



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 24 259 T2** 2004.09.23

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 917 182 B1**

(51) Int Cl.⁷: **H01J 61/44**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 24 259.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP98/00942**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 905 801.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 98/040908**

(86) PCT-Anmeldetag: **06.03.1998**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **17.09.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.05.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **02.06.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.09.2004**

(30) Unionspriorität:

5453197 10.03.1997 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:

Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Kadoma, Osaka, JP

(72) Erfinder:

HASHIMOTO, Kenjiro, Osaka-shi, Osaka 535-0001, JP; YANO, Tadashi, Soraku-gun, Kyoto 619-0223, JP; SHIMIZU, Masanori, Kyotanabe-shi, Kyoto 610-0311, JP; SAKAMOTO, Syouetsu, Hirakata-shi, Osaka 573-0084, JP

(74) Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80538 München

(54) Bezeichnung: **LEUCHTSTOFFLAMPE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

TECHNISCHES SACHGEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Leuchtstofflampe, die eine niedrige Farbwiedergabe-Eigenschaft besitzt, allerdings eine hohe Lampeneffektivität hat.

HINTERGRUND

[0002] Entladungslampen, die das Phänomen einer Entladung verwenden, die innerhalb einer Entladungsröhre auftritt, werden in zwei Typen klassifiziert: Entladungslampen mit hoher Intensität und Leuchtstofflampen. Entladungslampen mit hoher Intensität besitzen eine hohe Lampeneffektivität, erzeugt durch helles Licht, und haben eine lange Lebenszeit, und sind, deshalb, sehr ökonomische Lampen. Aufgrund dieser Vorteile werden Entladungslampen mit hoher Intensität weit verbreitet in Außenbeleuchtungsanwendungen verwendet, die eine helle Beleuchtung über einen großen Flächenbereich erfordern.

[0003] Unter solchen Entladungslampen mit hoher Intensität ist die Lampe, die die höchste Lampeneffektivität besitzt, eine Niederdrucknatriumlampe. Niederdrucknatriumlampen werden deshalb an Stellen verwendet, wo Ökonomie wichtig ist, wobei typische Anwendungen die Tunnelbeleuchtung umfassen. Allerdings erzeugen, da Niederdrucknatriumlampen solche Lampen sind, die eine Entladung in einem Natriumdampf verwenden, monochromatisches orange-gelbes Licht nahe 590 nm. Das Ergebnis ist dasjenige, dass die Farben von Gegenständen, die durch Niederdrucknatriumlampen beleuchtet sind, nur schwer erkennbar sind.

[0004] Aufgrund der monochromatischen Strahlung hatte die Niederdrucknatriumlampe eine Anzahl von Problemen; zum Beispiel ist es, in einem Tunnel, schwierig wahrzunehmen, ob die Farbe von die Fahrspur unterteilenden Linien, aufgemalt auf der Straße, weiß oder gelb ist, was somit Fahrern unmöglich macht, zu bestimmen, ob ein Fahrspurwechsel erlaubt ist oder nicht, oder nahezu alle Objekte erscheinen für Betrachter farblos und unnatürlich.

[0005] Andererseits besitzt, von Entladungslampen, die Leuchtstofflampe viele Vorteile gegenüber anderen Typen von Lampen, beispielsweise Einfachheit der Beleuchtung, ausgezeichnete Farbwiedergabe-Eigenschaft, lange Lebensdauer und eine vielfältige Auswahl von Lichtfarben, und große Zahlen von Leuchtstofflampen werden in einer Vielfalt von Gebieten verwendet.

[0006] Unter verschiedenen Typen von Leuchtstofflampen sind Drei-Band-Leuchtstofflampen, unter anderen, in den vergangenen Jahren weit verbreitet verwendet worden. Eine Leuchtstofflampe vom Drei-Band-Typ erzeugt Licht, das in drei Wellenlängenbereichen vorherrschend ist, wo das menschliche Auge am empfindlichsten für eine Farbwahrnehmung ist, das bedeutet blau bei ungefähr 450 nm, grün bei ungefähr 540 nm und rot bei ungefähr 610 nm, und liefert demzufolge eine gute Farbwiedergabe-Eigenschaft ohne Beeinträchtigung der Helligkeit.

[0007] Mit der weit verbreiteten Verwendung der Drei-Band-Leuchtstofflampe ist eine Verbesserung nach der anderen in Bezug auf Phosphore mit einer Abstrahlung in drei schmalen Bändern, verwendet in der Leuchtstofflampe vom Drei-Band-Typ, vorgenommen worden. Demzufolge besitzen diese Phosphore ausgezeichnete Charakteristika, wie beispielsweise hohe Quanteneffektivität, und zwar verglichen mit anderen Phosphoren. Von den drei Phosphoren, die in einem schmalen Band strahlen, besitzt die Mono-Phosphor-Grün-Leuchtstofflampe, die einen grünen Phosphor verwendet, ausgedrückt durch die chemische Formel $\text{LaPO}_4: \text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$, unter anderen, eine Lampeneffektivität bis zu 140 lm/W hoch im Hochfrequenzbetrieb; deren Gesamteffektivität, einschließlich der Beleuchtungsschaltungseffektivität der Beleuchtungshalterung, das bedeutet deren Beleuchtungseffektivität einschließlich Gear-Verlusten, beträgt ungefähr 130 lm/W. Von allen der derzeitigen Leuchtstofflampen besitzt diese Leuchtstofflampe die höchste Leuchteffektivität, einschließlich Gear-Verlusten. Dies hat das Potenzial zum Entwickeln von Leuchtstofflampen, die eine hohe Effektivität haben, gesteigert.

[0008] Die EP 0 794 556 offenbart eine Lichtquelle für eine kategorische Farbwahrnehmung, bei der das Hauptlicht in Bändern in den Bereichen von 430 bis 580 nm und von 600 bis 650 nm mit einer korrelierten Farbtemperatur der Lampenlichtfarbe in einem Bereich von 1700 bis 6500 K und mit einem DUV in einem Bereich von 0 bis 70 emittiert.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0009] Im Hinblick auf die vorstehende Situation ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Leuchtstofflampe zu schaffen, die eine Effektivität vergleichbar mit derjenigen oder höher als diejenige der Niederdrucknatriumlampe besitzt, und dennoch in der Lage ist, eine minimale, erforderliche Farberkennbarkeit zu erzielen.

[0010] Die vorliegende Erfindung nach Anspruch 1 ist eine Leuchtstofflampe, die primäres Licht unter Verwendung eines Phosphors mit grüner Emission mit einer Peak-Emissionswellenlänge bei 530 nm bis 560 nm und

einem Phosphor mit roter Emission mit einer Peak-Emissionswellenlänge bei 600 nm bis 630 nm, verwendet, dadurch gekennzeichnet, dass, unter der Beleuchtung durch die Leuchtstofflampe, vier Testfarben für eine spezielle Farbgestaltungs-Indexberechnung, Nr. 9, Nr. 10, Nr. 11 und Nr. 12, spezifiziert in dem Commission Internationale de l'Eclairage CIE Publication No. 13.3, als rot, gelb, grün und purpurblau, jeweils, im Hinblick auf Munsell-Farbtöne, wahrnehmbar sind.

[0011] Die vorliegende Erfindung nach Anspruch 2 ist eine Leuchtstofflampe gemäß Anspruch 1, wobei die korrelierte Farbtemperatur der Leuchtstofflampe 3200 K bis 4500 K beträgt, und der Chromatizitätspunkt der Lichtfarbe innerhalb eines Chromatizitätsbereichs liegt, wo der Abstand eines Farbpunkts von einer Planck'schen Stelle auf dem CIE 1960 uv-Chromatizitäts-Diagramm nicht geringer als 0,015 und nicht größer als 0,045 ist.

[0012] Die vorliegende Erfindung nach Anspruch 3 ist eine Leuchtstofflampe gemäß Anspruch 2, bei der der Phosphor mit grüner Emission ein Seltenerd-Phosphor ist, aktiviert mit Terbium, Terbium-Cer oder Terbi-um-Gadolinium-Cer, und wobei der Phosphor mit roter Emission ein Seltenerd-Phosphor ist, aktiviert mit Eu-ropium.

[0013] Die vorliegende Erfindung nach Anspruch 4 ist eine Leuchtstofflampe gemäß Anspruch 3, wobei das Verhältnis des Phosphors mit grüner Emission zu demjenigen des roten Phosphors 70 : 30 bis 50 : 50 bezogen auf Gewichts-Prozent ist.

