

(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2013-150660

(P2013-150660A)

(43) 公開日 平成25年8月8日(2013.8.8)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/00 (2006.01)	A 6 1 B 5/00 G	4 C 0 3 8
A 6 1 B 5/16 (2006.01)	A 6 1 B 5/16 3 0 0 A	4 C 1 1 7

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2012-11984 (P2012-11984)
 (22) 出願日 平成24年1月24日 (2012.1.24)

(71) 出願人 000116024
 ローム株式会社
 京都府京都市右京区西院溝崎町2-1番地
 (74) 代理人 100085501
 弁理士 佐野 静夫
 (74) 代理人 100134555
 弁理士 林田 英樹
 (72) 発明者 里見 剛
 京都市右京区西院溝崎町2-1番地 ローム株式会社内
 (72) 発明者 照元 幸次
 京都市右京区西院溝崎町2-1番地 ローム株式会社内
 Fターム(参考) 4C038 KK01 PP05 VB31

最終頁に続く

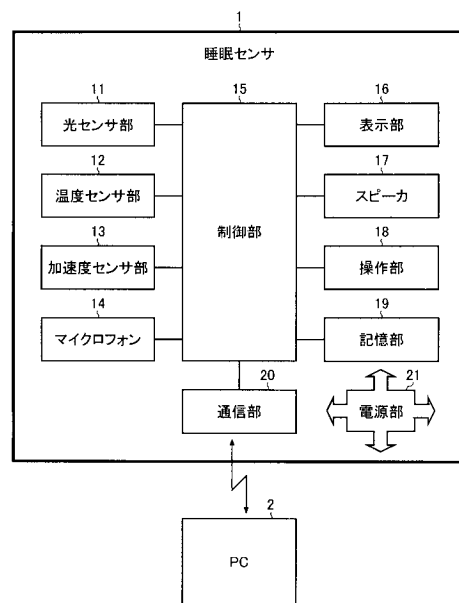
(54) 【発明の名称】 睡眠センサ

(57) 【要約】

【課題】 実用的で利便性の高い睡眠センサを提供する。

【解決手段】 睡眠センサ1は、被験者の脈波または脈波と血中酸素飽和度に関する測定データを取得する光センサ部11と、被験者の体温または体表面温度に関する測定データを取得する温度センサ部12と、被験者の体動に関する測定データを取得する加速度センサ部13と、被験者が発する音や声ないしは周囲環境の音に関する測定データを取得するマイクロフォン14と、睡眠センサ1全体の動作を統括的に制御する制御部15と、画像の出力を行う表示部16と、音声の出力を行うスピーカ17と、入力操作を受け付ける操作部18と、各測定データを記憶する記憶部19と、被験者の睡眠状態を解析する情報端末2に各測定データを送信する通信部20と、睡眠センサ1の各部に電力供給を行う電源部21とを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被験者の脈波に関する測定データまたは脈波と血中酸素飽和度に関する測定データを取得する光センサ部と、

前記被験者の体温または体表面温度に関する測定データを取得する温度センサ部と、

前記被験者の体動に関する測定データを取得する加速度センサ部と、

前記被験者が発する音や声ないしは周囲環境の音に関する測定データを取得するマイクロフォンと、

睡眠センサ全体の動作を統括的に制御する制御部と、

画像の出力を行う表示部と、

音声の出力を行うスピーカと、

入力操作を受け付ける操作部と、

各測定データを記憶する記憶部と、

前記被験者の睡眠状態を解析する情報端末に各測定データを送信する通信部と、

前記睡眠センサの各部に電力供給を行う電源部と、

を有することを特徴とする睡眠センサ。

10

【請求項 2】

前記制御部は、各測定データを解析して前記被験者の睡眠状態を解析する機能を備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の睡眠センサ。

【請求項 3】

前記制御部は、前記被験者の脈波に関する測定データから前記被験者のレム睡眠 / ノンレム睡眠及び睡眠深度の少なくとも一方を判定し、前記表示部、前記スピーカ、または、外部の家電機器を駆動することを特徴とする請求項 2 に記載の睡眠センサ。

20

【請求項 4】

前記制御部は、前記被験者の血中酸素飽和度に関する測定データから前記被験者の無呼吸症候群を判定し、前記表示部、前記スピーカ、または、外部の家電機器を駆動することを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の睡眠センサ。

【請求項 5】

前記制御部は、前記被験者の体温または体表面温度に関する測定データから前記被験者の睡眠深度を判定し、前記表示部、前記スピーカ、または、外部の家電機器を駆動することを特徴とする請求項 2 ~ 請求項 4 のいずれか一項に記載の睡眠センサ。

30

【請求項 6】

前記制御部は、前記被験者の体動に関する測定データから前記被験者の睡眠深度を判定し、前記表示部、前記スピーカ、または、外部の家電機器を駆動することを特徴とする請求項 2 ~ 請求項 5 のいずれか一項に記載の睡眠センサ。

【請求項 7】

前記制御部は、前記被験者の発する音や声ないしは周囲環境の音に関する測定データから前記被験者の状態を判定し、前記表示部、前記スピーカ、または、外部の家電機器を駆動することを特徴とする請求項 2 ~ 請求項 6 のいずれか一項に記載の睡眠センサ。

【請求項 8】

前記光センサ部は、発光部から前記被験者の生体に光を照射した後、前記生体内を透過して戻ってくる光の強度を受光部で検出することにより、前記被験者の脈波に関する測定データまたは脈波と血中酸素飽和度に関する測定データを取得することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 7 のいずれか一項に記載の睡眠センサ。

40

【請求項 9】

前記光センサ部は、柵形状のケースと、前記ケースを前記発光部が載置される第 1 領域と前記受光部が載置される第 2 領域に分割する遮光壁と、を有することを特徴とする請求項 8 に記載の睡眠センサ。

【請求項 10】

前記遮光壁の高さ H_1 と前記発光部の高さ H_2 と前記受光部の高さ H_3 との間には、 H

50

1 > H 2 > H 3 という関係が成立することを特徴とする請求項 9 に記載の睡眠センサ。

【請求項 1 1】

前記ケースは、前記光センサ部を担持する筐体から突出する形で埋設されていることを特徴とする請求項 1 0 に記載の睡眠センサ。

【請求項 1 2】

前記光センサ部は、前記筐体との間に緩衝部材を有することを特徴とする請求項 1 1 に記載の睡眠センサ。

【請求項 1 3】

前記発光部の出力波長は、およそ 6 0 0 n m 以下の可視光領域に属することを特徴とする請求項 8 ~ 請求項 1 2 のいずれか一項に記載の睡眠センサ。

10

【請求項 1 4】

請求項 1 ~ 請求項 1 3 のいずれか一項に記載の睡眠センサと、
前記睡眠センサで取得された測定データの解析やログ取得を行う情報端末と、
を有することを特徴とする体調管理システム。

【請求項 1 5】

請求項 1 ~ 請求項 1 3 のいずれか一項に記載の睡眠センサと、
前記睡眠センサまたは前記情報端末を用いて判定された被験者の睡眠状態に応じて駆動される家電機器と、
を有することを特徴とする家電制御システム。

【請求項 1 6】

前記家電機器は、電動カーテン、オーディオ機器、照明機器、テレビ、空気調和器、及び、寝具の少なくとも一つであることを特徴とする請求項 1 5 に記載の家電制御システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、睡眠センサに関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来より、被験者の脈拍から睡眠状態を検出する技術が提案されている（例えば特許文献 1 を参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 7 9 5 8 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

しかしながら、従来の睡眠センサは、単一の生体情報（脈拍など）から被験者の睡眠状態を検出するものであり、その検出精度にはさらなる改善の余地があった。また、従来の睡眠センサは、あくまで単体で機能するものであり、睡眠センサを用いた体調管理システムや家電制御システムの構築を実現し得るものではなかった。

40

【0 0 0 5】

本発明は、本願の発明者らによって見い出された上記の問題点に鑑み、より実用的で利便性の高い睡眠センサ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】

【0 0 0 6】

上記の目的を達成するために、本発明に係る睡眠センサは、被験者の脈波に関する測定データまたは脈波と血中酸素飽和度に関する測定データを取得する光センサ部と、前記被験者の体温または体表面温度に関する測定データを取得する温度センサ部と、前記被験者

50

の体動に関する測定データを取得する加速度センサ部と、前記被験者が発する音や声ないしは周囲環境の音に関する測定データを取得するマイクロフォンと、睡眠センサ全体の動作を統括的に制御する制御部と、画像の出力を行う表示部と、音声の出力を行うスピーカと、入力操作を受け付ける操作部と、各測定データを記憶する記憶部と、前記被験者の睡眠状態を解析する情報端末に各測定データを送信する通信部と、前記睡眠センサの各部に電力供給を行う電源部と、を有する構成（第1の構成）とされている。

【0007】

なお、上記第1の構成から成る睡眠センサにおいて、前記制御部は、各測定データを解析して前記被験者の睡眠状態を解析する機能を備えた構成（第2の構成）にするとよい。

【0008】

また、上記第2の構成から成る睡眠センサにおいて、前記制御部は、前記被験者の脈波に関する測定データから前記被験者のレム睡眠／ノンレム睡眠及び睡眠深度の少なくとも一方を判定し、前記表示部、前記スピーカ、または、外部の家電機器を駆動する構成（第3の構成）にするとよい。

