

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-130182

(P2007-130182A)

(43) 公開日 平成19年5月31日(2007.5.31)

| (51) Int. Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|--------------------------|-----------------------|-------------|
| A 6 1 M 21/02 (2006.01) | A 6 1 M 21/00 3 3 0 A | 3 K 0 7 3 |
| H 0 5 B 37/02 (2006.01) | H 0 5 B 37/02 L | 4 C 0 1 7 |
| A 6 1 B 5/0245 (2006.01) | A 6 1 B 5/02 3 1 0 A | |

審査請求 有 請求項の数 21 O L (全 17 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2005-325389 (P2005-325389) | (71) 出願人 | 000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号 |
| (22) 出願日 | 平成17年11月9日(2005.11.9) | (74) 代理人 | 100089118 弁理士 酒井 宏明 |
| | | (72) 発明者 | 亀山 研一 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株 式会社東芝研究開発センター内 |
| | | (72) 発明者 | 鈴木 琢治 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株 式会社東芝研究開発センター内 |
| | | (72) 発明者 | 大内 一成 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株 式会社東芝研究開発センター内 |

最終頁に続く

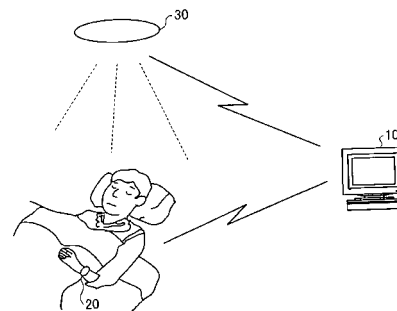
(54) 【発明の名称】 照明制御装置、照明制御システム、照明制御方法および照明制御プログラム

(57) 【要約】

【課題】 快適な睡眠を妨げることのないよう照明を制御することのできる照明制御装置を提供する。

【解決手段】 照明装置30を制御する照明制御装置10であって、ユーザの睡眠状態を検出する睡眠状態検出手段と、照明装置30に対し、睡眠状態検出手段によりユーザの入眠前の状態が検出された場合にはメラトニン生成抑制効果の比較的少ない波長帯の光を照射するよう指示し、ユーザの中途覚醒が検出された場合には、暗順応の光を照射するよう指示する照明制御手段とを備えた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ユーザの睡眠状態を検出する睡眠状態検出手段と、
前記睡眠状態検出手段が前記ユーザの入眠前の状態を検出した場合に、照明装置に対し、メラトニン生成抑制効果の比較的少ない波長帯の光を照射するよう指示する照明制御手段と
を備えたことを特徴とする照明制御装置。

【請求項 2】

前記照明制御手段は、前記照明装置に対し、500nm以上の光を他の波長帯の光に比べて強く照射するよう指示することを特徴とする請求項 1 に記載の照明制御装置。

10

【請求項 3】

前記照明制御手段は、前記睡眠状態検出手段がユーザの中途覚醒を検出した場合に、前記照明装置に対し、暗順応の波長帯の光を照射するよう指示することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の照明制御装置。

【請求項 4】

前記照明制御手段は、前記照明装置に対し、475～525nmの光を他の波長帯の光に比べて強く照射することを特徴とする請求項 3 に記載の照明制御装置。

【請求項 5】

前記照明制御手段は、前記睡眠検出手段が前記ユーザの入眠を検出した場合に、前記照明装置に対し、50lk以下の光を照射することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか

20

【請求項 6】

前記睡眠状態検出手段は、複数のユーザそれぞれの睡眠状態を検出し、
前記照明制御手段は、前記睡眠状態検出手段が、前記複数のユーザのうち一部のユーザが入眠前の状態であり、残りのユーザが睡眠中であることを検出した場合に、前記照明装置に対し、メラトニン抑制効果のない波長帯であって、かつ人が瞼を通して感知しにくい光を照射するよう指示することを特徴とする請求項 1 に記載の照明制御装置。

【請求項 7】

前記照明制御手段は、前記照明装置に対し、500～630nmの光を他の波長帯に比べて強く照射するよう指示することを特徴とする請求項 6 に記載の照明制御装置。

30

【請求項 8】

前記睡眠状態検出手段は、複数のユーザそれぞれの睡眠状態を検出し、
前記照明制御手段は、前記睡眠状態検出手段が前記複数のユーザのうち一部のユーザが起床し、残りのユーザが睡眠中であることを検出した場合に、前記照明装置に対し、人が瞼を通して感知しにくい光を照射するよう指示することを特徴とする請求項 1 に記載の照明制御装置。

【請求項 9】

前記照射制御手段は、前記照明装置に対し、630nm以下の光を他の波長帯に比べて強く照射するよう指示することを特徴とする請求項 8 に記載の照明制御装置。

【請求項 10】

ユーザの睡眠状態を検出する睡眠状態検出手段と、
前記睡眠状態検出手段がユーザの中途覚醒を検出した場合に、照明装置に対し、暗順応の波長帯の光を照射するよう指示する照明制御手段と
を備えたことを特徴とする照明制御装置。

40

【請求項 11】

複数のユーザそれぞれの睡眠状態を検出する睡眠状態検出手段と、
前記睡眠状態検出手段が前記複数のユーザのうち一部のユーザが起床し、残りのユーザが睡眠中であることを検出した場合に、照明装置に対し、人が瞼を通して感知しにくい光を照射するよう指示する照明制御手段と
を備えたことを特徴とする照明制御装置。

50

【請求項 1 2】

照明装置と、当該照明を制御する照明制御装置とを備えた照明制御システムであって、前記照明制御装置は、ユーザの睡眠状態を検出する睡眠状態検出手段と、前記睡眠状態検出手段が前記ユーザの入眠前の状態を検出した場合に、前記照明装置に対し前記光源にメラトニン生成抑制効果のない波長帯の光を照射させるよう指示する照明制御手段とを有し、前記照明装置は、前記照明制御手段の指示にしたがい、前記メラトニン生成抑制効果のない波長帯の光を照射することを特徴とする照明制御システム。

