

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7417153号  
(P7417153)

(45)発行日 令和6年1月18日(2024.1.18)

(24)登録日 令和6年1月10日(2024.1.10)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 33/50 (2010.01)

H 0 1 L 33/54 (2010.01)

H 0 1 L 33/50

H 0 1 L 33/54

請求項の数 11 (全26頁)

(21)出願番号	特願2022-200349(P2022-200349)	(73)特許権者	000226057
(22)出願日	令和4年12月15日(2022.12.15)		日亜化学工業株式会社
(62)分割の表示	特願2018-109773(P2018-109773) の分割		徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0
原出願日	平成30年6月7日(2018.6.7)	(74)代理人	110000707
(65)公開番号	特開2023-36729(P2023-36729A)		弁理士法人市澤・川田国際特許事務所
(43)公開日	令和5年3月14日(2023.3.14)	(72)発明者	浅井 謙次
審査請求日	令和4年12月16日(2022.12.16)		徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0
(31)優先権主張番号	特願2018-102654(P2018-102654)	(72)発明者	日亜化学工業株式会社内
(32)優先日	平成30年5月29日(2018.5.29)		藤尾 多茂
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		徳島県阿南市上中町岡4 9 1 番地1 0 0
			日亜化学工業株式会社内
		審査官	高椋 健司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

430nm以上470nm以下の範囲内に発光ピーク波長を有する発光素子と、前記発光素子からの光により励起されて発光する、第一蛍光体及び第二蛍光体を含有する蛍光体を含む蛍光部材と、を備え、前記発光素子の光と前記蛍光体の光による混色光のJIS Z 8725に準拠して測定される相関色温度が1500K以上11000K以下の範囲であり、

平均演色評価数Raが60以上80以下であり、

前記混色光のCIE 1931色度図上の黒体放射軌跡からの偏差であり、JIS Z 8725に準拠して測定される色偏差d<sub>uv</sub>が、1500K以上11000K以下の相関色温度において、0.01以上0.02以下の範囲であり、

下記式(3)により算出される誘虫性指数I<sub>0</sub>の100%に対して、下記式(1)により算出される誘虫性指数Iが50%以上99%以下であるか、又は、下記式(4)により算出される誘虫性指数I<sub>0</sub>の100%に対して、下記式(2)より算出される誘虫性指数Iが50%以上99%以下である、発光装置。

10

$$I = \frac{\int_{250}^{580} P(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} P(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (1)$$

$$I = \frac{\int_{250}^{615} P(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} P(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (2)$$

10

(前記式(1)又は(2)中、Iは発光装置から発せられる混色光の誘虫性指数であり、P( )は発光装置から発せられる目標とする相関色温度の混色光の波長に対する分光分布強度であり、S( )は昆虫の波長に対する分光視感効率であり、V( )はヒトの波長に対する標準分光視感効率である。)

$$I_o = \frac{\int_{250}^{580} P_o(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} P_o(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (3)$$

20

$$I_o = \frac{\int_{250}^{615} P_o(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} P_o(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (4)$$

30

(前記式(3)又は(4)中、I<sub>o</sub>は色偏差d<sub>uv</sub>が0である発光装置から発せられる混色光の誘虫性指数であり、P<sub>o</sub>( )は色偏差d<sub>uv</sub>が0である発光装置から発せられる前記目標とする相関色温度の混色光の波長に対する分光分布強度であり、S( )は昆虫の波長に対する分光視感効率であり、V( )はヒトの波長に対する標準分光視感効率である。)

【請求項2】

前記平均演色評価数R<sub>a</sub>が80未満である、請求項1に記載の発光装置。

【請求項3】

40

前記第一蛍光体が、前記発光素子からの光により励起されて530nm以上580nm以下の範囲に少なくとも一つの発光ピーク波長を有する、請求項1又は2に記載の発光装置。

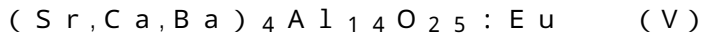
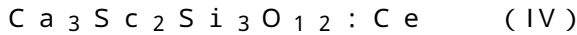
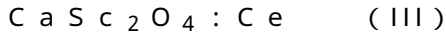
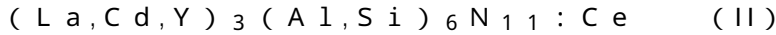
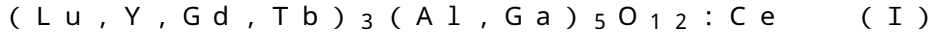
【請求項4】

前記第一蛍光体が、(1a)Ceで賦活される希土類アルミン酸塩蛍光体、(1b)Ceで賦活される希土類シリコンナイトライド系蛍光体、(1c)Ceで賦活されるスカンジウム塩蛍光体、(1d)Ceで賦活されるスカンジウムケイ酸塩蛍光体、(1e)Euで賦活されるアルカリ土類金属アルミン酸塩蛍光体、及び(1f)Ca、Mg及びClを組成に含み、Euで賦活されるケイ酸塩蛍光体からなる群から選択される少なくとも一種の蛍光体を含む、請求項1から3のいずれか1項に記載の発光装置。

50

## 【請求項 5】

前記第一蛍光体が、下記式 (I) で表される組成を有する希土類アルミン酸塩蛍光体、下記式 (II) で表される組成を有する希土類シリコンナイトライド系蛍光体、下記式 (III) で表される組成を有するスカンジウム塩蛍光体、下記式 (IV) で表される組成を有するスカンジウムケイ酸塩蛍光体、下記式 (V) で表される組成を有するアルカリ土類金属アルミン酸塩蛍光体、及び下記式 (VI) で表される組成を有するケイ酸塩蛍光体からなる群から選択される少なくとも一種の蛍光体を含む、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の発光装置。



## 【請求項 6】

前記第二蛍光体が、前記発光素子からの光により励起されて 600 nm 以上 670 nm 以下の範囲に少なくとも一つの発光ピーク波長を有する、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

## 【請求項 7】

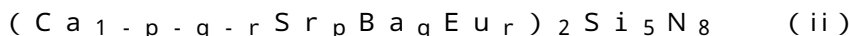
前記第二蛍光体が、(2a) Sr 及び Ca から選ばれる少なくとも一種の元素と Al を組成に含み、Eu で賦活されるシリコンナイトライド系蛍光体、(2b) Eu で賦活されるアルカリ土類金属シリコンナイトライド系蛍光体、(2c) K、Li、Na、Rb、Cs 及び  $NH_4^+$  からなる群から選択される少なくとも一種と、第 4 族元素及び第 14 族元素からなる群から選択される少なくとも一種の元素を組成に含み、Mn で賦活されるフッ化物蛍光体、及び(2d) Mn で賦活されるフルオロジーマネート蛍光体からなる群から選択される少なくとも一種の蛍光体を含む、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

## 【請求項 8】

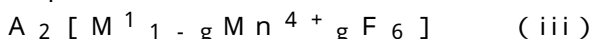
前記第二蛍光体が、下記式 (i) で表される組成を有するシリコンナイトライド系蛍光体、  
、  
下記式 (ii) で表される組成を有するアルカリ土類金属シリコンナイトライド系蛍光体、  
下記式 (iii) で表される組成を有するフッ化物蛍光体、及び下記式 (iv) で表される組成を有するフルオロジーマネート蛍光体からなる群から選択される少なくとも一種の蛍光体を含む、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の発光装置。



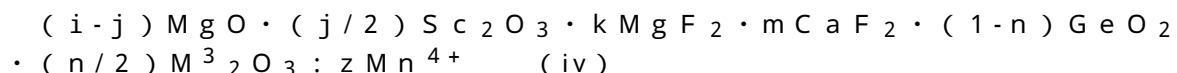
(式 (i) 中、s、t、u、v、w 及び x は、それぞれ  $0 \leq s \leq 1.0$ 、 $0 < t < 1.0$ 、 $0 < s + t < 1.0$ 、 $0.8 \leq x \leq 1.0$ 、 $0.8 \leq u \leq 1.2$ 、 $0.8 \leq v \leq 1.2$ 、 $1.9 \leq u + v \leq 2.1$ 、 $2.5 \leq w \leq 3.5$  を満たす数である。)



(式 (ii) 中、p、q 及び r は、 $0 \leq p \leq 1.0$ 、 $0 \leq q \leq 1.0$ 、 $0 < r < 1.0$  及び  $p + q + r \leq 1.0$  を満たす数である。)



(式 (iii) 中、A は、K、Li、Na、Rb、Cs 及び  $NH_4^+$  からなる群から選択される少なくとも 1 種であり、 $M^1$  は、第 4 族元素及び第 14 族元素からなる群から選ばれる少なくとも 1 種の元素であり、g は  $0 < g < 0.2$  を満たす数である。)



(式 (iv) 中、 $M^3$  は Al、Ga 及び In からなる群から選択される少なくとも 1 種であり、i、j、k、m、n 及び z はそれぞれ、 $2 \leq i \leq 4$ 、 $0 \leq j < 0.5$ 、 $0 < k < 1.5$ 、 $0 \leq m < 1.5$ 、 $0 < n < 0.5$ 、及び  $0 < z < 0.05$  を満たす数である。)

10

20

30

40

50

## 【請求項 9】

前記第一蛍光体に対する前記第二蛍光体の質量比率（第二蛍光体／第一蛍光体）が、0.005以上0.27以下の範囲内である、請求項1から8のいずれか1項に記載の発光装置。

## 【請求項 10】

前記第一蛍光体が、 $(Lu, Y, Gd, Tb)_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce$ で表される組成を有する希土類アルミン酸塩蛍光体を含み、前記第二蛍光体が、 $(Sr, Ca)AlSiN_3:Eu$ で表される組成を有するシリコンナイトライド系蛍光体を含む、請求項1から9のいずれか1項に記載の発光装置。

## 【請求項 11】

430nm以上470nm以下の範囲内に発光ピーク波長を有する発光素子と、  
前記発光素子からの光により励起されて発光する、第一蛍光体及び第二蛍光体を含む蛍光体と、樹脂と、を含む蛍光部材用組成物と、を準備することと、  
前記蛍光部材用組成物を硬化させることによって、前記発光素子上に蛍光部材を形成することを含み、

前記発光装置は、平均演色評価数Raが60以上80以下であり、前記発光素子の光と前記蛍光体の光による混色光のJIS Z 8725に準拠して測定される相関色温度が1500K以上11000K以下の範囲であり、

前記混色光のCIE 1931色度図上の黒体放射軌跡からの偏差であり、JIS Z 8725に準拠して測定される色偏差 $d_{uv}$ が、1500K以上11000K以下の相関色温度において、0.01以上0.02以下の範囲であり、

下記式(3)により算出される誘虫性指数 $I_0$ の100%に対して、下記式(1)により算出される誘虫性指数 $I$ が50%以上99%以下であるか、又は、下記式(4)により算出される誘虫性指数 $I_0$ の100%に対して、下記式(2)より算出される誘虫性指数 $I$ が50%以上99%以下である、発光装置の製造方法。

$$I = \frac{\int_{250}^{580} P(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} P(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (1)$$

$$I = \frac{\int_{250}^{615} P(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} P(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (2)$$

