

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6479781号
(P6479781)

(45) 発行日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日(2019.2.15)

(51) Int.Cl.
H05B 37/02 (2006.01)

F I
H05B 37/02 L

請求項の数 15 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2016-520642 (P2016-520642)	(73) 特許権者	516043960
(86) (22) 出願日	平成26年10月8日 (2014.10.8)		フィリップス ライティング ホールディ
(65) 公表番号	特表2016-532995 (P2016-532995A)		ング ビー ヴィ
(43) 公表日	平成28年10月20日 (2016.10.20)		オランダ国 5656 アーエー アイン
(86) 国際出願番号	PCT/EP2014/071480		トホーフェン ハイ テク キャンパス
(87) 国際公開番号	W02015/052207		45
(87) 国際公開日	平成27年4月16日 (2015.4.16)	(74) 代理人	110001690
審査請求日	平成29年10月6日 (2017.10.6)		特許業務法人M&Sパートナーズ
(31) 優先権主張番号	13187843.1	(72) 発明者	オメス ヴァンジャ
(32) 優先日	平成25年10月9日 (2013.10.9)		オランダ国 5656 アーエー アイン
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		トホーフェン ハイ テク キャンパス
			5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 白色光のCRIに近いCRIを有する、メラトニンを抑制しない光源

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つの固体光源を含む照明ユニットであって、該照明ユニットは白色光を発生し、前記白色光が、400～500nmの波長範囲内の全ての光子の少なくとも40%が430～445nmの波長範囲内で見られる可視域内のスペクトル強度を有し、前記白色光は、430～445nmの波長範囲内の光子の総数に対する445～490nmの波長範囲内の光子の総数の比が最大で0.75である、照明ユニット。

【請求項2】

400～500nmの波長範囲内の全ての光子の少なくとも50%が430～445nmの波長範囲内で見られ、前記白色光は、430～445nmの波長範囲内の光子の総数に対する445～490nmの波長範囲内の光子の総数の比が最大で0.5である、請求項1に記載の照明ユニット。

【請求項3】

- 可視域内のスペクトル強度を有する第1の光源光を発生する第1の光源であって、可視域内の前記光子の少なくとも50%が430～445nmの波長範囲内で見られる、第1の光源と、
- 可視域内のスペクトル強度を有する第2の光源光を発生する第2の光源であって、可視域内の全ての光子の少なくとも50%が少なくとも500nmの範囲内で見られる、第2の光源と
を備え、500nm未満の波長を有する第2の光源光の伝搬を減少させる光学フィルタを

更に備え、

前記第 1 の光源と、前記光学フィルタを伴う前記第 2 の光源とが、前記白色光を発生する、請求項 1 又は 2 に記載の照明ユニット。

【請求項 4】

前記第 1 の光源が、第 1 の固体光源を備え、前記第 2 の光源が、第 2 の固体光源と、発光材料とを備え、前記発光材料が、第 2 の固体光源光を発光材料光に変換し、前記発光材料を伴う前記第 2 の固体光源が、前記第 2 の光源光を提供する、請求項 3 に記載の照明ユニット。

【請求項 5】

前記第 1 の光源が第 1 の固体光源を備え、前記第 2 の光源が蛍光灯を備える、請求項 3 に記載の照明ユニット。

【請求項 6】

前記第 1 の光源及び前記第 2 の光源の 1 つ又は複数が、発光材料を含む光学フィルタを含む、請求項 3 乃至 5 の何れか一項に記載の照明ユニット。

【請求項 7】

可視域内のスペクトル強度を有する光源光を発生する光源と、前記光源の下流に構成された光学フィルタとを備え、前記光源と前記光学フィルタとが、前記光学フィルタの下流で前記白色光を提供し、前記光学フィルタが、450～500nmの範囲内の波長を有する光源光の伝搬を減少させる、請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の照明ユニット。

【請求項 8】

- 可視域内のスペクトル強度を有する第 1 の固体光源光を発生する第 1 の固体光源であって、可視域内の前記光子の少なくとも 50%が430～445nmの波長範囲内で見られる、第 1 の固体光源と、

- 可視域内のスペクトル強度を有する第 2 の固体光源光を発生する第 2 の固体光源であって、可視域内の前記光子の少なくとも 50%が500～570nmの波長範囲内で見られる、第 2 の固体光源と、

- 可視域内のスペクトル強度を有する第 3 の固体光源光を発生する第 3 の固体光源であって、可視域内の前記光子の少なくとも 50%が600～750nmの波長範囲内で見られる、第 3 の固体光源と

を備え、前記第 1 の固体光源と、前記第 2 の固体光源と、前記第 3 の固体光源とが、前記白色光を発生する、請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の照明ユニット。

【請求項 9】

445～490nmの波長範囲内の光出力（ワット）が、可視域内の総光出力の20%未満である、請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の照明ユニット。

【請求項 10】

前記白色光が、少なくとも60のCRIを有する、請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の照明ユニット。

【請求項 11】

ヒトの覚醒度を上昇させるための請求項 1 乃至 10 の何れか一項に記載の照明ユニットの使用。

【請求項 12】

午後6時～午前9時から選択される期間中における、作業空間を照光するための請求項 1 乃至 10 の何れか一項に記載の照明ユニットの使用。

【請求項 13】

60を上回るCRI（演色評価数）を有する光を提供し、及び前記光に対するヒトの生物学的応答を制御するための請求項 1 乃至 10 の何れか一項に記載の照明ユニットの使用。

【請求項 14】

空間内に光を提供する方法であって、請求項 1 乃至 10 の何れか一項に記載の照明ユニットを用いて前記空間に光を提供するステップを含む、方法。

10

20

30

40

50

【請求項 15】

請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の照明ユニットと、更なる照明ユニットとを備える照明システムであって、少なくとも 2 つのタイプの光を同時に又は異なる時点に提供し、第 1 のタイプの光は、前記白色光を含み、及び第 2 のタイプの光は、450 ~ 500 nm の波長範囲内で、前記第 1 のタイプの光よりも、可視域内の総スペクトル強度への比較的高い寄与をもたらす、照明システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、照明ユニット、及び特に夜間の状況で使用され得るそのような照明ユニットを備える照明システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

特定の状況に適合された、又は覚醒度を上昇させる照明が当技術分野で知られている。例えば、国際公開第 2002/020079 号は、ヒト被験者の覚醒度を制御するための方法、この方法で使用するための光源、及びこの方法のための光源の使用を述べている。この方法は、メラトニンサイクルの段階に実質的に影響を及ぼすことなく、ある露出期間にわたって適切な光放射にヒト被験者をさらすことを含む。メラトニンは、ヒト被験者の覚醒度を制御するために使用され得る睡眠ホルモンである。国際公開第 2002/020079 号は、適切な光放射が、メラトニン抑制放射（メラトニンワット/ワット）の出力の割合と、光出力（ルーメン/ワット）とによって特定されることを述べており、出力の割合及び光出力は、このサイクルの段階に対する所望の効果を得るために調節される。

20

【0003】

米国特許出願公開第 2011/0025187 号は、低圧ガス放電ランプを述べており、これは、赤色スペクトル領域内でのその光によって、メラトニン分泌を制御することによって生物学的な概日リズムに影響を及ぼす。とりわけ、青色吸収燐光体が、405 nm、及び特に 436 nm での水銀放電線を吸収するために適用される。

【0004】

光は、いわゆる非可視応答を強力に調整する。これらの応答は、いわゆる概日応答（例えば生理機能及び挙動の 24 時間リズム）、及び光の急性効果（例えば覚醒度の上昇及びメラトニン抑制）を含む。しかし、非可視応答を高めることは、常に望ましいわけではない。一例は、夜勤（シフト）労働者の例であり得る。夜間に定期的に光にさらされることは、ヒトの健康に悪影響を及ぼす。これは、1 つには概日リズムの乱れによるものと考えられ、また、メラトニンホルモンの抑制も一因であり得る。他方、夜間の光は、覚醒度を上昇することが知られており、これは仕事中に望ましい。このジレンマを克服するために、青色減損蛍光光源（未公開のデータ）又は青色光ブロッカゴーグルが推奨されている。540 nm 未満、又は 530 nm 未満の全ての波長を遮断するゴーグルは、減光状況下で観察されるものと同様のメラトニンレベルをもたらすことが示された（即ち、相対的に、メラトニンの抑制は観察されなかった）。

