

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7130655号
(P7130655)

(45)発行日 令和4年9月5日(2022.9.5)

(24)登録日 令和4年8月26日(2022.8.26)

(51)国際特許分類

H 0 4 B	1/04 (2006.01)	H 0 4 B	1/04	Z
H 0 2 J	7/00 (2006.01)	H 0 2 J	7/00	3 0 3 Z
H 0 2 J	7/34 (2006.01)	H 0 2 J	7/34	A
G 0 8 C	17/00 (2006.01)	G 0 8 C	17/00	Z
H 0 4 B	1/03 (2006.01)	H 0 4 B	1/03	A

請求項の数 20 (全20頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-544623(P2019-544623)
 (86)(22)出願日 平成30年2月16日(2018.2.16)
 (65)公表番号 特表2020-512722(P2020-512722
 A)
 (43)公表日 令和2年4月23日(2020.4.23)
 (86)国際出願番号 PCT/US2018/000012
 (87)国際公開番号 WO2018/151805
 (87)国際公開日 平成30年8月23日(2018.8.23)
 審査請求日 令和3年2月9日(2021.2.9)
 (31)優先権主張番号 62/459,698
 (32)優先日 平成29年2月16日(2017.2.16)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 米国(US)

(73)特許権者 501162454
 ワットロー・エレクトリック・マニュフ
 ァクチャリング・カンパニー
 アメリカ合衆国、ミズーリ州 6 3 1 4 6
 セントルイス、ラックランド・ロード
 1 2 0 0 1
 (74)代理人 110001737
 特許業務法人スズ工国際特許事務所
 (72)発明者 フィリップス、ジェイムス
 アメリカ合衆国、ウィスコンシン州 5
 3 1 4 7、レイク・ジェニーヴァ、ブル
 ーバード・ドライブ エヌ 1 5 8 9
 レクピド、ドン
 アメリカ合衆国、イリノイ州 6 0 0 1
 4、クリスタル・レイク、ベルフィール
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 小型モジュラー無線センサ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワイヤレスセンサアセンブリは、
 内部空間と、少なくとも1つの外部センサを受けるサイズの少なくとも1つの開口部を
 画定するハウジングと、

前記ハウジング内に取り付けられたワイヤレス電源と、
 前記ハウジング内に取り付けられ、前記ワイヤレス電源から電力を受け、前記外部セン
 サと電気通信するように構成された電子機器と、を具備し、

前記電子機器は、
 無線通信コンポーネントと、

前記無線通信コンポーネントが0.5 mW未満の電力消費を有するように、前記無線通
 信コンポーネントから外部装置へのデータ送信の速度を管理するように構成され、さらに
起動時に初期エネルギーバーストを拡散するか、出力論理信号のアサートを遅らせるよ
うに構成されたファームウェアと、を具備し、

前記電子機器は、前記ワイヤレス電源のみによって駆動され、前記ワイヤレスセンサア
 センブリは2 in³未満の体積を画定する

ワイヤレスセンサアセンブリ。

【請求項2】

前記ワイヤレス電源は、自己給電装置、熱電装置、及び電池からなるグループから選択
 される請求項1記載のワイヤレスセンサアセンブリ。

【請求項 3】

前記自己給電装置は、片持ち板に取り付けられた圧電装置を具備する振動装置である請求項 2 記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

【請求項 4】

前記ハウジングは、上部及び下部を画定し、各部が対向する端部で内部構成要素と外部特徴を収容する嵌合くさびを画定する請求項 1 記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

【請求項 5】

前記ハウジングの下部は、外部センサを受ける少なくとも 1 つの開口部を含み、嵌合くさびを介して上部の複数の異なる構成を受けるように構成される請求項 4 記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

10

【請求項 6】

前記ハウジングの前記少なくとも 1 つの開口部に対向し、コネクタを含み、嵌合する通信コネクタを受けるように構成された第 2 開口部と、

前記電子機器及び前記第 2 開口部内の前記コネクタに動作可能に接続された通信コンポーネントと、

をさらに具備する請求項 1 記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

【請求項 7】

前記通信コネクタは、U S B、U S B - C、イーサネット、C A N、及びアスピレイティド (Aspirated) T I P / イーサネットからなるグループから選択される請求項 6 記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

20

【請求項 8】

前記外部センサは、温度センサ、圧力センサ、ガスセンサ、及び光学センサからなるグループから選択される請求項 1 記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

【請求項 9】

前記ハウジングは、外部磁石を受けるように構成された凹部を画定し、前記外部磁石は、前記ワイヤレス電源を非動作及び動作可能とする前記電子機器と通信するために動作可能である請求項 1 記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

【請求項 10】

前記無線通信コンポーネントは、Bluetoothモジュール、W i F i モジュール、及びL i F i モジュールからなるグループから選択される請求項 1 記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

30

【請求項 11】

請求項 1 に記載の複数のワイヤレスセンサーセンブリと、

前記ワイヤレスセンサーセンブリのそれぞれを動作可能に接続し、前記ワイヤレスセンサーセンブリのそれぞれ間でデータを送受信するように動作可能な無線ネットワークと、
を具備する低電力ワイヤレスセンサシステム。

【請求項 12】

前記外部センサは、識別コードを含み、前記ワイヤレスセンサーセンブリの設置又は交換中に、前記外部センサの較正情報は、前記ワイヤレスセンサーセンブリと無線通信する外部装置を介してアクセスできる請求項 1 記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

40

【請求項 13】

前記識別コードは、R F I D タグ及びバーコードのうちの少なくとも 1 つである請求項 1 2 記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

【請求項 14】

前記無線通信コンポーネントは、前記外部装置にデータを送信し、前記外部装置は、データロギング、計算、及び処理のための遠隔装置へのデータの再送信からなるグループから選択される機能を実行する請求項 1 2 に記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

【請求項 15】

前記ワイヤレス電源は電池であり、前記ファームウェアは、電池寿命の関数として、前記無線通信コンポーネントから送信されるデータの速度を制御する請求項 1 記載のワイヤ

50

レスセンサアセンブリ。

【請求項 16】

前記少なくとも 1 つの外部センサからの生データは、前記無線通信コンポーネントを介して処理のために遠隔装置に送信される請求項 1 記載のワイヤレスセンサアセンブリ。

【請求項 17】

前記ファームウェアは、プロセッサクロックを制御して、前記ワイヤレス電源の電力を節約する請求項 1 記載のワイヤレスセンサアセンブリ。

【請求項 18】

前記ファームウェアは、前記ワイヤレス電源に蓄積されたエネルギーを監視し、蓄積されたエネルギーの量の関数として、前記無線通信コンポーネントからのデータ送信の速度を調整する請求項 1 に記載のワイヤレスセンサアセンブリ。

10

【請求項 19】

前記ファームウェアは、前記電子機器内のマイクロプロセッサの初期起動時に消費される電力を管理するように構成される請求項 1 記載のワイヤレスセンサアセンブリ。

【請求項 20】

前記電子機器は、初期電力サージを維持するのに十分なエネルギーが蓄積されるまで出力論理信号のアサートを遅延させる回路を備えたマイクロプロセッサをさらに具備する請求項 1 記載のワイヤレスセンサアセンブリ。

