



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103608938 B

(45)授权公告日 2017.03.08

(21)申请号 201280026453.0

(22)申请日 2012.05.31

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103608938 A

(43)申请公布日 2014.02.26

(30)优先权数据

2011-125698 2011.06.03 JP

2012-078631 2012.03.30 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2013.11.29

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/064029 2012.05.31

(87)PCT国际申请的公布数据

W02012/165524 JA 2012.12.06

(73)专利权人 西铁城电子株式会社

地址 日本山梨县

(72)发明人 作田宽明 佐藤义人

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 苗堃 金世煜

(51)Int.Cl.

H01L 33/50(2010.01)

C09K 11/08(2006.01)

C09K 11/77(2006.01)

(56)对比文件

WO 2011/024818 A1, 2011.03.03, 说明书第6-69段, 表1, 附图2-3.

WO 2011/024818 A1, 2011.03.03, 说明书第6-69段, 表1, 附图2-3.

US 7391060 B2, 2008.06.24, 参见权利要求1, 说明书第8栏第50-55栏, 表8, 表9、附图15.

US 2010/0156274 A1, 2010.06.24, 全文.

审查员 王勇

权利要求书3页 说明书26页 附图6页

(54)发明名称

半导体发光装置、展示物照射用照明装置、肉照射用照明装置、蔬菜照射用照明装置、鲜鱼照射用照明装置、一般用照明装置和半导体发光系统

(57)摘要

本发明提供发出彩度高的光的半导体发光装置,和含有该半导体发光装置的展示物照射用照明装置、肉照射用照明装置、蔬菜照射用照明装置、鲜鱼照射用照明装置、一般用照明装置以及半导体发光系统。半导体发光装置(1)具备作为半导体发光元件的LED芯片(10)和以LED芯片(10)作为激发源而发光的荧光体(20),荧光体至少包含绿色荧光体和红色荧光体,从该半导体发光装置(1)发出的、以光通量标准化得到的光的光谱中660nm波长的光的强度值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中660nm波长的光的强度的值的170%~300%。

实施例	第1实施例	第2实施例	第3实施例	第4实施例	第5实施例	第6实施例
1. SR3117 (R9C ⁺ 96)	87.3	94.7	84.5	73.3	72.9	88.2
4.7x25.8 (P11.6 ⁺ 96)	55.2	51.5	40.4	38.4	37.6	46.1
21.83x11.812 (C ⁺ 96)	52.7	61.8	52.8	35.6	55.2	51.3
30.1x14.8C ⁺ 96 (90°)	175.5	151.8	122.6	86.2	26.7	119.5
能量面积 (%)	85	115	74	100	48	70
500强度比 (%)	22	152	27	100	35	109
660强度比 (%)	183	326	222	100	82	184

1. 一种半导体发光装置,具备半导体发光元件和以所述半导体发光元件作为激发源而发光的荧光体,所述半导体发光装置的特征在于,

所述荧光体至少包含宽带绿色荧光体和宽带红色荧光体,

从该半导体发光装置发出的、以光通量标准化得到的光的光谱中660nm波长的光的强度值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中660nm波长的光的强度值的170%~300%。

2. 如权利要求1所述的半导体发光装置,其特征在于,从所述半导体发光装置发出的、以光通量标准化得到的光的光谱中500nm波长的光的强度值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中500nm波长的光的强度值的15%~200%。

3. 一种半导体发光装置,具备半导体发光元件和以所述半导体发光元件为激发源而发光的荧光体,所述半导体发光装置的特征在于,

所述荧光体至少包含绿色荧光体和红色荧光体,

从该半导体发光装置发出的、以光通量标准化得到的光的光谱中600nm~780nm波长的光的能量面积的值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中600nm~780nm波长的光的能量面积的值的85%~150%,并且

从该半导体发光装置发出的、以光通量标准化得到的光的光谱中500nm波长的光的强度值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中500nm波长的光的强度的110%~200%。

4. 如权利要求3所述的半导体发光装置,其中,所述红色荧光体是窄带红色荧光体。

5. 如权利要求1~4中任一项所述的半导体发光装置,其特征在于,所述红色荧光体的发光峰值波长是640nm~700nm。

6. 如权利要求1~4中任一项所述的半导体发光装置,其特征在于,发出相关色温为2500K~7000K的光。

7. 如权利要求1~4中任一项所述的半导体发光装置,其特征在于,发出1931年的CIE的XYZ表色系的XY色度图中的色度坐标与黑体辐射轨迹曲线的偏差 duv 值为-0.03~0.03的光。

8. 如权利要求1~4中任一项所述的半导体发光装置,其特征在于,发出1931年的CIE的XYZ表色系的XY色度图中的色度坐标与黑体辐射轨迹曲线的偏差 duv 值为-0.005以下的光。

9. 如权利要求1~4中任一项所述的半导体发光装置,其特征在于,所述荧光体包含蓝色荧光体。

10. 如权利要求9所述的半导体发光装置,其特征在于,所述蓝色荧光体的发光峰值波长是440nm~500nm。

11. 如权利要求9所述的半导体发光装置,其特征在于,所述蓝色荧光体的半值宽度是20nm~90nm。

12. 如权利要求9所述的半导体发光装置,其特征在于,所述蓝色荧光体是 $(Sr, Ba, Ca)_5(PO_4)_3Cl:Eu$ 或 $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu$ 。

13. 如权利要求1~4中任一项所述的半导体发光装置,其特征在于,所述绿色荧光体的发光峰值波长是510nm~550nm。

14. 如权利要求1~4中任一项所述的半导体发光装置,其特征在于,所述绿色荧光体的

半值宽度是60nm~140nm。

15.如权利要求1~4中任一项所述的半导体发光装置,其特征在于,所述绿色荧光体是选自 $(\text{Sr},\text{Ba})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}$ 、 β -赛隆和 $(\text{Ba},\text{Sr})_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2:\text{Eu}$ 中的至少1种。

16.如权利要求1~4中任一项所述的半导体发光装置,其特征在于,所述红色荧光体是 $(\text{Sr},\text{Ca})\text{AlSi}(\text{N},\text{O})_3$ 。

17.如权利要求1~4中任一项所述的半导体发光装置,其特征在于,所述半导体发光装置发出的光对于特殊显色指数R9的试验色的C*ab值是对基于显色性评价用基准光的特殊显色指数R9的试验色的C*ab值的105%以上的值。

18.如权利要求1~4中任一项所述的半导体发光装置,其特征在于,所述半导体发光装置发出的光对于特殊显色指数R11的试验色的C*ab值是对基于显色性评价用基准光的特殊显色指数R11的试验色的C*ab值的110%以上的值。

19.如权利要求1~4中任一项所述的半导体发光装置,其特征在于,所述半导体发光装置发出的光对于特殊显色指数R12的试验色的C*ab值是对基于显色性评价用基准光的特殊显色指数R12的试验色的C*ab值的103%以上的值。

20.一种展示物照射用照明装置,其特征在于,含有权利要求1~19中任一项所述的半导体发光装置。

21.一种肉照射用照明装置,其特征在于,含有权利要求1~19中任一项所述的半导体发光装置。

22.一种蔬菜照射用照明装置,其特征在于,含有权利要求1~19中任一项所述的半导体发光装置。

23.一种鲜鱼照射用照明装置,其特征在于,含有权利要求1~19中任一项所述的半导体发光装置。

24.一种一般用照明装置,其特征在于,含有权利要求1~19中任一项所述的半导体发光装置。

25.一种半导体发光系统,其特征在于,具备作为第1半导体发光装置的权利要求1~19中任一项所述的半导体发光装置、和第2半导体发光装置,所述第2半导体发光装置射出对于特殊显色指数R1~R14的各个试验色的C*ab值的平均值与所述第1半导体发光装置的该平均值的差为0.5以上的光。

26.一种半导体发光系统,其特征在于,具备作为第1半导体发光装置的权利要求1~19中任一项所述的半导体发光装置、和第2半导体发光装置,所述第2半导体发光装置射出对于特殊显色指数R9的试验色的C*ab值与所述第1半导体发光装置的该值的差为0.5以上的光。

27.一种半导体发光系统,其特征在于,具备作为第1半导体发光装置的权利要求1~19中任一项所述的半导体发光装置、和第2半导体发光装置,所述第2半导体发光装置射出对于特殊显色指数R11的试验色的C*ab值与所述第1半导体发光装置的该值的差为0.5以上的光。

28.一种半导体发光系统,其特征在于,具备作为第1半导体发光装置的权利要求1~19中任一项所述的半导体发光装置、和第2半导体发光装置,所述第2半导体发光装置射出对于特殊显色指数R12的试验色的C*ab值与所述第1半导体发光装置的该值的差为0.5以上的

光。

29.一种半导体发光系统,其特征在于,具备作为第1半导体发光装置的权利要求1~19中任一项所述的半导体发光装置、和第2半导体发光装置,所述第2半导体发光装置射出与所述第1半导体发光装置发出的光的相关色温不同的相关色温的光。

30.一种半导体发光系统,其特征在于,具备作为第1半导体发光装置的权利要求1~19中任一项所述的半导体发光装置、和第2半导体发光装置,所述第2半导体发光装置射出平均显色指数Ra的值为80以上的光。

半导体发光装置、展示物照射用照明装置、肉照射用照明装置、蔬菜照射用照明装置、鲜鱼照射用照明装置、一般用照明装置和半导体发光系统

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体发光装置、展示物照射用照明装置、肉照射用照明装置、蔬菜照射用照明装置、鲜鱼照射用照明装置、一般用照明装置、和半导体发光系统,特别是涉及发出彩度高的光的半导体发光装置,和含有该半导体发光装置的展示物照射用照明装置、肉照射用照明装置、蔬菜照射用照明装置、鲜鱼照射用照明装置、一般用照明装置、以及半导体发光系统。

背景技术

[0002] 以往广泛使用白炽灯、荧光灯作为照明装置的光源。近年来,除了这些以外,开发出以LED、有机EL(OLED)等半导体发光元件为光源的照明装置并逐渐使用。在这些半导体发光元件中,为了能够得到各种发光色,也开发出将发光色不同的多个半导体发光元件组合、合成各自的发光色而得到期望颜色的放射光的照明装置并开始使用。

[0003] 在非专利文献1中记载了使用窄带荧光体、对在食品店出售的精肉、鲜鱼等进行照射的荧光灯。专利文献1中记载了高彩度型的用于替代高压钠灯的荧光灯。专利文献2中记载了调整成形成对所有颜色具有优异的显色性的光谱的荧光灯。专利文献3中记载了对所有颜色具有优异的显色性(尤其是对鲜红色的显色性)的白色半导体发光装置。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:特开平10-255722号公报

[0007] 专利文献2:特开2002-198009号公报

[0008] 专利文献3:国际公开第2011/024818号

[0009] 非专利文献

[0010] 非专利文献1:“一般荧光灯ミートくん”、[online]、Prince电机株式会社、[平成23年5月16日检索]、internet<URL:http://www.prince-d.co.jp/pdct/docs/pdf/catalog_pdf/f1_nrb_ca2011.pdf>

发明内容

[0011] 但是,本发明人等认真研究,结果发现非专利文献1所记载的荧光灯如光谱能量分布图所示,具有因使用的汞所致的亮线存在的波长区域和发光强度不充分的波长区域,有时该两者波长区域中光的彩度的差变大。特别地,当对单色的照射对象照射光时,存在该照射对象的反射光谱的峰值波长在该发光强度不充分的波长区域的范围内时不能清晰地看到该照射对象的问题。

[0012] 另外,根据该光谱能量分布图,可知在可见光的波长区域彩度整体低。可知特别是鲜红色、鲜绿色和鲜蓝色的彩度低。

[0013] 专利文献1所记载的荧光灯如专利文献1的图1的光谱分布图和图3的光谱分布图所示,具有因使用的汞所致的亮线存在的波长区域和发光强度不充分的波长区域。因此,与非专利文献1所记载的荧光灯同样,存在由于照射对象而无法清楚看到的问题。

[0014] 在专利文献2和专利文献3中对于提高彩度既没有记载也没有启示。应予说明,在专利文献2中由于没有记载发明的荧光灯发出的光的光谱,所以无法分析该荧光灯的彩度。

[0015] 本发明是鉴于这些课题而完成的,其目的在于提供发出平均而言彩度高、尤其是鲜红色和鲜绿色的彩度明显高的光的半导体发光装置。另外,其目的在于提供在可见光的全波长区域中充分发光且以高彩度发光的半导体发光装置。另外,其目的在于提供鲜蓝色的彩度明显高的半导体发光装置。另外,提供含有这种半导体发光装置的展示物照射用照明装置、肉照射用照明装置、蔬菜照射用照明装置、鲜鱼照射用照明装置、一般用照明装置以及半导体发光系统。

[0016] 为了达成上述目的,本发明的半导体发光装置是具备半导体发光元件和以半导体发光元件作为激发源而发光的荧光体的半导体发光装置,其特征在于,荧光体至少包含宽带绿色荧光体和宽带红色荧光体,从该半导体发光装置发出的、以光通量标准化得到的光的光谱中660nm波长的光的强度值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中660nm波长的光的强度值的170%~300%(以下,也称为本发明的第2实施方式的半导体发光装置)。

[0017] 根据这样构成的半导体发光装置,能够发出彩度高的光。具体而言,这样构成的半导体发光装置能够发出以下的光:对于显色指数R1~R14的各试验色的CIE Lab色彩空间中的 C^*ab 的平均值大于对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的各试验色的CIE Lab色彩空间中的 C^*ab 的平均值,对于作为用于评价鲜红色的特殊显色指数的R9的试验色的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R9的试验色的 C^*ab 值大5以上,且对于作为用于评价鲜绿色的特殊显色指数的R11的试验色的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R11的试验色的 C^*ab 值大5以上。

[0018] 另外,上述半导体发光装置由于含有宽带绿色荧光体和宽带红色荧光体,所以在可见光的全波长区域具有充分的发光强度,且因为使用不存在汞亮线的半导体发光元件作为这些荧光体的激发源,所以无论具有任何反射特性的单色照射对象,都能够鲜明地看到。另外,由于使用半导体发光元件作为激发源,所以能够期待比荧光灯寿命长。

