

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-511136
(P2015-511136A)

(43) 公表日 **平成27年4月16日(2015.4.16)**

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/00 (2006.01)	A 6 1 B 5/00	4 C 1 1 7
H 0 4 B 11/00 (2006.01)	H 0 4 B 11/00	C

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2014-554916 (P2014-554916)
 (86) (22) 出願日 平成25年1月28日 (2013. 1. 28)
 (85) 翻訳文提出日 平成26年9月12日 (2014. 9. 12)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/023370
 (87) 国際公開番号 W02013/112979
 (87) 国際公開日 平成25年8月1日 (2013. 8. 1)
 (31) 優先権主張番号 61/591, 183
 (32) 優先日 平成24年1月26日 (2012. 1. 26)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 61/635, 915
 (32) 優先日 平成24年4月20日 (2012. 4. 20)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 512318556
 アライヴコア・インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国・カリフォルニア・941
 08・サン・フランシスコ・メイデン・レ
 ーン・30・シックスス・フロア
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100089037
 弁理士 渡邊 隆
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生物学的パラメータの超音波デジタル通信

(57) 【要約】

第1のデバイスからのデジタルデータを、超音波のデジタルモデムによってスマートフォンなどの受信器に送信する医療用の感知デバイスおよびシステム。デジタルの生物学データを超音波で送信する方法も説明される。

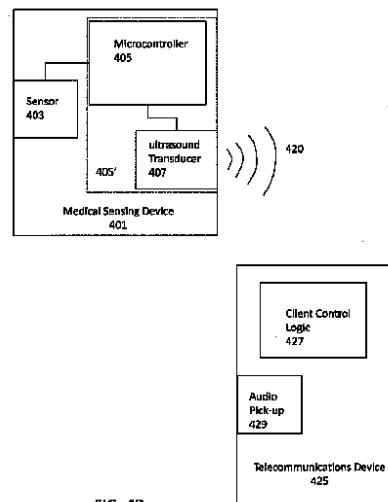


FIG. 4B

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

生物学的パラメータを検出し、前記生物学的パラメータのデジタル表現を求め、前記生物学的パラメータの前記デジタル表現を不可聴音の送信として超音波で送信するための医療用感知デバイスであって、

被験者からの生物学的パラメータを検出するためのセンサと、

前記生物学的パラメータを受信し、前記生物学的パラメータから代表値を求め、前記代表値をデジタル超音波信号としてデジタル的に符号化するように構成されたプロセッサであって、前記デジタル超音波信号が、デジタルの0に対応する第1の周波数およびデジタルの1に対応する第2の周波数を用いて符号化され、前記第1および第2の周波数のそれぞれが17kHzより高く、さらに前記デジタル超音波信号がヘッダ部分およびデータ部分を含んでいる、プロセッサと、

前記デジタル超音波信号を送信するための超音波放射源を備える超音波トランスデューサであって、前記プロセッサが、前記超音波放射源から前記デジタル超音波信号を放射するために前記超音波トランスデューサを駆動するように構成されている、超音波トランスデューサとを備える医療用感知デバイス。

【請求項 2】

前記センサが、体温、グルコース、パルス酸化、または血圧のうちの1つまたは複数を検出するように構成されている請求項1に記載のデバイス。

【請求項 3】

前記プロセッサがマイクロプロセッサである請求項1に記載のデバイス。

【請求項 4】

前記第1の周波数が約18.5kHzであり、前記第2の周波数が約19.5kHzである請求項1に記載のデバイス。

【請求項 5】

前記プロセッサが、前記デジタル超音波信号を1ビット当たり10サイクルでデジタル的に符号化するように構成されている請求項1に記載のデバイス。

【請求項 6】

前記プロセッサが、前記デジタル超音波信号を200バイト/秒でデジタル的に符号化するように構成されている請求項1に記載のデバイス。

【請求項 7】

前記プロセッサが、前記第1および第2の周波数とは別の周波数で校正トーンを送るようさらに構成されている請求項1に記載のデバイス。

【請求項 8】

前記デジタル超音波信号が誤り訂正符号部分を含む請求項1に記載のデバイス。

【請求項 9】

前記超音波放射源がスピーカを備える請求項1に記載のデバイス。

【請求項 10】

前記超音波放射源が圧電素子を備える請求項1に記載のデバイス。

【請求項 11】

生物学的パラメータを検出し、前記生物学的パラメータのデジタル表現を求め、前記生物学的パラメータの前記デジタル表現を不可聴音の送信として超音波で送信するためのシステムであって、

生物学的パラメータを検出するためのセンサと、前記生物学的パラメータを受信し、前記生物学的パラメータから代表値を求め、デジタルの0に対応する第1の周波数およびデジタルの1に対応する第2の周波数を用いて前記代表値をデジタル超音波信号としてデジタル的に符号化するように構成されたプロセッサであって、前記第1および第2の周波数のそれぞれが17kHzより高い、プロセッサと、デジタル超音波信号を送信するための超音波トランスデューサとを有する医療用感知デバイスと、

遠隔通信デバイスによって実行され、前記遠隔通信デバイスに前記デジタル超音波信号

10

20

30

40

50

を受信させ、前記デジタル超音波信号から前記生物学的パラメータの前記代表値を抽出させるように構成されているクライアント制御ロジックとを備えるシステム。

【請求項 1 2】

前記センサが、体温、グルコース、パルス酸化、または血圧のうち1つまたは複数を検出するように構成されている請求項11に記載のシステム。

【請求項 1 3】

前記プロセッサがマイクロプロセッサである請求項11に記載のシステム。

【請求項 1 4】

前記第1の周波数が約18.5kHzであり、前記第2の周波数が約19.5kHzである請求項11に記載のシステム。

10

【請求項 1 5】

前記プロセッサが、前記デジタル超音波信号を1ビット当たり10サイクルでデジタル的に符号化するように構成されている請求項11に記載のシステム。

【請求項 1 6】

前記プロセッサが、前記デジタル超音波信号を200バイト/秒でデジタル的に符号化するように構成されている請求項11に記載のシステム。

【請求項 1 7】

前記プロセッサが、前記第1および第2の周波数とは別の周波数で較正トーンを送るようさらに構成されている請求項11に記載のシステム。

【請求項 1 8】

前記デジタル超音波信号が、ヘッダ部分、データ部分および誤り訂正符号部分を含む請求項11に記載のシステム。

20

【請求項 1 9】

前記クライアント制御ロジックが、スマートフォンによる実行が可能な1組の命令を記憶する非一時的なコンピュータ可読記憶媒体を備える請求項11に記載のシステム。

【請求項 2 0】

前記超音波放射源が圧電素子を備える請求項11に記載のシステム。

【請求項 2 1】

デジタル温度情報を、さらなる処理および送信のために、遠隔通信デバイスへ超音波で送信するデジタル体温計であって、

30

被験者の体温を感知するための温度センサと、

前記温度センサと通信しており、前記被験者の体温のデジタル超音波信号を発生するように構成されたプロセッサであって、前記デジタル超音波信号が、デジタルの0に対応する第1の周波数およびデジタルの1に対応する第2の周波数を用いて符号化され、前記第1および第2の周波数のそれぞれが17kHzより高い、プロセッサと、

超音波放射源を備える超音波トランスデューサであって、前記プロセッサが、前記超音波放射源から前記デジタル超音波信号を放射するために前記超音波トランスデューサを駆動するように構成されている、超音波トランスデューサとを備えるデジタル体温計。

【請求項 2 2】

前記プロセッサがマイクロプロセッサである請求項21に記載のデバイス。

40

【請求項 2 3】

前記第1の周波数が約18.5kHzであり、前記第2の周波数が約19.5kHzである請求項21に記載のデバイス。

【請求項 2 4】

前記プロセッサが、前記デジタル超音波信号を1ビット当たり10サイクルでデジタル的に符号化するように構成されている請求項21に記載のデバイス。

【請求項 2 5】

前記プロセッサが、前記デジタル超音波信号を200バイト/秒でデジタル的に符号化するように構成されている請求項1に記載のデバイス。

【請求項 2 6】

50

前記プロセッサが、前記第1および第2の周波数とは別の周波数で較正トーンを送るよう
にさらに構成されている請求項1に記載のデバイス。

【請求項27】

前記デジタル超音波信号が、ヘッダ部分、データ部分および誤り訂正符号部分を含む請
求項1に記載のデバイス。

【請求項28】

前記超音波放射源がスピーカを備える請求項1に記載のデバイス。

【請求項29】

前記超音波放射源が圧電素子を備える請求項1に記載のデバイス。

【請求項30】

10

超音波を用いて、生物学的パラメータの代表値をローカルで送信する方法であって、
被験者から生物学的パラメータを感知するステップと、
前記生物学的パラメータから代表値を求めるステップと、
前記代表値を、デジタル超音波信号としてデジタル的に符号化するステップであって、
前記デジタル超音波信号が、デジタルの0に対応する第1の周波数およびデジタルの1に対
応する第2の周波数を用いて符号化され、前記第1および第2の周波数が不可聴の超音波周
波数である、ステップと、

患者の近くの超音波トランスデューサを駆動して、前記デジタル超音波信号を不可聴音
信号として放射するステップとを含む方法。

【請求項31】

20

生物学的パラメータを感知するステップが、体温、グルコース、パルス酸化、または血
圧のうちの1つまたは複数を感知するステップを含む請求項30に記載の方法。

【請求項32】

代表値を求めるステップが、相加平均、平均値、中央値、最大値、最小値、または変化
率のうち1つまたは複数を求めるステップを含む請求項30に記載の方法。

【請求項33】

前記代表値をデジタル的に符号化するステップが、前記デジタル超音波信号を、ヘッダ
部分およびデータ部分を含むように符号化するステップを含む請求項30に記載の方法。

【請求項34】

30

前記代表値をデジタル的に符号化するステップが、前記デジタル超音波信号を、ヘッダ
部分、データ部分、および誤り訂正符号部分を含むように符号化するステップを含む請
求項30に記載の方法。

【請求項35】

前記第1の周波数および前記第2の周波数のそれぞれが17kHzより高い請求項30に記載の
方法。

【請求項36】

前記代表値をデジタル的に符号化するステップが、前記デジタル超音波信号を1ビット
当たり10サイクルでデジタル的に符号化するステップを含む請求項30に記載の方法。

【請求項37】

40

前記代表値をデジタル的に符号化するステップが、前記デジタル超音波信号を200バイ
ト/秒でデジタル的に符号化するステップを含む請求項30に記載の方法。

【請求項38】

前記第1および第2の周波数とは別の周波数で較正トーンを放射するステップをさらに含
む請求項30に記載の方法。

【請求項39】

受信確認が受信されるまで、前記超音波トランスデューサを繰り返し駆動して前記デジ
タル超音波信号を放射するステップをさらに含む請求項30に記載の方法。

【請求項40】

所定の期間または繰り返し回数にわたって、前記超音波トランスデューサを繰り返し駆動
して前記デジタル超音波信号を放射するステップをさらに含む請求項30に記載の方法。

50

【請求項 4 1】

ローカルの超音波データ送信デバイスとして構成された一体型のマイクロプロセッサであって、

値を受信して前記値をデジタル超音波信号としてデジタル的に符号化するステップであって、前記デジタル超音波信号が、デジタルの0に対応する第1の周波数およびデジタルの1に対応する第2の周波数を用いて符号化され、前記第1および第2の周波数が不可聴の超音波周波数である、ステップと、前記デジタル超音波信号にヘッダ部分を付加するステップとを行うための1組の命令を記憶している非一時的なコンピュータ可読記憶媒体と、

前記デジタル超音波信号を送信するための超音波放射源を備えた超音波トランスデューサとを備えるマイクロプロセッサ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本特許出願は、2012年1月26日に出願した(「ULTRASONIC SOFTWARE MODEM FOR MEDICAL DEVICES」という名称の)特許仮出願第61/591,183号および2012年4月20日に出願した(「ULTRASONIC DIGITAL MODEM」という名称の)特許仮出願第61/635,915号の優先権を主張するものである。

【0002】

本資料は、2010年6月8日に出願した「Heart Monitoring System Usable with a Smart Phone or Computer」という名称の米国特許出願第12/796,188号および2011年5月16日に出願した「Wireless, Ultrasonic Personal Health Monitoring System」という名称の米国特許出願第13/108,738号に関連し得る。