20

【発明の詳細な説明】

【関連出願への相互参照】

【0001】

本出願は、2017年2月16日に出願された米国仮出願第 62/459,698 号の優先権及び利益を主張する。上記出願の開示は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【技術分野】

【0002】

本開示は、一般にセンサアセンブリに関し、より詳細にはワイヤレスセンサアセンブリに関する。

【背景技術】

【0003】

このセクションの記述は、単に本開示に関連する背景情報を提供するものであり、先行技術を構成しない場合がある。

30

【0004】

センサは、動作特性及び環境特性を監視するために、多種多様な動作環境で使用されている。これらのセンサには、例として、温度、圧力、速度、位置、動き、電流、電圧、及びインピーダンスのセンサを含めることができる。センサは、監視対象の動作環境に配置され、電気信号を生成するか、監視対象の動作又は環境特性の変化に応じて電気特性が変化するように設計されている。センサの電気的特性の変化は、インピーダンス、電圧、又は電流の変化であってもよい。

40

【0005】

センサは、通常、プローブと処理ユニットを含む。プローブは環境からデータを取得し、処理ユニットにそのデータを送信する。処理ユニットは測定値を決定し、ユーザーに読み取り値を提供する。処理ユニットは、一般に、データ処理中に電源からかなりの量の電力を必要とする。電源は内蔵電池でも、ワイヤでセンサに接続された外部電源でもよい。センサは、内蔵電池と処理ユニットで小さくできない。センサをワイヤで外部電源に接続すると、センサを過酷な環境で使用したり、複雑な構造の機器にセンサを適切に取り付けたりすることが困難である。

【0006】

いくつかの既知の処理ユニットは低電力マイクロプロセッサを含むが、これらマイクロプロセッサは起動中に大量の電力を消費する。環境発電 (energy harvesting) が重要な

50

一部のアプリケーションにおいて、低電力マイクロプロセッサにより起動時に消費された電力の初期量は、過剰なエネルギーを排出し、起動障害を引き起こす可能性がある。

【0007】

電子センサの動作に関する他の問題の中でも、電力消費及び収穫に関するこれらの問題が、本開示によって対処される。

【発明の概要】

【0008】

一形態において、ハウジング、ワイヤレス電源、及び電子機器を含むワイヤレスセンサアセンブリが提供される。ハウジングは、内部空間と、少なくとも1つの外部センサを受け入れるサイズの少なくとも1つの開口部を画定する。ワイヤレス電源は、ハウジング内に取り付けられる。電子機器は、ハウジング内に取り付けられ、ワイヤレス電源から電力を受け、外部センサと電気通信するように構成されている。電子機器は、無線通信コンポーネントと、無線通信コンポーネントが約0.5mW未満の電力消費を有するように、無線通信コンポーネントから外部装置へのデータ送信の速度を管理するように構成されたファームウェアを含む。電子機器は、ワイヤレス電源のみで駆動され、ワイヤレスセンサアセンブリは、約21n³未満の体積を画定する。

10

【0009】

別の形態において、低電力ワイヤレスセンサシステムが提供される。低電力ワイヤレスセンサシステムは、複数のワイヤレスセンサアセンブリと、各ワイヤレスセンサアセンブリを動作可能に接続し、各ワイヤレスセンサアセンブリ間でデータを送受信するよう動作可能な無線ネットワークとを含む。

20

【0010】

適用性のさらなる領域は、本明細書で提供される説明から明らかになるであろう。説明及び特定の例は、例示のみを目的とし、本開示の範囲を限定するものではないことを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【0011】

本開示は、詳細な説明及び添付の図面からより完全に理解されるであろう。

【0012】

【図1】本開示に従って構成された2つのワイヤレスセンサアセンブリの斜視図である。

30

【0013】

【図2】本開示の教示による電子機器及びワイヤレス電源の一形態の概略図である。

【0014】

【図3】第1形態のワイヤレスセンサアセンブリの別の斜視図。

【0015】

【図4】第1形態のワイヤレスセンサアセンブリの別の変形例である。

【0016】

【図5】第1形態のワイヤレスセンサアセンブリのさらに別の変形形態である。

【0017】

【図6】図4のワイヤレスセンサアセンブリの別の斜視図である。

40

【0018】

【図7】第1形態のワイヤレスセンサアセンブリの部分詳細図であり、ハウジング内部の構成要素を示している。

【0019】

【図8】第1形態のワイヤレスセンサアセンブリのハウジングの下部の上面斜視図であり、ハウジングの下部にセンサが接続されている。

【0020】

【図9】第1形態のワイヤレスセンサアセンブリのハウジングの下部の底面斜視図であり、ハウジングの下部にセンサが接続されている。

【0021】

50

【図10】第1形態のワイヤレスセンサーセンブリの斜視図であり、ハウジング内部の構成要素を示すため、ハウジングの上部が取り外されている。

【0022】

【図11】図10の部分拡大図である。

【0023】

【図12】本開示の第2形態に従って構成されたワイヤレスセンサーセンブリの斜視図である。

【0024】

【図13】第2形態のワイヤレスセンサーセンブリの斜視図であり、ハウジング内部の構成要素を示すため、ハウジングの上部が取り外されている。

10

【0025】

【図14】第2形態のワイヤレスセンサーセンブリの別の斜視図であり、ハウジング内部の構成要素を示すため、ハウジングの上部が取り外されている。

【0026】

【図15】第2形態のワイヤレスセンサーセンブリのさらに別の斜視図であり、ハウジング内部の構成要素を示すため、ハウジングの上部が取り外されている。

【0027】

【図16】本開示の第3形態に従って構成されたワイヤレスセンサーセンブリの斜視図である。

【0028】

20

【図17】本開示の第4形態に従って構成されたワイヤレスセンサーセンブリの斜視図である。

【0029】

【図18】第4形態のワイヤレスセンサーセンブリの部分断面図である。

【0030】

【図19】本開示の第5形態に従って構成されたワイヤレスセンサーセンブリの斜視図である。

【0031】

【図20】第5形態のワイヤレスセンサーセンブリの斜視図であり、ハウジング内部の構成要素を示すため、上部が取り外されている。

30

【0032】

【図21】本開示の第6形態に従って構成されたワイヤレスセンサーセンブリの斜視図である。

【0033】

【図22】本開示の第6形態に従って構成されたワイヤレスセンサーセンブリの分解図である。

【0034】

【図23】第6形態のワイヤレスセンサーセンブリの内部の構成要素を示すため、キャップが取り外されたワイヤレスセンサーセンブリの正面図である。

【0035】

40

【図24】第6形態のワイヤレスセンサーセンブリのハウジング内に配置された電気及び電子部品の斜視図である。

【0036】

【図25】図24の電気及び電子部品の別の斜視図である。

【0037】

【図26】図25の電気及び電子部品の底面斜視図である。

【0038】

対応する参照符号は、図面の幾つかの図を通して対応する部分を示している。

【発明を実施するための形態】

【0039】

50

以下の説明は、本質的に単なる例示であり、本開示、用途、又は使用を限定することを意図するものではない。

【0040】

第1形態

【0041】

図1を参照すると、本開示の第1形態に従って構成されたワイヤレスセンサーセンブリ10は、一般に、ハウジング12及びセンサ14を含む。センサ14は、開口部(図1には図示せず)に挿入され、ハウジング12内の電気及び電子部品に接続される。あるいは、第1形態の変形例によるワイヤレスセンサーセンブリ10'は、ハウジング12'、センサ14'、及びセンサ14'をハウジング12'内の電気及び電子部品に接続するワイヤ16'、10を含んでもよい。ハウジング12'は、ハウジング12'を隣接する取り付け構造(図示せず)に取り付けるための一対のタブ17'をさらに含んでもよい。センサ14又は14'は、一例として、温度センサ、圧力センサ、ガスセンサ、及び光学センサであってもよい。