(前記式(1)又は(2)中、 $I$ は発光装置から発せられる混色光の誘虫性指数であり、 $P(\quad)$ は発光装置から発せられる目標とする相関色温度の混色光の波長に対する分光分布強度であり、 $S(\quad)$ は昆虫の波長に対する分光視感効率であり、 $V(\quad)$ はヒトの波長に対する標準分光視感効率である。)

$$I_0 = \frac{\int_{250}^{580} P_0(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} P_0(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (3)$$

10

20

30

40

50

$$I_o = \frac{\int_{250}^{615} P_o(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} P_o(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (4)$$

(前記式(3)又は(4)中、 $I_o$ は色偏差 $d_{uv}$ が0である発光装置から発せられる混色光の誘虫性指数であり、 $P_o(\lambda)$ は色偏差 $d_{uv}$ が0である発光装置から発せられる前記目標とする相関色温度の混色光の波長に対する分光分布強度であり、 $S(\lambda)$ は昆虫の波長に対する分光視感効率であり、 $V(\lambda)$ はヒトの波長に対する標準分光視感効率である。)

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

発光ダイオード(Light emitting diode、以下、「LED」と称する。)のような発光素子を用いる発光装置として、青色に発光する発光素子と、発光素子からの光に励起されて黄色発光する蛍光体を用いて白色系の混色光を発光する発光装置が知られている。このような発光装置は、一般照明、車載照明、ディスプレイ、液晶用バックライト等の幅広い分野で使用されている。

20

【0003】

ところで、昆虫の多くは、発光装置を利用した照明器具から発せられる光に誘引される。昆虫が光に誘引されるのは、昆虫の正の走光性によるものであり、昆虫の種によって異なる分光感度に起因した行動である。一般に昆虫は、約400nm付近の波長を境に、約300nmから約400nmの波長領域と、約400nmから約600nmの波長領域に2つの分光感度を有する。

【0004】

30

昆虫を誘引する効果(以下、本明細書において「誘虫効果」と称する場合がある。)を防止する防虫光源として、昆虫の分光感度波長をカットした光を発する光源がある。例えば、約450nm以下の波長の光をカットした黄色の単色光を発する光源、又は、約600nm以下の波長の光をカットした赤色の単色光を発する光源が挙げられる。このような単色光を発する光源は、昆虫の種類によって、昆虫を引き寄せる誘虫効果の低減(以下、本明細書において「低誘虫効果」と称する場合もある。)に一定の効果があることが知られている。単色光を発する光源は、農業における夜間点灯の用途には有効である。しかしながら、工業における作業現場や日常生活などの人間の視環境において、黄色の単色光や赤色の単色光を発する光源は快適とは感じられない場合がある。

【0005】

40

LEDを用いた発光装置は、従来の蛍光灯とは異なり、紫外線を出さないように設計することが可能である。そのため、蛍光灯と比較して昆虫を引き寄せる効果が低いことが知られている。しかしながら、LEDを用いた発光装置から発せられる光には、昆虫が分光感度を有する青色の波長領域の光も含まれており、LEDを用いた発光装置の低誘虫効果をさらに大きくすることが求められている。そのため、LEDチップ(発光素子)と、LEDチップからの光により励起されて発光する蛍光体と、所定の波長光の透過を阻止するために光学多層膜(Distributed Bragg Reflector)とを用いて、昆虫の分光感度の波長領域におけるエネルギー強度を制御した発光装置が提案されている(例えば、特許文献1及び2を参照。)

【先行技術文献】

50

## 【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【文献】特開 2 0 1 3 - 2 6 0 4 6 号公報

【文献】特開 2 0 1 3 - 1 2 7 9 2 8 号公報

## 【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

光学多層膜によって特定の波長領域の光の透過率を下げる場合、光学多層膜に対して垂直に透過する光の分光分布のみ、理論的に光学多層膜によって特定の波長領域の光の透過率が下がることとなる。光学多層膜は、屈折率が異なる層の界面で光を干渉させるため、入射角度依存性を有する。例えば、入射角度を有するように光学多層膜に入射した光、すなわち、光学多層膜に対して斜めの光の分光分布は、光学多層膜による効果が少なく、低誘虫効果が十分に得られない場合がある。また、特許文献 1 及び 2 に開示された発光装置は、光学多層膜を用いていない場合であっても、発光装置の分光分布において、380 nm から 470 nm の範囲に第一のピーク波長と、500 nm から 700 nm の範囲に第二のピーク波長を有するものの、470 nm から 500 nm の範囲に第一のピーク波長及び第二のピーク波長よりも相対エネルギー強度が低い波長域がある。この波長域の発光成分が不足しているため、特許文献 1 及び 2 に開示された発光装置は、人間の視環境における演色性が十分ではない虞がある。

10

そこで、本発明の一態様は、低誘虫効果を大きくするとともに、人間の視環境において十分な演色性を有する発光装置を提供することを目的とする。

20

## 【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明は、以下の態様を包含する。

本発明の第一の態様は、430 nm 以上 470 nm 以下の範囲内に発光ピーク波長を有する発光素子と、前記発光素子からの光により励起されて発光する蛍光体を含む蛍光部材と、を備え、前記発光素子の光と前記蛍光体の光による混色光の J I S Z 8 7 2 5 に準拠して測定される相関色温度が 1500 K 以上 11000 K 以下の範囲であり、前記混色光の C I E 1 9 3 1 色度図上の黒体放射軌跡からの偏差であり、J I S Z 8 7 2 5 に準拠して測定される色偏差  $d_{uv}$  が、1500 K 以上 11000 K 以下の相関色温度において、0 を超えて 0.02 以下の範囲であり、前記混色光の分光分布とヒトの標準分光視感効率の各相対強度の積をヒトの可視領域の波長範囲で積分した値を積分値  $a$  とし、前記混色光の分光分布と昆虫の分光視感効率の各相対強度の積を昆虫が正の走光性を示す波長範囲で積分した値を積分値  $b$  とし、前記積分値  $a$  に対する前記積分値  $b$  の比 ( $b/a$ ) により定義される誘虫性指数  $I$  が、前記色偏差  $d_{uv}$  が 0 であるときの誘虫性指数  $I_0$  の 50 % 以上 99 % 以下である、発光装置である。

30

## 【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、より大きい低誘虫効果を有し、人間の視環境において十分な演色性を有する発光装置を提供することができる。

40

## 【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】図 1 は、発光装置の一例を示す概略断面図である。

【図 2】図 2 は、C I E 1 9 3 1 色度図の一部を示し、C I E 1 9 3 1 色度図上の黒体 (Black body) 放射軌跡 ( $d_{uv} 0$ ) と、各相関色温度における黒体放射軌跡からの色偏差  $d_{uv} - 0.02$ 、 $d_{uv} - 0.01$ 、 $d_{uv} 0.01$ 、 $d_{uv} 0.02$  の軌跡を示す図である。

【図 3】図 3 は、相関色温度が 2700 K 付近の実施例 1 及び 2 の発光装置の分光分布と、相関色温度が 2700 K 付近の比較例 1 から 3 の発光装置の分光分布と、昆虫の分光視感効率曲線 (Bickford) と、ヒトの標準分光視感効率曲線 (明所視) とを示す図である。

50

【図 4】図 4 は、相関色温度が 2 7 0 0 K 付近の実施例 3 から 6 の発光装置の分光分布と、相関色温度が 2 7 0 0 K 付近の比較例 4 の発光装置の分光分布と、昆虫の分光視感効率曲線（Bickford）と、ヒトの標準分光視感効率曲線（明所視）とを示す図である。

【図 5】図 5 は、相関色温度 2 7 0 0 K 付近の実施例 1 の発光装置の分光分布と、相関色温度 2 7 0 0 K 付近の比較例 5 及び 6 の発光装置の分光分布と、昆虫の分光視感効率曲線（Bickford）と、ヒトの標準分光視感効率曲線（明所視）とを示す図である。

【図 6】図 6 は、相関色温度が 2 0 0 0 K 付近の実施例 7 の発光装置の分光分布と、相関色温度が 2 0 0 0 K 付近の比較例 7 の発光装置の分光分布と、昆虫の分光視感効率曲線（Bickford）と、ヒトの標準分光視感効率曲線（明所視）とを示す図である。

【図 7】図 7 は、相関色温度が 3 0 0 0 K 付近の実施例 8 及び 9 の発光装置の分光分布と、相関色温度が 3 0 0 0 K 付近の比較例 8 の発光装置の分光分布と、昆虫の分光視感効率曲線（Bickford）と、ヒトの標準分光視感効率曲線（明所視）とを示す図である。

10

【図 8】図 8 は、相関色温度が 4 0 0 0 K 付近の実施例 1 0 及び 1 1 の発光装置の分光分布と、相関色温度が 4 0 0 0 K 付近の比較例 9 の発光装置の分光分布と、昆虫の分光視感効率曲線（Bickford）と、ヒトの標準分光視感効率曲線（明所視）とを示す図である。

【図 9】図 9 は、相関色温度が 5 0 0 0 K 付近の実施例 1 2 及び 1 3 の発光装置の分光分布と、相関色温度が 5 0 0 0 K 付近の比較例 1 0 の発光装置の分光分布と、昆虫の分光視感効率曲線（Bickford）と、ヒトの標準分光視感効率曲線（明所視）とを示す図である。

【図 1 0】図 1 0 は、相関色温度が 6 5 0 0 K 付近の実施例 1 4 及び 1 5 の発光装置の分光分布と、相関色温度が 6 5 0 0 K 付近の比較例 1 1 から 1 3 の発光装置の分光分布と、昆虫の分光視感効率曲線（Bickford）と、ヒトの標準分光視感効率曲線（明所視）とを示す図である。

20

【図 1 1】図 1 1 は、相関色温度が 8 3 0 0 K 付近の実施例 1 6 及び 1 7 の発光装置の分光分布と、相関色温度が 8 3 0 0 K 付近の比較例 1 4 の発光装置の分光分布と、昆虫の分光視感効率曲線（Bickford）と、ヒトの標準分光視感効率曲線（明所視）とを示す図である。

【図 1 2】図 1 2 は、相関色温度が 1 0 0 0 0 K 付近の実施例 1 8 及び 1 9 の発光装置の分光分布と、相関色温度が 1 0 0 0 0 K 付近の比較例 1 5 の発光装置の分光分布と、昆虫の分光視感効率曲線（Bickford）と、ヒトの標準分光視感効率曲線（明所視）とを示す図である。

30

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0 0 1 1】

以下、本発明に係る発光装置を一実施形態に基づいて説明する。ただし、以下に示す実施形態は、本発明の技術思想を具体化するための例示であって、本発明は、以下の発光装置に限定されない。なお、色名と色度座標との関係、光の波長範囲と単色光の色名との関係等は、J I S Z 8 1 1 0 に従う。

