

明 細 書

発明の名称：表示システム、電子機器及び照明システム

技術分野

[0001] 本発明は、特定波長光の発光素子を備えた表示システム等に関する。

背景技術

[0002] 生活環境には様々な波長の光が存在している。そうした光は、人の身体や心に影響することが報告されている。例えば、非特許文献1では、太陽光を浴びることにより体内時計が改善されること等が報告されている。また、非特許文献2では、近年の生活環境に存在するLED照明や、LEDをバックライトに使用した液晶ディスプレイ等から発する光が、身体や心に大きく影響することについて報告されている。

[0003] 光が眼に及ぼす影響についても幾つか報告されている。例えば非特許文献3、4では、眼は紫外線を受けることで様々な損傷を受けることが報告されている。そのため、損傷のおそれのある紫外線をできるだけ眼が受けられないよう、紫外線ができるだけ透過しない眼鏡やコンタクトレンズ等が多く市販されている。

[0004] また、非特許文献5には、太陽光の下での屋外活動が近視の抑制に関係することが記載されている。また、特許文献1及び非特許文献7には、特定波長の光が近視予防に効果的であることが提案されている。こうした近視の発生を予防する手段や近視の進行を遅らせる手段は、近視の人口が依然として世界的に増えている近年、強く求められている。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：羽鳥 恵、坪田一男、アンチ・エイジング医学－日本抗加齢医学会雑誌、Vol.11、No.3、065(385)-072(392)、(2015)。

非特許文献2：坪田一男、「ブルーライト 体内時計への脅威」、集英社、2013年11月20日発行。

非特許文献3: Saito et.al., Jpn Ophthalmol, 54, p.486-493 (2010) .

非特許文献4: Per G.Soderberg, Progress in Biophysics and Molecular Biology, 107, p.389-392(2011).

非特許文献5: Ian Morgan, Environmental Health Perspectives, Vol.122, No.1, Jan., (2014) .

非特許文献6: Lisa A.Jones, Loraine T.Sinnott, Donald O.Mutti, Gladys L.Mitchell, Melvin L.Moeschberger, and Karla Zadnik, Investigative Ophthalmology & Visual Science, Vol.48, No.8, Aug., (2007) .

非特許文献7: Hidemasa Torii et al., EBioMedicine, 「DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.12.007>」.

特許文献

[0006] 特許文献1: WO 2015 / 186723 A1

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明者は、非特許文献1、2に記載のように、光が身体や心に影響することを報告している。従来は、屋外では太陽光を受け、屋では照明光を受けるといった単純な受光状態となっている。

[0008] しかしながら、最近では、スマートフォン、ゲーム機、パーソナルコンピュータ、液晶テレビ等の表示装置やLED照明の普及により、生活環境や仕事環境が変化し、人が受ける光の波長が特定(限定)され、それが身体や心に様々な影響を及ぼすことが懸念されており、今までは生じなかった種々の問題が生じるおそれがある。

[0009] また、特許文献1及び非特許文献7に記載のように、本発明者はこれまで、近視の発症と近視の進行を抑制することについて研究している過程で、太陽光が眼に入ることが近視の発症と近視の進行を抑制する上で有効であり、さらに、太陽光に含まれる広範囲の波長の中でも360nm以上400nm

以下の波長帯の光を眼球に照射することにより近視の発症と近視の進行を抑制することができる可能性があることを見出し、新規な近視予防物品について提案している（特許文献1を参照）。

[0010] しかしながら、スマートフォン等では、画像（動画を含む。）を表示する光（画像表示光と略す。）が使用中に常に照射されることから、その画像表示光を考慮しなければならない。

[0011] 本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであって、その目的は、画像表示に使用される光を発する画像表示用発光素子を有する表示システムにおいて、現代の生活スタイルでは欠落している特定波長の光を使用者の眼に向けて照射し、種々の光によって生ずる悪影響を抑制し、かつ、身体に良い影響を与えることが可能な表示システム等を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明に係る表示システムは、画像表示に使用される表示光を発する第1発光素子と、360nm以上400nm以下の波長範囲内の第1特殊光を使用者に向けて照射する第2発光素子と、前記第2発光素子からの前記第1特殊光の照射を制御する制御装置と、を備える、構成を有している。

[0013] この構成により、現代の生活スタイルでは欠落している上記特定波長の光を使用者の眼に向けて照射することができるので、眼が受ける光によって良い影響、例えば近視の発症や近視の進行を抑制することを促すことができる。また、第1発光素子から発する表示光のうち該当する特定の波長の光を意図的に抑え込んで使用者の眼に向けて照射することもできる使用環境によっては、第1発光素子から発する光を制御して眼が受ける光によって生じうる悪影響を抑制することができる。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、現代の生活スタイルでは欠落している特定波長の光を使用者の眼に向けて照射し、種々の光によって生ずる悪影響を抑制し、かつ、身体に良い影響を与えることが可能な表示システム等を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [図1]本願の第1実施形態においてスマートフォンの表示画面内に第1発光素子とともに第2発光素子を設けた一例である。
- [図2]第1実施形態においてスマートフォンのフレームに設けた第2発光素子の一例である。
- [図3]第1実施形態においてスマートフォンのフレームに第2発光素子を付属品として取り付けた一例である。
- [図4]第1実施形態においてパーソナルコンピュータのフレームに第2発光素子を付属品として取り付けた一例である。
- [図5]第1実施形態において第1発光素子と第2発光素子とを一体化した態様の一例である。
- [図6]第1実施形態において第1発光素子と第2発光素子とを一体化した態様の他の一例である。
- [図7]第1実施形態において使用環境を測定する形態の一例を示す模式図である。
- [図8]第1実施形態における特定波長光の発光制御についての模式図である。
- [図9]蛍光灯で照射された室内環境で測定された光のスペクトルの一例である。
- [図10]昼の屋外環境で測定された光のスペクトルの一例である。
- [図11]スマートフォンから発する光のスペクトルの一例である。
- [図12A]第1実施形態の表示装置から発する光のスペクトルの一例であって、360nm以上400nm以下の範囲内の光のスペクトルである。
- [図12B]第1実施形態の表示装置から発する光のスペクトルの一例であって、460nm±20nmの範囲内の光のスペクトルの一例である。
- [図13]第1実施形態において第1発光素子と第2発光素子とを一体化した発光素子から発光した光のスペクトルである。
- [図14]本願の第2実施形態における通信システムの一例を示すシステム構成図である。

[図15]第2実施形態における表示装置の構成例を示すブロック図である。

[図16]第2実施形態の通信端末装置において実行されるV L照射制御処理の動作の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

- [0016] (1) 本発明に係る表示システムは、画像表示に使用される表示光を発する第1発光素子と、360nm以上400nm以下の波長範囲内の第1特殊光を使用者に向けて照射する第2発光素子と、前記第2発光素子からの前記第1特殊光の照射を制御する制御装置と、を備える、構成を有している。
- [0017] この構成により、現代の生活スタイルでは欠落している上記特定波長の光を使用者の眼に向けて照射することができるので、眼が受ける光によって良い影響、例えば近視の発症や近視の進行を抑制することを促すことができる。また、本発明は、第1発光素子から発する表示光のうち該当する特定の波長の光を意図的に抑え込んで使用者の眼に向けて照射することができる。また、本発明は、使用環境に応じて第1発光素子から発する光を制御して眼が受ける光に起因して生じうる悪影響を抑制することができる。
- [0018] (2) 本発明に係る表示システムにおいて、前記第2発光素子が、前記第1発光素子と一体化された1つの発光素子、又は、前記第1発光素子とは別に設けられた発光素子である構成を有している。
- [0019] (3) 本発明に係る表示システムにおいて、前記第2発光素子が、前記第2発光素子が前記第1発光素子とは別に設けられている場合に、(A)表示画面の周縁フレームに設けられている、(B)表示画面内に設けられている、又は、(C)付属品として設けられている、構成を有している。
- [0020] この構成により、第2発光素子を各種の形態により表示装置に設けることができる。
- [0021] (4) 本発明に係る表示システムにおいて、(A)使用者の眼の位置、(B)瞼の開閉の状態、(C)眼までの距離、及び、(D)使用者の視線方向の少なくとも1以上を検出する検出手段を更に備え、前記制御装置が、前記検出手段によって検出された、眼の位置、瞼の開閉の状態、眼までの距離、

及び、使用者の視線方向の少なくとも1以上に基づき、使用者の眼に対する前記第1特殊光の照射を制御する、構成を有している。

[0022] この構成により、360nm以上400nm以下の波長範囲内の光を眼に適切に照射することができる。なお、制御装置としては、第2発光素子等の照射方向を可変する方向可変装置が含まれる。

[0023] (5) 本発明に係る表示システムにおいて、前記制御装置が、前記検出された視線方向に基づいて、前記使用者の視線が前記画像表示される表示画面に向かっていると判定した場合に前記第2発光素子に前記第1特殊光を照射させる、構成を有している。

[0024] この構成により、使用者の眼に確実に第1特殊光を照射できるとともに、使用者が表示画像を見ていない状態において、無駄に第1特殊光が照射されることを防止して、省電力化を実現することができる。

[0025] (6) 本発明に係る表示システムにおいて、前記制御装置が、前記第2発光素子から発する第1特殊光の照射時刻、照射期間及び放射照度のうち少なくとも1以上の制御項目を設定し、前記設定した制御項目に基づいて第1特殊光の照射を制御する、構成を有している。

[0026] この構成により、第2発光素子から発する光の照射時間や放射照度を時間単位等で設定できるので、各使用者の使用態様に応じて、特定波長光を任意の時間、任意の強さで眼に照射することができる。

[0027] (7) 本発明に係る表示システムにおいて、使用者の眼の位置での前記第1特殊光の状態を測定する第1光センサをさらに備え、前記制御装置が、前記第1光センサでの測定結果に応じて前記第2発光素子から発する第1特殊光の照射を制御する、構成を有している。

[0028] この構成により、光センサで眼の位置の光の状態を測定することができるとともに、その測定結果に応じて第2発光素子から発する光の出力を制御するので、例えば時間単位や1日単位等で設定しなくても、使用環境に応じた光を出力させることができる。

[0029] (8) 本発明に係る表示システムにおいて、使用者の置かれた環境下にお

いて当該使用者の眼の位置における光の状態を測定する第2光センサを更に備え、前記制御装置が、前記第2光センサでの測定結果に応じて前記第2発光素子から発する第1特殊光の照射を制御するとともに、前記第1発光素子から発する前記表示光の出力を前記第2発光素子から発する第1特殊光に応じて調整する、構成を有している。

[0030] この構成により、第1特殊光や、使用者の周辺環境における光（例えば、太陽光や照明器具により照射される光等）及び表示光によって、使用環境での望ましい光を使用者に照射することができる。

[0031] （9）本発明に係る表示システムにおいて、前記制御装置が、前記第1光センサでの測定結果に応じて前記第2発光素子から発する第1特殊光の照射を制御するとともに、前記第1発光素子から発する前記表示光の出力を前記第2発光素子から発する第1特殊光に応じて調整する、構成を有している。

[0032] この構成により、第1特殊光に応じて第2発光素子から発する光の出力を制御するので、例えば時間単位や1日単位等で設定しなくても、使用環境に応じた光を出力させることができる。

[0033] （10）本発明に係る表示システムにおいて、前記第2発光素子から照射された第1特殊光の照射時刻、照射期間及び放射照度のうち少なくとも1以上の制御項目に関する照射データを取得し、当該取得した照射データを、使用者の所定の活動に利用可能に第1記憶手段に記憶する管理手段をさらに備える、構成を有している。

