

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7242703号
(P7242703)

(45)発行日 令和5年3月20日(2023.3.20)

(24)登録日 令和5年3月10日(2023.3.10)

(51)国際特許分類	F I
A 6 1 M 21/02 (2006.01)	A 6 1 M 21/02 B
H 0 5 B 47/165 (2020.01)	H 0 5 B 47/165
H 0 5 B 47/18 (2020.01)	H 0 5 B 47/18

請求項の数 15 (全43頁)

(21)出願番号	特願2020-558956(P2020-558956)	(73)特許権者	590000248
(86)(22)出願日	平成31年4月23日(2019.4.23)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ
(65)公表番号	特表2021-521960(P2021-521960 A)		ヴェ
(43)公表日	令和3年8月30日(2021.8.30)		Koninklijke Philips N.V.
(86)国際出願番号	PCT/EP2019/060263		オランダ国 5 6 5 6 アーヘー アイン
(87)国際公開番号	WO2019/206848		ドーフエン ハイテック キャンパス 5 2
(87)国際公開日	令和1年10月31日(2019.10.31)		High Tech Campus 5 2 ,
審査請求日	令和4年4月20日(2022.4.20)		5 6 5 6 AG Eindhoven, N
(31)優先権主張番号	18168982.9		etherlands
(32)優先日	平成30年4月24日(2018.4.24)	(74)代理人	110001690
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		弁理士法人M&Sパートナーズ
		(72)発明者	ファルク トーマス マリア
			オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイン
			ドーフエン ハイ テック キャンパス 5
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光線療法システム及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

制御可能な照度を有する光出力を生成させるように動作可能な照明アセンブリと、
 視覚的出力をユーザーに提示するための視覚的表示手段と、
 前記照明アセンブリ及び前記視覚的表示手段に動作可能に連結されているコントローラ
 ーと
 を備える光線療法システムであって、
 前記コントローラーは、
 前記照明アセンブリによる施与のための目標メラノピック露光量を示すデータ入力を受け取り、
 前記視覚的表示手段による提示を意図された視覚的出力の1つ又は複数の発光特性を示
 すさらなるデータ入力を受け取り、
 前記さらなるデータ入力に基づいて、前記意図された視覚的出力に関連付けられる推定
 される追加的なメラノピック露光量を決定し、
 前記追加的なメラノピック露光量を補償するために前記目標メラノピック露光量を低減
 させることに基づいて、前記照明アセンブリによる施与のための調節された目標メラノピ
 ック露光量を決定し、
 総計で、既定の処置期間にわたって、前記調節された目標メラノピック露光量を供給す
 るように、前記調節された目標メラノピック露光量に基づいて、前記照明アセンブリの前
 記照度を経時的に制御するための制御スケジュールを生成させ、

前記制御スケジュールにしたがって前記照明アセンブリを制御する、
光線療法システム。

【請求項 2】

前記視覚的表示手段の前記意図された視覚的出力は、構成するピクセルのアレイに関連付けられており、前記さらなるデータ入力は、それぞれのピクセルの発光出力を示す情報を含み、前記追加的なメラノピック露光量を決定することは、前記ピクセルのアレイの前記発光出力を集計することを有する、請求項 1 に記載の光線療法システム。

【請求項 3】

前記追加的なメラノピック露光量を決定することは、所与のユーザー位置決めに対する前記ピクセルの少なくともサブセットのそれぞれの既知の相対的な位置決めにも部分的に基づいている、請求項 2 に記載の光線療法システム。

10

【請求項 4】

前記さらなるデータ入力は、前記視覚的表示手段の前記意図された視覚的出力の色内容を示す情報を含み、前記追加的なメラノピック露光量を決定することは、光の異なる波長の相対的なメラノピック効果に対応する 1 つ又は複数のメラノピック重み付け係数を適用することを有する、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光線療法システム。

【請求項 5】

前記さらなるデータ入力は、それぞれのピクセルの発光出力の異なる光の色成分のセットのそれぞれの照度レベルを示す情報を含む、請求項 2 又は 3 に従属する請求項 4 に記載の光線療法システム。

20

【請求項 6】

前記色内容は、少なくとも赤色の色成分、緑色の色成分、及び青色の色成分のそれぞれを含み、前記追加的なメラノピック露光量の決定は、前記赤色の成分が省略されている簡単化された色内容に基づいている、請求項 4 又は 5 に記載の光線療法システム。

【請求項 7】

前記照明アセンブリ及び前記視覚的表示手段は、単一のユニットの中に一体化されている、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の光線療法システム。

【請求項 8】

前記視覚的出力は、前記ユーザーへの提示のための 1 つ又は複数の画像を備える、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の光線療法システム。

30

【請求項 9】

前記視覚的出力は、前記ユーザーへの提示のための 1 つ又は複数のビデオ画像を備える、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の光線療法システム。

【請求項 10】

前記視覚的出力は、複数の画像フレームから構成されるビデオ画像を備え、前記追加的なメラノピック露光量を決定することは、前記画像フレームのそれぞれのメラノピック発光出力を決定することと、決定された前記画像フレームのメラノピック発光出力を集計することとを有する、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の光線療法システム。

【請求項 11】

前記ビデオ画像のそれぞれの画像フレームは、構成するピクセルのアレイに関連付けられており、前記さらなるデータ入力は、それぞれの画像フレームの前記ピクセルのそれぞれの発光出力を示す情報を含み、それぞれの画像フレームの前記メラノピック発光出力を決定することは、所与の前記画像フレームに関連付けられる前記ピクセルのアレイの前記発光出力を集計することを有する、請求項 10 に記載の光線療法システム。

40

【請求項 12】

前記照明アセンブリの前記光出力は、制御可能な色温度をさらに有する、請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の光線療法システム。

【請求項 13】

前記コントローラーは、さらに、光の異なる色温度の相対的なメラノピック効果に対応する 1 つ又は複数のメラノピック重み付け係数をデータストアから取り出し、

50

前記制御スケジュールは、前記メラノピック重み付け係数及び前記調節された目標メラノピック露光量に基づいて生成され、前記照明アセンブリの前記照度及び色温度を経時的に制御するためのものであり、総計で、前記既定の処置期間にわたって、前記調節された目標メラノピック露光量を供給するようになっている、請求項 1 2 に記載の光線療法システム。

【請求項 1 4】

前記コントローラーは、1つ又は複数の好適な色温度値を示す色温度選好データをさらに受け取り、前記制御スケジュールを生成させ、前記光出力の前記色温度が、前記処置期間の少なくとも一部分にわたって、前記好適な色温度値を有するようになっている、請求項 1 3 に記載の光線療法システム。

10

【請求項 1 5】

制御可能な照度を有する光出力を生成させるように動作可能な照明アセンブリと、視覚的出力をユーザーに提示するための視覚的表示手段と、前記照明アセンブリ及び前記視覚的表示手段に動作可能に連結されているコントローラーと、を備える光線療法システムの作動方法であって、

前記コントローラーが、前記照明アセンブリによる施与のための目標メラノピック露光量を示すデータ入力を受け取るステップと、

前記コントローラーが、前記視覚的表示手段による提示を意図された視覚的出力の1つ又は複数の発光特性を示すさらなるデータ入力を受け取るステップと、

前記コントローラーが、前記さらなるデータ入力に基づいて、前記意図された視覚的出力に関連付けられる推定される追加的なメラノピック露光量を決定するステップと、

20

前記コントローラーが、前記追加的なメラノピック露光量を補償するために前記目標メラノピック露光量を低減させることに基づいて、前記照明アセンブリによる施与のための調節された目標メラノピック露光量を決定するステップと、

前記コントローラーが、総計で、既定の処置期間にわたって、前記調節された目標メラノピック露光量を供給するよう、前記調節された目標メラノピック露光量に基づいて、前記照明アセンブリの前記照度を経時的に制御するための制御スケジュールを生成させるステップと、

前記コントローラーが、前記制御スケジュールにしたがって前記照明アセンブリを制御するステップと

30

を有する、光線療法システムの作動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光線療法システム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

臨床単位（例えば、病院、とりわけ、集中治療室（ICU））の中で処置されている多くの患者が、彼らの睡眠周期の乱れを呈する可能性があるということが知られている。これは、患者の治癒プロセスを妨げる可能性があり、とりわけ、患者がせん妄を発症するリスクを増加させる可能性がある。重症患者の最大で80%がせん妄を患っており、入院の長さの増加を結果として生じさせ、いくつかのケースでは、死亡率の増加までも結果として生じさせている。この理由のために、集中治療医学会によって発行された、すなわち、米国及びドイツにおける最近のガイドラインは、そのような患者におけるせん妄の防止のための手段を提案している。提案されている手段は、とりわけ、薬理的なものではなく、その代わりに、高照度光線療法を通して患者のサーカディアンリズムを自然に回復させる試みに焦点を当てている。

40

【0003】

人間に関して、光への眼の露出は、自然な24時間の昼夜周期にサーカディアンリズムを同期させる際に、最も重要な要因である。太陽の周期と同期されている、特別に調整さ

50

れた周期の高照度光に患者を露出させることによって、患者のサーカディアンリズムが再較正され、睡眠障害が低減され得るということが知られている。

【 0 0 0 4 】

サーカディアンリズムをトリガー及び再プログラムするためにどれくらい多くの光が必要とされるかは、患者の条件及び特性に応じて変化する。とりわけ、人の年齢が増加するにつれて、同じ生物学的効果を実現するために、より多くの光が必要とされるということが知られている。したがって、臨床医は、個人向けの光の用量（「ルクス時間」）を処方しなければならない。

【 0 0 0 5 】

米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 1 2 6 8 0 6 号明細書は、患者の中のせん妄を低減させるために、事前に決定されたスケジュールにしたがって、及び、とりわけ、サーカディアンリズムスケジュールにしたがって、部屋の中の照明条件を制御するための照明システムを開示している。システムは、部屋の中の光レベル又は光強度を調節するために、内部光源、及び、また、部屋に進入する外部光の量を制御するための手段を含む。また、システムは、患者が露出される光の量を検出するための光センサーを備える。

10

【 発 明 の 概 要 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

【 0 0 0 6 】

患者の睡眠パターンを改善するための光線療法システムの開発が、一般的に求められている。

20

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

【 0 0 0 7 】

本発明は、特許請求の範囲によって定義されている。

【 0 0 0 8 】

本発明の態様によれば、光線療法システムであって、光線療法システムは、
制御可能な照度を有する光出力を生成させるように動作可能な照明アセンブリと；
視覚的出力をユーザーに提示するための視覚的表示手段と；
照明アセンブリ及び視覚的表示手段に動作可能に連結されているコントローラーと
を備え、

コントローラーは、

30

照明アセンブリによる施与のための目標メラノピック露光量を示すデータ入力を受け取り；

視覚的表示手段による提示を意図された視覚的出力の 1 つ又は複数の発光特性を示すさらなるデータ入力を受け取り；

さらなるデータ入力に基づいて、意図された視覚的出力に関連付けられる推定される追加的なメラノピック露光量を決定し；

追加的なメラノピック露光量を補償するために目標メラノピック露光量を低減させることに基づいて、照明アセンブリによる施与のための調節された目標メラノピック露光量を決定し；

総計で、既定の処置期間にわたって、調節された目標メラノピック露光量を供給するように、調節された目標メラノピック露光量に基づいて、照明アセンブリの少なくとも照度を経時的に制御するための制御スケジュールを生成させ；

40

制御スケジュールにしたがって照明アセンブリを制御するように適合されている、光線療法システムが提供される。

【 0 0 0 9 】

本発明は、本発明者による開発に基づいており、光出力を発生させるための照明アセンブリと、加えて、視覚的表示手段とを備える光線療法システムが提供される。2 つは、好ましくは、単一のユニット、例えば、単一のパネルの中に一体化されている。照明アセンブリは、少なくとも制御可能な照度を有しており、制御可能な量の光が患者に施与されることを可能にする。とりわけ、専用の光線療法プログラムが所与の患者のために生成され

50

、特定の目標メラノピック露光量を供給するように構成されている。

【0010】

光線療法システムのコントローラーは、照明アセンブリの照度を経時的に制御するための制御スケジュールを生成させ、特定の時間窓（処置期間）の過程にわたって、目標露光量が供給されるようになっている。

【0011】

目標メラノピック露光量は、例えば、臨床医によって特定される。したがって、システムは、臨床医からの最小限の入力のみに基づいて、光線療法処置の高度に効率的な技術的な実施形態を可能にすることができる。

【0012】

視覚的表示手段をさらに含むことは、加えて、視覚的出力がユーザーに提示されることを可能にする。これは、例えば、グラフィック出力であり、グラフィック出力によって、例えば、1つ又は複数の画像又は動画像から形成された出力を意味している。これは、例えば、特定の気分を呼び起こすように設計された画像を表示することによって患者をリラックスさせるために使用され得る。視覚的出力は、複数の色成分を備える。これは、せん妄を回避することにさらに寄与することが可能であり、この点において、照明アセンブリ単独を超えて上回る重大な利益を提供する。

【0013】

しかし、視覚的出力は、それが、必然的に、照明アセンブリによって施与されるものに加えて、患者への追加的なメラノピック露光量の供給を結果として生じさせるという点において問題を提起する。これは、照明アセンブリのために生成されており、特定の目標メラノピック露光量を施与するように構成されている任意の制御プログラムが、その量の光が総計で供給されることを結果として生じさせることとはならないということ意味している。その理由は、表示手段の追加的な視覚的出力が、より大きい量の光が供給されることを結果として生じさせることとなるからである。

【0014】

したがって、本発明は、加えて、視覚的出力によって施与される追加的なメラノピック露光量を補償するように構成された量だけ、オリジナルに特定された目標メラノピック露光量を調節する際に、これに対する解決策を提供する。照明アセンブリに関する制御スケジュールが視覚的出力の表示と同時に実行されるときには、2つのもののメラノピック露光量が、オリジナルの所望の目標メラノピック露光量を提供するために一緒に組み合わせられる。

【0015】

視覚的出力に関連付けられる追加的なメラノピック露光量（上記参照）は、ユーザーに表示されるときに視覚的出力によって供給又は施与される追加的なメラノピック露光量を意味している。

【0016】

調節された目標メラノピック露光量は、追加的なメラノピック露光量に対応する量だけオリジナルの目標を低減させることによって決定される。

【0017】

メラノピック露光量は、当技術分野における用語であり、患者に供給される光の用量に対応しており、それは、光の照度と光が供給される時間期間との積に等しい。それは、典型的に、ルクス時間の単位で測定される（ルクスは、照度のSI単位である）。簡潔化のために、以下に続く説明において、メラノピック露光量は、単純に「露光量」と短縮される。別段の記述がない限り、「露光量」を参照することは、上記に定義されているような「メラノピック露光量」を参照するものとして読まれるべきである。

【0018】

1つ又は複数の実施形態によれば、視覚的表示手段の意図された視覚的出力は、構成するピクセルのアレイに関連付けられている。このケースでは、さらなるデータ入力は、それぞれのピクセルの発光出力を示す情報を含む。追加的なメラノピック発光出力は、この

10

20

30

40

50

さらなる情報に少なくとも部分的に基づいて決定される。これは、追加的な発光出力を決定することへの効率的なアプローチを提供する。

【0019】

この情報は、例えば、それぞれのピクセルの照度レベルを示している。照度レベルは、照度に直接的に対応しているか、又は、照度を間接的に表している（例えば、最大照度出力の割合の観点から表現されている）。

【0020】

発光出力を示す情報は、それぞれのピクセルのメラノピック発光出力を示している。メラノピック発光出力は、そのメラノピック効果によって重み付けされたピクセルの発光出力を意味しており、人間のサーカディアンリズムに対するその生物学的効果を意味している。それは、例えば、その色若しくは色温度にしたがって重み付けされ、又は、光出力の色成分のセットのそれぞれは、それらのそれぞれのメラノピック効果にしたがって重み付けされる。