30

【0005】

視覚的作業のために光を当てることが必要とされるが、メラトニン生成を抑制すること及び生物時計に影響を及ぼすことが望まれない状況では、青色光（400 ~ 530 nm）が減損された光源を使用する必要がある。そのような光条件は、視覚的作業を行うには最適でなく（より低い演色評価数）、フルスペクトル光条件よりも（夜勤シフトの実施にとって興味深い）覚醒特性が低い。

40

【0006】

現在、メラトニン抑制を防止すると共に十分な覚醒度を実現するためのこれまでに開発された解決策は、青色光遮断ゴーグル又は代替として青色減損光源である。ゴーグルの使用は、幾分か直観的なものであり、対象者がゴーグルを自発的に着用することを必要とし、行うべき作業によっては必ずしも快適又は実現可能ではないことがある。更に、全ての

50

短波長を遮断することは、低い演色評価数（CRI：Color Rendering Index）をもたらすという欠点を有する。演色評価数は、理想的な光源又は自然光源と比較して、ある光源が様々な物体の色を忠実に再現することができる能力の定量的尺度である。典型的な屋内照明装置は、CRI > 80を有する。青色減損蛍光光源は、例えば約65のCRIをもたらすことができ、青色減損白色LED光源は、30～50のCRIを有する。これは、あまり好ましい雰囲気をもたらさず、更に、色が重要となる仕事では問題となり得る。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0007】

従って、本発明の一態様は、好ましくは更に、上述の欠点の1つ又は複数を少なくとも一部なくす、及び/又は上記の所望の特性を有する代替の照明ユニットを提供することである。

10

【0008】

意外にも、スペクトルの青色部分内の特定の波長範囲を選択するとき、覚醒度が上昇され得ると共に、メラトニン抑制が減少又は更には防止され得ることが判明している。この波長範囲は、特に約435～440nm付近である。しかし、波長をより低く又はより高く選択すると、不利なことにメラトニン抑制が増加することがある。更に、他の波長では（相対的な）増加がより低い、意外にもこの波長領域内ではこの増加はより高い。

【0009】

本発明は、上記の両方の側面について、紫色光（約435～440nm）をスペクトルに追加することによって改良し、紫色光は、（特に夜間照明に適した低い強度範囲内で）青色光よりも強い覚醒特性を有するが、それでもメラトニンを大幅には抑制しないことが判明した。更に、青-緑色領域のかなりの部分が遮断される従来技術の解決策に比べて、CRIがかなり増加し得る。これは、安全性を高めることができる。

20

【0010】

従って、第1の態様では、本発明は、白色光を発生するように構成された照明ユニットであって、白色光が、400～500nmの波長範囲内の全ての光子の特に少なくとも40%、特に少なくとも50%、更には特に少なくとも55%、例えば少なくとも60%が400～445nmの波長範囲内、特に430～445nmの波長範囲内で見られる可視域内のスペクトル強度を有する照明ユニットを提供する。そのような照明ユニットは、（実質的に）白色の光を眼に提供することができ、覚醒度を上昇させることができ、しかし、それにも関わらずメラトニン抑制を減少又は更には防止することができる。照明ユニットによって発生される光は、本明細書では「照明ユニット光」とも表現される。また、用語「可視域内」は、「可視範囲内」又は「可視波長範囲内」とも表現され得る。

30

【0011】

従って、特にそのような照明ユニットは、とりわけ、動物、特に脊椎動物、更には特にヒトの覚醒度を上昇させるために使用され得る。代替として又は追加として、そのような照明ユニットは、とりわけ、そのような動物、特にそのような脊椎動物、更には特にヒトのメラトニン生成を抑制せずに、又は最低限に抑制しながら、（白色）光を提供するために使用され得る。更に、特にこの照明ユニットは、午後6時～午前9時から選択される期間中に使用され得る。例えば、この照明ユニットは、午後9時～午前6時の期間中に光を提供し得る（提供するように構成され得る）。例えば、照明ユニット（又は照明システム。以下も参照）は、時間又は（自然光源を含む）照明全体の光強度を感知するように構成されたセンサを含み、本明細書で定義される光に切り替えることができる。そのような光は、特に、400～500nmの波長範囲内の全ての光子の少なくとも40%が400～445nmの波長範囲内、特に430～445nmの波長範囲内で見られる可視域内のスペクトル強度を有する白色光である。そのような照明ユニット（又は照明システム。以下も参照）は、例えば、有利には、作業空間等の空間を照光するために使用され得る。

40

【0012】

従って、本発明、特に照明ユニットは、一態様では、（動物、特に脊椎動物、更には特

50

にヒトの) 眠気を制御するために使用され得、及び/又は更に別の態様では、本発明、特に照明ユニットは、(動物、特に脊椎動物、更には特にヒトの) 覚醒度を制御するために使用され得る。ここで、用語「制御」は、「影響」も表し得る。

【0013】

上記のような空間は、例えば、接客の場、例えばレストラン、ホテル、診療所、又は病院等(の一部)でよい。用語「空間」はまた、オフィス、デパートメントストア、倉庫、映画館、教会、劇場、図書館等(の一部)に関することもある。しかし、用語「空間」はまた、車両内の作業空間、例えばトラックのキャビン、飛行機のキャビン、船舶(船)のキャビン、車のキャビン、クレーンのキャビン、トラクタのようなエンジニアリング用車両のキャビン等(の一部)に関することもある。用語「空間」はまた、作業空間、例えば 10
オフィス、(製造)プラント、発電所(例えば原子力発電所、ガス発電所、石炭発電所等のような)等(の一部)に関することもある。例えば、用語「空間」はまた、(夜勤シフト)制御室やセキュリティルーム等に関することもある。上記のように、光の色は白でよく、又は少なくとも(完全な)白色に近いことがある。従って、良好な演色性の実現され得ると共に、覚醒度及びメラトニン生成等の生物学的応答を制御することが可能である。照明ユニットは、通常の光の不利なメラトニン抑制効果を防止するために使用され得る。

【0014】

特に、照明ユニットは、60を上回る、特に65を上回る、更には特に70を上回る、例えば少なくとも75のCRI(演色評価数)を有する光を提供するために使用され得る。特に、照明ユニットは、ヒト(又は(別の)脊椎動物)のメラトニン生成を抑制せずに 20
、又は最低限に抑制しながら、そのような光を提供するために使用され得る。従って、本発明はまた、特に、440~490nmの帯域内、更には特に440~540nm、例えば460~490nmの帯域内でのより低い光子レベルによって、高い明所照度に関して、高いCRI及び最低限の又は少ないメラトニン抑制を実現可能にする照明法を提供することもできる。

【0015】

従って、本発明はまた、更なる態様では、空間内に光を提供する方法であって、本明細書で定義される照明ユニットを用いてこの空間に光を提供することを含む、方法を提供する。例えば、この方法は、90~1500、特に90~1000、更には特に90~200 30
mluxの範囲内の総メラノピック照度をこの光に与えるステップを含むことができる。メラノピック照度は、例えば、Enezi, J. A., Revell, V., Brown, T., Wynne, J., Schlangen, L., & Lucas, R. A "Melanopic" Spectral Efficiency Function Predicts the Sensitivity of Melanopsin Photoreceptors to Polychromatic Lights. Journal of Biological Rhythms, 26(4), 314-323に定義されており、参照により本明細書に援用する(特に、この論文の式3参照)。更なる特定の実施形態では、照明ユニットは、総メラノピック照度(単位はmlux)と総照射(単位はlux)との比が少なくとも1:100、例えば少なくとも1.5:100、例えば少なくとも2:100である照明ユニット光を提供するように構成される。本発明では、上記の論文で定義されるようなオプシン:ビタミンAベースの感光色素の励起を避けることによって有利な結果が実現され得るように 40
思われる。

【0016】

本明細書で述べられる照明ユニットは、1つ又は複数の光源を有する任意の照明ユニットでよい。照明ユニットは、以下のものの一部でよく、又は以下のものに適用され得る。例えば、オフィス照明システム、家庭用システム、ショップ照明システム、家庭用照明システム、アクセント照明システム、スポット照明システム、劇場照明システム、光ファイバ用システム、投影システム、自己照明ディスプレイシステム、ピクセル化ディスプレイシステム、セグメント化ディスプレイシステム、警告標識システム、医療照明用システム、インジケータ標識システム、装飾照明システム、ポータブルシステム、自動車用途、グリーンハウス照明システム、園芸照明、又はLCDバックライト。