[0034] この構成により、使用者への照射履歴を管理することができるので、照射履歴と例えば視力検査結果や生活リズム管理等の使用者の所定の活動に関連づけること、及び、その結果、使用者の活動に関する利便性を向上させることができる。

[0035] （11）本発明に係る表示システムにおいて、前記管理手段が、使用者の眼の位置で測定された第1特殊光の測定結果を示す測定データを取得し、前記取得した照射データと前記測定データとを時刻に対応付けて前記第1記憶手段に記憶し、前記記憶されている照射データ及び測定データを外部装置に

供給する、構成を有している。

[0036] この構成により、第2発光素子から発した第1特殊光のデータを使用環境に応じて管理することができる。

[0037] (12) 本発明に係る表示システムにおいて、前記制御装置が、少なくとも過去の所定期間内における使用者の所与の活動を示すデータをパーソナルデータとして取得し、当該取得したパーソナルデータに基づき、前記第2発光素子からの第1特殊光の照射を制御する、構成を有している。

[0038] この構成により、例えば、使用者が過去24時間において浴びた太陽光のエネルギー量における不足分を演算し、当該不足分を使用者に補わせることができるとともに、必要なエネルギー量に応じて正確に第2発光素子を発光させることができる。

[0039] (13) 本発明に係る表示システムにおいて、前記パーソナルデータを記録した第2記録手段をさらに有し、前記制御装置が、前記第2記録手段から前記パーソナルデータを取得する、構成を有している。

[0040] この構成により、予め記録されたパーソナルデータを用いて各種の処理を実行できるので、処理を高速化できる。

[0041] (14) 本発明に係る表示システムにおいて、前記制御装置が、日中の時間帯における天候を示す天候情報を取得し、前記取得したパーソナルデータに基づき、使用者が過去の所定期間の日中の時間帯に使用者が屋外に所在した期間を屋外所在期間として特定し、当該特定した屋外所在期間と前記取得した天候情報とに基づき、前記第2発光素子からの第1特殊光の照射を制御する、構成を有している。

[0042] この構成により、使用者の所在地域における天候に応じて、第1特殊光の出力を制御できるので、たとえ、天候によって地表に到達する太陽光の照度に変化したとしても、使用者の眼に、必要なエネルギー量の第1特殊光を確実に、かつ、高精度に照射することができる。

[0043] (15) 本発明に係る表示システムにおいて、前記制御装置が、前記第1特殊光が屋外において観測される分光放射照度の平均値を天候毎に予め取得

し、当該取得した平均値と、前記特定した屋外所在期間と、前記取得した天候情報と、に基づき、日中に使用者の眼に照射された前記第1特殊光のエネルギー量を算出し、当該算出されたエネルギー量と、予め取得した理想的な照射エネルギー量と、に基づき、前記第2発光素子から照射する前記第1特殊光の照度及び照射期間を決定し、当該決定した照度及び照射期間に基づいて前記第2発光素子から第1特殊光を照射させる、構成を有している。

[0044] この構成により、使用者が屋外活動において浴びた太陽光に含まれる第1特殊光のエネルギー量を高精度に特定しつつ、不足分を第2発光素子により使用者の眼に照射することができる。

[0045] (16) 本発明に係る表示システムにおいて、前記第2発光素子から発する光の放射照度が 10 W/m^2 以下である、構成を有している。

[0046] この構成により、近視の発症を遅らせる又は近視の進行を抑制することができる。

[0047] (17) 本発明に係る表示システムにおいて、 $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の波長範囲内の第2特殊光を使用者に向けて照射する第3発光素子をさらに備え、前記第3発光素子からの前記第2特殊光の照射を制御する、構成を有している。

[0048] この構成により、所定の波長範囲内の第2特殊光を環境に応じて照射することができるので、特にサーカディアンリズムを整えて使用者の身体や心の調節、調整、予防、治療等に効果を発揮させることができる。

[0049] (18) 本発明に係る表示システムにおいて、前記第3発光素子が、前記第1発光素子に含まれる、構成を有している。

[0050] この構成により、第3発光素子を画像表示に使用しつつ、制御された放射照度で使用者に照射することができる。なお、前項のように、独立した発光素子として設けられていてもよい。

[0051] (19) 本発明に係る表示システムにおいて、前記第3発光素子から発する第2特殊光の放射照度が 1 W/m^2 以下である、構成を有している。

[0052] この構成により、サーカディアンリズムを整えることができる。

- [0053] (20) 本発明に係る表示システムにおいて、 $435\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ の範囲内の光及び $505\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ の範囲内の光の一方又は両方を少なくとも制限する、構成を有している。
- [0054] この構成により、網膜の感受性が高い 430 nm 前後や 505 nm 前後の光を制御装置によって制限することができる。
- [0055] (21) 本発明に係る電子機器は、上記の各構成を備えたスマートフォン、ゲーム機、パーソナルコンピュータ、液晶テレビ、スマートグラス及びその他の表示システムを備えている。
- [0056] この構成により、各種の電子機器によって、現代の生活スタイルでは欠落している上記特定波長の光を使用者の眼に向けて照射することができるので、眼が受ける光によって良い影響、例えば近視の発症や近視の進行を抑制することを促すことができる。
- [0057] (22) 本発明に係る照明システムは、 360 nm 以上 400 nm 以下の波長範囲内の第1特殊光を照射する発光素子及び当該発光素子の周囲を覆う蛍光素材により構成された光源と、前記光源を制御する制御装置と、を備え、前記制御装置が、使用者の所与の活動のデータを示すパーソナルデータを取得し、当該取得したパーソナルデータに基づき、前記発光素子からの第1特殊光の照射を制御する、構成を有している。
- [0058] この構成により、例えば、照明機器等の器具により現代の生活スタイルでは欠落している上記特定波長の光を使用者の眼に向けて照射することができるので、眼が受ける光によって良い影響、例えば近視の発症や近視の進行を抑制することを促すことができる。
- [0059] また、本発明は、第1発光素子から発する表示光のうち該当する特定の波長の光を意図的に抑え込んで使用者の眼に向けて照射することもできる使用環境によっては第1発光素子から発する光を制御して眼が受ける光によって生じうる悪影響を抑制することができる。
- [0060] 以下、本発明の実施形態について説明する。なお、以下に説明する実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものでは

ない。また以下の実施形態で説明される構成の全てが、本発明の必須構成要件であるとは限らない。

[0061] [1] 第1実施形態

[1.1] 概要及び原理：

図1～図6を用いて本願の表示装置の第1実施形態について説明する。

[0062] 図1は、スマートフォンの表示画面内に第1発光素子とともに第2発光素子を設けた一例であり、図2は、スマートフォンのフレームに設けた第2発光素子の一例である。図3は、スマートフォンのフレームに第2発光素子を付属品として取り付けただけの一例であり、図4は、パーソナルコンピュータのフレームに第2発光素子を付属品として取り付けただけの一例である。図5は、第1発光素子と第2発光素子とを一体化した態様の一例であり、図6は、第1発光素子と第2発光素子とを一体化した態様の他の一例である。

[0063] 本実施形態の表示装置1は、例えば、図1～図6に示すように、画像表示に使用される光を発する第1発光素子6を有する表示装置1である。特に、表示装置1は、画像表示に使用される光を発する第1発光素子6と、360nm以上400nm以下の波長範囲内の光7を使用者50に向けて照射する第2発光素子3と、その第2発光素子3からの光7の照射を制御する制御装置10とを備えている。

[0064] 表示装置1は、一般的な画像表示に使用される光を発する第1発光素子6とともに、上記波長範囲内の光7を使用者50に向けて照射する第2発光素子3と、その第2発光素子3からの光7の照射を制御する制御装置10とを備えるので、上記波長範囲内の光7を使用者50に照射することができる。

[0065] 現代社会においては、スマートフォン等の情報通信端末装置の劇的な普及により生活環境や仕事環境が変わってきている。我々は、日常生活の多くの時間を、スマートフォン、ゲーム機、パーソナルコンピュータ、テレビ等の表示装置に顔を向けて視聴したり仕事をしたりして生活している。これらの情報通信端末装置や表示装置は、子供から老人まで幅広い年代で長時間使用するようになってきており、今までは生じなかった種々の問題が生じるおそ

れがある。例えば、眼は、網膜にある視細胞の一種である錐体細胞によって色を検知し、その時間的な変化により物の動き等を認識する。

[0066] 本実施形態の表示装置 1 は、特定の波長の光を使用者の眼に向けて照射することによって、眼が受ける光によって良い影響、例えば近視の発症や近視の進行を抑制することを促すことができる。特に、スマートフォン等の劇的な普及により生活環境や仕事環境が変化した現代社会で起こる可能性のある問題、例えば近視の発症や近視の進行等の問題の解決に有効である。さらに、使用者 50 の身体や心の調節、調整、予防、治療等に効果を発揮させることができる。

[0067] 例えば、主に室内で長時間にわたってスマートフォン等を使用する現代の生活実態を考慮し、必要なときに 360 nm 以上 400 nm 以下の光（バイオレットライト又は VL と略す。）7 を眼 51 に向けて照射することにより、近視の発症や近視の進行を抑制することができる。こうした VL 7 は、太陽光に含まれているが、UV プロテクションや UV カット機能を有する多種の製品に囲まれて過ごしている現代人は VL 7 が欠乏した状態といえる。そして、近年の子供は屋外で遊ぶ時間も年々短くなってきている。したがって、生活する光環境に応じて VL 7 を眼 51 に向けて照射することにより、近視の発症や近視の進行を抑制することができる。

[0068] 眼 51 は、色を知覚するだけでなく、非視覚的作業も行う。例えば、メラノプシン含有網膜神経節細胞（mRGC: melanopsin containing retinal ganglion cell）は、460 nm $\pm$ 20 nm の範囲内の波長の光でもっとも強く作用し、サーカディアンリズムに影響を与えることが知られている。

[0069] さらに、例えば、太陽光に含まれる特定の光は人の体内時計を整えるが、そうした特定波長の光がスマートフォン等の発光素子から無制限に発光されると、室内でも夜でも受け続けることになる。そのため、体内時計が狂って人の身体や心に大きく影響するおそれがある。したがって、日中太陽が出ているべき時間に 460 nm $\pm$ 20 nm の範囲内のような 460 nm を含む光

（ブルーライト又はＢＬと略す。）を眼に照射することができれば、サーカディアンリズムを乱さずに整えることが可能になる。

[0070] 本実施形態の表示装置１は、使用者５０の身体や心の調節、調整、予防、治療等に効果を発揮させることができる特定の波長のＶＬ７を使用者５０の眼５１に向けて照射することができるようになっている。なお、「サーカディアンリズム」（概日リズム、体内時計ともいう。）とは、約２４時間周期で変動する生理現象であり、主に日中外にいてＢＬが眼に入ることにより、サーカディアンリズムが安定し、食欲、眠気、睡眠等が安定し、ストレスも解消し、体調が維持されるというものである。

[0071] [１．２] 構成：

次に、図９～図１３を用いて本実施形態の表示装置の構成について説明する。なお、図９は、蛍光灯で照射された室内環境で測定された太陽光のスペクトルの一例であり、図１０は、昼の屋外環境で測定された光のスペクトルの一例である。図１１は、スマートフォンから発する光のスペクトルの一例であり、図１２Ａ及びＢは、本実施形態の表示装置から発する光のスペクトルの一例である。図１３は、本実施形態の第１発光素子と第２発光素子とを一体化した発光素子から発光した光のスペクトルの一例である。

[0072] <表示装置>

本実施形態の表示装置１は、画像を表示する表示画面２を備えた装置であれば特に限定されない。例えば、表示装置１には、例えば、スマートフォン、ゲーム機、パーソナルコンピュータ、液晶テレビ及びその他の表示装置（例えば各種用途に使用されるディスプレイ、モニタ等）が含まれる。