20

【0003】

参照による組込み

本明細書で言及される公開および特許出願はすべて、各個の公開または特許出願が参照により組み込まれると具体的かつ個々に示されるのと同じように参照によって本明細書に組み込まれる。

【0004】

本特許出願は、スマートフォン、タブレットおよびコンピュータなどの移動体通信デバイスおよび/またはコンピュータデバイスと超音波で通信するように、マイクロプロセッサに接続された1つまたは複数のセンサを有する医療機器と音響出力とを接続するためのハードウェア、ファームウェアおよびソフトウェアを含むシステム、方法およびデバイスに一般に関連する発明概念を開示するものである。

30

【背景技術】

【0005】

多数の消費者製品は、デバイスの状態に関してユーザに対し可聴範囲で通信するのに用いられ得る単純な「信号音」およびブザーを含む音響出力を供給する能力を含む。そのようなデバイスは、一般にトーン発生器(たとえば圧電スピーカ)と、トーン発生器からの出力を制御し得るコントローラ(マイクロコントローラ)とを含む。他の電子デバイスと(一般的には電磁的手段を通じて)無線で通信することができるように、これらのデバイスに回路、アンテナ、および信号処理要素を含む追加の要素を付加することは可能であるが、そのような修正形態は、多大なコストおよび複雑さを増す可能性がある。別のデバイスに、特に、情報を記憶、処理、解析および/または再送する遠隔通信デバイスに、電磁信号でなく超音波を用いて情報を、特にデジタル情報を超音波で送信することができるデバイス、方法およびシステム(具体的にはファームウェア、ソフトウェアおよび/またはハードウェアを含む)を提供することは多大な利益であろう。

40

【0006】

消費者医療機器(たとえば体温計、グルコースモニタ、血圧計カフ、パルスオキシメータなどの個人用医療機器)は、遠隔通信デバイスに対してデータを超音波で送信するため

50

の、簡単な、高信頼性の、費用対効果が大きいやり方から利益を受ける技術の一例である。たとえば、多くの医療機器が、出力を表示するためのデジタル表示器を含む。このデジタル情報は、通常、デバイスを越えて送信されることはない。しかしながら、多くの事例では、医療情報が他人によってアクセスされ、かつ/または処理され得るように、デジタル医療健康情報を1つまたは複数の場所へ送信するのが有益なことがある。たとえば、検出された健康情報(たとえば血圧、血糖、体温、遠隔測定法など)を記録して、医療専門家に対してアクセスを与えることが、患者にとって有益な可能性がある。アクセスは、医療情報をサーバおよび/またはウェブサイトにアップロードすることによって与えられてよく、ウェブサイトは、健康情報を記憶するため、ユーザおよび/もしくは資格のある医療専門家に対して健康情報への遠隔アクセスを与えるため、または健康情報を解析するために用いられ得る。

10

【0007】

医療機器から健康情報を送信することができる、現在利用可能なシステムまたは現在提案されているシステムは、一般に、専用のワイヤレス送信器を必要とするか、あるいは、そのような健康情報を転送および/またはアップロードするための専用のサブシステムによって動作する。追加のデバイスおよびシステムを必要とすることに加えて、これは、材料および所要電力の両方において高くつくことも判明している。

【0008】

本明細書では、遠隔通信デバイスによって聴取され、次いで記憶、送信および/または解析され得る超音波信号へとアプリケーションデバイスによって符号化されたデジタル健康情報を送受信するためのスマートフォン、タブレットコンピュータ、携帯用コンピュータまたはデスクトップコンピュータなど、マイクロフォンを含む1つまたは複数の広く利用可能なコンピュータデバイス(たとえば遠隔通信デバイス)を使用する(または使用するように適合させる)方法、デバイスおよびシステムが説明される。

20

【0009】

2010年6月8日に出願した「Heart Monitoring System Usable with a Smart Phone or Computer」という名称の米国第12/796188号および2011年5月16日に出願した「Wireless, Ultrasonic Personal Health Monitoring System」という名称の米国特許出願第13/108738号には、スマートフォンなどの遠隔通信デバイスによって受信され、次いで記憶、解析および/または表示され得る超音波信号へとECGデータを変換するECGモニタが説明されている。本出願は、これらの教示を、生物学的パラメータが送信に先立って解釈され、かつデジタル的に表され得る体温計、血圧センサ、血糖モニタ、パルスオキシメータなどのデジタル医療機器を含むように拡張する。それに加えて、本明細書では、音響発生源(たとえばブザー)を制御する任意の既存のマイクロプロセッサを、デジタル超音波の情報を確実に送信するのに使用できるように適合させる、または改善するための方法およびシステムが説明される。

30

【発明の概要】**【課題を解決するための手段】****【0010】**

一般に、本明細書では、マイクロプロセッサと超音波周波数を送出することができるトランスデューサ(すなわち圧電スピーカ)とを有するデバイスから超音波でデジタルデータを送信するためのデバイス、システムおよび方法が説明される。デジタル的に送信されたデータは、遠隔通信デバイス(たとえば個人用遠隔通信デバイス、iphone、DROID、または他のスマートフォンなど電話機、iPadまたは他のパーソナルコンピュータ、PDAなど)などのマイクロフォンを有する受信デバイスによって受信されてよい。送信されるデジタル情報は、以下でより詳細に説明されるように、符号化および/または暗号化されてよい。

40

【0011】

具体的には、本明細書では、超音波のデジタル情報(たとえば医療/生物学的パラメータまたは情報)を、受信の確認を伴って、または確認なしで(たとえば二重通信または半二重通信で)確実に送信することができる、送信の制御方法が説明される。いくつかの変形形

50

態では、送信される超音波情報は、2つの超音波周波数(たとえばデジタルの0に対応する周波数およびデジタルの1に対応する周波数)に符号化される。いくつかの変形形態では、受信器によって用いられ得る較正トーンを送信するために第3の(または追加の)周波数が用いられる。較正トーンは、デジタルの1/0を表す周波数とは別の周波数でよく、絶えず放射されてよく、データ送信の間に放射されてよく、またはデータ送信と同時に放射されてもよい。いくつかの変形形態では較正トーンは一定であり、いくつかの変形形態では、較正信号/較正トーンの一部(たとえば振幅)は一定であるが、トーンはタイミングを示す(たとえば次のデータ送信までカウントダウンする)ように構成される。受信デバイス(たとえば遠隔通信デバイス)は、デジタル周波数(たとえばデジタルの0/デジタルの1)において情報の受信を較正するのに較正トーン/較正信号を用いてよい。

10

【0012】

前述のように、受信デバイス(たとえばスマートフォンまたはコンピュータなどの遠隔通信デバイス)と超音波送信デバイスの間に超音波通信を与えることは有益であり得る。たとえば、遠隔通信デバイス(たとえばスマートフォン/コンピュータ)が、感知デバイス(供給源デバイスすなわち超音波送信デバイス)に対して(適正なCRCを用いて)データを首尾よく受信したという受信通知(ACK)を供給して、そのデータを再送するのを停止させることができるように、半二重プロトコルを実施することは有用であろう。この半二重プロトコルの別の用途は、受信デバイス(たとえば遠隔通信デバイス)から、較正データ、個人情報などのパラメータまたは情報を送ることによって超音波送信デバイスを構成することであろう。前述のように、超音波送信デバイスは、デジタル超音波周波数とは別の、第3の(またはさらなる)周波数で較正信号を送信してよく、これが受信デバイス(たとえば遠隔通信デバイス)によって受信されて用いられ得る。

20

【0013】

いくつかの変形形態では、超音波送信デバイスのマイクロコントローラは、超音波で送信するのに使用されるのと同じのトランスデューサ(たとえば圧電トランスデューサ)から受信通知信号を受信することによって、二重(たとえば半二重)構成向けに構成される。たとえば、マイクロコントローラは、トランスデューサから送信した後に、受信通知信号を受信しているかどうか判断するために、所定の期間にわたって、トランスデューサに対して「リスンする」ように構成されてよい。超音波信号を送信するためのトランスデューサは超音波信号を受信するには特に適合されていないことがあるが、本発明者は、放射するトランスデューサによる超音波信号の受信を経験的に観測した。受信通知信号は、単一パルス、一連のパルス、またはパルスのパターンでよい。

30

【0014】

本明細書で説明された変形形態のうち任意のものが、(たとえば送信のみの)シンプレックスシステムとして動作するように構成され得る。超音波送信デバイスは、シンプレックスシステムとして動作するとき、所定の時間および/または繰返し回数にわたって繰返し情報を送信するように構成されてよい。いくつかの変形形態では、超音波送信デバイスは、デジタル超音波の情報を、数秒、数分、または数時間にわたって連続的に送信するように構成される。

40

【0015】

本明細書では、デジタル情報を超音波で受信器に送信するためのデジタルモデムのプロトコルおよびロジックを有する超音波モデムとして構成された超音波デジタル送信器も説明され、受信器は遠隔通信デバイスとして構成されてよい。したがって、このシステムは、ヘッダ部分および/またはデータ部分を含むデジタルデータ信号を構成するための超音波モデムのプロトコル(ロジック)を用いて構成されてよい。信号は、パケットまたはデジタル情報の任意の他の単位(バイト、パケット、ワードなど)に分けられてよい。信号は、誤り訂正符号を含むように構成されてよい。

【0016】

たとえば、本明細書では、超音波モデムとして構成されたマイクロコントローラが説明される。いくつかの変形形態では、このマイクロコントローラが含むロジック(たとえば

50

ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェアまたはそれらのいくつかの組合せ)は、デバイスが、スピーカ(たとえば圧電スピーカ要素)からデータの超音波送信を駆動することを可能にする。マイクロコントローラを、超音波モデムとして動作するように構成するかまたは適合させる方法も説明される。たとえば、いくつかの変形形態では、マイクロコントローラは、超音波モデムとして動作するようにプログラムされてよい。

【0017】

本明細書では、超音波のデジタルモデムによって音響的に送信された超音波のデジタルデータを受信するように構成された受信器も説明される。一般に、遠隔通信デバイス(たとえばスマートフォン)は、超音波のデジタルデータを受信するための受信器として動作するように構成されてよい。したがって、遠隔通信デバイスには、デジタル超音波モデムから超音波送信によって送られたデータを受信し、復号化し、解釈し、表示し、解析し、記憶し、かつ/または送信するように構成されたハードウェア、ソフトウェア、および/またはファームウェアが含まれ得る。いくつかの変形形態では、ロジック(たとえばクライアントソフトウェアおよび/またはファームウェア、アプリケーションなど)が、デジタル超音波データに対する受信器として動作するように、遠隔通信デバイス上で実行されてよい。したがって、本明細書では、デジタル超音波モデムが送信したデータを受信して解釈する(たとえば復号化する)ための実行可能なロジックと、デジタル超音波モデムの実行可能なロジックが送信したデータを受信して解釈する(たとえば復号化する)ための実行可能なロジックを含むデバイスが説明される。一般に、この実行可能なロジックは、後に(または繰り返して)実行されるように、非一時的媒体に記憶されるように構成される。

10

20

【0018】

本明細書では、デジタル超音波モデムを含むように構成された特別なデバイスおよびシステムがさらに説明される。これらのデバイスのうちのどれも、デジタル情報の供給源(たとえば医療機器(たとえば体温計、パルスオキシメータなど)など)のデバイスと、音響トランスデューサ(たとえば超音波信号を放射することができるスピーカ)と、デジタル情報の供給源からのデジタル情報を、音響トランスデューサが送信すべき超音波信号として符号化するように構成されたコントローラ(たとえばマイクロコントローラ)とを含んでよい。いくつかの変形形態では、音響トランスデューサは、(通常の、人間に聞こえる範囲のブザー音、信号音などの)可聴音(たとえば超音波より周波数の低い音)、ならびに(たとえば17kHzより高い)超音波周波数の両方を放射するように構成される。

