

(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2014-521105

(P2014-521105A)

(43) 公表日 平成26年8月25日(2014.8.25)

(51) Int.Cl.

G01L 3/10 (2006.01)

F 1

G01L 3/10 311

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

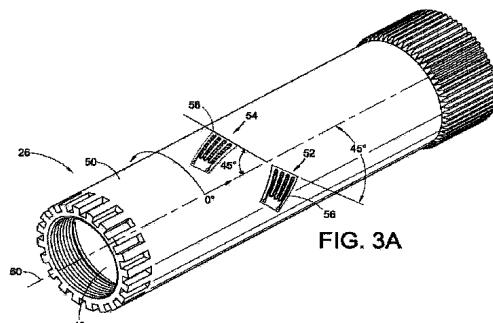
(21) 出願番号 特願2014-521719 (P2014-521719)  
 (86) (22) 出願日 平成24年7月17日 (2012.7.17)  
 (85) 翻訳文提出日 平成26年3月17日 (2014.3.17)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2012/047079  
 (87) 國際公開番号 WO2013/012870  
 (87) 國際公開日 平成25年1月24日 (2013.1.24)  
 (31) 優先権主張番号 61/508,793  
 (32) 優先日 平成23年7月18日 (2011.7.18)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)  
 (31) 優先権主張番号 13/550,932  
 (32) 優先日 平成24年7月17日 (2012.7.17)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 514014724  
 グラッシ, マイケル, ジェイ  
 GRASSI, Michael, J.  
 アメリカ合衆国 ミネソタ州 55803  
 ダルース マーシャルストリート402  
 402 Marshall Street  
 , Duluth, MN 55803  
 (US)  
 (74) 代理人 100099634  
 弁理士 平井 安雄  
 100087675  
 (74) 代理人 100087675  
 弁理士 筒井 知  
 (72) 発明者 グラッシ, マイケル, ジェイ  
 アメリカ合衆国 ミネソタ州 55803  
 ダルース マーシャルストリート402  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】トルクセンサ

## (57) 【要約】

人力を動力源とする物用のトルクセンサ(26)は、その物のクランクアーム(16)に結合されたスピンドル(50)を備える。一実施形態においては、この物は自転車である。トルクセンサ(26)は、更に、少なくとも1つの歪みゲージ(52、54)を備え、これは、スピンドル(50)に取り付けられて、スピンドル(50)の半径に対して直交する方向のせん断歪みを測定する。ある実施形態においては、トルクセンサ(26)は、スピンドル(50)の中空内部に固定されたキャリアを更に備え、そこにおいて、少なくとも1つの歪みゲージ(52、54)がキャリアを介してスピンドルに取り付けられている。効果に関して、トルクセンサ(26)は、出力を測定するための低価格な方法を提供する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

トルクが与えられる関連する物の少なくとも 1 つのクランクアームに結合された、関連するスピンドルに取り付け可能なキャリアと、

前記キャリアに、せん断パターンで取り付けられて、前記関連するスピンドルの半径に對して直交する方向のせん断歪みを測定するための歪みゲージグリッドとを備えるトルクセンサ。

## 【請求項 2】

前記キャリアは、前記関連するスピンドルの中空の内部に固定されている、請求項 1 に記載したトルクセンサ。

10

## 【請求項 3】

前記キャリアは、前記関連するスピンドルから伝達されるトルク力によってねじれ歪みを生じている間、前記関連するスピンドルからの曲げ力に起因して、機械的に柔軟性を有している、請求項 1 に記載したトルクセンサ。

## 【請求項 4】

前記キャリアに取り付けられ、そして、前記歪みゲージグリッドと共に方向を共有する第 2 の歪みゲージグリッドを更に備え、前記共通の方向は、前記キャリアの中心軸から約 45 度であり、前記歪みゲージグリッドと前記第 2 の歪みゲージグリッドとは、放射状に相互に反対方向である、請求項 1 に記載したトルクセンサ。

20

## 【請求項 5】

前記キャリアに、せん断パターンで取り付けられて、前記関連するスピンドルの半径に對して直交する方向のせん断歪みを測定するための第 2 の一対の歪みゲージグリッドを更に備える、請求項 4 に記載したトルクセンサ。

## 【請求項 6】

前記歪みゲージグリッドと、前記第 2 の歪みゲージグリッドとは、ホイートストンブリッジ配列に電気的に接続されて、ねじり力によって生じたせん断歪みに比例する電圧を出力する、請求項 4 に記載したトルクセンサ。

30

## 【請求項 7】

人力を動力源とする物の、関連するスピンドルに結合するクランクアームに取り付け可能なキャリア、及び、

前記キャリアに、せん断パターンで取り付けられて、ねじり力によるせん断歪みを測定するための歪みゲージグリッドとを備えるトルクセンサと、

前記トルクセンサからの歪みデータを受信し、受信された前記歪みデータからトルクを測定し、測定された前記トルクから算出された出力データを、受信手段に供給するようにプログラムされたプロセッサとを備える出力測定装置。

## 【請求項 8】

測定された前記トルクは、出力データの算出のために、二倍に増加される、請求項 7 に記載した出力測定装置。

40

## 【請求項 9】

前記出力データは、前記受信手段に無線で供給される、請求項 7 に記載した出力測定装置。

## 【請求項 10】

前記プロセッサは、更に、角速度センサからの角速度データを受信するようにプログラムされており、前記出力データは、測定された前記トルク及び前記角速度データから算出される、請求項 7 に記載した出力測定装置。