【0009】

また、上記第2または第3の構成から成る睡眠センサにおいて、前記制御部は、前記被験者の血中酸素飽和度に関する測定データから前記被験者の無呼吸症候群を判定し、前記表示部、前記スピーカ、または、外部の家電機器を駆動する構成（第4の構成）にするとよい。

【0010】

また、上記第2～第4いずれかの構成から成る睡眠センサにおいて、前記制御部は、前記被験者の体温または体表面温度に関する測定データから前記被験者の睡眠深度を判定して、前記表示部、前記スピーカ、または、外部の家電機器を駆動する構成（第5の構成）にするとよい。

【0011】

また、上記第2～第5いずれかの構成から成る睡眠センサにおいて、前記制御部は、前記被験者の体動に関する測定データから前記被験者の睡眠深度を判定し、前記表示部、前記スピーカ、または、外部の家電機器を駆動する構成（第6の構成）にするとよい。

【0012】

また、上記第2～第6いずれかの構成から成る睡眠センサにおいて、前記制御部は、前記被験者の発する音や声ないしは周囲環境の音に関する測定データから前記被験者の状態を判定し、前記表示部、前記スピーカ、または、外部の家電機器を駆動する構成（第7の構成）にするとよい。

【0013】

また、上記第1～第7いずれかの構成から成る睡眠センサにおいて、前記光センサ部は発光部から前記被験者の生体に光を照射した後、前記生体内を透過して戻ってくる光の強度を受光部で検出することにより、前記被験者の脈波に関する測定データまたは脈波と血中酸素飽和度に関する測定データを取得する構成（第8の構成）にするとよい。

【0014】

また、上記第8の構成から成る睡眠センサにおいて、前記光センサ部は、楕形状のケースと、前記ケースを前記発光部が載置される第1領域と前記受光部が載置される第2領域に分割する遮光壁と、を有する構成（第9の構成）にするとよい。

【0015】

また、上記第9の構成から成る睡眠センサにおいて、前記遮光壁の高さH1と前記発光部の高さH2と前記受光部の高さH3との間には、 $H1 > H2 > H3$ という関係が成立する構成（第10の構成）にするとよい。

【0016】

また、上記第10の構成から成る睡眠センサにおいて、前記ケースは、前記光センサ部を担持する筐体から突出する形で埋設されている構成（第11の構成）にするとよい。

【0017】

10

20

30

40

50

また、上記第 11 の構成から成る睡眠センサにおいて、前記光センサ部は、前記筐体との間に緩衝部材を有する構成（第 12 の構成）にするとよい。

【0018】

また、上記第 8 ~ 第 12 いずれかの構成から成る睡眠センサにおいて、前記発光部の出力波長は、約 600 nm 以下の可視光領域に属する構成（第 13 の構成）にするとよい。

【0019】

また、本発明に係る体調管理システムは、上記第 1 ~ 第 13 いずれかの構成から成る睡眠センサと、前記睡眠センサで取得された測定データの解析やログ取得を行う情報端末とを有する構成（第 14 の構成）とされている。

【0020】

また、本発明に係る家電制御システムは、上記第 1 ~ 第 13 いずれかの構成から成る睡眠センサと、前記睡眠センサまたは前記情報端末を用いて判定された被験者の睡眠状態に応じて駆動される家電機器と、を有する構成（第 15 の構成）とされている。

【0021】

なお、上記第 15 の構成から成る家電制御システムにおいて、前記家電機器は、電動カーテン、オーディオ機器、照明機器、テレビ、空気調和器、及び、寝具の少なくとも一つである構成（第 16 の構成）にするとよい。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、より実用的で利便性の高い睡眠センサを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図 1】睡眠センサ 1 の一構成例を示すブロック図

【図 2】睡眠センサ 1 を用いた家電制御システムの一構成例を示す模式図

【図 3 A】睡眠センサ 1 の第 1 装着例（額装着型）を示す模式図

【図 3 B】睡眠センサ 1 の第 2 装着例（耳装着型）を示す模式図

【図 4】脈波測定の原理を説明するための模式図

【図 5】生体内における光の減衰量（吸光度）が時間的に変化する様子を示す波形図

【図 6】光センサ部 11 の第 1 構成例を模式的に示す断面図

【図 7】光センサ部 11 の第 2 構成例を模式的に示す断面図

【図 8】オフセット距離 H と信号強度との相関関係を示す波形図

【図 9】素子間距離 W と信号強度との相関関係を示す波形図

【図 10 A】光センサ部 11 の第 3 構成例を模式的に示す断面図

【図 10 B】光センサ部 11 の第 4 構成例を模式的に示す断面図

【図 10 C】光センサ部 11 の第 5 構成例を模式的に示す断面図

【図 10 D】光センサ部 11 の第 6 構成例を模式的に示す断面図

【図 11】光センサ部 11 の第 7 構成例を模式的に示す断面図

【発明を実施するための形態】

【0024】

< 睡眠センサ >

図 1 は睡眠センサの一構成例（体調管理システムとしての適用例）を示すブロック図である。本構成例の睡眠センサ 1 は、光センサ部 11 と、温度センサ部 12 と、加速度センサ部 13 と、マイクロフォン 14 と、制御部 15 と、表示部 16 と、スピーカ 17 と、操作部 18 と、記憶部 19 と、通信部 20 と、電源部 21 と、を有する。

【0025】

光センサ部 11 は、被験者の生体に光を照射した後、生体内を透過して戻ってくる光の強度を検出することで、被験者の脈波や血中酸素飽和度に関する測定データを取得する。

【0026】

温度センサ部 12 は、被験者の体温や体表面温度に関する測定データを取得する。

【0027】

10

20

30

40

50

加速度センサ部 13 は、被験者の体動に関する測定データを取得する。

【0028】

マイクフォン 14 は、被験者が発する音や声及び被験者の周囲音に関する測定データを取得する。

【0029】

制御部 15 は、睡眠センサ 1 全体の動作を統括的に制御する。なお、制御部 15 としては、CPU [Central Processing Unit] などを好適に用いることができる。

【0030】

表示部 16 は、被験者の睡眠状態に応じて画像（文字などを含む）の出力を行う。表示部 16 としては、液晶表示パネルなどを好適に用いることができる。

10

【0031】

スピーカ 17 は、被験者の睡眠状態に応じて音声（警告音などを含む）の出力を行う。

【0032】

操作部 18 は、被験者の入力操作（電源オン/オフなど）を受け付けるヒューマンインタフェイスである。操作部 18 としては、各種キーやボタンのほか、タッチパネルなどを好適に用いることができる。

【0033】

記憶部 19 は、制御部 15 に読み込まれて実行される各種プログラムを不揮発的に格納する ROM [read only memory] や、制御部 15 のプログラム実行領域として使用される揮発性の RAM [random access memory] を含む。

20

【0034】

また、記憶部 19 は、睡眠センサ 1 で得られた測定データ（生データ、或いは、種々の処理が施された処理済みデータ）を揮発的または不揮発的に格納する RAM や EEPROM [Electrically Erasable Programmable ROM] なども含む。このように、測定データの格納手段を有する構成であれば、例えば、所定期間毎に記憶部 19 の蓄積データを一括して外部送信することができるようになるので、通信部 20 を間欠的に待機状態とすることが可能となり、延いては、睡眠センサ 1 のバッテリー駆動時間を延ばすことが可能となる。

【0035】

通信部 20 は、睡眠センサ 1 で得られた測定データ（生データ、種々の処理が施された処理済みデータ、或いは、記憶部 19 の格納データ）を外部の情報端末 2（データサーバやパーソナルコンピュータなど）に無線または有線で送信する。特に、睡眠センサ 1 で得られた測定データを情報端末 2 に無線で送信する構成であれば、睡眠センサ 1 と情報端末 2 とを有線で接続する必要がなくなるので、例えば、被験者の行動を制約せずに測定データのリアルタイム送信を行うことが可能となる。特に、睡眠センサ 1 を防水構造とする際には、睡眠センサ 1 の外部端子を完全に排除するという観点から、測定データの外部送信方式として無線送信方式を採用することが望ましい。なお、近距離（数 m ~ 数十 m）の情報端末 2 に測定データを無線送信する場合には、通信部 20 として、Bluetooth（登録商標）無線通信モジュールなどを好適に用いることができる。また、インターネットなどを介して遠隔地の情報端末 2 に測定データを送信する場合には、通信部 20 として無線 LAN [local area network] モジュールなどを好適に用いることができる。

30

40

【0036】

電源部 21 は、バッテリーと DC / DC コンバータを含み、バッテリーからの入力電圧を所望の出力電圧に変換して睡眠センサ 1 の各部に供給する。このように、バッテリー駆動方式の睡眠センサ 1 であれば、睡眠状態の測定時に外部からの給電ケーブルを接続する必要がないので、被験者の行動を制約せずに睡眠状態の測定を行うことが可能となる。なお、上記のバッテリーとしては、繰り返し充電を行うことが可能な二次電池（リチウムイオン二次電池や電気二重層キャパシタなど）を用いることが望ましい。このように、バッテリーとして二次電池を用いる構成であれば、煩わしい電池交換作業が不要となるので、睡眠センサ 1 の利便性を高めることができる。また、バッテリー充電時における外部からの電力供給方式としては、USB [Universal Serial Bus] ケーブルなどを用いる接触給電方式であ