30

【0019】

本明細書で説明される一例では、Texas InstrumentのAFE4110デジタル体温計が、本明細書で説明されるように、この体温計からいくらかの距離に配置された遠隔通信デバイス(たとえばスマートフォン)へ、温度データを、超音波でデジタル的に符号化して、超音波で(空気を通る超音波の圧力波として)送信するように改良/改善されている。デバイスのマイクロコントローラ(Texas InstrumentsのMSP430タイプのコントローラ)は、超音波のデジタルデータを送信するための超音波モデムとして構成されており、マイクロコントローラに、接続されている圧電スピーカで送信するための温度データ信号を(マイクロプロセッサによって)符号化させるファームウェア/ソフトウェアを実行する。スピーカは、体温計の中にあらかじめセットされている、体温が安定しているとユーザに聞こえるように(たとえば人間の通常の可聴範囲を用いて)通知するのに使用されるスピーカと同一のものでよい。したがって、体温計は、体温計からのデータを処理して、符号化された信号を、超音波の周波数範囲(たとえば>17kHz)において圧電スピーカで送信するようにマイクロコントローラの制御ロジックを実行することにより、デジタル超音波モデムを含むように、非常に低コストで改善され得る。

40

【0020】

たとえば、いくつかの変形形態では、本明細書で説明されるのは、医療用感知デバイスが受信した生物学的パラメータを、情報がさらに処理され、かつ/または送信される1つまたは複数の遠隔通信デバイス(たとえばスマートフォン)へ、デジタル的に送信するのに超音波を用いるデバイスを含む医療用の感知デバイスおよびシステムである。実行可能な口

50

ジックは、生物学的パラメータ情報を、さらなる処理のための遠隔通信デバイスへ超音波で送信するように、医療用感知デバイスを適合させるためのアダプタとも称されてよい。遠隔通信デバイスが、超音波で符号化された健康メトリック情報信号を受信して変換することができるように、遠隔通信デバイスとともに使用するシステムおよび/またはサブシステムも説明される。これらのサブシステムは、超音波の健康情報(または生物学的パラメータ)信号を、遠隔通信デバイスによるアップロード、記憶、および/または解析が可能なデジタル信号に変換するように遠隔通信デバイス(たとえば電話)上で実行されるクライアントソフトウェア(たとえばアプリケーション)を含み得る。

【0021】

医療用感知デバイスは、患者の生命の維持に必要な体の機能の指数などの生物学的パラメータを受信するための任意のデバイスでよい。生物学的パラメータは、生体データとも称され得る。たとえば、医療用感知デバイスは、体温計、血圧トランスデューサ、グルコースモニタ、パルスオキシメータなどでよい。本明細書で言及される医療用の感知デバイスまたはシステムは、生物学的パラメータの数値(たとえばデジタル)表現を表示し得るので、一般的にはデジタルシステムである。たとえば、これらのデバイスは、アナログの生物学的パラメータ(たとえば体温、血糖、血圧または何らかの他の健康メトリック情報)を、表示され得るか、そうでなければユーザに提示され得るデジタル信号に変換してよい。たとえば、医療用感知システムは、被験者の体温を得るためのデジタル体温計、患者の血圧を表示するための血液カフ、血糖(グルコース)モニタ、パルスオキシメータなど、およびこれらのデバイスの組合せを含んでよい。特に興味深いのは、家庭用の医療用感知システムまたはデバイス、特に患者の生物学的パラメータを監視するかまたは収集してその情報をディスプレイ上に表示するセンサを有するものである。

10

20

【0022】

本明細書で用いられる生物学的パラメータまたは情報は、医療用感知システムによって処理され、感知され、かつ/または算定される何らかの患者情報、特にデジタル的に符号化される生物学的パラメータを含んでよい。たとえば、生物学的パラメータは、体温、血圧、血糖レベル、pH、酸化、脈拍数、呼吸数、または何らかの他の生物学的測定値、特に診断および健康管理を含む医療事情に関連するものを含んでよい。

【0023】

本明細書で用いられる遠隔通信デバイスは、スマートフォン(たとえばiPhone(商標)、droid(商標)または他のパーソナル通信デバイス)、タブレットコンピュータ(たとえばipad(商標)、タブレットPCなど)、および/または超音波を受信することができるマイクロフォンを含んでいる(または含むように適合され得る)デスクトップコンピュータを含む。遠隔通信デバイスは、超音波で符号化されたデジタル信号を、表示、アップロード/送信、記憶、および/または解析が可能なデジタル信号へと変換するためのロジックを含んでよい。

30

【0024】

したがって、いくつかの変形形態では、本明細書で説明されるのは、デジタルの生物学的パラメータを超音波で送信するための医療用感知デバイスである。いくつかの変形形態では、このデバイスは、患者の生物学的パラメータを検出するためのセンサと、生物学的パラメータのデジタル表現を超音波の音響信号として符号化するためのプロセッサと、プロセッサからの超音波の音響信号を送信するための超音波トランスデューサとを含み得る。

40

【0025】

たとえば、医療用感知デバイスは、生物学的パラメータを変換するためのトランスデューサ(たとえば温度センサ、圧力センサなど)を含んでよい。このデバイスは、センサからの信号を処理するためのコントローラ(たとえばマイクロコントローラ)も含んでよい。プロセッサは、感知され、かつ/または処理された、患者の生物学的パラメータ情報から信号を発生する信号発生器を含んでよく、この信号は、送信するために符号化されてよい。この信号は、デジタルパケット(たとえばワード、バイトなど)として符号化されてよい。

50

たとえば、この信号は、スタートビット、ストップビット、生物学的パラメータのタイプまたは供給源を識別する情報ビット(たとえばパケット識別子)、生物学的パラメータのデジタル表現、およびいくつかの変形形態における周期冗長検査(CRC)部分を含んでよい。いくつかの変形形態では、この信号(生体測定の測定値またはデータ部分を含む)は、時刻印および/または日付印を有することができる。

【0026】

したがって、いくつかの変形形態では、システムまたはデバイスは、測定値が時間xにおいて作成され、デバイス(たとえば体温計、血糖計など)に記憶されて、後に遠隔通信デバイス(たとえばスマートフォンまたはタブレット)に超音波で送信され、最終的に(たとえばクラウドに)アップロードされるように構成されてよい。いくつかの変形形態では、いくつかの時刻印/日付印の付いた測定値がデバイスに記憶されてよく、一気に(in a burst)遠隔通信デバイスへ一緒に送信され得る。以下でより詳細に説明されるように、デバイスは本来一方向(たとえば生体測定のデバイスから遠隔通信デバイスへデータを送る)でよいが、いくつかの変形形態では、デバイスは、遠隔通信デバイスの少なくとも確認信号および/または近接の指標を受信するように構成されてよい。いくつかの変形形態では、超音波トランスデューサも、遠隔通信デバイスから確認信号(ACK)を受信するように構成されてよい。確認は、遠隔通信デバイスが送られたメッセージ(データ)を受信したこと、もしくは遠隔通信デバイスが送られたデータを受信する準備ができていいること、またはその両方を示してよい。

10

【0027】

超音波トランスデューサは、圧電水晶トランスデューサを含む任意の適切なトランスデューサでよい。

20

【0028】

いくつかの変形形態では、デジタルの生物学的パラメータを超音波で送信するためのシステムは、生物学的パラメータを検出するためのセンサ、生物学的パラメータのデジタル表現を超音波の音響信号として符号化するためのプロセッサ、および超音波信号を送信するための超音波トランスデューサを有する医療用感知デバイスと、遠隔通信デバイスによって実行され、超音波信号を受信して、生物学的パラメータのデジタル表現へと変換して戻すように構成されたクライアント制御ロジックとを含む。

30

【0029】

プロセッサは、それだけではないが、周波数偏移変調を含む任意の適切な信号処理技法を用いることにより、(一般的には数値である)デジタルの生物学的パラメータ信号を超音波信号に変換してよい。

【0030】

クライアント制御ロジックは、(ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェアなどであり得るが)ソフトウェアまたはクライアントアプリケーションとも称されてよい。クライアント制御ロジックは、遠隔通信デバイス上で実行してよい。クライアント制御ロジックは、たとえば生物学的パラメータのデジタル表現を、たとえばウェブサイトまたはサーバにアップロードして他のデバイスに生物学的パラメータのデジタル表現を渡すためのコンポーネントも含んでよい。いくつかの変形形態では、クライアント制御ロジックは、情報を遠隔通信デバイス上にローカルで表示するかそうでなければ提示するように構成されてよい。

40

【0031】

本明細書では、デジタル健康パラメータを送信するためのシステムも説明され、このシステムは、オープンエアの環境において約17kHzより高い(たとえば19kHz、または20kHzのあたりに中心のある)周波数で信号を送信することができる超音波トランスデューサと、生物学的パラメータのデジタル表現に対応する超音波信号を発生するように構成された信号発生器であって、識別子が、約17kHzより高い(たとえば19kHz、または20kHzのあたりに中心のある)少なくとも1つの周波数に関連付けられる信号発生器とを備える。

【0032】

50

一例として、本明細書では、デジタル温度情報を、さらなる処理および送信のために、遠隔通信デバイスへ超音波で送信するデジタル体温計が説明される。デジタル体温計は、患者の体温を感知するための温度センサと、患者の体温のデジタル表現に対応する信号を発生するための信号発生器と、患者の体温のデジタル表現を、19kHzより高い1つまたは複数の周波数を含む超音波信号として送信するための超音波トランスデューサとを含んでよい。

【0033】

デジタル的な超音波の生物学的パラメータ情報を送る方法と、この情報を遠隔通信デバイスで受信する方法とを含む動作の方法も説明される。たとえば、本明細書では、遠隔通信デバイス上の医療用感知デバイスからデジタルの生物学的パラメータを無線で受信する方法が説明され、この方法は、医療用感知デバイスからの生物学的パラメータのデジタル表現を符号化する超音波信号を遠隔通信デバイスで受信するステップと、この超音波信号を電子信号に変換するステップとを含む。いくつかの変形形態では、この方法は、電子信号を外部サイトへ送信するステップを含む。いくつかの変形形態では、この方法は、電子信号から生物学的パラメータのタイプを求めるステップを含む。前述のように、超音波信号は、生物学的パラメータ信号のタイプを識別するように符号化されてよい。たとえば、信号は、それが心拍数、血圧測定値、体温などであることを示すように符号化されてよい。

10

【0034】

本明細書では、デジタルの生物学的パラメータを、医療用感知デバイスから遠隔通信デバイスへ無線で送信する方法も説明され、この方法は、生物学的パラメータを感知するステップと、生物学的パラメータのデジタル表現を生成するステップと、生物学的パラメータのデジタル表現を超音波信号として送信するステップとを含む。

20

【0035】

本明細書では、生物学的パラメータを検出し、生物学的パラメータのデジタル表現を求め、生物学的パラメータのデジタル表現を不可聴音の送信として超音波で送信するための医療用感知デバイスがさらに説明される。そのようなデバイスは、被験者から生物学的パラメータを検出するためのセンサと、生物学的パラメータを受信し、生物学的パラメータから代表値を求めて、代表値をデジタル超音波信号としてデジタル的に符号化するように構成されたプロセッサであって、デジタル超音波信号が、デジタルの0に対応する第1の周波数およびデジタルの1に対応する第2の周波数を用いて符号化され、第1および第2の周波数のそれぞれが17kHzより高く、さらに、デジタル超音波信号がヘッダ部分およびデータ部分を含んでいる、プロセッサと、デジタル超音波信号を送信するための超音波放射源を備える超音波トランスデューサであって、プロセッサが、超音波放射源からデジタル超音波信号を放射するために超音波トランスデューサを駆動するように構成されている、超音波トランスデューサとを含んでよい。

30

【0036】

任意の適切なセンサ、特に、体温、グルコース、パルス酸化(pulse oxygenation)または血圧などの生物学的パラメータを感知するように構成されたセンサが使用されてよい。

【0037】

一般に、プロセッサはマイクロプロセッサである。前述のように、マイクロプロセッサは、生体情報を送信用の超音波デジタルデータとして符号化するように、超音波モデムとして適合されてよい。たとえば、プロセッサは、生物学データを、約18.5kHzの第1の周波数および約19.5kHzの第2の周波数を用いてデジタル情報として符号化するように構成されてよい。プロセッサは、デジタル超音波信号を、任意の適切なレートでデジタル的に符号化するように構成されてよい。たとえば、デジタル超音波信号を、1ビット当たり約10サイクルで、および/または200バイト/秒でデジタル的に符号化する。