[0014] Die vorliegende Erfindung nach Anspruch 5 ist eine Leuchtstofflampe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Leuchtstofflampe in Außenbeleuchtungsanwendungen verwendet wird.

[0015] Die vorliegende Erfindung nach Anspruch 6 ist eine Leuchtstofflampe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Leuchtstofflampe für Straßenbeleuchtungs- und Tunnelbeleuchtungsanwendungen verwendet wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0016] **Fig. 1** zeigt ein Diagramm einer relativen, spektralen Verteilung für eine Leuchtstofflampe gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0017] **Fig. 2** zeigt ein Diagramm zum Erläutern eines Verfahrens zum Evaluieren von Farbcharakteristika gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0018] **Fig. 3** zeigt ein Diagramm, das den Munsell-Farbtönen-Kreis darstellt, der das Grundkonzept der vorliegenden Erfindung bildet.

[0019] **Fig. 4** zeigt ein Diagramm, das eine Chromatizitäts-Abweichung SP darstellt.

BESTER MODUS ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG

[0020] Grundbetrachtungen beim Entwickeln einer Leuchtstofflampe, die eine hohe Leuchteffektivität hat, einschließlich Gear-Verlusten, und die eine niedrige Farbgestaltungseigenschaft hat, zum Beispiel minimale, erforderliche Farbgestaltungseigenschaft, werden zuerst beschrieben.

[0021] Um die Beleuchtungseffektivität, einschließlich von Gear-Verlusten, zu erhöhen, das bedeutet die Lampeneffektivität einer Leuchtstofflampe, ist es effektiv, einen Phosphor zu verwenden, der eine hohe Leuchteffektivität besitzt.

[0022] Deshalb ist es effektiv, mindestens einen Phosphor mit grüner Emission zu verwenden, wie beispielsweise ein solcher, ausgedrückt durch die chemische Formel $\text{LaPO}_4: \text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$, das in Leuchtstofflampen vom Drei-Band-Typ verwendet wird und derzeit die höchste Effektivität besitzt, wie dies zuvor beschrieben ist.

[0023] Als weiteres ist es, um effektiv die minimale, erforderliche Farbwiedergabe-Eigenschaft zu erzielen, wichtig, zu entscheiden, welche anderen Phosphore verwendet werden sollen und in welchen Verhältnissen.

[0024] Das Arbeitsprinzip einer Leuchtstofflampe ist so, dass das Quecksilber, enthalten in der Röhre, Quecksilber-Linienspektren erzeugt, und der Phosphor, angeregt durch die Quecksilber-Linienspektren, Licht emittiert.

[0025] Dementsprechend ist das Licht, emittiert von der Leuchtstofflampe, eine Mischung des Lichts, emittiert von dem Phosphor, und des Lichts in den sichtbaren Quecksilber-Linienspektren. Die sichtbaren Quecksilber-Linienspektren sind besonders vorherrschend in kürzeren Wellenlängenbereichen bei 405 nm, 436 nm, usw., wahrnehmbar, und es ist so, dass der Umfang von sichtbaren Quecksilber-Linienspektren, enthalten in einer Leuchtstofflampe, ungefähr 5 lm/W beträgt.

[0026] Deshalb erzeugt eine Leuchtstofflampe, aufgrund ihrer Art, ein etwas bläuliches Licht. Es sollte hier angemerkt werden, dass blaue Strahlung die Farbwiedergabe-Eigenschaft verbessert, falls sie in kleinen Mengen hinzugegeben wird, so dass die Beleuchtungseffektivität eines Phosphors mit blauer Emission wesentlich niedriger als die Beleuchtungseffektivität von Phosphoren mit grüner und roter Emission ist, und dass Buchstaben und Bildsymbole von roten und ähnlichen Farben als Gefahrenhinweiszeichen verwendet werden. Aus diesen und anderen Gründen ist es erwünscht, keine blauen Phosphore zu verwenden.

- [0027] Aus dem Vorstehenden kann ersichtlich werden, dass es wünschenswert ist, einen roten Phosphor und einen grünen Phosphor in geeigneten Verhältnissen zu verwenden.
- [0028] Wie bereits bei Fluoreszenzlampen vom Drei-Band-Typ belegt ist, sollte ein Phosphor, der einen Emissions-Peak in dem Bereich von 600 nm bis 630 nm, zentriert um die Wellenlänge von ungefähr 610 nm herum, wo Menschen eine Farbeffektivität wahrnehmen, als der rote Phosphor verwendet werden.
- [0029] Weiterhin entsteht dabei das Problem, in welchem Verhältnis grüner und roter Phosphor im Hinblick auf die minimale, erforderliche Farbwahrnehmungs-Eigenschaft gemischt werden sollte.
- [0030] Das kolorimetrische Berechnungsverfahren, um das optimale Mischungsverhältnis zu finden, wurde in der folgenden Art und Weise bestimmt.
- [0031] Das bedeutet, dass, zumindest für die Grundfarben, die Farben eines Objekts nahezu so wie die Originalfarben des Objekts wahrgenommen werden müssen. Für die Farbwahrnehmung muss der Zustand einer chromatischen Adaption des menschlichen Auges berücksichtigt werden. Die Originalfarben eines Objekts bedeuten die Farben, wahrgenommen unter einer Standardbeleuchtung, unter der man gewöhnlich Objekte sehen kann. Beim Wahrnehmen der Farben eines Objekts ist der Farbton der wichtigste Faktor. Diese und andere Punkte wurden berücksichtigt.
- [0032] Aufgrund des Vorstehenden wurden Testfarben für eine spezielle Farbgestaltungs-Index-Evaluierung, Nr. 9, Nr. 10, Nr. 11 und Nr. 12, spezifiziert in dem Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) Publication No. 13.3, als die Grundfarben verwendet.
- [0033] Diese Testfarben sind die vier Testfarben mit hoher Sättigung, ausgewählt für die Evaluierung der Farbgestaltungs-Eigenschaften von Lichtquellen in Japan und in anderen Ländern der Welt.
- [0034] Spektrale Strahlungsfaktoren der vier Testfarben sind in Tabelle 1 dargestellt. Spektrale Strahlungsfaktoren von vier Testfarben Nr. 9 bis Nr. 12 in CIE 13.3-1974

[TABELLE 1]

① : Wellenlänge λ

① (nm)	Testfarbe				① (nm)	Testfarbe			
	NO. 9	NO. 10	NO. 11	NO. 12		NO. 9	NO. 10	NO. 11	NO. 12
380	0.066	0.050	0.111	0.120	580	0.060	0.701	0.125	0.017
385	0.062	0.054	0.121	0.103	585	0.076	0.704	0.114	0.017
390	0.058	0.059	0.127	0.090	590	0.102	0.705	0.106	0.016
395	0.055	0.063	0.129	0.082	595	0.136	0.705	0.100	0.016
400	0.052	0.066	0.127	0.076	600	0.190	0.706	0.096	0.016
405	0.052	0.067	0.121	0.068	605	0.256	0.707	0.092	0.016
410	0.051	0.068	0.116	0.064	610	0.336	0.707	0.090	0.016
415	0.050	0.069	0.112	0.065	615	0.418	0.707	0.087	0.016
420	0.050	0.069	0.108	0.075	620	0.505	0.708	0.085	0.016
425	0.049	0.070	0.105	0.093	625	0.581	0.708	0.082	0.016
430	0.048	0.072	0.104	0.123	630	0.641	0.710	0.080	0.018
435	0.047	0.073	0.104	0.160	635	0.682	0.711	0.079	0.018
440	0.046	0.076	0.105	0.207	640	0.717	0.712	0.078	0.018
445	0.044	0.078	0.106	0.256	645	0.740	0.714	0.078	0.018
450	0.042	0.083	0.110	0.300	650	0.758	0.716	0.078	0.019
455	0.041	0.088	0.115	0.331	655	0.770	0.718	0.078	0.020
460	0.038	0.095	0.123	0.346	660	0.781	0.720	0.081	0.023
465	0.035	0.103	0.134	0.347	665	0.790	0.722	0.083	0.024
470	0.033	0.113	0.148	0.341	670	0.797	0.725	0.088	0.026
475	0.031	0.125	0.167	0.328	675	0.803	0.729	0.093	0.030
480	0.030	0.142	0.192	0.307	680	0.809	0.731	0.102	0.035
485	0.029	0.162	0.219	0.282	685	0.814	0.735	0.112	0.043
490	0.028	0.189	0.252	0.257	690	0.819	0.739	0.125	0.056
495	0.028	0.219	0.291	0.230	695	0.824	0.742	0.141	0.074
500	0.028	0.262	0.325	0.204	700	0.828	0.746	0.161	0.097
505	0.029	0.305	0.347	0.178	705	0.830	0.748	0.182	0.128
510	0.030	0.365	0.356	0.154	710	0.831	0.749	0.203	0.166
515	0.030	0.416	0.353	0.129	715	0.833	0.751	0.223	0.210
520	0.031	0.465	0.346	0.109	720	0.835	0.753	0.242	0.257
525	0.031	0.509	0.333	0.090	725	0.836	0.754	0.257	0.305
530	0.032	0.546	0.314	0.075	730	0.836	0.755	0.270	0.354
535	0.032	0.581	0.294	0.062	735	0.837	0.755	0.282	0.401
540	0.033	0.610	0.271	0.051	740	0.838	0.755	0.292	0.446
545	0.034	0.634	0.248	0.041	745	0.839	0.755	0.302	0.485
550	0.035	0.653	0.227	0.035	750	0.839	0.756	0.310	0.520
555	0.037	0.666	0.206	0.029	755	0.839	0.757	0.314	0.551
560	0.041	0.678	0.188	0.025	760	0.839	0.758	0.317	0.577
565	0.044	0.687	0.170	0.022	765	0.839	0.759	0.323	0.599
570	0.048	0.693	0.153	0.019	770	0.839	0.759	0.330	0.618
575	0.052	0.698	0.138	0.017	775	0.839	0.759	0.334	0.633
					780	0.839	0.759	0.338	0.645