50

ってもよいし、或いは、電磁誘導方式、電界結合方式、及び、磁界共鳴方式などの非接触給電方式であってもよい。ただし、睡眠センサ1を防水構造とする際には、睡眠センサ1の外部端子を完全に排除するという観点から、外部からの電力供給方式として非接触給電方式を採用することが望ましい。

【0037】

上記のように、被験者に装着される睡眠センサ1と、睡眠センサ1で取得された測定データの解析やログ取得を行う情報端末2と、を有する体調管理システムを構築すれば、睡眠センサ1自体を不要に高機能化することなく、被験者の日々の睡眠状態を監視して適切な体調管理を行うことが可能となる。また、多数の被験者から得られるデータを情報端末2で集約することにより、統計的な解析などを行うことも可能となる。

10

【0038】

なお、睡眠センサ1で取得された測定データの詳細な解析は、上記の理由から、外部の情報端末2に委ねることが望ましいが、睡眠センサ1で取得された測定データから被験者の睡眠状態を解析して表示部16やスピーカ17を駆動する機能を制御部15に具備することは非常に有益である。

【0039】

例えば、制御部15は、被験者の脈波に関する測定データ（脈拍数や脈拍変動など）から被験者のレム睡眠/ノンレム睡眠を判定し、表示部16やスピーカ17を駆動する構成にするとよい。例えば、被験者のレム睡眠に合わせてスピーカ17から目覚まし用の音楽や環境音（鳥のさえずり音や水のせせらぎ音など）を出力することにより、被験者に心地の良い寝覚めを提供することが可能となる。また、制御部15は、被験者の脈波に関する測定データから被験者の睡眠深度を判定し、表示部16やスピーカ17を駆動する構成としてもよい。

20

【0040】

また、制御部15は、被験者の血中酸素飽和度に関する測定データから被験者の無呼吸症候群（睡眠の質）を判定し、表示部16やスピーカ17を駆動する構成にするとよい。例えば、無呼吸症候群の発症時にスピーカ17からアラーム音を出力することにより、被験者を強制的に覚醒させたり、被験者の異常を周囲に報知したりすることができる。

【0041】

また、制御部15は、被験者の体温または体表面温度に関する測定データから被験者の睡眠深度を判定して、表示部16やスピーカ17を駆動する構成にするとよい。例えば、被験者の睡眠状態が浅くなり体温が上昇したときにスピーカ17から目覚まし用の音楽や環境音を出力することにより、被験者に心地の良い寝覚めを提供することが可能となる。

30

【0042】

また、制御部15は、被験者の体動に関する測定データから被験者の睡眠深度を判定し、表示部16やスピーカ17を駆動する構成にするとよい。例えば、被験者の睡眠状態が浅くなり体動が多くなったときにスピーカ17から目覚まし用の音楽や環境音を出力することにより、被験者に心地の良い寝覚めを提供することが可能となる。

【0043】

また、制御部15は、被験者の発する音や声及び被験者の周囲音に関する測定データから被験者の状態（いびきや歯ぎしりなど）を判定し、表示部16やスピーカ17を駆動する構成にするとよい。例えば、被験者のいびきがひどくなったときにスピーカ17からアラーム音を出力することにより、被験者を強制的に覚醒させたり、被験者の異常を周囲に報知したりすることができる。

40

【0044】

なお、上記の例では、被験者の睡眠状態に応じて睡眠センサ1に組み込まれた表示部16やスピーカ17の駆動制御を行う構成を例に挙げたが、制御部15による駆動制御の対象はこれらに限定されるものではなく、睡眠センサ1の外部に設けられた家電機器を遠隔制御することも考えられる。

【0045】

50

図2は、睡眠センサ1を用いた家電制御システムの一構成例を示す模式図である。本構成例の家電制御システムでは、睡眠センサ1を用いて判定された被験者の睡眠状態に応じて、電動カーテンA1、オーディオ機器A2、照明機器A3、テレビA4、空気調和器A5、及び、寝具（電動ベッドや空気マットなど）A6が制御される。

【0046】

本構成例の家電制御システムによれば、例えば、被験者の起床に合わせて、電動カーテンA1を開き、オーディオ機器A2から目覚まし用音楽を流し、照明機器A3を点灯し、テレビA4でニュースチャンネルを選局し、空気調和器A5で寝室内を適切な温度に設定し、かつ、寝具A6を被験者が起床しやすい状態に調整（電動ベッドのリクライニング調整や空気マットの圧力調整など）することができる。

10

【0047】

このように、本構成例の家電制御システムによれば、睡眠センサ1と種々の家電製品A1～A6を連携させて、被験者に心地の良い寝覚めを提供することが可能となる。

【0048】

なお、図2では、睡眠センサ1から家電製品A1～A6が直接的に制御される構成例を挙げて説明を行ったが、家電制御システムの構成はこれに限定されるものではなく、例えば、睡眠センサ1で取得された種々の測定データを解析する情報端末2（図1を参照）が用意されている場合には、この情報端末2から家電製品A1～A6を制御してもよい。

【0049】

図3Aは、睡眠センサ1の第1装着例（額装着型）を示す模式図である。図3Aでは、アイマスク型筐体1X（図中の破線を参照）の中央部（被験者の眉間に当接される位置）に睡眠センサ1の本体が配置されている。このように、毛細血管が集中している眉間に睡眠センサ1を配置すれば、光センサ部11で脈波や血中酸素飽和度の測定を安定して行うことができるので、睡眠状態の測定精度を高めることが可能となる。また、アイマスク型筐体1Xは、睡眠センサ1を被覆する遮光部材としても機能する。このような構成とすることにより、光センサ部11が外光の影響を受けにくくなるので、睡眠状態の測定を安定して行うことが可能となる。また、アイマスク型筐体1Xは、その本来の機能として被験者をリラックスさせることができるので、睡眠状態の測定中において被験者に過度のストレスを与えずに済む。

20

【0050】

図3Bは、睡眠センサ1の第2装着例（耳装着型）を示す模式図である。図3Bでは、被験者の外耳に装着されるセンサユニット1Yと、被験者の襟や胸に装着される本体ユニット1Zが別個に分離して設けられている。センサユニット1Yには、各種センサ部11～14が収納されており、本体ユニット1Zには、その余の構成要素15～21が収納されている。このような構成とすることにより、被験者の外耳に装着されるセンサユニット1Yを小型化することができるので、被験者に違和感を与えずに済む。特に、外耳は、指や腕に比べて体動の少ない部位であるので、光センサ部11の出力信号が体動ノイズの影響を受けにくく、高精度に脈波や血中酸素飽和度の測定を行うことが可能となる。なお、センサユニット1Yの形態については、一般的なイヤホンの形態（インナーイヤー型、カナル型、クリップ型など）を採用してもよいし、或いは、外耳道に挿入される耳栓型を採用しても構わない。

30

40

【0051】

< 脈波測定の原理 >

図4は、光センサ部11による脈波測定の原理を説明するための模式図であり、図5は生体内における光の減衰量（吸光度）が時間的に変化する様子を示す波形図である。

【0052】

容積脈波法による脈波測定では、例えば、図4に示す通り、測定窓に押し当てられた生体の一部（図4では外耳E（耳の構造のうち耳介（耳殻）と外耳道を含めた部分））に向けて発光部11A（LED [Light Emitting Diode] など）から光が照射され、体内を透過して体外に出てくる光の強度が受光部11B（フォトダイオードやフォトトランジス

50

タなど)で検出される。ここで、図5に示すように、生体組織や静脈血(脱酸素化ヘモグロビンHb)による光の減衰量(吸光度)は一定であるが、動脈血(酸素化ヘモグロビンHbO₂)による光の減衰量(吸光度)は拍動によって時間的に変動する。従って、可視領域から近赤外領域にある「生体の窓」(光が生体を透過しやすい波長領域)を利用して末梢動脈の吸光度変化を測定することにより、容積脈波を測定することができる。

【0053】

なお、光センサ部11(発光部11A及び受光部11B)の装着位置は、外耳Eのいかなる部位(舟状窩E1、耳輪E2、対耳輪E3、対耳珠E4、外耳道E5、上対耳輪脚E6、三角窩E7、下対耳輪脚E8、耳甲介E9、耳珠E10、珠間切痕E11、及び、耳垂E12)であってもよいし、或いは、外耳E以外の部位(指先、指の第3関節、額、眉間、鼻先、頬、眼下、こめかみなど)であってもよい。

10

【0054】

本構成例の睡眠センサ1において、光センサ部11は、発光部11Aと受光部11Bが生体を挟んで互いに反対側に設けられた構成(いわゆる透過型、図4の破線矢印を参照)ではなく、発光部11Aと受光部11Bが生体に対していずれも同じ側に設けられた構成(いわゆる反射型、図4の実線矢印を参照)とされている。また、本願の発明者らは、外耳Eでの脈波測定について、十分に脈波の測定が可能であることを実際に実験で確認済みである。光センサ部11の具体的な構造については、後ほど詳細に説明する。

