

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5614827号
(P5614827)

(45) 発行日 平成26年10月29日(2014.10.29)

(24) 登録日 平成26年9月19日(2014.9.19)

(51) Int.Cl.		F 1			
A 6 1 B	5/00	(2006.01)	A 6 1 B	5/00	1 0 1 R
A 6 1 B	5/16	(2006.01)	A 6 1 B	5/00	1 0 2 C
H 0 4 W	88/02	(2009.01)	A 6 1 B	5/16	
			H 0 4 W	88/02	1 3 0

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2009-89553 (P2009-89553)
 (22) 出願日 平成21年3月9日(2009.3.9)
 (65) 公開番号 特開2010-207553 (P2010-207553A)
 (43) 公開日 平成22年9月24日(2010.9.24)
 審査請求日 平成24年3月8日(2012.3.8)

(73) 特許権者 502340996
 学校法人法政大学
 東京都千代田区富士見二丁目17番1号
 (74) 代理人 100093230
 弁理士 西澤 利夫
 (72) 発明者 渡辺 嘉二郎
 東京都小金井市前原町4丁目15番15号
 審査官 石井 哲

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 携帯電話端末及び健康状態監視システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

脈波、呼吸、体動、鼾のうち少なくともいずれかの生体信号を検出する携帯電話端末であって、

携帯電話端末に内蔵され、0.1Hz ~ 20Hzの周波数領域の圧力変動を検出可能な、圧力変動検出手段としてのマイクロフォンと、

携帯電話としての機能と圧力変動検出機能との切替手段と、

マイクロフォンで検出した生体信号の圧力変動の信号からノイズ成分を除き、生体信号を増幅させる増幅手段と、

増幅手段から送られた圧力変動の信号を記憶し、かつ、外部にデータを送信可能な記憶・送信手段と、

電話通信機能部と、

マイクロフォンで検出された圧力変動の信号から心拍信号、呼吸信号、体動信号、鼾信号のうち少なくともいずれかの生体信号を抽出する生体信号抽出手段と、

を備え、可携性を有する密閉ケースに収容されているか、または、外気との流通部に栓をして密閉可能とされていることを特徴とする携帯電話端末。

【請求項2】

前記記憶・送信手段は携帯電話端末に設けられた端子を経由して外部に送信することを特徴とする請求項1の携帯電話端末。

【請求項3】

10

20

前記記憶・送信手段は無線通信によって外部に送信することを特徴とする請求項 1 または 2 の携帯電話端末。

【請求項 4】

検出された生体信号に基づいて睡眠深度および睡眠時の無呼吸状態を判定可能であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかの携帯電話端末。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれかの携帯電話端末と、
前記携帯電話端末の圧力変動手段により検出された生体信号を前記携帯電話端末の外部で受信する受信手段と、

前記圧力変動検出手段による検出データから健康管理に必要な情報処理を行い、健康状態を監視する健康状態監視部と
を備えることを特徴とする健康状態監視システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内蔵されるマイクロフォンを用いて低周波領域の圧力変動を検出する携帯電話端末とこれを用いた健康状態監視システムに関する。

【背景技術】

【0002】

深夜労働や不規則な就業体制で作業する人は、良好な睡眠をとれないことが多く、健康であるとされている人であってもその平均睡眠時間はこの 20 年間で約 1 時間程度減少している。また精神的なストレスが原因で良好な睡眠をとれないという悩みを持つ人も多い。良好な睡眠は、健康を維持する上で重要であることは良く知られており、睡眠深度を含む睡眠中の身体の状態を知ることにより健康管理に役立てようとする試みが多く提案されている。

【0003】

また、無呼吸症候群などによる睡眠障害など様々な症例や加齢に起因する睡眠障害に対しても、睡眠深度を含む睡眠中の身体の状態を知ることが、これらの症状の治療において不可欠であると考えられている。

【0004】

睡眠深度は大きく「覚醒」、「レム睡眠」及び「ノンレム睡眠」に分類され、さらにノンレム睡眠は睡眠深度の深さに応じて第 1 段階から第 3 段階あるいは第 1 段階から第 4 段階までに分類されている。これらの睡眠深度の分類は脳波におけるデルタ波の出現頻度、スピンドル波の出現、急速眼球運動、顎筋電から判定されるが、その判定を行うには高価なポリグラムが必要であり、日常的に使用できる方法ではない。また脳波等の検出には、頭部、頰、顎に電極を貼り付ける必要があり、日常生活の睡眠時に適用することは困難である。

