

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6835428号
(P6835428)

(45) 発行日 令和3年2月24日(2021.2.24)

(24) 登録日 令和3年2月8日(2021.2.8)

(51) Int.Cl.

F 1

A63B 69/36 (2006.01)
A63B 60/46 (2015.01)
A63B 102/32 (2015.01)

A 6 3 B 69/36 5 4 1 Z
A 6 3 B 60/46
A 6 3 B 102:32

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2016-235250 (P2016-235250)
(22) 出願日 平成28年12月2日 (2016.12.2)
(65) 公開番号 特開2018-89111 (P2018-89111A)
(43) 公開日 平成30年6月14日 (2018.6.14)
審査請求日 令和1年11月11日 (2019.11.11)

(73) 特許権者 592014104
ブリヂストンスポーツ株式会社
東京都中央区京橋3丁目1番1号
(74) 代理人 100076428
弁理士 大塚 康徳
(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】シミュレーション装置、シミュレーション方法およびシミュレーションシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

試打者による第一のゴルフクラブの試打の、複数種類の計測項目の計測結果を取得する取得手段と、

前記試打者が前記第一のゴルフクラブとは仕様が異なる第二のゴルフクラブでゴルフボールを打撃した場合の模擬的な打撃結果を演算する演算手段と、を備え、

前記演算手段は、

前記計測結果における前記複数種類の計測項目の少なくとも一部の計測項目に基づいて前記試打者のスイング特性を判定し、

該スイング特性と前記計測結果における前記複数種類の計測項目の少なくとも一部の計測項目とに基づいて前記模擬的な打撃結果を演算し、

前記スイング特性とは、

フェース面の変化度合に関わる特性と、

ゴルフクラブの所定部位の最大加速度、および該所定部位の加速度が最大になってからインパクトまでの時間に関わる特性と、を少なくとも含む、
ことを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のシミュレーション装置であって、

前記演算手段は、

前記模擬的な打撃結果を演算する演算式に代入する変数を、前記スイング特性に応じて

10

20

異なることにより、前記模擬的な打撃結果を演算する、
ことを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のシミュレーション装置であって、
複数種類のゴルフクラブ間の仕様の違いに関する情報を記憶した記憶手段を更に備え、
前記演算手段は、前記スイング特性、前記計測結果および前記情報に基づいて前記模擬的な打撃結果を演算する、
ことを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のシミュレーション装置であって、
前記情報は、ヘッドに関する複数種類の特性とシャフトに関する複数種類の特性を含む
、
ことを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のシミュレーション装置であって、
前記模擬的な打撃結果とは、インパクトにおける前記第二のゴルフクラブのヘッドの挙動に関する複数種類の結果を少なくとも含む、
ことを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のシミュレーション装置であって、
前記複数種類の結果は、ヘッドライト、ヘッド軌道、ブロー角、フェース面の向き、
ロフト角のうちの少なくとも一つを含む、
ことを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項 7】

試打者による第一のゴルフクラブの試打の、複数種類の計測項目の計測結果を取得する
取得工程と、

前記試打者が前記第一のゴルフクラブとは仕様が異なる第二のゴルフクラブでゴルフボールを打撃した場合の模擬的な打撃結果を演算する演算工程と、を備え、

前記演算工程では、

前記計測結果における前記複数種類の計測項目の少なくとも一部の計測項目に基づいて前記試打者のスイング特性を判定し、
30

該スイング特性と前記計測結果における前記複数種類の計測項目の少なくとも一部の計測項目とに基づいて前記模擬的な打撃結果を演算し、

前記スイング特性とは、

フェース面の変化度合に関わる特性と、

ゴルフクラブの所定部位の最大加速度、および該所定部位の加速度が最大になってからインパクトまでの時間に関わる特性と、を少なくとも含む、
ことを特徴とするシミュレーション方法。

【請求項 8】

試打者による第一のゴルフクラブの試打を計測する計測手段と、
前記試打者が前記第一のゴルフクラブとは仕様が異なる第二のゴルフクラブでゴルフボールを打撃した場合の模擬的な打撃結果を演算する演算手段と、を備え、
前記演算手段は、

前記計測手段の、複数種類の計測項目の計測結果の少なくとも一部の計測項目の計測結果に基づいて前記試打者のスイング特性を判定し、

該スイング特性と前記計測結果における前記複数種類の計測項目の少なくとも一部の計測項目とに基づいて前記模擬的な打撃結果を演算し、
40

前記スイング特性とは、

フェース面の変化度合に関わる特性と、

ゴルフクラブの所定部位の最大加速度、および該所定部位の加速度が最大になってから

10

20

30

40

50

インパクトまでの時間に関わる特性と、を少なくとも含む、
ことを特徴とするシミュレーションシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はゴルフのシミュレーション技術に関する。

【背景技術】

【0002】

個々のゴルファーに適したゴルフクラブの選択を容易にするため、ゴルファーのスイングを解析する技術が提案されている（例えば特許文献1～6）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-011926号公報

【特許文献2】特開2014-023769号公報

【特許文献3】特開2011-115250号公報

【特許文献4】特開2013-031529号公報

【特許文献5】特開2004-242855号公報

【特許文献6】特開2012-239627号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ゴルファーにとって最適なゴルフクラブを選定するために、複数種類のゴルフクラブをそれぞれ試打し、解析するとなると、ゴルファーの負担が大きくなる。そこで、1つのゴルフクラブの試打結果から、シミュレーションにより、別のゴルフクラブの模擬的な打撃結果を得ることができればゴルファーにとって便利である。しかし、シミュレーションの精度が低いとゴルファーの利便性が低下する。

【0005】

本発明の目的は、ゴルフの打撃シミュレーションの精度向上することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【0006】

本発明によれば、

試打者による第一のゴルフクラブの試打の、複数種類の計測項目の計測結果を取得する取得手段と、

前記試打者が前記第一のゴルフクラブとは仕様が異なる第二のゴルフクラブでゴルフボールを打撃した場合の模擬的な打撃結果を演算する演算手段と、を備え、

前記演算手段は、

前記計測結果における前記複数種類の計測項目の少なくとも一部の計測項目に基づいて前記試打者のスイング特性を判定し、

該スイング特性と前記計測結果における前記複数種類の計測項目の少なくとも一部の計測項目とに基づいて前記模擬的な打撃結果を演算し、

40

前記スイング特性とは、

フェース面の変化度合に関わる特性と、

ゴルフクラブの所定部位の最大加速度、および該所定部位の加速度が最大になってから
インパクトまでの時間に関わる特性と、を少なくとも含む、

ことを特徴とするシミュレーション装置が提供される。

【0007】

また、本発明によれば、

試打者による第一のゴルフクラブの試打の、複数種類の計測項目の計測結果を取得する取得工程と、

50

前記試打者が前記第一のゴルフクラブとは仕様が異なる第二のゴルフクラブでゴルフボールを打撃した場合の模擬的な打撃結果を演算する演算工程と、を備え、

前記演算工程では、

前記計測結果における前記複数種類の計測項目の少なくとも一部の計測項目に基づいて前記試打者のスイング特性を判定し、

該スイング特性と前記計測結果における前記複数種類の計測項目の少なくとも一部の計測項目に基づいて前記模擬的な打撃結果を演算し、

前記スイング特性とは、

フェース面の変化度合に関わる特性と、

ゴルフクラブの所定部位の最大加速度、および該所定部位の加速度が最大になってからインパクトまでの時間に関わる特性と、を少なくとも含む、
ことを特徴とするシミュレーション方法が提供される。