50

**【請求項 1 1】**

前記角速度センサは、ジャイロスコープを備える、請求項 1 0 に記載した出力測定装置。  
。

**【請求項 1 2】**

前記出力測定装置は、前記関連するスピンドルの中空の内部に配置されている、請求項 7 に記載した出力測定装置。

**【請求項 1 3】**

前記キャリアに取り付けられ、そして、前記歪みゲージグリッドと共に方向を共有する第 2 の歪みゲージグリッドを更に備え、前記共通の方向は、前記キャリアの中心軸から約 45 度であり、前記歪みゲージグリッドと前記第 2 の歪みゲージグリッドとは、放射状に相互に反対方向であり、そして、ホイートストンブリッジ配列に電気的に接続されて、曲げ力によるせん断歪みをネガートする一方、ねじり力による前記せん断歪みを測定する、請求項 7 に記載した出力測定装置。  
10

**【請求項 1 4】**

シャフトと、  
一対の歪みゲージグリッドであって、前記シャフトに、せん断パターンで取り付けられて、前記シャフトの半径に対して直交する方向のせん断歪みを測定し、且つ、ホイートストンブリッジ配列に電気的に接続されて、曲げ力によるせん断歪みをネガートする一方、ねじり力による前記せん断歪みを測定するところの一対の歪みゲージグリッドと  
を備えるトルクセンサ。  
20

**【請求項 1 5】**

前記シャフトの一部が中空である、請求項 1 4 に記載したトルクセンサ。

**【請求項 1 6】**

前記シャフトは、前記シャフトにトルクを与える 1 又は 2 以上のクランクアームと関連している、請求項 1 4 に記載したトルクセンサ。

**【請求項 1 7】**

スピンドルによって連結された一対のクランクアームと、  
前記スピンドルの中心軸に対して 45 度で、前記中心軸の半径に対して直交して、歪みを測定するように配向された歪みゲージを備えるトルクセンサと  
を備える自転車。  
30

**【請求項 1 8】**

前記歪みゲージグリッドと共に方向を共有する第 2 の歪みゲージグリッドを更に備え、前記共通の方向は、前記中心軸から約 45 度であり、前記歪みゲージグリッドと前記第 2 の歪みゲージグリッドとは、放射状に相互に反対方向であり、そして、ホイートストンブリッジ配列に電気的に接続されて、曲げ力によるせん断歪みをネガートする一方、ねじり力による前記せん断歪みを測定する、請求項 1 7 に記載した自転車。

**【請求項 1 9】**

前記トルクセンサは、  
前記スピンドルと軸方向に整合され、これに取り付けられたキャリアを更に備え、前記歪みゲージは、前記キャリアに取り付けられている、  
請求項 1 7 に記載した自転車。  
40

**【請求項 2 0】**

前記キャリアは、前記スピンドルの中空の内部に取り付けられている、請求項 1 7 に記載した自転車。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、2011年7月18日付けをもって提出された米国仮特許出願第 61/508,793 号の出願日の優先権を主張すると共に、同出願日の効果を主張し、この出願を参照として本明細書に組み込むものである。  
50

## 【背景技術】

## 【0002】

これらの例示的な実施形態は、トルクの検出に関するものである。これらの例示的な実施形態は、自転車等の人力推進車両用の出力測定と共に適用されるものであり、特に、これに関連して以下に説明する。しかしながら、これらの例示的な実施形態は、様々な適用のような他のものにも適していると理解すべきである。例えば、これらの例示的な実施形態は、懸架装置、補助電動機付き自転車、手回しクランクやトルクレンチ等の他の人力を動力源とする物、等に適用される。

## 【0003】

現在の出力測定器は、出力を測定するための数多くの異なる方法を採用している。幾つかの方法は、別名、底部ブラケットとして知られているクランクスピンドルにおけるたわみ測定を用いて出力を測定している。Gerlitzskiの米国特許第6,356,847号に係る発明は、底部ブラケット上に配置された2つの光電子センサを用いて、クランクスピンドルにおけるたわみを測定している。Etsuyoshi外の欧州特許第1978343号に係る発明は、底部ブラケット上に設けられた、幾つかの円筒状スリーブを有する磁気抵抗物質の配列体を用いて、たわみを測定している。Glueck外の米国特許公開第2010/0006760号に係る発明は、底部ブラケットのたわみに起因する磁化変化を測定している。Smithの米国特許公開第2010/0093494号に係る発明は、特別に設計されたクランクセット及びスピンドル上に設けられた複数の歪みゲージを採用して、たわみを測定している。

10

## 【0004】

出力を測定するための他の数多くの方法も存在する。Meyerの米国特許公開第2009/0120208号に係る発明、及び、Schobelerの欧州特許第0386005号に係る発明は、複数の歪みゲージを用いて、自転車のクランクスパイダーにおける出力を測定している。Coteの米国特許第6,356,848号に係る発明は、音響センサを用いて、チェーンの振動張力方法で出力を測定している。Ambrosina外の米国特許第6,418,797号に係る発明は、複数の歪みゲージを用いて、リアハブの出力を測定している。Redmond外のPCT国際特許公開第2010/000369号に係る発明は、乗り手の靴のクリートに一体化された複数の歪みゲージを用いて、出力を測定している。また、リアホイールに配置された複数の歪みゲージ、ニュートンの第三法則に基づいて出力を建設的に測定するための複数のセンサ、及び、サイクリング中のペダルスピンドルの曲げモーメントによるたわみに基づく複数の歪みゲージを用いて出力を測定するシステムも知られている。