【0005】

上記の問題点を解決する手段として、睡眠中における体動や心拍変動あるいは呼吸変動から睡眠深度を判定する方法が提案されている。体動や心拍変動あるいは呼吸変動は睡眠深度と深い相関があることが知られており、体動や心拍変動あるいは呼吸変動を高感度圧力センサあるいは光センサでもって測定することにより、睡眠深度を判定することが可能である。

【0006】

睡眠中における体動や心拍変動あるいは呼吸変動から睡眠状態（段階）を判定する方法で従来から知られているものは、一定の場所で使用することを想定しているために、ベッドなどにセットする形式のものが大半であり、そのサイズも大きいものが多く、睡眠中における体動や心拍変動あるいは呼吸変動を測定する専用の検出器の携帯性について考慮がなされていない。この結果、旅行や出張などのように日常的に生活している所から離れた場所での睡眠状態の測定が困難であるという問題がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

また、上記の睡眠中における体動や心拍変動あるいは呼吸変動を検出するセンサの設置に当たってその位置関する調整が必要であり、使用場所が変更された場合にセンサを設置するのに手間がかかるという問題がある。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

上記のように従来の睡眠中の体動や心拍変動あるいは呼吸変動などの生体信号を検出する装置は、所定の場所で使用することを想定して構成されており、任意の場所において適用することは困難であるという問題がある。また、測定された検出データの遠隔地への信
10

【 0 0 0 9 】

本発明は、睡眠中の体動や心拍変動あるいは呼吸変動など生体信号及びその他の低周波領域の圧力変動を検出することができる検出手段であって携帯性に優れるとともに使い勝手の良い検出手段を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

さらに本発明は、睡眠中の体動や心拍変動あるいは呼吸変動などの生体信号を任意の場所で検出することが可能であり、さらに測定データを遠隔地への送信が可能であり、これらの測定データから健康監視に必要な情報を得ることができる生体信号の検出手段及び健康監視システムを提供することを目的とする。
20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

上記目的を達成するために、本発明の携帯電話端末は、携帯電話端末に内蔵されたマイクロフォンを、音声帯域以下の低周波領域の圧力変化が検出できるように形成し、生体信号などの低周波領域用の圧力変動検出手段として用いることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

上記の第1の解決手段によれば、携帯電話端末に内蔵されたマイクロフォンが音声帯域以下の低周波領域の圧力変動（差圧）が検出できるように形成されているので、心拍、呼吸、体動及び鼾などの生体信号を検出する手段として用いることができる。また、密閉された室内あるいは自動車内の空間におけるドアの開閉などの圧力変化を検出する手段として用いることができる。
30

【 0 0 1 3 】

本発明の第2の解決手段は、第1の解決手段の携帯電話端末であって、可撓性を有する密閉ケースに前記携帯電話端末を収容して用いるか、又は前記携帯電話端末の外気との流通部に栓をして密閉状態で用いることを特徴としており、内蔵マイクロフォンに低周波の圧力変動を確実に伝えることができる。

【 0 0 1 4 】

本発明の第3の解決手段は、第1の解決手段の携帯電話端末であって、携帯電話端末としての機能と圧力変動検出機能との切替手段を備えることを特徴としており、携帯電話として使用するか、低周波領域における圧力変動を検出するセンサとして使用するかを選択
40

【 0 0 1 5 】

本発明の第4の解決手段は、第1の解決手段の携帯電話端末であって、圧力変動検出機能による検出信号を外部に送信できる信号送信手段を備えることを特徴としており、携帯電話端末により検出されたデータをから外部機器に送信することが可能であり、高度な解析や分析及び処理などを外部機器によって行うことができる。

【 0 0 1 6 】

本発明の第5の解決手段は、第4の解決手段の携帯電話端末であって、前記信号送信手段は携帯電話端末に設けられた端子を経由して外部に送信することを特徴としており、携帯電話端末により検出されたデータを通信ケーブルを用いて外部機器に送信することがで
50

きる。

【0017】

本発明の第6の解決手段は、第4の解決手段の携帯電話端末であって、前記信号送信手段は無線通信によって外部に送信することを特徴としており、遠隔地にある外部機器であっても検出データを送信することが可能である。

