

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年3月23日(23.03.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/046907 A1

- (51) 国際特許分類:
B62J 99/00 (2009.01) **B62M 3/00** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/076399
- (22) 国際出願日: 2015年9月17日(17.09.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: パイオニア株式会社(PIONEER CORPORATION) [JP/JP]; 〒1130021 東京都文京区本駒込二丁目2番8号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 三岡 信夫(MIOKA, Nobuo); 〒3508555 埼玉県川越市山田25番地1 パイオニア株式会社 川越事業所内 Saitama (JP). 児玉 泰輝(KODAMA, Yasuteru); 〒3508555 埼玉県川越市山田25番地1 パイオニア株式会社 川越事業所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 瀧野 秀雄, 外(TAKINO, Hideo et al.); 〒1500013 東京都渋谷区恵比寿2丁目3番13号 広尾SKビル4F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

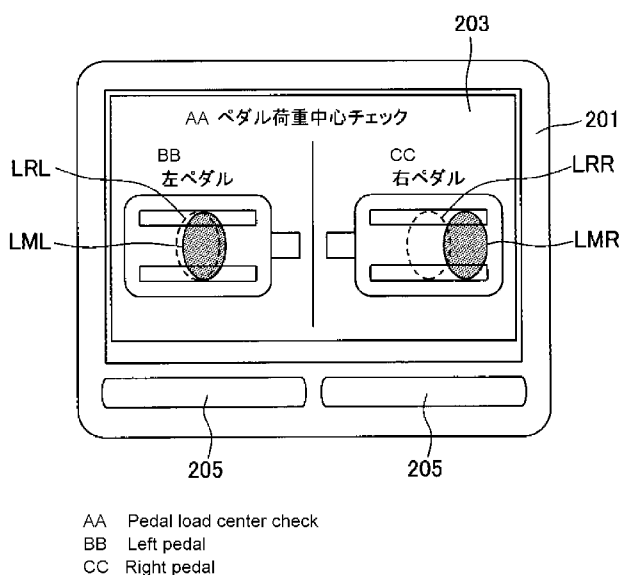
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: INFORMATION OUTPUT DEVICE

(54) 発明の名称: 情報出力装置

[図11]



AA Pedal load center check
BB Left pedal
CC Right pedal

(57) Abstract: Provided is an information output device capable of outputting the position of load on a pedal (103). Strain gauges (369) are provided on the inner surface (119) of a crank (105) of a bicycle (1) so as to detect strain occurring in the crank (105), and a cycle computer display unit (201) displays an image showing the center position of load on a pedal (103) connected to the crank (105) on the basis of the tangential force (T) and the torsional torque (K) calculated on the basis of the output values of a first strain gauge (369a) to a sixth strain gauge (369f).

(57) 要約: ペダル(103)に加えられる荷重位置を出力することができる情報出力装置を提供する。ひずみゲージ(369)が、自転車(1)のクランク(105)の内面(119)に設けられ、クランク(105)に生じるひずみを検出して、サイクルコンピュータ表示部(201)が、第1ひずみゲージ(369a)~第6ひずみゲージ(369f)の出力値に基づいて算出された、接線力(T)と、ねじれトルク(K)と、に基づいて、クランク(105)に連結されたペダル(103)に加えられた荷重中心位置を示す画像を表示する。

明 細 書

発明の名称： 情報出力装置

技術分野

[0001] 本発明は、クランクを備えた人力機械に加わっている力等に関する情報を出力する情報出力装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、自転車に装着され、自転車の走行に関する情報や運転者の運動に関する情報等を算出し表示する装置がある。この種の装置は、自転車に設けられたセンサからデータを受信することによって、所定の情報を算出し表示する。表示する情報としては、運転者がペダルに加える力（トルク等）が挙げられる。そして、この種の力の測定方法としては、例えば、特許文献1には、クランク軸のひずみを測定し、クランクにかかるトルクを検知する技術が開示されている。

[0003] また、特許文献2には、クランク内部に圧電センサを埋め込み、クランクのひずみにより発生する電圧によってトルクを測定する技術が開示されている。

[0004] また、特許文献1は、定置式自転車型健康機（自転車エルゴメータ、フィットネスバイクとも称される）においても適用できることが記載されている。

[0005] このように、クランクを備えた人力機械において、クランクにかかるひずみを検出することにより、トルクを測定して、運動量等を算出することが既に知られている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平10-35567号公報

特許文献2：特開2009-6991号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述した特許文献には、クランクに加えられた力等を数値等で表示することは開示されている。しかしながら、これらの力等は人力機械の乗車姿勢（フォーム）によって変化することが知られている。例えば、クランクに連結されているペダルに加える荷重位置が適切でないと体に負担がかかったり、効率のよいペダリングを行うことができない。

[0008] そこで、本発明は、上述した問題に鑑み、例えば、ペダルに加えられている荷重位置を出力することができる情報出力装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために、請求項 1 に記載された発明は、人力機械のクランクの側面に設けられ、前記クランクに生じるひずみを検出するひずみ検出手段と、前記ひずみ検出手段の出力値に基づいて算出された、前記クランクの回転運動により定義される円の接線方向に働く力と、前記クランクにねじれを生じさせる方向に働くトルクと、に基づいて、前記クランクに連結されたペダルに加えられた荷重の中心位置に関する情報を出力する出力手段と、を備えることを特徴とする情報出力装置である。

[0010] 請求項 7 に記載された発明は、人力機械のクランクの側面に設けられ、前記クランクに生じるひずみを検出するひずみ検出手段を備える情報出力装置により実行される情報出力方法であって、前記クランクの回転運動により定義される円の接線方向に働く力と、前記クランクにねじれを生じさせる方向に働くトルクと、を前記ひずみ検出手段の出力値に基づいて算出する算出工程と、前記算出工程で算出された前記クランクの回転運動により定義される円の接線方向に働く力と、前記クランクにねじれを生じさせる方向に働くトルクと、に基づいて、前記クランクに連結されたペダルに加えられた荷重の中心位置に関する情報を出力する出力工程と、を含むことを特徴とする情報出力方法である。

[0011] 請求項 8 に記載された発明は、請求項 7 に記載の情報出力方法を、コンピ

ュータにより実行させることを特徴とする情報出力プログラムである。

[0012] 請求項 9 に記載された発明は、請求項 8 に記載の情報出力プログラムを格納したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の第 1 の実施例にかかる情報出力装置が設置される自転車の全体構成を示す説明図である。

[図2]図 1 に示されたサイクルコンピュータ、測定モジュール及びケイデンスセンサの位置関係を示した説明図である。

[図3]図 1 に示されたサイクルコンピュータ、測定モジュール及びケイデンスセンサのブロック構成図である。

[図4]図 3 に示されたひずみゲージのクランクへの配置の説明図である。

[図5]図 3 に示された測定モジュールひずみ検出回路の回路図である。

[図6]右側クランクに加わる力と変形の説明図である。

[図7]第 1 ひずみゲージと第 2 ひずみゲージが曲げ変形 $\times$ により変形する場合の説明図である。

[図8]第 1 状態の説明図である。

[図9]第 2 状態の説明図である。

[図10]第 3 状態の説明図である。

[図11]図 1 に示されたサイクルコンピュータ表示部への表示例の説明図である。

[図12]図 3 に示されたケイデンスセンサの処理のフローチャートである。

[図13]図 3 に示された測定モジュール及びサイクルコンピュータの処理のフローチャートである。

[図14]本発明の第 2 の実施例にかかる情報出力装置のひずみゲージのクランクへの配置の説明図である。

[図15]他の実施例にかかるサイクルコンピュータ、測定モジュール及びケイデンスセンサのブロック構成図である。

発明を実施するための形態

- [0014] 以下、本発明の一実施形態にかかる情報出力装置を説明する。本発明の一実施形態にかかる情報出力装置は、ひずみ検出手段が、人力機械のクランクの側面に設けられ、クランクに生じるひずみを検出して、出力手段が、ひずみ検出手段の出力値に基づいて算出された、クランクの回転運動により定義される円の接線方向に働く力と、クランクにねじれを生じさせる方向に働くトルクと、に基づいて、クランクに連結されたペダルに加えられた荷重の中心位置に関する情報を出力する。このようにすることにより、クランクに設けられたひずみ検出手段の検出結果からペダルに加えられた荷重の中心位置に関する情報を算出して出力することができるため、この情報に基づいて効率のよいペダリング等を行うことが可能となる。
- [0015] また、ひずみ検出手段は、人力機械が左右一対に備えるクランクの側面にそれぞれ設けられ、出力手段は、左右それぞれのクランクに連結されたペダルに加える荷重の中心位置に関する情報を並べて表示されるように出力してもよい。このようにすることにより、ユーザ等は左右のペダリングバランス等を比較して確認することができ、ペダリングフォーム等の改善に役立てることができる。
- [0016] また、出力手段は、ひずみ検出手段が検出したペダルに加えられた荷重の中心位置に予め基準として設定された荷重の中心位置を比較可能な態様で出力してもよい。このようにすることにより、例えばユーザ等が、自身のペダリングにおける荷重中心と適切なペダリングにおける荷重中心とを比較することができ、ペダリングフォーム等の改善に役立てることができる。
- [0017] また、ひずみ検出手段は、クランクに生じる接線方向へ変形するひずみを検出する第1ひずみゲージ部と、クランクに生じる当該クランクのねじれ方向へ変形するひずみを検出する第2ひずみゲージ部と、を含む複数のひずみゲージ部を有している。そして、複数のひずみゲージ部は、それぞれのひずみゲージ部がひずみを検出する方向へのクランクの変形量に応じた電圧値を出力するようにしてもよい。このようにすることにより、複数のひずみゲージ部の出力電圧値によって、クランクの回転運動により定義される円の接線

方向に働く力とクランクにねじれを生じさせる方向に働くトルクとを算出することができる。

[0018] また、クランクの回転運動により定義される円の接線方向に働く力及びクランクにねじれを生じさせる方向に働くトルクは、複数のひずみゲージ部が出力する電圧値を所定の多項式に代入することにより算出されてもよい。このようにすることにより、例えば、CPU等を用いた演算により算出することができる。

[0019] また、所定の多項式の各項の係数は、クランクの中心軸から第1距離だけ離れたペダル上の位置に予め定めた荷重を加えた第1状態において、クランクに加わる第1基準ねじれトルクと、クランクの中心軸から第1距離とは異なる第2距離だけ離れたペダル上の位置に予め定めた荷重を加えた第2状態において、クランクに加わる第2基準ねじれトルクと、第1状態および第2状態のそれぞれにおいて複数のひずみゲージ部が出力する電圧値と、に基づいて予め設定されていてもよい。このようにすることにより、既知の数値で算出可能な第1基準ねじれトルク、第2基準ねじれトルク及び第1基準ねじれトルク、第2基準ねじれトルク算出時のひずみゲージ部の出力電圧値に基づいて予め係数を算出することができる。従って、ひずみゲージ部で実測された値を多項式に代入するだけでクランクの回転運動により定義される円の接線方向に働く力及びクランクにねじれを生じさせる方向に働くトルクを算出することができる。また、クランクに合わせて係数を変更することができるため、クランク合わせて精度良くクランクの回転運動により定義される円の接線方向に働く力及びクランクにねじれを生じさせる方向に働くトルクを算出することができる。

[0020] また、本発明の一実施形態にかかる情報出力方法は、算出工程で、クランクの回転運動により定義される円の接線方向に働く力と、クランクにねじれを生じさせる方向に働くトルクと、をひずみ検出手段の出力値に基づいて算出して、出力工程で、算出工程で算出されたクランクの回転運動により定義される円の接線方向に働く力と、クランクにねじれを生じさせる方向に働くト

ルクと、に基づいて、クランクに連結されたペダルに加えられた荷重の中心位置に関する情報を出力する。このようにすることにより、クランクに設けられたひずみ検出手段の検出結果からペダルに加えられた荷重の中心位置に関する情報を算出して出力することができるため、この情報に基づいて効率のよいペダリング等を行うことが可能となる。

[0021] また、本発明の一実施形態にかかる情報出力プログラムは、上述した情報出力方法を、コンピュータにより実行させる。このようにすることにより、コンピュータを用いて、クランクに設けられたひずみ検出手段の検出結果からペダルに加えられた荷重の中心位置に関する情報を算出して出力することができるため、この情報に基づいて効率のよいペダリング等を行うことが可能となる。

[0022] また、上述した情報出力プログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納してもよい。このようにすることにより、当該プログラムを機器に組み込む以外に単体でも流通させることができ、バージョンアップ等も容易に行える。

実施例 1

[0023] 本発明の第1の実施例にかかる情報出力装置としてのサイクルコンピュータ201及び測定モジュール301を備えた自転車1を図1乃至図9を参照して説明する。自転車1は図1に示すように、フレーム3と、フロント車輪5と、リア車輪7と、ハンドル9と、サドル11と、フロントフォーク13と、駆動機構101と、を有している。

[0024] フレーム3は、2つのトラス構造から構成されている。フレーム3は、後方の先端部分において、リア車輪7と回転自在に接続されている。また、フレーム3は、フレーム3の前方において、フロントフォーク13が回転自在に接続されている。

[0025] フロントフォーク13は、ハンドル9と接続されている。フロントフォーク13の下方の先端位置において、フロントフォーク13とフロント車輪5とは回転自在に接続されている。

- [0026] フロント車輪5は、ハブ部、スポーク部及びタイヤ部を有している。ハブ部はフロントフォーク13と回転自在に接続されている。そして、このハブ部とタイヤ部はスポーク部によって接続されている。
- [0027] リア車輪7は、ハブ部、スポーク部及びタイヤ部を有している。ハブ部はフレーム3と回転自在に接続されている。そして、このハブ部とタイヤ部はスポーク部によって接続されている。リア車輪7のハブ部は、後述するスプロケット113と接続されている。
- [0028] 自転車1は、ユーザ（運転者）の足による踏み込み力を自転車1の駆動力に変換する駆動機構101を有している。駆動機構101は、ペダル103、クランク機構104、チェーンリング109、チェーン111、スプロケット113と、を有している。
- [0029] ペダル103は、ユーザが踏み込むための足と接する部分である。ペダル103は、クランク機構104のペダルクランク軸115によって回転自在となるように支持されている。
- [0030] クランク機構104は、クランク105とクランク軸107及びペダルクランク軸115（図2および図6参照）から構成されている。
- [0031] クランク軸107はフレーム3を左右方向に（自転車側面の一方から他方に）貫通している。クランク軸107は、フレーム3によって回転自在に支持されている。
- [0032] クランク105は、クランク軸107と直角に設けられている。クランク105は、一端部において、クランク軸107と接続されている。
- [0033] ペダルクランク軸115は、クランク105と直角に設けられている。ペダルクランク軸115の軸方向は、クランク軸107と同一方向となっている。ペダルクランク軸115は、クランク105の他端部においてクランク105と接続されている。
- [0034] クランク機構104は、このような構造を自転車1の側面の反対側にも有している。つまり、クランク機構104は、2個のクランク105及び、2個のペダルクランク軸115を有している。したがって、ペダル103も自