[0019] 本发明的另一方式的半导体发光装置是具备半导体发光元件和以半导体发光元件为激发源而发光的荧光体的半导体发光装置,其特征在于,荧光体至少包含绿色荧光体和红色荧光体,从该半导体发光装置发出的、以光通量标准化得到的光的光谱中600nm~780nm波长的光的能量面积的值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中600nm~780nm波长的光的能量面积的值值的85%~150%,并且,从该半导体发光装置发出的、以光通量标准化得到的光的光谱中500nm波长的光的强度是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中500nm波长的光的强度的110%~200%(以下,也称为本发明的第1实施方式的半导体发光装置)。

[0020] 采用如此构成的半导体发光装置,能发出彩度高的光。具体而言,如此构成的半导体发光装置能够发出以下的光:对于显色指数R1~R14的各试验色的CIE Lab色彩空间中的 C^*ab 的平均值大于对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的各试验色的

CIELab色彩空间中的 C^*ab 的平均值,对于作为用于评价鲜红色的特殊显色指数的R9的试验色的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R9的试验色的 C^*ab 值大5以上,且对于作为用于评价鲜绿色的特殊显色指数的R11的试验色的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R11的试验色的 C^*ab 值大5以上。

[0021] 另外,上述第1和第2实施方式的半导体发光装置由于使用不存在汞亮线的半导体发光元件作为荧光体的激发源,所以无论具有任何反射特性的单色照射对象,都能鲜明地看到。

[0022] 另外,上述第2实施方式的半导体发光装置可以以如下方式构成:发出以光通量标准化得到的光谱中500nm波长的光的强度值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中500nm波长的光的强度值的15%~200%的光。

[0023] 根据这样的构成,能够发出对于作为用于评价鲜蓝色的特殊显色指数的R12的试验色的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R12的试验色的 C^*ab 值大2以上的光。

[0024] 可以以红色荧光体的发光峰值波长为640nm~700nm的方式构成。

[0025] 半导体发光装置可以以发出相关色温为2500K~7000K的光的方式构成,也可以以发出CIE(1931)XYZ表色系的XY色度图中的色度坐标与黑体辐射轨迹曲线的偏差 duv 的值为-0.03~0.03的光的方式构成,也可以以发出上述值为-0.03~-0.005的光的方式构成。

[0026] 应予说明,荧光体中也可以包含蓝色荧光体。而且,蓝色荧光体的发光峰值波长可以是440nm~500nm。另外,蓝色荧光体的半值宽度可以是20nm~90nm。蓝色荧光体可以是 $(Sr, Ba, Ca)_5(PO_4)_3Cl:Eu$ 或 $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu$ 。另外,绿色荧光体可以是选自 $(Sr, Ba)_2SiO_4:Eu$ 、 β -赛隆、和 $(Ba, Sr)_3Si_6O_{12}N_2:Eu$ 中的至少1种。绿色荧光体使用 β -赛隆时,与使用BSS($(Ba, Ca, Sr, Mg)_2SiO_4:Eu$)的情况相比可提高耐久性。另外,红色荧光体可以是 $(Sr, Ca)AlSi(N, O)_3$ 。

[0027] 对于R9的试验色的 C^*ab 值可以是对于基于显色性评价用基准光的R9的试验色的 C^*ab 值的105%以上的值,对于R11的试验色的 C^*ab 值可以是对于基于显色性评价用基准光的R11的试验色的 C^*ab 值的110%以上的值,对于R12的试验色的 C^*ab 值可以是对于基于显色性评价用基准光的R12的试验色的 C^*ab 值的103%以上的值。通过成为这样,能够使对于显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值大于对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值。

[0028] 本发明的展示物照射用照明装置,其特征在于,含有具有任一上述特征的半导体发光装置。根据这样的构成,能够更加鲜明地看到照射对象。

[0029] 本发明的肉照射用照明装置,其特征在于,含有具有任一上述特征的半导体发光装置。根据这样的构成,能够更加鲜明地看到作为照射对象的肉(具体而言,例如鲜红色的肉)。

[0030] 本发明的蔬菜照射用照明装置,其特征在于,含有具有任一上述特征的半导体发光装置。根据这样的构成,能够更加鲜明地看到作为照射对象的蔬菜(具体而言,例如鲜绿色的蔬菜、鲜红色的蔬菜)。

[0031] 本发明的鲜鱼照射用照明装置,其特征在于,含有具有任一上述特征的半导体发光装置。根据这样的构成,能够更加鲜明地看到作为照射对象的鱼(具体而言,例如鲜蓝色的鱼、鱼的鲜红色的鱼肉)。

[0032] 本发明的一般用照明装置,其特征在于,含有具有任一上述特征的半导体发光装置。根据这样的构成,能够更加鲜明地看到作为照射对象的居住空间、工作场所等。

[0033] 本发明的半导体发光系统,其特征在于,具备作为半导体发光装置具有任一上述特征的第1半导体发光装置、和第2半导体发光装置,所述第2半导体发光装置射出对于特殊显色指数R1~R14的各个试验色的C*ab值的平均值与第1半导体发光装置的该平均值的差为0.5以上的光。根据这样的构成,调整第1半导体发光装置发出的光的强度和第2半导体发光装置发出的光的强度,能够调整由该半导体发光系统发出的光。

[0034] 本发明的其它方式的半导体发光系统,其特征在于,具备作为半导体发光装置具有任一上述特征的第1半导体发光装置、和第2半导体发光装置,所述第2半导体发光装置射出对于特殊显色指数R9的试验色的C*ab值与第1半导体发光装置中的该值的差为0.5以上的光。根据这样的构成,可实现能对鲜红色的彩度进行调整的半导体发光系统。

[0035] 本发明的再一实施方式的半导体发光系统,其特征在于,具备作为半导体发光装置具有任一上述特征的第1半导体发光装置、和第2半导体发光装置,所述第2半导体发光装置射出对于特殊显色指数R11的试验色的C*ab值与第1半导体发光装置的该值的差为0.5以上的光。根据这样的构成,可实现能够对鲜绿色的彩度进行调整的半导体发光系统。

[0036] 本发明的另一方式的半导体发光系统,其特征在于,具备作为半导体发光装置具有任一上述特征的第1的半导体发光装置、和第2半导体发光装置,所述第2半导体发光装置射出对于特殊显色指数R12的试验色的C*ab值与第1半导体发光装置的该值的差为0.5以上的光。根据这样的构成,可实现能够对鲜蓝色的彩度进行调整的半导体发光系统。

[0037] 本发明的另一方式的半导体发光系统,其特征在于,具备作为半导体发光装置具有任一上述特征的第1半导体发光装置、和第2半导体发光装置,所述第2半导体发光装置射出与第1半导体发光装置发出的光的相关色温不同的相关色温的光。根据这样的构成,可实现在将发出的合成光的彩度保持一定的情况下能够仅改变相关色温的半导体发光系统。

[0038] 本发明的另一方式的半导体发光系统,其特征在于,具备作为半导体发光装置具有任一上述特征的第1半导体发光装置、和第2半导体发光装置,所述第2半导体发光装置射出平均显色指数Ra的值为80以上的光。根据这样的构成,通过分别调整第1半导体发光装置的发光强度和第2半导体发光装置的发光强度,能够对可见光区域的全部颜色分别调整显色性和彩度。

[0039] 根据本发明的半导体发光装置,能够发出平均而言彩度高、尤其是鲜红色和鲜绿色的彩度高的光。另外,本发明的展示物照射用照明装置、肉照射用照明装置、蔬菜照射用照明装置、鲜鱼照射用照明装置、一般照明装置、和半导体发光系统能够起到与本发明的半导体发光装置相同的效果。

附图说明

[0040] 图1是表示本发明的实施方式的半导体发光装置的构成例的说明图。

[0041] 图2是表示第1实施例的半导体发光装置发出的合成光的光谱的图表。

[0042] 图3是表示第2实施例的半导体发光装置发出的合成光的光谱的图表。

[0043] 图4是表示第1实施例、第2实施例、第1参考例、第2参考例、第3参考例和第4参考例中发出的光的特性的表。

[0044] 图5是表示将以光通量标准化得到的第1实施例的半导体发光装置的发光光谱和以光通量标准化得到的第2实施例的半导体发光装置的发光光谱按各种比例合计而制作合成光谱,基于该合成光谱算出的特性的变化的表。

[0045] 图6是表示将第1实施例的半导体发光装置的发光光谱和第2实施例的半导体发光装置的发光光谱混合,使作为混合的比例的混合比变化时的发光光谱的变化的图表。

[0046] 图7是表示将435nm波长的汞亮线附近的波长的光强于其它波长的光地进行反射的光谱反射特性的图表。

[0047] 图8是表示将波长460nm附近的波长的光强于其它波长的光地进行反射的光谱反射特性的图表。

[0048] 图9是表示对图7所示的光谱反射特性的照射对象照射各例的光时的相对彩度、对图8所示的光谱反射特性的照射对象照射各例的光时的相对彩度、以及与照射对象对应的相对彩度的变化的比例的表。

[0049] 图10是表示用于密封在各半导体发光装置中使用的发光二极管元件的有机硅树脂组合物中的各荧光体的含量(重量%浓度)的表。

[0050] 图11是第3实施例的半导体发光装置的发光光谱的图表。

[0051] 图12是第4实施例的半导体发光装置的发光光谱的图表。

[0052] 图13是表示第3实施例的半导体发光装置的发光特性、以及第4实施例的半导体发光装置的发光特性的测定结果的表。

[0053] 图14是表示CIE Lab色彩空间中的第3实施例的半导体发光装置的发光特性以及第7参考例的发光特性的图表。

[0054] 图15是表示CIE Lab色彩空间中的第4实施例的半导体发光装置的发光特性以及第8参考例的发光特性的图表。

[0055] 图16是表示组合半导体发光装置而成的半导体发光系统的例子的说明图。

[0056] 图17是表示具有多个半导体发光装置的半导体发光系统的其它例子的说明图。

具体实施方式

[0057] 以下,基于附图说明本发明的实施方式。应予说明,本发明不限于以下说明的内容,在不脱离其主旨的范围可以任意改变而实施。另外,本实施方式的说明中使用的附图均为示意地表示本发明的半导体发光装置1等的特性的图,为了加深理解,有时根据需要进行部分强调、扩大、缩小、或省略等。另外,所使用的各种数值均表示一例,根据需要可进行各种变更。

[0058] 图1是表示本发明的实施方式的半导体发光装置1的构成例的说明图。如图1所示,本发明的实施方式的各实施例的半导体发光装置1包括作为半导体发光元件的LED芯片10和转换该LED芯片10发出的光的波长的荧光体20。各实施方式的半导体发光装置1优选LED芯片10为紫色发光二极管元件,荧光体20包含绿色荧光体、红色荧光体和蓝色荧光体。

[0059] (第1实施方式的半导体发光装置1和第2实施方式的半导体发光装置1的共同点和区别点)

[0060] 第1实施方式的半导体发光装置1和第2实施方式的半导体发光装置1通常均发出包含以下光成分的光,即从作为紫色发光二极管元件的该LED芯片10发出的紫外光和/或紫

色光、从作为紫色发光二极管元件的该LED芯片10发出的紫外光和/或紫色光的一部分被蓝色荧光体转换波长而得的蓝色光、紫外光和/或紫色光的另一部分被绿色荧光体转换波长而得的绿色光、以及紫外光和/或紫色光的另一部分被红色荧光体转换波长而得的红色光。应予说明,作为能使用的半导体发光元件,不限于紫色发光二极管元件,也可使用蓝色发光二极管、近紫外发光二极管等。使用蓝色发光二极管时,有时也可不含有蓝色荧光体。

[0061] (第1实施方式的半导体发光装置1)

[0062] 第1实施方式的半导体发光装置1,以光通量标准化得到的光的光谱中600nm~780nm波长的光的能量面积的值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中600nm~780nm波长的光的能量面积的值值的85%~150%。优选90%以上、更优选101%以上、特别优选106%以上,优选130%以下、更优选125%以下、进一步优选117%以下、特别优选115%以下。

[0063] “以光通量标准化得到的光的光谱中600nm~780nm波长的光的能量面积”是指波长为600nm~780nm的光谱辐射通量的积分值除以全光通量而得的值。以下,将“波长为600nm~780nm的光谱辐射通量的积分值除以全光通量而得的值”简称为能量面积。

[0064] 此处,对于能量面积进行说明。为了表示颜色的视觉效果,使用基于CIE规定的xy色度图(以下称为CIExy色度图)。由CIExy色度图表示的色度是由对人眼的3个光谱灵敏度(等色函数)算出的。这3个光谱灵敏度由 $x(\lambda)$ 、 $y(\lambda)$ 和 $z(\lambda)$ 组成,根据光入射到眼时的各自的刺激的比例(光谱灵敏度值的比例)算出色度。各光谱灵敏度的值是基于各波长的光的光谱的能量(即能量面积)而算出的,所以比较能量面积就是以数值比较刺激的比例。

[0065] 利用由不同的光源发出的各自的光比较照射对象的颜色时,如果各光源的亮度不同则照射对象的颜色视觉效果不同。因此,为了比较由各光源发出的各光,需要以光通量分别将各光的光谱标准化(具体而言,以光谱辐射通量的累积值除以全光通量而得的值)来进行比较。

[0066] 应予说明,显色性评价用基准光是指规定光源的显色性评价方法的日本工业标准JIS Z8726:1990所规定的基准光,作为试样光源的半导体发光装置1发出的光的相关色温小于5000K时为全波辐射器的光,该相关色温为5000K以上时为CIE(国际照明委员会)日光。全波辐射器和CIE日光的定义按照JIS Z8720:2000(对应国际标准ISO/CIE10526:1991)。

[0067] 另外,以光通量标准化得到的光的光谱是指按照由下述式(1)确定的光通量 Φ 为1(unity)的方式标准化得到的光谱(下述式(1)中的光谱辐射通量 Φ_e)。

$$[0068] \quad \Phi = K_m \int_{380}^{780} V_{\lambda} \Phi_e d\lambda \quad \dots (1)$$

[0069] 上述式(1)中,

[0070] Φ :光通量[lm]

[0071] K_m :最大能见度[lm/W]

[0072] V_{λ} :昼视觉标准相对亮度

[0073] Φ_e :光谱辐射通量[W/nm]

[0074] λ :波长[nm]