【0018】

本発明の第7の解決手段は、第1の解決手段の携帯電話端末であって、検出する生体信号が脈波、呼吸、体動、鼾のうち少なくとも1つであることを特徴としており、携帯電話端末内で検出した身体から発する複合した信号から、脈波、呼吸、体動、鼾などの生体信号を検出することにより、健康状態を明確に知ることができる。

10

【0019】

本発明の第8の解決手段は、携帯電話端末を備えた健康状態監視システムであって、第1の解決手段乃至第7の解決手段に記載された携帯電話端末と、前記携帯電話端末の圧力変動検出手段により検出された生体信号を前記携帯電話端末の外部で受信する受信手段と、前記圧力変動検出手段による検出データから健康管理に必要な情報処理を行う健康状態監視部とから成ることを特徴とする。

【0020】

上記の第8の解決手段の携帯電話端末を備えた健康状態監視システムによれば、生体信号の圧力変動を検出する携帯電話端末と、検出された生体信号を受信する受信部と、検出データを用いて健康状態を監視する健康状態監視部とから構成されるので、生体信号を検出する場所を選ばず、任意の場所で測定を行い、健康状態を監視することが可能である。

20

【発明の効果】

【0021】

本発明の携帯電話端末は、内蔵されたマイクロフォンが音声帯域以下の低周波領域の圧力変動(差圧)を検出できるように形成されていて、マイクロフォンが密閉状態で収容されているように構成されていれば僅かな振動でも検出可能であり、この携帯電話端末を就寝中の身体の下側に配置すれば心拍、呼吸、体動及び鼾などの生体信号を検出する手段として用いることができる。また、密閉された空間、例えば室内あるいは自動車などに配置すればおけるドアの開閉などの圧力変化を検出することが可能である。

【0022】

30

また、本発明の携帯電話端末を備えた健康状態監視システムは、上述した携帯電話端末の圧力変動検出手段により検出された生体信号を前記携帯電話端末の外部で受信する受信手段と、前記圧力変動検出手段による検出データから健康管理に必要な情報処理を行う健康状態監視部とから成るので、心拍、呼吸、体動及び鼾などの生体信号について携帯電話端末を用いて任意の場所で検出することができる。また、遠隔地であっても携帯電話端末の通信機能により、検出データを送信できるので、使用する場所を選ばない健康状態監視システムを構成することができる。

【0023】

以上説明したように、本発明の携帯電話端末は、低周波領域の圧力変動を任意の場所で検出することが可能であり、密閉された空間で用いれば防犯機器として使用可能であり、就寝中の身体の下側に配置すれば心拍、呼吸、体動及び鼾などの生体信号を検出することができる。さらに本発明の携帯電話端末を用いて健康状態監視システムを構成すれば、いつでも、いずれの場所でも睡眠中の健康状態を把握できる健康状態監視装置を構成することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【実施例】

【0024】

図をもって本発明の携帯電話端末及び携帯電話端末を備えた健康状態監視システムについて詳細に説明する。なお、本発明は本実施例によって限定されるものではない。

50

【 0 0 2 5 】

図 1 は本発明の携帯電話端末の第 1 の実施例の構成を示すブロック図である。図 1 に示すように携帯電話端末 1 は音声信号を検出するマイクロフォン 2 と、携帯電話として使用する場合と生体信号の検出に用いる場合の切替手段 1 1 と、生体信号を増幅及び不要な帯域をカットする増幅手段 1 2 と、生体信号を記憶し、必要に応じて携帯電話 1 の外部に送信する記憶・送信手段 1 3 と電話通信機能部 1 4 とから構成される。

【 0 0 2 6 】

マイクロフォン 2 は携帯電話端末 1 に内蔵される音声信号の検出装置である。本実施例の携帯電話端末 1 においては、内蔵されるマイクロフォン 2 は音声領域の下限である 2 0 H z 以下の低周波領域が検出可能であって、0 . 1 H z 程度の周波数領域まで測定可能に形成されている。その結果、音声信号に加えて室内や自動車内の圧力変化や心拍、呼吸、体動及び鼾などの生体信号の低周波圧力変動も検出することができる。

10

【 0 0 2 7 】

図 2 に本実施例で用いる低周波対応コンデンサマイクロフォンの構造を示す。ケーシング 2 0 は一端に開口部 2 1 を備え、他端は密閉された筒状の形状であり、圧力の受圧面であるスクリーン 2 2 と、スクリーン 2 2 に対向して設けられた対向電極 2 3 及び増幅回路 2 4 とを備えており、スクリーン 2 2 と対向電極 2 3 との間の静電容量の変化を検出する。さらに対向電極 2 3 とケーシング 2 0 の密閉端との間に通孔 2 6 を有する区画壁 2 5 により形成された後方チャンバー 2 7 を備えることで、入力された低周波領域における振動を後方チャンバー 2 7 で反射させ共振させて振幅を大きくすることで低周波領域の圧力変動の検出を容易に且つ確実なものにしている。

20

【 0 0 2 8 】

低周波圧力変動の検出に用いるマイクロフォンはコンデンサマイクロフォンに限るものではなく、低周波領域の圧力変動を検出することができる低周波対応シリコンマイクロフォンなどを用いてもよい。

【 0 0 2 9 】

上記のマイクロフォン 2 を用いて低周波領域の圧力変動を検出する場合、圧力変動が確実にマイクロフォン 2 に伝わるようにするために、マイクロフォン 2 が密閉ケースに収容されていて、検出する圧力振動が密閉ケースに伝わるように構成する。前記密閉ケースに圧力変動が伝わることにより密閉ケース中の圧力が変化し、密閉ケースに収納されているマイクロフォン 2 により生体信号を検出することができる。

30

【 0 0 3 0 】

一般的に携帯電話端末に内蔵されるマイクロフォンには空気が流通する開口部が必要であり、マイクロフォンが収容されている携帯電話端末は密閉された空間ではない。そこで低周波領域の圧力変動を検出するには、携帯電話端末 1 を密閉ケース（図示せず）に収容した状態で使用する。

【 0 0 3 1 】

また携帯電話端末 1 でマイクロフォン 2 用の開口部以外に空気の流通する経路がない場合では、携帯電話端末 1 の開口部に栓をしてマイクロフォン 2 を密閉状態に保った状態で低周波領域の圧力変動を検出してもよい。

40

【 0 0 3 2 】

さらに、携帯電話端末 1 に設けられているマイクロフォン 2 用の開口部に指を押し付けることでマイクロフォン 2 を密閉状態にすることにより指先の脈波の振動を検出することも可能である。

【 0 0 3 3 】

切替手段 1 1 は、携帯電話として使用する場合と生体信号の検出に用いる場合とを切り替える手段であり、どちらの用途で使用するかは、携帯電話端末 1 に設けられているキー（ボタン）により切替操作ができるように設定される。

【 0 0 3 4 】

増幅手段 1 2 は、マイクロフォン 2 で検出した生体信号の圧力変動信号からノイズ成分

50

を除いた後に圧力変動信号を所定のレベルまで高めるものであり、その出力信号は記憶・送信手段13に送られる。

【0035】

記憶・送信手段13は、増幅手段12から送られてきた圧力変動の信号を記憶するメモリを備えており、外部送信のリクエストがあれば、携帯電話端末1の外部にデータを送信する。出力端子15を用いて外部機器に接続することで送信することも可能であり、携帯電話の無線通信機能を用いてアンテナ16から送信することも可能である。

【0036】

図3に携帯電話端末1と健康モニタ3とから構成される健康監視システムのブロック図を示す。図3では無線通信によって携帯電話端末1と健康モニタ3との間のデータ送信が行われる場合を示しているが、出力端子15を用いて送信する方法を用いてもよい。健康モニタ3で得られた指標値やデータは表示装置4に表示される。

10

【0037】

携帯電話端末1から送信された生体信号の検出データは、健康モニタ3の受信部31を経て生体信号抽出部32において、心拍信号、呼吸信号、体動信号及び鼾信号が抽出される。抽出された心拍信号、呼吸信号、体動信号及び鼾信号を用いて健康状態監視部33で健康状態の判定がなされる。

【0038】

健康状態監視部33には心拍信号と呼吸信号のうちの少なくとも一つを用いて睡眠深度を判定する機能を備えており、この機能を用いて検出した睡眠深度の推移から睡眠状態の良否を判定することが可能である。また、心拍信号、呼吸信号、体動信号及び鼾信号の平常値を予め記憶しておき、測定されたデータと比較することで、異常な状態を判定することができる。さらに、呼吸信号および鼾信号から無呼吸状態の判定が可能であり、無呼吸状態が長く続いて危険な場合には警報信号を出すことができる。なお、以上の健康状態の監視方法はこれに限るものではなく、検出された生体信号から健康状態に関する様々な指標値を導き出して監視することが可能である。

