

(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2015-529330

(P2015-529330A)

(43) 公表日 平成27年10月5日(2015.10.5)

(51) Int.Cl.

GO1L 3/10 (2006.01)  
 GO1P 3/484 (2006.01)  
 GO8C 17/00 (2006.01)  
 A63B 22/06 (2006.01)

F 1

GO1L 3/10  
 GO1P 3/484  
 GO8C 17/00  
 A63B 22/06

テーマコード(参考)

2 F 073

B  
H

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2015-529941 (P2015-529941)  
 (86) (22) 出願日 平成25年8月27日 (2013.8.27)  
 (85) 翻訳文提出日 平成27年5月2日 (2015.5.2)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2013/056866  
 (87) 國際公開番号 WO2014/036011  
 (87) 國際公開日 平成26年3月6日 (2014.3.6)  
 (31) 優先権主張番号 61/693,967  
 (32) 優先日 平成24年8月28日 (2012.8.28)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

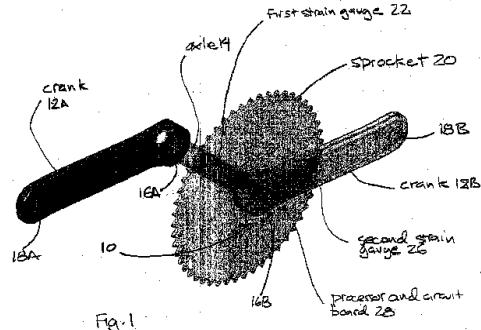
(71) 出願人 515055144  
 ファンデーション フィットネス、エルエルシー  
 アメリカ合衆国 オレゴン州 97209  
 ポートランド、エヌダブリュー・クイン  
 ビー 1732, スイート 250  
 (74) 代理人 100107674  
 弁理士 来栖 和則  
 (72) 発明者 アンドリュー・ビー・ルル  
 アメリカ合衆国 コロラド州 80303  
 ボルダー、ケロッグ・サークル 48  
 89

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 クランク・アクスルおよびクランク・アームにおいてパワーを測定する装置、システムおよび方法

## (57) 【要約】

パワー測定アセンブリがアクスル内に搭載される。ある一具体例においては、アクスルがスピンドルであり、そのスピンドルは、自転車、エクササイズ用自転車またはフィットネス用の他の設備のうちの複数のクランクを互いに連結する。このパワー測定アセンブリは、適切な回路(例えば、ホイートストンブリッジ回路)と接続された複数の歪みゲージを有してもよく、前記回路は、乗り手がクランクを踏んで回転させることによってアクスル上に発生する力を表す出力信号を提供する。前記歪みゲージは、アクスルに搭載される場合には、クランクに加えられたトルクによって発生するねじれを測定する。その測定値は、プロセッサによってパワー測定値に変換され、その後、表示のために無線送信される。前記プロセッサおよび/または前記送信機は、アクスルの内部に装着してもよい。別のパワー測定アセンブリを、複数のクランクのうちの一つに搭載してもよく、そのアセンブリは、自身のプロセッサおよび送信機を有するか、またはアクスル内のプロセッサおよび送信機を利用してよい。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

パワー測定アセンブリであって、  
クランク・アクスルと、  
そのクランク・アクスルの内側部分に搭載された第1の歪みゲージと、  
その歪みゲージに接続された第1の回路であって、前記クランク・アクスルに作用する  
力に比例する第1の出力信号を提供するように構成されるものと  
を含むパワー測定アセンブリ。

**【請求項 2】**

さらに、前記クランク・アクスルに連結された第1のクランク・アームを含み、前記第  
1の出力信号は、その第1のクランク・アームに作用する力に比例する請求項1に記載の  
パワー測定アセンブリ。

**【請求項 3】**

前記第1の歪みゲージは、少なくとも2つの歪みゲージを有する請求項1に記載のパワ  
ー測定アセンブリ。

**【請求項 4】**

前記少なくとも2つの歪みゲージは、4つの歪みゲージを有し、前記第1の回路は、ホ  
イストンブリッジ回路を有する請求項3に記載のパワー測定アセンブリ。

**【請求項 5】**

前記アクスルは、中空内側部分を有しており、  
前記第1の回路は、前記中空内側部分内に搭載されており、  
当該パワー測定アセンブリは、さらに、前記第1の出力信号を前記第1の回路から受信  
して第1の力値を計算するように構成されるプロセッサ第1を含む請求項1に記載のパワ  
ー測定アセンブリ。

**【請求項 6】**

さらに、前記第1のプロセッサと通信可能な無線送信機を含み、その無線送信機は、前  
記中空内側部分内に搭載されており、その無線送信機は、前記第1の力値を表す情報を送  
信するように構成される請求項5に記載のパワー測定アセンブリ。

**【請求項 7】**

前記クランク・アクスルは、第1のクランク・アームに連結されるように構成されてお  
り、前記第1の出力信号は、前記クランク・アームのときに前記第1のクランク・アーム  
に作用する力に比例し、

当該パワー測定アセンブリは、さらに、前記クランク・アクスルに連結された第2のク  
ランク・アームを含み、その第2のクランク・アームは、第2の回路に接続された少なくとも  
2つの歪みゲージを有し、前記第2の回路は、前記第2のクランクに作用する第2の力に比  
例する第2の出力信号を提供するように構成される請求項1に記載のパワー測定アセンブリ。

**【請求項 8】**

前記アクスルは、中空内側部分を有しており、  
前記第1の回路および前記第2の回路は、前記中空内側部分内に搭載されており、  
第1のプロセッサは、前記第1の出力信号を前記第1の回路から受信するとともに前記  
第2の出力信号を前記第2の回路から受信するように構成されており、

前記第1のプロセッサは、前記第1のクランクに作用する第1の力を表す第1の力値を計  
算するとともに、前記第2のクランクに作用する第2の力を表す第2の力値を計算するよ  
うに構成される請求項7に記載のパワー測定アセンブリ。

**【請求項 9】**

さらに、前記第1のプロセッサと通信可能な無線送信機を含み、その無線送信機は、前  
記中空内側部分内に搭載されており、その無線送信機は、前記第1の力値および前記第2  
の力値を表す情報を送信するように構成される請求項8に記載のパワー測定アセンブリ。

**【請求項 10】**

10

20

30

40

50

さらに、第2のプロセッサと相互に作動するようにその第2のプロセッサに接続された無線受信機を含み、前記第2のプロセッサは、少なくとも前記第1のクランク・アームの回転数を表す値を受信し、そのクランク・アームの回転数および前記第1の力値に基づき、パワー値を計算するように構成される請求項6に記載のパワー測定アセンブリ。

【請求項11】

さらに、前記第2のクランク・アームに搭載されたハウジングであって、第2の回路を収容するものを含み、

その第2の回路は、前記少なくとも2つの歪みゲージに接続されるとともに、第3のプロセッサに、前記第2のクランク・アームに作用する第2の力に比例する出力信号を提供するように構成されており、

前記第2のプロセッサは、第2の力値を計算するように構成されており、

前記ハウジングは、さらに、第2の無線受信機を収容し、その第2の無線受信機は、前記第2の力値を受信し、その第2の力値を表す情報を送信するように構成される請求項7に記載のパワー測定アセンブリ。

【請求項12】

前記第2のクランク・アームは、長手軸線を有し、その軸線の第1の側に、第1の歪みゲージが配置され、前記軸線の第2の側に、前記第1の歪みゲージから等距離離れるように、第2の歪みゲージが配置され、

前記少なくとも第1および第2の歪みゲージは、互いに実質的に平行であるとともに、前記第2のクランク・アームの壁であって前記第1および第2の歪みゲージに共通である共通壁の上に配置される請求項7に記載のパワー測定アセンブリ。

【請求項13】

前記長手軸線は、1本の中心線であり、前記共通壁は、前記クランク・アームの内側壁である請求項12に記載のパワー測定アセンブリ。

【請求項14】

さらに含み、前記第2のクランク・アームは、ペダル側開口部および底部プラケット側開口部を有しており、

前記長手状の中心線は、前記ペダル側開口部と前記底部プラケット側開口部との間を延びており、

前記少なくとも2つの歪みゲージは、4つの歪みゲージを、前記第1の歪みゲージに隣接し、かつ、前記中心線に関して同じ側に配置された第3の歪みゲージと、前記第2の歪みゲージに隣接し、かつ、前記中心線に関して同じ側に配置された第4の歪みゲージとを有する状態で有しており、

前記回路は、第2のホイートストンブリッジ回路であり、その第2のホイートストンブリッジ回路は、前記第1の歪みゲージと、前記第2の歪みゲージと、前記第3の歪みゲージと、前記第4の歪みゲージとを収容している請求項13に記載のパワー測定アセンブリ。

【請求項15】

さらに、リード(reed)・スイッチと、加速度計と、光学センサとのうちの少なくとも一つであって、前記パワー値を検出するために前記第2のプロセッサによって用いられるクランク回転数を表す値を生成するために前記第2のプロセッサに接続されるものを含む請求項10に記載のパワー測定アセンブリ。

【請求項16】

さらに、温度を表す値を提供するエレメントを含み、その値は、温度補償パワー値を提供するために用いられる請求項10に記載のパワー測定アセンブリ。

【請求項17】

さらに、表示用プロセッサと、それに関連する表示器とを含み、

それら表示用プロセッサおよび表示器は、前記パワー値を前記第2のプロセッサから受信するように構成されており、

前記パワー値は、前記表示用プロセッサによって平均化される瞬間値である請求項10

10

20

30

40

50

に記載のパワー測定アセンブリ。

【請求項 18】

さらに、サーミスタを、前記第2のプロセッサと通信可能な状態で含み、

その第2のプロセッサは、さらに、温度による影響を補償するように前記パワー値を調整するように構成されており、

前記表示器は、前記パワー値を、温度補償が行われ、かつ、2倍の大きさを有する状態で表示する請求項17に記載のパワー測定アセンブリ。

【請求項 19】

パワー測定装置であって、

少なくとも1つの歪みゲージを支持する中空内側部分を有するクランク・アクスルを含み、

前記中空内側部分は、さらに、前記歪みゲージに接続されるとともに、前記クランク・アクスルに作用する力に比例した第1の出力信号を提供するように構成される第1の回路を有し、

その第1の回路は、プロセッサに接続されており、

そのプロセッサは、前記第1の出力信号を前記第1の回路から受信して第1の力値を計算するように構成されており、

前記内側部分は、さらに、無線送信機を、前記プロセッサと通信可能な状態で有しており、

前記無線送信機は、前記第1の力値を表す情報を送信するように構成されるパワー測定装置。

【請求項 20】

前記少なくとも1つの歪みゲージは、4つの歪みゲージを有し、

前記回路は、ホイートストンブリッジ回路を有する請求項19に記載のパワー測定装置。

【請求項 21】

前記中空内側部分は、内側壁を有し、

前記4つの歪みゲージは、前記内側壁に貼り付けられる請求項20に記載のパワー測定装置。

【請求項 22】

前記アクスルの前記中空内側部分は、長手軸線を有し、

前記4つの歪みゲージのうちの第1の歪みゲージおよび第2の歪みゲージは、前記長手軸線に対して約45度を有するように搭載されており、

前記4つの歪みゲージのうちの第3の歪みゲージおよび第4の歪みゲージは、前記第1の歪みゲージおよび前記第2の歪みゲージから約90度ずれている請求項21に記載のパワー測定装置。

【請求項 23】

前記クランク・アクスルは、第1のクランクおよび第2のクランクと連結可能である請求項19に記載のパワー測定装置。

【請求項 24】

前記プロセッサは、パワー値を計算する請求項19に記載のパワー測定装置。

【請求項 25】

前記送信機は、パワー値への変換のためにフェイス値を送信する請求項19に記載のパワー測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[関連出願の相互参照]