40

【0038】

前述のように、これらの変形形態のうちのいずれにおいても、プロセッサは、ある周波数で較正トーンを送るようにさらに構成されてよい。いくつかの変形形態では、この較正

50

トーンは連続したトーンであり、デバイスの存在および信号の強度を示すために、一般的には第1および第2の周波数(「0」および「1」の周波数)とは別のものである。

【0039】

デジタル超音波信号は、一般に誤り訂正符号を含み得る。

【0040】

一般に、超音波放射源はスピーカを備え、たとえば超音波放射源は圧電素子を備える。

【0041】

本明細書では、生物学的パラメータを検出し、生物学的パラメータのデジタル表現を求め、生物学的パラメータのデジタル表現を不可聴音の送信として超音波で送信するためのシステムも説明され、このシステムが備える医療用感知デバイスは、生物学的パラメータを検出するためのセンサと、生物学的パラメータを受信し、生物学的パラメータから代表値を求め、デジタルの0に対応する第1の周波数およびデジタルの1に対応する第2の周波数を用いて代表値をデジタル超音波信号としてデジタル的に符号化するように構成されたプロセッサであって、第1および第2の周波数のそれぞれが17kHzより高い、プロセッサと、デジタル超音波信号を送信するための超音波トランスデューサと、遠隔通信デバイスによって実行されたとき、遠隔通信デバイスに、デジタル超音波信号を受信させ、デジタル超音波信号から生物学的パラメータの代表値を抽出させるように構成されているクライアント制御ロジックとを有する。

10

【0042】

前述のように、センサは、体温、グルコース、パルス酸化、または血圧のうち1つまたは複数を検出するように構成されてよい。

20

【0043】

一般に、プロセッサは、第1および第2の周波数とは別の周波数で較正トーンを送るようさらに構成されてよく、較正トーンは連続的でも離散的でもよく、デバイスの存在および信号の強度を示し得る。いくつかの変形形態では、較正トーンは、次のデータ送信までの時間を示す。

【0044】

一般に、デジタル超音波信号は、ヘッダ部分、データ部分および誤り訂正符号部分を含んでよい。クライアント制御ロジックは、スマートフォンによる実行が可能な1組の命令を記憶する非一時的なコンピュータ可読記憶媒体を備えてよい。

30

【0045】

たとえば、本明細書では、デジタル温度情報を、さらなる処理および送信のために、遠隔通信デバイスへ超音波で送信するデジタル体温計が説明され、このデジタル体温計は、被験者の体温を感知するための温度センサと、温度センサと通信しており、被験者の体温のデジタル超音波信号を発生するように構成されたプロセッサであって、デジタル超音波信号が、デジタルの0に対応する第1の周波数およびデジタルの1に対応する第2の周波数を用いて符号化され、第1および第2の周波数のそれぞれが17kHzより高いプロセッサと、超音波放射源を備える超音波トランスデューサであって、プロセッサが、超音波放射源からデジタル超音波信号を放射するために超音波トランスデューサを駆動するように構成されている、超音波トランスデューサとを備える。

40

【0046】

本明細書で説明されたデバイスおよびシステムのうち任意のものと同様に、第1の周波数(0)および第2の周波数(1)は、任意の適切な周波数、具体的には不可聴の(たとえば超音波の)範囲を含む周波数でよい。たとえば第1の周波数は約18.5kHzでよく、第2の周波数は約19.5kHzでよい。

【0047】

いくつかの変形形態では、プロセッサは、デバイスの存在および信号の強度を示すために、第1および第2の周波数とは別の周波数で較正トーンを送るよう構成されている。

【0048】

本明細書では、超音波を用いて、生物学的パラメータの代表値をローカルで送信する方

50

法も説明され、この方法は、被験者から生物学的パラメータを感知するステップと、生物学的パラメータから代表値を求めるステップと、代表値を、デジタル超音波信号としてデジタル的に符号化するステップであって、デジタル超音波信号が、デジタルの0に対応する第1の周波数およびデジタルの1に対応する第2の周波数を用いて符号化され、第1および第2の周波数は不可聴の超音波周波数である、ステップと、患者の近くの超音波トランスデューサを駆動して、デジタル超音波信号を不可聴音信号として放射するステップとを含む。

【0049】

一般に、生物学的パラメータを感知するステップは、任意の生物学的パラメータ、または体温、グルコース、パルス酸化、もしくは血圧のうちの1つまたは複数を含んでいるパラメータを感知するステップを含んでよい。

10

【0050】

代表値を求めるステップは、生物学的パラメータの相加平均(average)、平均値(mean)、中央値、最大値、最小値、または変化率のうち1つまたは複数を求めるステップを含んでよい。いくつかの変形形態では、(たとえば増減率といった)生物学的パラメータは相対スケール上にあってよく、一方、いくつかの変形形態では、(たとえば体温、圧力、濃度などの)生物学的パラメータは絶対スケール上にあってよい。

【0051】

代表値をデジタル的に符号化するステップは、デジタル超音波信号を、ヘッダ部分と、データ部分と、(離散的な部分ではないこともあるにもかかわらずCRC「部分」と称される誤り訂正符号と)を含むように符号化するステップを含んでよい。代表値をデジタル的に符号化するステップは、デジタル超音波信号を1ビット当たり10サイクルでデジタル的に符号化するステップを含んでよく、代表値をデジタル的に符号化するステップは、デジタル超音波信号を200バイト/秒でデジタル的に符号化するステップを含んでよい。

20

【0052】

本明細書で説明された方法のうちのどれも、第1および第2の周波数とは別の周波数で較正トーンを放射するステップを含んでよい。較正トーンは、デバイスの存在および信号の強度を示し得る。較正トーンは連続したものでよい。

【0053】

本明細書で説明された変形形態のうちのどれも、送信の受信を確認するかまたは認めるステップを含んでよい。たとえば、半二重通信は、遠隔通信デバイスから送信デバイスへの受信通知(ACK)の受信を含む。いくつかの変形形態では、この方法は、受信確認が受信されるまで、超音波トランスデューサを繰り返し駆動してデジタル超音波信号を放射するステップを含む。あるいは、いくつかの変形形態では、この方法は、所定の期間または繰り返し回数にわたって、超音波トランスデューサを繰り返し駆動してデジタル超音波信号を放射するステップを含む。

30

【0054】

本明細書では、ローカルの超音波データ送信デバイスとして構成された一体型のマイクロプロセッサも説明され、このマイクロプロセッサは、値を受信して値をデジタル超音波信号としてデジタル的に符号化するステップであって、デジタル超音波信号が、デジタルの0に対応する第1の周波数およびデジタルの1に対応する第2の周波数を用いて符号化され、第1および第2の周波数は不可聴の超音波周波数である、ステップと、デジタル超音波信号にヘッダ部分を付加するステップとを行うための1組の命令を記憶している非一時的なコンピュータ可読記憶媒体と、デジタル超音波信号を送信するための超音波放射源を備えた超音波トランスデューサとを備える。

40

【図面の簡単な説明】**【0055】**

【図1】<http://en.labs.wikimedia.org/wiki/Acoustics>からの、人間の可聴範囲および最小可聴値の図的表現である。

【図2】www.neuroreille.com/promenade/english/audiometry/audiometry.htmからの、

50

年齢に伴う聴力損失の図的表現である。

【図3】www.hearinglossky.org/hlasurvival1.htmlからの、一般的な音響の強度および周波数を示す聴力図である。

【図4A】スマートフォンなどの遠隔通信デバイスに対して、1つまたは複数の生物学的パラメータを符号化しているデジタルデータを超音波で送信するように構成されたシステムの概略図である。

【図4B】スマートフォンなどの遠隔通信デバイスに対して、1つまたは複数の生物学的パラメータを符号化しているデジタルデータを超音波で送信するように構成された医療用感知デバイスを含むシステムの概略図である。

【図5】説明されたように、超音波範囲で周波数キーシフティングを用いて符号化されたデジタル信号の一変形形態を示す図である。

【図6】超音波信号として符号化されたデータを送信する一方法を示す例示的流れ図である。

【図7A】信号を超音波信号として送信する方法(たとえばパケット送信)の例示的流れ図である。

【図7B】信号を超音波信号として送信する方法(たとえばパケット送信)の例示的流れ図である。

【図7C】信号を超音波信号として送信する方法(たとえばパケット送信)の例示的流れ図である。

【図7D】信号を超音波信号として送信する方法(たとえばパケット送信)の例示的流れ図である。

【図7E】信号を超音波信号として送信する方法(たとえばパケット送信)の例示的流れ図である。

【図8】本明細書で論じられたように超音波で送信されたデータを受信して復号化するように構成された受信器のための復調器およびパケット復号器の流れ図の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0056】

一般に、本明細書では、デジタル情報(たとえば生物学的パラメータ情報のデジタル表現)を、第1のデバイスから、次にこの生物学的パラメータ情報の処理および/または送信が可能な遠隔通信デバイスへ超音波で送信するためのシステムが説明される。

【0057】

たとえば、デジタルの生物学的パラメータ情報を超音波で送信することができるシステムは、生物学的パラメータ(たとえば生命徴候)を感知するためのセンサと、生物学的パラメータのデジタル表現を「デジタル」の超音波信号として構成するためのプロセッサと、超音波信号を、遠隔通信対応のデバイスにオープンエアで送信することができるように変換するためのトランスデューサとを含み得る。プロセッサは、コントローラ(たとえばマイクロコントローラ)の一部でよく、コントローラによって制御されてよく、またコントローラと通信してもよい。遠隔通信対応のデバイス(遠隔通信デバイス)は、一般に、超音波領域の音声信号を受信することができる受信器(音声受信器)と、さらなる処理または送信のために、超音波信号を変換して電子信号に戻すためのプロセッサとを含む。

【0058】

本発明は、その適用において、以下の説明で記述される構成、実験、例示的データ、および/または構成要素の配置の詳細に限定されるものではないことを理解されたい。本発明は、他の実施形態が可能であり、または様々なやり方で実施され得、もしくは実行され得る。本明細書で使用される用語は説明を目的としており、限定するものと見なされるべきではないことも理解されたい。

【0059】

本開示の実施形態の以下の詳細な説明では、本開示のより十分な理解をもたらすために多くの特定の詳細が記述される。しかし、本開示の中の概念が、これら特定の詳細なしで

10

20

30

40

50

実施され得ることが当業者には明らかであろう。他の事例では、説明が不必要に複雑化するのを避けるために、周知の特徴は詳細には説明されていない。

【0060】

人間の可聴範囲は、20Hzから20kHzと見なされることが多い。子供の最大の聴覚範囲は、理想的な実験室の条件下では、実際に最低12Hzで最高20kHzである。しかしながら、図1に示されるように、10kHzから20kHzの間では、限界周波数すなわち検出可能な最小の強度が痛覚閾値へ急激に上昇する。したがって、約16kHzより高い音響は、かなり強くないと聞こえない。ほとんど、誕生したときから直ちに、これらのより高い周波数の限界音響レベルは増加する。図2に示されるように、平均的な20歳の人には8kHzレンジで約10dB下がっており、平均的な90歳の人には、この周波数で100dBより大きく下がっている。

10

【0061】

超高周波音響を用いる例示的製品には、不快な17.4kHzのアラームを意図的に放射して若者がぶらつくのを妨げるのに使用される、異論のあるデバイスのモスキートアラームがある。この周波数における成人の聴力損失のために、モスキートアラームが聞こえるのは一般的には25歳未満の人のみである。同様に、学生は、授業中に自分の携帯電話で15~17kHzの「モスキート」着信音を利用することによって、成人の聴力損失を利用する。「モスキート」着信音は、学生には聞こえるが彼らの成人の教師には聞こえない。「超音波」という用語は、一般に、人間によって感知される範囲より高い音を意味する。しかしながら、示されたように、一般に、最高可聴限周波数は、個人によって、また年齢に応じて変化する。この上限の差異のために、本明細書および添付の特許請求の範囲では、「超音波」という用語は「17kHz以上の音響周波数」を指すものと定義される。

20

【0062】

しかしながら、興味深いことに、約10kHzより高い周囲の音響または雑音はほとんど存在しない。図3を参照して、ほとんどの日常の音響は約4kHz未満の周波数で発生する。したがって、超音波領域の信号を用いると、まわりに対して静かであるばかりでなく、非常に望ましい信号対雑音比(SNR)をもたらす。

