组合发出的混光的400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B与超过490nm且为570nm以下的范围内的绿光的光子通量G之比G/B

相对于

单独从所述第1白色LED发光装置发出的光的400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B与超过490nm且为570nm以下的范围内的绿光的光子通量G之比G/B

的比率即G/B维持率超过90%。

27.一种植物栽培方法,组合权利要求1所述的发光装置和第2白色LED发光装置而向植物照射光,

权利要求1所述的发光装置为红色补光用发光装置,

所述第2白色LED发光装置包含在380nm以上且490nm以下的范围内具有发光峰值波长的发光元件、绿色荧光体、黄色荧光体和红色荧光体。

28.根据权利要求27所述的植物栽培方法,其中,所述第2白色LED发光装置中,将400nm以上且490nm以下的范围内的光子通量累加而得的蓝光的光子通量B设为1时,将超过490nm且为570nm以下的范围内的光子通量累加而得的绿光的光子通量G为1.7。

29.根据权利要求27所述的植物栽培方法,其中,从所述第2白色LED发光装置发出的光与从所述红色补光用发光装置发出的光的混光中的620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R_{mix}相对于400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B_{mix}的比值R_{mix}/B_{mix}为3.5。

30.根据权利要求29所述的植物栽培方法,其中,相对于所述第2白色LED发光装置与所述红色补光用发光装置的合计的个数100%,所述第2白色LED发光装置的个数比率为60%。

31.根据权利要求27所述的植物栽培方法,其中,

从所述第2白色LED发光装置和所述红色补光用发光装置的组合发出的混光的400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B与超过490nm且为570nm以下的范围内的绿光的光子通量G之比G/B

相对于

单独从所述第2白色LED发光装置发出的光的400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B与超过490nm且为570nm以下的范围内的绿光的光子通量G之比G/B

的比率即G/B维持率超过90%。

32.一种照明装置,其由红色补光用发光装置与第1白色LED发光装置组合得到,

所述红色补光用发光装置为权利要求1~17中任一项所述的发光装置,

所述第1白色LED发光装置包含在380nm以上且490nm以下的范围内具有发光峰值波长的发光元件、黄色荧光体和红色荧光体。

33.根据权利要求32所述的照明装置,其中,所述黄色荧光体包含含有下述式(iv)至(v)所示的任一组成的荧光体,所述红色荧光体包含含有下述式(I)至(VI)所示的任一组成的荧光体,

$M^{14}_{c/e}Si_{12-(c+d)}Al_{c+d}O_dN_{16-d}:Eu$ (iv)

式(iv)中,M^{14}为选自Sr、Ca、Li和Y中的至少1种,c为0.5~5,d为0~2.5,e为M^{14}的电荷;

$M^{15}_3(Al,Ga)_5O_{12}:Ce$ (v)

式(v)中,M^{15}为Y或选自Lu、Gd、Tb中的至少1种;

$(Ca_{1-s-t}Sr_sEu_t)_xAl_uSi_vN_w$ (I)

式(I)中,s、t、u、v、w和x分别为满足$0\leq s\leq 1$、$0<t<1.0$、$0<s+t<1.0$、$0.8\leq x\leq 1.0$、$0.8\leq u\leq 1.2$、$0.8\leq v\leq 1.2$、$1.9\leq u+v\leq 2.1$、$2.5\leq w\leq 3.5$的数;

$(Ca_{1-p-q-r}Sr_pBa_qEu_r)_2Si_5N_8$ (II)

式(II)中,p、q和r为满足$0\leq p\leq 1.0$、$0\leq q\leq 1.0$、$0<r<1.0$和$p+q+r\leq 1.0$的数;

$(Ca_aSr_{1-a-c-d}Ba_dEu_c)_fLi_bAl_3N_e$ (III)

式(III)中,a、b、c、d、e和f分别为满足0≤a<1.0、0.8≤b≤1.05、0.001<c≤0.1、0≤d≤0.2、3.0≤e≤5.0、0.8≤f≤1.05的数;

$(i-j)MgO\cdot(j/2)Sc_2O_3\cdot kMgF_2\cdot mCaF_2\cdot(1-n)GeO_2\cdot(n/2)M^5{}_2O_3:zMn^{4+}$ (IV)

式(IV)中,M^5为选自Al、Ga及In中的至少1种;i、j、k、m、n和z分别为满足2≤i≤4、0≤j<0.5、0<k<1.5、0≤m<1.5、0<n<0.5和0<z<0.05的数;

(Ca,Sr)S:Eu (V);

$A_2[M^1{}_{1-g}Mn^{4+}{}_gF_6]$ (VI)

式(VI)中,A为选自K、Li、Na、Rb、Cs和NH_4^+中的至少1种,M^1为选自第4族元素和第14族元素中的至少1种元素,g为满足0<g<0.2的数。

34.根据权利要求32所述的照明装置,其中,所述第1白色LED发光装置中,将400nm以上且490nm以下的范围内的光子通量累加而得的蓝光的光子通量B设为1时,将超过490nm且为570nm以下的范围内的光子通量累加而得的绿光的光子通量G为1.7。

35.根据权利要求32所述的照明装置,其中,从所述第1白色LED发光装置发出的光与从所述红色补光用发光装置发出的光的混光中的620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R_{mix}相对于400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B_{mix}的比值R_{mix}/B_{mix}为3.5。

36.根据权利要求32所述的照明装置,其中,相对于所述第1白色LED发光装置与所述红色补光用发光装置的合计的个数100%,所述第1白色LED发光装置的个数比率为50%。

37.根据权利要求32所述的照明装置,其中,

从所述第1白色LED发光装置和所述红色补光用发光装置的组合发出的混光的400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B与超过490nm且为570nm以下的范围内的绿光的光子通量G之比G/B

相对于

单独从所述第1白色LED发光装置发出的光的400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B与超过490nm且为570nm以下的范围内的绿光的光子通量G之比G/B

的比率即G/B维持率超过90%。

38.一种照明装置,其由红色补光用发光装置与第2白色LED发光装置组合得到,

所述红色补光用发光装置为权利要求1~17中任一项所述的发光装置,

所述第2白色LED发光装置包含在380nm以上且490nm以下的范围内具有发光峰值波长的发光元件、绿色荧光体、黄色荧光体和红色荧光体。

39.根据权利要求38所述的照明装置,其中,所述绿色荧光体包含含有下述式(i)至(iii)所示的任一组成的荧光体,所述黄色荧光体包含含有下述式(iv)至(v)所示的任一组成的荧光体,所述红色荧光体包含含有下述式(I)至(VI)所示的任一组成的荧光体,

$M^{11}{}_8MgSi_4O_{16}X^{11}{}_2:Eu$ (i)

式(i)中,M^{11}为选自Ca、Sr、Ba和Zn中的至少1种,X^{11}为选自F、Cl、Br和I中的至少1种;

$Si_{6-b}Al_bO_bN_{8-b}:Eu$ (ii)

式(ii)中,b满足0<b<4.2;

$M^{13}Ga_2S_4:Eu$ (iii)

式(iii)中,M^{13}为选自Mg、Ca、Sr和Ba中的至少1种;

$M^{14}_{c/e}Si_{12-(c+d)}Al_{c+d}O_dN_{16-d}:Eu$ (iv)

式(iv)中,M^{14}为选自Sr、Ca、Li和Y中的至少1种,c为0.5~5,d为0~2.5,e为M^{14}的电荷;

$M^{15}_3(Al,Ga)_5O_{12}:Ce$ (v)

式(v)中,M^{15}为Y或选自Lu、Gd、Tb中的至少1种;

$(Ca_{1-s-t}Sr_sEu_t)_xAl_uSi_vN_w$ (I)

式(I)中,s、t、u、v、w和x分别为满足0≤s≤1、0<t<1.0、0<s+t<1.0、0.8≤x≤1.0、0.8≤u≤1.2、0.8≤v≤1.2、1.9≤u+v≤2.1、2.5≤w≤3.5的数;

$(Ca_{1-p-q-r}Sr_pBa_qEu_r)_2Si_5N_8$ (II)

式(II)中,p、q和r为满足0≤p≤1.0、0≤q≤1.0、0<r<1.0和p+q+r≤1.0的数;

$(Ca_aSr_{1-a-c-d}Ba_dEu_c)_fLi_bAl_3N_e$ (III)

式(III)中,a、b、c、d、e和f分别为满足0≤a<1.0、0.8≤b≤1.05、0.001<c≤0.1、0≤d≤0.2、3.0≤e≤5.0、0.8≤f≤1.05的数;

$(i-j)MgO\cdot(j/2)Sc_2O_3\cdot kMgF_2\cdot mCaF_2\cdot(1-n)GeO_2\cdot(n/2)M^5_2O_3:zMn^{4+}$ (IV)

式(IV)中,M^5为选自Al、Ga及In中的至少1种;i、j、k、m、n和z分别为满足2≤i≤4、0≤j<0.5、0<k<1.5、0≤m<1.5、0<n<0.5和0<z<0.05的数;

(Ca,Sr)S:Eu (V);

$A_2[M^1_{1-g}Mn^{4+}_gF_6]$ (VI)