本出願は、米国特許法第119条のもと、同時に係属している米国仮特許出願第61/693,967号に対して優先権を主張する正規の出願であり、その米国仮特許出願は、

10

20

30

40

50

2012年8月28日に出願され、かつ、発明の名称を「クランク・アクスル(crank axle、クランク軸)およびクランク・アームにおいてパワー(power、動力、仕事率)を測定する装置、システムおよび方法」とするものであり、この出願は、引用によって本出願書類に合体する。本出願は、さらに、同時に係属している米国特許出願第13/356,487号に関連し、かつ、その米国特許出願第13/356,487号の一部継続出願であり、その米国特許出願第13/356,487号は、2012年1月23日に出願され、かつ、発明の名称を「パワーを測定する装置、システムおよび方法」とするものであり、この出願は、引用によって本出願書類に合体する。

#### 【0002】

この書類に開示されているもののいくつかの側面は、パワー(power、動力、仕事率)測定装置およびパワー計算方法であって、自転車、エクササイズ用自転車または他のエクササイズおよびフィットネス用設備のうちのクランク・アセンブリ(crank assembly、クランク組立体)と共に使用されるものに関する。 10

#### 【背景技術】

#### 【0003】

特に自転車に乗る人(bicyclist、サイクリスト)向けにパワー・メータ(power meter、パワー計測器、動力計)を用いて行われるフィットネス・トレーニングが普及しつつある。パワー・メータというものは、前記乗り手(rider、ライダー)のパワー出力値を測定して表示し、典型的には、そのパワー出力値をワットという単位を用いて表示し、そのパワー出力値は、ペダリング(pedaling、ペダルを踏んで回転させる動作)のために用いられる。多くの種類のパワー・メータがこれまで、自転車、エクササイズ用自転車および他のフィットネス用設備上に装着されて(on、外付けされて)使用されるように適合させられてきた(adapted、設計されてきた)。それらの設計構造のうちの大部分は、過度に複雑であり、エラーが発生しやすく、および/または故障しやすく、さらに、比較的に高価となる傾向もある。したがって、多くのヘルス・クラブ(health club、民間の会員制の健康増進クラブなど)は、未だにパワー・メータを、室内でサイクリングおよびエクササイズを行うための自転車に附加しておらず、また、多くの乗り手が、パワーを自身のロード・バイクまたはマウンテン・バイクに附加するための出費が非常に高価であると思っている。 20

#### 【0004】

よくあることであるが、そのようなクラブおよび乗り手は、パワー・メータを使用するのではなく、トレーニングのため、および、乗り手へのフィードバックを提供するために、ハート・レート・モニタ(heart rate monitor、心拍数モニタ)を用いる。それらのデバイスは、さらに、速度、走行距離およびカロリに関する情報をも提供するが、その情報は、パワー測定値(power measurements、動力測定値、仕事率測定値)を含んでいないし、パワー測定値に基づくものでもなく、よって、その情報は、パワー測定心拍数から導出される数値ほど正確ではない可能性がある。運動の効果(performance)を測定するのに有用な情報を提供しつつ、一貫した(consistent、安定した)有用な情報を乗り手に提供する際に、パワーを測定する行為ほど優れたものは存在しない。例えば、急勾配で加速したり全力で走る際に、心拍数は、乗り手の運動(effort、動作、動き)に対して遅れを有するが、パワーであれば、乗り手の運動をほぼ瞬間に反映する。乗り手が、脱水状態にあり、栄養不良状態にあり、疲労しており、病気であり、負傷しており、または、それらに該当しなくとも最適ライディング状態(optimal riding condition、自転車のペダルをこぐ最適な状態)にはない場合に、その乗り手は、典型的な値の(typical、基準値の)心拍数でトレーニング(work out、エクササイズ)を行うかもしれないが、その心拍数を示すときのその乗り手のパワーは典型値よりかなり低いかもしれない。よって、その乗り手は、非最適状態(non-optimal condition)を特定し、ひつとしたら、それを是正することが可能である。最終的には、長いトレーニングの期間中ずっとパワーを測定して比較することにより、乗り手が、パワーが増進するのを助けるトレーニングと、そうではないトレーニングとをそれぞれ互いに識別することを助け、それにより、トレーニング・メニュー(training regimen)を継続的にリファインするとともに改善することが可能である。 30 40 50

## 【発明の概要】

## 【0005】

特に上述の知見を念頭において、パワー・メータおよびそれに関連するパワー測定技術についてのいくつかの側面であってこの書類に開示されているものが発明された。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0006】

いくつかの例示的な実施形態が複数枚の図面のうち参照される図面に示されている。意図されることは、それら実施形態および図面であってこの書類に開示されているものは、発明の範囲を限定するものとしてではなく、発明を例示的に説明するものとして考慮されるべきであるということである。

10

## 【0007】

【図1】図1は、クランク・アセンブリの斜視図であり、そのクランク・アセンブリは、クランク・アクスル(crank axle、クランク軸)によって互いに連結された一対のクランク・アームを有し、当該クランク・アセンブリは、第1の歪みゲージおよび回路であって、いずれも、前記クランク・アクスルの内部に搭載されたものと、クランク・アームに搭載された第2の歪みゲージとを有し、その第2の歪みゲージは1本のクランク・アームに搭載され、それにより、両方のクランク・アームから発生するトルク(torque、回転力)がそれぞれ測定され、それぞれの測定値が、パワー値のクランク・アーム別(crank arm specific)パワー測定値に変換される。

20

## 【0008】

【図2】図2は、図1に示すクランク・アセンブリおよびパワー測定装置を示す底面図である。

## 【0009】

【図3】図3は、図1に示すクランク・アセンブリおよびパワー測定装置を示す背面図である。

## 【0010】

【図4】図4は、図1に示すクランク・アセンブリおよびパワー測定装置を示す正面図である。

30

## 【0011】

【図5】図5は、図1に示すクランク・アセンブリおよびパワー測定装置を示す左側面図である。

## 【0012】

【図6】図6は、図1に示すクランク・アセンブリおよびパワー測定装置を示す右側面図である。

## 【0013】

【図7】図7は、図1に示すクランク・アセンブリおよびパワー測定装置を示す平面図である。

## 【0014】

【図8】図8は、歪みゲージ・アセンブリの正面図であり、その歪みゲージ・アセンブリは、互いに異なる(distinct、独立した)4つの歪みゲージ(導電体(conductor、コンダクタ) )であって2対の歪みゲージ(two pairs、2つの歪みゲージが向きを同じくするペアを成す歪みゲージ対が2つ存在する)という形態を有し、それら2対の歪みゲージは、互いに約90度ずれており、前記4つの歪みゲージは、フレキジブルなホイル(foil、箔)に搭載されており、そのホイルは、前記アクスルの内側壁に接着され、その接着は、ねじり力(矢印で示す)が、前記2つの歪みゲージ対の一方(one of the pair)に属する複数の導電体と方向が一致する(aligned with、位置合わせされる)一方、相手側の歪みゲージ対(the opposing pair)に属する複数の導電体の方向とは約90度成すように配向されるように、行われる。

40

## 【0015】

【図9】図9は、1本のクランク・アームの斜視図であり、そのクランク・アームは、パ

50

ワー測定装置を当該クランク・アームに接続された状態で備えている。

【0016】

【図10】図10は、図9に示すクランク・アームおよびパワー測定装置を示す正面図である。

【0017】

【図11】図11は、図9に示すクランク・アームを示す左側面図であり、この図は、特に、当該クランク・アームの外側面(outside)であって、ペダルが伸び出すことになる部分を示している。

【0018】

【図12A】図12Aは、図9に示すクランク・アームおよびパワー測定装置を示す平面図である。

【0019】

【図12B】図12Bは、図9に示すクランク・アームおよびパワー測定装置を示す平面図であり、この図においては、いくつかの内部部品を図示するため、前記パワー測定装置のうちのいくつかの部品が隠れて見えない。

【0020】

【図13A】図13Aは、図9に示すクランク・アームおよびパワー測定装置を示す右側面図であり、この図は、特に、当該クランク・アームの内側面(inside)であって、前記パワー測定装置が接続される部分を示している。

【0021】

【図13B】図13Bは、図9に示すクランク・アームおよびパワー測定装置を示す右側面図であり、この図は、特に、当該クランク・アームの内側面(inside)であって、前記パワー測定装置が接続される部分を示しており、この図においては、いくつかの内部部品を図示するため、前記パワー測定装置のうちのいくつかの部品が隠れて見えない。

【0022】

【図14】図14は、前記クランク・アームの内側面(inside)を示す斜視図であり、この図は、特に、凹部を示しており、その凹部は、機械加工されるかまたは当該クランク・アーム内に一体的に成形されることが可能であり、前記凹部内に、4つの抵抗性のリード・スイッチが存在し、それらは、前記クランクに連結されたペダルに作用する力に比例するように抵抗値が変化することを実現する。

【0023】

【図15】図15は、図14に示すクランク・アームを示す右側面図であり、この図は、そのクランク・アームの凹部内における前記複数の歪みゲージの配列に関して詳細に示している。

【0024】

【図16】図16は、前記クランク・アームおよびパワー測定装置を示す平面図であり、この図においては、いくつかの内部部品を図示するため、種々の部品が隠れて見えない。

【0025】

【図17】図17は、前記クランク・アームおよびパワー測定装置を示す斜視図であり、この図においては、ハウジングのうち、片持ち状に支持されている部分(cantilevered portion)のカバーが取り外されている。

【0026】

【図18】図18は、前記クランク・アームおよびパワー測定装置を示す斜視図であり、この図においては、種々の部品が隠れて見えない。

【0027】

【図19】図19は、ホイートストンブリッジ回路とそれに関連する複数の処理部品を示す回路図であり、それら処理部品は、前記クランク・アクスルまたはクランク・アームに作用する力に比例する電圧出力値を提供するために用いることが可能である。

【0028】

【図20A - 20B】図20Aは、クランク・アームが回転中に位置する種々のポイント

10

20

30

40

50

(point、回転位置、周方向位置)を示す図であり、それら種々のポイントは、図20Bに示す出力電圧波形に対応する。

【0029】

図20Bは、図19に示すホイートストンブリッジ回路の出力電圧波形であり、その波形は、クランク・アームの約1回転分に相当する。

【0030】

【図21】図21は、前記クランク・アクスルの内部に配置された複数の電気部品と、前記クランク・アームに配置された複数の電気部品と、前記パワー測定装置のハウジングの内部に配置された複数の電気部品とを示すシステム図(system diagram、系統図)であり、それら電気部品は、前記パワー測定装置から分離するように提供された表示用コンピュータと無線通信する。

10

【0031】

【図22】図22は、パワー測定値を計算して当該パワー測定装置から送信する方法の一つを表すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0032】

この書類に開示されているもののいくつかの側面は、パワー測定アセンブリに関連し、そのパワー測定アセンブリは、中空のアクスル(crank axle、クランク軸)すなわちスピンドルであって一対のクランク・アームを互いに連結するものの内部に搭載される。そのクランク・アセンブリは、エクササイズ用自転車、室内サイクリング用自転車、自転車または他の形式の移動可能装置(mobile device、可動装置、移動体など)もしくはエクササイズ用設備であってクランク・アセンブリを用いるものの一部であってもよい。歪みゲージが前記アクスルの内側壁に取り付けられるとともに、前記アクスルに作用するトルク(torque、回転力)を測定するように構成される。そのトルクは、前記複数のクランク・アームに作用するトルクを表す。概略的に説明すれば、乗り手(rider、ライダー)の全パワー出力値は、前記アクスルから取得されるトルク測定値から導出されるパワー(power、動力、仕事率)を2倍することによって近似してもよい(approximated)。しかしながら、この書類に開示されているもののいくつかの側面は、さらに、一対のクランク・アームのうち駆動スプロケットに隣接するクランク・アームに搭載される第2のパワー測定装置またはパワー測定アセンブリに関連してもよい。この例においては、前記乗り手が、それぞれの脚ごとに、パワー測定値(それぞれのクランクに作用するトルクから導出される)を取得してもよい。当該パワー測定装置は、さらに、全パワー出力値を、前記アクスル(一対のクランク・アームのうち前記スプロケットとは反対の側に位置するクランク・アームを代表する)に作用するトルクと、そのクランク・アームとは反対の側に位置するクランク・アームであって前記スプロケットに隣接するクランク・アームに作用するトルクとからそれぞれ導出される2つのパワー値を合計することによって生成する。

