(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3576076号

(P3576076)

(45)発行日　平成16年10月13日(2004.10.13)　(24)登録日　平成16年7月16日(2004.7.16)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G01J 3/50	G01J	3/50	
F21V 3/04	F21V	3/04	A
F21V 13/02	F21V	13/02	B
G01J 3/52	G01J	3/52	
H01J 61/44	H01J	61/44	P

請求項の数 4　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2000-199523(P2000-199523)
(22)出願日　平成12年6月30日(2000.6.30)
(65)公開番号　特開2002-13982(P2002-13982A)
(43)公開日　平成14年1月18日(2002.1.18)
審査請求日　平成13年11月6日(2001.11.6)

前置審査

(73)特許権者　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100090446
弁理士　中島　司朗
(72)発明者　向　健二
大阪府高槻市幸町１番１号　松下電子工業株式会社内
(72)発明者　森　利雄
大阪府高槻市幸町１番１号　松下電子工業株式会社内
(72)発明者　真鍋　由雄
大阪府高槻市幸町１番１号　松下電子工業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】白色度評価方法及び照明用光源・照明装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

光源からの放射光の白色度を評価する白色度評価方法であって、

The CIE 1997 Interim Color Appearance Model (Simple Version)で規定される算出方法を用いて求められたクロマ値をＣ、負の実数をａ、正の実数をｂとした場合に、白色度Ｗを式

Ｗ　＝　ａＣ＋ｂ

として求め、前記白色度Ｗの値が大きいほど白色度が高く、前記白色度Ｗの値が小さいほど白色度が低いと評価することを特徴とする白色度評価方法。

【請求項２】

前記クロマ値は、光源からの放射光のクロマ値であって、

前記係数ａは－５．３、前記係数ｂは１００であることを特徴とする請求項１に記載の白色度評価方法。

【請求項３】

前記クロマ値は、光源からの放射光をマンセルバリューが９．５、マンセルクロマが０である物体表面に照射した時の反射光のクロマ値であって、

前記係数ａは－４．４、前記係数ｂは１００であることを特徴とする請求項１に記載の白色度評価方法。

【請求項４】

前記クロマ値は、光源からの放射光を平均的な新聞紙の無地の紙面に照射した時の反射光

のクロマ値であって、
前記係数ａは－３．３、前記係数ｂは１００であることを特徴とする請求項１に記載の白色度評価方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、光源からの放射光の白色度を評価する白色度評価方法、および当該評価方法により白色度が高いと評価される光を放射する照明用光源ならびに照明装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来、照明用光源及び照明装置の開発は照明される物体本来の色を忠実に再現することを目標として進められてきた。具体的には種々の視対象の色の見えが標準の光の下での色の見えに近いものほどよいとされ、これは平均演色評価数を用いて客観的に評価することができる。
【０００３】
ところが、近年、上記のような色の見えの忠実性に代えて好ましい色の見えが注目されるようになってきた。すなわち、用途に応じて照明用光源や照明装置を使い分けて、好ましい色の見えを実現する技術に注目がされており、例えば食品を美味しそうに見せる食品展示用照明、花卉店等で植物をより美しく見せる植物観賞用ランプ等が開発されている。このような状況に対応して、特開平９－１２０７９７号公報では特定用途に限らず、一般に色の見えの鮮やかさを示す指標として目立ち指数が提案されている。
【０００４】
このような、鮮やかさが高い照明用光源や照明装置を用いることによって、照度が同じでも、鮮やかさが低い照明用光源や照明装置に比して明るく感じられる。また、この他にも、明るさの感覚には光の色も影響していることが指摘されており、（例えば、占部ら、「光源の色温度が室内空間の明るさ感に与える影響（１）外部から一対同時比較した時の明るさ感評価」、照明学会全国大会、ｐ．１６３、１９９５。）、白い物体がより白く見えるほど明るさ感が高いと考えられつつある。したがって、前記のような色の見えの鮮やかさの高い照明用光源や照明装置を用いることに加えて、さらに、白色感の高い照明用光源や照明装置を用いることが望ましい。また、白色感を高めると、すっきりとした印象を与え、視環境の快適性をも高めることができるとも考えられつつある。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、このような白色感は従来、専ら主観的判断に依存しており、そのため白色感の高い光を放射する照明装置を開発するには、技術者等の視覚実験による主観的評価に頼らざるをえず、白色感の客観性が担保できないばかりか、開発効率が悪いという問題がある。
【０００６】
また、白色度の高い照明装置の製造工程において、製品を対象として主観評価を実施することは非現実的であり、品質管理が難しいという問題がある。
更に、消費者にとっても照明装置を購入する場合、カタログ等に客観的な指標が掲載されてあれば、その指標を用いて好適な照明装置を選ぶことができるのだが、実際にはそのような指標は掲載されていないために、さしたる根拠も無いままカタログのイメージだけを頼りに選んだり、せいぜいショールームに展示されている一部の照明装置を目視で評価して選ばざるを得ないという問題がある。
【０００７】
本発明は、この種の問題を解決する意図で、白色感を客観的に評価する方法を提供すると共に、その評価方法に準拠した白色度の高く、かつ色の見えの鮮やかな照明用光源及び照明装置を提供することを目的としたものである。
【０００８】