式(VI)中,A为选自K、Li、Na、Rb、Cs和NH_4^+中的至少1种,M^1为选自第4族元素和第14族元素中的至少1种元素,g为满足0<g<0.2的数。

40.根据权利要求38所述的照明装置,其中,所述第2白色LED发光装置中,将400nm以上且490nm以下的范围内的光子通量累加而得的蓝光的光子通量B设为1时,将超过490nm且为570nm以下的范围内的光子通量累加而得的绿光的光子通量G为1.7。

41.根据权利要求38所述的照明装置,其中,从所述第2白色LED发光装置发出的光与从所述红色补光用发光装置发出的光的混光中的620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R_{mix}相对于400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B_{mix}的比值R_{mix}/B_{mix}为3.5。

42.根据权利要求38所述的照明装置,其中,相对于所述第2白色LED发光装置与所述红色补光用发光装置的合计的个数100%,所述第2白色LED发光装置的个数比率为60%。

43.根据权利要求38所述的照明装置,其中,

从所述第2白色LED发光装置和所述红色补光用发光装置的组合发出的混光的400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B与超过490nm且为570nm以下的范围内的绿光的光子通量G之比G/B

相对于

单独从所述第2白色LED发光装置发出的光的400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B与超过490nm且为570nm以下的范围内的绿光的光子通量G之比G/B

的比率即G/B维持率超过90%。

发光装置和植物栽培方法

技术领域

[0001] 本发明涉及发光装置和植物栽培方法。

背景技术

[0002] 在因气候变化/人为环境破坏而发生环境变化之中,期望稳定地供给蔬菜等植物,提高植物的生产效率。例如,可人为管理的植物工厂能够向市场稳定地供给洁净且安全的蔬菜,因此作为下一代的产业而备受期待。在植物工厂中,为了削减耗电量、有效地培育植物,采用了使用发光二极管(Light Emitting Diode:以下称为“LED”)的发光装置。LED能够控制光波长的组合和强度,能够照射与植物的生长速度、形态发生相符的光,因此,作为促进植物生长、用于培育具有丰富的功能性营养成分且附加价值高的植物的光源而备受期待。

[0003] 植物与光的反应可分为光合成和光形态发生。光合成是利用光能将水分解,生成氧而将二氧化碳固定于有机物的反应。光合成的结果,所生成的碳水化合物成为构建植物细胞的原料,成为用于植物生长的能量源。光形态发生是利用光作为信号,进行种子的发芽、分化(发芽形成、叶的形成等)、运动(气孔开闭、叶绿体运动)、光折射等的形态反应。植物中存在多个识别光的光受体(色素),在光合成反应的情况下,叶绿素a、叶绿素b、类胡萝卜素将光以能量的形式捕捉。在光形态发生的情况下,植物光敏色素、隐花色素、向光素将光以信号(signal)的形式接收。

[0004] 植物可使用光受体而用于光合成、光形态发生的光的波长范围为300nm以上且800nm以下。将该波长范围的辐射称为生理性有效辐射(Physiologically Active Radiation),其中,将成为植物培育的能量源的400nm以上且700nm以下的波长范围的辐射称为光合成有效辐射(Photosynthetically Active Radiation)。有时也将对于植物的光合成而言必须的光强度示作光合光子通量密度(Photosynthetic Photon Flux Density)或光合光子通量(Photosynthetic Photon Flux、以下有时也示作“PPF”)。

[0005] 对植物等进行照射的光强度用光子通量密度(Photon Flux Density)或光子通量(Photon Flux、以下有时也示作“PF”)表示。光子通量密度($\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)是指每单位时间到达单位面积的光子数。光子通量($\mu mol \cdot s^{-1}$)是指每单位时间的光子数。需要根据植物的生长来控制光受体所识别的蓝色区域的光子通量B与红色区域的光子通量R的比值(R/B)。因而,提出了将发蓝光的LED芯片和吸收LED芯片所发出的蓝光并发出与蓝色相比更偏红色的光的荧光体加以组合的发光装置(参照专利文献1)。另外,还提出了将发红光的荧光体与发白光的现有光源加以组合,进行红光的补光的方法(参照专利文献2)。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2013-099254号公报

[0009] 专利文献2:日本特开2008-181771号公报

发明内容

[0010] 发明要解决的课题

[0011] 然而,专利文献1所公开的发光装置中,在与发白光的现有光源加以组合而用作补光用途的情况下详见后述,但存在如下倾向:现有光源所发出的光的光谱平衡被破坏,在现有光源所发出的光的光谱中,超过490nm且为570nm以下的范围的绿光、超过570nm且小于620nm的范围的黄光~橙光减少。

[0012] 因而,本发明的一个方案的目的在于,提供在与现有光源一同利用的情况下,能够对红光进行补光而不破坏现有光源所发出的光的光谱平衡的发光装置和植物栽培方法。

[0013] 用于解决课题的方法

[0014] 用于解决上述问题的方法如下所示,本发明包括以下的方案。

[0015] 本发明的第一方案是一种发光装置,其具备:

[0016] 在380nm以上且490nm以下的范围具有发光峰值波长的发光元件;以及

[0017] 被来自上述发光元件的光激发而发出在580nm以上且680nm以下的范围具有至少一个发光峰值波长的光的红色荧光体,

[0018] 620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R相对于400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B的比值(R/B)(以下,有时也将620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R相对于400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B的比值称为"R/B比")超过20且为200以下。

[0019] 本发明的第二方案是一种照明装置,其将上述发光装置和发出与该发光装置不同的光能的光源加以组合。

[0020] 本发明的第三方案是一种植物栽培方法,其中,向植物照射从上述发光装置发出的光。

[0021] 发明的效果

[0022] 根据本发明,可提供在与现有光源一起利用时能够对红光进行补光而不破坏现有光源所发出的光的光谱平衡、可促进植物生长的发光装置和植物栽培方法。

附图说明

[0023] 图1是表示发光装置的一例的概略截面图。

[0024] 图2是表示蓝光的光子通量B(Blue PF)、红光的光子通量R(Red PF)和光合光子通量PPF相对于各实施例和比较例的红色补光用发光装置的R/B比的关系的图。

[0025] 图3是表示将白色LED发光装置1与各实施例和比较例的红色补光用发光装置加以组合的混光的光合光子通量PPF、以及将白色LED发光装置与各实施例和比较例的红色补光用发光装置组合时的白色LED发光装置1的个数比率(%)的关系的图。

[0026] 图4表示白色LED发光装置1单独发出的光的相对光子通量的光谱、将白色LED发光装置1与实施例1的红色补光用发光装置加以组合的混光的相对光子通量的光谱、以及将白色LED发光装置1与比较例2的红色补光用发光装置加以组合的混光的相对光子通量的光谱。

[0027] 图5表示白色LED发光装置1单独发出的光的相对光子通量的光谱、将白色LED发光装置1与实施例2的红色补光用发光装置加以组合的混光的相对光子通量的光谱、以及将白

色LED发光装置1与比较例2的红色补光用发光装置加以组合的混光的相对光子通量的光谱。

具体实施方式

[0028] 以下,基于本申请的发光装置和植物栽培方法的一个实施方式进行说明。其中,以下示出的一个实施方式是用于详述本发明的技术思想的例示,本发明不限定于以下的发光装置和植物栽培方法。需要说明的是,颜色名称与色度坐标的关系、光的波长范围与单光的颜色名称的关系等基于JIS Z8110。另外,关于组合物中的各成分的含量,在组合物中存在多种符合各成分的物质的情况下,只要没有特别说明则是指组合物中存在的该多种物质的总量。

[0029] 发光装置

[0030] 本发明的一个实施方式是一种发光装置,其具备:在380nm以上且490nm以下的范围(以下有时也称为“近紫外~蓝色区域”)具有发光峰值波长的发光元件;以及被来自上述发光元件的光激发而发出在580nm以上且680nm以下的范围具有至少一个发光峰值波长的光的红色荧光体,620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R相对于400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B的R/B比超过20且为200以下。本说明书中,有时将400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B称为“蓝光的光子通量B”。另外,本说明书中,有时将620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R称为“红光的光子通量R”。

[0031] 基于附图来说明本发明的一个实施方式的发光装置的一例。图1是表示本发明的一个实施方式的发光装置100的概略截面图。

[0032] 发光装置100如图1所示,发光装置100具备:在380nm以上且490nm以下的范围具有发光峰值波长的发光元件10;以及被来自发光元件的光激发而发出在580nm以上且680nm以下的范围内具有至少一个发光峰值波长的光的红色荧光体70。

[0033] 发光装置100具备例如成形体40、发光元件10和荧光部件50。成形体40是包含第一引线20和第二引线30且包含热塑性树脂或热固化性树脂的树脂部42一体成形而成的。成形体40形成了具有底面和侧面的凹部,在凹部的底面载置有发光元件10。发光元件10具有一对正负电极,该一对正负电极分别经由引线60而与第一引线20和第二引线30电连接。发光元件10被荧光部件50覆盖。荧光部件50包含例如对来自发光元件10的光进行波长转换的荧光体70和密封材料。荧光体70是因发光元件10发出的在380nm以上且490nm以下的范围具有发光峰值波长的来自发光元件10的光而发红光的红色荧光体70。与发光元件10的一对正负电极连接的第一引线20和第二引线30朝向构成发光装置100的封装体的外侧露出第一引线20和第二引线30的一部分。经由这些第一引线20和第二引线30,能够接受来自外部的供电而使发光装置100发光。