20

【0039】

図4は第2の実施例の携帯電話端末5を示すものであり、携帯電話端末5は図1の携帯電話端末1が備えるマイクロフォン2、切替手段11、増幅手段12、記憶・送信手段13と電話通信機能部14に加えて生体信号抽出手段17を備えている。なお、その他の構成、使用方法及び特徴は携帯電話端末1と同じであり、その説明は省略する。

30

【0040】

生体信号抽出手段17はマイクロフォン2で検出された振動の信号から心拍信号、呼吸信号、体動信号及び鼾信号等の生体信号を抽出する手段であり、抽出された生体信号は記憶・送信手段13のメモリーに保管され、外部送信のリクエストがあれば、記憶・送信手段13を経由して携帯電話端末5の外部にデータを送信する。

【0041】

また、携帯電話端末5内の記憶・送信手段13のメモリーに保管されている心拍信号、呼吸信号、体動信号及び鼾信号のデータを携帯電話端末5の画面で見るように構成することも可能である。

40

【0042】

図5に携帯電話端末5と健康モニタ6とから構成される健康監視システムのブロック図を示す。健康モニタ6で得られた指標値やデータは表示装置4に表示される。図5では無線通信によって携帯電話端末5と健康モニタ6との間のデータ送信が行われる場合を示しているが、携帯電話端末5の出力端子15を用いて送信する方法を用いてもよい。

【0043】

携帯電話端末5から送信された生体信号の検出データは、健康モニタ6の受信部31を経て健康状態監視部33に送られ、健康状態の判定がなされる。健康状態監視部33には心拍信号と呼吸信号のうちの少なくとも一つを用いて睡眠深度を判定する機能を備えており、この機能を用いて検出した睡眠深度の推移から睡眠状態の良否を判定することが可能

50

である。また、心拍信号、呼吸信号、体動信号及び鼾信号の平常値を予め記憶しておき、測定されたデータと比較することで、異常な状態を判定することができる。さらに、呼吸信号および鼾信号から無呼吸状態の判定が可能であり、無呼吸状態が長く続いて危険な場合には警報信号を出すことができる。なお、以上の健康状態の監視方法はこれに限るものではない。

【0044】

上述の説明では、就寝中に身体の下に配置して身体から発する振動による圧力変化を検出する場合について記載したが、指先をマイクロフォン部に押し当てて脈波の振動を検出することも可能である。

【0045】

本発明の携帯電話端末について主として生体信号を検出する事例でもって説明したが、低周波領域の圧力変化を検出することの適用はこれに限るものではなく、例えば自動車内に配置することによりドアを無断で開けられた際の圧力変化を検出することで、盗難防止センサの役割も果たすものであり、室内の配置することにより、無断侵入の警報にも使用することが可能である。

【産業上の利用可能性】

【0046】

従来の心拍信号、呼吸信号、体動信号及び鼾信号などの生体信号を検出して健康管理に用いる健康状態監視装置は、専用の装置が必要であり、多くは据え置きで使用されることが多く、異なる場所で使用するのは困難であるという問題があった。

【0047】

本発明の健康状態監視装置は、生体信号の検出端末として低周波領域の圧力変化を検出することが可能なマイクロフォンを内蔵した携帯電話端末を用いることを特徴としており、携帯性に優れているとともに、遠隔地であっても測定したデータを送信することが可能である。

【0048】

本発明の携帯電話端末及び携帯電話端末を備えた健康状態監視システムは、任意の場所で身体から発する生体信号を検出することができるために従来システムに較べて容易に採用できるものであり、また本発明の携帯電話端末を密閉された空間に配置すれば防犯機器として使用することも可能であり、健康増進への寄与及び産業への寄与は大なるものがある。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明の第1の実施例の携帯電話端末の構成を示すブロック図である。

【図2】携帯電話端末に内蔵するマイクロフォンの構造を説明する断面図である。

【図3】本発明の第1の実施例の携帯電話端末を備えた健康状態監視システムの構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の第2の実施例の携帯電話端末の構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の第2の実施例の携帯電話端末を備えた健康状態監視システムの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0050】

- 1 携帯電話端末
- 2 マイクロフォン
- 3 健康モニタ
- 4 表示装置
- 5 携帯電話端末
- 6 健康モニタ
- 11 切替手段
- 12 増幅手段