【課題を解決するための手段】
上記目的を達成するため、本発明の白色度評価方法は光源からの放射光の白色度を評価する白色度評価方法であって、Ｔｈｅ　ＣＩＥ　１９９７　Ｉｎｔｅｒｉｍ　Ｃｏｌｏｒ　Ａｐｐｅａｒａｎｃｅ　Ｍｏｄｅｌ　（Ｓｉｍｐｌｅ　Ｖｅｒｓｉｏｎ）で規定される算出方法を用いて求められたクロマ値をＣ、負の実数をａ、正の実数をｂとした場合に、白色度Ｗを式Ｗ＝ａＣ＋ｂとして求め、前記白色度Ｗの値が大きいほど白色度が高く、前記白色度Ｗの値が小さいほど白色度が低いと評価することを特徴とする。
【０００９】
また、前記白色度評価方法の第１の具体的形態として、前記クロマ値は光源からの放射光のクロマ値であって、前記係数ａは－５．３、前記係数ｂは１００であることを特徴とする。
また、第１の具体的形態の近似的形態として、前記クロマ値は光源からの放射光をマンセルバリューが９．５、マンセルクロマが０である物体表面に照射した時の反射光のクロマ値であって、前記係数ａは－４．４、前記係数ｂは１００であることを特徴とする。
【００１０】
また、第２の具体的形態として、前記クロマ値は、光源からの放射光を平均的な新聞紙の無地の紙面に照射した時の反射光のクロマ値であって、前記係数ａは－３．３、前記係数ｂは１００であることを特徴とする。
また、本発明に係る照明用光源は、前記第１の具体的形態の白色度評価方法を用いて算出した白色度が８５以上の放射光を放射する照明用光源であって、当該放射光は、目立ち指数が１１０以上であることを特徴とする。
【００１１】
また、前記第２の具体的形態の白色度評価方法を用いて算出した白色度が６５以上の放射光を放射する照明用光源であって、当該放射光は、色度がＣＩＥ　１９３１色度図上で式$y \geqq -2.63x^2 + 2.63x - 0.263$と式$y \geqq -3.09x + 1.22$を共に満たす範囲にあり、かつ、目立ち指数が１１０以上であることを特徴とする。
【００１２】
また、前記第１の具体的形態の白色度評価方法を用いて算出した白色度が８５以上の放射光を放射する照明用光源であって、当該放射光は、目立ち指数が１１５以上であることを特徴とする。
また、前記第２の具体的形態の白色度評価方法を用いて算出した白色度が６５以上の放射光を放射する照明用光源であって、当該放射光は、色度がＣＩＥ　１９３１色度図上で前記の式$y \geqq -2.63x^2 + 2.63x - 0.263$と式$y \geqq -3.09x + 1.22$を共に満たす範囲にあり、かつ、目立ち指数が１１５以上であることを特徴とする。
【００１３】
また、本発明に係る蛍光ランプは、放射光の発光ピーク波長が、波長４４０～４７０ｎｍの青色領域、波長５０５～５３０ｎｍの緑色領域、波長５４０～５７０ｎｍの緑色領域、波長６００～６２０ｎｍの赤色領域である発光の組み合せを主発光として放射する蛍光体層を有し、前記放射光は、相関色温度がＴ［Ｋ］のとき、波長３８０～７８０ｎｍの放射エネルギーＱｖに対する波長５０５～５３０ｎｍの放射エネルギーＱｇの比が式$Qg/Qv \geqq -0.11 \times 10^4/T + 0.30$を満たすことを特徴とする。
【００１４】
また、本発明に係る蛍光ランプは、放射光の発光ピーク波長が、波長４４０～４７０ｎｍの青色領域、波長５０５～５３０ｎｍの緑色領域、波長５４０～５７０ｎｍの緑色領域、波長６００～６２０ｎｍの赤色領域である発光の組み合せを主発光として放射する蛍光体層を有し、前記放射光は、相関色温度がＴ［Ｋ］のとき、波長３８０～７８０ｎｍの放射エネルギーＱｖに対する波長５０５～５３０ｎｍの放射エネルギーＱｇの比が式$Qg/Qv \geqq -0.1 \times 10^4/T + 0.33$を満たす範囲にあることを特徴とする。
【００１５】
また、前記蛍光体層は、２価ユーロピウムを発光中心として含有し波長４４０～４７０ｎ

ｍに発光ピークを有する青色蛍光体と、２価マンガンを発光中心として含有し波長５０５～５３０ｎｍに発光ピークを有する緑色蛍光体と、３価テルビウムを発光中心として含有し波長５４０～５７０ｎｍに発光ピークを有する緑色蛍光体と、３価ユーロピウムを発光中心として含有し波長６００～６２０ｎｍに発光ピークを有する赤色蛍光体とを主成分とすることを特徴とする。

【００１６】

また、前記蛍光体層は、２価ユーロピウムと２価マンガンを発光中心として含有し波長４４０～４７０ｎｍと波長５０５～５３０ｎｍの両方に発光ピークを有する青緑色蛍光体と、３価テルビウムを発光中心として含有し波長５４０～５７０ｎｍに発光ピークを有する緑色蛍光体と、３価ユーロピウムを発光中心として含有し波長６００～６２０ｎｍに発光ピークを有する赤色蛍光体とを主成分とすることを特徴とする。

【００１７】

また、前記蛍光体層は、２価ユーロピウムを発光中心として含有し、波長４４０～４７０ｎｍに発光ピークを有する青色蛍光体と、３価テルビウムと２価マンガンとを発光中心として含有し、波長５０５～５３０ｎｍと波長５４０～５７０ｎｍの両方に発光ピークを有する緑色蛍光体と、３価ユーロピウムを発光中心として含有し波長６００～６２０ｎｍに発光ピークを有する赤色蛍光体とを主成分とすることを特徴とする。

【００１８】

また、前記２価ユーロピウムを発光中心として含有し波長４４０～４７０ｎｍに発光ピークを有する青色蛍光体は、２価ユーロピウム付活アルミン酸バリウム・マグネシウム蛍光体、２価ユーロピウム・２価マンガン付活アルミン酸バリウム・マグネシウム蛍光体、２価ユーロピウム付活ハロリン酸バリウム・カルシウム・ストロンチウム・マグネシウム蛍光体の少なくとも１種からなることを特徴とする。

【００１９】

また、前記２価マンガンを発光中心として含有し波長５０５～５３０ｎｍに発光ピークを有する緑色蛍光体は、２価ユーロピウム・２価マンガン付活アルミン酸バリウム・マグネシウム蛍光体、２価マンガン付活アルミン酸セリウム・マグネシウム蛍光体、２価マンガン付活アルミン酸セリウム・マグネシウム・亜鉛蛍光体、２価マンガン付活ケイ酸亜鉛蛍光体、３価テルビウム・２価マンガン付活アルミン酸セリウム・マグネシウム蛍光体の少なくとも１種からなることを特徴とする。

【００２０】

また、前記３価テルビウムを発光中心として含有し波長５４０～５７０ｎｍに発光ピークを有する緑色蛍光体は、３価セリウム・３価テルビウム付活リン酸ランタン蛍光体、３価テルビウム付活アルミン酸セリウム・マグネシウム蛍光体の少なくとも１種からなることを特徴とする。

また、前記３価イットリウムを発光中心として含有し波長６００～６２０ｎｍに発光ピークを有する赤色蛍光体は、３価ユーロピウム付活酸化イットリウム蛍光体、３価ユーロピウム付活酸化ガドリニウム蛍光体の少なくとも１種からなることを特徴とする。

【００２１】

また、前記２価ユーロピウムと２価マンガンを発光中心として含有し波長４４０～４７０ｎｍと波長５０５～５３０ｎｍの両方に発光ピークを有する青緑色蛍光体は、２価ユーロピウム・２価マンガン付活アルミン酸バリウム・マグネシウム蛍光体であることを特徴とする。

また、前記３価テルビウムと２価マンガンを発光中心として含有し波長５０５～５３０ｎｍと波長５４０～５７０ｎｍの両方に発光ピークを有する緑色蛍光体は、３価テルビウム・２価マンガン付活アルミン酸セリウム・マグネシウム蛍光体であることを特徴とする。

【００２２】

また、本発明に係る照明装置は、前記第１の具体的形態の白色度評価方法を用いて算出した白色度が８５以上の放射光を放射する照明装置であって、当該放射光は、目立ち指数が１１０以上であることを特徴とする。

また、前記第２の具体的形態の白色度評価方法を用いて算出した白色度が６５以上の放射光を放射する照明装置であって、当該放射光は、色度がＣＩＥ　１９３１色度図上で前記の式ｙ≧－２．６３ｘ^{2}＋２．６３ｘ－０．２６３と式ｙ≧－３．０９ｘ＋１．２２を共に満たす範囲にあり、かつ、目立ち指数が１１０以上であることを特徴とする。

【００２３】

また、前記第１の具体的形態の白色度評価方法を用いて算出した白色度が８５以上の放射光を放射する照明装置であって、当該放射光は、目立ち指数が１１５以上であることを特徴とする。

また、前記第２の具体的形態の白色度評価方法を用いて算出した白色度が６５以上の放射光を放射する照明用光源であって、当該放射光は、色度がＣＩＥ　１９３１色度図上で前記の式ｙ≧－２．６３ｘ^{2}＋２．６３ｘ－０．２６３と式ｙ≧－３．０９ｘ＋１．２２を共に満たす範囲にあり、かつ、目立ち指数が１１５以上であることを特徴とする。