[0034] 荧光部件50不仅对发光元件10发出的光进行波长转换,还作为用于保护发光元件10不受外部环境影响的部件而发挥功能。在图1中,红色荧光体70存在于荧光部件50中,与发光元件10接近配置。由此,能够高效地利用红色荧光体70对来自发光元件10的光进行波长转换,能够提供发光效率优异的发光装置。包含红色荧光体70的荧光部件50与发光元件10的配置不限定于图1所示那样地将红色荧光体70与发光元件10接近配置的方式,还考虑

到发光元件10所产生的热的影响,也可以在荧光部件50中与发光元件10隔开间隙地配置红色荧光体70。另外,通过在荧光部件50中大致均等地配置红色荧光体70,能够从发光装置100发出颜色不均受到抑制的光。

[0035] 植物通过其叶绿体中存在的色素(叶绿素a、叶绿素b和类胡萝卜素)吸收光,并获取二氧化碳和水,利用光合成将它们转换成碳水化合物(糖类)而生长。用于促进植物培育的叶绿素a和叶绿素b尤其具有相对于625nm以上且675nm以下的红色区域的光的吸收峰以及相对于425nm以上且475nm以下的蓝色区域的光的吸收峰。在植物的光受体之中,叶绿素a捕捉400nm以上且450nm以下的蓝色区域的光能以及660nm以上且700nm以下的红色区域的光能进行光合成。叶绿素b捕捉430nm以上且500nm以下的蓝色区域的光能以及640nm以上且670nm以下的红色区域的光能进行光合成。类胡萝卜素捕捉400nm以上且530nm以下的蓝色~绿色区域的光能进行光合成。另外,在进行光形态发生的光受体之中,例如,植物光敏色素A将360nm以上且480nm以下的蓝色区域的光作为信号,进行种子发芽的诱导。另外,植物光敏色素B将540nm以上且690nm以下的红色区域的光作为信号,进行种子发芽等的诱导。

[0036] 植物在其生长阶段不仅进行光合成,还进行自种子发芽的诱导、胚轴伸长、花芽形成、光折射等光形态发生。根据植物的种类、生长阶段,对于促进植物的生长、增强植物的功能性营养成分而言,不仅对以太阳光为代表的白光进行补光、还对红光进行补光是有效的。进而可知:以往据称对植物生长没有太大影响的超过490nm且为570nm以下的绿光根据植物的种类而有助于促进植物的生长、增强植物的功能性营养成分,并对气孔的开闭、黄化生长的胚轴伸长造成影响。另外,作为人的工作环境,也需要包含超过490nm且为570nm以下的范围的绿光成分、超过570nm且小于620nm的范围的黄色~橙色发光成分的光。在对红光进行补光的情况下,如果不会明显破坏现有的例如发白光的光源的发光光谱所具有的蓝色区域的光谱、绿色区域~黄色~橙色区域的光谱的平衡,使用少数的发光装置即可有效地对红光进行补光,则能够削减耗电量、设备投资所消耗的费用,且有效地促进植物的生长,栽培具有丰富的功能性营养成分的植物。

[0037] 本发明的一个实施方式的发光装置中,620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R相对于400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B的R/B比超过20且为200以下。如果本发明的一个实施方式的发光装置中的红光的光子通量R相对于蓝光的光子通量B的R/B比为超过20且为200以下的范围,则能够根据植物的种类或植物的生长阶段来适当选择R/B比的范围。本发明的一个实施方式的发光装置中,红光的光子通量R相对于蓝光的光子通量B的R/B比优选为30以上且180以下、进一步优选为35以上且150以下、更进一步优选为40以上且140以下、50以上且120以下、80以上且120以下。本发明的一个实施方式的发光装置中,如果红光的光子通量R相对于蓝光的光子通量B的R/B比超过20且为200以下,则能够利用现有的发白光的光源且借助数量少的能够对红光进行补光的发光装置,根据植物的种类或植物的生长阶段,有效地对红光进行补光而不破坏现有的例如发白光的光源的光谱平衡。

[0038] 具备在近紫外~蓝色区域具有发光峰值波长的发光元件和红色荧光体的发光装置中,若红光的光子通量R相对于蓝光的光子通量B的R/B比为20以下,则从发光元件发出的激发光不被红色荧光体进行波长转换而从发光装置透出的蓝光成分变多,有时难以有效地对期望的红光进行补光。另外,在上述发光装置中,若红光的光子通量R相对于蓝光的光子

通量B的R/B比为20以下,则作为来自发光元件的激发光的蓝光透出,在供给红光的同时还供给蓝光成分,因此,在将现有的例如发白光的光源与对红光进行补光的发光装置组合使用的情况下,在现有光源发出的光的光谱中,因添加了从用于补红光的发光装置透出的蓝光成分而导致绿光~黄光成分相对减少,从现有光源发出的光的光谱平衡被破坏,有时无法纯粹地仅对红光进行补光。另外,在上述发光装置中,若红光的光子通量R相对于蓝光的光子通量B的R/B比超过200,则上述发光装置所含的红色荧光体的量变得过多,有时因荧光体的自吸收而导致红光衰减。

[0039] 本发明的一个实施方式的发光装置优选的是:在从上述发光装置发出的光的光谱中,在580nm以上且680nm以下的范围内具有至少一个发光峰,且发光峰的半值宽度为40nm以上。关于上述发光装置,在从上述发光装置发出的光的光谱中,存在于580nm以上且680nm以下的范围内的发光峰的半值宽度更优选为40nm以上且120nm以下,进一步优选为50nm以上且120nm以下,更进一步优选为60nm以上且110nm以下。关于上述发光装置,在从上述发光装置发出的光的光谱中,存在于580nm以上且680nm以下的红色区域的发光峰的半值宽度优选为40nm以上而具有较为平坦的形状的发光峰。在从发光装置发出的光的光谱中,若存在于580nm以上且680nm以下的红色区域的发光峰的半值宽度较宽,则更多种植物的光受体能够以光能的形式吸收所补光的红光,或者能够将其作为光信号而感知。关于本发明的一个实施方式的发光装置,在从上述发光装置发出的光的光谱中,能够供给具有较为平坦的形状的发光峰的红光,多个光受体容易吸收或感知从上述发光装置发出的红光,因此,以稳定的状态促进植物的生长,能够以稳定的状态增强植物的功能性营养成分。发光装置的半值宽度是指:在发光装置所发出的光的光谱中,发光峰的半值全宽(Full Width at Half Maximum:FWHM)。发光装置的半值宽度是指:在发光装置所发出的光的光谱中,表示在580nm以上且680nm以下的范围存在的发光峰的最大值的50%值的发光峰的波长宽度。

[0040] 例如,在具备发红光的LED芯片的发光装置的情况下,在580nm以上且680nm以下的范围内存在的发光峰的半值宽度通常小于30nm,通常为15nm以上且25nm以下。在从具备发红光的LED芯片的发光装置发出的光的光谱中,若在580nm以上且680nm以下的红色区域存在的发光峰的半值宽度小于30nm而呈现尖锐的形状,则根据上述发光装置的不同,吸收或感知所补光的红光的植物的光受体种类受限,有时植物的生长不稳定。

[0041] 对植物的光合成或光形态发生起作用的光强度取决于光子数。光子的能量与其波长成反比地发生变化。若将普朗克常数(6.63×10^{-34}Js)记作h、将光速记作c(3×10^{8}m·s^{-1})、将波长记作λ(m),则光子能量e用e=hc/λ的式子来表示。激活光合作用的波长依赖性因光合成色素等光受体的种类而异。

[0042] 光子通量(μmol·s^{-1})可以由所照射的光的辐射通量(W)来换算。辐射通量与光子通量的关系通过以下的式(1)表示。

[0043] 辐射通量(W)=光子通量(μmol·s^{-1})×阿伏伽德罗常数(mol^{-1})×普朗克常数h(Js)×光速(m·s^{-1})÷波长λ(m) (1)

[0044] 基于上述式(1),能够根据由发光装置得到的辐射通量(W)而换算成光子通量。换算后,将400nm以上且490nm以下的范围内的光子通量进行累加,能够算出蓝光的光子通量B。同样地,将620nm以上且700nm以下的范围内的光子通量进行累加,能够算出红光的光子通量R。

[0045] 发光元件

[0046] 发光元件10被用作激发光源,是发出在380nm以上且490nm以下的范围具有发光峰值波长的光的发光元件。由此,能够得到效率高且输出功率相对于输入功率的线性高、耐机械冲击也强且稳定的发光装置。发光元件的发光峰值波长的范围更优选为390nm以上且480nm以下,进一步优选为420nm以上且470nm以下,更进一步优选为440nm以上且460nm以下,特别优选为445nm以上且455nm以下。作为这样的发光元件,优选使用包含氮化物半导体($In_XAl_YGa_{1-X-Y}N$、0≤X、0≤Y、X+Y≤1)的发光元件。发光元件的发光光谱的半值宽度可以设为例如30nm以下。

