



(10) **DE 10 2015 119 532 B4** 2023.10.19

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 119 532.1**
(22) Anmeldetag: **12.11.2015**
(43) Offenlegungstag: **19.05.2016**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **19.10.2023**

(51) Int Cl.: **H01L 25/075** (2006.01)
H01L 33/50 (2010.01)
F21V 9/40 (2018.01)
H01L 25/13 (2006.01)
F21K 9/64 (2016.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

| | | |
|--------------------|-------------------|-----------|
| 2014-231192 | 14.11.2014 | JP |
| 2014-231938 | 14.11.2014 | JP |

(73) Patentinhaber:

**Panasonic Intellectual Property Management Co.,
Ltd., Osaka, JP**

(74) Vertreter:

**BOEHMERT & BOEHMERT Anwaltspartnerschaft
mbB - Patentanwälte Rechtsanwälte, 28209
Bremen, DE**

(72) Erfinder:

**Tsukitani, Ayako, Kadoma-shi, Osaka-fu, JP;
Takei, Naoko, Kadoma-shi, Osaka, JP; Himeno,
Tohru, Kadoma-shi, Osaka, JP**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

| | | |
|-----------|------------------------|-----------|
| DE | 10 2007 043 355 | A1 |
| DE | 11 2015 002 289 | T5 |
| JP | 2013- 239 240 | A |
| JP | 2013- 239 241 | A |
| JP | 2008- 91 232 | A |
| JP | 2013- 127 853 | A |

(54) Bezeichnung: **Beleuchtungsbaugruppe**

(57) Hauptanspruch: Beleuchtungsbaugruppe (1), die Folgendes umfasst:

eine Beleuchtungslichtquelleneinheit (2), die konfiguriert ist zum Emittieren von weißem Licht mit einer korrelierten Farbtemperatur von 4000 K oder weniger, einer Farbabweichung von ± 20 oder weniger, einem S/P-Verhältnis von 1,5 oder darüber als Verhältnis der skotopischen Luminanz zur photopischen Luminanz und einem mittleren Farbwiedergabeindex von 60 oder darüber, wobei die Beleuchtungslichtquelleneinheit Folgendes enthält:

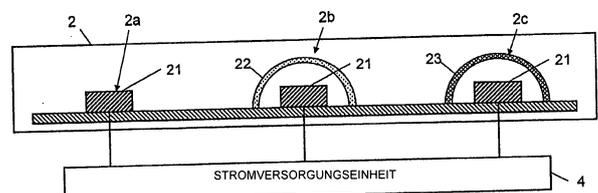
eine erste Lichtquelle (2a) mit einer ersten blauen Lichtquelle (21), die blaues Licht emittiert,

eine zweite Lichtquelle (2b) mit einer zweiten blauen Lichtquelle (21), die blaues Licht emittiert, und einem ersten Leuchtstoff (22), der durch das von der zweiten blauen Lichtquelle emittierte Licht angeregt wird und Licht mit einer vorbestimmten Wellenlänge emittiert; und

eine dritte Lichtquelle (2c) mit einer dritten blauen Lichtquelle (21), die blaues Licht emittiert, und einem zweiten Leuchtstoff (23), der durch das von der dritten blauen Lichtquelle emittierte Licht angeregt wird und Licht mit einer Wellenlänge emittiert, die von der Wellenlänge des von dem ersten Leuchtstoff emittierten Lichts verschieden ist,

wobei eine Spitzenwellenlänge des von dem ersten Leuchtstoff emittierten Lichts kleiner als eine Spitzenwellenlänge des von dem zweiten Leuchtstoff emittierten Lichts ist,

wobei eine Spitzenintensität des von dem ersten Leuchtstoff emittierten Lichts das 0,5-Fache der des von dem zweiten Leuchtstoff emittierten Lichts übersteigt und unter dem 1,1-Fachen der des von dem zweiten Leuchtstoff emittierten Lichts liegt.



Beschreibung

ERFINDUNGSGBIET

[0001] Die Offenbarung betrifft eine Beleuchtungsbaugruppe, die als eine Straßenlampe verwendet wird.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Herkömmlicherweise ist eine allgemeine Beleuchtungsbaugruppe so ausgelegt, dass sie die photopische Luminanz in einer Umgebung mit hellem Licht vergrößert (photopisches Sehen). Die vergrößerte photopische Luminanz gestattet, dass Zapfenzellen, die sich in einer Netzhaut eines menschlichen Auges befinden und die Funktion besitzen, Helligkeit unter photopischem Sehen wahrzunehmen, aktiv auf Licht reagieren, so dass ein Mensch Helligkeit ausreichend wahrnehmen kann.

[0003] Beim Nachtsehen jedoch, dem sogenannten mesopischen Sehen wie etwa einem Fußgängerweg oder einer Straße bei Nacht, sind zusätzlich zu den Zapfenzellen, die eine spektrale Hellempfindlichkeit bei einer Spitzenwellenlänge von 555 nm besitzen, auch Stäbchenzellen, die eine spektrale Hellempfindlichkeit bei einer Spitzenwellenlänge von 507 nm besitzen, verantwortlich. Falls nur die photopische Luminanz vergrößert wird und die Stäbchenzellen nicht ausreichend reagieren, nimmt der Mensch deshalb die Helligkeit möglicherweise nicht ausreichend wahr. Die Änderung bei der spektralen Hellempfindlichkeit ist als die Purkinje-Verschiebung bekannt.

[0004] In dieser Hinsicht ist eine Beleuchtungsbaugruppe bekannt, die mehrere Lichtquellen enthält, damit sowohl Zapfenzellen als auch Stäbchenzellen beim mesopischen Sehen zuständig sind (siehe zum Beispiel JP 2008- 91 232 A). Bei dieser Beleuchtungsbaugruppe besitzt mindestens eine der Lichtquellen einen Spitzenwert in einem Wellenlängenbereich von 450 nm bis 550 nm einschließlich 507 nm, was die Spitzenwellenlänge der spektralen Hellempfindlichkeit der beim mesopischen Sehen reagierenden Stäbchenzellen ist.

[0005] Weiterhin ist eine Beleuchtungsbaugruppe bekannt, die eine erste Lichtemissionseinheit enthält zum Emittieren von Licht mit einer relativ niedrigen korrelierten Farbtemperatur und eine zweite Lichtemissionseinheit zum Emittieren von Licht mit einem relativ hohen S/P-Verhältnis als Verhältnis der skotopischen Luminanz zur photopischen Luminanz (siehe zum Beispiel JP 2013- 239 241 A). Bei dieser Beleuchtungsbaugruppe emittiert die erste Lichtemissionseinheit Licht zu einem höheren Gebiet in einer vertikalen Richtung als einem Gebiet, zu dem Licht durch die zweite Lichtemissionseinheit emittiert

wird. Dementsprechend kann Licht mit einer niedrigen Farbtemperatur zu Pflanzen wie etwa Straßenbäumen oder dergleichen emittiert werden und eine szenische Beleuchtung kann realisiert werden.

[0006] Die aus JP 2008- 91 232 A bekannte Beleuchtungsbaugruppe gestattet einem Menschen, Helligkeit bei mesopischem Sehen wahrzunehmen durch Verstärken relativ kurzwelliger Komponenten von sichtbaren Strahlen bei der Spektralverteilung der Lichtquelle, während das Perkinje-Phänomen berücksichtigt wird. Wenn jedoch kurzwellige Komponenten verstärkt werden, wird die korrelierte Farbtemperatur erhöht. Wenn Straßenbäume unter Verwendung dieser Beleuchtungsbaugruppe beleuchtet werden, als Beispiel, sehen deshalb grüne Blätter bläulich aus, so dass keine warme und ruhige Atmosphäre erzielt werden kann. Insbesondere kann in dem Fall des einfachen Verstärkens der kurzwelligen Komponenten die Farbwiedergabe abnehmen.

[0007] Bei Verwendung der aus JP 2013- 239 241 A offenbarten Beleuchtungsbaugruppe sind zum Realisieren der szenischen Beleuchtung die Untersuchung über die Installation und die Lichtverteilung der Beleuchtungsbaugruppen erforderlich, um zwei Gebiete mit Straßenbäumen und einer Straße richtig zu beleuchten. Weiterhin wird die szenische Beleuchtung möglicherweise aufgrund der Abstrahlung von Licht mit hoher Farbtemperatur beispielsweise zu Pflanzen auf der Straße nicht realisiert.

[0008] JP 2013-239240 A beschreibt eine Beleuchtungsapparatur. Ein blaues LED-Element ist so strukturiert, dass es eine Halbwertsbreite von weniger als 50 nm mit einer ersten Spitzenwellenlänge in einem Bereich von 440 nm bis 480 nm aufweist. Ein Leuchtstoff wird so strukturiert, dass er eine zweite Peak-Wellenlänge in einem blau-grünen Wellenlängenband mit einer Länge von mehr als 505 nm und einer Halbwertsbreite von weniger als 50 nm und eine dritte Peak-Wellenlänge in einem mandarinenfarbenen Wellenlängenband in einem Bereich von 610 nm bis 650 nm mit einer Halbwertsbreite in einem Bereich von 80 nm bis 200 nm aufweist. Der Leuchtstoff ist so strukturiert, dass die Lichtemissionsintensität der zweiten Peak-Wellenlänge kleiner als das 6-fache der ersten Peak-Wellenlänge und kleiner als das 3-fache der dritten Peak-Wellenlänge ist. Ferner ist der Leuchtstoff so strukturiert, dass die Lichtemissionsintensität der dritten Peak-Wellenlänge kleiner als das Dreifache der ersten Peak-Wellenlänge ist.

