

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6717613号
(P6717613)

(45) 発行日 令和2年7月1日(2020.7.1)

(24) 登録日 令和2年6月15日(2020.6.15)

(51) Int. Cl.	F 1
A 6 3 B 69/36 (2006.01)	A 6 3 B 69/36 5 4 1 Z
A 6 1 B 5/22 (2006.01)	A 6 3 B 69/36 5 4 1 P
	A 6 1 B 5/22 2 4 O
	A 6 1 B 5/22 2 5 O

請求項の数 10 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-32417 (P2016-32417)	(73) 特許権者	592014104
(22) 出願日	平成28年2月23日 (2016.2.23)		ブリヂストンスポーツ株式会社
(65) 公開番号	特開2017-148185 (P2017-148185A)		東京都港区浜松町二丁目4番1号
(43) 公開日	平成29年8月31日 (2017.8.31)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成31年1月22日 (2019.1.22)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 計測システムおよび計測方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ゴルフアの左右の脚部のそれぞれの床反力として、直交する水平二方向と鉛直一方向の三軸方向の並進力と鉛直軸周りのモーメントとを計測する第一の計測ユニットと、

ゴルフアの腰と肩の間で胴体に装着され、ゴルフアの重心を通る鉛直軸周りの角速度を計測する第二の計測ユニットと、

処理手段と、を備え、

前記処理手段は、

ゴルフアの重心の鉛直方向の初期位置、前記第一の計測ユニットおよび前記第二の計測ユニットの計測結果に基づいて、スイング中のゴルフアの並進エネルギー及び回転エネルギーを含む運動エネルギーである第一のエネルギーを演算する、

ことを特徴とする計測システム。

【請求項2】

請求項1に記載の計測システムであって、

ゴルフクラブのヘッドスピードを計測する第三の計測ユニットを更に備え、

前記処理手段は、

前記ゴルフクラブのヘッドの質量および前記第三の計測ユニットの計測結果に基づいて、前記ゴルフクラブのヘッドの運動エネルギーである第二のエネルギーを演算する、

ことを特徴とする計測システム。

【請求項3】

請求項 2 に記載の計測システムであって、
複数のゴルフアに関する前記第一のエネルギーおよび前記第二のエネルギーの情報を記憶した記憶手段と、

前記処理手段が演算した前記第一のエネルギーおよび前記第二のエネルギーと、前記記憶手段に記憶された情報とを比較する比較情報を表示する表示手段と、
を更に備えたことを特徴とする計測システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の計測システムであって、
前記比較情報は、
横軸または縦軸の一方を前記第一のエネルギーとし、他方を前記第二のエネルギーとしたグラフである、
ことを特徴とする計測システム。 10

【請求項 5】

請求項 1 に記載の計測システムであって、
前記処理手段は、インパクトタイミングの二秒前から一秒後までの前記計測結果に基づいて前記第一のエネルギーを演算し、
前記並進エネルギーは、前記第一の計測ユニットの計測結果に基づいて演算され、
前記回転エネルギーは、前記第一の計測ユニットおよび前記第二の計測ユニットの計測結果に基づいて演算される、
ことを特徴とする計測システム。 20

【請求項 6】

請求項 5 に記載の計測システムであって、
前記回転エネルギーは、ゴルフアの重心の位置に基づき演算され、
前記重心の初期位置のうち、水平方向の初期位置は前記第一の計測ユニットの計測結果に基づいて設定され、鉛直方向の初期位置は固定値である、
ことを特徴とする計測システム。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の計測システムであって、
前記回転エネルギーは、ゴルフアの重心の位置に基づき演算され、
前記重心の初期位置のうち、水平方向の初期位置は前記第一の計測ユニットの計測結果に基づいて設定され、鉛直方向の初期位置はゴルフアの身長に基づいて設定される、
ことを特徴とする計測システム。 30

【請求項 8】

請求項 5 に記載の計測システムであって、
前記並進エネルギーは、三軸方向の各エネルギーであり、
前記回転エネルギーは、ゴルフアの重心を通る水平軸周りおよび鉛直軸周りの各エネルギーである、
ことを特徴とする計測システム。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の計測システムであって、
ゴルフクラブに装着される慣性センサを備え、
前記処理手段は、前記慣性センサの検出結果に基づいて、インパクトタイミングを特定し、
前記第一のエネルギーは、前記インパクトタイミングの前後の所定の期間における前記第一の計測ユニットおよび前記第二の計測ユニットの計測結果に基づいて演算される、
ことを特徴とする計測システム。 40