10

【請求項 1 3】

前記照明装置は、複数の LED を有することを特徴とする請求項 1 2 に記載の照明制御システム。

【請求項 1 4】

前記照明装置は、半導体レーザを有することを特徴とする請求項 1 2 に記載の照明制御システム。

【請求項 1 5】

前記照明装置は、光学フィルタを有することを特徴とする請求項 1 2 に記載の照明制御システム。

【請求項 1 6】

ユーザの睡眠状態を検出する睡眠状態検出ステップと、前記睡眠状態検出ステップにおいて前記ユーザの入眠前の状態を検出した場合に、照明装置に対し、メラトニン生成抑制効果の比較的少ない波長帯の光を照射するよう指示する照明制御ステップとを有することを特徴とする照明制御方法。

20

【請求項 1 7】

ユーザの睡眠状態を検出する睡眠状態検出ステップと、前記睡眠状態検出ステップにおいてユーザの中途覚醒を検出した場合に、照明装置に対し、暗順応の波長帯の光を照射するよう指示する照明制御ステップとを有することを特徴とする照明制御方法。

30

【請求項 1 8】

複数のユーザそれぞれの睡眠状態を検出する睡眠状態検出ステップと、前記睡眠状態検出ステップにおいて前記複数のユーザのうち一部のユーザが起床し、残りのユーザが睡眠中であることを検出した場合に、照明装置に対し、人が瞼を通して感知しにくい光を照射するよう指示する照明制御ステップとを有することを特徴とする照明制御方法。

【請求項 1 9】

照明制御処理をコンピュータに実行させる照明制御プログラムであって、ユーザの睡眠状態を検出する睡眠状態検出ステップと、前記睡眠状態検出ステップにおいて前記ユーザの入眠前の状態を検出した場合に、照明装置に対し、メラトニン生成抑制効果の比較的少ない波長帯の光を照射するよう指示する照明制御ステップとを有することを特徴とする照明制御プログラム。

40

【請求項 2 0】

照明制御処理をコンピュータに実行させる照明制御プログラムであって、ユーザの睡眠状態を検出する睡眠状態検出ステップと、前記睡眠状態検出ステップにおいてユーザの中途覚醒を検出した場合に、照明装置に対し、暗順応の波長帯の光を照射するよう指示する照明制御ステップとを有することを特徴とする照明制御プログラム。

【請求項 2 1】

50

照明制御処理をコンピュータに実行させる照明制御プログラムであって、
複数のユーザそれぞれの睡眠状態を検出する睡眠状態検出ステップと、

前記睡眠状態検出ステップにおいて前記複数のユーザのうち一部のユーザが起床し、残りのユーザが睡眠中であることを検出した場合に、照明装置に対し、人が瞼を通して感知しにくい光を照射するよう指示する照明制御ステップと
を有することを特徴とする照明制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、照明装置を制御する照明制御装置、照明制御システム、照明制御方法および照明制御プログラムに関するものである。 10

【背景技術】

【0002】

従来から、ユーザの睡眠および環境状況を計測し、その状況に基づいて寝室内の照明を制御する様々な方法が提案されている。例えば、個人を対象に、(1)睡眠を検知したら照明を消す、(2)目覚まし時間が近づくにつれ、徐々に照度と色温度を上げ覚醒度を高める等の方法が知られている。

【0003】

【非特許文献1】松下電工技報Vol.53, No.1 pp33-38「眠りコンサルティングと体験」ルームの照明システム 20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

輝度変化は睡眠に影響を与えることがわかっている。しかし、波長による睡眠への影響は考慮されていない。このため、現状では輝度による生理的効果または心理的な効果しか得られないのが実情である。

【0005】

しかし、光源の波長特性を考慮していないため、ユーザが中途覚醒した場合や、入眠前、入眠後、起床時などで生理的な反応に合わない光を浴びてしまう場合がある。その結果、不眠の原因となる場合がある。 30

【0006】

また、寝室は一般に夫婦、家族など複数人で使用する場合が多い。このような場合には、照明をつけた場合には、自分ばかりでなく、寝ている人にまで影響してしまい問題である。

【0007】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、快適な睡眠を妨げることのないよう照明を制御することのできる照明制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、照明制御装置であって、ユーザの睡眠状態を検出する睡眠状態検出手段と、前記睡眠状態検出手段が前記ユーザの入眠前の状態を検出した場合に、照明装置に対し、メラトニン生成抑制効果の比較的少ない波長帯の光を照射するよう指示する照明制御手段とを備えたことを特徴とする。 40

【0009】

また、本発明の他の形態は、照明制御装置であって、ユーザの睡眠状態を検出する睡眠状態検出手段と、前記睡眠状態検出手段がユーザの中途覚醒を検出した場合に、照明装置に対し、暗順応の波長帯の光を照射するよう指示する照明制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0010】

また、本発明の他の形態は、照明制御装置であって、複数のユーザそれぞれの睡眠状態 50

を検出する睡眠状態検出手段と、前記睡眠状態検出手段が前記複数のユーザのうち一部のユーザが起床し、残りのユーザが睡眠中であることを検出した場合に、照明装置に対し、人が瞼を通して感知しにくい光を照射するよう指示する照明制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0011】

また、本発明の他の形態は、照明装置と、当該照明を制御する照明制御装置とを備えた照明制御システムであって、前記照明制御装置は、ユーザの睡眠状態を検出する睡眠状態検出手段と、前記睡眠状態検出手段が前記ユーザの入眠前の状態を検出した場合に、前記照明装置に対し前記光源にメラトニン生成抑制効果のない波長帯の光を照射させるよう指示する照明制御手段とを有し、前記照明装置は、前記照明制御手段の指示にしたがい、前記メラトニン生成抑制効果のない波長帯の光を照射することを特徴とする。

10

【0012】

また、本発明の他の形態は、照明制御方法であって、ユーザの睡眠状態を検出する睡眠状態検出ステップと、前記睡眠状態検出ステップにおいて前記ユーザの入眠前の状態を検出した場合に、照明装置に対し、メラトニン生成抑制効果の比較的少ない波長帯の光を照射するよう指示する照明制御ステップとを有することを特徴とする。

【0013】

また、本発明の他の形態は、照明制御方法であって、ユーザの睡眠状態を検出する睡眠状態検出ステップと、前記睡眠状態検出ステップにおいてユーザの中途覚醒を検出した場合に、照明装置に対し、暗順応の波長帯の光を照射するよう指示する照明制御ステップとを有することを特徴とする。