[0009] DE 11 2015 002 289 T5 beschreibt eine Beleuchtungseinrichtung, umfassend: wenigstens einen primären Festkörper-Lichtemitter, der angeordnet ist, um primäre Festkörper-Lichtemitter-Emissionen auszusenden, die eine dominante Wellenlänge in einem Bereich von 430 nm bis 480 nm

umfassen; einen Luminophor, der angeordnet ist, um von wenigstens einem Teil von Emissionen des wenigstens einen primären Festkörper-Lichtemitters angeregt zu werden und diesen zu empfangen, und um Luminophor-Emissionen auszusenden, die eine dominante Wellenlänge in einem Bereich von ungefähr 535 nm bis ungefähr 585 nm umfassen; wenigstens einen zusätzlichen Festkörper-Lichtemitter, der angeordnet ist, um zusätzliche Festkörper-Lichtemitter-Emissionen zu erzeugen, die eine dominante Wellenlänge in einem Bereich von 590 nm bis 630 nm umfassen; und wobei eine Kombination von (A) Licht, das die Beleuchtungseinrichtung verlässt und von dem wenigstens einen primären Festkörper-Lichtemitter emittiert wurde, (B) Licht, das die Beleuchtungseinrichtung verlässt und von dem Luminophor emittiert wurde, und (C) Licht, das die Beleuchtungseinrichtung verlässt und von dem wenigstens einen zusätzlichen Festkörper-Lichtemitter emittiert wurde, bei Abwesenheit von irgendwelchem zusätzlichem Licht, ein Lichtgemisch mit einem Farbpunkt definiert auf einem CIE 1976 u'-v' Chromatizitätsdiagramm durch einen korrelierten Farbtemperaturwert in einem Bereich von 2500 K bis 10.000 K und durch einen Plank'schen Offset Delta u'v' Wert in einem Bereich von nicht größer als negativ 0,01 erzeugen würde; und wobei bei der Beleuchtungseinrichtung irgendein elektrisch aktivierter Festkörper-Lichtemitter fehlt, der angeordnet ist, um Emissionen (i) mit einer dominanten Wellenlänge in einem Bereich von 430 nm bis 480 nm und (ii) die Beleuchtungseinrichtung ohne Durchgang durch eine Schicht oder einen Bereich, die/der ein luminophorisches Material umfasst, verlassend zu erzeugen.

[0010] DE 10 2007 043 355 A1 beschreibt ein LED-Modul. Das LED-Modul besteht wahlweise aus mindestens keiner, einer oder mehreren LEDs der Gruppe B und/oder der Gruppe G und/oder der Gruppe R und mindestens einer oder mehreren LEDs aus der Gruppe P, dadurch gekennzeichnet, dass die Konzentration der Phosphore/Phosphormischungen der LEDs der Gruppe P so gewählt ist, dass deren photometrische Effizienz (lm/W) in Abhängigkeit von der CIE x-Koordinate im Maximum oder nahe dem Maximum liegt.

[0011] JP 2013-127853 A beschreibt ein Beleuchtungsteil. Das Beleuchtungsteil hat eine Spitzenwellenlänge von 420 bis 460 nm in einem Wellenlängenbereich von blau-violett bis blau und eine Spitzenwellenlänge von 510 bis 530 nm in einem Wellenlängenbereich von grün. Die Lichtemissionsintensität in einem Bereich von 460 bis 510 nm ist geringer als die Lichtemissionsintensität in mindestens den beiden vorgenannten Wellenlängenbereichen. Das Beleuchtungsteil ist also in der Lage, weißes Licht zu emittieren, das: 2,1 oder mehr eines S/P-Verhältnisses, das ein Verhältnis von Helligkeit

bei skotopischem Sehen zu Helligkeit bei photopischem Sehen ist; 0,7 oder weniger eines Grades einer Wirkung auf einen lebenden Körper, der eine Wirkung der Unterdrückung der Melatoninsekretion pro Helligkeitseinheit zeigt; und Farbabweichung, Duv, innerhalb von ± 20 .

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0012] Angesichts des oben Gesagten stellt die vorliegende Erfindung eine Beleuchtungsbaugruppe bereit, die hohe Sichtbarkeit bei mesopischem Sehen besitzt und eine szenische Beleuchtung mit einer warmen und ruhigen Atmosphäre realisieren kann.

[0013] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Beleuchtungsbaugruppe nach Anspruch 1. Die Ansprüche 2 bis 6 beschreiben besonders vorteilhafte Realisierungen der Beleuchtungsbaugruppe nach Anspruch 1.

[0014] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung wird eine Beleuchtungsbaugruppe bereitgestellt, die Folgendes enthält: eine Beleuchtungslichtquelleneinheit, die konfiguriert ist zum Emittieren von weißem Licht mit einer korrelierten Farbtemperatur von 4000 K oder weniger, einer Farbabweichung Duv von ± 20 oder weniger, einem S/P-Verhältnis von 1,5 oder darüber als Verhältnis der skotopischen Luminanz zur photopischen Luminanz und einem mittleren Farbwiedergabeindex Ra von 60 oder darüber.

[0015] Bei einer derartigen Konfiguration kann eine warme oder ruhige Atmosphäre durch Abstrahlen des Lichts mit einer niedrigen Farbtemperatur einer korrelierten Farbtemperatur von 4000 K oder weniger erhalten werden. Zudem kann die mesopische Sichtbarkeit durch Einstellen des S/P-Verhältnisses auf 1,5 oder darüber verbessert werden.

[0016] Gemäß einem Beispiel zur Erläuterung von Teilaspekten der Erfindung wird eine Beleuchtungsbaugruppe bereitgestellt, die Folgendes enthält: eine Beleuchtungslichtquelleneinheit, die konfiguriert ist zum Emittieren von weißem Licht mit einer korrelierten Farbtemperatur über 4000 K und unter 7000 K, einer Farbabweichung Duv von ± 18 oder weniger und einem S/P-Verhältnis von 1,9 oder darüber als einem Verhältnis der skotopischen Luminanz zur photopischen Luminanz.

[0017] Mit einer derartigen Konfiguration kann eine warme oder ruhige Atmosphäre durch Abstrahlen des Lichts mit einer korrelierten Farbtemperatur von 4000 K oder weniger. Zudem kann die mesopische Sichtbarkeit durch Einstellen des S/P-Verhältnisses auf 1,9 oder darüber verbessert werden erhalten werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0018] Die Figuren stellen eine oder mehrere Implementierungen gemäß der vorliegenden Lehre lediglich beispielhaft dar. In den Figuren beziehen sich gleiche Bezugszahlen auf die gleichen oder ähnliche Elemente. Nicht jede der folgenden Figuren zeigt jedes Merkmal der vorliegenden Erfindung, die durch die unabhängigen Ansprüche definiert wird.

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm einer Beleuchtungsbaugruppe gemäß einer ersten Ausführungsform.

Fig. 2 ist eine Perspektivansicht einer Beleuchtungsvorrichtung unter Verwendung der Beleuchtungsbaugruppe gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 3 ist eine Seitenquerschnittsansicht, die eine Konfiguration einer Lichtquelleneinheit zeigt, die für die Beleuchtungsbaugruppe gemäß der ersten Ausführungsform verwendet wird.

Fig. 4 zeigt die Beziehung zwischen einem S/P-Verhältnis und einem Sichtbarkeitsverbesserungseffekt in der Beleuchtungsbaugruppe gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 5 zeigt eine Beziehung des S/P-Verhältnisses und dergleichen dazwischen, wenn verschiedene Bedingungen für die Beleuchtungsbaugruppe gemäß der ersten Ausführungsform erfüllt sind und wenn sie nicht erfüllt sind.

Fig. 6 ist eine Seitenquerschnittsansicht, die eine Konfiguration einer Lichtquelleneinheit zeigt, die für eine Beleuchtungsbaugruppe gemäß einem zweiten Beispiel verwendet wird.

Fig. 7 zeigt eine Beziehung eines S/P-Verhältnisses und dergleichen dazwischen, wenn verschiedene Bedingungen für die Beleuchtungsbaugruppe gemäß dem zweiten Beispiel erfüllt sind und wenn sie nicht erfüllt sind.

Fig. 8 ist eine Seitenquerschnittsansicht, die eine Konfiguration einer Lichtquelleneinheit zeigt, die für eine Beleuchtungsbaugruppe gemäß einem dritten Beispiel verwendet wird.

Fig. 9 zeigt die Beziehung zwischen einem S/P-Verhältnis und einem Sichtbarkeitsverbesserungseffekt in der Beleuchtungsbaugruppe gemäß dem dritten Beispiel.

Fig. 10 zeigt eine Beziehung eines S/P-Verhältnisses und dergleichen dazwischen, wenn verschiedene Bedingungen für die Beleuchtungsbaugruppe gemäß dem dritten Beispiel erfüllt sind und wenn sie nicht erfüllt sind.

Fig. 11 ist eine Seitenquerschnittsansicht, die eine Konfiguration einer Lichtquelleneinheit

zeigt, die für eine Beleuchtungsbaugruppe gemäß einem vierten Beispiel verwendet wird.

Fig. 12 zeigt eine Beziehung eines S/P-Verhältnisses und dergleichen dazwischen, wenn verschiedene Bedingungen für die Beleuchtungsbaugruppe gemäß dem vierten Beispiel erfüllt sind und wenn sie nicht erfüllt sind.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

(Erste Ausführungsform)

[0019] Eine Beleuchtungsbaugruppe gemäß einer ersten Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** bis **Fig. 4** beschrieben. Wie in **Fig. 1** gezeigt, enthält eine Beleuchtungsbaugruppe 1 der vorliegenden Ausführungsform eine Lichtquelleneinheit 2 (Beleuchtungslichtquelleneinheit) und eine Steuereinheit 3, die konfiguriert ist zum Steuern einer Ausgabe der Lichtquelleneinheit 2, so dass das Beleuchtungslicht eine voreingestellte Lichtfarbe besitzt. Die Lichtquelleneinheit 2 besitzt mehrere feste lichtemittierende Elemente mit unterschiedlichen Emissionsspektren (im Folgenden als „LED“ bezeichnet). Bei dem dargestellten Beispiel sind drei Arten von Lichtquellen 2a bis 2c in einer Beleuchtungsvorrichtung 10 installiert, um als die Lichtquelleneinheit 2 zu dienen. Die Beleuchtungsbaugruppe 1 enthält eine Stromversorgungseinheit 4 zum Liefern vorbestimmter elektrischer Leistung an jede der Lichtquellen 2a bis 2c. Die Stromversorgungseinheit 4 kann getrennt sein, wie dargestellt, oder kann in eine beliebige der Steuereinheit 3 und der Beleuchtungsvorrichtung 10 eingebaut sein.