【請求項 10】

ゴルフアの左右の脚部のそれぞれの床反力として、直交する水平二方向と鉛直一方向の三軸方向の並進力と鉛直軸周りのモーメントとを計測する第一の計測ユニット、および、
ゴルフアの腰と肩の間で胴体に装着され、ゴルフアの重心を通る鉛直軸周りの角速度を計 50

測する第二の計測ユニットの各計測結果を取得する工程と、

ゴルフアの重心の鉛直方向の初期位置、前記第一の計測ユニットおよび前記第二の計測ユニットの計測結果に基づいて、スイング中のゴルフアの並進エネルギー及び回転エネルギーを含む運動エネルギーである第一のエネルギーを演算する工程と、を備える、

ことを特徴とする計測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はゴルフスイングの計測技術に関する。

【背景技術】

【0002】

ゴルフアのスイング改善のために、スイングを解析する技術が提案されている（特許文献1～特許文献10）。例えば、特許文献1にはゴルフアの上半身とゴルフクラブに慣性センサを装着し、その検出結果からゴルフアの運動エネルギーとゴルフクラブの運動エネルギーとを解析するシステムが開示されている。また、特許文献2や特許文献3にはフォースプレート（床反力計、足圧計とも呼ばれる）を用いてスイング解析をするシステムが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2014-073313号公報

【特許文献2】特表2014-530047号公報

【特許文献3】特表2011-502602号公報

【特許文献4】特開2015-096105号公報

【特許文献5】特開2014-073314号公報

【特許文献6】特開2011-030761号公報

【特許文献7】特開2013-090862号公報

【特許文献8】特開2009-005760号公報

【特許文献9】特表2008-539856号公報

【特許文献10】特開平3-012183号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ゴルフアのスイング改善の動機としては、飛距離の向上が挙げられる。飛距離の向上のためには、ゴルフアがスイング中に発するエネルギーが、ゴルフクラブを介して、ゴルフボールの打撃に効率よく利用される必要がある。そのエネルギー効率を評価するためには、ゴルフアがスイング中に全身から発するエネルギーを考慮すべきであるが、全身から発するエネルギーの計測は比較的簡易に行えることが望ましい。

【0005】

本発明の目的は、打撃においてゴルフアが全身から発するスイングのエネルギーを比較的簡易に計測することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明によれば、

ゴルフアの左右の脚部のそれぞれの床反力として、直交する水平二方向と鉛直一方向の三軸方向の並進力と鉛直軸周りのモーメントとを計測する第一の計測ユニットと、

ゴルフアの腰と肩の間で胴体に装着され、ゴルフアの重心を通る鉛直軸周りの角速度を計測する第二の計測ユニットと、

処理手段と、を備え、

前記処理手段は、

10

20

30

40

50

ゴルフアの重心の鉛直方向の初期位置、前記第一の計測ユニットおよび前記第二の計測ユニットの計測結果に基づいて、スイング中のゴルフアの並進エネルギー及び回転エネルギーを含む運動エネルギーである第一のエネルギーを演算する、
ことを特徴とする計測システムが提供される。

【0007】

また、本発明によれば、

ゴルフアの左右の脚部のそれぞれの床反力として、直交する水平二方向と鉛直一方向の三軸方向の並進力と鉛直軸周りのモーメントとを計測する第一の計測ユニット、および、
ゴルフアの腰と肩の間で胴体に装着され、ゴルフアの重心を通る鉛直軸周りの角速度を計測する第二の計測ユニットの各計測結果を取得する工程と、

10

ゴルフアの重心の鉛直方向の初期位置、前記第一の計測ユニットおよび前記第二の計測ユニットの計測結果に基づいて、スイング中のゴルフアの並進エネルギー及び回転エネルギーを含む運動エネルギーである第一のエネルギーを演算する工程と、
を備える、
ことを特徴とする計測方法が提供される。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、打撃においてゴルフアが全身から発するスイングのエネルギーを比較的簡易に計測することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

20

【図1】本発明の一実施形態に係る計測システムの概要図。

【図2】(A)はフォースプレートの説明図、(B)は足圧中心の説明図、(C)は重心位置等の説明図、(D)は水平軸周りの角速度の説明図。

【図3】処理装置が実行する処理例を示すフローチャート。

【図4】(A)～(C)は運動エネルギーの算出例の説明図。

【図5】(A)～(C)は運動エネルギーの算出例の説明図。

【図6】(A)および(B)は運動エネルギーの算出例の説明図。

【図7】(A)および(B)表示装置の表示例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

30

<システムの構成>

図1は本発明の一実施形態に係る計測システムAの概要図である。計測システムAは、
一対のフォースプレート1Rおよび1Lと、計測ユニット2～4と、処理装置5、表示装置6と、
入力装置7とを含む。矢印X、矢印Yおよび矢印Zは、計測システムAの試打席における三次元の座標系を示しており、フォースプレート1Rおよび1Lと、計測ユニット2～4とはこの座標系に対応して設置される。矢印X、矢印Yは互いに直交する水平方向を示し、矢印Zは鉛直方向を示す。矢印Xはゴルフボールの飛球線方向に設定される。