【００２４】

また、放射光の発光ピーク波長が、波長４４０～４７０ｎｍの青色領域、波長５０５～５３０ｎｍの緑色領域、波長５４０～５７０ｎｍの緑色領域、波長６００～６２０ｎｍの赤色領域である発光の組み合せを主発光とし、前記放射光は、相関色温度がＴ［Ｋ］のとき、波長３８０～７８０ｎｍの放射エネルギーＱｖに対する波長５０５～５３０ｎｍの放射エネルギーＱｇの比が前記の式Ｑｇ／Ｑｖ≧－０．１１×１０^{4}／Ｔ＋０．３０を満たすことを特徴とする。

【００２５】

また、放射光の発光ピーク波長が、波長４４０～４７０ｎｍの青色領域、波長５０５～５３０ｎｍの緑色領域、波長５４０～５７０ｎｍの緑色領域、波長６００～６２０ｎｍの赤色領域である発光の組み合せを主発光とし、前記放射光は、相関色温度をＴ［Ｋ］のとき、波長３８０～７８０ｎｍの放射エネルギーＱｖに対する波長５０５～５３０ｎｍの放射エネルギーＱｇの比が前記の式式Ｑｇ／Ｑｖ≧－０．１×１０^{4}／Ｔ＋０．３３を満たすことを特徴とする。

【００２６】

また、前記放射光は、光源からの放射光を透過板にて透過されることによって所定の発光スペクトルに調整されていることを特徴とする。

また、前記放射光は、光源からの放射光を反射板にて反射されることによって所定の発光スペクトルに調整されていることを特徴とする。

【００２７】

【発明の実施の形態】

（第１の実施の形態）

以下、本発明の第１の実施の形態に係る白色度評価方法について説明する。図１は本実施の形態に係る白色度評価装置１である。白色度評価装置１は、評価対象である光源からの放射光を受光してスペクトルを計測する分光測光器２と、分光測光器２によって得られたスペクトルデータからクロマ値を計算し、得られたクロマ値から白色度を求め、表示画面に表示する計算機３を備えている。図２は、計算機３が分光測光器２からスペクトルデータを受けて白色度を算出する際のフローチャートを示した図である。計算機３は、まず分光測光器２からスペクトルデータを受信すると（ステップＳ１）、当該スペクトルデータから前記ＣＩＥモデルに基づいてクロマ値Ｃを計算する（ステップＳ２）。そして、当該クロマ値Ｃを一次式－５．３Ｃ＋１００に代入して白色度を計算し（ステップＳ３）、当該白色度を表示画面に表示する（ステップＳ４）。

【００２８】

さて、白色感が高いということは言い換えれば彩度（クロマ）が低いということである。実験によれば、種々の光源の下で種々の色票を被験者に提示し、完全に白色と感じたときを１００、白みを全く感じないときを０として主観評価させた主観評価値と、主観評価に用いたのと同じ光源、色票についてＴｈｅ　ＣＩＥ　１９９７　Ｉｎｔｅｒｉｍ　Ｃｏｌｏｒ　Ａｐｐｅａｒａｎｃｅ　Ｍｏｄｅｌ　（Ｓｉｍｐｌｅ　Ｖｅｒｓｉｏｎ）で定義さ

れたクロマ値とは相関関係がある。図３は前記主観評価値を縦軸にクロマ値を横軸にとって実験結果を示した散布図である。クロマ値と主観評価値の間の相関係数は０．９３であって、図に見られるように主観評価値とクロマ値との間には傾きが負の一次関数の関係がほぼ成立する。この知見に基づいて、白色度をクロマ値の一次式を用いて定義すれば、主観評価によらず客観的に白色度を評価することができる。なお、上記ＣＩＥ（Ｃｏｍｍｉｓｓｉｏｎ　Ｉｎｔｅｒｎａｔｉｏｎａｌｅ　ｄｅ　Ｌ’ｅｃｌａｉｒａｇｅ）のモデルは物体色の色の見えモデルとして提案されている各種モデルの予測精度評価を調べてＣＩＥが提案したモデルであり、クロマ値の他に色相、明度等のさまざまな指標を算出することができる。クロマ値の評価方法は上記ＣＩＥのモデル以外にも種々提案されているが、白色感を評価するためには上記モデルが好適である。

【００２９】

前記の一次式は、照度５００ルクスの標準の光Ａの白色度が５０、クロマ値が０である光源の白色度が１００となるように係数の値を定めた。このように係数の値を定めることによって、一般的な照明用光源のほとんどについて白色度を０から１００の間におさめることができるので、前記一次式を実用的な評価式とすることができる。実際、クロマ値は０または正の値をとるため、日常の評点でよく使われている１００点満点の評価点方式に近い評点をつけることができる。また、上記第１の実施の形態においては、分光測光器２にて光源からの放射光を直接受光してスペクトルを計測したが、これはＣＩＥのモデルにおいて可視放射の波長範囲である３８０ｎｍから７８０ｎｍでの分光反射率が１．０である理想的な白色物体を視対象とした場合に相当する。

（第２の実施の形態）

次に、本発明の第２の実施の形態に係る白色度評価方法について説明する。本実施の形態においては、分光反射率１．０の理想的な白色物体にもっとも近い現存の物体である日本色彩研究所製視感複製Ｎ９．５色票を視対象として光源からの放射光の白色度を評価する。当該色票は、マンセルバリュー（明度）が９．５、マンセルクロマ（彩度）が０の物体であり、マンセルクロマが０なのでマンセルヒュー（色相）は定義されない。図４は前記色票６を視対象として光源４からの放射光５の白色度を評価するための構成を示した図である。光源４からの放射光５は色票６の表面で反射されて、分光測光器２に受光される。分光測光器２はスペクトルデータを生成、計算機（不図示）に送信し、計算機は当該スペクトルデータを用いてクロマ値Ｃを求め、当該クロマ値Ｃを一次式－４．４Ｃ＋１００に代入して白色度を算出する。なお、前記の一次式は前記色票を照度５００ルクスの標準の光Ａにて照明したときに白色度が５０となり、かつクロマ値が０のときに白色度が１００となるように係数の値を定めた。

（第３の実施の形態）

次に、本発明の第３の実施の形態に係る白色度評価方法について説明する。本実施の形態においては、日常生活において注視する機会の多い新聞や雑誌を想定し、それらの無地の面を視対象として光源の白色度を評価する。このような無地の面の色は概ねマンセルバリューが８．０、マンセルクロマが１．０、マンセルヒューが５ＧＹであり、日本色彩研究所製視感複製５ＧＹ８．０／１．０色票に相当する。したがって、本実施の形態においては当該色票を視対象として光源からの放射光の白色度を評価する。本実施の形態においても前記第２の実施の形態と概ね同様の手順にて白色度を評価する。ただし、計算機にてクロマ値Ｃから白色度を算出する際に用いる一次式は－３．３Ｃ＋１００である。前記一次式は前記色票を照度５００ルクスの標準の光Ａにて照明したときに白色度が５０となり、かつクロマ値が０のときに白色度が１００となるように係数の値を定めてある。