転車 1 の両側面にそれぞれ有している。

[0035] これらが自転車 1 の右側にあるか左側にあるかを区別する場合には、それぞれ右側クランク 105 R、左側クランク 105 L、右側ペダルクランク軸 115 R、左側ペダルクランク軸 115 L、右側ペダル 103 R、左側ペダル 103 L と記載する。

[0036] また右側クランク 105 R と左側クランク 105 L は、クランク軸 107 を中心として反対方向に延びるように接続されている。右側ペダルクランク軸 115 R、クランク軸 107 および左側ペダルクランク軸 115 L は、平行かつ同一平面に形成されている。右側クランク 105 R 及び左側クランク 105 L は、平行かつ同一平面上に形成されている。

[0037] チェーンリング 109 は、クランク軸 107 に接続されている。チェーンリング 109 は、ギア比を変化させることができる可変ギアで構成されると好適である。また、チェーンリング 109 にはチェーン 111 が係合されている。

[0038] チェーン 111 はチェーンリング 109 及びスプロケット 113 に係合している。スプロケット 113 は、リア車輪 7 と接続されている。スプロケット 113 は、可変ギアで構成されると好適である。

[0039] 自転車 1 は、このような駆動機構 101 によってユーザの踏み込み力をリア車輪の回転力に変換している。

[0040] 自転車 1 は、サイクルコンピュータ 201 と、測定モジュール 301 と、ケイデンスセンサ 501 と、を有している。

[0041] サイクルコンピュータ 201 は、ハンドル 9 に配置されている。サイクルコンピュータ 201 は、図 2 に示すように、各種情報を表示するサイクルコンピュータ表示部 203 およびユーザの操作を受けるサイクルコンピュータ操作部 205 を有している。

[0042] サイクルコンピュータ表示部 203 に表示される各種情報とは、自転車 1 の速度、位置情報、目的地までの距離、目的地までの予測到達時間、出発してからの移動距離、出発してからの経過時間、推進力、損失力及びペダル 1

０３に加えられている荷重中心位置等である。

[0043] ここで、推進力とはクランク１０５の回転方向に加わる力、即ち、クランク１０５の回転運動により定義される円の接線方向に働く力の大きさである。一方、損失力とは、クランク１０５の回転方向とは別の方向に加わる力の大きさである。この回転方向とは別の方向に加わる力は、何ら自転車１の駆動に寄与しない無駄な力である。したがって、ユーザは、推進力をできるだけ増加させ、損失力をできるだけ減少させることによって、より効率的に自転車１を駆動させることが可能となる。

[0044] サイクルコンピュータ操作部２０５は、図２では押しボタンで示されているが、それに限らず、タッチパネルなど各種入力手段や複数の入力手段を組み合わせて用いることができる。

[0045] また、サイクルコンピュータ２０１は、サイクルコンピュータケイデンス無線受信部２０７及びサイクルコンピュータ無線受信部２０９を有している。サイクルコンピュータケイデンス無線受信部２０７及びサイクルコンピュータ無線受信部２０９は、配線を介してサイクルコンピュータ２０１の本体部分と接続されている。なお、サイクルコンピュータケイデンス無線受信部２０７及びサイクルコンピュータ無線受信部２０９は、受信のみの機能を有する必要はない。例えば、送信部としての機能を有していても良い。以下、送信部又は受信部と記載した装置も、受信機能及び送信機能の両方を有していても良い。

[0046] ケイデンスセンサ５０１は、クランク１０５に設けられた磁石５０３の接近を検出する磁気センサ５０５を有している（図３参照）。磁気センサ５０５は、接近する磁石５０３によってＯＮになることで、磁石５０３の位置を検出する。つまり、磁気センサ５０５がＯＮになるということは、磁気センサ５０５が存在する位置にクランク１０５も存在することとなる。このケイデンスセンサ５０１から、サイクルコンピュータ２０１は、ケイデンス〔rpm〕を得ることができる。

[0047] 測定モジュール３０１は、クランク１０５の内面に設けられ、複数のひず

みゲージ素子から構成されるひずみゲージ 369（図 3 及び図 4 参照）を用いて、ペダル 103 にユーザが加えている人力を検出する。具体的には、クランク 105 の回転力であって自転車 1 の駆動力となる推進力と、回転方向とは別の方向に加わる力である損失力と、ペダル 103 に加えられている荷重中心位置等を算出する。

[0048] 図 3 は、サイクルコンピュータ 201、測定モジュール 301 及びケイデンスセンサ 501 のブロック図である。

[0049] まず、ケイデンスセンサ 501 のブロック構成を説明する。ケイデンスセンサ 501 は、磁気センサ 505、ケイデンスセンサ無線送信部 507、ケイデンスセンサ制御部 551、ケイデンスセンサ記憶部 553、ケイデンスセンサタイマ 561 を有している。

[0050] 磁気センサ 505 は、磁石 503 が接近することによって ON/OFF が切り替わる。そして、磁気センサ 505 が ON となると、磁気センサ 505 はその旨の情報信号をケイデンスセンサ制御部 551 に出力する。

[0051] ケイデンスセンサ無線送信部 507 は、ケイデンスセンサ記憶部 553 に記憶されているケイデンス情報を、サイクルコンピュータケイデンス無線受信部 207 に送信している。このケイデンスセンサ無線送信部 507 による送信は、ケイデンスセンサタイマ 561 によって命令されることによって例えば 1 秒ごとに行われている。または、ケイデンスセンサタイマ 561 の値に基づいた判断がケイデンスセンサ制御部 551 によって行われ、その判断に基づいて、このケイデンスセンサ無線送信部 507 による送信がケイデンスセンサ制御部 551 の命令によって行われても良い。

[0052] ケイデンスセンサ制御部 551 は、ケイデンスセンサ 501 を包括的に制御している。ケイデンスセンサ制御部 551 は、磁気センサ 505 が ON となった旨の情報信号の出力を受けると、以下の動作を行う。ケイデンスセンサ制御部 551 は、ケイデンスセンサタイマ 561 にタイマ値情報の出力を命令する。そして、ケイデンスセンサ制御部 551 は、ケイデンスセンサタイマ 561 からタイマ値情報を受けると、そのタイマ値情報からケイデンス

を算出する。具体的には、タイマ値情報のカウント数（C）と1度のカウント間隔（T0）を掛け合わせることによって、磁気センサ505がONとなる時間（周期）[秒]を算出する。そして、60をこの周期で割ることによって、ケイデンス[rpm]を算出する。

[0053] さらに、ケイデンスセンサ制御部551は、このケイデンス情報をケイデンスセンサ記憶部553のケイデンスセンサRAM555（後述する）に記憶させる。また、ケイデンスセンサ制御部551は、ケイデンスセンサタイマ561にカウンタ値のリセット命令を出力する。ケイデンスセンサ制御部551は、例えば1秒間の間隔で、ケイデンスセンサ無線送信部507にケイデンスセンサ記憶部553に記憶されているケイデンス情報を送信させても良い。

[0054] ケイデンスセンサ記憶部553には、各種情報が記憶される。各種情報とは、例えば、ケイデンスセンサ制御部551の制御プログラム、ケイデンスセンサ制御部551が制御する際に必要とされる一時的な情報である。特に本実施形態では、磁気センサ505がONとなる間隔であるケイデンスセンサタイマ561のタイマ値を記憶している。なお、ケイデンスセンサ記憶部553は、ケイデンスセンサRAM555及びケイデンスセンサROM557から構成されている。ケイデンスセンサRAM555にはタイマ値等が記憶され、ケイデンスセンサROM557には制御プログラム等が記憶される。

[0055] ケイデンスセンサタイマ561は、タイマカウンタであり所定周期を有するクロックを常時カウントしている。ケイデンスセンサタイマ561は、ケイデンスセンサ制御部551の値出力命令を受けると、タイマ値情報をケイデンスセンサ制御部551に出力する。また、ケイデンスセンサタイマ561は、ケイデンスセンサ制御部551のリセット命令を受けると、タイマカウンタの値を初期値にリセットする。さらに、ケイデンスセンサタイマ561は、ケイデンスセンサ無線送信部507に、送信のタイミングを命令する役割をも有している。具体的には、例えば1秒ごとに、ケイデンスセンサ無

線送信部 507 に送信タイミングを指令している。

[0056] 次に、測定モジュール 301 のブロック構成を説明する。測定モジュール 301 は、図 3 に示したように、測定モジュール無線送信部 309、測定モジュールタイマ 361、測定モジュール制御部 351、測定モジュール記憶部 353、測定モジュール A/D 363、測定モジュールひずみ検出回路 365 及びひずみゲージ 369 を有している。

[0057] 測定モジュール無線送信部 309 は、測定モジュール制御部 351 がひずみ情報から算出した推進力、損失力及びペダル 103 に加えられている荷重中心位置等を、サイクルコンピュータ無線受信部 209 に送信している。この測定モジュール無線送信部 309 による送信は、測定モジュールタイマ 361 によって命令されることによって例えば 1 秒ごとに行われている。または、測定モジュールタイマ 361 の値に基づいて測定モジュール制御部 351 が命令を出力することによって送信しても良い。

[0058] 測定モジュールタイマ 361 は、タイマカウンタであり所定周期を有するクロックを常時カウントしている。さらに、測定モジュールタイマ 361 は、測定モジュール無線送信部 309 に、送信のタイミングを命令する役割をも有している。具体的には、例えば、1 秒ごとに、測定モジュール無線送信部 309 に送信タイミングを指令している。

[0059] 測定モジュール制御部 351 は、測定モジュール 301 を包括的に制御している。測定モジュール制御部 351 は、ひずみ情報から推進力、損失力及びペダル 103 に加えられている荷重中心位置等を算出する。算出方法は後述する。

[0060] 測定モジュール記憶部 353 には、各種情報が記憶される。各種情報とは、例えば、測定モジュール制御部 351 の制御プログラム、及び、測定モジュール制御部 351 が制御を行う際に必要とされる一時的な情報である。特に本実施例では、ひずみ情報を記憶している。なお、測定モジュール記憶部 353 は、測定モジュール RAM 355 及び測定モジュール ROM 357 から構成されている。測定モジュール RAM 355 にはひずみ情報等が記憶さ

れる。測定モジュールROM357には制御プログラム、及び、ひずみ情報から推進力、損失力及びペダル103に加えられている荷重中心位置を算出するための各種のパラメータ、定数、等が記憶される。

[0061] ひずみゲージ369は、クランク105に接着されて、一体化される。ひずみゲージ369は、第1ひずみゲージ369a、第2ひずみゲージ369b、第3ひずみゲージ369c、第4ひずみゲージ369d、第5ひずみゲージ369e、第6ひずみゲージ369fから構成されている。そして、ひずみゲージ369のそれぞれの端子は、測定モジュールひずみ検出回路365に接続されている。なお、ひずみゲージ369は、左右のクランク105に設けるに限らず、片側のクランク105だけに設けてもよい。

[0062] 図4に、本実施例におけるひずみゲージ369のクランク105への配置を示す。ひずみゲージ369は、クランク105の内面119に接着されている。クランク105の内面とは、クランク軸107が突設されている（接続されている）面であり、クランク105の回転運動により定義される円を含む平面と平行な面（側面）である。また、図4には図示しないが、クランク105の外表面120は、内面119と対向しペダルクランク軸115が突設されている（接続されている）面である。つまり、ペダル103が回転自在に設けられている面である。クランク105の上面117は、内面119および外表面120と同じ方向に長手方向が延在し、かつ内面119および外表面120と直交する面の一方である。クランク105の下面118は、上面117と対向する面である。これら、内面119、外表面120、上面117、下面118は、クランク105の側面を構成する。

[0063] 第1ひずみゲージ369aと第2ひずみゲージ369bは、互いに直交かつ重ねられて（重層して）配置されている。また、第1ひずみゲージ369aの検出方向と第2ひずみゲージ369bの検出方向との間の中間方向が、クランク105の長手方向になるように配置されている。つまり、第1ひずみゲージ369aの検出方向とクランク105の長手方向とは45度の角度を有する。第2ひずみゲージ369bの検出方向とクランク105の長手方

向とは45度の角度を有する。また、第1ひずみゲージ369aと第2ひずみゲージ369bが重ねられた交点部分が内面119の中心軸C1上となるように配置されている。つまり、第1ひずみゲージ369aと第2ひずみゲージ369bは、中心軸C1を中心として対称となるように配置されている。

[0064] 第3ひずみゲージ369cは、クランク105の長手方向に対して検出方向が平行、つまり、内面119の中心軸C1に対して平行かつ、中心軸C1上に設けられている。第4ひずみゲージ369dは、クランク105の長手方向に対して検出方向が垂直、つまり、内面119の中心軸C1に対して垂直かつ、中心軸C1上に設けられている。

[0065] 第5ひずみゲージ369eと第6ひずみゲージ369fは、クランク105の長手方向に対して検出方向が平行、つまり、内面119の中心軸C1に対して平行かつ、内面119の中心軸C1に対して対称になるように設けられている。

[0066] 即ち、クランク105の長手方向に延在する軸である中心軸C1と平行な方向（図4の縦方向）、つまり、クランク105の長手方向と平行な方向が、第3ひずみゲージ369c、第5ひずみゲージ369e、第6ひずみゲージ369fの検出方向となり、中心軸C1と垂直な方向（図4の横方向）、つまり、クランク105の長手方向と垂直な方向が、第4ひずみゲージ369dの検出方向となる。したがって、第3ひずみゲージ369c、第5ひずみゲージ369e、第6ひずみゲージ369fと第4ひずみゲージ369dは検出方向が互いに直交している。即ち、ひずみゲージ369は、クランク105に生じるひずみを検出するひずみ検出手段として機能する。