10

【0021】

メラノピック発光出力は、とりわけ、メラノピック照度を意味しており、光のメラノピック効果にしたがって重み付けされた、例えば、光の色又は色温度にしたがって重み付けされた、それぞれのピクセルの照度を意味している。

【0022】

好ましくは、追加的なメラノピック露光量を決定することは、ピクセルのアレイの発光出力を集計することを有する。次いで、これは、完全な視覚的出力に関連付けられる合計発光出力が決定されることを可能にする。

20

【0023】

視覚的出力は、視覚的出力がピクセルのアレイによって構成又は形成されているという意味において、ピクセルのアレイに関連付けられている。ピクセルの光出力は、視覚的出力と一緒に形成している。ピクセルは、いくつかの例において、ディスプレイスクリーンのピクセルである。ピクセルは、代替的に、例えばディスプレイ表面の上に投射される視覚的出力のピクセルである。

【0024】

例によれば、視覚的出力のそれぞれの構成するピクセルの発光出力は、視覚的表示手段によって備えられており、視覚的出力の特定のピクセルに関連付けられている、LED又は他の光源の発光出力を表すものと解釈される。

30

【0025】

追加的なメラノピック露光量を決定することは、所与のユーザー位置決めに対するピクセルの少なくともサブセットのそれぞれの既知の相対的な位置決めに基づいている。相対的な位置決めは、いくつかの例において、視覚的表示手段及びユーザーの絶対的な位置に関する入力情報に基づいて、コントローラーによって決定される。

【0026】

相対的な位置決めは、ユーザーとピクセルの少なくともサブセットのそれぞれとの間の少なくとも距離を含むことが可能である。

【0027】

発光出力のメラノピック効果は、距離とともに減少する（おおよそ距離の2乗とともに減少する）。メラノピック効果によって、人間のサーカディアンサイクルに対するその相対的な影響の観点から、光の生物学的効果を意味している。したがって、決定においてユーザー及びピクセルの相対的な位置決めを含むことによって、視覚的出力の追加的なメラノピック発光効果のより正確な決定が行われ得る。

40

【0028】

さらなるデータ入力は、視覚的表示手段の意図された視覚的出力の色内容を示す情報を含む。このケースでは、追加的なメラノピック露光量を決定することは、光の異なる波長の相対的なメラノピック効果に対応する1つ又は複数のメラノピック重み付け係数を適用することを有する。

50

【 0 0 2 9 】

次いで、メラノピック重み付け係数は、異なる色成分に適用され、それぞれの色成分に関連付けられるメラノピック発光出力を決定する。

【 0 0 3 0 】

光の生物学的効果は、人間のサーカディアンサイクルに対するその相対的影響（「メラノピック効果」として知られる）の観点から、光の色（又は、波長）に依存している。したがって、本発明の発明者は、光線療法スケジュールを生成させる際に技術的なシステムによって容易に利用され得る様式で、光の異なる波長のこの相対的な生物学的効果を定量化するメラノピック重み付け係数のセットを決定した。これらの重み付け又は補正係数を利用する実施形態のこのセットによるシステムは、メラノピック露光量のより正確な決定を提供する。

10

【 0 0 3 1 】

色内容を示す情報は、視覚的出力の光の色成分のセットのそれぞれの発光出力（例えば、照度）の寄与を示す情報である。

【 0 0 3 2 】

色内容を示す情報は、視覚的出力の光波長成分（又は、スペクトル成分）のセットのそれぞれの発光出力の寄与を示す情報である。

【 0 0 3 3 】

メラノピック重み付け係数は、光の異なる色又は波長の異なるメラノピック効果に対応している。異なる重み付け係数は、例において、光の異なる色温度に対応している。

20

【 0 0 3 4 】

メラノピック重み付け係数は、例えば、ローカル又はリモートのメモリー又はデータストアから受け取られるか又は獲得される。他の例において、重み付け係数は、事前に記憶されている。重み付け係数は、データ入力として受け取られるか又は獲得される。

【 0 0 3 5 】

いくつかの例において、照明アセンブリは、白色の光出力を発生させるように適合されている。次いで、これは、視覚的表示手段の色出力を補償する。

【 0 0 3 6 】

視覚的出力がピクセルによって形成されているケースでは、さらなるデータ入力は、それぞれのピクセルの発光出力の異なる光の色成分のセットのそれぞれの照度レベルを示す情報を含む。

30

【 0 0 3 7 】

上記に説明されているメラノピック重み付け係数は、このケースでは、それぞれのピクセルの色成分に適用され、それぞれの色成分に関連付けられるメラノピック出力を決定する。色成分は、それぞれのピクセルに関する合計メラノピック発光出力を決定するために、それぞれのピクセルに関して集計される。次いで、それぞれのピクセルに関する合計は、視覚的出力全体に関して色重み付けされた発光出力を与えるために集計される。

【 0 0 3 8 】

照度レベルは、照度自体であるか、又は、照度がそれから決定され得る情報であり、例えば、所与のピクセルに関して所与の色成分の最大の可能な照度の割合を表す相対的な照度値である。

40

【 0 0 3 9 】

例において、それぞれのピクセルの発光出力の視覚的出力の色内容は、少なくとも赤色の、緑色の、及び青色の色成分のそれぞれを含む。このケースでは、追加的なメラノピック露光量の決定は、赤色の成分が省略されている単純化された色内容に基づいている。

【 0 0 4 0 】

赤色の光は、ほとんど無視できるほどのメラノピック効果を有している。したがって、それは、決定の精度に対する任意の大幅な影響を有することなく、追加的なメラノピック露光量を決定する際に軽視される。

【 0 0 4 1 】

50

視覚的出力は、RGB（赤色 - 緑色 - 青色）ピクセルから構成されている。

【0042】

さらなる例において、追加的なメラノピック露光量の決定は、さらなる単純化された色内容に基づいており、さらなる単純化された色内容では、青色の色成分だけが考慮されるか又は含まれる。青色は、赤色の、緑色の、及び青色の光の圧倒的に最大のメラノピック効果を有している。したがって、単に青色の成分に基づいて追加的なメラノピック露光量を計算することは、精度を実質的に低減させることなく計算を大きく単純化する。

【0043】

好適な実施形態によれば、照明アセンブリ及び視覚的表示手段は、単一のユニットの中に一体化されている。例えば、2つのものは、単一のディスプレイユニットの中に、例えば、単一のパネルの中に、例えば、単一のディスプレイパネル又は単一の照明パネルの中に一体化されている。単一のユニットは、例えば、光源（例えば、LED）の第1のアレイと、光源（例えば、LED）のさらなるアレイとを備え、光源（例えば、LED）の第1のアレイは、照明アセンブリに対応しており、制御可能な照度を有する光出力を生成させるためのものであり、光源（例えば、LED）のさらなるアレイは、視覚的表示手段に対応しており、視覚的出力を発生させるためのものである。光源の2つのアレイは、例えば、互いに隣接して配置されているか、又は、互いにインターリーブされているか、若しくは、一方が他方の内側に嵌め込まれた状態でインターリーブされており、又は、互いに混合若しくは一体化されている。

【0044】

代替的な例において、照明アセンブリ及び視覚的表示手段は、別個のユニットによって、例えば、別個のパネルによって備えられている。

【0045】

1つ又は複数の例によれば、照明アセンブリは、複数の照明パネルによって形成されるか、又は、複数の照明パネルを備える。1つ又は複数の例において、複数の視覚的表示手段が提供されているか、又は、視覚的表示手段が複数のディスプレイパネルを備える。複数の視覚的表示手段及び/又は照明アセンブリは、サーカディアン光出力及び視覚的出力をそれぞれ発生させるために、協働された様式で制御される。

【0046】

例において、視覚的出力は、ユーザーへの提示のための1つ又は複数の画像を備える。

【0047】

例において、視覚的出力は、ユーザーへの提示のための1つ又は複数のビデオ画像を備え、すなわち複数の画像フレームから構成された1つ又は複数のビデオ画像を備える。

【0048】

いくつかの実施形態では、視覚的出力は、複数の画像フレームから構成されるビデオ画像を備え、追加的なメラノピック露光量を決定することは、画像フレームのそれぞれのメラノピック発光出力を決定することと、決定された画像フレームのメラノピック発光出力を集計することとを有する。

【0049】

メラノピック発光出力は、そのメラノピック効果にしたがって重み付けされたピクセルの発光出力を意味しており、人間のサーカディアンリズムに対するその生物学的効果を意味している。それは、例えば、その色若しくは色温度にしたがって重み付けされ、又は、光出力の色成分のセットのそれぞれは、それらのそれぞれのメラノピック効果にしたがって重み付けされる。

【0050】

メラノピック発光出力は、とりわけ、メラノピック照度であり、光のメラノピック効果にしたがって重み付けされた、例えば、光の色又は色温度にしたがって重み付けされた、それぞれのピクセルの照度を意味している。

【0051】

より具体的な例によれば、ビデオ画像のそれぞれの画像フレームは、構成するピクセル

10

20

30

40

50

のアレイに関連付けられており、さらなるデータ入力は、それぞれのフレームのピクセルのそれぞれの発光出力を示す情報を含み、それぞれのフレームのメラノピック発光出力を決定することは、所与のフレームに関して、フレームに関連付けられるピクセルのアレイの発光出力を集計することを有する。

【0052】

ここで、発光出力は、上記に説明されているものと同じ方式で理解される。

【0053】

実施形態の有利なサブセットによれば、照明アセンブリの光出力は、制御可能な色温度をさらに有する。当業者は認識することとなるように、色温度は、絶対的な色とは異なっており、一般的に、概して白色の光の異なる「暖かさ」レベルに単純に關係するものであり、青色がかった白色（～5000ケルビンを上回る）から、黄色がかった白色へ、赤色（～2700～3000ケルビン）へ進行する。

10

【0054】

とりわけ有利な実施形態において、コントローラーは、光の異なる色温度の相対的なメラノピック効果に対応する1つ又は複数のメラノピック重み付け係数をデータストアから取り出すようにさらに適合されており、

制御スケジュールは、メラノピック重み付け値及び調節された目標メラノピック露光量に基づいて生成され、照明アセンブリの照度及び色温度を経時的に制御するためのものであり、総計で、既定の処置期間にわたって、調節された目標メラノピック露光量を供給するようになっている。

20

【0055】

実施形態のこのサブセットによれば、照明アセンブリによって発生させられる光の色温度は制御可能であり、そのうえ、コントローラーは、制御スケジュールを発生させるときに、異なる光色温度の異なるメラノピック効果を考慮に入れるように構成されている。したがって、これは、追加的な程度の制御性及び柔軟性を提供し、光色温度組成のメラノピック重み付けにしたがって光の供給をインテリジェントに適合させる。

【0056】

人間のサーカディアンサイクルに対するその相対的影響（「メラノピック効果」として知られる）の観点から、光の生物学的効果は光の色温度に依存するということが最近発見されている。したがって、本発明の発明者は、光線療法スケジュールを生成させる際の技術的なシステムによって容易に利用され得る様式で、光の異なる色温度のこの相対的な生物学的効果を定量化するメラノピック重み付け係数のセットを決定した。したがって、「メラノピック露光量」は、実施形態のこのサブセットの目的のために、色温度で重み付けされたメラノピック露光量（異なる色温度の光に対する人間の相対的なメラノピック又は生物学的感受性に関してさらに調節された、ルクス時間を単位とするメラノピック露光量）を参照するものとして理解される。

30

【0057】

コントローラーは、関連のデータストアから相対的な重み付け係数のセットを取り出すように適合されており、したがって、制御スケジュールの中の光出力の強度及び色温度値を設定するように適合されており、処置期間の持続期間の全体を通して、調節された目標メラノピック露光量が供給されるようになっている。

40

【0058】

光の色温度のメラノピック効果が考慮に入れられる、せん妄を低減させるための照明スケジュールを生成させることは、当技術分野の公知のシステムとはかなり異なったスタートを切っている。色温度が考慮に入れられるだけでなく、システムは、色温度が制御可能な照明アセンブリを含む。したがって、コントローラーは、制御スケジュールの中の複数の可変パラメーターのうちの一つとして色温度を構成することができる。特定の実施形態では、例えば、ユーザーは、好適な色温度を特定し、次いで、制御スケジュールが、特定の（調節された）目標メラノピック露光量の供給を依然として保証しながらその色の光を含むように決定される。

50

【 0 0 5 9 】

とりわけ、コントローラーは、1つ又は複数の好適な色温度値を示す色温度選好データを受け取るように適合されており、また、処置期間の少なくとも一部分にわたって、光出力の色温度が好適な色温度値を有するように、制御スケジュールを生成させるように適合されている。

【 0 0 6 0 】

したがって、これらの実施形態は、供給される光の用量の精度に影響を及ぼすことなく、色温度に関してより大きい程度に設定可能であることを可能にする、必要とされるメラノピック露光量を供給する光出力治療の効率的な技術的な実施形態を提供することができる。これは、特定の色温度の光を好むシステムの患者及びユーザーに、より幅広い選択肢を提供し、また、光線処置を構成する際により大きい柔軟性を臨床医に提供する。

10

【 0 0 6 1 】

本発明のさらなる態様による例は、決定されたメラノピック露光量を供給するように照明アセンブリを制御するステップを有する光線療法方法を提供し、照明アセンブリは、制御可能な照度を有する光出力を生成させるように動作可能であり、光線療法方法は、

照明アセンブリによる施与のための目標メラノピック露光量を示すデータ入力を受け取るステップと；

視覚的表示手段による提示を意図された視覚的出力の1つ又は複数の発光特性を示すさらなるデータ入力を受け取るステップと；

さらなるデータ入力に基づいて、意図された視覚的出力に関連付けられる推定される追加的なメラノピック露光量を決定するステップと；

20

追加的なメラノピック露光量を補償するために目標メラノピック露光量を低減させることに基づいて、照明アセンブリによる施与のための調節された目標メラノピック露光量を決定するステップと；

総計で、既定の処置期間にわたって、調節された目標メラノピック露光量を供給するように、調節された目標メラノピック露光量に基づいて、照明アセンブリの照度を経時的に制御するための制御スケジュールを生成させるステップと；

制御スケジュールにしたがって照明アセンブリを制御するステップとを有する。

【 0 0 6 2 】

例において、さらなるデータ入力は、視覚的表示手段の意図された視覚的出力の色内容を示す情報を含み、追加的なメラノピック露光量を決定することは、光の異なる波長の相対的なメラノピック効果に対応する1つ又は複数のメラノピック重み付け係数を適用することを有する。

30

【 0 0 6 3 】

1つ又は複数の例によれば、視覚的表示手段の意図された視覚的出力は、構成するピクセルのレイに関連付けられており、さらなるデータ入力は、それぞれのピクセルの発光出力を示す情報を含み、さらなるデータ入力は、それぞれのピクセルの発光出力の異なる光の色成分のセットのそれぞれの照度レベルを示す情報を含む。

【 0 0 6 4 】

ここで、本発明の例が、添付の図面を参照して詳細に説明されることとなる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 5 】

【 図 1 】 本発明の実施形態による例示的な光線療法システムを示すブロック図である。

【 図 2 】 本発明の実施形態による例示的な光線療法システムの使用時の構成を概略的に示す図である。

【 図 3 】 単一の照明パネルの中に一体化されているような照明アセンブリ及び視覚的表示手段の例示的な構成を概略的に示す図である。

【 図 4 】 実施形態による例示的な光線療法システムのさらなる例示的な構成を概略的に示す図である。

50

【図5】色温度の関数としてメラノピック重み付け係数を示すグラフである。

【図6】光の波長の関数としてメラノピック重み付け係数を示すグラフである。

【図7】例示的な制御スケジュールテンプレートをグラフ形式で示す図である。

【図8】例示的な制御スケジュールをグラフ形式で示す図である。

【図9】さらなる例示的な制御スケジュールテンプレートをグラフ形式で示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0066】