【0008】

また、本発明によれば、

試打者による第一のゴルフクラブの試打を計測する計測手段と、

前記試打者が前記第一のゴルフクラブとは仕様が異なる第二のゴルフクラブでゴルフボールを打撃した場合の模擬的な打撃結果を演算する演算手段と、を備え、

前記演算手段は、

前記計測手段の、複数種類の計測項目の計測結果の少なくとも一部の計測項目の計測結果に基づいて前記試打者のスイング特性を判定し、

該スイング特性と前記計測結果における前記複数種類の計測項目の少なくとも一部の計測項目に基づいて前記模擬的な打撃結果を演算し、

前記スイング特性とは、

フェース面の変化度合に関わる特性と、

ゴルフクラブの所定部位の最大加速度、および該所定部位の加速度が最大になってからインパクトまでの時間に関わる特性と、を少なくとも含む、
ことを特徴とするシミュレーションシステムが提供される。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、ゴルフの打撃シミュレーションの精度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の一実施形態に係るシミュレーションシステムの概要図。

【図2】(A)はゴルフクラブの仕様情報の説明図、(B)は重心角の説明図、(C)はシャフトの剛性の説明図、

【図3】(A)はフェース面の変化度合の計測例の説明図、(B)はしなり戻り時間の説明図。

【図4】(A)はインパクトフェース角の説明図、(B)はヘッド軌道に対するインパクトフェース角の説明図。

【図5】(A)はインパクトロフト角の説明図、(B)はブロー角の説明図。

【図6】(A)および(B)は情報処理装置が実行する処理例を示すフローチャート。

【図7】模擬的な打撃結果の演算概要を示す図。

【図8】(A)および(B)は演算式の説明図。

【図9】(A)～(D)はスイング特性に応じたシミュレーションの補正の説明図。

【図10】(A)および(B)は試験に用いたゴルフクラブヘッドの説明図、(C)は試験結果を示す図、(D)はスイング特性の区分け例を示す図。

【図11】(A)は情報処理装置が実行する別の処理例を示すフローチャート、(B)および(C)はシミュレーション結果の較正の説明図。

【図12】システムの別例を示す図。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【0011】

<第一実施形態>

<システムの構成>

図1は本発明の一実施形態に係るシミュレーションシステム1の概要図である。システム1は、複数の計測装置2Aおよび2Bと、情報処理装置3と、表示装置4と、入力装置5とを含む。本実施形態の場合、計測装置を二種類設けているが、計測内容によっては一種類でもよいし、三種類以上であってもよい。矢印X、矢印Yおよび矢印Zは、試打席における三次元の座標系を示しており、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。

【0012】

10

計測装置2Aは、試打者100が試打に用いるゴルフクラブ101の挙動を計測する装置である。本実施形態の場合、計測装置2Aはシャフト101a（またはグリップ）に装着される装置であり、加速度センサや角速度センサを含む。計測装置2Aとしては、例えば、ATR-Promotions社のTSND121やセイコーエプソン社のM-tracerを用いることができる。計測装置2Aの検知結果により、スイング中のヘッド101bの移動軌跡やフェース面（打撃面）の変化、インパクトタイミング等を計測できる。

【0013】

計測装置2Bは、ゴルフクラブ101のヘッドスピードや打球の弾道を計測する。図1の例では、計測装置2B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。計測装置2Bにより打球の初速、打ち出し角、飛距離、バックスピン量、サイドスピン量等も計測できる。

20

【0014】

情報処理装置3は、本実施形態において、模擬的な打撃結果を演算するシミュレーション装置として機能し、一般的なパソコンから構成することが可能である。情報処理装置3は、互いに電気的に接続された処理部31と、記憶部32と、I/F部（インターフェース部）33と、を備える。処理部31はCPU等のプロセッサである。記憶部32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、RAM、ROM、ハードディスク等である。記憶部32には処理部31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31が実行するプログラムは、処理部31が読み取可能な複数の指示から構成することができる。

30

【0015】

I/F部33は外部デバイスと処理部31との間でデータの入出力をを行う。I/F部33には、I/Oインターフェース、通信インターフェースを含むことができる。計測装置2A、2Bは情報処理装置3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、これらの計測結果は情報処理装置3によって取得される。

【0016】

情報処理装置3には表示装置4と入力装置5が接続されている。表示装置4は、例えば、液晶表示装置等の電子画像表示装置であり、情報処理装置3の処理結果が表示される。入力装置5はマウスやキーボードであり、情報処理装置3に対するデータの入力や動作の指示を受け付ける。

40

【0017】

<シミュレーションの概要>

本実施形態では、情報処理装置3が、或るゴルフクラブを用いて試打者が行った試打結果を利用して、仕様が異なる他のゴルフクラブの模擬的な打撃結果を演算する。試打者は、一本のゴルフクラブで試打を行えば、他の種類のゴルフクラブで打撃した場合の目安となる情報を得られるので、自分に合ったゴルフクラブをより効率的に選択することができる。

【0018】

このようなシミュレーションを実行するため、情報処理装置3の記憶部32には複数種

50

類のゴルフクラブ間の仕様の違いに関する仕様情報が記憶される。図2(A)は仕様情報の一例を示す図である。同図の例では、ゴルフクラブ#1～#nまでn種類のゴルフクラブの仕様M1～M4の情報が含まれており、例えば、ゴルフクラブ#1の仕様M1の仕様値はm11と表されている。本実施形態の場合、4種類の仕様M1～M4を用いるが、5種類以上であってもよいし、3種類以下であってもよい。

【0019】

本実施形態の場合、仕様M1～M4は、ヘッド101bに関する仕様M1、M2と、シャフト101aに関する仕様M3、M4とに大別される。ヘッド101bとシャフト101aの仕様をそれぞれ含むことで、これらの特性に起因する打撃結果をシミュレーションに反映することができる。

10

【0020】

本実施形態の場合、仕様M1は重心角であり、M2は重心距離である。図2(B)は重心角と重心距離の説明図である。重心角は、ゴルフクラブを、シャフト回りに回転自在な状態で、シャフトを水平に支持した場合に、鉛直方向とフェース面とがなす角度である。同図において、シャフト101aの軸線とヘッド重心位置CGを通る鉛直方向の破線Sと、フェース面とがなす角度 α_1 が重心角である。なお、フェース面が曲面の場合、フェースセンタに接する仮想平面を基準とする。重心距離は、ヘッド重心位置CGからシャフト軸線への垂線の長さ L_1 である。

【0021】

本実施形態の場合、仕様M3はシャフト101aの手元と先端の剛性比であり、仕様M4はシャフト101aの中央部の剛性である。図2(C)はシャフト101a上の各位置の説明図である。位置P1はシャフト101aの手元の位置の例であり、例えば、シャフト先端から800mmの位置である。位置P3はシャフト101aの先端の位置の例であり、例えば、シャフト先端から300mmの位置である。位置P2は、例えば、シャフト先端から550mmの位置である。仕様M3の値は、例えば、位置P1の曲げ剛性値/位置P3の曲げ剛性値、である。仕様M4の値は、位置P2の曲げ剛性値である。

20

【0022】

次に、シミュレーションに用いる主要なパラメータについて説明する。図3(A)は、ヘッド101bのフェース面の変化度合の説明図である。この変化度合は、ゴルファのフェースローテーション特性に関わるパラメータである。本実施形態の場合、インパクト直前の単位時間当たりのシャフト101aの軸周りの回転量 α_2 としている。回転量 α_2 は計測装置2Aで計測可能である。回転量 α_2 が多い程、インパクトゾーンにおけるフェースローテーションが強いことができる。単位時間は、例えば、インパクト直前の0.01秒である。インパクトタイミングは、ゴルフクラブ101の加速度の変化に基づき計測でき、そのときのヘッド101bの位置をインパクト位置X1と呼ぶ場合がある。