[0073] 近年におけるゲーム機やスマートフォン等の携帯端末装置やパーソナルコンピュータの著しい普及により、本実施形態のこれら機器（すなわち、表示装置１）から発する光は、長時間眼に照射される。特に、本実施形態の表示装置１は、生活実態や使用状態に応じて発光波長を制御することができるので、現代の生活スタイルでは欠落している上記特定波長の光を使用者の眼に向けて照射することができるようになっている。

[0074] <第1発光素子>

第1発光素子6は、画像表示に使用される光を発する発光素子である。この第1発光素子は、スマートフォン等の表示画面2に画像を表示するための発光素子として公知であり、それら公知の発光素子であれば特に限定されない。基本的には、第1発光素子6は、R（赤）、G（緑）及びB（青）の色の三原色の各色のカラーフィルター、液晶、配向膜、及び、電極等の各構成要素を有し、全体として色の三原色を発光する構造からなる素子である。

[0075] なお、本実施形態の表示装置1は、このような第1発光素子6において、各色の発色を任意に制御して様々な色を表示すること、及び、画像や動画を表示することが可能な構成を有している。

[0076] また、表示装置1は、所定の画素制御によって太陽光に近い擬似的な白色光を作り出すことも可能な構成を有している。ただし、第1発光素子6が発光する光は、360nm以上400nm以下の範囲内のVL7をほとんど含まない。

[0077] <第2発光素子>

第2発光素子3は、360nm以上400nm以下の波長範囲内の光（VL）7を使用者50に向けて照射する発光素子である。このVLは、図10に例示する太陽光の分光放射照度によれば、例えば東京の晴天時の12時の測定データでは南向き水平方向で6.8W/m²程度で含まれており、日中屋外にいる場合はVLが眼から入る。

[0078] 一方、図9に例示するように、白熱球やハロゲンランプ等が設置されている場合を除き室内にはVLを出す照明器具は基本的には存在しない。また、近年では特に屋内での生活時間が長く、VLが圧倒的に不足している。本願の表示装置1は、不足するVLを使用者50に向けて照射することが可能な構成を有している。したがって、本実施形態の表示装置1は、近視の発症と近視の進行を抑制することができるようになっている。なお、非特許文献6には、週14時間以上の屋外活動は近視の発症の確率を大きく下げると記載されているが、それに有効な波長成分は特定されていない。

[0079] この点を鑑みると、眼球の表面での値において、 360 nm 以上 400 nm 以下の範囲内のVLの積分値で 3.1 W/m^2 の放射照度を想定し、そのVLを1日2時間浴びるとすると、1日あたりに眼が受ける光のドーズ量は $23,320\text{ J/m}^2$ と計算される。VLを屋外で受ける時間が長ければ、VLの放射照度は 0.5 W/m^2 未満でもよいことになるが、ここでは、1日約2時間受光する場合における放射照度として規定している。

[0080] 光の放射照度については、太陽光の分光放射照度を測定し、その太陽光の放射照度を基準として算定した場合、例えば、太陽光の 360 nm 以上 400 nm 以下のVLの強さ（放射照度）は、国際標準規格データ（AM1.5）を基にした計算によれば 28.0 W/m^2 である。ただし、この値は、照度計の検出プローブを太陽に向けた状態にて測定した場合の測定値を示す。実測値としては、例えば2015年6月7日の正午（午前12時）における太陽光の 360 nm 以上 400 nm 以下のVLの強さ（放射照度）は北向き水平方向で 1.4 W/m^2 であった。特に、ドーズ量（エネルギー量）（ J/m^2 ）は、放射照度（ W/m^2 ）×時間（秒）で表される。

[0081] （VLの放射照度）

VLの放射照度は、スマートフォン等の使用環境で異なり、例えばスマートフォン等を日中に屋外で使用している場合は、晴天でも曇りでも、太陽光から 1.4 （北向き水平）～ 6.8 （南向き水平） W/m^2 程度の十分なVLが環境に存在するので、スマートフォン等からのVLの照射は不要であると考えられる。特に、この測定値は、晴れた日の一時的な値であることから、雲により太陽光が遮られている場合には、VLの測定値は「0」近傍まで低下する。このため、このような場合には、必要に応じてスマートフォンからVLを照射することが望ましい。

[0082] この場合には、例えば、後述するセンサにより使用者の周囲又は眼の近傍におけるVLの放射照度を測定し、必要に応じて、使用者に画像、文字列又は音声により周囲のVL値が低い旨を報知し、使用者が所定の入力操作を行った場合に第2発光素子3を発光させて、使用者の眼にVLを照射するよう

にすることが望ましい。

[0083] スマートフォン等を日中にオフィスや家等の室内で使用している場合は、室内には十分なVLが存在しないので、スマートフォン等からVLを照射することが望ましい。このときに照射するVLの放射照度は、使用環境のVLの照度に応じて制御されていることが好ましい。例えば、屋内では照明機器からのVLの放射は、基本的に無いので、スマートフォン等からは例えば太陽光に近い 3.1 W/m^2 程度のVLを照射可能であることが好ましい。

[0084] 第2発光素子3は、 360 nm 以上 400 nm 以下の範囲内の光(VL)を含む光を発光するが、その範囲内の波長の光を主に発光するものであればよい。なお、「主に」とは、例えば 360 nm 以上 400 nm 以下の波長の範囲内に、例えば太陽光に近い 3.1 W/m^2 程度の放射照度があればよく、その範囲内全てが上記範囲の放射照度を持っていなくてもよいし、その全てで上記範囲の放射照度を持っていてもよい。

[0085] また、 $360\text{ nm}\sim 400\text{ nm}$ の全範囲内の波長で発光する光であってもよいし、例えば図12(A)に示すように $360\text{ nm}\sim 400\text{ nm}$ の範囲内の光を含み且つスペクトルの裾部分を含めると例えば $350\text{ nm}\sim 410\text{ nm}$ の範囲内の光を発光するものであってもよいし、 $360\text{ nm}\sim 400\text{ nm}$ の範囲内の光のうち例えば $370\text{ nm}\sim 390\text{ nm}$ の範囲内の光しか発光しないものであってもよい。

[0086] すなわち、「主に」 360 nm 以上 400 nm 以下の波長の範囲内の光を発するものであればよい。具体的な素子には、例えば、砲弾型のLED（例えば日亜化学株式会社製のLED、ピーク波長： 375 nm 、例えば日亜化学工業株式会社製のNSPU510CS）や、特定波長を発光するレーザーダイオードが含まれる。ただし、これらの素子には限定されない。なお、スペクトルデータは種々の装置や方法で測定できる。ただし、本願では、StellarNet社製のファイバーマルチチャンネル分光器「Blue Wave」を用いて測定したものを用いる。

[0087] <第3発光素子>

第3発光素子は、表示装置1に必要な応じて設けられ、 $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の範囲内のブルーライト（以下、「BL」と略す。）を発する発光素子である。BLは、サーカディアンリズムを乱さないように作用する青色光である。一般的にブルーライトというときは、ブルーライト研究会等の定義によれば、 $380\text{ nm} \sim 500\text{ nm}$ の範囲と言われている。

[0088] その波長範囲内の太陽光の分光放射照度によれば、 $380\text{ nm} \sim 500\text{ nm}$ の範囲内のブルーライトは、例えば、2015年6月7日の正午（午前12時）における太陽光測定においては、図10に示すように、東京の晴天時の12時には北向き水平で 8.7 W/m^2 程度で含まれている。したがって、 $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の範囲内のBLは、日中外にいる場合は太陽光から眼から入り、サーカディアンリズムを整えることができる。

[0089] 一方、室内で仕事等をしている場合でも、図9に示すように、蛍光灯等の照明機器からBLは発光され、例えばオフィス内の天井に設置された白色蛍光灯での分光放射照度によれば、 0.1 W/m^2 程度（上記同様、ブルーライト研究会等が定義するブルーライトの波長域である $380\text{ nm} \sim 500\text{ nm}$ での値）で含まれている。しかしながら、太陽光から眼に入るBLと、蛍光灯から眼に入るBLとの差は大きく、本発明に係る表示装置1は、その差を埋めるためのBLを眼に向けて照射することができるというものである。

[0090] BLは、ブルーライト研究会等が定義する $380\text{ nm} \sim 500\text{ nm}$ のブルーライトである必要はなく、本願では、サーカディアンリズムを整える $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の範囲内の光を少なくとも発光するものであればよい。その結果、 $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の範囲内のBLにより、サーカディアンリズムを整えることができるとともに、食欲、眠気、睡眠等が安定し、ストレスも解消し、体調を維持することができる。

[0091] 太陽光は、図10に例示するように広範囲の波長の光を含む。したがって、近視の発症と近視の進行を抑制するためだけを目的として、太陽光と同様の光を昼夜関係なく、かつ、その放射照度や照射時間に注意を払うことなく、眼球に照射することは、太陽光に含まれるサーカディアンリズムを乱す波

長の光や、網膜にダメージを与える光をも受けることになる。このため、太陽光と同様の光を昼夜関係なく、かつ、その放射照度や照射時間に注意を払うことなく、眼球に照射することは、できるだけ避けたい。

[0092] また、屋外に比べて室内では、図9に示すように、 360 nm 以上 400 nm 以下の範囲内のVLは基本的には存在しない。

[0093] 第3発光素子は、サーカディアンリズムを乱さないように作用する $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の範囲内のBLを照射するものである。主に屋内で長時間にわたってスマートフォン等を使用する場合に、日中不足する $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の範囲内の光を眼球に向けて照射すれば、サーカディアンリズムが乱れないように整えることができる。

[0094] 実際に液晶ディスプレイに測定プローブを接させて測定した場合でも、ブルーライト研究会等が定義するブルーライトの波長域である $380\text{ nm} \sim 500\text{ nm}$ での値では、図11に示すように、スマートフォンからはブルーライトが 1 W/m^2 程度しか出ていない。ただし、この値は、表示画面からの距離が略「0」の場合における測定値である。

[0095] 日常生活では、光環境が良い場合もあるし悪い場合もあるが、日中の光環境に応じて 460 nm 以上 $\pm 20\text{ nm}$ の範囲内の光を眼に照射可能に制御すれば、サーカディアンリズムが整って眼や体に良い影響を与えることができる。

[0096] なお、第3発光素子においても、 $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の範囲内のBLを主に照射するが、この「主に」とは、例えば $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の波長の範囲内に、例えば太陽光に近い 8.7 W/m^2 程度又はそれ以下の放射照度があればよく、その範囲内全てが上記範囲内の放射照度を持っていなくてもよいし、その全てで上記範囲内の放射照度を持っていてもよい。

[0097] また、 $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の全範囲内の波長で発光する光であってもよいし、例えば図12(B)に示すように $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の範囲内の光を含み且つスペクトルの裾部分を含めると例えば $420\text{ nm} \sim 540\text{ nm}$ 程度の範囲内の光を発光するものであってもよいし、 $440\text{ nm} \sim 480\text{ nm}$

の範囲内の光のうち例えば465nm～475nmの狭い範囲内の光しか発光しないものであってもよい。

[0098] すなわち、「主に」440nm以上480nm以下の波長の範囲内の光を発するものであればよい。具体的な素子には、LED（例えば日亜化学株式会社製のLED、ピーク波長：468nm、例えば日亜化学工業株式会社製のNSCB455AT）や、特定波長を発光するレーザーダイオードが含まれる。ただし、これらの素子に限定されない。

[0099] 上記した「460nm±20nm以下の波長の範囲内での1W/m²程度の放射照度」は、太陽光における380nm～500nmの範囲内の北向きの値が約8.7W/m²であり、460nm以上480nm以下の波長の範囲内では約1W/m²程度であることに基づいている。