20

【0033】

具体的な一実施態様においては、複数の部品であって、パワーを測定し、パワーを計算し、そして、そのパワー計算値を表示器に送信するものの各々が前記アクスルの内部に搭載されている。これに代えて、それら部品を、前記クランク・アーム(the crank arm、1本のクランク・アーム)に搭載してもよい。具体的な一実施態様においては、前記表示器がパワー・データ(power data、パワー値を表すデータ)を無線で受信して複数のパワー値を表示する。その表示器は、任意の望ましい場所、例えば、自転車のハンドル(handlebar)上に搭載してもよい。この表示器は、腕に着用されて使用されるリスト・ウォッチまたはサイクリング用コンピュータに組み込んでもよい。最後に、前記パワー・データは、他のデバイス、例えば、スマートフォン、タブレット・コンピュータ、ラップ・トップ・コンピュータまたは他のコンピューティング・デバイスに、リアルタイムでの表示および/または保存を行うために送信してもよい。

30

【0034】

さらに具体的に説明するとともに図1-図7を参照すると、クランク・アセンブリ10

40

50

であってこの書類に開示されているもののいくつかの側面に適合するものは、互いに反対側に位置する一対のクランク・アーム(12A, 12B)を有しており、それらクランク・アーム12A, 12Bは、完全にまたは実質的に中空であるアクスル14によって互いに連結されており、そのアクスル14は、「スピンドル」とも称される。そのアクスル14は、各クランク(each crank、各クランク・アーム12A, 12B)と、それぞれ対応する開口部(16A, 10B)において連結されており、それら開口部16A, 10Bは、それぞれ対応するクランク・アーム12A, 12B内に形成される。種々の形状を採用可能なペダルが取り付けられるペダル側開口部(18A, 18B)が、同じクランクのうち、開口部(16A, 10B)とは反対側の端部に形成されている。左側クランク12Aについては、ペダル側開口部18Aの内面と、アクスル14の端部の外面とが、互いに嵌り合う複数本のリッジを、クランク12Aが、力が付加されたときに、アクスル14に対して相対的に回転しないように、形成する。それとは反対側である右側クランク・アーム12Bは、同様にして、アクスル12に搭載されている。しかし、右側クランク・アーム12Bは、駆動スプロケット20が搭載されるアクスル14の外周を取り巻くように周方向フランジを形成することが可能である。その駆動スプロケット20は、後輪を駆動するチェーンまたはベルト(通常の自転車においては)、または、はしづみ車(室内サイクリング用の自転車においては)、またはその他のものを担持する。1個のスプロケットが図示されているが、別のいくつかのスプロケットも有することが可能である。さらに、その1個のスプロケットまたは複数個のスプロケット(「チェーン・リング」とも称される)を、アクスル14またはクランクに、異なる方法で連結することが可能である。

10

20

30

40

## 【0035】

上述のように、アクスル14は、中空であってもよく、よって、内側壁を有するチューブ(tube、筒状部材、筒状内部空間)を定義する。歪みゲージ・アセンブリ(a strain gauge assembly、1つの歪みゲージ・アセンブリ)22が、前記内側壁上に装着されている。図8は、印刷回路基板24の一例であり、その印刷回路基板24は、2個の歪みゲージを1セットとする歪みゲージ・セットを2セット(two sets、2つの歪みゲージ対)有する。この例においては、第1セット(the first set、第1の歪みゲージ対、2つの歪みゲージ対の一方)が歪みゲージ70Aおよび70Bを有し、第2セット(the second set、第2の歪みゲージ対、2つの歪みゲージ対の他方)が歪みゲージ70Cおよび70Dを有する。図示されているように、第1の歪みゲージ・セットは、ある角度を有するよう(set at angle、基準線に対してある角度を成す向きで、基準線に対して斜めに)配置されており、また、第2の歪みゲージ・セットは、第1の歪みゲージ・セットに対して約90度回転させられている(the second set of gauges are rotated about 90 degrees relative to the first set、第2の歪みゲージ・セットを構成する歪みゲージ70Cおよび70Dの向きが、第1の歪みゲージ・セットを構成する歪みゲージ70Aおよび70Bの向きに対して約90度回転させられている)。図8に示すように、印刷回路基板24がアクスル14の内側壁に搭載される場合には、ねじり力であってアクスル14によって変換されたものが、第1の歪みゲージ・セットと第2の歪みゲージ・セットとのうちのいずれかの方向と一致するように位置合わせされる(the torsional forces align with either the first set of gauges or the second set of gauges、第1の歪みゲージ・セットを構成する歪みゲージ70Aおよび70Bと、第2の歪みゲージ・セットを構成する歪みゲージ70Cおよび70Dとのいずれかの向きが、ねじり力の向きに一致する)。

ここでは2対の歪みゲージ(ゲージ導電体)・アセンブリ22が図示されているが、2つの歪みゲージまたは1つの歪みゲージのみを用いることが可能である。しかし、図示されている構成態様によれば、他の選択肢に比較し、高効率の温度補償および他の利点が得られる。万一、個数の如何を問わず、歪みゲージが用いられるるとすると、フル・ホイートストンブリッジ回路の他に、クオータ・ブリッジ回路、ハーフ・ブリッジ回路、特に、低抵抗の変化のために、ケルビン・ブリッジ回路、その他のもののような他の回路技術を用いることが可能である。

50

## 【0036】

図 8 および図 9 に示すように、複数の歪みゲージ 70 は、それぞれ、複数のリード(lead、導線など) 76 を有しており、それらリード 76 は、ホイートストンブリッジ回路構成(circuit arrangement、回路配列)を成すように接続されている。例えば、図 9 に示すように、複数の歪みゲージ 70 は、図示されている回路構成を成すように接続されている。ハーフ・ブリッジ構成のような、個数の如何を問わず歪みゲージを用いる他のいくつかの回路構成が存在し得る。入力電流が前記ブリッジ回路に印加され、その回路の出力電圧は、前記乗り手が左側クランク・アーム(図示されている例において)を踏んで回転させることによって前記クランク・アームに作用するねじり力(トルク)に比例し、その理由は、複数の歪みゲージ 70 の抵抗値(resistance、電気抵抗値)が、それら歪みゲージ 70 が伸び状態または縮み状態になるにつれて変化するからである。図 8 を参照するに、ねじり力が矢印の向きに作用すると、歪みゲージ 70 A および 70 B が伸び状態に置かれ、その結果として発生する抵抗値の変化が、前記トルクに関連する出力電圧に変換される。その出力電圧は、例えば差動アンプおよびフィルタであって出力電圧をプロセッサに供給するもののよう、条件設定(conditioning、コンディショニング、調整、波形整形など)および増幅を行うある形式の回路に印加することが可能である。さらに可能であることは、前記信号を変換して条件設定(conditioning、コンディショニング、調整、波形整形など)を行うためにアナログ・デジタル変換器を用いることである。上述のように、前記印刷回路基板であって、ホイートストンブリッジ回路、プロセッサ、条件設定部、増幅部、無線送信機などを支持するものが前記アクスルの内部において支持される。よって、複数のリード(lead) 76 であって、同様に、前記アクスルの内部に配置されるとともに、歪みゲージ P C B (strain gauge PCB、印刷回路基板 24) から延びるものが、メイン P C B (main PCB、主印刷回路基板) まで延びることが可能である。パワー値に変換されることが必要である 1 つのトルク値と複数のパワー値とのいずれかが前記送信機から無線送信される。

#### 【0037】

前記アクスルの内部に搭載されている複数の歪みゲージにより、パワーを 1 本のクランク(one crank、片側のクランク・アーム)に関連付けて測定することが可能である。全パワーを推定するために、1 個の測定値を 2 倍にすることが可能である。この種の構成態様においては、同じ乗り手の右脚と左脚とが相対的に対称であると仮定され、前記スピンドル内にある当該パワー測定装置から計算された平均パワー値が 2 倍にされ、それが表示用プロセッサに送信される(または、その表示用プロセッサにおいて 2 倍にされる)。これに代えて、前記クランク・アセンブリは、第 2 のパワー測定装置を、反対側のクランクに関連付けて有することが可能である。図 1 に示す例においては、乗り手から左側クランク 12 A に出力されたパワーがクランク・アクスル 14 の内部において測定され、一方、同じ乗り手が右側、すなわち、反対側のクランク 12 B に出力したパワーが、右側クランク 12 B に搭載された複数の歪みゲージ 26 より成る 1 セットであって前述の歪みゲージ・アセンブリ 22 とは別の(separate)ものまたは右側クランク 12 B に関連付けられた他のいくつかの部品によって測定される。概略的に説明すれば、複数の歪みゲージが右側クランク 12 B に搭載され、それら歪みゲージの複数のリード(lead、導線)が、トルク値を表す出力電圧を発生させるホイートストンブリッジ回路に接続される。そのホイートストンブリッジ回路および他のいくつかの処理要素は、アクスル 14 内にある印刷回路基板(P C B) 28 上に設置することが可能である。この種の構成態様においては、ペダルに搭載された歪みゲージから延びる複数のリードがアクスル 14 の内部まで延びるとともに、前記ホイートストンブリッジ回路とは別の(separate)ホイートストンブリッジ回路に接続される。これに代えて、後述のように、別の電子部品を複数の歪みゲージと共にクランク(the crank、同じ片側クランク)に搭載することが可能である。

#### 【0038】

さらに具体的に説明するとともに特に図 9 - 図 20 を参照すれば、ここに図示されている例示的な実施態様においては、パワー測定装置 30 が、1 本のクランク・アーム 32 に搭載されている。図示されているクランク・アーム 32 は、室内サイクリング(I C)用の

自転車に特に適しているが、そのクランク・アーム 3 2 は、他の形式のエクササイズ用自転車に、その自転車が直立姿勢であるか、横臥姿勢であるか、それらとは別のものであるかを問わず、使用することが可能であり、また、エリプティカル・トレーナ、階段登りトレーニング・マシンなどのような、クランク・アームを用いる他の形式のフィットネス用設備と共に用いることも可能であり、また、クランク・アームを有する任意のデバイスであって、パワー測定またはパワーを構成する複数の成分要素（例えば、トルク、力、RPM）の測定が要望されるかその他の点で利益があるものと共に用いることも可能である。

【 0 0 3 9 】

このパワー測定装置 3 0 は、ハウジング 3 4 を有しており、そのハウジング 3 4 は、今回のクランク・アームの内側部分 (inside portion) 3 8 であって底部ブラケット (bottom bracket、ボトム・ブラケット) 側開口部 4 0 とペダル側開口部 4 2 との間に位置するものに外れないように固定されている。種々のパワー測定用電子部品がそのハウジング 3 4 内に提供される。今回のクランク・アームの内側部分 3 8 にハウジング 3 4 が装着されるが、その内側部分 3 8 は、自転車用のフレーム、駆動スプロケット、その他の部品に隣接するかまたは対向している部分である。可能な種々の他の実施態様においては、ハウジング 3 4 が、今回のクランク・アームのうちの他の部分、例えば、上部、底部または外側部分に外れないように固定することも可能である。しかし、ハウジング 3 4 を今回のクランク・アームの内側部分 3 8 にしっかりと固定することにより、ハウジング 3 4 およびそれに付随するパワー測定部品が、乗り手にも他の障害物にも不注意に接触してしまうことから保護される。例えば、乗り手の足がペダルから滑り落ちてしまうと、そのときにハウジング 3 4 が今回のクランク・アームのうちの他のある部分にしっかりと固定されていると、前記足がハウジング 3 4 に接触してしまう可能性がある。しかし、今回のクランク・アームの内側においては、乗り手の足がハウジング 3 4 に接触しない。