【００３０】

さて、実験によれば、２つの光源について白色度の差が１５％以内であれば、５０％以上の被験者が両者を区別することができない。言い換えると、５０％以上の被験者にとって白色度が８５の光源は白色度が１００の光源と同等である。したがって、前記実施の形態１に記載の白色度評価装置によって白色度８５以上と評価される範囲をＣＩＥ　１９３１色度図上で示すと図５のような楕円領域となる。当該楕円領域は色度座標（ｘ，ｙ）＝（

０．３４００，０．３３９０）を中心とし、長軸長が０．０１５０、短軸長が０．００６０、ｘ軸に対する長軸の傾きが４５度である楕円の内部となる。また、前記実施の形態３の白色度評価装置においては、視対象の特性上、クロマ値の最小値は０とはならず、白色度の最大値は７５となる。この場合も白色度７５に対して白色度の差が１５％以内であれば、５０％以上の被験者が白色度の差を認めることができず、白色度６５の光源は白色度７５の光源と同等と評価される。図６に示すように、白色度が６５以上となる範囲はＣＩＥ　１９３１色度図上でやはり楕円領域となり、当該楕円領域は、色度座標（ｘ，ｙ）＝（０．３１００，０．２６００）を中心とする、長軸長が０．１０５０、短軸長が０．０４００、ｘ軸に対する長軸の傾きが５２度の楕円の内部である。

【００３１】

一般に、照明用光源として実際に用いられる光源の光色は、ＣＩＥ　１９３１色度図上で、ｙ≧－２．６３x^2＋２．６３ｘ－０．２６３、ｙ≧－３．０９ｘ＋１．２２の範囲にあることが知られている。図６の斜線部は前記実施の形態３の白色度評価装置にて白色度６５以上と評価され、かつ一般的に照明用光源として利用可能な範囲内である。これは白色度が同等の場合、青みがかっている場合には実用に供することができるが、青み以外の例えば、赤みがかっていると実用に耐えないという視覚特性に起因する。

【００３２】

次に、特開平９－１２０７９７号公報にて提案された目立ち指数について、目立ち指数が１１０の光源の下では標準の光の１．１倍の明るさに感じられ、目立ち指数が１１５の光源の下では標準の光の１．１５倍に感じられることが報告されている（橋本ら、「目立ち感に基づく光源の演色性評価方法」、照明学会誌、第７９巻、第１１号、ｐｐ．６３９－６７１（１９９５））。

【００３３】

以上、照明用光源として望ましい評価指数をまとめると、光源の白色度を直接評価する場合は、光源の光色がＣＩＥ　１９３１色度図上で色度座標（ｘ，ｙ）＝（０．３４００，０．３３９０）を中心とする、長軸長が０．０１５０、短軸長が０．００６０、長軸のｘ軸に対する傾きが４５度の楕円範囲内にあり、かつ、目立ち指数が１１０以上、さらに好ましくは１１５以上とするのが望ましい。また、視対象を一般的な新聞紙とすれば、光源の光色がＣＩＥ　１９３１色度図上で色度座標（ｘ，ｙ）＝（０．３１００，０．２６００）を中心とし、長軸長が０．１０５０、短軸長が０．０４００、長軸のｘ軸に対する傾きが５２度の楕円内であって、かつｙ≧－２．６３x^2＋２．６３ｘ－０．２６３、ｙ≧－３．０９ｘ＋１．２２の範囲内にあり、目立ち指数が１１０以上、さらに好ましくは１１５以上とするのが好ましい。

【００３４】

なお、一般照明用光源としてよく用いられている３波長域発光形蛍光ランプにあっては、目立ち指数に関して、波長３８０～７８０ｎｍの放射エネルギーに対する波長５０５～５３０ｎｍの放射エネルギーの割合が増加させると、様々に色付いた物体において色の見えの鮮やかさが増し、同時に明るさ感も増大する効果があることが新たに発見された。図７は、相関色温度５２００［Ｋ］の光色の蛍光ランプにおいて、発光スペクトル中の波長３８０～７８０ｎｍ（可視領域）の発光エネルギーＱｖに対する波長５０５～５３０ｎｍの発光エネルギーＱｇの比Ｑｇ／Ｑｖと目立ち指数の関係をプロットしたグラフである。図７から分かるように、比Ｑｇ／Ｑｖと目立ち指数は正比例する。更に、前記相関色温度によって、比Ｑｇ／Ｑｖと目立ち指数の関係が変化することも分かった。

【００３５】

図８は、目立ち指数が１１０の蛍光ランプにおいて、比Ｑｇ／Ｑｖと逆数相関色温度T^{-1}［K^{-1}］の関係をプロットしたグラフである。図８より、逆数相関色温度T^{-1}と比Ｑｇ／Ｑｖは傾きが負の一次関数の関係にあることが分かる。図９は、目立ち指数１１５の蛍光ランプにおいて、図８と同様に比Ｑｇ／Ｑｖと逆数相関色温度T^{-1}［K^{-1}］に対してプロットした図であり、やはり両者は傾きが負の一次関数の関係にあることが分かる。