【0042】

図2を参照すると、他のコンポーネントの中でも、ハウジング12/12'内の例示的な電子部品が概略的な形で示されている。電子機器15は、一般に、この形態においてBluetooth(登録商標)RF送信機として示される無線通信コンポーネント16と、無線通信コンポーネント16から外部装置(図示せず)へのデータ送信レートを管理するように構成されたファームウェア17とを含む。ファームウェア17は、この形態においてマイクロプロセッサに存在する。さらに示されるように、ワイヤレス電源19は、電子機器15に電源を提供する。電源19は、以下により詳細に説明されるような電池を含む、任意の数の形態を取ることが可能である。この形態において、電源19は、振動又は熱発電機(以下により詳細に説明する)、電力調整器、及び過剰エネルギーを蓄積する蓄積部を含む「環境発電」構成を含む。

20

【0043】

ファームウェア17は、マイクロプロセッサの初期起動時に消費される電力を管理するように構成されてもよい。通常、低電力マイクロプロセッサは、起動時に真の低電力モードに入る前に、1秒以下の初期の大きな電力バーストを消費する。マイクロプロセッサの低電力モードに依存して適切に機能する環境発電アプリケーションにおいて、初期起動電力バーストは、初期電力バーストが終了する前に蓄積されたエネルギーを消費して、起動障害を引き起こすことを克服できないと判明する可能性がある。初期起動サージのこの問題に対処するために、ファームウェア17は、平均電力消費が環境発電構成の能力内に収まるように、初期エネルギーバーストを時間とともに分散するように修正することができる。この時間を亘るエネルギーの広がりは、マイクロプロセッサの起動を遅らせるが、蓄積されたエネルギーは排出されないため、起動障害が抑制される。

30

別の形態において、環境発電成分/モジュールが初期電力サージを通過できるように、ストレージデバイスに十分なエネルギーが蓄積されるまで出力論理信号のアサートを遅らせるため、追加の回路をマイクロプロセッサに追加してもよい。これは、外部遅延要素の形をとるか、又はマイクロプロセッサの一部に電力調整チップを備える場合がある。ある形態において、十分な振動又は利用可能な熱エネルギーがある場合、エネルギーのバーストを拡散することなく起動を開始できるが、振動又は熱エネルギーが殆どない場合、エネルギーバーストは時間とともに拡散する。換言すると、電子機器は、初期の電力サージを維持するのに十分なエネルギーが蓄積されるまで、出力論理信号のアサートを遅らせるように構成することができる。プロセッサ及びファームウェア17内のこれら及び他のデータ管理機能は、以下により詳細に説明される。

40

【0044】

図3に示すように、ハウジング12は、第1開口部22(図6に示す)及び第2開口部24をそれぞれ画定する対向する第1及び第2端部18及び20を有する。センサ14は、第1開口部22に挿入され、ハウジング12内に取り付けられた電気及び電子部品に接続された長手方向端部を有する。通信コネクタ26は、第2開口部24内に配置され、嵌

50

め合せ通信コネクタ（図示せず）を受けるように構成されている。第2開口部24及び通信コネクタ26は、接続されるべき嵌め合せ通信コネクタのタイプに従って異なるように構成されてもよい。例えば、通信コネクタ26は、ユニバーサルシリアルバス（USB）ポート（図3）、USB-Cポート、イーサネットポート（図4）、コントローラエリアネットワーク（CAN）バスポート（図5）及びアスピレイティド（Aspirated）TIP/Ethernetポートなどを形成するように構成されてもよい。ハウジング12の外部輪郭は、通信コネクタ26の形状に対応するように適宜構成することができる。嵌め合せ通信コネクタはオプションであり、センサ14によって取得された生の検知データを、ネットワークを介して外部へ、又はさらなる処理のための遠隔装置（図示せず）に送信するために使用することができる。あるいは、センサ14によって取得された生の検知データは、外部装置又は遠隔装置に無線で送信されてもよく、これについては以下でより詳細に説明する。

【0045】

図3にさらに示されるように、ハウジング12は、上部30及び下部32を含み、各部分は、対向する端部18、20で内部構成要素及び外部特徴を収容する嵌合くさびを画定する。ハウジング12の下部32は、第1開口部22を画定し、ハウジング12の上部30は、第2開口部24を画定してもよく、又逆でも同様である。上部30と下部32の嵌合くさびは、対向する横方向側壁35に沿って密封界面34を画定する。上部30と下部32との間の密封界面34は、第1開口部22が下部32（又は代わりに上部30により）のみによって画定され、上側と下部30、32により連帯的に角度が付けられている。このように、センサ14は、複数の部品（すなわち、上部30と下部32の両方）とは対照的に、センサ14が下部32のみで密封されるため、センサ14のハウジング12への密封は比較的容易にできる。

【0046】

図6及び図7に示されるように、ワイヤレスセンサアセンブリ10は、センサ14を取り付けるための取り付けアセンブリ36をさらに含む。取り付けアセンブリ36は、ボス38、ボス38の自由端の圧縮シール40、及びナット42を含む。センサ14は、ボス38、圧縮シール40及びナット42を通して挿入される。ボス38及び圧縮シール40の周りにナット42を固定することにより、センサ14はハウジング12に固定され、密封される。ナット42は、ねじ込み接続、圧入接続又は押し込み接続を介してボス38に固定されてもよい。ボス38は、第1開口部22に挿入される別個の構成要素であってもよく、又はハウジング12の下部32の一体部分として形成されてもよい。

【0047】

図8に示されるように、ワイヤレスセンサアセンブリ10は、センサ14が振動を受けたときにセンサ14が回転するのを防止するために、特に下部32に、ハウジング12内に配置された回転防止機構44をさらに含んでいる。回転防止機構44は、下部32の内面から突出するU字形シート46と、シート46内に配置された回転防止ナット48とを含んでいる。

【0048】

ワイヤレスセンサアセンブリ10は、下部32を上部30に固定するための固定機構50をさらに含んでいる。固定機構50は、図8に示されるように、ねじ及び穴であってもよい。あるいは、上部30及び下部32は、振動溶接、スナップ嵌め、又は当技術分野で知られている他の接合方法によって固定されてもよい。上部30及び下部32はまた、組み立て中に上部30及び下部32を位置合わせするための位置合わせ機構を含んでもよい。