[0100] （BLの放射照度）

BLの放射照度は、スマートフォン等の使用環境で異なる。例えばスマートフォン等を日中に屋外で使用している場合は、図10に示すように、晴天でも曇りでも8.7（北向き水平）～43.2（南向き水平）W/m²程度の十分なBLが使用環境に存在する。そのため、スマートフォン等からのBLの照射は不要とすることができる。

[0101] 一方、スマートフォン等を日中、オフィスや家等の室内で使用している場合は、室内には十分なBLが存在しない。そのため、スマートフォン等からBLを照射することが望ましい。このときに照射するBLの放射照度は、使用環境のBLの照度に応じて制御されていることが好ましい。例えば、オフィス内の照明機器（蛍光灯）からのBLの放射照度は小さく、例えば0.1W/m²程度でしか照射されない。

[0102] 特に、通常のスマートフォンの表示画面2から0から30cmの距離Lだけ離れたときの測定値（ブルーライト研究会等が定義するブルーライトの波長域である380～500nmでの値）で、0.05～1W/m²程度のBLしか照射されていない。したがって、スマートフォンからは、いずれの使用環境でも使用できるように、太陽光に合わせ、10W/m²程度までのBLを

照射可能であることが好ましい。

[0103] 第3発光素子は、 $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の範囲内のB Lを含む光を発光するものであればよく、好ましくはその波長域を主に発光するものであればよい。ここで、「主に」とは、例えば $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の範囲内のB Lの場合は、 $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の範囲内の太陽光に合わせ、 1 W/m^2 程度の放射照度があればよい。その範囲内全てが上記範囲内の放射照度を持っていてもよいし、その全てで上記範囲内の放射照度を持っていてもよい。

[0104] 具体的な素子としては、前記波長領域内にピークを有するLEDや、前記波長領域内の特定波長を発光するレーザーダイオードが含まれる。ただし、これらの素子に限定されない。

[0105] <発光素子の設置形態>

第1発光素子は、通常、ディスプレイの画素内に設けられており、通常、RGBのカラーフィルター、液晶、配向膜、及び、電極等を構成要素として有し、全体として色の三原色を発光する素子構造を有している。

[0106] 一方、第2発光素子、又は、第2発光素子及び第3発光素子は、図1～図4に示すように、各種の形態で設置することができる。なお、本願において、「第2発光素子等」というときは、第2発光素子の他、第3発光素子を含んでもよい意味で用い、「第2発光素子」というときは、第2発光素子だけの意味で用いるものとする。

[0107] 図1の例は、スマートフォン等の表示画面内のRGB三原色を発する第1発光素子にさらにV Lを発光する第2発光素子を加えたものである。この場合、V L発光素子は、必要十分な光量を発光可能に設けることが望ましい。また、B Lは、B（青）の発光素子である程度発光することが可能であるが、通常のスマートフォンの場合のように放射照度が低い場合には、図3に示す付属品からなる第2発光素子と同様、第3発光素子の付属品等を別途設けることが望ましい。こうした第3発光素子を設けることにより、スマートフォンの液晶ディスプレイからのB Lの光量を補うことが望ましい。

[0108] 図2の例は、スマートフォン等の本体フレームに第2発光素子等を設けた

ものであり、図3の例は、スマートフォン等の本体フレームに付属品として第2発光素子等を取り付けたものである。

[0109] 図4の例は、パーソナルコンピュータのディスプレイ本体のフレームに付属品として第2発光素子等を取り付けたものである。なお、設置形態はこれらに限定されず、同じ機能を奏するものであればその設置形態は限定されない。

[0110] 第2発光素子等は、第1発光素子と一体化された1つの発光素子であってもよいし、第1発光素子とは別個に設けられた2つ以上の発光素子であってもよい。

[0111] 図1に示す設置形態では、画素としては別個であるが、RGB三原色を発する第1発光素子に第2発光素子であるVL発光素子を一体化している。

[0112] 図2に示す設置形態では、VLを発光するLEDやレーザーダイオードを別部品としてスマートフォン等の本体フレームに設けている。

[0113] 図3及び図4に示す設置形態では、VLを発光するLEDやレーザーダイオードを付属品としてスマートフォン等のフレーム等に取り付けている。なお、付属品の形態例としては、レーザーポインターのような形態を挙げることができる。

[0114] 図5及び図6は、第1発光素子と第2発光素子等とを一体化した態様の例である。図5に示す発光素子は、360nm以上400nm以下の範囲内の波長の励起光が、RGBを発する蛍光体を光らせ、全体として白色に発光する発光素子を有している。

[0115] この発光素子は、360nm以上400nm以下の範囲内の波長の励起光を発光する励起光発光部(LED)と、その励起光発光部を覆うように設けられたR(赤)、G(緑)及びB(青)の各蛍光体とで構成された例である。

[0116] 360nm以上400nm以下の範囲内の波長の光(励起光)の一部は図示するように蛍光体を透過する。こうした発光素子は、素子全体としては白色に見える。すなわち、その構成波長要素から第1発光素子と第2発光素子

等とを一体化させたものとして取り扱うことが可能である。

[0117] 図13は、図5に示す一体化した発光素子から発光した光のスペクトルの一例である。360nm以上400nm以下の範囲内の波長の励起光が発光しているのがわかる。また、400nm以上の光は、励起されたRGB蛍光体から発光した光のスペクトルである。

[0118] 図6に示す発光素子は、360nm以上400nm以下の範囲内の波長の光を発光する第2発光素子と、RGB三原色を発光する第1発光素子とを備えている。この発光素子は、360nm以上400nm以下の範囲内の波長の光を発光する発光部と、R（赤）、G（緑）及びB（青）の各発光部（LED）とで構成された例である。こうした発光素子も、第1発光素子と第2発光素子等とを一体化させた発光素子として利用可能である。

[0119] （照射態様）

VLは眼球に向けて照射されることが好ましく、BLも眼球に向けて照射されることが好ましい。なお、本願において、「VL等」というときは、VLの他に、BLを含んでもよい意味で用い、「VL」というときは、VLだけの意味で用いるものとする。眼球に向けるためには、第2発光素子等が眼球に向けて設けられていることが好ましい。

[0120] スマートフォン等の表示装置で表示される画像や動画を視聴する場合は、表示画面2の中心のおよそ法線方向に眼51がある場合が多いので、前記した設置形態で設けられた第2発光素子等は、その方向にVL等が照射されるように設けられていることが望ましい。

[0121] 図7に示すように、スマートフォン等の表示画面2から眼51までの距離Lは、（1）例えばスマートフォンの場合には100mm～500mm程度であり、（2）例えばパーソナルコンピュータの場合には300mm～700mm程度であり、（3）例えばテレビの場合はその大きさに応じて800mm～5000mm程度であり、その距離Lを考慮してVL等の照射方向ならびに放射照度を設計することが好ましい。なお、表示画面2から眼51までの距離Lを自動計測して、発光素子からのVL等の照射方向を自動調整す

ることも可能である。

[0122] 具体的には、例えばスマートフォンやパーソナルコンピュータに装着され又は装着したカメラやイメージセンサによって、眼までの距離 L と位置を自動計測し、その計測結果に基づいて、発光素子の照射向きと光の強さを自動調整することも可能である。

[0123] 表示画面2から眼51までの距離 L の計測には、例えば、CMOSセンサ、CCDセンサ、赤外線センサ等の測定装置を適用することが可能である。

[0124] 眼までの距離 L によって、眼に入るVL等の放射照度やドーズ量（光エネルギー量ともいう。）が違ってくるので、その距離 L を測定することにより、所望の値に設定した放射照度を眼に照射することが可能である。特に、距離 L が所定の閾値（例えば20cm）以下である場合に「画面が近すぎるので離して使用して下さい」等の警告を画像、文字列、音声等により発する構成としてもよい。

[0125] また、眼が画面に向いているか否か、また瞬きの回数やそれにかかる時間を自動判断や自動測定することも可能であり、そうすることにより、眼に到達しているVL等の放射照度を正確に累積することが可能である。

[0126] 実際に眼に光が照射された時間を測定することにより、予めドーズ量を設定しておけば、設定したドーズ量に達したときに照射を終了することが可能である。

[0127] このように、使用者の眼との距離 L 及び／又は眼の向き等を測定する測定装置（センサともいう。）を備えることにより、距離 L や向きに応じて放射照度を補正することが好ましい。その結果、より使用実態に即した状態で不足する光を必要等ズ量照射することができるようになっている。

[0128] <使用環境に応じた照射制御>

（使用環境）

VL等の照射は、第2発光素子等が使用環境に応じて制御されて行われる。使用環境とは、スマートフォン等を使用する環境のことであり、例えば屋外であるか、屋内であるか、オフィスや学校であるか、家であるか、屋外の

場合の天気は晴れか曇りか雨か、昼か夜か、屋内の場合はリビングか書斎・勉強部屋か、等である。

- [0129] これらの使用環境によって、その環境下で既に存在しているV L等の過不足を予想して又は実測して、不足分のV L等を照射することが好ましい。インターネットにスマートフォン等の機器が接続されている場合、インターネットからその場所における環境（気候）の情報を入手し、それをログとしてメモリ（図示せず）等の記憶手段に記憶するとともに、照射条件に反映させることもできる。
- [0130] また、センサにより使用者の周囲における太陽光や照明光の照度を使用者の眼の位置にて測定し、当該測定結果に応じて表示画面に画像を表示させる際の表示光の照度を調整できるようにすることが望ましい。
- [0131] 使用環境の測定には、種々のセンサ8等を用いることができる。例えば、GPSによって位置情報を特定でき、明らかに屋外である場合や明らかに屋内である場合等を特定できる。また、光センサにより放射照度を測定でき、インターネットからの情報等とも合わせ、屋外であるか屋内であるか、晴れであるか曇りや雨であるか、それらの照度がどの程度であるか等を特定することができる。
- [0132] なお、こうしたセンサ8は、スマートフォン等の本体フレームに一体化して設けてもよいし、別部品の付属品として本体フレームに取り付けてもよい。
- [0133] また、こうしたセンサを設けることにより、使用環境を把握することができ、所望の照度と時間でV L等を照射することができる。このときの時間については、照射し続ける時間や、どのタイミングで照射するか、そして蓄積した照射時間はどれくらいかを挙げることができる。
- [0134] 使用環境を把握することにより、使用環境で不足する光を所定の放射照度で照射することができる。例えば、日中において $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の範囲内のB Lが不足する使用環境である場合には、その波長のB Lを所定の放射照度で照射することにより、サーカディアンリズムの乱れを抑制すること

ができる。特に、室内でのデスク作業はその波長域のBLが少なくなるので、その不足分を補うことができる。

[0135] (センサ)

センサ8は、必要に応じて設けられていることが望ましい。センサ8としては、可視光を照度（ルクス）として検知する照度センサや、特定の波長（例えば紫色光や青色光）の放射照度を検知する特定波長検知光センサ等を好ましく挙げることができる。

[0136] 照度センサだけでもよいし、特定波長検知センサだけでもよいが、両方のセンサを備えていることが好ましい。

[0137] 照度センサだけの場合は明暗の判別しかできず、屋外（日中）にいるのか明るい屋内にいるのかの区別がつかない。しかしながら、照度センサと例えば紫色光センサとを組み合わせることにより、屋内には通常380nm付近の光は存在していないので屋外にいるか屋内にいるかを容易に区別することができるようになっている。

[0138] センサ8は、使用環境を正確に把握することができるので、使用環境に合わせて、発するVL等と、その照度を自動的に制御することができる。なお、その制御は、スマートフォン等に内蔵させたアプリケーションプログラムを用いて制御装置10によって制御することが可能な構成を有している。