[0067] なお、第1ひずみゲージ369a乃至第6ひずみゲージ369fの配置は図4に限らない。つまり、第3ひずみゲージ369c乃至第6ひずみゲージ369fは、中心軸C1と平行又は垂直の関係が維持されていればよく、第1ひずみゲージ369a及び第2ひずみゲージ369bは、中心軸C1を挟んで互いに向き合うように傾斜していれば45度の角度でなくてもよいし重

ねられていなくてもよい。更には、クランク１０５の内面１１９に配置してなくてもよく、少なくとも推進力と後述するねじれトルクとが算出できるような配置であればよい。

[0068] また、図４では、クランク１０５を単純な直方体として説明しているが、デザイン等により、角が丸められていたり、一部の面が曲面で構成されていてもよい。そのような場合でも、上述した配置を極力維持するようにひずみゲージ３６９を配置することで、後述する各変形を検出することができる。但し、上記した中心軸Ｃ１との関係と、第１ひずみゲージ３６９ａ及び第２ひずみゲージ３６９ｂが互いに直交する関係にあることがずれるにしたがって検出精度が低下する。

[0069] 測定モジュールひずみ検出回路３６５は、第１ひずみゲージ３６９ａ、第２ひずみゲージ３６９ｂ、第３ひずみゲージ３６９ｃ、第４ひずみゲージ３６９ｄ、第５ひずみゲージ３６９ｅ、第６ひずみゲージ３６９ｆが接続されて、ひずみゲージ３６９のひずみ量が電圧値として出力される。測定モジュールひずみ検出回路３６５の出力は、測定モジュールＡ／Ｄ３６３によって、アナログ情報からデジタル情報であるひずみ情報に変換される。そして、ひずみ情報信号は測定モジュール記憶部３５３に出力される。測定モジュール記憶部３５３に入力されたひずみ情報信号は、測定モジュールＲＡＭ３５５にひずみ情報として記憶される。

[0070] 測定モジュールひずみ検出回路３６５を図５に示す。測定モジュールひずみ検出回路３６５は、第１検出回路３７３ａと第２検出回路３７３ｂと第３検出回路３７３ｃとで構成されている。第１検出回路３７３ａは、電源ＶｃｃとグラウンドＧＮＤとの間に、第５ひずみゲージ３６９ｅと第６ひずみゲージ３６９ｆとが直列に接続されている。即ち、電源Ｖｃｃ、第５ひずみゲージ３６９ｅ、第６ひずみゲージ３６９ｆ、グラウンドＧＮＤの順に接続されている。そして、第５ひずみゲージ３６９ｅと第６ひずみゲージ３６９ｆとの接続点が第１検出回路３７３ａの出力（以下、ｔ出力という）となる。

[0071] 第２検出回路３７３ｂは、電源ＶｃｃとグラウンドＧＮＤとの間に、第３ひ

ずみゲージ 369c と第 4 ひずみゲージ 369d とが直列に接続されている。即ち、電源 V_{cc} 、第 3 ひずみゲージ 369c、第 4 ひずみゲージ 369d、グランド GND の順に接続されている。そして、第 3 ひずみゲージ 369c と第 4 ひずみゲージ 369d との接続点が第 2 検出回路 373b の出力（以下、r 出力という）となる。

[0072] 第 3 検出回路 373c は、電源 V_{cc} とグランド GND との間に、第 1 ひずみゲージ 369a と第 2 ひずみゲージ 369b とが直列に接続されている。即ち、電源 V_{cc} 、第 1 ひずみゲージ 369a、第 2 ひずみゲージ 369b、グランド GND の順に接続されている。そして、第 1 ひずみゲージ 369a と第 2 ひずみゲージ 369b との接続点が第 3 検出回路 373c の出力（以下、k 出力という）となる。

[0073] ここで、第 1 ひずみゲージ 369a ～第 6 ひずみゲージ 369f は同じ抵抗値を有しているとする。

[0074] ひずみゲージ 369 の抵抗値は、公知のように圧縮されている場合には抵抗値が下がり、伸長されている場合には抵抗値が上がる。この抵抗値の変化は、変化量がわずかな場合には比例している。また、ひずみゲージ 369 の検出方向は、配線が伸びている方向であり、上述したように第 3 ひずみゲージ 369c、第 5 ひずみゲージ 369e、第 6 ひずみゲージ 369f が、中心軸 C1 と平行な方向、第 4 ひずみゲージ 369d が、中心軸 C1 と垂直な方向となる。第 1 ひずみゲージ 369a、第 2 ひずみゲージ 369b が、45 度の方向となる。この検出方向以外において圧縮又は伸長が生じた場合には、ひずみゲージ 369 に抵抗値の変化は生じない。

[0075] このような特性を持つひずみゲージ 369 を使用した第 1 検出回路 373a は、第 5 ひずみゲージ 369e と第 6 ひずみゲージ 369f の検出方向で圧縮または伸長されていない場合は、t 出力は、電源 V_{cc} の電圧を第 5 ひずみゲージ 369e と抵抗値と第 6 ひずみゲージ 369f とで分圧した値である電源 V_{cc} の電圧の $1/2$ の電圧値（ $1/2 V_{cc}$ ）となる。

[0076] 第 5 ひずみゲージ 369e が圧縮され、第 6 ひずみゲージ 369f が伸張

された場合は、第5ひずみゲージ369eの抵抗値が減少して第6ひずみゲージ369fの抵抗値が増加するために、t出力は上がる（電圧値が $1/2 V_{cc}$ よりも大きくなる）。第5ひずみゲージ369eが伸張され、第6ひずみゲージ369fが圧縮された場合は、第5ひずみゲージ369eの抵抗値が増加して第6ひずみゲージ369fの抵抗値が減少するために、t出力は下がる（電圧値が $1/2 V_{cc}$ よりも小さくなる）。

[0077] 第5ひずみゲージ369e、第6ひずみゲージ369fともに圧縮された場合は、第5ひずみゲージ369e、第6ひずみゲージ369fともに抵抗値が減少するために、t出力は変化しない（電圧値が $1/2 V_{cc}$ のままとなる）。第5ひずみゲージ369e、第6ひずみゲージ369fともに伸張された場合は、第5ひずみゲージ369e、第6ひずみゲージ369fともに抵抗値が増加するために、t出力は変化しない。

[0078] 第2検出回路373bも第1検出回路373aと同様の動作となる。つまり、第3ひずみゲージ369cが圧縮され、第4ひずみゲージ369dが伸張された場合は、r出力は上がり、第3ひずみゲージ369cが伸張され、第4ひずみゲージ369dが圧縮された場合は、r出力は下がる。第3ひずみゲージ369c、第4ひずみゲージ369dともに圧縮された場合と、第3ひずみゲージ369c、第4ひずみゲージ369dともに伸張された場合は、r出力は変化しない。

[0079] 第3検出回路373cも第1検出回路373aと同様の動作となる。つまり、第1ひずみゲージ369aが圧縮され、第2ひずみゲージ369bが伸張された場合は、k出力は上がり、第1ひずみゲージ369aが伸張され、第2ひずみゲージ369bが圧縮された場合は、k出力は下がる。第1ひずみゲージ369a、第2ひずみゲージ369bともに圧縮された場合と、第1ひずみゲージ369a、第2ひずみゲージ369bともに伸張された場合は、k出力は変化しない。

[0080] 第1検出回路373aのt出力と、第2検出回路373bのr出力と、第3検出回路373cのk出力と、は複数のひずみゲージ部が出力する電圧値

となる。

[0081] 図6は、ユーザにより力（踏力）が加えられた際の右側クランク105Rの変形状態を示している。（a）は右クランク105Rの内面119から見た平面図、（b）は右側クランク105Rの上面117から見た平面図、（c）は右側クランク105Rのクランク軸107側の端部から見た平面図である。なお、以降の説明では右側クランク105Rで説明するが、左側クランク105Lでも同様である。

[0082] ユーザの足からペダル103を介して踏力が加えられると、その踏力はクランク105の回転力となる、クランク105の回転運動により定義される円の接線方向に働く力である接線力T（推進力）と、クランク105の回転運動により定義される円の法線方向に働く力である法線力R（損失力）とに分けられる。このとき、右側クランク105Rには、曲げ変形x、曲げ変形y、引張変形z、ねじれ変形rzの各変形状態が生じる。

[0083] 曲げ変形xは、図6（a）に示したように、右側クランク105Rが上面117から下面118に向かって、或いは下面118から上面117に向かって曲がるように変形することであり、接線力Tによって生じる変形である。即ち、クランク105の回転方向に発生する変形によるひずみ（クランク105の回転方向に生じているひずみ）を検出することとなり、曲げ変形xの検出によってクランク105に生じている回転方向ひずみが検出できる。

[0084] 曲げ変形yは、図6（b）に示したように、右側クランク105Rが外面120から内面119に向かって、或いは内面119から外面120に向かって曲がるように変形することであり、法線力Rによって生じる変形である。即ち、クランク105の外面120から内面119、または内面119から外面120に向かって発生する変形によるひずみ（右側クランク105Rの回転運動により定義される円と同一平面と垂直な方向に生じているひずみ）を検出することとなり、曲げ変形yの検出によってクランク105に生じている内外方向ひずみが検出できる。

[0085] 引張変形zは、右側クランク105Rが長手方向に伸張または圧縮される

ように変形することであり、法線力Rによって生じる変形である。即ち、クランク105が長手方向に引っ張られるまたは押される方向に発生する変形によるひずみ（長手方向と平行な方向に生じているひずみ）を検出することとなり、引張変形zの検出によってクランク105に生じている引張方向ひずみが検出できる。

[0086] ねじれ変形rzは、右側クランク105Rが、ねじれるように変形することであり、接線力Tによって生じる変形である。即ち、クランク105がねじれる方向に発生する変形によるひずみを検出することとなり、ねじれ変形rzの検出によってクランク105に生じているねじり方向ひずみが検出できる。なお、図6は、曲げ変形x、曲げ変形y、引張変形z、ねじれ変形rzの変形方向を矢印で示したが、上述したように、この矢印と逆方向に各変形が発生する場合もある。

[0087] したがって、接線力Tを測定するためには、曲げ変形xまたはねじれ変形rzのいずれか、法線力Rを測定するためには、曲げ変形yまたは引張変形zのいずれかを定量的に検出すればよい。

[0088] ここで、図4のように配置され、図5のように第1ひずみゲージ369a、第2ひずみゲージ369b、第3ひずみゲージ369c、第4ひずみゲージ369dが接続された測定モジュールひずみ検出回路365によって、曲げ変形x、曲げ変形y、引張変形z、ねじれ変形rzを検出（測定）する方法を説明する。

[0089] 曲げ変形xは、右側クランク105Rが上面117から下面118に向かって、或いはその逆方向に変形する。この場合、第1検出回路373aは、第5ひずみゲージ369eは圧縮されて抵抗値が減少し、第6ひずみゲージ369fは伸長されて抵抗値が増加してt出力が上がる、又は第5ひずみゲージ369eは伸長されて抵抗値が増加し、第6ひずみゲージ369fは圧縮されて抵抗値が減少してt出力は下がる、のいずれかとなる（変形の方角により定まる）。第2検出回路373bは、第3ひずみゲージ369c、第4ひずみゲージ369dとも曲がるだけであり圧縮も伸長もさせず抵抗値は

変化しないため r 出力は変化しない。第 3 検出回路 373c は、図 7 に示したように、第 1 ひずみゲージ 369a の一端は伸張されるが、他端は圧縮される。その結果、第 1 ひずみゲージ 369a 内部で伸長及び圧縮の両方が生じ第 1 ひずみゲージ 369a の抵抗値は変化しない。第 2 ひずみゲージ 369b も同様である。そのため、k 出力は変化しない。

[0090] 曲げ変形 y は、右側クランク 105R が外面 120 から内面 119 に向かって、或いはその逆方向に変形する。この場合、第 1 検出回路 373a は、第 5 ひずみゲージ 369e、第 6 ひずみゲージ 369f の両方とも伸長して両方とも抵抗値が増加するか、両方とも圧縮して両方とも抵抗値が減少するかのいずれかであるので、t 出力は変化しない。第 2 検出回路 373b は、第 3 ひずみゲージ 369c は伸長されて抵抗値が増加し、第 4 ひずみゲージ 369d は圧縮されて抵抗値が減少して r 出力が下がる、又は第 3 ひずみゲージ 369c は圧縮されて抵抗値が減少し、第 4 ひずみゲージ 369d は伸長されて抵抗値が増加して r 出力は上がる、のいずれかとなる。第 3 検出回路 373c は、第 1 ひずみゲージ 369a、第 2 ひずみゲージ 369b の両方とも伸長して両方とも抵抗値が増加するか、両方とも圧縮して両方とも抵抗値が減少するかのいずれかであるので、k 出力は変化しない。

[0091] 引張変形 z は、右側クランク 105R が長手方向に伸張または圧縮されるように変形する。この場合、第 1 検出回路 373a は、第 5 ひずみゲージ 369e、第 6 ひずみゲージ 369f の両方とも伸長して両方とも抵抗値が増加するか、両方とも圧縮して両方とも抵抗値が減少するかのいずれかであるので、t 出力は変化しない。第 2 検出回路 373b は、第 3 ひずみゲージ 369c は伸長されて抵抗値が増加し、第 4 ひずみゲージ 369d は圧縮されて抵抗値が減少して r 出力が下がる、又は第 3 ひずみゲージ 369c は圧縮されて抵抗値が減少し、第 4 ひずみゲージ 369d は伸長されて抵抗値が増加して r 出力は上がる、のいずれかとなる。第 3 検出回路 373c は、第 1 ひずみゲージ 369a、第 2 ひずみゲージ 369b の両方とも伸長して両方とも抵抗値が増加するか、両方とも圧縮して両方とも抵抗値が減少するかの