【0011】

フォースプレート1Rおよび1Lは、ゴルフアの左右の脚部の床反力を計測する計測ユニットを構成する。フォースプレート1Rおよび1LはX方向に並べて配置されており、
フォースプレート1Rはゴルフアの右脚の床反力を計測することを予定し、フォースプレート1Lはゴルフアの左脚の床反力を計測することを予定している。計測を受けるゴルフア100は、フォースプレート1Rに右脚を乗せ、フォースプレート1Lに左脚を乗せる。以下の説明において、フォースプレート1Rおよび1Lを区別しない場合は、フォースプレート1と呼ぶ。

40

【0012】

なお、本実施形態では、ゴルフアの左右の脚部に対応して一対のフォースプレート1Rおよび1Lを用いるが、左右の脚部の床反力をそれぞれ計測可能な単一のフォースプレートも採用可能である。

【0013】

50

フォースプレート1は、床反力として、X、Y、Zの三軸方向の並進力と、Z軸まわりのモーメントを計測可能なものであればどのようなものであってもよい。図2(A)はフォースプレート1の一例を示す概要図である。フォースプレート1は、本体11と踏み板12との間に複数の荷重センサ13が配置されて構成されており、複数の荷重センサ13の検出結果から、三軸方向の並進力 F_x 、 F_y 、 F_z と、Z軸まわりのモーメント M_z が導出される。

【0014】

フォースプレート1は、また、複数の荷重センサ13の検出結果から足圧中心の位置と大きさを導出可能である。図2(B)に示すように、フォースプレート1Rで検出された右脚の足圧中心をRCOP、フォースプレート1Lで検出された左脚の足圧中心をLCOPとする。また、足圧中心RCOPおよびLCOPの位置と大きさから、両脚を全体で見た足圧中心COPを演算することができる。足圧中心COPは、足圧中心RCOPおよびLCOPを結ぶ線上で、足圧中心RCOPおよびLCOPの大きさの比率に応じた位置であり、足圧中心RCOPおよびLCOPの大きさが同じ場合は中点となり、足圧中心RCOPの方が大きい場合は、足圧中心RCOP側に偏った位置となる。

【0015】

図1に戻り、計測ユニット2は角速度センサを少なくとも含む。計測ユニット2としては、例えば、ATR-Promotions社のTSND121を用いることができる。計測ユニット2はゴルフ100の上半身に装着され、例えば、腰と肩との間で胴体に装着することができ、ゴルフ100の上体の回転を計測可能な位置に装着される。図の例では背中上部に装着されているが、胸側に装着してもよい。計測ユニット2はスイング中のゴルフ100の重心(より正確にはゴルフクラブ101とこれを持ったゴルフ100の重心)を通るZ軸周りの角速度 W_z を計測する。図2(C)はその説明図である。同図には、スイング中のゴルフ100の重心Gと、重心Gを通るZ軸である線Zgとが図示されている。計測ユニット2をゴルフ100の上半身に装着すると、同図に示すように、線Zg上または線Zgに近い位置に計測ユニット2が位置する。このため、計測ユニット2の検出結果を、スイング中のゴルフ100の重心を通るZ軸周りの角速度 W_z と見做すことができる。

【0016】

重心Gの位置は、スイング中、変化する。重心Gの位置の演算は例えば以下の通りとすることができる。アドレス時の、ゴルフ100が静止しているときの重心Gの位置を初期位置とする。その後、フォースプレート1で検出される三軸方向の並進力 F_x 、 F_y 、 F_z (左右のフォースプレート1R、1Lの合計値)から重心GのX、YおよびZ方向の変位量を演算することができる。つまり、運動方程式： $m \times a = F$ において、mを運動体の質量として、ゴルフ100およびゴルフクラブ101の合計の質量を代入し、Fにフォースプレート1で検出される並進力を代入すると、加速度aが得られる。加速度aの積分値により速度が導出され、速度の積分値により位置が演算される。

【0017】

静的な状態では、重心Gと足圧中心COPのX、Y方向の位置は一致する。動的な状態では一致しない場合がある。重心Gの初期位置のうち、X方向およびY方向の位置は、アドレス時の、ゴルフ100が静止しているときの足圧中心COPとすることができる。図2(C)に示すZ方向の初期位置(高さ G_z)は、本実施形態のシステムAでは計測できない。そこで、固定値(例えば90cm)としてもよい。あるいは、ゴルフ100の身長に基づき設定してもよい。例えば、ゴルフの身長の50%~60%の値としてもよい。これにより、演算精度を大きく低下させることなく、簡便に重心GのZ方向の初期位置を設定できる。