【0017】

10

20

30

40

50

本明細書における用語「白色光」は、当業者に知られている。これは、特に、約2000～20000K、特に2700～20000K、一般的な照明に関しては特に約2700～6500Kの範囲内、バックライトの目的に関しては特に約7000K～20000Kの範囲内の相関色温度(CCT: correlated color temperature)を有し、特にBBL(黒体軌跡)から約15SDCM(カラーマッチングの標準偏差: standard deviation of color matching)内、特にBBLから約10SDCM内、更には特にBBLから約5SDCM内の光に関する。

【0018】

用語「紫色光」又は「紫色放射」は、特に、約380～440nmの範囲内の波長を有する光に関する。用語「青色光」又は「青色放射」は、特に、約440～490nmの範囲内の波長を有する光(幾らかの紫色及びシアンの色相を含む)に関する。用語「緑色光」又は「緑色放射」は、特に、約490～560nmの範囲内の波長を有する光に関する。用語「黄色光」又は「黄色放射」は、特に、約540～570nmの範囲内の波長を有する光に関する。用語「橙色光」又は「橙色放射」は、特に、約570～600nmの範囲内の波長を有する光に関する。用語「赤色光」又は「赤色放射」は、特に、約600～750nmの範囲内の波長を有する光に関する。用語「桃色光」又は「桃色放射」は、青色と赤色との成分を有する光を表す。用語「可視」、「可視光」、又は「可視放射」は、約380～750nmの範囲内の波長を有する光を表す。

【0019】

照明ユニットは、1つ又は複数の光源を備えることがある。光源は、光を発生するように構成される。光源からの光は、本明細書では光源光とも表現される。用語「光源」は、複数の光源を表すこともある。同様に、用語「照明ユニット」は、複数の照明ユニットを表すこともある。特定の実施形態では、光源は、固体LED光源(LED又はレーザダイオード等)を備える。また、用語「光源」は、2～20個の(固体)LED光源等、複数の光源に関することもある。従って、用語「LED」は、複数のLEDを表すこともある。しかし、照明ユニットは、(追加として又は代替として)他のタイプの光源を備えることもある。以下、非限定の幾つかの構成を更に説明する。

【0020】

これらの構成の幾つかを論じる前に、まず、一般的に照明ユニットの幾つかの更なる態様が論じられる。

【0021】

上記のように、照明ユニットは、特に、400～500nmの波長範囲内の全ての光子の特に少なくとも40%、特に少なくとも50%、更には特に少なくとも55%、例えば少なくとも60%が400～445nmの波長範囲内、更には特に430～445nmの波長範囲内で見られる可視域内のスペクトル強度を有する白色光を発生するように構成される。更なる態様では、本発明は、特に白色光を発生するように構成された照明ユニットであって、この白色光が、430～445nmの波長範囲内の光子を有し、更に任意選択的に445～490nmの波長範囲内の光子を有する可視域内のスペクトル強度を有し、且つ430～445nmの波長範囲内の光子の総数に対する445～490nmの波長範囲内の光子の総数の比が最大で1、例えば最大で0.75で、特に最大で0.5、例えば最大で0.3である、照明ユニットを提供する。例えば、430～445nmの範囲内の光子の総数は、445～490nmの範囲内の光子の総数の2倍でよい(即ち、上で定義された比が、ここでは0.5である)。従って、一実施形態では、白色光は、430～445nmの波長範囲内の光子の総数に対する445～490nmの波長範囲内の光子の総数の比が最大で1、最大で0.75、特に最大で0.5、例えば最大で0.3、例えば更には0.25以下である。

【0022】

更なる態様では、本発明は、特に白色光を発生するように構成された照明ユニットであって、白色光が、400～445nmの波長範囲内の光子を有し、且つ更に任意選択的に445～490nmの波長範囲内の光子を有する可視域内のスペクトル強度を有し、40

10

20

30

40

50

0 ~ 445 nmの波長範囲内の光子の総数に対する445 ~ 490 nmの波長範囲内の光子の総数の比が最大で1、例えば最大で0.75で、特に最大で0.5、例えば最大で0.3である照明ユニットを提供する。例えば0.5の比では、400 ~ 445 nmの波長範囲内445 ~ 490 nmの範囲内の2倍の光子が存在する。しかし、特に、400 ~ 445 nmの波長範囲内の光子のかなりの部分、例えば少なくとも40%、更には特に少なくとも60%、例えば少なくとも80%が、430 ~ 445 nmの波長範囲内で見られる。

【0023】

特に、照明ユニットは、380 ~ 490 nm、490 ~ 590 nm、及び590 ~ 750 nmの波長範囲内のスペクトル強度を有する可視光を提供するように構成される。これらの範囲内の光の組合せは、白色に見え得る光を眼に提供することができる。当業者は、所望の白色光との類似性及び所望のCRIを有する光を提供するために量及び比を選択することができる。従って、照明ユニットは、特に、多色光、特に白色多色光を提供するように構成される。

10

【0024】

従って、更なる態様では、本発明は、380 ~ 490 nm、490 ~ 590 nm、及び590 ~ 750 nmの波長範囲内のスペクトル強度を有する可視光を発生するように構成された照明ユニットであって、光が、400 ~ 500 nmの波長範囲内の全ての光子の特に少なくとも40%、特に少なくとも50%、例えば少なくとも55%、又は更には特に少なくとも60%が400 ~ 445 nmの波長範囲内、特に430 ~ 445 nmの波長範囲内で見られる可視域内のスペクトル強度を有する、照明ユニットを提供する。そのような照明ユニットは、白色の光を眼に提供することができ、覚醒度を上昇させることができ、しかし、それにも関わらずメラトニン抑制を減少又は更には防止することができる。

20

【0025】

特に、上記のように、照明ユニットは、400 ~ 500 nmの波長範囲内の全ての光子の少なくとも40%、例えば少なくとも50%が400 ~ 445 nm、特に430 ~ 445 nmの波長範囲内で見られる可視域内のスペクトル強度を有する光を提供するように構成される。この選択によって、上記の有用な特性を有する光が実現され得る。語句「400 ~ 500 nmの波長範囲内の全ての光子の少なくとも40%が、430 ~ 445 nmの波長範囲内で見られる」及び同様の語句は、特に、400 ~ 500 nmの範囲内で照明ユニットによって発生される全ての光子の40%以上が、430 ~ 445 nmの範囲から選択される波長を有することを示す。

30

【0026】

代替として又は追加として、覚醒度（及びメラトニンを抑制しないこと）に関する良好な結果が、400 ~ 500 nmの波長範囲内の全ての光子の50%未満、特に40%未満、更には特に30%未満、例えば、更には特に25%未満、例えば20%未満が445 ~ 490 nmで見られる光によって実現され得るように思われる。

【0027】

従って、更なる特定の実施形態では、照明ユニットが（上で定義されるように）提供され、400 ~ 500 nmの波長範囲内、更には特に400 ~ 530 nmの波長範囲内、更には特に400 ~ 540 nmの波長範囲内の全ての光子の少なくとも40%、特に少なくとも50%、更には特に少なくとも55%、例えば少なくとも60%が400 ~ 445 nm、特に430 ~ 445 nmの波長範囲内で見られ、更に400 ~ 500 nmの波長範囲内の全ての光子、又は更には特に500 nm未満の波長範囲内の全ての光子の50%未満、特に40%未満、更には特に30%未満、例えば更には特に25%未満、例えば20%未満が445 ~ 490 nmで見られる（白色）光を発生するように構成される。従って、照明ユニットは、445 ~ 490 nm（即ち青色光子）の範囲内、及び更には445 ~ 540 nm（青色及び/又は緑色光子）の全波長範囲内の光子が減損された光を提供するように構成され得る。

40

【0028】

50

従って、一実施形態では、可視域内の全ての光子の30%未満、例えば20%未満、更には特に10%未満が、445～540nmの波長範囲内で見られる。更なる特定の実施形態では、400～530nmの波長範囲内、特に400～540nmの波長範囲内の全ての光子の少なくとも30%、特に少なくとも40%、特に少なくとも50%、例えば少なくとも55%、又は更には特に少なくとも60%が、400～445nm、特に430～445nmの波長範囲内で見られる。