##### 【0 0 1 2】

本発明の一実施形態に係る発光装置は、4 3 0 n m 以上 4 7 0 n m 以下の範囲内に発光ピーク波長を有する発光素子と、その発光素子からの光により励起されて発光する蛍光体を含む蛍光部材を備え、前記発光素子の光と前記蛍光体の光による混色光の J I S Z 8 7 2 5 に準拠して測定される相関色温度（correlated color temperature、以下「T c p」と記載する場合がある。）が 1 5 0 0 K 以上 1 1 0 0 0 K 以下の範囲である発光装置であり、前記混色光の C I E（国際照明委員会：Commission Internationale de l'Eclairage）1 9 3 1 色度図上の黒体放射軌跡からの偏差であり、J I S Z 8 7 2 5 に準拠して測定される色偏差  $d_{uv}$  が、1 5 0 0 K 以上 1 1 0 0 0 K 以下の相関色温度において、0 を超えて 0 . 0 2 以下の範囲であり、前記混色光の分光分布とヒトの標準分光視感効率の各相対強度の積をヒトの可視領域の波長範囲で積分した値を積分値 a とし、前記混色光の分光分布と昆虫の分光視感効率の各相対強度の積を昆虫が正の走光性を示す波長範囲で積分した値を積分値 b とし、前記積分値 a に対する前記積分値 b の比率（ $b/a$ ）により定義される誘虫性指数 I が、前記色偏差  $d_{uv}$  が 0 であるときの誘虫性指数  $I_0$  の 5

40

50

0 % 以上 9 9 % 以下である。

【 0 0 1 3 】

本発明の一実施態様の発光装置の一例を図面に基づいて説明する。図 1 は、本発明の一実施態様の発光装置 1 0 0 を示す概略断面図である。

【 0 0 1 4 】

発光装置 1 0 0 は、図 1 に示されるように、4 3 0 n m 以上 4 7 0 n m 以下の範囲内に発光ピーク波長を有する発光素子 1 0 と、発光素子からの光により励起されて発光する蛍光体 7 0 を含む蛍光部材 5 0 を備える。

【 0 0 1 5 】

発光装置 1 0 0 は、例えば、成形体 4 0 と、発光素子 1 0 と、蛍光部材 5 0 とを備える。成形体 4 0 は、第一のリード 2 0 及び第二のリード 3 0 と、熱可塑性樹脂又は熱硬化性樹脂を含む樹脂部 4 2 とが一体的に成形されてなるものである。成形体 4 0 は底面と側面を持つ凹部を形成しており、凹部の底面に発光素子 1 0 が載置されている。発光素子 1 0 は一対の正負の電極を有しており、その一対の正負の電極はそれぞれ第一のリード 2 0 及び第二のリード 3 0 とそれぞれワイヤ 6 0 を介して電気的に接続されている。発光素子 1 0 は蛍光部材 5 0 により被覆されている。蛍光部材 5 0 は、例えば、発光素子 1 0 からの光を波長変換する蛍光体 7 0 と封止材料を含む。蛍光体 7 0 は、発光素子からの光により励起されて特定の波長範囲に少なくとも一つの発光ピーク波長を有し、発光ピーク波長の波長範囲の異なる 2 種以上の蛍光体が含まれていてもよい。蛍光体 7 0 は、前記発光素子からの光により励起されて 5 3 0 n m 以上 5 8 0 n m 以下の範囲に少なくとも一つの発光ピーク波長を有する第一蛍光体 7 1 を含むことが好ましい。また、蛍光体 7 0 は、前記発光素子からの光により励起されて 6 0 0 n m 以上 6 7 0 n m 以下の範囲に少なくとも一つの発光ピーク波長を有する第二蛍光体 7 2 をさらに含むことが好ましい。発光素子 1 0 の正負一対の電極に接続された第一のリード 2 0 及び第二のリード 3 0 は、発光装置 1 0 0 を構成するパッケージの外方に向けて、第一のリード 2 0 及び第二のリード 3 0 の一部が露出されている。これらの第一のリード 2 0 及び第二のリード 3 0 を介して、外部から電力の供給を受けて発光装置 1 0 0 を発光させることができる。

【 0 0 1 6 】

発光素子 1 0 は、励起光源として用いられる。本発明の一実施形態において、発光素子 1 0 は、4 3 0 n m 以上 4 7 0 n m 以下の範囲内に発光ピーク波長を有する。発光素子 1 0 は、昆虫の分光視感効率曲線において短波長側約 3 0 0 n m から約 4 0 0 n m の波長範囲内に発光ピーク波長を有していないため、約 3 0 0 n m から約 4 0 0 n m の波長範囲内の光に引き寄せられる種類の昆虫を引き寄せ難く、前記発光素子を用いた発光装置は、低誘虫効果を有する。発光素子 1 0 の発光スペクトルの半値幅は、例えば 3 0 n m 以下でもよく、2 5 n m 以下でもよく、2 0 n m 以下でもよい。半値幅は、発光スペクトルにおける最大の発光ピークの半値全幅 (Full Width at half Maximum: FWHM) をいい、各発光スペクトルにおける最大の発光ピークの最大値の 5 0 % の値を示す発光ピークの波長幅をいう。発光素子 1 0 は、例えば、窒化物系半導体 ( $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 、 $0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ 、 $x + y < 1$ ) を用いた半導体発光素子であることが好ましい。発光素子として、半導体発光素子を用いることによって、高効率で入力に対するリニアリティが高く機械的衝撃にも強い安定した発光装置を得ることができる。4 3 0 n m 未満の範囲に発光ピーク波長を有する発光素子は、昆虫の分光視感効率曲線と重なる光の強度が高くなるため、昆虫を引き寄せる効果 (誘虫効果) が高くなる。4 7 0 n m を超える範囲に発光ピーク波長を有する発光素子は、発光素子から目的とする相関色温度を有する光を発するために、蛍光部材に含まれる蛍光体の量が少なくなる。そのため、発光素子から発せられる青色光が蛍光体によって十分に波長変換されずに発光装置を通過して抜け出てしまうことで、誘虫効果がかえって高くなる場合がある。また、4 7 0 n m を超える範囲に発光ピーク波長を有する発光素子を用いた発光装置は、発光素子から発せられる青色光が蛍光体によって十分に波長変換されずに抜け出てしまうことで、演色性が低下する場合がある。

【 0 0 1 7 】

10

20

30

40

50



本発明の一実施形態に係る発光装置は、発光装置から発せられる混色光の相関色温度が1500K以上11000K以下の範囲の黒体放射軌跡からの偏差である色偏差 $d_{uv}$ が0を超えて0.02以下の範囲であり、より好ましくは $d_{uv}$ が0.01以上0.02以下である。発光装置から発せられる混色光の黒体放射軌跡からの偏差であり、JIS Z 8725に準拠して測定される色偏差 $d_{uv}$ が0を超えて0.02の範囲であると、CIE 1931色度図上において、緑色成分から黄色成分乃至橙色成分が多くなる傾向があり、逆に青色成分と赤色成分が少なくなる傾向がある。一方、発光装置から発せられる混色光の色偏差 $d_{uv}$ が0以下であり、色偏差 $d_{uv}$ のマイナスの数値が大きくなるに従い、青色成分及び/又は赤色成分が多くなる傾向がある。本発明の一実施形態に係る発光装置は、発光装置から発せられる混色光の色偏差 $d_{uv}$ が0を超えて0.02以下の範囲であり、昆虫の分光視感効率曲線と重なる約300nmから400nmの短波長側の青色成分の光が少なくなり、昆虫の分光視感効率曲線と重なる約400nmから600nmの長波長側の赤色成分の光が少なくなるため、低誘虫効果を有する。

#### 【0018】

図2は、CIE 1931色度図の一部を示し、CIE 1931色度図上の黒体(Black body)放射軌跡( $d_{uv}0$ )と、各相関色温度における黒体放射軌跡からの色偏差 $d_{uv}-0.02$ 、 $d_{uv}-0.01$ 、 $d_{uv}0.01$ 、 $d_{uv}0.02$ の各軌跡を示す図である。図2において、黒体放射軌跡( $d_{uv}0$ )に交差する直線は、各相関色温度( $Tcp$ が2700K、3000K、4000K、5000K、6500K)における等色温度線である。発光装置から発せられる混色光の相関色温度が1500K以上11000K以下の範囲の黒体放射軌跡からの偏差であり、JIS Z 8725に準拠して測定される色偏差 $d_{uv}$ が0より小さい数値であると、混色光に含まれる青色成分及び/又は赤色成分が多くなる傾向があり、昆虫を引き寄せやすく、誘虫効果が高くなる。発光装置から発せられる混色光の色偏差が $d_{uv}$ が0の場合は、黒体放射軌跡からの偏差がなく、所定の相関色温度における黒体放射軌跡に近似する。発光装置から発せられる混色光の相関色温度が1500K以上11000K以下の範囲の前記色偏差 $d_{uv}$ が0.02を超えると、混色光中の緑色から黄色成分乃至橙色成分が多くなりすぎて、白色光のバランスが崩れ、演色性が低くなる場合がある。

#### 【0019】

本発明の一実施形態に係る発光装置は、発光装置から発せられる混色光の分光分布とヒトの標準分光視感効率の各相対強度の積をヒトの可視領域の波長範囲で積分した値を積分値aとし、前記混色光の分光分布と昆虫の分光視感効率の各相対強度の積を昆虫が正の走光性を示す波長範囲で積分した値を積分値bとし、前記積分値aに対する前記積分値bの比率( $b/a$ )により定義される誘虫性指数Iが、前記色偏差 $d_{uv}$ が0であるときの誘虫性指数 $I_0$ の50%以上99%以下である。色偏差 $d_{uv}$ が0である発光装置の誘虫性指数 $I_0$ が100%に対して、本発明の一実施形態に係る発光装置は、誘虫性指数Iが50%以上99%以下と小さく、昆虫を引き寄せ難く、低誘虫効果を有する。色偏差 $d_{uv}$ が0である発光装置の誘虫性指数 $I_0$ に対して、本発明の一実施形態に係る発光装置の誘虫性指数Iが99%を超えると、色偏差 $d_{uv}$ が0である発光装置と誘虫効果がほぼ同じとなり、低誘虫効果がなくなる。色偏差 $d_{uv}$ が0である発光装置の誘虫性指数 $I_0$ に対して、本発明の一実施形態に係る発光装置の誘虫性指数Iが50%未満であると、低誘虫効果は大きくなるが、発光装置から発せられる混色光の色バランスが崩れて演色性が低下する。色偏差 $d_{uv}$ が0である発光装置の誘虫性指数 $I_0$ に対する前記発光装置の誘虫性指数Iの比率(%)は、前記誘虫性指数Iを誘虫性指数 $I_0$ で除した値の100の積で表される( $I/I_0 \times 100$ (%))。本明細書において、色偏差 $d_{uv}$ が0である発光装置の誘虫性指数 $I_0$ が100%に対する前記発光装置の誘虫性指数Iを、相対誘虫性指数( $I/I_0$ )(%)と記載する場合もある。