[0139] また、視線の向きや顔の向き、そして瞬きをしているか等は、スマートフォン等に付いているカメラ（例えば使用者方向に向いているイメージセンサーカメラ）を利用して検知する。例えば、顔が下を向いていたり、発する光の光路から大きくずれていたりするような場合は、センサ8は、制御装置10と連動して光のエネルギー消費を節約するために、光を発しないように制御する構成を有している。

[0140] また、光を眼の奥まで（網膜まで）届ける必要がある場合は、視線がスマホに向いている場合にだけ光が出るように構成することも可能である。

[0141] さらに、カメラにより使用者の顔以外の部位も撮像し、使用者の画像を所定のパターンとマッチングして、使用者の姿勢を検出し、使用者が猫背等に

なっていると判定した場合に、「姿勢が悪いので姿勢を正して下さい」等の内容を画像、文字列、音声等により、使用者に警告するように構成することも可能である。

[0142] (照射管理)

制御装置10は、第2発光素子から照度されたVLのデータを取得して管理するアプリケーションプログラムによって実行することが好ましい。また、制御装置10は、当該アプリケーションプログラムを用いて、さらに第3発光素子から照射されたBLのデータを取得して管理する機能を有していてもよい。

[0143] このように、制御装置10は、上記のアプリケーションプログラムを用いることによって、光環境のデータを取得して、使用者への照射履歴を管理すること可能な構成を有している。

[0144] また、制御装置10は、インターネットにスマートフォン等の機器が接続されている場合、インターネットからその場所における光環境のデータを取得し、使用者への照射履歴をログとしてメモリ（図示せず）等の記憶手段に記憶するとともに、照射条件に反映させることもできる。

[0145] こうした結果、照射履歴と例えば生活リズム管理や視力検査結果とを関連づけて評価することが可能である。

[0146] さらに、制御装置10は、アプリケーションプログラムによって、使用環境の測定結果を取得して管理することが好ましい。その結果、VL等のデータを使用環境に応じて関連づけて評価することが可能である。

[0147] 応用として、表示装置に設けたセンサにより、眼球表面の温度や濡れ具合や瞬きの頻度等を検知することも可能であり、画像解析によって、ドライアイの程度を計測することができ、且つドライアイ軽減に効果のある赤から赤外光を眼に照射することが可能な構成であってもよい。

[0148] また、取得した種々のデータを、インターネットを介してサーバに集め、多数の使用者のデータを統計的に処理・分析する構成も有していてもよい。こうした分析によって、多数のデータを入手し、臨床研究に用いることがで

きる。

[0149] また、図8に示すように、表示装置1は、様々なセンサ8を設けることにより、さらにGPS情報とリンクさせることにより、そのセンサ8での測定データから、状況を時間軸でモニタリングすること、及び、そのモニタリング情報を記憶することが可能な構成を有している。

[0150] こうしたモニタリング情報を、クラウドを通じてデータベースと比較分析することにより、「あなたの眼は、現在、こういう状況なので屋外活動を増やすように気をつけてください」等という表示を表示装置1に表示させ、使用者にフィードバック（アドバイス）を行うことができる。

[0151] また、このモニタリング情報を、インターネットを通じて、集計センター（第2実施形態を参照）にて情報管理すれば、そのモニタリング情報に基づいて、表示装置1を用いて、医師及び親や教師その他の保護責任者による使用者へのアドバイスも可能な構成を有している。

[0152] さらに、複数の表示装置（スマートフォン等）A～Dについて集計することができれば、近視の発症抑制や近視の進行抑制に関するデータを取得することも可能になり、世界的な近視問題対策として極めて期待できる。

[0153] <他の光>

発光素子によっては、光の波長域が広く、前記したVL等を選択的に照射できないものもある。その場合には、フィルター等を利用して、特定波長のみを選択的に照射したり、照射を抑制して上記のようにVL等を選択的に照射したりすることができる。

[0154] また、必要に応じて、435nm前後の光や505nm前後の光を制限してもよい。435nm±10nmの範囲内の光及び505nm±10nmの範囲内の光の一方又は両方を少なくとも制限する制御装置10をさらに有し、その制御により、網膜の感受性が高い430nm前後や505nm前後の光を制限することも可能である。

[0155] このように、使用環境によっては第1発光素子から発する前記のような光を制御して眼が受ける光によって生じる悪影響を抑制した方が望ましい場

合があるが、本願の表示装置によれば、第1発光素子から発する光のうち該当する特定の波長の光を意図的に抑え込んで使用者の眼に向けて照射することもできる。

[0156] また、本実施形態においては、必要に応じて、赤外光、近赤外光、遠赤外光を照射する構成にしてもよい。

[0157] [2] 第2実施形態

[2. 1] 概要構成：

図14を用いて、本発明の第2実施形態における通信システムSの概要について説明する。なお、図14は、本実施形態の通信システムSの構成を示すシステム構成図であり、図面が煩雑になることを防止するため、所定の使用者及び通信端末装置100のみを表示している。すなわち、通信システムSには、図示するよりも多くの使用者及び通信端末装置100が存在している。また、本実施形態において、第1実施形態と同一の部材については同一の符号を付してその説明を省略する。

[0158] 本実施形態の通信システムSは、通信端末装置100として、第1実施形態の表示装置1を用いるとともに、使用者に対して所定の画像を表示させて提供している際に、当該使用者の眼にVLを照射することによって、近視の発生及び進行を効果的に抑制する通信システムである。

[0159] また、通信システムSは、例えば、使用者が携行可能な各種の端末装置としての機能を有し、第1実施形態の通信端末装置100の機能を有する通信端末装置100と、ネットワークNを介して各通信端末装置100に情報を提供する提供機能、及び、第1実施形態の集計センターとしての機能を実現する情報管理サーバ装置20と、から構成される。

[0160] 本実施形態の通信端末装置100は、使用者によって携帯されるスマートフォン、タブレット型情報通信端末装置等の通信端末装置である。

[0161] また、通信端末装置100は、表示装置1に搭載された第1発光素子6としての表示画面2に各種の画像を表示させつつ、表示装置1の第2発光素子3により使用者の眼にVLを照射する構成を有している。

- [0162] そして、通信端末装置 100 は、例えば、図 1 及び図 2 に示すように、第 1 実施形態と同様に表示画面 2 を囲む本体フレーム 4 上に、図 5 に示すような構成を有する第 2 発光素子 3 が設けられている。
- [0163] さらに、通信端末装置 100 は、XML (Extensible Markup Language) 等のマークアップ言語によって記述されたデータを使用者が閲覧可能な形式にて表示するための Web ブラウザを含む各種のアプリケーションプログラムを搭載する。
- [0164] そして、通信端末装置 100 は、情報管理サーバ装置 20 及びネットワーク N に接続された図示せぬ他のサーバ装置（例えば、天候情報を配信するサーバ装置等）とデータ通信を行うとともに、ネットワーク N を介して受信したデータの表示処理等を実行する構成を有している。
- [0165] 特に、本実施形態の通信端末装置 100 は、使用者の眼に対する適切な V L 照射をするため、
- (1) 所定期間（例えば、1 日間）における使用者の行動履歴（ライフログ）を記憶しつつ、当該記憶したライフログを示すパーソナルデータを管理するパーソナルデータ管理処理、
 - (2) 記憶したパーソナルデータに基づき、過去所定期間内に使用者が太陽から浴びたエネルギー量（以下、「ドーズ済 V L エネルギー量」という。）を算出するドーズ済 V L エネルギー量算出処理、
 - (3) ドーズ済 V L エネルギー量算出処理にて特定したドーズ済 V L エネルギー量と、近視の発症及び進行を抑制するために使用者が所定期間（例えば、1 日）に浴びることを推奨される V L のドーズ量（以下、「推奨ドーズ量」という。）と、を比較し、推奨ドーズ量に対する不足分を算出する不足分ドーズ量算出処理、及び、
 - (4) 不足分ドーズ量算出処理により算出された不足分のドーズ量に基づき、V L の使用者への照射を制御する V L 照射制御処理、
- を実行する構成を有している。
- [0166] 情報管理サーバ装置 20 は、第 1 実施形態の集計センターとしての機能を

有し、使用者の眼に照射されたVLの照射履歴に対応するデータを、各通信端末装置100から収集及び管理し、医師や親、教師、擁護員、その他の保護責任者等のオペレータに各種の端末装置（図示せず）を用いて提示する機能を有している。

[0167] また、情報管理サーバ装置20は、モニタリング情報を集計して提供すること、実際の視力測定の結果とVL照射履歴をモニタリングし、VL照射量と近視の発生及び進行の関連性を調査すること等に利用することが可能な構成を有している。

[0168] なお、この場合には、例えば、眼軸長等、近視の度合いを示す客観的な指標値をオペレータに入力させ、当該指標値と、VLのモニタリング結果を他I/O付けて管理集計すれば、モニタリング結果の客観性を確保することができる。

[0169] [2. 2] 通信端末装置：

次に、図15を用いて、本実施形態の通信端末装置100の構成について説明する。なお、図15は、本実施形態の通信端末装置100の構成例を示すブロック図である。

[0170] 本実施形態の通信端末装置100は、図15に示すように、表示画面2を構成する表示部110と、ネットワークNに通信接続されるネットワーク通信部111と、I/Oインターフェース部112と、各種の情報に対応するデータが記憶される記憶部113と、図5の構成を有する第2発光素子3を駆動する第2発光素子駆動回路114と、を有している。

[0171] また、通信端末装置100は、表示画面2に対する画像の表示を制御する表示制御部115と、管理制御部116と、画像を撮像するためのカメラ部117と、タッチパネルにより構成される操作部118と、現在日時を特定するタイマ119と、を有している。

[0172] さらに、通信端末装置100は、VLの照度センサを含む各種のセンサを有するセンサ部120と、使用者の現在地の位置情報を生成する位置情報検出部122と、上記パーソナルデータ管理及びVL照射制御等の処理を実行

するアプリケーション実行部200と、を有している。

[0173] なお、上記の各部は、バスBによって相互に接続されており、各種のデータや信号の授受を行っている。

[0174] 表示部110は、液晶パネル、又は、有機ELディスプレイパネルによって構成されている。

[0175] ネットワーク通信部111は、所定のネットワークインターフェースであり、端末管理制御部180及びアプリケーション実行部200の制御の下、基地局BSを介してネットワークNに接続された情報管理サーバ装置20及び図示せぬ各種のサーバ装置と種々のデータの授受を行う。

[0176] I/Oインターフェース部112は、例えば、USB(Universal Serial bus)、無線LAN(IEEE208.11a、b、n、ac)等の入出力用インターフェースである。

[0177] 特に、I/Oインターフェース部112は、接続された外部機器(図示せず)と、バスBとの間のデータの授受を中継する。

[0178] そして、I/Oインターフェース部112は、使用者の指示に基づいて、図示せぬウェアラブル端末装置に各種の命令コマンドを送信し、当該ウェアラブル端末装置から使用者の心拍等に関するデータを取得するために用いられる。

[0179] 記憶部113は、例えば、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)やフラッシュメモリ等により構成される。

[0180] そして、記憶部113は、パーソナルデータ管理アプリケーションプログラム及びVL照射制御アプリケーションプログラムを含む各種のアプリケーションプログラムが記憶されるアプリケーション記憶部113aと、VL照射履歴データが記憶されるVL照射履歴データ記憶部113bと、パーソナルデータを記憶するパーソナルデータ記憶部113cと、ワークエリアとして用いられるRAM113dと、を有している。