【0018】

ゴルフ100の、重心Gを通るZ軸周りの角速度 W_z については、上記のとおり、計測ユニット2で検出可能であるが、図2(C)に示す重心Gを通るY軸周りの角速度 W_y については、フォースプレート1の検出結果から導出できる。図2(D)はその説明図で

10

20

30

40

50

ある。

【 0 0 1 9 】

図 2 (D) は、スイング中の微小時間で、X - Z 平面上で、重心 G の位置が重心 G ' に変位し、足圧中心 C O P の位置が足圧中心 C O P ' に変位した場合を示している。線 L 1 は重心 G と足圧中心 C O P を結ぶ仮想線であり、線 L 2 は重心 G ' と足圧中心 C O P ' を結ぶ仮想線である。同図に示すように、角速度 W_y は、X - Z 平面上において、重心 G に対する足圧中心 C O P の相対角速度として特定することができる。

【 0 0 2 0 】

図 1 に戻り、計測ユニット 3 は、ゴルフクラブ 1 0 1 のヘッドスピードを計測する。図 1 の例では、計測ユニット 3 は、打撃されるゴルフボールに対して飛球線後方に配置された弾道測定器であり、このような測定器としては例えば、TRACKMAN社のTRACKMANを用いることができる。計測ユニット 3 は、ゴルフクラブ 1 0 1 のヘッドスピードを計測できればどのようなものであってもよく、例えば、計測ユニット 3 ' として図示するように、打撃されるゴルフボール近傍において、前側に配置され、ゴルフクラブヘッドの通過と通過時間を計測する計測器であってもよい。また、ゴルフクラブ 1 0 1 に装着される計測器であってもよい。

10

【 0 0 2 1 】

計測ユニット 4 は、慣性センサ (加速度センサあるいは角速度センサの少なくともいずれか一方) を含み、ゴルフクラブ 1 0 1 のグリップあるいはシャフトに装着される。計測ユニット 4 としては、例えば、ATR-Promotions社のTSND121を用いることができる。計測ユニット 4 の検出結果により、インパクトタイミングを特定する。インパクト時にゴルフクラブ 1 0 1 の加速度または角速度は急激に変化する。よって、計測ユニット 4 の検出結果の変化のピークのタイミングをインパクトのタイミングとすることができる。

20

【 0 0 2 2 】

処理装置 5 は、一般的なパソコンから構成することが可能である。処理装置 5 は、互いに電氣的に接続された処理部 5 1 と、記憶部 5 2 と、I / F 部 (インタフェース部) 5 3 と、を備える。処理部 5 1 は C P U 等のプロセッサである。記憶部 5 2 は一又は複数の記憶デバイスを備える。記憶デバイスは、例えば、R A M、R O M、ハードディスク等である。記憶部 5 2 には処理部 5 1 が実行するプログラムや、各種のデータが格納される。処理部 5 1 が実行するプログラムは、処理部 5 1 が読取可能な複数の指示から構成することができる。

30

【 0 0 2 3 】

I / F 部 5 3 は外部デバイスと処理部 5 1 との間でデータの入出力を行う。I / F 部 5 3 には、I / O インタフェース、通信インタフェースを含むことができる。計測ユニット 2 ~ 4 は処理装置 5 に有線通信または無線通信により通信可能に接続されており、これらの検知結果は処理装置 5 によって取得される。

【 0 0 2 4 】

処理装置 5 には表示装置 6 と入力装置 7 が接続されている。表示装置 6 は、例えば、液晶表示装置等の電子画像表示装置であり、処理装置 5 の処理結果が表示される。入力装置 7 はマウスやキーボードであり、計測者が処理装置 5 に対してデータの入力や動作の指示を行うために用いられる。

40

【 0 0 2 5 】

< 計測処理例 >

処理部 5 1 が実行する計測処理プログラムの例について図 3 を参照して説明する。同図は計測処理プログラムのフローチャートである。本実施形態では、ゴルフ 1 0 0 にゴルフクラブ 1 0 1 によってゴルフボールを試打させる。そして、そのスイング中のゴルフ 1 0 0 の運動エネルギーと、ゴルフクラブヘッドの運動エネルギーを演算する。前者をゴルフエネルギー、後者をヘッドエネルギーと呼ぶ。