[0075] 应予说明,半导体发光装置1发出的光为“白色”以外颜色的光时,“以光通量标准化得到的显色性评价用基准光”是指在CIE(1931)XYZ表色系的XY色度图中延长等色温度线

时对应于与该光的色度坐标相接的等色温度线的基准光。同样地,半导体发光装置1发出的光为“白色”以外颜色的光时,“相关色温”是指在CIE(1931)XYZ表色系的XY色度图中延长等色温度线时对应于与该光的色度坐标相接的等色温度线的相关色温。

[0076] (第2实施方式的半导体发光装置1)

[0077] 第2实施方式的半导体发光装置1中,绿色荧光体为宽带绿色荧光体,红色荧光体为宽带红色荧光体。另外,第2实施方式的半导体发光装置1发出以下的光,即以光通量标准化得到的光的光谱中660nm波长的光的强度值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中660nm波长的光的强度值的170%~300%。优选180%以上、更优选190%以上、进一步优选210%以上、特别优选218%以上,且优选260%以下、更优选250%以下、进一步优选240%以下、特别优选230%以下。

[0078] 在使用宽带绿色荧光体和宽带红色荧光体时,需要使以光通量标准化得到的光的光谱中660nm波长的光的强度值在上述范围。因为提高波长660nm处的发光强度时使用宽带荧光体,所以例如波长630nm强度处的发光强度也可变大。但是,例如作为红色荧光体使用窄带红色荧光体时,它的半值宽度非常窄,所以即使增大波长660nm处的发光强度,例如波长630nm强度处的发光强度也不可能一定变大。即,第2实施方式中,仅增大波长660nm处的发光强度不是重要的,使用宽带绿色荧光体和宽带红色荧光体时,通过使以光通量标准化得到的光的光谱中660nm波长的光的强度值在上述范围,从而如第1实施方式所示,可以使波长600nm~780nm的光谱辐射通量的积分值为规定值。

[0079] 另外,绿色荧光体为宽带绿色荧光体、红色荧光体为宽带红色荧光体时,与使用窄带绿色荧光体和窄带红色荧光体的情况相比,由于在可见光的全波长区域具有充分的发光强度,所以具有任何反射特性的单色照射物也能够鲜明地看到。

[0080] 应予说明,第1实施方式的半导体发光装置1优选发出以下的光,即从该半导体发光装置发出的、以光通量标准化得到的光的光谱中500nm波长的光的强度值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中500nm波长的光的强度值的110%~200%。优选115%以上、更优选120%以上、进一步优选125%以上、特别优选130%以上,且优选150%以下、更优选145%以下。

[0081] 另外,第2实施方式的半导体发光装置1优选发出以下的光,即从该半导体发光装置发出的、以光通量标准化得到的光的光谱中500nm波长的光的强度值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中500nm波长的光的强度值的15%~200%。优选20%以上、更优选60%以上、进一步优选95%以上、特别优选110%以上、格外优选115%以上,且优选150%以下、更优选145%以下、进一步优选140%以下、特别优选135%以下。

[0082] 本发明中,半导体发光装置发出的光为了满足上述特定的能量面积以及特定的660nm强度比,需要适当选择光源和荧光体的种类和含量,特别需要提高500nm波长的光的强度值。认为这是因为,为了增加红色区域的发光峰以鲜明地看到红色,需要提高与其为颜色互补关系的蓝绿色区域、即500nm波长的光的强度值。

[0083] 为了提高这样的500nm波长的光的强度,可以通过使用宽带的绿色荧光体作为绿色荧光体、使用宽带的蓝色荧光体作为蓝色荧光体、使用窄带红色荧光体作为红色荧光体来达成,但并不限于此。

[0084] 在此,对上述的各荧光体的具体例进行以下说明。应予说明,这些荧光体例示了本

实施方式中优选的荧光体,但可使用的荧光体不限于以下,只要不脱离本发明主旨,则可以使用各种各样的荧光体。

[0085] (绿色荧光体)

[0086] 本发明的半导体发光装置中的绿色荧光体优选发光峰值波长通常在500nm以上、优选510nm以上、更优选515nm以上,且通常在小于550nm、优选542nm以下、进一步优选535nm以下的波长范围。这是因为能够容易地提高波长500nm处的强度,其结果,能够将以光通量标准化得到的光的光谱中500nm波长的光的强度值调整到上述范围。第2实施方式的半导体发光装置中,绿色荧光体是宽带荧光体(具体而言,半值宽度为25nm以上的荧光体),但第1实施方式的半导体发光装置中的绿色荧光体不限于宽带荧光体。即,也可以是半值宽度小于25nm的荧光体。另外,作为绿色荧光体使用半值宽度为25nm以上、优选45nm以上、更优选60nm以上且为140nm以下、优选120nm以下、更优选100nm以下的绿色荧光体时,能够容易地提高波长500nm处的强度,其结果,能够将以光通量标准化得到的光的光谱中500nm波长的光的强度值调整到上述范围。本发明的半导体发光装置中,作为绿色荧光体,例如优选使用 $(Y, Lu)_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce$ 、 $CaSc_2O_4:Ce$ 、 $Ca_3(Sc, Mg)_2Si_3O_{12}:Ce$ 、 $(Sr, Ba)_2SiO_4:Eu$ (BSS)、 $(Si, Al)_6(O, N)_8:Eu$ (β -塞隆)、 $(Ba, Sr)_3Si_6O_{12}N_2:Eu$ (BSON)、 $SrGa_2S_4:Eu$ 、 $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu, Mn$ 、 $(Ba, Sr, Ca, Mg)Si_2O_2N_2:Eu$ 。其中,更优选使用BSS、 β -塞隆、BSON、 $SrGa_2S_4:Eu$ 、 $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu, Mn$, 进一步优选使用BSS、 β -塞隆、BSON,特别优选使用 β -塞隆、BSON,最优选使用 β -塞隆。实施例中,作为绿色荧光体使用了 β -塞隆。

[0087] (红色荧光体)

[0088] 本发明的半导体发光装置中的红色荧光体优选发光峰值波长通常在570nm以上、优选580nm以上、更优选585nm以上、进一步优选610nm以上、特别优选625nm以上,且通常在780nm以下、优选700nm以下、更优选680nm以下的波长范围。第2实施方式的半导体发光装置中,红色荧光体是宽带荧光体(具体而言半值宽度为25nm以上的荧光体),但第1实施方式的半导体发光装置中的红色荧光体不限于宽带荧光体。即,也可以是半值宽度小于25nm的荧光体(以下,有时称为“窄带红色荧光体”)。第1实施方式中,作为红色荧光体,例如优选 $CaAlSi(N, O)_3:Eu$ 、 $(Ca, Sr, Ba)_2Si_5(N, O)_8:Eu$ 、 $(Ca, Sr, Ba)Si(N, O)_2:Eu$ 、 $(Ca, Sr, Ba)AlSi(N, O)_3:Eu$ 、 $(Sr, Ba)_3SiO_5:Eu$ 、 $(Ca, Sr)S:Eu$ 、 $SrAlSi_4N_7:Eu$ 、 $(La, Y)_2O_2S:Eu$ 、 Eu (二苯甲酰基甲烷) $_3 \cdot 1, 10$ -菲罗啉配合物等 β -二酮系Eu配合物、羧酸系Eu配合物、 $K_2SiF_6:Mn$ 、Mn活化锆酸盐,优选使用 $(Ca, Sr, Ba)_2Si_5(N, O)_8:Eu$ 、 $(Sr, Ca)AlSi(N, O)_3:Eu$ 、 $SrAlSi_4N_7:Eu$ 、 $(La, Y)_2O_2S:Eu$ 、 $K_2SiF_6:Mn$ (其中, Si的一部分被Al、Na置换)、Mn活化锆酸盐。其中,更优选 $(Sr, Ca)AlSi(N, O)_3:Eu$ 、 $SrAlSi_4N_7:Eu$, 进一步优选 $(Sr, Ca)AlSi(N, O)_3:Eu$ 。另外,作为窄带红色荧光体,优选使用 $(La, Y)_2O_2S:Eu$ 、 $K_2SiF_6:Mn$ 、Mn活化锆酸盐。

[0089] 第2实施方式中,作为宽带红色荧光体,例如优选 $CaAlSi(N, O)_3:Eu$ 、 $(Ca, Sr, Ba)_2Si_5(N, O)_8:Eu$ 、 $(Ca, Sr, Ba)Si(N, O)_2:Eu$ 、 $(Ca, Sr, Ba)AlSi(N, O)_3:Eu$ 、 $(Sr, Ba)_3SiO_5:Eu$ 、 $(Ca, Sr)S:Eu$ 、 $SrAlSi_4N_7:Eu$ 、 Eu (二苯甲酰基甲烷) $_3 \cdot 1, 10$ -菲罗啉配合物等 β -二酮系Eu配合物、羧酸系Eu配合物,优选使用 $(Ca, Sr, Ba)_2Si_5(N, O)_8:Eu$ 、 $(Sr, Ca)AlSi(N, O)_3:Eu$ 、 $SrAlSi_4N_7:Eu$ 。其中,更优选 $(Sr, Ca)AlSi(N, O)_3:Eu$ 、 $SrAlSi_4N_7:Eu$, 进一步优选 $(Sr, Ca)AlSi(N, O)_3:Eu$ 。实施例中,作为红色荧光体使用了 $CaAlSi(N, O)_3:Eu$ 。

[0090] 例示的红色荧光体中,尤其是使用峰值波长为640nm~700nm、优选650nm~680nm、

更优选655nm~670的红色荧光体时,能够容易地提高波长660nm处的强度,其结果,能够将以光通量标准化得到的光的光谱中660nm波长的光的强度值调整到上述范围。

[0091] (蓝色荧光体)

[0092] 本发明的半导体发光装置也可以含有蓝色荧光体。本发明的半导体发光装置中的蓝色荧光体的发光峰值波长优选通常在420nm以上、优选430nm以上、更优选440nm以上,且通常在小于500nm、优选490nm以下、更优选480nm以下、进一步优选470nm以下、特别优选460nm以下的波长范围。本发明的半导体发光装置中使用蓝色荧光体时,蓝色荧光体的种类没有特别限定。第2实施方式的半导体发光装置中,蓝色荧光体优选是宽带荧光体(具体而言,半值宽度为20nm以上的荧光体)。作为本发明的半导体发光装置中使用的蓝色荧光体,优选(Ca,Sr,Ba)MgAl₁₀O₁₇:Eu、(Sr,Ca,Ba,Mg)₁₀(PO₄)₆(Cl,F)₂:Eu、(Ba,Ca,Mg,Sr)₂SiO₄:Eu、(Ba,Ca,Sr)₃MgSi₂O₈:Eu,更优选(Ba,Sr)MgAl₁₀O₁₇:Eu、(Ca,Sr,Ba)₁₀(PO₄)₆(Cl,F)₂:Eu、Ba₃MgSi₂O₈:Eu,进一步优选Sr₁₀(PO₄)₆Cl₂:Eu、BaMgAl₁₀O₁₇:Eu,特别优选(Sr,Ba,Ca)₅(PO₄)₃Cl:Eu(更具体而言,Sr₅(PO₄)₃Cl:Eu(以下也有时称为SCA),(Sr_{1-x}Ba_x)₅(PO₄)₃Cl:Eu(x>0、优选0.4>x>0.12)(以下,也有时称为SBICA))。实施例,作为蓝色荧光体,使用了半值宽度为30nm且发光峰值波长为450nm的Sr₅(PO₄)₃Cl:Eu、以及半值宽度为80nm(即,半值宽度宽于上述蓝色荧光体的半值宽度)且发光峰值波长为475nm的(Sr_{1-x}Ba_x)₅(PO₄)₃Cl:Eu(x>0)。

[0093] 例示的蓝色荧光体中,尤其是使用峰值波长为440nm~500nm、优选445nm~490nm、更优选460nm~480nm的蓝色荧光体时,能够容易地提高波长500nm处的强度,其结果能将以光通量标准化得到的光的光谱中500nm波长的光的强度值调整到上述范围。另外,作为蓝色荧光体,使用半值宽度为20nm~90nm、优选30nm~85nm、更优选40nm~83nm的蓝色荧光体时,能容易地提高波长500nm处的强度,其结果,能将以光通量标准化得到的光的光谱中500nm波长的光的强度值调整到上述范围。

[0094] 应予说明,荧光体20的形式可以是粉末状,也可以是陶瓷组织中含有荧光体相的发光陶瓷。粉末状的荧光体优选使荧光体粒子分散于由高分子材料或玻璃构成的透明的固定基质中而固定化,或者以电沉积或其它方法在适当的部件的表面将荧光体粒子堆积成层状而固定化。

[0095] (LED芯片10)

[0096] 优选第1实施方式和第2实施方式中的LED芯片10使用发出360nm~420nm的光的半导体发光元件。应予说明,作为这样的半导体发光元件,例如有紫色发光二极管元件,更优选波长为390nm~420nm。实施例的LED芯片10使用了紫色发光二极管元件。半导体发光元件优选是具有以氮镓系、氧化锌系或碳化硅系的半导体形成的pn接合型的发光部的发光二极管元件。

[0097] 应予说明,作为LED芯片10,可以使用发出420nm~480nm的光的蓝色发光二极管元件。此时,不必须使用蓝色荧光体。不使用蓝色荧光体时(即,使用蓝色发光二极管元件时),通过使用半值宽度为50nm~120nm、优选60nm~115nm、更优选80nm~110nm的绿色荧光体,能使500nm波长的强度值在上述范围。另外,通过组合使用发出420nm~480nm的光的蓝色发光二极管元件和峰值波长比其长10nm以上的长波长的其它蓝色发光二极管元件,也可以使500nm波长的强度值在上述范围。

[0098] 以下,示出用于掌握荧光体的种类与光谱和彩度的关系的模拟结果。本发明的半

导体发光装置,其特征在于,能量面积满足特定值,或者600nm强度比满足特定值。为了制造射出这种特征的光谱的半导体发光装置,需要适当地选择光源以及荧光体的种类和含量。通过考虑本模拟的结果,本领域技术人员能更容易实施射出具有本发明特征的光谱的半导体发光装置。

[0099] (蓝色荧光体与光谱和彩度的关系)