【 0 0 4 0 】

次に、図 12 - 図 18 を参照すると、ハウジング 3 4 は、被搭載部 (mounted portion、ハウジング 3 4 のうち、相手部品に搭載される部分) 4 4 と、片持ち状部 (cantilever portion、ハウジング 3 4 のうち、片側のみ、相手部品によって支持される部分) 4 6 とを備えている。被搭載部 4 4 は、前記クランク・アーム内の、機械加工された凹部 5 0 に、例えば、一対のボルト 4 8 により、外れないように固定される。別に可能であることは、ハウジング 3 4 を前記クランク (the crank、前記クランク・アーム) に、テープ、接着剤または他のメカニズムを用いて貼り付ける (attach、付着させる、装着する) ことである。後に詳述するように、1 または複数の歪みゲージが、前記クランク・アームのうち、機械加工された凹部 5 0 の内部に搭載される。被搭載部 4 4 は、雄部を有し、その雄部は、周方向フランジ 5 2 を、当該雄部の大きさが、機械加工された凹部 5 0 のちょうどフィットする大きさであるように、有する。ガスケット 5 4 を、被搭載部 4 4 のうち、前記クランクに隣接する部分に形成される周方向通路内に提供してもよい。組立時、そのガスケット 5 4 は、水分、例えば、乗り手からの汗、登山道 (trail) や道路 (road) からの水もしくは泥が、凹部 5 0 内に侵入することもハウジング 3 4 内に侵入することも阻止するために、ハウジング 3 4 の被搭載部 4 4 と前記クランク・アームとの間にサンドイッチされる。

【 0 0 4 1 】

被搭載部 4 4 は、さらに、空洞部 5 6 を有しており、その空洞部 5 6 内に、回路基板 5 8、リード・スイッチ (reed switch) 6 0 (回路基板 5 8 に接続される) およびポート 6 2 が提供されており、そのポート 6 2 により、回路基板 5 8 上の複数の電気部品がアクセスされるかまたはそれ以外の方法で通信を行うことが可能であり、その目的は、ソフトウェアまたはファームウェアの更新および情報の入手にある。よって、前記歪みゲージおよびその歪みゲージへの電気的な接続部に加えて、前記歪みゲージの出力信号を処理してそのデータを送信する種々の電気部品も、ハウジング 3 4 の空洞部 5 6 内に配置される。具体的な一配置態様においては、一対のボルト 4 6 が被搭載部 4 4 を貫通して、前記クランク内の凹部 5 0 内に形成されたねじ付き開口部 6 4 であって前記一対のボルト 4 6 と嵌り合うものにしっかりと固定される。印刷回路基板 5 8 は、一対の成形済シリンダ (cylinder)

10

20

30

40

50

er、円筒部)46の間を延びるとともにそれらに連結され、それら成形済シリンダ46を一対のボルト48が貫通している。それら成形済シリンダ66は、ハウジング34の被搭載部44の一部であって一体的であるものを構成するとともに、被搭載部44の外側壁68と前記クランク・アーム内の凹部50との間を延びている。それら成形済シリンダ46は、それらが前記クランクに係合するとともに、ハウジング34が、ボルト48の締め付け作業中に、裂けないような大きさを有することが可能である。

#### 【0042】

この書類に説明されているパワー・アセンブリ(power assembly、パワー測定アセンブリ、パワー測定装置)30は、さらに、前記クランク(the crank、前記クランク・アーム)に手を加えることなく、既存のクランク・アームであって任意の形式を有するものに接着したり、非機械的な方法で締結することが可能である。この種の例においては、パワー・アセンブリ30のハウジングが片持ち状部を有してもよいし有しなくてもよく、また、凹部に係合するように構成された雄部を有しないことなる。複数の歪みゲージを、前記クランク(the crank、前記クランク・アーム)の側壁(side wall)を物理的に変形させることなく、前記クランクのうちのある壁(a particular crank wall)に直に接着することが可能である。しかし、何らかの表面調製作業(surface preparation)(洗浄など)を、前記複数の歪みゲージを前記クランク壁に接着するのに先立って行うことを必要としてもよい。パワー・アセンブリ30のハウジングの底面は、前記複数の歪みゲージを被覆する(cover、保護する)とともにそれら歪みゲージに接続された複数のリード(lead)を収容するに適した開口部(an opening、1つの開口部)を有するであろう。当該パワー・アセンブリが接着されるかもしれないクランク・アームであって存在することが可能であるものの数が膨大であることを考慮すると、前記クランク・アームの表面に係合する前記底面および/または底壁(the lower surface and/or wall、パワー・アセンブリ30のハウジング34の底面および/または底壁)は、定められた(given、注目されている)クランク・アームのクランク・アーム壁形状にマッチするような形状を有することが可能である。これに代えて、互いに異なる複数のアダプタを、共通のパワー・アセンブリ・ハウジング(power assembly housing、パワー・アセンブリ30の、複数のクランク・アームに共通に使用されるハウジング34)が、互いに異なる複数のクランク・アームに嵌まるように製造することが可能である。この種の構成態様においては、アダプタが、定められた(given)クランク・アームに嵌り合う形状を有する第1側部と、前記共通のパワー・アセンブリ・ハウジング(power assembly housing、パワー・アセンブリ30のハウジング34)に嵌まる形状を有する第2側部とを有することが可能である。前記ハウジングは、それに定められた構成態様の如何を問わず、プロセッサ、バッテリおよび無線送信が可能な部品を収容する。したがって、当該システムは、前記クランク・アームを変更することなく(例えば、前記クランクを構造的に完全なものにし得る(could effect the structural integrity)複数本のボルトを受け入れるように前記クランク・アームに雌ねじ切りを行う(tap)ことなく)、広範囲の既存のクランク・アームのうち任意のものに嵌まることが可能であり、また、当該パワー・アセンブリは、前記クランクを有するデバイスに乗っているかおよび/またはその上に乗ってエクササイズしている最中に作用しているパワーの値を表示するために用いられることが可能であるパワー値を無線送信するであろう。この種のシステムを用いれば、ドライブ・トレイン(drive train、駆動力伝達)系の既存部品を購入することも交換することも不要となる。むしろ、乗り手は、自分のドライブ・トレイン系の既存部品のために(for、それを残したまま、それに合わせて)、単に、クランク・アームを改修するか、またはクランク・アーム(パワー測定アセンブリが装着されたもの)を購入することが可能である。

#### 【0043】

図15、図16および他の図面に示すように、前記クランク・アームの凹部50の内部において、1または複数の歪みゲージ70を提供することが可能である。図示されている実施態様においては、2つの歪みゲージ対が、各ゲージ対(each pair)のうちの一部材が、前記クランク・アームの中心線72から距離に関して、反対側のゲージ対(opposing pa

10

20

30

40

50

ir)と等しい状態で図示されている。それら歪みゲージ 7 0 は、前記クランク・アームの前記内側壁上に設置されている。具体的な一実施態様においては、それら歪みゲージ 7 0 が、前記クランクの平滑で平坦な表面に接着されている。機械加工によるかまたは他の方法で形成された凹部 5 0 が図示されているが、当該パワー測定装置は、既存のクランク・アームに、そのクランク・アームに対する事前の処理をほとんど行わないかまたは全く行うことなく、適用することが可能である。機械加工された凹部 5 0 は、平滑で平坦な底面を有しており、その底面に、複数の歪みゲージ 7 0 が強固に固定される。複数のクランク・アセンブリ間での統一性(consistency、歪みゲージ配列に関する複数のクランク・アセンブリ間での統一性)を促進するために、1つのテンプレートを、それら歪みゲージ 7 0 を前記機械加工された凹部 5 0 内のクランク表面に貼り付けるために用いることが可能である。これに代えて、歪みゲージ 7 0 を、サブストレート上に目標の配列(configuration)を成すように事前に搭載しておき、そのサブストレートを前記クランクに搭載することが可能である。機械加工された凹部 5 0 の複数の側壁は、さらに、前記ハウジング(the housing、パワー・アセンブリ 3 0 のハウジング 3 4)を位置決めするための便利な方法を提供する。

10

## 【0044】

図示されている実施態様においては、複数の歪みゲージ 7 0 が、前記クランクが底部ブラケット(the bottom bracket、前記クランクの基端部のブラケット、基端ブラケット、ボトム・ブラケット) 6 5 に搭載される位置 4 0 により近い位置であって、トルクがペダル 7 4 から前記クランク・アームに付加される位置からはより遠い位置に配置されている。したがって、複数の歪みゲージ 7 0 は、前記クランク・アームのピボット・ポイント(pivot point、回転中心点)(すなわち、理論的なはりにおける曲げポイント)により近い位置に配置されるため、歪みゲージ出力値分解能(resolution、感度限界)が高く、それにより、ここに説明されるホイートストンブリッジ回路の出力電圧が、トルクが同じである状況で、複数の歪みゲージ 7 0 がペダル・ポイント(the pedal point、ペダル 7 4 に力が入力されるポイント)により近い位置に設置される場合より、高くなる。分解能が高いため、前記出力電圧が、ノイズおよび他の偽電圧出力値より高くなり、よって、前記ホイートストンブリッジ回路が、自身の電圧検出値を精度良く抽出するために、フィルタリング、増幅などを行う必要性が低下する。

20

## 【0045】

図示されているように、複数の歪みゲージ 7 0 は、前記クランク・アームのうちの同じ壁上に設置されるとともに、それら歪みゲージ 7 0 は、相対的に同じ向きを有するように配列されている。具体的な一実施態様においては、それら歪みゲージ 7 0 の各々が、他のゲージに対して平行である。換言すれば、各歪みゲージ 7 0 は、伸びまたは縮み(tension or compression、前記クランク・アームの伸びまたは縮み)に各歪みゲージ 7 0 自身が応答して変化する長手軸線を有する。各歪みゲージ 7 0 は、それぞれの長手軸線が互いに平行であるように、配列される。したがって、図 15 の例においては、前記クランクに作用する力であって下向き力として図示されているものにより、上側の歪みゲージ(7 0 A および 7 0 B)が伸び状態に置かれる一方、下側の歪みゲージ(7 0 C および 7 0 D)が縮み状態に置かれることになる。このような配列の幾何学的特性により、前記複数のクランクに作用するパワーであって前記底部ブラケットを中心とした回転を発生させるものの測定に重要ではない複数の力が除去される(filter out、フィルタによって除去される)。例えば、乗り手が下向き力と非下向き力との双方をペダル 7 4 に加えるなどしたために、万一、横力(traverse force)(例えば、前述の 2 対の歪みゲージ 7 0 によって定義される 1 枚の平面に対して直角な方向)がペダル 7 4 に作用すると、前記横力が原因となり(from、から)、すべての歪みゲージ 7 0 が同じ方向に縮むかまたは伸び、前記ホイートストンブリッジ回路の電圧出力値が 0 となる。同様に、ペダル 7 4 に作用する非接線力(non-tangential force、前記ペダル・ポイントの回転軌跡の、そのポイントにおける接線と交差する直線に沿って作用する力)が、自動的に、接線力(tangential force、前記接線に沿って作用する力)の測定値に正規化される。

30

40

50

## 【0046】

さらに、複数の歪みゲージ70は、クランク・アーム32のうちの同じ壁または同じ表面上に配置されている。この書類に記載されている具体的ないくつかの実施態様においては、複数の歪みゲージ70がそれぞれクランク・アーム32の内側壁上に配置されている。その内側壁は、他方のクランクに対向する壁であるか、または、前記クランクがエクササイズ用自転車に組み付けられる場合には、そのエクササイズ用自転車のフレームである。当該アセンブリは、その構成に応じ、他のいくつかの壁上に配置することが可能である。しかし、前記内側壁であれば、他の部品との不注意な接触をある程度防止することが可能である。この内側壁（または、この内側壁に対向する（opposite、それとは反対側にある）外側壁）は、自転車のペダルを漕いでいる際に、上側壁および下側壁（それら壁またはそれらの表面は、内側壁と外側壁とを互いに接続する）の撓みより少ない撓みを経験する。複数の歪みゲージ70をそれら上側壁および／または下側壁上に設置すると、同じ力の割りに、歪みゲージ用ブリッジ回路からの出力が増加し、それにより、潜在的に高い分解能で大きな歪みゲージ用ブリッジ回路の出力値が実現される。それにもかかわらず、潜在的には、他の部品との不注意な接触のリスクが高く、このことは、室内用自転車であるか屋外用自転車であるかを問わない。