#### 【0020】

ヒトの可視領域の波長範囲は、380nm以上780nm以下である。昆虫が正の走光性を示す波長範囲は、昆虫の種類によって異なり、250nm以上580nm以下の波長

10

20

30

40

50

範囲（Bickford）と、250 nm以上615 nm以下の波長範囲（Bertholf）の2つの波長範囲が知られている。発光装置から発せられる混色光の分光分布とヒトの標準分光視感効率の各相対強度の積をヒトの可視領域の波長範囲で積分した値である積分値 a は、下記式（a - 1）で表すことができる。

【0021】

【数1】

$$a = \int_{380}^{780} P(\lambda) V(\lambda) d\lambda \quad (a-1)$$

10

【0022】

前記式（a - 1）中、a は積分値であり、P（ ）は発光装置から発せられる混色光の波長に対する分光分布強度であり、V（ ）はヒトの波長に対する標準分光視感効率である。

【0023】

発光装置から発せられる混色光の分光分布と昆虫の分光視感効率の各相対強度の積を昆虫が正の走光性を示す波長範囲で積分した値である積分値 b は、昆虫の種によって正の走光性を示す波長範囲が異なるため、下記式（b - 1）又は下記式（b - 2）で表すことができる。

20

【0024】

【数2】

$$b = \int_{250}^{580} P(\lambda) S(\lambda) d\lambda \quad (b-1)$$

【0025】

【数3】

$$b = \int_{250}^{615} P(\lambda) S(\lambda) d\lambda \quad (b-2)$$

30

【0026】

前記式（b - 1）又は前記式（b - 2）中、b は積分値であり、P（ ）は発光装置から発せられる混色光の波長に対する分光分布強度であり、S（ ）は昆虫の波長に対する分光視感効率である。

【0027】

本発明の一実施形態に係る発光装置から発せられる混色光の誘虫性指数は、下記式（1）又は（2）により算出される。

40

【0028】

【数4】

$$I = \frac{\int_{250}^{580} P(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} P(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (1)$$

50

【 0 0 2 9 】

【 数 5 】

$$I = \frac{\int_{250}^{615} P(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} P(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (2)$$

【 0 0 3 0 】

10

前記式 ( 1 ) 又は ( 2 ) 中、 $I$  は発光装置から発せられる混色光の誘虫性指数であり、 $P ( \quad )$  は発光装置から発せられる混色光の波長に対する分光分布強度であり、 $S ( \quad )$  は昆虫の波長に対する分光視感効率であり、 $V ( \quad )$  はヒトの波長に対する標準分光視感効率である。

【 0 0 3 1 】

色偏差  $d_{uv}$  が 0 であるときの発光装置の誘虫性指数  $I_0$  は、色偏差  $d_{uv}$  が 0 である発光装置から発せられる混色光の波長に対する分光分布とヒトの標準分光視感効率の各相対強度の積をヒトの可視領域の波長範囲で積分した値を積分値  $a_0$  とし、前記混色光の分光分布と昆虫の分光視感効率の各相対強度の積を昆虫が正の走光性を示す波長範囲で積分した値を積分値  $b_0$  とし、前記積分値  $a_0$  に対する前記積分値  $b_0$  の比率 (  $b_0 / a_0$  ) である。具体的には、前記式 ( a - 1 )、( b - 1 )、( b - 2 )、( 1 ) 及び ( 2 ) において、色偏差  $d_{uv}$  が 0 である発光装置から発せられる混色光の波長に対する分光分布強度  $P_0 ( \quad )$  から算出することができる。具体的には、色偏差  $d_{uv}$  が 0 であるときの発光装置の誘虫性指数  $I_0$  は、下記式 ( 3 ) 又は ( 4 ) により算出される。

20

【 0 0 3 2 】

【 数 6 】

$$I_0 = \frac{\int_{250}^{580} P_0(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} P_0(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (3)$$

30

【 0 0 3 3 】

【 数 7 】

$$I_0 = \frac{\int_{250}^{615} P_0(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} P_0(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (4)$$

40

【 0 0 3 4 】

前記式 ( 3 ) 又は ( 4 ) 中、 $I_0$  は色偏差  $d_{uv}$  が 0 である発光装置から発せられる混色光の誘虫性指数であり、 $P_0 ( \quad )$  は色偏差  $d_{uv}$  が 0 である発光装置から発せられる混色光の波長に対する分光分布強度であり、 $S ( \quad )$  は昆虫の波長に対する分光視感効率であり、 $V ( \quad )$  はヒトの波長に対する標準分光視感効率である。

【 0 0 3 5 】

本発明の一実施形態に係る発光装置は、その平均演色評価数  $R_a$  が 6 0 以上であることが好ましい。前記発光装置の平均演色評価数  $R_a$  は、より好ましくは 6 1 以上、さらに好

50

ましくは62以上である。前記発光装置の平均演色評価数Raは、JIS Z 8726に準拠して測定することができる。発光装置の平均演色評価数Raの値が100に近づくほど、基準光源に近似した演色性となる。昆虫を引き寄せる誘虫効果を低くするために昆虫の分光視感効率と重なる波長範囲の色成分の光を抑制すると、白色光の色バランスが崩れて平均演色評価数Raの数値は下がる傾向がある。標準光源に近い平均演色評価数Raを得ようとする、昆虫の分光視感効率曲線と重なる波長範囲の色成分の光を十分に抑制することができず、発光装置の昆虫を引き寄せる効果(誘虫効果)を小さくすることができない。CIEの1986年に公表された指針によれば、蛍光ランプが具備すべき平均演色評価数は、一般作業を行う工場では60以上80未満とされている。低誘虫効果を有し、人間の視環境において十分な演色性を有するためには、発光装置の平均演色評価数Raは、80未満であってもよく、78以下であってもよい。

10

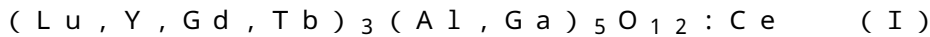
#### 【0036】

本発明の一実施形態に係る発光装置の蛍光部材に含まれる蛍光体は、第一蛍光体を含むことが好ましい。第一蛍光体は、前記発光素子からの光により励起されて530nm以上580nm以下の範囲に少なくとも一つの発光ピーク波長を有する。前記第一蛍光体は、(1a)Ceで賦活される希土類アルミン酸塩蛍光体、(1b)Ceで賦活される希土類シリコンナイトライド系蛍光体、(1c)Ceで賦活されるスカンジウム塩蛍光体、(1d)Ceで賦活されるスカンジウムケイ酸塩蛍光体、(1e)Euで賦活されるアルカリ土類金属アルミン酸塩蛍光体、及び(1f)Ca、Mg及びClを組成に含み、Euで賦活されるケイ酸塩蛍光体からなる群から選択される少なくとも一種の蛍光体を含むことが好ましい。

20

#### 【0037】

前記(1a)Ceで賦活される希土類アルミン酸塩蛍光体は、下記式(I)で表される組成を含む蛍光体が挙げられる。

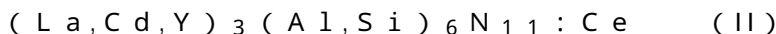


前記(1a)Ceで賦活される希土類アルミン酸塩蛍光体は、例えば、 $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ 、 $(Y_{0.8}Gd_{0.2})_3Al_5O_{12}:Ce$ 、 $Y_3(Al_{0.8}Ga_{0.2})_5O_{12}:Ce$ 、 $(Y, Gd)_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce$ 、 $Tb_3Al_5O_{12}:Ce$ 、及び $Lu_3Al_5O_{12}:Ce$ で表される組成を含む蛍光体も挙げられる。本明細書において、蛍光体の組成を表す式中、カンマ(,)で区切られて記載されている複数の元素は、これら複数の元素のうち少なくとも一種の元素を組成中に含むことを意味する。組成式中のカンマ(,)で区切られて記載されている複数の元素は、組成中にカンマで区切られた複数の元素から選ばれる少なくとも一種の元素を含み、前記複数の元素から二種以上を組み合わせ含んでもよい。また、本明細書において、蛍光体の組成を表す式中、コロン(:)の前は母体結晶を表し、コロン(:)の後は賦活元素を表す。

30

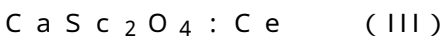
#### 【0038】

前記(1b)Ceで賦活される希土類シリコンナイトライド系蛍光体は、下記式(II)で表される組成を含む蛍光体が挙げられる。



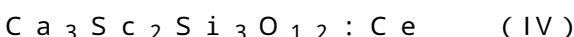
#### 【0039】

前記(1c)Ceで賦活されるスカンジウム酸塩蛍光体は、下記式(III)で表される組成を含む蛍光体が挙げられる。



#### 【0040】

前記(1d)Ceで賦活されるスカンジウムケイ酸塩蛍光体は、下記式(IV)で表される組成を含む蛍光体が挙げられる。



#### 【0041】

前記(1e)Euで賦活されるアルカリ土類金属アルミン酸塩蛍光体は、下記式(V)で表される組成を含む蛍光体が挙げられる。

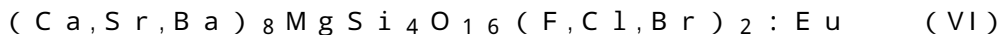
50



前記(1e)Euで賦活されるアルカリ土類金属アルミン酸塩蛍光体は、 $SrAl_2O_4$  : R、 $Sr_4Al_{14}O_{25}$  : R、 $CaAl_2O_4$  : R、 $BaMg_2Al_{16}O_{27}$  : R、 $BaMg_2Al_{16}O_{12}$  : R、及び $BaMgAl_{10}O_{17}$  : R (Rは、Eu、Mn、EuとMn、のいずれか1種以上である。)で表される組成を含む蛍光体も挙げられる。

【0042】

前記(1f)Ca、Mg及びClを組成に含み、Euで賦活されるケイ酸塩蛍光体は、下記式(VI)で表される組成を含む蛍光体が挙げられる。

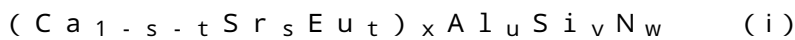


【0043】

本発明の一実施形態に係る発光装置の蛍光部材に含まれる蛍光体は、さらに第二蛍光体を含むことが好ましい。第二蛍光体は、前記発光素子からの光により励起されて600nm以上670nm以下の範囲に少なくとも一つの発光ピーク波長を有する。前記第二蛍光体は、(2a)Sr及びCaから選ばれる少なくとも一種の元素とAlを組成に含み、Euで賦活されるシリコンナイトライド系蛍光体、(2b)Euで賦活されるアルカリ土類金属シリコンナイトライド系蛍光体、(2c)K、Li、Na、Rb、Cs及び $NH_4^+$ からなる群から選ばれる少なくとも一種と、第4族元素及び第14族元素からなる群から選択される少なくとも一種の元素を組成に含み、Mnで賦活されるフッ化物蛍光体、及び(2d)Mnで賦活されるフルオロジーマネート蛍光体からなる群から選択される少なくとも一種の蛍光体を含むことが好ましい。

【0044】

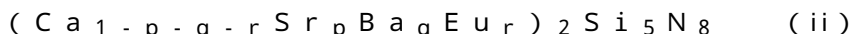
前記(2a)Sr及びCaから選ばれる少なくとも一種の元素とAlを組成に含み、Euで賦活されるシリコンナイトライド系蛍光体は、下記式(i)で表される組成を含む蛍光体が挙げられる。