20

## 【0005】

出力を測定するための数多くの異なる方法が存在する一方、これらはすべて改善の余地がある。たわみの測定に基づく様々な方法は、困難である。何故ならば、曲げ歪みとねじれ歪みとは同時に生じ、この曲げ歪みは、このねじれ歪みよりも大きくない場合には、これと等しいからである。これらの歪みを切り離すことは困難であり、多くの場合、時間も費用もかかる。ペダルを基礎にした方法は、費用がかかるものとして知られている。出力を直接的に測定する方法は、製造者側が調整を行う必要があり、これには費用と時間がかかる。従って、操作者側が調整することができ、低価格で正確且つ直接的な出力センサを有する低価格な出力測定器が必要である。

30

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

これらの例示的な実施形態は、上述した問題等を解決する改良された出力測定器及びセンサを提供するものである。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明の1つの見地によれば、トルクセンサが提供される。このトルクセンサは、キャ

50

リアを備え、このキャリアは、トルクが与えられる関連する物の少なくとも1つのクランクアームに結合された、関連するスピンドルに取り付け可能である。このトルクセンサは、上記キャリアに、せん断パターンで取り付けられて、上記関連するスピンドルの半径に對して直交する方向のせん断歪みを測定するための歪みゲージグリッドを更に備えている。

#### 【0008】

本発明の他の見地によれば、出力測定装置が提供される。この出力測定装置は、トルクセンサと、プロセッサとを備えている。このトルクセンサは、キャリアを備え、このキャリアは、人力を動力源とする物の、関連するスピンドルに結合するクランクアームに取り付け可能である。このトルクセンサは、上記キャリアに、せん断パターンで取り付けられて、ねじり力によるせん断歪みを測定するための歪みゲージグリッドを更に備えている。このプロセッサは、上記トルクセンサからの歪みデータを受信し、受信された上記歪みデータからトルクを測定するようにプログラムされている。更に、このプロセッサは、測定された上記トルクから算出された出力データを、受信手段に供給するようにプログラムされている。

10

#### 【0009】

本発明の他の見地によれば、トルクセンサが提供される。このトルクセンサは、シャフトと、一対の歪みゲージグリッドとを備えている。この一対の歪みゲージグリッドは、上記シャフトに、せん断パターンで取り付けられて、上記シャフトの半径に對して直交する方向のせん断歪みを測定し、且つ、ホイートストンブリッジ配列に電気的に接続されて、曲げ力によるせん断歪みをネゲートする一方、ねじり力によるせん断歪みを測定する。

20

#### 【0010】

本発明の他の見地によれば、自転車が提供される。この自転車は、スピンドルによって連結された一対のクランクアームを備えている。更に、この自転車は、トルクセンサを備えている。このトルクセンサは、上記スピンドルの中心軸に対して45度で、この中心軸の半径に對して直交して、歪みを測定するように配向された歪みゲージを備えている。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0011】

【図1】自転車の斜視図である。

30

【図2】動力伝達装置及びトルクセンサを除外した自転車の斜視図である。

【図3A】本開示の見地に係るトルクセンサの斜視図である。

【図3B】図3Aのトルクセンサの前方及び後方の斜視図である。

【図4】ホイートストンブリッジの概略図である。

【図5】本開示の見地に係るキャリアを備えたトルクセンサの斜視図である。

【図6】トルクセンサの出力を示すグラフである。

【図7】本開示の見地に係るセンサ検出装置のブロック図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0012】

図1及び2に関して、自転車等の人力推進装輪車両10は、フレーム12と、このフレーム12に取り付けられたシート等の人間支持体14とを備えている。この支持体14は、人力推進車両10の運転者を支持すると共に、人間の運転者を、フレーム12に回転可能に取り付けられた一対のクランクアーム16の腕部範囲、又は、脚部範囲内に位置させる。クランクアーム16は、典型的な場合には、運転者の正中矢状面に對して直交する共通の中心軸18の周りを回転し、運転者の腕部又は脚部の往復運動を回転運動に変換する。ある実施形態では、一対のヒューマンインターフェース20がクランクアームに取り付けられて、運転者がクランクアーム16を回転させることを容易にする。ヒューマンインターフェース20は、例えば、ペダル、ハンドグリップ等を含んでいてもよい。

40

#### 【0013】

クランクアーム16は、フレーム12の、底部プラケットシェル等のシェル22(図2)を介して、フレーム12に回転可能に取り付けられている。このシェル22は、第1の

50

開口端と第2の開口端との間に配置された中空領域を有している。ある実施形態では、このシェルは、円筒形状である。トルクセンサ26(図3A及び3B)は、シェル22の中空領域24を貫通しており、シェル22の各開放端側の一方のクランクアーム16を他方のクランクアームに動作可能に連結している。例えば、クランクアーム16をトルクセンサ26に機械的に連結してもよい。このトルクセンサ26は、以下に詳述するように、共通の中心軸18の周りのトルクを測定する。

【0014】

フレーム12に取り付けられた動力伝達装置28は、クランクアーム16の回転運動を、フレーム12に取り付けられた駆動装置30に伝達する。この伝達は、電気的、機械的、等に行われてもよい。例えば、動力伝達装置28は、回転運動を、駆動装置30によって使用される電力に変換する発電機を備えていてもよい。他の例として、動力伝達装置28は、回転運動を駆動装置30に伝達するベルト及び/又はチェーン32を備えていてもよい。ある実施形態では、クランクアーム16は、駆動クランクアーム34と、非駆動クランクアーム(図示せず)とを備えている。駆動クランクアーム34は、そこから回転運動が伝達されるところのクランクアームである。例えば、回転運動が、ベルト及び/又はチェーン32で機械的に伝達される場合には、駆動クランクアーム34は、これに連結されたチェーンリング36を有するクランクアームである。