【００３６】
以上より、Ｑｇ／Ｑｖ≧－０．１１×１０^{4}Ｔ$^{-1}$＋０．３０ならば蛍光ランプの目立ち指数が１１０以上となり、また、Ｑｇ／Ｑｖ≧－０．１×１０^{4}Ｔ$^{-1}$＋０．３３の時、蛍光ランプの目立ち指数が１１５以上となると結論される。したがって、目立ち指数に代えて比Ｑｇ／Ｑｖと逆数相関色温度を用いれば色の見えの鮮やかさを簡易的に評価することができる。
【００３７】
さて、上記のような特性をもつ照明用光源を実現する方法について、蛍光ランプを例にとって以下に説明する。従来、効率が高く、演色性に優れた蛍光ランプとして３波長域発光形蛍光ランプが住宅、店舗、事務所などの一般照明用に広く使用されている。３波長域発光形蛍光ランプは色覚反応の最も強い青色領域（波長４４０～４７０ｎｍ）、緑色領域（波長５４０～５７０ｎｍ）、赤色領域（６００～６２０ｎｍ）の三つの波長域に、狭帯域に発光スペクトルをもつ希土類蛍光体を用い、さらに比視感度の高い波長で高エネルギーとなるように蛍光体の配合比を調整している。上記のような特性をもつ蛍光ランプを実現するためには、上記に加えて緑色領域（５０５～５３０ｎｍ）に発光スペクトルをもつ蛍光体を配合するのが好適である。波長４４０～４７０ｎｍの青色領域に発光ピークを有する蛍光体としては、２価ユーロピウムを発光中心として含有する青色蛍光体の少なくとも１種類を用いればよい。代表的な蛍光体としては、２価ユーロピウム付活アルミン酸バリウム・マグネシウム（$BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$）蛍光体、２価ユーロピウム・２価マンガン付活アルミン酸バリウム・マグネシウム（$BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+},Mn^{2+}$）蛍光体、２価ユーロピウム付活ハロリン酸バリウム・カルシウム・ストロンチウム・マグネシウム（$(Ba,Ca,Sr,Mg)_{10}(PO_4)_6Cl_2:Eu^{2+}$）蛍光体等を用いると良い。なお、２価ユーロピウム付活アルミン酸バリウム・マグネシウム蛍光体、２価ユーロピウム・２価マンガン付活アルミン酸バリウム・マグネシウム蛍光体といった、アルミン酸バリウム・マグネシウム（$BaMgAl_{10}O_{17}$）を母体結晶とする蛍光体においては、構成元素のバリウム原子の一部をカルシウム（Ｃａ）やストロンチウム（Ｓｒ）といった、他のアルカリ土類金属元素に置き換えてもよい。この置き換えによって、Eu^{2+}による発光のピーク位置をシフトさせたり、発光の半値幅を変化させることができる。波長５０５～５３０ｎｍの緑色領域に発光ピークを有する蛍光体としては、２価マンガンを発光中心として含有する緑色蛍光体の少なくとも１種類を用いればよい。代表的な蛍光体としては、２価ユーロピウム・２価マンガン付活アルミン酸バリウム・マグネシウム（$BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+},Mn^{2+}$）蛍光体、２価マンガン付活アルミン酸セリウム・マグネシウム（$CeMgAl_{11}O_{19}:Mn^{2+}$）蛍光体、２価マンガン付活アルミン酸セリウム・マグネシウム・亜鉛（$Ce(Mg,Zn)Al_{11}O_{19}:Mn^{2+}$）蛍光体、２価マンガン付活ケイ酸亜鉛（$Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$）蛍光体、３価テルビウム・２価マンガン付活アルミン酸セリウム・マグネシウム（$CeMgAl_{11}O_{19}:Tb^{3+},Mn^{2+}$）蛍光体等が望ましい。波長５４０～５７０ｎｍの緑色領域に発光ピークを有する蛍光体としては、３価テルビウムを発光中心として含有する緑色蛍光体の少なくとも１種類を用いればよい。代表的な蛍光体としては、３価セリウム・３価テルビウム付活リン酸ランタン（$LaPO_4:Ce^{3+},Tb^{3+}$）蛍光体、３価テルビウム付活アルミン酸セリウム・マグネシウム（$CeMgAl_{11}O_{19}:Tb^{3+}$）蛍光体等が好ましい。波長６００～６２０ｎｍの赤色領域に発光ピークを有する蛍光体としては、３価ユーロピウムを発光中心として含有する緑色蛍光体の少なくとも１種類を用いればよい。代表的な蛍光体としては、３価ユーロピウム付活酸化イットリウム（$Y_2O_3:Eu^{3+}$）蛍光体、３価ユーロピウム付活酸化ガドリニウム（$Gd_2O_3:Eu^{3+}$）蛍光体等がよい。以上、上述した４つの波長域にそれぞれ発光ピークを有する４種類もしくはそれ以上の蛍光体を組み合せて蛍光体層とすることにより、本発明の蛍光ランプを得ることができる。
【００３８】
また、上述した４つの波長域のうち２つの波長域に発光を持つ蛍光体を用いても、蛍光ラ

ンプに前記の特性を与え得る。この場合は、１つの蛍光体で２つの波長域の発光が得られるため、上記の４種類もしくはそれ以上の蛍光体を組み合せて蛍光体層とする構成より、蛍光体の種類を減らせるという利点がある。このように１つの蛍光体で２つの波長域の発光が得られる蛍光体としては、２価ユーロピウムや３価セリウムといった希土類イオンと共に２価マンガンを共付活した蛍光体がある。発光中心としての２価のマンガンは、蛍光ランプの点灯時に発生する主に波長２５３．７ｎｍの励起紫外線に対する強い吸収を持たないため、蛍光ランプ用の蛍光体としては、２価ユーロピウムや３価セリウムといった波長２５３．７ｎｍの紫外線に強い吸収を持ち、そのエネルギーを可視領域、もしくは近紫外域の光に変換する発光中心と２価のマンガンを共付活したものを用いるのが望ましい。このタイプの蛍光体では、２価ユーロピウムや３価セリウムで変換された光の一部が２価のマンガンにエネルギー伝達され、主に波長５０５～５３０ｎｍに発光ピークを有する２価のマンガンの発光が得られる。ゆえに、このような蛍光体の発光スペクトルは、共付活されるそれぞれの発光中心の濃度により様々な形状をとる。波長４４０～４７０ｎｍの青色領域と波長５０５～５３０ｎｍの緑色領域の両方に発光ピークを有する蛍光体としては、２価ユーロピウムと２価マンガンを発光中心として含有する青緑色蛍光体の少なくとも１種類を用いればよい。代表的な蛍光体としては、２価ユーロピウム・２価マンガン付活アルミン酸バリウム・マグネシウム（$BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+},Mn^{2+}$）蛍光体等が好適である。この２価ユーロピウム・２価マンガン付活アルミン酸バリウム・マグネシウム蛍光体は、２価のユーロピウムと２価のマンガンの２つの発光中心の濃度により、様々なスペクトルの発光を得ることが出来る。すなわち、２価のユーロピウムに対して２価のマンガンの濃度を増加させていくと、発光ピーク波長４４０～４７０ｎｍの２価のユーロピウムによる青色発光は減少し、それに伴ない発光ピーク波長５０５～５３０ｎｍの２価のマンガンによる緑色発光が増加する。そしてついには、２価のユーロピウムによる発光が消失して、発光ピーク波長５０５～５３０ｎｍの２価のマンガンによる緑色発光のみとなる。ゆえに、波長４４０～４７０ｎｍの青色領域と波長５０５～５３０ｎｍの緑色領域の両方に発光ピークを有する蛍光体を得るには、発光中心である２価のユーロピウムと２価のマンガンの濃度を所望のスペクトルになるよう調整すればよい。波長５０５～５３０ｎｍの緑色領域と波長５４０～５７０ｎｍの緑色領域の両方に発光ピークを有する蛍光体としては、３価テルビウムと２価マンガンを発光中心として含有する緑色蛍光体の少なくとも１種類を用いればよい。代表的な蛍光体としては、３価テルビウム・２価マンガン付活アルミン酸セリウム・マグネシウム（$CeMgAl_{11}O_{19}:Tb^{3+},Mn^{2+}$）蛍光体等を用いることができる。この３価テルビウム・２価マンガン付活アルミン酸セリウム・マグネシウム蛍光体は、蛍光ランプ中では、まず蛍光体の母体結晶中の３価のセリウムが紫外線を吸収し、３価のテルビウムと２価のマンガンにエネルギーが伝達され、発光ピーク波長５４０～５７０ｎｍの３価のテルビウムによる緑色発光と、発光ピーク波長５０５～５３０ｎｍの２価のマンガンによる緑色発光の両方が見られる。そして、３価セリウムによる発光ピーク波長３００～４００ｎｍの近紫外発光も一部見られるが、この発光は視感効率の低い発光であるため、主には３価のテルビウムと２価のマンガンの発光となる。よって、セリウムからテルビウムへのエネルギー伝達と、セリウムからマンガンへのエネルギー伝達は競争反応の関係にあり、３価のセリウムの濃度が一定の条件では、３価のテルビウムと２価のマンガンの濃度により、２つの緑色発光をいろいろな割合に設定することが出来る。以上、前記波長範囲に発光ピークを有する３種類以上の蛍光体を蛍光体層の主成分とすることにより、蛍光ランプに前記の特性を与えることができる。

【００３９】

なおここで、主成分とは蛍光体層中に含有される全蛍光体のうち、前記波長範囲に発光ピークを有する３種類以上の蛍光体の占める割合が７０～１００重量％であることをいう。すなわち、全蛍光体の３０重量％を超えない範囲において、その他の蛍光体を含有させてもよい。例えば、演色性の改善を狙って波長６２０～６７０ｎｍの深赤色領域や、その他演色性を改善することの出来る波長領域に発光ピークを有する蛍光体を使用することがあ