[0035] Um den Zustand einer chromatischen Adaption vorherzusagen, wurde die CIE-Kolorimetrik-Adaption-Transformation, angegeben in CIE 109-1994, verwendet, und die CIE-Standard-Beleuchtung C wurde als die Standard-Referenz-Befeuchtung verwendet. Weiterhin wurde für den Farbton, verwendet für die Objekt-Farb Wahrnehmung, der Munsell-Farbton in dem Munsell-Farbsystem verwendet.

[0036] Das Munsell-Farbsystem und der Munsell-Farbton werden kurz nachfolgend beschrieben.

[0037] Das Munsell-Farbsystem, vorgeschlagen durch den amerikanischen Maler A. N. Munsell, ist ein System, um Farben, basierend auf drei Attributen zu klassifizieren und anzuordnen, d. h. den Munsell-Farbton, den Munsell-Wert (Helligkeit) und das Munsell-Chroma.

[0038] Der Munsell-Farbton ist auf einer Skala mit insgesamt 100 Farbtönen definiert; das bedeutet 10 Farbtöne, die aus fünf Grundfarbtönen von R, Y, G, B und P und deren Zwischenfarbtönen YR, GY, BG, PB und RP bestehen, sind unter gleichen Intervallen entlang eines Kreises angeordnet, und jedes der 10 Farbton-Intervalle wird weiterhin in 10 gleiche Teile unterteilt, was so die 100 Farbtöne definiert, die psychologisch gleiche Farbton-Differenzen haben.

[0039] Vor der kolorimetrischen Berechnung wurde eine Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe mit 40 W, bestehend aus einer geraden Röhre, hergestellt, um die spektrale Verteilung der Lampe zu erhalten, die als die Basis für die kolorimetrische Berechnung dient. Der Phosphor, ausgedrückt durch die chemische Formel LaPO_4 : Ce^{3+} , Tb^{3+} , nachgewiesen in Leuchtstofflampen vom Drei-Band-Typ, wurde für die grüne Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe verwendet. Für die rote Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe wurde ein Phosphor, ausgedrückt durch die chemische Formel Y_2O_3 : Lu^{3+} , auch nachgewiesen in Leuchtstofflampen vom Drei-Band-Typ, verwendet.

[0040] Als nächstes wurden die spektrale Verteilung und die gesamte Lichtmenge jeder grünen Mono-Phosphor- und roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe gemessen.

[0041] Basierend auf den erhaltenen, spektralen Verteilungen wurde das Lichtmengenverhältnis zwischen den zwei Leuchtstofflampen variiert und die spektralen Verteilungen von verschiedenem, gemischtem Licht wurde durch Lichtmischberechnungen berechnet.

[0042] Unter Verwendung der spektralen Verteilung jedes gemischten Lichts, das so berechnet war, wurden die Charakteristika der Leuchtstofflampe, die die minimale, erforderliche Farbwiedergabe-Eigenschaft besaß, unter Verwendung des Berechnungsverfahrens, dargestellt in **Fig. 2**, studiert, die ein Beispiel der kolorimetrischen Berechnung darstellt.

[0043] Zuerst wurden die spektrale Verteilung des Beleuchtungslichts, die spektralen Strahlungsfaktoren der vier Testfarben und die CIE 2° Feldfarbanpassungsfunktion eingegeben.

(1) CIE-XYZ-Farbmesswerte werden aus der so berechneten, spektralen Verteilung jedes Beleuchtungslichts, den spektralen Strahlungsfaktoren der vier Testfarben, spezifiziert in der CIE Publikation No. 13.3, dargestellt in Tabelle 1, und der CIE 2° Feldfarbanpassungsfunktion berechnet.

(2) Unter Standardbedingungen, in denen die CIE Standardbeleuchtung C als das Standard-Referenzlicht verwendet wird, sind die Beleuchtungsstärke jedes beleuchtenden Lichts und des Standard-Referenzlichts 1000 lx, und das Reflexionsvermögen des Hintergrunds ist 20%, wobei die xyY-Werte der entsprechenden Farben unter der Standardbeleuchtung C werden unter Verwendung der CIE chromatischen Adaptions-Transformation erhalten werden.

(3) Als nächstes werden die xyY-Werte unter der Standardbeleuchtung C in entsprechende Munsell-Werte (HV/C) umgewandelt.

[0044] Die Munsell-Werte (HV/C) der vier Testfarben unter den verschiedenen Beleuchtungslichtern sind in Tabelle 2 für jede Testfarbe dargestellt.

[TABELLE 2]

①: Beleuchtungslicht
 ②: Beleuchtungs-Flussverhältnis
 ③: Standard-Beleuchtung C

Testfarbe Nr. 11

Testfarbe Nr. 9

①	②	Munsell-Farbton H	Munsell-Wert V	Munsell-Chroma C
No. 1	G:R = 10:0	5,2RP	2,9	9,7
No. 2	G:R = 9:1	7,9RP	3,4	11,3
No. 3	G:R = 8:2	9,7RP	3,8	12
No. 4	G:R = 7:3	1,3R	4,1	12,2
No. 5	G:R = 6:4	2,9R	4,4	12
No. 6	G:R = 5:5	4,3R	4,7	11,5
No. 7	G:R = 4:6	6,0R	5	10,9
No. 8	G:R = 3:7	7,8R	5,2	10,2
No. 9	G:R = 2:8	9,7R	5,4	9,5
No. 10	G:R = 1:9	2,2YR	5,7	8,8
No. 11	G:R = 0:10	4,9YR	5,9	8,2
③		5,0R	3,9	13,4

Testfarbe Nr. 10

①	②	Munsell-Farbton H	Munsell-Wert V	Munsell-Chroma C
No. 1	G:R = 10:0	3,8GY	8,2	8,9
No. 2	G:R = 9:1	1,9GY	8,2	8,8
No. 3	G:R = 8:2	0,2GY	8,3	8,8
No. 4	G:R = 7:3	8,1Y	8,3	9
No. 5	G:R = 6:4	6,3Y	8,3	9,3
No. 6	G:R = 5:5	4,9Y	8,4	9,7
No. 7	G:R = 4:6	4,1Y	8,4	10,2
No. 8	G:R = 3:7	3,4Y	8,4	10,6
No. 9	G:R = 2:8	2,8Y	8,5	11
No. 10	G:R = 1:9	1,5Y	8,5	12
No. 11	G:R = 0:10	1,0Y	8,5	13
③		5,2Y	8	10,1

[0045] Wie in Tabelle 2 dargestellt ist, besitzt, von den vier Testfarben in der CIE Publikation Nr. 13.3, die Testfarbe Nr. 9, unter der Standardbeleuchtung, einen Munsell-Farbton von 5,0 R, einen gelben Munsell-Farbton von 5,2 Y, einen grünen Munsell-Farbton von 4,8 G und einen blauen Munsell-Farbton von 3,3 PB.