(式(I)中、s、t、u、v、w及びxは、それぞれ $0 \leq s \leq 1.0$ 、 $0 < t < 1.0$ 、 $0 < s + t < 1.0$ 、 $0.8 \leq x \leq 1.0$ 、 $0.8 \leq u \leq 1.2$ 、 $0.8 \leq v \leq 1.2$ 、 $1.9 \leq u + v \leq 2.1$ 、 $2.5 \leq w \leq 3.5$ を満たす数である。)式(i)で表される組成を含む蛍光体を、 $CaAlSiN_3$  : Eu蛍光体又は $(Sr, Ca)AlSiN_3$  : Eu蛍光体と表す場合もある。前記式(i)中、変数tは、前記式(i)で表される組成における賦活元素Euのモル比である。変数tは、好ましくは $0.0001 \leq t \leq 0.2$ 、より好ましくは $0.001 \leq t \leq 0.1$ 、さらに好ましくは $0.0002 \leq t \leq 0.05$ である。前記式(i)中、変数sは、前記式(i)で表される組成におけるSrのモル比である。変数sは、好ましくは $0 \leq s \leq 0.98$ 、より好ましくは $0 \leq s \leq 0.95$ 、さらに好ましくは $0 \leq s \leq 0.9$ である。

【0045】

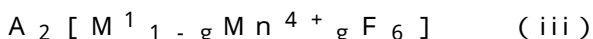
前記(2b)Euで賦活されるアルカリ土類金属シリコンナイトライド系蛍光体は、下記式(ii)で表される組成を含む蛍光体が挙げられる。



式(ii)中、p、q及びrは、 $0 \leq p \leq 1.0$ 、 $0 \leq q \leq 1.0$ 、 $0 < r < 1.0$ 及び $p + q + r \leq 1.0$ を満たす数である。

【0046】

前記(2c)K、Li、Na、Rb、Cs及び $NH_4^+$ からなる群から選ばれる少なくとも一種と、第4族元素及び第14族元素からなる群から選択される少なくとも一種の元素を組成に含み、Mnで賦活されるフッ化物蛍光体は、下記式(iii)で表される組成を含む蛍光体が挙げられる。



式(iii)中、Aは、K、Li、Na、Rb、Cs及び $NH_4^+$ からなる群から選択される少なくとも1種であり、 $M^{1+}$ は、第4族元素及び第14族元素からなる群から選ばれる少なくとも1種の元素であり、gは $0 < g < 0.2$ を満たす数である。

10

20

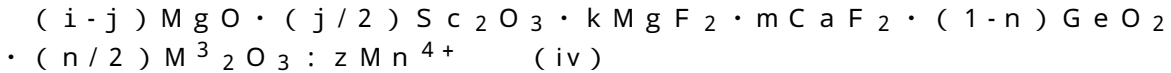
30

40

50

## 【0047】

前記(2d)Mnで賦活されるフルオロジーマネート蛍光体は、下記式(iv)で表される組成を含む蛍光体が挙げられる。



式(iv)中、 $M^{3+}$ はAl、Ga及Inからなる群から選択される少なくとも1種であり、i、j、k、m、n及びzはそれぞれ、 $2 \leq i \leq 4$ 、 $0 \leq j < 0.5$ 、 $0 < k < 1.5$ 、 $0 \leq m < 1.5$ 、 $0 < n < 0.5$ 、及び $0 < z < 0.05$ を満たす数である。

## 【0048】

本発明の一実施形態に係る発光装置の蛍光部材に含まれる蛍光体は、前記第一蛍光体と前記第二蛍光体を含むことが好ましく、前記第一蛍光体が、(1a)Ceで賦活される希土類アルミン酸塩蛍光体を含み、前記第二蛍光体が、(2a)Sr及びCeから選ばれる少なくとも一種の元素とAlを組成に含み、Euで賦活されるシリコンナイトライド系蛍光体を含むことが好ましい。前記蛍光体が、前記希土類アルミン酸塩蛍光体を含む第一蛍光体と、前記シリコンナイトライド系蛍光体を含む第二蛍光体を含むことによって、本発明の一実施形態に係る発光装置は、昆虫の分光視感効率曲線と重なる波長範囲の色成分の強度を抑制して、ヒトの標準分光視感効率と重なる波長範囲の色成分の強度を高くした分光分布が得られように、発光装置から発せられる混色光を調製することができる。前記第一蛍光体が前記希土類アルミン酸塩蛍光体を含み、前記第二蛍光体が前記シリコンナイトライド系蛍光体を含むことによって、前記色偏差 $d_{uv}$ が0を超えて0.02の範囲であり、色偏差 $d_{uv}$ が0であるときの誘虫性指数 $I_0$ が100%に対して、誘虫性指数Iが50%以上99%以下となる混色光を発する発光装置を得ることができる。

## 【0049】

本発明の一実施形態に係る発光装置の蛍光部材に含まれる蛍光体が、(1a)Ceで賦活される希土類アルミン酸塩蛍光体を含む第一蛍光体と、(2a)Sr及びCeから選ばれる少なくとも一種の元素とAlを組成に含み、Euで賦活されるシリコンナイトライド系蛍光体を含む第二蛍光体を含む場合、第一蛍光体に対する第二蛍光体の質量比率(第二蛍光体/第一蛍光体)は、0.005以上0.27以下の範囲であることが好ましく、より好ましくは0.01以上0.25以下の範囲であり、さらに好ましくは0.01以上0.20以下の範囲であり、よりさらに好ましくは0.01以上0.18以下の範囲であり、特に好ましくは0.01以上0.15以下の範囲である。前記蛍光体が前記希土類アルミン酸塩蛍光体を含む第一蛍光体と、前記シリコンナイトライド系蛍光体を含む第二蛍光体を含む場合、前記第一蛍光体と前記第二蛍光体の質量比が前記範囲内であると、発光素子の発光ピーク波長や目的とする混色光の相関色温度によっても異なるが、前記誘虫性指数 $I_0$ に対する誘虫性指数Iが50%以上99%以下であり、低誘虫効果が大きく、人間の視環境において十分な演色性を有する混色光を発する発光装置を得ることができる。

## 【0050】

本発明の一実施形態に係る発光装置に用いられる蛍光部材は、蛍光体70及び封止材料を含むものであることが好ましい。封止材料は、熱可塑性樹脂及び熱硬化性樹脂から選ばれる樹脂を用いることができる。製造のし易さを考慮すると、封止材料として用いられる樹脂は、例えば、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂が挙げられる。蛍光部材は、赤色蛍光体及び封止材料の他に、フィラー、光安定剤、着色剤等のその他の成分を含んでもよい。フィラーとしては、例えばシリカ、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム等を挙げることができる。蛍光部材中の、蛍光体及び封止材料以外のその他の成分の含有量は、目的とする発光装置の大きさ、目的とする混色光の相関色温度、混色光の色偏差 $d_{uv}$ 、混色光の色調によって異なり、目的とする相関色温度、色偏差 $d_{uv}$ 、色調に基づいて、好適範囲に設定することができる。例えば、蛍光部材中の蛍光体及び封止材料以外のその他の成分の含有量は、封止材料100質量部に対して、0.01質量部以上20質量部以下とすることができる。

## 【実施例】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 1 】

以下、本発明を実施例により具体的に説明する。本発明は、これらの実施例に限定されるものではない。

## 【 0 0 5 2 】

## 実施例 1

発光装置 1 0 0 は、発光ピーク波長が 4 5 0 n m である窒化物半導体を発光素子 1 0 として用いた。

蛍光部材 5 0 を構成する封止材料としてシリコン樹脂を用いた。第一蛍光体 7 1 は、前記発光素子 1 0 からの光により励起されて 5 3 3 n m に発光ピーク波長を有し、 $Y_3Al_5O_{12}:Ce$  で表される組成を有する希土類アルミン酸塩蛍光体を用いた。第二蛍光体 7 2 は、前記発光素子 1 0 からの光により励起されて 6 1 0 n m に発光ピーク波長を有し、 $(Sr,Ca)AlSiN_3:Eu$  で表される組成を有するシリコンナイトライド系蛍光体を用いた。発光素子 1 0 からの光と、第一蛍光体 7 1 及び第二蛍光体 7 2 を含む蛍光体 7 0 の光による混色光の相関色温度が 2 7 0 0 K 付近、J I S Z 8 7 2 5 に準拠して測定される色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 1 になるように第一蛍光体 7 1 及び第二蛍光体 7 2 を配合した。各実施例及び比較例において、C I E 1 9 3 1 色度図上の黒体放射軌跡からの偏差である  $d_{uv}$  は、J I S Z 8 7 2 5 に準拠して測定される値である。実施例 1 から 2 及び比較例 1 から 3 の第一蛍光体に対する第二蛍光体の質量比率（第二蛍光体 / 第一蛍光体）を表 1 に示す。第一蛍光体 7 1 及び第二蛍光体 7 2 を含む蛍光体 7 0 をシリコン樹脂に添加し、混合分散した後、脱泡して蛍光部材を構成する蛍光部材用組成物を得た。この蛍光部材用組成物を成形体 4 0 の凹部の発光素子 1 0 上に注入して、前記凹部に充填し、さらに 1 5 0 で 3 時間加熱し、蛍光部材用組成物を硬化させ、蛍光部材 5 0 を形成し、図 1 に示されるような発光装置 1 0 0 を製造した。

## 【 0 0 5 3 】

## 実施例 2

混色光の色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 2 になるように第一蛍光体 7 1 及び第二蛍光体 7 2 を配合したこと以外は実施例 1 と同様にして、発光装置を製造した。

## 【 0 0 5 4 】

## 比較例 1

混色光の色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 0 になるように第一蛍光体 7 1 及び第二蛍光体 7 2 を配合したこと以外は実施例 1 と同様にして、発光装置を製造した。

## 【 0 0 5 5 】

## 比較例 2

混色光の色偏差  $d_{uv}$  が - 0 . 0 1 になるように第一蛍光体 7 1 及び第二蛍光体 7 2 を配合したこと以外は実施例 1 と同様にして、発光装置を製造した。

## 【 0 0 5 6 】

## 比較例 3

混色光の色偏差  $d_{uv}$  が - 0 . 0 2 になるように第一蛍光体 7 1 及び第二蛍光体 7 2 を配合したこと以外は実施例 1 と同様にして、発光装置を製造した。

## 【 0 0 5 7 】

## 実施例 3

発光ピーク波長が 4 5 0 n m である窒化物半導体を発光素子 1 0 として用いた。第一蛍光体 7 1 は、前記発光素子 1 0 からの光により励起されて 5 5 5 n m に発光ピーク波長を有する希土類アルミン酸塩蛍光体を用いた。第二蛍光体 7 2 は、前記発光素子 1 0 からの光により励起されて 6 1 0 n m に発光ピーク波長を有し、 $(Sr,Ca)AlSiN_3:Eu$  で表される組成を有するシリコンナイトライド系蛍光体を用いた。前記第一蛍光体及び前記第二蛍光体を用い、第一蛍光体に対する第二蛍光体の質量比率（第二蛍光体 / 第一蛍光体）を変えたこと以外は、実施例 1 と同様にして、発光装置を製造した。実施例 3 から 6 並びに比較例 1 及び 4 の第一蛍光体に対する第二蛍光体の質量比率（第二蛍光体 / 第一蛍光体）を表 2 に示す。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 8 】