10

【0015】

駆動装置30は、動力伝達装置28からの動力を受け入れ、これで、人力推進車掌10を推進する。駆動装置30は、例えば、ホイール、プロペラ、ロータ、等を備えていてもよい。更に、ある実施形態では、駆動装置30は、動力伝達装置28からの機械的な動力を受け入れるためのスプロケット等38を更に備えていてもよい。また、ある実施形態では、駆動装置30は、動力伝達装置28からの電気的な動力を受け入れるための電動機を更に備えていてもよい。

20

【0016】

人力推進車両10は、センサ検出手段40と、選択的にディスプレイ44を有する受信手段42とを更に備えていてもよい。このセンサ検出手段40は、典型的には、第1の有線通信リンクによって、トルクセンサ26から受信したデータに基づいて出力を算出する。付加的に又は選択的に、このセンサ検出手段40は、受信に係るデータ及び/又は算出に係る出力データをメモリ内に局部的に記憶し、そして/又は、受信に係るデータ及び/又は算出に係る出力データを、第2の通信リンクによって、受信手段42に送信する。典型的には、第2の通信リンクは、無線通信リンクである。しかしながら、この第2の通信リンクは、ユニバーサル・シリアル・バス(USB)通信リンク等の有線通信リンクであってもよい。ある実施形態では、第2の通信リンクは、センサ検出手段40のファームウェアを書き込み、そして/又は更新するために更に用いられる。受信手段42は、第2の通信リンクによってデータを受信し、局部メモリ内の受信に係るデータの1又は複数の記憶を受信し、この受信に係るデータをディスプレイ44上に表示する。このディスプレイ44は、例えば、LCDディスプレイ、LEDディスプレイ、プラズマディスプレイ、投射型ディスプレイ、タッチスクリーンディスプレイ、等のうちの1つである。受信装置42は、例えば、アイフォン(iPhone)(商標)等のモバイル機器である。

30

【0017】

センサ検出手段40及び/又は受信手段42は、典型的には、これらを、ある人力推進車両から他に移動できるように、フレーム12に取り外し可能に取り付けられる。例えば、センサ検出手段40は、トルクセンサ26又はクランクアーム16の中空空間46(図3A)内に取り外し可能に取り付けられる。他の例として、受信手段42を、人力推進車両10のホイール、ハンドルバー、等の舵取り手段48に取り外し可能に取りつけてもよい。他の実施形態では、受信手段42は、センサ検出手段40に組み込まれている。

40

【0018】

図3A及び3Bに関して、トルクセンサ26は、スピンドル50と、このスピンドル50に取り付けられた少なくとも1つの歪みゲージ52、54とを備えている。この少なく

50

とも1つの歪みゲージ52、54を、スピンドル50の内表面、又は、スピンドル50の外表面に取り付けてもよい。歪みゲージ52、54の各々は、少なくとも1つのグリッド56、58を備えている。従って、このトルクセンサ26は、少なくとも1つのグリッド56、58を備え、この少なくとも1つのグリッド56、58は、測定のために、単一の歪みゲージ上にあってもよく、又は、別々の歪みゲージ上にあってもよい。更に、グリッド56、58の各々は、スピンドル50上にせん断パターンで配置されている。換言すれば、グリッド56、58の各々は、スピンドル50の中心軸60から正の方向に約45度、又は、負の方向に約45度に配置されている。スピンドル50の中心軸60から約45度というのは、典型的には、スピンドル50の中心軸60から37乃至53度の角度をいう。ここに用いられているように、グリッドは、歪みゲージグリッドとしても知られている。

10

#### 【0019】

典型的には、トルクセンサ26は、図3A及び3Bに示すように、一対のグリッドを備えている。しかしながら、他の実施形態が考えられる。例えば、トルクセンサ26は、単一のグリッドを備えていてもよい。他の例として、トルクセンサ26は、2対のグリッド等の複数対のグリッドを備えていてもよい。図3Bに関して、一対のグリッド56、58の各々は、スピンドル50上に軸方向に配置され、他のグリッドから約180度の角度で半径方向に（即ち、スピンドル50の両側に）配置されており、これらのグリッド56、58は、中心軸60に関して同一の配向性を有している。グリッドから約180度とは、典型的には、他のグリッドから165乃至195度の角度をいう。

20

#### 【0020】

トルクセンサ26が、2対、即ち、第1の対及び第2の対のグリッドを備えている場合には、同一のねじり負荷に関して、第1の対が、正の歪みを測定するために配置され、第2の対が、負の歪みを測定するために配置されることを除き、これらの複数対の各々は、単一の対の場合と同様に配置される。従って、第1の対及び第2の対の各々について、一対のグリッドの各々は、スピンドル50上に配置され、他のグリッドから約180度の角度で半径方向に（即ち、スピンドル50の両側に）配置されており、これらのグリッドは、中心軸60に関して同一の配向性を有している。上述したように、他のグリッドから約180度とは、典型的には、他のグリッドから165乃至195度の角度をいう。第1の対のグリッドが、スピンドル50の中心軸60から正の方向に約45度に配向している場合には、第2の対のグリッドは、スピンドル50の中心軸60から負の方向に約45度に配向される。第1の対のグリッドが、スピンドル50の中心軸60から負の方向に約45度に配向されている場合には、第2の対のグリッドは、スピンドル50の中心軸60から正の方向に約45度に配向される。