本発明は、図を参照して説明されることとなる。

【0067】

詳細な説明及び特定の例は、装置、システム、及び方法の例示的な実施形態を示しているが、単に図示の目的のためのものであることを意図しており、本発明の範囲を限定することを意図していないということが理解されるべきである。本発明の装置、システム、及び方法のこれらの及び他の特徴、態様、及び利点は、以下の説明、添付の特許請求の範囲、及び添付の図面から、より良好に理解されることとなる。図は、単に概略的なものに過ぎず、正しい縮尺で描かれていないということが理解されるべきである。また、同じ参照番号が、同じ又は同様のパーツを示すために図の全体を通して使用されているということが理解されるべきである。

10

【0068】

本発明は、制御可能なメラノピック露光量を施与するための光線療法システムを提供する。システムは、メラノピック露光量を患者に供給するための制御可能な照明アセンブリを含む。システムは、ビデオなどのような視覚的出力を患者に提示するための視覚的表示手段をさらに含む。患者への施与のための目標メラノピック露光量が受け取られる。次いで、これは、視覚的出力を表示する際に視覚的表示手段が発生させる追加的なメラノピック露光量を補償するように調節される。次いで、制御スケジュールは、既定の処置期間にわたって調節された目標メラノピック露光量を供給するために、照明アセンブリの照度を制御するために発生させられる。次いで、照明アセンブリは、制御スケジュールにしたがって制御される。このように、オリジナルの目標メラノピック露光量が供給されており超過していないということを保証しながら、視覚的表示手段の視覚的出力及び照明アセンブリの光出力の両方が施与され得る。

20

【0069】

ここで、本発明の好適な実施形態が、図1及び図2を参照して詳細に説明されることとなる。

30

【0070】

病室の中の照明システムは、患者（とりわけ、患者のサーカディアンリズム）に対する光の臨床的効果よりも、介護人にとっての光の機能性を中心として設計されていることが多い。本発明は、この問題を是正することを目標としている。

【0071】

本発明のシステムは、所与の患者に施与されることとなる所望のメラノピック露光量を臨床医が特定することを可能にし、システムは、患者が所定の用量の光を受け取ることを保証するように構成されている。この目的のために、実施形態の好適なセットによれば、システムは、最初に、臨床医の処方及び使用される照明アセンブリの特性に基づいて、規定の処置期間にわたって必要な光のタイミング、照度、及び色温度を特定する、調整された光線療法スケジュール又はプログラムを計算する。次いで、コントローラーは、スケジュールにおいて特定されているようにそれが光を供給するように、照明アセンブリを制御することによって、光線療法を実行する。

40

【0072】

特定の例において、加えて、フィードバックセンサーが提供され、光線療法プログラムが、検出される周囲日光の量、検出される患者の存在若しくは不存在、及び/又は、患者の眼が開いているか若しくは閉じている持続期間に基づいて、閉ループ構成にしたがって調節される。

50

【 0 0 7 3 】

図 1 は、本発明の実施形態による例示的な光線療法システム 1 2 のブロック図を示している。図 2 は、例示的なシステム 1 2 の例示的な物理的なレイアウトを概略的に示している。

【 0 0 7 4 】

システムは、制御可能な照度及び色温度を有する光出力を生成させるように動作可能な照明アセンブリ 1 6 を備える。システムは、視覚的出力を生成させるための視覚的表示手段 1 8 をさらに備える。図示されている例において、照明アセンブリ及び視覚的表示手段は、(図 2 に示されているように) 単一の照明パネル 4 8 の中に一体化されている。とりわけ、照明アセンブリ 1 6 は、LED の第 1 のアレイを備え、視覚的表示手段は、LED の第 2 のアレイを備え、LED の第 2 のアレイは、色出力を生成させるための RGB LED である。

10

【 0 0 7 5 】

簡潔化のために、以下に続く説明において、視覚的表示手段 1 8 は、単にディスプレイと称される。その 2 つの用語は、同義語として理解される。

【 0 0 7 6 】

照明アセンブリ 1 6 は、光線療法制御ユニット 2 0 のコントローラー 2 4 に動作可能に連結されている。光線療法制御ユニットは、ユーザーインターフェース 2 6、並びに、第 1 のデータストア 3 0、第 2 のデータストア 3 2、及び第 3 のデータストア 3 4 をさらに備える。これらのエレメントは、下記に説明されることとなるように必須ではない。

20

【 0 0 7 7 】

第 1 のデータストア 3 0 は、照明アセンブリ 1 6 に関係する構成及び仕様データを記憶し、第 2 のデータストアは、光の異なる色温度の相対的な生物学的効果に対応するメラノピック重み付け係数のセットを記憶し、第 3 のデータストアは、1 つ又は複数の制御スケジュールテンプレートのセットを備える (コントローラー 2 4 が、それに基づいてそれぞれの制御スケジュールを生成させる)。3 つのデータストア 3 0、3 2、3 4 が図 1 の例において提供されているが、さらなる例において、これらは、例えば、1 つのデータストアへと組み合わせられ、及び / 又は、コントローラー 2 4 によって一体的に備えられ、若しくは、照明システムに対して遠隔にあり、コントローラー 2 4 に通信可能にリンクされる。

30

【 0 0 7 8 】

照明パネル 4 8 の視覚的表示手段 1 8 は、視覚的画像を発生させるためのディスプレイピクセルのアレイ (見ることができない) を備え、表示手段のスクリーン又はディスプレイ表面は、複数の画像フレームから構成されるビデオ画像を表示するように動作可能になっている。表示手段 1 8 は、RGB LED のアレイを備え、RGB LED は、それぞれ、赤色の、緑色の、及び青色の光の色成分を有する光出力を発生させるように動作可能になっている。それぞれの RGB LED は、赤色の、緑色の、及び青色の光の色成分を有する関連の光出力を有する単一の RGB ピクセルに対応している。したがって、視覚的表示手段は、RGB 視覚的出力、すなわち、赤色の、緑色の、及び青色の色成分を有する視覚的出力を提供するように動作可能になっている。

40

【 0 0 7 9 】

視覚的表示手段 1 8 の RGB LED の制御は、例として Digital Addressable Lighting Interface (DALI (登録商標)) プロトコルを含む任意の適切なアドレス指定プロトコルにしている。これは、コントローラー 2 4 によって、又は、例えば、別個の視覚的出力ディスプレイドライバーによって実施される。

【 0 0 8 0 】

照明パネル 4 8 が、図 2 に斜視図で示されており、照明パネル 4 8 は、処置ベッド 6 6 の上方に配置されており、患者は、処置ベッド 6 6 において横になるか又は座る。したがって、照明パネルは、天井パネルを形成している。使用時に、視覚的表示手段パーツ 1 8

50

は、視覚的出力を発生させ、患者が見るために、それをベッドに向けて提示する。視覚的出力は、好ましくは、ビデオ画像出力、例えば、ビデオのシリーズ又は再生リストである。照明パネル 48 の照明アセンブリ 16 パーツは、(この例では)視覚的表示手段を取り囲んで配置されている。照明アセンブリは、制御可能な照度を有する LED のさらなるアレイを備える。照明アセンブリ LED は、白色 LED である。それらは、制御可能な色温度を有している。

【0081】

使用時に、制御ユニット 20 のコントローラー 24 は、ユーザーインターフェース 26 から、照明アセンブリ 16 によって施与するための目標メラノピック露光量を示すデータ入力 28 を受け取るように適合されている。コントローラーは、視覚的表示手段 18 による提示を意図した視覚的出力の 1 つ又は複数の発光特性を示すさらなるデータ入力を受け取るようにさらに適合されている。とりわけ、本例において、さらなるデータ入力は、それぞれの RGB LED 又はピクセルの発光出力の赤色の、緑色の、及び青色の色成分のそれぞれの照度レベルを示す情報を含む。より具体的には、実施形態の 1 つの好適なセットにおいて、さらなるデータ入力は、視覚的表示手段 18 によって備えられるそれぞれの RGB LED に関する RGB DALI (登録商標) 値の形態の発光特性を表している。RGB DALI (登録商標) 値は、それぞれの RGB LED の赤色の、緑色の、及び青色の LED エLEMENT のそれぞれの照度レベルに対応している。

10

【0082】

さらなるデータ入力は、例えば、視覚的表示手段 18 自体から受け取られるか、表示手段によって備えられるドライバー (図示せず) から受け取られるか、又は、例えば、視覚的出力を提示するように表示手段を制御するための外部ディスプレイコントローラーから受け取られる。

20

【0083】

コントローラー 24 は、さらなるデータ入力に基づいて、ディスプレイ 48 の意図された視覚的出力に関連付けられる推定された追加的なメラノピック露光量を決定するようにさらに適合されている。これを決定するためのプロセスは、より詳細に下記に説明されることとなる。

【0084】

コントローラー 24 は、その後、追加的なメラノピック露光量を補償するために目標メラノピック露光量を低減させることに基づいて、照明アセンブリ 16 による施与のための調節された目標メラノピック露光量を決定するように適合されている。ユーザーインターフェース 26 から受け取られるオリジナルの目標メラノピック露光量は、例えば、追加的なメラノピック露光量に対応する量だけ低減される。これは、より詳細に下記に説明されることとなる。

30

【0085】

コントローラー 24 は、好ましくは、光のさまざまな色温度に対する身体の異なる生物学的感受性に対応するメラノピック重み付け係数のセットを、データストアのうちの 1 つ (本例の目的のために、これは、第 2 のデータストア 32 であると仮定される) から取り出すように適合されている。これらの係数 (及び、場合によっては、他の係数) に基づいて、コントローラーは、照明アセンブリ 16 の照度及び好ましくは色温度値も経時的に制御するための制御スケジュールを生成させるように適合されており、総計で、規定の処置期間の過程にわたって、調節された目標メラノピック露光量を供給する。次いで、コントローラーは、照明アセンブリ 16 との適切な通信によってこの制御スケジュールを実行するように構成されている。

40

【0086】

本例に関する照明アセンブリ 16 は、2 セットの LED モジュール 40、42 を備えると仮定され、2 セットの LED モジュール 40、42 は、それぞれ、使用時に、異なるスペクトル組成及び異なる色温度の光を放出する。第 1 のセットの LED モジュール 40 は、寒色の色温度の光 (5000 ケルビンよりも大きい温度の光に広く対応している) を放

50

出するように適合されており、第2のセットのLEDモジュール42は、暖色の色温度の光（おおよそ2700～3000Kの範囲の中の温度を有する光に広く対応している）を放出するように適合されている。

【0087】

2セットのLEDモジュール40、42が同時に活性化されるとき、それぞれのセットからの光の混合から形成される、組み合わせられた光出力が発生させられる。2セットのモジュールのそれぞれの相対的な光レベル（すなわち、パワー出力）を適当に制御することによって、広い範囲の異なる色温度の光が発生させられ得る。例えば、より大きい相対的なパワーにおいて寒色LEDモジュールを放出することによって、相対的に寒色の光出力が生成される。より大きい相対的なパワーにおいて暖色LEDモジュールを放出することは、より暖色の相対的な色温度の光を発生させることとなる。

10

【0088】

照明アセンブリ16は、LEDモジュール40、42の相対的な光レベルを制御するためのローカル照明アセンブリコントローラ46をさらに備え、所与の色温度及び所与の照度の光出力を生成させるようになっている。ドライバーによる制御は、例としてDigital Addressable Lighting Interface（DALI（登録商標））プロトコルを含む任意の適切なアドレス指定プロトコルにしたがう。

【0089】

使用時に、コントローラ26が、調節された目標メラノピック露光量を供給するのに適切な制御スケジュールを発生させると、コントローラ26は、照明アセンブリコントローラ46と通信し、LEDモジュール40、42を制御するように照明アセンブリコントローラ46に指示し、生成されるスケジュールにしたがう光出力を適当な時間に発生させるようになっている。

20

【0090】

LEDモジュールが、とりわけ本例において使用されているが、これは、本発明にとって必須ではない。例えば、他の形態のソリッドステート光源、又は、代替的に、例えば蛍光又は白熱光源を備える、他の照明アセンブリが使用される。2セットの光モジュール40、42が、図1の例において提供されている。しかし、これは、繰り返しになるが、必須ではない。さらなる例において、より多数又はより少数が提供されてもよい。単一の照明モジュールが、設定可能な色温度及び照度の組み合わせられた光出力を発生させるように動作可能に提供されてもよい。

30

【0091】

説明されている本実施形態において、照明アセンブリ16は制御可能な色温度を有しているが、これは、本発明に必須ではない。照明アセンブリは、さらなる例において、単一の色温度のみの光、例えば、白色の又は白色の変形例（例えば、オフホワイトなど）の単一の色調又は色のみを発生させるように適合されている。本発明の一般的な概念は、照明アセンブリに関して、照明アセンブリが制御可能な照度を有する光出力を生成させるように動作可能になっているということのみを必要とする。この概念の任意の構成又は技術的な実施形態が適切であることとなる。例えば、図1～図4に示されているもの、並びに、上記及び下記に詳細に説明されているものなど、有利な実施形態において、照明アセンブリは、また、制御可能な色温度を有している。

40

【0092】

照明アセンブリが制御可能な色温度を有していない場合、照明アセンブリは、例えば、光の色温度のうちの単一を発生させるための単一の光モジュールのみを備える。

【0093】

そのうえ、照明アセンブリ16が制御可能な色温度を有していない場合、コントローラ24は、色温度ではなく照明アセンブリの照度を経時的に制御するための制御スケジュールを発生させるように適合されている。制御スケジュールは、総計で、既定の処置期間の過程にわたって、調節された目標メラノピック露光量を供給するように構成されている。このケースでは、コントローラは、光の異なる色温度に対応するメラノピック重み付

50

け係数を取り出すことを必要とされない。

【 0 0 9 4 】

図 1 及び図 2 の特定の例において、照明アセンブリ 1 6 は、光出力を制御するためのローカル照明アセンブリドライバーを備えるが、代替的に、この機能は、光線療法システムのコントローラ 2 4 によって果たされてもよい。

【 0 0 9 5 】

追加的に、本例において、制御ユニット 2 0 は、第 1 のデータストア 3 0、第 2 のデータストア 3 2、及び第 3 のデータストア 3 4 を備えるが、これらのコンポーネントを含むことは、本発明に必須であるのではなく、図 1 の特定の詳細な実施形態に関するものであるということが当業者によって認識されることとなる。さらなる例において、照明アセンブリ 1 6 に関するデータは、他のどこかに、例えば、照明アセンブリにおいてローカルに記憶される。さらなる例において、テンプレート制御スケジュールが、制御スケジュールを発生させる際に使用され、したがって、これらのテンプレートに関するデータストアは必要とされないか、又は、テンプレートは他のどこかのデータストアから取り出される。照明アセンブリが制御可能な色温度を有していないケースでは、例えば、異なる色温度に関するメラノピック重み付け係数を記憶するためのデータストアも必要とされない。

【 0 0 9 6 】

また、ユーザインターフェース 2 6 は必須ではない。目標メラノピック露光量は、異なる供給源から、例えば、アプリを動作させるモバイルデバイスから、又は、データストア若しくはメモリーからなど、リモートユーザ入力から受け取られるか又は獲得される。

【 0 0 9 7 】

随意的に、システムは、目標メラノピック露光量の供給を保証するなどのために、光線療法スケジュールのパラメーターを調節する際にフィードバックを提供するためのセンサー 5 4、5 6、5 8 のアセンブリ 5 0 をさらに含む。この随意的な特徴は、より詳細に下記に説明されることとなる。

【 0 0 9 8 】

また、随意的に、システムは、医療記録システム 6 2 及び患者モニタリングシステム 6 4 を備える患者データ管理システム 6 0 と通信可能に連結されている。これは、供給される光線療法と患者に関するより広い臨床的目標及び目的との一体化を可能にし、また、いくつかの例において、特定の患者特有の臨床パラメーター又は必要性（例えば、年齢又は累積入院持続期間など）にしたがった治療の適合を可能にする。また、この随意的な態様は、以下に続く章において、より詳細に説明されることとなる。