[0181] 特に、VL照射履歴データ記憶部113bには、例えば、日付と、当該日

付に第2発光素子3を発光させた際の照度及び期間（すなわち、エネルギー量）を、対応付けたVL照射履歴データが記憶されている。

[0182] 表示制御部115は、表示画面2を構成する表示部110に画像を表示するための各種の制御を実行する。

[0183] 特に、表示制御部115は、サーカディアンリズムを整えるため、BLを使用者の眼に照射させる場合であって、日中の時間帯に表示画面2に画像を表示する場合には、表示処理によってBL成分の照射量を増強し、使用者の眼に適切な照射量のBLを照射させるようにしてもよい。

[0184] 管理制御部116は、主としてCPU（中央演算装置）により構成され、通信端末装置100の各部を統合制御する。

[0185] カメラ部117は、レンズ、フラッシュ、シャッター及びレンズのフォーカス、ズーム、ピントを調節するための図示しない光学システムを備え、いわゆるデジタルカメラ用のカメラ機能を有している。

[0186] 操作部118は、各種の確認ボタン、各操作指令を入力する操作ボタン、テンキー等の多数のキー及びタッチパネルにより構成され、各操作を行う際に用いられるようになっている。

[0187] タイマ119は、現在日時の特定制し、また、屋外所在期間の計時に用いられる。

[0188] センサ部120は、VLの照度センサを含む第1実施形態のセンサ8によって構成される。

[0189] 位置情報検出部122は、GPS（Global Positioning System）受信機により構成され、GPS衛星30から受信したGPS信号に基づき、使用者の位置情報を生成する。

[0190] なお、本実施形態においては、位置情報から使用者が屋内・屋外の何れに所在するのかを特定する方法はこれに限られない。例えば、位置情報検出部122は、地図表示用のアプリケーションプログラムを実行し、位置情報に対応する現在地を通信端末装置100において地図上にプロットして、使用者が、屋内と屋外の何れに所在するのかを特定してもよい。

[0191] また、位置情報検出部 122 は、ネットワーク N 上に存在する地図表示用のサーバ装置に位置情報を送信し、当該サーバ装置にて、現在地が屋内・屋外の何れであるのかを特定して、当該特定結果をサーバ装置から取得するようにしてもよい。

[0192] アプリケーション実行部 200 は、管理制御部 116 と同一又は独立した CPU により構成される。

[0193] そして、アプリケーション実行部 200 は、管理制御部 116 による制御の下、アプリケーション記憶部 113a に記憶された各種のアプリケーションプログラムを実行することによって、各機能を実現する。

[0194] 具体的には、アプリケーション実行部 200 は、パーソナルデータ管理アプリケーションプログラム及び VL 照射制御アプリケーションプログラムを実行することによって、

- (1) 使用者の所在地を特定する所在地特定部 210 と、
 - (2) 各種のデータを取得するデータ取得部 220 と、
 - (3) パーソナルデータを管理するパーソナルデータ管理部 230 と、
 - (4) 視線方向及び眼の位置を検出する視線・位置検出部 240 と、
 - (5) ドーズ済 VL エネルギー量算出処理及び不足分ドーズ量算出処理を算出する照射量決定部 250 と、
 - (6) VL 照射制御処理を実行する照射制御部 260 と、
 - (7) 各種のデータを送信する送信処理部 270 と、
- を実現する。

[0195] なお、本実施形態におけるアプリケーション実行部 200 の詳細については後述する。

[0196] [2. 3] アプリケーション実行部：

次に、本実施形態のアプリケーション実行部 200 の詳細について説明する。

[0197] (所在地特定部)

所在地特定部 210 は、位置情報検出部 122 により検出された位置情報

から使用者の現在地を特定し、当該現在地が屋内・屋外の何れかを特定する。

[0198] また、所在地特定部210は、現在地が屋外か否かを特定する際に、センサ部120を制御して使用者の周囲におけるVLの放射照度を計測させ、所在地が屋外であり、かつ、VLの放射照度が閾値 α を超えている場合に、使用者の所在地が屋外であると特定する。

[0199] 特に、位置情報の精度は、GPS信号の受信状況によって変化するため、GPS信号のみに基づき、使用者が屋内に所在するのか、屋外に所在するのかを高精度に特定することは難しい。

[0200] また、上述したように照明器具から照射される光線には、VLが含まれていないか、ごく微量のVLしか含まれていないため、センサにて測定されるVLの測定値は屋外に所在する場合と屋外に所在する場合で大きく異なる。

[0201] そこで、本実施形態の所在地特定部210は、使用者の現在地が屋外であり、かつ、所定の閾値 α （例えば、 0.2 W/m^2 等）を上回っている場合に使用者が屋外に所在するものと特定する。

[0202] （データ取得部）

データ取得部220は、ネットワーク通信部111と連動して、位置情報検出部122により検出された位置情報に基づき、使用者の現在地に対応する天候情報及びVL測定値データを外部から取得する。

[0203] なお、天候情報及びVL測定値データの取得方法は任意であり、例えば、データ取得部220は、ネットワークN上に設けられた天候情報管理用のサーバ装置（図示しない）に対して位置情報を送信し、当該送信した位置情報に基づいて送信された現在地に対応する天候情報を取得する。

[0204] また、データ取得部220は、天候情報により示される天候の種別（晴れ、曇り、雨等）と位置情報を情報管理サーバ装置20に送信し、当該送信した天候の種別と位置情報に基づいて、使用者の所在地域に対応するVL測定値データの中から当該天候の種別に対応するVL測定値データを取得する。

[0205] （パーソナルデータ管理部）

パーソナルデータ管理部 230 は、予め定められた期間毎（例えば、1 分毎）に、位置情報検出部 122 によって得られた使用者の位置情報を、時刻に対応付けてパーソナルデータ（ライフログ）としてパーソナルデータ記憶部 113c に記憶する。

[0206] また、パーソナルデータ管理部 230 は、所在地特定部 210 において検出された使用者の現在の所在地における屋内外の判定結果を、位置情報に対応付けてパーソナルデータとしてパーソナルデータ記憶部 113c に記憶する。

[0207] なお、パーソナルデータ管理部 230 は、屋内外の判定結果に代えて、又は、当該屋内外の判定結果とともに、センサ部 120 の各種のセンサや使用者の操作に従って、当該時刻においてセンサ部 120 によって受信された VL の放射照度を、照射済 VL ドーズ量として、パーソナルデータ記憶部 113c に記憶してもよい。

[0208] （視線・位置検出部）

視線・位置検出部 240 は、カメラ部 117 と連動しつつ、使用者の眼の位置、視線方向、及び、瞼の開閉状態及び眼までの距離を特定する。

[0209] なお、眼の位置の検出、視線の検出、瞼の開閉状態及び眼までの処理の検出方法については、従来と同様であるため、詳細を省略する。

[0210] そして、視線・位置検出部 240 により、使用者の瞼の開閉状態を検出し、使用者の瞼が開いている状態のときのみ、第 2 発光素子駆動回路 114 により、VL を照射する構成とすれば、使用者の眼に VL を確実に照射できるとともに、無駄に VL が照射されることを防止できるので、省電力化を実現することができる。

[0211] また、本実施形態の視線・位置検出部 240 は、例えば、本発明の「検出手段」を構成する。

[0212] （照射量決定部）

照射量決定部 250 は、ドーズ済 VL エネルギー量算出処理及び不足分ドーズ量算出処理を実行する。

- [0213] 具体的には、照射量決定部250は、パーソナルデータ生成処理により生成したパーソナルデータを取得し、取得したパーソナルデータに基づいて、所定の期間中に使用者に照射されたVLのエネルギー量を示す照射済VLドーズ量情報を算出する。
- [0214] すなわち、照射量決定部250は、所定の期間（例えば1分）毎の使用者が所在する地域及び屋内外の有無に基づいて、天候を加味しつつ、使用者が過去24時間以内に太陽から浴びたVLのドーズ量（推定量）を算出する。
- [0215] 基本的には、屋外におけるVLの放射照度は、使用者の現在地に応じて変化する。例えば、北海道（日本の北部に位置する地域）の屋外におけるVLの放射照度と、沖縄（日本の南部に位置する地域）におけるVLの放射照度は異なる。
- [0216] また、同一地域であっても天候が違うと、屋外におけるVLの放射照度は、変化する。
- [0217] 例えば、東京（日本のほぼ中心に位置する地域）の屋外におけるVLの放射照度を東西南北の各水平方向に対して、11時から14時まで1時間おきに複数回計測するとともに、4方向に対する測定値の平均を算出して、11時～14時の時間帯における平均値を算出したところ、以下のような値となっている。
- [0218] (A) 快晴の日の平均値： 5.83 W/m^2 、
(B) 雲のある日の平均値： 2.71 W/m^2
- [0219] すなわち、東京では、快晴的环境下では、雲のある环境下と比較して、2倍以上放射照度が強いことが分かる。なお、快晴時の値は、11～14時の間における平均値であるため、上述した東京の正午における放射照度（ 6.83 W/m^2 ）と異なっている。
- [0220] このように、使用者の現在地及び天候に応じて、屋外におけるVLの放射照度が増加するため、本実施形態においては、各地域におけるVLの放射照度を天候毎に予め測定しておき、当該測定結果を示すデータ（以下、「VL測定値データ」という。）を情報管理サーバ装置20に登録しておく構成に

なっている。

[0221] そして、照射量決定部250は、使用者の現在地における天候を特定するとともに、現在に対応するVL測定値データにおいて、当該特定した天候に対応するVL測定値データを情報管理サーバ装置20から取得する。

[0222] なお、本実施形態においては、天候情報の取得元についてはこの限りではなく、ネットワークNを介して天候情報配信用の図示せぬサーバ装置から天候情報を取得するようにしてもよい。

[0223] また、使用者の所在地における天候の特定方法に関しては、任意であり、例えば、通信端末装置100に温度計、湿度計、照度計等のセンサ類を設け、当該センサ類によって得られた情報に基づき、天候を推定するようにしてもよく、使用者に現在の天候を入力させるようにしてもよい。

[0224] 一方、照射量決定部250は、(1) ドーズ済VLエネルギー量算出処理にて特定したドーズ済VLエネルギー量と、(2) 近視の発症及び進行を抑制するために使用者が1日に浴びることを推奨されるVLのドーズ量(以下、「推奨ドーズ量」という。)と、を比較して、当該比較結果に応じて、推奨ドーズ量に対する不足分を算出する。

[0225] そして、照射量決定部250は、当該推奨ドーズ量からドーズ済VLエネルギー量算出処理において算出されたドーズ済VLエネルギー量を減算して、推奨ドーズ量に対する不足分を算出する。なお、本実施形態においては、推奨ドーズ量としては、 27900 J/m^2 を用いている。ただし、推奨ドーズ量としては、他の値を用いてもよい。

[0226] 基本的には、週14時間程度の屋外活動を行うことにより、近視の発症と進行を抑制できることがわかっているが(非特許文献6)、本発明者のさらなる調査により、1日2～3時間程度の屋外活動により、近視の発生と進行を、より効果的に抑制しうることが分かっている。

[0227] また、1日あたりの屋外活動時間は80～90分でも効果を生じるとの報告も存在するが、本実施形態においては、本発明者の調査結果に基づき、1日に2～3時間屋外活動を行った場合において、使用者の眼にドーズされる

VLのエネルギー量を推奨ドーズ量とすることで、より効果的に近視の発症等を抑制する方法を採用することとしている。

[0228] さらに、上記のように、 3.1 W/m^2 の照度にて2時間屋外活動した場合には、 22320 J/m^2 のVLが使用者の眼にドーズされることから、1日に $22320\sim33480\text{ J/m}^2$ のVLを使用者の眼にドーズすることにより近視の発生及び進行をより効果的に抑制できることとなる。なお、本実施形態において用いる推奨ドーズ量 27900 J/m^2 は、 3.1 W/m^2 の環境で2.5時間活動した場合に、太陽光から使用者の眼にドーズされるVLのエネルギー量である。