30

#### 【0021】

シャフトの表面での純粋せん断応力の（即ち、曲げ力を伴わない）状態は、約45度の角度で回転する要素上に作用する等しい引張及び圧縮応力と同等である。従って、シャフトの中心軸に対して約45度の角度で配置された、側部を有する矩形状の要素は、引張及び圧縮応力を受ける。せん断よりも引張りにおいて弱い材料からなる棒をねじると、中心軸に対して約45度の角度で傾斜した螺旋に沿って、引張りにおいて障害が生ずる。これは、1本のチヨークをねじることによって容易に観察される。従って、シャフトの中心軸に対して約45度の角度で配置された歪みゲージグリッドにより、ねじれを受けたシャフトのせん断応力によるせん断歪みを測定することができる。純ねじりにおけるシャフトのねじれ歪みを測定するには、せん断パターンの1つのグリッドがあればよい。

40

#### 【0022】

中心軸に対して約45度の角度でグリッドを有するシャフトに、ねじれのない状態で曲げ力が与えられると、このグリッドにより、グリッドの取付け位置に応じた曲げ力からの軸方向の応力による軸応力をも測定することができる。これは、円筒形状の消しゴムの周りに2つの平行な円形の印を付し、そして、この消しゴムに曲げ力を付与することによって観察される。円形の印の間の距離が、引張り及び圧縮応力のそれぞれによって、増加又

50

は減少することを観察することにより、曲げ歪みが引張りから圧縮へと変化することが観察される。消しゴムの表面の一方の側には引張りが作用し、一方、約180度の角度で半径方向の反対側に位置した中心軸方向の側には圧縮が作用する。最大の圧縮又は引張り歪みから約90度付近では、歪みはない（即ち、中立軸である）。

#### 【0023】

上述に鑑み、グリッド56、58は、非駆動クランクアームが共通の中心軸18の周りを回転するときに生ずるせん断歪み（圧縮又は引張り応力）を測定するものであると認識すべきである。これらのグリッド56、58はまた、曲げ力に起因する曲げ歪みをも測定するものであり、これは、スピンドル50の両側に軸方向の圧縮及び引張り歪みの双方を生ぜしめ、中心軸60に対して約45度の角度でせん断歪みとして示される。以下に示すように、曲げ力を機械的に減少させることができない場合に、シャフト上にせん断パターンで適切に配置され、そして、ホイートストンブリッジに電気的に接続された2つのグリッドによって、正に、このねじれ歪みを測定することができる。

10

#### 【0024】

図4に関して、単一の対のグリッドにおけるグリッド56、58は、ホイートストンブリッジ配列62に電気的に接続されている。スピンドル50上のグリッド56、58の物理的な配置により、曲げ力に起因してグリッド56、58で測定される歪みは、ホイートストンブリッジ配列62での減算性の電圧をもたらす一方、ねじれ力により、グリッド56、58で測定されるねじれ歪みは、加算性の電圧をもたらす。これに対して、トルクセンサ26が単一のグリッドのみを備える場合には、ねじれ歪み及び曲げ力が存在すれば、これらの双方が測定される。

20

#### 【0025】

グリッド56、58の各々は、抵抗器64、66で直列に接続されており、各抵抗器64、66は、その対応するグリッド56、58の抵抗に等しい抵抗を有している。グリッド及び抵抗器の2組の組合せは、グリッド56、58が、抵抗器64、66を介して相互に間接的に電気的に接続されるように、並列に接続されている。3ボルト等の入力電圧Eが、ホイートストンブリッジ配列62間に付与される。出力電圧e<sub>o</sub>は、2組の組合せの中間点の間に付与される電圧であり、トルクに比例する。理論的には、出力電圧e<sub>o</sub>は、曲げ歪みによる影響は受けない。しかしながら、実際問題として、ゲージの位置決め許容差によって、（存在する場合には）ある程度の曲げ歪みの観察がもたらされる。それにも拘わらず、典型的には、曲げ歪みの95%以上が相殺される。ある実施形態では、ホイートストンブリッジ配列62への入力及び出力は電気的なプラグで終端している。

30

#### 【0026】

ホイートストンブリッジ配列62を、2対のグリッドのために使用することもできる。このような実施形態においては、抵抗器は、第1の対と等しい抵抗の第2の対の歪みグリッドで置き換えられる。更に、出力電圧e<sub>o</sub>は、単一の対の歪みグリッドを用いた場合の値の倍である。

#### 【0027】

図5に関して、他の実施形態に係るトルクセンサ26は、キャリア68を備えており、このキャリアは、スピンドル50の中空空間46内でスピンドル50に取り付けられている。図3A及び3Bの実施形態と異なり、少なくとも1つのグリッド56、58は、スピンドル50の代わりに、キャリア68に取り付けられている。歪みゲージグリッド56、58は、スピンドル50に関して行った方法と同一の方法で、キャリア68に取り付けられている。即ち、歪みゲージグリッド56、58は、各歪みゲージグリッド56、58が、キャリア68の中心軸70から約45度の角度に位置するせん断パターンで取り付けられている。キャリア68の中心軸70から約45度というのは、典型的には、キャリア68の中心軸70から37乃至53度の角度をいう。更に、一対のグリッドについて、これらのグリッドは、他のグリッドから約180度の角度で軸方向に（即ち、キャリア68の両側に）配置されており、これらのグリッドは、中心軸70に関して同一の配向性を有している。他のグリッドから約180度とは、典型的には、他のグリッドから165乃