[0047] 荧光部件

[0048] 发光装置100所使用的荧光部件50优选包含红色荧光体70和密封材料。密封材料可以使用选自热塑性树脂和热固化性树脂中的树脂。若考虑到制造容易度,则作为密封材料使用的树脂可列举出例如硅酮树脂、环氧树脂。荧光部件中,除了红色荧光体和密封材料之外,也可以包含填料、光稳定剂、着色剂等其它成分。作为填料,可列举出例如二氧化硅、钛酸钡、氧化钛、氧化铝等。荧光部件中的除了红色荧光体和密封材料之外的其它成分的含量相对于密封材料100质量份优选为0.01质量份以上且20质量份以下。在构成荧光部件的荧光部件用组合物中,相对于成为密封材料的树脂100质量份,除了红色荧光体和成为密封材料的树脂之外的成为其它成分的物质的含量优选为0.01质量份以上且20质量份以下。

[0049] 荧光部件中的红色荧光体70的含量只要是620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R相对于400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B的R/B比超过20且为200以下的范围的量,就没有特别限定。荧光部件50中的红色荧光体的含量相对于密封材料100质量份例如可以设为5质量份以上且150质量份以下,优选为8质量份以上且130质量份以下、更优选为10质量份以上且120质量份以下、进一步优选为12质量份以上且100质量份以下。若荧光部件50中的红色荧光体70的含量在上述范围内,则能够高效地利用红色荧光体对发光元件10所发出的光进行波长转换,作为来自发光元件的激发光的蓝光不会透出,能够对红光进行补光。另外,若荧光部件50中的红色荧光体70的含量在上述范围内,则不会因红色荧光体的自吸收而导致红光衰减,能够对红光进行补光。进而,若荧光部件50中的红色荧光体70的含量在上述范围内,则将对红光进行补光的上述发光装置与现有的发白光的光源加以组合时,能够有效地对红光进行补光,而不破坏从现有的发白光的光源发出的光的光谱平衡。

[0050] 红色荧光体

[0051] 红色荧光体70是被来自发光元件10的光激发而发出在580nm以上且680nm以下的范围具有一个以上的发光峰值波长的光的荧光体。红色荧光体可列举出Eu^{2+}活化氮化物荧光体、Mn^{4+}活化氟锗酸盐荧光体、Eu^{2+}活化碱土类硫化物荧光体和Mn^{4+}活化卤化物荧光体等。红色荧光体可以单独使用选自这些荧光体中的一种,也可以组合使用两种以上。

[0052] 红色荧光体优选包含:在组成中具有选自Sr和Ca中的至少一种元素以及Al,且包含被Eu^{2+}活化的氮化硅的荧光体(以下有时记作“CASN荧光体”)。红色荧光体优选包含选自下述荧光体中的至少一种荧光体:在组成中含有选自碱土金属元素中的至少一种元素和选自碱金属元素中的至少一种元素,且包含被Eu^{2+}活化的氮化铝的荧光体;被Mn^{4+}活化的氟锗酸盐荧光体;包含被Eu^{2+}活化的钙的硫化物或锶的硫化物的荧光体;以及在组成中具有选自

碱金属元素和铵离子(NH_4^+)中的至少一种元素或离子以及选自第4族元素和第14族元素中的至少一种元素,且包含被Mn^{4+}活化的氟化物的荧光体。

[0053] 红色荧光体70具体而言可列举出包含下述式(I)~(VI)所示的任意组成的荧光体。其中,红色荧光体优选包含含有下述式(I)所示的组成的氮化硅的荧光体。包含下述式(I)~(VI)所示的任意组成的荧光体因来自发光元件的激发光而发红光,在发光装置的发光光谱中,在580nm以上且680nm以下的范围内存在的发光峰的半值宽度为40nm以上,发光峰为较为平坦的形状。在红色荧光体70的580nm以上且680nm以下的范围内存在的发光峰因其半值宽度为40nm以上而呈现较为平坦的形状,因此,更多种类的植物的光受体能够以光能的形式吸收所补光的红光,或者将所补光的红光作为光信号感知,能够稳定地促进植物生长或能够增强植物的功能性营养成分,能够供给红光。

[0054] $(Ca_{1-s-t}Sr_sEu_t)_xAl_uSi_vN_w$ (I)

[0055] (式(I)中,s、t、u、v、w和x分别为满足0≤s≤1、0<t<1.0、0<s+t<1.0、0.8≤x≤1.0、0.8≤u≤1.2、0.8≤v≤1.2、1.9≤u+v≤2.1、2.5≤w≤3.5的数)。有时也将包含式(I)所示组成的荧光体示作$CaAlSiN_3$:Eu荧光体、(Sr,Ca)$AlSiN_3$:Eu荧光体。上述式(I)中,变量t是上述式(I)所示组成中的活化元素Eu的摩尔比。变量t优选为0.0001≤t≤0.2、更优选为0.0001≤t≤0.1、进一步优选为0.0002≤t≤0.05。上述式(I)中,变量s是上述式(I)所示组成中的Sr的摩尔比。变量s优选为0≤s≤0.98、更优选为0≤s≤0.95、进一步优选为0≤s≤0.9。

[0056] $(Ca_{1-p-q-r}Sr_pBa_qEu_r)_2Si_5N_8$ (II)

[0057] 式(II)中,p、q和r为满足0≤p≤1.0、0≤q≤1.0、0<r<1.0和p+q+r≤1.0的数。

[0058] $(Ca_aSr_{1-a-c-d}Ba_dEu_c)_fLi_bAl_3N_e$ (III)

[0059] 式(III)中,a、b、c、d、e和f分别为满足0≤a<1.0、0.8≤b≤1.05、0.001<c≤0.1、0≤d≤0.2、3.0≤e≤5.0、0.8≤f≤1.05的数。

[0060] $(i-j)MgO \cdot (j/2)Sc_2O_3 \cdot kMgF_2 \cdot mCaF_2 \cdot (1-n)GeO_2 \cdot (n/2)M^5{}_2O_3:zMn^{4+}$ (IV)

[0061] 式(IV)中,M^5为选自Al、Ga及In中的至少1种;i、j、k、m、n和z分别为满足2≤i≤4、0≤j<0.5、0<k<1.5、0≤m<1.5、0<n<0.5和0<z<0.05的数。

[0062] (Ca,Sr)S:Eu (V)

[0063] 本说明书中,在表示荧光体组成的式中,被逗号(,)隔开记载的多种元素是指在组成中含有这些多种元素之中的至少一种元素。关于组成式中被逗号(,)隔开记载的多种元素,可以在组成中包含选自被逗号隔开的多种元素中的至少一种元素,也可以从上述多种元素中组合两种以上来包含。另外,本说明书中,在表示荧光体组成的式中,冒号(:)之前表示母体晶体,冒号(:)之后表示活化元素。

[0064] $A_2[M^1{}_{1-g}Mn^{4+}{}_gF_6]$ (VI)

[0065] 式(VI)中,A为选自K、Li、Na、Rb、Cs和NH_4^+中的至少1种,M^1为选自第4族元素和第14族元素中的至少1种元素,g为满足0<g<0.2的数。

[0066] 除了红色荧光体之外的荧光体

[0067] 发光装置100只要是620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R相对于400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B的R/B比达到超过20且为200以下的范围,就可以在红色荧光体70的基础上,包含发出除了红光的波长区域之外的波长区域的光

的其它种类的荧光体。作为其它种类的荧光体,可列举出吸收从发光元件10出射的一部分光并发绿光的绿色荧光体、发黄光的黄色荧光体、在超过680nm的范围具有发光峰值波长的远红外荧光体等。

[0068] 作为绿色荧光体,具体而言,可列举出包含下述式(i)(iii)所示的任意组成的荧光体。

[0069] $M^{11}_{8}MgSi_4O_{16}X^{11}_{2}:Eu$ (i)

[0070] 式(i)中,M^{11}为选自Ca、Sr、Ba和Zn中的至少1种,X^{11}为选自F、Cl、Br和I中的至少1种。

[0071] $Si_{6-b}Al_bO_bN_{8-b}:Eu$ (ii)

[0072] 式(ii)中,b满足$0<b<4.2$。

[0073] $M^{13}Ga_2S_4:Eu$ (iii)

[0074] 式(iii)中,M^{13}为选自Mg、Ca、Sr和Ba中的至少1种。

[0075] 进而,作为绿色荧光体,也可列举出例如$(Ca,Sr,Ba)_2SiO_4:Eu$、$Ca_3Sc_2Si_3O_{12}:Ce$等硅酸盐荧光体。

[0076] 作为黄色荧光体,具体而言,可列举出包含下述式(iv)~(v)所示的任意组成的荧光体。

[0077] $M^{14}_{c/e}Si_{12-(c+d)}Al_{c+d}O_dN_{16-d}:Eu$ (iv)

[0078] 式(iv)中,M^{14}为选自Sr、Ca、Li和y中的至少1种。c为0.5~5,d为0~2.5,e为M^{14}的电荷。

[0079] $M^{15}_3(Al,Ga)_5O_{12}:Ce$ (v)