【0029】

ここで幾つかの特定の構成を見ると、本発明は、一実施形態では、(a)可視域内のスペクトル強度を有する第1の光源光を発生するように構成された第1の光源であって、特に(前記第1の光源光の)可視域内の光子の少なくとも50%が400～445nm、特に430～445nmの波長範囲内で見られる、第1の光源と、(b)可視域内のスペクトル強度を有する第2の光源光を発生するように構成された第2の光源であって、特に(前記第2の光源光の)可視域内の全ての光子の少なくとも50%が少なくとも500nmの範囲内で見られる、第2の光源とを備える照明ユニットであって、任意選択的に、500nm未満の波長を有する第2の光源光の伝搬を減少させるように構成された光学フィルタを更に備え、第1の光源と、任意選択の光学フィルタを伴う第2の光源とが、前記白色光を発生するように構成される、照明ユニットを提供する。そのような実施形態では、(使用中に照明ユニットによって発生される)白色光は、前記第1の光源光と、前記第2の光源光とを備える。用語「少なくとも500nm」及び同様の用語は、500nmの波長及びより長い波長、例えば550nm又は600nm等を表す。

【0030】

第1の光源は、例えばLED又はOLED等の固体光源でよい。しかし、第1の光源はまた、所望のルミネセンスを提供するために有機又は無機材料を使用する光源でもよい。そのような発光材料は、例えばLEDによって及び/又は水銀放電ランプによって励起され得る。第1の光源は、本質的には、主に430～445nmの範囲内で所望の紫色を帯びた光を提供することができる。第2の光源は、緑色、黄色、橙色、及び赤色の1つ又は複数での光を提供する任意の光源でよい。任意選択的に、そのような光源は、青色での光を提供することもできる。しかし、光学フィルタは、特に500nm未満の(第2の光源)光の伝搬を減少させるように構成される。

【0031】

特に、第2の光源は、任意選択的に赤色光と共に、黄色光を提供するように構成され得る。更に別の実施形態では、第2の光源は、緑色光及び赤色光、更に任意選択的に黄色光を提供するように構成され得る。上記のように、光中の緑色成分は、光学フィルタによって一部減少され得る。

【0032】

第2の光源は、例えばLED又はOLED等の固体光源でよい。しかし、第2の光源はまた、所望のルミネセンスを提供するために有機又は無機材料を使用する光源でもよい。そのような発光材料は、例えばLEDによって及び/又は水銀放電ランプによって励起され得る。しかし、第2の光源は、蛍光灯を備えることもある。従って、特定の実施形態では、第1の光源が、第1の固体光源を備え、第2の光源が、第2の固体光源と、発光材料とを備え、この発光材料が、第2の固体光源光を発光材料光に変換するように構成され、発光材料を伴う第2の固体光源が、前記第2の光源光を提供するように構成され、別の特定の実施形態では、第1の光源が第1の固体光源を備え、第2の光源が蛍光灯を備える。異なるタイプの光源が組み合わされ得ることに留意されたい。蛍光灯は、特に、白色光を提供するように構成され得る。望ましくない青色光、及び任意選択的に緑色光は、光学フィルタによって(実質的に)フィルタ除去され得、照明ユニット光の青色成分は、第1の光源によって提供される。

【0033】

幾つかの構成は、当業者によって選択され得る。しかし、第1の光源と、光学フィルタを伴う第2の光源とが、前記白色光を発生するように構成される。従って、第1の光源と

、光学フィルタを伴う第2の光源とが合わさって、照明ユニット光を提供する。

【0034】

更なる実施形態では、本明細書で述べられる照明ユニットは、可視域内のスペクトル強度を有する光源光を発生するように構成された(第1の)光源と、光源の下流に構成された光学フィルタとを備え、(第1の)光源と光学フィルタとが、前記光学フィルタの下流で前記白色光を提供するように構成され、光学フィルタが、450~500nmの範囲内の波長を有する光源光の伝搬を減少させるように構成される。上述の実施形態では、光学フィルタは、第2の光源の光に対する影響しか有さないことがある。しかし、この実施形態では、光学フィルタが光源の下流に構成され、従って照明ユニットから出る全ての光に影響を及ぼすことができる。例えば、一実施形態では、照明ユニットは、(例えば、BaMgAl₁₀O₁₇:Eu又は同様のユーロピウムドープ化合物に基づく)広帯域の青色発光を伴う蛍光灯、例えば三帯域蛍光灯を備える。光学フィルタによって、望ましくない青色光が減少される。そのような実施形態において、しかしまた本明細書で述べる他の実施形態に関しても、以下の1つ又は複数が、照明ユニット光に関して該当し得る。

(a) 400~500nmの波長範囲内の全ての光子の少なくとも40%、特に少なくとも50%、更には特に少なくとも55%、例えば少なくとも60%が、400~445nm、特に430~445nmの波長範囲内で見られる。

(b) 400~500nmの波長範囲内の全ての光子の50%未満、特に40%未満、更には特に30%未満、例えば更には特に25%未満、例えば20%未満が445~490nmで見られる。

(c) 可視域内の全ての光子の25%未満、特に15%未満、更には特に10%未満が445~540nmの波長範囲内で見られる。

(d) 400~530nmの波長範囲内、特に400~540nmの波長範囲内の全ての光子の少なくとも40%、特に少なくとも50%、更には特に少なくとも55%、例えば少なくとも60%が、400~445nm、特に430~445nmの波長範囲内で見られる。

(e) 400~445nm、特に430~445nmの波長範囲内の光子の総数に対する445~490nmの波長範囲内の光子の総数の比が最大で1、例えば最大で0.75、特に最大で0.5である。

【0035】

従って、上記の条件a~eの1つ又は複数が該当し得る。

【0036】

当技術分野で知られている光学フィルタが適用され得、それらは、500nm未満の可視放射の(実質的に)全ての伝搬を減少するように構成され得、又は、445~490nmの波長範囲内、特に445~500nmの波長範囲内、更には特に445~540nmの波長範囲内の可視放射の(実質的に)全ての伝搬を減少するように構成され得、又は、430~445nmの波長範囲内の光の伝搬を可能にし、500nm未満、特に540nm未満の波長範囲内の(実質的に)全ての残りの可視光の伝搬を減少するように構成され得る。光学フィルタは、特に、(a)少なくとも70%、特に少なくとも80%、更には特に少なくとも90%の光が透過されるべき波長範囲内で平均透過率を有する、及び/又は(b)最大で30%、特に最大で20%、更には特に最大で10%の光が透過されるべき波長範囲内で平均透過率を有するように構成され得る。光学フィルタは、上で定義された機能の1つ又は複数を有することがある。更に、複数の光学フィルタが適用されてもよく、これらは、異なる光学特性を有することがあり、所望の光学効果を提供するために一列に構成され得る。

【0037】

特定の実施形態では、光学フィルタは、発光材料を含む。そのような光学フィルタは、500nm未満等、ある波長範囲内の可視放射の少なくとも一部を吸収するように構成され得、又は、特に、445~490nmの波長範囲内、特に445~500nmの波長範囲内、更には特に445~540nmの波長範囲内の可視放射の少なくとも一部を吸収す

10

20

30

40

50

るように構成され得る。発光材料は、吸収された（可視）放射の少なくとも一部を、別の波長、一般にはより長い波長、ここでは特に黄色、橙色、及び／又は赤色等での少なくとも490 nmの波長を有する（可視）放射（放出）に変換する。従って、発光材料を含む光学フィルタを適用することによって、この放射が別の波長、特に490 nmよりも大きい波長、更には特に540 nmよりも大きい波長を有するルミネセンスに変換され得るため、（可視）放射の伝搬も減少され得る。何れにせよ、特定の実施形態では、可視域内の総放射に対する445～490 nm放射の比は、（発光材料を含む）光学フィルタの上流で、光学フィルタの下流よりも大きい。上流での比の値と下流での比の値との比は、例えば、1.05、例えば1.1、特に1.5であり得るが、（発光材料を含む）光学フィルタの上流及び下流での放射のスペクトル分布に応じて、より大きな値も可能であり得る。

10

【0038】

更なる実施形態では、本明細書で述べる照明ユニットは、（a）可視域内のスペクトル強度を有する第1の（固体）光源光を発生するように構成された第1の（固体）光源であって、可視域内の光子の少なくとも50%、特に少なくとも60%、更には特に少なくとも70%、例えば少なくとも80%が400～445 nm、特に430～445 nmの波長範囲内で見られる、第1の（固体）光源と、（b）可視域内のスペクトル強度を有する第2の（固体）光源光を発生するように構成された第2の（固体）光源であって、可視域内の光子の少なくとも50%、特に少なくとも60%、更には特に少なくとも70%、例えば少なくとも80%が500～570 nmの波長範囲内で見られる、第2の（固体）光源と、（c）可視域内のスペクトル強度を有する第3の（固体）光源光を発生するように構成された第3の（固体）光源であって、可視域内の光子の少なくとも50%、特に少なくとも60%、更には特に少なくとも70%、例えば少なくとも80%が600～750 nmの波長範囲内で見られる、第3の（固体）光源とを備え、第1の（固体）光源と、第2の（固体）光源と、第3の（固体）光源とが、前記白色光を発生するように構成される。この実施形態では、3個（又はそれよりも多く）の（固体）光源が適用され得る：即ち、特に400～445 nm、特に430～445 nmの波長範囲内の青色（即ち紫色）での（固体）光源光を発生するように構成された（固体）光源と、緑色及び／又は黄色での（固体）光源光を発生するように構成された（固体）光源と、赤色での（固体）光源光を発生するように構成された（固体）光源とである。上記のように、用語「光源」及び同様にまた用語「（固体）光源」は、複数の（異なる）（固体）光源を表すことがある。更に、この実施形態は、他のタイプの光源の存在を除外しない。例えば、照明ユニットは、前記所望の青色光を発生するように構成された第1の光源と、緑色光を発生するように構成された第2の光源と、黄色光を発生するように構成された更なる（第2の）光源と、赤色光を発生するように構成された第3の光源とを備えることもある。更に、やはり任意選択的に、445～490 nmの波長範囲内の望ましくない青色光をフィルタ除去するために、1つ又は複数の光学フィルタが適用され得る。

20

30

【0039】

この実施形態でも、当業者は、所望の照明ユニット光を得るために様々なタイプの光源を選択することができる。従って、前記白色光を発生するために、第1の（固体）光源、第2の（固体）光源、及び第3の（固体）光源が構成される。これらの光源が合わさって、上記の（白色）光を提供する。

40

【0040】

特定の実施形態では、第1の光源が固体光源を備え、及び／又は第2の光源が固体光源を備える。任意選択の更なる光源は、特に固体光源も備え得る。

【0041】

上記のように、幾つかの構成が可能である。特に、それらは全て、照明ユニットの光が、445～490 nmの範囲内、特に445～500 nmの範囲内、更には特に445～540 nmの範囲内での青-緑色光が減損されるという共通点を有することがある。従って、特定の実施形態では、照明ユニットは、445～490 nmの波長範囲内の光出力（

50

ワット)が、500nm未満の波長範囲内の総光出力の50%未満、特に40%未満、更には特に30%である。更には特に、照明ユニットは、可視域内の総光出力の40%未満、特に30%未満、更には特に20%未満、例えば10%未満である445~490nmの波長範囲内の光出力(ワット)を有する。

【0042】

ここでは、「500nm未満」等の語句は、特に、500nm未満であるが、380nm以上の範囲内を示す。380nmの値は、ヒトの眼で依然として見ることができる最短波長と考えられる。

【0043】

他のスペクトル範囲内の光出力が、所望の(白色)光を提供するために分散され得る。本発明は、メラトニン抑制の(幾つかの状況での)悪影響なく(又は影響がより小さく)、且つ十分な又は更には良好な演色性を有する白色光の発生を可能にする。従って、(夜間に適用されるときに)通常の光よりも健康に良いことがある光が提供され得、他方で、青(緑)色の波長のカットオフフィルタが適用される従来技術の解決策とは対照的に、物体を良く見ることができ、安全性が向上され得る。従って、更なる特定の実施形態では、照明ユニットは、少なくとも60、例えば特に少なくとも70、例えば少なくとも75のCRIを有する(白色多色)光を提供するように構成される。従って、上記のように、照明ユニットは、ヒトのメラトニン生成を抑制せずに、又は最低限に抑制しながら、60を上回るCRI(演色評価数)を有する光を提供するために使用され得る。また、本発明は、青-緑色が減損された白色光の発生を可能にするが、それにも関わらず、覚醒度を上昇させることができると共に、十分な又は更には良好な演色性も有する(それにより安全性及び便宜性を高める)。

【0044】

更なる態様では、本発明は、前記照明ユニットを備え、任意選択的に制御ユニットを更に備え、及び/又は任意選択的に更なる照明ユニットを更に備える照明システムを提供する。そのような照明システムは、本明細書で述べられるように、例えば日中の比較的高い青色及び/又は緑色成分を有する「通常の」光、及び445~490nmの範囲内の波長を有する青色光が減損された特定の光等、様々なタイプの光を提供するように構成され得る。例えば、これは、切替え可能な光学フィルタによって、及び/又は光源を切り替えることによって、及び/又は照明ユニットの1つ若しくは複数の光源の強度を制御することによって実現され得る。任意選択的に又は追加として、照明システムは、更なる照明ユニットを備えることができ、この照明ユニットは、445~490nmの波長領域内の光への「通常の」寄与をもたらす光を提供するように構成され得る。照明ユニットを切り替えることによって、及び/又は照明ユニットの相対強度を制御することによって、所望のタイプの光が提供され得る。代替として又は追加として、照明システムは、異なる位置で異なるタイプの光を提供するように(も)構成され得る。特にそのような実施形態では、照明システムは、複数の照明ユニットを備えることがある。従って、本発明はまた、本明細書で定義される照明ユニットと、任意選択的に更なる照明ユニットとを備える照明システムを提供し、照明システムは、少なくとも2つのタイプの光を同時に又は異なる時点に提供するように構成され、第1のタイプの光は、前記白色光を含み、及び第2のタイプの光は、450~500nmの波長範囲内で、第1のタイプの光よりも、可視域内の総スペクトル強度への比較的高い寄与をもたらす。例えば、同時に2つのタイプの光が、異なる位置に又は異なる方向に提供され得る。異なる時点で、異なるタイプの光が、同じ位置に又は同じ方向に提供され得る(しかし当然、異なる時点で、異なる位置又は方向も取り扱われ得る)。

【0045】

光子及び出力は、当業者に知られているように測定され得る。光子は、例えば光電子倍增管(PM: photo multiplier)及び他の光子計数検出器で計数され得る。光電子倍增管が当技術分野で知られている。光出力は、例えば光スペクトル分析器(分光計等)を用いて測定され得る。そのような分光計も光電子倍增管を含むことがあり、従って、これも、

10

20

30

40

50

スペクトルの可視部又はスペクトルの幾つかの部分にわたって光子の数を評価するために使用され得る。

【 0 0 4 6 】

用語「上流」及び「下流」は、光発生手段（ここでは特に（第 1 の）光源）からの光の伝搬に関する要素又は機能の配置に関し、光発生手段からの光のビーム内の第 1 の位置に対して、光発生手段により近い光のビーム内の第 2 の位置が「上流」であり、光発生手段から離れた光のビーム内の第 3 の位置が「下流」である。

【 0 0 4 7 】

「実質的に全ての光」又は「から実質的になる」等における本明細書での用語「実質的に」は、当業者に理解されよう。用語「実質的に」は、「全体を」、「完全に」、「全て」等を伴う実施形態も含むことがある。従って、幾つかの実施形態では、副詞「実質的に」が除去されてもよい。適用可能な場合には、用語「実質的に」はまた、100%を含め、90%以上、例えば95%以上、特に99%以上、更には特に99.5%以上に関することもある。用語「備える」はまた、用語「備える」が「から成る」を意味している実施形態も含む。用語「及び／又は」は、特に、「及び／又は」の前及び後に述べられる要素の1つ又は複数に関する。例えば、語句「要素1及び／又は要素2」及び同様の語句は、要素1及び要素2の1つ又は複数に関することがある。用語「備える」は、一実施形態では「から成る」を表すことがあるが、別の実施形態では「少なくとも定義された種類と、任意選択的に1つ又は複数の他の種類とを含む」も表す。

【 0 0 4 8 】

更に、「第1の光源」等、本明細書及び特許請求の範囲における用語「第1の」、「第2の」、「第3の」等は、同様の要素を区別するために使用され、必ずしも順序又は時系列を表すためには使用されない。そのようにして使用される用語は、適切な状況下では交換可能であり、本明細書で述べられる本発明の実施形態は、本願で説明又は例示される以外の順序での動作も可能であることを理解されたい。更に、一実施形態での第1の光源は、別の実施形態での第1の光源とは必ずしも同じではない。例えば、第1の光源の異なる実施形態が存在し得る。

【 0 0 4 9 】

本明細書でのデバイスは、とりわけ動作中について述べられている。当業者には明らかなように、本発明は、動作方法又は動作中のデバイスに限定されない。

【 0 0 5 0 】

上述の実施形態は、本発明を限定せず例示するものであり、添付の特許請求の範囲の範囲から逸脱することなく、当業者が多くの代替実施形態を設計することが可能であることに留意すべきである。特許請求の範囲において、括弧内の任意の参照符号は、特許請求の範囲を限定するものとは解釈されないものとする。動詞「備える」及びその活用形の使用は、特許請求の範囲に述べられるもの以外の要素又はステップの存在を除外しない。要素に先立つ冠詞「a(1つの)」又は「an(1つの)」は、複数のそのような要素の存在を除外しない。本発明は、複数の異なる要素を備えるハードウェアによって、及び適切にプログラムされたコンピュータによって実装され得る。幾つかの手段を列挙するデバイス請求項では、これらの手段の幾つかは、同一のハードウェア要素によって実施され得る。特定の手段が相互に異なる従属請求項に記載されていることだけでは、これらの手段の組合せが有利に使用され得ないことを示さない。

【 0 0 5 1 】

本発明は、更に、本明細書で述べられる及び／又は添付図面に示される特徴的な特徴の1つ又は複数を含むデバイスに該当する。本発明は、更に、本明細書で述べられる及び／又は添付図面に示される特徴的な特徴の1つ又は複数を含む方法又はプロセスに関する。

【 0 0 5 2 】

本特許で論じられる様々な態様は、追加の利点を提供するように組み合わせられ得る。更に、特徴の幾つかは、1つ又は複数の分割出願のための基礎となり得る。

【 0 0 5 3 】

以下、本発明の実施形態を、概略的な添付図面を参照して、単に例として述べる。図面中、対応する参照符号は、対応する部分を示す。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1a】本発明の一態様を概略的に示す。

【図1b】本発明の一態様を概略的に示す。

【図2a】本発明の更なる態様及び実施形態を概略的に示す。図面は、必ずしも正しい縮尺ではない。

【図2b】本発明の更なる態様及び実施形態を概略的に示す。図面は、必ずしも正しい縮尺ではない。

【図2c】本発明の更なる態様及び実施形態を概略的に示す。図面は、必ずしも正しい縮尺ではない。

【図2d】本発明の更なる態様及び実施形態を概略的に示す。図面は、必ずしも正しい縮尺ではない。

【図2e】本発明の更なる態様及び実施形態を概略的に示す。図面は、必ずしも正しい縮尺ではない。

【図3a】照明ユニットの一実施形態における光の光分散の幾つかのスペクトルを示す。

【図3b】照明ユニットの一実施形態における光の光分散の幾つかのスペクトルを示す。

【図3c】照明ユニットの一実施形態における光の光分散の幾つかのスペクトルを示す。

【図3d】照明ユニットの一実施形態における光の光分散の幾つかのスペクトルを示す。

【発明を実施するための形態】

【0055】

図1aは、光11を発生するように構成された照明ユニット10を概略的に示す。光11は、400～500nmの波長範囲内の全ての光子の少なくとも40%が430～445nmの波長範囲内で見られる可視域内のスペクトル強度を有する。図1bで見られるように、約500nmと約445nmとの間にスペクトルギャップが存在し得る。

【0056】

照明ユニット10は、光源100を備えることがある。用語「光源100」は、複数の同一の光源又は複数の異なる光源を表すこともある。光源100は、光101を発生する。光101は、照明ユニット光又は光11と実質的に同一でよい。即ち、照明ユニットの光11は、実質的に光源光101に基づく。しかし、任意選択的に、所望の光11を提供するために光学フィルタ300が光源光101をフィルタしてもよい。例えば、光学フィルタ300は、445～490nm、更には445～540nmの波長範囲内の波長を有する光を実質的に減少させることがある。図1bは、400～500nmの波長範囲内の全ての光子の少なくとも40%が430～445nmの波長範囲内で見られる実施形態を概略的に示す。

【0057】

図2aは、LED及び/又はOLED等の固体光源等、可視域内の光子の少なくとも50%が特に430～445nmの波長範囲内で見られる可視域内のスペクトル強度を有する第1の光源光101を発生するように構成された第1の光源100を備える照明ユニット10の一実施形態を概略的に示す。この光源光101は、実質的に妨げられずに照明ユニット10から出ることができ、それにより照明ユニット10の光の(重要な)成分となり得る。更に、照明ユニット10は、可視域内の全ての光子の少なくとも50%が少なくとも500nmの範囲内で見られる可視域内のスペクトル強度を有する第2の光源光201を発生するように構成された第2の光源200を備え、照明ユニット10は、更に任意選択的に、500nm未満の波長を有する第2の光源光201の伝搬を減少させるように構成された光学フィルタ220を備える。従って、第2の光源光201は、500nm未満の波長を有する光が減損された光として照明ユニット10から出る。例えば、第2の光源は白色蛍光灯でよく、500nm未満の波長を有する実質的に全ての光が光学フィルタ220によってフィルタ除去される。この実施形態では、上述の変形形態とは対照的に、

10

20

30

40

50

全ての光源光がフィルタされるわけではなく、一部の光源の光源光のみがフィルタされる。光学フィルタ 2 2 0 の下流での第 1 の光源光 1 0 1 及び第 2 の光源光 2 0 1 が、上記の照明ユニット光 1 1 を提供する。従って、第 1 の光源 1 0 0 と、光学フィルタ 2 2 0 を備える第 2 の光源 2 0 0 とは、上記の（白色）光 1 1 を発生するように構成される。任意選択的に、第 1 の光源内に、更なる任意選択のフィルタ 1 2 0 も含まれ得る。そのような任意選択の光学フィルタは、例えば発光材料を含むことがある。任意選択的に、これは、光学フィルタ 2 2 0 にも該当し得る。従って、特定の実施形態では、第 1 の光源と第 2 の光源は同一であり得るが、光学フィルタが異なるタイプの光を提供し、これらの光が合わさって、本明細書で述べる光学特性を有する照明ユニット光 1 1 を提供する。

【 0 0 5 8 】

図 2 b は、図 2 a に対する変形形態を概略的に示し得る。ここで、第 1 の光源 1 0 0 は、第 1 の固体光源 1 1 0 を備えることがある。第 1 の固体光源 1 1 0 は、第 1 の固体光源光 1 1 1 を提供するように特に構成され、光源光 1 1 1 は、本質的に、特に 4 3 0 ~ 4 4 5 nm の波長範囲内でよい。第 2 の光源 2 0 0 は、第 2 の固体光源 2 2 0 と、発光材料 2 2 0 0 とを備えることがあり、発光材料 2 2 0 0 は、第 2 の固体光源光 2 2 1 を発光材料光 2 2 0 1 に変換するように構成される。発光材料 2 2 0 0 を有する（伴う）第 2 の固体光源 2 2 0 は、上記の第 2 の光源光 2 0 1 を提供するように構成される。第 2 の光源 2 0 0 のタイプに応じて、光学フィルタ 2 2 0 が必要なことも不要なこともある。例えば、第 2 の固体光源 2 2 0 は、UV 光を発生するように構成され得、発光材料 2 2 0 0 は、この UV 固体光源光 2 2 1 を、光子が 4 9 0 nm よりも大きい、又は更には 5 3 0 nm よりも大きい波長を有する、及び / 又は光子が 4 4 5 ~ 4 9 0 nm の波長範囲内には実質的に存在しない、更には特に 4 4 5 ~ 5 4 0 nm の波長範囲内には実質的に存在しない可視光に変換するように構成され得る。この実施形態でも、第 1 の光源 1 0 0 と、任意選択の光学フィルタ 2 2 0 を伴う第 2 の光源 2 0 0 とは、上記の（白色）光 1 1 を発生するように構成される。従って、光 1 1 は、成分として、第 1 の固体光源光と、発光材料光 2 2 0 1 と、任意選択的に、残りの第 2 の固体光源光 2 2 1（例えば、3 8 0 ~ 4 4 5 nm の範囲内、特に 4 3 0 ~ 4 4 5 nm の範囲内の波長を有する青色光）とを含むことがある。

【 0 0 5 9 】

図 2 c は、別の変形形態を概略的に示し、照明ユニット 1 0 は、（第 1 の光源 1 0 0 としての）第 1 の固体光源 1 1 0 と第 2 の光源とを備え、第 2 の光源 2 0 0 は蛍光灯 2 5 0 を備える。一般に、4 4 5 ~ 4 9 0 nm の波長領域内の光から参照番号 2 5 1 で示される蛍光灯光を減損させるために、光学フィルタが必要となり得る。ここで、光学フィルタは示されていない。

【 0 0 6 0 】

図 2 d は、別の変形形態を概略的に示し、照明ユニット 1 0 は、第 1 の固体光源 1 1 0 と、第 2 の固体光源 2 2 0 と、第 3 の固体光源 3 3 0 とを備える。第 1 の固体光源 1 1 0 と、第 2 の固体光源 2 2 0 と、第 3 の固体光源 3 3 0 とは、上記の白色光 1 1 を発生するように構成される。第 1 の固体光源 1 1 0 は、可視域内の光子の少なくとも 5 0 % が 4 3 0 ~ 4 4 5 nm の波長範囲内で見られる可視域内のスペクトル強度を有する、即ち青色（を帯びた）光である第 1 の固体光源光 1 1 1 を発生するように構成され得る。更に、第 2 の固体光源 2 2 0 は、可視域内の光子の少なくとも 5 0 % が 5 0 0 ~ 5 7 0 nm の波長範囲内で見られる可視域内のスペクトル強度を有する、即ち緑色及び / 又は黄色光である第 2 の固体光源光 2 2 1 を発生するように構成され得る。第 3 の固体光源 3 3 0 は、可視域内の光子の少なくとも 5 0 % が 6 0 0 ~ 7 5 0 nm の波長範囲内で見られる可視域内のスペクトル強度を有する、即ち橙色及び / 又は赤色及び / 又は深紅色である第 3 の固体光源光 3 3 1 を発生するように構成され得る。例えば、各光源は、個別に光学フィルタを含むことがある。光学フィルタは、それぞれの光源の一部でよい。

【 0 0 6 1 】

図 2 e は、照明システム 1 0 0 0 と、その照明システム 1 0 0 0 の光で照光される作業空間等の空間 2 とを概略的に示す。ここで、照明システム 1 0 0 0 は、本明細書で定義さ

10

20

30

40

50

れる照明ユニット 10 と、任意選択的に、更なる照明ユニット 40 とを備える。この更なる照明ユニット 40 は、特に、別のタイプの光を提供し得る。従って、照明システム 1000 は、少なくとも 2 つのタイプの光を同時に又は異なる時点に提供するように構成され得、第 1 のタイプの光は、上記の白色光 11 を含み、第 2 のタイプの光 21 は、450 ~ 500 nm の波長範囲内で、第 1 のタイプの光よりも、可視域内の総スペクトル強度への比較的高い寄与をもたらす。照明システム 1000 は、制御ユニット又は制御装置 50 を備えることがあり、制御ユニット又は制御装置 50 は、1 つ又は複数の照明ユニット、特に少なくとも照明ユニット 10 を制御するように構成され得る。制御ユニットは、例えば、時刻に応じて光のタイプを選択するように構成され得る。

【0062】

10

実験

材料及び方法

400 ~ 540 nm の範囲内の波長に特に注目して、異なる波長での光の影響について参加者を試験した。様々な波長の比較は、様々な波長で覚醒度の上昇が生じ得るが、約 400 ~ 445 nm、特に 430 ~ 445 nm の範囲内で（他の波長に比べて）比較的高い上昇が見られることを示した。

【0063】

予備的結果も、覚醒度が制御され得るだけでなくメラトニン生成及び他の生物学的効果が制御され得るという意味合いで、この波長においてこの光に対するヒトの応答が制御され得ることを示すように思われる。意外にも、400 ~ 445 nm での光の生物学的効果は、より高い波長に比べて小さくなり得、それと同時に良好な CRI が実現され得るように見える（以下参照）。

20

【0064】

従って、メラトニン抑制の防止又は減少及び覚醒度の上昇（又は維持）に関する最良の結果は、430 ~ 445 nm 範囲内等、437 nm 付近の波長を有する光を使用したものである。更に、予備的結果は、445 ~ 490 nm の波長範囲内の光の相対的な減少が、良好な結果に更に寄与し得ることを裏付けているように思われる。

【0065】

照明ユニット

図 3a ~ 図 3d は、照明ユニットの幾つかの取り得る実施形態の光のスペクトル分布を示す。x 軸は、（ナノメートル単位での）波長を示し；y 軸は、任意単位での発光強度を示す。

30

【0066】

図 3a 及び図 3b は、セリウム含有ガーネット（YAG:Ce 及び同様のガーネット化合物）等の発光材料を含む LED 光源に基づく照明ユニットを概略的に示し、図 3a の実施形態では、以下の表での 1 行目に示されるような Tc（色温度）、CRT、及び R14 を有する光源から始める。1 行目は、参照番号 1 で示される曲線に対応する。曲線 2 は、カットオフフィルタを適用するときの光源のスペクトル光分布に関する結果を示し；Tc、CRT、及び R14 に関する対応する値が、以下の表に示されている。曲線 3 は、435 nm 付近の紫色光を発生する光源を追加するときの、光源のスペクトル光分布に対する結果を示し；Tc、CRT、及び R14 に関する対応する値が、以下の表に示されている。曲線 4 は、曲線 3 と同様であるが、ここでは、曲線 3 に比べて紫色光の強度が倍増されており；Tc、CRT、及び R14 に関する対応する値が、やはり以下の表に示されている。

40

【0067】

【表 1】

	Tc (K)	CRI	R14
図 3a			
1	2950	83	78
2 カットオフ	2300	52	37
3 = 2 + 紫色	2400	62	50
4 = 2 + 2*紫色	2700	67	57

10

【0068】

図 3 b は、同様のセットアップを示す。しかし、開始光源が、より高い色温度（図 3 a での 2 9 5 0 K に対し、図 3 b では 5 2 0 0 K ）を有する。以下の表に値が提供されている。

【0069】

【表 2】

	Tc (K)	CRI	R14
図 3b			
1	5200	66	55
2 カットオフ	3050	28	9
3 = 2 + 紫色	4100	53	37

20

【0070】

図 3 c 及び図 3 d は、光源が蛍光灯を備える実施形態を示し、図 3 c は、蛍光三帯域ランプを示し、図 3 d では、光源は、広帯域発光材料（ハロリン酸等）を含む。

30

【0071】

1 行目は、ここでも、参照番号 1 で示される曲線に対応する。曲線 2 は、カットオフフィルタを適用するときの、光源のスペクトル光分布に関する結果を示し；Tc、CRT、及び R14 に関する対応する値が以下の表に示されている。曲線 3 は、435nm 付近の紫色光を発生する光源を追加するときの、光源のスペクトル光分布に対する結果を示し；Tc、CRT、及び R14 に関する対応する値が、以下の表に示されている。

【0072】

【表 3】

	Tc (K)	CRI	R14
図 3c			
1	2600	85	74
2 カットオフ	2300	65	49
3 = 2 + 紫色	3000	79	69

40

【0073】

図 3 d でも、同様のセットアップが使用される。しかし、開始光源は、わずかに高い色温度（図 3 c での 2 6 0 0 K に対し、図 3 d では 2 7 5 0 K ）を有する。以下の表に値が

50

提供されている。曲線 4 は、曲線 3 と同様であるが、ここでは、曲線 3 に比べて紫色光の強度が倍増されており；T_c、C R T、及び R 1 4 に関する対応する値が、やはり以下の表に示されている。

【 0 0 7 4 】

【表 4】

	T _c (K)	CRI	R14
図 3d			
1	2750	93	91
2 カットオフ	2300	65	54
3 = 2 + 紫色	2300	77	69
4 = 2 + 2* 紫色	2550	81	75

10

【 0 0 7 5 】

これらの図（及び表）において、紫色光の追加は、第 1 の光源によるものであってもよく；他の光は、第 2 の光源からのものであってもよい。とりわけ、上記の例に基づいて、光子の分布及び他の特性を評価した。その結果が、以下の表に示されている。

20

【 0 0 7 6 】

【表 5】

光子数	基準 1	基準 1 + 2*紫色		基準 2	基準 2 + 紫色	紫色 (自体)
(380-740)の うち 430-445	3%	14%		5%	15%	55%
400-500 の うち 430-445	32%	55%		39%	55%	55%
400-500 の うち 445-490	31%	24%		25%	24%	24%
(430-445) / (445-490)	104%	234%		154%	228%	228%
mlux/lux	2.48	2.53		2.06	2.96	118

10

光子数	基準 3	基準 3 + 紫色	基準 3 + 2*紫色	基準 4	基準 4 + 紫色		
(380-740)の うち 430-445	2%	6%	12%	11%	13%		
400-500 の うち 430-445	24%	61%	61%	47%	61%		
400-500 の うち 445-490	53%	16%	16%	31%	16%		
(430-445) / (445-490)	46%	385%	385%	155%	385%		
mlux/lux	2.52	1.44	2.17	3.53	2.22		

20

30

【 0 0 7 7 】

「基準」は、通常のスเปクトル分布を示し、「紫色」は、特定の紫色光源を表す。表内の他の例は、青 - 緑色が減損された、及び紫色光源（時としてまた、例えば 2 倍の紫色強度を有する）を有する基準スเปクトルを表す。基準 1 に関係するデータは図 3 d を表し、基準 2 に関係するデータは図 3 c を表す。また、基準 3 に関係するデータは図 3 a に関し、基準 4 に関係するデータは図 3 b に関する。

40

【 0 0 7 8 】

従って、一般に、白色光（11）は、430 ~ 445 nm の波長範囲内の光子の総数に対する 445 ~ 490 nm の波長範囲内の光子の総数の比が最大で 0.75、特に最大で 0.5、しばしば更には最大で 0.3 である。

【 0 0 7 9 】

従って、本発明による照明ユニットを用いて、十分な又は更には良好な CRI が実現され得、それと同時に、覚醒度を比較的上昇させ、（脊椎動物に対する）生物学的影響を制御する。特に、この照明ユニットは、60 を上回る CRI（演色評価数）を有する光 11

50

を提供し、この光 11 に対するヒトの生物学的応答を制御するために使用され得る。

【図 1 a】

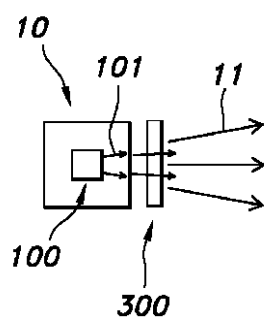


FIG. 1a

【図 1 b】

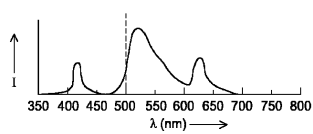


FIG. 1b

【図 2 a】

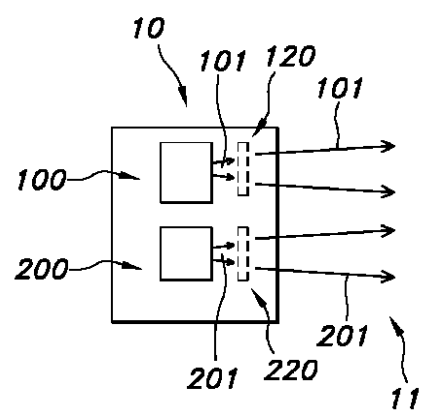


FIG. 2a

【図 2 b】

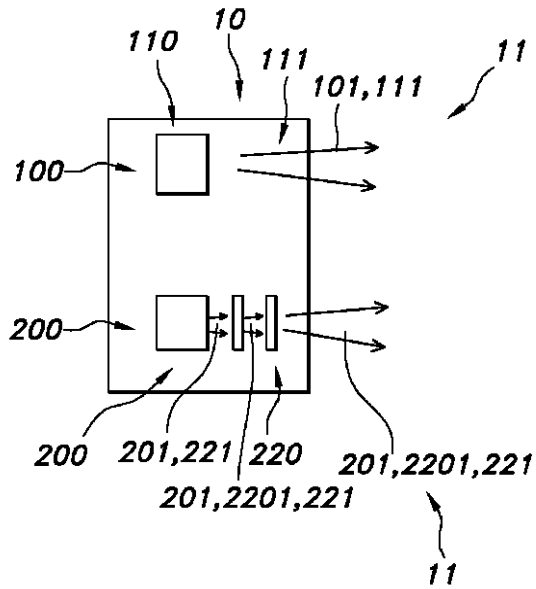


FIG. 2b

【図 2 c】

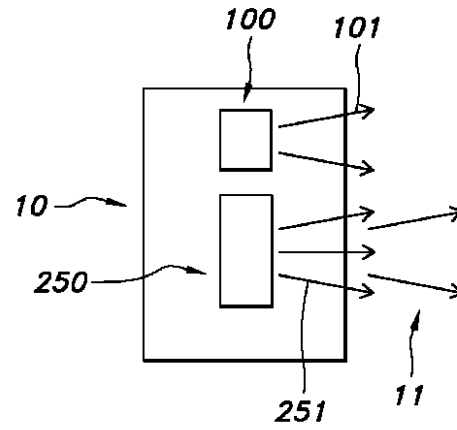


FIG. 2c

【図 2 d】

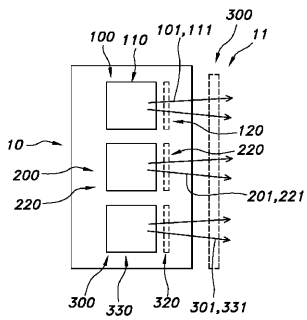


FIG. 2d

【図 2 e】

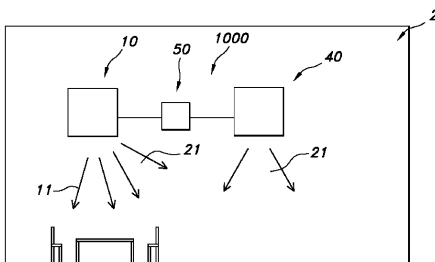


FIG. 2e

【図 3 a】

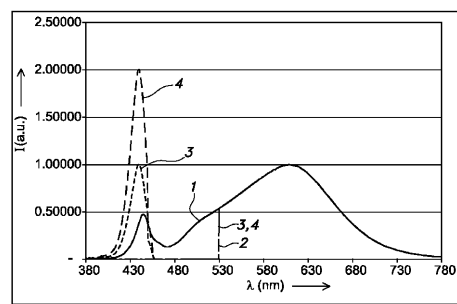


FIG. 3a

【図 3 b】

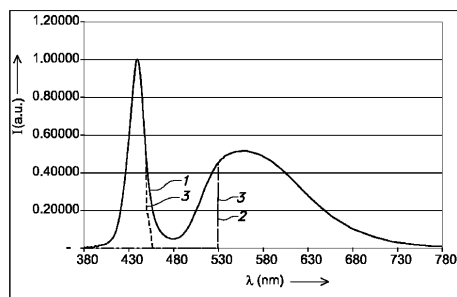


FIG. 3b


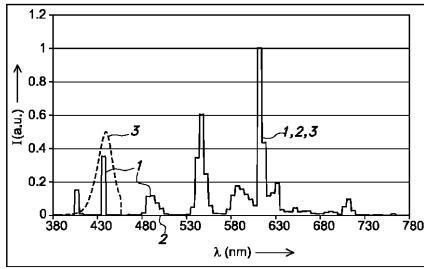
【 3 c】

FIG. 3c


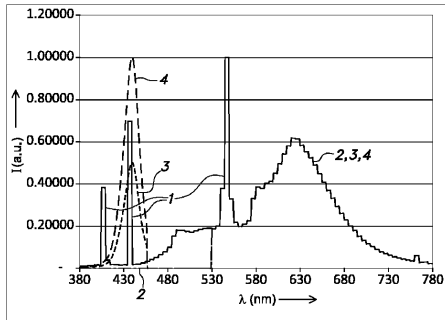
【 3 d】

FIG. 3d

フロントページの続き

- (72)発明者 ス克蘭ゲン ルーカス ジョセフ マリア
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイントホーフェン ハイ テク キャンパス 5
- (72)発明者 ギメネス マリナ セシリア
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイントホーフェン ハイ テク キャンパス 5
- (72)発明者 スキーン デブラ ジーン
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイントホーフェン ハイ テク キャンパス 5
- (72)発明者 レヴェル ヴィクトリア ルイス
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイントホーフェン ハイ テク キャンパス 5

審査官 山崎 晶

- (56)参考文献 特表2012-513616(JP, A)
特開2009-059677(JP, A)
特開2011-258649(JP, A)
特表2011-519123(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05B 37/02 - 39/10