40

50

至195度の角度をいう。歪みゲージグリッド56、58の電気的な相互接続は、上述と同様である。

【0028】

クランクアーム16の回転中、ねじり負荷を受けているときに、キャリア68がスピンドル50に取り付けられている複数の領域72、74で、キャリア68が半径方向に滑らない限り、キャリア68をスピンドル50に直接的に又はその他の形で固定する（取り付ける）方法は如何なるものであっても採用可能である。直接的な方法は、圧着、かしめ、ねじ切り、ねじ止め、リベット打ち、くさび留め、溶接、エポキシ樹脂による接着、取り外し可能な締結、等のうちの1つ又は複数を含む。取り外し可能な締結具は、例えば、調整ボルト、位置決めねじ、等を含む。間接的な方法は、スピンドル50に直接的に取り付けられるクランクアームボルト等の、スピンドル50にねじりを伴って結合された、人力推進車両10の他の構成要素に、上述した直接的な方法のうちの1つを用いて取り付けることを含む。図に示されるように、スピンドル50は、円滑なボア76を有しており、このボア内に、キャリア68が挿入されており、このキャリア68は、複数の領域72、74で、冷やしばめによりスピンドル50に取り付けられている。しかしながら、取付けを容易にするために、スピンドル50及びキャリア68に修正を加えることが考えられる。例えば、キャリア68がスピンドル50に取り付けられている複数の領域72、74の1つ又は双方に、キャリア68をスピンドル50に取り付けるためのねじ切りを行ってもよい。

10

【0029】

特に抵抗型の歪みゲージは、歪みの関数としての、公知の繰返し疲労限界を有しており、これにより、これらは、歪みが制限されるという必然性を有している。スピンドル50又はキャリア68の（単位トルク当りのねじれの）ねじり剛性（角）は、 $I_p$ （極慣性モーメント）、 $G$ （せん断弾性係数）及び $L$ （長さ）に比例する。従って、単位長さ当りねじれの角度は、 $I_p \cdot G$ に基づく。 $G$ は、材料特性に依存し、 $I_p$ は、形状に依存する。スピンドル50の設計が適切であれば、歪みを疲労限界値未満に保つことができる。このような方法で、キャリア68上の歪みを、疲労限界値未満に保持することも可能である。

20

【0030】

キャリア68は、曲げ負荷ではなく、ねじれ負荷（ねじれによる歪み）を支持し、伝達する結合手段77を備えるように設計することができるため、キャリア68を用いることによる利点は、キャリア68が曲げ負荷を支持する必要がないことである。キャリア68を、遊びがない結合手段（例えば、蛇腹、自在継手、可撓軸等）と同様に、曲げ負荷に起因して、曲がるように設計することも可能である。これによる利益は、キャリア68のスピンドル50への取付け、及び、歪みグリッド56、58のキャリア68上へのずれが、機械的な許容範囲に対して著しく小さくなり、これにより、スピンドル50におけるトルクのより正確な測定が実現されることである。加えて、このスピンドル50は高い曲げ負荷を受ける場合があるが、キャリア68をスピンドル50の内部に配置すれば、これは、曲げ歪みが殆ど零である、スピンドル50の中立軸に沿って位置されるため、このキャリアは、曲げ負荷を殆ど受けることはない。スピンドル50の一方の側では、曲げ歪みは常に正であるが、他方の側では負であり、従って、この中立軸において零となることに留意すべきである。

30

【0031】

スピンドル50は、これまで中空のものとして示し、記載されているが、このスピンドル50は、中実又は部分的に中実であってもよいと理解すべきである。例えば、少なくとも1つの歪みゲージ52、54が取り付けられるスピンドル50の一部分を中実にする一方、スピンドルの残りの部分を中空にしてもよい。従って、クランクアーム16を、スピンドル50の中空部分に取り付けてもよい。

40

【0032】

図6に関して、グラフは、トルクセンサ26の増幅後の出力を示している。縦軸はトルクに対応し、横軸は時間に対応する。明らかなように、スピンドル50の回転中に瞬時最

50

大トルクがあり、最大振幅は1回転に対応する。従って、時間の関数として観察されたトルクに基づいて、角速度を求めることができる。出力は、トルクと角速度との積であるため、出力をも求めることができる。

### 【0033】

図7に関して、この実施形態に係るセンサ検出装置（即ち、出力測定装置）40は、アナログ-デジタル変換器78を備えており、これは、トルクセンサ26からの出力を受け、この出力をデジタルデータに変換する。ある実施形態では、このセンサ検出装置40は、トルクセンサ26からの出力が、アナログ-デジタル変換器78を通過する前に、この出力を増幅するための演算増幅器80を更に備えていてもよい。この演算増幅器80は、アナログ-デジタル変換器78と一体的に形成されていてもよく、又は、これとは別であってもよい。場合により、アナログ-デジタル変換器78と一体的に形成されたセンサ検出手段40のマイクロコントローラ82は、デジタルデータを受ける。ある実施形態では、このマイクロコントローラ82は、角速度センサ84からのデータを更に受ける。トルクセンサ26と同様に、このデータは、アナログ-デジタル変換器（図示せず）を通過してもよい。

10

### 【0034】

ある実施形態では、角速度センサ84は、位置を検出することによって、カウンター及びタイマーと共に使用される、リード又はホール効果スイッチ、磁石又は何らかの形態の所定のカウント数を有するエンコーダ等の、時間の関数として角速度を求める。又は、ある実施形態では、角速度センサ84は、加速度計からの加速度データを用いて、速度及び位置を逆算することによって角速度を求める。又は、ある実施形態では、コリオリの原理を利用したもの等のジャイロスコープ（図示せず）を用いて、角速度の値を検出する。これにより、出力の測定及び算出において、冗長性及び付加的な精度がもたらされる。このジャイロスコープを用いることによる他の利点は、特に、ペダルのストロークにおける角速度の変化が大きいところの低ケイデンスでの出力の測定が改善されることである。