[0080] 式(v)中,M^{15}为Y或选自Lu、Gd、Tb中的至少1种。

[0081] 作为在超过680nm的范围具有发光峰值波长的远红外荧光体,具体而言,可列举出包含下述式(vi)~(xi)所示的任意组成的荧光体。

[0082] $(Al_{1-f}Cr_f)_2O_3$ (vi)

[0083] 式(vi)中,f为满足$0<f<1$的数。

[0084] $(Ln_{1-x-y}Ce_xCr_y)_3(Al_{1-z}M^{16}_z)_5O_{12}$ (vii)

[0085] 式(vii)中,Ln为选自除了Ce之外的稀土元素中的至少一种稀土元素,M^{16}为选自Ga和In中的至少一种元素,x、y和z为满足$0.0002<x<0.50$、$0.0001<y<0.05$、$0\leqslant z\leqslant 0.8$的数。

[0086] $CaYAlO_4:Mn$ (viii)

[0087] $LiAlO_2:Fe$ (ix)

[0088] CdS:Ag (x)

[0089] $GdAlO_3:Cr$ (xi)

[0090] 发白光的光源

[0091] 本发明的第一实施方式的发光装置可以与现有光源组合使用。本发明的第一实施方式的发光装置优选与发白光的光源组合使用。上述发光装置即使在与现有的例如发白光的光源组合使用的情况下,也不会破坏从现有光源发出的光的光谱平衡,相对于现有光源能够利用个数较少的发光装置根据植物的种类、植物的生长阶段而高效地补充所需要的红光。作为白光,可列举出例如太阳光、由各种灯照射的光。作为发白光的光源,可以使用例如

选自太阳、荧光灯、白炽灯、金属卤化物灯、高压钠灯和LED灯中的至少一种光源。

[0092] 本发明的第一实施方式的发光装置通过与发白光的光源组合使用,能够用作促进植物生长或可增强植物的功能性营养成分的红光补光用发光装置。

[0093] 本发明的第一实施方式的发光装置能够对植物补充所需的红光,从而能够激活植物的光合作用而促进植物生长,能够增强植物的功能性营养成分。本发明的第一实施方式的发光装置可用作植物栽培用的发光装置。

[0094] 照明装置

[0095] 本发明的第一实施方式的发光装置可以和发出与上述发光装置不同的光能的光源加以组合而制成照明装置。发出与上述发光装置不同的光能的光源不限定于发白光的光源,可列举出例如发蓝光的光源等。将本发明的第一实施方式的发光装置和发出与上述发光装置不同的光能的光源组合而成的照明装置能够根据植物的种类或植物的生长阶段而向植物照射最适合的光能,能够向植物传导最适合的光信号。

[0096] 植物栽培方法

[0097] 本发明的一个实施方式的植物栽培方法是通过向植物照射从发光装置100发出的光而栽培植物的方法。在植物栽培方法中,例如,在能够人为控制光照射的植物工厂中,能够向植物照射从发光装置100发出的光。植物的种类没有特别限定,能够以激活植物的光合作用、使植物的茎、叶、根或果实等具有良好的形态或重量、增强植物的功能性营养成分的方式促进植物的培育。

[0098] 实施例

[0099] 以下,通过实施例来具体说明本发明。本发明不限定于这些实施例。

[0100] 实施例1～2和比较例1～5

[0101] 红色荧光体

[0102] 作为红色荧光体,使用了被来自在450nm具有发光峰值波长的发光元件的光激发而在660nm具有发光峰值波长的$CaAlSiN_3$:Eu荧光体。

[0103] 发光装置

[0104] 发光装置100中,将发光峰值波长为450nm的氮化物半导体用作发光元件10。

[0105] 作为构成荧光部件50的密封材料而使用硅酮树脂,在硅酮树脂100质量份中以表1所示的配合比(质量份)添加红色荧光体70,混合分散后,进行脱泡而得到构成荧光部件的荧光部件用组合物。在实施例1～2和比较例1～5的发光装置所使用的荧光部件用树脂组合物中,如表1所示,以400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B、620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R、红光的光子通量R相对于蓝光的光子通量B的R/B比分别达到表1所示值的方式配合红色荧光体。将这些荧光部件用组合物注入至成形体40的凹部的发光元件10上,并填充至上述凹部,进一步以150℃加热3小时,使荧光部件用组合物固化,形成荧光部件50,对于实施例1～2和比较例1～5制造图1所示那样的发光装置100。以下,也将实施例1～2和比较例1～5的发光装置100称为红色补光用发光装置。

[0106] 光子通量

[0107] 使用光谱仪(Hamamatsu Photonics K.K.制、PMA-12)测定从实施例1～2和比较例1～5的发光装置发出的光。基于下述式(1)将所得的辐射通量(W)换算成光子通量,制作光子通量相对于波长的光谱,算出将400nm以上且490nm以下的范围内的光子通量累加而得的

蓝光的光子通量B、将620nm以上且700nm以下的范围内的光子通量累加而得的红光的光子通量R、以及将400nm以上且700nm以下的范围内的光子通量累加而得的光合光子通量PPF。将结果示于表1。另外，图2示出从各实施例和比较例的发光装置发出的光的400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B、620nm以下700nm以下的范围内的红光的光子通量R、400nm以上且700nm以下的范围内的光合光子通量PPF。在图2中，横轴表示各实施例和比较例的红色补光用发光装置的R/B比。在图2中，自左侧起对于比较例1的发光装置、比较例2的发光装置、实施例1的发光装置、实施例2的发光装置、比较例3的发光装置、比较例4的发光装置、比较例5的发光装置的各发光装置，从下侧依次示出蓝光的光子通量B(Blue PF)、红光的光子通量R(Red PF)、光合光子通量PPF。

[0108] 辐射通量(W)＝光子通量(μmol·s^{-1})×阿伏伽德罗常数(mol^{-1})×普朗克常数(Js)×光速(m·s^{-1})÷波长(m) (1)

[0109] 半值宽度

[0110] 根据从各实施例和比较例的发光装置发出的光的相对于波长的光子通量的光谱，求出在580nm以上且680nm以下的范围存在的发光峰的半值宽度(FWHM)。各实施例和比较例的发光装置的半值宽度是表示在发光光谱中存在于580nm以上且680nm以下的发光峰的最大光子通量的50％光子通量的发光峰的波长宽度。将结果示于表1。

[0111] [表1]

[0112]

	荧光部件	光子通量				半值宽度(nm)
	红色荧光体 CASN (质量份)	蓝光的光子通量 B (Blue PF) (μmol·s^{-1})	红光的光子通量 R (Red PF) (μmol·s^{-1})	比值 R / B	光合成光子通量 PPF (μmol·s^{-1})	
比较例 1	5	6.0	22.3	4	31.7	90.5
比较例 2	10	2.4	24.1	10	29.4	88.0
实施例 1	15	0.6	23.0	36	25.9	86.0
实施例 2	20	0.2	23.0	101	25.1	83.5
比较例 3	25	0.1	21.9	273	23.5	83.0
比较例 4	30	0.0	21.0	571	22.2	81.0
比较例 5	50	0.0	16.8	1247	17.4	78.0

[0113] 如表1和图2所示，若从红色补光用发光装置发出的光的R/B比变大，则存在光合光子通量PPF变小的倾向。如实施例1和2的红色补光用发光装置所示，若R/B比超过20且为200以下，则能够抑制光合光子通量PPF的降低且增大红光的光子通量R，能够根据植物的种类或植物的生长阶段而有效地对红光进行补光。另外，如实施例1和2的红色补光用发光装置所示，若R/B比超过20且为200以下，则蓝光的光子通量B也小，发光元件的激发光不会因红色荧光体而进行波长转换，从发光装置发出的蓝光的透出受到抑制，例如，在与现有的发白光的光源加以组合的情况下，也能够有效地对红光进行补光，而不破坏从现有光源发出的光的光谱平衡。

[0114] 如表1和图2所示，比较例1和2的发光装置中的光合光子通量PPF的值大于实施例1

和2的发光装置,但蓝光的光子通量B的值也大于实施例1和2的发光装置,发光元件的激发光不会因红色荧光体而被波长转换,而是从发光装置释放而导致蓝光透出。比较例1和2的发光装置中,例如与发白光的光源组合使用时,在从上述光源发出的光的光谱中,因添加了蓝光成分而导致绿光~黄光成分相对减少,从上述光源发出的白光的光谱平衡被破坏,无法有效地仅补充红光。另外,比较例3~5的发光装置中的光合光子通量PPF的值与实施例1和2的发光装置相比变小,且红光的光子通量R也变小,上述发光装置所含的红色荧光体的量变得过多,因自吸收而导致红光衰减,无法有效地补充红光。

[0115] 白色LED发光装置1与红色补光用发光装置的组合

[0116] 作为发白光的光源,使用了包含在380nm以上且490nm以下的范围内具有发光峰值波长的发光元件、黄色荧光体和红色荧光体的白色LED发光装置1(以下有时也称为"白色LED1")。使用上述光谱仪(Hamamatsu Photonics K.K.制、PMA-12)测定从白色LED发光装置1发出的光。白色LED发光装置1中,将400nm以上且490nm以下的范围内的光子通量累加而得的蓝光的光子通量B设为1时,将超过490nm且为570nm以下的范围内的光子通量累加而得的绿光的光子通量G为1.7。