①: Beleuchtungslicht
 ②: Beleuchtungs-Flussverhältnis
 ③: Standard-Beleuchtung C

Testfarbe Nr. 11

①	②	Munsell-Farbton H	Munsell-Wert V	Munsell-Chroma C
No. 1	G:R = 10:0	4,8G	5,3	3,5
No. 2	G:R = 9:1	7,3G	5,1	4,7
No. 3	G:R = 8:2	8,8G	5	5,7
No. 4	G:R = 7:3	9,8G	4,9	6,6
No. 5	G:R = 6:4	0,6BG	4,8	7,2
No. 6	G:R = 5:5	1,2BG	4,6	7,7
No. 7	G:R = 4:6	1,8BG	4,5	7,9
No. 8	G:R = 3:7	2,4BG	4,4	7,9
No. 9	G:R = 2:8	3,0BG	4,2	7,5
No. 10	G:R = 1:9	4,0BG	4,1	6,7
No. 11	G:R = 0:10	5,5BG	3,9	5,6
③		4,8G	5	7,8

Testfarbe Nr. 12

①	②	Munsell-Farbton H	Munsell-Wert V	Munsell-Chroma C
No. 1	G:R = 10:0	8,6PB	2,6	11,3
No. 2	G:R = 9:1	7,6PB	2,5	11,1
No. 3	G:R = 8:2	6,9PB	2,4	11,2
No. 4	G:R = 7:3	6,3PB	2,3	11,2
No. 5	G:R = 6:4	5,9PB	2,2	11,4
No. 6	G:R = 5:5	5,6PB	2,1	11,5
No. 7	G:R = 4:6	5,4PB	2,1	11,8
No. 8	G:R = 3:7	5,3PB	2	11,9
No. 9	G:R = 2:8	5,3PB	1,8	12,2
No. 10	G:R = 1:9	5,4PB	1,7	12,7
No. 11	G:R = 0:10	5,6PB	1,6	13
③		3,3PB	3	10,7

[0046] Deshalb sind, unter der Standardbeleuchtung, die Farbtöne der vier Testfarben im Wesentlichen in dem roten Bereich, bezeichnet mit R in dem Munsell-Farbtönen, dem gelben Bereich, bezeichnet mit Y in dem Munsell-Farbtönen, dem grünen Bereich, bezeichnet mit G in dem Munsell-Farbtönen und dem purpurblassen Bereich, bezeichnet mit PB in dem Munsell-Farbtönen, von den 10 Farbtönen-Bereichen in dem Munsell-Farbtönen-Kreis, zentriert.

[0047] Weiterhin können, unter der Standardbeleuchtung, die meisten Personen nicht Farben unterscheiden, wenn der Farbunterschied CIE 1976 ΔE_{ab}^* = 1,2 beträgt, und können Farben unterscheiden, wenn ΔE_{ab}^* = 2,5 beträgt.

[0048] Deshalb kann die Auflösung einer Farbdifferenzierung in dem Munsell-Farbtönen dahingehend angenommen werden, dass sie etwas stärker als ungefähr eine Einheit ($H = \Delta 1,0$) ist.

[0049] Dementsprechend reicht der Bereich, in dem die Testfarbe Nr. 9 in der CIE Publikation Nr. 13.3 im Wesentlichen als rot wahrgenommen werden kann, von 9 RP über R zu 1 YR in dem Munsell-Farbtönen; der Bereich, in dem die Testfarbe Nr. 10 im Wesentlichen als gelb wahrgenommen werden kann, reicht von 9 YR über Y zu 1 GY in dem Munsell-Farbtönen; der Bereich, in dem die Testfarbe Nr. 11 im Wesentlichen als grün wahrgenommen werden kann, reicht von 9 GY über G zu 1 BG in dem Munsell-Farbtönen; und der Bereich, in dem die Testfarbe Nr. 12 im Wesentlichen als purpurblass wahrgenommen werden kann, reicht von 9 B über PB bis zu 1 P in dem Munsell-Farbtönen.

[0050] Falls die Munsell-Farbtöne der Testfarben, erhalten über die früher beschriebenen Berechnungsschritte (1) bis (3), unter jedem Beleuchtungslicht in den vorstehenden Bereichen liegen, sollten die Testfarben im Wesentlichen als rot, gelb, grün und purpurblass, jeweils, wahrgenommen werden.

[0051] Die Munsell-Farbtönenwerte in Tabelle 1, berechnet für jeweilige Testfarben unter den verschiedenen Beleuchtungslichtern, sind in **Fig. 3** ausgedrückt. In **Fig. 3** zeigen schwarze Quadrate die vier Testfarben unter der CIE Standardbeleuchtung C an, das bedeutet die Farben der Farb-Chips selbst, während schwarze Punkte die berechneten Werte der jeweiligen Testfarben anzeigen, die innerhalb der Munsell-Farbtönen-Bereiche fallen, in denen die vier Testfarben im Wesentlichen als deren ursprünglichen Farben wahrgenommen werden können, und weiße Punkte zeigen den berechneten Wert der Testfarben, andere als solche an den schwarzen Punkten, unter den verschiedenen Beleuchtungslichtern, an.

[0052] Wie anhand von **Fig. 3** gesehen werden kann, liegt das Beleuchtungslicht, das im Wesentlichen die Testfarbe Nr. 9 als eine Farbe in dem roten Bereich, bezeichnet als R in dem Munsell-Farbtönen, gestaltet, in dem Bereich von ungefähr 8 : 2 bis 2 : 8 im Hinblick auf das Beleuchtungs-Flussverhältnis zwischen der grünen Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe und der roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe. Das Beleuchtungslicht, das im Wesentlichen die Testfarbe Nr. 10 als Farbe in dem gelben Bereich, bezeichnet mit Y in dem Munsell-Farbtönen, wiedergibt, liegt in dem Bereich von ungefähr 8 : 2 bis 0 : 10 im Hinblick auf das Beleuchtungs-Flussverhältnis zwischen der grünen Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe und der roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe.

[0053] Das Beleuchtungslicht, das im Wesentlichen die Test-Farbe Nr. 11 als Farbe in dem grünen Bereich, bezeichnet mit G in dem Munsell-Farbtönen, wiedergibt, liegt in dem Bereich von ungefähr 10 : 0 bis 6 : 4 im Hinblick auf das Beleuchtungs-Flussverhältnis zwischen der grünen Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe und der roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe.

[0054] Das Beleuchtungslicht, das im Wesentlichen die Test-Farbe Nr. 12 als Farbe in dem purpurblassen Bereich, bezeichnet mit PB in dem Munsell-Farbtönen, wiedergibt, liegt in dem Bereich von ungefähr 10 : 0 bis 0 : 10 im Hinblick auf das Beleuchtungs-Flussverhältnis zwischen der grünen Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe und der roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe.

[0055] Demzufolge liegt das Beleuchtungslicht, das im Wesentlichen die Testfarbe Nr. 9 als Farbe in dem roten Bereich, bezeichnet mit R in dem Munsell-Farbtönen, die Testfarbe Nr. 10 als Farbe in dem gelben Bereich, bezeichnet mit Y in dem Munsell-Farbtönen, die Testfarbe Nr. 11 als Farbe in dem grünen Bereich, bezeichnet mit G in dem Munsell-Farbtönen und die Testfarbe Nr. 12 als Farbe in dem purpurblassen Bereich, bezeichnet mit PB in dem Munsell-Farbtönen, gestaltet, in dem Bereich von ungefähr 8 : 2 bis 6 : 4 im Hinblick auf das Beleuchtungs-Flussverhältnis zwischen der grünen Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe und der roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe.