[0229] (照射制御部)

照射制御部260は、第2発光素子駆動回路114と連動して不足分ドーズ量算出処理により算出された不足分のドーズ量に基づき、第2発光素子3を制御して使用者の眼に対するVLを照射するVL照射制御処理を実行する。

[0230] 具体的には、照射制御部260は、不足分ドーズ量算出処理により算出された不足分を補うのに必要なエネルギー量となるように、第2発光素子3から照射されるVLの照度と照射期間を決定し、予め定められたタイミングに、第2発光素子3を当該決定した照度によって、決定した期間に発光させる。

[0231] また、照射制御部260は、視線・位置検出部240により検出された使用者の視線が通信端末装置100の表示画面2側に向いている間に、第2発光素子3を発光させる制御を実行する。

[0232] そして、照射制御部260は、照射タイミング、照度及び照射期間の情報をVL照射履歴データ記憶部113bに記憶する。

[0233] なお、本実施形態においては、照射制御部260は任意のタイミングにおいて、使用者の指示に基づいて、任意の期間に任意の照度によってVLを使用者に照射する照射制御を実行してもよい。また、この場合には、照射制御部260は、当該実行する照射制御に関する情報をVL照射履歴データ記憶

部 1 1 3 b に記憶する。

[0234] (送信処理部)

送信処理部 2 7 0 は、ネットワーク通信部 1 1 1 と連動しつつ、所定のタイミングにて、情報管理サーバ装置 2 0 に V L 照射履歴データをアップロードする。

[0235] 具体的には、送信処理部 2 7 0 は、自機の利用者に対応する利用者 I D と対応付けて V L 照射履歴データをアップロードすることにより、当該 V L 照射履歴データが、どの利用者に対応するものであるのかを情報管理サーバ装置 2 0 において特定可能な構成を有している。

[0236] なお、送信処理部 2 7 0 は、パーソナルデータを情報管理サーバ装置 2 0 にて集計管理し、医師や親、その他の保護責任者によるアドバイスに利用する場合には、V L 照射履歴データ及び利用者 I D と対応付けて、パーソナルデータをアップロードする。

[0237] [2 . 4] V L 照射制御処理 :

図 1 6 を用いて、本実施形態の通信端末装置 1 0 0 のアプリケーション実行部 2 0 0 において実行される V L 照射制御処理について説明する。なお、図 1 6 は、本実施形態の通信端末装置 1 0 0 のアプリケーション実行部 2 0 0 において実行する V L 照射制御処理を示すフローチャートである。

[0238] 本動作は、利用者のパーソナルデータがパーソナルデータ記憶部 1 1 3 c に記憶されているものとする。

[0239] まず、照射量決定部 2 5 0 は、予め定められた時刻（就寝前等の夜や起床時等の朝や昼の所定の時刻）を検出すると（ステップ S a 1 ）、データ取得部 2 2 0 と連動しつつ、既に記憶されたパーソナルデータに基づいて、過去所定期間（例えば過去 2 4 時間）内におけるドーズ済 V L エネルギー量算出処理（ステップ S a 2 ）を実行する。

[0240] 特に、照射量決定部 2 5 0 は、ドーズ済 V L エネルギー量算出処理においては、予め定められた時間毎（例えば 1 分毎）のパーソナルデータに含まれる所在地域及び屋内外の有無に基づき、地域情報を含む屋外所在期間を算出

する。

[0241] また、照射量決定部250は、ネットワーク通信部111と連動しつつ、該当する地域の天候情報を取得し、当該取得した天候情報により示される天候に対応する該当する地域及び時刻のVL測定値データを取得する。

[0242] そして、照射量決定部250は、当該取得したVL測定値データと、算出された地域情報を含む屋外所在期間と、に基づき、使用者の過去所定期間内におけるドーズ済VLEネルギー量を算出する。

[0243] 次に、照射量決定部250は、過去所定期間内に既に使用者の眼にVLを照射している場合には、その照射時間及び照射照度を取得して照射済VLEネルギー量を算出する（ステップSa3）。

[0244] 次に、照射量決定部250は、予め登録されている推奨ドーズ量から、算出したドーズ済VLEネルギー量及び照射済VLEネルギー量を減算し、不足分ドーズ量算出処理を実行して、第2発光素子3により使用者の眼にドーズすべきVLのエネルギー量を算出する（ステップSa4）。

[0245] 例えば、照射済VLEネルギー量が「 3000 J/m^2 」であり、パーソナルデータに基づいて所定期間中に使用者が屋外活動により 15000 J/m^2 のエネルギー量のVLを浴びていた場合に、照射量決定部250は、不足分エネルギー量を、 9900 J/m^2 （ $=27900\text{ J/m}^2 - 3000\text{ J/m}^2 - 15000\text{ J/m}^2$ ）と算出する。

[0246] 次に、照射制御部260は、不足分ドーズ量算出処理において算出されたドーズ量の不足分を補うため、VL照射制御処理の実行を開始する（ステップSa5）。

[0247] 具体的には、照射制御部260は、VLの照度及び照射期間を決定し、第2発光素子駆動回路114を制御して、当該決定した照度にて、決定した期間、第2発光素子駆動回路114に第2発光素子3を発光させる。

[0248] 次に、照射制御部260は、使用者の眼に対するVLの照射の終了を検出すると（ステップSa6）、第2発光素子3の発光照度と、照射期間と、に基づき、VL照射履歴データを生成してVL照射履歴データ記憶部113

bに記憶させて（ステップS a 7）、本動作を終了する。

[0249] なお、送信処理部270は、VL照射履歴データ記憶部113bに記憶されたVL照射履歴データは、所定のタイミングにて、情報管理サーバ装置200に送信(アップロード)され、使用者によって確認され、又は、医師や親、その他の保護責任者等に提供される。

[0250] 以上説明したように、本実施形態の通信システムSは、上述の構成を有することによって、屋外活動時間の短い使用者に対しても、適切なエネルギー量のVLを使用者の眼にドーズすることができる。また、本実施形態の通信システムSは、ライフログの記憶期間中に使用者が浴びたVLのエネルギー量を高精度に特定し、推奨ドーズ量に対する不足分のドーズ量を高精度に算出することができる。

[0251] [3] 変形例

[3. 1] 変形例1：

上記第2実施形態においては、表示画面2とは別に第2発光素子3を設け、不足分ドーズ量に応じて、照度及び照射期間を決定し、当該照度にて、決定した期間だけ第2発光素子3を発光させる構成を採用したが、図6に示すように、表示画面2の1つのピクセル内にRGBからなる第1発光素子6と、第2発光素子3を隣接して設ける構成とすることも可能である。この場合においても、図16と同様の処理により、不足分ドーズ量を算出するようにする。

[0252] そして、照射制御部260が、不足分ドーズ量となるように第2発光素子3の発光照度及び発光期間を決定し、当該照度にて、決定された時間だけVLが照射されるように、表示制御部115が表示画面2を駆動するようにすればよい。なお、この場合には、1つのピクセルがRGBV(赤・緑・青・紫)の4原色となるので、(1)RGBVの4原色にて画像が表示されるようにカラーバランスを調整しつつ、表示制御部115に表示画面2を駆動させるか、又は、(2)RGBからなる第1発光素子6と第2発光素子3を別々に独立して駆動させることが望ましい。この構成により、第2発光素子3の発光に

より、第1発光素子6による画像表示のカラーバランスが崩れることを防止できる。なお、カラーバランスを調整し、RGBVの4原色にて画像を表示させる方法自体は、従来と同様である。

[0253] この構成を採用することにより、基となる色の波長域が広がるので、演色性が高まり、従来のRGB型の表示画面では再現できなかった色彩を表現することが可能となる。また、RGBに換えてRGV形式にて表示画面2を製造し、RGVにてカラーバランスを調整しつつ、画像を表示させるようにしてもよい。この場合においても、図16と同様の処理により、不足分ドーズ量を算出するようにする。

[0254] 照射制御部260は、不足分ドーズ量となるように第2発光素子3(RGVのV)の発光照度及び発光期間を決定し、表示制御部115は、当該照度にて、決定された期間だけVLが出力されるように表示画面2を駆動させればよい。

[0255] [3. 2] 変形例2：

上記第2実施形態においては、使用者の眼にVLを照射する構成について説明したが、図15の第2発光素子3を第3発光素子に置換し、同様の処理を実行する構成とすることも可能である。この場合に、第3発光素子は、図5の構成における励起光LEDとして $460 \pm 20 \text{ nm}$ 程度の波長光を出力する第3発光素子を励起光LEDとした構成で光源を製造する。

[0256] 使用者の過去24時間における屋外所在期間に基づき、BLの照射照度及び照射期間を決定して、当該決定結果に基づき、第3発光素子の発光を制御する。この場合には、各地域におけるBLの放射照度を天候毎に予め測定しておき、当該測定結果を示すBL測定値データを情報管理サーバ装置20に登録しておく。

[0257] 照射量決定部250は、屋外所在期間データと、BL測定値データと、に基づき、ドーズ済のBLEネルギー量を算出し、当該算出した値を推奨ドーズ量から減算して、BLの不足分のドーズ量を算出する。このようにして、算出された不足分BLEネルギー量に基づき、照射量決定部250は、第3

発光素子を発光させる際の照度と発光期間を決定する。

[0258] 照射制御部260は、当該照度にて、当該決定された期間、第3発光素子を発光させるようにすればよい。なお、この場合においては、第3発光素子が、第2発光素子駆動回路114により駆動されることとなるが、第2発光素子と、第3発光素子は、励起光LEDの発光周波数が異なる点以外は同様であるため、第2発光素子駆動回路114の回路構成を大きく変更させる必要性はなく、駆動電圧の調整等の簡易な調整のみで、当該機能を実現できる。

[0259] [3.3] 変形例3：

本実施形態において、ライフログの記録期間中に、(1)天候が変化し、又は、(2)使用者が飛行機等により現在値となる地域を移動して、現在地の天候やVL照射量に変化する可能性もある。この場合には、日中における天候の変化に対応するため、以下の方法を採用している。

[0260] まず、パーソナルデータ管理部230は、日中の時間帯を、例えば、(1)6:01~7:00、(2)7:01~8:00、(3)8:01~9:00、(4)9:01~10:00、(5)10:01~11:00、(6)11:01~12:00、(7)12:01~13:00、(8)13:01~14:00、(9)14:01~15:00、(10)15:01~16:00、(11)16:01~17:00というように1時間毎の時間帯に区切り、時間帯の情報も合わせてパーソナルデータ記憶部113cに記憶する。

[0261] 照射量決定部250は、各時間帯における使用者所在地の天候情報を取得するとともに、使用者の所在地におけるVL測定値データを天候情報に基づいて、取得する。そして、照射量決定部250は、各時間帯における屋外所在期間と、取得したVL測定値データに基づき、各時間帯において使用者が浴びたVLのエネルギー量を算出する。照射量決定部250は、このように算出したエネルギー量を合算することにより、ライフログの記憶期間中に使用者が、実際に浴びたVLのエネルギー量(すなわち、ドーズ済VLエネルギー量)を算出し、かつ、算出されたドーズ済VLエネルギー量を推奨ドーズ量

から減算して、不足分ドーズ量を算出する。

[0262] 照射制御部 260 は、算出結果に応じて、第 2 発光素子 3 を発光させる。
この構成により、ライフログの記憶期間中に使用者所在地の天候が変化した場合においても、不足分ドーズ量を正確に算出し、不足分の VL を使用者の眼にドーズすることができるので、近視の発生及び進行を効果的に抑制できる。