30

【0023】

図3(B)はしなり戻り時間の説明図である。しなり戻り時間とは、ゴルフクラブの所定部位(以下計測部位と呼ぶ。)の加速度が最大になってからインパクトまでの時間である。この計測部位は、図1の計測装置2Aのようにグリップ先端に隣接したシャフト位置としたり、その他のゴルフクラブ上の任意の位置を計測部位としてもよい。一般に、ゴルフスイング中、シャフト101aは、ダウンスイング以降は、ヘッド101bが手元側よりも遅れる方向にしなり、インパクト前に手元側が減速し、シャフト101aのしなりが戻ってインパクトを迎える傾向にある。しなり戻り時間は、インパクト前にシャフト101aのしなりが戻る時間ということができる。

40

【0024】

図3(B)はダウンスイング以降のゴルフクラブ101の一部の経時的な加速度変化を実線で、ヘッド101bの経時的な速度変化を破線で、それぞれ示している。時間t1はゴルフクラブ101の一部の加速度が絶対値で最大になったタイミングを示している。ゴルフクラブ101の計測部位の加速度は、計測装置2Aで計測することができ、この場合、シャフト101aの手元側の部分の加速度を計測していることになるが、ヘッド101

50

b の加速度であってもよい。時間 t 2 はインパクトタイミングを示している。インパクトタイミングは、既に述べたとおり、ゴルフクラブ 101 の加速度が最小となるタイミングとして計測装置 2A で計測できる。しなり戻り時間は、時間 t 1 から時間 t 2 までの時間 T である。

【0025】

図 4 (A) はインパクトフェース角の説明図である。インパクトフェース角は、インパクト時のフェース面の向きである。図 4 (A) の例では、X - Y 平面上において、Y 方向とフェース面とがなす角度 β をインパクトフェース角としている。計測装置 2A による計測上、角度 β は例えばキャリブレーション時を基準 (0 度) とみなすことができる。例えば、キャリブレーションとはターゲット方向を計測装置 2A に認識させる処理である。同図の例では、フェース面が開く方向を負の角度とし、フェース面が閉じる方向を正の角度としている。

【0026】

図 4 (B) はヘッド軌道に対するインパクトフェース角の説明図である。ヘッド軌道に対するインパクトフェース角は、インパクト時のフェース面の向きをヘッド軌道の方向で補正したものであり、ヘッド軌道に対するフェース面の向きの指標である。同図の例では、インパクトタイミングから所定時間前のヘッド 101b の位置とインパクト時のヘッド 101b の位置とからヘッド軌道の方向 D 1 を特定し、D 1 方向と X 方向との間の角度を h としている。角度 h は、X 方向に対してインサイドに向く方向を正の角度とし、アウトサイドに向く方向を負の角度としている。そして、ヘッド軌道に対するインパクトフェース角 α は、 $\alpha = \beta - h$ で表される。

【0027】

角度 β および α は、ゴルファーのスイング特性として、インパクト時にフェース面がクローズ傾向 (フック傾向) にあるのか、オープン傾向 (スライス傾向) にあるのかの判断指標となる。

【0028】

図 5 (A) はインパクトロフト角の説明図である。インパクトロフト角は、X - Z 平面上において、垂直面とインパクト時のフェース面との間の角度 γ である。角度 γ は、計測装置 2A の計測結果を用いて演算することができる。

【0029】

図 5 (B) はブロー角の説明図である。ブロー角は、X - Z 平面上において、X 方向に対する、インパクト時のヘッド 101b の Z 方向の軌道の角度である。同図の例では、インパクトタイミングから所定時間前のヘッド 101b の位置とインパクト時のヘッド 101b の位置とからヘッド軌道の方向 D 2 を特定し、D 2 方向と X 方向との間の角度 δ がブロー角である。上方向を正とし、下方向を負とする。また、インパクトロフト角 γ とブロー角 δ との差を、ブロー角に対するインパクトロフト角と呼び、図 5 (B) に示すように、 $\theta (= \gamma - \delta)$ で表される。

【0030】

<シミュレーション処理例>

情報処理装置 3 が実行する処理プログラムの例について図 6 (A) を参照して説明する。同図は処理部 31 が実行するシミュレーション処理の例を示すフローチャートである。本実施形態では、試打者 100 にゴルフクラブ 101 によってゴルフボールを試打させ、その計測結果から、試打したゴルフクラブ以外の模式的な打撃結果を演算する。

【0031】

S 1 では初期設定を行う。ここでは、試打クラブを特定する情報や試打者 100 の情報の入力を受け付ける。

【0032】

S 2 では試打の計測を開始する。ここでは試打者 100 にゴルフクラブ 101 によってゴルフボールを実際に打撃させ、計測装置 2A および 2B により試打者 100 のスイングや打球を計測する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

S 3 では計測装置 2 A および 2 B から計測結果を取得する。S 4 では S 3 で取得した計測結果から後述する演算を行う。S 5 では S 4 の演算結果に基づく情報を表示装置 4 に表示する。ここでは、例えば、試打クラブの打撃結果および別の種類の各ゴルフクラブの模擬的な打撃結果を表示する。以上により一単位の処理を終了する。

【 0 0 3 4 】

S 4 の演算処理について図 6 (B) ~ 図 10 を参照して説明する。図 6 (B) は S 4 の演算処理の例を示すフローチャートである。

【 0 0 3 5 】

S 1 1 では、S 3 で取得した計測結果に基づいて、試打クラブの打撃結果を計算する。
試打クラブの打撃結果は実測値であってもよいが、本実施形態では計測装置 2 A の計測結果から導出される模擬的な値としている。本実施形態の場合、計測装置 2 A で計測されたゴルフクラブ 1 0 1 の手元側の加速度、シャフト 1 0 1 a の軸周りの角速度から、図 7 の打撃結果 2 0 0 に示す H 1 ~ H 8 の 8 種類の打撃結果値を計算する。添え字 x は試打クラブを区別する値を意味する。添え字 x で区別される試打クラブは、例えば、図 2 (A) の仕様情報に列挙されているゴルフクラブのうちの一のゴルフクラブである。

10

【 0 0 3 6 】

打撃結果値 H 1 および H 3 ~ H 8 はヘッド 1 0 1 b の挙動に関する。試打者は、自身のスイングにおけるインパクト時のヘッド 1 0 1 b の挙動を理解することができ、スイング改善やクラブ選択に役立てることができる。打撃結果値 H 2 は打球の挙動に関する。試打者は、打球の飛距離等の指標を得ることができる。

20

【 0 0 3 7 】

打撃結果値 H 1 のヘッドスピードとは、インパクト時のヘッド 1 0 1 b の速度である。ヘッドスピードは、計測装置 2 A の計測結果を用いて演算することができる。打撃結果値 H 2 のボール初速とは、インパクト直後のゴルフボールの速度である。ボール初速は、打撃結果値 H 1 に係数（例えば 1 . 4 程度）を乗算することで演算可能である。

【 0 0 3 8 】

打撃結果値 H 3 のヘッド軌道とは、図 4 (B) の角度 h である。打撃結果値 H 4 のブロー角とは、図 5 (B) に示した角度 6 である。ヘッド角及びブロー角は、計測装置 2 A の計測結果を用いて演算することができる。