[0056] In den vorstehenden Berechnungen wurden die spektralen Verteilungen der Mono-Phosphor-Leuchtstofflampen verwendet, unter Verwendung des Phosphors, ausgedrückt durch die chemische Formel $\text{LaPO}_4 : \text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$, als ein repräsentatives Beispiel des Phosphors mit grüner Emission, dessen Peak-Emissionswellenlänge 530 nm bis 560 nm beträgt, und des Phosphors, ausgedrückt durch die chemische Formel $\text{Y}_2\text{O}_3 : \text{Eu}^{3+}$, als ein repräsentatives Beispiel des Phosphors mit roter Emission, dessen Peak-Emissionswellenlänge 600 nm bis 630 nm beträgt. Allerdings sind, da die Ergebnisse der vorstehenden Berechnungen allgemein die Ergebnisse der Berechnungen für Beleuchtungscharakteristika, durchgeführt unter Verwendung eines Beleuchtungsmischens von zwei Mono-Phosphor-Leuchtstofflampen, die die vorstehend angegebenen Wellenlängen haben, darstellen, die Ergebnisse der vorstehenden Berechnungen auch dann gültig, wenn Phosphore, andere als solche, die spezifisch vorstehend angegeben sind, verwendet werden. Das bedeutet, dass der Punkt hier

derjenige ist, eine Leuchtstofflampe zu schaffen, die primäres Licht unter Verwendung eines Phosphors mit grüner Emission mit einer Peak-Emissionswellenlänge bei 530 nm bis 560 nm, und eines Phosphors mit roter Emission, dessen Peak-Emissionswellenlänge bei 600 nm bis 630 nm liegt, erzeugt.

[0057] Die Charakteristika der verschiedenen Beleuchtungslichter, berechnet durch Variieren des Beleuchtungs-Flussverhältnisses zwischen den zwei Leuchtstofflampen durch die vorstehend angegebenen Lichtmischungs-Berechnungen, sind in Tabelle 3 dargestellt. Tabelle 3 stellt die Beleuchtungslichtzahl, das Beleuchtungs-Flussverhältnis, die korrelierte Farbtemperatur, die Chromatizitäts-Abweichung (nachfolgend bezeichnet als Δuv) des Abstands des Farbpunkts von der Planck'schen Stelle auf dem CIE 1960 uv-Chromatizitäts-Diagramm, und die vorhergesagte Lampeneffektivität, in dieser Reihenfolge, dar.

[TABELLE 3]

Charakteristika des Beleuchtungslichts

Beleuchtungslicht	Beleuchtungs- flussverhältnis Grün (G) Rot (R)	korrelierte Farbtempe- ratur	Δuv	Lampeneffektivität (lm/W)
No. 1	G:R = 10:0	5726	0,076	130
No. 2	G:R = 9:1	4933	0,0554	125
No. 3	G:R = 8:2	4175	0,0356	119
No. 4	G:R = 7:3	3466	0,019	114
No. 5	G:R = 6:4	2852	0,0061	108
No. 6	G:R = 5:5	2366	-0,0031	103
No. 7	G:R = 4:6	2000	-0,0091	97
No. 8	G:R = 3:7	1725	-0,0131	92
No. 9	G:R = 2:8	1512	-0,0156	86
No. 10	G:R = 1:9	1341	-0,0172	81
No. 11	G:R = 0:10	*****	*****	75

[0058] Unter Verwendung von Tabelle 3, wurden die korrelierte Farbtemperatur, die Chromatizitäts-Abweichung (Δuv) des Abstands des Farbpunkts von der Planck'schen Stelle auf dem CIE 1960 uv-Chromatizitäts-Diagramm und die Lampeneffektivität im Detail für jedes der Beleuchtungslichter, deren Beleuchtungs-Flussverhältnisse zwischen der grünen Mono-Phosphor- und der roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe 8 : 2 bis 6 : 4 betragen, geprüft.

[0059] Das Beleuchtungslicht besaß, wenn das Beleuchtungs-Flussverhältnis zwischen der grünen Mono-Phosphor- und der roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe 8 : 2 beträgt, eine korrelierte Farbtemperatur von 4175 K, ein Δuv von +0,0356 und eine Lampeneffektivität von ungefähr 120 lm/W. Das Beleuchtungslicht

besaß, wenn das Beleuchtungs-Flussverhältnis zwischen der grünen Mono-Phosphor- und der roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe 7 : 3 beträgt, eine korrelierte Farbtemperatur von 3466 K, ein Δuv von +0,0189 und eine Lampeneffektivität von ungefähr 110 lm/W.

[0060] Weiterhin besitzt das Beleuchtungslicht, wenn das Beleuchtungs-Flussverhältnis zwischen der grünen Mono-Phosphor- und der roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe 6 : 4 beträgt, eine korrelierte Farbtemperatur von 2852 K, ein Δuv von +0,061 und eine Lampeneffektivität von ungefähr 100 lm/W.

[0061] Die Lampeneffektivität des Beleuchtungslichts zeigt, wenn das Beleuchtungs-Flussverhältnis zwischen der grünen Mono-Phosphor- und der roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe 6 : 4 beträgt, keine wesentliche Verbesserung verglichen mit der Lampeneffektivität von ungefähr 90 lm/W der derzeit verwendeten Drei-Band-Leuchtstofflampe mit gerader Röhre, 40 W.

[0062] Dementsprechend kann eine Leuchtstofflampe, die eine hohe Lampeneffektivität besitzt und dennoch die minimale, erforderliche Farbwiedergabe-Fähigkeit erzielt, hergestellt werden, wenn das Beleuchtungs-Flussverhältnis zwischen der grünen Mono-Phosphor- und der roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe in dem Bereich von ungefähr 8 : 2 bis ungefähr 7 : 3 liegt.

[0063] Insbesondere kann eine Leuchtstofflampe, die die höchste Lampeneffektivität besitzt und dennoch die minimale, erforderliche Farbwiedergabe-Fähigkeit erzielt, dann hergestellt werden, wenn die Menge an Licht von der grünen Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe die größte ist, das bedeutet, das Verhältnis des Beleuchtungsflusses, abgestrahlt von der grünen Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe, zu demjenigen von der roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe beträgt ungefähr 8 : 2.

[0064] Unter Bezugnahme auf **Fig. 3**, und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Charakteristika des Beleuchtungslichts innerhalb eines bestimmten Bereichs in Abhängigkeit von den Arten der Phosphore, die verwendet sind, variieren, werden die korrelierte Farbtemperatur und der Bereich von Δuv des Beleuchtungslichts der vorliegenden Erfindung in der folgenden Art und Weise bestimmt.

[0065] Die vorliegende Erfindung erzielt einen merkbaren Effekt dann, wenn das Beleuchtungs-Flussverhältnis zwischen der grünen Mono-Phosphor- und der roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe in dem Bereich von ungefähr 8 : 2 bis ungefähr 7 : 3 liegt, allerdings kann ein äquivalenter Effekt auch in einem weiteren Bereich von 9 : 1 bis 6 : 4 erhalten werden.

[0066] Im Hinblick hierauf wurden die korrelierte Farbtemperatur, 3150 K, und die Chromatizitäts-Abweichung relativ zu der Planck'schen Stelle, 0,013, als jeweilige Werte an einem Mittelpunkt zwischen den Beleuchtungs-Flussverhältnissen 7 : 3 und 6 : 4 herangezogen, und die korrelierte Farbtemperatur, 4550 K, und die Chromatizitäts-Abweichung relativ zu der Planck'schen Stelle, 0,045, wurden als jeweilige Werte an einem Mittelpunkt zwischen den Beleuchtungs-Flussverhältnissen 9 : 1 und 8 : 2 herangezogen, und diese Werte wurden zu den Werten näher zu der Seite des schmalen Bereichs hin abgerundet, um den Bereich der vorliegenden Erfindung zu definieren.

[0067] Genauer gesagt beträgt die korrelierte Farbtemperatur des Beleuchtungslichts, das bedeutet die Leuchtfähigkeit, der vorliegenden Erfindung ungefähr 3200 K bis 4500 K, und die Chromatizitäts-Abweichung des Chromatizitäts-Punkts, dessen Lichtfarbe relativ zu der Planck'schen Stelle auf dem CIE 1960 uv-Chromatizitäts-Diagramm, beträgt 0,015 bis 0,045.

[0068] Dieser Bereich entspricht den Farbtönen zwischen 2 und 3 und zwischen 4 und 5, und da die Auflösung einer Farbdifferenzierung in dem Munsell-Farbtönen ungefähr eine Einheit ($\Delta H = 1,0$) beträgt, wie zuvor angegeben ist, kann der Effekt der vorliegenden Erfindung unter Berücksichtigung der Art einer Lampe und der Herstellvariationen aufgrund der Art des Phosphors innerhalb des vorstehenden Bereichs ausgeführt werden. (Ausführungsform 1 der Leuchtstofflampe) Basierend auf den Studien, durchgeführt unter Verwendung der kolorimetrischen Berechnungen, die vorstehend beschrieben sind, wird die spektrale Verteilung einer Leuchtstofflampe mit geradem Rohr, mit 40 W, hergestellt als eine Ausführungsform der Erfindung, hier dargestellt.

[0069] **Fig. 1** stellt die spektrale Verteilung der Leuchtstofflampe unter Verwendung des Phosphors, ausgedrückt durch die chemische Formel $\text{LaPO}_4: \text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$, und des Phosphors, ausgedrückt durch $\text{Y}_2\text{O}_3: \text{Eu}^{3+}$, gemischt in Verhältnissen von ungefähr 6 : 4 bezogen auf das Gewicht, dar.

[0070] Diese Leuchtstofflampe wurde so hergestellt, dass die spektrale Verteilung davon im Wesentlichen gleich zu derjenigen des Beleuchtungslichts Nr. 3 in Tabelle 3 wurde, wo das Beleuchtungs-Flussverhältnis zwischen der grünen Mono-Phosphor- und der roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe ungefähr 8 : 2 beträgt. Die Lampeneffektivität in diesem Fall beträgt ungefähr 120 lm/W.

[0071] Als nächstes wurde ein Beobachtungsexperiment durchgeführt, um zu bestätigen, ob die Leuchtstofflampe der vorliegenden Erfindung die minimale, erforderliche Farbwiedergabe-Eigenschaft besaß.

[0072] In dem Beobachtungsexperiment wurde die Leuchtstofflampe der vorliegenden Erfindung an der Decke eines Beobachtungs-Raums mit 170 cm Tiefe, 150 cm Breite und 180 cm Höhe, installiert.

[0073] Die Wandoberfläche des Beobachtungs-Raums war N8.5, die Bodenoberfläche war N5 und der Tisch war N7, und Chips mit roter, gelber, grüner und purpurblauer Farbe, übereinstimmend mit den Testfarben für die spezielle Farbwiedergabe-Index-Evaluierung, Nr. 9, Nr. 10, Nr. 11 und Nr. 12, spezifiziert in der CIE Publication Nr. 13.3, wurden auf den Tisch gelegt. Vor der Beobachtung wurde eine chromatische Adaption für fünf

Minuten durchgeführt.

[0074] Als Ergebnis der Beobachtung wurde bestätigt, dass, der Farb-Chip, der mit der Testfarbe Nr. 9 in der CIE Publication Nr. 13.3 übereinstimmt, im Wesentlichen als rot wahrnehmbar war, der Farb-Chip, der mit Nr. 10 übereinstimmt, als gelb, der Farb-Chip, der mit Nr. 11 übereinstimmt, als grün, und der Farb-Chip, der mit Nr. 12 übereinstimmt, als purpurbau wahrnehmbar war, was demzufolge die minimale, erforderliche Farbwiedergabe-Eigenschaft erzielt.

[0075] Weiterhin wurden, um nochmals die Nützlichkeit des Verfahrens zum Quantifizieren der Charakteristika der Leuchtstofflampe, die die minimale, erforderliche Farbwiedergabe-Fähigkeit besitzt, zu bestätigen, die Munsell-Werte (HV/C) der vier Testfarben Nr. 9 bis Nr. 12 in der CIE Publication No. 13.3, aus der spektralen Verteilung von **Fig. 1** entsprechend den zuvor angegebenen, kolorimetrischen Berechnungen, berechnet. Die berechneten Ergebnisse sind in Tabelle 4 dargestellt.

[0076] Farbcharakteristika der Leuchtstofflampe gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung

[TABELLE 4]

Test-Farbe	Munsell-Farbton	Munsell-Wert	Munsell-Chroma
	H	V	C
Nr. 9	9,8 RP	3,8	12
Nr. 10	0,1 GY	8,3	8,8
Nr. 11	8,8 G	5	5,8
Nr. 12	6,9 PB	2,4	11,2

[0077] Das Ergebnis der Berechnung des Munsell-Werts (HV/C) für jede Testfarbe unter dem Beleuchtungslicht Nr. 3 in Tabelle 2, bei dem das Beleuchtungs-Flussverhältnis zwischen der grünen Mono-Phosphor- und der roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampe ungefähr 8 : 2 beträgt, stimmte im Wesentlichen mit dem Ergebnis der Berechnung des Munsell-Werts (HV/C), berechnet für jede Testfarbe, beleuchtet durch die tatsächlich hergestellte Leuchtstofflampe, dargestellt in Tabelle 4, überein.

[0078] Deshalb können die Charakteristika der Leuchtstofflampe, die die minimale, erforderliche Farbwiedergabe-Fähigkeit besitzt, erhalten durch das vorstehende Berechnungsverfahren, auf die tatsächlich hergestellte Leuchtstofflampe angewandt werden.

[0079] Eine Ausführungsform ist entsprechend **Fig. 1** dargestellt worden, allerdings wird ersichtlich werden, dass die Leuchtstofflampe auch durch Kombinieren von verschiedenen Phosphoren auf andere Arten und Weisen als solche, die vorstehend beschrieben sind, hergestellt werden können.

[0080] Als ein Beispiel ist Phosphor mit grüner Emission mit einer Peak-Emissionswellenlänge bei 530 nm bis 560 nm, ein Seltenerd-Phosphor, aktiviert mit Terbium, Terbium-Cer oder Terbium-Gadolinium-Cer, ausgedrückt durch die chemischen Formeln $\text{LaPO}_4 \cdot \text{Ce}^{3+}$, Tb^{3+} , $\text{La}_2\text{O}_3 \cdot 0,2\text{SiO}_2 \cdot 0,9\text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{Ce}^{3+}$, Tb^{3+} , $\text{CeMgAl}_{11}\text{O}_{19} \cdot \text{Tb}^{3+}$, $\text{GdMgB}_5\text{O}_{10} \cdot \text{Ce}^{3+}$, Tb^{3+} , $(\text{La}, \text{Ce}, \text{Tb})_2\text{O}_3 \cdot 0,2\text{SiO}_2 \cdot 0,9\text{P}_2\text{O}_5$, usw..

[0081] Der Phosphor mit roter Emission mit einer Peak-Emissionswellenlänge bei 600 nm bis 630 nm ist, zum Beispiel, ein Seltenerd-Phosphor, aktiviert mit Europium, ausgedrückt durch die chemischen Formeln $\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot \text{Eu}^{3+}$, $(\text{Y}, \text{Gd})_2\text{O}_3 \cdot \text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot \text{Pr}^{3+}$, usw..

[0082] Weiterhin kann, falls ein Phosphor, der einen Emissions-Peak bei einer anderen Wellenlänge besitzt, in geringen Mengen hinzugefügt wird, ein anderer als Phosphor mit grüner Emission, der einen Emissions-Peak bei 530 nm bis 560 nm besitzt, und ein Phosphor mit roter Emission, der einen Emissions-Peak bei 600 nm bis 630 nm besitzt, eine Leuchtstofflampe, die im Wesentlichen dieselben Charakteristika wie solche der Leuchtstofflampe der vorliegenden Erfindung besitzt, natürlich hergestellt werden, so lange wie Anspruch 1 erfüllt wird.

[0083] Das Mischungsverhältnis, in Gewichts-Prozent, der Phosphore mit grüner Emission und roter Emission variiert in Abhängigkeit von der Beleuchtungseffektivität jedes Phosphors, von der Teilchengröße, dem Gewicht und der Teilchenform jedes Phosphors, von dem Lösungsmittel, das für die Phosphore verwendet wird, oder den Herstellbedingungen, wie beispielsweise Temperatur- und Trocknungsbedingungen.

[0084] Für die Phosphore mit grüner und roter Emission, allgemein verwendet in Leuchtstofflampen vom Drei-Band-Typ, beträgt das Verhältnis zwischen den Phosphoren mit grüner und roter Emission, das im Wesentlichen dieselben Charakteristika wie die Beleuchtungslichter Nr. 3 und 4 in Tabelle 3 liefert, in denen das Beleuchtungs-Flussverhältnis zwischen den grünen Mono-Phosphor- und roten Mono-Phosphor-Leuchtstofflampen ungefähr 8 : 2 bis ungefähr 7 : 3 beträgt, ist 70 : 30 bis 50 : 50 Gewichts-Prozent.

[0085] Obwohl sich die vorliegende Erfindung mit einer Leuchtstofflampe, aufgebaut als eine gerade Röhre

mit 40 W, befasst, wird ersichtlich werden, dass die Leuchtstofflampe der vorliegenden Erfindung mit unterschiedlichen Lampen-Wattzahlen und mit unterschiedlichen Rohrformen aufgebaut werden kann.

[0086] Weiterhin kann, falls eine gerade Hochfrequenz-Beleuchtungsröhre mit 32 W verwendet wird, die Leuchtstofflampe der vorliegenden Erfindung, die die höchste Lampeneffektivität besitzt, hergestellt werden.

[0087] Die Leuchtstofflampe der vorliegenden Erfindung besitzt die minimale, erforderliche Farbwiedergabe-Eigenschaft und eine hohe Lampeneffektivität, und bietet deshalb viele Vorteile, wie beispielsweise einfaches Beleuchten und niedrige Kosten, als Entladungslampen mit hoher Effektivität.

[0088] Die Leuchtstofflampe der vorliegenden Erfindung ist deshalb für Außenbeleuchtungsanwendungen geeignet, wo eine Ökonomie relativ wichtig ist und wo Entladungslampen mit hoher Intensität derzeit insbesondere für Straßenbeleuchtungs- und Tunnelbeleuchtungsanwendungen verwendet werden.

[0089] Sie kann auch in Anwendungen verwendet werden, wo ein strenges Farberscheinen nicht sehr gefordert ist, sondern Energieeinsparung und ökonomische Effektivität primäre Betrachtungspunkte sind, wie beispielsweise Verkehrsbeleuchtung, Straßenbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung, Fabrikbeleuchtung, in Automatisierungsfabriken, und öffentliche Beleuchtung auf Plätzen, wo relativ wenige Leute vorbeikommen.

[0090] Weiterhin ist, wie in **Fig. 4** dargestellt ist, die Chromatizitäts-Abweichung $\Delta u, v$ ($\Delta u, v$: der Abstand eines Farbpunkts von der Planck'schen Stelle auf dem CIE 1960 uv-Chromatizitäts-Diagramm) als der Abstand SP zwischen $S(u, v)$ und $P(u_0, v_0)$ auf dem CIE 1960 uv-Chromatizitäts-Diagramm definiert, wo $S(u, v)$ der Chromatizitätspunkt der Lichtfarbe der Lichtquelle ist, und $P(u_0, v_0)$ der Punkt ist, wo eine Senkrechte, herabgeführt von dem Chromatizitätspunkt S zu der Planck'schen Stelle, die Planck'sche Stelle schneidet.

[0091] Hierbei ist die Chromatizitäts-Abweichung positiv ($\Delta u, v > 0$), wenn sie in der oberen, linken Seite (auf der Farbseite mit grünlichem Licht) der Planck'schen Stelle liegt, und ist negativ ($\Delta u, v < 0$), wenn sie in der unteren rechten Seite (auf der Farbseite mit rötlichem Licht) liegt.

POTENZIAL FÜR EINE INDUSTRIELLE NUTZUNG

[0092] Wie vorstehend beschrieben ist, kann, gemäß der vorliegenden Erfindung, eine hoch effiziente Leuchtstofflampe, die die minimale, erforderliche Farbwiedergabe-Fähigkeit besitzt, realisiert werden.

Patentansprüche

1. Leuchtstofflampe, die primäres Licht erzeugt, unter Verwendung eines Phosphors mit grüner Emission mit einer Peak-Emissionswellenlänge bei 530 nm bis 560 nm, und eines Phosphors mit roter Emission mit einer Peak-Emissionswellenlänge bei 600 nm bis 630 nm, wobei, unter Beleuchtung der Leuchtstofflampe, vier Testfarben für eine spezielle Farbwiedergabe-Index-Berechnung, Nr. 9, Nr. 10, Nr. 11 und Nr. 12, spezifiziert in der Commission Internationale de l'Eclairage CIE Publication No. 13.3, als rot, gelb, grün und purpurblau, jeweils, im Hinblick auf Munsell-Farbtöne, wahrnehmbar sind, und

wobei die korrelierte Farbtemperatur der Leuchtstofflampe 3200 K bis 4500 K beträgt und der Chromatizitätspunkt der Lichtfarbe innerhalb eines Chromatizitäts-Bereichs angeordnet ist, wo der Abstand eines Farbpunkts von einer Planck'schen Stelle auf dem CIE 1960 uv-Chromatizitäts-Diagramm nicht geringer als 0,015 und nicht größer als 0,045 ist, und

wobei der Phosphor mit grüner Emission ein Seltenerd-Phosphor ist, aktiviert mit Terbium, Terbium-Cer oder Terbium-Gadolinium-Cer, und wobei der Phosphor mit roter Emission ein Seltenerd-Phosphor ist, aktiviert mit Europium,

dadurch gekennzeichnet, dass

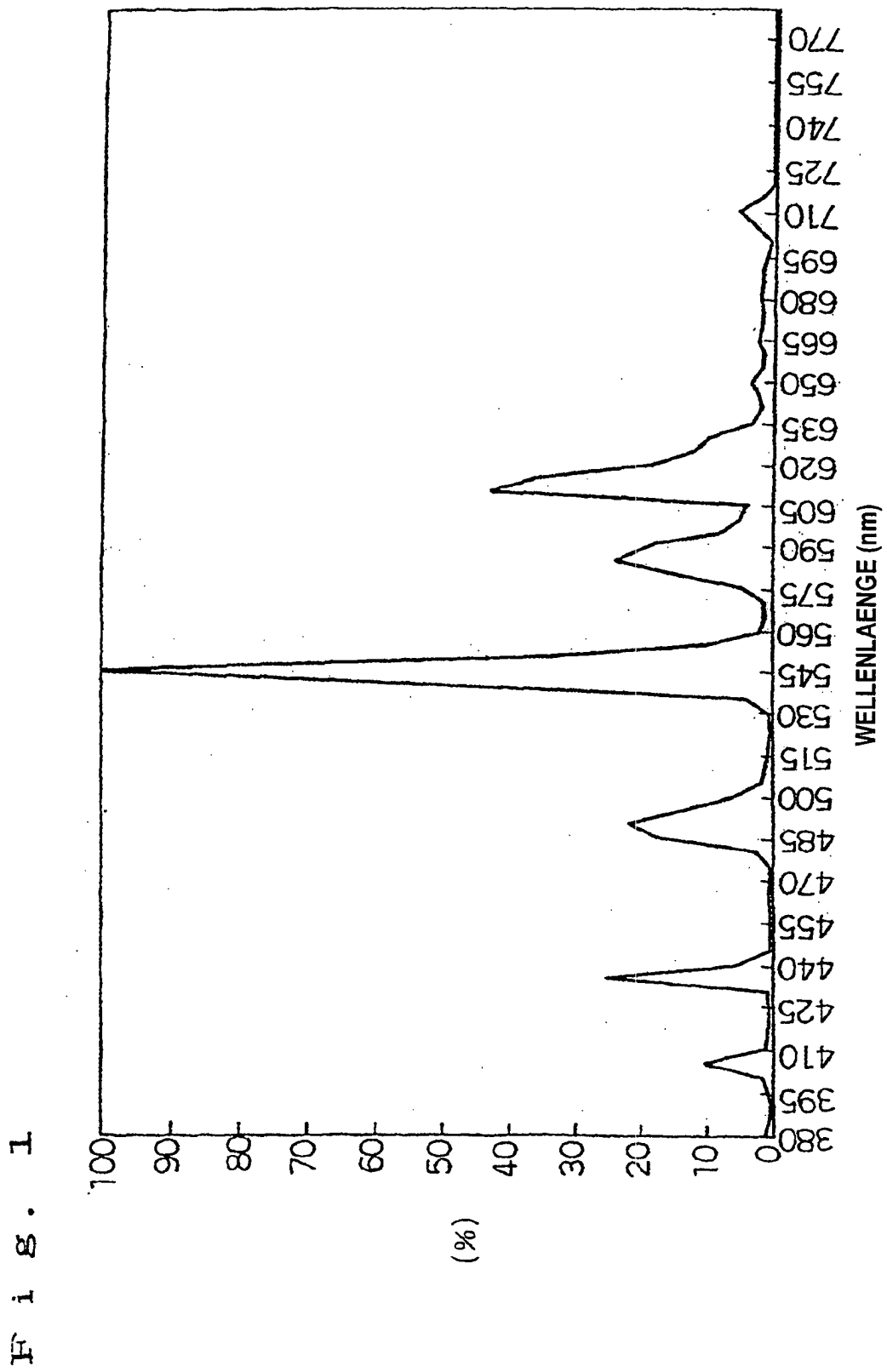
das Verhältnis des Phosphors mit grüner Emission zu dem roten Phosphor 70 : 30 bis 50 : 50 Gewichts-Prozent beträgt.

2. Leuchtstofflampe nach Anspruch 1, wobei die Leuchtstofflampe in Außenbeleuchtungsanwendungen verwendet wird.

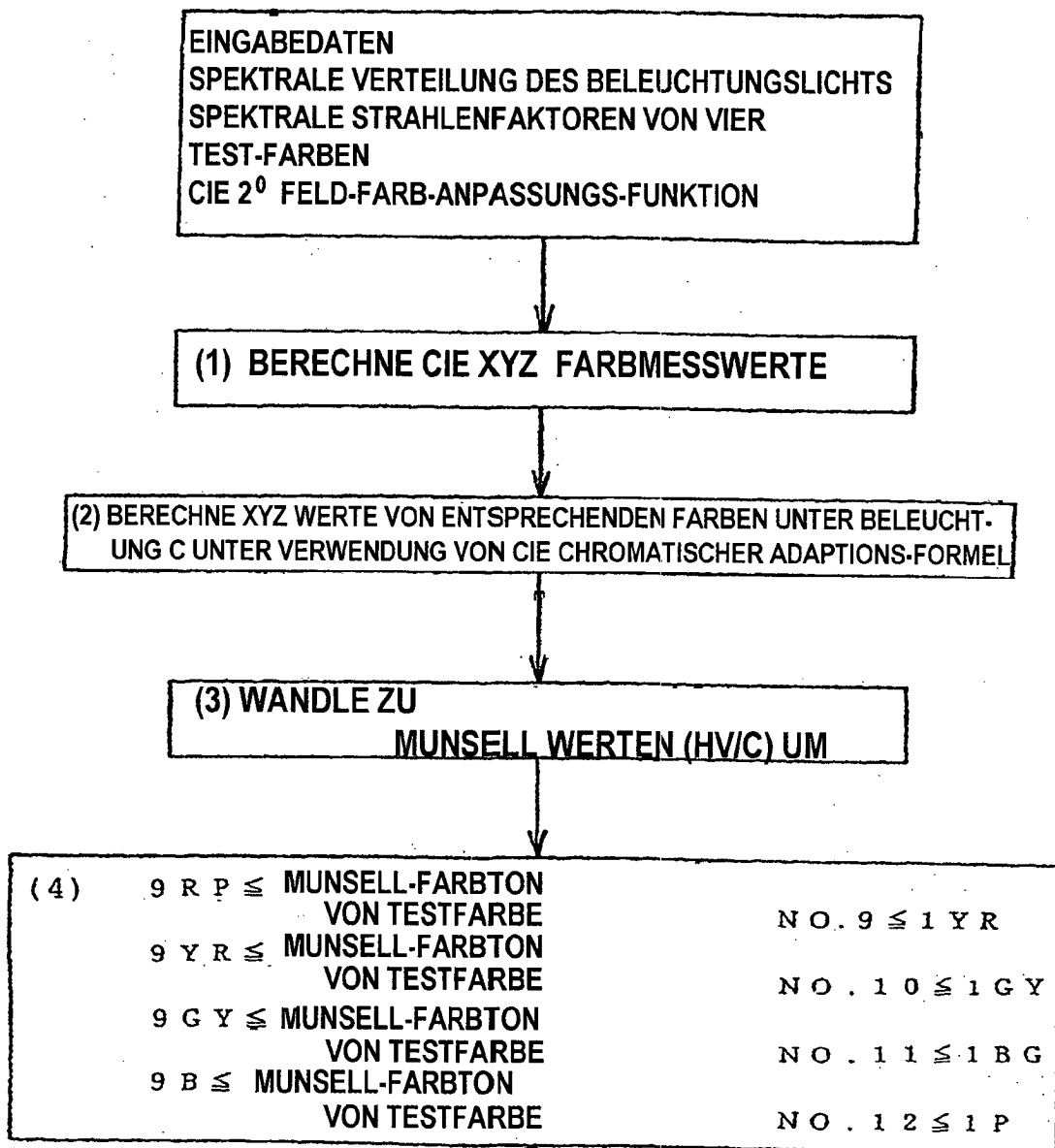
3. Leuchtstofflampe nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Leuchtstofflampe in Straßenbeleuchtungs- und Tunnelbeleuchtungsanwendungen verwendet wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

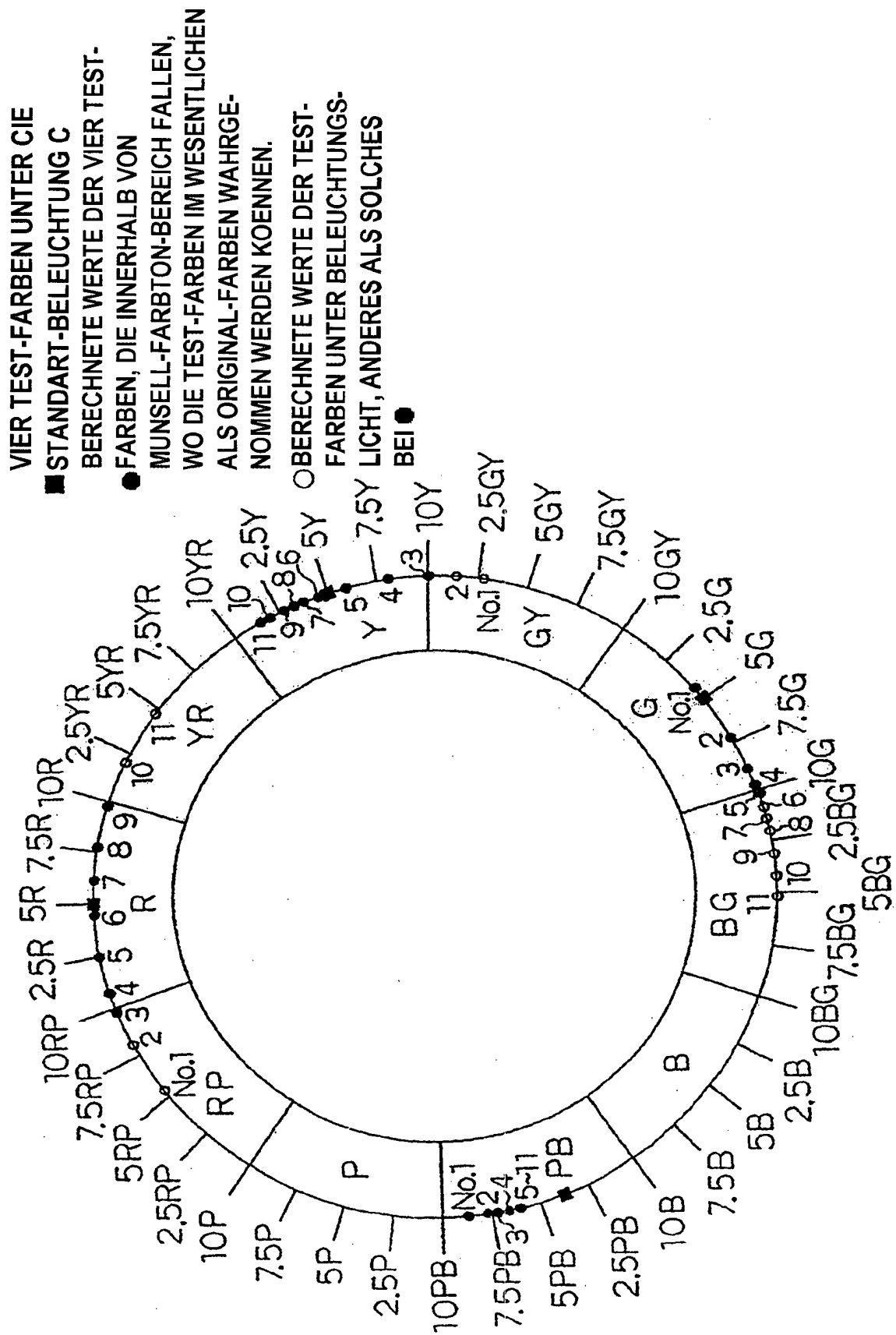
Anhängende Zeichnungen



F i g . 2



F i g . 3



F i g . 4