【0063】

音響技術者は、約20kHzより高いいかなる周波数も、感知される音響に対して影響がないものと安全に想定して、この範囲より高いすべてをフィルタリングする。20kHz未満ではあるものの超音波領域にある音響はほとんど重要ではなく、したがって標準的なサンプリングプロシージャが確立されている。一般に、無線信号であろうと可聴音の信号であろうと、アナログ信号をサンプリングするには、正弦波の周波数を f とすると、サンプリング周波数 f_s は $f_s/2 > f$ でなければならないことが理解されている。このために、音響システムは、20kHzの音響上限に対して計算されたナイキスト-シャノンのサンプリングレート40kHzよりいくぶん高く設定された、現在の標準的なサンプリングレートの44.1kHzで音響をサンプリングするように設計されている。既存の復調プロシージャ、コンピュータ、電話、携帯電話、立体音響システムなどを使用する超音波領域のFM狭帯域信号の実際の復調は、オリジナル信号の非常に貧弱な再生をもたらすことになる。上記で論じたように、これらのより高い周波数には自然の「雑音」がほとんどないという事実のために、超音波領域のキャリア信号も非常に低い信号対雑音比を有するので、これは好ましくない。

30

40

【0064】

生理的信号(たとえば生物学的パラメータ)を測定してそれらの測定値に関するデジタル情報を無線で静かに送信するためのデバイス、方法およびシステムは、電話を通じた(transtelephonic)従来の方法と比較して、はるかに改善された信号対雑音比を有する超音波信号を利用する。既存のコンピュータおよびスマートフォンの技術を用いて、優れた精度で、超音波信号を受信して復調するための方法およびアルゴリズムも提供される。

【0065】

図4Aは、(たとえば何らかの種類デジタル情報を供給する)データ入力433およびマイクロコントローラ405を含むシステムの図式的概観を示す。マイクロコントローラは、生物学的パラメータのデジタル表現を符号化するためのプロセッサを含むかまたは同プロセ

50

ッサに結合されてよく、この符号化された信号は、以下でより詳細に説明されるように、超音波信号に変換されてよい。たとえば、符号化された信号は、超音波トランスデューサ407によって超音波で送信されてよい。いくつかの変形形態では、マイクロプロセッサとトランスデューサは一緒に結合されるかまたは同一の構成要素405'の一部として形成されてよく、あるいはマイクロプロセッサが圧電/スピーカ要素を含んでもよい。次いで、この超音波信号420は、音声ピックアップ(受信器)429を含んでいる遠隔通信デバイス425によって受信され得る。遠隔通信デバイス425は、超音波信号が処理され得るように、たとえば電子信号に変換して戻され、どのタイプの信号か(たとえば脈拍数、体温など)解釈されるように、遠隔通信デバイスを、超音波信号を受信して変換するように準備するクライアント制御ロジック427を実行してよい。

10

【0066】

図4Bは、患者からの生物学的パラメータ(たとえば体温、脈拍数、血糖など)を検出するためのセンサ403およびマイクロコントローラ405を有する医療用感知デバイス401(たとえば体温計、血糖モニタなど)を含むシステムの図式的概観を示す。マイクロコントローラは、生物学的パラメータのデジタル表現を符号化するためのプロセッサを含むかまたは同プロセッサに結合されてよく、この符号化された信号は、以下でより詳細に説明されるように、超音波信号に変換されてよい。たとえば、符号化された信号は、超音波トランスデューサ407によって超音波で送信されてよい。次いで、この超音波信号420は、音声ピックアップ(受信器)429を含んでいる遠隔通信デバイス425によって受信され得る。遠隔通信デバイス425は、超音波信号が処理され得るように、たとえば電子信号に変換して戻され、どのタイプの信号か(たとえば脈拍数、体温など)解釈されるように、遠隔通信デバイスを、超音波信号を受信して変換するように準備するクライアント制御ロジック427を実行してよい。

20

【0067】

したがって、医療用感知デバイス401は、体温、脈拍、圧力(たとえば血圧)などの1つまたは複数の生理的信号を感知するように構成されたセンサ(またはセンサ組立体)を含む。センサは、感知された生理的信号を表す電気信号を生成してよく、これらの信号は、マイクロコントローラまたは他の関連した構成要素に入力される1つまたは複数のデジタル信号に変換されてよい。このデジタル信号は、一般的にはデバイス(図示せず)上に表示されてよく、また、次いで(たとえば周波数偏移変調などの技法によって)超音波へと符号化してデバイスから超音波で放射され得るデジタル信号の一部として電氣的に符号化されてもよい。信号の符号化は、たとえばMSP430などのマイクロコントローラ(たとえばTexas InstrumentsのAFE4110)を含んでいる任意の適切な回路によって遂行されてよい。

30

【0068】

中心周波数は、(それだけではないが)20kHzを含む任意の適切な超音波周波数から選択されてよい。一般的には、本明細書で説明される医療用感知デバイスは、送信だけするように構成されており、その結果、データが遠隔通信デバイスに送信される(しかし遠隔通信デバイスから受信されることはない)。いくつかの変形形態では、医療用感知デバイスは、超音波(音響)周波数情報の送信と受信の両方を行うように構成される。さらに、いくつかの変形形態では、複数のチャネル(周波数チャネル)が用いられ得る。

40

【0069】

一実施形態では、超音波信号は、約18kHzから約24kHzの範囲の中心周波数を有する。別の実施形態では、周波数変調された超音波信号は、約20kHzから約24kHzの範囲の中心周波数を有する。

【0070】

図5は、偏移変調(key-shifting)を用いて符号化されたデジタル信号の一変形形態を示す。この変形形態では、超音波信号は、一方が高い(「1」)を示し他方が低い(「0」)を示す2つの異なる周波数で変調される。たとえば0の周波数と1の周波数は、中心が20kHzになるように(たとえば19.5kHzと20.5kHzに)選択されてよい。

【0071】

50

センサは、ユーザが監視しようとする生理的信号を検出するように機能する任意の適切なセンサを含むことができる。そのような生理的信号の限定的でない例には、それだけではないが、呼吸、心拍、心拍数、パルスオキシメトリ、フォトプレチスモグラフ(PPG)、体温などが含まれる。呼吸検出器が使用され得る。心拍および心拍数も同様に検出され得る。たとえば、人のヘモグロビンの酸化は、血液サンプルから直接測定するのではなく、パルスオキシメトリセンサを使用して非侵襲的なやり方で間接的に監視することができる。センサは、指先または耳たぶなどの人体の薄い部分に配置され、赤色および赤外線の方の波長を含んでいる光が一方の面から他方の面へ通される。2つの波長のそれぞれの吸光度の変化が測定され、その差が、人の血液の酸素飽和度および皮膚の血液量の変化を推定するのに用いられる。次いで、パルスオキシメータセンサ、または単一の光源を使用する光学センサを使用して、フォトプレチスモグラフ(PPG)を得ることができる。PPGは血流および心拍数を測定するのに使用することができる。次いで、このデータのデジタル表現は、本明細書で説明されたように用いられかつ渡されてよい。

10

【0072】

次いで、コンバータ組立体は、生物学的パラメータをデジタル(電氣的)符号化したものを送信可能な超音波信号に変換してよい。図4に示された実施形態では、コンバータ組立体は、超音波信号を出力するための超音波トランスデューサ407を含む。適切な超音波送信器(トランスデューサを含む)の限定的でない例には、それだけではないが、小型スピーカ、圧電ブザーなどが含まれる。

20

【0073】

遠隔通信デバイス425内で、超音波信号は、たとえばスマートフォン、携帯情報端末(PDA)、タブレット型パーソナルコンピュータ、ポケットパーソナルコンピュータ、ノート型コンピュータ、デスクトップコンピュータ、サーバコンピュータなどのデバイスのマイクロフォン429によって受信され得る。

【0074】

音響が基本的に聞こえないので音量をより大きくすることもできるが、信号の音量は電力を保つために小さくしておいてよい。たとえば、「リスナ」には聞こえないので、リスナの存在に対する懸念なしで、超音波周波数において信号の音量をさらに増すことができる。

30

【0075】

前述のように、遠隔通信デバイスは、超音波信号を受信して処理するためのクライアントロジック(たとえばソフトウェア)を含んでよい。たとえば、スマートフォン上のソフトウェアは、超音波信号を復号化することができる。データを処理すると、情報(たとえば生物学的パラメータの性質)のタイプを含むユーザに関係する付加的な情報がもたらされ得る。たとえば、信号は、(開始識別子の後に)体温計の読取り値(たとえば最後の数字が小数位である4桁)であることを示す10個のパルス、血圧の読取り値(たとえば3桁の収縮期血圧、3桁の拡張期血圧および3桁の脈拍数)であることを示す12個のパルス、パルスオキシメータのデータ(たとえば3桁の酸素飽和度および3桁の脈拍数)であることを示す14個のパルス、血糖計のデータ(たとえば3桁の血糖レベル)であることを示す16個のパルスなどを含むように符号化されてよい。これらの数字とEOM(メッセージ終結)インジケータの間に「分離符号」があってよい。実際には、受信データの間で確認のための比較が遂行されるように、信号は数回送られてよい。

40

【0076】

一変形形態では、信号は、(8ビットの各バイトにスタートビットおよびストップビットを加えたものを想定して)、同期を可能にするためのAAすなわち55のような数、バージョン番号を示す1バイト、1バイト長のパケットの残り、1バイトのパケット識別子(BPについては0x01、パルスオキシメトリ(pulse ox)については0x02、グルコースについては0x03など)、データ、および8ビットのCRCといった具合に符号化されてよい。

【0077】

前述のように、信号は時刻印および/または日付印を有することができる。いくつかの

50

変形形態では、デバイスまたはシステムは、複数の測定値を得て、それらをバッチまたはパーストとして遠隔通信デバイスへ送るように構成されてよい。たとえば、 t_1 、 t_2 などの時刻に測定が行われてデバイス(たとえば体温計、血糖計など)に記憶され、後の時刻(t_n)に超音波で遠隔通信デバイス(たとえばスマートフォン、タブレットなど)へ送信されてよい。データは、遠隔通信デバイスによって処理されてよく、かつ/または外部サーバなど(たとえばクラウド)にアップロードされてもよい。

【0078】

送信される超音波データのボーレートは、高速送信を可能にするように選択されてよい。たとえば約300ボアのボーレートを用いると、バッチ信号でさえ1秒未満で送信され得る。いくつかの変形形態では、ボーレートは約400である。

10

【0079】

前述のように、センサからの未加工の信号および派生情報は、スマートフォン上にローカルに表示し、かつ記憶することができ、またインターネット接続を通じてウェブサーバに送信される。ウェブサーバ上のソフトウェアは、スマートフォンから受信した信号および情報をリアルタイムで、または遡及的に表示するためのウェブブラウザインターフェースをもたらし得、さらなる解析および報告も含む。

【0080】

本明細書で用いられる超音波信号伝達という用語は、一般に、超音波信号を用いた、生物学的パラメータ測定値の出所を伴う生物学的パラメータの大きさなどの情報伝達を表す。前述のように、これらの超音波信号は、送信および処理を可能にするために符号化されてよい。符号化された信号は、次いで、任意の適切な方法によって超音波領域に変換されてよい。たとえば、1つまたは複数の周波数が、たとえばDTMFまたは超音波周波数に周波数シフトされたDTMFといった様々な信号値に対応して用いられ得る。信号変換の別の例には、振幅偏移変調を用いるものがある。別の例には周波数偏移変調を用いるものがある。別の例には位相偏移変調を用いるものがある。いくつかの実施形態では、スペクトル拡散通信などの多周波信号伝達、または多周波搬送波の信号伝達が用いられてもよい。多周波搬送波の信号伝達の一例には、40Hzと100Hzの間の間隔など、約65Hzなどの間隔によって分離された(たとえば20kHzと22kHzの間、または20kHzと24kHzの間、または一般に19kHzと20kHzの間の下限と、意図された受信器のサンプリングレートのナイキスト周波数と等しいかもしくはそれよりわずかに低い上限との間)の周波数の所定の組を指定して、そのようなそれぞれの周波数について、その周波数の正弦波などの搬送波信号の存在として「1」のビットを符号化し、そのような信号の不在として「0」のビットを符号化する。次いで、そのような多周波信号の受信器は、高速フーリエ変換または当技術分野で既知の関連した技法を遂行して、それぞれの関連した周波数で搬送波が使用可能であるかどうか識別し、それによって1組のビットを導出し、数値を符号化する。多周波搬送波の信号伝達のいくつかの実施形態では、たとえば信号が十分に明白でないとき、ある期間にわたって複数のサンプルを得て平均をとり、次いで、前述のように平均信号を処理してよい。多周波搬送波の信号伝達のいくつかの実施形態では、たとえば干渉が生じるほど周波数が接近している場合には、ビットパターンを復号化するのにビタビ復号器が使用されてよい。一般に、通信技術の業者に既知の技法、特に変調および復調に関する技法(たとえばモデム)が採用され得る。そのような技法の例には、その全体が参照によってあらゆる目的のために本明細書に組み込まれている、国際電気通信連合の部門Tによって公布されたV.x(xは整数)として指定される様々なモデム規格が含まれる。