20

【0014】

また、本発明の他の形態は、照明制御方法であって、複数のユーザそれぞれの睡眠状態を検出する睡眠状態検出ステップと、前記睡眠状態検出ステップにおいて前記複数のユーザのうち一部のユーザが起床し、残りのユーザが睡眠中であることを検出した場合に、照明装置に対し、人が瞼を通して感知しにくい光を照射するよう指示する照明制御ステップとを有することを特徴とする。

【0015】

また、本発明の他の形態は、照明制御処理をコンピュータに実行させる照明制御プログラムであって、ユーザの睡眠状態を検出する睡眠状態検出ステップと、前記睡眠状態検出ステップにおいて前記ユーザの入眠前の状態を検出した場合に、照明装置に対し、メラトニン生成抑制効果の比較的少ない波長帯の光を照射するよう指示する照明制御ステップとを有することを特徴とする。

30

【0016】

また、本発明の他の形態は、照明制御処理をコンピュータに実行させる照明制御プログラムであって、ユーザの睡眠状態を検出する睡眠状態検出ステップと、前記睡眠状態検出ステップにおいてユーザの中途覚醒を検出した場合に、照明装置に対し、暗順応の波長帯の光を照射するよう指示する照明制御ステップとを有することを特徴とする。

【0017】

また、本発明の他の形態は、照明制御処理をコンピュータに実行させる照明制御プログラムであって、複数のユーザそれぞれの睡眠状態を検出する睡眠状態検出ステップと、前記睡眠状態検出ステップにおいて前記複数のユーザのうち一部のユーザが起床し、残りのユーザが睡眠中であることを検出した場合に、照明装置に対し、人が瞼を通して感知しにくい光を照射するよう指示する照明制御ステップとを有することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0018】

本発明にかかる照明制御装置によれば、睡眠状態検出手段がユーザの睡眠状態を検出し、照明制御手段が、睡眠状態検出手段がユーザの入眠前の状態を検出した場合に、照明装置に対し、メラトニン生成抑制効果の比較的少ない波長帯の光を照射するよう指示するので、ユーザの睡眠状態に適した波長帯の光を照射することができるという効果を奏する。

50

すなわち、快適な睡眠を妨げることのない照明制御を行うことができるという効果を奏する。

【0019】

また、本発明の他の形態にかかる照明制御装置によれば、睡眠状態検出手段が、ユーザの睡眠状態を検出し、照明制御手段が、睡眠状態検出手段がユーザの中途覚醒を検出した場合に、照明装置に対し、暗順応の波長帯の光を照射するよう指示するので、ユーザの睡眠状態に適した波長帯の光を照射することができるという効果を奏する。すなわち、快適な睡眠を妨げることのない照明制御を行うことができるという効果を奏する。

【0020】

また、本発明の他の形態にかかる照明制御装置によれば、睡眠状態検出手段が、複数のユーザそれぞれの睡眠状態を検出し、照明制御手段が、睡眠状態検出手段が複数のユーザのうち一部のユーザが起床し、残りのユーザが睡眠中であることを検出した場合に、照明装置に対し、人が臉を通して感知しにくい光を照射するよう指示するので、複数人のユーザが同じ寝室で寝ている場合であっても、各ユーザの睡眠状態に適した波長帯の光を照射することができるという効果を奏する。すなわち、快適な睡眠を妨げることのない照明制御を行うことができるという効果を奏する。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下に、本発明にかかる照明制御装置、照明制御システム、照明制御方法および照明制御プログラムの実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

20

【0022】

図1は、実施の形態にかかる照明制御システム1の全体構成を示す図である。照明システム1は、照明制御装置10と、睡眠センサ20と、照明装置30とを備えている。

【0023】

睡眠センサ20は、当該睡眠センサ20を装着しているユーザの脈波を測定し、測定結果を照明制御装置10に無線で送信する。例えばBluetoothで実現されてもよい。なお、照明制御装置10への送信は、有線で実現されてもよい。照明制御装置10は、脈波の測定結果に基づいて、ユーザの睡眠状態を判定する。なお、ここで睡眠状態には、入眠前の状態、睡眠状態、入眠後の状態および中途覚醒の状態を含む。また、睡眠状態としては、レム睡眠の状態、ノンレム睡眠の状態などがある。

30

【0024】

照明制御装置10は、さらにユーザの睡眠状態に応じて、照明装置30を制御する。照明装置30は、照明制御装置10の指示に応じた光を照射する。

【0025】

照明装置30は、光の強さおよび波長帯を制御可能な光源である。具体的には、複数のLED（発光ダイオード）やLD（半導体レーザ）を利用してもよい。また他の例としては、透過波長特性を変化可能な光フィルタと白熱灯から構成されてもよい。また、白熱灯にかえて、蛍光灯や前述した複数のLEDを利用してもよい。透過波長特性を変化可能な光フィルタは、例えば、複数の光学フィルタをハード的に切り替えて用いるものであってもよい。

40

【0026】

図2は、睡眠センサ20の装着例を示す図である。睡眠センサ20は、センサヘッド200と、睡眠センサ本体220とを有している。図2のように、睡眠センサ本体220は、例えば手首に腕時計のような形で装着される。脈波計測用のセンサヘッド200は小指に装着される。

【0027】

図3は、睡眠センサ20の機能構成を示すブロック図である。睡眠センサ20のセンサヘッド200は、光源202である青色LEDと受光部204であるフォトダイオードからなり、皮膚表面に光を照射し、毛細血管内の血流変化により変化する反射光の変動をフ

50

フォトダイオードで捉える。

【0028】

睡眠センサ本体220は、光源駆動部221と、脈波計測部222と、加速度計測部223と、入力部224と、送信部225と、制御部226とを有している。

【0029】

光源駆動部221は、光源202として例えば青色LEDを使用する場合、これを駆動するための電圧供給部である。

【0030】

脈波計測部222は、被験者の脈波データを計測し、データ変換をする。脈波計測部222は、脈波センサのフォトダイオードからの出力電流を電流電圧変換器で電圧に変換し、増幅器で電圧を増幅して、ハイパスフィルタ(カットオフ周波数: 0.1Hz)とローパスフィルタ(カットオフ周波数: 50Hz)を施した後、10ビットA/D変換器でデジタル量に変換する。そして、変換後のデータを制御部226に出力する。