[0117] 使用上述光谱仪测定上述白色LED发光装置1的光谱以及实施例1~2和比较例1~5的红色补光用发光装置的光谱。根据上述白色LED发光装置1的光谱以及各实施例和比较例的红色补光用发光装置的光谱,算出从白色LED发光装置1发出的光与从各实施例和比较例的红色补光用发光装置发出的光的混光的400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B_{mix}以及620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R_{mix}。以混光中的红光的光子通量R_{mix}相对于混光中的蓝光的光子通量B_{mix}的比值R_{mix}/B_{mix}达到3.5的方式,将白色LED发光装置1与各实施例和比较例的红色补光用发光装置加以组合。以下,根据从发白光的光源发出的光的光谱以及从红色补光用发光装置发出的光的光谱而算出的、将从光源发出的白光与从红色补光用发光装置发出的光组合而得的混光的400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量示作B_{mix},将上述混光的620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量示作R_{mix}。

[0118] 白色LED发光装置2与红色补光用发光装置的组合

[0119] 作为发白光的光源,使用了包含在380nm以上且490nm以下的范围内具有发光峰值波长的发光元件、绿色荧光体、黄色荧光体和红色荧光体的白色LED发光装置2(以下有时也称为"白色LED2")。使用上述光谱仪测定从白色LED发光装置2发出的光。白色LED发光装置2中,将400nm以上且490nm以下的范围内的光子通量累加而得的蓝光的光子通量B设为1时,将超过490nm且为570nm以下的范围内的光子通量累加而得的绿光的光子通量G为1.7。

[0120] 使用上述光谱仪测定上述白色LED发光装置2的光谱以及实施例1~2和比较例1~5的红色补光用发光装置的光谱。根据上述白色LED发光装置2的光谱以及各实施例和比较例的红色补光用发光装置的光谱,算出从白色LED发光装置2发出的光与从各实施例和比较例的红色补光用发光装置发出的光的混光的400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B_{mix}以及620nm以上且700nm以下的范围内的红光的光子通量R_{mix}。以混光中的红光的光子通量R_{mix}相对于混光中的蓝光的光子通量B_{mix}的比值R_{mix}/B_{mix}达到3.5的方式,将白色LED发光装置2与各实施例和比较例的红色补光用发光装置加以组合。

[0121] 光子通量

[0122] 使用上述光谱仪(Hamamatsu Photonics K.K.制、PMA-12),测定从白色LED发光装置1或2发出的光以及从各实施例和比较例的红色补光用发光装置发出的光。通过将所得光谱或辐射通量的数据加以组合,得到将白色LED发光装置1或2以及各实施例和比较例的红色补光用发光装置组合而得的混光的光谱或辐射通量。基于上述式(1)将它们换算成光子通量,制作光子通量的光谱,将400nm以上且700nm以下的范围内的光子通量进行累加,算出光合光子通量PPF。将结果示于表2、表3和图3。图4中,将450nm处的发光峰值波长的光子通量设为1,示出单独从白色LED发光装置1发出的光的相对光子通量的光谱、从白色LED发光装置1发出的光与从实施例1的红色补光用发光装置发出的光的混光的相对光子通量的光谱、以及从白色LED发光装置1发出的光与从比较例2的红色补光用发光装置发出的光的混光的相对光子通量的光谱。图5中,将450nm处的发光峰值波长的光子通量设为1,示出单独从白色LED发光装置1发出的光的相对光子通量的光谱、从白色LED发光装置1发出的光与从实施例2的红色补光用发光装置发出的光的混光的相对光子通量的光谱、以及从白色LED发光装置1发出的光与从比较例2的红色补光用发光装置发出的光的混光的相对光子通量的光谱。

[0123] G/B维持率

[0124] 与上述光子通量同样地算出单独从白色LED发光装置1或2发出的光的400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B以及超过490nm且为570nm以下的范围内的绿光的光子通量G。如上所述,在单独从白色LED发光装置1或2发出的光的400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B为1的情况下,超过490nm且为570nm以下的范围内的绿光的光子通量G为1.7(比值G/B=1.7/1)。

[0125] 另外,以红光的光子通量R_{mix}相对于蓝光的光子通量B_{rmix}的比值R_{mix}/B_{mmix}达到3.5的方式组合得到白色LED发光装置1,与上述光子通量同样地算出从白色LED发光装置1发出的光与从各实施例和比较例的红色补光用发光装置发出的光的混光的400nm以上且490nm以下的范围内的蓝光的光子通量B、以及超过490nm且为570nm以下的范围内的绿光的光子通量G。将单独从白色LED发光装置1或2发出的光的比值G/B设为100%,将白色LED发光装置1或2与各实施例和比较例的红色补光用发光装置组合而得的各混光的比值G/B相对于单独从白色LED发光装置1或2发出的光的比值G/B的数值的比率示作G/B维持率(%)。G/B维持率的数值越接近100的值,则表示:即使在红色补光用发光装置的红光得到补光的情况下,绿光的成分也不会减少,单独从白色LED发光装置发出的光的光谱平衡得以维持。

[0126] 白色LED发光装置的个数比率(%)

[0127] 将以红光的光子通量R_{mix}相对于蓝光的光子通量B_{mix}的比值R_{mix}/B_{mix}达到3.5的方式使白色LED发光装置1或2与各实施例和比较例的红色补光用发光装置组合而得的发光装置的总个数设为100%,用个数比率(%)来表示白色LED发光装置的个数相对于白色LED发光装置1或2与各实施例和比较例的红色补光用发光装置的总个数的比例。将结果示于表2和3以及图3。例如,以比值R_{mix}/B_{mix}达到3.5的方式将白色LED发光装置与比较例1的发光装置加以组合时,白色LED发光装置的个数比率小于10%,比较例1的发光装置的个数比率为90%以上。此时,为了以能够供给比值R_{mix}/B_{mix}达到3.5的混光的方式将白色LED发光装置1或2与比较例1的红色补光用发光装置加以组合,相对于1个白色LED发光装置1或2,需要9个比较例1的红色补光用发光装置。

[0128] [表2]

[0129]

	补光用红色发光装置的比值 R/B	白色 LED 发光装置 1 和红色补光用发光装置		
		光合光子通量 PPF ($\mu mol \cdot s^{-1}$)	白色 LED 发光装置 1 的个数比率(%)	G/B 维持率 (%)
比较例 1	4	32.2	5.7	9.9
比较例 2	10	34.0	41.8	72.3
实施例 1	36	33.0	48.7	92.9
实施例 2	101	32.8	50.4	97.6
比较例 3	273	31.9	49.7	99.2
比较例 4	571	31.1	48.8	99.7
比较例 5	1247	27.4	43.4	99.9

[0130] [表3]

[0131]

	补光用红色发光装置的比值 R/B	白色 LED 发光装置 2 和补光用红色发光装置		
		光合光子通量 (PPF) ($\mu mol \cdot s^{-1}$)	白色 LED 发光装置 2 的个数比率(%)	G/B 维持率 (%)
比较例 1	4	32.2	8.0	11.5
比较例 2	10	34.0	50.8	76.4
实施例 1	36	33.2	57.6	94.2
实施例 2	101	33.0	59.2	98.1
比较例 3	273	32.3	58.7	99.4
比较例 4	571	31.6	57.6	99.7
比较例 5	1247	28.4	52.4	99.9

[0132] 如表2和图3所示,将R/B比为36的实施例1、进而R/B比为101的实施例2的红色补光用发光装置与白色LED发光装置1组合时,白色LED发光装置1的个数比率接近50%。根据该结果,为了以红光的光子通量R_{mix}相对于蓝光的光子通量B_{mix}的比值R_{mix}/B_{mix}达到3.5的方式将白色LED发光装置1与实施例1或2的红色补光用发光装置加以组合,白色LED发光装置1与实施例1或2的红色补光用发光装置的个数比率达到1:1(50%:50%)左右。由该结果可确认:相对于现有的发白光的光源,能够利用个数较少的红色补光用发光装置有效地对红光进行补光。另外可知:实施例1和2的红色补光用发光装置能够抑制光合光子通量PPF的降低,且根据植物的种类或植物的生长阶段有效地对红光进行补光。尤其可知:与实施例1的红色补光装置相比,实施例2的红色补光用发光装置因白色LED发光装置1的个数比率高而能够抑制光合光子通量PPF的降低,且更有效地对红光进行补光。

[0133] 另外,如表3所示,实施例1和2的红色补光用发光装置在与白色LED发光装置2组合时,白色LED发光装置2的个数比率接近60%。根据该结果,为了以红光的光子通量R_{mix}相对于蓝光的光子通量B_{mix}的比值R_{mix}/B_{mix}达到3.5的方式将白色LED发光装置2与实施例1或2的

红色补光用发光装置加以组合，白色LED发光装置2与实施例1或2的红色补光用发光装置的个数比率达到6:4(60%:40%)左右。由该结果可确认:相对于现有的发白光的光源，能够使用个数更少的红色补光用发光装置更有效地对红光进行补光。可知:与实施例1的红色补光装置相比，实施例2的红色补光用发光装置因白色LED发光装置2的个数比率且G/B维持率也高而能够抑制光合光子通量PPF的降低，且更有效地对红光进行补光。