【 0 0 9 9 】

図 2 に図示されている例において、照明アセンブリ 1 6 及び視覚的表示手段 1 8 は、単一の照明パネル 4 8 の中に一体化されており、照明アセンブリは、LED の 1 つのアレイを備え、視覚的表示手段は、LED の第 2 のアレイを備え、照明アセンブリアレイは、視覚的表示手段アレイとは異なっており、視覚的表示手段アレイを取り囲むように配置されている。しかし、これは、単なる図示によるものに過ぎず、他の例において、視覚的表示手段及び照明アセンブリの相対的な構成又は配置は変化してもよい。

【 0 1 0 0 】

例えば、例の 1 つのセットによれば、視覚的表示手段 1 8 及び照明アセンブリ 1 6 は、単一のパネルの中に一体化されているが、2 つは、互いにインターリーブされており、両方に属する LED を備える単一の光出力エリアを形成している。この配置は、図 3 に概略的に図示されており、図 3 は、照明パネル 4 8 の光出力エリア、及び、パネルによって備えられている LED の配置を示している。パネルは、照明アセンブリ 1 6 を形成している LED の第 1 のアレイ 1 5 と、視覚的表示手段 1 8 を形成している LED の第 2 のアレイ 1 7 とを備え、第 2 のアレイ 1 7 は、第 1 のアレイとインターリーブされているか又は織り合わされている。視覚的表示手段の LED は、RGB LED である。したがって、照明アセンブリ 1 6 及び視覚的表示手段 1 8 の両方の LED から構成されている単一の光出力エリアが形成されている。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 1 】

そのうえ、上記の例において、照明アセンブリ 1 6 及び視覚的表示手段 1 8 は、単一のディスプレイパネル 4 8 の中に一体化されているが、さらなる例において、それぞれは、別個のユニットを形成していてもよい。例が、図 4 に概略的に示されており、図 4 は、さらなる例示的な光線療法システムの物理的なセットアップを示している。システムは、天井パネル 4 8 を備え、天井パネル 4 8 は、照明アセンブリ 1 6 を備えるか又は収容しており、システムは、別個の（壁部）パネルをさらに備え、別個の（壁部）パネルは、視覚的表示手段を備えるか又は収容している。

【 0 1 0 2 】

この例の目的のための照明アセンブリ 1 6 は、LED ベースの照明パネル 1 6 であると仮定されている。照明アセンブリパネルは、処置ベッド 6 6 の上方に配置されて示されており、患者は、処置ベッド 6 6 に横になるか又は座ることができる。使用時に、ライトパネル 1 6 は、患者への供給のためにベッドに向けて光出力を放出する。

10

【 0 1 0 3 】

天井パネルは、光線療法の主要な光出力を施与するための照明アセンブリ 1 6 を備えるということが好適である。しかし、他の例において、壁部パネルが、照明アセンブリを備え、天井パネル 4 8 が、視覚的表示手段 1 8 が備えてもよい。

【 0 1 0 4 】

照明アセンブリ及び視覚的表示手段は、その他の点では、上記の例において説明されているものと同じ形態をとる。とりわけ、それぞれは、LED のアレイを備え、照明アセンブリは、例えば、随意的に制御可能な色温度を有する白色 LED のアレイを備え、視覚的表示手段は、RGB LED のアレイを備える。

20

【 0 1 0 5 】

さらなる例によれば、照明アセンブリ 1 6 は、複数の別個の照明パネルを備えるか、又は、複数の別個の照明パネルによって形成されている。1 つ又は複数の例によれば、視覚的表示手段は、複数のディスプレイパネルを備えるか又は複数のディスプレイパネルによって形成されている。

【 0 1 0 6 】

本発明のすべての実施形態によれば、制御スケジュールは、調節された目標メラノピック露光量に基づいて発生させられる。調節された目標メラノピック露光量は、オリジナルの目標メラノピック露光量と、視覚的表示手段 4 8 の視覚的出力に関連付けられた推定されたさらなるメラノピック露光量とに基づいて決定される。

30

【 0 1 0 7 】

推定された追加的なメラノピック露光量を決定するための例示的な手順が、ここで説明されることとなる。簡潔化のために、以下に続く説明において、視覚的表示手段 1 8 は、単純にディスプレイと称されている。2 つの用語は、同義語であると理解される。

【 0 1 0 8 】

視覚的表示手段 1 8 による提示のための静止画像は、 $n \times m$ ピクセルからなると仮定される。それぞれのピクセルは、特定の光出力色内容を有しており、それは、ピクセル光出力の中の赤色の、緑色の、及び青色の色成分のそれぞれの各大きさを示す RGB トリプレット (r, g, b) として表され得る。例えば、コンポーネント値が 0 から 2 5 5 の範囲内で変化することができる場合には、 $(0, 0, 0)$ は、黒色を表しており、 $(2 5 5, 2 5 5, 2 5 5)$ は、最も明るい表現可能な白色を表している。

40

【 0 1 0 9 】

上記に述べられているように、上記に概説されている例示的な光線療法システム 1 2 のそれぞれの視覚的表示手段 1 8 は、RGB LED のアレイを備え、それぞれの LED は、ディスプレイによって発生させられるそれぞれの静止画像（フレーム）の単一のピクセルに対応している。

【 0 1 1 0 】

例として、視覚的表示手段 1 8 は、 $n \times m$ RGB LED を備えると仮定される。LED

50

Dは、例としてDigital Addressable Lighting Interface (DALI (登録商標)) プロトコルを含む任意の適切なアドレス指定プロトコルにしたがって制御される。コントローラ24又は別個の(例えば、ローカルの)ディスプレイドライバー若しくはコントローラのいずれかは、ディスプレイ18の上の対応するピクセル位置においてRGB LEDを駆動するためにDALI (登録商標) 値としてレンダリングされることとなる画像のそれぞれのピクセルのRGB値を使用することによって、使用時に所与の静止画像をレンダリングするように適合されている。それぞれのピクセルのRGB値は、例えば、さらなる外部コントローラ若しくはデータストアから、例えば、コントローラ若しくは別個のドライバーによって受け取られるか、獲得されるか、若しくは発生させられ、又は、ピクセルRGB値は、ローカルに記憶されている。

10

【0111】

LED DALI (登録商標) 値は、それぞれのRGB LEDの赤色の、緑色の、及び青色のLEDエレメントのそれぞれの照度レベルに対応している。(0, 0, 0)のLED DALI (登録商標) 値は、RGB LEDからの光出力がないことに対応しており、すなわち、赤色の、緑色の、及び青色のLEDエレメントは、スイッチオフされている。(255, 255, 255)のLED DALI (登録商標) 値は、最も高い強度によって照射される赤色の、緑色の、及び青色のLEDエレメントに対応しており、最も明るい白色の光を結果として生じさせる。

【0112】

本例の目的のために、 E_R は、所与のRGB LEDの赤色のLEDエレメントのユーザーの眼レベルにおける最大照度出力を示すこととなる(すなわち、(255, 0, 0))。

20

【0113】

E_G は、所与のRGB LEDの緑色のLEDエレメントの患者の眼レベルにおける最大照度出力を示している(すなわち、(0, 255, 0))。 E_B は、所与のRGB LEDの青色のLEDエレメントの患者の眼レベルにおける最大照度出力を示している(すなわち、(0, 0, 255))。

【0114】

光のメラノピック効果は波長に依存するので、補正係数 c_R 、 c_G 、 c_B は、好ましくは、それぞれのRGB LEDの赤色の、緑色の、及び青色のLEDエレメントのそれぞれの対応する最大メラノピック照度を計算するために利用される：

30

$$E_{R, mel} = c_R * E_R$$

$$E_{G, mel} = c_G * E_G$$

$$E_{B, mel} = c_B * E_B$$

次いで、(r, g, b)のDALI (登録商標) トリプレットによって駆動されるRGB LEDのユーザーの眼レベルにおけるメラノピック照度は、以下によって与えられる：

$$E_{RGB, mel}(r, g, b) = [(E_{R, mel} * r + E_{G, mel} * g + E_{B, mel} * b) / 255] \text{ルクス}$$

【0115】

特定の例として、RGB LEDが、640 nmに中心波長を有する光出力を伴う赤色LED、560 nmに中心波長を有する緑色LED、及び、440 nmに中心波長を有する青色LEDを備える場合には、補正係数は、下記の通りである：

40

$$c_R = 0.00147$$

$$c_G = 0.29103$$

$$c_B = 15.03135$$

さらなる例として、中心波長460 nmの青色LEDに関する補正係数は、 $C_B = 10.72935$ である。中心波長495 nmの青色LED (シアン) に関する補正係数は、 $C_B = 3.11931$ である。中心波長585 nmの黄色LEDに関する補正係数は、 0.03935 である。中心波長615 nmの黄色LED (琥珀色) に関する補正係数は、 0.00506 である。

50

【0116】

他の中心波長の光出力に関するさらなる補正係数が、以下の文献及び規格を使用して導出され得る：ドイツ規格DIN SPEC 5031-100:2015、及び、Lucasらによる科学論文「Measuring and using light in the melanopsin age」(2014) Trends Neurosci, 37(1), 1-9。

【0117】

これらの補正係数は、赤色の光が、ほとんど無視できるほどのメラノピック効果を有しており、緑色の光が、小さいメラノピック効果を有しており、青色の光が、非常に大きいメラノピック効果を有しているという事実を反映している(ここで、メラノピック効果は、人間のサーカディアンサイクルに対するその相対的な影響の観点から、光の生物学的効果を意味している)。

【0118】

赤色の、緑色の、及び青色のLEDに関する最大照度が1ルクスである場合には(すなわち、 $E_R = E_G = E_B = 1$ ルクス)、そのようなRGB LEDによってレンダリングされたRGBカラートリプレット(150, 200, 100)を有するピクセルは、以下のメラノピック照度を発生させる。

$$E_{RGB, mel}(150, 200, 100) = (0.00147 * 1 \text{ルクス} * 150 + 0.29103 * 1 \text{ルクス} * 200 + 15.03135 * 1 \text{ルクス} * 100) / 255 \text{メラノピックルクス} = 6.124 \text{メラノピックルクス}$$

【0119】

$n \times m$ ピクセルを有する静止画像のメラノピック照度を計算するために、すべてのピクセルに関するメラノピック照度が計算及び総計される(集計される)。この手順は、例えば、以下のアルゴリズム(疑似Cコンピューターコードの形態で表現されている)によって表せられる：

```
Melanopic_Illuminance := 0;
```

```
i := 0; j := 0;
```

```
while (i < n)
```

```
  while (j < m)
```

```
    RGB := RGB(i, j);
```

```
    r := Red(RGB); g := Green(RGB); b := Blue(RGB);
```

```
    Melanopic_Illuminance += (ER,mel * r + EG,mel * g + EB,mel * b) / 255;
```

```
    j++      i++;
```

アルゴリズムは、最初に、(合計)melanopic_illuminance変数をゼロに設定する。次いで、インデックス変数i及びjは、行及び列を通してインデックスする(index)ために定義され、これらは、ゼロに設定される。次いで、それぞれの行(i)及び列(j)のそれぞれのエレメントを通してインデックスし、そのエレメントに対応するRGB LEDのRGB DALI(登録商標)値が取り出される。これらは、例えば、ディスプレイ18自体から取り出されるか、ディスプレイによって備えられているドライバー若しくはコントローラーから取り出されるか、又は、例えば、データストア若しくはメモリーから取り出される。

【0120】

次いで、それぞれのRGB LEDが対応する画像ピクセルの(r, g, b)トリプレットのr、g、b値が、対応する赤色の、緑色の、及び青色のDALI(登録商標)値に等しくなるように設定される。次いで、ピクセルに関するメラノピック照度が、上記に説明されている様式で計算され、次いで、合計のメラノピック照度変数が、ピクセルメラノピック照度の値によってインクリメントされる(+=)。

【0121】

画像の提示によって寄与される対応する(追加的な)メラノピック露光量は、画像のメラノピック照度とそれが表示されている時間との積によって与えられる。

【 0 1 2 2 】

有利な例において、視覚的表示手段 1 8 は、シーケンスで表示される複数の画像フレームを備えるビデオ画像の形態で視覚的出力を表示するために利用される。

【 0 1 2 3 】

ここで、ビデオ画像の表示に関連付けられる（追加的な）メラノピック露光量を決定するための例示的な手順が説明されることとなる。

【 0 1 2 4 】

それぞれ q 秒にわたって次々に示される一連の p 個の静止画像からなるビデオ（すなわち、1 秒当たり 1 / q フレームで表示されるビデオ）のメラノピック露光量（すなわち、メラノピック照度 × 時間持続期間）を計算するために、個々の静止画像のすべてに関するメラノピック露出が計算及び総計される（集計される）。

10

【 0 1 2 5 】

この手順は、例えば、以下のアルゴリズム（コンピューターコードの形態で表現されている）によって表される：

```
Melanopic_Exposure := 0;
k := 0;
while (k < p)
  Melanopic_Exposure += Melanopic_Illuminance(k) * q;
  k++;
```

【 0 1 2 6 】

ここで、アルゴリズムは、最初に、（ビデオ全体に関して）（合計）melanopic_exposure 変数をゼロに設定する。次いで、インデックス変数 k は、ビデオのフレームを通してインデックスするために定義され、最初にゼロに設定される。次いで、それぞれのフレーム k に関して、最終的なフレーム p まで、合計メラノピック露光量は、そのフレームに関するメラノピック照度とフレームの時間持続期間 q（単位は秒又は時間）とのそれぞれの積によってインクリメントされる。

20

【 0 1 2 7 】

それぞれのフレームのメラノピック照度 Melanopic_Illuminance (k) が、上記のアルゴリズムにおいて以前に説明されているように、それぞれのフレームに関して計算される。これは、上記のメラノピック露出アルゴリズムの実行と同時に実行されるか（すなわち、それぞれのフレームに関するメラノピック照度は、その値だけメラノピック露出をインクリメントする直前に計算される）、又は、メラノピック照度値のすべてが、別個のアルゴリズムプロセスにおいて予め決定される。

30

【 0 1 2 8 】

特定の有利な実施形態において、視覚的表示手段 1 8 は、ビデオ再生リスト（すなわち、シーケンスで表示される一連のビデオ画像）を表示するように制御される。ここで、ビデオ画像再生リストの表示に関連付けられる（追加的な）メラノピック露光量を決定するための例示的な手順が説明されることとなる。

【 0 1 2 9 】

次々に示される一連の v ビデオからなるビデオ再生リストの合計メラノピック露出を計算するために、再生リストのそれぞれのビデオに関するメラノピック露光量が決定及び総計される（集計される）。

40

【 0 1 3 0 】

この手順は、例えば、以下のアルゴリズム（コンピューターコードの形態で表現されている）によって表される：

```
Total_Melanopic_Exposure := 0;
u := 0;
while (u < v)
  Total_Melanopic_Exposure += Melanopic_Exposure(u);
  u++;
```

50

ここで、アルゴリズムは、最初に、（ビデオ再生リスト全体に関する）`Total_Melanoopic_Exposure`変数を定義してゼロに設定する。次いで、インデックス変数 u は、再生リストの個々のビデオを通してインデックスするために定義され、最初にゼロに設定される。次いで、それぞれのビデオ u に関して、最終的なビデオ v まで、合計メラノピック露光量は、そのビデオに関するメラノピック露出の値だけインクリメントされる。

【0131】

それぞれのビデオのメラノピック露光量 `Melanoopic_Illuminance(u)` が、上記のアルゴリズムにおいて以前に説明されているように、それぞれのフレームに関して計算される。これは、上記のメラノピック露出アルゴリズムの実行と並行して実施されるか（すなわち、それぞれのビデオに関するメラノピック露出は、その値だけ合計再生リストメラノピック露出をインクリメントする直前に計算される）、又は、メラノピック露出値のすべてが、別個のアルゴリズムプロセスにおいて予め決定される。