【0055】

<脈波から分かること>

20

なお、心臓及び自立神経の支配を受けている脈波は、常に一定の挙動を示すものではなく、被験者の状態によって様々な変化(揺らぎ)を生じるものである。従って、脈波の変化(揺らぎ)を解析することにより、被験者の様々な身体情報を得ることができる。例えば、心拍数からは、被験者の運動能力や緊張度などを知ることができ、心拍変動からは、被験者の疲労度、快眠度、及び、ストレスの大きさなどを知ることができる。また、脈波を時間軸で2回微分することにより得られる加速度脈波からは、被験者の血管年齢や動脈硬化度などを知ることができる。

【0056】

<光センサ部(構造)>

30

図6は、光センサ部11の第1構成例を模式的に示す断面図である。第1構成例の光センサ部11は、ケース11aと、遮光壁11bと、透光板11zと、発光部xと、受光部yと、を有する。

【0057】

ケース11aは、発光部xと受光部yを収納する枡形状の部材である。なお、ケース11aは、その開口面を塞ぐ透光板11zが筐体10の表面(外耳Eと対向する面)と面一になるように、睡眠センサ1の筐体10に埋設されている。

【0058】

遮光壁11bは、ケース11aを発光部xが載置される第1領域と受光部yが載置される第2領域に分割する部材である。遮光壁11bを設けることにより、発光部xから受光部yへ直接的に入射される光を遮ることができるので、脈波データの検出精度を高めることが可能となる。なお、ケース11aと遮光壁11bは、一体成形することが望ましい。

40

【0059】

透光板11zは、ケース11aの開口面を塞ぐ透光性の部材である。透光板11zを設けることにより、発光部x及び受光部yの汚損(埃などの付着)を防止することができるので、発光部x及び受光部yとして、樹脂などで封止されていないペアチップ(発光チップ及び受光チップ)を用いることが可能となる。

【0060】

第1構成例の光センサ部11であれば、発光部xから外耳Eに光を照射した後、外耳Eを透過して戻ってくる光の強度を受光部yで検出することにより、被験者の脈波データを取得することが可能である。

50

【0061】

しかしながら、第1構成例の光センサ部11では、外耳Eと発光部x及び受光部yとの間に透光板11zが存在するので、外耳Eを介することなく透光板11zを介して発光部xから受光部yへ直接的に光が入射されるおそれがある。また、第1構成例の光センサ部11では、光センサ部11と外耳Eとの密着性が損なわれたときに、外光が受光部yに漏れ入るおそれもある。外耳Eを透過していない光が受光部yに入射されると、脈波データの検出精度(S/N)が低下するので、脈波データの検出精度を向上させるためには、上記の問題を解消しておくことが重要となる。

【0062】

図7は、光センサ部11の第2構成例を模式的に示す断面図である。第2構成例の光センサ部11は、ケース11aと、遮光壁11bと、発光部Xと、受光部Yと、を有する。すなわち、第2構成例の光センサ部11では、先述の透光板11zが除外されている。

10

【0063】

ケース11aは、発光部Xと受光部Yを収納する桁形状の部材である。ケース11aの外形寸法(高さH0、幅W0、奥行D0)は、例えば、 $H0 = 1.5\text{ mm}$ 、 $W0 = 4.5\text{ mm}$ 、 $D0 = 3.0\text{ mm}$ に設計されている。なお、ケース11aは、筐体10の表面から所定寸法H4(例えば $H4 = 0.3\text{ mm}$)だけ突出する形で筐体10に埋設されている。このような構成であれば、ケース11aの突出部分によって受光部Yに漏れ入る外光を遮ることができるので、脈波データの検出精度を向上することが可能となる。

【0064】

遮光壁11bは、ケース11aを発光部Xが載置される第1領域と受光部Yが載置される第2領域に分割する部材である。先述の第1実施形態と同じく、遮光壁11bを設けることにより、発光部Xから受光部Yへ直接的に入射される光を遮ることができるので、脈波データの検出精度を高めることが可能となる。なお、ケース11aと遮光壁11bは、一体成形することが望ましい。

20

【0065】

発光部Xは、基板X1と、発光チップX2と、封止体X3と、ワイヤX4と、導電体X5と、を有する。基板X1は、その表面上に発光チップX2が載置される部材である。発光チップX2は、所定波長の光を出力する発光素子(例えば、緑色LEDのベアチップ)である。封止体X3は、発光チップX2を封止する透光性の部材である。ワイヤX4は、発光チップX2と導電体X5とを電氣的に接続する部材である。導電体X5は、基板X1の上面から下面にわたって形成された導電性の部材であり、ケース11aの底面に形成された配線パターンと半田付けされる。

30

【0066】

受光部Yは、基板Y1と、受光チップY2と、封止体Y3と、ワイヤY4と、導電体Y5と、を有する。基板Y1は、その表面上に受光チップY2が載置される部材である。受光チップY2は、所定の波長領域に属する光を電気信号に変換する光電変換素子(例えば近赤外領域~可視領域の光感受性を持つフォトランジスタのベアチップ)である。封止体Y3は、受光チップY2を封止する透光性の部材である。ワイヤY4は、受光チップY2と導電体Y5とを電氣的に接続する部材である。導電体Y5は、基板Y1の上面から下面にわたって形成された導電性の部材であり、ケース11aの底面に形成された配線パターンと半田付けされる。

40

【0067】

このように、第2構成例の光センサ部11では、発光部X及び受光部Yとして、ベアチップではなくパッケージ型の半導体装置が用いられている。従って、ケース11aの開口面を透光板で被覆する必要がなくなるので、透光板を介して発光部Xから受光部Yへ直接的に光が入射される懸念を払拭することが可能となり、延いては、脈波データの検出精度を高めることが可能となる。

【0068】

また、第2構成例の光センサ部11において、遮光壁11bの高さH1と発光部Xの高

50

さ H_2 との間には、 $H_1 > H_2$ という関係が成立している。なお、遮光壁 1 1 b の高さ H_1 は、ケース 1 1 a の底面から遮光壁 1 1 b の上端部までの距離（例えば、 $H_1 = 1.4 \text{ mm}$ ）を指している。また、発光部 X の高さ H_2 は、ケース 1 1 a の底面から発光チップ X 2 の発光面までの距離（例えば、 $H_2 = 0.5 \text{ mm}$ ）を指している。ただし、発光チップ X 2 が基板 X 1 に比べて非常に薄いことを鑑みると、基板 X 1 の厚みを発光部 X の高さ H_2 として取り扱うこともできる。

【0069】

上記の関係式を満たした寸法設計を行えば、発光部 X から受光部 Y へ直接的に入射される光を遮光壁 1 1 b で効果的に遮ることができるので、脈波データの検出精度を高めることが可能となる。

10

【0070】

ただし、遮光壁 1 1 b の高さ H_1 に比べて、発光部 X の高さ H_2 を小さく設計し過ぎると、発光部 X から出射された光が生体 2 に到達するまでに散乱ないし減衰してしまい、受光部 Y で検出される光の強度が小さくなって脈波データの検出精度が低下する。従って、遮光壁 1 1 b の高さ H_1 から発光部 X の高さ H_2 を差し引いたオフセット距離 $H (= H_1 - H_2)$ には、最適な設計範囲が存在する。

【0071】

図 8 は、オフセット距離 H と信号強度（受光信号のピークトゥピーク値）との相関関係を示す波形図であり、上から順に、 $H = 0.6 \text{ mm}$ 、 0.7 mm 、 0.9 mm 、 1.1 mm 、及び、 2.1 mm であるときの受光波形が描写されている。図 8 から、オフセット距離 H が 0.9 mm であるときに信号強度が最大となることが分かる。この実験結果を鑑みると、オフセット距離 H は、 $0 \text{ mm} < H < 2 \text{ mm}$ （より好ましくは、 $0.6 \text{ mm} < H < 1.4 \text{ mm}$ ）の設計範囲に収めることが望ましいと言える。

20

【0072】

例えば、厚み 0.6 mm の封止体 X 3 を備えた発光部 X を用いて、オフセット距離 H を 0.9 mm に設計する場合には、封止体 X 3 の上面が遮光壁 1 1 b の上端部から 0.3 mm だけ奥まった高さ位置となるように、基板 X 1 の厚みを設計すればよい。

【0073】

また、第 2 構成例の光センサ部 1 1 において、発光部 X の高さ H_2 と受光部 Y の高さ H_3 との間には、 $H_2 > H_3$ という関係が成立している。なお、受光部 Y の高さ H_3 は、ケース 1 1 a の底面から受光チップ Y 2 の受光面までの距離（例えば、 $H_3 = 0.3 \text{ mm}$ ）を指している。ただし、受光チップ Y 2 が基板 Y 1 に比べて非常に薄いことを鑑みると、基板 Y 1 の厚みを受光部 Y の高さ H_3 として取り扱うこともできる。

30

【0074】

上記の関係式を満たした寸法設計を行えば、外光が受光部 Y に届き難くなるので、脈波データの検出精度を向上することが可能となる。

【0075】

次に、図 9 を参照しながら、発光部 X と受光部 Y との素子間距離 W_1 に応じて信号強度がどのように変化するかを考察する。図 9 は、素子間距離 W_1 と信号強度との相関関係を示す波形図であり、上から順に、 $W_1 = 0.1 \text{ mm}$ 、 0.5 mm 、 1.0 mm 、 3.0 mm 、及び、 5.0 mm であるときの受光波形が描写されている。図 9 から、素子間距離 W_1 が 0.5 mm であるときに信号強度が最大となることが分かる。この実験結果を鑑みると、素子間距離 W_1 は、 $0.1 \text{ mm} < W_1 < 3.0 \text{ mm}$ （より好ましくは、 $0.2 \text{ mm} < W_1 < 0.8 \text{ mm}$ ）の設計範囲に収めることが望ましいと言える。