20

### 【0035】

トルクセンサ26、及び、場合によっては、角速度センサ84からのデジタルデータを用いたマイクロコントローラ82は、非駆動クランクアームからの出力を算出する。マイクロコントローラのプロセッサは、演算を実行する、メモリ上の、プロセッサ実行可能指示を実行する。上述したように、出力は、トルクと角速度との積である。従って、角速度センサ84からデータを受ければ、出力は、単に、現在のトルクと、現在の角速度との積である。角速度センサが存在しない場合には、角速度は、図6に示したように、時間の関数としてのトルクを観察することによって求められる。例えば、秒、又は、分等の単位時間当たりのサイクル（最大振幅）の数を、マイクロコントローラ82のクロックを用いてカウントする。従って、出力は、単位時間当たりのサイクルの数をカウントすることによって求められた角速度と、現在のトルクとの積である。

30

### 【0036】

トルクセンサ26は、非駆動クランクアームに加えられたトルクのみを測定する。従って、マイクロコントローラ82は、典型的には、算出された出力を2倍にする。人間の2本の四肢によって2つのクランクアーム16に与えられる出力はほぼ同一であるから、大半の操作者の出力の算出のためには、2倍で十分である。これが不十分である場合には、センサ検出手段40は、他の出力測定器、即ち、変更されたスピンドル及びスパイダー装置を備えた可能な他のトルクセンサを用いて、双方のクランクアームからの出力の測定を可能にする。前者に関しては、マイクロコントローラ82は、他の出力測定器から総出力測定値を受けてもよい。トルクセンサ26を用いて、非駆動クランクアームでの出力を算出してもよく、他の出力測定器から受けた総出力から、非駆動クランクアームでの出力を減算することによって、駆動クランクアーム34での出力を算出してもよい。有利なことに、総出力を提供するのみである複数の出力側的を有する操作者に関して、各クランクアームでの出力の分解を、トルクセンサ26と組み合わせて使用することによって得ることができる。

40

50

## 【0037】

総出力、及び、場合により、各クランクアームの出力を算出した後、算出された出力、及び、場合により、出力を算出するために用いられたデータは、トランシーバ86を用いて、受信手段42に送信される。このトランシーバ86は、アンテナ88を用いた無線トランシーバであることが適切である。しかしながら、このトランシーバ86は、USB接続等の有線接続で、受信手段42に接続されていてもよい。ある実施形態では、また、トランシーバ86を用いて、センサ検出手段40のマイクロコントローラ82のためのファームウェアを受信し、そして/又は、ファームウェアを更新（即ち、プロセッサ実行可能指示、又は、プロセッサ実行可能指示に対する更新）する。

## 【0038】

図5に戻れば、センサ検出手段40は、スピンドル50内に配置されたものとして示されている。これは、図1に示されたセンサ検出手段40の位置決めと対照的である。更に、示されているように、センサ検出手段40及びトルクセンサ26は、バッテリー90からの出力を受ける。出力は、このバッテリー90から、リボンケーブル等のケーブル92によって、センサ検出手段40及びトルクセンサ26に送られる。このケーブル92はまた、トルクセンサ26とセンサ検出手段40との間のデータを伝える。他の実施形態では、別のデータ及び複数の出力ケーブルを用いてもよい。

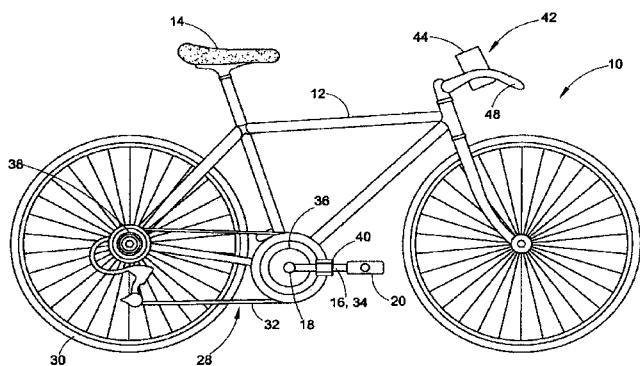
## 【0039】

ここに記載したトルクセンサ26の1つの利点は、曲げによる歪みを測定することができると共に、スピンドルに与えられたトルクによって生ずる圧縮及び引張りに起因する歪みをネガートすることができる。更に、時間の関数としてのトルクを監視することによって出力を演算することができる。ここに記載したトルクセンサ26は、簡単であり、低コストである。構成要素は分離されるので、これは、構成要素の数が少なくなり、トラブル解決作業が容易であり、修理費が易くなる。更に、自転車を「出力測定器付き」にすることができる。しかも、在庫のある自転車底部プラケットを組み込むことができる。

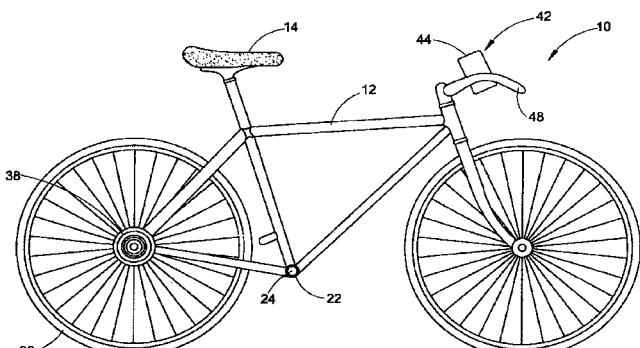
## 【0040】

本開示に係る発明を、好ましい実施形態に関して記載した。これまでの詳細な記述を読み、理解した当業者にとって、変更及び修正を行うことは自明である。例えば、ここに開示されたトルクセンサを、他の種類の人力推進車両が採用してもよいと理解すべきである。手工具及び他の製品等の様々な他のものも同様である。変更及び修正が、添付した請求項、又は、その均等物の範囲に含まれる限りにおいて、本開示は、これらの変更及び修正のすべてを含むものと解釈されると意図する。