いずれかであるので、 k 出力は変化しない。

[0092] ねじれ変形 r_z は、右側クランク 105 R が、ねじれるように変形する。この場合、第 1 検出回路 373 a は、第 5 ひずみゲージ 369 e は伸長されて抵抗値が増加するが、第 6 ひずみゲージ 369 f は圧縮も伸長もしないため抵抗値は変化しないので、 t 出力は下がる。第 2 検出回路 373 b は、第 3 ひずみゲージ 369 c は伸長されて抵抗値が増加するが、第 4 ひずみゲージ 369 d は圧縮も伸長もしないため抵抗値は変化しないので、 r 出力は下がる。第 3 検出回路 373 c は、第 1 ひずみゲージ 369 a は圧縮されて抵抗値が減少し、第 2 ひずみゲージ 369 b は伸長されて抵抗値が増加して k 出力が上がる、又は第 1 ひずみゲージ 369 a は伸長されて抵抗値が増加し、第 2 ひずみゲージ 369 b は圧縮されて抵抗値が減少して k 出力は下がる、のいずれかとなる。

[0093] 以上のように、第 1 検出回路 373 a の t 出力の変化を検出することで曲げ変形 x を検出することができ、第 2 検出回路 373 b の r 出力の変化を検出することで曲げ変形 y 及び引張変形 z を検出することができる。更に、第 3 検出回路 373 c の k 出力の変化を検出することでねじれ変形 r_z を検出することができる。即ち、第 1 検出回路 373 a を構成する第 5 ひずみゲージ 369 e 及び第 6 ひずみゲージ 369 f が第 1 ひずみゲージ部、第 3 検出回路 373 c を構成する第 1 ひずみゲージ 369 a 及び第 2 ひずみゲージ 369 b が第 2 ひずみゲージ部となる。そして、第 1 検出回路 373 a の t 出力及び第 3 検出回路 373 c の k 出力がひずみ検出手段が出力値を表す。

[0094] 次に、第 1 検出回路 373 a の t 出力、第 2 検出回路 373 b の r 出力、第 3 検出回路 373 c の k 出力から、測定モジュール制御部 351 で接線力 T 、法線力 R 及びねじれトルク K を算出する方法を説明する。ねじれトルクとは、クランク 105 にねじれ変形 r_z が発生した際のトルク、即ち、クランク 105 にねじれを生じさせる方向に働くトルクである。まず、以下の (1) 式のように行列 A を仮定する。

[数1]

$$\begin{pmatrix} t \\ r \\ k \end{pmatrix} = A \cdot \begin{pmatrix} T \\ R \\ K \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T \\ R \\ K \end{pmatrix} \cdots (1)$$

[0095] (1) 式の t は t 出力、 r は r 出力、 k は k 出力の実測値（電圧値）をそれぞれ示す。また、 T は接線力 T 、 R は法線力 R 、 K はねじれトルク K を示す。

[0096] 次に、図8に示したように、クランク105を水平前向きとし、クランク105の中心軸C1から距離 L_1 だけ離れたペダル103上の位置に、既知の荷重 W を加えた状態（第1状態）における t 出力、 r 出力、 k 出力をそれぞれ t_p 、 r_p 、 k_p とすると、(1)式は、(2)式のように表される。ここで、図8(a)はクランク105の上面117から見た図、図8(b)はクランクの外面120から見た図である。

[数2]

$$\begin{pmatrix} t_p \\ r_p \\ k_p \end{pmatrix} = A \cdot \begin{pmatrix} W \\ 0 \\ P \end{pmatrix} \cdots (2)$$

[0097] P は、クランク105に加わる第1基準ねじれトルクであり、 $P = W \cdot L_1$ ($N \cdot m$) で表される。

[0098] 次に、図9に示したように、クランク105を水平前向きとし、クランク105の中心軸C1から距離 L_1 とは異なる距離 L_2 だけ離れたペダル103上の位置に、既知の荷重 W を加えた状態（第2状態）における t 出力、 r 出力、 k 出力をそれぞれ t_q 、 r_q 、 k_q とすると、(1)式は、(3)式のように表される。ここで、図9(a)はクランク105の上面117から見た図、図9(b)はクランクの外面120から見た図である。

[数3]

$$\begin{pmatrix} tq \\ rq \\ kq \end{pmatrix} = A \cdot \begin{pmatrix} W \\ 0 \\ Q \end{pmatrix} \cdots (3)$$

[0099] Qは、クランク105に加わる第2基準ねじれトルクであり、 $Q = W \cdot L_2$ (N・m)で表される。

[0100] 次に、図10に示したように、クランク105を垂直下向きとし、クランク105の中心軸C1の延長上の位置（又は、クランク105の中心軸に極力近い位置）に既知の荷重Wを加えた状態（第3状態）のt出力、r出力、k出力をそれぞれt0、r0、k0とすると、(1)式は、(4)式のように表される。図10(a)はクランク105の上面117から見た図、図10(b)はクランクの外周面120から見た図である。

[数4]

$$\begin{pmatrix} t0 \\ r0 \\ k0 \end{pmatrix} = A \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ W \\ 0 \end{pmatrix} \cdots (4)$$

[0101] 次に、(2)～(4)式より行列Aの成分a～iを算出する。(2)、(3)式より成分c、a、f、d、i、gは次の(5)～(10)式のようにになる。また、(4)式より、成分b、e、hは次に(11)～(13)式のようにになる。ここで、(6)、(8)、(10)式は成分が残っているが、これは算出された当該成分を代入すればよい。例えば(6)式の成分cは(5)式の算出結果を代入する。或いは算出結果でなく式を代入してもよい。このようにして、図8～図10の状態のときのt出力、r出力、k出力の値と、既知の荷重W及び既知の距離L1、L2により行列Aの成分a～iが算出される。

[数5]

$$c=(tp-tq)/(P-Q)=(tp-tq)/(W(L1-L2)) \cdots (5)$$

$$a=(tp-Pc)/W=(tp-WL1c)/W \cdots (6)$$

$$f=(rp-rq)/(P-Q)=(rp-rq)/(W(L1-L2)) \cdots (7)$$

$$d=(rp-Pf)/W=(rp-WL1f)/W \cdots (8)$$

$$i=(kp-kq)/(P-Q)=(kp-kq)/(W(L1-L2)) \cdots (9)$$

$$g=(kp-Pi)/W=(kp-WL1i)/W \cdots (10)$$

[数6]

$$b=t0/W \cdots (11)$$

$$c=r0/W \cdots (12)$$

$$h=k0/W \cdots (13)$$

[0102] そして、算出された行列Aの逆行列 A^{-1} を算出し、以下の(14)式により、接線力T、法線力R、ねじれトルクKを算出する。従って、予め逆行列 A^{-1} を算出しておくことにより、t出力、r出力、k出力の値から接線力T、法線力R、ねじれトルクKをリアルタイムで算出することができる。

[数7]

$$\begin{pmatrix} T \\ R \\ K \end{pmatrix} = A^{-1} \cdot \begin{pmatrix} t \\ r \\ k \end{pmatrix} \cdots (14)$$

[0103] (14)式は逆行列 A^{-1} の成分を係数とする多項式で表すことができるため、接線力T及びねじれトルクKは、第1検出回路373a～第3検出回路373cが出力するt出力、r出力、k出力を所定の多項式に代入することにより算出される。

[0104] そして、算出された接線力TとねじれトルクKとからクランク105の中心軸から運転者がペダル103に加えている荷重の中心まで距離Lを算出する。ここで、荷重の中心とは、ペダル103の各部に働く荷重をただ一つの力で代表させるとき、それが作用する点を意味する。クランク105の中心軸から運転者がペダル103に加えている荷重の中心まで距離Lは、 $L(m) = K/T$ により算出できる。本実施例では、この算出された距離Lを、ペ

ダル１０３に加えられている荷重中心位置としている。

[0105] 次に、サイクルコンピュータ２０１のブロック構成を説明する。サイクルコンピュータ２０１は、図３に示したように、サイクルコンピュータ表示部２０３、サイクルコンピュータ操作部２０５、サイクルコンピュータケイデンス無線受信部２０７、サイクルコンピュータ無線受信部２０９、サイクルコンピュータタイマ２６１、サイクルコンピュータ記憶部２５３及びサイクルコンピュータ制御部２５１を有している。

[0106] サイクルコンピュータ表示部２０３は、ユーザの指示等に基づいて、各種の情報を表示する。本実施例においては、推進力（接線力 T ）及び損失力（法線力 R ）を視覚化して表示する。なお、視覚化の方法はどのような方法であっても良い。サイクルコンピュータ表示部２０３における、視覚化の方法は、例えば、ベクトル表示、グラフ表示、色分け表示、記号の表示、３次元表示等がありえ、どのような方法であってもよい。また、それらの組み合わせ等であってもよい。

[0107] また、サイクルコンピュータ表示部２０３は、測定モジュール制御部３５１が算出したペダル１０３に加えられている荷重中心位置を視覚化して表示する。図１１に表示例を示す。

[0108] 図１１は、画面に左右のペダル１０３について検出した荷重中心位置を並べて表示するものである。図１１において、右側ペダル１０３ R で検出された荷重中心位置は実測値 LMR 、左側ペダル１０３ L で検出された荷重中心位置は実測値 LML として表示する。また、予め基準として設定された荷重中心位置を基準値 LRR （右側）、基準値 LRL （左側）として実測値 LMR 、 LML に重畳して表示している。この基準値 LRR 、 LRL は、例えば推奨されるペダル踏み位置（荷重をかけるべき位置）として示される。即ち、実測値 LMR 、 LML と基準値 LRR 、 LRL とを比較可能な態様で表示（出力）している。なお、図１１では、基準値 LRR 、 LRL はペダル１０３の略中央としているが、それに限らない。例えば、自転車１やクランク１０５の形状等或いは運転者の体格等に基づいて変更してもよい。

- [0109] 図 1 1 では、実測値 L M R、L M L を楕円の塗りつぶし、基準値 L R R、L R L を楕円（破線）で表示することで、重畳して表示した際に視認し易くしている。なお、実測値 L M R、L M L、基準値 L R R、L R L は、図 1 1 の形状に限らず、点、円、直線や足型等であってもよい。また、実測値 L M R、L M L と基準値 L R R、L R L とは、塗りつぶしと破線に限らず、互いが識別できる表示態様であればよい。
- [0110] なお、図 1 1 に示した例では、実測値や基準値を画像で示したが、それに限らず、数値等他の形式で示してもよい。また、任意の期間の実測値を記憶しておき、位置の移動の遷移が分かるように表示してもよい。
- [0111] サイクルコンピュータ操作部 2 0 5 は、ユーザの指示（入力）を受ける。例えば、サイクルコンピュータ操作部 2 0 5 は、ユーザから、サイクルコンピュータ表示部 2 0 3 に表示内容の指示を受ける。
- [0112] サイクルコンピュータケイデンス無線受信部 2 0 7 は、ケイデンスセンサ 5 0 1 から送信されるケイデンス情報を受信する。
- [0113] サイクルコンピュータ無線受信部 2 0 9 は、測定モジュール 3 0 1 から送信される推進力、損失及びペダル 1 0 3 に加えられている荷重中位置等を受信する。
- [0114] サイクルコンピュータタイマ 2 6 1 は、タイマカウンタでありタイマをカウントしている。サイクルコンピュータタイマ 2 6 1 によって生成されるこのタイマ値情報はサイクルコンピュータ制御部 2 5 1 等が様々に利用している。
- [0115] サイクルコンピュータ記憶部 2 5 3 には、各種情報が記憶される。各種情報とは、例えば、サイクルコンピュータ制御部 2 5 1 の制御プログラム、及び、サイクルコンピュータ制御部 2 5 1 が制御を行う際に必要とされる一時的な情報である。なお、サイクルコンピュータ記憶部 2 5 3 は、サイクルコンピュータ R A M 2 5 5 及びサイクルコンピュータ R O M 2 5 7 から構成されている。サイクルコンピュータ R O M 2 5 7 には制御プログラム、推進力や損失力或いは荷重中心位置をサイクルコンピュータ表示部 2 0 3 に視覚的

に表示するデータに変換するための各種のパラメータ、定数、等が記憶されている。

[0116] サイクルコンピュータ制御部251は、サイクルコンピュータ201を包括的に制御している。さらに、ケイデンスセンサ501及び測定モジュール301をも包括的に制御していても良い。サイクルコンピュータ制御部251は、推進力や損失力或いは荷重中心位置をサイクルコンピュータ表示部203に視覚的に表示するデータに変換する。

[0117] 次に、ケイデンスセンサ501の処理と、測定モジュール301およびサイクルコンピュータ201の処理を、図12及び図13を参照して説明する。

[0118] まず、ケイデンスセンサ501の処理を説明する。ステップST51において、ケイデンスセンサ501のケイデンスセンサ制御部551は、磁気センサ505のONへの変化を検出する。そして、ケイデンスセンサ制御部551は、磁気センサ505の変化を検出すると処理の割り込みを行い、ステップST53以下の処理を開始する。割り込みとは、それまでの処理を中断して、指定された処理を実行することをいう。

[0119] 次に、ステップST53において、ケイデンスセンサ制御部551は、ケイデンス値を算出する。ケイデンスセンサ制御部551は、タイマ値情報のカウント数(C)と1度のカウント間隔(T)をかけあわせることによって、磁気センサ505がONとなる時間(周期)[秒]を算出する。そして、ケイデンスセンサ制御部551は、60をこの時間(周期)で割ることによって、ケイデンス[rpm]を算出する。さらに、ケイデンスセンサ制御部551は、このケイデンス情報をケイデンスセンサ記憶部553のケイデンスセンサRAM555に記憶させる。

[0120] 次に、ステップST55において、ケイデンスセンサ制御部551は、ケイデンスセンサタイマ561にカウンタ値のリセット命令を出力する。これで、ケイデンスセンサ制御部551の制御のメインフローは終了する。そして、次に磁気センサ505がONになると割り込みを再び行い、ステップS

T 5 1 から処理を再開する。

- [0121] 一方、ステップS T 5 7においては、ケイデンスセンサ制御部5 5 1は、ケイデンスセンサ記憶部5 5 3に記憶されているケイデンス情報を、ケイデンスセンサ無線送信部5 0 7を用いて、サイクルコンピュータ2 0 1に送信する。なお、ケイデンスセンサ制御部5 5 1を介さずに、ケイデンスセンサ無線送信部5 0 7のみによって送信を行っても良い。
- [0122] 次に、ステップS T 5 9において、ケイデンスセンサ制御部5 5 1は、1秒間ウェイトしている。なお、ウェイトの時間は可変である。
- [0123] 次に、測定モジュール3 0 1等の処理を説明する。ステップS T 1 1において、測定モジュールA / D 3 6 3は、測定モジュールひずみ検出回路3 6 5からの出力（t 出力、 r 出力、 k 出力）を、アナログ値からデジタル値にA / D変換する。
- [0124] 次に、ステップS T 1 3において、測定モジュールA / D 3 6 3が検出（変換）したひずみ情報を測定モジュール記憶部3 5 3の測定モジュールR A M 3 5 5に記憶する。
- [0125] 次に、ステップS T 1 5において、処理は、 $1 / N$ 秒間ウェイトする。ここで、Nの値は、一秒間に測定するデータポイントの数である。つまり、Nの値が大きいほど、ひずみ情報の数が多く、秒単位の分解能が高いことを意味する。N値は大きいほどよいが、N値をあまり大きくすると測定モジュールR A M 3 5 5が大きな容量のものでなければならず、コストの増加になる。したがって、N値をどの程度とするかは、コスト、必要とされる時間分解能及び測定モジュールA / D 3 6 3がA / D変換するのに必要とされる時間等によって決定され得る。ステップS T 1 5の処理が終了すると、ステップS T 1 1の処理に再び戻る。つまり、1秒間にN回のステップS T 1 1～ステップS T 1 5の処理を繰り返し行う。
- [0126] また、測定モジュール制御部3 5 1は、図9（b）の処理を行う。ステップS T 3 1において、測定モジュール制御部3 5 1は、ひずみ情報のデータ退避を行う。その理由を説明する。まず、測定モジュール記憶部3 5 3の測

定モジュールRAM355の容量には限りがある。ここで、測定モジュールRAM355の容量を大きくすればひずみ情報のデータ退避は必要なくなるが、あまり余裕を持たせて設計するとコストの増加をもたらす適切なではない。また、ひずみ情報は連続的に次々書き込まれるため、データ退避を行わないと、後述するステップST33での処理によって接線力T、法線力R、距離Lを計算する前に、新たな情報が上書きされてしまうおそれがあるからである。

[0127] 次に、ステップST33において、測定モジュール制御部351は接線力T、法線力R、距離Lを算出する。具体的には、測定モジュール制御部351は、上述した(14)式及び $L = K / T$ との式により接線力T、法線力R、距離Lを算出する。即ち、本ステップが算出工程として機能する。さらに、測定モジュール制御部351は、この接線力T、法線力R、距離LをN個算出しその平均を算出してもよい。つまり、測定モジュール制御部351は、1秒間の接線力T、法線力Rの平均（平均接線（推進）力及び平均法線（損失）力）を算出してもよい。なお、第1状態～第3状態の測定や成分の算出等は、上述したように、本フローチャート実行前に予め行う。

[0128] 次に、ステップST35において、測定モジュール制御部351は、測定モジュール無線送信部309を介して、算出された接線力T及び法線力R又は平均接線力及び平均法線力と、距離Lと、を送信する。送信された接線力T及び法線力R等と距離Lとは、サイクルコンピュータ201のサイクルコンピュータ無線受信部209によって受信される。即ち、ひずみゲージ369の出力値に基づいて算出された接線力Tと、ねじれトルクKと、に基づいてクランク105に連結されたペダル103に加えられた荷重の中心位置に関する情報を出力している。

[0129] 次に、ステップST37において、1秒ウェイトする。なお、1秒は一例であり必要に応じて可変である。ステップST37の処理が終了すると、ステップST31の処理に再び戻る。つまり、1秒間に1回のステップST31～ステップST35の処理を繰り返し行う。

[0130] また、サイクルコンピュータ201のサイクルコンピュータ制御部251は、図9(c)の処理を行う。ステップST71において、サイクルコンピュータ制御部251は、推進力（接線力T）、損失力（法線力R）、荷重中心位置（距離L）及びケイデンス情報を受信すると割り込みが行われる。つまり、サイクルコンピュータ無線受信部209が推進力、損失力、荷重中心位置及びケイデンス情報を受信したことをサイクルコンピュータ制御部251が検出した時には、サイクルコンピュータ制御部251は、それまでの処理を中断（割り込み）し、ステップST73以下の処理を開始する。

[0131] 次に、ステップST73において、サイクルコンピュータ制御部251は、サイクルコンピュータ表示部203に推進力、損失力、荷重中心位置及びケイデンス情報を表示させる。即ち、本ステップが出力工程として機能する。サイクルコンピュータ表示部203は、これらの情報を数値として表示、又は、その他の視覚化・聴覚化・触覚化した方法によってユーザに伝達する。なお、これらの情報は、同時に表示しなくてもよく、ユーザ等の切り換え操作により個別に表示するようにしてもよい。

[0132] 次に、ステップST75において、サイクルコンピュータ制御部251は、サイクルコンピュータ表示部203に推進力、損失力、荷重中心位置及びケイデンス情報をサイクルコンピュータ記憶部253のサイクルコンピュータRAM255に記憶する。その後、サイクルコンピュータ制御部251は、再びステップST51の割り込みが行われるまで他の処理を行う。

[0133] 上述した説明では、荷重中心位置（距離L）は、測定モジュール301で算出していたが、荷重中心位置（距離L）に代えてねじれトルクKをサイクルコンピュータ201に送信するようにし、サイクルコンピュータ201で荷重中心位置（距離L）を算出するようにしてもよい。

[0134] 本実施例によれば、ひずみゲージ369が、自転車1のクランク105の内面119に設けられ、クランク105に生じるひずみを検出する。そして、サイクルコンピュータ表示部203が、第1ひずみゲージ369a～第6ひずみゲージ369fの出力値に基づいて算出された、接線力Tと、ねじれ

トルク K と、に基づいて、クランク105に連結されたペダル103に加えられた荷重中心位置を示す画像を表示する。このようにすることにより、ペダル103に加えられた荷重中心位置を示す画像を算出して出力することができるため、この情報に基づいて効率のよいペダリング等を行うことが可能となる。

[0135] また、ひずみゲージ369は、自転車1が左右一対に備えるクランク105の内面119にそれぞれ設けられ、サイクルコンピュータ表示部203は、左右それぞれのクランク105に連結されたペダル103に加える荷重の中心位置を示す画像を並べて表示している。このようにすることにより、ユーザ等は左右のペダリングバランス等を比較して確認することができ、ペダリングフォーム等の改善に役立てることができる。

[0136] また、サイクルコンピュータ表示部203は、ひずみゲージ369が検出した実測値 LMR 、 LML に予め基準値 $LR R$ 、 $L R L$ を重畳した画像を表示している。このようにすることにより、例えばユーザ等が、自身のペダリングにおける荷重中心と適切なペダリングにおける荷重中心とを比較することができ、ペダリングフォーム等の改善に役立てることができる。

[0137] また、ひずみゲージ369は、クランク105に生じる曲げ変形 x を検出する第1ひずみゲージ369a、第2ひずみゲージ369bと、クランク105に生じるねじれ変形 rz を検出する第5ひずみゲージ369e、第6ひずみゲージ369fと、を含む複数のひずみゲージを有する。また、ひずみゲージ369は、第1ひずみゲージ369a及び第2ひずみゲージ369bと、第5ひずみゲージ369e及び第6ひずみゲージ369fと、がひずみを検出する方向へのクランク105の変形量に応じた電圧値を出力している。このようにすることにより、複数のひずみゲージ369の出力電圧値によって、クランク105の接線力 T とねじれトルク K とを算出することができる。

[0138] また、クランク105の接線力 T 及びねじれトルク K は、第1ひずみゲージ369a及び第2ひずみゲージ369bにより構成される第3検出回路3

73cと、第5ひずみゲージ369e及び第6ひずみゲージ369fにより構成される第1検出回路373aと、が出力する電圧値（t出力、k出力）を所定の多項式に代入することにより算出される。このようにすることにより、例えば、CPU等を用いた演算により算出することができる。

- [0139] また、所定の多項式の各項の係数は、クランク105の中心軸から第1距離L1だけ離れたペダル103上の位置に予め定めた荷重Wを加えた第1状態において、クランク105に加わる第1基準ねじれトルクPと、クランク105の中心軸から第2距離L2だけ離れたペダル103上の位置に予め定めた荷重Wを加えた第2状態において、クランク105に加わる第2基準ねじれトルクQと、第1状態および第2状態のそれぞれにおけるt出力及びk出力と、に基づいて予め設定されている。このようにすることにより、既知の数値で算出可能な第1基準ねじれトルクP、第2基準ねじれトルクQ、出力電圧値（tp、kp、tq、kq）に基づいて予め係数を算出することができる。従って、第1検出回路373a、第3検出回路373cで実測された値を多項式に代入するだけでクランク105の接線力T及びクランク105のねじれトルクKを算出することができる。また、クランクに合わせて係数を変更することができるため、クランクごとに精度よく算出することができる。

実施例 2

- [0140] 本実施例の第2の実施例にかかる情報出力装置について、図14を参照して説明する。なお、前述した第1の実施例と同一部分には、同一符号を付して説明を省略する。
- [0141] 第1の実施例では、ひずみゲージを6つ用いていたが、法線力R（損失力）を算出しない場合は、ひずみゲージの数を減らし、係数の算出や接線力T及びねじれトルクKの算出にかかる演算量を減少させることができる。図14に、本実施例におけるひずみゲージ369のクランク105への配置を示す。本実施例においては、図4に示した第3ひずみゲージ369cと第4ひずみゲージ369dとが削除されている点が第1の実施例と異なる。従って

、本実施例の測定モジュールひずみ検出回路 3 6 5 は、第 2 検出回路 3 7 3 b を有しない。

[0142] 第 2 検出回路 3 7 3 b の r 出力は、第 1 の実施例で説明したように、曲げ変形 y 及び引張変形 z を検出する。これらは、法線力 R により生じる変形であり、法線力 R を算出しない場合は検出しなくてもよい。そして、第 1 の実施例で示した (1) 式は以下の (15) 式に、(2) 式は以下の (16) 式に、(3) 式は以下の (17) 式に、そして (14) 式は以下の (18) 式にそれぞれ変更となる。本実施例では、(15) 式～(17) 式から明らかのように、行列 A の成分は、第 1 基準ねじれトルク P と第 2 基準ねじれトルク Q と第 1 状態と第 2 状態のそれぞれにおける t 出力、k 出力とに基づいて算出することができる。

[数8]

$$\begin{pmatrix} t \\ k \end{pmatrix} = A \cdot \begin{pmatrix} T \\ K \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T \\ K \end{pmatrix} \cdots (15)$$

[数9]

$$\begin{pmatrix} tp \\ kp \end{pmatrix} = A \cdot \begin{pmatrix} W \\ p \end{pmatrix} \cdots (16)$$

[数10]

$$\begin{pmatrix} tq \\ kq \end{pmatrix} = A \cdot \begin{pmatrix} W \\ Q \end{pmatrix} \cdots (17)$$

[数11]

$$\begin{pmatrix} T \\ K \end{pmatrix} = A^{-1} \cdot \begin{pmatrix} t \\ k \end{pmatrix} \cdots (18)$$

[0143] 本実施例では、算出するのは接線力 T とねじれトルク K であるので、行列 A は 2 行 2 列となり成分の数が減少する。算出された接線力 T とねじれトルク K からクランク 1 0 5 の中心軸から運転者がペダル 1 0 3 に加えている荷

重の中心まで距離 L は、第1の実施例と同様に $L(m) = K/T$ により算出する。

[0144] 本実施例によれば、接線力 T とねじれトルク K のみを算出しているのでひずみゲージの数を減らすことができる。また、接線力 T とねじれトルク K を算出する際の多項式の項が減少するため演算量を減少させることができる。

[0145] なお、上述した2つの実施例では、サイクルコンピュータ表示部203を出力手段として説明したが、出力手段は、表示あるいは音声等で運転者に伝達する手段に限らない。例えば、図15に示したように、サイクルコンピュータ201にサイクルコンピュータ外部通信部271を加えて、クランク105の中心軸から運転者がペダル103に加えている荷重の中心まで距離 L 等の情報をサイクルコンピュータ外部通信部271からインターネット等の公衆回線 N を介して接続されたサーバ S に出力するようにしてもよい。この場合、出力手段はサイクルコンピュータ外部通信部271となる。また、測定モジュール301から直接公衆回線 N を介して接続されたサーバ S に出力するようにしてもよい。

[0146] また、上述した2つの実施例では、ひずみゲージ369がクランク105の中央近傍に設けられているように記載しているが、ペダル103寄りやクランク軸107寄りに設けてもよい。ペダル103寄りに設けるとクランク105のひずみ量が小さいためにひずみゲージ369の寿命を延ばすことができる。クランク軸107寄りに設けるとこの原理によりひずみゲージ369の出力が大きくなりノイズの影響を小さくすることができる。

[0147] また、上述した2つの実施例では、情報出力装置は、サイクルコンピュータ201と測定モジュール301とで構成されていたが、本発明における情報出力装置とは、サイクルコンピュータ201や測定モジュール301の一部であってもよいし、他の独立した装置であっても良い。さらに、物理的に別れた複数の装置の集合体であっても良い。場合によっては、ひずみゲージ369（測定モジュールひずみ検出回路365）以外は通信を介することとし全く別の場所にある装置であってもよい。

[0148] 本発明における人力機械とは、自転車 1、フィットネスバイク等のクランク 105 を備えた人力で駆動される機械をいう。つまり、クランク 105 を備えた人力で駆動（必ずしも場所的な移動をする必要はない）される機械であれば、人力機械はどのようなものであっても良い。

[0149] また、本発明は上記実施例に限定されるものではない。即ち、当業者は、従来公知の知見に従い、本発明の骨子を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。かかる変形によってもなお本発明の情報出力装置の構成を具備する限り、勿論、本発明の範疇に含まれるものである。

符号の説明

[0150]	1	自転車（人力機械）
	103	ペダル
	105	クランク
	119	内面（側面）
	203	サイクルコンピュータ表示部（出力手段）
	271	サイクルコンピュータ外部通信部（出力手段）
	369a	第1 ひずみゲージ（ひずみ検出手段、第2 ひずみゲージ部）
	369b	第2 ひずみゲージ（ひずみ検出手段、第2 ひずみゲージ部）
	369c	第3 ひずみゲージ
	369d	第4 ひずみゲージ
	369e	第5 ひずみゲージ（ひずみ検出手段、第1 ひずみゲージ部）
	369f	第6 ひずみゲージ（ひずみ検出手段、第1 ひずみゲージ部）
	373a	第1 検出回路
	373b	第2 検出回路
	373c	第3 検出回路
	C1	中心軸
	K	ねじれトルク（クランクにねじれを生じさせる方向に働くトルク）
	L	ペダルに加えている荷重の中心まで距離（ペダルに加えられる）

た荷重の中心位置に関する情報)

P 第1基準ねじれトルク

Q 第2基準ねじれトルク

T 接線力 (クランクの回転運動により定義される円の接線方向
に働く力)

S T 3 3 接線力、荷重中心位置までの距離算出 (算出工程)

S T 7 3 データの表示 (出力工程)

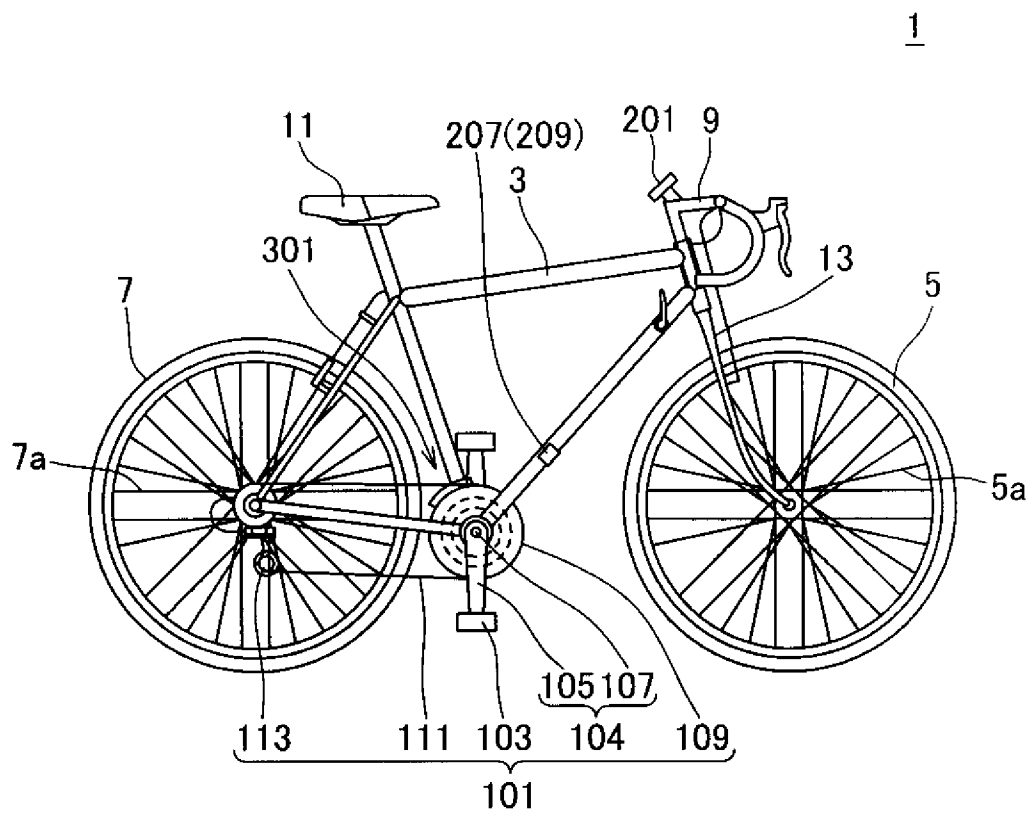
請求の範囲

- [請求項1] 人力機械のクランクの側面に設けられ、前記クランクに生じるひずみを検出するひずみ検出手段と、
- 前記ひずみ検出手段の出力値に基づいて算出された、前記クランクの回転運動により定義される円の接線方向に働く力と、前記クランクにねじれを生じさせる方向に働くトルクと、に基づいて、前記クランクに連結されたペダルに加えられた荷重の中心位置に関する情報を出力する出力手段と、
- を備えることを特徴とする情報出力装置。
- [請求項2] 前記ひずみ検出手段は、前記人力機械が左右一対に備える前記クランクの側面にそれぞれ設けられ、
- 前記出力手段は、左右それぞれの前記クランクに連結された前記ペダルに加える前記荷重の中心位置に関する情報を並べて表示されるように出力する、
- ことを特徴とする請求項1に記載の情報出力装置。
- [請求項3] 前記出力手段は、前記ひずみ検出手段が検出した前記ペダルに加えられた荷重の中心位置と予め基準として設定された荷重の中心位置とを比較可能な態様で出力することを特徴とする請求項1または2に記載の情報出力装置。
- [請求項4] 前記ひずみ検出手段は、前記クランクに生じる前記接線方向へ変形するひずみを検出する第1ひずみゲージ部と、前記クランクに生じる当該クランクのねじれ方向へ変形するひずみを検出する第2ひずみゲージ部と、を含む複数のひずみゲージ部を有し、
- 前記複数のひずみゲージ部は、それぞれのひずみゲージ部がひずみを検出する方向への前記クランクの変形量に応じた電圧値を出力する、
- ことを特徴とする請求項1乃至3のうちいずれか一項に記載の情報出力装置。

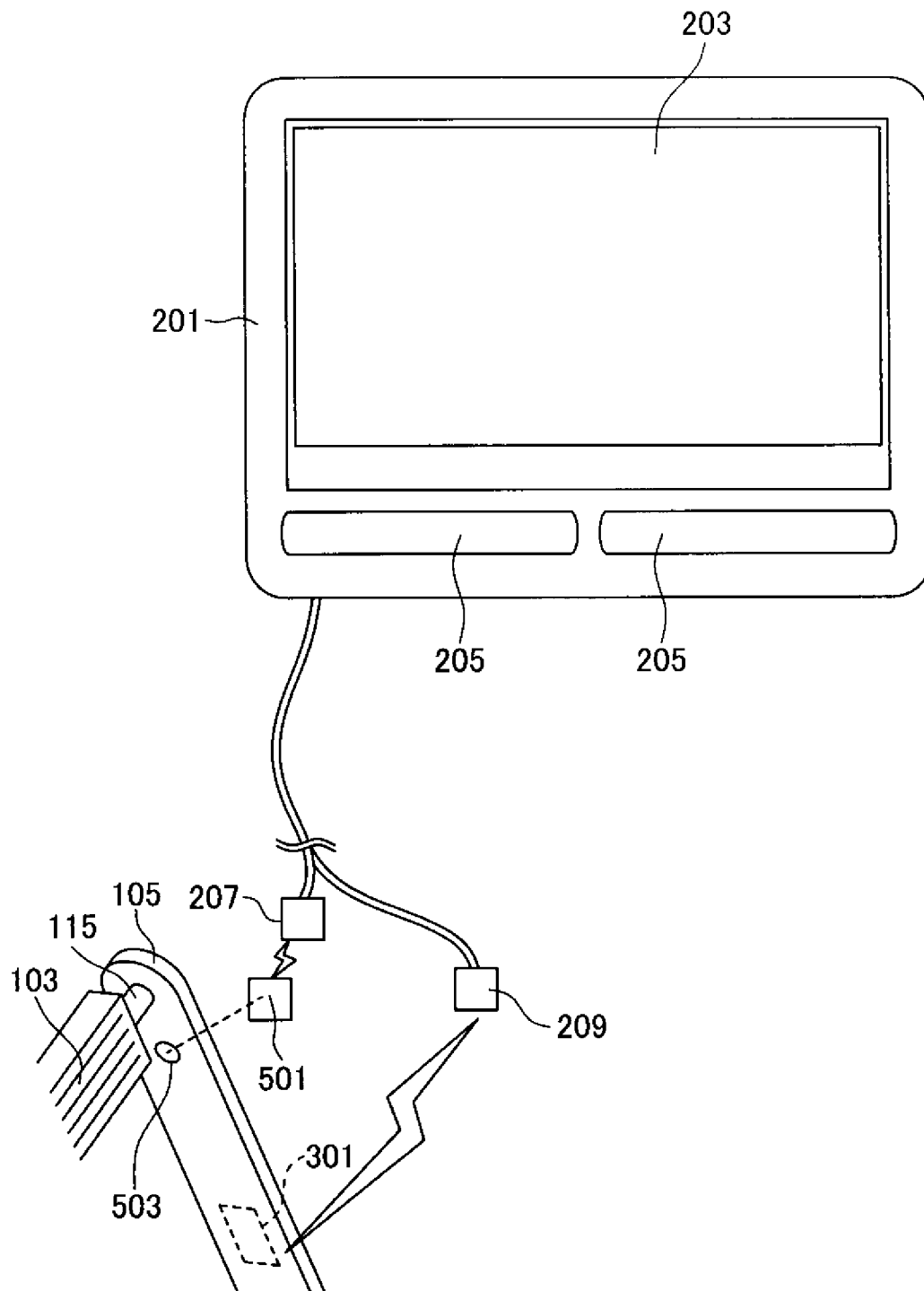
- [請求項5] 前記クランクの回転運動により定義される円の接線方向に働く力及び前記クランクにねじれを生じさせる方向に働くトルクは、前記複数のひずみゲージ部が出力する電圧値を所定の多項式に代入することにより算出されることを特徴とする請求項4に記載の情報出力装置。
- [請求項6] 前記所定の多項式の各項の係数は、
前記クランクの中心軸から第1距離だけ離れた前記ペダル上の位置に予め定めた荷重を加えた第1状態において、前記クランクに加わる第1基準ねじれトルクと、
前記クランクの中心軸から前記第1距離とは異なる第2距離だけ離れた前記ペダル上の位置に前記予め定めた荷重を加えた第2状態において、前記クランクに加わる第2基準ねじれトルクと、
前記第1状態及び第2状態のそれぞれにおいて前記複数のひずみゲージ部が出力する電圧値と、
に基づいて予め設定されていることを特徴とする請求項5に記載の情報出力装置。
- [請求項7] 人力機械のクランクの側面に設けられ、前記クランクに生じるひずみを検出するひずみ検出手段を備える情報出力装置により実行される情報出力方法であって、
前記クランクの回転運動により定義される円の接線方向に働く力と、前記クランクにねじれを生じさせる方向に働くトルクと、を前記ひずみ検出手段の出力値に基づいて算出する算出工程と、
前記算出工程で算出された前記クランクの回転運動により定義される円の接線方向に働く力と、前記クランクにねじれを生じさせる方向に働くトルクと、に基づいて、前記クランクに連結されたペダルに加えられた荷重の中心位置に関する情報を出力する出力工程と、
を含むことを特徴とする情報出力方法。
- [請求項8] 請求項7に記載の情報出力方法を、コンピュータにより実行させることを特徴とする情報出力プログラム。

[請求項9] 請求項8に記載の情報出力プログラムを格納したことを特徴とする
コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

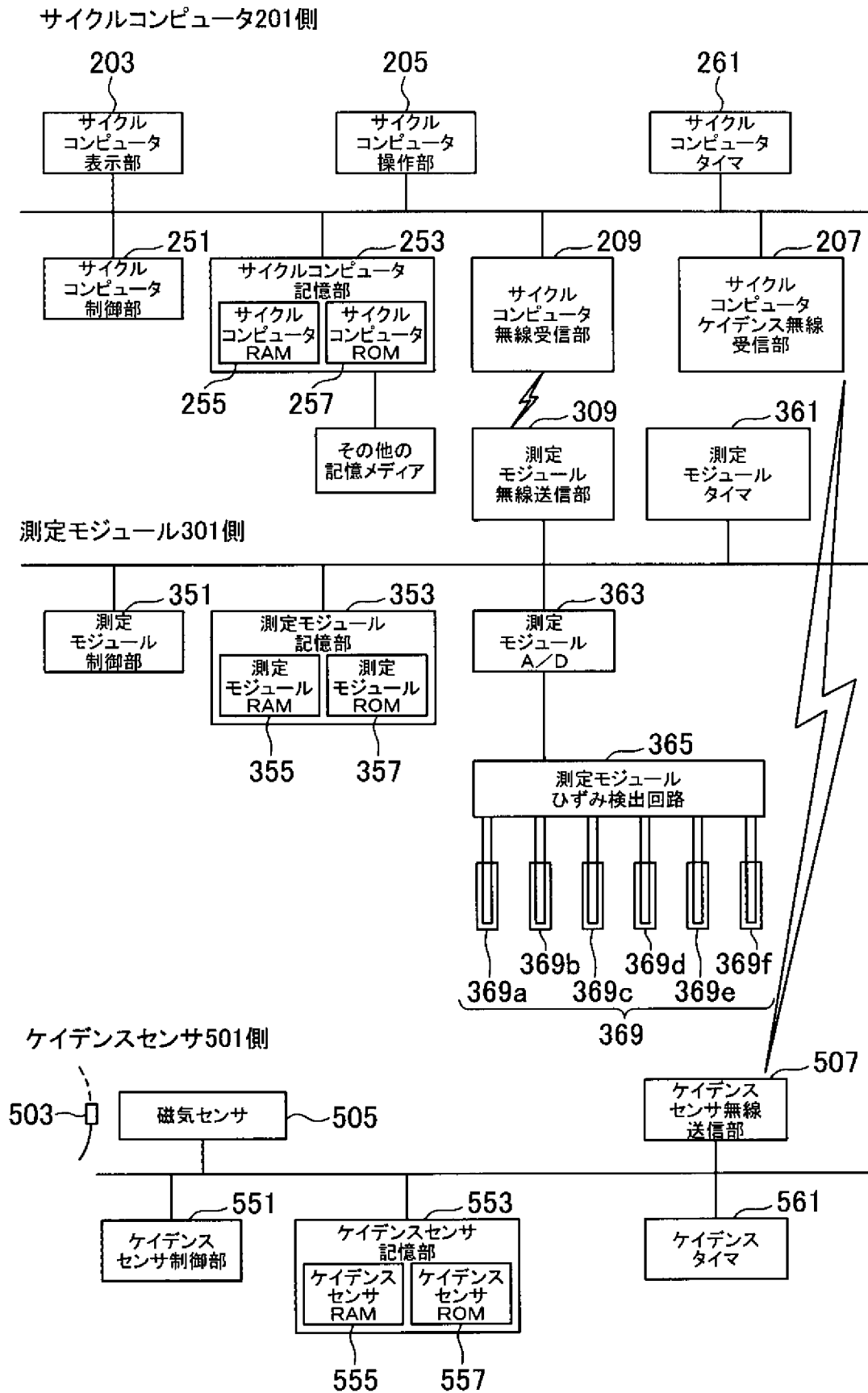
[図1]



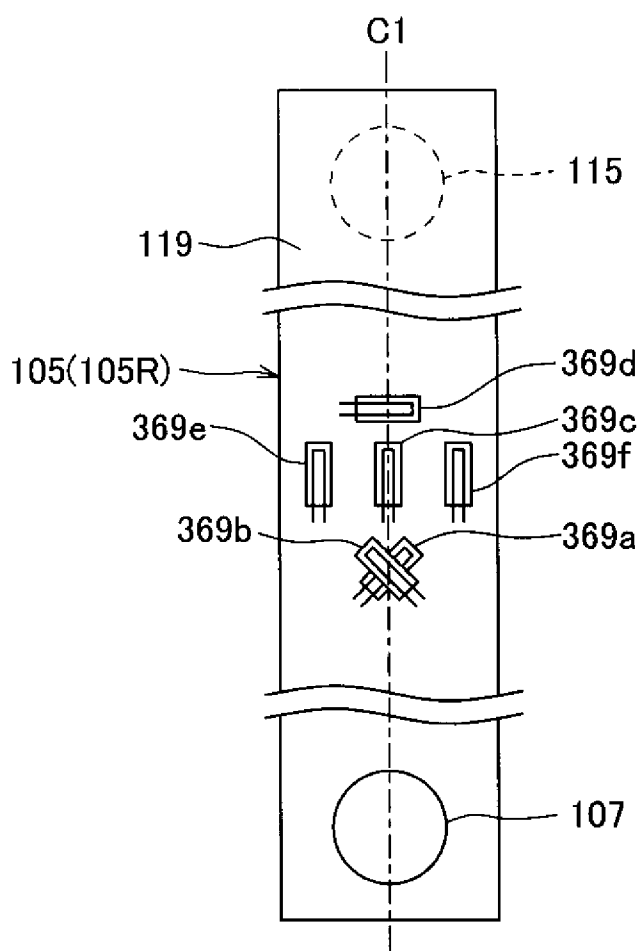
[図2]



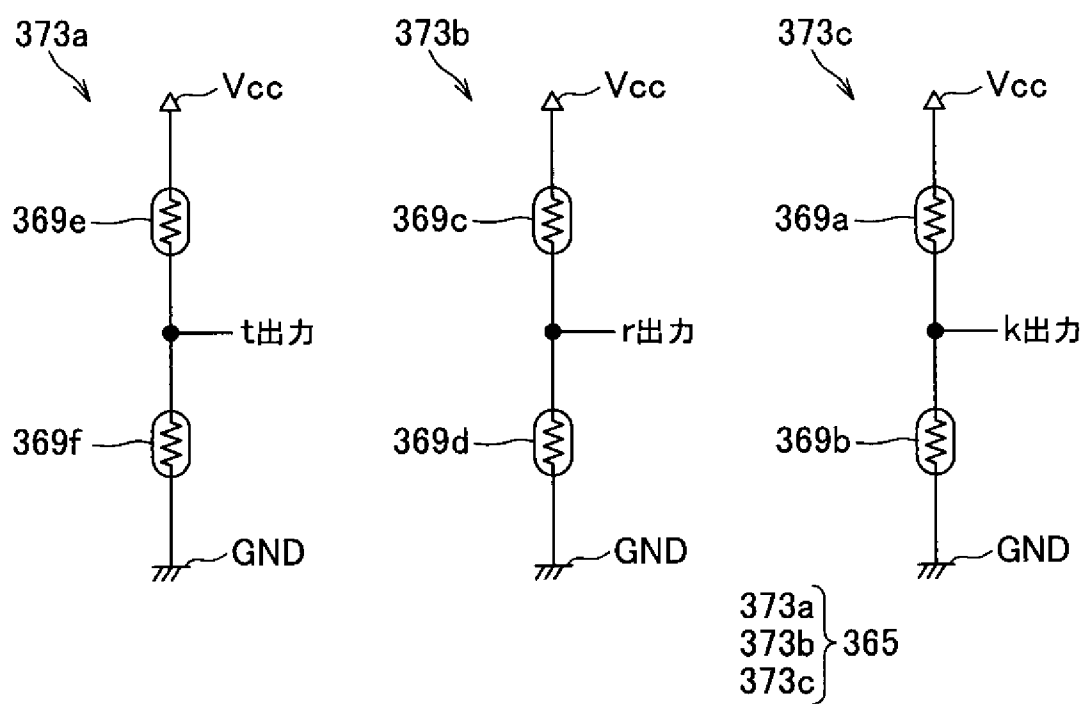
[図3]



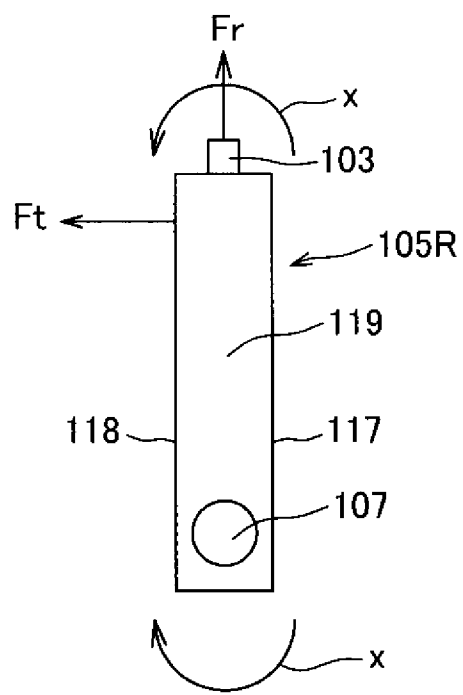
[図4]



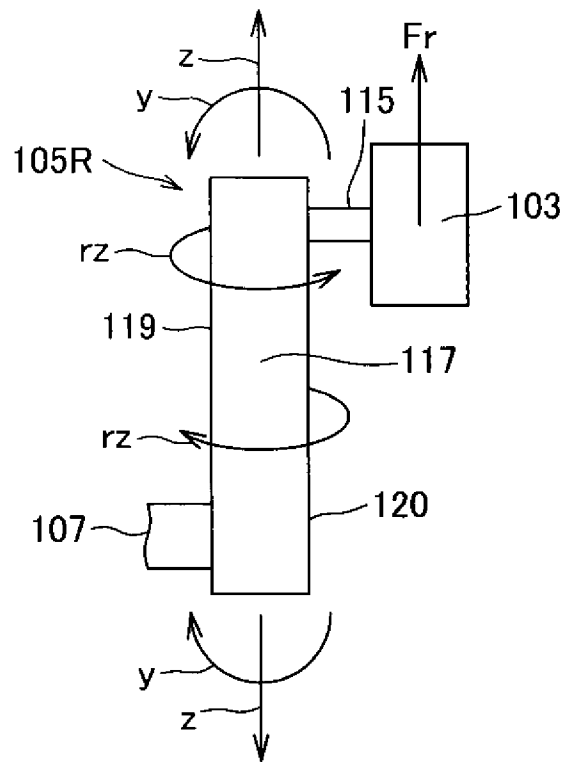
[図5]



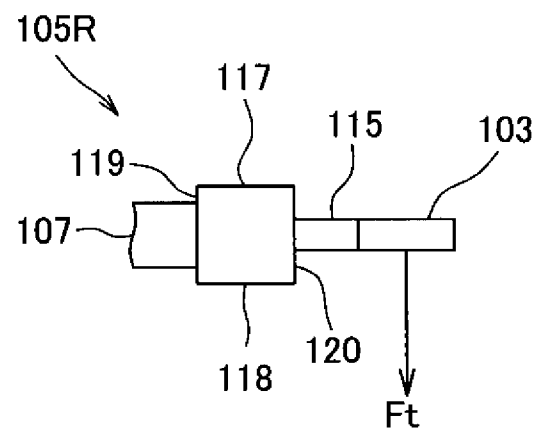
[図6]



(a)

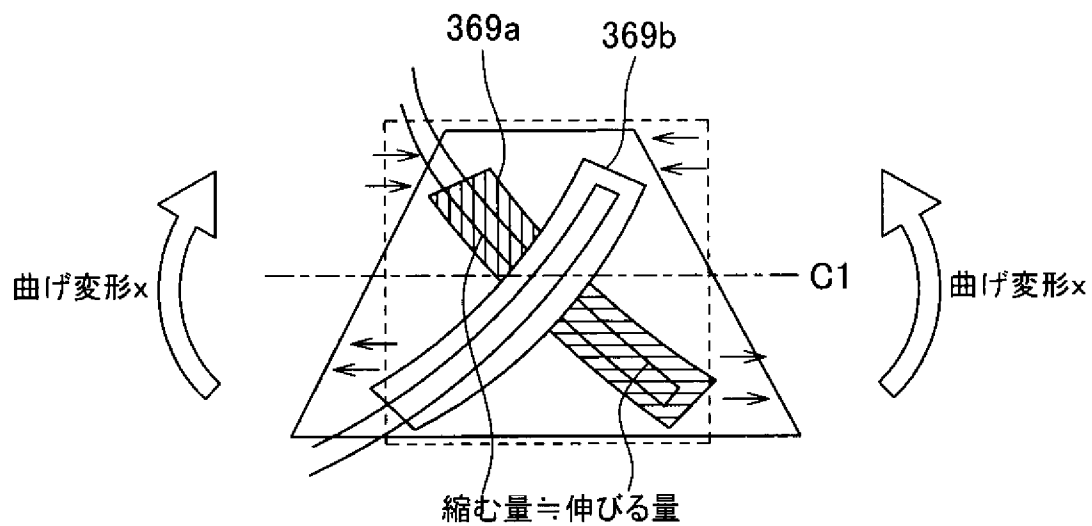


(b)

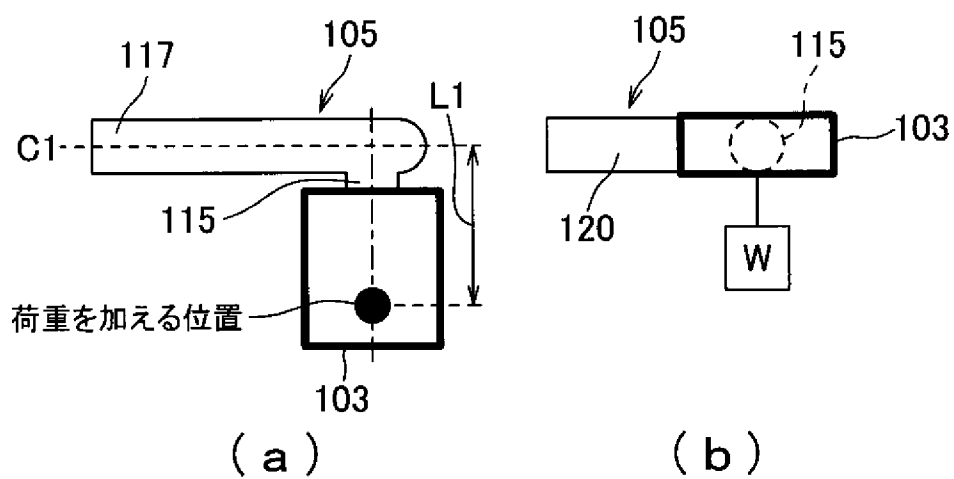


(c)

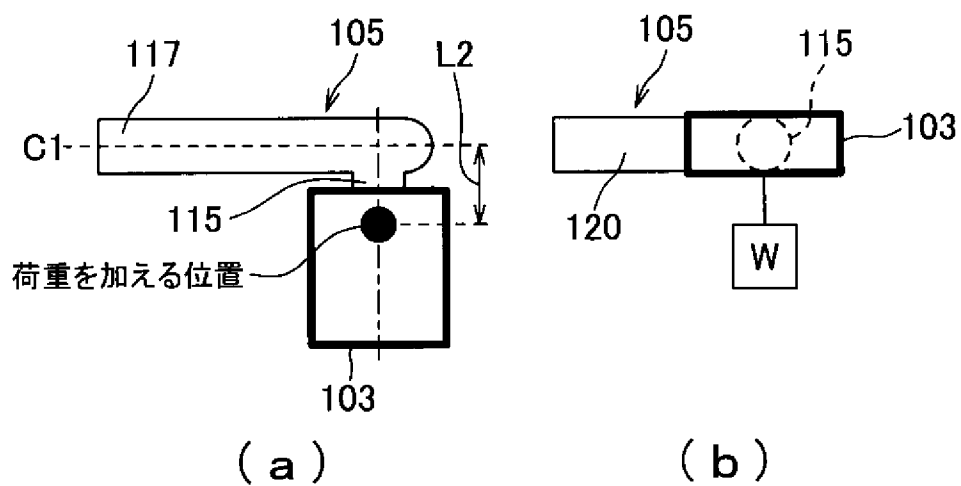
[図7]



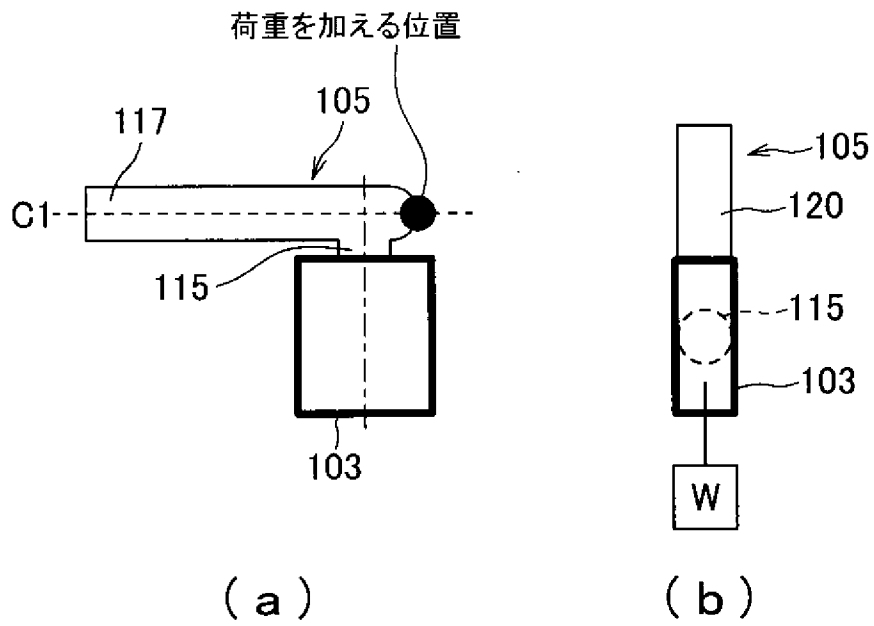
[図8]