10

【0031】

加速度計測部223は、ユーザの体動を示す体動データとして加速度データを計測し、データ変換をする計測部であり、加速度センサである。加速度センサは、3軸方向の-2g~2gの加速度を計測する加速度計であり、睡眠センサ本体220本体に搭載されている。また、加速度計測部223は、加速度センサのアナログデータのゲイン、オフセットを調整回路で調整した後、10ビットA/D変換器でデジタル量に変換する。そして、変換後のデータを制御部226に出力する。

20

【0032】

入力部224は、ユーザが電源をON/OFFする、または表示を切り替える要求や指示を行うスイッチである。

【0033】

送信部225は、脈波計測部222により計測されたデータや、加速度計測部223により計測されたデータを照明制御装置10に送信する。

【0034】

図4は、照明制御装置10の機能構成を示すブロック図である。照明制御装置10は、表示部100と、記憶部102と、電源供給部104と、受信部106と、脈拍間隔算出部110と、自律神経指標算出部112と、体動判定部114と、睡眠状態判定部116と、照明制御部118と、制御部120とを備えている。

30

【0035】

表示部100は、睡眠状態判定結果を表示する表示装置であり、具体的には、LCDなどである。また、記憶部102は、脈波データ、心電データ、体動データなどの計測データ、脈拍間隔データなど処理後のデータ、睡眠状態を判定する閾値などのデータを記憶する記憶部であり、具体的には、フラッシュメモリなどである。電源供給部104は、照明制御装置10の電力を供給する電源であり、具体的には、バッテリーである。受信部106は、睡眠センサ20からデータを受信する。制御部120は心電、脈波の計測のタイミングの制御、受信データの蓄積、処理などを行う。

【0036】

脈拍間隔算出部110は、脈波計測部222が計測した脈波から脈波間隔を算出する。ここで、脈拍間隔とは、脈波の一周期の時間間隔である。

40

【0037】

具体的には、脈波計測部222が計測した脈波から一連の脈波データをサンプリングする。そして、サンプリングした一連の脈波データを時間微分して一連の脈波データの直流変動成分を得る。さらに一連の脈波データから直流変動成分を除去する。

【0038】

そして、直流変動成分を除去された一連の脈波データの処理ポイントを中心とした前後約1秒の脈波データの最大値と最小値を取得し、最大値と最小値との間の所定の値を閾値とする。閾値としては、例えば最大値、最小値の差を振幅として、最小値から振幅の9割

50

の値を用いるのが好ましい。

【0039】

さらに、直流変動成分を除去された一連の脈波データから閾値に一致する一連の脈波データの値が現れた時刻を算出し、算出された時刻の間隔を脈拍間隔とする。

【0040】

この脈拍間隔データは不等間隔データである。周波数解析を行うためには等間隔データに変換する必要がある。そこで、不等間隔の脈拍間隔データを補間、再サンプリングし、等間隔の脈拍間隔データを生成する。例えば、3次の多項式補間法によって補間する点の前後それぞれ3点のサンプリング点を用いて等間隔の脈拍間隔データを生成する。

【0041】

自律神経指標算出部112は、睡眠状態を判定する低周波数領域(0.05~0.15 Hz付近)の指標LFと高周波数領域(0.15~0.4 Hz付近)の指標HFという二つの自律神経指標を算出する。図5は、自律神経指標算出部112の処理を説明するための図である。

【0042】

まず等間隔の脈拍間隔データを例えばFFT(Fast Fourier Transform)にて周波数スペクトル分布に変換する。次に、得られた周波数スペクトル分布より、LF, HFを得る。具体的には、複数のパワースペクトルのピーク値とピーク値を中心として前後等間隔の1点との3点の合計値の算術平均をとってLF, HFとする。

【0043】

なお、本実施の形態においては、データ処理の負担を軽減する観点から、周波数解析法としてFFT法を用いたが、他の例としては、ARモデル、最大エントロピー法、ウェーブレット法などを用いても良いが、データ処理の負担の軽いFFT法を用いてもよい。

【0044】

体動判定部114は、加速度計測部223から取得した3軸方向の加速度データを時間微分して3軸方向の加速度の微係数を求め、3軸方向の加速度のそれぞれの微係数の二乗和の平方根である体動データの変動量および脈拍間隔内の体動データの変動量の平均である体動量を求める。そして、体動量の変動量が所定の閾値より大きい場合に体動と判定する。例えば、所定の閾値として体動計に使用されている微小な体動の最小値である0.01Gを用いる。

【0045】

睡眠状態判定部116は、体動判定部114によって判定された体動の発生頻度が所定の閾値以上である場合に覚醒状態であると判定し、体動の発生頻度が所定の閾値未満である場合は睡眠状態であると判定する。

【0046】

具体的には、睡眠状態判定部116は、体動判定部114から体動の有無を取得し、設定区間にける体動発生頻度を計測する。ここで、設定区間としては例えば1分間が好ましい。そして、体動発生頻度が予め定めた閾値以上である場合に覚醒状態であると判定する。一方、体動発生頻度が閾値未満である場合は睡眠状態であると判定する。例えば、閾値としては、過去の覚醒時における体動頻度から20回/分を用いるのが好ましい。

【0047】

睡眠状態判定部116は、さらに自律神経指標算出部112が算出した自律神経指標LF, HFおよび体動の有無に基づいて、睡眠状態として、睡眠深度を判定する。ここで、睡眠深度とは、被験者の脳の活動状態の程度を示す指標である。本実施の形態においては、ノンレム睡眠、レム睡眠のいずれに該当するかを判定する。さらにノンレム睡眠においてはさらに浅睡眠、深睡眠のいずれに該当するかを判定する。

【0048】

照明制御部118は、照明装置30の光の強さおよび波長を制御する。具体的には、予め定められたルールにしたがい、ユーザの睡眠状態に応じて照明装置30の光を制御する。

10

20

30

40

50

【0049】

図6および図7は、照明制御部118の処理を説明するための図である。図6は、寝室に1人で寝る場合の照明制御を示す図である。例えば、入眠前は、500nm以上の光を照射する。入眠時には、50lx以下の光を照射する。中途覚醒時には、475～525nmの波長の光を照射する。また、起床時には、全周波数帯の光であって、かつ3000lx以上の光を照射する。