## 実施例 4

第二蛍光体 7 2 として、前記発光素子 1 0 からの光により励起されて 6 1 5 n m に発光ピーク波長を有するシリコンナイトライド系蛍光体を用い、第一蛍光体に対する第二蛍光体の質量比率（第二蛍光体 / 第一蛍光体）を変えたこと以外は、実施例 3 と同様に、発光装置を製造した。

## 【 0 0 5 9 】

## 実施例 5

第二蛍光体 7 2 として、前記発光素子 1 0 からの光により励起されて 6 2 0 n m に発光ピーク波長を有するシリコンナイトライド系蛍光体を用い、第一蛍光体に対する第二蛍光体の質量比率（第二蛍光体 / 第一蛍光体）を変えたこと以外は、実施例 3 と同様に、発光装置を製造した。

## 【 0 0 6 0 】

## 実施例 6

第二蛍光体 7 2 として、前記発光素子 1 0 からの光により励起されて 6 2 5 n m に発光ピーク波長を有するシリコンナイトライド系蛍光体を用い、第一蛍光体に対する第二蛍光体の質量比率（第二蛍光体 / 第一蛍光体）を変えたこと以外は、実施例 3 と同様に、発光装置を製造した。

## 【 0 0 6 1 】

## 比較例 4

第一蛍光体 7 1 として、前記発光素子 1 0 からの光により励起されて 5 2 3 n m に発光ピーク波長を有し、 $(Ca, Sr, Ba)_8MgSi_4O_{16}(F, Cl, Br)_2:Eu$  で表される組成を有するケイ酸塩蛍光体を用い、第二蛍光体 7 2 として、前記発光素子 1 0 からの光により励起されて 6 2 0 n m に発光ピーク波長を有するシリコンナイトライド系蛍光体を用い、第一蛍光体に対する第二蛍光体の質量比率（第二蛍光体 / 第一蛍光体）を変えたこと以外は、実施例 3 と同様に、発光装置を製造した。

## 【 0 0 6 2 】

## 比較例 5

発光装置 1 0 0 は、発光ピーク波長が 4 2 0 n m である窒化物半導体を発光素子 1 0 として用い、第一蛍光体に対する第二蛍光体の質量比率（第二蛍光体 / 第一蛍光体）を変えたこと以外は、実施例 1 と同様に、発光装置を製造した。実施例 1 とともに、比較例 1、5 及び 6 の第一蛍光体に対する第二蛍光体の質量比率（第二蛍光体 / 第一蛍光体）を表 3 に示す。

## 【 0 0 6 3 】

## 比較例 6

発光装置 1 0 0 は、発光ピーク波長が 4 9 0 n m である窒化物半導体を発光素子 1 0 として用い、第一蛍光体に対する第二蛍光体の質量比率（第二蛍光体 / 第一蛍光体）を変えたこと以外は、実施例 1 と同様に、発光装置を製造した。

## 【 0 0 6 4 】

## 実施例 7 及び比較例 7

混色光の相関色温度が 2 0 0 0 K 付近であり、実施例 7 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 1 になり、比較例 7 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 0 になるように、第一蛍光体 7 1 及び第二蛍光体 7 2 を配合したこと以外は実施例 1 と同様に、発光装置を製造した。実施例 7 から 1 5 及び比較例 7 から 1 3 の第一蛍光体に対する第二蛍光体の質量比率（第二蛍光体 / 第一蛍光体）を表 4 に示す。

## 【 0 0 6 5 】

## 実施例 8 から 9 及び比較例 8

混色光の相関色温度が 3 0 0 0 K 付近であり、実施例 8 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 1 になり、実施例 9 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 2 になり、比較例 8 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 0 になるように、第一蛍光体 7 1 及び第二蛍光体 7 2 を配合したこと以外は実施例 1 と同様に

10

20

30

40

50



、発光装置を製造した。

【 0 0 6 6 】

実施例 1 0 から 1 1 及び比較例 9

混色光の相関色温度が 4 0 0 0 K 付近であり、実施例 1 0 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 1 になり、実施例 1 1 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 2 になり、比較例 9 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 0 になるように、第一蛍光体 7 1 及び第二蛍光体 7 2 を配合したこと以外は実施例 1 と同様にして、発光装置を製造した。

【 0 0 6 7 】

実施例 1 2 から 1 3 及び比較例 1 0

混色光の相関色温度が 5 0 0 0 K 付近であり、実施例 1 2 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 1 になり、実施例 1 3 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 2 になり、比較例 1 0 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 0 になるように、第一蛍光体 7 1 及び第二蛍光体 7 2 を配合したこと以外は実施例 1 と同様にして、発光装置を製造した。

【 0 0 6 8 】

実施例 1 4 から 1 5 及び比較例 1 1 から 1 3

混色光の相関色温度が 6 5 0 0 K 付近であり、実施例 1 4 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 1 になり、実施例 1 5 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 2 になり、比較例 1 1 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 0 になり、比較例 1 2 は色偏差  $d_{uv}$  が - 0 . 0 1 になり、比較例 1 3 は色偏差  $d_{uv}$  が - 0 . 0 2 になるように、第一蛍光体 7 1 及び第二蛍光体 7 2 を配合したこと以外は実施例 1 と同様にして、発光装置を製造した。

【 0 0 6 9 】

実施例 1 6 から 1 7 及び比較例 1 4

発光ピーク波長が 4 5 0 nm である窒化物半導体を発光素子 1 0 として用いた。第一蛍光体 7 1 は、前記発光素子 1 0 からの光により励起されて 5 2 2 nm に発光ピーク波長を有する希土類アルミン酸塩蛍光体を用いた。第二蛍光体 7 2 は、前記発光素子 1 0 からの光により励起されて 6 1 0 nm に発光ピーク波長を有し、 $(Sr, Ca)AlSiN_3 : Eu$  で表される組成を有するシリコンナイトライド系蛍光体を用いた。混色光の相関色温度が 8 3 0 0 K 付近であり、実施例 1 6 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 1 になり、実施例 1 7 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 2 になり、比較例 1 4 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 0 になるように、前記第一蛍光体及び前記第二蛍光体を配合したこと以外は、実施例 1 と同様にして、発光装置を製造した。

【 0 0 7 0 】

実施例 1 8 から 1 9 及び比較例 1 5

混色光の相関色温度が 1 0 0 0 0 K 付近であり、実施例 1 8 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 1 になり、実施例 1 9 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 2 になり、比較例 1 5 は色偏差  $d_{uv}$  が 0 . 0 0 になるように、前記第一蛍光体及び前記第二蛍光体を配合したこと以外は、実施例 1 6 と同様にして、発光装置を製造した。

【 0 0 7 1 】

発光スペクトル（分光分布）、相対発光強度（5 5 5 nm）（％）

各実施例及び各比較例の発光装置から発せられる混色光の発光スペクトル（分光分布）を分光蛍光光度計（製品名：F - 4 5 0 0、日立ハイテクノロジー株式会社製）用いて測定した。得られた結果を図 3 から図 1 2 に示す。明所視においてヒトが最も明るく感じる 5 5 5 nm の波長の発光強度を測定し、色偏差が  $d_{uv}$  が 0 である目標とする各相関温度を有する比較例の発光装置の 5 5 5 nm における発光強度を 1 0 0 % として、目標とする各相関色温度を有する他の実施例及び比較例の発光装置の 5 5 5 nm における発光強度を、各実施例及び比較例の相対発光強度（5 5 5 nm）（％）とした。各実施例及び比較例の発光装置は、発光素子の順方向電圧（V<sub>f</sub>）は 2 . 8 8（V）であった。結果を表 1 から表 4 に示す。また、各実施例及び各比較例の発光装置の発光スペクトル（分光分布）を図 3 から図 1 2 に示す。図 3 から図 1 2 は、各実施例及び各比較例の発光装置の発光スペクトル（分光分布）とともに、昆虫の分光視感効率曲線（Bickford）と、ヒトの標準分

10

20

30

40

50

光視感効率曲線（明所視）も記載した。

【 0 0 7 2 】

相対誘虫性指数（ $I / I_0$ ）（％）

得られた各実施例及び比較例の発光装置から発せられる混色光の発光スペクトル（分光分布）から誘虫性指数  $I$  を下記式（１）により算出した。

【 0 0 7 3 】

【数 8】

$$I = \frac{\int_{250}^{580} P(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} P(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (1) \quad 10$$

【 0 0 7 4 】

前記式（１）中、 $I$  は各実施例及び比較例の発光装置から発せられる混色光の誘虫性指数であり、 $P(\quad)$  は発光装置から発せられる混色光の波長に対する分光分布強度であり、 $S(\quad)$  は昆虫の波長に対する分光視感効率であり、 $V(\quad)$  はヒトの波長に対する標準分光視感効率である。

【 0 0 7 5 】

20

色偏差  $d_{uv}$  が 0 であるときの発光装置の誘虫性指数  $I_0$  を、下記式（３）により算出した。

【 0 0 7 6 】

【数 9】

$$I_0 = \frac{\int_{250}^{580} P_0(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} P_0(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (3) \quad 30$$

【 0 0 7 7 】

前記式（３）中、 $I_0$  は色偏差  $d_{uv}$  が 0 である発光装置から発せられる混色光の誘虫性指数であり、 $P_0(\quad)$  は前記発光装置から発せられる混色光の波長に対する分光分布強度であり、 $S(\quad)$  は昆虫の波長に対する分光視感効率であり、 $V(\quad)$  はヒトの波長に対する標準分光視感効率である。

目標とする各相関色温度を有する色偏差  $d_{uv}$  が 0 である発光装置から発せられる光の誘虫性指数  $I_0$  に対する目標とする各相関色温度を有する実施例及び比較例の発光装置から発せられる光の誘虫性指数  $I$  の比率（ $I / I_0 \times 100$ （％））を相対誘虫性指数（ $I / I_0$ ）（％）として表した。結果を表 1 から表 4 に示す。

40

【 0 0 7 8 】

色度（ $x$ 、 $y$ ）、相関色温度、平均演色評価数  $R_a$

各実施例及び比較例の発光装置について、マルチチャンネル分光器と積分球を組み合わせた光計測システムで、発光色の色度座標（色度  $x$ 、 $y$ ）、 $JIS\ Z8725$  に準拠して相関色温度（ $T_{cp}$ ； $K$ ）、 $JIS\ Z8726$  に準拠して平均演色評価数  $R_a$  を測定した。結果を表 1 から表 4 に示す。