10

【0132】

上記の段落は、視覚的表示手段 18 によって表示されることとなる例示的な視覚的出力に関連付けられる追加的なメラノピック露光量を決定するための例示的な手順を説明してきた。

【0133】

これに続いて、ユーザーへの施与のために調節された目標メラノピック露光量を決定するということが必要であり、調節された目標は、追加的なメラノピック露光量の補償として低減されている。

20

【0134】

例として、医師は、所与の患者に対して、特定の合計メラノピック露光量 `TMLE_Patient`、及び、患者への表示のための特定のビデオ再生リストを処方する。次いで、光線療法システム 12 のコントローラ 24 は、最初に、上記に説明されているように所与のビデオ再生リスト `TMLE_VideoPlayList` の合計（追加的な）メラノピック露光量を計算する。これは、好ましくは、それぞれのビデオのそれぞれのフレームに関して視覚的表示手段 18 を構成するそれぞれの RGB LED に関する DALI（登録商標）RGB 光値の形態で、ビデオ再生リストの発光特性を表すデータ入力を受け取ることを含む。上記に説明されているように、このことから、それぞれのビデオに関するメラノピック露光量、及びビデオ再生リストが決定され得る。

30

【0135】

次いで、調節された目標メラノピック露光量が計算される。単純なケースでは、これは、以下のように決定される。

$$[\text{調節された目標メラノピック露光量}] = [\text{オリジナルの目標メラノピック露光量}] - [\text{追加的なメラノピック露光量}]$$

すなわち、

$$\text{調節された目標メラノピック露光量} = \text{TMLE_Patient} - \text{TMLE_VideoPlayList}$$

【0136】

この計算に基づいて、制御スケジュールは、照明アセンブリ 16 の少なくとも照度（及び、随意的に、色温度も）を経時的に制御するためのコントローラ 24 によって発生させられ、総計で、既定の処置期間にわたって調節された目標メラノピック露光量を供給するようになっている。

40

【0137】

次いで、照明アセンブリ 16 は、制御スケジュールにしたがって、コントローラ 24 によって、又は、照明アセンブリ若しくは照明パネル 48 のドライバーによって制御され、調節された目標メラノピック露光量を供給する。同時に、視覚的表示手段 18 は、視覚的出力、すなわち、上記の例によるビデオ再生リストを提示するように制御される。照明アセンブリの視覚的出力及び光出力は、オリジナルに定義された目標メラノピック露光量

50

を患者と一緒に施与する。

【0138】

視覚的表示手段18の追加的なメラノピック露光量の計算に関する複数のさらなる随意的な特徴及び変形例が、ここで説明されることとなる。

【0139】

表示手段18による表示のための所与のビデオに関連付けられるメラノピック露光量の(上記に説明されている)計算は、好ましくは、1度だけ実施され、その結果は、例えば、ビデオの任意の将来の使用のために記憶される。これは、ビデオが再生されるべきときのたびにメラノピック露光量を再計算する必要性を回避する。

【0140】

例えば、計算は、新しいビデオがビデオデータベースに追加されるときはいつでも1度実施される。ビデオデータベース及び対応するメラノピック露光量値は、例えば、システム12においてデータストアの中にローカルに記憶される。専用のデータストアが、これのために提供される。代替的に、ビデオデータベース及び対応するメラノピック露光量値は、システムにリモートで記憶され、適切な通信リンクを通して取り出されてもよい。

【0141】

1つ又は複数の実施形態によれば、所与のRGBピクセルのメラノピック照度の計算は、ピクセルの赤色の光出力成分を無視するか又は軽視することによって簡単化される。その理由は、赤色が(上記に述べられているように)ほとんど無視できるほどのメラノピック効果を有するからである。したがって、計算は、赤色の(r, g, b)トリプレット値若しくは赤色のRGB LED DALI(登録商標)値を単純に含まないか又は考慮に入れない。

【0142】

計算は、さらなる例において、ピクセルの青色の光出力成分だけを考慮に入れることによって、さらに簡単化される。その理由は、青色が、最大のメラノピック効果に圧倒的に寄与するからである。ここで、メラノピック照度の計算は、赤色の若しくは緑色の(r, g, b)ピクセルトリプレット値又は赤色の若しくは緑色のRGB LED DALI(登録商標)値を単純に含まないか又は考慮に入れない。

【0143】

追加的なメラノピック露光量及び調節された目標メラノピック露光量は、制御手順の間のさまざまな時間において計算される。これらの値の両方は、いくつかの例において、照明アセンブリ16を制御するための制御スケジュールを決定及び実行するのに先立って計算される。代替的には、これらは、光線療法が実行されるときにリアルタイムで計算されてもよい。

【0144】

例えば、光線療法が始まる前に所望の再生リストの追加的なメラノピック露光量及び対応する調節された目標露光量を計算する代わりに、光線療法が供給されている間にも計算が行われ得る。例えば、追加的なメラノピック露光量は、ドライバーレベルのレベルにおける赤色のDALI(登録商標)値だけを総計することによって、及び、これに経過した治療持続期間及びビデオ再生リストがレンダリングされている間の既知のメラノピック色補正係数を掛けることによって、簡単に推定され得る。オリジナルの所定のメラノピック露光量が到達されると、白色光LEDがスイッチオフされ得る。

【0145】

1つ又は複数の実施形態によれば、メラノピック照度の計算は、表示されるべき画像の中のピクセルの位置を考慮に入れることによって、より正確な方式で実施される。例えば、所与のピクセルと患者の眼との間の距離が計算される。メラノピック効果はおおよそ距離の2乗とともに減少するので、ピクセルのメラノピック照度は、RGB値だけに依存するのではなく、眼までの距離にも依存する。

【0146】

距離は、患者の仮定される位置及び視覚的表示手段18の既知の位置を使用することに

10

20

30

40

50

よって計算され得る。例えば、図 2 を考慮すると、患者は、ベッド表面から特定の距離に患者の眼がある状態で、患者の頭を処置ベッド 66 の端部のうちの特定の 1 つに位置付けされた状態にすると仮定される。このことから、ベッドに対する照明パネル 48 の視覚的表示手段 18 パーツの位置が既知であり、ディスプレイの中の所与のピクセル LED の位置が既知である場合には、患者の眼に対するそれぞれのピクセル又は LED の距離が推定又は決定され得る。

【0147】

1 つ又は複数の例によれば、視覚的表示手段 18 の視覚的出力のメラノピック露光量の計算は、追加的に、それが患者の妨害（例えば、目覚めること）を回避するための特定の既定の閾値を下回っているかどうかをチェックするために使用される。例えば、日の出又は日の入りを模倣するビデオが、高過ぎるメラノピック露光量を供給するべきでないということが好ましい。メラノピック露光量が既定の閾値を上回っているものとして検出される場合には、ビデオの RGB ピクセルの照度レベルは、例えば、メラノピック露光量が閾値を下回るまで低減される。

10

【0148】

光線療法システム 12 に加えて、また、病室の中の他のシステム及びデバイス（例えば、患者モニター）は、患者に施与される追加的なメラノピック露光量に寄与し、例えば、ここで、デバイスは、光出力を発生させるスクリーン又はディスプレイを備える。1 つ又は複数の例によれば、この追加的な露光量は、調節された目標メラノピック露光量を計算する際に考慮に入れられる。例えば、それぞれのさらなるデバイスの発光出力によって発生させられるメラノピック露光量は、視覚的表示手段 18 に関して上記に説明されている手順と同様の様式で計算される。次いで、これは、視覚的表示手段に関して計算される追加的なメラノピック露光量、及び、総計された合計の追加的な露光量を補償するために低減された目標メラノピック露光量に追加される。

20

【0149】

制御スケジュールを発生させるための、及び、制御スケジュールを実施するために必要とされる光出力を発生させるように照明アセンブリ 16 を制御するための詳細な手順及びオプションが、ここで説明されることとなる。

【0150】

照明アセンブリの効果的な制御及び制御スケジュールの効率的な発生を促進させるために、さまざまなデータセットが、制御ユニット 20 の第 1 のデータストア 30、第 2 のデータストア 32、及び第 3 のデータストア 34 のそれぞれの中に記憶され、第 1 のデータストア 30、第 2 のデータストア 32、及び第 3 のデータストア 34 は、照明アセンブリ、光の異なる色温度のメラノピック重み付け、及び、制御スケジュールを発生させるためのテンプレートにそれぞれ関連付けられている。

30

【0151】

異なる色温度の照明アセンブリ光出力を発生させること及び発生を制御することに関する特徴は、照明アセンブリが制御可能な色温度を有していない実施形態では省略されているということが理解されるべきである。

【0152】

第 1 のデータストア 30 は、好ましくは、照明アセンブリ 16 に関連付けられた 2 つの主要なデータセットを記憶する。第 1 に、データストア 30 は、LED モジュール 40、42 の光レベル（例えば、DALI（登録商標）光レベル）、及び、照明アセンブリによって発生させられる光の結果として生じる色温度のすべての可能性のある組み合わせに関して列挙している表（又は、他の適切なデータ構造）を記憶する。

40

【0153】

下記の表 1 は、暖色 LED モジュール 42 のセット及び寒色（白色）LED モジュール 40 のセットを有する、図 1 の中にあるものなどのような照明アセンブリに関して、例示的なそのような色温度表（の抜粋）を示している。それは、例えば、寒白色 LED モジュールが 190 の（DALI（登録商標））光レベルにおいて駆動され、暖白色 LED モジ

50

ジュールが65の(DALI(登録商標))光レベルにおいて駆動される場合には、結果として生じる色温度は、5000ケルビンであるということを示している。

【0154】

【表1】

DALI 光レベル		色温度 (ケルビン)
寒色 LED モジュール	暖色 LED モジュール	
0	255	2602
1	254	2635
2	253	2670
...
122	123	4002
...
190	65	5000
...
255	0	6501

表1

【0155】

このデータセットは、特定の色温度の光出力の発生を可能にするように、適当な制御インストラクションを照明アセンブリ16に提供するために、コントローラ24によって使用される。

【0156】

表1のものなどのようなデータセットは、異なるLEDモジュール40、42の光レベル設定を変化させることによって、及び、組み合わせられた光出力の結果的に生じる色温度を測定することによって、所与の照明アセンブリ16に関して経験的に発生させられる。これは、例えば、光レベル設定のすべての可能性のある組み合わせを迅速にスイープし、対応する光出力色温度を測定するように構成されているコントローラを提供することによって、データ収集を加速するために技術的に実施され得る。

【0157】

代替的に、いくつかのケースでは、照明アセンブリ16は、製造業者によってそのようなデータセットを提供される。

【0158】

色温度表に加えて、第1のデータストア30は、好ましくは、また、照明アセンブリ16の最大及び最小の可能な照度を列挙する表(又は、他のデータ構造)を記憶している。これは、一般的に、コンポーネント照明モジュール40、42のそれぞれの最大照度及び最小照度の関数であることとなる。この表は、なかでも、照明アセンブリ16に提供される制御インストラクションがその動作パラメータの外側がないことを保証するために、コントローラ24によって使用される。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 9 】

表 2 は、そのような照度データ表の例を示している。この例において、例えば、表は、関連の照明アセンブリ 1 6 の最大照度が 2 0 0 0 ルクス（及び、最小は 0 ）であることを示している。好ましくは、この表の中の照度は、患者の場所において、さらにより好ましくは、患者の眼の場所において測定されるような照度を示している。

【 0 1 6 0 】

【表 2】

パラメーター	最小	最大
照度 LED モジュール [ルクス]	0 (DALI = 0)	2000 (DALI = 255)

表2

【 0 1 6 1 】

しかし、供給される光線療法の精度を改善するために、好ましくは、データセットは、その場で経験的に発生させられる。その理由は、観察される色温度が、光線療法システムが動作させられる環境条件に依存するからである。光レベルのそれぞれのセットに関して結果的に生じる色温度を測定することは、好ましくは、可能性の高い患者の位置又は実際の患者の位置に可能な限り近くで行われるべきである。

【 0 1 6 2 】

好ましくは、光線療法システム 1 2 は、さまざまな異なる特定の照明アセンブリをサポートするように構成されている。この目的のために、第 1 のデータストア 3 0 は、好ましくは、それぞれのサポートされている照明アセンブリに関する構成データ（上記のデータセットのそれぞれのうちの 1 つを含む）を含有する。据え付け時において、正しい照明アセンブリに対応するデータは、接続されている照明アセンブリのコントローラ 2 4 による自動検出に基づいて、又は、ユーザーインターフェース 2 6 を介して提供されるユーザー入力に基づいてのいずれかで、コントローラ（又は、ユーザー）によって選択される。

【 0 1 6 3 】

上記に議論されているように、患者のサーカディアンリズムに対する光の生物学的効果は、光の色温度に依存する。有利なセットの実施形態によるコントローラ 2 4 は、制御スケジュールを生成させるときに、これらの異なる効果を考慮に入れるように構成されている。これを促進させるために、第 2 のデータストア 3 2 は、それぞれの可能性のある光の色温度に関するメラノピック重み付け係数のセットを記憶している。いくつかの例において、照明アセンブリが発生させることができるそれらの色温度のみに関する重み付け係数を列挙している専用の表が、本システムと適合するそれぞれの照明アセンブリ 1 6 に関して提供されている。他の例において、すべての可能な色温度（又は、少なくとも包括的な範囲）に対応する重み付け係数を列挙している単一の包括的なリストが提供される。このリストは、任意の照明アセンブリに関して調べられる。

【 0 1 6 4 】

下記の表 3 は、重み付け係数の例示的なセットの抜粋を示している。係数が高くなればなるほど、生物学的効果が高くなる。表 3 は、例えば、照明アセンブリが 5 0 0 0 ケルビンの色温度で動作させられる場合には、メラノピック係数は 0 . 9 0 3 であるということを示している。

【 0 1 6 5 】

10

20

30

40

50

【表 3】

色温度 (ケルビン)	メラノピック 重み付け係数
2602	0.456
2635	0.461
2670	0.469
...	...
4002	0.780
...	...
5000	0.903
...	...
6501	1.035

表3

【0166】

表に記載されている値の間に入る色温度に対応するメラノピック重み付け係数に関するおおよその値は、表の中の近隣のデータ点の間の線形補間によって導出される。例えば、3000 Kの色温度に関するおおよその重み付け係数を導出するために、線形補間が、2670 Kと4002 Kとの間で適用される。

【0167】

代替的に、中間色温度に関するメラノピック重み付け係数は、図5に示されているグラフを使用してより精度よく決定される。グラフは、メラノピック重み付け係数（y軸）対色温度（x軸）の曲線を提供している。曲線が架けられている任意の色温度に関するメラノピック重み付け係数は、単純にグラフから値を読み取ることによって決定される。

【0168】

表3の中の値及びグラフに図示されている関係の両方は、異なる単色波長の光のさまざまなメラノピック効果の研究に基づいて決定されてきた。この研究は、光の波長と人間のサーカディアンリズムに対するその生物学的効果との間に明確な関係が確立されるということを示している。図6は、確立された傾向を示しており、y軸が相対的なメラノピック効果を示し、x軸が波長（単位：nm）を示した状態になっている。このグラフは、ドイツ規格協会（DIN）刊行物「DIN SPEC 5031-100: Optical radiation physics and illuminating engineering - Part 100: Melanopic effects of ocular light on human beings - Quantities, symbols and action spectra」（16ページ）から採られている。グラフに関して使用される値は、同じ文献において付録C（27～29ページ）に表形式で示されている。

【0169】

当業者にはよく知られることとなるように、光源の色温度は、光源の色と同等の色の光

10

20

30

40

50

を放射する理想的な黒体放射体の温度を表している。所与の温度の光の黒体放出スペクトルは、プランクの黒体放射の法則を使用する第1の原理から容易に導出可能であるが、例えば、具体的には光色度の文脈におけるスペクトルは、それ自体で独立して良好に確立されており、本技術分野における共通の一般知識の一部を形成している。