【0050】

図7は、寝室に複数人で寝る場合の照明制御を示す図である。全員が入眠前の場合には500nm以上の光を照射する。また、複数人のうち一部のユーザが入眠前の場合、すなわち残りのユーザが就寝した場合には、500～630nmの波長の光を照射する。全員就寝した場合には、50lx以下の光を照射する。複数人のうち少なくとも1人が中途覚醒した場合には、475～525nmの光を照射する。複数人のうち一部のユーザが起床した場合には630nm以下の光を照射する。全員起床した場合には、全周波数帯の光であって、かつ3000lx以上の光を照射する。

10

【0051】

図8は、光の波長と、人が光を感じる感度との関係を示すグラフを示す図である。グラフの横軸は、波長を示している。縦軸は感度を示している。

【0052】

光の感度としては、明順応、暗順応およびメラトニン生成抑制効果に関するものがある。ここで、明順応とは、明るい場所において明るいと感じることであり、明順応の波長は550nm付近である。また、暗順応とは、暗い場所において明るいと感じることであり、暗順応の波長は、500nm付近である。

20

【0053】

また、メラトニン生成が抑制されると入眠が妨げられ、不眠症になる場合があることがわかっている。したがって、メラトニン生成抑制効果の高い波長は、入眠に適さない。メラトニン生成抑制効果の高い波長のピークは、460nm付近である。

【0054】

また、可視光域(630nm～780nm)の光は、瞼を通して光として感じるができる。したがって、就寝中のユーザに可視光域の光を照射した場合には、眩しいと感じ目覚めてしまう可能性がある。

30

【0055】

以上の性質を利用し、図6に示すように、入眠前には、メラトニン生成抑制効果の低い波長帯(500nm以上)を照射することとした。また、中途覚醒時には、暗順応に対応する波長帯(475nm～525nm)を照射することとした。これは以下の理由による。すなわち、中途覚醒時にメラトニン生成が抑制されると入眠に時間がかかり望ましくない。また、中途覚醒時には、目は暗順応状態であるから、暗順応に対応する波長帯の光を明るいと感じることができる。また、この光は、睡眠中のユーザの瞼を通して感じられる光ではないので、他に就寝中のユーザがいる場合であっても、睡眠を妨げることもない。

【0056】

以上のことから、メラトニン抑制効果が低く、かつ暗順応に対応する波長帯とした。また、入眠時には、50lx以下の光を照射する。このように真っ暗にするのではなく、少しの明るさを有する環境の方が眠りやすいことが知られている。なお、他の例としては、入眠時は光照射を行わないこととしてもよい。

40

【0057】

また、図6に示すように、全員が入眠前の場合には、メラトニン生成抑制効果の低い波長帯(500nm以上)を照射することとした。また、複数人のうち一部が入眠前の場合には、瞼を通して感じられる光であると、入眠前のユーザの入眠を妨げることとなる。そこで、500nm以上であることに加えて、瞼を通して見える光である630nmより大きい波長の光を照射しないこととした。すなわち、500～630nmとした。なお、この波長帯の光は、比較的強く照射しても問題とならない。

50

【 0 0 5 8 】

全員就寝中は、1人の場合と同様50lx以下とする。複数人のうち1人でも中途覚醒をしたユーザがいる場合には、暗順応に対応する波長帯(475nm~525nm)を照射する。また複数人のうち一部が起床した場合には、まだ寝ているユーザがいるので、瞼を通して見えない光とすべく630nm以下の光を照射する。

【 0 0 5 9 】

従来の寝室の照明には、主に白熱灯や蛍光灯を用いられてきた。白熱灯の放出光では広がりのある波長分布を持っていること、蛍光灯では紫外線を受けてRGB光を放射する蛍光体を利用しているため、混色で色を表現してきた。そのため、光の波長帯が持つ生理的作用を積極的に活用できていなかった。これに対し、実施の形態にかかる照明装置30は、複数個のLEDからなり異なる波長の光を照射することができるので、上記のようにユーザの睡眠状態に応じた適切な強さの光を照射するのに加えて、睡眠状態に応じた適切な波長の光を照射することができる。

【 0 0 6 0 】

以上のように、睡眠の状況に合わせた波長、強さの光を照射することにより、各ユーザの睡眠の質を低減させないような照射制御を行うことができる。

【 0 0 6 1 】

図9は、照明システム1における照明制御処理を示すフローチャートである。ユーザは、睡眠前に睡眠センサ20を装着し、入力部224から電源を起動する。また、起床時刻範囲をセットする。ここで、起床時刻範囲とは、例えば、7時~7時30分のように起床予定時刻を含む一定の範囲である。なお、起床予定時刻を中心とした前後15分と設定してもよく、起床予定時刻から30分前までの時刻と設定してもよい。このように、起床時刻範囲は、任意にセットすることができる。睡眠センサ20の加速度計測部223は、加速度の計測を開始する。また、脈波計測部222は、脈波の計測を開始する。

【 0 0 6 2 】

睡眠センサ20の加速度計測部223が加速度の計測を開始すると、照明制御装置10の受信部106は、睡眠センサ20の送信部225から加速度データを取得する(ステップS100)。次に、体動判定部114は、加速度計測部223から取得した3軸方向の加速度データから体動データを得る。そして、体動データの変動量が閾値より大きい場合に体動と判定する(ステップS102)。

【 0 0 6 3 】

体動判定部114が体動ありと判定した場合に(ステップ104, Yes)、睡眠状態判定部116は、覚醒状態か睡眠状態かを判定する(ステップS106)。体動判定部114が、覚醒状態と判定した場合は(ステップS108, 覚醒)、体動判定部114睡眠状態判定部116は、さらに現在の時刻が起床時刻範囲内の時刻であるか否かを判定する。現在の時刻が起床時刻範囲内の時刻である場合には(ステップS110, Yes)、ユーザの睡眠状態は起床と判定される(ステップS112)。現在の時刻が起床時刻範囲内の時刻でない場合には(ステップS110, No)睡眠状態は中途覚醒と判定される(ステップS114)。