[0134] 如表2和3所示，可以确认:实施例1和2的红色补光用发光装置在与白色LED发光装置1或2组合时，G/B维持率大至超过90%，在白色LED发光装置1或2发出的光的光谱中，不会使绿光～黄光成分减少，能够维持白色LED发光装置1或2发出的光的光谱平衡，有效地对红光进行补光。尤其是，实施例2的红色补光用发光装置在与白色LED发光装置1组合时、与白色LED发光装置2组合时，与实施例1的红色补光用发光装置相比G/B维持率均大、能够更有效地对红光进行补光。

[0135] 如图4所示，可以确认:将白色LED发光装置1与实施例1的红色补光用发光装置组合而得的混光的光子通量的光谱中，超过490nm且为570nm以下的范围的光谱显示出与白色LED发光装置1单独的超过490nm且为570nm以下的范围的光谱近似的形状，能够维持白色LED发光装置1发出的光的光谱平衡，并且有效地对620nm以上且700nm以下的范围的红光进行补光。

[0136] 如图5所示，将白色LED发光装置1与实施例2的红色补光用发光装置组合而得的混光的光子通量的光谱中，超过490nm且为570nm以下的范围的光谱显示出与白色LED发光装置1单独的超过490nm且为570nm以下的范围的光谱更近似的形状，与白色LED发光装置1单独的超过490nm且为570nm以下的范围的光谱大致重叠。由图5所示的将白色LED与实施例2的红色补光用发光装置组合而得的混光的光子通量的光谱可以确认:实施例2的红色补光用发光装置在与白色LED发光装置1组合时，较之与实施例1的红色补光用发光装置组合的情况相比，能够更有效地维持白色LED发光装置1发出的光的光谱平衡，能够更有效地对620nm以上且700nm以下的范围的红光进行补光。

[0137] 如表2、图4和图5所示，将白色LED发光装置1与比较例2的发光装置组合而得的混光的光子通量的光谱中，超过490nm且为570nm以下的范围的光谱少于白色LED发光装置1单独的超过490nm且为570nm以下的范围的光谱。比较例2的发光装置由于红光的光子通量R相对于蓝光的光子通量B的R/B比小至10，因此，发光元件的激发光未因红色荧光体而被波长转换，从发光装置的发光元件发出的蓝光透出，因添加了蓝光成分而导致绿光～黄光成分相对减少，现有光源发出的光的光谱平衡被破坏，未有效地仅对红光进行补光。

[0138] 如表2和3所示，R/B比为4的比较例1的发光装置在与白色LED发光装置1或2组合时，白色LED发光装置1或2的个数比率小于10%。根据该结果，为了以红光的光子通量R_{mix}相对于蓝光的光子通量B_{mix}的比值R_{mix}/B_{mix}达到3.5的方式将白色LED发光装置1或2与比较例1的红色补光用发光装置加以组合，相对于1个白色LED发光装置1，需要9个比较例1的发光装置。即可知:白色LED发光装置与比较例1的红色补光用发光装置的个数比率达到1:9(10%:90%)左右，为了对红光进行补光，相对于白色LED发光装置1或2，需要组合个数更多的比较例1的发光装置。R/B比为4的比较例1的发光装置在与白色LED发光装置1或2组合时，G/B维持率低至9.9或11.5，从比较例1的发光装置的发光元件发出的蓝光透出，因添加了蓝光成分而导致绿光～黄光成分相对减少，白色LED发光装置1或2发出的光的光谱平衡被破坏，未

有效地仅对红光进行补光。R/B比为10的比较例2的发光装置与白色LED发光装置1或2组合时，G/B维持率也低至72.3或76.4，从比较例2的发光装置的发光元件发出的蓝光透出，因添加了蓝光成分而导致绿光～黄光成分相对减少，从白色LED发光装置1或2发出的光的光谱平衡被破坏，未有效地仅对红光进行补光。

[0139] 如表2和图3所示，R/B比超过200的比较例3～5的发光装置与白色LED发光装置1或2组合时，400nm以上且700nm以下的范围的光合光子通量PPF小于将白色LED发光装置1或2与实施例1或2的红色补光用发光装置组合时的光合光子通量PPF，无法有效地对红光进行补光。

[0140] 产业上的可利用性

[0141] 本发明的一个实施方式的发光装置根据植物的种类、生长阶段，在与现有的例如发白光的光源一起利用时，不会破坏现有光源发出的光的光谱平衡，能够高效地对红光进行补光，可用作能够促进植物生长、可增强植物的功能性营养成分的植物栽培用发光装置和照明装置。另外，向植物照射从本发明的一个实施方式的发光装置发出的光的植物栽培方法能够有效地对从现有的例如发白光的光源发出的光所未弥补的红光进行补光而栽培植物，能够在植物工厂中加以利用。

[0142] 附图标记说明

[0143] 10：发光元件、40：成形体、50：荧光部件、70：红色荧光体、100：发光装置。

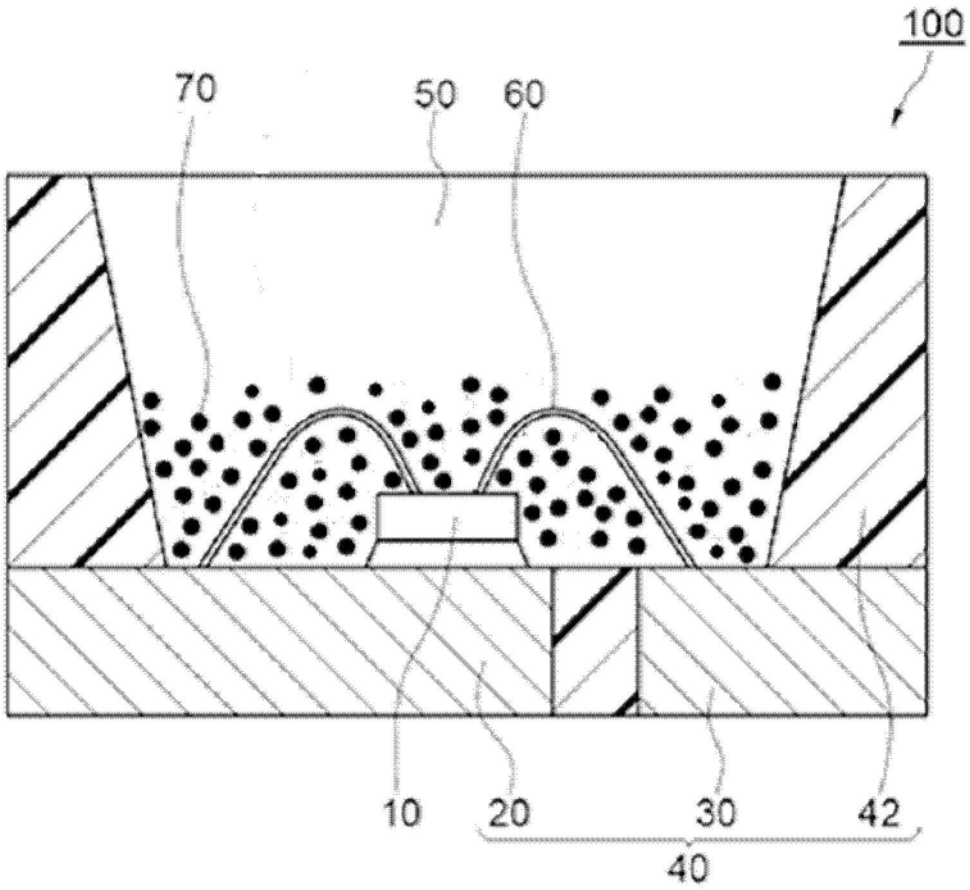

100
70
50
60
10
20
30
42
40

图1

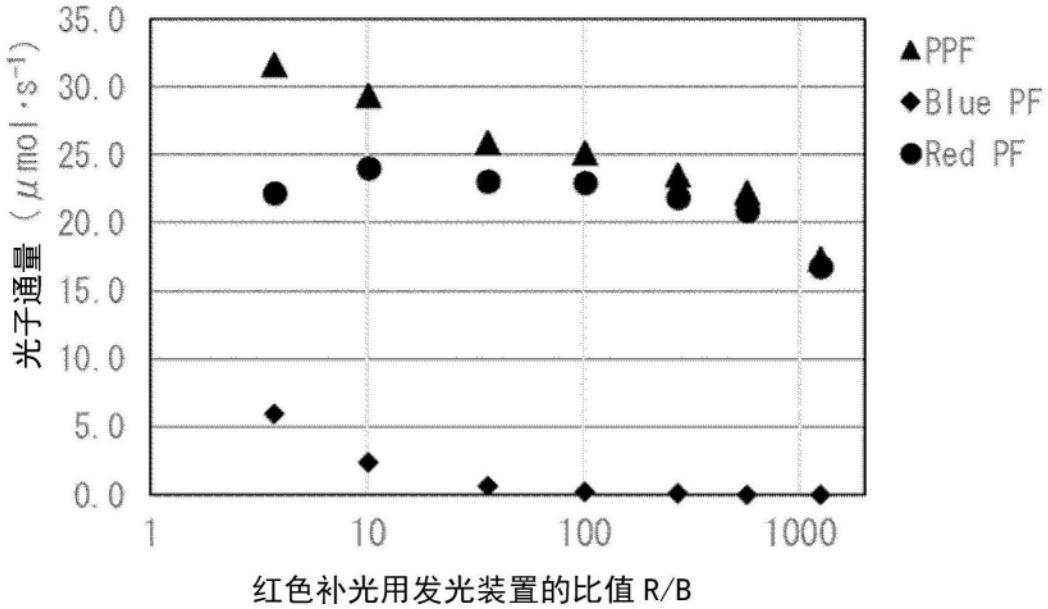

35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
光子通量（μmol·s⁻¹）
1
10
100
1000
红色补光用发光装置的比值 R/B
PPF
Blue PF
Red PF

图2

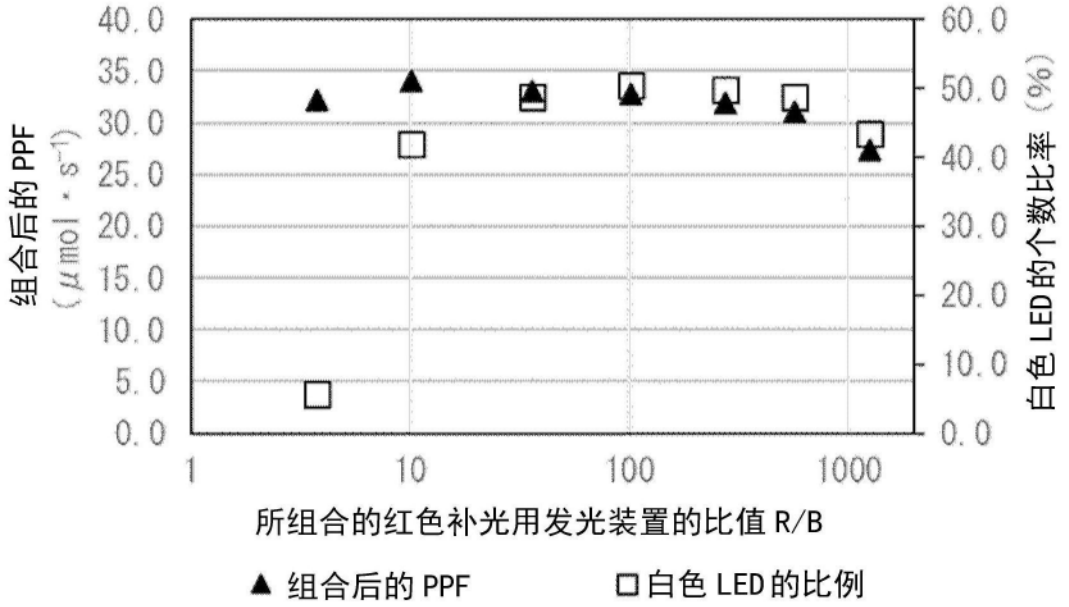

40.0
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
组合后的 PPF
(μmol・s⁻¹)
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
白色 LED 的个数比率 (%)
1
10
100
1000
所组合的红色补光用发光装置的比值 R/B
▲ 组合后的 PPF
□ 白色 LED 的比例

图3

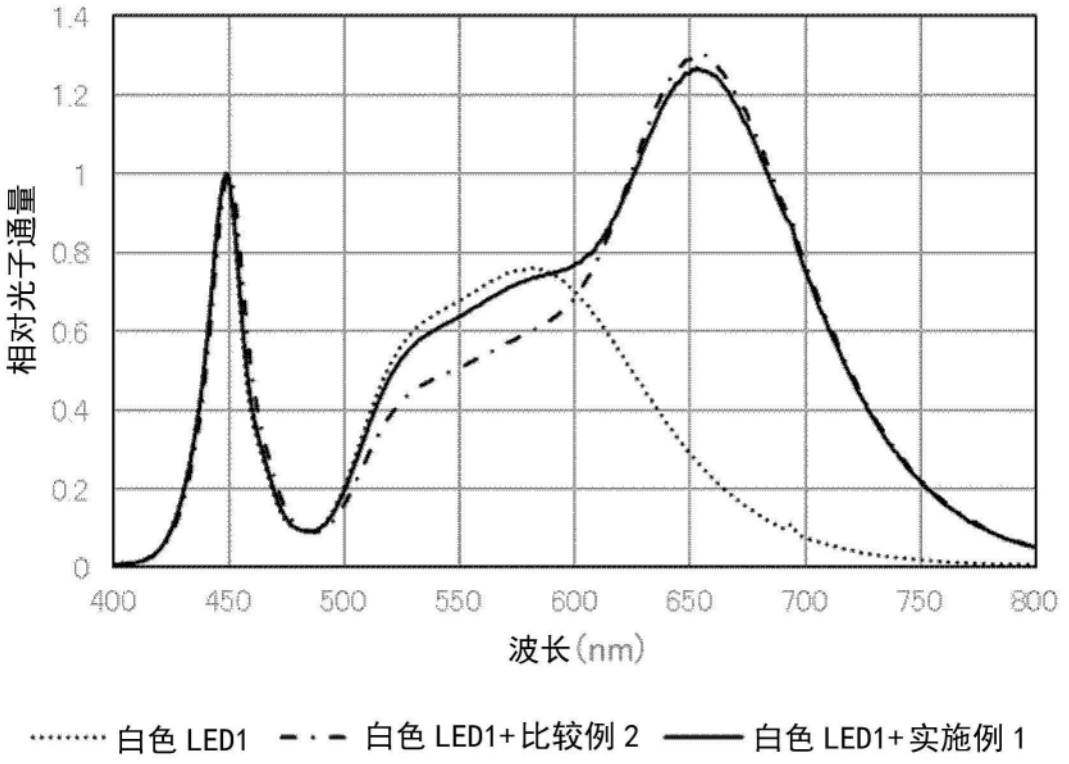

1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
相对光子通量
400
450
500
550
600
650
700
750
800
波长(nm)
白色 LED1
白色 LED1+比较例 2
白色 LED1+实施例 1

图4

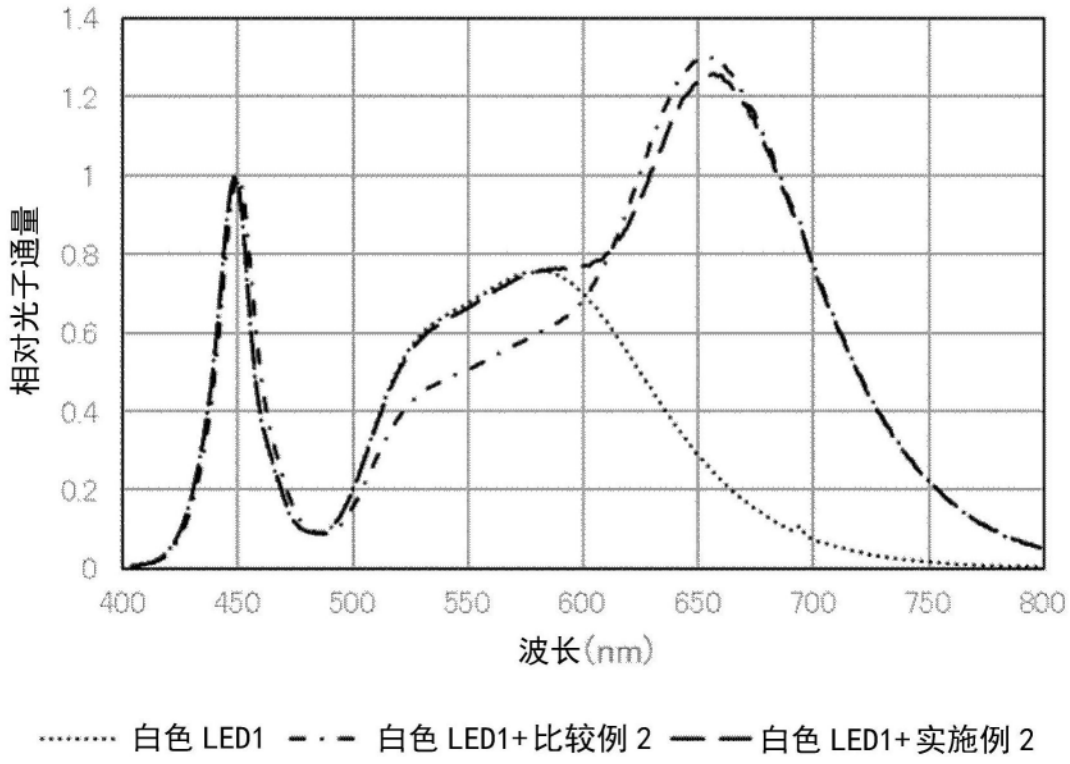

1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
相对光子通量
400
450
500
550
600
650
700
750
800
波长(nm)
白色 LED1
白色 LED1+比较例 2
白色 LED1+实施例 2

图5