20

30

40

【0081】

いくつかの実施形態では、符号化されたデータを遠隔通信デバイス上で求めるのではなく、(または遠隔通信デバイスに加えて)サーバが、符号化されたデータを求めるための信号解析を遂行してもよい。いくつかの実施形態では、信号はサーバに記憶され得、送信技法および/または受信技法の改良のために作業員に提供される。

【0082】

50

前述のように、信号伝達は送信器によって遂行されてよい。送信器は、プロセッサによって実行可能なプログラム命令および/またはプログラムによって用いられるデータを含んでいるメモリ(たとえばいくつかの実施形態ではプロセッサと一体化され得るDRAMまたはSRAM)に接続された、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、またはデジタル信号プロセッサなどのプロセッサなど、信号発生器を内蔵するハードウェアシステムを含んでよい。送信器には、プロセッサに結合され、かつ/またはプロセッサに内蔵された、フラッシュメモリなどの持続性のメモリが内蔵されてもよい。信号発生器は、前述のように、送信される超音波信号を発生してよい。いくつかの実施形態では、送信用の波形は持続性のメモリに記憶されてよい。いくつかの実施形態では、送信器は電源および/または電池を含み、あるいは医療用感知デバイス上の他の構成要素に給電するのに使用される電源を使用する。前述のように、送信器は、たとえば電氣的インパルスを超音波振動に変換する圧電トランスデューサといったトランスデューサを含んでよい。送信器は、(直接的に、または、たとえばいくつかの実施形態ではプロセッサに一体化され得る音声のデジタルアナログ変換器(DAC)を介して間接的に)プロセッサに結合された増幅器を含んでよく、プロセッサは、その出力を通じて電氣的インパルスをトランスデューサに供給する。いくつかの実施形態では、送信器は、リアルタイムクロックおよび/またはブロードキャストされた時間信号を受信するための受信器を含んでよい。いくつかの実施形態では、送信器が含み得る暗号器は、たとえばプロセッサ上で実行するプログラム命令でよく、または個別の集積回路でもよい。いくつかの実施形態では、送信器が含み得る誤り訂正符号発生器および/または誤り検出符号発生器は、たとえばプロセッサ上で実行するソフトウェア命令でよく、または個別の集積回路でもよい。音波の信号伝達の送信および受信に関して本明細書で説明された技法は、当業者には容易に理解されるやり方で、本明細書で説明されるような送信器において遂行され得る。

10

20

30

40

50

【0083】

いくつかの変形形態では、医療用感知デバイスから遠隔通信デバイスへの送信は一方向である。この構成は、設計の簡素化、費用の低減、消費電力の低減などを含む、以前には実現されなかった複数の利点が可能になり得るので望ましいものである。医療用感知デバイスがさらなる受信器(音波信号を受信するためのマイクロフォン、またはアンテナを含む)を含んでいるシステムと比較したとき、これらの利点が特に当てはまる。しかしながら、いくつかの構成では、医療用感知デバイスが、アンテナまたはマイクロフォンなどの受信器を追加することなく遠隔通信デバイスから簡単な指示信号を受信するように適合されてよい。たとえば、いくつかの変形形態では、超音波トランスデューサ(たとえば圧電スピーカ)を20kHzのセンサとして使用して返報の受信通知(ACK)を実施することが可能であり得る。たとえば、遠隔通信デバイス(たとえば電話)は、CRCの受信、復号化、および確認の後に、センサに対して、CRCを正確に受信したと信号伝達するための短い20kHzのバーストを生成することができ、再送する必要はないことを示す。他の変形形態では、遠隔通信デバイスからの信号は、遠隔通信デバイスが生体測定のデバイスからの送信を受信する準備ができていないことを示してよい。対の、または複数の、時限の信号/受信通知も用いられてよい。

【0084】

一例では、デバイスまたはシステムは、超音波で送信されるデータが前方誤り訂正(FEC)を含むように構成され、受信器はN個のビットエラーを訂正することができる。生体測定のデバイス(医療用感知デバイス)が一送信(transmit-one)(たとえば一方向)であるようにシステムが構成されている場合、これは特に有益であり得る。FECは、データが正確に受信されることを保証するのを支援し得る。

【0085】

いくつかの実施形態では、超音波信号伝達によって送られるデータは、BCH符号、定重み符号、重畳符号、群符号、2進グレイ符号などのグレイ符号、ゴッパ符号、アダマール符号、ハーゲルバーガー符号、ハミング符号、ラテン方格ベース符号、辞書式符号、低密度パリティ検査符号などの疎グラフ符号、LT符号すなわち「噴水」符号、オンライン符号

、ラプタ符号、リードソロモン符号、リードマラー符号、反復累積符号、三重モジュール冗長符号などの反復符号、トルネード符号、ターボ符号、または当業者に既知の他の誤り訂正符号などの誤り訂正符号を含むように処理されてよい。様々な実施形態において、そのような符号は一次元または多次元で適用されてよく、組み合わせられてよく、パリティ検査および周期冗長検査などの誤り検出符号と組み合わせられてもよい。誤り訂正符号は、それぞれの技法に従って、受信器、または受信器からの通信を受け取るサーバにおいて、送信エラーおよび/または受信エラーを訂正するように、復号化されて適用され得る。

【実施例1】

【0086】

デジタル体温計

一例では、デジタル体温計は、デジタル超音波モデムを含むように構成されてよい。この例では、Texas InstrumentのMSP430デジタル体温計に基づくデジタル体温計が、体温の読取り値(デジタルデータ)を移動体通信デバイス(たとえばiPhone)に超音波で送信し得るように、ファームウェアを含むように適合されている。この例は、APE 4110マイクロプロセッサ(Texas InstrumentsのMSP 430マイクロプロセッサの一変形形態)に特有のものであるが、他のマイクロプロセッサが使用されてよく、機能するように、ファームウェア、ソフトウェアおよび/またはハードウェアと、同様に適合されてよい。

【0087】

一般に、デバイスは、データ(たとえば体温計の体温読取り値)を得て、それらを超音波で送信するために符号化してよい。符号化された信号は、誤り検査(たとえばCRC符号化、ハミング符号など)を含んでよく、暗号化されてもよい。たとえば、データは、たとえば高度暗号化標準(AES)を用いて暗号化されたデータでよい。米国特許第5,481,255号と米国特許第5,452,356号の両方に、本明細書で説明されたデータとともに用いられ得るデータの暗号化方法および技法が説明されている。

【0088】

たとえば、体温計から受信されたデータは、送信用の1つまたは複数のデータパケットへと符号化され、かつ/または暗号化されてよい。マイクロプロセッサが、このデータを符号化し、次いで圧電スピーカを駆動することによってパケットを送信してよい。前述のように、周波数偏移変調(FSK)が用いられてよく、FSKでは、2つの個別の超音波周波数(たとえば18817Hzおよび19672Hz)が、それぞれプールの0および1を送信するのに用いられる。制御ロジック(データ超音波モデムロジック)は、データを構成することと、符号化しかつ暗号化することの両方を行ってよく、また、符号化/暗号化されたデータの準備されたパケットのスピーカ(たとえば圧電トランスデューサ)による送信の駆動を制御してもよい。制御ロジックは、各データビットの間に適切な間隔があるように配送のタイミングを制御してもよい。それに加えて、制御ロジックは、送信を繰り返してよく、送信開始の時刻を決めてもよい。

【0089】

たとえば、一変形形態では、体温計は一般に体温を測定し、体温が一旦ある値に整定すると、可聴信号音を放射して、値を読み取ることができるとユーザに知らせる。この体温計は、(当初の未変更の構成では)マイクロコントローラ(たとえばAFE 4110)および圧電スピーカを含み、マイクロコントローラはスピーカを駆動して信号音を放射する。マイクロコントローラを、本明細書で説明されたように、デジタル超音波モデム用の制御ロジックを含むように変更する/構成することにより、体温計は、体温計データを、デジタル超音波モデムの受信器ロジックを実行するスマートフォンなどの信号を受信および復号化/解読するように構成されたデバイスへ「無線で」(超音波によって)送信するように適合され得る。

【0090】

この例では、マイクロプロセッサは、上記で説明された機能を可能にするために以下の(例示的)コードを含んでよい。図6および図7A~図7Eは、データを送信するための方法を説明する流れ図を示す。例示の制御ロジックは以下を辿る。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 1 】

【 数 1 a 】

```
// Transmit byte and add it to the CRC calculation
unsigned short TransmitWithCRC(unsigned char ByteToSend,
unsigned short CRC)
{
    Transmit(ByteToSend);
    return CalcCRC(ByteToSend, CRC);
}
// Transmits given temperature using FSK
int TransmitTemp(int TempInC)
{
    unsigned short CRC = 0xFFFF;    // Initial CRC Value
    // The following 5 bytes are not included in the CRC
    // calc, and are not transmitted Hamming encoded
    TransmitEncoded(0x55);
    TransmitEncoded(0x55);
    TransmitEncoded(0x55);
    TransmitEncoded(0x00);
    TransmitEncoded(0xFF);
    // Start of payload
```

【数 1 b】

```

        CRC = TransmitWithCRC(0x02, CRC);           // Version
number of the rest of this packet
        CRC = TransmitWithCRC(0x03, CRC);           // Length
of the rest of the packet
        CRC = TransmitWithCRC(0x00, CRC);           // Packet
identifier for temperature
        CRC = TransmitWithCRC(((TempInC & 0xFF00) >> 8), CRC);
        CRC = TransmitWithCRC((TempInC & 0x00FF), CRC);
        // End of payload
        Transmit((CRC & 0xFF00) >> 8);             //
Transmit upper byte of CRC
        Transmit(CRC & 0x00FF);                     //
Transmit lower byte of CRC
        return 0;
    }
    // Compile time calculate timer values
    #define CLK_RATE 4328000
    #define CC_VAL(S) CLK_RATE/S
    #define FSK_0_CC0 CC_VAL(18817)                 // 18817Hz for
FSK 0
    #define FSK_0_CC1 FSK_0_CC0/2
    #define FSK_1_CC0 CC_VAL(19672)                 // 19672Hz for
FSK 1
    #define FSK_1_CC1 FSK_1_CC0/2
    #define FSK_IDLE_CC0 CC_VAL(21640)             // 21640Hz for
Idle, and guard periods
    #define FSK_IDLE_CC1 FSK_IDLE_CC0/2
    // Routines to set timers to produce the three frequencies
previously calculated
    //
    #define Transmit0() TA0CCR0 = FSK_0_CC0; TA0CCR1 =
FSK_0_CC1
    #define Transmit1() TA0CCR0 = FSK_1_CC0; TA0CCR1 =
FSK_1_CC1
    #define TransmitIdle() TA0CCR0 = FSK_IDLE_CC0; TA0CCR1 =
FSK_IDLE_CC1