10

20

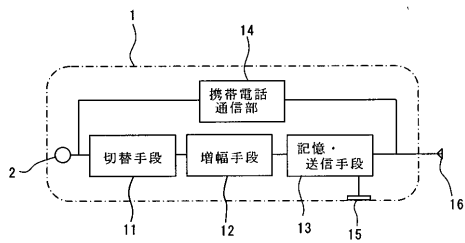
30

40

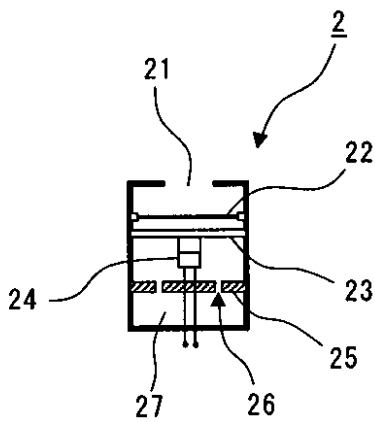
50

- 1 3 記憶・送信手段
- 1 4 電話通信機能部
- 1 5 出力端子
- 1 6 アンテナ
- 1 7 生体信号抽出手段
- 3 1 受信部
- 3 2 生体信号抽出部
- 3 3 健康状態監視部

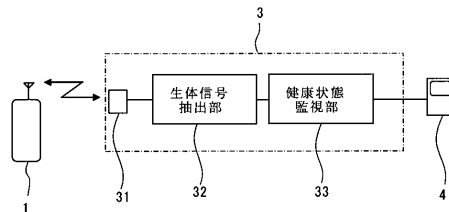
【図1】



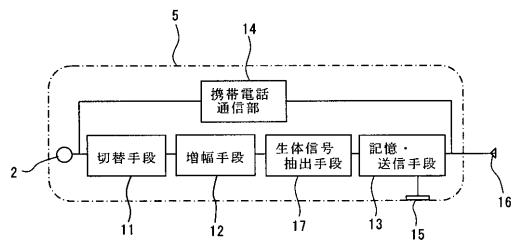
【図2】



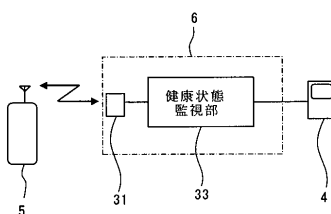
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-193497(JP,A)
登録実用新案第3073367(JP,U)
特開平11-221109(JP,A)
特開2003-052648(JP,A)
特開2002-222263(JP,A)
特開2006-072665(JP,A)
特開2005-204896(JP,A)
特開平10-302170(JP,A)
特開平06-007327(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B	5/00
A61B	5/16
H04W	88/02

专利名称(译)	手机终端和健康状况监测系统		
公开(公告)号	JP5614827B2	公开(公告)日	2014-10-29
申请号	JP2009089553	申请日	2009-03-09
[标]申请(专利权)人(译)	渡边YoshimiJiro		
申请(专利权)人(译)	渡边YoshimiJiro		
当前申请(专利权)人(译)	学校法人法政大学		
[标]发明人	渡边嘉二郎		
发明人	渡边 嘉二郎		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/16 H04W88/02		
FI分类号	A61B5/00.101.R A61B5/00.102.C A61B5/16 H04W88/02.130 H04Q7/00.644		
F-TERM分类号	4C038/PP05 4C038/PQ06 4C038/PS00 4C117/XA05 4C117/XB18 4C117/XC11 4C117/XD21 4C117/XE13 4C117/XE24 4C117/XE56 4C117/XG06 4C117/XJ03 4C117/XJ09 4C117/XJ48 4C117/XM15 4C117/XN03 5K067/AA21 5K067/BB21 5K067/EE03 5K067/EE35		
代理人(译)	西泽俊夫		
审查员(译)	石井 哲		
其他公开文献	JP2010207553A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：解决用于检测生物信号的常规健康状况监测装置的问题，所述生物信号例如心率信号，呼吸信号，身体运动信号和用于健康管理的打鼾信号，其中专用装置需要的是，并且该装置主要用作地板类型，因此难以在不同于预定板的位置使用该装置。解决方案：该健康状况监测设备使用具有内置麦克风的蜂窝电话终端，该内置麦克风能够检测低频区域中的压力变化，作为生物信号的检测终端。该设备具有出色的便携性，测量数据甚至可以传输到远程位置。

【图 2】