10

## 【0047】

各歪みゲージ70は、複数のリード（lead、導線など）76を有しており、それらリード76は、ホイートストンブリッジ回路構成を成すように接続されている。例えば、図19に示すように、複数の歪みゲージ70は、図示されている回路構成を成すように接続されている。ハーフ・ブリッジ構成のような、個数の如何を問わず歪みゲージを用いる他のいくつかの回路構成が存在し得る。図21を参照するに、複数の歪みゲージ70、プロセッサおよび送信機を、クランク・アクスル内に、または、クランク・ハウジング内に設置することが可能である。入力電圧が前記ブリッジ回路に印加され、そのブリッジ回路の出力電圧は、前記クランク・アームに作用する曲げ力であって接線方向に作用するもの（トルク）に比例する。その出力電圧は、例えば差動アンプおよびフィルタであって出力電圧をプロセッサに供給するもののような、条件設定（conditioning、コンディショニング、調整、波形整形など）および増幅を行うある形式の回路に印加することが可能である。さらに可能であることは、前記信号を変換して条件設定（conditioning、コンディショニング、調整、波形整形など）を行うためにアナログ・デジタル変換器を用いることである。

20

## 【0048】

図示されている歪みゲージ構成（configuration、配列態様など）により、ホイートストンブリッジ回路の出力電圧が、加えられたトルクに比例するとともに、クランク・アームの回転方向およびクランク位置（the crank position、クランクの回転位置）をも示している。図20Aおよび図20Bに示すように、概略的に説明すれば、第2のホイートストンブリッジ回路の出力値が正弦波状を成しており、その出力値は、クランク・アームがほぼ水平位置にあり、そのクランク・アームに下向き力が作用する状態（図20Bでは、クランク位置A）で、最高の出力電圧となる。クランク・アームが下向き垂直位置（クランク位置B）まで移動すると、前記電圧が典型的には約0となり、また、クランク・アームが上向きに移動して水平位置（クランク位置C）に到達すると、前記電圧がわずかに負の値となる。典型的には、反対側のクランク・アームの下向き力により、測定対象であるクランク・アームが乗り手の脚の重さのうちの一部に抗して押し上げられ（典型的には、乗り手は、それらクランク・アームを引き上げることはせず、よって、反対側の脚は、その一部の力を、反対側のクランク・アーム（the opposing crank arm、測定対象であるクランク・アーム）を反対側の脚（the opposing leg、測定対象であるクランク・アームのペダルに乗せられている脚）に抗して上向きに押し上げるために用いる）、また、クランク・アームが上向き垂直位置（クランク位置D）まで移動すると、前記出力電圧が、負の値から正の値に変化し、そして、クランク・アームが水平位置（クランク位置A）まで回転させられると、前記出力電圧がそのピーク出力値に再度到達する。第1の歪みゲージ・セット（set of strain gauge、歪みゲージ・アセンブリ22）および第1のホイートス

30

40

50

トンブリッジ回路（クランク・アクスルに関連付けられる）は、同様な正弦波を生成し、ただし、その正弦波は、図20Aおよび図20Bに示す正弦波とは位相が約180度ずれており、なぜなら、それらクランク・アームは、位相が180度互いにずれているからである。

【0049】

前述のように、可能であることは、パワー測定が、2本のクランク・アームの一方のみにおいて行われ、2本のクランク・アームの一方のみに関連付けられるということである。この種の構成態様においては、定められた(given)乗り手の右脚と左脚とが相対的に対称であると仮定され、当該パワー測定装置から計算される平均パワー値であって一方のクランクに関連するものが2倍され、それが表示用プロセッサに送信される。図21に示すように、当該パワー測定装置とは別のデバイス(a separate device)が、無線受信機と、前記プロセッサに追加される別のプロセッサ(an additional processor)と、表示器とを有することが可能である。一例においては、パワー値を2倍することが、当該パワー測定装置（該当するクランクのハウジング内に存在するか、該当するクランクに位置する）において、適切なプロセッサによるかまたはその他の方法で行われ、当該パワー測定装置によって無線送信されるパワー値が、2倍にされること(the doubling、2倍された値)を含んでいる。この種の構成態様においては、当該パワー測定装置が、適切な表示装置と共に作動することが可能であり、または、複数のサードパーティ(third party、当該パワー測定装置を製造販売する当事者企業ではない他社業者)・デバイスと共に作動することが可能であり、そのサードパーティ・デバイスは、左右の脚を説明する(account for、左右の脚に見合う)値が入力されることを想定しており、そのサードパーティ・デバイスは、値を2倍する機能を本質的に有しない。いくつかの例においては、当該パワー測定装置は、片側の脚(片側のクランク)のパワー値を無線送信し、その値を2倍することが、表示用プロセッサまたは関連する表示用電子部品において行われることが可能である。これに代えて、当該パワー測定装置は、それとは別の複数のパワー測定装置がそれぞれ、互いに対向する複数本のクランク・アームに搭載され、それにより、互いに異なる複数のクランク・アーム別パワー測定値を出力する場合に、受信した複数のパワー値を合計するように構成することが可能である。

【0050】

それにもかかわらず、表示されるパワー計算値／測定値は、定められた(given)乗り手によって出力される全パワーを示している。片側の脚のみのパワーを測定することは、理論的には、脚ごとに別々のデバイスを用いて測定するほど正確ではないが、それにもかかわらず、いくつかの利点を有する。第1に、当該パワー測定装置を改修するとともに保守することの複雑さおよびコストが、2つのデバイスを有する同様な実施態様に比べれば、非常に低い。したがって、例えば、スピンドルを利用したパワー測定に関し、既存のクランク・セット(crank set、クランク、アクスルすなわちスピンドル、クランクとアクスルとの双方)を、単に、パワー測定部が装備されたスピンドルを用いて改修することが可能である。第2に、トレーニング設備(training equipment、自転車など)に装着される場合、特に、あるジム環境においては、この書類に説明されているパワー測定装置が、複数台のマシン(machine、自転車など)の間でパワー測定値が統一されるように較正される(calibrated、キャリブレーションされる)ことが可能であり、そのジム環境においては、同じ乗り手が、あるジムまで繰返し移動する際に(during successive trips to the gym、同じジムに毎日移動する際に)同じ設備(equipment、自転車など)を使用しない可能性がある。この種の統一によれば、ライディング(riding、自転車に乗ってそのペダルを踏んで回転させる動作)が複数台のマシン(machine、自転車など)間で(across machines、異なる複数台のマシンを使って)行われるか否かを問わず、同じ乗り手は、全体的かつ相対的なライディング特性の変化(overall relative riding differences、複数回のライディング時に測定された複数のパワー値を全体にわたって観察した場合におけるパワー測定値の前回値と今回値との差として表される乗り手のパワー値の変化)を測定することが可能である。もちろん、可能であることは、同じマシンのうちのスピンドルとクランク

10

20

30

40

50

・アームとにパワー測定装置を装着し、複数のパワー測定値の合計値のみならず、それぞれのクランク・アームごとのパワー測定値をも出力するということである。この種の実施態様においては、乗り手に、脚ごとのデータが、全パワー出力を表す全パワー出力値に加えて提供されることになる。

【0051】

リード(reed)・スイッチ60が、当該パワー測定装置内に収容され、磁石(図示しない)が、クランクが装着される装置の種類の如何を問わず、その装置のフレームに、リード・スイッチ60が前記磁石を通過すると閉じるように設置される。よって、リード・スイッチ60の2つのパルス間の時間が、1本のクランクの完全な1回転を示す。マイクロプロセッサ・クロック(microprocessor clock、内部クロック)を使用することにより、それらパルスが、1分当たりの回転数の測定値に変換され得る。

10

【0052】

「パワー」は、乗り手の体力を表す最も一般的な測定値である。図22を参照するに、一実施態様においては、瞬間トルク値が前記複数の歪みゲージによって測定され、このとき、それら歪みゲージの出力電圧は、表示のために、パワー値に変換される。第1に、それら歪みゲージの電圧出力は、プロセッサに出力される(工程1400)。クランク・アーム(the crank arms、前記複数のクランク・アーム)に関し、第2の回路の出力値がトルク測定値であり、そのトルク測定値は、ひいては、毎秒ラジアン角度値(a radians/sec value、角速度値)を取得することにより、パワー値に変換される。同様にして、第1の回路の出力値(アクスル内の複数の歪みゲージに関する)は、1本のクランクによってスピンドル上に生成されるねじりの測定値である。パワーは、いずれかの値(either value、トルク値とねじり力とのいずれか)について同様にして計算することが可能である。2本のクランク・アームから発生するトルク値に基づく一例を特に参照すると、この書類において述べられるように、前記電圧出力が、まず、アナログ・デジタル変換器により、デジタル値に変換されることが可能である。具体的な一実施態様においては、次のように、パワー(ワット)が、毎秒ラジアン角度値(radians/sec value、角速度値)にトルク値が乗算されることによって計算される。

20

(1) パワー(ワット) = 毎秒ラジアン角度値 × トルク

【0053】

前記リード・スイッチおよび/または加速度計(accelerometer)により、2本のクランク・アームのそれぞれの回転数を表すデータが提供される。プロセッサ・クロックまたはその他の方法と組み合わせて、プロセッサは、1秒当たりのラジアン角度という単位で、1分当たりの回転数を取得する(工程1410)。リード・スイッチにより、1個のパルスが、1本のクランク・アームの1回転ごとに検出され、そのパルスは、前記プロセッサ・クロックとの比較により、1分当たりの回転数に変換される。その後、そのRPM値を毎秒ラジアン角度値に変換するために、具体的な一例においては、次のように、0.1047という乗算値が用いられる。

30

(2) PRM × 0.1047 = 毎秒ラジアン角度値

【0054】

前記歪みゲージ測定値は、前記回転数測定値と組み合されて、上述の手法により、瞬間パワー値に変換され、その値は、次のように、1本のクランク・アームのうち、前記2個の開口部間の長さを掛け算される(工程1420)。

40

(3) トルク(Nm) = 力(N) × 長さ(m)

【0055】

したがって、前記毎秒ラジアン角度値がトルク測定値に乗算されることにより、パワー値が計算される。一例においては、パワー値が、32Hzという周期で、サンプリングされ、変換され、そして、ダイナストリーム イノベーションズ社によって開発されたANT+プロトコルを用いて、前記表示器に無線送信される(工程1430)。前記送信機が、前記ハウジング内に存在する個別の部品として図示されているが、可能であることは、他の電気部品と共に、アクスルまたはクランク用ハウジング内のプロセッサ内に提供され

50

るということである。さらに、そのプロセッサは、A S I Cとして実装したり、プロセッサに接続されたメモリ内の複数の指令であってコンピュータによって実行可能なものとして実装したり、カスタムI Cなどとして実装することが可能である。さらに、他のプロトコルおよび他の無線送信メカニズムを採用することが可能である。例えば、前記送信機は、ブルートゥース(登録商標)・メッセージを送信したり、この種の構成態様において、複数のメッセージを、アクスルまたはクランクを有するプロセッサに送信することが可能であり、なぜなら、ブルートゥースは、双方向性を有するからである。

#### 【0056】

可能な一実施態様においては、平均パワー値が、すべてのサンプル値の平均値ではなく、ある数のサンプル値について、表示されることが可能である(工程1440)。この方法によれば、例えば、急加速に伴うパワーの大きな変化はキャプチャされるが、複数のパワー測定値間の大きき変動は、平均化により、除去されることが可能である。一例においては、直近の64個の測定値についての移動平均値(rolling average)が表示される。したがって、平均パワー値を表示するために、それら直近の64個の測定値が合計され、その合計値が64で割り算される。注目すべきことは、当該パワー測定装置は、複数の瞬間パワー測定値を32Hzで送信し、それら測定値は、2倍される(反対側のクランクについては、パワー測定装置を用いることなく、片側のクランクについての測定値でカバーするため)ということである。送信周波数と平均化とをこのように組み合わせて用いることは不可欠ではないが、明らかであることは、急加速に伴う瞬間的な変化に反応するということを、平均化される値の数が過少であっても過大にチラチラしない(not overly jittery)表示器を提供しつつ、実現するということである。さらに可能であることは、複数のトルク値(または複数の電圧値)およびRPM測定値を送信し、その後、表示器コンソール内においてパワー値を計算するということである。