【0049】

図9に示すように、下部32は、底面に画定された凹部50と、凹部50内に収容された磁石52と、をさらに含むことができる。外部磁石52は、ハウジング12内の電気機器や電子部品を非動作としたり、センサ14を動作させたりする通信の動作を可能とする。磁石52は、輸送中にセンサ14を非動作にしたり、電池がハウジング12内に設けら

れている場合に電池寿命を維持させたりするため、ハウジング 1 2 内に配置されたリードスイッチをオープンするために使用することが可能である。輸送中、粘着テープの小片が磁石 5 2 の上に置かれててもよい。センサ 1 4 を動作可能とするため、粘着テープと磁石 5 2 が取り外され、電池からセンサ 1 4 への電力供給を可能にすることができる。電気及び電子部品は、強い磁界に再び遭遇した場合、センサ 1 4 が非動作とされることを防止するラッチ回路を含んでもよい。さらに、凹部 5 0 の周囲の凹部領域は、センサ 1 4 の機能状態を示すために使用できるインジケータ LED の「ライトパイプ」として機能させてもよい。この領域のプラスチックハウジング材料は、プラスチックハウジング材料を通してインジケータ LED が見えるようにするために、ハウジング 1 2 の他の部分よりも薄く作られてもよい。

10

【 0 0 5 0 】

図 1 0 及び図 1 1 を参照すると、ワイヤレスセンサーセンブリ 1 0 は、ハウジング 1 2 によって画定される内部空間に配置され、センサ 1 4 及び通信コネクタ 2 6 (図 3 に示す) に接続される電気及び電子部品を含んでいる。電気及び電子部品は、通信ボード 6 0 、ワイヤレス電源 6 2 、無線通信コンポーネント、ファームウェア (図示せず) 、及びセンサ 1 4 を通信ボード 6 0 に接続するためのセンサコネクタ 6 6 を含むことができる。通信ボード 6 0 は印刷回路基板である。ワイヤレス電源 6 2 、無線通信コンポーネント、及びファームウェアは、通信ボード 6 0 上に取り付けられている。

【 0 0 5 1 】

センサ 1 4 からの信号は、センサコネクタ 6 6 を介して通信ボード 6 0 に送信される。図 1 1 に明示するように、センサ 1 4 のワイヤ 6 8 は、通信ボード 6 0 に取り付けられたセンサコネクタ 6 6 に直接接続される。通信ボード 6 0 上の無線通信コンポーネントは、データ処理用の外部装置 (すなわち、外部処理装置) にデータを送信する。外部装置は、データロギング、計算、又はさらなる処理のためにデータを別の遠隔装置に再送信する機能を実行する。センサ 1 4 は、生データのみを収集し、スリープ状態となる前に、生データを外部装置又は遠隔装置に送信する。全ての検知計算、較正調整、エラーチェックなどはハウジング 1 2 内に配置されたワイヤレス電源 6 2 に蓄積されたエネルギーを使い果たさないように、外部又は遠隔装置上で実行される。そのため、電池の寿命が維持される。

20

【 0 0 5 2 】

ハウジング 1 2 内の電気及び電子部品は、ワイヤレス電源 6 2 から電力を受け、センサ 1 4 と電気通信するように構成される。無線通信コンポーネントは、約 0.5 mW 未満の電力消費を有する。ハウジング 1 2 内に配置された電気及び電子部品は、ワイヤレス電源 6 2 のみによって駆動される。ワイヤレス電源 6 2 は、とりわけ、電池又は自己給電装置であってもよい。自己給電装置は、熱電装置又は片持ち梁板に取り付けられた圧電装置を含む振動装置であってもよい。

30

【 0 0 5 3 】

一形態において、ワイヤレスセンサーセンブリ 1 0 は、約 2 in^3 未満の体積を画定する。無線通信コンポーネントは、外部センサ 1 4 からの生データを、タブレット、スマートフォン、パーソナルコンピュータ、クラウドコンピューターセンタ、又は無線通信コンポーネントから送信されたデータを処理することができる任意の処理装置のような外部又は遠隔装置に送信するように構成されている。無線通信コンポーネントは、Bluetooth モジュール、Wi-Fi モジュール、及び Li-Fi モジュールからなるグループから選択される。ファームウェアは、無線通信コンポーネントから外部又は遠隔装置に送信されるデータのレートを管理するように構成されている。ファームウェアは、電池寿命の関数として、無線通信コンポーネントから送信されるデータの速度を制御する。ファームウェアは、ワイヤレス電源の電力を維持するため、プロセッサのクロックも制御する。ファームウェアはさらに、ワイヤレス電源 6 2 に蓄積されたエネルギーを監視し、蓄積されたエネルギーの量の関数として無線通信コンポーネントからのデータ送信の速度を調整する。これは、蓄積されたエネルギーを保存するための低電力モードに似ている場合がある。そのようなものとして、電池の寿命を節約することができ、さらに、センサ 1 4 が電力の損失又は

40

50

少なくとも遅延のためにオフになるのを防ぐことができる。データ送信の速度は、ワイヤレス電源 62 を再充電するためにより多くの熱又は振動エネルギーが利用可能になるまで、所定の通常の速度に戻ることが可能である。

【0054】

第2形態

【0055】

図12から図15を参照すると、本開示の第2形態によるワイヤレスセンサーセンブリ110は、ハウジング及びセンサの構造を除いて、第1形態のワイヤレスセンサーセンブリ10と同様の構造を有する。同様の構成要素は同様の参照番号で示され、その詳細な説明は明確にするために本明細書では省略される。

10

【0056】

より具体的には、ワイヤレスセンサーセンブリ110は、ハウジング112及びセンサ114（図15に示される）を含んでいる。ハウジング112は、上部130と下部132とを含んでいる。下部132は、ハウジング112を隣接する取り付け構造に取り付けるための一対のタブ133を含んでいる。センサ114は、ボード取り付けセンサである。ハウジング112の内部に収容される電気及び電子部品は、通信ボード60と、通信ボード60に取り付けられたドーターボード166とを含んでいる。ボード取り付けセンサ114もドーターボード166に取り付けられている。ドーターボード166は、第1開口部22を通じて伸び、ハウジング11の外側に伸びた一端とハウジング112の内側に伸びた他端を有している。センサ114からの信号は、ドーターボード166を介して通信ボード60に送信される。ドーターボード166は、一対のゴムガスケット168によって支持される。一対のガスケット168は、またドーターボード166とハウジング112の下部132との間に圧縮シールを提供する。

20

【0057】

第3形態

【0058】

図16を参照すると、本開示の第3形態に従って構成されたワイヤレスセンサーセンブリ210は、ハウジング112において、通信ポートを形成するために通信コネクタを受ける第2開口部がないことを除き、第1形態のハウジング12と同様の構造を有するハウジング212を一般的に含んでいる。第1及び第2形態のワイヤレスセンサーセンブリ10及び110と同様に、ワイヤレスセンサーセンブリ210は、外部又は遠隔装置との無線通信のため、及びセンサ14、114からの生データを外部又は遠隔装置に送信するための同様の電気及び電子部品を含んでいる。そのため、通信ポートは必要ない。