40

【0076】

次に、図 10 A ~ 図 10 D を参照しながら光センサ部 1 1 の変形例について説明する。図 10 A ~ 図 10 D は、それぞれ、光センサ部 1 1 の第 3 ~ 第 6 構成例を模式的に示す断面図である。なお、第 3 構成例 ~ 第 6 構成例は、先出の第 2 構成例とほぼ同様の構成であり、脈波データの検出精度をさらに向上するために種々の構成要素が追加されている。

【0077】

50

例えば、第3構成例(図10A)の光センサ部11は、発光部Xの上部に集光レンズ11cを有する。集光レンズ11cを設けることにより、発光部Xから出射される光を外耳Eに集めて照射することができるので、受光部Yで検出される光の強度を高めて脈波データの検出精度を向上することが可能となる。

【0078】

また、第4構成例(図10B)の光センサ部11において、発光部Xが載置される第1領域は、発光部Xの発光領域よりも小さい開口部d1を備えた蓋部材11dによって被覆されている。例えば、発光部Xの発光領域が0.7mm四方の矩形領域である場合、開口部d1は、直径0.5mmの円形状や0.5mm四方の矩形状に形成すればよい。蓋部材11dを設けることにより、発光部Xから出射される光の拡散を防止して、発光部Xから受光部Yへ直接的に入射される光を遮ることができるので、脈波データの検出精度を高めることが可能となる。

10

【0079】

また、第5構成例(図10C)の光センサ部11において、受光部Yが載置される第2領域は、受光部Yの受光領域よりも大きい開口部d2を備えた蓋部材11eによって被覆されている。例えば、受光部Yの受光領域が0.7mm四方の矩形領域である場合、開口部d2は、直径1.0mmの円形状や1.0mm四方の矩形状に形成すればよい。蓋部材11eを設けることにより、受光部Yに漏れ入る外光を遮ることができるので、脈波データの検出精度を高めることが可能となる。

20

【0080】

また、第6構成例(図10D)の光センサ部11において、発光部X及び受光部Yの少なくとも一方は、所定の波長成分のみ(発光部Xの出力ピーク波長近傍)を選択的に通過させるカラーフィルタX6及びY6を有する。カラーフィルタX6及びY6を設けることにより、不要な波長成分を除去することができるので、脈波データの検出精度を高めることが可能となる。

【0081】

次に、図11を参照しながら光センサ部11のさらなる変形例について説明する。図11は、光センサ部11の第7構成例を模式的に示す断面図である。なお、第7構成例は、先出の第2構成例とほぼ同様の構成であり、脈波データの検出精度をさらに向上するための工夫が凝らされている。

30

【0082】

第7構成例の光センサ部11は、筐体10とケース11aとの間に緩衝部材11fを有する。緩衝部材11fとしては、ゴムや合成スポンジなどを好適に用いることができる。このような構成とすることにより、光センサ部11と外耳Eとの密着性を高めることができるので、脈波の測定を安定して行うことが可能となる。

【0083】

なお、上記した第3構成例(図10A)~第6構成例(図10D)、及び、第7構成例(図11)で各々追加された構成要素については、各々を単独で適用してもよいし、任意に組み合わせて適用してもよい。

【0084】

また、上記いずれの構成を採用する場合であっても、受光部Yは、発光部Xよりも外耳道E5に近い側(ないしは外耳道E5の奥側)に配置するとよい。このような構成とすることにより、受光部Yに外光が漏れ入りにくくなるので、脈波データの検出精度を高めることが可能となる。

40

【0085】

また、外耳E以外の部位(指先、指の第3関節、額、眉間、鼻先、頬、眼下、こめかみなど)で被験者の脈波データを測定する場合であっても、上記構成の光センサ部11を好適に用いることができることは言うまでもない。

【0086】

<出力波長についての考察>

50

実験では、いわゆる反射型の光センサ部 1 1 において、発光部の出力波長を 1 (赤外 : 940 nm)、2 (緑 : 630 nm)、及び、3 (青 : 468 nm) とし、発光部の出力強度 (駆動電流値) を 1 mA、5 mA、10 mA に変化させたときの挙動を各々調査した。その結果、およそ波長 600 nm 以下の可視光領域において、酸素化ヘモグロビン HbO_2 の吸収係数が大きくなり、測定される脈波のピーク強度が大きくなるため、脈波の波形を比較的取得しやすいことが分かった。

【0087】

なお、動脈血の酸素飽和度を検出するパルスオキシメータでは、酸素化ヘモグロビン HbO_2 の吸収係数 (実線) と脱酸素化ヘモグロビン Hb の吸収係数 (破線) との差違が最大となる近赤外領域の波長 (700 nm 前後) が発光部の出力波長として広く一般的に用いられているが、脈波センサ (特に、いわゆる反射型の脈波センサ) としての利用を考えた場合には、上記の実験結果で示したように、波長 600 nm 以下の可視光領域を発光部の出力波長として用いることが望ましいと言える。

10

【0088】

ただし、単一の光センサ部 1 1 を用いて、脈波と血中酸素飽和度の両方を検出する場合には、従前と同様、近赤外領域の波長を用いても構わない。

【0089】

<その他の変形例>

なお、本発明の構成は、上記実施形態のほか、発明の主旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えることが可能である。すなわち、上記実施形態は、全ての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきであり、本発明の技術的範囲は、上記実施形態の説明ではなく、特許請求の範囲によって示されるものであり、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内に属する全ての変更が含まれると理解されるべきである。

20

【産業上の利用可能性】

【0090】

本発明によれば、より実用的で利便性の高い睡眠センサを実現することが可能である。

【符号の説明】

【0091】

- 1 睡眠センサ
- 1 X アイマスク型筐体
- 1 Y センサユニット
- 1 Z 本体ユニット
- 2 情報端末 (データサーバ、パーソナルコンピュータなど)
- 1 0 筐体
- 1 1 光センサ部
- 1 1 A 発光部
- 1 1 B 受光部
- 1 1 a ケース
- 1 1 b 遮光壁
- 1 1 c 集光レンズ
- 1 1 d、1 1 e 蓋部材
- 1 1 f 緩衝部材 (ゴムや合成スポンジなど)
- 1 1 z 透光板
- 1 2 温度センサ部
- 1 3 加速度センサ部
- 1 4 マイクロフォン
- 1 5 制御部
- 1 6 表示部
- 1 7 スピーカ
- 1 8 操作部

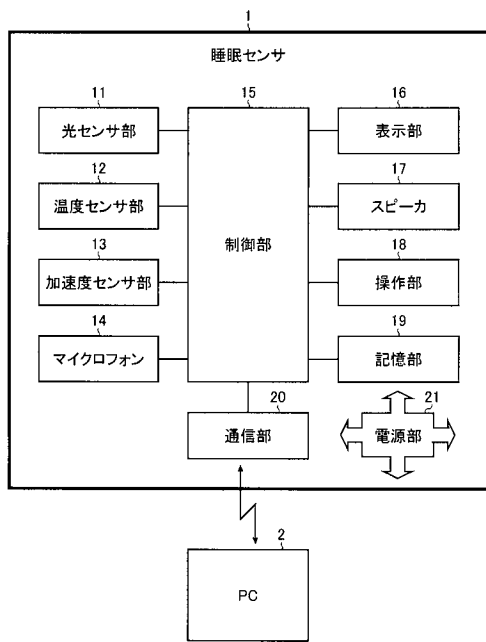
30

40

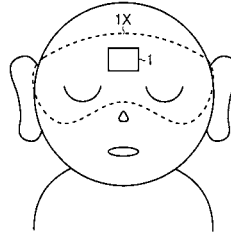
50

1 9	記憶部	
2 0	通信部	
2 1	電源部	
A 1	電動カーテン	
A 2	オーディオ機器	
A 3	照明機器	
A 4	テレビ	
A 5	空気調和器	
A 6	寝具（電動ベッドや空気マットなど）	
E	外耳	10
E 1	舟状窩	
E 2	耳輪	
E 3	対耳輪	
E 4	対耳珠	
E 5	外耳道	
E 6	上対耳輪脚	
E 7	三角窩	
E 8	下対耳輪脚	
E 9	耳甲介	
E 10	耳珠	20
E 1 1	珠間切痕	
E 1 2	耳垂	
X	発光部（発光チップ）	
Y	受光部（受光チップ）	
X	発光部	
X 1	基板	
X 2	発光チップ	
X 3	封止体	
X 4	ワイヤ	
X 5	導電体	30
X 6	カラーフィルタ	
Y	受光部	
Y 1	基板	
Y 2	受光チップ	
Y 3	封止体	
Y 4	ワイヤ	
Y 5	導電体	
Y 6	カラーフィルタ	