[0100] 本模拟中,固定绿色荧光体和红色荧光体、改变蓝色荧光体的种类,由此研究包含以下参数的半导体发光装置射出的光的特性。

[0101] i)以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中600nm~780nm波长的光的能量面积的值相对于半导体发光装置发出的光的以光通量标准化得到的光的光谱中600nm~780nm波长的光的能量面积的值(以下,也称为600~780nm累积比。)

[0102] ii)以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中500nm波长的光的强度值相对于以光通量标准化得到的光的光谱中500nm波长的光的强度(以下,也称为500nm强度比。)

[0103] iii)以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中660nm波长的光的强度值相对于以光通量标准化得到的光的光谱中660nm波长的光的强度(以下,也称为660nm强度比。)

[0104] 将结果示于表1。

[0105] 【表1】

[0106] 表1

[0107]

蓝色荧光体 (峰、半值宽度)	SCA (450 nm, 25 nm)	SBCA1 (454 nm, 34 nm)	SBCA2 (475 nm, 70 nm)
相关色温	3357	3357	3357
与黑体辐射轨迹 曲线的偏差 duv	-0.023	-0.023	-0.023
Ra	91	84	70
R(9-12)	85	66	35
R9	92	60	35
R9C*ab	74	78	81
R11C*ab	40	43	46
R12C*ab	60	61	64
R(1-14)C*ab(Ave.)	41	41	41
600-780nm 累积比	0.48	0.53	0.56
500nm 强度比	0.20	0.86	1.38
660nm 强度比	0.78	0.86	0.92

[0108] 表1中,作为红色荧光体使用SCASN,作为绿色荧光体使用 β -塞隆,作为蓝色荧光体使用SCA($\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$)、SBCA1($(\text{Sr}_{0.88}\text{Ba}_{0.12})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$)、SBCA2($(\text{Sr}_{0.79}\text{Ba}_{0.21})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$)3个中的1个。从表1可知,通过使用半值宽度大的蓝色荧光体、即宽带的蓝色荧光体作为蓝色荧光体,从而能够提高500nm强度比,另外,能够提高660nm强度比,另外,能够提高600~780nm累积比。与此相伴,可理解彩度也能提高。

[0109] (红色荧光体与光谱和彩度的关系)

[0110] 本模拟中,固定蓝色荧光体和绿色荧光体,改变红色荧光体的种类,由此研究半导体发光装置射出的光的特性。

[0111] 将结果示于表2A。

[0112] 【表2A】

[0113] 表2A

[0114]

红色荧光体 (峰、半值宽度)	SCASN (620nm, 90nm)	SCASN (630nm, 90 nm)	CASN (660nm, 90nm)
相关色温	3357	3357	3357
与黑体辐射轨迹 曲线的偏差 duv	-0.023	-0.023	-0.023
Ra	74	70	48
R(9-12)	50	35	-11
R9	75	35	-114
R9C*ab	77	81	95
R11C*ab	44	46	52
R12C*ab	64	64	62
R(1-14)C*ab(Ave.)	40	41	44
600-780nm累积比	0.48	0.56	1.13
500nm强度比	1.38	1.38	1.32
660nm强度比	0.71	0.92	2.26

[0115] 表2A中,作为蓝色荧光体使用SBCA2、作为绿色荧光体使用 β -塞隆,改变红色荧光体的种类。从表2A可知,通过使用峰值波长为长波长的红色荧光体作为红色荧光体,从而能提高660nm强度比,另外,能够提高600~780nm累积比。与此相伴,能够理解尤其对于红色的彩度也能提高。

[0116] (窄带红色荧光体与光谱和彩度的关系)

[0117] 本模拟中,使用蓝色荧光体、绿色荧光体、和窄带红色荧光体,研究半导体发光装置射出的光的特性。

[0118] 将结果示于表2B。

[0119] 【表2B】

[0120] 表2B

[0121]

红色荧光体 (峰、半值宽度)	Mn活化锆酸盐 (660nm, 16nm)
相关色温	3357
与黑体辐射轨迹 曲线的偏差 duv	-0.023
R9C*ab	106
R11C*ab	57
R12C*ab	64
R(1-14)C*ab(Ave.)	46
600-780nm 累积比	0.98
500nm 强度比	1.41
660nm 强度比	6.81

[0122] 表2B中,作为蓝色荧光体使用SBCA2,作为绿色荧光体使用 β -塞隆,作为窄带红色荧光体使用Mn活化锆酸盐。从表2B可知,通过使用窄带红色荧光体作为红色荧光体,从而能够提高500nm强度比,另外能够提高600~780nm累积比。与此相伴,能够理解尤其对于红色的彩度也特别地提高。

[0123] (绿色荧光体和蓝色荧光体与光谱和彩度的关系)

[0124] 本模拟中,固定红色荧光体,改变蓝色荧光体与绿色荧光体的组合,由此研究半导体发光装置射出的光的特性。

[0125] 将结果示于表3。

[0126] 【表3】

[0127] 表3

[0128]

蓝色荧光体 (峰、半值宽度)	BAM (455 nm, 40 nm)	SBCA2 (475 nm, 70 nm)	SBCA2 (475 nm, 70 nm)
绿色荧光体 (峰、半值宽度)	BSS (530 nm, 70 nm)	BSS (530 nm, 70 nm)	β -SiAlON (540 nm, 50 nm)
相关色温	3357	3357	3357
与黑体辐射轨迹 曲线的偏差 duv	-0.023	-0.023	-0.023
Ra	48	38	48
R(9-12)	-6	-34	-11
R9	-114	-139	-114
R9C*ab	94	97	95
R11C*ab	54	56	52
R12C*ab	59	63	62
R(1-14)C*ab(Ave.)	44	45	44
600-780nm 累积比	1.13	1.19	1.13
500nm 强度比	1.12	1.62	1.32
660nm 强度比	2.27	2.40	2.26

[0129] 表3中,作为红色荧光体使用CASN荧光体(峰值波长660nm、半值宽度90nm),改变蓝

色荧光体和绿色荧光体的种类。从表3可知,作为蓝色荧光体,与使用BAM荧光体相比,使用SBCA(SBCA2)荧光体能够提高500nm强度比,能够提高660nm强度比,另外,能够提高600~780nm累积比。与此相伴,能够理解彩度也提高。

[0130] 另一方面,作为绿色荧光体,与使用 β -塞隆相比,使用BSS荧光体能够提高500nm强度比,能够提高660nm强度比,另外,能够提高600~780nm累积比。与此相伴,能够理解彩度也提高。

[0131] 接着,示出用于掌握半导体发光装置发出的光的、与黑体辐射轨迹曲线的偏差 duv 与光谱和彩度的关系的模拟结果。本发明的半导体发光装置优选希望的相关色温(具体而言是3357K)以及CIE(1931)XYZ表色系的XY色度图中光的色度坐标与黑体辐射轨迹曲线的偏差 duv 满足特定的值。具体而言,偏差 duv 优选-0.03~0.03,更优选-0.03~-0.005。能够理解通过偏差 duv 满足上述范围,从而本发明的半导体发光装置发出具有更高彩度的光。

[0132] (与黑体辐射轨迹曲线的偏差 duv 与光谱和彩度的关系)

[0133] 本模拟中,固定色度,改变与黑体辐射轨迹曲线的偏差 duv ,由此研究半导体发光装置射出的光的特性。

[0134] 将结果示于表4。

[0135] 【表4】

[0136] 表4

[0137]

相关色温	3357	3357	3357	3357
与黑体辐射轨迹 曲线的偏差 duv	0.000	-0.008	-0.015	-0.023
Ra	70	63	57	48
R(9-12):	53	32	14	-11
R9	-41	-68	-87	-114
R9C*ab	87	90	92	95
R11C*ab	45	47	49	52
R12C*ab	54	56	58	62
R(1-14)C*ab(Ave.)	41	42	43	44
600~780nm累积比	0.94	1.01	1.06	1.13
500nm强度比	0.78	0.97	1.11	1.32
660nm强度比	1.86	2.00	2.11	2.26

[0138] 表4中,作为蓝色荧光体使用SBCA2(峰值波长475nm、半值宽度70nm),作为绿色荧光体使用 β -塞隆(峰值波长540nm、半值宽度50nm),作为红色荧光体使用CASN(峰值波长660nm、半值宽度90nm),在确保色度一定的状态下改变与黑体辐射轨迹曲线的偏差 duv 。从表4可知,随着使 duv 从0.000变为-0.023,彩度、尤其是红色和绿色的彩度提高。可理解为,通过在特定范围使 duv 下降从而600~780nm累积比、500nm强度比、660nm强度比均在数值上提高,通过使 duv 为-0.03~-0.005从而本发明的半导体发光装置发出具有更高彩度的光。

[0139] 以下,利用实施例进一步具体说明本发明,但本发明只要不超出其主旨则不由这些实施例限定。

[0140] <实验试样>

[0141] 对本发明的发明人等进行的实验(包含模拟)的试样(本实施方式的半导体发光装置1)进行说明。在本实验中,作为LED芯片10,使用发光峰值波长为405nm半值宽度为30nm的紫色发光二极管元件。应予说明,发光峰值波长和半值宽度是使用积分球进行测定的。另外,第1实施例和第2实施例均是使用 β -塞隆作为绿色荧光体,使用 $\text{CaAlSi}(\text{N},\text{O})_3:\text{Eu}$ 作为红色荧光体。应予说明,该绿色荧光体的发光峰值波长为540nm半值宽度为60nm,该红色荧光体的发光峰值波长为660nm半值宽度为90nm。作为蓝色荧光体,第1实施例中,使用半值宽度为30nm发光峰值波长为450nm的 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$,第2实施例中,使用半值宽度为80nm发光峰值波长为475nm的 $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}(x>0)$ 。应予说明,各荧光体的发光峰值波长和半值宽度是用分光光度计测定得到的值。

[0142] 第1实施例的半导体发光装置1发出希望的相关色温(具体而言3357K)以及CIE(1931)XYZ表色系的XY色度图中光的色度坐标与黑体辐射轨迹曲线的偏差 duv (以下简称为 duv)的值为希望的值的 duv 。应予说明,希望的值的 duv 优选为 $-0.02\sim 0.02$ (即,白色),也可以是 $-0.03\sim 0.02$ 或 $-0.02\sim 0.03$ (即白色以外)。应予说明,可以是 $0.00\sim 0.03$,也可以是 $0.02\sim 0.03$ 。同样地,可以是 $-0.03\sim 0.00$,也可以是 $-0.03\sim -0.02$ 。另外,从上述模拟的结果能够理解的是,优选 -0.005 以下、进一步优选 -0.010 以下、特别优选 -0.020 以下。另外,小于 -0.030 时发光效率显著下降,所以优选 -0.030 以上。如果 duv 值在上述的范围,则能够提高彩度、尤其是红色和绿色的彩度。第1实施例中, duv 为 -0.0233 。

[0143] 接着,在第1实施例中,该光的以光通量标准化得到的光的光谱中600nm~780nm波长的光的能量面积的值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中600nm~780nm波长的光的能量面积的值值的85%以上、优选90%以上、更优选101%以上、特别优选106%以上且150%以下、优选130%以下、更优选125%以下、进一步优选117%以下、特别优选115%以下(本实施方式的第1实施例中为97%)。

[0144] 接着,在第1实施例中,该光的以光通量标准化得到的光的光谱中660nm波长的光的强度值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中660nm波长的光的强度值的170%以上、优选180%以上、更优选190%以上、进一步优选210%以上、特别优选218%以上且300%以下、优选260%以下、更优选250%以下、进一步优选240%以下、特别优选230%以下(本实施方式的第1实施例中为193%)。

[0145] 图2是表示第1实施例的半导体发光装置1发出的合成光的光谱的图表。图2中,第1实施例的半导体发光装置1发出的合成光的光谱用实线表示,与该合成光的相关色温对应的显色性评价用基准光的光谱用虚线表示。应予说明,作为LED芯片10发出的光的激发光的峰强度的值被调整为作为各荧光体各自发出的光的各荧光的峰强度的值中最大的值的50%的值。另外,半导体发光装置1发出的合成光是包含LED芯片10发出的激发光和各荧光体各自发出的各荧光的光。

[0146] 第2实施例的半导体发光装置1与第1实施例的半导体发光装置1同样地发出希望的相关色温(具体而言3357K)以及希望的 duv 值的光。应予说明,希望的值的 duv 与第1实施例同样,优选 $-0.02\sim 0.02$ (即白色),也可以是 $-0.03\sim 0.02$ 或 $-0.02\sim 0.03$ (即白色以外)。应予说明,可以是 $0.00\sim 0.03$,也可以是 $0.02\sim 0.03$ 。同样地可以是 $-0.03\sim 0.00$,也可以是 $-0.03\sim -0.02$ 。另外,优选 -0.005 以下、进一步优选 -0.010 以下、特别优选 -0.020 以下。另

外,小于-0.030时发光效率显著下降,所以优选-0.030以上。如果 duv 值是上述范围,则能提高彩度、尤其是红色和绿色的彩度。第2实施例中,与第1实施例同样, duv 是-0.0233。

[0147] 接着,在第2实施例中,该光的以光通量标准化得到的光的光谱中600nm~780nm波长的光的能量面积的值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中600nm~780nm波长的光的能量面积的值的85%以上、优选90%以上、更优选101%以上、特别优选106%以上且150%以下、优选130%以下、更优选125%以下、进一步优选117%以下、特别优选115%以下(本实施方式的第2实施例中为113%)。而且,以光通量标准化得到的光的光谱中500nm的波长的光的强度值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中500nm波长的光的强度值的132%。

[0148] 接着,在第2实施例中,该光的以光通量标准化得到的光的光谱中660nm波长的光的强度值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中660nm波长的光的强度值的170%以上、优选180%以上、更优选190%以上、进一步优选210%以上、特别优选218%以上且300%以下、优选260%以下、更优选250%以下、进一步优选240%以下、特别优选230%以下(本实施方式的第2实施例中为226%)。

[0149] 图3是表示第2实施例的半导体发光装置1发出的合成光的光谱的图表。图3中,第2实施例的半导体发光装置1发出的合成光的光谱用实线表示,与该合成光的相关色温对应的显色性评价用基准光的光谱用虚线表示。应予说明,LED芯片10按照作为发出光的激发光的峰强度值是作为各荧光体各自发出的光的各荧光的峰强度值中最大的值的50%的值的方式进行调整。