【 0 0 2 6 】

ゴルフエネルギーは、スイング中にゴルフが全身から発するエネルギーであり、本実施

50

形態では、これを以下に説明するように、フォースプレート1および計測ユニット2の二つの計測デバイスの計測結果から導出することができる。したがって、比較的簡易なシステム構成でゴルフエネルギーを導出でき、打撃においてゴルフが全身から発するスイングのエネルギーを比較的簡易に計測することができる。

【0027】

また、ゴルフエネルギーおよびヘッドエネルギーを演算することで、打撃におけるゴルフのスイングのエネルギー効率を評価することができる。

【0028】

例えば、ゴルフエネルギーに対してヘッドエネルギーが著しく小さい場合、ゴルフの運動エネルギーが、ゴルフクラブヘッドの運動に効率よく変換されていない、ということができ 10
る。つまり、無駄な動きが多いか、あるいは、クラブの振り方に問題があると分析できる。また、打撃によるゴルフボールの飛距離が短い場合、ゴルフ100の体力に起因するのか、スイングに起因するのかも分析できる。

【0029】

S1では初期設定を行う。ここでは、ゴルフエネルギーとヘッドエネルギーの演算に必要な条件を設定する。例えば、ゴルフエネルギーの運動体の質量はゴルフ100の質量とゴルフクラブ101の質量の合計とし、これはフォースプレート1で計測可能である。ヘッドエネルギーの運動体の質量はゴルフクラブ101のヘッドの質量とし、実測してもよいし、特殊なヘッドでなければ固定値(例えば200g)としてもよい。また、図2(C) 20
で説明した重心GのZ方向の初期位置を設定する。

【0030】

初期設定が終了すると、ゴルフ100に打撃の準備をしてもらい、S2で計測を開始すると共にゴルフ100にフォースプレート1上に立ってゴルフボールを打撃してもらう。計測開始により、微小時間毎の計測ユニット2~4の各計測結果(計測データ)を取得して保存する。保存先として記憶部52を用いることができるが、処理装置5の外部に設けたデータロガーに保存してもよい。計測はゴルフ100がスイング開始から終了までの十分な時間だけ行い、計測終了を時間で定めてもよいし、計測者の操作により定めてもよい。

【0031】

S3では、S2で取得した計測データのうち、エネルギーの演算に用いるデータの範囲を設定する。S2で取得した計測データの全てを、エネルギーの演算に用いてもよいが、無駄が多い場合がある。本実施形態では、計測ユニット4の計測データからインパクトタイミングを特定し、インパクトタイミングの前後の所定の期間以外の計測データを演算対象から除外する。 30

【0032】

所定の期間は、例えば、インパクトタイミングの二秒前から一秒後までとすることができる。打撃におけるゴルフのスイングのエネルギー効率を評価する点では、ゴルフ100がテークバックからインパクトまでに放出した運動エネルギーが最も重要となる。インパクトタイミングの二秒前からの計測データを演算の対象に含めることで、ゴルフ100がテークバックおよびダウンスイングで放出したエネルギーをよりの確に演算できる。 40

【0033】

また、インパクトタイミングの二秒前からの計測データを演算の対象に含めることで、ゴルフ100が静止状態(アドレス)の際の計測データも含まれる。ゴルフ100が静止状態の時の足圧中心COPを重心GのX、Y方向の位置の初期位置とする。

【0034】

一方、インパクトタイミングの一秒後の計測データを演算の対象に含めることで、フォロースルーにおいてゴルフ100が放出した運動エネルギーも演算対象としている。これは、インパクトタイミングの測定誤差等を考慮して、演算対象とする計測データの範囲を広げにしたものである。但し、一般に、フォロースルーにおいてゴルフ100が放出する運動エネルギーは小さいことから、ゴルフエネルギーの演算結果に与える影響は小さいと 50

言える。

【 0 0 3 5 】

ヘッドエネルギーについては、ヘッドスピードの最速値を用いる。ヘッドスピードは通常、インパクトの直前で最速となることから、上述した所定の期間内において、計測ユニット 3 が計測したヘッドスピードの最速値を用いればよいことになる。

【 0 0 3 6 】

次に、S 4 では S 3 で設定したデータ範囲に含まれる計測データから、ゴルフエネルギー E 1 とヘッドエネルギー E 2 とを演算する。

【 0 0 3 7 】

ヘッドエネルギー E 2 は、以下の式で演算される。

$$E 2 = 1/2 * m_h * v^2$$

ここで、v は計測ユニット 3 が計測したヘッドスピードの最速値であり、m_h はゴルフクラブヘッドの質量である。

【 0 0 3 8 】

ゴルフエネルギー E 1 は、並進エネルギーと回転エネルギーとの合計値である。図 4 (A) ~ 図 6 (B) は演算式の説明図である。以下に述べる演算式では、特に言及しない限り、各図の矢印の方向を正の値とし、逆方向を負の値とした場合を想定している。