【 0 0 7 9 】

【表 1】

	発光素子 発光ピーク 波長 (nm)	相関 色温度 (Tcp) (K)		色偏差 $d_{uv}$	質量比率 (第二蛍光体/ 第一蛍光体)	相対 誘虫性 指数 ( $I/I_0$ ) (%)	相対 発光 強度 555nm (%)	色度		平均 演色 評価数 Ra
		目標値	実測値					x	y	
実施例1	450	2700	2719	0.01	0.14	78	110	0.478	0.446	68
実施例2			2736	0.02	0.08	62	119	0.493	0.477	63
比較例1			2705	0.00	0.20	100	100	0.456	0.405	70
比較例2			2710	-0.01	0.25	115	94	0.443	0.381	71
比較例3			2703	-0.02	0.33	134	87	0.428	0.354	72

10

## 【0080】

表1に示すように、相関色温度が2700K付近であり、色偏差 $d_{uv}$ が0を超えて0.02の範囲である実施例1及び2の発光装置は、相関色温度が2700K付近であり、色偏差 $d_{uv}$ が0である比較例1の発光装置に比べて、相対誘虫性指数( $I/I_0$ )が低く、低誘虫効果が大きかった。また、実施例1及び2の発光装置は、平均演色評価数Raが60以上であり、人間が一般作業を行う視環境における十分な演色性を維持していた。実施例1及び2の発光装置は、明所視においてヒトが最も明るく感じる555nmにおける相対発光強度が、色偏差 $d_{uv}$ が0以下である比較例1から3の発光装置に比べて高くなった。一方、色偏差 $d_{uv}$ が0以下の比較例1から3の発光装置は、相対誘虫性指数( $I/I_0$ )が100%以上であり、実施例1及び2の発光装置と比べて低誘虫効果が小さかった。また、555nmにおける相対発光強度も低下した。

20

## 【0081】

図3に示すように、実施例1及び2の発光装置は、昆虫の分光視感効率曲線(Bickford)と重なる430nm以上470nm以下の波長範囲における発光強度が、色偏差 $d_{uv}$ が0以下である比較例1から3の発光装置の発光強度に比べて低くなっており、低誘虫効果が大きいことが確認できた。また、図3に示すように、実施例1及び2の発光装置は、ヒトの標準分光視感効率曲線(明所視)と重なる500nm以上600nm以下の波長範囲における発光強度が、色偏差 $d_{uv}$ が0以下である比較例1から3の発光装置の発光強度よりも高くなっており、人間が明るさを感じる波長範囲の発光強度が高くなった。

30

## 【0082】

【表 2】

	発光素子 発光ピーク 波長 (nm)	相関 色温度 (Tcp) (K)		色偏差 $d_{uv}$	質量比率 (第二蛍光体/ 第一蛍光体)	相対 誘虫性 指数 ( $I/I_0$ ) (%)	相対 発光 強度 555nm (%)	色度		平均 演色 評価数 Ra
		目標値	実測値					x	y	
比較例1	450	2700	2705	0.00	0.20	100	100	0.456	0.405	70
実施例3			2709	0.01	0.11	69	122	0.478	0.445	64
実施例4			2651	0.01	0.08	68	117	0.483	0.444	67
実施例5			2680	0.01	0.06	72	116	0.479	0.442	68
実施例6			2679	0.01	0.04	71	115	0.480	0.444	69
比較例4			2597	0.01	0.20	95	69	0.485	0.440	89

40

## 【0083】

表2に示すように、相関色温度が2700K付近であり、色偏差 $d_{uv}$ が0.01である実施例3から6の発光装置は、いずれも比較例1の発光装置に比べて、相対誘虫性指数( $I/I_0$ )が低く、低誘虫効果が大きかった。また、実施例3から6の発光装置は、平均演色評価数Raが60以上であり、人間が一般作業を行う視環境における十分な演色性

50

を維持していた。実施例 3 から 6 の発光装置は、明所視においてヒトが最も明るく感じる 555 nm における相対発光強度も、比較例 1 の発光装置に比べて高くなった。一方、相関色温度が 2700 K 付近であり、色偏差  $d_{uv}$  が 0.01 である比較例 4 の発光装置は、555 nm における相対発光強度が低下した。

#### 【0084】

図 4 に示すように、実施例 3 から 6 の発光装置は、昆虫の分光視感効率曲線 (Bickford) と重なる 430 nm 以上 500 nm 以下の波長範囲における発光強度が、比較例 4 の発光装置の発光強度に比べて低くなっており、低誘虫効果が大きいことが確認できた。また、図 4 に示すように、実施例 3 から 6 の発光装置は、ヒトの標準分光視感効率曲線 (明所視) と重なる 530 nm 以上 600 nm 以下の波長範囲における発光強度が、比較例 4 の発光装置の発光強度よりも高くなっており、人間が明るさを感じる波長範囲の発光強度が高くなった。

#### 【0085】

#### 【表 3】

	発光素子 発光ピーク 波長 (nm)	相関 色温度 (Tcp) (K)		色偏差 $d_{uv}$	質量比率 (第二蛍光体/ 第一蛍光体)	相対 誘虫性 指数 ( $I/I_0$ ) (%)	相対 発光 強度 555nm (%)	色度		平均 演色 評価数 Ra
		目標値	実測値					x	y	
比較例 1	450	2700	2705	0.00	0.20	100	100	0.456	0.405	70
実施例 1	450		2719	0.01	0.14	78	110	0.478	0.446	68
比較例 5	420		2700	0.01	0.09	125	98	0.480	0.443	67
比較例 6	490		2660	0.01	0.14	133	32	0.480	0.442	71

#### 【0086】

表 3 に示すように、比較例 5 の発光装置は、発光ピーク波長が比較例 1 よりも短波長側にシフトした発光素子 10 を用いている。比較例 6 の発光装置は、発光ピーク波長が比較例 1 よりも長波長側にシフトした発光素子 10 を用いている。比較例 5 及び 6 の発光装置は、相対誘虫性指数 ( $I/I_0$ ) が比較例 1 の発光装置より高く、低誘虫効果が小さくなった。また、比較例 5 及び 6 の発光装置は、明所視においてヒトが最も明るく感じる 555 nm における相対発光強度も、比較例 1 の発光装置に比べて低くなった。

#### 【0087】

図 5 に示すように、比較例 5 の発光装置は、昆虫の分光視感効率曲線 (Bickford) と重なる 400 nm 以上 450 nm 以下の波長範囲の発光強度が高くなっており、低誘虫効果を有していない。図 5 に示すように、比較例 6 の発光装置は、昆虫の分光視感効率曲線 (Bickford) と重なる 470 nm 以上 550 nm 以下の波長範囲の発光強度が高くなっており、低誘虫効果が小さくなった。

#### 【0088】

10

20

30

40

50

【表 4】

	発光素子 発光ピーク 波長 (nm)	相関 色温度 (Tcp) (K)		色偏差 $d_{uv}$	質量比率 (第二蛍光体/ 第一蛍光体)	相対 誘虫性 指数 ( $I/I_0$ ) (%)	相対 発光 強度 555nm (%)	色度		平均 演色 評価数 Ra
		目標値	実測値					x	y	
実施例7	450	2000	1992	0.01	0.18	71	99	0.546	0.438	60
比較例7			1995	0.00	0.38	100	100	0.527	0.413	61
実施例8	450	3000	3069	0.01	0.11	84	111	0.447	0.435	70
実施例9			3042	0.02	0.08	68	118	0.466	0.470	67
比較例8			3034	0.00	0.16	100	100	0.432	0.398	72
実施例10	450	4000	4062	0.01	0.07	95	106	0.385	0.402	73
実施例11			3999	0.02	0.06	84	115	0.396	0.433	70
比較例9			4015	0.00	0.10	100	100	0.382	0.384	75
実施例12	450	5000	5053	0.01	0.05	96	108	0.346	0.376	73
実施例13			5003	0.02	0.04	89	116	0.349	0.398	70
比較例10			4964	0.00	0.07	100	100	0.346	0.354	77
実施例14	450	6500	6687	0.01	0.04	98	105	0.308	0.338	75
実施例15			6675	0.02	0.01	95	112	0.305	0.356	71
比較例11			6679	0.00	0.05	100	100	0.310	0.327	78
比較例12			6720	-0.01	0.09	105	90	0.313	0.305	83
比較例13			6678	-0.02	0.13	108	83	0.316	0.290	85
実施例16	450	8300	8370	0.01	0.03	99	107	0.287	0.315	80
実施例17			8364	0.02	0.02	97	114	0.282	0.330	75
比較例14			8355	0.00	0.05	100	100	0.292	0.302	84
実施例18	450	10000	10088	0.01	0.03	99	108	0.274	0.300	79
実施例19			9990	0.02	0.02	98	115	0.268	0.313	74
比較例15			9983	0.00	0.04	100	100	0.281	0.288	84

## 【0089】

表4に示すように、相関色温度が2000K付近、3000K付近、4000K付近、5000K付近、6500K付近、8300K付近、10000K付近であり、色偏差 $d_{uv}$ が0を超えて0.02の範囲である実施例7から19の発光装置は、相関色温度が前記各温度であり、色偏差 $d_{uv}$ が0以下である比較例7から15の発光装置に比べて、相対誘虫性指数( $I/I_0$ )が低く、低誘虫効果が大きかった。また、実施例7から19の発光装置は、いずれも平均演色評価数Raが60以上であり、人間が一般作業を行う視環境における十分な演色性を維持していた。実施例7の発光装置は、明所視においてヒトが最も明るく感じる555nmにおける相対発光強度が、比較例7の発光装置とほぼ変わらなかった。実施例8から19の発光装置は、明所視においてヒトが最も明るく感じる555nmにおける相対発光強度も、各相関色温度の比較例8から15の発光装置に比べて高くなった。

## 【0090】

図6に示すように、相関色温度が2000K付近であり、色偏差 $d_{uv}$ が0.01である実施例7の発光装置は、昆虫の分光視感効率曲線(Bickford)と重なる430nm以上470nm以下の波長範囲における発光強度が、比較例7の発光装置の発光強度に比べて低くなっており、低誘虫効果が大きいことが確認できた。図6に示すように、比較例7の発光装置は、昆虫の分光視感効率曲線(Bickford)と重なる430nm以上470nm以下の波長範囲に発光ピーク波長を有し、低誘虫効果が小さかった。

## 【0091】

図7に示すように、相関色温度が3000K付近であり、色偏差 $d_{uv}$ が0を超えて0.02の範囲である実施例8及び9の発光装置は、昆虫の分光視感効率曲線(Bickford)と重なる430nm以上470nm以下の波長範囲における発光強度が、比較例8の発光装置の発光強度に比べて低くなっており、低誘虫効果が大きいことが確認できた。また、

図 7 に示すように、実施例 8 及び 9 の発光装置は、ヒトの標準分光視感効率曲線（明所視）と重なる 500 nm 以上 600 nm 以下の波長範囲における発光強度が、比較例 8 の発光装置の発光強度よりも高くなっており、人間が明るさを感じる波長範囲の発光強度が高くなった。