るが、本発明においてもこのように演色性を改善する効果のある波長域に発光ピークを有する蛍光体を使用してもよく、この場合も本発明の効果を奏することができる。

【００４０】

以上のような蛍光体を用いて蛍光ランプを製造する方法につき、図１０に示す蛍光ランプ７を例にとって説明する。図１０は蛍光ランプ７の縦断面を示した図であって、蛍光ランプ７はガラス管８の内面に蛍光体層９を備え、当該ガラス管８の両端をステム１０にて封止されている。また、ステム１０にはそれぞれフィラメント１３に接続されたリード線１４が気密に貫通されており、口金１１の電極端子１２と接続されている。さて、前述の蛍光体を所定の割合で混合し混合蛍光体を調整した後、混合蛍光体を水や酢酸ブチルのような有機溶媒と混合して、蛍光体スラリーを作成する。この時、成膜を容易にするための水溶性もしくは有機溶媒に可溶なポリマー（バインダー）や、蛍光体同士もしくは蛍光体とガラス管の結着力を強める結着剤等を適量加えてもよい。次に、ガラス管８の内壁に蛍光体スラリーを塗布・乾燥させ、蛍光体層９を形成する。続いて、蛍光体層９が形成されたガラス管８に、不活性ガス（例えば、アルゴンガス）および水銀を導入した後、ステム１０によりガラス管８の両端を封止する。さらに、ガラス管８の端部に口金１１を接着し、電極端子１２とリード線１４とを接続すれば、本発明に係る蛍光ランプ７を得ることができる。

【００４１】

以上は直管蛍光ランプの製造方法であるが、丸形蛍光ランプ等、直管蛍光ランプ以外の蛍光ランプについても蛍光体の配合さえ正しければ、本発明の効果を奏することができる。蛍光体の配合の具体例を次の表１に示す。

【００４２】

【表１】

	蛍光体名	重量%
＃１	$BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$	１９%
	$Ce(Mg,Zn)Al_{11}O_{19}:Mn^{2+}$	２９%
	$LaPO_4:Ce^{3+},Tb^{3+}$	３５%
	$Y_2O_3:Eu^{3+}$	２７%
＃２	$BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+},Mn^{2+}$	４２%
	$LaPO_4:Ce^{3+},Tb^{3+}$	１５%
	$Y_2O_3:Eu^{3+}$	４３%
＃３	$(Ba,Ca,Sr,Mg)_{10}(PO_4)_6Cl_2:Eu^{2+}$	３９%
	$Ce(Mg,Zn)Al_{11}O_{19}:Mn^{2+}$	２４%
	$LaPO_4:Ce^{3+},Tb^{3+}$	４%
	$Y_2O_3:Eu^{3+}$	３３%

【００４３】

図１１は、表１の＃１に記載の配合率の蛍光体を用いた３０W丸形蛍光ランプ（ＦＣＬ３０）の発光スペクトルである。このように蛍光体を配合すれば、前記第１の実施の形態の白色度評価装置による白色度が９０．９、目立ち指数は１１１、かつＣＩＥ　１９３１色度図上において、（ｘ，ｙ）＝（０．３３９３，０．３４２０）に位置する理想的な光色の光を放射する蛍光ランプを得ることができる。また、相関色温度は５２０４［Ｋ］で、比Ｑｇ／Ｑｖは０．０９を得、これは前記目立ち指数に符合する。図１２は、表１の＃２に記載の配合率の蛍光体を用いた３０W丸形蛍光ランプ（ＦＣＬ３０）の発光スペクトルである。このように蛍光体を配合すれば、前記第１の実施の形態の白色度評価装置による白色度が９３．６、目立ち指数は１１５、かつＣＩＥ　１９３１色度図上において、（ｘ，ｙ）＝（０．３３７５，０．３３３９）に位置する理想的な光色の光を放射する蛍光ラ

ンプを得ることができる。また、相関色温度は５２５６［Ｋ］で、比Ｑｇ／Ｑｖは０．１５を得、これは前記目立ち指数に符合する。図１３は、表１の＃３に記載の配合率の蛍光体を用いた４０Ｗ直管蛍光ランプ（ＦＬ４０Ｓ）の発光スペクトルである。このように蛍光体を配合すれば、前記第３の実施の形態の白色度評価装置に白色度が６８．６、目立ち指数は１１０、またＣＩＥ　１９３１色度図上において、（ｘ，ｙ）＝（０．３０５７，０．３０８４）に位置する理想的な光色の光を放射する蛍光ランプを得ることができる。また、相関色温度は７１７０［Ｋ］で、比Ｑｇ／Ｑｖは０．１７を得、これは前記目立ち指数に符合する。以上のように蛍光体を調合した蛍光ランプは、新聞紙を含むいろいろな色彩の物体や種々の白色物体を照明したときに白色感が高く、色が鮮やかに見えることが観察評価によっても確認されている。

【００４４】

図１４は、上記の蛍光ランプを用いた照明装置１５の縦断面図である。照明装置１５は蛍光ランプ１６と蛍光ランプを支持する第１の支持体１７、蛍光ランプ１６からの放射光を反射する反射板１９、および蛍光ランプ１６からの放射光と反射板１９からの反射光を透過する透過板１８を備えている。この照明装置１５は第２の支持体２０により天井や壁面に取り付けられる。反射板１９は可視域に特定の吸収を持たない、分光反射率が可視域において実質に均一な材質からなっており、また透過板１８は可視域に特定の吸収を持たない、分光透過率が可視域において実質に均一な材質からなっている。このようにすれば、上記の蛍光ランプの特性を損なうことなく、照明装置を構成することができる。なお、透過板１８を用いない下面開放型の照明装置でも上記のような材質の反射板１９を用いれば所望の照明光を得ることができる。また、光源が上述の特性を満たしさえすれば、蛍光ランプ以外の光源であっても同様にして望ましい照明装置を得ることができる。

【００４５】

以上、優れた特性をもつ光源として蛍光ランプを例にとって本発明を実施する方法について説明したが、光源そのものの特性が上記の条件を満たしていない場合でも以下のような構成により本発明の効果を得ることができる。すなわち、反射板や透過板を用いて、照明装置内部に設置された光源からの放射光を前述のような特性をもつ照明光に変換させることによっても、所期の効果を奏させることができる。具体的に述べると、透過板にガラスを用いる場合は、特定の波長域の光を吸収する金属イオン（Cr^{3+}、Mn^{3+}、Fe^{3+}、Co^{2+}、Ni^{2+}、Cu^{2+}等）をドーピングしたガラスを、所望の形状に成形して透過板とする。なお、金属イオンの添加量は、ガラス全体の１５ｍｏｌ％以下に調整することが好ましい。また、透過板にプラスティックを用いる場合は、無機顔料（コバルトバイオレット、コバルトブルー、群青、コバルトグリーン、コバルトクロムグリーン、チタンイエロー、べんがら、鉛丹など）または有機顔料（ジオキサン化合物、フタロシアニン化合物、アゾ化合物、ペリレン化合物、ピロロピロール化合物など）を成形前のプラスティック材料にあらかじめ混合・練り込んだ後に所望の形状に成形すればよい。なお、顔料の添加量は、プラスティック全体の５重量％以下に調整するのが好ましい。さらに、透過板の分光反射率は、透過板の表面に、上記のような光吸収物質を含むプラスティックフィルム等の層を形成することによっても調整できる。また、透過板を構成するガラスもしくはプラスティック等の表面に、上記光吸収物質を含む塗料を塗布してもよい。以上のようにすれば、透過板の分光透過率を容易に調整することができる。また、反射板については、前述の光吸収物質を反射板を構成する基材に混入したり、反射板を構成する基材表面に前述の光吸収物質を含む層を形成することによって分光反射率を調整することができる。なお、前記透過板と反射板はどちらか一方のみを用いても良いし、これらを組み合わせることによっても本発明の効果を得ることができる。

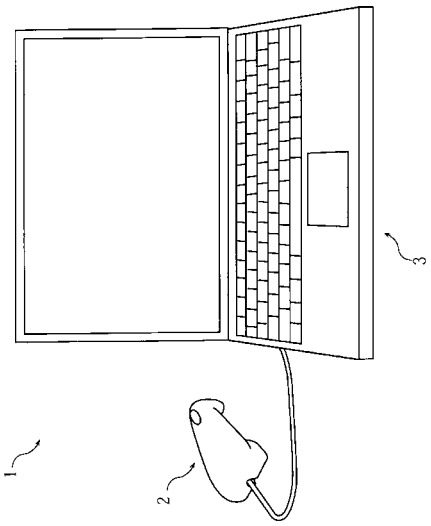
【００４６】

【発明の効果】

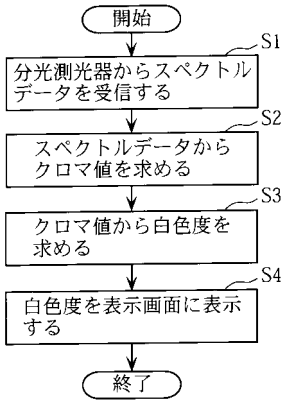
本発明の白色度評価方法によれば、光源から放射される光の白色度を客観的に評価することができる。また、本発明のランプ・照明装置を用いれば、前記評価方法による白色度が高く、かつ色の見えの鮮やかな照明環境が得られる。

【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の第１の実施の形態に係る白色度評価装置の構成図である。
【図２】前記白色度評価装置の動作を示すフローチャートである。
【図３】Ｔｈｅ　ＣＩＥ　１９９７　Ｉｎｔｅｒｉｍ　Ｃｏｌｏｒ　Ａｐｐｅａｒａｎｃｅ　Ｍｏｄｅｌ　（Ｓｉｍｐｌｅ　Ｖｅｒｓｉｏｎ）により求められるクロマ値と白色感の主観評価値の関係を示すグラフである。
【図４】本発明の第２の実施の形態に係る白色度評価装置の構成図である。
【図５】本発明の第１の実施の形態に係る白色度評価装置にて白色度８５以上となる光色のＣＩＥ　１９３１色度図上での領域を示す図である。
【図６】本発明の第３の実施の形態に係る白色度評価装置にて白色度６５以上となる光色のＣＩＥ　１９３１色度図上での領域を示す図である。
【図７】比Ｑｇ／Ｑｖと目立ち指数の関係を示すグラフである。
【図８】目立ち指数が１１０の蛍光ランプにおける比Ｑｇ／Ｑｖ逆数相関色温度（T^{-1}）の関係を示すグラフである。
【図９】目立ち指数が１１５の蛍光ランプにおける比Ｑｇ／Ｑｖ逆数相関色温度（T^{-1}）の関係を示すグラフである。
【図１０】本発明に係る蛍光ランプの縦断面図である。
【図１１】表１の＃１に記載の配合率の蛍光体を用いた３０Ｗ丸形蛍光ランプの発光スペクトルである。
【図１２】表１の＃２に記載の配合率の蛍光体を用いた３０Ｗ丸形蛍光ランプの発光スペクトルである。
【図１３】表１の＃３に記載の配合率の蛍光体を用いた４０Ｗ直管蛍光ランプの発光スペクトルである。
【図１４】本発明に係る照明装置の縦断面図である。
【符号の説明】
１　白色度評価装置
２　分光測光器
３　計算機
４　光源
５　放射光
６　視対象
７　蛍光ランプ
８　ガラス管
９　蛍光体層
１０　ステム
１１　口金
１２　電極端子
１３　フィラメント
１４　リード線
１５　照明装置
１６　蛍光ランプ
１７　第１の支持体
１８　透過板
１９　反射板
２０　第２の支持体

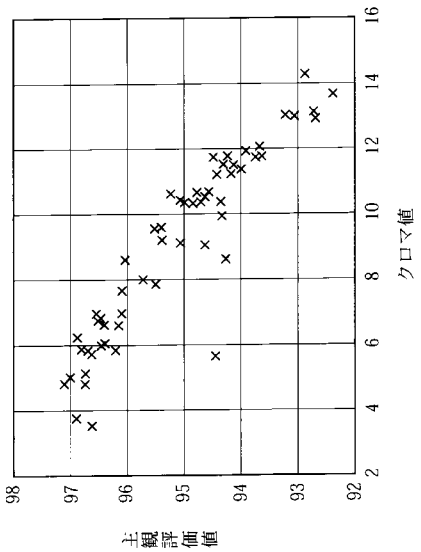
【図１】


1
2
3

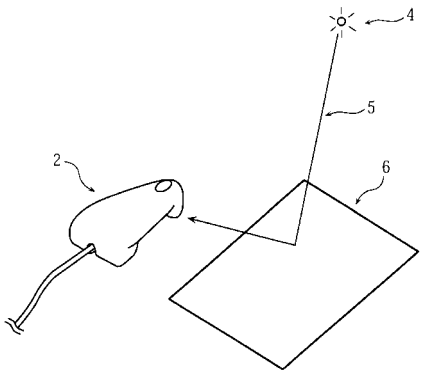
【図２】


開始
S1
分光測光器からスペクトルデータを受信する
S2
スペクトルデータからクロマ値を求める
S3
クロマ値から白色度を求める
S4
白色度を表示画面に表示する
終了

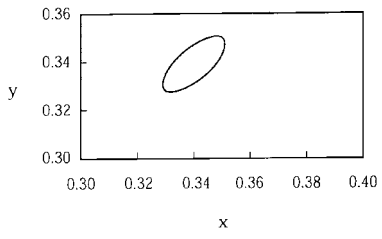
【図３】


98
97
96
95
94
93
92
主観評価値
2
4
6
8
10
12
14
16
クロマ値

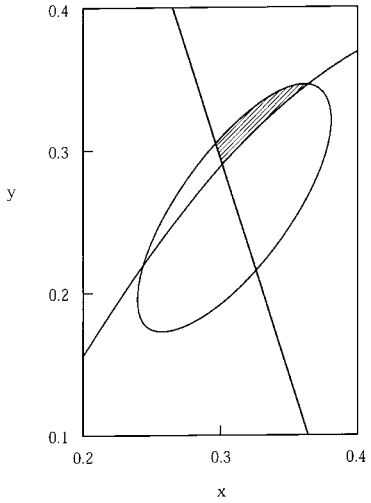
【図４】


2
4
5
6

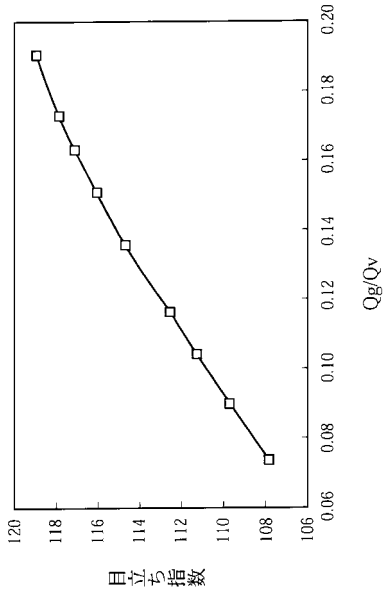
【図５】


0.36
0.34
0.32
0.30
y
0.30
0.32
0.34
0.36
0.38
0.40
x

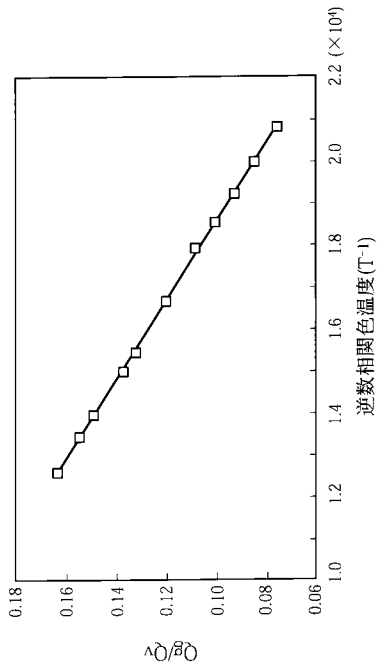
【図６】


0.4
0.3
0.2
0.1
y
0.2
0.3
0.4
x

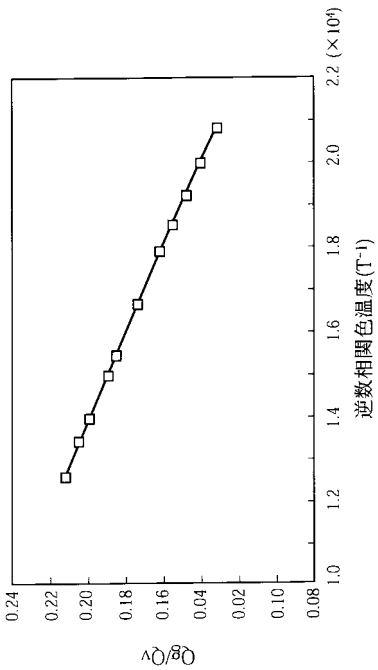
【図７】


120
118
116
114
112
110
108
106
目立ち指数
0.06
0.08
0.10
0.12
0.14
0.16
0.18
0.20
Qg/Qv

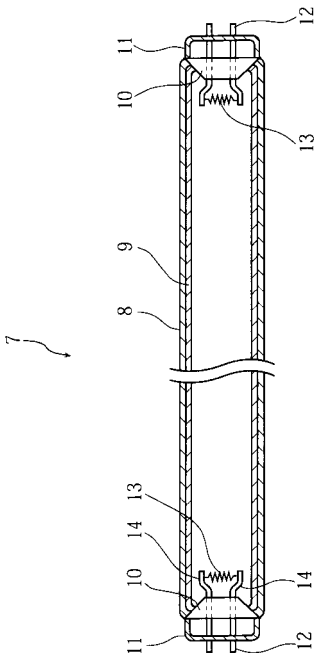
【図８】


0.18
0.16
0.14
0.12
0.10
0.08
0.06
Qg/Qv
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
2.2 (×10⁴)
逆数相関色温度(T⁻¹)

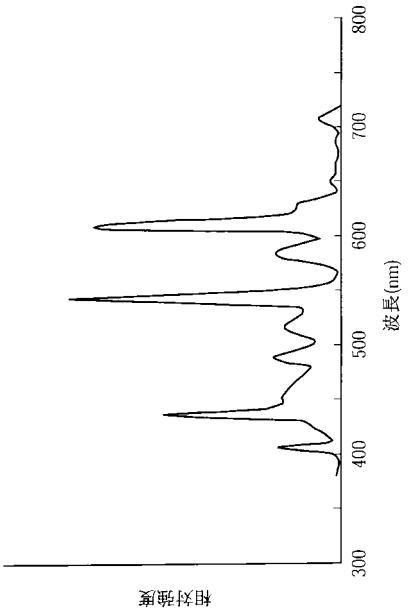
【図９】


0.24
0.22
0.20
0.18
0.16
0.04
0.02
0.10
0.08
Qg/Qv
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
2.2 (×10⁴)
逆数相関色温度(T⁻¹)

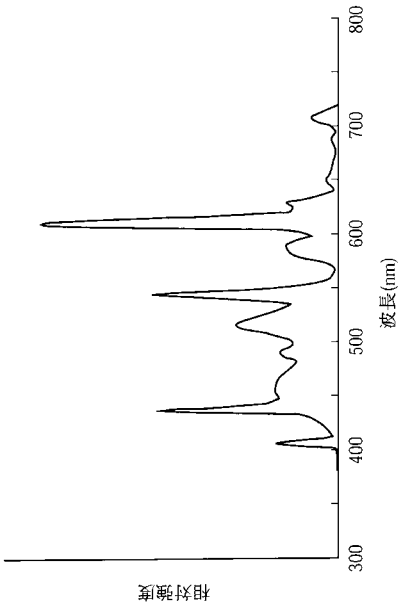
【図１０】



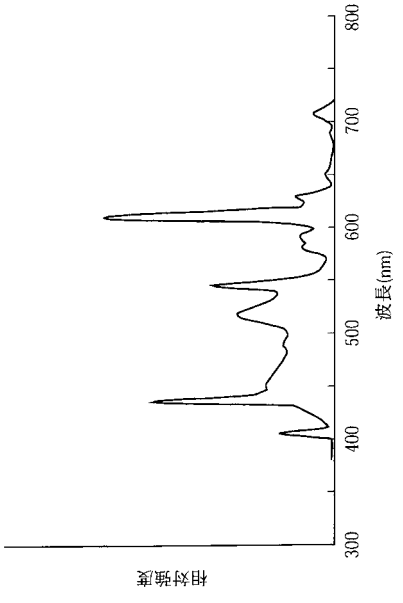
【図１１】



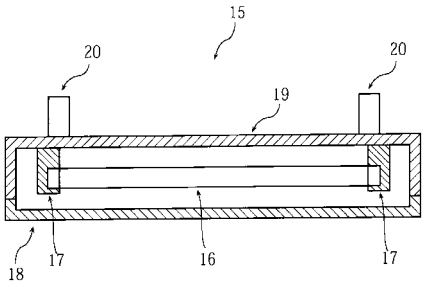
【図１２】



【図１３】



【図１４】



フロントページの続き

(72)発明者　大高　良憲
大阪府高槻市幸町１番１号　松下電子工業株式会社内
(72)発明者　濱　政明
大阪府高槻市幸町１番１号　松下電子工業株式会社内

審査官　樋口　宗彦

(56)参考文献　特開昭６１－１３４６３６（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－０９９１２７（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１２０７９７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G01N21/00-21/61
G01N21/62-21/74
PATOLIS