#### 【0057】

ハウジング14を示す複数の図面(例えば、図9、図10および図12)を再び参照すると、被搭載部44の近傍に、このハウジング14の片持ち状部46が存在する。その片持ち状部46は、被搭載部44から、クランク・アーム本体部に沿って、ペダル側開口部42まで延びている。この片持ち状部46は、電力をハウジング14の被搭載部44内の複数の電気部品に供給するために、複数のバッテリ78と複数の接点80とを収容する。この片持ち状部46は、クランク・アームの内側部の近傍ではあるがそれに接触しない位置に、実質的に平坦な底部を有する。クランク・アームが、使用中、わずかではあるが、曲がるため、ハウジング14の一部を片持ち状にすることにより、いくつかの利点を実現する。第1に、クランク・アームに接触しないことにより、クランク・アームが片持ち状部46に対して相対的に動いてそれを擦ることによってキー音が発生することがなくなる。第2に、その片持ち状部46がクランク・アームにボルト止めされない。この片持ち状部46がボルト止めされていると、被搭載部44上の前記複数本のボルト(the bolts、ボルト48)の、片持ち状部46のボルトに対する相対的な距離が曲がること(bending distance、被搭載部44上のボルト48と片持ち状部46のボルトとの間の距離すなわち長さ部分がクランク・アームの曲りに伴って曲がること)により、潜在的に、ハウジング14が裂ける原因、前記複数本のボルトが緩む原因、または、いくつかの内部部品が損傷する原因となり得る。

#### 【0058】

片持ち状部46は、基部82を有し、その基部82は、被搭載部44から延びるとともに、被搭載部44と一体的である。その基部82は、互いに対向する側壁84と、前壁86であって、被搭載部44の中央壁88より遠位寄りに位置するものとを有する。複数のバッテリ用の接点80は、前壁86と中央壁88とに配置されており、複数のバッテリ78は、それら前壁86と中央壁88との間に配置される。複数本のワイヤが複数の接点80に接続されるとともに、電力を、前記基板に接続された種々の部品に供給するために、その基板に到達するように経路が設定されている。カバー90が、基部82にちょうどフィットし、さらに、短いスクリュー92であって前壁88内のねじ付き開口部に係合する

10

20

30

40

50

ものによって抜けないように固定される。図示されているこの実施態様は、2本のAAバッテリを有しており、それらは、簡単な交換と長い寿命を必要とするクラブ環境に非常に適している。より小型の腕時計型（硬貨型）のバッテリ(watch style (coin) batteries、ボタン電池）や他の形式の電源を用いることも可能である。

【0059】

別の実施態様においては、2軸または3軸を有するかもしれない加速度計を、単独で、またはリード・スイッチ70と組み合わせて使用することが可能である。加速度計は、クランク位置とrpm測定値との双方を出力するために用いることが可能である。すなわち、例えば、2軸の加速度計、または3軸の加速度計であってそれら3軸のうち2軸が用いられるものにおいては、一方の軸がクランク・アームに一致するように位置合わせされる一方、他方の軸がクランク・アームに対して90度成すように配向される。したがって、一方の軸は、クランクによって経験される重力(g-force)に相当する力を出力し、他方の軸は、最初の軸についての値(the first)に対して位相が90度ずれている値を出力する。クランクに関連付けられている軸がいずれかであるかということと、その軸が左側クランクと右側クランクとのいずれに装着されているかを知ることにより、前記加速度計は、複数のファクタのうち、特に、クランク位置に応じた値を出力する。さらに、他方の軸の出力値を比較することにより、それらクランクが前進方向にペダリングされているか後退方向にペダリングされているかを決定することが可能である。

10

【0060】

さらに別の実施態様においては、サーミスタが、プロセッサと相互に作動することが可能な状態でプロセッサに関連付けられる。複数の歪みゲージ、クランクを構成する材料および他の部品は、温度の影響を受ける。したがって、ライド(ride、自転車に乗ってペダルを踏んで回転させる動作)が早朝開始され、そのライドが外気温が上昇する間に継続される期間中であるなど、パワー・アセンブリがかなりの温度変化に曝される場合には、当該パワー測定装置によって出力されるパワー出力値が、温度によって変動する。そのような状況においては、当該パワー測定装置が、乗り手が同じパワーでクランクを回している場合であっても、温度の影響で、異なるパワー値を出力するかもしれない。したがって、早朝、150ワットでクランクを回している乗り手であると、150ワットというパワー測定値を取得し、同じ乗り手であって、外気温度が上昇した後に150ワットでクランクを回しているものが、100ワットというパワー測定値しか取得しないかもしれない。今回のサーミスタは、温度補償をそのようなパワー値に提供し、それにより、温度がパワー計算値に与える影響を軽減ないしは解消するために、用いることが可能である。

20

【0061】

具体的な一実施態様においては、前記ホイートストンブリッジ回路が、その電圧出力をアナログ・デジタル変換器に供給し、それにより、その電圧がデジタル値に変換される。前記サーミスタは、さらに、その電圧を前記アナログ・デジタル変換器に供給し、それにより、その電圧がデジタル値に変換される。それら値は、その後、前記プロセッサに入力される。したがって、そのプロセッサは、パワー値を表すデジタル値と、温度値を表すデジタル値とを受け付ける。

30

【0062】

前記プロセッサは、メモリおよび/または基板上メモリに接続されるが、このプロセッサは、パワー特性カーブを有し、さらに、温度特性カーブを有するかもしれない（サーミスタを有する前述のいくつかの実施態様において）。各カーブは、前記アナログ・デジタル変換器の出力値を、2つの既知の値（例えば、ペダル上の既知の2つの力値、または、既知の2つの温度値）のもとで測定することによって定義することができる。それらカーブは、典型的には、いずれも直線カーブであるため、各カーブの勾配を決定するのに2つの値で充分である。パワー特性カーブについては、アナログ・デジタル変換値がパワー特性カーブと比較され、それにより、クランクに加えられているパワー値が検出される。温度補償を行うため、前記サーミスタの前記アナログ・デジタル変換値が、前記パワー値に付加される温度オフセット値（すなわち、補償量）を前記温度特性カーブから選択す

40

50

るために用いられる。

【0063】

本発明の種々の代表的な実施態様をある程度具体的に説明したが、当業者であれば、その開示されているいくつかの実施態様に対して多数の変更をこの明細書に記載されている発明的な主題の主旨からも範囲からも逸脱することなく施すことが可能である。方向についてのすべての言及（例えば、上側、下側、上方向、下方向、左側、右側、左方向、右方向、上端、下端、上方に、下方に、垂直、水平、時計方向および反時計方向）は、読者が本発明のいくつかの実施態様を理解することを助けるために、区別という目的においてのみ使用され、本発明を、特に、位置、向きまたは使用法に関して本発明を限定することはない。接続に関する言及（例えば、装着、連結、接続その他同様なもの）は、広く解釈すべきであり、特記されない限り、集まった複数の要素間に介在する中間部材、および複数の要素間の相対運動を含むことが可能である。したがって、接続に関する言及は、2つの要素が直接的に接続されるとともに互いに一体的であることを必ずしも想起しない。

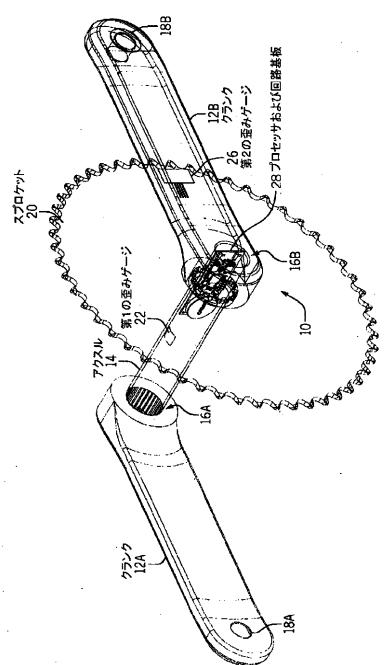
10

【0064】

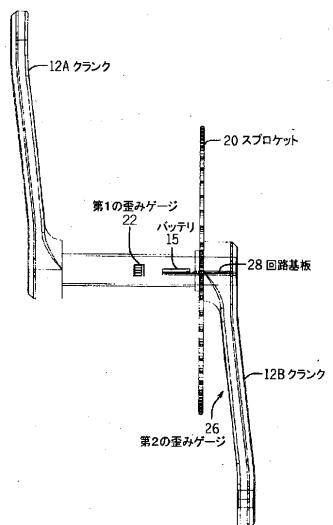
いくつかの例においては、複数の部品が、「端部」への言及が、具体的な特性を有するかおよび／または別の部品に接続される状態で、説明される。しかし、当業者であれば、本発明が、他の部品との接続点を超えてすぐに終端となる部品に限定されないことが認識される。よって、「端部」という用語は、それに隣接するエリア、その後方のエリア、その前方のエリア、または、それ以外のものであって、具体的な要素、リンク、部品、部材その他同様のものの終端の近傍に位置するものを含む方法で、広く解釈すべきである。この書類に直接的にまたは間接的に記載されている方法論においては、種々の工程および種々の動作が、一つの可能な実行順序で記載されているが、当業者であれば、それら工程および動作を、本発明の主旨および範囲を必ずしも逸脱することなく、並び替え、交換しましたは、省略することが可能であることが認識される。意図されていることは、上述の詳細な説明の欄に包含されるすべての事項、または、添付されている図面に示されているすべての事項は、本発明の例示であって本発明を限定するものではないと解釈すべきである。細部または構造におけるいくつかの変更を、後続する特許請求の範囲の欄において定義されている発明の範囲から逸脱することなく、行うことが可能である。