[0263] なお、日中時間帯をさらに短い時間帯で複数の区間に区切り、時間帯毎に使用者が屋外に所在した期間及び天候を特定する構成を採用すれば、より正確に不足分ドーズ量を正確に特定することができる。

[0264] 照射量決定部 250 は、ライフログの記憶期間中に使用者が移動した場合においても、時間帯毎に、使用者の所在地と、当該所在地における該時間帯の天候と、に基づき、情報管理サーバ装置 20 から VL 測定値データを取得し、当該取得した VL 測定値データと、当該時間帯における屋外所在期間と、に基づき、ドーズ済 VL エネルギー量を算出する。

[0265] この構成により、ライフログの記憶期間中に使用者が飛行機等により移動した場合であっても、不足分ドーズ量を正確に特定して、当該特定結果に応じて、第 2 発光素子 3 を発光させて使用者の眼に照射させることができるので、近視の発生と進行を効果的に防止することができる。

[0266] [3. 4] 変形例 4 :

上記実施形態においては、センサ部 120 の設置位置については、明示していないが、通信端末装置 100 の本体部に設けてもよく、ウェアラブル端末装置に設けてもよい。なお、通信端末装置 100 が鞆やポケット内にしまい込まれた場合には、使用者周囲における VL の放射照度を正確に測定することが難しいので、ウェアラブル端末装置に設けることが望ましい。より好ましくは、使用者の眼の位置における VL の放射照度を測定するため、例えば、眼鏡上に設けることが望ましい。

[0267] 眼の位置における VL 放射照度を測定する場合には、表示画面 2 から照射される VL の放射照度も含めて使用者の眼に照射される VL のエネルギー量

を含めてドーズ済VLEエネルギー量を算出し、より高精度に不足分VLEエネルギー量を算出することができる。

[0268] [3. 5] 変形例5 :

上記第2実施形態においては、第2発光素子3により、使用者の眼にVLを照射する時間帯については、規定していないが、本来、人間は、日中の時間帯に太陽光からVLを浴びるものであるため、第2発光素子3により使用者の眼に対するVL照射に関しても、日中の時間帯に実施することがサーカディアンリズムを整える上でも好ましい。

[0269] 本変形例においては、不足分ドーズ量の算出後、VL照射制御処理を実行する際に、照射制御部260が、タイマ119により現在時刻を取得し、現在時刻が5:00~18:30程度の時間帯に入る場合に、第2発光素子3を発光させる。

[0270] 通常、人体においては、約48時間かけて眼に生じた軽微な損傷が、修復・再生されることが知られている。したがって、使用者の眼にドーズするVLに関しても、必ずしも24時間以内にドーズできなくても次の24時間にドーズできれば、近視の発症と進行を抑制しうる可能性が高い。このため、本変形例においては、ライフログの記憶期間である24時間内におけるVLドーズ量が不足している場合において、既に日中時間帯が終わってしまっている場合には、次の24時間の日中時間帯に不足分のVLを使用者の眼に照射する構成を採用してもよい。

[0271] なお、使用者の眼に対するVLの照射は、24~48時間程度の時間帯で、積算されていくことが判明しているので、30分間VLを照射した後に、10時間程度間隔が開いて次に照射したVLは、24時間以内に使用者の眼に照射されたVLと同様に使用者の近視の発症等を抑制しうることになる。

[0272] 本変形例においては、前日に不足していた分のVLを次の日中時間帯にドーズする。この構成により、日中時間帯にのみ使用者の眼にVLを照射し、サーカディアンリズムを整えることができるとともに、近視の発生及び進行を効果的に抑制することができる。なお、BLを使用者の眼に照射する場合

についても同様である。

[0273] 照射態様に関しても、任意であり、例えば、パルス的にパッパッパと発光させるようにしてもよく、VL照射制御処理において決定した照度にて常時第2発光素子3を発光させるようにしてもよい。

[0274] 以上、本発明によれば、現代の生活スタイルでは欠落している特定波長の光を使用者の眼に向けて照射することができ、眼が受ける光によって良い影響、例えば近視の発症や近視の進行を抑制することを促すことができる。さらに使用者の身体や心の調節、調整、予防、治療等に効果を発揮させることができる。

符号の説明

[0275] 1 表示装置・表示システム（スマートフォンやパーソナルコンピュータ）、2 表示画面、3 第2発光素子（特定波長光用発光素子）、4 フレーム、5 付属品（発光素子）、6 第1発光素子（画像表示用発光素子）、7 照射光、8 センサ、10 制御装置、11 第2発光素子等の部位、12 眼の部位、13 表示画面の部位、20 情報管理サーバ装置、30 GPS衛星、50 使用者、51 眼、111 ネットワーク通信部、112 I/Oインターフェース部、113 記憶部、113a アプリケーション記憶部、113b VL照射履歴データ記憶部、113c パーソナルデータ記憶部、113d RAM、114 第2発光素子駆動回路、115 表示制御部、116 管理制御部、117 カメラ部、118 操作部、119 タイマ、120 センサ、121 アプリケーション実行部、210 所在地特定部、220 データ取得部、230 パーソナルデータ管理部、240 視線検出部、250 照射量決定部、260 照射制御部、270 送信処理部

請求の範囲

- [請求項1] 画像表示に使用される表示光を発する第1発光素子と、360nm以上400nm以下の波長範囲内の第1特殊光を使用者に向けて照射する第2発光素子と、前記第2発光素子からの前記第1特殊光の照射を制御する制御装置と、を備える、ことを特徴とする表示システム。
- [請求項2] 前記第2発光素子が、前記第1発光素子と一体化された1つの発光素子、又は、前記第1発光素子とは別に設けられた発光素子である、請求項1に記載の表示システム。
- [請求項3] 前記第2発光素子が、前記第2発光素子が前記第1発光素子とは別に設けられている場合に、(A)表示画面の周縁フレームに設けられている、(B)表示画面内に設けられている、又は、(C)付属品として設けられている、請求項1又は2に記載の表示システム。
- [請求項4] (1)使用者の眼の位置、(2)瞼の開閉の状態、(3)眼までの距離、及び、(4)使用者の視線方向の少なくとも1以上を検出する検出手段を更に備え、前記制御装置が、前記検出手段によって検出された、眼の位置、瞼の開閉の状態、眼までの距離、及び、使用者の視線方向の少なくとも1以上に基づき、使用者の眼に対する前記第1特殊光の照射を制御する、請求項1～3のいずれか1項に記載の表示システム。
- [請求項5] 前記制御装置が、前記検出された視線方向に基づいて、前記使用者の視線が前記画像表示される表示画面に向かっていると判定した場合に前記第2発光素子に前記第1特殊光を照射させる、請求項4に記載の表示システム。
- [請求項6] 前記制御装置が、前記第2発光素子から発する第1特殊光の照射時刻、照射期間及び放射照度のうち少なくとも1以上の制御項目を設定し、前記設定した制御項目に基づいて第1特殊光の照射を制御する、請求項1～5のいずれか1項に記載の表示システム。
- [請求項7] 使用者の眼の位置での前記第1特殊光の状態を測定する第1光セン

サをさらに備え、前記制御装置が、前記第1光センサでの測定結果に応じて前記第2発光素子から発する第1特殊光の照射を制御する、請求項1～6のいずれか1項に記載の表示システム。

[請求項8] 使用者の置かれた環境下において当該使用者の眼の位置における光の状態を測定する第2光センサを更に備え、前記制御装置が、前記第2光センサでの測定結果に応じて前記第2発光素子から発する第1特殊光の照射を制御するとともに、前記第1発光素子から発する前記表示光の出力を前記第2発光素子から発する第1特殊光に応じて調整する、請求項1～7のいずれか1項に記載の表示システム。

[請求項9] 前記制御装置が、前記第1光センサでの測定結果に応じて前記第2発光素子から発する第1特殊光の照射を制御するとともに、前記第1発光素子から発する前記表示光の出力を前記第2発光素子から発する第1特殊光に応じて調整する、請求項7に記載の表示システム。

[請求項10] 前記第2発光素子から照射された第1特殊光の照射時刻、照射期間及び放射照度のうち少なくとも1以上の制御項目に関する照射データを取得し、当該取得した照射データを、使用者の所定の活動に利用可能に第1記憶手段に記憶する管理手段をさらに備える、請求項1～9のいずれか1項に記載の表示システム。

[請求項11] 前記管理手段が、使用者の眼の位置で測定された第1特殊光の測定結果を示す測定データを取得し、前記取得した照射データと前記測定データとを時刻に対応付けて前記第1記憶手段に記憶し、前記記憶されている照射データ及び測定データを外部装置に供給する、請求項10に記載の表示システム。

[請求項12] 前記制御装置が、少なくとも過去の所定期間内における使用者の所与の活動を示すデータをパーソナルデータとして取得し、当該取得したパーソナルデータに基づき、前記第2発光素子からの第1特殊光の照射を制御する、請求項1～5の何れか1項に記載の表示システム。

[請求項13] 前記パーソナルデータを記録した第2記録手段をさらに有し、前記

制御装置が、前記第2記録手段から前記パーソナルデータを取得する、請求項12に記載の表示システム。

[請求項14] 前記制御装置が、日中の時間帯における天候を示す天候情報を取得し、前記取得したパーソナルデータに基づき、使用者が過去の所定期間の日中の時間帯に使用者が屋外に所在した期間を屋外所在期間として特定し、当該特定した屋外所在期間と前記取得した天候情報とに基づき、前記第2発光素子からの第1特殊光の照射を制御する、請求項12又は13に記載の表示システム。

[請求項15] 前記制御装置が、前記第1特殊光が屋外において観測される分光放射照度の平均値を天候毎に予め取得し、当該取得した平均値と、前記特定した屋外所在期間と、前記取得した天候情報と、に基づき、日中に使用者の眼に照射された前記第1特殊光のエネルギー量を算出し、当該算出されたエネルギー量と、予め取得した理想的な照射エネルギー量と、に基づき、前記第2発光素子から照射する前記第1特殊光の照度及び照射期間を決定し、当該決定した照度及び照射期間に基づいて前記第2発光素子から第1特殊光を照射させる、請求項14に記載の表示システム。

[請求項16] 前記第2発光素子から発する光の放射照度が 10 W/m^2 以下である、請求項1～15のいずれか1項に記載の表示システム。

[請求項17] $460\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ の波長範囲内の第2特殊光を使用者に向けて照射する第3発光素子をさらに備え、前記第3発光素子からの前記第2特殊光の照射を制御する、請求項1～16のいずれか1項に記載の表示システム。

[請求項18] 前記第3発光素子が、前記第1発光素子に含まれる、請求項17に記載の表示システム。

[請求項19] 前記第3発光素子から発する第2特殊光の放射照度が 1 W/m^2 以下である、請求項17又は18に記載の表示システム。

[請求項20] $435\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ の範囲内の光及び $505\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ の範

囲内の光の一方又は両方を少なくとも制限する、請求項 1 ～ 19 のいずれか 1 項に記載の表示システム。

[請求項21] 請求項 1 ～ 20 の何れか 1 項に記載の表示システムを備えた、電子機器。

[請求項22] 360nm以上400nm以下の波長範囲内の第1特殊光を照射する発光素子及び当該発光素子の周囲を覆う蛍光素材により構成された光源と、前記光源を制御する制御装置と、を備え、

前記制御装置が、使用者の所与の活動のデータを示すパーソナルデータを取得し、当該取得したパーソナルデータに基づき、前記発光素子からの第1特殊光の照射を制御する、ことを特徴とする照明システム。