【0170】

図6のグラフに示されている関係、及び、異なる色温度の光の既知のスペクトル組成を使用して、任意の色温度の光のメラノピック重み付け係数は、スペクトル組成の中のそれらの相対振幅又は強度によって重み付けされた、光のスペクトル成分のそれぞれのメラノピック係数の加重和を単純に計算することによって、第1の原理から導出される。

【0171】

上記に議論されているように、制御ユニット20のコントローラ24は、好ましくは、ユーザーインターフェース26を介して、照明システム12による施与のための目標メラノピック露光量を示すデータ入力28を受け取るように構成されている。

【0172】

次いで、コントローラは、(視覚的表示手段48の追加的なメラノピック露光量を考慮するために調節した後の)目標露光量を供給するように照明アセンブリ16を適当に制御するための制御スケジュールを発生させるように構成されている。照明アセンブリ16が制御可能な色温度を有している場合、この制御スケジュールは、データストア(図1の例では、第2のデータストア32)から取り出されるメラノピック重み付け係数に部分的に基づいて発生させられる。

【0173】

実施形態の有利なセットによれば、コントローラ24は、事前に記憶された制御スケジュールテンプレートに基づいてそれぞれの制御スケジュールを発生させるように適合されている。1つ又は複数の適切なスケジュールテンプレートは、例えば、ローカルデータストアの中に記憶されている。図1の例の目的のために、これらは、制御ユニット20の第3のデータストア34の中に記憶されるものと解釈される。

【0174】

図7は、例示的な制御スケジュールテンプレート70をグラフ形式で概略的に図示している。テンプレートは、時間(x軸;時間)の関数として照度(y軸;単位[ルクス])を示す(不完全な)折れ線グラフの形態で表されている。テンプレートは、固定された時間的部分74と、コントローラ24による発生のための設定可能な時間的部分76とを備え、固定された時間的部分74は、事前に設定されており、開始セクション74a及び終了セクション74bの組み合わせから形成されている。固定された時間的部分は、事前に決定されており、時間に対する照度の固定されたパターン又は曲線にしたがっている。設定可能な時間的部分は、必要とされるメラノピック露光量に基づいて、コントローラによって設定可能である。

【0175】

コントローラ24は、テンプレート70から取り出されると、設定可能な時間的部分76を発生させ、それによって、固定された部分74及び設定可能な部分から形成される完全な制御スケジュールを生成させる。この例における完全なスケジュールは、06:00から22:00の16時間の合計処置期間78にわたって延在している。これは、図8に図示されており、図8は、処置期間78の持続期間にわたる完全な制御スケジュール71(の少なくとも照度値)をグラフ形式で示している。完全な制御スケジュール71は、処置期間の始まりから終わりまで延在する連続的な処置「曲線」72を形成している。

【0176】

図8から見るように、固定された部分74は、低レベルベースライン光出力を提供しており、一方、設定可能な部分76は、固定された部分よりも著しく高い照度の光出力を備える、露光量の実質的な部分を提供している。この理由のために、設定可能な部分は、以下に続く説明において、「ブースト」部分と称される場合がある。

【0177】

10

20

30

40

50

照明アセンブリ 16 を制御するための制御スケジュール 71 を生成させるときに、コントローラ 24 は、図 7 に示されているものなどのような制御スケジュールテンプレート 70 を第 3 のデータストア 34 から取り出し、総計で、完全な処置期間 78 にわたって、調節された目標メラノピック露光量が供給されるように、設定可能な時間的部分 76 を構成する。好適な例において、設定可能な部分 76 の持続期間 82 及び最大照度レベル 84 の両方が設定可能である。いくつかの例において、処置期間 78 の合計持続期間は固定されており、設定可能な部分の持続期間を調節することが、固定された部分 74 の合計持続期間に対する対応する変更を結果として生じさせるようになっている。しかし、さらなる例において、処置期間 78 は延長可能であり、この場合には、設定可能な部分の持続期間を延長又は低減させることは、単純に、合計処置期間の相応の延長又は低減を結果として生じさせる。

10

【 0 1 7 8 】

図 7 及び図 8 のテンプレート 70 及び完成された制御スケジュール 71 のグラフ表現は、経時的な照度値 (y 軸) の変動のみを示している。しかし、スケジュールテンプレート 70 及び完成されたスケジュール 71 は、例では、また、両方とも色温度値を含み、それは、固定された時間的部分 74 の間の固定された色温度値、及び、設定可能な部分 76 の間の設定可能な値を含む。

【 0 1 7 9 】

これは、下記の表 4 の中により明確に示されており、表 4 は、照明アセンブリ 16 の色温度が設定可能な例示的なシステム 12 に関する例示的な制御スケジュールテンプレート 20

を表形式で示している。表は、事前に設定されている開始部分 74 a 及び終了部分 74 b の間に、照度及び色温度が、それぞれ開始セクション 74 a の間にわずかに増加し、終了セクション 74 b の間にわずかに減少するというを示している。とりわけ、照度は、06:30 の時間における 0 ルクスから 07:00 の時間における 300 ルクスへ線形的に増加している。色温度は、この時間のために 2700 ケルビンから 3000 ケルビンへ徐々に増加している。

20

【 0 1 8 0 】

表 4 の中の陰影付きのセルは、コントローラによって設定可能なパラメータ値を示している。最初にテンプレートを取り出すと、これらの値は、ブランクになっており、調節された目標メラノピック露光量を供給するようにコントローラによって計算されなければならない。このように完成されたテンプレートは、完全な制御スケジュールを形成する。

30

【 0 1 8 1 】

40

50

【表 4】

開始時間	終了時間	開始照度 [ルクス]	終了照度 [ルクス]	開始色温度 [ケルビン]	終了色温度 [ケルビン]
00:00	06:30	0	0	2700	2700
06:30	07:00	0	300	2700	3000
07:00	07:30	300	300	3000	3000
07:30		300		3000	
	17:30		300		3000
17:30	19:00	300	300	3000	3000
19:00	19:30	300	100	3000	2700
19:30	22:00	100	100	2700	2700
22:00	00:00	0	0	2700	2700

表4

10

【 0 1 8 2 】

ここで、制御スケジュールを生成させ光線療法プログラムを施与するためのシステムの1つの例示的な実施形態が詳細に説明されることとなる。この例は、特許請求の範囲において定義されるような本発明の広い一般的な範囲を限定するものとして解釈されるべきではなく、単に1つの可能な実施形態の図示を提供しているに過ぎない。

20

【 0 1 8 3 】

実施形態の少なくとも1つのセットによれば、システム12の実施形態は、3つの局面：初期構成局面、光線療法処方局面、及び光線療法実行局面から構成されている。

【 0 1 8 4 】

初期構成局面の間に、臨床医又は他のユーザーは、制御スケジュールテンプレート70の設定可能な部分76のパラメーターに対して特定の境界又は制約を設定する。例えば、臨床医は、制御スケジュール71の設定可能な部分76の持続期間82に関する上限及び下限、並びにノ又は、設定可能な部分の間の照度84の上限及び下限を設定することを希望する。下記の表5は、そのような制約の例示的なセットを示している。表は、制御ユニット20のデータストア30、32、34のうちの一つの中に記憶される例示的な光線療法構成表を表しており、この表において、ユーザーは、例として、設定可能な部分の持続期間が2時間から10時間に制約されるべきであり、最大照度レベルが500ルクスから2000ルクスに制約されるべきであるということを示している（2000ルクスは、このケースでは、いずれにしても、本例照明アセンブリの実現可能な最大照度であることに留意されたい - 表2参照）。

30

【 0 1 8 5 】

【表 5】

パラメーター	最小	最大
設定可能な時間的部分の持続期間[時間]	2	10
照度レベル[ルクス]	500	2000

表5

40

【 0 1 8 6 】

追加的に、本例によれば、初期構成局面の間に、制御ユニット20のコントローラー2

50

4 は、臨床医によって設定される光線療法制約（表 5）及び第 2 のデータストア 3 2 の中に記憶されているメラノピック重み付け係数（表 3）に基づいて、異なる光出力色温度のセットのそれぞれに関して照明アセンブリ 1 6 によって供給可能な最小及び最大の可能なメラノピック露光量を計算する。次いで、これらは、メラノピック露光量表の形態で第 1 のデータストア 3 0 の中に記憶される。

【 0 1 8 7 】

例示的なそのような表（の抜粋）が、下記の表 6 によって提供されている。それは、例えば、5 0 0 0 ケルビンの色温度によって、供給可能なメラノピック露光量が、9 0 3 ルクス時間から 1 8 0 6 0 ルクス時間の範囲にあるということを示している。これらの値は、メラノピック係数表（表 3）及び光線療法曲線構成表（表 5）の中に与えられている情報から計算される。最小供給可能な露光量は、5 0 0 ルクス× 2 時間 = 1 0 0 0 ルクス時間である。最大露光量は、2 0 0 0 ルクス× 1 0 時間 = 2 0 0 0 0 ルクス時間である。

10

【 0 1 8 8 】

次いで、関連のメラノピック係数（表 3 によれば 5 0 0 0 ケルビンの色温度に関して 0 . 9 0 3）を補正係数として適用することによって、色補正されたメラノピック露光量範囲は、表 6 の中に示されているように導出される。とりわけ、最小メラノピック露光量は、0 . 9 0 3 × 1 0 0 0 ルクス時間 = 9 0 3 ルクス時間である。最大メラノピック露光量は、0 . 9 0 3 × 2 0 0 0 0 ルクス時間 = 1 8 0 6 0 ルクス時間である。

【 0 1 8 9 】

【表 6】

20

色温度[ケルビン]	最小メラノピック露光量 [ルクス時間]	最大メラノピック露光量 [ルクス時間]
2602	456	9120
2635	461	9220
2670	469	9380
...
4002	780	15600
...
5000	903	18060
...
6501	1035	20700

30

表6

【 0 1 9 0 】

光線療法構成表（表 5）及びメラノピック露光量表（表 6）が発生するとき、初期構成局面は完了する。次いで、光線療法処方局面が続く。

40

【 0 1 9 1 】

光線療法処方局面において、臨床医は、例えば、制御ユニット 2 0 のユーザーインターフェース 2 6 によって所望の光線療法を処方する。例示的なユーザーインターフェースは、図 2 に概略的に図示されており、図 2 は、患者ベッド 6 6 に隣接して位置決めされている制御ユニット 2 0 を示している。この例において、ユニットは、ディスプレイ 6 7 を備え、ディスプレイ 6 7 は、ユーザーインターフェースのユーザー出力デバイスとして作用する。また、ユニットは、ユーザー入力のための手段を備える。これは、例えば、別個のキーボード若しくは他の入力デバイスであり、又は、ディスプレイは、ユーザー入力を可能にするタッチディスプレイである。

【 0 1 9 2 】

50

光線療法処方を受け取るために臨床医と相互作用するための例示的なステップは、以下の通りである。

【0193】

最初に、コントローラー24は、第1のデータストア30の中に記憶されているメラノピック露光量表(表6を参照)から最小及び最大の供給可能なメラノピック露光量を取り出し、これらをディスプレイ67の上に表示する。

【0194】

次いで、ユーザー(例えば、臨床医)は、ユーザーインターフェース26を使用して、施与されることとなるメラノピック露光量を選択する。これが、目標メラノピック露光量になることとなる。例として、ユーザーが15600ルクス時間の目標露光量を選択することを考える。

10

【0195】

これに続いて、選択された目標メラノピック露光量は、視覚的表示手段の視覚的出力に関連付けられる計算された追加的なメラノピック露光量に基づいて調節される。この手順は、上記に詳細に説明されており、ここでは繰り返されないこととなる。この結果は、調節された目標メラノピック露光量を結果として生じさせる。

【0196】

これに続いて、コントローラー24は、調節された目標メラノピック露光量に基づいて、照明アセンブリによって供給される光に関する最小及び最大の可能な色温度を決定及び表示する。これは、記憶されているメラノピック露光量表(表6)を使用して計算される。15600ルクス時間の露光量は、少なくとも4002ケルビンの色温度を必要とするということが表から理解され得る。

20

【0197】

次いで、ユーザーは、好適な色温度を選択する。例として、ユーザーが5000ケルビンの色温度を選択することを考える。

【0198】

本例において、ユーザーは、この段階で、好適な色温度を選択するオプションのみを提示されるが、他の例において、コントローラーは、パラメーター(色温度、制御スケジュールの設定可能な部分76の持続期間82、及び、設定可能な部分の間の光出力の照度レベル84)のうちの任意の1つ又は複数に関して、最小及び最大の供給可能な値を計算するということが留意される。これらのうちのいずれか又はすべては、ディスプレイ67を介してユーザーに表示され、ユーザーは、パラメーターのうちの1つ又は複数に関して好適な値を選択するオプションを与えられる。

30

【0199】

本例に戻ると、好適な色温度値を受け取った後、コントローラー24は、次いで、制御スケジュールの設定可能な部分76に関して、可能な最小及び最大の持続期間を決定及び表示する。可能な値は、示されている調節された目標メラノピック露光量及び好適な光色温度に基づいて決定され、メラノピック露光量表(表6)、光線療法曲線構成表(表5)、及びメラノピック係数表(表3)を参照することによって計算される。

【0200】

本例に関して、5000ケルビンの好適な色温度が選択されたと仮定された。設定可能な時間的部分76の最小の可能な持続期間は、2000ルクスの最大照度レベルがこの時間的部分の全体を通して均一に適用されるということ仮定することによって計算される： $15600 \text{ルクス時間} / (2000 \text{ルクス} * 0.903) = 8.6 \text{時間}$ 。

40

【0201】

設定可能な時間的部分76の最大の可能な持続期間は、500ルクスの最小照度レベルが時間的部分の全体を通して均一に適用されるということ仮定することによって計算される： $15600 \text{ルクス時間} / (500 \text{ルクス} * 0.903) = 34.6 \text{時間}$ 。しかし、初期構成局面において、(この例では)ユーザーは、制御スケジュールの設定可能な時間的部分の最大持続期間を10時間に制約している(表5を参照)、最大持続期間は、

50

10時間の上限を定められる。

【0202】

コントローラー24は、また、同時に、この段階において、制御スケジュールの設定可能な部分に関して最小及び最大の可能な照度レベルを決定及び表示する。これらは、繰り返しになるが、調節された目標メラノピック露光量及び受け取られた好適な色温度に基づいており、メラノピック露光量表(表6)、光線療法構成表(表5)、及びメラノピック重み付け係数表(表3を参照)を使用して計算される。計算を単純にするために、少なくともいくつかの例によれば、コントローラーは、均一な照度の光が制御スケジュール71の設定可能な部分76の持続期間82の全体を通して供給されるように、制御スケジュールを生成させる。

10

【0203】

最小照度レベルは、10時間の設定可能な時間的部分76に関して最大持続期間82が適用されるということを仮定することによって計算される： $15600 \text{ルクス時間} / (10 \text{時間} * 0.903) = 1728 \text{ルクス}$ 。最大照度レベルは、2時間の最小持続期間が適用されるということを仮定することによって計算される： $15600 \text{ルクス時間} / (2 \text{時間} * 0.903) = 8638 \text{ルクス}$ 。しかし、ユーザーは最大照度レベルを2000ルクスになるように設定したので、最大は、2000ルクスの上限を定められる。

【0204】

制御スケジュール71の設定可能な部分76のこのように計算された最大及び最小の可能な照度レベル及び持続期間は、ユーザーインターフェース26のディスプレイ67を使用して表示される。次いで、ユーザーは、好適な持続期間又は好適な照度レベルのいずれかを入力する。ユーザーが好適な持続期間を入力する場合には、コントローラー24は、入力持続期間に基づいて、調節された目標メラノピック露光量を供給するための対応する適当な照度レベルを計算する。ユーザーが好適な照度レベルを入力する場合には、コントローラーは、入力照度レベルに基づいて、目標露光量を供給するための対応する適当な持続期間を同様に計算する。

20

【0205】

本例において、コントローラーは、設定可能な部分持続期間及び照度レベルの両方に関して最大値及び最小値を同時に計算及び表示するように構成されているが、さらなる例においては、これらのうちの1つだけが決定及び表示されるということが留意される。どちらが計算及び表示されるかは、1つ又は複数の例による初期構成局面の一部として、ユーザーによって設定される。

30

【0206】

本例の目的のために、図示のために、9時間の制御スケジュール71の設定可能な部分76に関して好適な持続期間をユーザーが選択するということが仮定される。次いで、必要とされる照度レベルは、以下の通りに計算され得る： $15600 \text{ルクス時間} / (9 \text{時間} * 0.903) = 1920 \text{ルクス}$ 。これは、均一な照度レベルがスケジュールの設定可能な部分76の持続期間82の全体を通して適用されることとなるということを仮定している。

【0207】

入力された好適なパラメーター値及び計算されたパラメーター値の全体に基づいて、並びに、制御スケジュールテンプレート70の固定された時間的部分74a、74bの間の固定されたパラメーター値にも基づいて、コントローラー24は、処置期間78の持続期間にわたる照明アセンブリ16の照度及び色温度値に関する制御スケジュールを生成させる。上記の例において提示されている例示目的の値にしたがって生成された完全なスケジュールが、下記の表7によって示されている。

40

【0208】

50

【表 7】

開示時間	終了時間	開始照度 [ルクス]	終了照度 [ルクス]	開始色温度 [ケルビン]	終了色温度 [ケルビン]
00:00	06:30	0	0	2700	2700
06:30	07:00	0	300	2700	3000
07:00	07:30	300	300	3000	3000
07:30	18:00	300	1920	3000	5000
08:00	17:00	1920	1920	5000	5000
17:00	17:30	1920	300	5000	3000
17:30	19:00	300	300	3000	3000
19:00	19:30	300	100	3000	2700
19:30	22:00	100	100	2700	2700
22:00	00:00	0	0	2700	2700

表7

10

【0209】

20

制御スケジュールが異なる色温度値（例えば、上記に提示されている例にあるようなもの）を含む場合、光線療法に関して表7の制御スケジュールをこのように生成すると、コントローラ24は、制御スケジュールの全体を通した光のそれぞれの色温度に関して、それらの光色温度を実現するのに必要な照明アセンブリ16のLEDモジュール40、42のそれぞれの適当なパワーレベルを決定するように構成されている。これらのパワーレベルは、好ましくは、第1のデータストア30の中に事前に記憶されている適当な色温度表に基づいて決定される（図1のシステムの中の例示的な照明アセンブリに関して、上記の表1を参照）。

【0210】

30

上記に述べられているように、パワーレベルは、1つ又は複数の例によれば、DALI（登録商標）アドレス指定プロトコルを使用して体系化される。表8は、上記の表7の例示的な制御スケジュールの色温度値に基づいて、図1の例示的なシステムの照明アセンブリ16の寒白色LEDモジュール40及び暖色LEDモジュール42に関する（DALI（登録商標））パワーレベルの例示的なそのようなセットを示している。表1の色温度表は、それぞれの光色温度に必要なDALI（登録商標）光レベルを計算するために使用されている。

【0211】

40

50

【表 8】

開示時間	終了時間	開始 (DALI) 光レベル- 寒白色 LED モジュール	終了 (DALI) 光レベル- 寒白色 LED モジュール	開始 (DALI) 光レベル- 暖色 LED モジュール	終了 (DALI) 光レベル- 暖色 LED 光 モジュール
00:00	06:30	0	0	0	0
06:30	07:00	0	42	0	213
07:00	07:30	42	42	213	213
07:30	18:00	42	190	213	65
08:00	17:00	190	190	65	65
17:00	17:30	190	42	65	213
17:30	19:00	42	42	213	213
19:00	19:30	42	2	213	253
19:30	22:00	2	2	253	253
22:00	00:00	0	0	0	0

表8

【 0 2 1 2 】

述べられているように、上記の表 8 の D A L I (登録商標) 光レベルのセットは、表 1 の色温度表に基づいて計算されている。しかし、この表の値は、照明アセンブリ 1 6 が最大照度、すなわち、2 0 0 0 ルクス (上記の表 2 を参照) において動作しているという仮定に基づいて計算された。

【 0 2 1 3 】

本例に関して、照度は、最大の 2 0 0 0 ルクスよりも低くなっており、したがって、表 8 のパワーレベルに補正が適用されなければならない。

【 0 2 1 4 】

この目的のために、コントローラ 2 4 は、制御スケジュール 7 1 の設定可能な部分 7 6 の間の照度レベルとこの時間期間の間の照明アセンブリの最大照度との間の比を計算する。次いで、これは、補正係数として、設定可能な時間的部分に対応する表 8 の D A L I (登録商標) 光レベル値に適用される。結果として生じる最終的な D A L I (登録商標) 光レベルスケジュールは、下記の表 9 に示されている。

【 0 2 1 5 】

10

20

30

40

50

【表 9】

開始時間	終了時間	開始 (DALI) 光レベル- 寒白色 LED モジュール	終了 (DALI) 光レベル- 寒白色 LED モジュール	開始 (DALI) 光レベル- 暖色 LED モジュール	終了 (DALI) 光レベル- 暖色 LED 光 モジュール
00:00	06:30	0	0	0	0
06:30	07:00	0	6	0	32
07:00	07:30	6	6	32	32
07:30	18:00	6	182	32	62
08:00	17:00	182	182	62	62
17:00	17:30	182	6	62	32
17:30	19:00	6	6	32	32
19:00	19:30	6	0	32	13
19:30	22:00	0	0	13	13
22:00	00:00	0	0	0	0

表9

【 0 2 1 6 】

本例に関して、設定可能な時間的部分 7 6 の間に、照度レベルは、1 9 2 0 ルクスに設定された。したがって、スケジュールのこの部分の間の値に関する補正係数は、 $1 9 2 0 \text{ ルクス} / 2 0 0 0 \text{ ルクス} = 0 . 9 6$ である。スケジュールの設定可能な部分の間の寒白色 LED モジュール 4 0 に関して結果として生じる DALI (登録商標) 光レベルは、 $1 9 0 * 0 . 9 6 = 1 8 2$ である。設定可能な部分の間の暖色 LED モジュール 4 2 に関して結果として生じる DALI (登録商標) 光レベルは、 $6 5 * 0 . 9 6 = 6 2$ である。

【 0 2 1 7 】

また、制御スケジュールの固定された時間的部分 7 4 に関して同じ補正プロセスが実施されなければならない。この部分の間の照度は変化し、すべてのケースにおいて、設定可能な時間的部分 7 6 の全体を通して照度よりも著しく低くなっている。固定された部分の間のすべての照度レベルに関する補正係数の計算は、ここでは網羅的に繰り返されないこととなる。その理由は、どのように必要な計算を実施するかということは当業者に明らかであるからである。単一の例として、0 7 : 0 0 時間における照度は、3 0 0 ルクスである。したがって、補正係数は、 $3 0 0 / 2 0 0 0 = 0 . 1 5$ である。0 7 : 0 0 に関する表 8 の DALI (登録商標) 光レベルにこの補正係数を適用することは、寒白色 LED モジュール 4 0 に関して $6 (= 4 2 * 0 . 1 5)$ の値を生み出し、暖色 LED モジュール 4 2 に関して $3 2 (= 2 1 3 * 0 . 1 5)$ の値を生み出す。

【 0 2 1 8 】

少なくともいくつかの例によれば、それぞれの制御スケジュールテンプレート 7 0 の固定された時間的部分に関する補正済みの DALI (登録商標) 光レベルは、照明システムと適合するそれぞれの照明アセンブリに関して事前に計算され、第 1 のデータストア 3 0 の中に記憶される。これは、固定された部分の間の照度レベルが事前に設定されているので可能である。それぞれの制御スケジュールテンプレートに関して補正済みの DALI (登録商標) 光レベルを事前に記憶することは、それぞれの完全な制御スケジュール 7 1 を生成させる際のシステムの処理効率を増加させる。

【 0 2 1 9 】

表 9 の例の中にあるような、補正済みの光レベルスケジュールが導出されると、これは、例えば、第 3 のデータストア 3 4 の中に記憶される。

【 0 2 2 0 】

次いで、光線療法処方局面が完了する。最終的な局面は、光線療法実行局面であり、光線療法実行局面において、生成された制御スケジュールが実行される。

【 0 2 2 1 】

この局面によれば、コントローラ 24 は、導出された光レベルスケジュール（表 9）にしたがって LED モジュール 40、42 の光レベルを変化させるために、照明アセンブリ 16 を制御するように構成されている。

【 0 2 2 2 】

この目的のために、1 つ又は複数の実施形態によれば、コントローラ 24 は、以下の一連のステップを反復的に（すなわち、一定の時間間隔で）実施するように適合されている：

- 1 . 記憶されている光レベルスケジュール（表 9）を取り出すか又は読み取る。
- 2 . 現在の時間を決定する。

3 . 現在の時間に対応する光レベルスケジュールの行を識別し、したがって、現在の時間に関して、寒白色 LED モジュール 40 及び暖白色 LED モジュールに関して必要とされる DALI（登録商標）光レベルを識別する。（照明アセンブリが制御可能な色温度を有していない場合には、単純に単一色の LED モジュールに関して必要とされる DALI（登録商標）光レベルが識別される。）現在の時間が光レベルスケジュールの時間ポイント同士の間にあるケースでは、コントローラは、光レベルが時間ポイント同士の間で線形的に増加又は減少するはずであることを仮定するように適合されている。例えば、表 9 を参照すると、時間が 07 : 45 であったとした場合には、寒白色 LED モジュール 40 に関する光レベルは、6 と 182 との間の中に、すなわち、94 のレベルに設定されることとなる。暖色 LED モジュール 42 は、32 と 62 との間の中に、すなわち、47 に設定されることとなる。

4 . 所与の時点に関する LED モジュール 40、42 のそれぞれに関して必要とされる光レベルを照明アセンブリコントローラ 44 に瞬時に通信する。

【 0 2 2 3 】

次いで、照明アセンブリコントローラ 44 は、受け取られた必要とされる光レベルにしたがって照明アセンブリのドライバモジュール 46 に指示する。次いで、ドライバモジュール（本ケースでは、DALI（登録商標）ドライバモジュール）は、それにしたがって LED モジュール 40、42 を制御する。

【 0 2 2 4 】

コントローラは、制御スケジュールの異なる時間ポイントがどれだけ近くに間隔を置いて配置されているかということに応じて、非限定的な例として、10 秒ごと、30 秒ごと、又は 5 秒ごとに、上記の一連のステップを繰り返すように適合されている。

【 0 2 2 5 】

1 つ又は複数の実施形態によれば、照明システム 12 は、照明アセンブリを制御する際に、又は、制御スケジュール 71 を生成させる際に、フィードバックを提供するための 1 つ又は複数のセンサーをさらに備える。例として、図 1 の例示的な照明アセンブリは、そのようなセンサーのアセンブリ 50 を備え、アセンブリ 50 は、存在センサー 54、眼状態センサー 56、及び光レベルセンサー 58 を含む。センサーは、例えば、フィードバックループを促進させ、制御スケジュールは、センサーからの読み値にしたがって調節される。他の例示的な照明システム 12 は、これらのセンサーのいずれも備えず、又は、これらのセンサーのうちの 1 つ若しくは複数のサブセット、及び、随意的に、さらなる追加的な又は代替的なセンサーを備える。2 つ以上の任意の所与のタイプのセンサーが提供されてもよい。

【 0 2 2 6 】

例による存在センサー 54 が提供されており、存在センサー 54 は、コントローラ 24 と動作可能に連結されており、使用時に、患者が照明アセンブリの付近に存在しているかどうかを検出するように配置されている。存在センサーは、照明アセンブリ 16 の光出

10

20

30

40

50

力経路の中のユーザー（例えば、患者など）の存在又は不存在を検出するように適合されている。照明アセンブリの光出力経路の軌跡は、事前に知られており（例えば、システムが固定された空間的配置を有する場合）、そのケースでは、存在センサーは、照明アセンブリの投影場所に向けて方向付けられた固定された視野を有するように配置され得る。例えば、図2を参照すると、照明構成体16の光出力経路が患者ベッド66に向かっているということが知られる。このケースでは、存在センサーは、ベッドの少なくともサブ領域に向けて方向付けられた視野を有するように配置されている。

【0227】

コントローラーは、患者がいなかったことを検出すると、制御スケジュールの実行を休止するように適合されており、また、患者が戻ったことを検出すると制御スケジュールを継続するように適合されている。これは、スケジュールされている処置の部分が見逃されないこと、及び、患者が完全な（調節された）目標メラノピック露光量を受け取ることを保証する。

10

【0228】

代替的に、コントローラー24は、調節された目標露光量の供給を保証するために、センサーからの読み値に基づいて、制御スケジュールの少なくとも設定可能な時間的部分の間の光出力の持続期間、照度、及び/又は色温度を調節するように適合されている。調節されたスケジュールの残りの部分にわたって患者が存在したままであると仮定して、患者が完全な（調節された）目標メラノピック露光量を受け取るように、スケジュール71が延長されるか、又は、照度が設定可能な部分76の間に増加される。

20

【0229】

1つ又は複数の例によれば、システムは、患者の眼が開いているか又は閉じているかを検出するように適合されている眼状態センサー56を含むことが可能である。これは、アイトラッキングセンサーであるか、カメラであるか、異なる種類の光学センサーであるか、又は、超音波センサー若しくは音響センサーなどのような、述べられている目的に適切な任意の他の形態のセンサーである。センサーは、眼状態の変化のみを検出するように動作可能であり（すなわち、絶対的な状態ではない）、したがって、較正することを必要とする。代替的に、センサーは、任意の所与の瞬間において、患者の眼が開いているか又は閉じているかを検出するように動作可能である。

【0230】

コントローラーは、センサーからの読み値に基づいて制御スケジュールを調節するように構成されている。例えば、コントローラーは、患者の眼が閉じていることを検出すると、制御スケジュールの実行を休止し、患者の眼が再び開いたことを検出すると、制御スケジュールの実行を継続する。

30

【0231】

代替的に、患者の眼が閉じているものとして検出される時間を補償するために、制御スケジュール71の少なくとも設定可能な部分76は、持続期間が延長されるか、又は、照度レベルが、設定可能な部分の間に増加される。

【0232】

とりわけ、コントローラー24は、目標露光量の供給を保証するために、センサーからの読み値に基づいて、制御スケジュールの少なくとも設定可能な時間的部分の間に光出力の持続期間、照度、及び/又は色温度を調節するように適合されている。

40

【0233】

コントローラー24は、既定のセンシング期間にわたる眼状態センサーからの読み値に基づいて、ユーザーの眼が閉じていた総計の時間期間を計算するように適合されており、前記総計の時間期間だけ、制御スケジュールの少なくとも設定可能な時間的部分の持続期間を延長するように適合されている。

【0234】

眼センサーからの読み値に追加的に又は代替的に、コントローラー24は、随意的に、関連の患者モニタリングシステムと通信するように適合されている。患者モニタリングシ

50

システムは、患者に施与されている他の処置若しくは薬剤に関する情報、又は、患者の他の生理学的なパラメータを記憶するか、又は、その他の方法で、コントローラーに提供するように適合されている。例示的な患者モニタリングシステムが、図1に概略的に図示されている。

【0235】

1つ又は複数の例によれば、システムは、光線療法が施与されることとなる患者の位置の近位の又は患者の位置における光のレベルを検出するための光センサーを備える。好ましくは、センサーは、患者の眼の近位の位置における光レベルをセンシングするように位置決め又は適合されている。いくつかの例によれば、コントローラー24は、所与の時間の瞬間に関して患者の眼における光レベルが制御スケジュールの中に特定されているものよりも低いということを検出することに対応して、照明アセンブリ16の光出力の照度を増加させるように適合されており、その逆もまた同様であり、測定されるレベルがその時間に関して予期されるレベルよりも高い場合には、光レベルを減少させるように適合されている。後者のケースでは、照度の低減は、光の過剰摂取を回避する（光の過剰摂取は、患者にとって有害であるか、又は、処置の有効性に影響を与える）。センサーは、照明アセンブリの照度が、例えば、環境の光レベルにしたがって調節されることを可能にし、照明アセンブリの照度を低下させることによって、大量の外部光が補償され得るようになっている。