```

【数 1 c】

```

// Transmit one byte fsk with Hamming encoding
int Transmit(unsigned char BytetoTransmit)
{
    int retval = -1;
    // Transmit lower nibble+parity first
    retval =
TransmitEncoded(HammingTableEncode(BytetoTransmit & 0x0F));
    if ( retval < 0 )
    {
        return retval;
    }
    // Then transmit upper nibble+parity
    retval =
TransmitEncoded(HammingTableEncode((BytetoTransmit & 0xF0) >> 4));
    return retval;
}
// Transmit 8 bits that is already Hamming encoded
int TransmitEncoded(unsigned char BytetoTransmit)
{
    // Start transmitting the start bit
    // setting timer0 clock to SMCLK, up count, no
interrupts
    TA0CTL = MC__UP | TASSEL__SMCLK;
    BitCount = 10;
    Bitstate = 0;
    TA1R = 0;
    TA1CCR0 = TA1R + (BIT_TIME/4); // Bit time is
divided by four to allow guard periods
    TransmitIdle();
    // setting timer1 clock to SMCLK, up count, interrupts
    TA1CTL = MC__CONTINUOUS | TASSEL__SMCLK;
    // Add Stop bit;
    TxByte = (unsigned int)BytetoTransmit | 0x100;
    // Enable timer1 interrupt
    TA1CTL0 = CCIE;

```

【数 1 d】

```

    // Wait for ISR to transmit
    while ( TA1CCTL0 & CCIE );
    // Return number of bits transmitted
    return 8;
}
// Timer 1 A0 interrupt routine
#pragma vector = TIMER1_A0_VECTOR
__interrupt void timerA0(void)
{
    TA1CCR0 += BIT_TIME/4;
    // Test if we are done with the byte
    if ( BitCount == 0 )
    {
        // If we are done, disable this interrupt to signal
        // to the transmit routine that we are done
        TA1CCTL0 &= ~CCIE;
        TA1CTL &= ~MC__CONTINUOUS;
        TAOCTL = TASSEL__SMCLK;
    }
    // Inter-bit state machine
    // First 1/4 of bit period transmit idle
    // Second and third quarters transmit the bit
    // Last quart transmit idle
    switch ( Bitstate )
    {
    case 0:
        TransmitIdle();
        Bitstate = 1;
        break;
    case 1:
        if ( BitCount == 10 ) // If start bit
        {
            // Start bit is a 0
            Transmit0();
        }
    }
}

```

10

20

30

40

【数 1 e】

```

else
{
    if ( TxByte & 0x0001 )
    {
        Transmit1();
    }
    else
    {
        Transmit0();
    }
    TxByte = TxByte >> 1;
}
Bitstate = 2;
break;
case 2:
    Bitstate = 3;
    break;
case 3:
    TransmitIdle();
    BitCount--;
    Bitstate = 0;
    break;
}
}
// Hamming encoding routines
// number of uncoded data bits and data values
#define DATA_BITS      4
#define DATA_VALUES    (1 << DATA_BITS)
// table of Hamming codes hammingCodes[x] is the x encoded
const unsigned char hammingCodes[DATA_VALUES] =
{
    0x00, /* 0 */
    0x71, /* 1 */
    0x62, /* 2 */
    0x13, /* 3 */

```

10

20

30

40

【数 1 f】

```

0x54, /* 4 */
0x25, /* 5 */
0x36, /* 6 */
0x47, /* 7 */
0x38, /* 8 */
0x49, /* 9 */
0x5A, /* A */
0x2B, /* B */
0x6C, /* C */
0x1D, /* D */
0x0E, /* E */
0x7F /* F */
};
// HammingTableEncode: This function uses a lookup table to
determine the
//          Hamming code for a DATA_BITS long
value.
unsigned char HammingTableEncode(unsigned char data)
{
    return hammingCodes[data];
}

```

10

20

30

【0092】

超音波デジタルモデム受信器

前述のように、受信器(デジタル超音波モデム受信器)は、送信された超音波信号を受信するように使用されてよい。受信器は、超音波信号を受信するためのマイクロフォンと、信号を解析することができるプロセッサ(たとえばマイクロプロセッサ)とを含む専用デバイスでよく、あるいは、マイクロプロセッサと、制御ロジック(たとえばデジタル超音波モデム受信器のロジック)を実行するとき超音波信号を受信するように適合されたマイクロフォンとを有するデバイスでもよい。

【0093】

たとえば、図8は、デジタル超音波信号を受信し、復調して、検出する方法を示す流れ図の一変形形態を示す。この例では、アプリケーション(受信制御ロジック)は、マイクロフォン入力を通じて2進FSKの符号化されたデータを受信する。たとえば、入力はスマートフォン上のマイクロフォンからでよい。上記で論じたように、2進FSK符号化は、2進の1を表すための「マーク」周波数 F_m と2進の0を表すための「スペース」周波数 F_s との2つの周波数を用いる。この実装形態では搬送波は用いられない。

40

【0094】

アプリケーションは、未加工の音声データからマーク周波数の成分およびスペース周波数の成分を抽出する復調器と、パケット送信用の復調信号を監視し、かつ復号化するパケット復号器との2つの概して独立した構成要素から成る。これらは図8に示されている。復調器は、マイクロフォンハードウェアから、音声サンプルを、 $S > 2 * \max(F_m, F_s)$ を満たす

50

サンプルレートSで受信する。音声サンプルは、受信された信号のマーク周波数成分およびスペース周波数成分の強度を(それぞれ)計算する2つの周波数検出器によって処理される。この実装形態における周波数検出にはGoertzelアルゴリズムが用いられる。マーク周波数とスペース周波数の間の十分な周波数分解を達成するために、 $G=S/abs(F_m-F_s)$ で表されるG個のサンプルのスライディングウィンドウにGoertzelアルゴリズムを適用する。

【0095】

マーク周波数およびスペース周波数に関するGoertzelアルゴリズムの出力は、通過帯域がボーレートに等しい独立した低域通過フィルタに渡される。次いで、マーク周波数信号のフィルタリングされた出力から、スペース周波数信号のフィルタリングされた出力が減算される。これによって生成される波形は、送信が行われていないときほぼ0で、「マーク」周波数がアクティブなとき正值へ上昇し、「スペース」周波数がアクティブなとき負数へ低下する。

10

【0096】

次いで、この復調された波形はパケット復号器に渡される。マイクロフォンハードウェアから受信されたそれぞれの未加工の音声サンプルについて、復調器は、復調された波形の単一の復調されたサンプルを生成する。パケット復号器は、復調器から復調されたサンプルを受信する。復号器は、受信された最近のN個のサンプルのバッファを維持し、Nは同期シーケンスの長さに等しい。復号器は、それぞれの新規のサンプルを用いてバッファの中の過去のN個のサンプルを評価して、それらが同期シーケンスを含んでいるかどうか判断する。2段階試験が用いられ、まず、ランダム雑音によるほとんどの誤検出を解消する、計算上簡単な評価が行われ、次いで残りを解消する、より計算上割高な評価が行われる。

20

【0097】

一旦、有効な同期シーケンスが受信されると、復号器は、受信された信号の特性(たとえば最大のマーク振幅/スペース振幅など)を記憶する。これらの等化パラメータは、パケットの残りを読み取るのに用いられる復号器閾値を較正するのに用いられる。この例の復号器は、次いで、それぞれの符号化されたバイトを読み取る。この復号器は、各バイトのスタートビットに関する最小の振幅閾値を求めるのに、記憶された等化パラメータを用いる。一旦、所与のバイトに関して有効なスタートビットが受信されると、後続のビットは復調された波形の符号に基づいて評価され、復号化のための最小の閾値は用いられない。

30

【0098】

有効なスタートビットが受信されなければ、復号器はパケットの読取りを打ち切って、静寂(silence)を待つか、または一定時間が経過するのを待ってから、新規のパケットのリスニングを再開する。パケットの各論理バイトは、実際には2つの符号化されたバイトとして送信され、第1のバイトは論理バイトのハミング符号化された低位のニブルを含み、第2のバイトはハミング符号化された高位のニブルを含む。

【0099】

読み取られた第1の論理バイトはパケットバージョンであり、サポートされているバージョン番号と照合される。次に、パケット長さが読み取られ、続くデータバイトの数を指定している。パケット長さが、指定されたパケットバージョンの最大の長さを超過する場合、そのパケットは棄却される。続いて、各論理データバイトが読み取られる。

40

【0100】

データバイトが読み取られた後、2つの論理チェックサムバイトが読み取られ、受信されたチェックサム値が、受信されたデータバイトに関して計算された値と比較される。これらの2つのチェックサム値が一致する場合、パケットは有効であると見なされ、アプリケーションの残りに対して有効になる。一致しなければパケットが棄却される。2つの論理チェックサムバイトはパケットの終端を表す。復号器は、このパケットを受信した後、新規のパケットのリスニングを再開する。

【0101】

一旦、データが受信されると(いくつかの変形形態では解読もなされると)、データはさ

50

らに処理されてよく、かつ/または記憶されてよく、かつ/または表示されてよく、かつ/または遠隔通信デバイスの通信能力のうちの任意ものを用いて送信されてもよい。たとえば、データは、スマートフォン上に表示されてよく、記憶および/または後の再検討のために医療データベースにアップロードされてもよい。

【0102】

本明細書で説明されたシステムは、デジタル情報を送信するように構成されているが、本明細書で説明された技法、デバイスおよびシステムは、アナログ信号を送信するように構成されてもよい。一般に、説明された技法は、超音波信号を発生するために圧に送信する(たとえばマイクロコントローラの)タイマを使用することを含む。あるいは、いくつかの変形形態では、このシステムは、非デジタル出力のためのスピーカを駆動するD/A変換器を使用する。さらに、システムのいくつかの変形形態では、出力は圧電素子ではなく、より従来型の(とはいえ超音波範囲の)スピーカである。さらなるデジタルアナログ(D/A)変換が送信中に行われてよい。

10

【0103】

上記の説明から、現在開示され特許請求された発明概念が、目的を実行し、本明細書で言及した利点ならびに現在開示され特許請求された発明概念の本質的なものを達成するのに、十分に適合し得ることが明らかである。提示された実施形態は本開示のために説明されてきたが、現在開示され特許請求された発明概念の精神の範囲内で達成される、当業者なら容易に思いつくはずの多数の変更がなされ得ることが理解されよう。

20

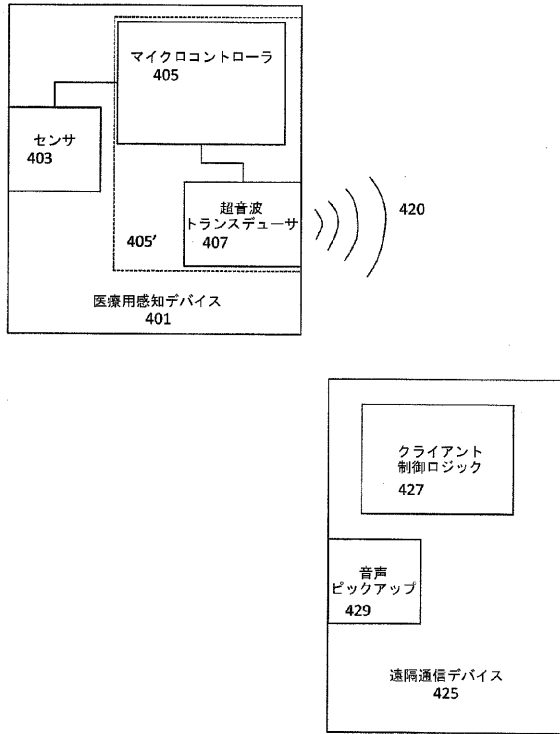
【符号の説明】

【0104】

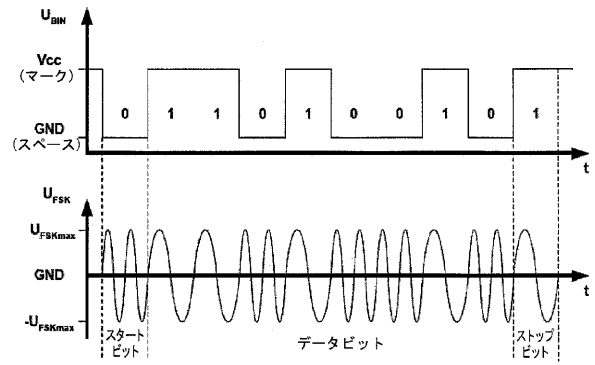
- 401 医療用感知デバイス
- 403 センサ
- 405 マイクロコントローラ
- 405' 構成要素
- 407 超音波トランスデューサ
- 420 超音波信号
- 425 遠隔通信デバイス
- 427 クライアント制御ロジック
- 429 音声ピックアップ
- 431 供給源デバイス
- 433 データ入力

30

【 図 4 B 】

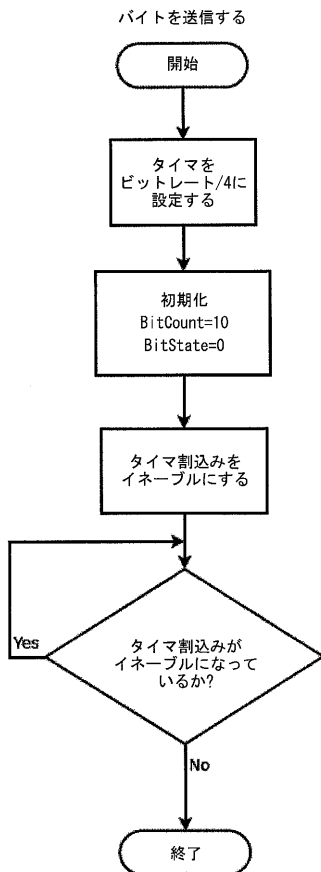


【 図 5 】

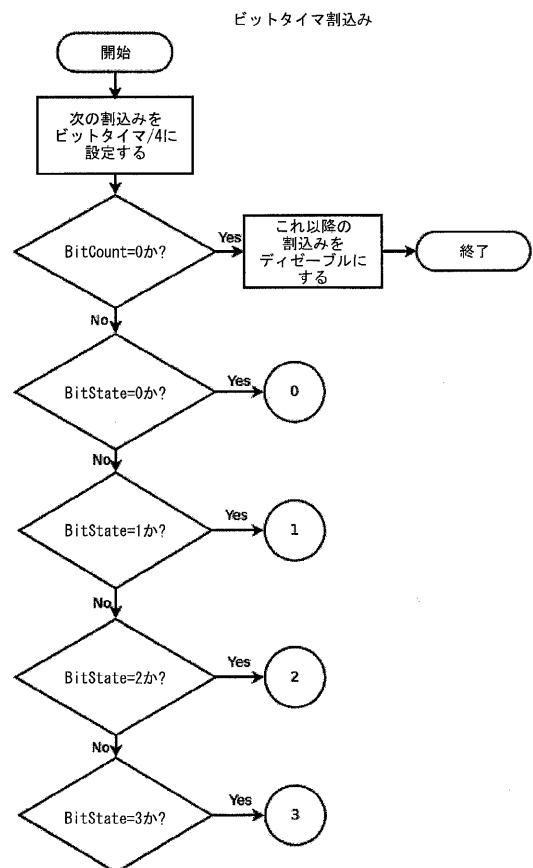


(注) 波形は原寸に比例していない

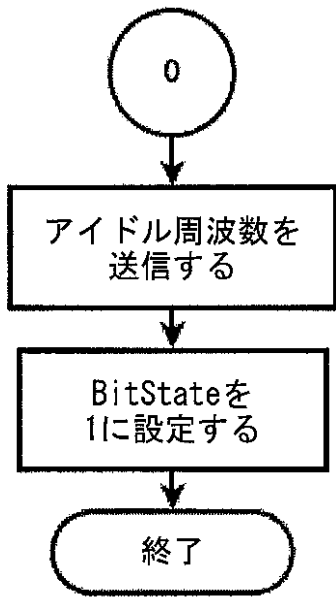
【 図 6 】



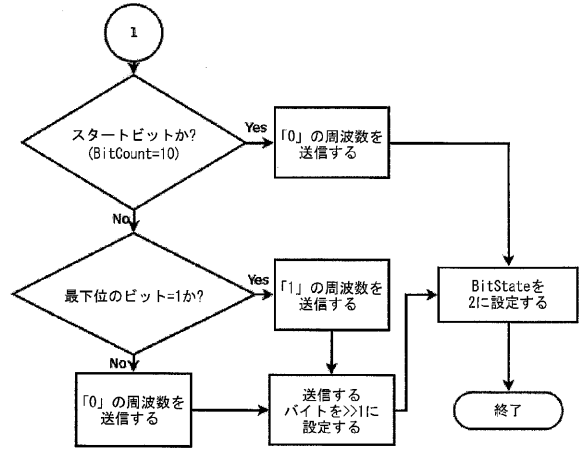
【 図 7 A 】



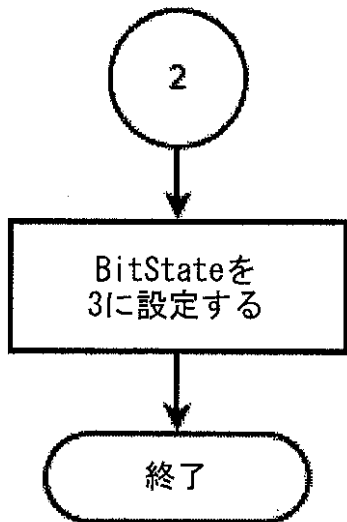
【図7B】



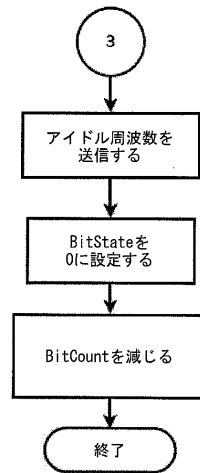
【図7C】





【図7D】



【図7E】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2013/023370
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>A61B 5/01(2006.01)i, A61B 5/145(2006.01)i, A61B 5/02(2006.01)i, H04B 7/24(2006.01)i, H04B 1/38(2006.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B 5/01; A61B 5/02; A61B 5/0402; A61B 8/00; A61B 5/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & keywords: ultrasound, ultrasonic, transducer, digital, encode, telecommunication, biological parameter		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010-0217099 A1 (STEVEN FRANCIS LEBOEUF et al.) 26 August 2010. See abstract, paragraphs [0012], [0047]-[0055], [0074]-[0085], [0092]-[0108], [0168] and figures 1,2.	1-9, 11-19, 21-28 ,30-41 10, 20, 29
Y	US 2011-0301435 A1 (DAVID ALBERT et al.) 08 December 2011. See abstract, paragraph [0033] and figures 1-4,6.	10, 20, 29 1-9, 11-19, 21-28 ,30-41
A	JP 2002-191562 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO., LTD.) 09 July 2002. See abstract, paragraphs [0020]-[0040] and figures 1,2,5.	1-41
A	US 6319201 B1 (PETER J. WILK) 20 November 2001. See abstract, column 5, lines 45-67, column 6, lines 1-67, column 7, lines 1-67, column 8, lines 1-67 and figures 1-4.	1-41
A	US 2004-0220487 A1 (ANDREY VYSHEDSKIY et al.) 04 November 2004. See abstract, paragraphs [0021]-[0036] and figures 1-4.	1-41
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 15 May 2013 (15.05.2013)		Date of mailing of the international search report 15 May 2013 (15.05.2013)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer KIM, Tae Hoon Telephone No. 82-42-481-8407 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2013/023370

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date		
US 2010-0217099 A1	26.08.2010	EP 2400884 A2	04.01.2012		
		EP 2405805 A2	18.01.2012		
		JP 2012-518515 A	16.08.2012		
		US 2010-0217098 A1	26.08.2010		
		US 2010-0217100 A1	26.08.2010		
		US 2010-0217102 A1	26.08.2010		
		WO 2010-098912 A2	02.09.2010		
		WO 2010-098912 A3	18.11.2010		
		WO 2010-098915 A1	02.09.2010		
		WO 2010-099066 A2	02.09.2010		
		WO 2010-099066 A3	18.11.2010		
		WO 2010-099190 A2	02.09.2010		
		US 2011-0301435 A1	08.12.2011	WO 2011-156374 A2	15.12.2011
				WO 2011-156374 A3	12.04.2012
JP 2002-191562 A	09.07.2002	None			
US 6319201 B1	20.11.2001	AU 1998-71513 B2	06.06.2002		
		AU 2001-38701 A1	12.09.2001		
		CA 2287386 A1	29.10.1998		
		EP 0977512 A1	09.02.2000		
		EP 1259166 A1	27.11.2002		
		JP 2002-511781 A	16.04.2002		
		US 05360005 A	01.11.1994		
		US 05398685 A	21.03.1995		
		US 05415167 A	16.05.1995		
		US 05437278 A	01.08.1995		
		US 05544651 A	13.08.1996		
		US 05666953 A	16.09.1997		
		US 05871446 A	16.02.1999		
		US 06023632 A	08.02.2000		
		US 2005-0020918 A1	27.01.2005		
		US 2008-0228077 A1	18.09.2008		
		US 6306090 B1	23.10.2001		
		US 7497828 B1	03.03.2009		
		US 7597665 B2	06.10.2009		
		US 8235907 B2	07.08.2012		
		WO 01-64109 A1	07.09.2001		
WO 98-47428 A1	29.10.1998				
US 2004-0220487 A1	04.11.2004	None			

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(72)発明者 デイヴィッド・イー・アルバート
アメリカ合衆国・カリフォルニア・94108・サン・フランシスコ・メイデン・レーン・30・シックスス・フロア

(72)発明者 ジェームズ・ルイス
アメリカ合衆国・カリフォルニア・94108・サン・フランシスコ・メイデン・レーン・30・シックスス・フロア

(72)発明者 キム・ノーマン・バーネット
アメリカ合衆国・カリフォルニア・94108・サン・フランシスコ・メイデン・レーン・30・シックスス・フロア

(72)発明者 ブルース・リチャード・サッチウエル
アメリカ合衆国・カリフォルニア・94108・サン・フランシスコ・メイデン・レーン・30・シックスス・フロア

Fターム(参考) 4C117 XB01 XC30 XE15 XE17 XE23 XE37 XH07 XH30 XL30

专利名称(译)	超声波数字通信的生物学参数		
公开(公告)号	JP2015511136A	公开(公告)日	2015-04-16
申请号	JP2014554916	申请日	2013-01-28
[标]申请(专利权)人(译)	阿利弗克公司		
申请(专利权)人(译)	活着的核心公司		
[标]发明人	デイヴィッドイーアルバート ジェームズルイス キムノーマンバーネット ブルースリチャードサッチウエル		
发明人	デイヴィッドイーアルバート ジェームズルイス キムノーマンバーネット ブルースリチャードサッチウエル		
IPC分类号	A61B5/00 H04B11/00		
CPC分类号	A61B5/0015 A61B5/01 A61B5/02055 A61B5/021 A61B5/14532 A61B5/14542 A61B5/14551		
FI分类号	A61B5/00.102.C H04B11/00.C		
F-TERM分类号	4C117/XB01 4C117/XC30 4C117/XE15 4C117/XE17 4C117/XE23 4C117/XE37 4C117/XH07 4C117/XH30 4C117/XL30		
代理人(译)	村山彦 渡边 隆		
优先权	61/591183 2012-01-26 US 61/635915 2012-04-20 US		
其他公开文献	JP2015511136A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

通过超声波数字调制解调器将数字数据从第一台设备传输到智能手机等接收器的医疗传感设备和系统。还描述了通过超声传送数字生物数据的方法。

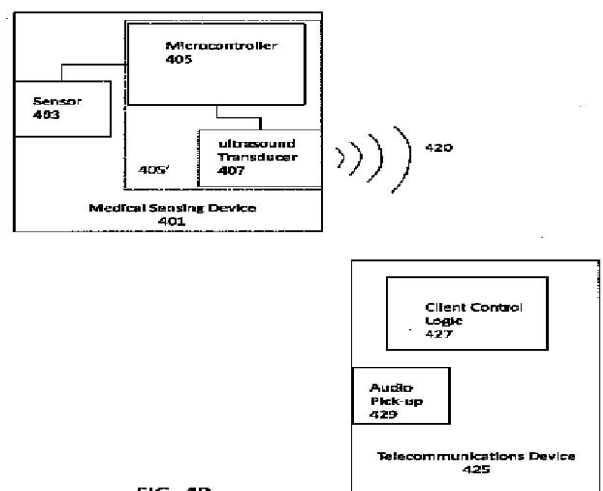


FIG. 4B