【 0 0 3 9 】

図 4 (A) ~ 図 4 (C) は、順に X、Y、Z の各方向の並進エネルギーの演算式の説明図である。X 方向の並進エネルギー E x は以下の式により演算される。

$$E x = (R F_x + L F_x) * V_x dt$$

ここで、R F_x はフォースプレート 1 R で計測された右脚の X 方向の床反力であり、L F_x はフォースプレート 1 L で計測された左脚の X 方向の床反力である。V_x は重心 G の X 方向の移動速度である。

【 0 0 4 0 】

Y 方向の並進エネルギー E y は以下の式により演算される。

$$E y = (R F_y + L F_y) * V_y dt$$

ここで、R F_y はフォースプレート 1 R で計測された右脚の Y 方向の床反力であり、L F_y はフォースプレート 1 L で計測された左脚の Y 方向の床反力である。V_y は重心 G の Y 方向の移動速度である。

【 0 0 4 1 】

Z 方向の並進エネルギー E z は以下の式により演算される。

$$E z = (R F_z + L F_z - m * g) * V_z dt$$

ここで、R F_z はフォースプレート 1 R で計測された右脚の Z 方向の床反力であり、L F_z はフォースプレート 1 L で計測された左脚の Z 方向の床反力である。m はゴルフ 1 0 0 およびゴルフクラブ 1 0 1 の合計の質量であり、g は重力加速度である。V_z は重心 G の Z 方向の移動速度である。

【 0 0 4 2 】

図 5 (A) ~ 図 6 (B) は回転エネルギーの演算式の説明図である。図 5 (A) はゴルフ 1 0 0 の脚部のトルクにより生じる Z 軸周りの回転エネルギー E w_1 の説明図である。回転エネルギー E w_1 は以下の式により演算される。

$$E w_1 = (R M_z + L M_z) * W_z dt$$

ここで、R M_z はフォースプレート 1 R で計測された右脚の Z 軸周りのモーメントであり、L M_z はフォースプレート 1 L で計測された左脚の Z 軸周りのモーメントである。W_z は計測ユニット 2 で計測された重心 G を通る Z 軸周りの角速度である。

【 0 0 4 3 】

図 5 (B) はゴルフ 1 0 0 の脚部の並進力により生じる Z 軸周りの回転エネルギー E w_2 の説明図である。回転エネルギー E w_2 は以下の式により演算される。

$$E w_2 = (L F_y * L_x + R F_y * R_x) * W_z dt$$

ここで、L F_y、R F_y および W_z は既に説明したとおりである。L_x は、重心位置 G と左脚の足

10

20

30

40

50

圧中心 L C O P との X 方向の離間距離である。Rx は、重心位置 G と右脚の足圧中心 R C O P との X 方向の離間距離である。

【 0 0 4 4 】

図 5 (C) はゴルフア 1 0 0 の脚部の並進力により生じる Z 軸周りの回転エネルギー $E w_3$ の説明図である。回転エネルギー $E w_3$ は以下の式により演算される。

$$E w_3 = (L F y * L y + R F y * R y) * W z \ dt$$

ここで、L F y、R F y および W z は既に説明したとおりである。L y は、重心位置 G と左脚の足圧中心 L C O P との Y 方向の離間距離である。R y は、重心位置 G と右脚の足圧中心 R C O P との Y 方向の離間距離である。L y、R y は重心より前方であれば正の値をとり、逆の場合は負の値を持つ。

10

【 0 0 4 5 】

図 6 (A) はゴルフア 1 0 0 の脚部の並進力により生じる Y 軸周りの回転エネルギー $E w_4$ の説明図である。回転エネルギー $E w_4$ は以下の式により演算される。

$$E w_4 = \{ [((R F z + L F z) - m * g) * L f z / (R F z + L F z)] * L x - [((R F z + L F z) - m * g) * R f z / (R F z + L F z)] * R x \} * W y \ dt$$

ここで、L F z、L x、R F z、R x、m および g は既に説明したとおりである。W y は重心 G を通る Y 軸回りの角速度であり、図 2 (D) を参照して説明したとおりである。

【 0 0 4 6 】

図 6 (B) はゴルフア 1 0 0 の脚部の並進力により生じる Y 軸周りの回転エネルギー $E w_5$ の説明図である。回転エネルギー $E w_5$ は以下の式により演算される。