10

【0236】

例によれば、より一般的に、コントローラーは、目標露光量の供給を保証するために、センサーからの読み値に基づいて、制御スケジュールの少なくとも設定可能な時間的部分の間に光出力の持続期間、照度、及び/又は色温度を調節するように適合されており、随意的に、光レベルセンサーは、ユーザー1つ又は複数の眼の近位に配置されている。

20

【0237】

1つ又は複数の例によれば、光線療法システム12は、上記に説明されているセンサーのうちのすべての3つを含むことが可能である。すべての3つの組み合わせは、患者によって受け取られる実際のメラノピック露光量のおおよその測定値をシステムが導出することを可能にする。3つのセンサーは、一緒に、患者の不存在の瞬間、患者が存在しているが患者の眼が閉じている瞬間、及び、患者の位置において受け取られている測定された光のレベルを考慮に入れることができる。

30

【0238】

パラメータのそのような組み合わせは、必要とされる（調節された）目標メラノピック露光量のより正確な供給を可能にする。例えば、上記に述べられているように、治療スケジュールは、センサーからの読み値に応じて調節され、目標メラノピック露光量がより正確に供給されるようになっている。

【0239】

上記の図1の例において、照明アセンブリ16は、2セットのLEDモジュール：寒白色LEDモジュール及び暖色LEDモジュールを備えるものと解釈された。しかし、さらなる例によれば、異なる照明アセンブリが使用される。単一のタイプのLEDモジュールのみ（例えば、寒色の光のみ又は暖色の光のみ）を備える照明アセンブリが使用されてもよい。3つ以上のタイプのLEDモジュール、例えば、3つの、4つの、又は5つ以上の（例えば、寒色の、暖色の、及び中間の白色のLEDモジュール、又は、異なる色のLEDの組み合わせ）のタイプのLEDモジュールを備える照明アセンブリが使用されてもよい。

40

【0240】

上記に強調されているように、本発明は、制御可能な色温度を有する照明アセンブリ16の使用に限定されない。他の例において、照明アセンブリは、単一の固定された色温度のみの光を発生させるように適合されている。次いで、制御スケジュールを実行するために必要とされる光出力を発生させるために照明アセンブリを制御することは、単一の照明モジュールのみの照度レベル、又は、単一の色温度のみの照明モジュールの照度レベルを

50

制御することを有する。

【0241】

1つ又は複数の例によれば、より大きい数のLEDモジュールを使用することは、より豊富な又はより広い範囲の光色温度が実現されることを可能にする。これは、患者が好む特定の光色に関して患者により幅広い選択肢を提供するか、又は、光の色が臨床的要因である場合に、より広範な臨床オプションを臨床医に提供する。追加的に、光のメラノピック効果は色に依存するので、例示的な照明アセンブリに利用可能な色温度の範囲を拡張することは、所望のメラノピック露光量が供給され得るときの精密さを改善するか、又は、所与の露光量を提供するためのより幅広い構成オプションを提供する。

【0242】

エントレインメント(entrainment)に対する光の生物学的効果(「メラノピック効果」)は、光露出の長さ、施与される光の強度(すなわち、照度)、及び光の色温度に依存する。しかし、光は、眼の中の光受容体によって実際に受け取られる場合にのみ、サーカディアンリズムに対する影響を有している。したがって、光の効果は、眼が開いているか又は閉じている時間の割合及び眼レンズの透過率にも依存する。眼レンズ透過率は年齢とともに減少するということが知られている。

【0243】

したがって、制御スケジュール71は、1つ又は複数の例によれば、患者の年齢に応じて適合されている。例えば、表9の光レベルスケジュールの光レベル値、又は、表7の制御スケジュールの照度値は、適当な年齢補正係数の適用によって調節される。年齢補正係数は、より高齢の患者に対して適用される照度を増加させるために、年齢が増加するとともに上昇する。同様に、補正係数は、より大きいレンズ透過率を有するより若い患者に対して適用される照度を低減させるように構成されている。

【0244】

年齢補正係数の例示的なセットが、下記の表10に示されている。

【0245】

10

20

30

40

50

【表 1 0】

患者年齢	年齢補正係数
1	0.11
2	0.11
3	0.12
...	...
50	0.53
...	...
75	100
...	...
100	2.14

10

20

表10

【 0 2 4 6】

1つ又は複数の例によれば、患者の年齢は、患者データ管理システムから取り出され、コントローラーが、患者データ管理システムに通信可能にリンクされている。これは、図1に図示されており、図1は、電子的な医療記録システム62及び患者モニタリングシステム64を備える随意的な患者データ管理システム60を示している。患者データ管理システムは、光線療法システム12の外部にあり、単純にコントローラー24に通信可能にリンクされている。患者の年齢は、電子的な医療記録システム62の中に記憶されている。

30

【 0 2 4 7】

上記に説明されている例において、2つのセクション74a、74bに分割されている固定された時間的部分74によって両端を取り囲まれている単一の設定可能な時間的部分76を備える例示的な制御スケジュールテンプレート70が提示された。しかし、さらなる例によれば、異なる制御スケジュールテンプレートがその代わりに使用されてもよい。とりわけ、複数の設定可能な時間的部分を含む1つ又は複数の制御スケジュールテンプレートが、第3のデータストア34の中に記憶されて提供されてもよい。例が、図9にグラフ形式で示されている。その例は、2つの設定可能な部分90、92を備え、これらは、中間の固定された時間的部分94、96、98のセットによって分離されている。設定可能な部分のそれぞれは、別個に設定可能な持続期間102、106及び最大照度レベル104、108を有している。図示の目的のために、設定可能な部分は、図9に完成されて示されているが、これらの部分は、実際には、本当のテンプレートの中ではかけており、コントローラーがそれを完成させるように適合されているということが理解されるべきである。

40

【 0 2 4 8】

任意の例によれば、制御スケジュールテンプレートの1つ又は複数の固定された時間的部分は、そのようなテンプレートが使用される場合、任意の特定の傾向又はパターンをとる。固定された部分の間の平均照度は、設定可能な部分のいずれかの間の平均照度よりも

50

低いということが好適である。

【0249】

上記の例において、制御スケジュールは、制御スケジュールテンプレート70に基づいてコントローラ24によって生成されるが、代替的な例において、そのようなテンプレートは使用されない。処置期間78の持続期間の全体を通じたスケジュールの照度レベルは、コントローラによって設定され、総計で、処置期間にわたって、調節された目標メラノピック露光量が照明構成体によって供給されるようになっている。

【0250】

上記に議論されているように、実施形態は、コントローラを利用している。コントローラは、ソフトウェア及び/又はハードウェアを用いて、多数の様式で実施され、必要とされるさまざまな機能を果たすことが可能である。プロセッサは、必要とされる機能を果たすためにソフトウェア(例えば、マイクロコード)を使用してプログラムされる1つ又は複数のマイクロプロセッサを用いるコントローラの1つの例である。しかし、コントローラは、プロセッサを用いて実施されてもよく、又は、プロセッサを用いずに実施されてもよく、また、いくつかの機能を果たすための専用のハードウェア及び他の機能を果たすためのプロセッサ(例えば、1つ又は複数のプログラムされたマイクロプロセッサ及び関連の回路)の組み合わせとして実施されてもよい。

10

【0251】

本開示のさまざまな実施形態において用いられるコントローラコンポーネントの例は、それに限定されないが、従来のマイクロプロセッサ、特定用途向け集積回路(ASIC)、及びフィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)を含む。

20

【0252】

さまざまな実施形態において、プロセッサ又はコントローラは、1つ又は複数のストレージ媒体、例えば、揮発性の及び不揮発性のコンピューターメモリーなど、例えば、RAM、PROM、EPROM、及びEEPROMなどと関連付けられる。ストレージ媒体は、1つ又は複数のプロセッサ及び/又はコントローラの上で実行されるときに必要な機能を果たす1つ又は複数のプログラムによって符号化されている。さまざまなストレージ媒体が、プロセッサ若しくはコントローラの中で固定されているか、又は、輸送可能になっており、その上に記憶されている1つ又は複数のプログラムがプロセッサ又はコントローラの中へロードされ得るようになっている。

30

【0253】

図面、本開示、及び添付の特許請求の範囲を検討することから、開示されている実施形態に対する他の変形例が、特許請求されている発明を實踐する際に、当業者によって理解及び實現され得る。特許請求の範囲において、「備える」という単語は、他のエレメント又はステップを除外せず、単数形は、複数を除外しない。相互に異なる従属請求項の中に特定の方策が記載されているという単なる事実は、これらの方策の組み合わせが有利に使用されることができないということを示しているわけではない。特許請求の範囲の中の任意の参照記号は、範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。

40

50

【図面】

【図 1】

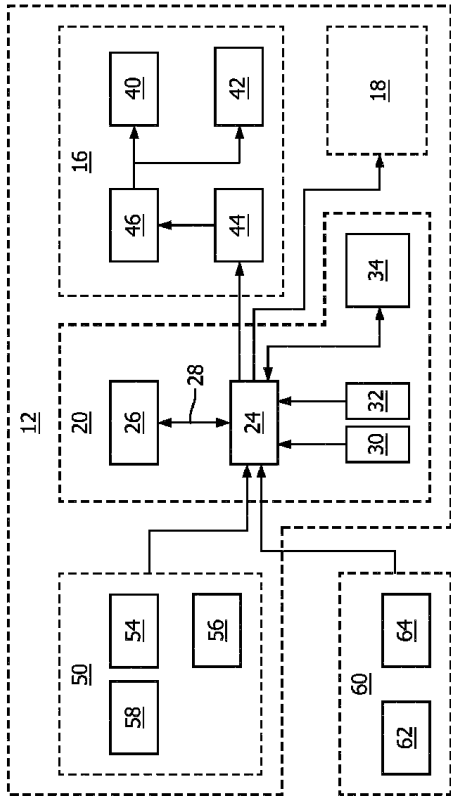


FIG. 1

【図 2】

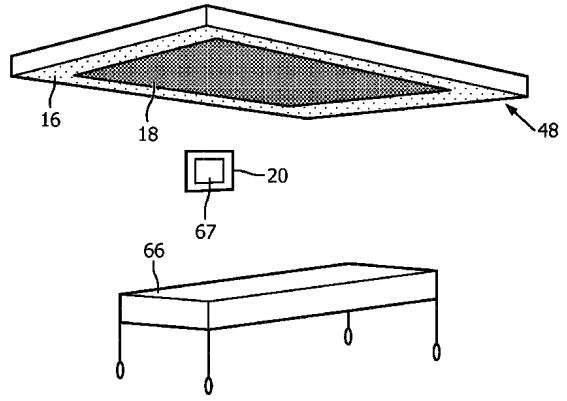


FIG. 2

【図 3】

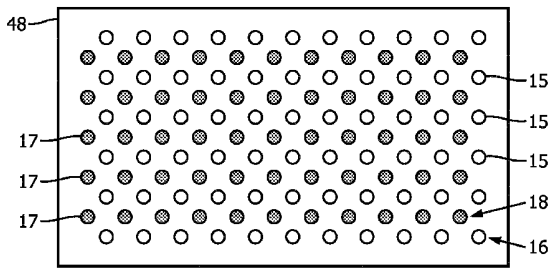


FIG. 3

【図 4】

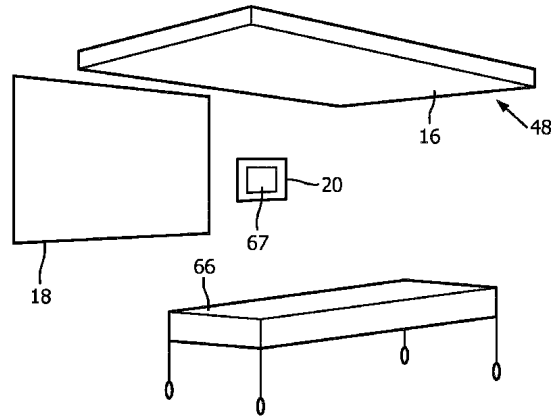


FIG. 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

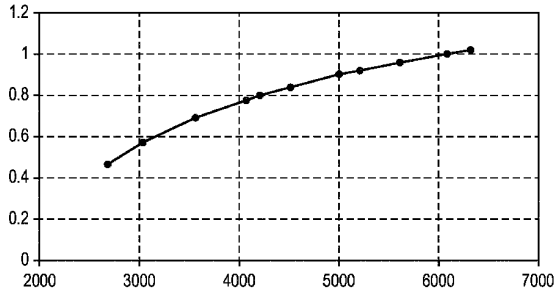


FIG. 5

【 図 6 】

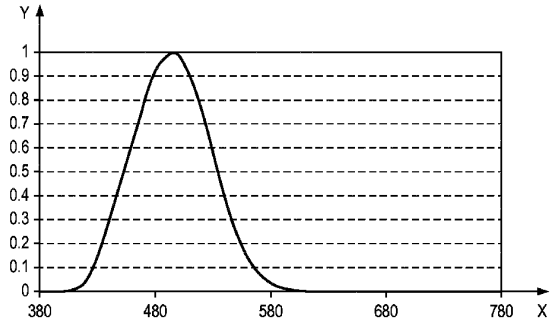


FIG. 6

10

【 図 7 】

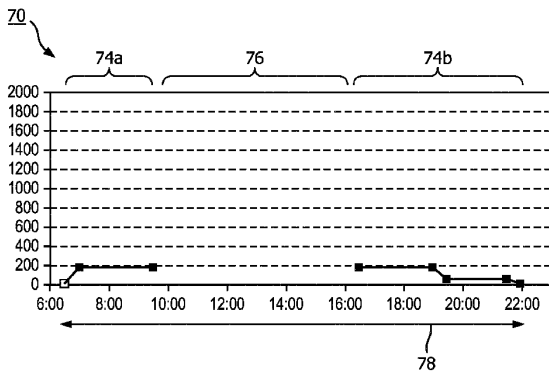


FIG. 7

【 図 8 】

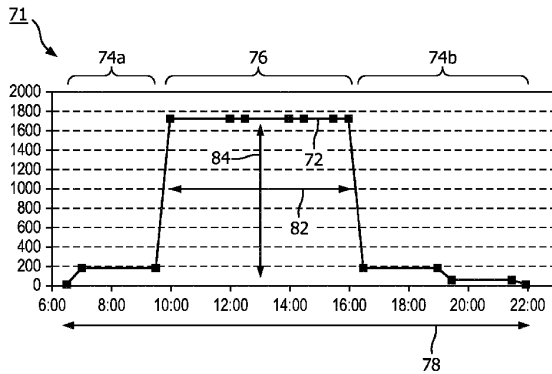


FIG. 8

20

【 図 9 】

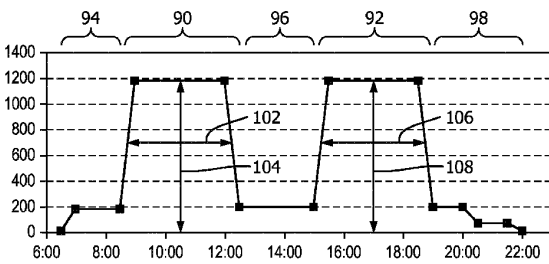


FIG. 9

30

40

50

フロントページの続き

審査官 山田 裕介

(56)参考文献 米国特許出願公開第2015/0126806 (US, A1)

国際公開第2017/025613 (WO, A1)

国際公開第2016/146688 (WO, A1)

特表2016-532995 (JP, A)

特表2017-521835 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

A61M 21/02

H05B 47/165

H05B 47/18