【 0 0 6 4 】

一方、睡眠センサ20の脈波計測部222が脈波の計測を開始すると、照明制御装置10の受信部106は、送信部225から脈波データを取得する(ステップS120)。次に、脈拍間隔算出部110は脈拍間隔を算出するための動的閾値である脈拍間隔閾値を算出する(ステップS122)。次に、脈拍間隔算出部110は、直流変動成分を除去された一連の脈波データから閾値に一致する一連の脈波データの値が現れた時刻を算出し、算出された時刻の間隔を脈拍間隔として得る(ステップS124)。

【 0 0 6 5 】

次に、脈拍間隔算出部110は、ステップS102における体動判定の結果、およびステップS106における覚醒判定の結果に基づいて、睡眠状態であって、かつ体動がない場合のみ脈拍間隔データを保存する(ステップS130)。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 6 】

次に、脈拍間隔算出部 1 1 0 は、一連の脈拍間隔データを F F T 法などの周波数解析法によって周波数スペクトル分布に変換する（ステップ S 1 3 2）。そして、自律神経指標算出部 1 1 2 は、ステップ S 1 3 2 において周波数スペクトル分布に変換された一連の脈拍間隔データの複数のパワースペクトルの値から L F , H F を算出する（ステップ S 1 5 0）。次に、睡眠状態判定部 1 1 6 は、自律神経指標 L F , H F に基づいて睡眠状態を判定し、記憶部 1 0 2 に保持させる（ステップ S 1 5 2）。

【 0 0 6 7 】

照明制御部 1 1 8 は、ユーザの睡眠状態に応じて照明装置 3 0 の照明制御方法を決定する（ステップ S 1 6 0）。なお、照明制御方法の決定は、図 5 および図 6 を参照しつつ説明した処理にしたがう。そして照明制御部 1 1 8 は、決定した照明制御を行う（ステップ S 1 6 2）。以上で、照明制御処理が完了する。

10

【 0 0 6 8 】

なお、照明制御装置 1 0 が管理するユーザが複数人いる場合には、各ユーザがそれぞれ睡眠センサ 2 0 を装着する。そして、照明制御装置 1 0 は、各睡眠センサ 2 0 から加速度データおよび脈波データを取得し、各ユーザの睡眠状態を判定する。

【 0 0 6 9 】

また、照明制御部 1 1 8 は、1 つの睡眠センサ 2 0 のみから情報を取得した場合に 1 人で就寝と判断し図 5 に示す制御を行う。また、複数の睡眠センサ 2 0 から情報を取得した場合に複数人で就寝と判断し図 6 に示す制御を行う。

20

【 0 0 7 0 】

また、他の例としては、ユーザは、睡眠センサ 2 0 の入力部 2 2 4 から 1 人で就寝なのか複数人で就寝なのかを入力してもよい。この場合には、入力された就寝人数に関する情報が送信部 2 2 5 から照明制御装置 1 0 に送信される。照明制御部 1 1 8 は、受信部 1 0 6 が取得した就寝人数に関する情報に基づいて、1 人で就寝か複数人で就寝かを判断し、これに応じた処理を行う。

【 0 0 7 1 】

図 1 0 は、ステップ S 1 5 2 における処理を示すフローチャートである。ここで、ステップ S 1 5 2 における睡眠状態判定処理について詳述する。睡眠状態判定部 1 1 6 は、まず自律神経指標算出部 1 1 2 から L F , H F を取得し、L F , H F の標準偏差の合計を算出する（ステップ S 2 0 1）。さらに、L F / H F の値を算出する（ステップ S 2 0 2）。

30

【 0 0 7 2 】

次に、L F / H F の値が第 1 の判定閾値よりも小さいか否かを調べる（ステップ S 2 0 3）。その結果、L F / H F の値が第 1 の判定閾値よりも小さい場合は（ステップ S 2 0 3 , Y e s ）、さらに、H F の値が第 2 の判定閾値よりも大きいかなかを調べる（ステップ S 2 0 5）。その結果、H F の値が第 2 の判定閾値よりも大きい場合は（ステップ S 2 0 5 , Y e s ）、深睡眠と判定する（ステップ S 2 0 9）。

【 0 0 7 3 】

一方、睡眠状態判定部 1 1 6 は、L F / H F の値が第 1 の判定閾値以上である場合は（ステップ S 2 0 3 , N o ）、さらに、L F / H F の値が第 3 の判定閾値より大きいかなかを調べる（ステップ S 2 0 4）。その結果、L F / H F の値が第 3 の判定閾値より大きい場合は（ステップ S 2 0 4 , Y e s ）、さらに、H F の値が第 2 の判定閾値よりも大きいかなかを調べる（ステップ S 2 0 5）。

40

【 0 0 7 4 】

その結果、H F の値が第 2 の判定閾値以下である場合は（ステップ S 2 0 5 , N o ）、さらに、H F の値が第 4 の判定閾値よりも小さいかなかを調べる（ステップ S 2 0 6）。その結果、H F の値が第 4 の判定閾値よりも小さい場合は（ステップ S 2 0 6 , Y e s ）、さらに、L F , H F の標準偏差の合計が第 5 の判定閾値より大きいかなかを調べる（ステップ S 2 0 7）。その結果、L F , H F の標準偏差の合計が第 5 の判定閾値より大きい

50

場合は(ステップS207, Yes)、レム睡眠と睡眠状態を判定する(ステップS208)。

【0075】

一方、睡眠状態判定部116は、LF/HFの値が第2の判定閾値以下である場合(ステップS204, No)、および、HFが第4の判定閾値以上である場合(ステップS206, No)、および、LF、HFの標準偏差の合計が第5の判定閾値以下である場合は(ステップS207, No)、浅睡眠と睡眠状態を判定する(ステップS210)。

【0076】

なお、第1の判定閾値から第5の判定閾値は、例えば、被験者毎に一晚計測したLF, HF, LF/HFのそれぞれの分布の密度の高い点を2点選び、LF/HFの2点の midpoint を第1の判定閾値 = 第3の判定閾値、HFの2点の midpoint を第2の判定閾値 = 第4の判定閾値、LFの2点の midpoint を第5の判定閾値として設定することができる。