30

【0059】

第4形態

【0060】

図17及び図18を参照すると、本開示の第4形態によるワイヤレスセンサーセンブリ310は、ハウジング312と、一対のワイヤ68を有するセンサ14とを含んでいる。ハウジング312は、上部ハウジング部316、ヒートシンク構造318、及び下部ベース320を含んでいる。上部ハウジング部分316は、第1形態の下部32と同様の構造を有するが、ヒートシンク構造318に逆さまに取り付けられている。絶縁層322は、ヒートシンク構造318と下部ベース320との間に配置される。下部ベース320は、ハウジング312を隣接する取り付け構造に取り付けるための一対のタブ321を画定する。

40

【0061】

この形態において、ワイヤレスセンサーセンブリ310は電池を含まない。代わりに、ハウジング312内部の電気及び電子部品とハウジング312の外部のセンサ14は、例えば、ハウジング312内に配置された熱電発電機（TEG）324により自己給電される。ゼーベックジェネレーターとも呼ばれるTEG324は、ゼーベック効果と呼ばれる現象を通じて熱（温度差）を直接電気エネルギーに変換する固体デバイスである。TEG

50

324は、ヒートシンク構造318に隣接し、絶縁層322の上に配置された第1金属板326と、絶縁層322の下に配置された第2金属板328とを含んでいる。絶縁層322は、第1金属板326と第2金属板326を分離する。電気及び電子機器から発生された熱の一部は、第1金属板326に伝導され、ヒートシンク構造318によって放散される。ハウジング312内の電気及び電子部品によって発生された熱の別の部分は、第2金属板328に導かれる。第1金属板326と第2金属板328との間に温度差が生じ、それにより、ハウジング312内部の電気及び電子部品、及びハウジング312外部のセンサ14を駆動するための電気を発生する。

【0062】

第5形態

10

【0063】

図19及び図20を参照すると、本開示の第5形態に従って構成されたワイヤレスセンサーセンブリ410は、第4形態と同様の構造を有し、自己給電装置のみが異なる。本形態において、自己発電装置は圧電発電機(PEG)421であり、ハウジング内部の電気及び電子部品、及びハウジング外部のセンサ14を駆動するため、機械的歪みを電流又は電圧に変換する。歪みは、人間の動き、低周波地震振動、音響雑音など、さまざまな原因から発生する可能性がある。本形態において、PEG421は、電力伝送印刷回路基板(PCB)422、金属板424、及び金属板424の端部に取り付けられた重り426を含む。金属板424は、金属板424において機械的な歪を発生させるため、端部に配置された重り426を有する片持ち梁板として機能する。金属板424に発生した機械的歪みは、電力/電気に変換され、電力伝送PCB422を介して通信ボード(図20には図示せず)に送られる。電力伝送PCB422は、ヒートシンク構造318と金属板424との間に締め付けられる。第4形態のハウジング312と同様に、本形態のハウジング412は、上部ハウジング部分416、ヒートシンク構造418及び下部ベース420を含む。しかし、本形態のヒートシンク構造418は、熱が電気の生成に影響を及ぼさないため、センサ14及びPEG421の取り付け構造としてのみ機能する。したがって、ヒートシンク構造418と下部ベース420との間に絶縁層が提供されてない。

20

【0064】

金属板424に機械的歪みを生じさせるために金属板424に取り付けられた重り426は、計算された周波数でPEG421に共振を生成して金属板424に振動及び機械的歪みを増加させるように変更され、適切に選択されてもよい。これにより、そこから生成される電気が増加する。

30

【0065】

第6形態

【0066】

図21から図26を参照すると、本開示の第6形態に従って構成されたワイヤレスセンサーセンブリ510は、ハウジング512と、ワイヤ514によりハウジング512内の電気及び電子部品に接続されたセンサ(図示せず)とを含んでもよい。ハウジング512は長方形の構成を有する。ワイヤレスセンサーセンブリ510は、ハウジング512の端部に配置されたセンサコネクタ516と、ハウジング512の別の端部に配置されたキャップ518とをさらに含んでいる。第6形態のワイヤレスセンサーセンブリ410のように、ワイヤレスセンサーセンブリ510は、ハウジング512内部に配置された電気及び電子部品を含んでいる。電気及び電子部品は、通信ボード520、圧電発電機(PEG)522の形態の自己給電装置を含むことができる。PEG522は、金属板524、及び金属板524の端部に取り付けられた重り526を含むことができる。金属板524は、金属板524に機械的歪みを引き起こすように端部に配置された重り526を有する片持ち梁板として機能する。金属板524に生じた機械的歪みは、電力及び電気に変換され、センサ及びその他の電気及び電子部品を駆動するため、通信ボード520に送られる。

40

【0067】

本明細書に記載の形態のいずれにおいても、センサ14によって取得された生のセンシ

50

ングデータは、ラップトップ、スマートフォン、又はタブレットなどの外部コンピューティングデバイスに送信され、生のセンシングデータの処理が外部で行われる。ワイヤレスセンサーセンブリは、生のセンシングデータが外部で処理されるため、消費電力を削減できる利点を有している。さらに、データの処理と計算は、外部又は遠隔装置で実行されるため、センサ内のROMの使用できるスペースが限られているために、小さいROMに蓄積された精度の低い多項式カーブフィッティングとは対照的に、精度を向上するために、より完全な高解像度のルックアップテーブルを外部又は遠隔装置で使用してもよい。

【0068】

さらに、ワイヤレスセンサーセンブリは、センサの回路を変更する必要がなく、較正曲線及びルックアップテーブルの更新を可能にするという利点を有している。現場交換センサには、RFIDタグやバーコードなどの識別(ID)情報又はコードが割り当てられる。ワイヤレスセンサーセンブリの設置又は交換中に、外部センサ14の較正情報は、ワイヤレスセンサーセンブリと無線通信する外部装置を介してアクセスすることができる。ID情報をスキャン又は入力することにより、センサ14はネットワーク接続を介して所定の較正曲線にリンクされる。さらに、ルックアップテーブル又は較正情報は、ドリフトを考慮して定期的に更新することができ、それにより、センサ14の寿命に亘ってセンサ14の測定精度が向上する。

【0069】

本明細書に開示されるワイヤレスセンサーセンブリの一形態において、ハウジングの寸法は、約1.75インチL×1.25インチW×0.68インチHである。電池が使用される場合、ハウジングはより大きくてよい。本開示の一形態において、0.170μW未満である無線コンポーネントとしてのBluetoothの構成部品の低電力消費により、センサ14は、選択された電池で少なくとも2年間作動し、データを毎秒送信することができる。また、低消費電力により、自己給電が可能となる。さらに、ここで説明するワイヤレスセンサーセンブリのいずれにおいても、通信ボードは蓄積又は生成されたエネルギーの量を検出でき、センサが利用可能な又は利用可能と予測される電力量に基づき、生のセンシングデータの送信速度を自動的に調整できるようにする。