30

【 0 0 3 9 】

打撃結果値 H 5 のフェース角 1 とは、図 4 (A) に示したインパクトフェース角 3 である。インパクトフェース角 3 は、計測装置 2 A の計測結果を用いて演算することができる。打撃結果値 H 6 のフェース角 2 とは、図 4 (B) に示した角度 4 である。角度 4 は打撃結果値 H 3 と打撃結果値 H 5 から演算可能である。

【 0 0 4 0 】

打撃結果値 H 7 のロフト角 1 とは、図 5 (A) に示した角度 5 である。角度 5 は、計測装置 2 A の計測結果を用いて演算することができる。打撃結果値 H 8 のロフト角 2 とは、図 5 (B) に示した角度 7 である。角度 7 は打撃結果値 H 7 と打撃結果値 H 4 から演算可能である。

40

【 0 0 4 1 】

図 6 (B) に戻り、S 1 2 および S 1 3 では演算に必要な変数の設定を行う。S 1 2 ではクラブ仕様差の設定を行い、S 1 3 ではスイング特性の判定とスイング特徴量の設定を行う。S 1 4 では他のゴルフクラブの打撃結果を計算し、一単位の処理を終了する。以下、S 1 2 ~ S 1 4 の内容について詳述する。

【 0 0 4 2 】

<他のゴルフクラブの打撃結果の演算方法>

図 7 を参照して、試打クラブ以外のゴルフクラブの模擬的な打撃結果の演算方法の例を説明する。本実施形態では、試打クラブの打撃結果 2 0 0 から、図 2 (A) の仕様情報に列挙されている各ゴルフクラブについて打撃結果 2 0 2 を計算する。打撃結果 2 0 2 は、

50

試打クラブの打撃結果 201 と同様、打撃結果値 H1 ~ H8 で構成されている。添え字 k は計算対象のゴルフクラブを区別する値を意味する。打撃結果 202 は、中間値 201a ~ 201d を加算した値である。

【0043】

中間値 201a ~ 201d は、打撃結果値 H1 ~ H8 を、仕様 M1 ~ M4 毎に計算した模擬値である。中間値 201a は、仕様 M1 に関して打撃結果値 H1 ~ H8 を計算した模擬値であり、中間値 201b は、仕様 M2 に関して打撃結果値 H1 ~ H8 を計算した模擬値である。中間値 201c は、仕様 M3 に関して打撃結果値 H1 ~ H8 を計算した模擬値であり、中間値 201d は、仕様 M4 に関して打撃結果値 H1 ~ H8 を計算した模擬値である。

10

【0044】

図 8 (A) は、中間値 201a ~ 201d における各模擬値を計算する基本式を例示している。基本式は、試打クラブの打撃結果値 H1 ~ H8 を、他のゴルフクラブの仕様 M1 ~ M4 毎の打撃結果値に換算する変換式である。

【0045】

基本式の右辺第一項は試打値である。試打値とは、試打クラブによる試打の結果に基づく値を意味し、図 7 の打撃結果 H1x ~ H8x のいずれかが代入される。

【0046】

基本式の右辺第二項は、試打者のスイング特徴量に関わる値に、ゴルフクラブの仕様差に関わる値（クラブ仕様差）を乗算して構成されている。試打者のスイング特徴量に関わる値は、試打者のスイング特性に対応した特性値に係数 1（例えば、A11）を乗算し、更に、係数 2（例えば、B11）を加算して計算される。試打者のスイング特性等については後述する。

20

【0047】

クラブ仕様差は、試打クラブと演算対象のゴルフクラブとの仕様 M1 ~ M4 に関する値の差である。例えば、試打クラブがゴルフクラブ #1 であり、演算対象がゴルフクラブ #2 であると想定する。この場合、仕様 M1 のクラブ仕様差は、m12 - m11 で与えられ、仕様 M2 のクラブ仕様差は、m22 - m21 で与えられる。同様に、仕様 M3 のクラブ仕様差は、m32 - m31 で与えられ、仕様 M4 のクラブ仕様差は、m42 - m41 で与えられる。基本式の右辺第三項は、係数 3（例えば、C11）である。

30

【0048】

図 8 (B) に示すように、中間値 201a ~ 201d の各模擬値 H1k (M1) ~ H8k (M4) の計算式は、図 8 (A) の基本式中、係数 1 ~ 3 を個別に設定したものであり、試打値、スイング特徴量およびクラブ仕様差が変数とされている。各模擬値 H1k (M1) ~ H8k (M4) の計算式を、基本式（図 8 (A)）によって同様の式とすることでき、演算プログラムを比較的簡素化することができる。なお、係数 1 ~ 3 は、ゴルフクラブの打撃試験を繰り返し、その計測結果から導出することができる。

【0049】

<スイング特性と変数の設定>

次に、図 8 (A) の基本式における右辺第二項のスイング特徴量について説明する。図 8 (A) の基本式においては、試打クラブと演算対象のゴルフクラブの仕様差に基づく打撃結果の相違を、クラブ仕様差というパラメータを利用することでシミュレーションしている。一般にクラブの仕様と、打撃結果とには一定の関係があることが知られている。例えば、重心角が大きいゴルフクラブは、打球のフック傾向を強めると考えられている。換言すると、インパクト時にフェース面が閉じやすい傾向になる。よって、基本式の構成は、クラブ仕様差の値によって打撃結果の値に、このような関係を反映できればよいのが原則である。

40

【0050】

しかしながら、試打者によってはこのような関係が当てはまらない場合がある。そこで、本実施形態では、基本式中に、スイング特徴量の項を設けたことによって、試打者のス

50

イング特性に対応した補正を行っている。つまり、図8(A)の基本式中、(係数1 * スイング特徴量 + 係数2)は、スイング特性に対応した補正項ということができる。

【0051】

ゴルフクラブの仕様とスイング特性との関係は試験により確認することができる。例えば、仕様が異なるゴルフクラブ間で、打撃結果のシミュレーション値と、実測値との相関を調べる試験である。図9(A)～図9(D)はその概念の説明図である。なお、念の為にいうと、ここでのシミュレーションとは、図8(A)の基本式中、スイング特徴量を変数としない固定値としたものに相当する。

【0052】

図9(A)は、ゴルファーAさんが複数本のゴルフクラブを試打し、そのうちのゴルフクラブ1とゴルフクラブ2について、ヘッドの挙動のシミュレーション結果と実測結果とを示したものである。同図の例の場合、シミュレーション結果と実測結果とが概ね比例している。図9(B)は、同様に、Aさんと異なるゴルファーBさんが複数本のゴルフクラブを試打し、そのうちのゴルフクラブ1とゴルフクラブ2について、ヘッドの挙動のシミュレーション結果と実測結果とを示したものである。同図の例の場合も、シミュレーション結果と実測結果とが概ね比例している。

10

【0053】

図9(A)と図9(B)の例では、試打者が異なっていてもシミュレーション結果と実測結果とが概ね比例している。つまり、シミュレーション結果に対するAさんとBさんのスイング特性の違いの影響が小さいものと判断できる。

20

【0054】

図9(C)は、ゴルファーAさんが複数本のゴルフクラブを試打し、そのうちのゴルフクラブ3とゴルフクラブ4について、ヘッドの挙動のシミュレーション結果と実測結果とを示したものである。同図の例の場合、シミュレーション結果と実測結果とが概ね比例している。図9(D)は、同様に、ゴルファーBさんが複数本のゴルフクラブを試打し、そのうちのゴルフクラブ3とゴルフクラブ4について、ヘッドの挙動のシミュレーション結果と実測結果とを示したものである。同図の例の場合は、シミュレーション結果と実測結果とが反比例している。

【0055】

図9(C)と図9(D)の例では、試打者が異なることで、シミュレーション結果と実測結果とが大きくことなっている。つまり、シミュレーション結果に対するAさんとBさんのスイング特性の違いの影響が大きいものと判断できる。

30

【0056】

図9(C)と図9(D)の例のように、試打者によってシミュレーション結果と実測結果とに顕著な差が現れた場合、ゴルフクラブの仕様と試打者のスイング特性とに、スイング特性で区別すべき相関関係があると考えることができる。図9(A)～図9(D)の例では、例示的に、2名の試験結果について説明したが、より多数のゴルファーについて同様の試験を行うことで、ゴルフクラブの仕様と試打者のスイング特性とに、より普遍的な相関関係を見出すことができる。そして、この相関関係から、図8(A)の基本式における右辺第二項のスイング特徴量を決定することができる。

40

【0057】

スイング特徴量の決定方法について具体的な一例を挙げる。ここでは、スイング特性と重心角との相関関係に、一般的な考え方とは異なる関係があることを見出した試験について説明する。

【0058】

図10(A)および図10(B)は試験に用いたゴルフクラブ100A、100Bを説明する図である。ゴルフクラブ100A、100Bは、錘101cの装着部位以外は同じ仕様のゴルフクラブ(ここではドライバ)である。錘101cはヘッド101bのソール部に装着される。ゴルフクラブ100Aでは、相対的にバック側に錘101cが装着され、ゴルフクラブ100Bでは、相対的にフェース面側に錘101cが装着されている。ゴ

50

ルフクラブ 100A は、ゴルフクラブ 100B よりも重心角が大きく、かつ、重心深度が深い。

【0059】

試験では、技術レベルの異なる複数の試験者が、それぞれ、ゴルフクラブ 100A、100B を用いて複数回試打を行い、スイング特性および打球の特性を計測した。その結果、角度 3、4 に関する結果として、図 10 (C) の結果を得た。図 10 (C) は、ゴルフクラブ 100A による試打の角度 3、4 の平均値と、ゴルフクラブ 100B による試打の角度 3、4 の平均値との差分により、インパクト時にフェース面がクローズ傾向にあるかオープン傾向にあるかをまとめたものである。例えば、ゴルフクラブ 100A による試打の角度 3 が +20 度、ゴルフクラブ 100B による試打の角度 3 が +15 度であった場合、 $20 - 15 = +5$ 度となり、重心角が大きいゴルフクラブ 100A の方がフック傾向が強まっていると判断できる。角度 4 も同様である。また、ゴルフクラブ 100A による試打の角度 3 が +10 度、ゴルフクラブ 100B による試打の角度 3 が +15 度であった場合、 $10 - 15 = -5$ 度となり、重心角が大きいゴルフクラブ 100A の方がスライス傾向が強まっていると判断できる。角度 4 も同様である。10

【0060】

図 10 (C) では試験者 a ~ g の 7 名の結果を示している。“CL” はゴルフクラブ 100B よりもゴルフクラブヘッド 100A の方がフック傾向が強まったことを示し、“OP” は逆にスライス傾向が強まったことを示している。“-” は有意な差分がなかったことを示している。20

【0061】

図 10 (C) の結果から、試験者 a ~ d については、重心角に関する上述した一般原則があてはまり、試験者 e ~ g については、重心角に関する一般原則とは逆の傾向があてはまることがある。よって、試験者 a ~ d と同様のスイング特性を有する試打者には重心角に関する一般原則をあてはめてシミュレーションの演算を行い、試験者 e ~ g と同様のスイング特性を有する試打者には重心角に関する一般原則を逆にあてはめてシミュレーションの演算を行うことでシミュレーションの精度を向上することができる。

【0062】

試験者 a ~ d と、試験者 e ~ g とに区分けして、スイング特性を比較したところ、しなり戻り値 V_f と、回転量 θ_2 に有意な傾向が見られた。ここで定義しているしなり戻り V_f とは、以下の式により求められるものである。30

$$\text{しなり戻り値 } V_f = (\text{ゴルフクラブの計測部位の最大加速度} \times \text{係数 } D) + (\text{しなり戻り時間 } T \times \text{係数 } E) + \text{係数 } F$$

しなり戻り値 V_f は、ゴルフクラブのしなりの度合いを表す値であり、値が大きいほど、インパクト時にしなりが戻りづらい事を表す値である。係数 D、E、F は、ゴルフクラブの打撃試験を繰り返し、その計測結果から導出することができる。

【0063】

図 10 (D) は、しなり戻り値 V_f を縦軸に、回転量 θ_2 を横軸にして、試験者 a ~ g のこれらの値をプロットしたものである。試験者 e ~ g はいずれも領域 R に属しており、しなり戻り値 V_f が比較的小さく、かつ、回転量 θ_2 が比較的多い傾向にあった。40

【0064】

そこで、試打者のスイング特性を判定する判定条件として、試験者 a ~ d と、試験者 e ~ g とを区別可能な、しなり戻り値 V_f の基準値（閾値） $V_f th$ 、回転量 θ_2 の基準値（閾値） $\theta_2 th$ を設定する。基準値 $V_f th$ は、例えば、0.3 であり、基準値 $\theta_2 th$ は、例えば、 25 rad/sec である。そして領域 R に属する試打者のスイング特徴量と、それ以外のスイング特徴量とを場合分けして設定すればよい。図 8 (A) の例 1 および例 2 は、スイング特徴量の設定例（判定条件例）を示している。

【0065】

例 1 は、一種類のスイング特性値 z が閾値を超える場合は、スイング特徴量として値を代入し、スイング特性値 z が閾値以下の場合は、スイング特徴量として値 z を代入する50

場合を例示している。例 2 は、図 10 (D) の領域 R に属するか否かの判定のように、二種類のスイング特性値 z 、 y がそれぞれ、対応する閾値を超える場合はスイング特徴量として値 z を代入し、それ以外の場合は値 y を代入する場合を例示している。

【 0 0 6 6 】

スイング特徴量とその判定条件は、打撃結果値 $H_1 \sim H_8$ と、仕様 $M_1 \sim M_4$ との組み合わせ毎に定義される。打撃結果値 $H_1 \sim H_8$ と、仕様 $M_1 \sim M_4$ との組み合わせの中には、試打者のスイング特性が影響しない組み合わせも存在し得る。その場合、スイング特徴量は、試打者のスイング特性で場合分けを行わずに固定値とすればよい。

【 0 0 6 7 】

図 6 (B) の $S_{12} \sim S_{14}$ の処理について補足する。 S_{12} では、試打クラブと演算対象のゴルフクラブとについて、図 2 (A) に例示した仕様情報から計算してクラブ仕様差が設定される。 S_{14} では図 6 (A) の S_3 で取得した計測結果から、図 8 (A) の例 1 や例 2 に例示した判定条件にしたがってスイング特徴量が設定される。図 7 では、 $S_{11} \sim S_{13}$ で計算された値を、図 8 (B) の各式に代入して中間値 $201a \sim 201d$ を計算する。そして、打撃結果値 $H_1 \sim H_8$ 毎に計算結果を加算して打撃結果値 $H_{1k} \sim H_{8k}$ が計算される。図 2 (A) の仕様情報に列挙されている全ゴルフクラブまたはこれらのゴルフクラブのうち試打者が希望するゴルフクラブについて打撃結果値 $H_1 \sim H_8$ が演算されることになる。演算された打撃結果値 $H_1 \sim H_8$ は図 6 (A) の S_5 で試打者に提示されることになる。

【 0 0 6 8 】

< 第二実施形態 >

第一実施形態において、試打クラブの打撃結果 $H_{1x} \sim H_{8x}$ は計測結果から導出される模擬的な値とした。本実施形態では、計測装置 2B による打球の計測結果により打撃結果 $H_{1x} \sim H_{8x}$ を較正し、更に、その較正值を利用して他のゴルフクラブの打撃結果 $H_{1k} \sim H_{8k}$ も較正する。これにより、各打撃結果の精度を向上することができる。

【 0 0 6 9 】

図 11 (A) は本実施形態における S_4 の演算処理の例を示すフローチャートである。 $S_{11} \sim S_{14}$ までは第一実施形態の図 6 (B) の処理と同じである。 S_{15} では計測装置 2B の打球の計測結果（弾道計測結果）に基づいて、試打クラブの打撃結果 $H_{1x} \sim H_{8x}$ を計算する。ここで、打球の計測結果としては、例えば、ボール初速、打ち出し角、バックスピン量、打ち出し方向、サイド спин量を用いる。打ち出し角は、X - Z 平面において、インパクト直後の打球の方向と X 方向との間の角度である。バックスピン量は、インパクト直後の打球の回転量であって Y 方向の軸周りの回転量である。打ち出し方向は、X - Y 平面において、インパクト直後の打球の方向と X 方向との間の角度である。サイドスピニン量は、インパクト直後の打球の回転量であって、Z 方向の軸周りの回転量である。

【 0 0 7 0 】

打ち出し角、バックスピン量、打ち出し方向、サイドスピニン量は、インパクトロフト角 (5)、ブロー角 (6)、インパクトフェース角 (3)、ヘッド軌道 (h) に対して、

$$\text{打ち出し角} = \text{係数 } a \times \text{インパクトロフト角} - \text{係数 } b$$

$$\text{バックスピン量} = \text{係数 } c \times (\text{インパクトロフト角} - \text{ブロー角}) + \text{係数 } d$$

$$\text{打ち出し方向} = \text{係数 } e \times \text{インパクトフェース角} - \text{係数 } f$$

$$\text{サイドスピニン量} = \text{係数 } g \times (\text{インパクトフェース角} - \text{ヘッド軌道}) + \text{係数 } h$$

といった関係がある。

【 0 0 7 1 】

係数 $a \sim h$ は、ゴルフクラブの打撃試験を繰り返し、その計測結果から導出することができる。

【 0 0 7 2 】

打撃結果値 $H_1 \sim H_8$ との関係で示すと、

10

20

30

40

50

打ち出し角 = 係数 a × H 7 - 係数 b

バックスピン量 = 係数 c × (H 7 - H 4) + 係数 d

打ち出し方向 = 係数 e × H 5 - 係数 f

サイドスピン量 = 係数 g × (H 5 - H 3) + 係数 h

といった関係に置き換えられる。この関係式から、計測装置 2 B の打球の計測結果に基づいた、H 3 ~ H 5 および H 7 の値が得られ、更に、H 6 と H 8 の値が算出できる。また、計測装置 2 B でヘッドスピード H 1 とボール初速 H 2 とが計測できる。以上のことから、計測装置 2 B の計測結果に基づき H 1 ~ H 8 の打撃結果値を得ることができ、これを H 1 ' ~ H 8 ' と表現する。

【 0 0 7 3 】

10

S 1 6 では較正值を計算する。本実施形態の場合、図 1 1 (B) に例示するように、試打クラブに関する較正值 $d_{1x} \sim d_{8x}$ は、計測装置 2 B の計測結果に基づく打撃結果値 $H_{1x} \sim H_{8x}$ と、計測装置 2 A の計測結果に基づき S 1 1 で算出した打撃結果値 $H_{1x} \sim H_{8x}$ との差として計算する。

【 0 0 7 4 】

S 1 7 では試打クラブ以外のゴルフクラブの打撃結果 $H_{1k} \sim H_{8k}$ を S 1 6 で計算した較正值で較正する。本実施形態の場合、図 1 1 (C) に例示するように、打撃結果 $H_{1k} \sim H_{8k}$ に較正值 $d_{1x} \sim d_{8x}$ を加算することで、較正後の打撃結果 $H_{1'k} \sim H_{8'k}$ を得る。

【 0 0 7 5 】

20

そして、打撃結果値 $H_{1'x} \sim H_{8'x}$ と $H_{1'k} \sim H_{8'k}$ を最終的な打撃結果とする。これにより、シミュレーションの精度を向上することができる。

【 0 0 7 6 】

< 第三実施形態 >

第一実施形態では、図 6 (B) の S 1 1 において試打クラブの打撃結果 $H_{1x} \sim H_{8x}$ を計算する際、計測装置 2 A の計測結果を利用した。しかし、第二実施形態で説明したように、試打クラブの打撃結果 $H_{1x} \sim H_{8x}$ は計測装置 2 B の計測結果から計算できる。したがって、図 6 の S 1 1 における試打クラブの打撃結果 $H_{1x} \sim H_{8x}$ を計測装置 2 B の計測結果から計算してもよい。図 6 (B) の S 1 2 ~ S 1 4 の処理は第一実施形態と同じである。これにより、第一実施形態の図 6 (B) とほぼ同様の演算処理で、第二実施形態の較正後の打撃結果値 $H_{1'x} \sim H_{8'x}$ および $H_{1'k} \sim H_{8'k}$ と同じ精度の打撃結果値を得ることができる。

30

【 0 0 7 7 】

< 他の実施形態 >

図 1 のシステムでは、計測装置 2 A 、 2 B と情報処理装置 3 とが、比較的近距離に配置され、店舗等に据え置き可能なシステムを例示したが、他の構成例も採用可能である。また、計測装置も図 1 以外の装置を採用可能である。

【 0 0 7 8 】

40

図 1 2 は、シミュレーションシステム 1 の他の構成例を例示している。同図の構成例は、情報処理装置 3 がサーバとして、ネットワーク 1 1 0 を介して通信機器（携帯端末 1 1 2 やパソコン 1 1 5 等）と通信可能であり、ゴルフクラブに関する情報を配信する。ネットワーク 1 1 0 は例えればインターネットである。

【 0 0 7 9 】

計測側の構成例 E X 1 は、携帯端末 1 1 2 と計測装置 2 A とを含み、ゴルファーが個人的にスイング特性を計測するのに適したシステムである。携帯端末 1 1 2 は例えばスマートフォンであり、計測装置 2 A との近距離無線通信機能と、ネットワーク 1 1 0 および基地局（図示しない）を介した無線通信機能とを備える。計測装置 2 A の計測結果は、携帯端末 1 1 2 へ送信される。携帯端末 1 1 2 は受信した計測結果をそのまま、或いは、情報処理装置 3 側で処理可能な所定の形式のデータとして、情報処理装置 3 へ送信する。情報処理装置 3 は、打撃結果値を演算して、携帯端末 1 1 2 へその情報を送信する。携帯端末

50

112では、受信した情報を表示する。つまり、図6のS1、S2およびS5の処理を携帯端末112で実行し、S3とS4の処理を情報処理装置3で実行する。

【0080】

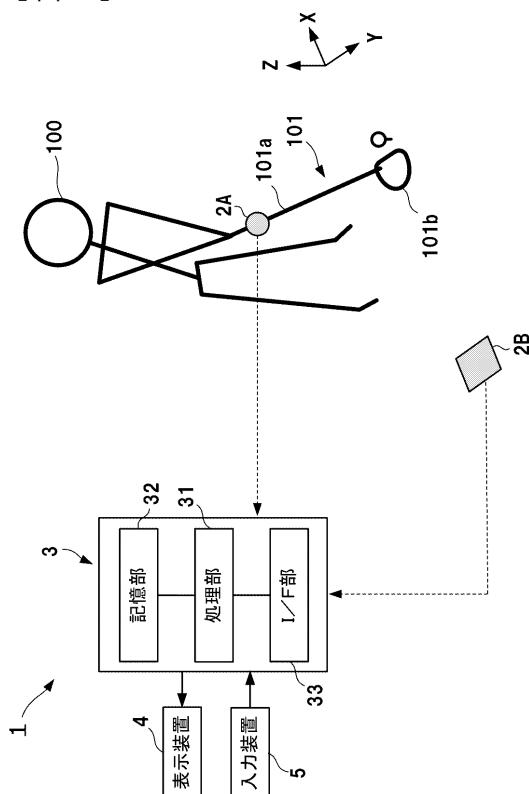
計測側の構成例EX2は、パソコン115と複数の計測装置2Cとを含み、ゴルフショット等においてスイング特性を計測するのに適したシステムである。計測装置2Cはビデオカメラなどの撮影装置である。パソコン115は、撮影装置2Cが撮影した画像の処理機能と、ネットワーク110を介した無線通信機能とを備える。ゴルファーは試打室等で試打を行う。試打室等において複数の撮影装置2Cにより試打者を多方向から撮影し、ゴルフクラブ101の3次元的な挙動や打球の挙動が撮影される。撮影画像はパソコン115に取り込まれて解析され、情報処理装置3側で処理可能な所定の形式のデータとして、情報処理装置3へ送信する。情報処理装置3は、打撃結果値を演算して、パソコン115へその情報を送信する。パソコン115では、受信した情報を表示する。つまり、図6のS1、S2およびS5の処理をパソコン115で実行し、S3とS4の処理を情報処理装置3で実行する。
10

【符号の説明】

【0081】

- 1 情報処理装置、2A 計測装置、2B 計測装置

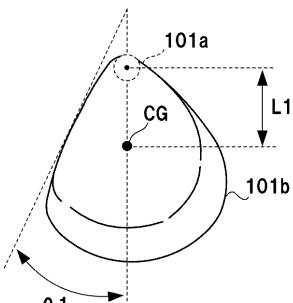
【図1】



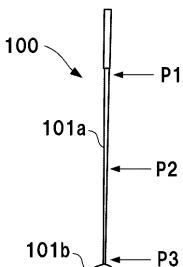
【図2】

	M1	M2	M3	M4
#1	m11	m21	m31	m41
#2	m12	m22	m32	m42
#3	m13	m23	m33	m43
#4	m14	m24	m34	m44
#5	m15	m25	m35	m45
:	:	:	:	:
#n	m1n	m2n	m3n	m4n

(A)

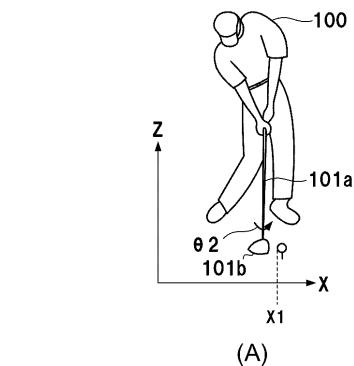


(B)

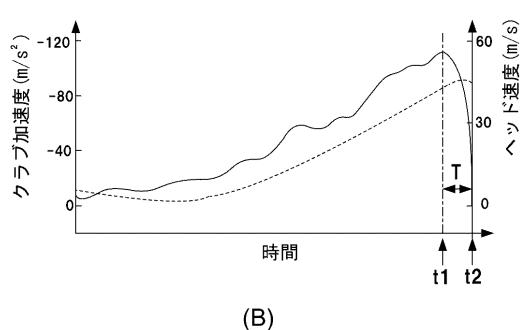
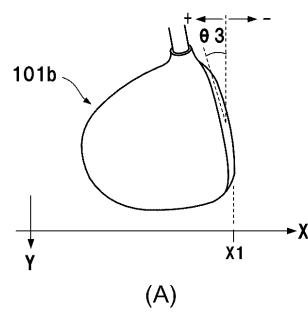


(C)

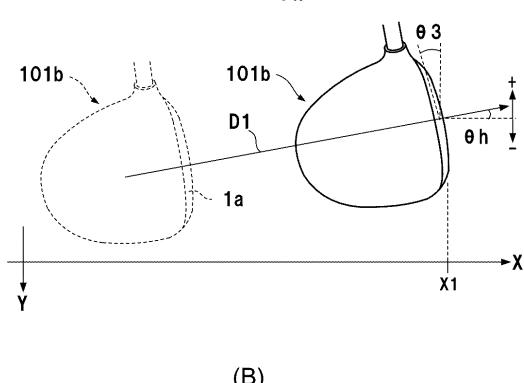
【図3】



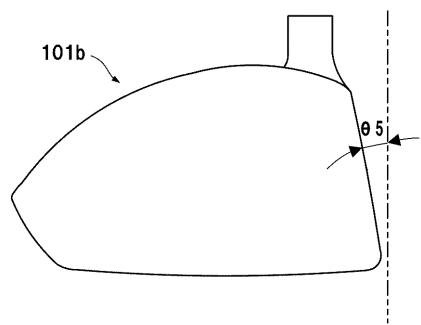
【図4】



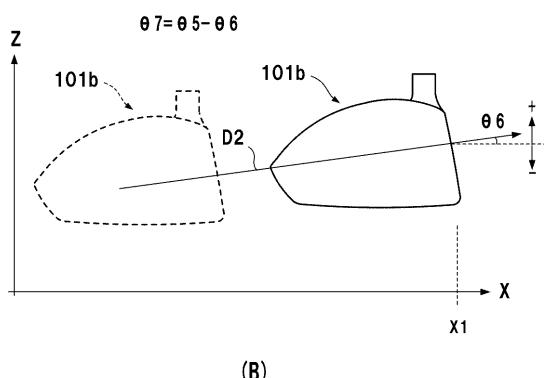
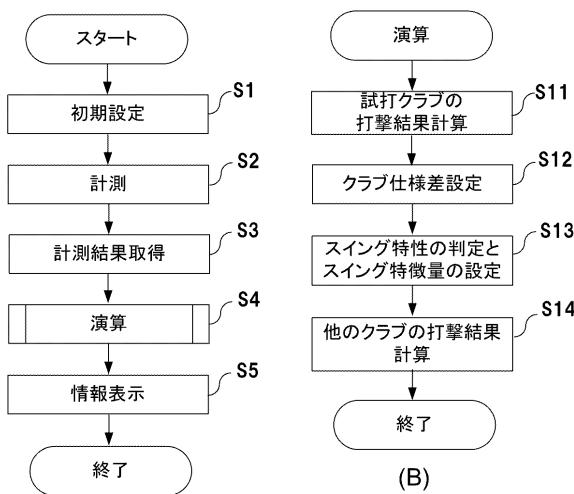
$$\theta 4 = \theta 3 - \theta h$$



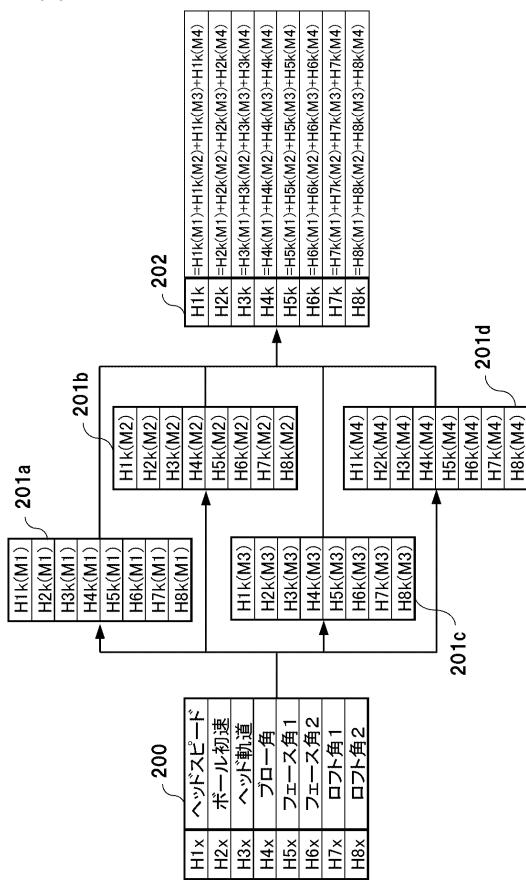
【図5】



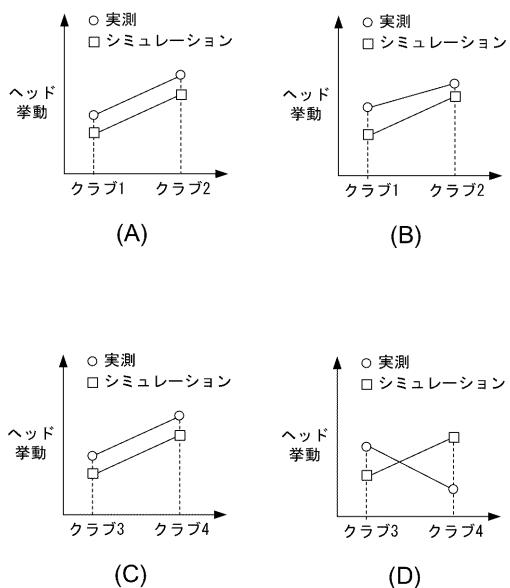
【図6】



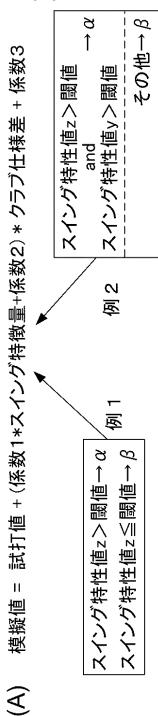
【図7】



【図9】

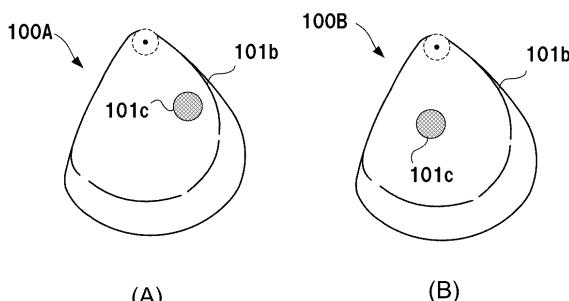


【図8】



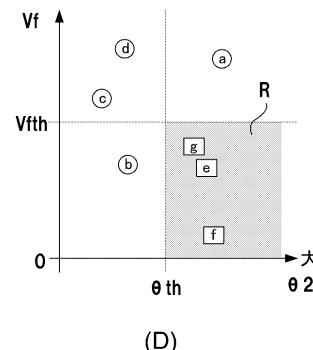
$$\begin{aligned}
 H1k(M1) &= H1x + (A11 * \text{スイング特徴量} + B11) * (m1k - m1x) + C11 \\
 H8k(M1) &= H8x + (A18 * \text{スイング特徴量} + B18) * (m1k - m1x) + C18 \\
 H1k(M2) &= H1x + (A21 * \text{スイング特徴量} + B21) * (m2k - m2x) + C21 \\
 H8k(M2) &= H8x + (A28 * \text{スイング特徴量} + B28) * (m2k - m2x) + C28 \\
 H8k(M4) &= H8x + (A48 * \text{スイング特徴量} + B48) * (m4k - m4x) + C48
 \end{aligned}$$

【図10】



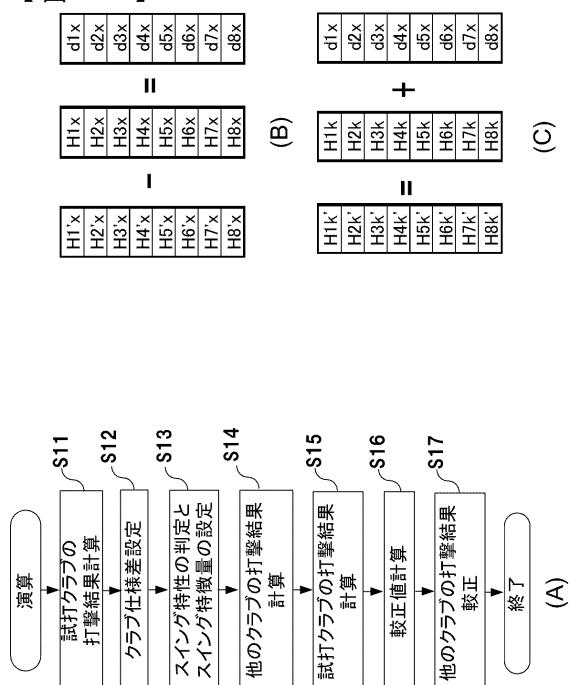
試験者	差 (#1-#2)	
	θ_3	θ_4
a	CL	
b		CL
c	-	
d	CL	
e	OP	
f		OP
g		

(C)

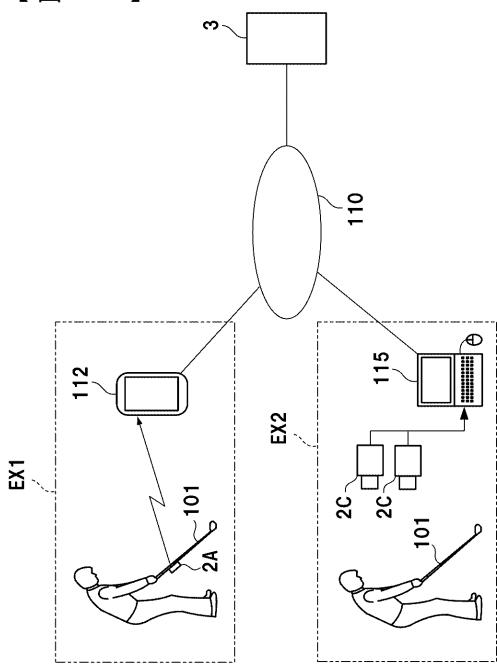


(D)

【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

(72)発明者 石川 達也
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 目黒 大地

(56)参考文献 特開2010-011926(JP,A)
特開2013-031529(JP,A)
特開2014-233420(JP,A)
特開2016-140558(JP,A)
特開2013-240506(JP,A)
特開2010-155074(JP,A)
特開2009-050518(JP,A)
特開平04-024037(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 3 B 4 9 / 0 0 - 5 1 / 1 6
5 5 / 0 0 - 6 0 / 6 4
6 9 / 0 0 - 6 9 / 4 0