10

【0077】

また、3軸方向の加速度データを体動データとして計測することとしたので、体動を手軽に精度よく体動を測定することができる。したがって、脈波に対する体動の影響および不整脈や無呼吸状態などの脈波異常の影響を低減し、睡眠状態の判定精度を向上させることができる。

【0078】

なお、実施の形態にかかる照明制御装置10は、レム睡眠/ノンレム睡眠まで判定したが、睡眠状態であると判定された場合には、これ以上の判定は行わなくともよい。入眠前の状態、入眠時、中途覚醒および起床の4つの睡眠状態が判定できればよい。

20

【0079】

図11は、実施の形態にかかる照明制御装置10のハードウェア構成を示す図である。照明制御装置10は、ハードウェア構成として、照明制御装置10における照明制御処理を実行する照明制御プログラムなどが格納されているROM52と、ROM52内のプログラムに従って照明制御装置10の各部を制御するCPU51と、照明制御装置10の制御に必要な種々のデータを記憶するRAM53と、ネットワークに接続して通信を行う通信I/F57と、各部を接続するバス62とを備えている。

【0080】

先に述べた照明制御装置10における照明制御プログラムは、インストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルでCD-ROM、フロッピー(R)ディスク(FD)、DVD等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録されて提供されてもよい。

30

【0081】

この場合には、照明制御プログラムは、照明制御装置10において上記記録媒体から読み出して実行することにより主記憶装置上にロードされ、上記ソフトウェア構成で説明した各部が主記憶装置上に生成されるようになっている。

【0082】

また、本実施の形態の照明制御プログラムを、インターネット等のネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ネットワーク経由でダウンロードさせることにより提供するように構成しても良い。

40

【0083】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、上記実施の形態に多様な変更または改良を加えることができる。

【0084】

そうした変更例としては、本実施の形態においては、ユーザの睡眠状態を判定すべく自律神経指標を算出したが、これにかえてユーザの脳波を測定してもよい。この場合には、波、波、波および波の解析結果から睡眠状態を判定する。また、ユーザの心電を測定してもよい。この場合には、自律神経活動状況に基づいて、睡眠状態を判定する。また、心拍であってもよく、この場合には、心拍の平均からの標準偏差に基づいて、睡眠状態を判定する。

50

【 0 0 8 5 】

また、他の例としては、心拍や呼吸を測定してもよい。以上のうち少なくとも1つ以上の信号を解析して睡眠状態を判定すればよい。このように、睡眠状態を特定するために計測すべき対象は本実施の形態に限定されるものではない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 6 】

【 図 1 】 実施の形態にかかる照明制御システム 1 の全体構成を示す図である。

【 図 2 】 睡眠センサ 2 0 の装着例を示す図である。

【 図 3 】 睡眠センサ 2 0 の機能構成を示すブロック図である。

【 図 4 】 照明制御装置 1 0 の機能構成を示すブロック図である。

10

【 図 5 】 自律神経指標算出部 1 1 2 の処理を説明するための図である。

【 図 6 】 寝室に 1 人で寝る場合の照明制御を示す図である。

【 図 7 】 寝室に複数人で寝る場合の照明制御を示す図である。

【 図 8 】 光の波長と、人が光を感じる感度との関係を示すグラフを示す図である。

【 図 9 】 照明システム 1 における照明制御処理を示すフローチャートである。

【 図 1 0 】 ステップ S 1 5 2 における処理を示すフローチャートである。

【 図 1 1 】 実施の形態にかかる照明制御装置 1 0 のハードウェア構成を示す図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 7 】

1 照明システム

20

1 0 照明制御装置

2 0 睡眠センサ

3 0 照明装置

5 1 C P U

5 2 R O M

5 3 R A M

5 7 通信 I / F

6 2 バス

1 0 0 表示部

1 0 2 記憶部

30

1 0 4 電源供給部

1 0 6 受信部

1 1 0 脈拍間隔算出部

1 1 2 自律神経指標算出部

1 1 4 体動判定部

1 1 6 睡眠状態判定部

1 1 8 照明制御部

1 2 0 制御部

2 0 0 センサヘッド

2 0 2 光源

40

2 0 4 受光部

2 2 0 睡眠センサ本体

2 2 1 光源駆動部

2 2 2 脈波計測部

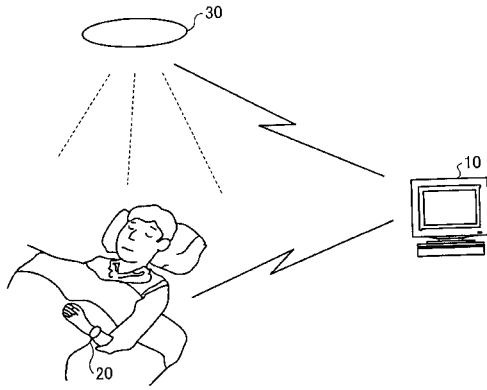
2 2 3 加速度計測部

2 2 4 入力部

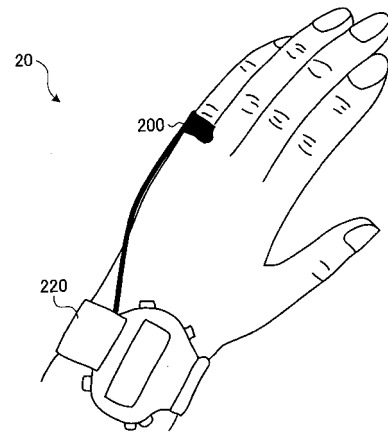
2 2 5 送信部

2 2 6 制御部

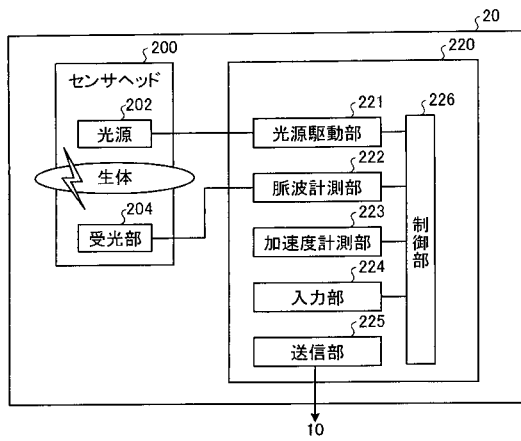
【 図 1 】



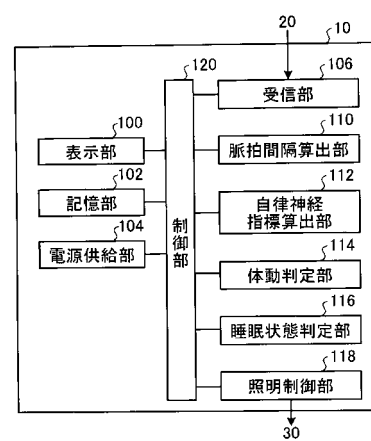
【 図 2 】



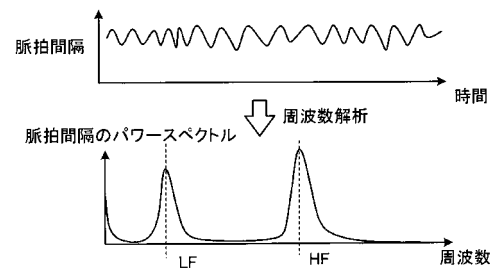
【 図 3 】



【 図 4 】



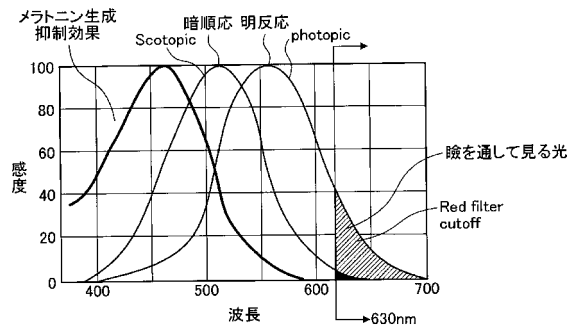
【 図 5 】



【 図 6 】

| 睡眠状態 | 照明制御 |
|-------|-------------------|
| 入眠前 | 500nm以上 |
| 入眠時 | 50lx以下 |
| 中途覚醒時 | 475~525nm |
| 起床時 | 全周波数帯 3000lx以上 |

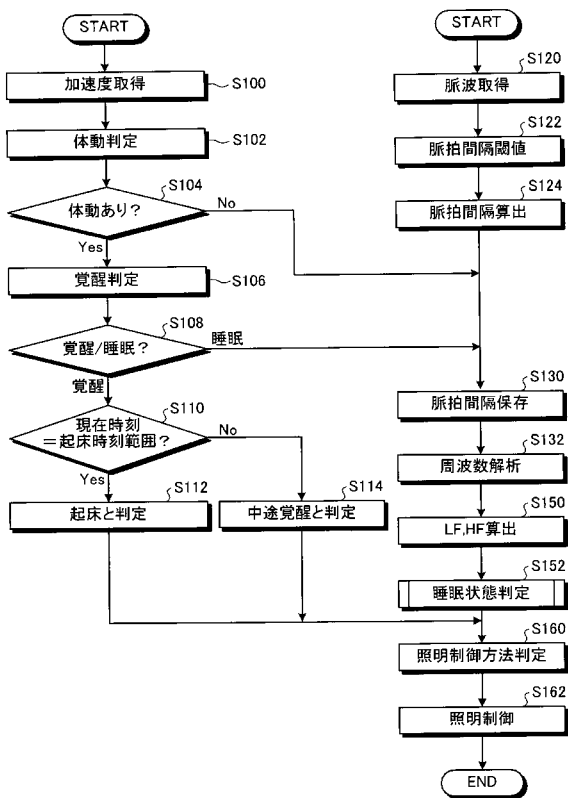
【 図 8 】



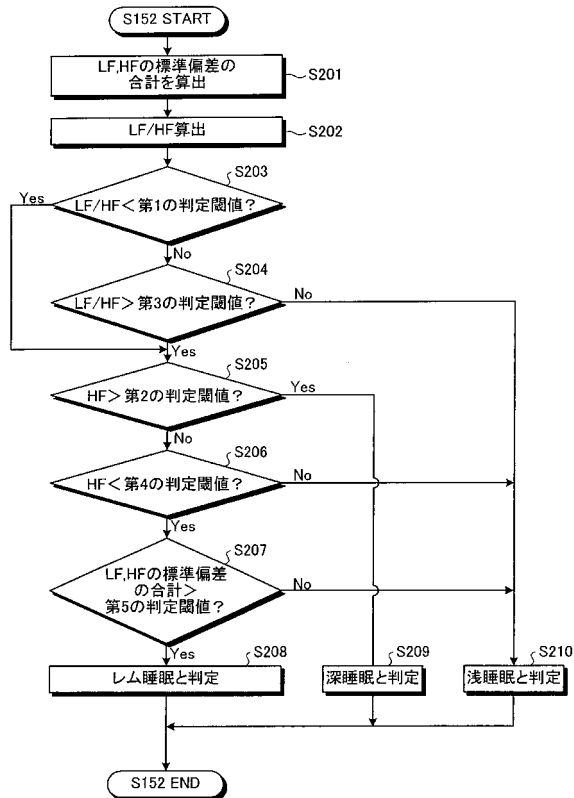
【 図 7 】

| 睡眠状態 | 照明制御 |
|---------|-------------------|
| 全員入眠前 | 500nm以上 |
| 一部入眠前 | 500~630nm |
| 全員就寝 | 50lx以下 |
| 中途覚醒者あり | 475~525nm |
| 一部起床 | 630nm以下 |
| 全員起床 | 全周波数帯 3000lx以上 |

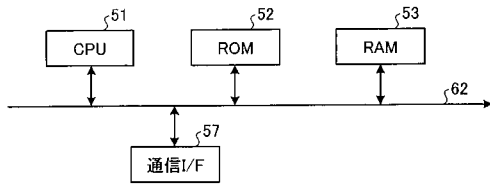
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3K073 AA11 AA48 AA52 AA85 CG06 CJ17
4C017 AA09 AB02 AB03 AC28 DD14 EE17