【0070】

任意の形態によるワイヤレスセンサーセンブリは、デジタル生データを外部装置又は遠隔装置に送信することができるデジタルセンシング製品であってよい。ワイヤレスセンサーセンブリは、複数の構成に簡単に組み立てることができるため、交換可能な部品を含み、「モジュール式」の構造を提供する。本明細書で説明されるワイヤレスセンサーセンブリのそれぞれは、有線又は無線の接続性、及びさまざまな取り付け及びセンサ入力オプションを提供するために変えることができる。

【0071】

任意の形態のワイヤレスセンサーセンブリは、1つのセンサ14のみを含むように説明されたが、本開示の範囲から逸脱することなく、1つ以上のセンサをハウジング内の電気及び電子部品に接続することができる。例えば、図6に示すように、2つ以上のセンサ14を第1開口部22に挿入し、取り付けアセンブリ36によって取り付け、2つのセンサコネクタ66によって通信ボード60に接続してもよい。

【0072】

第7形態

【0073】

本開示の第7形態に従って構成された低電力ワイヤレスセンサシステムは、複数のワイヤレスセンサーセンブリと、各ワイヤレスセンサーセンブリを動作可能に接続し、複数のワイヤレスセンサーセンブリのそれぞれとデータを送受信するよう動作可能な無線ネットワークとを含んでもよい。ワイヤレスセンサーセンブリは、第1乃至第6形態で説明したワイヤレスセンサーセンブリのいずれかの形態であり得、それらの間で、又はタブレット、スマートフォン、又はパーソナルコンピュータなどの外部装置と通信してもよい。

【0074】

10

20

30

40

50

本開示は、例として説明及び図示された形態に限定されないことに留意されたい。多種多様な修正が記載されており、それらは当業者の知識の一部である。本開示及び本特許の保護の範囲を逸脱することなく、これら及びさらなる修正ならびに技術的同等物による置換を説明及び図に追加することができる。

以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[1] ワイヤレスセンサーセンブリは、

内部空間と、少なくとも1つの外部センサを受けるサイズの少なくとも1つの開口部を画定するハウジングと、

前記ハウジング内に取り付けられたワイヤレス電源と、

前記ハウジング内に取り付けられ、前記ワイヤレス電源から電力を受け、前記外部センサと電気通信するように構成された電子機器と、を具備し、

前記電子機器は、

無線通信コンポーネントと、

前記無線通信コンポーネントが約0.5mW未満の電力消費を有するように、前記無線通信コンポーネントから外部装置へのデータ送信の速度を管理するように構成されたファームウェアと、を具備し、

前記電子機器は、前記ワイヤレス電源のみによって駆動され、前記ワイヤレスセンサーセンブリは約2in³未満の体積を画定する

ワイヤレスセンサーセンブリ。

[2] 前記ワイヤレス電源は、自己給電装置、熱電装置、及び電池からなるグループから選択される[1]記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

[3] 前記自己給電装置は、片持ち板に取り付けられた圧電装置を具備する振動装置である[2]記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

[4] 前記ハウジングは、上部及び下部を画定し、各部が対向する端部で内部構成要素と外部特徴を収容する嵌合くさびを画定する[1]記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

[5] 前記ハウジングの下部は、外部センサを受ける少なくとも1つの開口部を含み、嵌合くさびを介して上部の複数の異なる構成を受けるように構成される[4]記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

[6] 前記ハウジングの前記少なくとも1つの開口部に対向し、コネクタを含み、嵌合する通信コネクタを受けるように構成された第2開口部と、

前記電子機器及び前記第2開口部内の前記コネクタに動作可能に接続された通信コンポーネントと、

をさらに具備する[1]記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

[7] 前記通信コネクタは、USB、USB-C、イーサネット、CAN、及びアスピレーティド(Aspirated)TIP/イーサネットからなるグループから選択される[6]記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

[8] 前記外部センサは、温度センサ、圧力センサ、ガスセンサ、及び光学センサからなるグループから選択される[1]記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

[9] 前記ハウジングは、外部磁石を受けるように構成された凹部を画定し、前記外部磁石は、前記ワイヤレス電源を非動作及び動作可能とする前記電子機器と通信するために動作可能である[1]記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

[10] 前記無線通信コンポーネントは、Bluetoothモジュール、Wi-Fiモジュール及びLiFiモジュールからなるグループから選択される[1]記載のワイヤレスセンサーセンブリ。

[11] [1]記載の複数のワイヤレスセンサーセンブリと、

前記ワイヤレスセンサーセンブリのそれぞれを動作可能に接続し、前記ワイヤレスセンサーセンブリのそれぞれ間でデータを送受信するように動作可能な無線ネットワークと、を具備する低電力ワイヤレスセンサシステム。

[12] 前記外部センサは、識別コードを含み、前記ワイヤレスセンサーセンブリの設置又は交換中に、前記外部センサの較正情報は、前記ワイヤレスセンサーセンブリと無線

通信する外部装置を介してアクセスできる〔1〕記載のワイヤレスセンサセンブリ。

〔13〕 前記識別コードは、RFIDタグ及びバーコードのうちの少なくとも1つである〔12〕記載のワイヤレスセンサセンブリ。

〔14〕 前記無線通信コンポーネントは、前記外部装置にデータを送信し、前記外部装置は、データロギング、計算、及び処理のための遠隔装置へのデータの再送信からなるグループから選択される機能を実行する〔12〕記載のワイヤレスセンサセンブリ。

〔15〕 前記ワイヤレス電源は電池であり、前記ファームウェアは、電池寿命の閾数として、前記無線通信コンポーネントから送信されるデータの速度を制御する〔1〕記載のワイヤレスセンサセンブリ。

〔16〕 前記外部センサからの生データは、前記無線通信コンポーネントを介して処理のために遠隔装置に送信される〔1〕記載のワイヤレスセンサセンブリ。 10

〔17〕 前記ファームウェアは、プロセッサクロックを制御して、前記ワイヤレス電源の電力を節約する〔1〕記載のワイヤレスセンサセンブリ。

〔18〕 前記ファームウェアは、前記ワイヤレス電源に蓄積されたエネルギーを監視し、蓄積されたエネルギーの量の閾数として、前記無線通信コンポーネントからのデータ送信の速度を調整する〔1〕記載のワイヤレスセンサセンブリ。

〔19〕 前記ファームウェアは、前記電子機器内のマイクロプロセッサの初期起動時に消費される電力を管理するように構成される〔1〕記載のワイヤレスセンサセンブリ。

〔20〕 前記電子機器は、初期電力サージを維持するのに十分なエネルギーが蓄積されるまで出力論理信号のアサートを遅延させる回路を備えたマイクロプロセッサをさらに具備する〔1〕記載のワイヤレスセンサセンブリ。 20