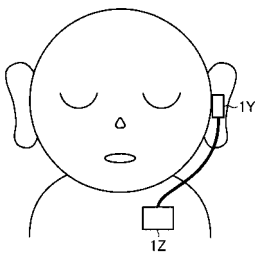
【 図 1 】



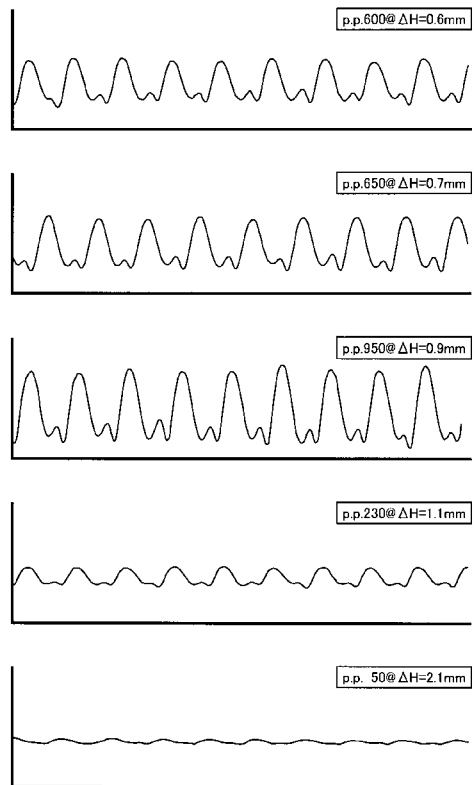
【 図 3 A 】



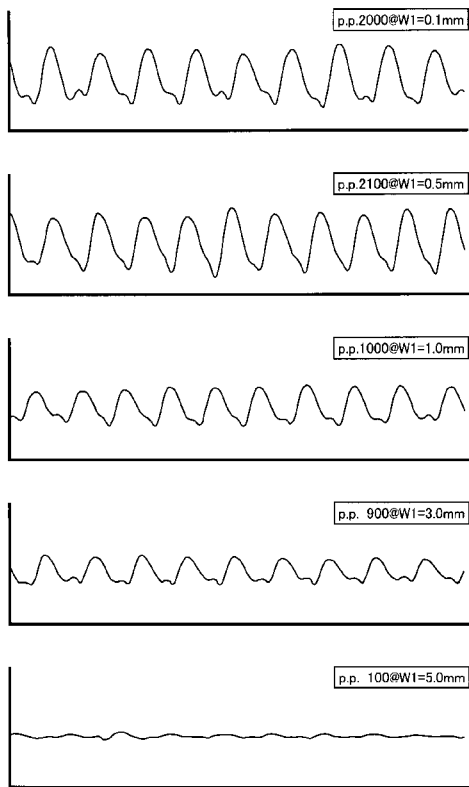
【 図 3 B 】



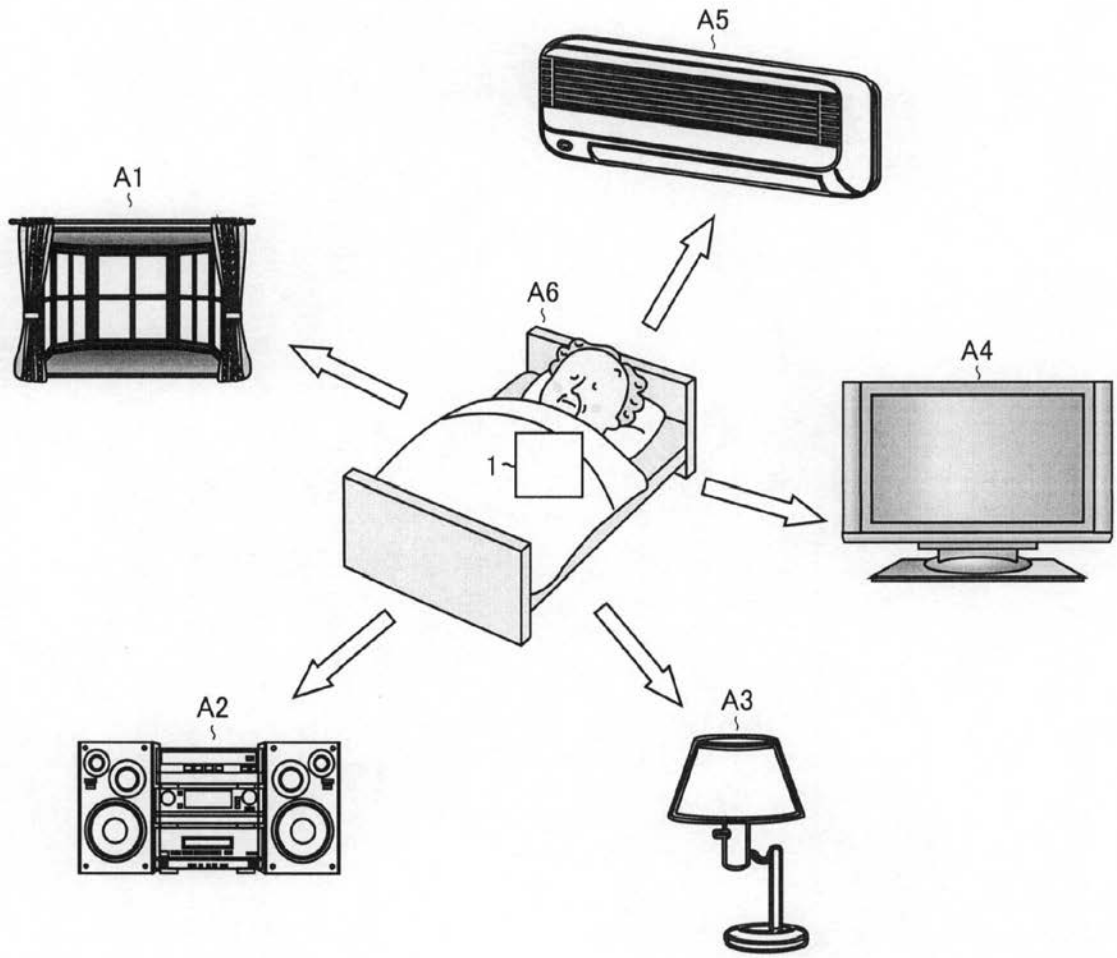
【 図 8 】



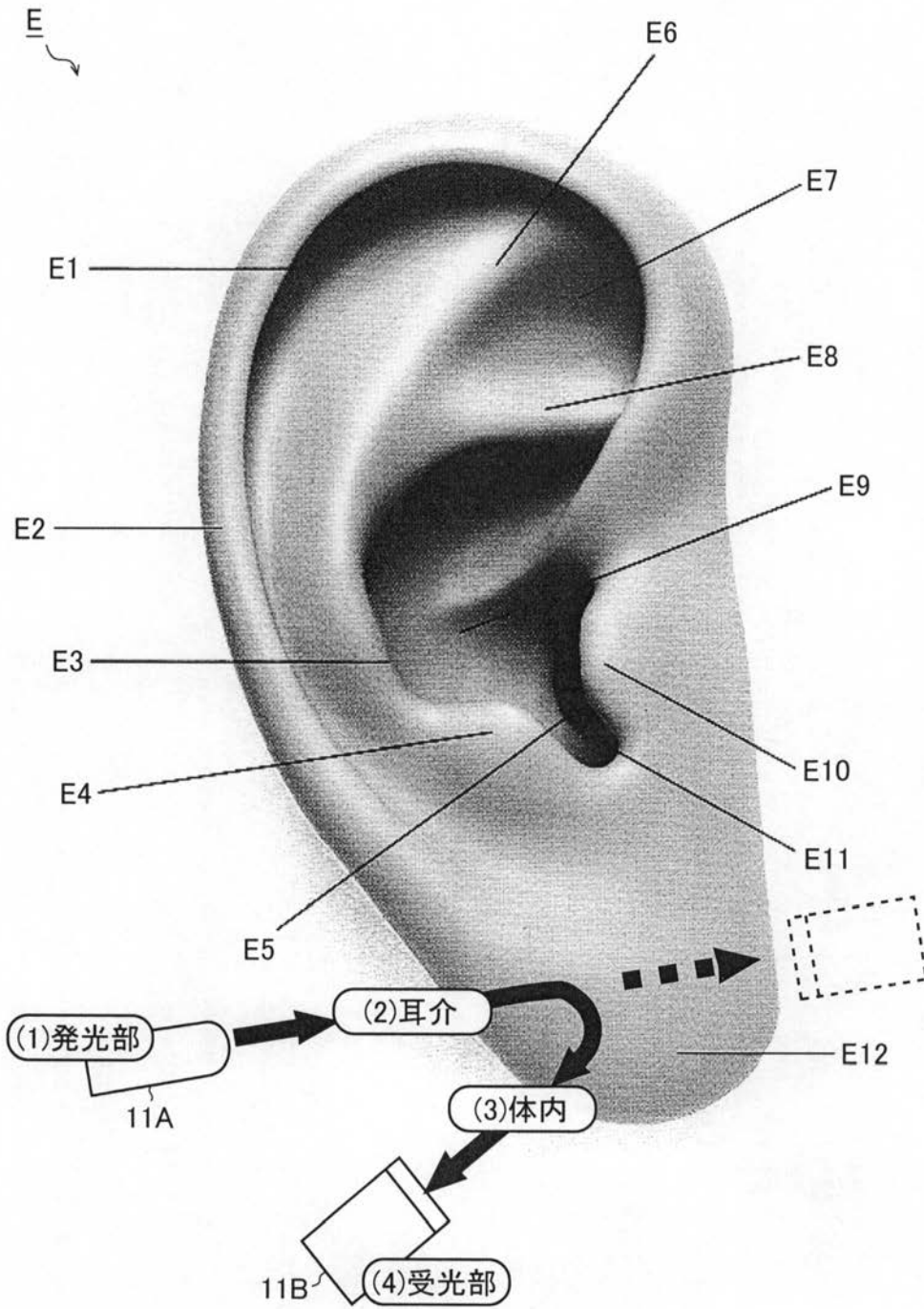
【 図 9 】



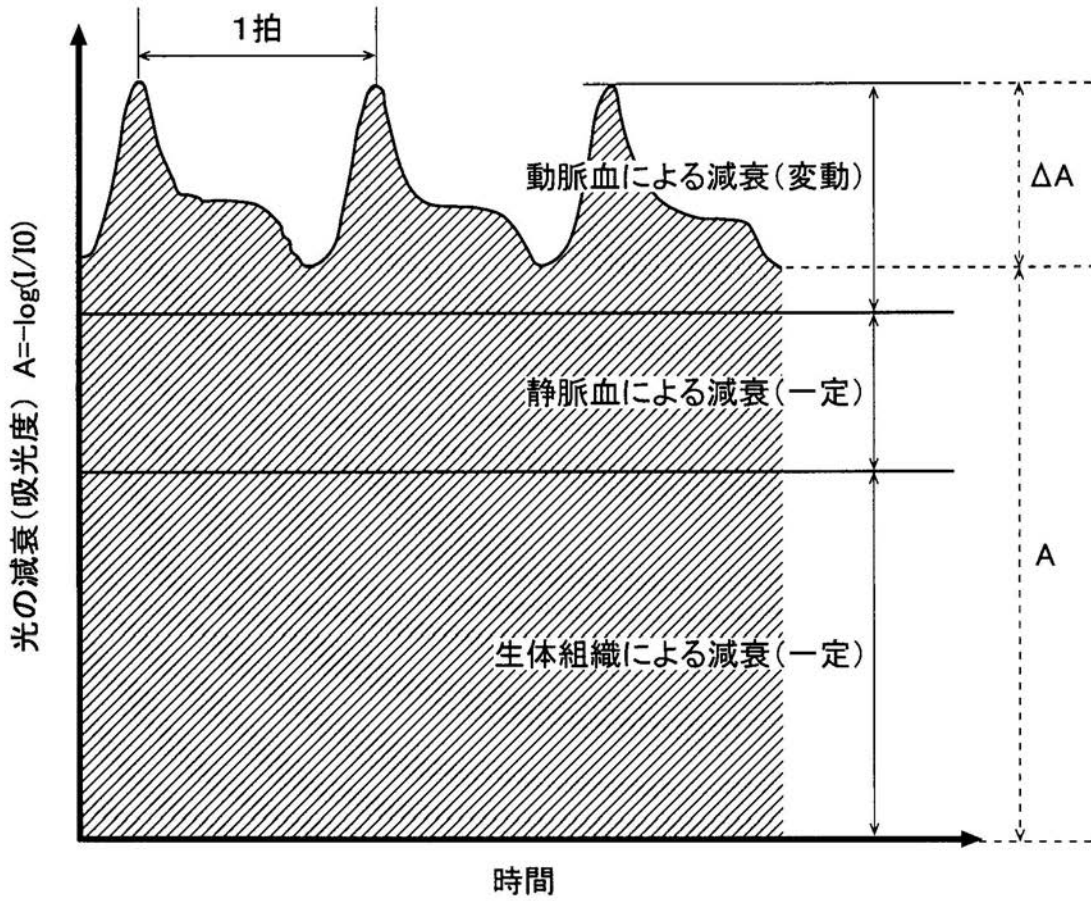
【 図 2 】



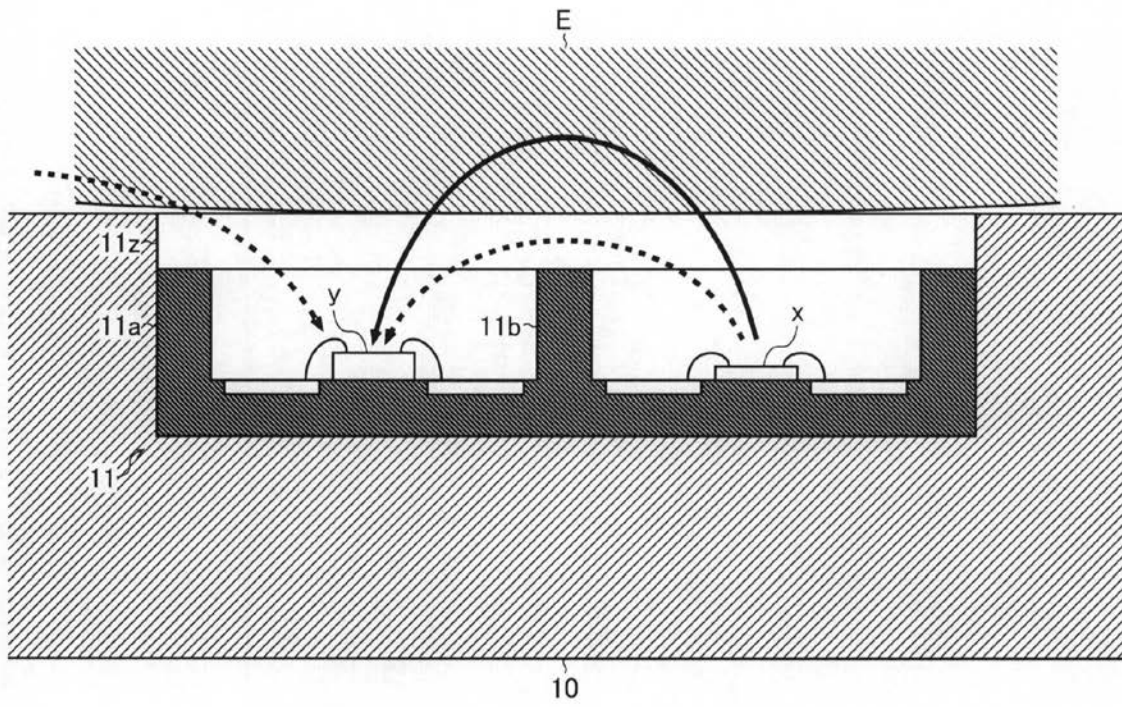
【 図 4 】



【 図 5 】

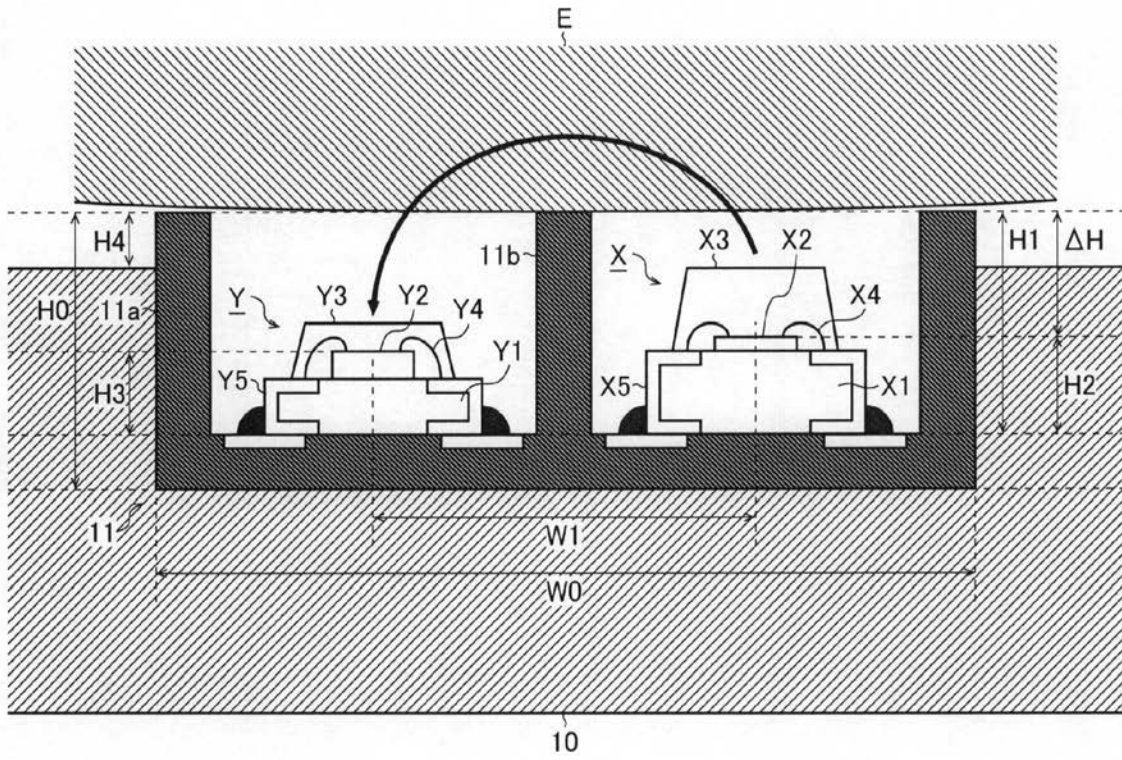


【 図 6 】



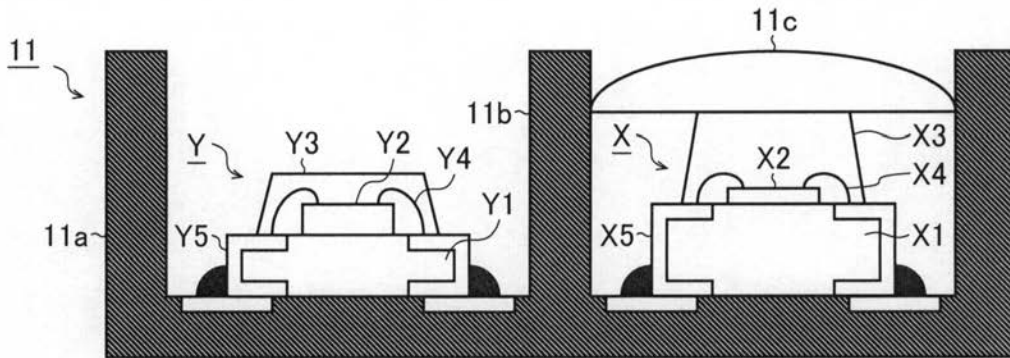
1

【 図 7 】

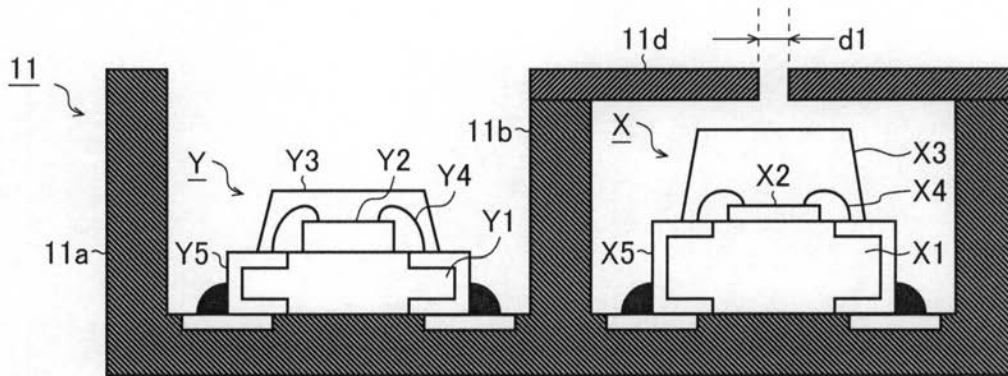


1