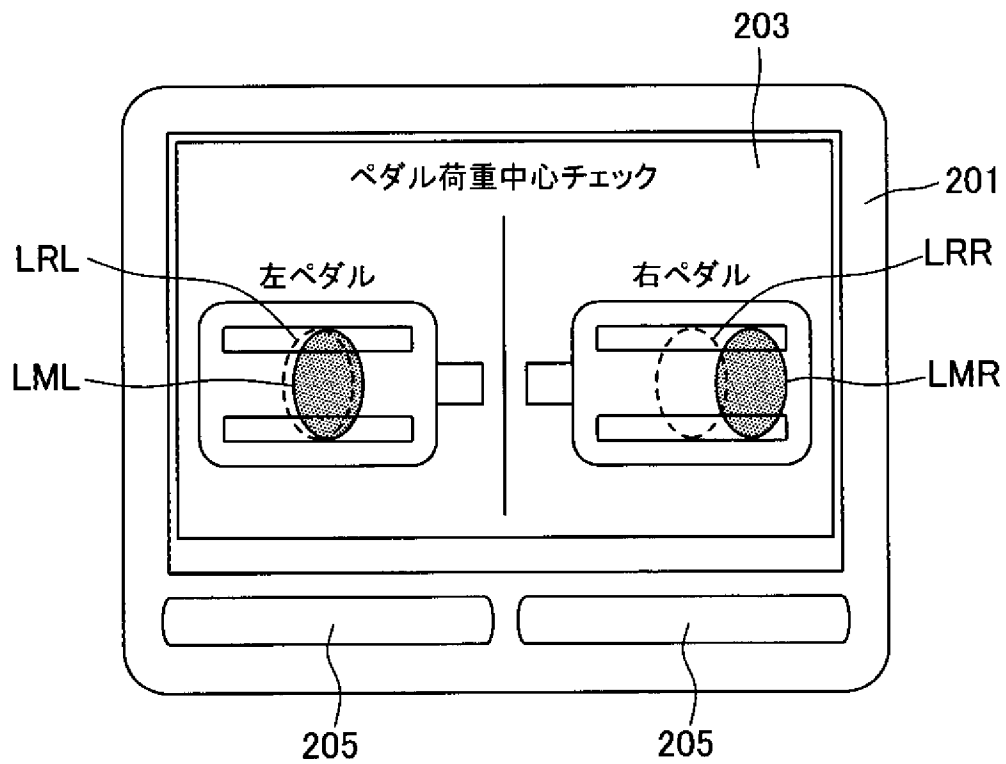
[図9]



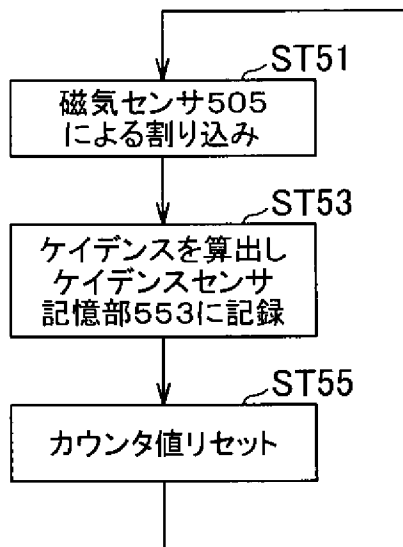
[図10]



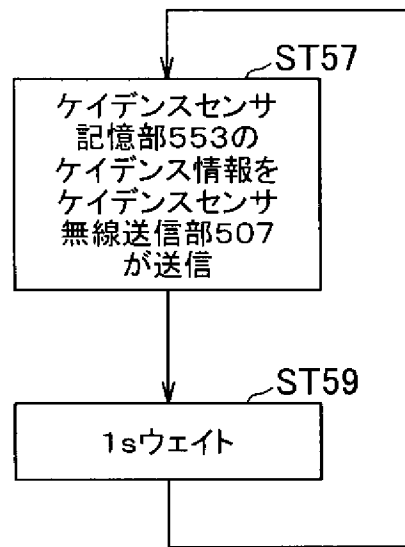
[図11]



[図12]

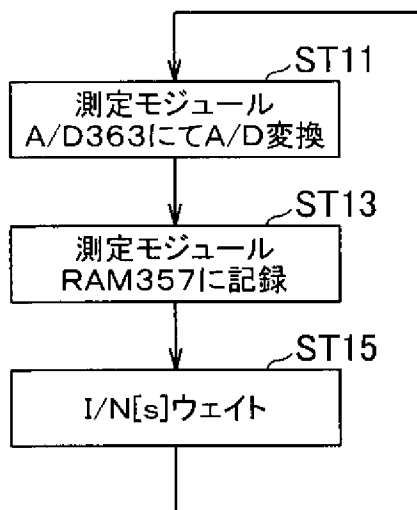


(a)

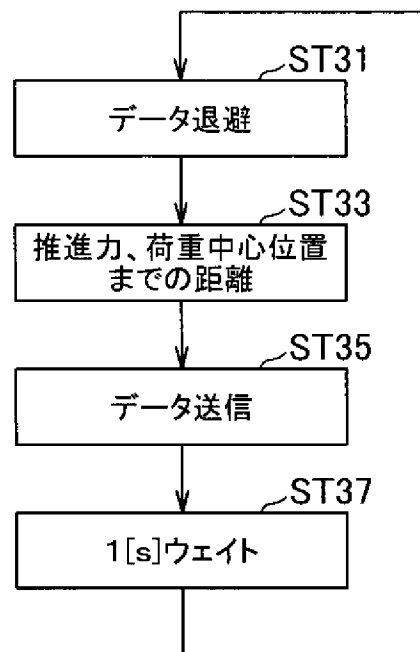


(b)

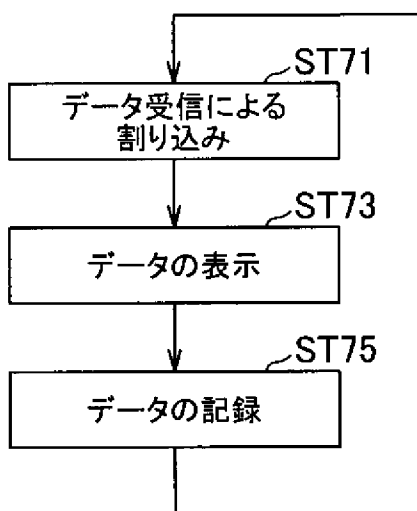
[図13]



(a)

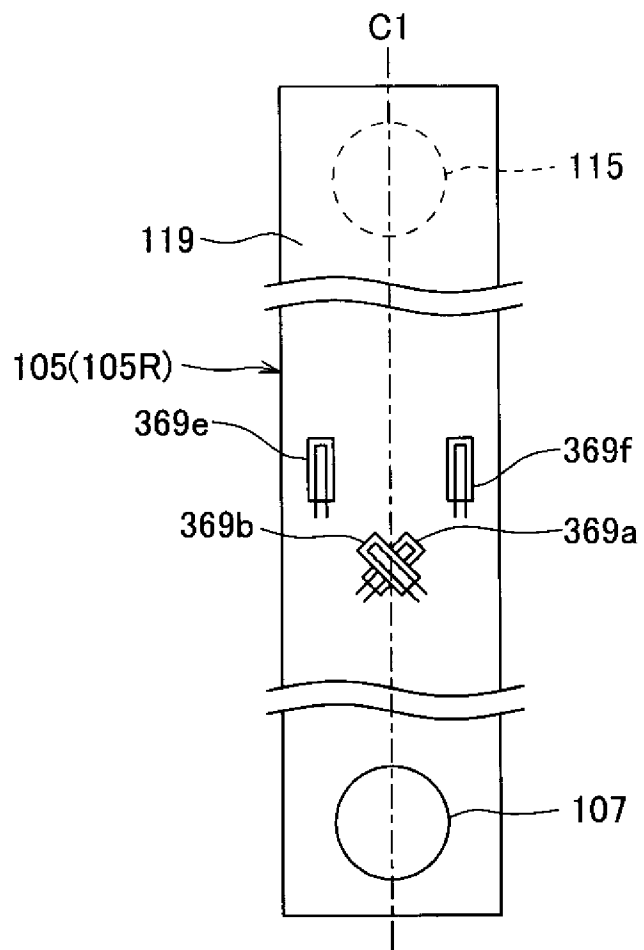


(b)

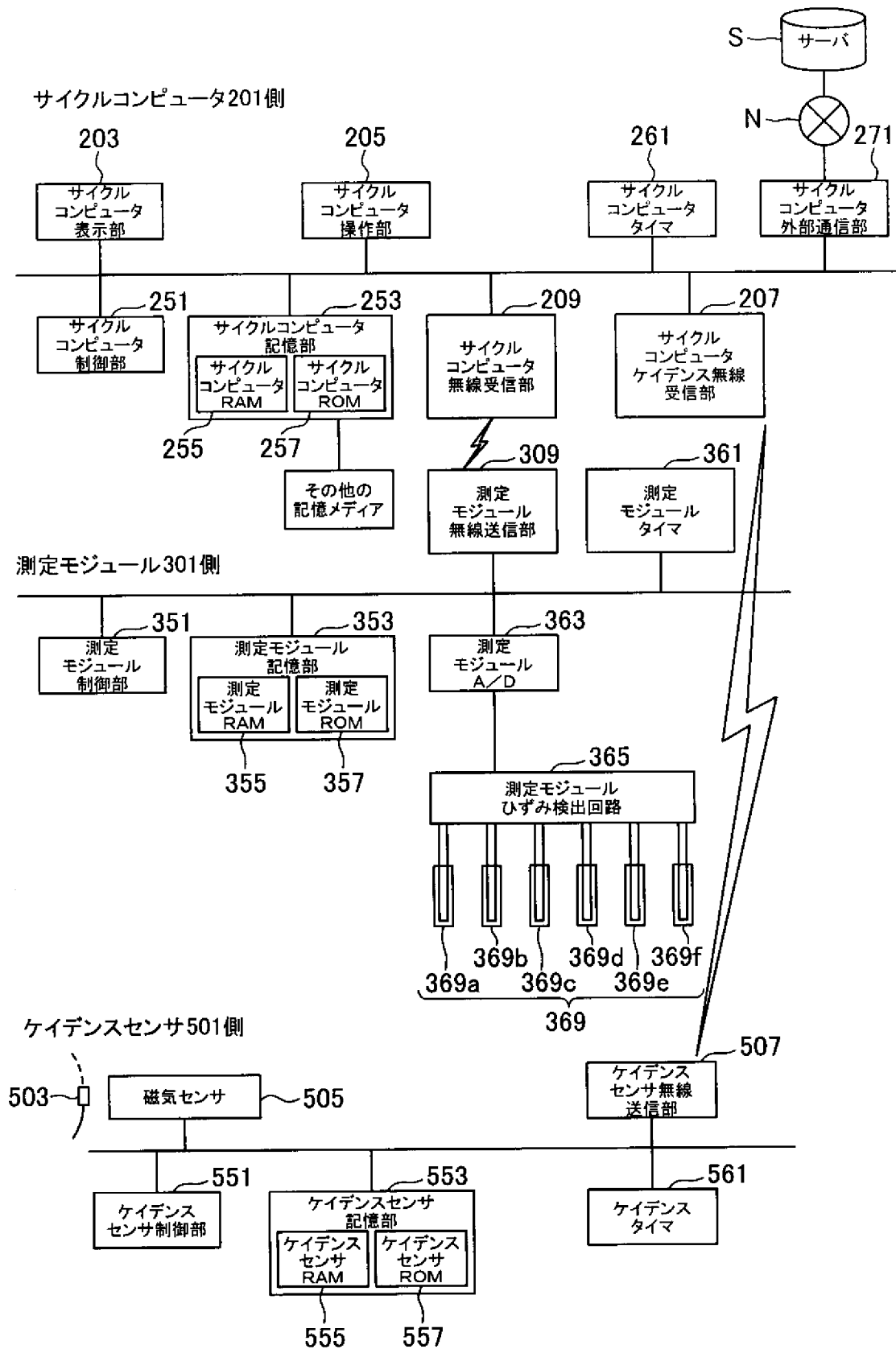


(c)

[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/076399

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62J99/00(2009.01)i, B62M3/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B62J99/00, B62M3/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-44176 A (Shimano Inc.), 13 March 2014 (13.03.2014), paragraphs [0063] to [0068], [0076], [0094] to [0095]; fig. 1 to 12 & US 2014/0060212 A1 paragraphs [0085] to [0090], [0098], [0116] to [0117]; fig. 1 to 12 & DE 102013014098 A1 & CN 103674384 A & IT MI20131407 A1 & TW 201418685 A	1-9
A	JP 2014-134507 A (Pioneer Corp.), 24 July 2014 (24.07.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

☐ 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
01 December 2015 (01.12.15)

Date of mailing of the international search report
15 December 2015 (15.12.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B62J99/00(2009.01)i, B62M3/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B62J99/00, B62M3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-44176 A（株式会社シマノ）2014.03.13, 段落[0063]-[0068], [0076], [0094]-[0095], 図 1-12 & US 2014/0060212 A1, 段落[0085]-[0090], [0098], [0116]-[0117], 図 1-12 & DE 102013014098 A1 & CN 103674384 A & IT MI20131407 A1 & TW 201418685 A	1 - 9
A	JP 2014-134507 A（パイオニア株式会社）2014.07.24, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 - 9

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 1 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 5 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

岸 智章

3 D

9 3 2 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 4 1