【図面】

【図1】

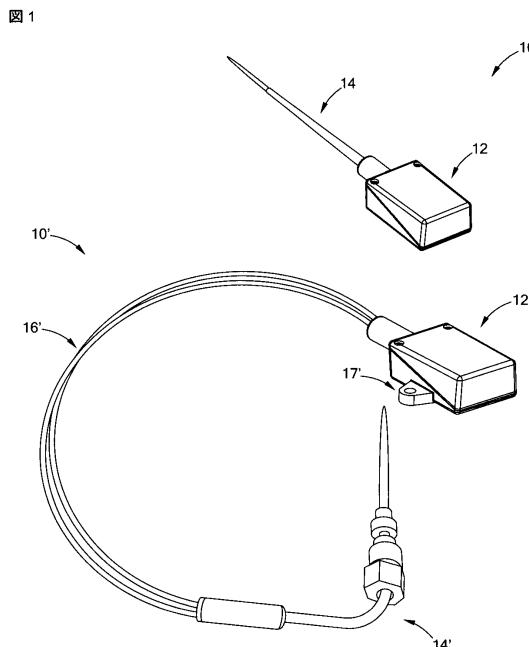


FIG. 1

【図2】

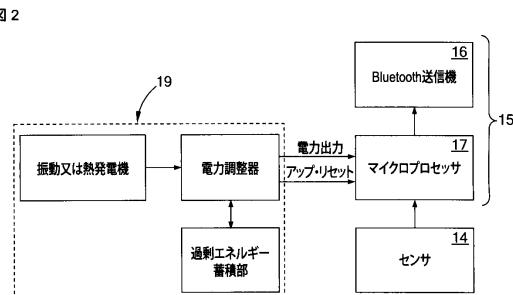


FIG. 2

10

20

30

40

50

【図3】

図3

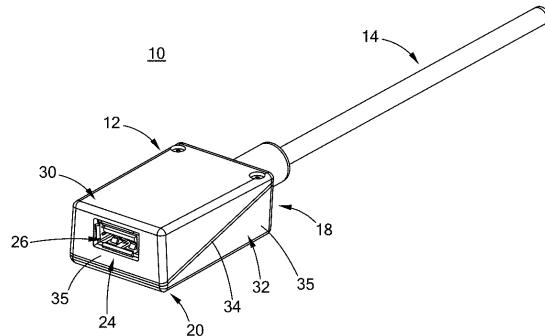


FIG. 3

【図4】

図4

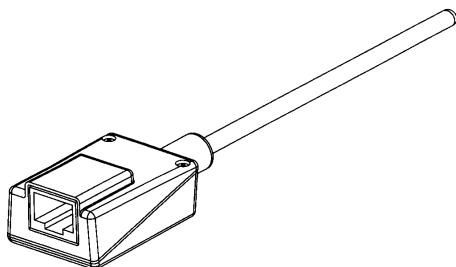


FIG. 4

10

【図5】

図5

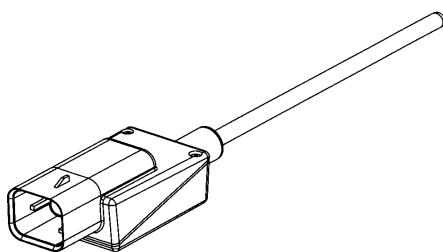


FIG. 5

【図6】

図6

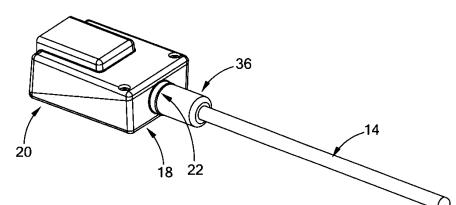


FIG. 6

20

30

40

50

【図 7】

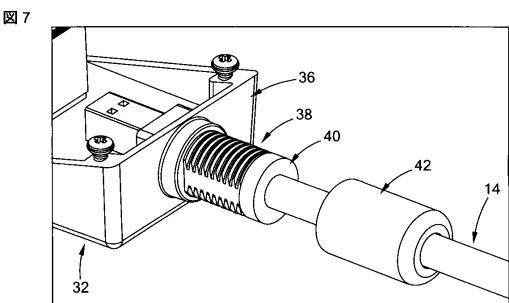


FIG. 7

【図 8】

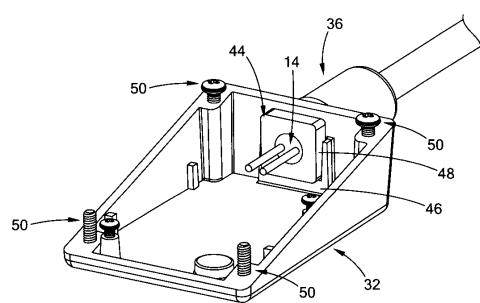


FIG. 8

10

【図 9】

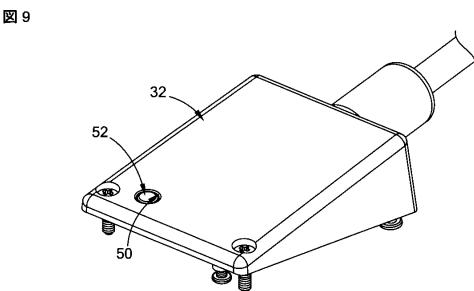


FIG. 9

【図 10】

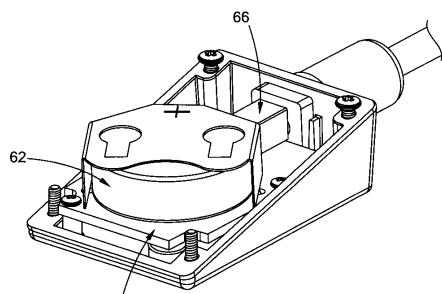


FIG. 10

20

30

40

50

【図 1 1】

図 11

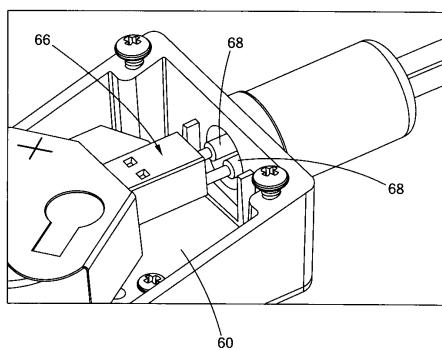


FIG. 11

【図 1 2】

図 12

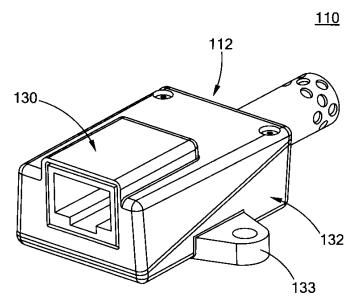


FIG. 12

10

【図 1 3】

図 13

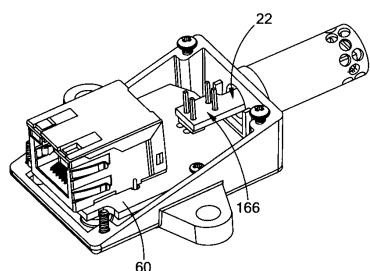


FIG. 13

【図 1 4】

図 14

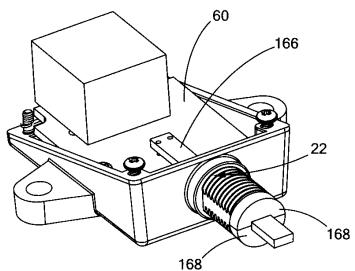


FIG. 14

30

40

50

【図 15】

図 15

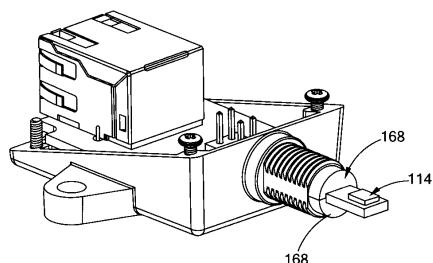


FIG. 15

【図 16】

図 16

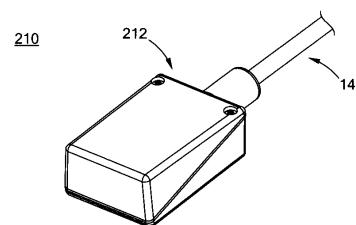


FIG. 16

10

【図 17】

図 17

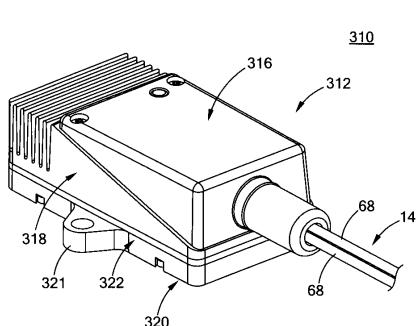


FIG. 17

【図 18】

図 18

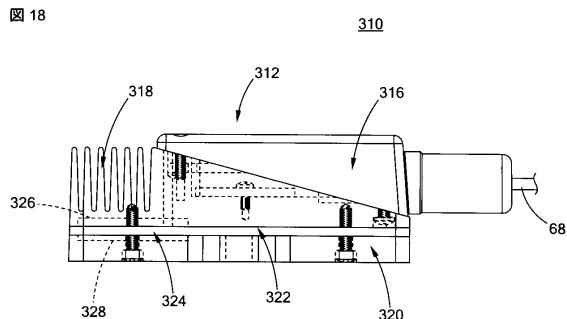


FIG. 18

20

【図 19】

図 19

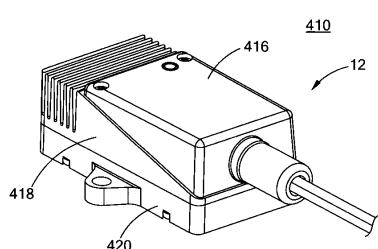


FIG. 19

【図 20】