[0020] Wie in **Fig. 2** gezeigt, wird die Beleuchtungsvorrichtung 10 zum Beispiel als eine Straßenlampe verwendet, die an einen Strommast angebracht ist, der an einer Straße im Freien oder dergleichen angeordnet ist. Die Beleuchtungsvorrichtung 10 enthält einen Hauptkörper 11 zum Stützen eines Vorrichtungshauptkörpers und Aufnehmen der Lichtquelleneinheit 2 und eine Abdeckung 12 zum Streuen und Emittieren von von den Lichtquellen 2a bis 2c der Lichtquelleneinheit 2 emittiertem Licht. Weiterhin enthält die Beleuchtungsvorrichtung 10 eine Fixiereinheit 13 zum Fixieren des Hauptkörpers 11 an dem Strommast (nicht gezeigt). Eine Stromversorgungsleitung, der elektrische Leistung von einer kommerziellen Stromversorgung geliefert wird, erstreckt sich in der Fixiereinheit 13.

[0021] Wie in **Fig. 3** gezeigt, enthält die Lichtquelleneinheit 2 eine blaue Lichtquelle 2a zum Emittieren von blauem Licht, eine grüne Lichtquelle 2b zum Emittieren von Licht mit einem Wellenlängenbereich von ungefähr blaugrünem Licht und eine rote Lichtquelle 2c zum Emittieren von Licht mit einem Wellenlängenbereich von ungefähr rotem oder orangefarbenem Licht. Die blaue Lichtquelle 2a besitzt eine

LED 21, die elektrisch mit der Stromversorgungseinheit 4 verbunden und konfiguriert ist zum Emittieren von blauem Licht. Die grüne Lichtquelle 2b besitzt eine LED 21, die konfiguriert ist zum Emittieren von blauem Licht, und einen ersten Leuchtstoff 22, der durch das von der LED 21 emittierte Licht angeregt wird und Licht mit einer vorbestimmten Wellenlänge emittiert. Die rote Lichtquelle 2c besitzt eine LED 21, die konfiguriert ist zum Emittieren von blauem Licht, und einen zweiten Leuchtstoff 23, der durch das von der LED 21 emittierte Licht angeregt wird und Licht mit einer Wellenlänge emittiert, die von der des von dem ersten Leuchtstoff 22 emittierten Lichts verschieden ist.

[0022] Hinsichtlich des ersten Leuchtstoffs 22 wird bevorzugt, einen Leuchtstoff mit einer allgemeinen Formel zu verwenden, die durch $M_{1-a}Si_2O_{2-1/2}nX_nN_2:Eu_a$ ausgedrückt wird, wobei M mindestens ein Element ist ausgewählt unter Strontium (Sr), Barium (Ba) und Calcium (Ca); X ist mindestens ein Element ausgewählt unter Chlor (Cl) und Brom (Br); a genügt $0,005 \leq a \leq 0,15$; und n genügt $0,02 \leq n \leq 0,2$. Hinsichtlich des zweiten Leuchtstoffs 23 wird bevorzugt, einen aktiven Säure-Sulfurierungs-Lanthan-Leuchtstoff, mit Europium und Samarium dotiert und mit einer allgemeinen Formel ausgedrückt durch $(La_{1-x}Eu_xSm_y)_2O_2S$, wobei $0,01 \leq x \leq 0,15$ und $0,0001 \leq y \leq 0,03$, zu verwenden. Außerdem kann ein angemessener Leuchtstoff, der angeregt wird und Licht emittiert, während er den folgenden Bedingungen der Lichtquelleneinheit 2 genügt, verwendet werden, ohne auf die oben beschriebenen Leuchtstoffe beschränkt zu sein. Die wie oben beschrieben konfigurierte Lichtquelleneinheit 2 emittiert im Wesentlichen weißes Licht durch Einschalten der Lichtquellen 2a bis 2c mit von der Stromversorgungseinheit 4 gelieferter elektrischer Leistung und Mischen der Lichtfarben davon.

[0023] Die Lichtquelleneinheit 2 emittiert weißes Licht mit einer korrelierten Farbtemperatur von 4000 K oder weniger, einer Farbabweichung Duv von ± 20 oder weniger, einem S/P-Verhältnis von 1,5 oder darüber als Verhältnis der skotopischen Luminanz zur photopischen Luminanz und einem mittleren Farbwiedergabeindex Ra von 60 oder darüber.

[0024] Das S/P-Verhältnis (skotopisch zu photopisch) ist ein Leistungsindex der Sichtbarkeit bei mesopischem Sehen. Das S/P-Verhältnis kann mit der folgenden Gleichung (1) berechnet werden. Hier bedeutet Ladeschaltung die skotopische Luminanz; L_p bedeutet die photopische Luminanz; $S(\lambda)$ bedeutet die spektrale Strahlungsintensität der Lichtquelle (Beleuchtungseinheit); $V(\lambda)$ bedeutet die photopische spektrale Hellempfindlichkeitsfunktion; und $V'(\lambda)$ bedeutet die skotopische spektrale Hellempfindlichkeitsfunktion.

$$R_{SP} = \frac{K \int V(\lambda) \Phi_e(\lambda) d\lambda}{K' \int V'(\lambda) \Phi_e(\lambda) d\lambda} \quad \text{Gl. (1)}$$

$V(X)$: standardmäßige photopische spektrale Hellempfindlichkeitsfunktion

$V'(\lambda)$: standardmäßige skotopische spektrale Hellempfindlichkeitsfunktion

K: Höchstwert der spektralen Lichtausbeute für photopisches Sehen (= 683)

K': Höchstwert der spektralen Lichtausbeute für skotopisches Sehen (= 1699)

$\Phi_e(\lambda)$: spektraler totaler Strahlungsfluss der Lichtquelle

[0025] Bei einer allgemeinen weißen Lichtquelle für Beleuchtung, die für eine standardmäßige photopische spektrale Hellempfindlichkeitsfunktion optimiert ist (im Folgenden als „Referenzlichtquelle“ bezeichnet), wird oftmals weißes Licht mit einem S/P-Verhältnis von etwa 1,3 bei 4000 K oder weniger verwendet, als Beispiel. **Fig. 4** zeigt einen Sichtbarkeitsverbesserungseffekt der Beleuchtungsbaugruppe 1 der vorliegenden Ausführungsform bei einer Adaptationsluminanz von $0,1 \text{ cd/m}^2$ im Vergleich zur Sichtbarkeit der Referenzlichtquelle. Der Sichtbarkeitsverbesserungseffekt zeigt ein Mehrfaches der Leuchtstärke der Referenzlichtquelle an, die erforderlich ist, um die gleiche Sichtbarkeit zu erhalten wie die der Beleuchtungsbaugruppe 1 der vorliegenden Ausführungsform im Fall des Betriebes der Referenzlichtquelle und der Beleuchtungsbaugruppe 1 der vorliegenden Ausführungsform mit der gleichen Leuchtstärke. Dieser Sichtbarkeitsverbesserungseffekt wird auf der Basis von Referenzdokumenten berechnet (Commission Internationale de l'Eclairage. Recommended System for Visual Performance Based Mesopic Photometry. CIE Publication 191. Wien: CIE, 2010). Wie aus **Fig. 4** ersichtlich ist, kann, wenn das S/P-Verhältnis von 1,5 oder darüber beträgt, eine viel höhere Sichtbarkeit im Vergleich zu der Sichtbarkeit der Referenzlichtquelle mit einem S/P-Verhältnis von 1,3 erhalten werden.

[0026] Um ein derartiges S/P-Verhältnis zu erhalten, wird bei einem Testbeispiel der vorliegenden Ausführungsform bevorzugt, dass das von der blauen Lichtquelle 2a emittierte Licht eine Spitzenwellenlänge in einem Bereich von 425 nm bis 495 nm exklusiv besitzt; das von dem ersten Leuchtstoff 22 emittierte Licht eine Spitzenwellenlänge in einem Bereich von 500 nm bis 535 nm exklusiv besitzt; und das von dem zweiten Leuchtstoff 23 emittierte Licht eine Spitzenwellenlänge in einem Bereich von 590 nm bis 650 nm exklusiv besitzt. Weiterhin wird bevorzugt, dass eine Spitzenintensität des von der blauen Lichtquelle 2a emittierten Lichts das 0,3-Fache der des von dem zweiten Leuchtstoff 23 emittierten Lichts übersteigt

und unter dem 1,3-Fachen der des von dem zweiten Leuchtstoff 23 emittierten Lichts liegt. Eine Spitzenintensität des von dem ersten Leuchtstoff 22 emittierten Lichts übersteigt das 0,5-Fache der des von dem zweiten Leuchtstoff 23 emittierten Lichts und liegt unter dem 1,1-Fachen der des von dem zweiten Leuchtstoff 23 emittierten Lichts.

[0027] Fig. 5 zeigt eine korrelierte Farbtemperatur, eine Farbabweichung Duv und ein S/P-Verhältnis in einem Fall, wo die Bedingungen des Testbeispiels der vorliegenden Ausführungsform dadurch erfüllt werden, dass eine Spitzenwellenlänge jeder Lichtquelle so eingestellt wird, dass sich in dem obigen Bereich befindet, und in einem Fall, wo sie nicht dadurch erfüllt wird, dass eine Spitzenwellenlänge jeder Lichtquelle so eingestellt wird, dass sie sich in einem anderen Bereich als dem obigen Bereich befindet.

[0028] Bei der Beleuchtungsbaugruppe 1 (Lichtquellen 1 bis 5, in Fig. 5 gezeigt) der vorliegenden Ausführungsform beträgt die korrelierte Farbtemperatur 4000 K oder weniger, so dass eine Anforderung verschiedener Beleuchtungsstandards oder Authentisierungsstandards erfüllt werden kann (siehe Energy Star® Program Requirements for Luminaires Version 1.2). Weiterhin kann eine warme oder ruhige Atmosphäre durch Abstrahlen von Licht mit einer niedrigen Farbtemperatur erhalten werden. Zudem kann mesopische Sichtbarkeit verbessert werden durch Einstellen des S/P-Verhältnisses auf 1,5 oder darüber, wie aus Fig. 4 ersichtlich ist.

[0029] Es wird besonders bevorzugt, dass die korrelierte Farbtemperatur im Bereich von 2900 K bis 3600 K liegt und das S/P-Verhältnis 1,7 oder darüber beträgt, wie im Fall der in Fig. 5 gezeigten Lichtquellen 1, 4 und 5. Durch Verwenden des Lichts mit einer derartig niedrigen Farbtemperatur kann die szenische Beleuchtung mit einer warmen oder ruhigen Atmosphäre realisiert werden. Weiterhin kann die mesopische Sichtbarkeit durch Erhöhen des S/P-Verhältnisses verbessert werden.

[0030] In der vorliegenden Ausführungsform ist es möglich, natürliches weißes Licht durch Approximieren der Lichtfarbe des abgestrahlten Lichts an eine Schwarzkörperkurve mit einer Farbabweichung Duv von ± 20 oder weniger zu erhalten. Die in Fig. 5 gezeigten Lichtquellen 3 bis 5 können Designstandards (der Farbabweichung Duv von ± 10 oder weniger und dem mittleren Farbwiedergabeindex Ra von 60 oder darüber) für eine Beleuchtungsbaugruppe im Freien wie etwa eine Straßenlampe, eine Beleuchtungsbaugruppe in einem Tunnel oder dergleichen genügen (Ministerium für Land, Infrastruktur, Transport und Tourismus, LED-Straßen- und Tunnelbeleuchtungsinstallationsrichtlinie (Entwurf), 2011).

[0031] Der mittlere Farbwiedergabeindex Ra kann bei einem beliebigen Testbeispiel auf 80 oder darüber erhöht werden und ein Farbaussehen eines Beleuchtungsziels kann gleich dem gemacht werden, was durch eine Beleuchtungsbaugruppe im Freien erhalten wird, die JIS Z9110-Standards erfüllt. Im Fall des Beleuchtens von zum Beispiel Straßenbäumen sehen grüne Blätter daher natürlich aus. Dementsprechend kann die Beleuchtungsbaugruppe der vorliegenden Ausführungsform als eine Beleuchtungsbaugruppe zum Beleuchten eines Teils verwendet werden, die ein natürliches Farbaussehen erfordert, wie etwa Pflanzen oder dergleichen.

(Zweites Beispiel zur Erläuterung von Teilaspekten der Erfindung)

[0032] Im Folgenden wird eine Beleuchtungsbaugruppe gemäß einem zweiten Beispiel unter Bezugnahme auf die Fig. 6 und Fig. 7 beschrieben. Die Beleuchtungsbaugruppe des vorliegenden Beispiels wird als eine Straßenlampe verwendet (in Fig. 2 gezeigte Beleuchtungsbaugruppe 10), die an einem Strommast befestigt ist, wie in der ersten Ausführungsform. Die Beleuchtungsbaugruppe des zweiten Beispiels ist von der der ersten Ausführungsform durch die Konfiguration der Lichtquelleneinheit verschieden. Der Schaltplan der ersten Ausführungsform kann auf die Beleuchtungsbaugruppe des vorliegenden Beispiels angewendet werden. Deshalb entfällt dessen Veranschaulichung.

[0033] Wie im Fall der ersten Ausführungsform enthält eine Lichtquelleneinheit 20 der Beleuchtungsbaugruppe des vorliegenden Beispiels eine blaue Lichtquelle 20a zum Emittieren von blauem Licht, eine grüne Lichtquelle 20b zum Emittieren von Licht mit einem Wellenlängenbereich von ungefähr blau-grünem Licht und eine rote Lichtquelle 20c zum Emittieren von Licht mit einem Wellenlängenbereich von ungefähr rotem oder orangefarbenem Licht, wie in Fig. 6 gezeigt. Die blaue Lichtquelle 20a besitzt eine LED 24, die elektrisch mit der Stromversorgungseinheit 4 verbunden und konfiguriert ist zum Emittieren von blauem Licht. Die grüne Lichtquelle 20b besitzt eine LED 24, die konfiguriert ist zum Emittieren von blauem Licht, und einen dritten Leuchtstoff 25, der durch das von der LED 24 emittierte Licht angeregt wird und Licht mit einer vorbestimmten Wellenlänge emittiert. Die rote Lichtquelle 20c besitzt eine LED 26, die konfiguriert ist zum Emittieren von rotem Licht.

[0034] In dem vorliegenden Beispiel sowie der ersten Ausführungsform emittiert die Lichtquelleneinheit 20 weißes Licht mit einer korrelierten Farbtemperatur von 4000 K oder weniger, einer Farbabweichung Duv von ± 20 oder weniger, einem S/P-Verhältnis von 1,5 oder darüber als Verhältnis der skotopischen Luminanz zur photopischen Luminanz, und einem mittlere-

ren Farbwiedergabeindex Ra von 60 oder darüber. Jedoch sind die LED 21 und der erste Leuchtstoff 22 der ersten Ausführungsform von der LED 24 und von dem dritten Leuchtstoff 25 in einer lichtemittierenden Wellenlänge verschieden, und die die rote Lichtquelle 20c bildende LED 26 emittiert ungefähr rotes oder orangefarbenes Licht durch Eigenemission.

[0035] Um ein derartiges S/P-Verhältnis zu erhalten, wird bei einem Testbeispiel des vorliegenden Beispiels bevorzugt, dass das von der blauen Lichtquelle 20a emittierte Licht eine Spitzenwellenlänge in einem Bereich von 415 nm bis 495 nm exklusiv besitzt; das von dem dritten Leuchtstoff 25 emittierte Licht eine Spitzenwellenlänge in einem Bereich von 505 nm bis 535 nm exklusiv besitzt; und das von der roten Lichtquelle 20c emittierte Licht eine Spitzenwellenlänge in einem Bereich von 595 nm bis 635 nm exklusiv besitzt. Weiterhin wird bevorzugt, dass eine Spitzenintensität des von der blauen Lichtquelle 20a emittierten Lichts das 0,05-Fache der des von der roten Lichtquelle 20c emittierten Lichts übersteigt und unter dem 0,55-Fachen der des von der roten Lichtquelle 20c emittierten Lichts liegt. Eine Spitzenintensität des von dem dritten Leuchtstoff 25 emittierten Lichts übersteigt das 0,2-Fache der des von der roten Lichtquelle 20c emittierten Lichts und liegt unter dem 0,5-Fachen der des von der roten Lichtquelle 20c emittierten Lichts.

[0036] Fig. 7 zeigt eine korrelierte Farbtemperatur, eine Farbabweichung Duv und ein S/P-Verhältnis in einem Fall, wo die Bedingungen des Testbeispiels des vorliegenden Beispiels dadurch erfüllt werden, dass eine Spitzenwellenlänge jeder Lichtquelle so eingestellt wird, dass sich in dem obigen Bereich befindet, und in einem Fall, wo sie nicht dadurch erfüllt wird, dass eine Spitzenwellenlänge jeder Lichtquelle so eingestellt wird, dass sie sich in einem anderen Bereich als dem obigen Bereich befindet.

[0037] Bei dem vorliegenden Beispiel kann eine warme und ruhige Atmosphäre auch durch Emittieren von Licht mit einer niedrigen Farbtemperatur erhalten werden, während die Lichtquellen gesteuert werden. Weiterhin kann die mesopische Sichtbarkeit durch Einstellen des S/P-Verhältnis auf 1,5 oder darüber verbessert werden, wie aus Fig. 4 ersichtlich ist. Da die LED zum Emittieren von rotem Licht für die rote Lichtquelle 20c verwendet wird, können Materialkosten im Vergleich zu dem Fall der Verwendung eines Leuchtstoffs reduziert werden. Weiterhin wird eine Halbwertsbreite der Wellenlänge des roten Lichts reduziert, und es ist leicht, die Farbabweichung Duv auf einen niedrigeren Grad einzustellen.

(Drittes Beispiel zur Erläuterung von Teilaspekten der Erfindung)

[0038] Als Nächstes wird eine Beleuchtungsbaugruppe gemäß einem dritten Beispiel unter Bezugnahme auf die Fig. 8 und Fig. 9 beschrieben. Wie im Fall der ersten Ausführungsform wird die Beleuchtungsbaugruppe des vorliegenden Beispiels als eine Straßenlampe verwendet (z.B. in Fig. 2 gezeigte Beleuchtungsbaugruppe 10), die an einem Strommast oder dergleichen befestigt ist. Der Schaltplan der ersten Ausführungsform kann auf die Beleuchtungsbaugruppe des vorliegenden Beispiels angewendet werden. Deshalb entfällt dessen Veranschaulichung.

[0039] Im Folgenden wird hauptsächlich die Konfiguration der Lichtquelleneinheit beschrieben. Wie in Fig. 8 gezeigt, enthält eine Lichtquelleneinheit 200 eine blaue Lichtquelle 200a zum Emittieren von blauem Licht, eine grüne Lichtquelle 200b zum Emittieren von Licht mit einem Wellenlängenbereich von ungefähr blaugrünem Licht und eine rote Lichtquelle 200c zum Emittieren von Licht mit einem Wellenlängenbereich von ungefähr rotem oder orangefarbenem Licht. Die blaue Lichtquelle 200a besitzt eine LED 201 die elektrisch mit der Stromversorgungseinheit 4 verbunden ist und blaues Licht emittiert. Die grüne Lichtquelle 200b besitzt eine LED 201 zum Emittieren von blauem Licht und einen ersten Leuchtstoff 202, der durch das von der LED 201 emittierte Licht angeregt wird und Licht mit einer vorbestimmten Wellenlänge emittiert. Die rote Lichtquelle 200c besitzt eine LED 201 zum Emittieren von blauem Licht und einen zweiten Leuchtstoff 203, der durch das von der LED 201 emittierte Licht angeregt wird und Licht mit einer Wellenlänge emittiert, die von der des von dem ersten Leuchtstoff 202 emittierten Lichts verschieden ist.

[0040] Hinsichtlich des ersten Leuchtstoffs 202 wird bevorzugt, einen Leuchtstoff mit einer allgemeinen Formel zu verwenden, die durch $M_{1-a}Si_2O_{2-1/2n}X_nN_2:Eu_a$ ausgedrückt wird, wobei M mindestens ein Element ist ausgewählt unter Strontium (Sr), Barium (Ba) und Calcium (Ca); X ist mindestens ein Element ausgewählt unter Chlor (Cl) und Brom (Br); a genügt $0,005 \leq a \leq 0,15$; und n genügt $0,02 \leq n \leq 0,2$. Hinsichtlich des zweiten Leuchtstoffs 203 wird bevorzugt, einen aktiven Säure-Sulfurierungs-Lanthan-Leuchtstoff, mit Europium und Samarium dotiert und mit einer allgemeinen Formel ausgedrückt durch $(La_{1-x}Eu_xSm_y)_2O_2S$, wobei $0,01 \leq x \leq 0,15$ und $0,0001 \leq y \leq 0,03$, zu verwenden. Außerdem kann ein angemessener Leuchtstoff, der angeregt wird, während er die folgenden Bedingungen der Lichtquelleneinheit 200 erfüllt, verwendet werden, ohne auf die oben beschriebenen Leuchtstoffe beschränkt zu sein. Die wie oben beschrieben konfigurierte Lichtquelleneinheit 200 emittiert im Wesent-

lichen weißes Licht durch Einschalten der Lichtquellen 200a bis 200c mit von der Stromversorgungseinheit 4 gelieferter elektrischer Leistung und Mischen der Lichtfarben davon.

[0041] Die Lichtquelleneinheit 200 emittiert weißes Licht mit einer korrelierten Farbtemperatur von über 4500 K und unter 7000 K, einer Farbabweichung Duv von ± 18 oder weniger, einem S/P-Verhältnis von 1,9 oder darüber als Verhältnis der skotopischen Luminanz zur photopischen Luminanz und einem mittleren Farbwiedergabeindex Ra von 60 oder darüber.

[0042] Bei einer allgemeinen weißen Lichtquelle für Beleuchtung, die für eine standardmäßige photopische spektrale Hellempfindlichkeit optimiert ist (im Folgenden als „Referenzlichtquelle“ bezeichnet), wird oftmals weißes Licht mit einem S/P-Verhältnis von 1,7 bei etwa zwischen 4000 K und 7000 K verwendet, als Beispiel. **Fig. 9** zeigt einen Sichtbarkeitsverbesserungseffekt der Beleuchtungsbaugruppe des vorliegenden Beispiels bei einer Adaptationsluminanz von $0,1 \text{ cd/m}^2$ im Vergleich zur Sichtbarkeit der Referenzlichtquelle. Der Sichtbarkeitsverbesserungseffekt zeigt ein Mehrfaches der Beleuchtungsstärke der Referenzlichtquelle an, die erforderlich ist, um die gleiche Sichtbarkeit zu erhalten wie die der Beleuchtungsbaugruppe des vorliegenden Beispiels im Fall des Betriebes der Referenzlichtquelle und der Beleuchtungsbaugruppe des vorliegenden Beispiels mit der gleichen Beleuchtungsstärke. Dieser Sichtbarkeitsverbesserungseffekt wird auf der Basis von Referenzdokumenten berechnet (Commission Internationale de l'Éclairage. Recommended System for Visual Performance Based Mesopic Photometry. CIE Publication 191. Wien: CIE, 2010.). Wie aus **Fig. 9** ersichtlich ist, kann, wenn das S/P-Verhältnis von 1,9 oder darüber beträgt, eine viel höhere Sichtbarkeit im Vergleich zu der Sichtbarkeit der Referenzlichtquelle mit einem S/P-Verhältnis von 1,7 erhalten werden.

[0043] Um ein derartiges S/P-Verhältnis zu erhalten, wird bei einem Testbeispiel des vorliegenden Beispiels bevorzugt, dass das von der blauen Lichtquelle 200a emittierte Licht eine Spitzenwellenlänge in einem Bereich von 425 nm bis 470 nm exklusiv besitzt; das von dem ersten Leuchtstoff 202 emittierte Licht eine Spitzenwellenlänge in einem Bereich von 510 nm bis 530 nm exklusiv besitzt; und das von dem zweiten Leuchtstoff 203 emittierte Licht eine Spitzenwellenlänge in einem Bereich von 590 nm bis 660 nm exklusiv besitzt. Weiterhin wird bevorzugt, dass eine Spitzenintensität des von der blauen Lichtquelle 200a emittierten Lichts das 1,8-Fache der des von dem zweiten Leuchtstoff 203 emittierten Lichts übersteigt und unter dem 3,6-Fachen der des von dem zweiten Leuchtstoff 203 emittierten Lichts liegt. Eine Spitzenintensität des von dem ersten Leuchtstoff 202 emittierten Lichts übersteigt das 1-

Fache der des von dem zweiten Leuchtstoff 203 emittierten Lichts und liegt unter dem 2,6-Fachen der des von dem zweiten Leuchtstoff 203 emittierten Lichts.

[0044] **Fig. 10** zeigt eine korrelierte Farbtemperatur, eine Farbabweichung Duv und ein S/P-Verhältnis in einem Fall, wo die Bedingungen des Testbeispiels des vorliegenden Beispiels dadurch erfüllt werden, dass eine Spitzenwellenlänge jeder Lichtquelle so eingestellt wird, dass sich in dem obigen Bereich befindet, und in einem Fall, wo sie nicht dadurch erfüllt wird, dass eine Spitzenwellenlänge jeder Lichtquelle so eingestellt wird, dass sie sich in einem anderen Bereich als dem obigen Bereich befindet.

[0045] Bei der Beleuchtungsbaugruppe 1 (Lichtquellen 1 bis 5, in **Fig. 10** gezeigt) des vorliegenden Beispiels liegt die korrelierte Farbtemperatur über 4500 K und unter 7000 K, so dass eine Anforderung verschiedener Beleuchtungsstandards oder Authentisierungsstandards erfüllt werden kann (siehe Energy Star® Program Requirements for Luminaires Version 1.2). Weiterhin kann eine warme oder ruhige Atmosphäre durch Abstrahlen von Licht mit einer dazwischen liegenden Farbtemperatur erhalten werden. Zudem kann mesopische Sichtbarkeit durch Einstellen des S/P-Verhältnisses auf 1,9 oder darüber verbessert werden, wie aus **Fig. 9** ersichtlich ist.

[0046] Es wird besonders bevorzugt, dass die korrelierte Farbtemperatur 6000 K oder weniger beträgt und das S/P-Verhältnis 2,1 oder darüber beträgt, wie im Fall der in **Fig. 10** gezeigten Lichtquellen 1 bis 4. Durch Verwenden des Lichts mit einer derartigen dazwischen liegenden Farbtemperatur von 6000 K oder weniger kann die szenische Beleuchtung mit einer warmen oder ruhigen Atmosphäre realisiert werden. Weiterhin kann die mesopische Sichtbarkeit durch Erhöhen des S/P-Verhältnisses verbessert werden.

[0047] In dem vorliegenden Beispiel ist es möglich, natürliches weißes Licht durch Approximieren der Lichtfarbe des abgestrahlten Lichts an eine Schwarzkörperkurve mit einer Farbabweichung Duv von ± 18 oder weniger zu erhalten. Die in **Fig. 10** gezeigten Lichtquellen 2 und 5 können Designstandards (der Farbabweichung Duv von ± 10 oder weniger und dem mittleren Farbwiedergabeindex Ra von 60 oder darüber) für eine Beleuchtungsbaugruppe im Freien wie etwa eine Straßenlampe, eine Beleuchtungsbaugruppe in einem Tunnel oder dergleichen genügen (Ministerium für Land, Infrastruktur, Transport und Tourismus, LED-Straßen- und Tunnelbeleuchtungsinstallationsrichtlinie (Entwurf), 2011).

[0048] Der mittlere Farbwiedergabeindex Ra kann bei einem beliebigen Testbeispiel auf 80 oder darüber erhöht werden und ein Farbaussehen eines

Beleuchtungsziels kann gleich dem gemacht werden, was durch eine Beleuchtungsbaugruppe im Freien erhalten wird, die die JIS Z9110-Standards erfüllt. Im Fall des Beleuchtens von zum Beispiel Straßenbäumen sehen grüne Blätter daher natürlich aus. Dementsprechend kann die Beleuchtungsbaugruppe des vorliegenden Beispiels als eine Beleuchtungsbaugruppe zum Beleuchten eines Teils verwendet werden, das ein natürliches Farbaussehen erfordert, wie etwa Pflanzen oder dergleichen.

(Viertes Beispiel zur Erläuterung von Teilaspekten der Erfindung)

[0049] Im Folgenden wird eine Beleuchtungsbaugruppe gemäß einem vierten Beispiel unter Bezugnahme auf die **Fig. 11** und **Fig. 12** beschrieben. Wie im Fall des dritten Beispiels wird die Beleuchtungsbaugruppe des vorliegenden Beispiels als Straßenlampe verwendet (z. B. in **Fig. 2** gezeigte Beleuchtungsanordnung 10), die an einem Strommast oder dergleichen befestigt ist. Die Beleuchtungsbaugruppe des vierten Beispiels ist von der des dritten Beispiels durch die Konfiguration der Lichtquelleneinheit verschieden. Der Schaltplan der ersten Ausführungsform kann auf die Beleuchtungsbaugruppe des vorliegenden Beispiels angewendet werden. Deshalb entfällt dessen Veranschaulichung.