20

【図1】



【図2】



【図3】

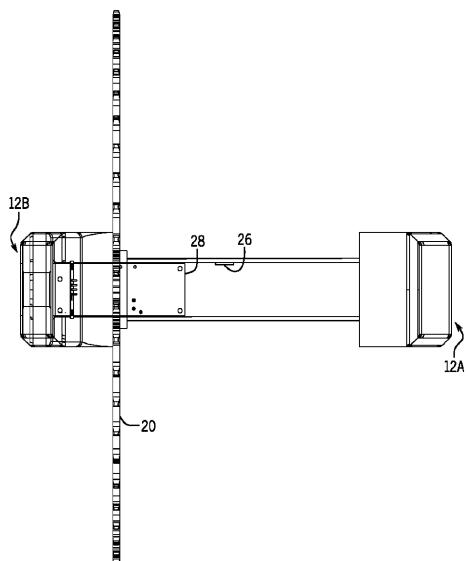


FIG. 3

【図4】

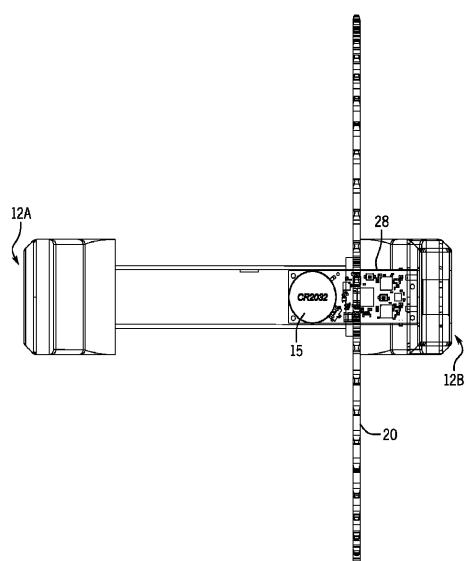


FIG. 4

【図 5】

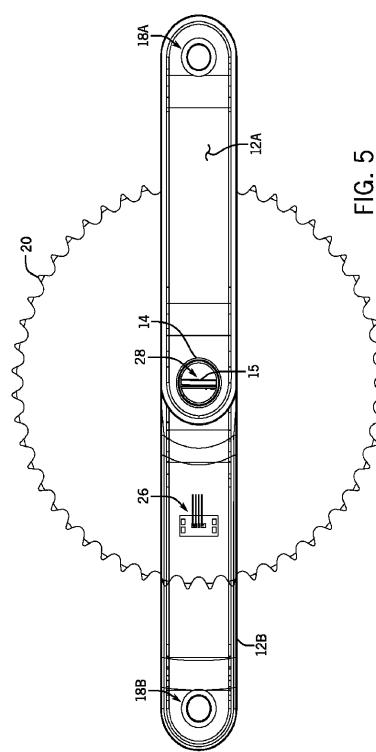


FIG. 5

【図 6】

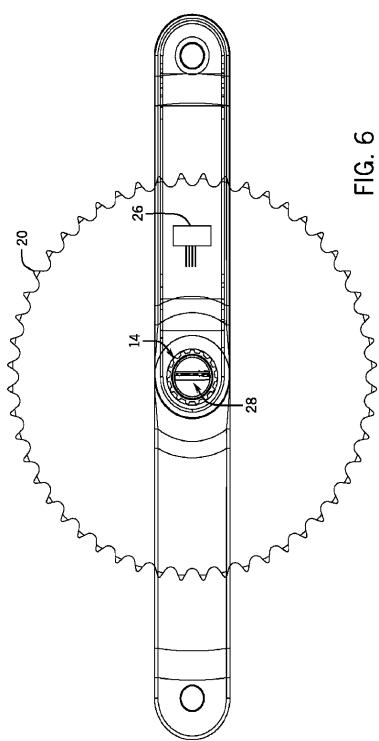


FIG. 6

【図 7】

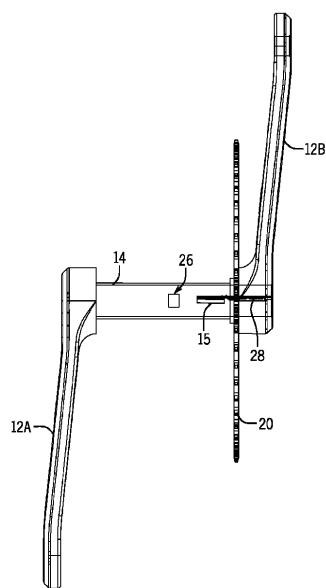
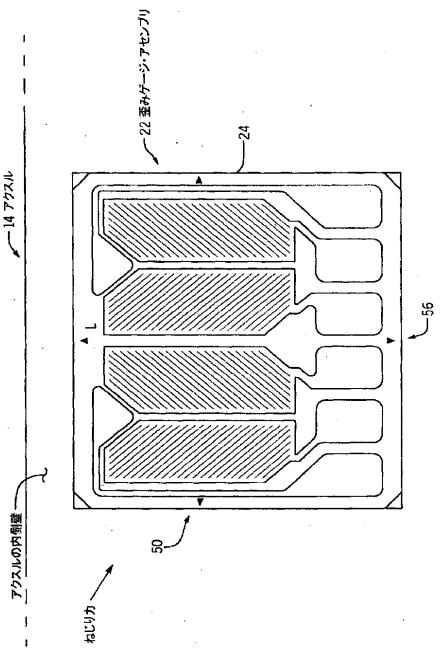


FIG. 7

【図 8】



【図 9】

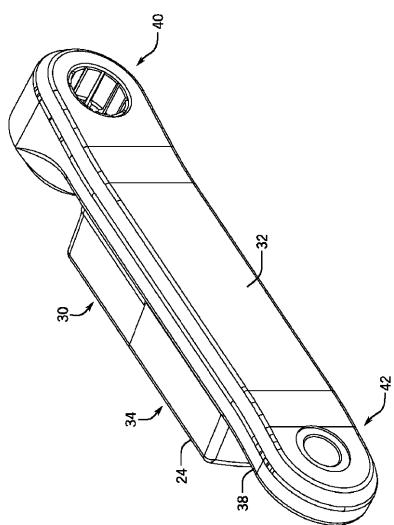


FIG. 9

【図 10】

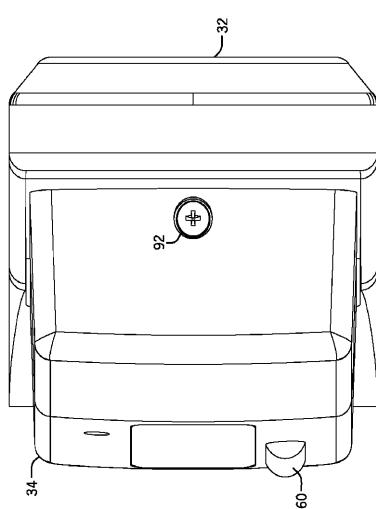


FIG. 10

【図 11】

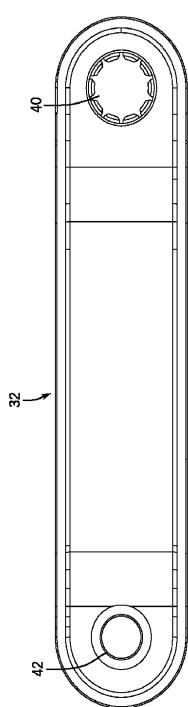


FIG. 11

【図 12 A】

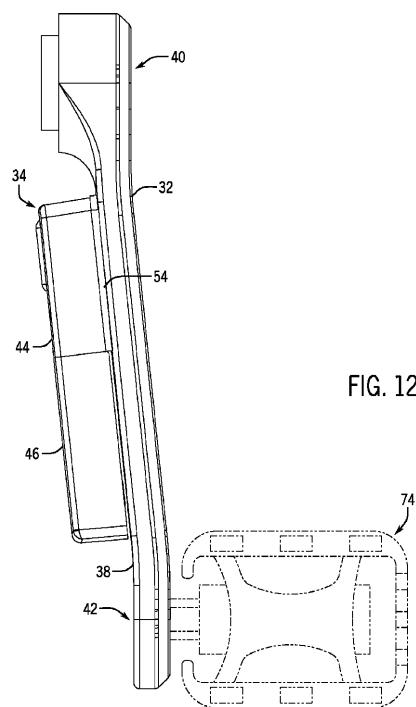


FIG. 12A

【図 1 2 B】

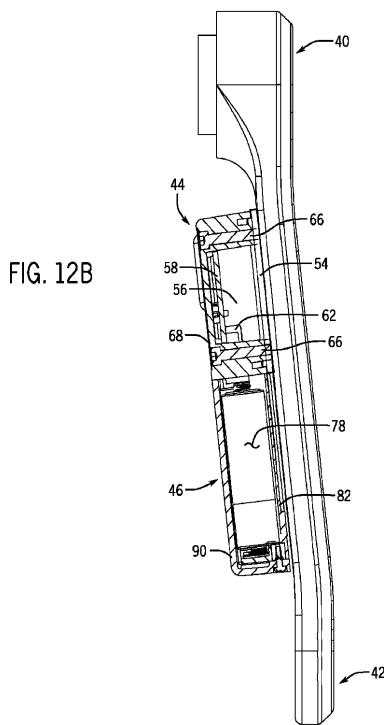


FIG. 12B

【図 1 3 A】

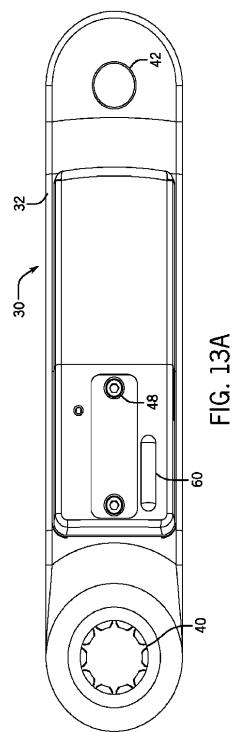


FIG. 13A

【図 1 3 B】

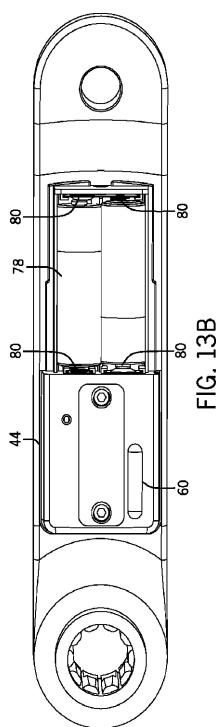


FIG. 13B

【図 1 4】

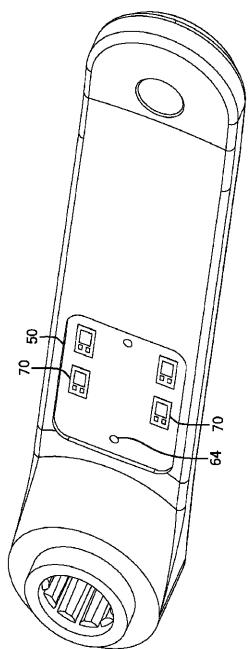
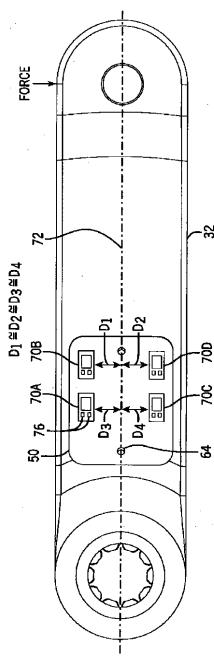


FIG. 14

【図 15】



【図 16】

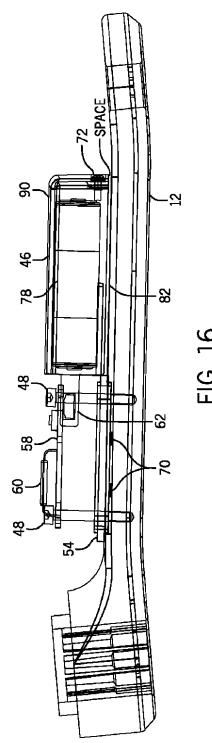


FIG. 16

【図 17】

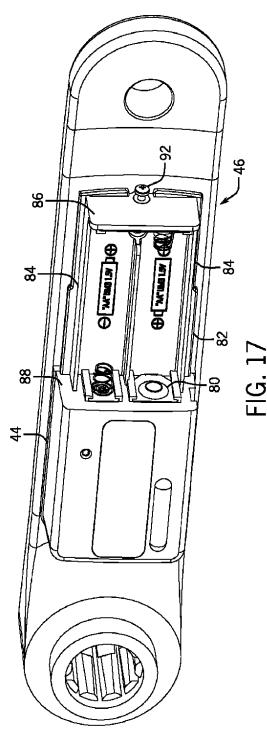


FIG. 17

【図 18】

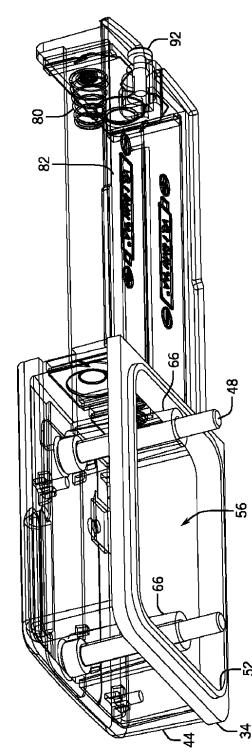
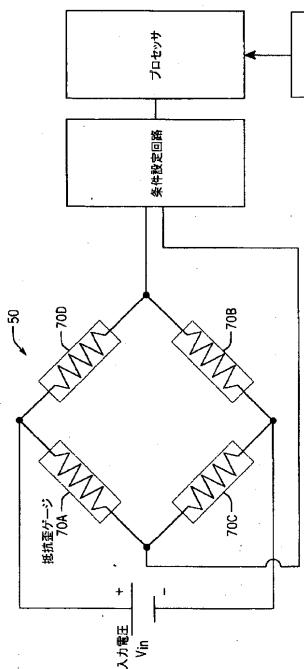


FIG. 18

【図 19】



【図 20A】

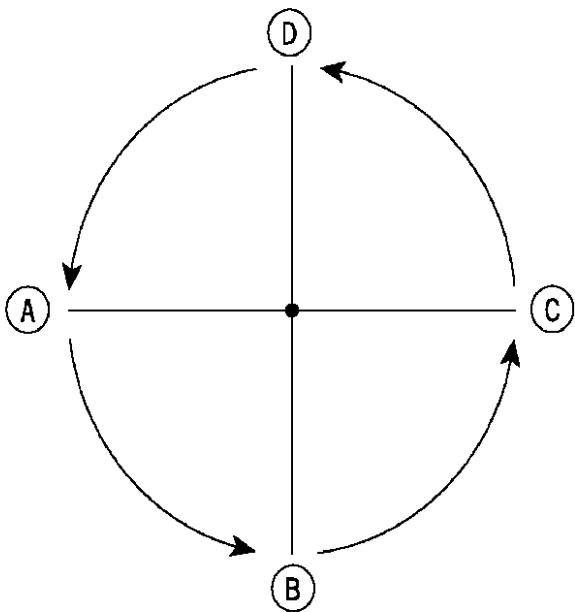


FIG. 20A

【図 20B】

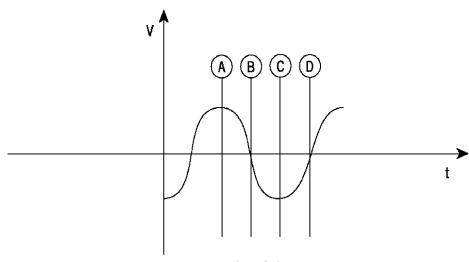
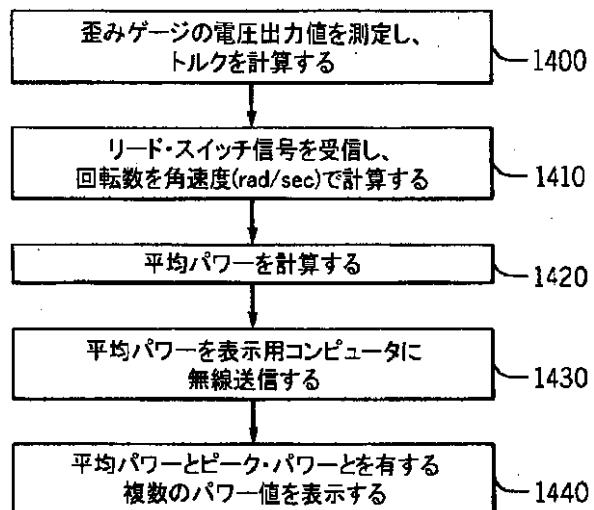
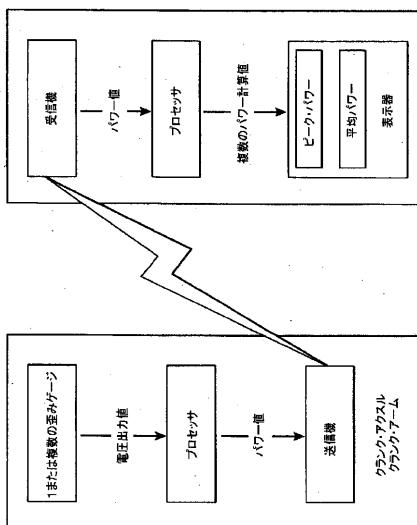


FIG. 20B

【図 22】



【図 21】



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. <b>PCT/US2013/056866</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>G01L 1/22(2006.01)i, G01L 3/14(2006.01)i, G01L 5/00(2006.01)i, A63B 22/06(2006.01)i</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <b>G01L 1/22; B62K 19/34; G05G 1/14; G01L 5/26; G01L 3/14; G01L 5/00; A63B 22/06</b>		
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: crank, axel, arm, power, transmetter, strain, gauge, circuit and wheatstone bridge		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 7806006 B2 (PHILLIPS et al.) 05 October 2010 See abstract; column 3, line 57 – column 4, line 40; claims 1, 6 and figures 2-10.	1-7, 19-25
A	EP 2248715 A2 (SHIMANO INC.) 10 November 2010 See abstract; paragraphs 13-23; claims 1-15 and figures 1-7.	8-18
A	US 2007-137428 A1 (YAMANAKA et al.) 21 June 2007 See abstract; paragraphs 30-35 and figures 3-11.	1-25
A	US 2003-097901 A1 (YAMANAKA, MASAHIRO) 29 May 2003 See abstract; paragraph 30 and figures 3-7.	1-25
A	US 2008-245180 A1 (HUANG, YUAN-HSIN) 09 October 2008 See abstract; paragraphs 4, 19, 20 and figures 5A-8.	1-25
<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 "U" 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		
Date of the actual completion of the international search 22 November 2013 (22.11.2013)		Date of mailing of the international search report <b>25 November 2013 (25.11.2013)</b>
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 AHN, Jae Yul Telephone No. +82-42-481-8525

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/US2013/056866**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 7806006 B2	05/10/2010	AU 2008-243148 A1 CA 2643407 A1 EP 2058637 A2 US 2009-0120210 A1	28/05/2009 08/05/2009 13/05/2009 14/05/2009
EP 2248715 A2	10/11/2010	CN 101881674 A CN 101881674 B EP 2248715 A3 TW 201040073 A US 2010-0282001 A1 US 8117923 B2	10/11/2010 08/08/2012 19/10/2011 16/11/2010 11/11/2010 21/02/2012
US 2007-0137428 A1	21/06/2007	CA 2421136 A1 CA 2421136 C CA 2540794 A1 CA 2558209 A1 CA 2558209 C CA 2588970 A1 CN 100343115 C0 CN 101204984 A0 CN 101204984 B CN 101311062 A CN 101311062 B CN 1282831 C0 CN 1423069 A0 CN 1526602 A CN 1526602 C0 CN 1721138 A CN 1721267 A DE 602007003299 D1 EP 1314902 A1 EP 1314902 B1 EP 1342656 A2 EP 1342656 A3 EP 1342656 B1 EP 1426282 A2 EP 1426282 A3 EP 1426282 B1 EP 1493654 A1 EP 1493654 B1 EP 1759981 A2 EP 1759981 A3 EP 1935773 A1 EP 1935773 B1 EP 1942050 A1 EP 1942050 B1 EP 2157012 A1 EP 2157012 B1 EP 2202141 A1	08/09/2003 28/11/2006 08/09/2003 08/09/2003 04/09/2007 08/09/2003 17/10/2007 25/06/2008 01/12/2010 26/11/2008 31/08/2011 01/11/2006 11/06/2003 08/09/2004 23/05/2007 18/01/2006 18/01/2006 31/12/2009 28/05/2003 05/11/2008 10/09/2003 15/10/2003 29/06/2005 09/06/2004 22/12/2004 06/12/2006 05/01/2005 22/02/2006 07/03/2007 14/03/2007 25/06/2008 18/11/2009 09/07/2008 25/08/2010 24/02/2010 15/09/2010 30/06/2010

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/US2013/056866**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		EP 2202141 B1	19/10/2011
		JP 2003-205881 A	22/07/2003
		JP 2003-261087 A	16/09/2003
		JP 2004-136886 A	13/05/2004
		JP 2006-327585 A	07/12/2006
		JP 3771530 B2	26/04/2006
		JP 3869376 B2	17/01/2007
		JP 3869413 B2	17/01/2007
		JP 3914960 B2	16/05/2007
		TW 200827238 A	01/07/2008
		TW 271353 A	21/01/2007
		TW 278409 A	11/04/2007
		TW 280212 A	01/05/2007
		TW 280930 A	11/05/2007
		US 2003-0097900 A1	29/05/2003
		US 2003-0097901 A1	29/05/2003
		US 2004-0154430 A1	12/08/2004
		US 2004-0154431 A1	12/08/2004
		US 2004-0154442 A1	12/08/2004
		US 2005-0072264 A1	07/04/2005
		US 6755095 B2	29/06/2004
		US 6845687 B2	25/01/2005
		US 6938516 B2	06/09/2005
		US 6988427 B2	24/01/2006
		US 7234373 B2	26/06/2007
		US 7856903 B2	28/12/2010
US 2003-0097901 A1	29/05/2003	CA 2421136 A1	08/09/2003
		CA 2421136 C	28/11/2006
		CA 2540794 A1	08/09/2003
		CA 2558209 A1	08/09/2003
		CA 2558209 C	04/09/2007
		CA 2588970 A1	08/09/2003
		CN 100343115 C	17/10/2007
		CN 101204984 A0	25/06/2008
		CN 101204984 B	01/12/2010
		CN 101311062 A	26/11/2008
		CN 101311062 B	31/08/2011
		CN 1282831 C0	01/11/2006
		CN 1423069 A0	11/06/2003
		CN 1451584 A	29/10/2003
		CN 1526602 A	08/09/2004
		CN 1526602 C0	23/05/2007
		CN 1721138 A	18/01/2006
		CN 1721267 A	18/01/2006
		DE 60300899 D1	04/08/2005
		DE 60303692 D1	27/04/2006
		DE 60310184 D1	18/01/2007
		EP 1314902 A1	28/05/2003
		EP 1314902 B1	05/11/2008

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/US2013/056866**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		EP 1342656 A2	10/09/2003
		EP 1342656 A3	15/10/2003
		EP 1342656 B1	29/06/2005
		EP 1426282 A2	09/06/2004
		EP 1426282 A3	22/12/2004
		EP 1426282 B1	06/12/2006
		EP 1493654 A1	05/01/2005
		EP 1493654 B1	22/02/2006
		EP 1759981 A2	07/03/2007
		EP 1759981 A3	14/03/2007
		EP 1935773 A1	25/06/2008
		EP 1935773 B1	18/11/2009
		EP 1942050 A1	09/07/2008
		EP 1942050 B1	25/08/2010
		EP 2157012 A1	24/02/2010
		EP 2157012 B1	15/09/2010
		EP 2202141 A1	30/06/2010
		EP 2202141 B1	19/10/2011
		JP 2003-205881 A	22/07/2003
		JP 2003-261087 A	16/09/2003
		JP 2004-136886 A	13/05/2004
		JP 2006-327585 A	07/12/2006
		JP 3771530 B2	26/04/2006
		JP 3869376 B2	17/01/2007
		JP 3869413 B2	17/01/2007
		JP 3914960 B2	16/05/2007
		TW 200827238 A	01/07/2008
		TW 271353 A	21/01/2007
		TW 278409 A	11/04/2007
		TW 280212 A	01/05/2007
		TW 280930 A	11/05/2007
		US 2003-0097900 A1	29/05/2003
		US 2004-0154430 A1	12/08/2004
		US 2004-0154431 A1	12/08/2004
		US 2004-0154442 A1	12/08/2004
		US 2005-0072264 A1	07/04/2005
		US 2007-0137428 A1	21/06/2007
		US 6755095 B2	29/06/2004
		US 6845687 B2	25/01/2005
		US 6938516 B2	06/09/2005
		US 6988427 B2	24/01/2006
		US 7234373 B2	26/06/2007
		US 7856903 B2	28/12/2010
US 2008-0245180 A1	09/10/2008	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,R,S,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,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,H,R,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KN,KP,KR,KZ,LA,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,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ

(72)発明者 パトリック・エイ・ワーナー

アメリカ合衆国 コロラド州 80303 ボルダー, セネカ・プレイス 5459

(72)発明者 アンドリュー・ピー・ルル

アメリカ合衆国 コロラド州 80303 ボルダー, ケロッグ・サークル 4889

(72)発明者 パトリック・エイ・ワーナー

アメリカ合衆国 コロラド州 80303 ボルダー, セネカ・プレイス 5459

F ターム(参考) 2F073 AA01 AA35 AB01 BB02 BC02 CC01 DD01 FF02 FG01 GG03  
GG04 GG07

【要約の続き】

【選択図】図 1