図 20

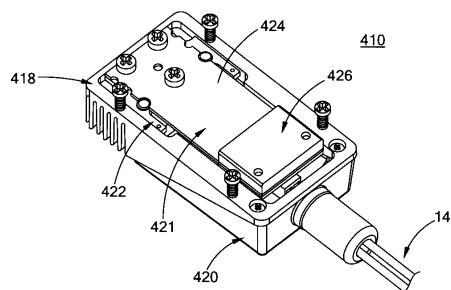


FIG. 20

30

40

50

【図 2 1】

図 21

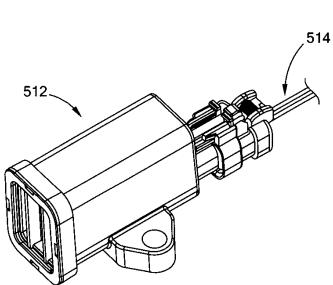


FIG. 21

【図 2 2】

図 22

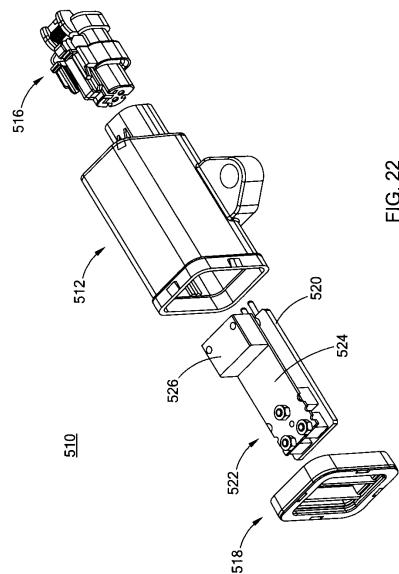


FIG. 22

10

20

【図 2 3】

図 23

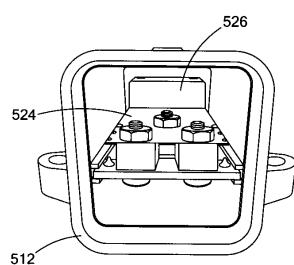


FIG. 23

【図 2 4】

図 24

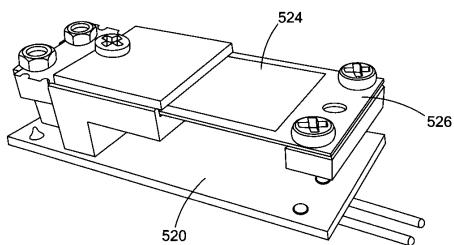


FIG. 24

30

40

50

【図25】

図25

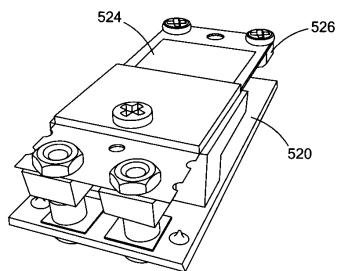


FIG. 25

【図26】

図26

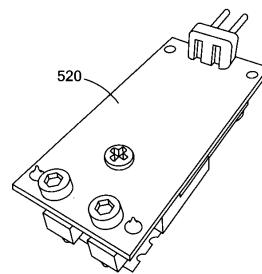


FIG. 26

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

G 0 8 C 19/00 (2006.01)

F I

G 0 8 C 19/00

G

ド・ロード 8 6 6 0

(72)発明者

フロスト、ナサン

アメリカ合衆国、イリノイ州 6 0 0 5 0、マクヘンリー、ウィットモア・トレイル 6 1 1

(72)発明者

プラウン、ランディ、スコット

アメリカ合衆国、イリノイ州 6 1 0 6 5、ポプラー・グローブ、エスイー、ヘルス・クリフ・ド
ライブ 1 0 6

審査官 鴨川 学

(56)参考文献

米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 0 5 8 6 6 3 (U S , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 3 5 7 9 4 9 (U S , A 1)

特表 2 0 0 9 - 5 0 7 2 8 4 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 3 3 6 9 0 4 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 1 / 1 3 5 8 8 6 (W O , A 1)

特開 2 0 1 6 - 0 2 7 4 4 5 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 B 1 / 0 4

H 0 2 J 7 / 0 0

H 0 2 J 7 / 3 4

G 0 8 C 1 7 / 0 0

H 0 4 B 1 / 0 3

G 0 8 C 1 9 / 0 0