[0050] Wie im Fall des dritten Beispiels enthält eine Lichtquelleneinheit 220 des vorliegenden Beispiels eine blaue Lichtquelle 220a zum Emittieren von blauem Licht, eine grüne Lichtquelle 220b zum Emittieren von Licht mit einem Wellenlängenbereich von ungefähr blaugrünem Licht und eine rote Lichtquelle 220c zum Emittieren von Licht mit einem Wellenlängenbereich von ungefähr rotem oder orangefarbenem Licht, wie in **Fig. 11** gezeigt. Die blaue Lichtquelle 220a besitzt eine LED 240, die elektrisch mit der Stromversorgungseinheit 4 verbunden ist und blaues Licht emittiert. Die grüne Lichtquelle 220b besitzt eine LED 240 zum Emittieren von blauem Licht und einen dritten Leuchtstoff 250, der durch das von der LED 240 emittierte Licht angeregt wird und Licht mit einer vorbestimmten Wellenlänge emittiert. Die rote Lichtquelle 220c besitzt eine LED 260 zum Emittieren von rotem Licht.

[0051] Wie in dem dritten Beispiel emittiert die Lichtquelleneinheit 220 des vorliegenden Beispiels weißes Licht mit der korrelierten Farbtemperatur über 4500 K und unter 7000 K, der Farbabweichung Duv von ± 18 oder weniger und dem S/P-Verhältnis von 1,9 oder darüber als Verhältnis der skotopischen Luminanz zur photopischen Luminanz. Jedoch sind die LED 201 und der erste Leuchtstoff 202 des dritten Beispiels von der LED 240 und von dem dritten Leuchtstoff 250 des vorliegenden Beispiels in einer lichtemittierenden Wellenlänge verschieden, und die die rote Lichtquelle 220c bildende LED 260 emittiert

ungefähr rotes oder orangefarbenes Licht durch Eigenemission.

[0052] Um ein derartiges S/P-Verhältnis zu erhalten, wird bei einem Testbeispiel des vorliegenden Beispiels bevorzugt, dass das von der blauen Lichtquelle 220a emittierte Licht eine Spitzenwellenlänge in einem Bereich von 425 nm bis 470 nm exklusiv besitzt; das von dem dritten Leuchtstoff 250 emittierte Licht eine Spitzenwellenlänge in einem Bereich von 510 nm bis 535 nm exklusiv besitzt; und das von der roten Lichtquelle 220c emittierte Licht eine Spitzenwellenlänge in einem Bereich von 590 nm bis 645 nm exklusiv besitzt. Weiterhin wird bevorzugt, dass eine Spitzenintensität des von der blauen Lichtquelle 220a emittierten Lichts das 0,7-Fache der des von der roten Lichtquelle 220c emittierten Lichts übersteigt und unter dem 1,5-Fachen der des von der roten Lichtquelle 220c emittierten Lichts liegt. Eine Spitzenintensität des von dem dritten Leuchtstoff 250 emittierten Lichts übersteigt das 0,4-Fache der des von der roten Lichtquelle 220c emittierten Lichts und liegt unter dem 1,2-Fachen der des von der roten Lichtquelle 220c emittierten Lichts.

[0053] **Fig. 12** zeigt eine korrelierte Farbtemperatur, eine Farbabweichung Duv und ein S/P-Verhältnis in einem Fall, wo die Bedingungen des Testbeispiels des vorliegenden Beispiels dadurch erfüllt werden, dass eine Spitzenwellenlänge jeder Lichtquelle so eingestellt wird, dass sie sich in dem obigen Bereich befindet, und in einem Fall, wo sie nicht dadurch erfüllt wird, dass eine Spitzenwellenlänge jeder Lichtquelle so eingestellt wird, dass sie sich in einem anderen Bereich als dem obigen Bereich befindet.

[0054] Bei dem vorliegenden Beispiel kann eine warme und ruhige Atmosphäre auch durch Emittieren von Licht mit einer dazwischen liegenden Farbtemperatur erhalten werden, während die Lichtquellen gesteuert werden. Weiterhin kann die mesopische Sichtbarkeit durch Einstellen des S/P-Verhältnisses auf 1,9 oder darüber verbessert werden, wie aus **Fig. 9** ersichtlich ist. Da die LED zum Emittieren von rotem Licht für die rote Lichtquelle 220c verwendet wird, können Materialkosten im Vergleich zu dem Fall der Verwendung eines Leuchtstoffs reduziert werden. Weiterhin wird eine Halbwertsbreite der Wellenlänge des roten Lichts reduziert, und es sich leicht, die Farbabweichung Duv auf einen niedrigeren Grad einzustellen.

[0055] Die Offenbarung kann unterschiedlich modifiziert werden. Beispielsweise haben die obigen Ausführungsformen bzw. Beispiele die Konfiguration beschrieben, bei der die Beleuchtungsbaugruppe 1 als Straßenlampe verwendet wird. Die Beleuchtungsbaugruppe 1 kann jedoch auch als herkömmliche Beleuchtungsbaugruppe im Inneren, als ein Verandalicht oder dergleichen verwendet werden,

weil sie eine Farbwiedergabe besitzt, die bei einer allgemeinen Beleuchtungsbaugruppe erforderlich ist. Weiterhin ist die Beleuchtungsbaugruppe 1 derart konfiguriert, dass ein S/P-Verhältnis oder ein mittlerer Farbwiedergabeindex Ra in Abhängigkeit von einer Umgebung eines Orts geändert werden kann, wo die Beleuchtungsbaugruppe 1 installiert ist, zum Beispiel eine externe Helligkeitsumgebung oder dergleichen, indem Beleuchtungsleistungen von drei Lichtquellen mit unterschiedlichen Emissionsfarben gesteuert werden.

[0056] Wenngleich das oben Gesagte das beschrieben hat, was gegenwärtig als der beste Modus und/oder andere Beispiele angesehen werden, versteht sich, dass daran verschiedene Modifikationen vorgenommen werden können und dass der hierin offenbarte Gegenstand in verschiedenen Formen und Beispielen implementiert werden kann und dass sie in zahlreichen Anwendungen angewendet werden können, von denen hier nur einige beschrieben worden sind.

Patentansprüche

1. Beleuchtungsbaugruppe (1), die Folgendes umfasst:
eine Beleuchtungslichtquelleneinheit (2), die konfiguriert ist zum Emittieren von weißem Licht mit einer korrelierten Farbtemperatur von 4000 K oder weniger, einer Farbabweichung von ± 20 oder weniger, einem S/P-Verhältnis von 1,5 oder darüber als Verhältnis der skotopischen Luminanz zur photopischen Luminanz und einem mittleren Farbwiedergabeindex von 60 oder darüber, wobei die Beleuchtungslichtquelleneinheit Folgendes enthält:
eine erste Lichtquelle (2a) mit einer ersten blauen Lichtquelle (21), die blaues Licht emittiert,
eine zweite Lichtquelle (2b) mit einer zweiten blauen Lichtquelle (21), die blaues Licht emittiert, und einem ersten Leuchtstoff (22), der durch das von der zweiten blauen Lichtquelle emittierte Licht angeregt wird und Licht mit einer vorbestimmten Wellenlänge emittiert; und
eine dritte Lichtquelle (2c) mit einer dritten blauen Lichtquelle (21), die blaues Licht emittiert, und einem zweiten Leuchtstoff (23), der durch das von der dritten blauen Lichtquelle emittierte Licht angeregt wird und Licht mit einer Wellenlänge emittiert, die von der Wellenlänge des von dem ersten Leuchtstoff emittierten Lichts verschieden ist, wobei eine Spitzenwellenlänge des von dem ersten Leuchtstoff emittierten Lichts kleiner als eine Spitzenwellenlänge des von dem zweiten Leuchtstoff emittierten Lichts ist, wobei eine Spitzenintensität des von dem ersten Leuchtstoff emittierten Lichts das 0,5-Fache der des von dem zweiten Leuchtstoff emittierten Lichts übersteigt und unter dem 1,1-Fachen der des von dem zweiten Leuchtstoff emittierten Lichts liegt.

2. Beleuchtungsbaugruppe (1) nach Anspruch 1, wobei die Beleuchtungslichtquelleneinheit (2) weißes Licht mit einer korrelierten Farbtemperatur im Bereich von 2900 K bis 3600 K und einem S/P-Verhältnis von 1,7 oder darüber emittiert.

3. Beleuchtungsbaugruppe (1) nach Anspruch 2, wobei eine Spitzenwellenlänge des von jeder der ersten blauen Lichtquelle, der zweiten blauen Lichtquelle und der dritten blauen Lichtquelle emittierten Lichts im Bereich von 425 nm bis 495 nm exklusiv liegt.

4. Beleuchtungsbaugruppe (1) nach Anspruch 3, wobei eine Spitzenwellenlänge des von dem ersten Leuchtstoff emittierten Lichts im Bereich von 500 nm bis 535 nm exklusiv liegt.

5. Beleuchtungsbaugruppe (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei eine Spitzenwellenlänge des von dem zweiten Leuchtstoff emittierten Lichts im Bereich von 590 nm bis 650 nm exklusiv liegt.

6. Beleuchtungsbaugruppe (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei eine Spitzenintensität des von jeder der ersten blauen Lichtquelle, der zweiten blauen Lichtquelle und der dritten blauen Lichtquelle emittierten Lichts das 0,3-Fache der des von dem zweiten Leuchtstoff emittierten Lichts übersteigt und unter dem 1,3-Fachen der des von dem zweiten Leuchtstoff emittierten Lichts liegt.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

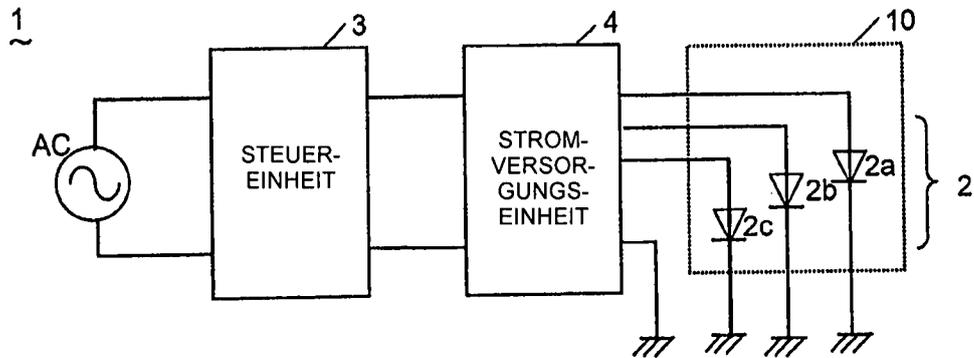


FIG. 2

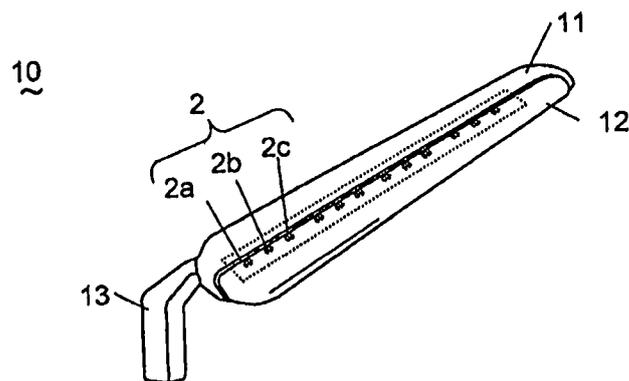


FIG. 3

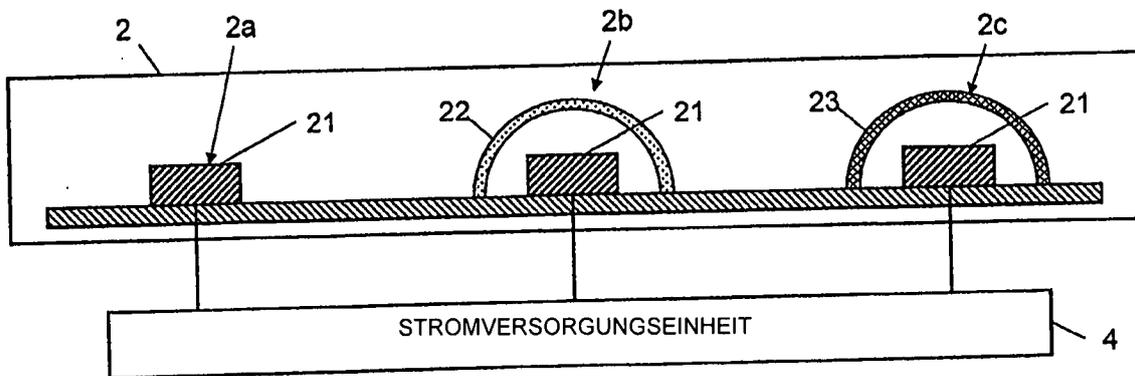


FIG. 4

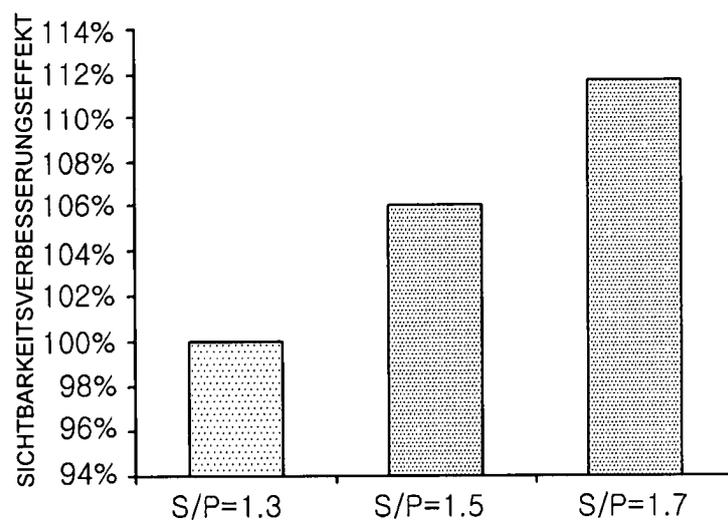


FIG.5

| | LICHT-QUELLE 1 | LICHT-QUELLE 2 | LICHT-QUELLE 3 | LICHT-QUELLE 4 | LICHT-QUELLE 5 | LICHT-QUELLE 6 | LICHT-QUELLE 7 | LICHT-QUELLE 8 | LICHT-QUELLE 9 | LICHT-QUELLE 10 | LICHT-QUELLE 11 | LICHT-QUELLE 12 | LICHT-QUELLE 13 | LICHT-QUELLE 14 | LICHT-QUELLE 15 | BEDINGUNGEN DES TESTBEISPIELS | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------|
| SPITZE DER BLAUEN LICHTQUELLE [nm] | 450 | 460 | 460 | 460 | 460 | 425 | 495 | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 | | 460 |
| SPITZE DES ERSTEN LEUCHTSTOFFS [nm] | 520 | 510 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 500 | 535 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | | 520 |
| SPITZE DES ZWEITEN LEUCHTSTOFFS [nm] | 630 | 630 | 615 | 630 | 630 | 630 | 630 | 630 | 630 | 590 | 650 | 630 | 630 | 630 | 630 | | 630 |
| SPITZENVERHÄLTNIS DER BLAUEN LICHTQUELLE | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.3 | 1.3 | 0.9 | 0.9 | | 0.9 |
| SPITZENVERHÄLTNIS DES ERSTEN LEUCHTSTOFFS | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 1.1 | | 1.1 |
| BEDINGUNGEN DES TESTBEISPIELS | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | | NICHT ERFÜLLT |
| T _{cp} [K] | 3440 | 3820 | 3460 | 3360 | 3570 | 3100 | 3590 | 4150 | 3040 | 4040 | 4250 | 3050 | 4030 | 3120 | 4090 | | T _{cp} <4000K |
| D _{uv} | -13.0 | -11.5 | -5.4 | -5.1 | -8.2 | -1.5 | 21.3 | -16.2 | -13.3 | 13.5 | -6.2 | 8.5 | -21.1 | -23.2 | 12.5 | | -20 ≤ D _{uv} ≤ +20 |
| S/P | 1.7 | 2.0 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.47 | 2.0 | 2.2 | 1.49 | 1.6 | 2.1 | 1.48 | 2.0 | 1.8 | 1.8 | | S/P ≥ 1.5 |
| R _a | 92 | 84 | 89 | 93 | 92 | 92 | 75 | 74 | 94 | 68 | 81 | 96 | 85 | 84 | 94 | R _a ≥ 60 | |
| BEDINGUNGEN DES TESTBEISPIELS | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | |

FIG. 6

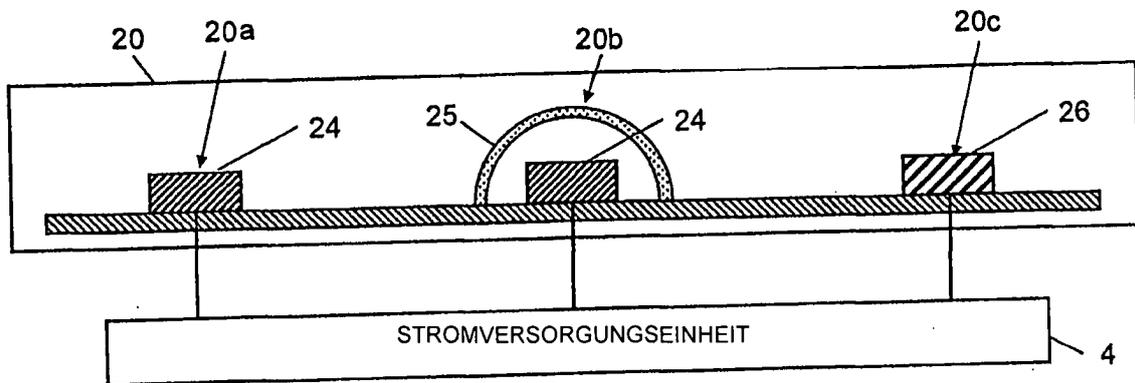


FIG. 7

| | LICHT-QUELLE 1 | LICHT-QUELLE 2 | LICHT-QUELLE 3 | LICHT-QUELLE 4 | LICHT-QUELLE 5 | LICHT-QUELLE 6 | LICHT-QUELLE 7 | LICHT-QUELLE 8 | LICHT-QUELLE 9 | LICHT-QUELLE 10 | LICHT-QUELLE 11 | LICHT-QUELLE 12 | LICHT-QUELLE 13 | LICHT-QUELLE 14 | LICHT-QUELLE 15 | BEDINGUNGEN DES TESTBEISPIELS | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|
| SPITZE DER BLAUEN LICHTQUELLE [nm] | 445 | 460 | 460 | 460 | 460 | 415 | 495 | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 | | 460 |
| SPITZE DES LEUCHTSTOFFS [nm] | 520 | 515 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 505 | 535 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | |
| SPITZE DER ROTEN LICHTQUELLE [nm] | 620 | 620 | 610 | 620 | 620 | 620 | 620 | 620 | 620 | 595 | 635 | 620 | 620 | 620 | 620 | 620 | |
| SPITZENVERHÄLTNIS DER BLAUEN LICHTQUELLE | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.25 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.05 | 0.55 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | |
| SPITZENVERHÄLTNIS DES LEUCHTSTOFFS | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.35 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | |
| BEDINGUNGEN DES TESTBEISPIELS | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | |
| Tcp[K] | 3390 | 3670 | 3500 | 3340 | 3600 | 3060 | 3570 | 4010 | 3000 | 4010 | 4070 | 3020 | 4100 | 2770 | 4040 | 4040 | Tcp < 4000K |
| Duv | -7.2 | -5.2 | -1.9 | 0.6 | -1.7 | 10.0 | 22.4 | -8.3 | -8.6 | 12.3 | -0.1 | 16.9 | -18.2 | -27.5 | 15.1 | 15.1 | -20 ≤ Duv ≤ +20 |
| S/P | 1.7 | 1.9 | 1.7 | 1.7 | 1.8 | 1.47 | 2.0 | 2.2 | 1.47 | 1.6 | 2.0 | 1.46 | 2.1 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | S/P ≥ 1.5 |
| Ra | 87 | 83 | 83 | 88 | 88 | 89 | 72 | 75 | 90 | 54 | 77 | 86 | 81 | 70 | 94 | 94 | Ra ≥ 60 |
| BEDINGUNGEN DES TESTBEISPIELS | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | |

FIG. 8

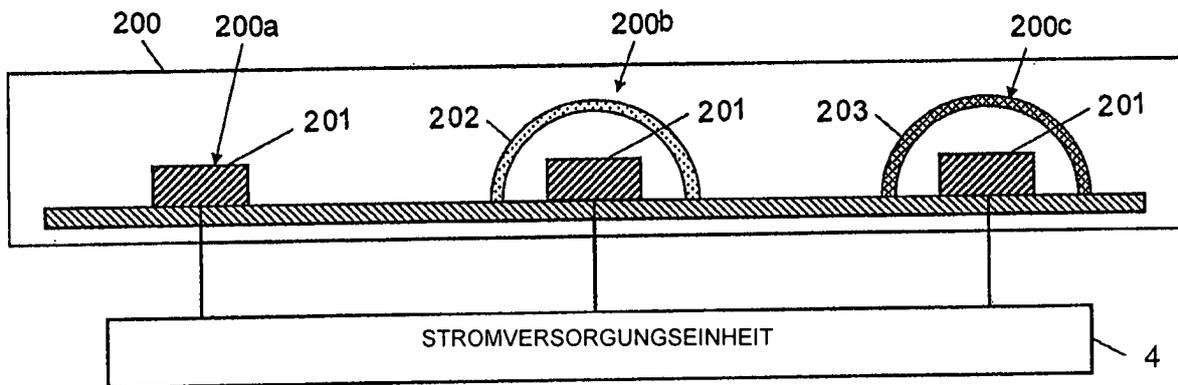


FIG. 9

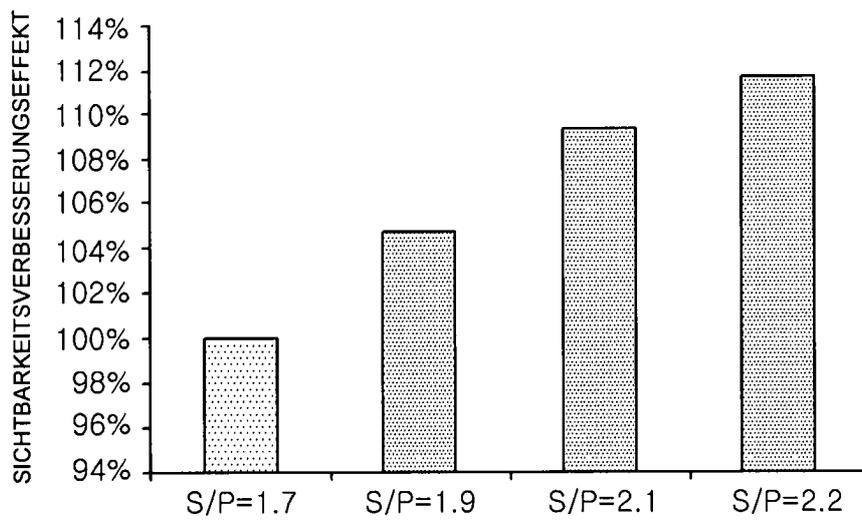


FIG. 10

| | LICHT-QUELLE 1 | LICHT-QUELLE 2 | LICHT-QUELLE 3 | LICHT-QUELLE 4 | LICHT-QUELLE 5 | LICHT-QUELLE 6 | LICHT-QUELLE 7 | LICHT-QUELLE 8 | LICHT-QUELLE 9 | LICHT-QUELLE 10 | LICHT-QUELLE 11 | LICHT-QUELLE 12 | LICHT-QUELLE 13 | LICHT-QUELLE 14 | LICHT-QUELLE 15 | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------------|
| SPITZE DER BLAUEN LICHTQUELLE [nm] | 440 | 450 | 450 | 450 | 425 | 470 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | BEDINGUNGEN DES TESTBEISPIELS |
| SPITZE DES ERSTEN LEUCHTSTOFFS [nm] | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 510 | 530 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | |
| SPITZE DES ZWEITEN LEUCHTSTOFFS [nm] | 630 | 630 | 615 | 630 | 630 | 630 | 630 | 630 | 630 | 630 | 660 | 630 | 630 | 630 | 630 | 630 | |
| SPITZENVERHÄLTNIS DER BLAUEN LICHTQUELLE | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.4 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 1.8 | 3.6 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | |
| SPITZENVERHÄLTNIS DES ERSTEN LEUCHTSTOFFS | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.9 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.0 | 2.6 | 2.6 | |
| BEDINGUNGEN DES TESTBEISPIELS | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | |
| Tcp[K] | 5640 | 5700 | 5700 | 5720 | 6150 | 4890 | 5850 | 7050 | 5170 | 5830 | 7230 | 5180 | 7280 | 6890 | 5800 | 4000K < T _{cp} < 7000K | |
| Duv | 10.9 | 7.3 | 10.5 | 13.0 | -0.4 | 21.7 | 23.6 | 13.3 | 3.6 | 20.4 | 20.2 | 20.3 | -1.2 | -26.2 | 24.3 | -20 ≤ D _{uv} ≤ +20 | |
| S/P | 2.0 | 2.0 | 2.1 | 2.1 | 2.2 | 1.9 | 2.4 | 2.5 | 1.89 | 2.0 | 2.4 | 2.0 | 2.4 | 2.3 | 2.1 | S/P ≥ 1.9 | |
| Ra | 81 | 83 | 81 | 85 | 90 | 78 | 84 | 92 | 81 | 68 | 81 | 83 | 88 | 81 | 79 | Ra ≥ 60 | |
| BEDINGUNGEN DES TESTBEISPIELS | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | |

FIG. 11

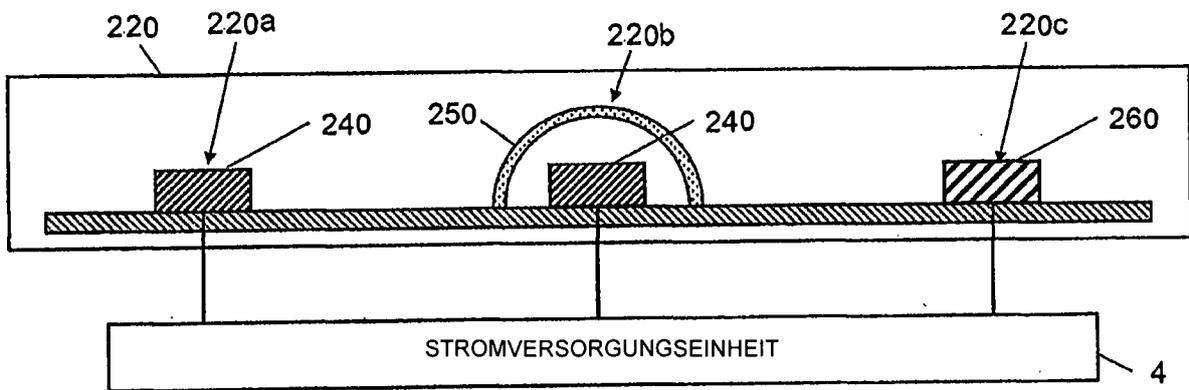


FIG. 12

| | LICHT-QUELLE 1 | LICHT-QUELLE 2 | LICHT-QUELLE 3 | LICHT-QUELLE 4 | LICHT-QUELLE 5 | LICHT-QUELLE 6 | LICHT-QUELLE 7 | LICHT-QUELLE 8 | LICHT-QUELLE 9 | LICHT-QUELLE 10 | LICHT-QUELLE 11 | LICHT-QUELLE 12 | LICHT-QUELLE 13 | LICHT-QUELLE 14 | LICHT-QUELLE 15 | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|
| SPITZE DER BLAUEN LICHTQUELLE [nm] | 440 | 450 | 450 | 450 | 450 | 425 | 470 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | BEDINGUNGEN DES TESTBEISPIELS |
| SPITZE DES LEUCHTSTOFFS [nm] | 520 | 525 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 510 | 535 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | |
| SPITZE DER ROTEN LICHTQUELLE [nm] | 620 | 620 | 630 | 620 | 620 | 620 | 620 | 620 | 620 | 590 | 645 | 620 | 620 | 620 | 620 | |
| SPITZENVERHÄLTNIS DER BLAUEN LICHTQUELLE | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 0.9 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 0.7 | 1.5 | 1.1 | 1.1 | |
| SPITZENVERHÄLTNIS DES LEUCHTSTOFFS | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 1.2 | |
| BEDINGUNGEN DES TESTBEISPIELS | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | |
| Tcp [K] | 5640 | 5550 | 6360 | 5460 | 6160 | 4890 | 5850 | 7090 | 4780 | 6190 | 7140 | 5070 | 7180 | 7220 | 5770 | 4000K < T _{cp} < 7000K |
| Duv | 10.9 | 7.2 | 13.0 | 16.2 | -0.1 | 21.7 | 23.5 | 13.4 | -1.1 | 22.7 | 20.9 | 22.2 | 1.7 | -33.4 | 27.0 | -20 ≤ Duv ≤ +20 |
| S/P | 2.1 | 2.1 | 2.3 | 2.1 | 2.3 | 1.9 | 2.4 | 2.5 | 1.8 | 2.1 | 2.4 | 2.0 | 2.4 | 2.4 | 2.1 | S/P ≥ 1.9 |
| Ra | 83 | 85 | 88 | 86 | 92 | 80 | 85 | 94 | 81 | 58 | 82 | 85 | 90 | 73 | 79 | Ra ≥ 60 |
| BEDINGUNGEN DES TESTBEISPIELS | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | NICHT ERFÜLLT | |