【0092】

図 8 に示すように、相関色温度が 4000 K 付近であり、色偏差  $d_{uv}$  が 0 を超えて 0.02 の範囲である実施例 10 及び 11 の発光装置は、昆虫の分光視感効率曲線（Bickford）と重なる 430 nm 以上 470 nm 以下の波長範囲における発光強度が、比較例 9 の発光装置の発光強度に比べて低くなっており、低誘虫効果が大きいことが確認できた。また、図 8 に示すように、実施例 10 及び 11 の発光装置は、ヒトの標準分光視感効率曲線（明所視）と重なる 500 nm 以上 600 nm 以下の波長範囲における発光強度が、比較例 9 の発光装置の発光強度よりも高くなっており、人間が明るさを感じる波長範囲の発光強度が高くなった。

10

【0093】

図 9 に示すように、相関色温度が 5000 K 付近であり、色偏差  $d_{uv}$  が 0 を超えて 0.02 の範囲である実施例 12 及び 13 の発光装置は、昆虫の分光視感効率曲線（Bickford）と重なる 430 nm 以上 470 nm 以下の波長範囲における発光強度が、比較例 10 の発光装置の発光強度に比べて低くなっており、低誘虫効果が大きいことが確認できた。また、図 9 に示すように、実施例 12 及び 13 の発光装置は、ヒトの標準分光視感効率曲線（明所視）と重なる 500 nm 以上 600 nm 以下の波長範囲における発光強度が、比較例 10 の発光装置の発光強度よりも高くなっており、人間が明るさを感じる波長範囲の発光強度が高くなった。

20

【0094】

図 10 に示すように、相関色温度が 6500 K 付近であり、色偏差  $d_{uv}$  が 0 を超えて 0.02 の範囲である実施例 14 及び 15 の発光装置は、昆虫の分光視感効率曲線（Bickford）と重なる 430 nm 以上 470 nm 以下の波長範囲における発光強度が、比較例 11 から 13 の発光装置の発光強度に比べてやや低くなっており、低誘虫効果を有していた。また、図 10 に示すように、実施例 14 及び 15 の発光装置は、ヒトの標準分光視感効率曲線（明所視）と重なる 500 nm 以上 600 nm 以下の波長範囲における発光強度が、比較例 11 から 13 の発光装置の発光強度よりも高くなっており、人間が明るさを感じる波長範囲の発光強度が高くなった。

30

【0095】

図 11 に示すように、相関色温度が 8300 K 付近であり、色偏差  $d_{uv}$  が 0 を超えて 0.02 の範囲である実施例 16 及び 17 の発光装置は、昆虫の分光視感効率曲線（Bickford）と重なる 430 nm 以上 470 nm 以下の波長範囲における発光強度が、比較例 14 の発光装置の発光強度に比べてやや低くなっており、低誘虫効果を有していた。また、図 11 に示すように、実施例 16 及び 17 の発光装置は、ヒトの標準分光視感効率曲線（明所視）と重なる 500 nm 以上 600 nm 以下の波長範囲における発光強度が、比較例 14 の発光装置の発光強度よりも高くなっており、人間が明るさを感じる波長範囲の発光強度が高くなった。

40

【0096】

図 12 に示すように、相関色温度が 10000 K 付近であり、色偏差  $d_{uv}$  が 0 を超えて 0.02 の範囲である実施例 18 及び 19 の発光装置は、昆虫の分光視感効率曲線（Bickford）と重なる 430 nm 以上 470 nm 以下の波長範囲における発光強度が、比較例 15 の発光装置の発光強度に比べてやや低くなっており、低誘虫効果を有していた。また、図 12 に示すように、実施例 18 及び 19 の発光装置は、ヒトの標準分光視感効率曲線（明所視）と重なる 500 nm 以上 600 nm 以下の波長範囲における発光強度が、比較例 15 の発光装置の発光強度よりも高くなっており、人間が明るさを感じる波長範囲の発光強度が高くなった。

【産業上の利用可能性】

50

【 0 0 9 7 】

本発明の一実施形態の発光装置は、低誘虫効果が求められる街路灯、港湾やトンネルなどの屋外に設置する照明器具、及びオフィス、一般家庭、商業施設、工場などの屋内に設置する照明器具として利用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 8 】

1 0 : 発光素子、 4 0 : 成形体、 5 0 : 蛍光部材、 7 1 : 第一蛍光体、 7 2 : 第二蛍光体、 1 0 0 : 発光装置。

10

20

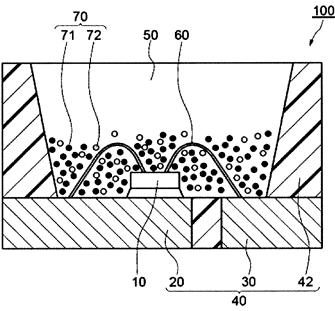
30

40

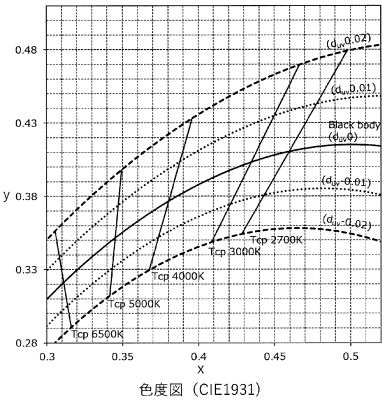
50

【図面】

【図 1】

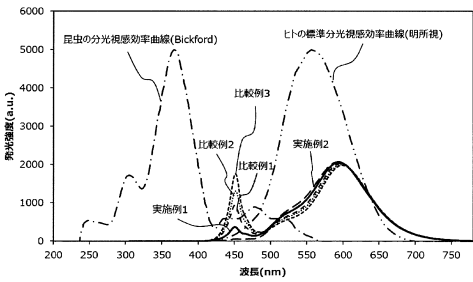


【図 2】

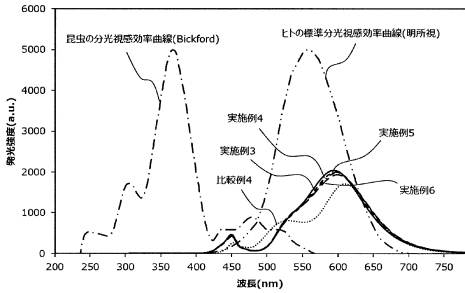


10

【図 3】

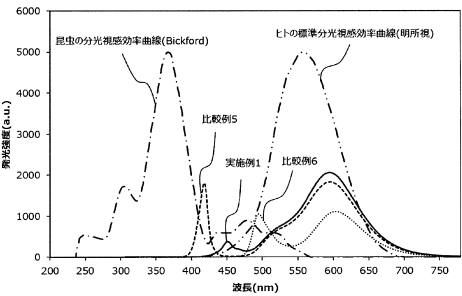


【図 4】

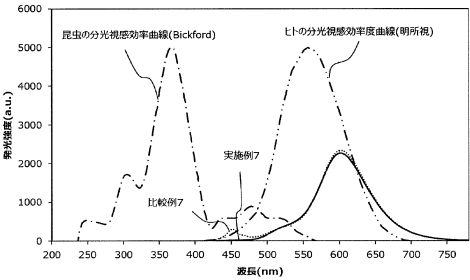


20

【図 5】



【図 6】



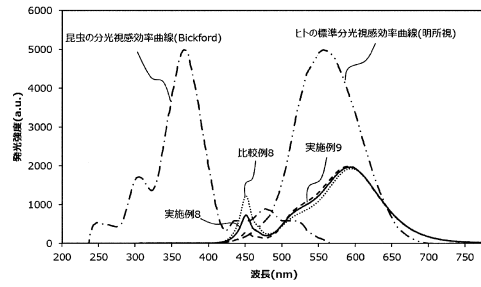
30

40

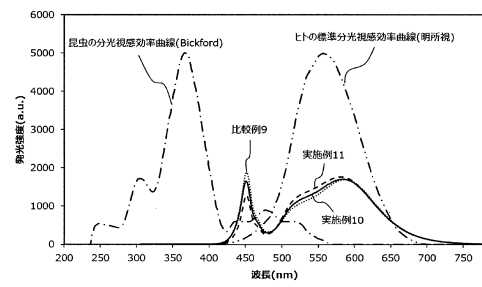
50



【図 7】

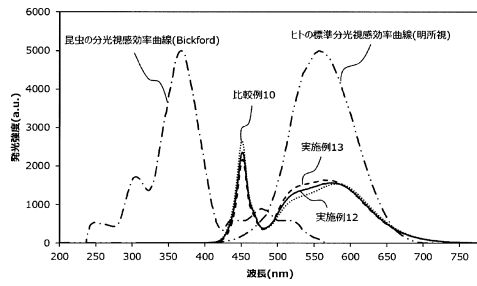


【図 8】

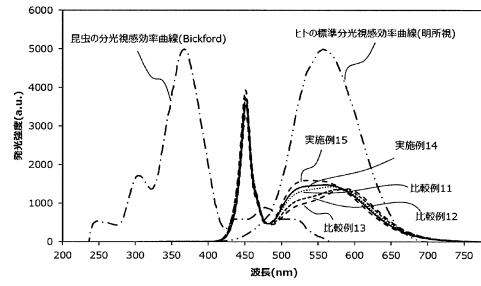


10

【図 9】

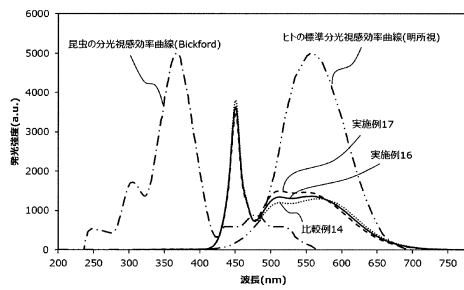


【図 10】

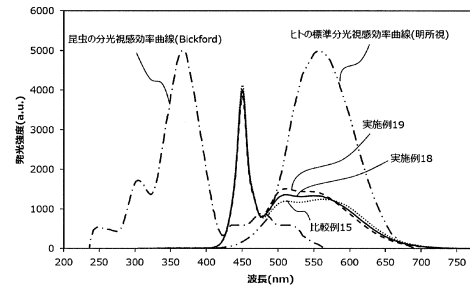


20

【図 11】



【図 12】



30

40

50

## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 2 4 6 4 6 2 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 1 2 / 0 1 4 7 0 2 ( W O , A 1 )  
国際公開第 2 0 1 4 / 0 3 4 2 2 8 ( W O , A 1 )  
特開 2 0 1 3 - 2 3 9 2 4 0 ( J P , A )  
特開 2 0 1 2 - 1 2 4 3 5 6 ( J P , A )  
特開 2 0 1 6 - 0 6 3 0 0 1 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 1 7 / 0 7 1 9 5 4 ( W O , A 1 )  
中国特許出願公開第 1 0 3 1 9 9 1 8 0 ( C N , A )  
特開 2 0 1 1 - 0 7 2 3 8 8 ( J P , A )  
特開 2 0 1 7 - 0 4 1 6 2 9 ( J P , A )

- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
H 0 1 L 3 3 / 0 0 - 3 3 / 6 4  
A 0 1 M 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0  
F 2 1 K 9 / 0 0 - 9 / 9 0  
F 2 1 S 2 / 0 0 - 4 5 / 7 0