20

【 0 0 4 7 】

$$E w_5 = (L F x + R F x) * G H * W y \ dt$$

ここで、L F x、R F x および W y は既に説明したとおりである。G H は重心 G の Z 方向の位置 (フォースプレート 1 からの高さ) である。

【 0 0 4 8 】

以上の演算により、ゴルフアエネルギー $E 1$ は、 $E 1 = E x + E y + E z + E w_1 + E w_2 + E w_3 + E w_4 + E w_5$ となる。

【 0 0 4 9 】

図 3 に戻り、S 5 では S 4 の演算結果を表示装置 6 に表示する。図 7 (A) および (B) は、ゴルフアエネルギー $E 1$ およびヘッドエネルギー $E 2$ の演算結果の表示例を示している

30

【 0 0 5 0 】

図 7 (A) の例は、ゴルフアエネルギー $E 1$ を横軸、ヘッドエネルギー $E 2$ を縦軸とした二次元グラフ上に、S 4 の演算結果をプロットしている。なお、横軸と縦軸と各エネルギーとの関係は逆であってもよい。計測を受けたゴルフア 1 0 0 は、自身のゴルフアエネルギー $E 1$ とヘッドエネルギー $E 2$ との関係を理解することができる。

【 0 0 5 1 】

図 7 (A) の例では、また、エネルギー効率の目安となる線 L 3 も表示されている。線 L 3 は例えば平均的なゴルフアエネルギー $E 1$ とヘッドエネルギー $E 2$ との関係を示したものとすることができる。プロットが線 L 3 よりも上左側であると、計測を受けたゴルフア 1 0 0 のスイング効率が比較的高いことになり、線 L 3 よりも下右側であると比較的低いこととなる。計測を受けたゴルフア 1 0 0 はスイング改善の目安とすることができる。

40

【 0 0 5 2 】

図 7 (B) の例は、比較情報として、計測を受けたゴルフア 1 0 0 のエネルギーの演算結果と共に、過去に計測された複数のゴルフアのゴルフアエネルギー $E 1$ およびヘッドエネルギー $E 2$ のデータを表示したものである。自身のデータと他人のデータを比較することで、計測を受けたゴルフア 1 0 0 はスイング改善の目安とすることができる。過去に計測された複数のゴルフアのデータは記憶部 5 2 に格納しておくことができる。

【 0 0 5 3 】

過去に計測された複数のゴルフアのデータは、その属性に関連付けられており、そのブ

50

ロットは、その属性毎に異なる形態とされている。同図の例ではAグループからIグループに属性が分かれている。属性は、例えば、性別、年齢、ハンディキャップ、プロノアマ、身長、体重等のうちの一つまたは組み合わせとすることができる。

【0054】

計測を受けたゴルファ100は、例えば、自身と同じ属性の複数のゴルファのデータと比較して、スイング改善の目安とすることができる。その際、特定の属性のゴルファのデータのみを選択的に表示するようにしてもよい。例えば、A～Iグループのうち、Aグループのゴルファのデータと、計測を受けたゴルファ100のデータとを表示するようにしてもよい。

【0055】

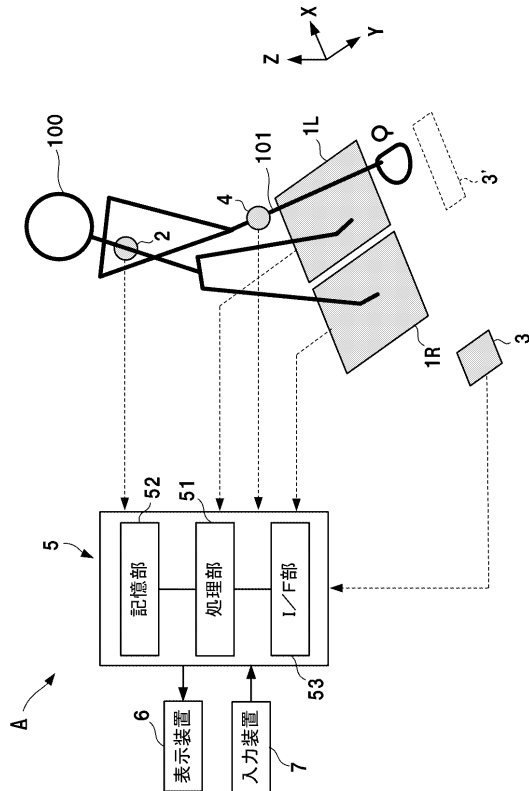
また、計測を受けたゴルファ100は、例えば、自身と異なる属性の複数のゴルファのデータと比較することにより、例えば、プロゴルファーや上級者の技術レベルや体力レベルを知ることにもできる。

【符号の説明】

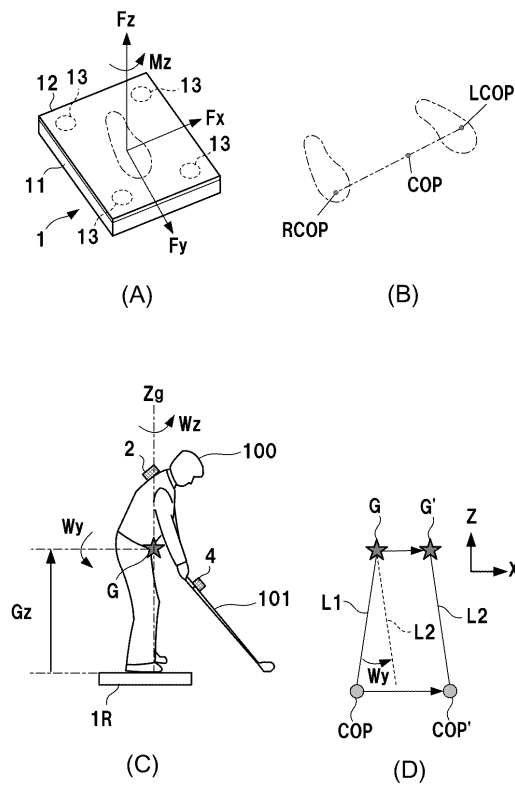
【0056】

A 計測システム、1R フォースプレート、1L フォースプレート、2～4 計測ユニット、5 処理装置

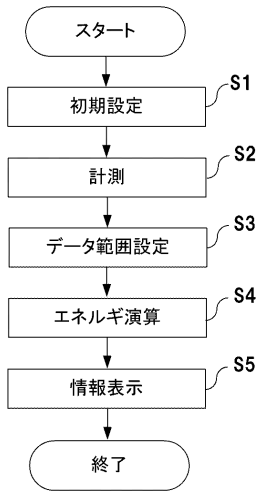
【図1】



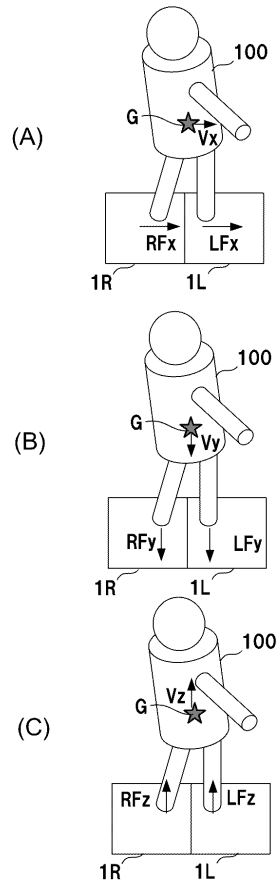
【図2】



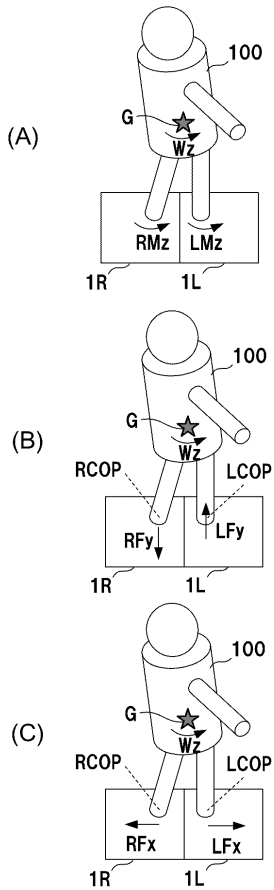
【図3】



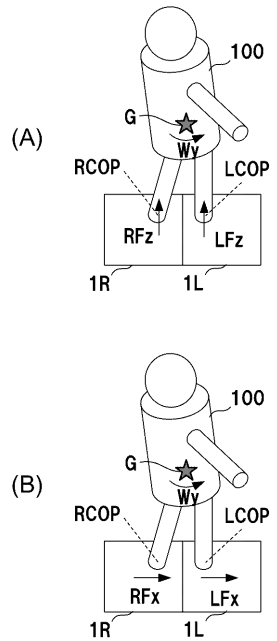
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 石原 知高
埼玉県秩父市大野原20番地 ブリヂストンスポーツ株式会社内

審査官 宮本 昭彦

(56)参考文献 特表2014-530047(JP,A)
特開2014-073313(JP,A)
登録実用新案第3155758(JP,U)
特開2009-297240(JP,A)
米国特許出願公開第2006/0052173(US,A1)
米国特許出願公開第2012/0316004(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A63B	69/00	-	69/40
A63B	49/00	-	60/64
A61B	5/06	-	5/22