[0150] <实验结果>

[0151] 图4是表示第1实施例、第2实施例、第1参考例、第2参考例、第3参考例、和第4参考例中发出的光的特性的表。应予说明,第1参考例中的光的特性是基于非专利文献1记载的光谱能量分布图而计算的。另外,第2参考例中的光的特性是基于与第1实施例和第2实施例相同的相关色温(3357K)中的显色性评价用基准光的特性而计算的。第3参考例中的光的特性是通过模拟由专利文献3记载的样品V-1发出的光的特性而求出的。第4参考例中的光的特性是通过模拟由专利文献3记载的样品V-7发出的光的特性而求出的。

[0152] 在图4所示的表中,“R9的 C^*ab ”,“R11的 C^*ab ”,“R12的 C^*ab ”分别是对于特殊显色指数R9的试验色的 C^*ab 、对于R11的试验色的 C^*ab 、对于R12的试验色的 C^*ab 。另外,R1~R14的 $C^*ab(Ave.)$ 是对于显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值。本实施方式中,不基于平均显色指数 R_a 进行评价,而是基于对于显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值进行评价的理由是本发明的目的在于提供发出彩度高的光的半导体发光装置1,为了评价发出的光的彩度是否高,与平均显色指数 R_a 相比,使用对于包含特殊显色指数R9,R11,R11的显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值更适合。

[0153] 在此,本发明着眼于彩度,各实施例的评价优选基于接近人类知觉的评价基准而进行。但是,CIE x_y 色度图中的2点间的距离与相同亮度的知觉的距离不对应。在包含明暗维度的3维色彩空间中考虑了知觉的距离的空间被称为均匀色度空间(uniform color space),是接近于人类知觉的表现系。

[0154] 接着,CIE1976色彩空间(称为CIELab色彩空间)是用由明度 L^* 和色彩指数 $a^* \cdot b^*$ 形成的均匀色度空间上的坐标表示颜色而得到的,基于人类的色觉定义坐标的计算式。

JIS Z 8729所规定的CIE Lab色彩空间中,彩度(测量彩度) C^*ab 是使用 $a^* \cdot b^*$ 并以 $C^*ab = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ 式(2)计算的。本实施方式中,为了基于接近于人类色觉的评价基准评价彩度,使用上述式(2)计算对与各显色指数对应的照射对象照射各光时的彩度并进行比较。

[0155] 另外,在图4所示的表中,各例的波长为600nm~780nm的光谱辐射通量的积分值除以光通量而得的值相对于显色性评价用基准光的波长为600nm~780nm的光谱辐射通量的积分值除以光通量而得的值的百分率的值记载为能量面积。500nm强度比是各例的波长500nm的强度相对于显色性评价用基准光的波长500nm的强度之比的百分率的值。660nm强度比是各例的波长660nm的强度相对于显色性评价用基准光的波长660nm的强度之比的百分率的值。

[0156] 如图4所示,第1实施例的半导体发光装置1发出对于特殊显色指数R9的试验色的 C^*ab 值为87.3的光。特殊显色指数R9对应于鲜红色,所以可知第1实施例的半导体发光装置1与对于特殊显色指数R9的试验色的 C^*ab 值为84.5的第1参考例、为73.3的第2参考例、为72.9的第3参考例、以及为86.3的第4参考例相比在鲜红色方面发出彩度更高的光。另外,第2实施例的半导体发光装置1发出对于特殊显色指数R9的试验色的 C^*ab 值为94.7的光,所以可知对于鲜红色发出彩度更高的鲜红色的光。

[0157] 如图4所示,第1实施例的半导体发光装置1发出对于特殊显色指数R11的试验色的 C^*ab 值为45.2的光。由于特殊显色指数R11对应于鲜绿色,所以可知第1实施例的半导体发光装置1在比对于特殊显色指数R11的试验色的 C^*ab 值为38.4的第2参考例、为37.9的第3参考例、以及为45.1的第4参考例更高且与为46.4的第1参考例相匹敌的鲜绿色方面发出彩度更高的光。另外,第2实施例的半导体发光装置1发出对于特殊显色指数R11的试验色的 C^*ab 值为51.9的光,所以可知对于鲜绿色发出彩度更高的光。

[0158] 如图4所示,第1实施例的半导体发光装置1发出对于特殊显色指数R12的试验色的 C^*ab 值为57.7的光。由于特殊显色指数R12对应于鲜蓝色,所以可知第1实施例的半导体发光装置1与对于特殊显色指数R12的试验色的 C^*ab 值为52.9的第1参考例、为55.6的第2参考例、为55.3的第3参考例、以及为57.2的第4参考例相比在鲜蓝色方面发出彩度更高的光。另外,第2实施例的半导体发光装置1发出对于特殊显色指数R12的试验色的 C^*ab 值为61.6的光,所以可知对于鲜蓝色发出彩度更高的光。

[0159] 如图4所示,第1实施例的半导体发光装置1发出对于显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值为43.6的光。因此,可知第1实施例的半导体发光装置1与对于显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值为42.6的第1参考例、为38.2的第2参考例、为38.7的第3参考例、以及为40.9的第4参考例相比,对于显色指数R1~R14的各个试验色发出彩度更高的光。另外,第2实施例的半导体发光装置1发出对于显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值为44.0的光,所以可知发出彩度更高的光。

[0160] 应予说明,第1实施例的半导体发光装置1的平均显色指数Ra的值低至69,第2实施例的半导体发光装置1的平均显色指数Ra的值进一步低至48。如专利文献3所述,以往的半导体发光装置为了提高颜色再现性而提高平均显色指数Ra的值,但本发明的半导体发光装置中显色性不需要平均显色指数Ra的值必须高,重要的是彩度高。

[0161] 另外,如图4所示,第1实施例的半导体发光装置1的能量面积是85%~150%的97%。

另外,第2实施例的半导体发光装置1的能量面积是85%~150%的113%。

[0162] 如图4所示,第1实施例的半导体发光装置1的500nm强度比是22%。另外,第2实施例的半导体发光装置1的500nm强度比是132%。因此,第1实施例的半导体发光装置1的500nm强度比和第2实施例的半导体发光装置1的500nm强度比均为15%~200%以下,第2实施例的半导体发光装置1的500nm强度比是110%~200%。

[0163] 如图4所示,第1实施例的半导体发光装置1的660nm强度比是193%。另外,第2实施例的半导体发光装置1的660nm强度比是226%。因此,第1实施例和第2实施例的半导体发光装置1的660nm强度比是170%~300%。

[0164] 图5是表示将以光通量标准化得到的第1实施例的半导体发光装置1的发光光谱和以光通量标准化得到的第2实施例的半导体发光装置1的发光光谱按各种比例合计而制成合成光谱,基于该合成光谱算出的特性的变化的表。在图5中,例如在“第1实施例的比例”为0.5、“第2实施例的比例”为0.5的一列中,表示把将以光通量标准化得到的第1实施例的半导体发光装置1的发光光谱和以光通量标准化得到的第2实施例的半导体发光装置1的发光光谱按5:5的比例合计而成的合成光谱作为输出光的光谱的、模拟半导体发光装置1的特性。如图5所示,使第1实施例的半导体发光装置1的发光光谱与第2实施例的半导体发光装置1的发光光谱的混合比按照1.0:0.0~0.0:1.0梯度地变化。

[0165] 图6是表示混合第1实施例的半导体发光装置1的发光光谱与第2实施例的半导体发光装置1的发光光谱并使作为混合的比例的混合比变化时的发光光谱的变化的图表。图6中,第1实施例的半导体发光装置1的发光光谱与第2实施例的半导体发光装置1的发光光谱的混合比为1.0:0.0的发光光谱(即第1实施例中的合成光的光谱)用中虚线表示,0.9:0.1的发光光谱用粗虚线表示,0.8:0.2的发光光谱用细两点连线表示,0.7:0.3的发光光谱用中两点连线表示,0.6:0.4的发光光谱用粗两点连线表示,0.5:0.5的发光光谱用细一点连线表示,0.4:0.6的发光光谱用中一点连线表示,0.3:0.7的发光光谱用粗一点连线表示,0.2:0.8的发光光谱用细实线表示,0.1:0.9的发光光谱用中实线表示,0.0:1.0的发光光谱(即第2实施例的合成光的光谱)用粗实线表示,显色性评价用基准光的发光光谱用细虚线表示。如图6所示,与混合比的变化相应地发光光谱也变化。

[0166] 如图5所示,对于特殊显色指数R9,R11,R12的试验色的C*ab值具有随着第2实施例的半导体发光装置1的发光光谱的混合比增高而增加的趋势。特别地,对于特殊显色指数R9,R11的试验色的C*ab值随着第2实施例的半导体发光装置1的发光光谱的混合比的增高而单调增加。因此,当提高第2实施例的半导体发光装置1的发光光谱的混合比时,能够提高发出的光的鲜红色、鲜绿色和鲜蓝色的各自的彩度。在第1实施例的半导体发光装置1和第2实施例的半导体发光装置1中,绿色荧光体和红色荧光体使用相同的物质,使用的蓝色荧光体的组成和发光特性不同,所以改变第1实施例的半导体发光装置1的发光光谱与第2实施例的半导体发光装置1的发光光谱的混合比也可以说是改变模拟半导体发光装置1所包含的 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ 与 $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ ($x>0$)的混合比。即,提高第2实施例的半导体发光装置1的发光光谱的混合比也是提高 $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ ($x>0$)的混合比,作为其结果,也可以说能提高发出的光所致的鲜红色、鲜绿色和鲜蓝色各自的彩度。

[0167] 另外,如图5所示,对于显色指数R1~R14的试验色的C*ab值的平均值随着第1实施例的半导体发光装置1的发光光谱的混合比的增加而单调增加。因此,提高第2实施例的

半导体发光装置1中使用的蓝色荧光体的混合比时,能够提高发出的光对于显色指数 $R1 \sim R14$ 的各个试验色的彩度。

[0168] 如图5所示,能量面积、500nm强度比和660nm强度比随着第2实施例的半导体发光装置1中使用的蓝色荧光体的混合比的增高而单调增加。在此,如图5所示,500nm强度比增高时,660nm强度比也增高。对其理由进行说明。

[0169] 为了提高彩度而改变光源的光谱时,如果改变色度则显色性评价用基准光的光谱也变化,变化的前后的比较变得复杂,所以这里对在变化的前后按照色度恒定的方式改变光源的光谱的情况进行说明。

[0170] 如上所述,色度是由对人眼的3个光谱灵敏度(等色函数)计算的,3个光谱灵敏度由 $x(\lambda)$ 、 $y(\lambda)$ 和 $z(\lambda)$ 组成,根据光射入眼时的各个刺激的比例(光谱灵敏度的值的比例)计算色度。因此,使光的色度为恒定是指使该光的光谱灵敏度的值的比例为恒定。应予说明,光谱灵敏度(等色函数)作为测色标准观察者的等式函数(以下称为CIE1931)和测色辅助标准观测者的等式函数(以下称为CIE1964)由CIE(国际照明委员会)确定。

[0171] 此处,根据CIE1931和CIE1964,在波长660nm,与光谱灵敏度中 $z(\lambda)$ 的值相比 $x(\lambda)$ 的值和 $y(\lambda)$ 的值是大的值。另外,比较波长660nm处的 $x(\lambda)$ 的值和 $y(\lambda)$ 的值时 $x(\lambda)$ 是大的值,所以为了在保持光的色度恒定的同时改变光谱,需要调整该光的 $y(\lambda) \cdot z(\lambda)$ 的光谱。虽然也可以用多种单色光调整 $y(\lambda) \cdot z(\lambda)$ 的光谱,但如果考虑仅用某种波长的单色光调整 $y(\lambda) \cdot z(\lambda)$ 的光谱,则需要不改变 $x(\lambda)$ 的值而改变 $y(\lambda) \cdot z(\lambda)$ 的值。

[0172] 另外,根据CIE1931和CIE1964,可以这种光(即不改变 $x(\lambda)$ 的值而改变 $y(\lambda) \cdot z(\lambda)$ 的值的)可以使用波长为500nm的光。因此,如果波长为500nm的光的成分的强度改变,则光的色度不改变而波长为660nm的光的成分的强度改变。换言之,当不改变光的色度而提高500nm强度比时,660nm强度比也提高。

[0173] 图7和图8中各自例示了光谱反射特性,将对例示的光谱反射特性的照射对象照射上述的第1参考例中的光时的彩度、照射作为具有专利文献1的图1记载的光谱能量分布图所示的特性的光的第5参考例中的光时的彩度、照射作为具有专利文献1的图3记载的光谱能量分布图所示的特性的光的第6参考例中的光时的彩度、照射由第2实施例的半导体发光装置1发出的合成光时的彩度进行比较。

[0174] 图7中,435nm波长的汞亮线(由于光的照射元含有汞而产生435nm左右波长的窄带的强光。是表示将光谱能量分布图中表示为线状)的附近波长的单色光强于其它波长的光地进行反射的光谱反射特性的图表。

[0175] 接着,对图7所示的光谱反射特性的照射对象照射作为非专利文献1记载的光谱能量分布图所示的特性的光的第1参考例中的光时的彩度 C^*_{ab} ,根据模拟,为162.6。另外,对图7所示的光谱反射特性的照射对象照射与第1参考例的光相同的相关色温的显色性评价用基准光时的彩度 C^*_{ab} ,根据模拟,为141.8。这样,对图7所示的光谱反射特性的照射对象照射作为非专利文献1记载的光谱能量分布图所示的特性的光的第1参考例中的光时的相对彩度为115%。

[0176] 应予说明,相对彩度是指对某种照射对象照射某种光时的彩度 C^*_{ab} 相对于对该某种照射对象照射与该某种光相同的相关色温的显色性评价用基准光时的彩度 C^*_{ab} 的比例的百分率。

[0177] 对图7所示的光谱反射特性的照射对象照射第5参考例中的光时的彩度 C^*ab ,根据模拟,为174.8。另外,对图7所示的光谱反射特性的照射对象照射与第5参考例中的光相同的相关色温的显色性评价用基准光时的彩度 C^*ab ,根据模拟,为126.9。这样,对图7所示的光谱反射特性的照射对象照射第5参考例中的光时的相对彩度为138%。

[0178] 对图7所示的光谱反射特性的照射对象照射第6参考例中的光时的彩度 C^*ab ,根据模拟,为178.4。另外,对图7所示的光谱反射特性的照射对象照射与第6参考例的光相同的相关色温的显色性评价用基准光时的彩度 C^*ab ,根据模拟,为129.4。这样,对图7所示的光谱反射特性的照射对象照射第6参考例的光时的相对彩度是138%。

[0179] 对图7所示的光谱反射特性的照射对象照射由第2实施例的半导体发光装置1发出的合成光时的彩度 C^*ab ,根据模拟,为113.9。另外,对图7所示的光谱反射特性的照射对象照射与由第2实施例的半导体发光装置1发出的合成光相同的相关色温的显色性评价用基准光时的彩度 C^*ab ,根据模拟,为136.5。这样,对图7所示的光谱反射特性的照射对象照射由第2实施例的半导体发光装置1发出的合成光时的相对彩度是83%。

[0180] 图8是表示将波长460nm附近的波长的单色光强于其它波长的光地进行反射的光谱反射特性的图表。

[0181] 这样,对图8所示的光谱反射特性的照射对象照射作为非专利文献1记载的光谱能量分布图所示的特性的光的第1参考例中的光时的彩度 C^*ab ,根据模拟,为80.3。另外,对图8所示的光谱反射特性的照射对象照射与第1参考例中的光相同的相关色温的显色性评价用基准光时的彩度 C^*ab ,根据模拟,为112.7。这样,对图8所示的光谱反射特性的照射对象照射作为非专利文献1记载的光谱能量分布图所示的特性的光的第1参考例中的光时的相对彩度是71%。

[0182] 对图8所示的光谱反射特性的照射对象照射第5参考例中的光时的彩度 C^*ab ,根据模拟,为78.3。另外,对图8所示的光谱反射特性的照射对象照射与第5参考例的光相同的相关色温的显色性评价用基准光时的彩度 C^*ab ,根据模拟,为113.1。这样,对图8所示的光谱反射特性的照射对象照射第5参考例的光时的相对彩度是69%。

[0183] 对图8所示的光谱反射特性的照射对象照射第6参考例的光时的彩度 C^*ab ,根据模拟,为79.4。另外,对图8所示的光谱反射特性的照射对象照射与第6参考例的光相同的相关色温的显色性评价用基准光时的彩度 C^*ab ,根据模拟,为112.9。这样,对图8所示的光谱反射特性的照射对象照射第6参考例的光时的相对彩度是70%。

[0184] 对图8所示的光谱反射特性的照射对象照射由第2实施例的半导体发光装置1发出的合成光时的彩度 C^*ab ,根据模拟,为98.3。另外,对图8所示的光谱反射特性的照射对象照射与由第2实施例的半导体发光装置1发出的合成光相同的相关色温的显色性评价用基准光时的彩度 C^*ab ,根据模拟,为112.6。这样,对图8所示的光谱反射特性的照射对象照射由第2实施例的半导体发光装置1发出的合成光时的相对彩度是87%。

[0185] 图9是表示对图7所示的光谱反射特性的照射对象照射各例中的光时的相对彩度、对图8所示的光谱反射特性的照射对象照射各例中的光时的相对彩度、以及与照射对象对应的相对彩度的变化的比例的表。

[0186] 如图9所示,第1参考例的光、第5参考例的光、和第6参考例的光照射于图7所示的光谱反射特性的照射对象时显示高的相对彩度,但照射于图8所示的光谱反射特性的照射

对象时显示低的相对彩度。因此,第1参考例的光、第5参考例的光、和第6参考例的光,与照射对象对应的相对彩度的变化的比例大。具体而言,第1参考例中的光照射于图7所示的光谱反射特性的照射对象时的相对彩度是图8照射于所示的光谱反射特性的照射对象时的相对彩度的162%。另外,第5参考例的光照射于图7所示的光谱反射特性的照射对象时的相对彩度是照射于图8所示的光谱反射特性的照射对象时的相对彩度的200%。第6参考例的光照射于图7所示的光谱反射特性的照射对象时的相对彩度是照射于图8所示的光谱反射特性的照射对象时的相对彩度的197%。

[0187] 这意味着由光谱能量分布图中具有汞亮线的荧光灯发出的光根据照射对象的光谱反射特性而彩度发生大的变化。特别地在具有将汞亮线的波长较强反射的光谱反射特性的照射对象与将汞亮线的波长以外的波长较强反射的光谱反射特性的照射对象中,相对彩度也不同,为162%~200%(即,1.6倍~2.0倍不同)。

[0188] 与此相对,由第2实施例的半导体发光装置1发出的合成光,如图9所示,照射于图7所示的光谱反射特性的照射对象时的相对彩度与照射于图8所示的光谱反射特性的照射对象时的相对彩度的差异小。因此,由第2实施例的半导体发光装置1发出的合成光,与照射对象对应的相对彩度的变化的比例小。具体而言,由第2实施例的半导体发光装置1发出的合成光,照射于图7所示的光谱反射特性的照射对象时的相对彩度是照射于图8所示的光谱反射特性的照射对象时的相对彩度的95%。

[0189] 即,如第2实施例的半导体发光装置1,光谱能量分布图中不具有汞亮线且使用宽带荧光体时,照射对象基于光谱反射特性的彩度的变动小。而且,这也适用于第1实施例的半导体发光装置1。

[0190] 以下,对本发明的发明人等实际制作的试样进行说明。作为LED芯片10,使用发光峰值波长约为405nm且半值宽度约为30nm的、350 μ m见方的InGa_N系紫色发光二极管元件。应予说明,发光峰值波长和半值宽度是使用积分球而测定的。作为绿色荧光体使用 β -塞隆,作为红色荧光体使用CaAlSi(N,O)₃:Eu,作为蓝色荧光体使用(Sr_{1-x}Ba_x)₅(PO₄)₃Cl:Eu($x>0$)。应予说明,该绿色荧光体的发光峰值波长为540nm且半值宽度为60nm,该红色荧光体的发光峰值波长为660nm且半值宽度为90nm,该蓝色荧光体的发光峰值波长为475nm且半值宽度为80nm。各荧光体的发光峰值波长和半值宽度是用分光光度计测定得到的值。

[0191] 所有的半导体发光装置是通过将6个上述紫色发光二极管元件安装到5050SMD型氧化铝陶瓷外壳中用添加有粉末状荧光体的有机硅树脂组合物密封而制成的。图10是表示用于密封在各半导体发光装置中使用的发光二极管元件的有机硅树脂组合物中的各荧光体的含量(重量%浓度)的表。如图10所示,第3实施例的半导体发光装置1具有以下结构:通过分别以14.4wt%、2.5wt%和2.5wt%的浓度含有蓝色荧光体、绿色荧光体和红色荧光体,从而利用以19.4wt%的浓度含有蓝色荧光体、绿色荧光体和红色荧光体的荧光体混合物的有机硅树脂组合物来密封紫色发光二极管元件。另外,如图10所示,第4实施例的半导体发光装置1具有以下结构:通过分别以13.0wt%、3.8wt%和1.9wt%的浓度含有蓝色荧光体、绿色荧光体和红色荧光体,从而利用以18.7wt%的浓度含有蓝色荧光体、绿色荧光体和红色荧光体的荧光体混合物的有机硅树脂组合物来密封紫色发光二极管元件。

[0192] 图11是表示第3实施例的半导体发光装置1发出的合成光的光谱的图表。图11中,第3实施例的半导体发光装置1发出的合成光的光谱用实线表示,与该合成光的相关色温对

应的显色性评价用基准光的光谱用虚线表示。图12是表示第4实施例的半导体发光装置1发出的合成光的光谱的图表。图12中,第4实施例的半导体发光装置1发出的合成光的光谱用实线表示,与该合成光的相关色温对应的显色性评价用基准光的光谱用虚线表示。图13是表示第3实施例的半导体发光装置1的发光特性、和第4实施例的半导体发光装置1的发光特性的测定结果的表。另外,图13中,第3实施例的半导体发光装置1发出的光的相关色温(3327K)的基准光的发光特性的结果作为第7参考例示出。另外,图13中,第4实施例的半导体发光装置1发出的光的相关色温(4865K)的基准光的发光特性的结果作为第8参考例示出。

[0193] 图14是表示CIELab色彩空间中的第3实施例的半导体发光装置1的发光特性和第7参考例的发光特性的图表。图14中,第3实施例的半导体发光装置1的发光特性用实线表示,第7参考例的发光特性用虚线表示。图15是表示CIELab色彩空间中的第4实施例的半导体发光装置1的发光特性和第8参考例的发光特性的图表。图15中,第4实施例的半导体发光装置1的发光特性用实线表示,第8参考例的发光特性用虚线表示。

[0194] 如图14和图15所示,可知第3实施例的半导体发光装置1和第4实施例的半导体发光装置1两者均是和图4和图5所示的第1实施例的半导体发光装置1和第2实施例的半导体发光装置1的实验结果同样,对于特殊显色指数R9的试验色的 C^*ab 、对于特殊显色指数R11的试验色的 C^*ab 、对于特殊显色指数R12的试验色的 C^*ab 、以及对于显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 均良好。

[0195] 采用本发明的第1实施方式,半导体发光装置1能够发出彩度高的光。具体而言,这样构成的半导体发光装置能够发出以下的光:对于显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值大于对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值,对于作为用于评价鲜红色的特殊显色指数的R9试验色的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R9试验色的 C^*ab 值大5以上,且对于作为用于评价鲜绿色的特殊显色指数的R11试验色的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R11试验色的 C^*ab 值大5以上。

[0196] 另外,通过使对于R9试验色的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R9试验色的 C^*ab 值大5以上、优选大10以上、更优选大15以上、进一步优选大20以上,从而能够使对于显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值大于对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值。应予说明,通过使对于R9试验色的 C^*ab 相对于对于基于显色性评价用基准光的R9试验色的 C^*ab 值为105%以上、优选110%以上、更优选120%以上、进一步优选125%以上的值,从而能使对于显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值大于对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值。另外,通过使对于R11的试验色的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R11试验色的 C^*ab 值大5以上、优选大10以上,从而能够使对于显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值大于对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值。

[0197] 应予说明,通过使对于R11试验色的 C^*ab 相对于对于基于显色性评价用基准光的R11试验色的 C^*ab 值为110%以上、优选125%以上的值,从而能够使对于显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值大于对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的

各个试验色的C*ab值的平均值。

[0198] 另外,通过使对于R9试验色的C*ab值比对于基于显色性评价用基准光的R9试验色的C*ab值大5以上、优选大10以上、更优选大15以上、进一步优选大20以上,从而能将半导体发光装置1更好地用于肉用照明、生肉用照明、红肉鱼用照明。应予说明,通过使对于R9试验色的C*ab相对于对于基于显色性评价用基准光的R9试验色的C*ab值为105%以上、优选110%以上、更优选120%以上、进一步优选125%以上的值,从而能使半导体发光装置1更好地用于肉用照明、生肉用照明、红肉鱼用照明。

[0199] 通过使对于R11试验色的C*ab值比对于基于显色性评价用基准光的R11试验色的C*ab值大5以上、优选大10以上,从而能使半导体发光装置1更好地用于蔬菜用照明、绿色蔬菜用照明。应予说明,通过使对于R11试验色的C*ab相对于对于基于显色性评价用基准光的R11试验色的C*ab值为110%以上、优选125%以上的值,从而能使半导体发光装置1更好地用于蔬菜用照明、绿色蔬菜用照明。

[0200] 另外,第1实施方式的半导体发光装置1由于使用不存在汞亮线的半导体发光元件作为荧光体的激发源,所以无论具有任何反射特性的单色照射对象,都能鲜明地看到。

[0201] 采用本发明的第2实施方式,半导体发光装置1能够发出以下的光:对于显色指数R1~R14的各个试验色的C*ab值的平均值大于对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的各个试验色的C*ab值的平均值,对于作为用于评价鲜红色的特殊显色指数的R9试验色的C*ab值比对于基于显色性评价用基准光的R9试验色的C*ab值大5以上,且对于作为用于评价鲜绿色的显色指数的R11试验色的C*ab值比对于基于显色性评价用基准光的R11试验色的C*ab值大5以上。

[0202] 通过使对于R9试验色的C*ab值比对于基于显色性评价用基准光的R9试验色的C*ab值大5以上、优选大10以上、更优选大15以上、进一步优选大20以上,从而能够使对于显色指数R1~R14的各个试验色的C*ab值的平均值大于对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的各个试验色的C*ab值的平均值。应予说明,通过使对于R9试验色的C*ab相对于对于基于显色性评价用基准光的R9试验色的C*ab值为105%以上、优选110%以上、更优选120%以上、进一步优选125%以上的值,从而能使对于显色指数R1~R14的各个试验色的C*ab值的平均值大于对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的各个试验色的C*ab值的平均值。

[0203] 另外,通过使对于R11试验色的C*ab值比对于基于显色性评价用基准光的R11试验色的C*ab值大5以上、优选10大以上,从而能使对于显色指数R1~R14的各个试验色的C*ab值的平均值大于对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的各个试验色的C*ab值的平均值。应予说明,通过使对于R11试验色的C*ab相对于基于显色性评价用基准光的对于R11试验色的C*ab值为110%以上、优选125%以上的值,从而能使对于显色指数R1~R14的各个试验色的C*ab值的平均值大于对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的各个试验色的C*ab值的平均值。

[0204] 通过使对于R9试验色的C*ab值比对于基于显色性评价用基准光的R9试验色的C*ab值大5以上、优选大10以上、更优选大15以上、进一步优选大20以上,从而能使半导体发光装置1更好地用于肉用照明、生肉用照明、红肉鱼用照明。应予说明,通过使对于R9试验色的C*ab相对于对于基于显色性评价用基准光的R9试验色的C*ab值为105%以上、优选

110%以上、更优选120%以上、进一步优选125%以上的值,从而能使半导体发光装置1更好地用于肉用照明、生肉用照明、红肉鱼用照明。

[0205] 另外,通过使对于R11试验色的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R11试验色的 C^*ab 值大5以上、优选大10以上,从而能使半导体发光装置1更好地用于蔬菜用照明、绿色蔬菜用照明。应予说明,通过使对于R11试验色的 C^*ab 相对于对于基于显色性评价用基准光的R11试验色的 C^*ab 值为110%以上、优选125%以上的值,从而能使半导体发光装置1更好地用于蔬菜用照明、绿色蔬菜用照明。

[0206] 第2实施方式的半导体发光装置1含有宽带绿色荧光体和宽带红色荧光体,所以在可见光的全波长区域具有充分的发光强度,且由于使用不存在汞亮线的半导体发光元件作为这些荧光体的激发源,所以无论具有任何反射特性的单色照射对象,都能鲜明地看到。

[0207] 本发明的各实施方式的半导体发光装置1按照发出以光通量标准化得到的光谱中500nm波长的光的强度值是以光通量标准化得到的显色性评价用基准光的光谱中500nm波长的光的强度值的15%~200%的光的方式构成,所以能发出作为用于评价鲜蓝色的特殊显色指数的R12的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R12试验色的 C^*ab 值大2以上的光。

[0208] 另外,通过使对于R12试验色的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R12试验色的 C^*ab 值大2以上、优选大5以上,从而能够使对于显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值大于对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值。

[0209] 应予说明,通过使对于R12试验色的 C^*ab 相对于对于基于显色性评价用基准光的R12试验色的 C^*ab 值为103%以上、优选108%以上的值,从而能够使对于显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值大于对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值。另外,通过使对于R12试验色的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R12试验色的 C^*ab 值大2以上、优选大5以上,从而能使半导体发光装置1更好地用于鲜鱼用照明、蓝色鱼用照明。应予说明,通过使对于R12试验色的 C^*ab 相对于对于基于显色性评价用基准光的R12试验色的 C^*ab 值为103%以上、优选108%以上的值,从而能使半导体发光装置1更好地用于鲜鱼用照明、蓝色鱼用照明。

[0210] 能够将本发明的第1实施例的半导体发光装置1和第2实施例的半导体发光装置1用于一般照明用,但对于显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值比对于基于显色性评价用基准光的显色指数R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值大,能够更加鲜明地看到照射对象,因此能够更好地用于展示物用照明。

[0211] 另外,本发明的第1实施例的半导体发光装置1和第2实施例的半导体发光装置1能够发出作为用于评价鲜红色的特殊显色指数的R9的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R9试验色的 C^*ab 值大5以上的光,所以能够更好地用于肉用照明、生肉用照明、红肉鱼用照明。

[0212] 另外,本发明的第1实施例的半导体发光装置1和第2实施例的半导体发光装置1能够发出作为用于评价鲜绿色的特殊显色指数的R11的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R11试验色的 C^*ab 值大5以上的光,所以能够更好地用于蔬菜用照明、绿色蔬菜用照明。

[0213] 另外,本发明的第1实施例的半导体发光装置1和第2实施例的半导体发光装置1能够发出作为用于评价鲜蓝色的特殊显色指数的R12的 C^*ab 值比对于基于显色性评价用基准光的R12试验色的 C^*ab 值大2以上的光,所以能够更好地用于鲜鱼用照明、蓝色鱼用照明。

[0214] 也可以组合以上所述的各实施方式中的各实施例的半导体发光装置1。图16是表示组合半导体发光装置1而得的半导体发光系统的例子的说明图。图16所示的例子中,发光光谱各不相同的半导体发光装置1a和半导体发光装置1b并列设置。半导体发光装置1a包含LED芯片10a和荧光体20a。半导体发光装置1b包含LED芯片10b和荧光体20b。

[0215] 在图16所示的半导体发光装置1a的发光光谱与第1实施例的半导体发光装置1的发光光谱相同、图16所示的半导体发光装置1b的发光光谱与第2实施例的半导体发光装置1的发光光谱相同时,例如通过控制流入各自的LED芯片的电流,从而能够实现对半导体发光装置1a发出的光的强度和半导体发光装置1b发出的光的强度进行调整而能够调整彩度的半导体发光系统。对半导体发光装置1a发出的光的强度和半导体发光装置1b发出的光的强度进行调整是指对第1实施例的半导体发光装置1的发光光谱和第2实施例的半导体发光装置1的发光光谱的混合比进行调整。因此,如图5所示,对半导体发光装置1a发出的光的强度和半导体发光装置1b发出的光的强度的比例进行调整,能够调整由该半导体发光系统发出的光。

[0216] 在半导体发光系统中,例如优选组合使用发光装置彼此的对于R1~R14的各个试验色的 C^*ab 值的平均值的差为0.5以上、优选1以上、更优选2以上、进一步优选5以上、特别优选10以上的半导体发光装置1a和半导体发光装置1b。另外,在半导体发光系统中,也可以组合使用发光装置彼此的对于R9试验色的 C^*ab 值的差为0.5以上、优选1以上、更优选2以上、进一步优选5以上、特别优选10以上的半导体发光装置1a和半导体发光装置1b。这样组合时,可实现能够调整对于鲜红色的彩度的半导体发光系统。另外,在半导体发光系统中,也可以组合使用对于R11试验色的 C^*ab 值的差为0.5以上、优选1以上、更优选2以上、进一步优选5以上、特别优选10以上的半导体发光装置1a和半导体发光装置1b。这样组合时,可实现能够调整对于鲜绿色的彩度的半导体发光系统。另外,在半导体发光系统中,也可以组合使用对于R12试验色的 C^*ab 值的差为0.5以上、优选1以上、更优选2以上、进一步优选5以上、特别优选10以上的半导体发光装置1a和半导体发光装置1b。这样组合时,可实现能够调整对于鲜蓝色的彩度的半导体发光系统。

[0217] 另外,在半导体发光系统中,如果半导体发光装置1a发出的光与半导体发光装置1b发出的光在色度、色温方面相同,则能够在将色度、色温保持一定的状态下进行仅改变该半导体发光系统发出的合成光的彩度的调整。

[0218] 应予说明,在半导体发光系统中,半导体发光装置1a和半导体发光装置1b各自可以满足第1实施方式的条件(上述的(第1实施方式的半导体发光装置1)记载的条件)和第2实施方式的条件(上述的(第2实施方式的半导体发光装置1)记载的条件),也可以仅满足第1实施方式的条件,也可以仅满足第2实施方式的条件。另外,如果由半导体发光系统发出的合成光满足第1实施方式的条件和/或第2实施方式的条件,则半导体发光装置1a和半导体发光装置1b可以不满足任何条件。半导体发光装置1a和半导体发光装置1b中、一方的半导体发光装置满足任一条件时,如果由该一方的半导体发光装置发出的光的比例变高,则能

够提高由半导体发光系统发出的光的彩度。

[0219] 在半导体发光系统中,半导体发光装置1a和半导体发光装置1b中一方可使用发出彩度高的光的半导体发光装置,另一方可使用对可见光区域的全部颜色具有优异的显色性的发光光谱的半导体发光装置。具体而言,例如可以是以下述方式构成:半导体发光装置1a是满足第1实施方式的条件和/或第2实施方式的条件的半导体发光装置,半导体发光装置1b是发出平均显色指数Ra为80以上、优选90以上的光的半导体发光装置。根据这样的构成,通过分别调整半导体发光装置1a和半导体发光装置1b的发光强度,从而可以分别调整对于可见光区域的全部颜色的显色性和彩度。应予说明,半导体发光装置1b可以是发出特殊显色指数R9,R11,R12各自为80以上、优选90以上的光的半导体发光装置。

[0220] 在半导体发光系统中,半导体发光装置1a和半导体发光装置1b可以是各自满足第1实施方式的条件和/或第2实施方式的条件、彼此的相关色温不同的半导体发光装置。根据这样的构成,能在保持彩度一定的状态下进行仅改变由半导体发光系统发出的合成光的相关色温的调整。应予说明,一方的半导体发光装置发出的相关色温与另一方的半导体发光装置发出的相关色温的差优选为2000K以上,更优选为3000K以上,特别优选为3500K以上。具体而言,例如,一方的半导体发光装置发出的光的相关色温为2700K,另一方的半导体发光装置发出的光的相关色温为6700K。

[0221] 将图16所示的具有半导体发光装置1a和半导体发光装置1b的半导体发光系统的再1个例子示于图17。在图17所示的例子中,半导体发光系统101具备在由电绝缘性优异且具有良好放热性的氧化铝系陶瓷形成的布线基板102的芯片安装面102a上每列4个地安装2列的LED芯片103。另外,在布线基板102的芯片安装面102a,以包围这些LED芯片103的方式设置有环状且圆锥台形状的反射体(壁部件)104。

[0222] 反射体104的内侧被间隔部件105分割成第1区域106和第2区域107,在各区域分别与填充剂混合的状态填充荧光体。具体而言,在第1区域106填充与希望的一方的半导体发光装置1a的特性相应的荧光体(例如、第1实施例的荧光体),在第2区域107填充与希望的另一方的半导体发光装置1b的特性相应的荧光体(例如、第2实施例的荧光体)。因此,在第1区域106,由LED芯片103和填充于第1区域106的荧光体构成了半导体发光装置1a,在第2区域107,由LED芯片103和填充于第2区域107的荧光体构成了半导体发光装置1b。应予说明,反射体104和间隔部件105可由树脂、金属、陶瓷等形成,使用粘接剂等固定于布线基板102。另外,反射体104和间隔部件105使用具有导电性的材料时,需要对布线图案进行用于保持电绝缘性的处理。

[0223] 应予说明,图17所示的LED芯片103的个数是一个例子,可根据需要进行增减,可以在第1区域106和第2区域107为各1个,或者也可以在各自己的区域是不同的数目。另外,对于布线基板102的材质也不限定于氧化铝系陶瓷,可以使用各种材质,例如可使用选自陶瓷、树脂、玻璃环氧树脂、树脂中含有填充物的复合树脂等中的材料。另外,从使布线基板102的芯片安装面102a的光的反射性良好而使半导体发光系统的发光效率提高的方面看,优选使用含有氧化铝粉末、二氧化硅粉末、氧化镁、氧化钛等白色颜料的有机硅树脂。另一方面,使用铜制基板、铝制基板等金属制基板能够提高放热性。但是,这种情况下需要使中间电绝缘地在布线基板上形成布线图案。

[0224] 另外,上述的反射体104和间隔部件105的形状也表示一例,可根据需要进行各种

改变。例如也可以代替预成形的反射体104和间隔部件105,而使用分配器等在布线基板102的芯片安装面102a上形成相当于反射体104的环状壁部(壁部件),其后形成相当于间隔部件105的间隔壁(间隔部件)。此时,在环状壁部和间隔壁部所使用的材料中,例如有糊状的热固化性树脂材料或UV固化性树脂材料等,优选含有无机填充物的有机硅树脂。

[0225] 根据图17所示的构成,基于设置于第1区域106的半导体发光装置1a的发光光谱和设置于第2区域107的半导体发光装置1b的发光光谱,控制流过半导体发光装置1a和半导体发光装置1b的电流,能够调整由半导体发光系统发出的光的特性(彩度、显色性、相关色温等)。

[0226] 应予说明,在图17所示的构成中,代替向第1区域106和第2区域107填充荧光体,也可以采用在透明的板材上涂布荧光体并配置在LED芯片103的上方的方式。

[0227] 符号说明

[0228]	1, 1a, 1b	半导体发光装置
[0229]	10, 10a, 10b、103	LED芯片
[0230]	20, 20a, 20b	荧光体
[0231]	101	半导体发光系统
[0232]	102	布线基板
[0233]	102a	芯片安装面
[0234]	104	反射体
[0235]	105	间隔部件
[0236]	106	第1区域
[0237]	107	第2区域

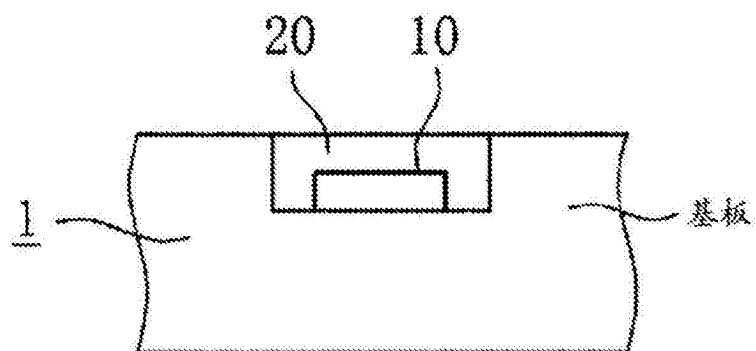


图1

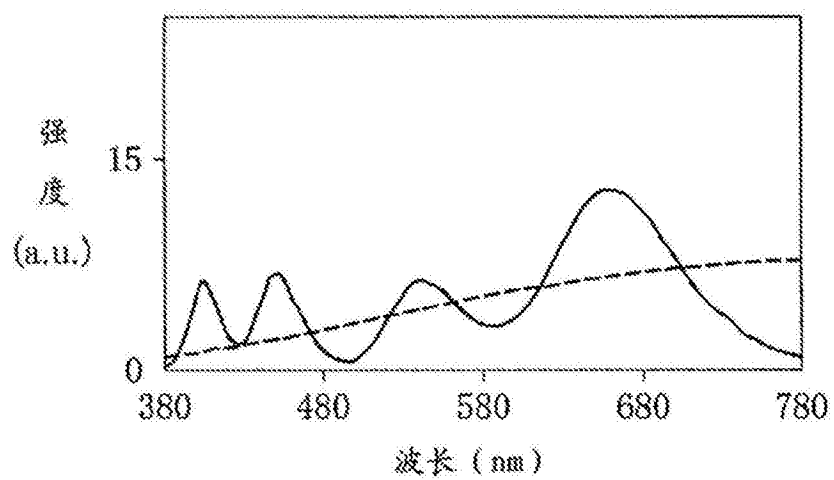


图2

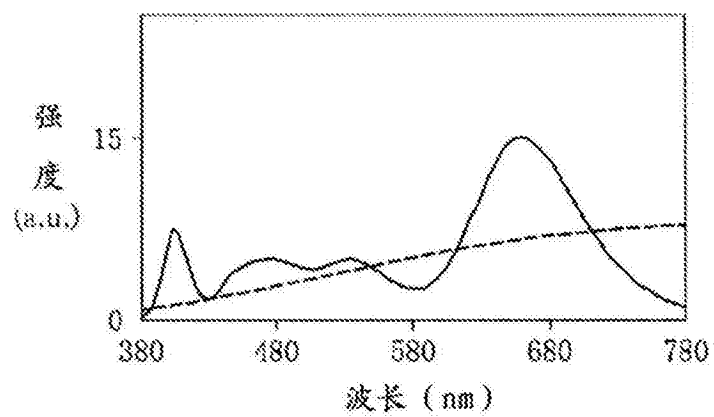


图3

孟塞尔表色系		第1实施例	第2实施例	第1参考例	第2参考例	第3参考例	第4参考例
4.5R4/13	R9(C*ab)	87.3	94.7	84.5	73.3	72.9	86.3
4.5G5/8	R11(C*ab)	45.2	51.9	46.4	38.4	37.9	45.1
3PB3/11	R12(C*ab)	57.7	61.6	52.9	55.6	55.3	57.2
R1-R14(C*ab)(Ave.)		43.6	44.0	42.6	38.2	38.7	40.9
能量面积(%)		97	113	74	100	48	78
500强度比(%)		22	132	97	100	85	109
660强度比(%)		193	226	422	100	82	154

图4

第1实施例的 发光光谱的比例	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0
第2实施例的 发光光谱的比例	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
R9(C*ab)	87.3	88.0	88.8	89.6	90.3	91.1	91.8	92.5	93.3	94.0	94.7
R11(C*ab)	45.2	45.8	46.4	47.1	47.7	48.4	49.0	49.7	50.4	51.1	51.9
R12(C*ab)	57.7	57.6	57.6	57.7	57.9	58.3	58.8	59.4	60.0	60.8	61.6
R1-R14(C*ab)(Ave.)	43.6	43.6	43.6	43.6	43.6	43.6	43.7	43.7	43.8	43.9	44.0
能量面积(%)	97	99	100	102	104	105	107	108	110	112	113
500强度比(%)	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132
660强度比(%)	193	196	199	203	206	209	213	216	219	223	226

图5

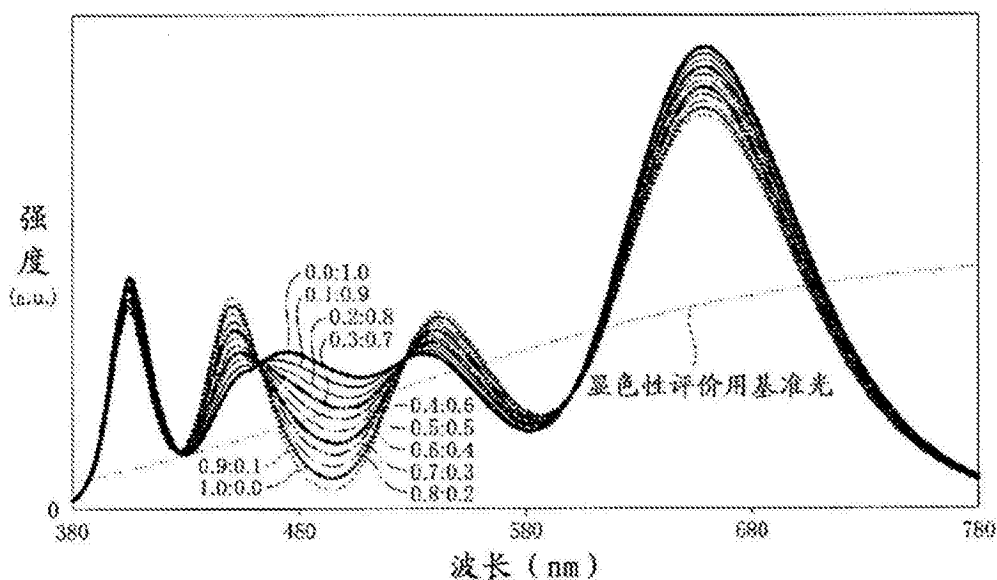


图6

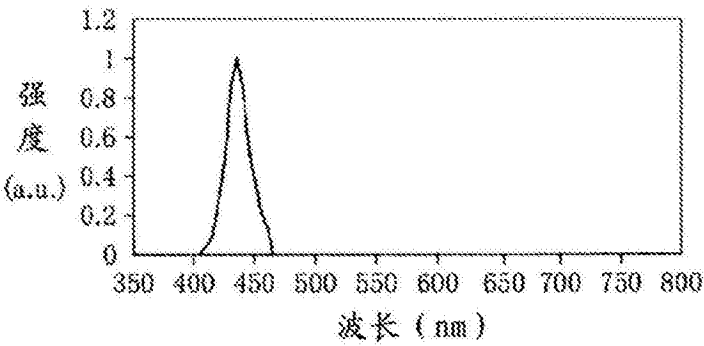


图7

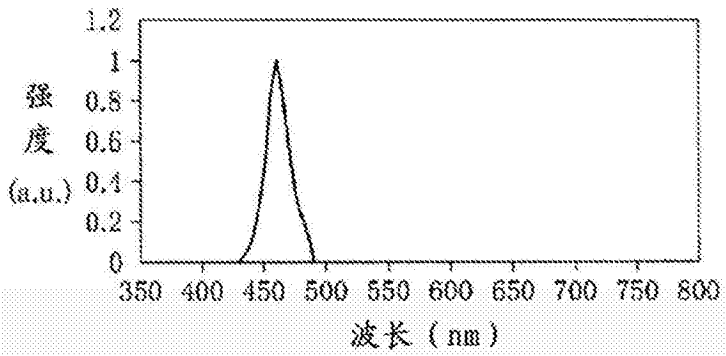


图8

	假定将435nm左右波长 较强地反射的光谱 反射特性时的 相对彩度(1)	假定将460nm左右波长 较强地反射的光谱 反射特性时的 相对彩度(2)	(1)/(2)*100
第2实施例	83	87	95
第1参考例	115	71	162
第3参考例	138	69	200
第6参考例	138	70	197

图9

	第3实施例	第4实施例
相关色温 (K)	3327	4865
duv	-0.0242	-0.0184
蓝色荧光体含量 (wt%)	14.4	13.0
绿色荧光体含量 (wt%)	2.5	3.8
红色荧光体含量 (wt%)	2.5	1.9
荧光体含量 (wt%)	19.4	18.7

图10

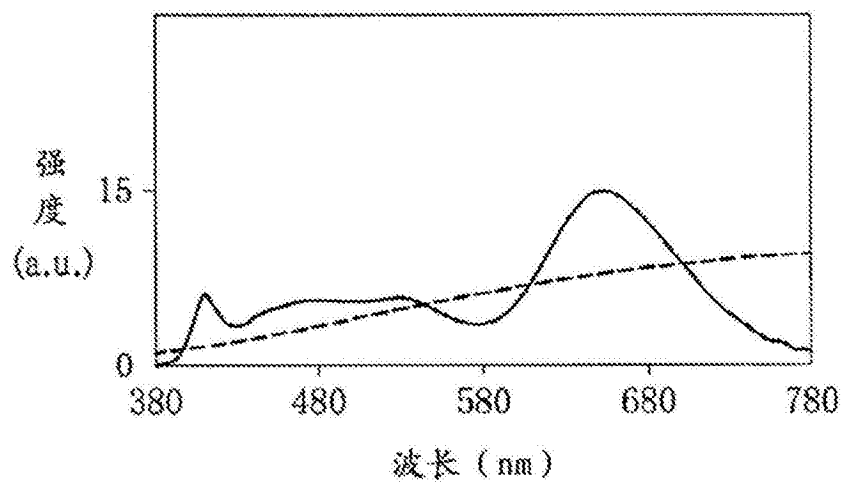


图11

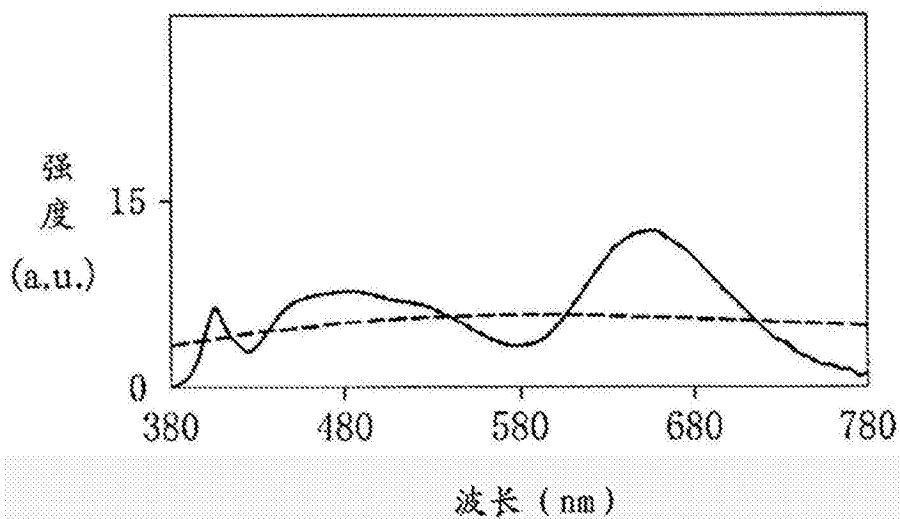


图12

	第3实施例	第7参考例	第4实施例	第8参考例
R9(C*ab)	90.9	73.4	90.3	68.5
R11(C*ab)	51.4	38.3	55.5	42.4
R12(C*ab)	61.5	55.7	52.3	48.7
R1-R14(C*ab)(Ave.)	43.4	38.2	42.7	38.0
能量面积(%)	97	100	127	100
500强度比(%)	138	100	135	100
660强度比(%)	184	100	221	100

图13

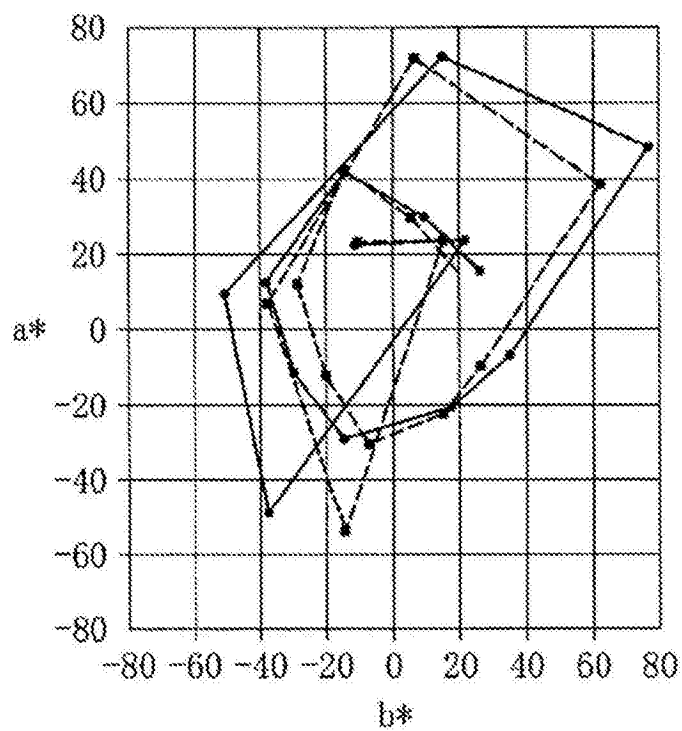


图14

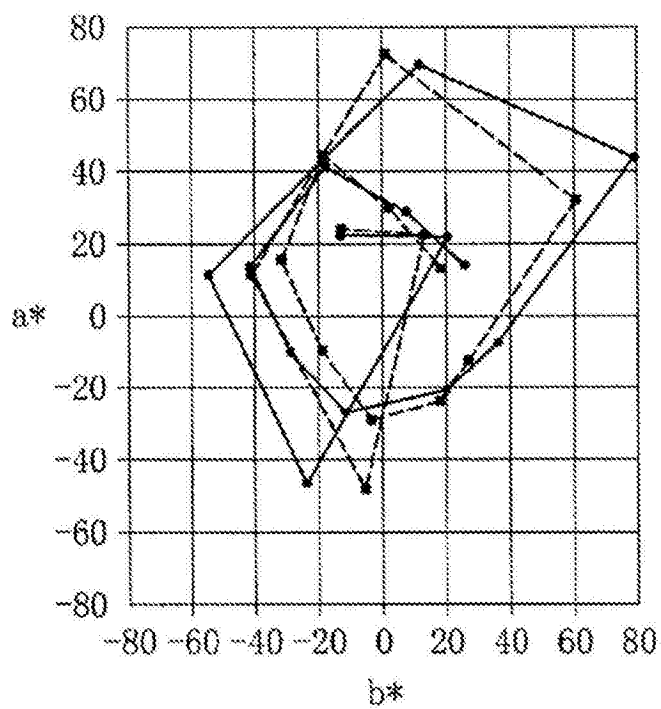


图15

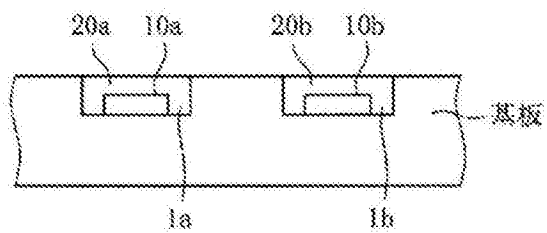


图16

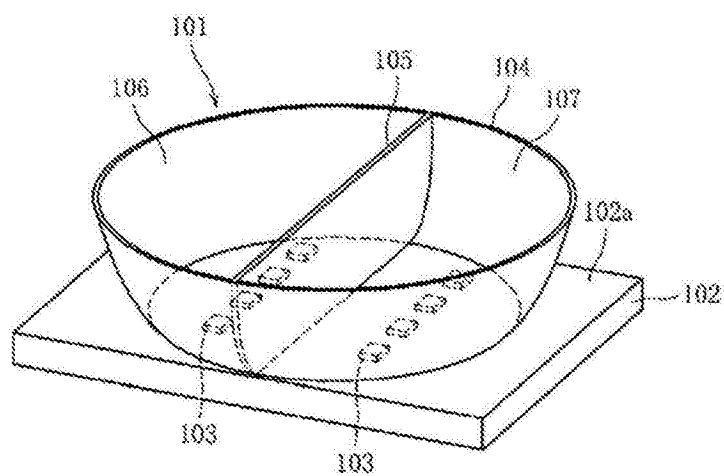


图17