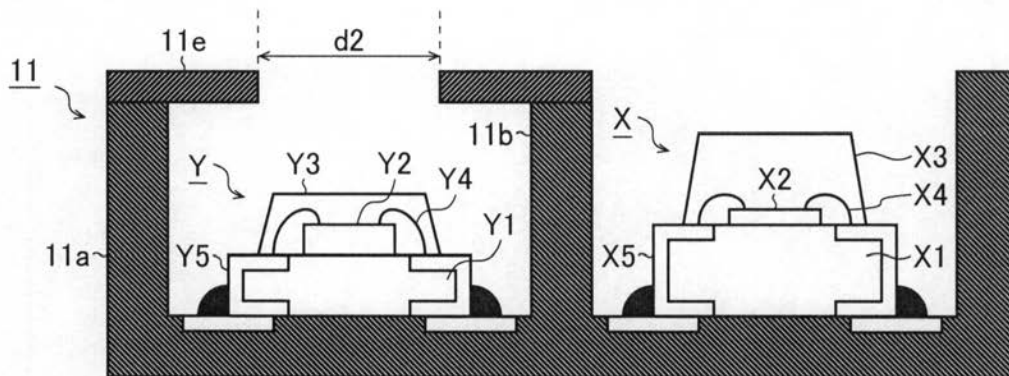
【 図 10 A 】



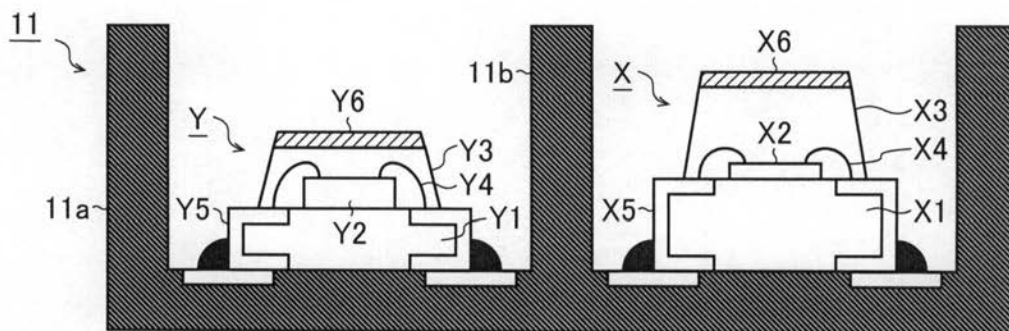
【図10B】



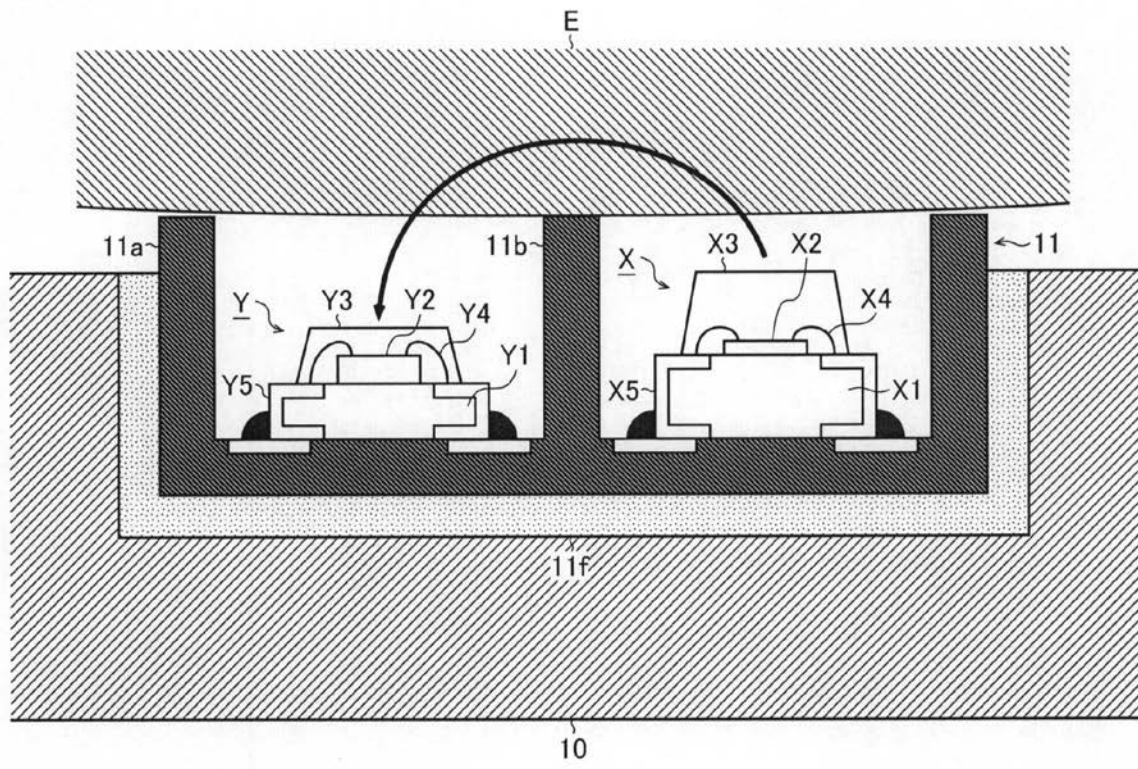
【図10C】



【図10D】



【図 11】



1

フロントページの続き

Fターム(参考) 4C117 XB18 XE14 XE23 XE26 XE29 XE36 XE37 XJ42 XR17 XR18
XR19

专利名称(译)	睡眠传感器		
公开(公告)号	JP2013150660A	公开(公告)日	2013-08-08
申请号	JP2012011984	申请日	2012-01-24
[标]申请(专利权)人(译)	罗姆股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	ROHM株式会社		
[标]发明人	里見剛 照元幸次		
发明人	里見 剛 照元 幸次		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/16		
FI分类号	A61B5/00.G A61B5/16.300.A A61B5/16		
F-TERM分类号	4C038/KK01 4C038/PP05 4C038/VB31 4C117/XB18 4C117/XE14 4C117/XE23 4C117/XE26 4C117/XE29 4C117/XE36 4C117/XE37 4C117/XJ42 4C117/XR17 4C117/XR18 4C117/XR19		
代理人(译)	林田秀树		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

摘要：要解决的问题：提供实用且高度便利的睡眠传感器。解决方案：该睡眠传感器1包括：光电传感器部件11，其获取与脉搏波相关的测量数据，或者对象的脉搏波和血氧饱和度；温度传感器部12获取与被检体的体温或体表温度相关的测量数据；加速度传感器部13获取与被检体的体动相关的测量数据；麦克风14获取与被摄体发出的声音或声音或周围环境声音有关的测量数据；控制部分15整体控制整个睡眠传感器1的操作；显示部分16输出图像；扬声器17输出声音；操作部分18接收输入操作；存储部分19存储每条测量数据；通信部分20将每条测量数据发送到分析对象的睡眠状态的信息终端2；电源部21对睡眠传感器1的各部分供电。