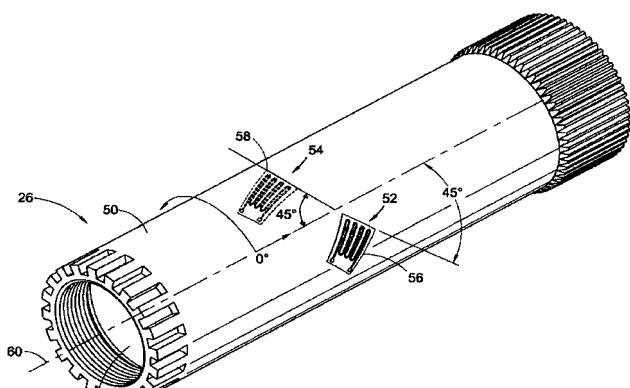
【図 1】



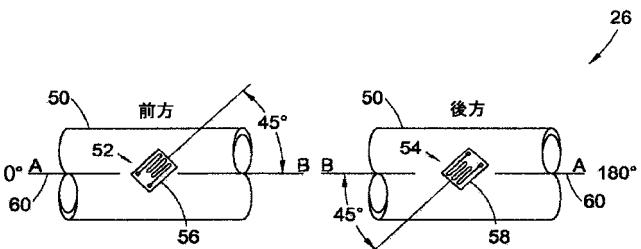
【図 2】



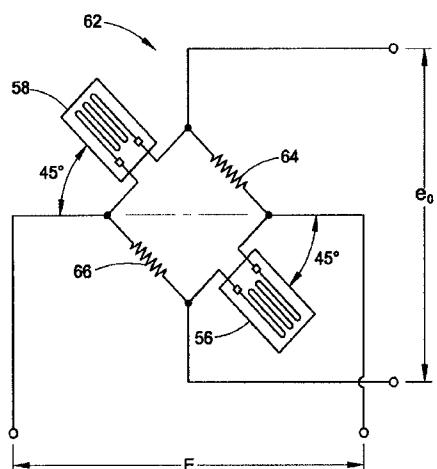
【図 3 A】



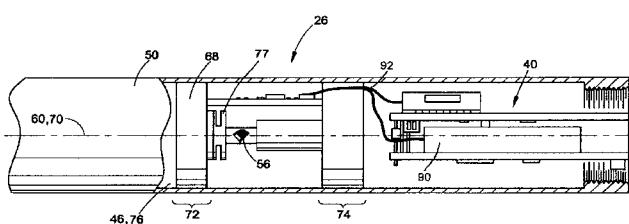
【図 3 B】



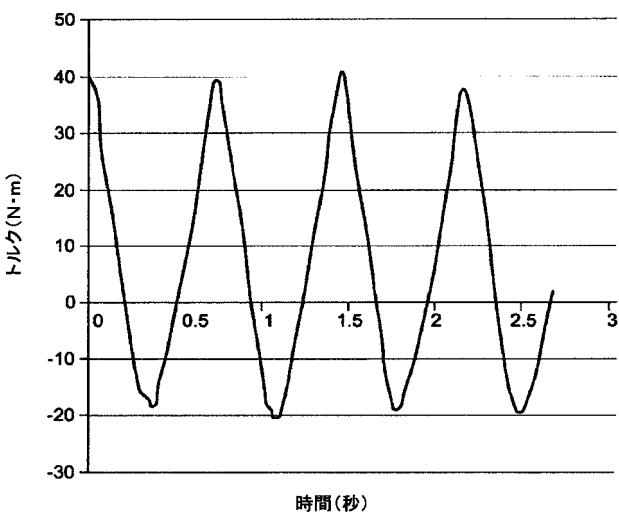
【図 4】



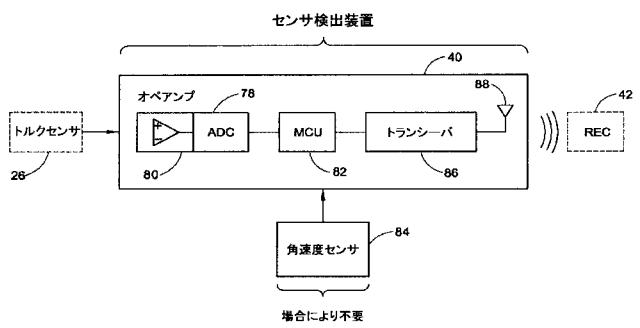
【図 5】



【図 6】



【図7】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2012/047079

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G01L3/10 A63B24/00 B62M3/08 B62M6/50  
ADD.

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)  
G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2010/088888 A2 (MOMES GMBH [DE]; BIERMANN MICHAEL [DE]; ASFOUR JEAN-MICHEL [DE]) 12 August 2010 (2010-08-12) figure 3 -----	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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 another 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

Date of mailing of the international search report

16 October 2012

02/11/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vytlačilová, Lenka

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2012/047079

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2010088888 A2	12-08-2010	AU 2010210239 A1 DE 202009001463 U1 EP 2394151 A2 US 2012166105 A1 WO 2010088888 A2	15-09-2011 30-04-2009 14-12-2011 28-06-2012 12-08-2010

---

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,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,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,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RW,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA