

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2022-181564
(P2022-181564A)

(43)公開日 令和4年12月8日(2022.12.8)

(51)国際特許分類 F I
A 6 3 B 69/36 (2006.01) A 6 3 B 69/36 5 4 1 S
A 6 3 B 69/36 5 4 1 W

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全34頁)

(21)出願番号	特願2021-88585(P2021-88585)	(71)出願人	000183233 住友ゴム工業株式会社 兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号
(22)出願日	令和3年5月26日(2021.5.26)	(74)代理人	100124039 弁理士 立花 顕治
		(74)代理人	100210251 弁理士 大古場 ゆう子
		(72)発明者	岡崎 弘祐 兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号 住友ゴム工業株式会社内
		(72)発明者	植田 勝彦 兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号 住友ゴム工業株式会社内
		(72)発明者	中村 佑斗

最終頁に続く

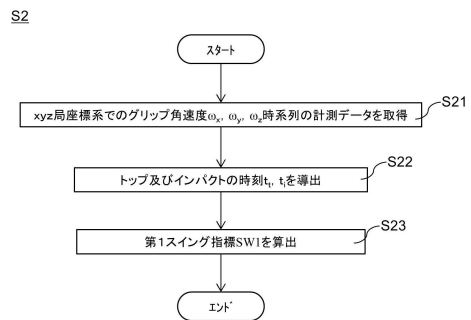
(54)【発明の名称】 ゴルフクラブのフィッティング装置、方法及びプログラム

(57)【要約】

【課題】golferに適した長さのゴルフクラブを精度よく選定するためのフィッティング装置を提供する。

【解決手段】フィッティング装置は、取得部と、算出部と、決定部とを備える。取得部は、golferによるゴルフクラブのスイング動作を計測機器により計測した計測データを取得する。算出部は、前記計測データに基づいて、前記スイング動作中の前記ゴルフクラブの振り度合いに関する第1スイング指標を算出する。決定部は、前記第1スイング指標の大きさに応じて、前記golferに適した前記ゴルフクラブの長さである最適クラブ長さを決定する。

【選択図】図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ゴルファーによるゴルフクラブのスイング動作を計測機器により計測した計測データを取得する取得部と、

前記計測データに基づいて、前記スイング動作中の前記ゴルフクラブの振り度合いに関する第 1 スイング指標を算出する算出部と、

前記第 1 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適した前記ゴルフクラブの長さである最適クラブ長さを決定する決定部と

を備える、

フィッティング装置。

10

【請求項 2】

前記決定部は、前記第 1 スイング指標を所定の第 1 閾値と比較し、前記第 1 スイング指標が前記第 1 閾値以上である場合には、前記最適クラブ長さが第 1 クラブ長さであると決定する、

請求項 1 に記載のフィッティング装置。

【請求項 3】

前記決定部は、前記第 1 スイング指標を前記第 1 閾値よりも小さい所定の第 2 閾値と比較し、前記第 1 スイング指標が前記第 2 閾値以下である場合には、前記最適クラブ長さが前記第 1 クラブ長さよりも長い第 2 クラブ長さであると決定する、

請求項 2 に記載のフィッティング装置。

20

【請求項 4】

前記計測データには、前記ゴルフクラブのグリップエンドにおける角速度が含まれ、前記第 1 スイング指標は、前記ゴルフクラブのシャフトに平行な軸周りの角速度に基づいて算出される、

請求項 1 から 3 のいずれかに記載のフィッティング装置。

【請求項 5】

前記第 1 スイング指標は、ダウンスイング時における前記角速度の平均値または積分値である、

請求項 4 に記載のフィッティング装置。

【請求項 6】

前記最適クラブ長さに最も合致するゴルフクラブ及び当該ゴルフクラブに含まれるべきシャフトの少なくとも一方を選択する選択部、

をさらに備える、

請求項 1 から 5 のいずれかに記載のフィッティング装置。

30

【請求項 7】

ゴルファーによるゴルフクラブのスイング動作を計測機器により計測した計測データを取得する取得部と、

前記計測データに基づいて、前記スイング動作に関する第 1 スイング指標、第 2 スイング指標及び第 3 スイング指標を算出する算出部と、

前記第 1 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適したクラブ長さである最適クラブ長さを決定し、前記第 2 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適したゴルフクラブの振り易さ指標である最適振り易さ指標を決定し、前記第 3 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適した前記シャフトの剛性を示す最適剛性指標を決定する決定部と、

40

前記最適振り易さ指標、前記最適剛性指標及び前記最適クラブ長さに最も合致するゴルフクラブ及び当該ゴルフクラブに含まれるべきシャフトの少なくとも一方を選択する選択部と

を備え、

前記第 1 スイング指標は、前記スイング動作中の前記ゴルフクラブの振り度合いに関する指標である、

50

フィッティング装置。

【請求項 8】

ゴルファーによるゴルフクラブのスイング動作を計測機器により計測した計測データを取得する取得部と、

前記計測データに基づいて、前記スイング動作に関する第 1 スイング指標、第 2 スイング指標及び第 3 スイング指標を算出する算出部と、

前記第 1 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適したクラブ長さである最適クラブ長さを決定し、前記第 2 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適したゴルフクラブの特定の部位の特性を表す最適特性指標を決定し、前記第 3 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適した前記シャフトの剛性を示す最適剛性指標を決定する決定部と、

前記最適特性指標、前記最適剛性指標、及び前記最適クラブ長さに最も合致するゴルフクラブ及び当該ゴルフクラブに含まれるべきシャフトの少なくとも一方を選択する選択部と

を備え、

前記第 1 スイング指標は、前記スイング動作中の前記ゴルフクラブの振り度合いに関する指標である、

フィッティング装置。

【請求項 9】

前記計測データには、前記ゴルフクラブのグリップエンドにおける角速度が含まれ、前記第 1 スイング指標は、前記ゴルフクラブのシャフトに平行な軸周りの角速度に基づいて算出される、

請求項 7 または 8 に記載のフィッティング装置。

【請求項 10】

ゴルファーによるゴルフクラブのスイング動作を計測機器により計測した計測データを取得するステップと、

前記計測データに基づいて、前記スイング動作中の前記ゴルフクラブの振り度合いに関する第 1 スイング指標をコンピュータを用いて算出するステップと、

前記第 1 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適したクラブ長さである最適クラブ長さを決定するステップと、

を含む、

フィッティング方法。

【請求項 11】

ゴルファーによるゴルフクラブのスイング動作を計測機器により計測した計測データを取得するステップと、

前記計測データに基づいて、前記スイング動作中の前記ゴルフクラブの振り度合いに関する第 1 スイング指標を算出するステップと、

前記第 1 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適したクラブ長さである最適クラブ長さを決定するステップと、

をコンピュータに実行させる、

フィッティングプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ゴルファーに適したゴルフクラブを選定するためのフィッティング装置、方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、ゴルファーにテストクラブを試打させてその動作を計測機器により計測し、当該計測データに基づいて当該ゴルファーに適したゴルフクラブを選定する様々なフィッ

10

20

30

40

50

ティング方法が提案されている。その1つとして、特許文献1には、ゴルファーに適したゴルフクラブのシャフトを選定するためのフィッティング方法が開示されている。具体的には、特許文献1では、テストクラブによる計測データに基づいて、ゴルファーに適したゴルフクラブの最適振り易さ指標とともに、当該ゴルファーに適したシャフトの剛性を示す最適剛性指標が決定される。そして、ヘッドを固定した上で、データベースに登録されている多数のシャフトの中から、当該最適振り易さ指標及び当該最適剛性指標にできる限り合致するシャフトが抽出される。かかる方法は、シャフトのフィッティングの精度を向上させる技術として、大いに期待されるものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2017-170105号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1の方法によれば、最適振り易さ指標及び最適剛性指標にできる限り合致するシャフト、ひいてはゴルフクラブを絞り込むことができるが、ゴルフクラブとしてのクラブ長さを調整するため、異なるシャフト長さのオプションが用意されていることがある。このため、特許文献1に開示する方法に限らず、従来の方法により絞り込まれたゴルフクラブの中から、さらにゴルファーに適した長さのゴルフクラブを選択することができる方法が望まれていた。なお、このことは、何らかの方法によってゴルファーに適するシャフト及びゴルフクラブが絞り込まれていない場合に、ゴルファーに適したシャフトまたはゴルフクラブを選択しようとする場合についても同様である。

【0005】

本発明は、ゴルファーに適した長さのゴルフクラブを精度よく選定するためのフィッティング装置、方法及びプログラム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】

【0006】

第1観点に係るフィッティング装置は、取得部と、算出部と、決定部とを備える。取得部は、ゴルファーによるゴルフクラブのスイング動作を計測機器により計測した計測データを取得する。算出部は、前記計測データに基づいて、前記スイング動作中の前記ゴルフクラブの振り度合いに関する第1スイング指標を算出する。決定部は、前記第1スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適した前記ゴルフクラブの長さである最適クラブ長さを決定する。

【0007】

第2観点に係るフィッティング装置は、第1観点に係るフィッティング装置であって、前記決定部は、前記第1スイング指標を所定の第1閾値と比較し、前記第1スイング指標が前記第1閾値以上である場合には、前記最適クラブ長さが第1クラブ長さであると決定する。

【0008】

第3観点に係るフィッティング装置は、第2観点に係るフィッティング装置であって、前記決定部は、前記第1スイング指標を前記第1閾値よりも小さい所定の第2閾値と比較し、前記第1スイング指標が前記第2閾値以下である場合には、前記最適クラブ長さが前記第1クラブ長さよりも長い第2クラブ長さであると決定する。

【0009】

第4観点に係るフィッティング装置は、第1観点から第3観点をいずれかに係るフィッティング装置であって、前記計測データには、前記ゴルフクラブのグリップエンドにおける角速度が含まれ、前記第1スイング指標は、前記ゴルフクラブのシャフトに平行な軸周りの角速度に基づいて算出される。

【0010】

10

20

30

40

50

第 5 観点に係るフィッティング装置は、第 4 観点に係るフィッティング装置であって、前記第 1 スイング指標は、ダウンスイング時における前記角速度の平均値または積分値である。

【 0 0 1 1 】

第 6 観点に係るフィッティング装置は、第 1 観点から第 5 観点のいずれかに係るフィッティング装置であって、前記最適クラブ長さに最も合致するゴルフクラブ及び当該ゴルフクラブに含まれるべきシャフトの少なくとも一方を選択する選択部をさらに備える。

【 0 0 1 2 】

第 7 観点に係るフィッティング装置は、取得部と、算出部と、決定部と、選択部とを備える。取得部は、ゴルファーによるゴルフクラブのスイング動作を計測機器により計測した計測データを取得する。算出部は、前記計測データに基づいて、前記スイング動作に関する第 1 スイング指標、第 2 スイング指標及び第 3 スイング指標を算出する。決定部は、前記第 1 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適したクラブ長さである最適クラブ長さを決定し、前記第 2 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適したゴルフクラブの振り易さ指標である最適振り易さ指標を決定し、前記第 3 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適した前記シャフトの剛性を示す最適剛性指標を決定する。選択部は、前記最適振り易さ指標、前記最適剛性指標及び前記クラブ長さに最も合致するゴルフクラブ及び当該ゴルフクラブに含まれるべきシャフトの少なくとも一方を選択する。第 1 スイング指標は、前記スイング動作中の前記ゴルフクラブの振り度合いに関する指標である。

【 0 0 1 3 】

第 8 観点に係るフィッティング装置は、取得部と、算出部と、決定部と、選択部とを備える。取得部は、ゴルファーによるゴルフクラブのスイング動作を計測機器により計測した計測データを取得する。算出部は、前記計測データに基づいて、前記スイング動作に関する第 1 スイング指標、第 2 スイング指標及び第 3 スイング指標を算出する。決定部は、前記第 1 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適したクラブ長さである最適クラブ長さを決定し、前記第 2 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適したゴルフクラブの特定の部位の特性を表す最適特性指標を決定し、前記第 3 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適した前記シャフトの剛性を示す最適剛性指標を決定する。選択部は、前記最適特性指標、前記最適剛性指標及び前記クラブ長さに最も合致するゴルフクラブ及び当該ゴルフクラブに含まれるべきシャフトの少なくとも一方を選択する。第 1 スイング指標は、前記スイング動作中の前記ゴルフクラブの振り度合いに関する指標である。

【 0 0 1 4 】

第 9 観点に係るフィッティング装置は、第 7 観点または第 8 観点に係るフィッティング装置であって、前記計測データには、前記ゴルフクラブのグリップエンドにおける角速度が含まれ、前記第 1 スイング指標は、前記ゴルフクラブのシャフトに平行な軸周りの角速度に基づいて算出される。

【 0 0 1 5 】

第 10 観点に係るフィッティング方法は、以下の (1) ~ (3) のステップを含む。
 (1) ゴルファーによるゴルフクラブのスイング動作を計測機器により計測した計測データを取得するステップ
 (2) 前記計測データに基づいて、前記スイング動作中の前記ゴルフクラブの振り度合いに関する第 1 スイング指標をコンピュータを用いて算出するステップ
 (3) 前記第 1 スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適したクラブ長さである最適クラブ長さを決定するステップ

【 0 0 1 6 】

第 11 観点に係るフィッティング方法は、以下の (1) ~ (3) のステップをコンピュータに実行させる。

(1) ゴルファーによるゴルフクラブのスイング動作を計測機器により計測した計測デー

10

20

30

40

50

タを取得するステップ

(2) 前記計測データに基づいて、前記スイング動作中の前記ゴルフクラブの振り度合いに関する第1スイング指標をコンピュータを用いて算出するステップ

(3) 前記第1スイング指標の大きさに応じて、前記ゴルファーに適したクラブ長さである最適クラブ長さを決定するステップ

【発明の効果】

【0017】

本発明の第1観点によれば、ゴルフクラブによる計測値に基づいて、ゴルフクラブの振り度合いを表す第1スイング指標が算出される。そして、第1スイング指標に応じて、ゴルファーに適したゴルフクラブの長さである最適クラブ長さが決定される。すなわち、ゴルファーのスイング動作の特徴に基づき、これに適した最適クラブ長さが決定されるため、ゴルファーに適したクラブ長さのゴルフクラブを精度よく選定することができる。

10

【0018】

本発明の第7観点によれば、ゴルフクラブによる計測値に基づいて、第1スイング指標、第2スイング指標及び第3スイング指標が算出される。そして、第1スイング指標に応じてゴルファーに適したゴルフクラブの長さである最適クラブ長さが決定され、第2スイング指標に応じてゴルファーに適したゴルフクラブの振り易さ指標である最適振り易さ指標が決定され、第3スイング指標に応じてゴルファーに適したシャフトの剛性を示す最適剛性指標が決定される。そして、最適振り易さ指標、最適剛性指標及び最適クラブ長さに最も合致するゴルフクラブ及びこれに含まれるべきシャフトのうち少なくとも一方が選定される。第1スイング指標は、ゴルフクラブの振り度合いを表す。これにより、様々な観点からゴルファーに適したゴルフクラブが絞り込まれるので、ゴルフクラブを精度よく選定することができる。

20

【0019】

本発明の第8観点によれば、ゴルフクラブによる計測値に基づいて、第1スイング指標、第2スイング指標及び第3スイング指標が算出される。そして、第1スイング指標に応じてゴルファーに適したゴルフクラブの長さである最適クラブ長さが決定され、第2スイング指標に応じてゴルファーに適したゴルフクラブ特定の部位の特性を表す最適特性指標が決定され、第3スイング指標に応じてゴルファーに適したシャフトの剛性を示す最適剛性指標が決定される。そして、最適特性指標、最適剛性指標及び最適クラブ長さに最も合致するゴルフクラブ及びこれに含まれるべきシャフトのうち少なくとも一方が選定される。第1スイング指標は、ゴルフクラブの振り度合いを表す。これにより、様々な観点からゴルファーに適したゴルフクラブが絞り込まれるので、ゴルフクラブを精度よく選定することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の一実施形態に係るフィッティング装置を備えるフィッティングシステムを示す図。

【図2】フィッティングシステムの機能ブロック図。

【図3】ゴルフクラブのグリップを基準とするxyz局所座標系を説明する図。

40

【図4】フィッティング処理の流れを示すフローチャート。

【図5】(A)アドレス状態を示す図。(B)トップ状態を示す図。(C)インパクト状態を示す図。(D)フィニッシュ状態を示す図。

【図6】第1指標算出工程の流れを示すフローチャート。

【図7】トップの時刻の導出方法を説明する図。

【図8】最適クラブ長さ決定工程の流れを示すフローチャート。

【図9】スイング挙動の違いによる角速度 ω_z の波形の違いを示すグラフ。

【図10】スイング平面を説明する図。

【図11】二重振り子モデルを概念的に説明する図。

【図12】二重振り子モデルを概念的に説明する別の図。

50

- 【図 1 3】プロモデル領域を示す図。
- 【図 1 4】アベレージモデル領域を示す図。
- 【図 1 5】インターナショナル・フレックス・コード（IFC）を説明する図。
- 【図 1 6】シャフトの曲げ剛性の測定方法を説明する図。
- 【図 1 7】スイング中のシャフトの曲げを説明する図。
- 【図 1 8】変形例に係る第 1 スイング指標となる角度を説明する図。
- 【図 1 9】最適シャフト重量帯に対応する分割領域に分割された第 2 スイング指標を示す空間を示す図。
- 【図 2 0 A】特定のフレックスに対する、最適シャフト重量帯に対応する分割領域に分割された第 1 スイング指標を示す空間を示す図。 10
- 【図 2 0 B】別のフレックスに対する、最適シャフト重量帯に対応する分割領域に分割された第 1 スイング指標を示す空間を示す図。
- 【図 2 0 C】さらに別のフレックスに対する、最適シャフト重量帯に対応する分割領域に分割された第 1 スイング指標を示す空間を示す図。
- 【図 2 1 A】捩りのローテーションの動きを示す概念図。
- 【図 2 1 B】プッシュのローテーションの動きを示す概念図。
- 【図 2 2】例外処理の流れを示す図。
- 【図 2 3 A】ゴルファーによる実施例及び比較例による試打結果を比較する図。
- 【図 2 3 B】別のゴルファーによる実施例及び比較例による試打結果を比較する図。
- 【図 2 3 C】さらに別のゴルファーによる実施例及び比較例による試打結果を比較する図 20
- 。
- 【図 2 3 D】さらに別のゴルファーによる実施例及び比較例による試打結果を比較する図。
- 。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0021】
- 以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態に係るゴルフクラブのフィッティング装置、方法及びプログラムについて説明する。
- 【0022】
- < 1 . フィッティングシステムの概略構成 >
- 図 1 及び図 2 に、本実施形態に係るフィッティング装置 2 を備えるフィッティングシステム 100（以下、単に「システム 100」とも称する）の全体構成を示す。フィッティング装置 2 は、ゴルファー G によるゴルフクラブ 4 のスイング動作を計測した計測データに基づいて、当該ゴルファー G に適したゴルフクラブ 4 を選定するための装置である。本実施形態では、スイング動作の計測は、ゴルフクラブ 4 のグリップ 4 2 に取り付けられたセンサユニット 1 により行われ、フィッティング装置 2 は、このセンサユニット 1 とともに、システム 100 を構成する。 30
- 【0023】
- 以下、センサユニット 1 及びフィッティング装置 2 の構成について説明した後、フィッティング処理の流れについて説明する。
- 【0024】 40
- < 1 - 1 . センサユニットの構成 >
- センサユニット 1 は、図 1 及び図 3 に示すとおり、ゴルフクラブ 4 のグリップ 4 2 におけるヘッド 4 1 と反対側の端部に取り付けられており、グリップ 4 2 の挙動を計測する。なお、ゴルフクラブ 4 は、一般的なゴルフクラブであり、シャフト 4 0 と、シャフト 4 0 の一端に設けられたヘッド 4 1 と、シャフト 4 0 の他端に設けられたグリップ 4 2 とから構成される。本実施形態に係るシャフト 4 0 は、カーボン製のシャフトである。センサユニット 1 は、スイング動作の妨げとならないよう、小型且つ軽量に構成されている。図 2 に示すように、本実施形態に係るセンサユニット 1 には、加速度センサ 1 1、角速度センサ 1 2 及び地磁気センサ 1 3 が搭載されている。また、センサユニット 1 には、これらのセンサ 1 1 ~ 1 3 による計測データを外部のフィッティング装置 2 に送信するための通信 50

装置 10 も搭載されている。なお、本実施形態では、通信装置 10 は、スイング動作の妨げにならないように無線式であるが、ケーブルを介して有線式にフィッティング装置 2 に接続するようにしてもよい。

【0025】

加速度センサ 11、角速度センサ 12 及び地磁気センサ 13 はそれぞれ、グリップ 42 を基準とした x y z 局所座標系におけるグリップ加速度、グリップ角速度及びグリップ地磁気を計測する。より具体的には、加速度センサ 11 は、 x 軸、 y 軸及び z 軸方向のグリップ加速度 a_x 、 a_y 、 a_z を計測する。角速度センサ 12 は、 x 軸、 y 軸及び z 軸周りのグリップ角速度 ω_x 、 ω_y 、 ω_z を計測する。地磁気センサ 13 は、 x 軸、 y 軸及び z 軸方向のグリップ地磁気 m_x 、 m_y 、 m_z を計測する。これらの計測データは、所定のサンプリング周期 t の時系列データとして取得される。なお、 x y z 局所座標系は、図 3 に示すとおりに定義される 3 軸直交座標系である。すなわち、 z 軸は、シャフト 40 の延びる方向に一致し、ヘッド 41 からグリップ 42 に向かう方向が、 z 軸正方向である。 x 軸は、ヘッド 41 のトゥ・ヒール方向にできる限り沿うように配向され、 y 軸は、ヘッド 41 のフェース面の法線方向にできる限り沿うように配向される。

10

【0026】

本実施形態では、加速度センサ 11、角速度センサ 12 及び地磁気センサ 13 による計測データは、通信装置 10 を介してリアルタイムにフィッティング装置 2 に送信される。しかしながら、例えば、センサユニット 1 内の記憶装置に計測データを格納しておき、スイング動作の終了後に当該記憶装置から計測データを取り出して、フィッティング装置 2 に受け渡すようにしてもよい。

20

【0027】

< 1-2. フィッティング装置の構成 >

フィッティング装置 2 は、ハードウェアとしては汎用のコンピュータであり、例えば、デスクトップ型コンピュータ、ノート型コンピュータ、タブレットコンピュータ、スマートフォン等として実現される。図 2 に示す通り、フィッティング装置 2 は、本実施形態に係るフィッティングプログラム 3 (以下、単に「プログラム 3」とも称する)を、汎用のパーソナルコンピュータにインストールすることにより製造される。プログラム 3 は、コンピュータで読み取り可能な CD-ROM 等の記録媒体 20 から、或いは通信部 25 に接続されるローカルエリアネットワーク (LAN) やインターネット等の通信ネットワークを介して、フィッティング装置 2 に取得される。プログラム 3 は、センサユニット 1 から送られてくる計測データに基づいてスイング動作を解析し、ゴルファー G に適したゴルフクラブ 4 を選択するのを支援する情報を出力するためのソフトウェアである。プログラム 3 は、フィッティング装置 2 に後述する動作を実行させる。

30

【0028】

フィッティング装置 2 は、表示部 21、入力部 22、記憶部 23、制御部 24 及び通信部 25 を備える。そして、これらの部 21 ~ 25 は、バス線 26 を介して接続されており、相互に通信可能である。本実施形態では、表示部 21 は、液晶ディスプレイ等で構成され、後述する情報をユーザに対し表示する。なお、ここでいうユーザとは、ゴルファー G 自身やそのインストラクター、ゴルフクラブの販売員等の、フィッティングの結果を必要とする者の総称である。入力部 22 は、マウス、キーボード、タッチパネル等で構成することができ、フィッティング装置 2 に対するユーザからの操作を受け付ける。通信部 25 は、フィッティング装置 2 と外部装置との通信を可能にする通信インターフェースであり、センサユニット 1 からデータを受信する。

40

【0029】

記憶部 23 は、ハードディスク等の不揮発性の記憶装置により構成される。記憶部 23 内には、プログラム 3 が格納されている他、センサユニット 1 から送られてくる計測データが保存される。また、記憶部 23 内には、対応関係データ 28、ヘッドデータベース (DB) 27 及びシャフトデータベース (DB) 29 が格納されている。対応関係データ 28 とは、詳細は後述するが、ゴルフクラブ 4 の様々なモデル (シリーズ) 毎に規定されて

50

おり、最適振り易さ指標を決定するための条件を示すデータである。同様に詳細は後述するが、ヘッドDB27は、多数のヘッド41のスペックを示す情報が、ヘッド41の種類を特定する情報に関連付けて格納されたデータベースである。

【0030】

制御部24は、CPU、ROMおよびRAM等から構成することができる。制御部24は、記憶部23内のプログラム3を読み出して実行することにより、仮想的に取得部24A、グリップ挙動導出部24B、肩挙動導出部24C、算出部24D、決定部24E、選択部24F及び表示制御部24Gとして動作する。各部24A～24Gの動作の詳細については、後述する。

【0031】

<2. フィッティング処理>

続いて、システム100により実行されるフィッティング処理について説明する。本実施形態に係るフィッティング処理は、図4に示すとおり、以下の11の工程(S1～S11)から構成されている。

(S1) xyz局所座標系でのグリップ加速度 a_x , a_y , a_z 、グリップ角速度 ω_x , ω_y , ω_z 及びグリップ地磁気 m_x , m_y , m_z の計測データを計測する計測工程

(S2) グリップ角速度 ω_z から第1スイング指標を算出する第1指標算出工程

(S3) 第1スイング指標に基づいて、最適クラブ長さを決定する最適クラブ長さ決定工程

(S4) 計測工程で得られたxyz局所座標系での計測データを、XYZ全体座標系でのグリップ加速度 a_x , a_y , a_z 及びグリップ角速度 ω_x , ω_y , ω_z に変換する第1変換工程(第1変換工程では、XYZ全体座標系でのグリップ速度 v_x , v_y , v_z も導出される。)

(S5) XYZ全体座標系でのグリップ42の挙動(グリップ角速度 ω_x , ω_y , ω_z 及びグリップ速度 v_x , v_y , v_z)を、スイング平面P(後述する)内でのグリップ42の挙動へと変換する第2変換工程

(S6) スイング平面P内でのグリップ42の挙動に基づいて、スイング平面P内でのゴルファーGの疑似的な肩の挙動を導出する肩挙動導出工程

(S7) スイング平面P内でのグリップ42の挙動及び疑似的な肩の挙動に基づいて、第2スイング指標(本実施形態では、後述する腕出力パワー P_{1_AVE} 、クラブ入力パワー P_{2_AVE} 及びヘッド速度 V_h)を算出する第2指標算出工程

(S8) 第2スイング指標に基づいて、ゴルファーGに適した振り易さ指標(本実施形態では、後述するスイング慣性モーメント I_s)である最適振り易さ指標(本実施形態では、最適スイングMI)を決定する最適振り易さ決定工程

(S9) 計測データに基づいて、第3スイング指標(本実施形態では、後述する第1～第4特徴量 $F_1 \sim F_4$)を算出する第3指標算出工程

(S10) 第3スイング指標に基づいて、ゴルファーGに適したシャフト40の剛性を示す最適剛性指標(本実施形態では、後述するEI分布)を決定する最適剛性決定工程

(S11) 最適振り易さ指標、最適剛性指標及び最適クラブ長さに合致するゴルフクラブ4、特にシャフト40を選択する最適クラブ選択工程

以下、これらの工程を順に説明する。

【0032】

なお、XYZ全体座標系は、図1に示すとおりに定義される3軸直交座標系である。すなわち、Z軸は、鉛直下方から上方に向かう方向であり、X軸は、ゴルファーGの背から腹に向かう方向であり、Y軸は、地平面に平行でボールの打球地点から目標地点に向かう方向である。

【0033】

<2-1. 計測工程>

計測工程(S1)では、ゴルファーGにより、上述のセンサユニット1付きゴルフクラブ4がスイングされる。計測工程でスイングされるゴルフクラブ4は、2本のテストクラ

10

20

30

40

50

ブのうちの1本である。これらのテストクラブは、異なる種類のゴルフクラブであり、本実施形態では、1本はプロ仕様のゴルフクラブ（以下、プロモデルクラブ）であり、もう1本はアベレージユーザーに適したゴルフクラブ（以下、アベレージモデルクラブ）である。また、本実施形態では、プロモデルクラブは、アベレージモデルクラブよりも重量が大きい。計測工程でいずれのテストクラブがスイングされるかは、ゴルファーGの好みや経験等に基づいて、決定される。

【0034】

続いて、以上のようなゴルフクラブ4のスイング動作中のグリップ加速度 a_x, a_y, a_z 、グリップ角速度 $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ 及びグリップ地磁気 m_x, m_y, m_z の計測データが、センサユニット1により計測される。この計測データは、センサユニット1の通信装置10を介してフィッティング装置2に送信される。一方、フィッティング装置2側では、取得部24Aが通信部25を介してこれを受信し、記憶部23内に格納する。本実施形態では、少なくともアドレスからインパクトまでの時系列の計測データが計測される。

【0035】

なお、ゴルフクラブのスイング動作は、一般に、アドレス、トップ、インパクト、フィニッシュの順に進む。アドレスとは、図5(A)に示すとおり、ゴルフクラブ4のヘッド41をボール近くに配置した初期の状態を意味し、トップとは、図5(B)に示すとおり、アドレスからゴルフクラブ4をテイクバックし、最もヘッド41が振り上げられた状態を意味する。インパクトとは、図5(C)に示すとおり、トップからゴルフクラブ4が振り下ろされ（ダウンスイング）、ヘッド41がボールと衝突した瞬間の状態を意味し、フィニッシュとは、図5(D)に示すとおり、インパクト後、ゴルフクラブ4を前方へ振り抜いた状態を意味する。

【0036】

計測工程では、以上のゴルフクラブ4が複数回、好ましくは5回以上試打されることが好ましい。この場合、計測データの平均値を算出し、以降の演算に使用することができる。また、ミスショットや計測ミス等による異常値を取り除くため、計測データの標準偏差を算出するようにし、全ての計測データが平均値 $\pm k \cdot$ （ k は、定数）以内に収まっていない場合には、計測の追加又はやり直しを求めるメッセージを表示部21上に表示させるようにしてもよい。なお、計測データ自体の平均値ではなく、計測データに基づいて算出される加工値（例えば、後述する腕出力パワー P_{1_AVE} 、クラブ入力パワー P_{2_AVE} 及びヘッド速度 V_h ）の平均値を算出するようにしてもよい。加工値の平均値を算出する場合も、同じく標準偏差に基づくデータの信頼性のチェックを行うことができる。

【0037】

< 2 - 2 . 第1指標算出工程 >

以下、図6を参照しつつ、第1指標算出工程(S2)について説明する。第1指標算出工程では、グリップ角速度 $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ の計測データに基づいて、第1スイング指標 $SW1$ が算出される。第1スイング指標 $SW1$ は、スイング動作中のゴルフクラブ4の振り度合い、言い換えると、ゴルフクラブ4のシャフト軸周りの捻りのローテーションの動き（図21A参照）を表す指標である。本実施形態では、第1スイング指標 $SW1$ として、トップからインパクトまでのダウンスイング時のグリップ角速度 \dot{z} の平均値が算出される。第1スイング指標 $SW1$ は、後述する工程で最適クラブ長さを決定するための指標である。最適クラブ長さを決定するための指標として、このような振り度合いを表す指標が算出される理由については、後述する。

【0038】

具体的には、まず、取得部24Aが、記憶部23内に格納されている x, y, z 局所座標系でのグリップ角速度 $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ の時系列の計測データを読み出す（ステップS21）。

【0039】

次に、グリップ挙動導出部24Bが、グリップ角速度 $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ の計測データに基づいてトップの時刻 t_t 及びインパクトの時刻 t_i を導出する（ステップS22）。トップ

の時刻 t_i の導出方法としては、様々な方法が公知であるが、ステップ S 2 2 では図 7 に示すようなグリップ角速度 ω_y の波形において、グリップ角速度 ω_y の符号が負から正へと転換するタイミング、すなわち $\omega_y = 0$ となるタイミングをトップのタイミングと定義する。従って、グリップ挙動導出部 2 4 B は、 ω_y の計測データから、 $\omega_y = 0$ となる時刻をトップの時刻 t_i として特定する。インパクトの時刻 t_t の導出方法としては、様々な方法が公知であるため、詳細な説明を省略する。なお、本実施形態では、特許第 6059878 号で説明されている方法に従い、グリップ角速度 ω_x 、 ω_y 、 ω_z の計測データに基づいてインパクトの時刻 t_t が導出される。

【0040】

ステップ S 2 3 では、算出部 2 4 D が、第 1 スイング指標 SW1 として、トップの時刻 t_i からインパクトの時刻 t_t までのグリップ角速度 ω_z の平均値を算出する。本実施形態では、下式に従ってグリップ角速度 ω_z の平均値が算出される。

【数 1】

$$SW1 = \frac{\int_{t_t}^{t_i} |\omega_z| dt}{t_i - t_t}$$

【0041】

すなわち、本実施形態の第 1 スイング指標 SW1 は、トップの時刻 t_i からインパクトの時刻 t_t までの区間でのグリップ角速度 ω_z の絶対値の積分値を、トップからインパクトまでの期間で除することで算出される。しかしながら、第 1 スイング指標 SW1 は、これに限られず、トップの時刻 t_i からインパクトの時刻 t_t までの区間でのグリップ角速度 ω_z の絶対値の積分値であってもよい。算出された第 1 スイング指標 SW1 が RAM または記憶部 2 3 に保存されると、第 1 指標算出工程は終了する。

【0042】

< 2 - 3 . 最適クラブ長さ決定工程 >

以下、図 8 を参照しつつ、第 1 指標算出工程で算出された第 1 スイング指標 SW1 に基づいて、最適クラブ長さを決定する最適クラブ長さ決定工程 (S 3) について説明する。本実施形態では、第 1 スイング指標 SW1 の大きさに応じて、基本クラブ長さ、基本クラブ長さよりも短い第 1 クラブ長さ、及び基本クラブ長さよりも長い第 2 クラブ長さのいずれかが最適クラブ長さとして決定される。各クラブ長さは、予め定められており、基本クラブ長さは、これに限定されないが、例えば 45 . 25 インチである。また、第 1 クラブ長さは、これに限定されないが、例えば 44 . 75 インチであり、第 2 クラブ長さは、これに限定されないが、例えば 45 . 75 インチである。なお、クラブ長さの計測方法は、シャフト DB 2 9 に登録されている多数のシャフト 4 0 間で統一されていれば、60 度法に基づいて定義されてもよいし、ヒールエンド法に基づいて定義されてもよい。本実施形態のクラブ長さの計測方法は、ヒールエンド法に基づいている。

【0043】

ステップ S 3 1 では、決定部 2 4 E が、第 1 スイング指標 SW1 が所定の第 1 閾値 TH1 以上 ($SW1 \geq TH1$) であるか否かを判定する。第 1 閾値 TH1 は、多数の実験データ等に基づいて予め定められた値であり、記憶部 2 3 内に格納されていてもよいし、プログラム 3 に組み込まれていてもよい。本実施形態では、 $TH1 = 250$ と定められている。決定部 2 4 E が、 $SW1 \geq TH1$ であると判定すると、処理はステップ S 3 2 に進む。一方、決定部 2 4 E が、第 1 スイング指標 SW1 が所定の第 1 閾値 TH1 未満、つまり $SW1 < TH1$ であると判定すると、処理はステップ S 3 3 に進む。

【0044】

ステップ S 3 2 では、決定部 2 4 E が、最適クラブ長さを、基本クラブ長さよりも短い第 1 クラブ長さに決定する。その後、最適クラブ長さ決定工程は終了する。

【0045】

ステップ S 3 3 では、決定部 2 4 E が、第 1 スイング指標 SW1 が所定の第 2 閾値 TH

2 以下 (S W 1 T H 2) であるか否かを判定する。第 2 閾値 T H 2 は、第 1 閾値 T H 1 と同様に、多数の実験データ等に基づいて予め定められた値であり、記憶部 2 3 内に格納されていてもよいし、プログラム 3 に組み込まれていてもよい。本実施形態では、T H 2 = 7 5 と定められている。決定部 2 4 E が、S W 1 T H 2 であると判定すると、処理はステップ S 3 4 に進む。一方、決定部 2 4 E が、第 1 スイング指標 S W 1 が所定の第 2 閾値 T H 2 を超えていると判定すると、処理はステップ S 3 5 に進む。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 3 4 では、決定部 2 4 E が、最適クラブ長さを、基本クラブ長さよりも長い第 2 クラブ長さに決定する。その後、最適クラブ長さ決定工程は終了する。

【 0 0 4 7 】

第 1 スイング指標 S W 1 が第 2 閾値 T H 2 を超え、第 1 閾値 T H 1 未満 (T H 2 < S W 1 < T H 1) である場合の処理は、ステップ S 3 5 の処理となる。ステップ S 3 5 では、決定部 2 4 E が、最適クラブ長さを、基本クラブ長さに決定する。その後、最適クラブ長さ決定工程は終了する。

【 0 0 4 8 】

以上のように、第 1 スイング指標 S W 1 に基づいて最適クラブ長さを決定可能であることの裏付けは、発明者らの行った実験により確認された。発明者らは、多数のゴルファーにセンサユニット 1 付きゴルフクラブ 4 を試打させ、グリップ角速度 ω_z の時系列のデータを取得した。すると、図 9 に示すように、ダウンスイング中に捻りのローテーションの動きを多く使用するゴルファーと、捻りのローテーションの動きを殆ど使用しないゴルファーとではグリップ角速度 ω_z の波形に顕著な差が現れることを見出した。なお、説明の便宜上、図 9 には両者の代表的な例のみが示されている。そして、発明者らは、各ゴルファーの第 1 スイング指標 S W 1 が、ローテーションの動きを多く使うグループ、ローテーションの動きが標準的なグループ、ローテーションの動きを殆ど使用しないグループに分かれて分布する傾向にあることを発見した。

【 0 0 4 9 】

発明者らは、ローテーションの動きを多く使うゴルファー、つまり第 1 スイング指標 S W 1 が顕著に大きかったゴルファー 10 名には第 1 クラブ長さのゴルフクラブ 4 で試打を行ってもらい、打球の飛距離と弾道の方向性 (左右ズレの少なさ) とを、基本クラブ長さのゴルフクラブ 4 で試打した場合のそれらと比較した。すると、10 名全員について、第 1 クラブ長さのゴルフクラブ 4 での試打の方が、方向性は殆ど変わらず最大飛距離が大きくなるか、最大飛距離は殆ど変わらず方向性が向上する結果となった。

【 0 0 5 0 】

さらに、発明者らは、ローテーションの動きを殆ど使用しないゴルファー、つまり第 1 スイング指標 S W 1 が顕著に小さかったゴルファー 7 名には第 2 クラブ長さのゴルフクラブ 4 で試打を行ってもらい、打球の飛距離と弾道の方向性 (左右ズレの少なさ) とを、基本クラブ長さのゴルフクラブ 4 で試打した場合のそれらと比較した。すると、6 名について、第 2 クラブ長さのゴルフクラブ 4 での試打の方が、方向性は殆ど変わらず最大飛距離が大きくなるか、最大飛距離は殆ど変わらず方向性が向上する結果となった。

【 0 0 5 1 】

以上の実験結果は、以下のような理由によるものと考えられる。ローテーションの動きが多く、捻り度合いが大きいスイング動作では、ゴルフクラブ 4 の繰り返し動作 (図 1 7 (2) 参照) が比較的しにくい。しかし、比較的短いゴルフクラブ 4 を使用すると、繰り返し動作がし易くなり、スイングが改善する。また、ローテーションの動きが極端に少なく、捻り度合いが小さいスイング動作では、ゴルフクラブ 4 の繰り返し動作が比較的し易いため、かえってゴルフクラブ 4 が返り過ぎとなる傾向がある。しかし、比較的長いゴルフクラブ 4 を使用すると、ゴルフクラブの返り過ぎが抑制され、スイングが改善する。

【 0 0 5 2 】

< 2 - 4 . 第 1 変換工程 >

第 1 変換工程 (S 4) では、x y z 局所座標系の計測データを X Y Z 全体座標系の値へ

10

20

30

40

50

と変換する処理が行われる。この処理では、グリップ挙動導出部 2 4 B により、アドレスからインパクトまでの x, y, z 局所座標系でのグリップ角速度 $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ 及びグリップ加速度 a_x, a_y, a_z の時系列の計測データが、アドレスからインパクトまでの X, Y, Z 全体座標系でのグリップ角速度 $\dot{X}, \dot{Y}, \dot{Z}$ 及びグリップ加速度 a_X, a_Y, a_Z の時系列の計測データにそれぞれ変換される。また、グリップ挙動導出部 2 4 B が、グリップ加速度 a_x, a_y, a_z の時系列データを積分することにより、アドレスからインパクトまでの X, Y, Z 全体座標系でのグリップ速度 v_x, v_y, v_z を導出する。具体的な算出方法については、特許文献 1 で詳細に説明されているため、ここでは説明を省略する。

【 0 0 5 3 】

< 2 - 5 . 第 2 変換工程 >

第 2 変換工程 (S 5) では、第 1 変換工程で算出された X, Y, Z 全体座標系でのグリップ 4 2 の挙動を、スイング平面 P 内でのグリップ 4 2 の挙動へと変換する処理が行われる。本実施形態では、スイング平面 P は、 X, Y, Z 全体座標系の原点を含み、Y 軸及びインパクト時のシャフト 4 0 と平行な面として定義される (図 1 0 参照) 。第 2 変換工程では、グリップ挙動導出部 2 4 B が、 X, Y, Z 全体座標系でのグリップ速度 v_x, v_y, v_z 及びグリップ角速度 $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ をスイング平面 P 内へ射影したグリップ速度 v_{px}, v_{py}, v_{pz} 及びグリップ角速度 $\dot{p}_x, \dot{p}_y, \dot{p}_z$ を算出する。具体的な算出方法については、特許文献 1 で詳細に説明されているため、ここでは説明を省略する。

【 0 0 5 4 】

< 2 - 6 . 肩挙動導出工程 >

肩挙動導出工程 (S 6) では、スイング平面 P 内でのグリップの挙動 (グリップ速度 V_{GE} 及びグリップ角速度 \dot{p}_x) に基づいて、スイング平面 P 内の疑似的な肩の挙動を導出する処理が行われる。本実施形態では、ゴルフクラブ 4 の挙動は、ゴルファー G の肩及びグリップ 4 2 (或いは、これを握るゴルファーの手首) を節点とし、ゴルファー G の腕及びゴルフクラブ 4 をリンクとする、図 1 1 に示す二重振り子モデルに基づいて解析される。肩挙動導出部 2 4 C は、肩の挙動として、スイング平面 P 内におけるトップからインパクトまでの肩周りの角速度 (腕の角速度) $\dot{\theta}_1$ を算出する。具体的な算出方法については、特許文献 1 で詳細に説明されているため、ここでは説明を省略する。

【 0 0 5 5 】

< 2 - 7 . 第 2 指標算出工程 >

第 1 指標算出工程 (S 7) では、グリップ 4 2 の挙動及び肩の挙動に基づいて、第 2 スイング指標を算出する処理が行われる。第 2 スイング指標とは、最適振り易さ指標を決定するための、ゴルファー G によるスイング動作を特徴付ける特徴量である。本実施形態では、算出部 2 4 D が、第 2 スイング指標として、腕出力パワー P_{1_AVE} 、クラブ入力パワー P_{2_AVE} 及びヘッド速度 V_h を算出する。ここで、第 2 スイング指標は、図 1 2 に示されるスイング平面 P 内での新たな X, Y 座標系に準拠して算出される。図 1 2 の紙面は、スイング平面 P に等しい。スイング平面 P 内での新たな X, Y 座標系の X 軸は、上述した X, Y, Z 全体座標系の Y 軸に等しく、新たな X, Y 座標系の Y 軸は、 X, Y, Z 全体座標系の Z 軸をスイング平面 P 内に投影した軸である。腕出力パワー P_{1_AVE} 、クラブ入力パワー P_{2_AVE} 及びヘッド速度 V_h の具体的な算出方法については、特許文献 1 や本出願人による先行技術文献である特開 2 0 1 7 - 2 1 7 3 2 4 号公報で詳細に説明されているため、ここでは説明を省略する。

【 0 0 5 6 】

特開 2 0 1 7 - 2 1 7 3 2 4 号公報でも説明されている通り、腕出力パワー P_{1_AVE} とは、スイング動作中にゴルファー G がコックを溜める強さを表す指標であると言い換えることができる。また、クラブ入力パワー P_{2_AVE} とは、スイング動作中にゴルファー G がコックを解放する強さを表す指標であると言い換えることができる。

【 0 0 5 7 】

< 2 - 8 . 最適振り易さ決定工程 >

最適振り易さ決定工程 (S 8) では、第 2 指標算出工程で算出された第 2 スイング指標

10

20

30

40

50

に基づいて、最適振り易さ指標が決定される。具体的な最適振り易さ指標の決定手順については、特許文献 1 で詳細に説明されているため、以下、参考のために簡単に説明する。ここで、最適振り易さ指標とは、最適スイング M I であり、最適スイング M I とは、ゴルファーに適したゴルフクラブ 4 のスイング慣性モーメント I_s のことを言う。スイング慣性モーメント I_s とは、スイング中の肩回りの慣性モーメントであり、本実施形態では、以下の式に従って定義される。

$$I_s = I_2 + m_2 (R + L)^2 + I_1 + m_1 (R / 2)^2$$

ただし、 I_2 はゴルフクラブ 4 の重心周りの慣性モーメントであり、ゴルフクラブ 4 のスペックとして予め定められているものとする。 m_2 はゴルフクラブ 4 の質量である。 R はゴルファー G の腕長さであり、本実施形態では $R = 60 \text{ cm}$ (一定) である。しかし、肩挙動導出工程 (S 6) における過程で算出される、スイング平面 P 内におけるトップからインパクトまでの肩とグリップ 4 2 との距離 R (図 1 1 参照) としてもよい。また、 L はグリップ 4 2 からゴルフクラブ 4 の重心までの距離であり、ゴルフクラブ 4 のスペックとして予め定められているものとする。さらに、 m_1 はゴルファー G の腕の質量であり、例えば、解析を開始する前にゴルファー G の体重を入力しておき、入力された体重に所定の係数を掛ける等して自動的に算出されるものとする。

なお、各ゴルファー G については、ゴルフクラブ 4 が変わっても腕の重量は同じである。従って、本実施形態では簡単のため、スイング慣性モーメント I_s は、腕の回転分の慣性モーメントを省略し、以下の式に従って算出される。

$$I_s = I_2 + m_2 (R + L)^2$$

ところで、 I_s を決定するパラメータである m_2 、 I_2 、 L は、ゴルフクラブ 4 の諸元である。このため、本実施形態のスイング慣性モーメント I_s も、ゴルフクラブ 4 の諸元である。

【0058】

決定部 2 4 E は、計測工程で試打されたテストクラブがプロモデルクラブであった場合は、腕出力パワー P_{1_AVE} 及びクラブ入力パワー P_{2_AVE} を示す点が、図 1 3 に示す $P_{1_AVE} - P_{2_AVE}$ 空間におけるどの領域にプロットされるかに応じて、最適スイング M I 帯を判定する。 $P_{1_AVE} - P_{2_AVE}$ 空間を分割する境界線 $L_1 \sim L_4$ を特定する情報、及び境界線 $L_1 \sim L_4$ で分割される分割領域 $A_1 \sim A_5$ と最適スイング M I 帯との対応関係を定めるデータは、対応関係データ 2 8 として記憶部 2 3 内に格納されている。

【0059】

また、決定部 2 4 E は、計測工程で試打されたテストクラブがアベレージモデルクラブであった場合は、腕出力パワー P_{1_AVE} 、クラブ入力パワー P_{2_AVE} 及びヘッド速度 V_h を示す点が、図 1 4 に示す腕出力パワー P_{1_AVE} - クラブ入力パワー P_{2_AVE} - ヘッド速度 V_h 空間におけるどの領域にプロットされるかに応じて、最適スイング M I 帯を判定する。ただし、簡単のため、図 1 4 では、ヘッド速度 V_h を表す軸は省略され、腕出力パワー P_{1_AVE} - クラブ入力パワー P_{2_AVE} 平面が示されている。 $P_{1_AVE} - P_{2_AVE}$ 空間を分割する境界線 $L_5 \sim L_6$ を特定する情報、及び境界線 $L_1 \sim L_6$ で分割される分割領域 $B_1 \sim B_3$ と最適スイング M I 帯との対応関係を定めるデータは、対応関係データ 2 8 として記憶部 2 3 内に格納されている。なお、図 2 では、対応関係データ 2 8 は、フィッティングプログラム 3 とは別のデータとして示されているが、プログラム 3 内に組み込まれていてもよい。

【0060】

< 2 - 9 . 第 3 指標算出工程 >

以下、計測工程で得られた計測データに基づいて、第 3 スイング指標を算出する第 3 指標算出工程 (S 9) について説明する。第 3 スイング指標とは、最適剛性指標を決定するための、ゴルファー G によるスイング動作を特徴付ける特徴量である。本実施形態では、第 3 スイング指標として、後述される第 1 ~ 第 4 特徴量 $F_1 \sim F_4$ が算出される。

【0061】

第 1 ~ 第 4 特徴量 $F_1 \sim F_4$ について理解するためには、まず、最適剛性指標について

理解することが重要である。最適剛性指標とは、ゴルファー G に適したシャフト 40 の剛性を示す指標のことであり、本実施形態では、シャフト 40 の剛性は、シャフト 40 の複数の位置における曲げ剛性の分布（以下、EI 分布）として評価される。本実施形態に係る EI 分布は、定量的に数値を用いて表現され、より具体的には、インターナショナル・フレックス・コード（IFC）を用いて算出される。そのため、まず、この IFC について説明する。なお、IFC は、本出願人により広く提案されているシャフトの特性を示す公知の指標であり、例えば、特許文献 1 をはじめとして、既に様々な文献で詳しく説明されている。従って、ここで改めて説明する必要は必ずしもないが、参考のため、ここでも説明を行う。

【0062】

IFC は、図 15 に示すとおり、シャフト 40 の延びる方向に沿った 4 つの位置 H1 ~ H4 におけるシャフト 40 の曲げ剛性をそれぞれ 0 ~ 9 の 1 桁の数値で表し、この 4 つの数値をシャフト 40 の延びる方向に沿って配列したコードである。より具体的には、シャフト 40 のバット端からチップ端に向かってこの順に概ね一定間隔で、4 つの測定点 H1 ~ H4 が定義される。例えば、シャフト 40 のチップ端から 36 インチの箇所を測定点 H1 とし、26 インチの箇所を測定点 H2 とし、16 インチの箇所を測定点 H3 とし、6 インチの箇所を測定点 H4 とすることができる。そして、これらの 4 つの測定点 H1 ~ H4 のそれぞれにおける曲げ剛性の値（以下、EI 値） $J_1 \sim J_4$ が計測される。

【0063】

シャフト 40 の各測定点 H（H1 ~ H4）における EI 値（ $N \cdot m^2$ ）は、様々な方法で測定することができ、例えば、インテスコ社製の 2020 型計測機（最大荷重 500 kgf）を用いて図 16 に示すようにして測定することができる。この測定方法では、2 つの支持点 111, 112 でシャフト 40 を下方から支持しつつ、測定点 H に上方から荷重 F を加えたときのたわみ量を測定する。支持点 111 と支持点 112 との間の距離（スパン）は、例えば、200 mm とすることができ、測定点 H は、支持点 111 と支持点 112 の中間点とすることができ、より具体的には、支持点 111, 112 を支える支持体 114, 115 を固定した状態で、測定点 H において圧子 113 を一定速度（例えば、5 mm/分）で下方へ移動させる。そして、荷重 F が 20 kgf に達した時点で圧子 113 の移動を終了させ、この瞬間のシャフト 40 のたわみ量（mm）を測定し、このたわみ量を EI 値（ $N \cdot m^2$ ）に換算する。

【0064】

次に、以上の 4 つの測定点 H1 ~ H4 における EI 値 $J_1 \sim J_4$ を、それぞれ 10 段階のランク値 $K_1 \sim K_4$ に変換する。具体的には、ランク値 $K_1 \sim K_4$ は、それぞれ測定点 H1 ~ H4 用の以下の変換表（表 1 ~ 表 4）に従って、EI 値 $J_1 \sim J_4$ から算出することができる（表 1 ~ 4 中、変換後のランク値を IFC の欄に示している）。そして、このようにして測定点 H1 ~ H4 にそれぞれ付与された 4 つのランク値 $K_1 \sim K_4$ を、よりバット側に対応する値がより左に、よりチップ側に対応する値がより右にくるように配列する。こうして得られた 4 桁のコードが、IFC である。IFC では、各桁の数値が大きい程、対応する位置での剛性が高いことを意味する。

10

20

30

40

50

【表 1】

(a) 36インチのIFC

IFC	EI値[×9.8N・m ²]		
	最大	～	最小
9		～	8.295
8	8.295	～	7.86
7	7.86	～	7.425
6	7.425	～	6.99
5	6.99	～	6.555
4	6.555	～	6.12
3	6.12	～	5.685
2	5.685	～	5.25
1	5.25	～	4.185
0	4.185	～	0

10

20

【表 2】

(b) 26インチのIFC

IFC	EI値[×9.8N・m ²]		
	最大	～	最小
9		～	5.543
8	5.543	～	5.306
7	5.306	～	5.069
6	5.069	～	4.832
5	4.832	～	4.595
4	4.595	～	4.358
3	4.358	～	4.121
2	4.121	～	3.884
1	3.884	～	3.647
0	3.647	～	0

30

40

50

【表 3】

(c) 16インチのIFC

IFC	EI値[×9.8N・m ²]		
	最大	～	最小
9		～	3.849
8	3.849	～	3.658
7	3.658	～	3.467
6	3.467	～	3.276
5	3.276	～	3.085
4	3.085	～	2.894
3	2.894	～	2.703
2	2.703	～	2.512
1	2.512	～	2.321
0	2.321	～	0

10

20

【表 4】

(d) 6インチのIFC

IFC	EI値[×9.8N・m ²]		
	最大	～	最小
9		～	2.94
8	2.94	～	2.86
7	2.86	～	2.78
6	2.78	～	2.7
5	2.7	～	2.62
4	2.62	～	2.54
3	2.54	～	2.46
2	2.46	～	2.38
1	2.38	～	2.3
0	2.3	～	0

30

40

【0065】

第3指標算出工程では、算出部24Dにより、第1～第4特徴量 $F_1 \sim F_4$ が算出される。本実施形態では、第1～第4特徴量 $F_1 \sim F_4$ は、それぞれゴルファーGに適したEI値 $J_1 \sim J_4$ である最適EI値 $J_{S1} \sim J_{S4}$ 、ひいてはゴルファーGに適したランク値 $K_1 \sim K_4$ である最適ランク値 $K_{S1} \sim K_{S4}$ を決定するための指標である。そのため、本実施形

50

態では、第 1 ~ 第 4 特徴量 $F_1 \sim F_4$ としては、それぞれ最適 EI 値 $J_{S1} \sim J_{S4}$ と相関を有する特徴量が選択される。また、本実施形態では、第 1 ~ 第 4 特徴量 $F_1 \sim F_4$ として以下の指標が用いられるが、第 3 スイング指標としては、最適剛性指標との相関が認められる限り、その他の任意の特徴量を用いることができる。

【 0 0 6 6 】

第 1 特徴量 F_1 は、トップ付近のコック方向の角速度 ω_y の傾きであり、例えばトップから 50 ms 前の角速度 ω_y と、トップから 50 ms 後の角速度 ω_y との和で表すことができる。

【 0 0 6 7 】

第 2 特徴量 F_2 は、トップから、角速度 ω_y が最大となる時点までの当該角速度 ω_y の平均値である。第 2 特徴量 F_2 は、まず、トップからインパクトまでの間で角速度 ω_y が最大となる時点を求め、トップからこの時点までの角速度 ω_y の累積値を、トップからこの時点までの時間で除することにより算出される。

【 0 0 6 8 】

第 3 特徴量 F_3 は、角速度 ω_y が最大となる時点からインパクトまでの当該角速度 ω_y の平均値である。第 3 特徴量 F_3 は、角速度 ω_y が最大となる時点からインパクトまでの角速度 ω_y の累積値を、角速度 ω_y が最大となる時点からインパクトまでの時間で除することにより算出される。

【 0 0 6 9 】

第 4 特徴量 F_4 は、トップからインパクトまでの角速度 ω_y の平均値であり、トップからインパクトまでの角速度 ω_y の累積値を、トップからインパクトまでの時間で除することにより算出される。

【 0 0 7 0 】

ところで、スイング動作中、ゴルフクラブ 4 のシャフト 40 は、当該ゴルフクラブの先端に比較的重量が大きいヘッド 41 が存在するため、その慣性により曲げが生じる。この曲げは、スイングの全過程において、シャフト 40 の同一箇所には生じるのではなく、図 17 に示されるように、トップからインパクトに向けてシャフト 40 の手元側から先端側に伝わる。換言すれば、トップからインパクトに向けてスイングが進行するにしたがい、シャフト 40 における曲げの位置が当該シャフト 40 の手元側から先端側に移動する。

【 0 0 7 1 】

より具体的には、アドレスからテイクバックを行い、トップに至った時点（図 17 において（1）で示される時点）では、シャフト 40 の手元付近に曲げが生じる。ついで、切り返しを行い、ダウンスイング初期（図 17 において（2）で示される時点）に至ると、曲げはシャフト 40 の先端側にやや移動する。さらに、ゴルファー G の腕が水平になる時点（図 17 において（3）で示される時点）では、曲げはシャフト 40 中央よりも先端側に移動する。そして、インパクト直前（図 17 において（4）で示される時点）では、曲げはシャフト 40 の先端付近まで移動する。

【 0 0 7 2 】

従って、第 1 ~ 第 4 特徴量 $F_1 \sim F_4$ は、それぞれスイング動作中のトップ付近からインパクト付近までの間の第 1 ~ 第 3 区間において算出することができる。また、ここでの第 1 ~ 第 3 区間は、この順に時間経過に沿った区間であり、互いに一部重複する又は重複することのない区間となっている。

【 0 0 7 3 】

< 2 - 10 . 最適剛性決定工程 >

最適剛性決定工程（S10）では、決定部 24E が、第 2 スイング指標（第 1 ~ 第 4 特徴量 $F_1 \sim F_4$ ）と最適剛性指標（最適 EI 値 $J_{S1} \sim J_{S4}$ ）との相関関係を表す予め定められた近似式に従って、最適剛性指標（最適 EI 値 $J_{S1} \sim J_{S4}$ ）を決定する。本実施形態に係る近似式は、線形近似式であり、以下のように表される。

$$J_{S1} = a_1 \cdot F_1 + b_1$$

$$J_{S2} = a_2 \cdot F_2 + b_2$$

10

20

30

40

50

$$J_{S3} = a_3 \cdot F_3 + b_3$$

$$J_{S4} = a_4 \cdot F_4 + b_4$$

【0074】

決定部24Eは、第2指標算出工程で算出された第1～第4特徴量 $F_1 \sim F_4$ をかか
る近似式に代入することにより、最適EI値 $J_{S1} \sim J_{S4}$ を算出する。また、決定部24E
は、上述の表1～表4の換算表に従って、最適EI値 $J_{S1} \sim J_{S4}$ をそれぞれ最適ランク
値 $K_{S1} \sim K_{S4}$ に変換する。

【0075】

なお、上式中、 $a_1 \sim a_4$ 及び $b_1 \sim b_4$ は、予め行われた多数の実験結果から回帰分
析により得られた定数であり、記憶部23内に予め保持されている値である。ここでいう
実験とは、例えば、特許文献1と同様に、以下のように行うことができる。すなわち、ま
ず、多数のゴルファーの各々に複数のゴルフクラブを振ってもらい、そのときの飛距離、
打球の方向性（左右ズレ）及び官能試験による振り易さを数値化する。そして、その数値
から各ゴルファーに適しているゴルフクラブを決定し、当該ゴルフクラブのEI値を当該
ゴルファーの最適EI値とする。また、上記と同様の方法で、各ゴルファーの第1～第4
特徴量 $F_1 \sim F_4$ を算出する。そして、かかる実験の後、多数のゴルファー分の第1～第
4特徴量 $F_1 \sim F_4$ 及び最適EI値のデータを回帰分析することで、 $a_1 \sim a_4$ 及び b_1
 $\sim b_4$ が算出される。

【0076】

また、より信頼性の高い近似式とするために、 $a_1 \sim a_4$ 及び $b_1 \sim b_4$ の値を条件に
応じて変更することができる。例えば、ヘッド速度 V_h に応じて、近似式を用意すること
ができる。一例としては、上記実験データを、ヘッド速度帯に応じて分類し（例えば、4
5 m/s以上、41～45 m/s、41 m/s以下）、同じ分類に属するデータのみを対象に上記近似式を作成し、 $a_1 \sim a_4$ 及び $b_1 \sim b_4$ を決定しておくことができる。そし
て、最適剛性決定工程では、ゴルファーGのヘッド速度 V_h がどのヘッド速度帯に属する
かを判断し、当該ヘッド速度帯に対応する近似式を用いて、最適剛性指標を算出する。

【0077】

<2-11. 最適クラブ選択工程>

以上の工程 $S_1 \sim S_{10}$ により、最適クラブ長さ、最適振り易さ指標（最適スイングM
I帯）及び最適剛性指標（最適EI値 $J_{S1} \sim J_{S4}$ 、最適ランク値 $K_{S1} \sim K_{S4}$ ）が決定さ
れると、選択部24Fは、最適クラブ選択工程（ S_{11} ）を実行する。本工程では、シャ
フトDB29内に登録されている多数のシャフトの中から、ゴルファーGに適したシャフ
ト40（以下、推奨シャフト）が特定される。また、フィッティングの結果として、ゴルフ
ァーGに適したゴルフクラブ4（以下、推奨ゴルフクラブ）も特定される。

【0078】

本実施形態では、まず、選択部24Fは、推奨ゴルフクラブに用いられるべきヘッド4
1（以下、推奨ヘッド）の種類を決定する。推奨ヘッドの種類決定は、本明細書では説明
されないフィッティング処理により行うこともできるし、表示部21及び入力部22を介
してユーザに質問する等してお好みのヘッド41を選択させることにより行うこともでき
る。そして、選択部24Fは、推奨ヘッドのスペックを示す情報をヘッドDB27内から
読み出すとともに、シャフトDB29内に登録されている全てのシャフト40のスペッ
クを示す情報を読み出す。ヘッドDB27内に登録されているヘッド41のスペックを示
す情報には、製造メーカー、型番及び重量等が含まれる。一方、シャフトDB29内に登
録されているシャフト40のスペックを示す情報には、製造メーカー、型番、4つの位置
H1～H4におけるEI値 $J_1 \sim J_4$ 及びランク値 $K_1 \sim K_4$ （IFC）、シャフト40の
重量、フレックス、トルク、調子、長さ及び重心位置等が含まれる。選択部24Fは、こ
れらの情報から、各シャフト40と推奨ヘッドとを組み合わせた場合のゴルフクラブ4の
スイング慣性モーメント I_s を算出し、その値が最適スイングMI帯に属することとなる
ゴルフクラブ4（以下、第1絞り込みゴルフクラブ）及びそれに含まれるシャフト40（
以下、第1絞り込みシャフト）を特定する。なお、第1絞り込みゴルフクラブ及びシャフ

10

20

30

40

50

トは、通常多数本存在する。

【0079】

続いて、選択部24Fは、各第1絞り込みシャフトについて、当該シャフトのランク値 $K_1 \sim K_4$ と、最適剛性決定工程で決定された最適ランク値 $K_{S1} \sim K_{S4}$ との一致度を算出し、第2絞り込みシャフトとして、一致度の高いシャフトを特定する。一致度は、例えば、以下の数25の式に従って算出することができ、値が小さいほど一致度が高い。

【数2】

$$(\text{一致度}) = \sum_{i=1}^4 |K_i - K_{Si}|$$

10

【0080】

第2絞り込みシャフトとしては、1本のみ特定されてもよいし、複数本が特定されてもよい。また、第2絞り込みシャフトとしては、第1絞り込みシャフトの中で相対的に一致度が高い所定数のシャフトが特定されてもよいし、一定以上の一致度を有する全てのシャフトが特定されてもよい。

【0081】

続いて、選択部24Fは、ヘッドDB27及びシャフトDB29内に含まれる情報から、各第2絞り込みシャフトと推奨ヘッドとを組み合わせた場合のゴルフクラブ4のクラブ長さを算出し、その値が最適クラブ長さ決定工程(S3)で決定された最適クラブ長さに合致するか、最も近くなるようなシャフトを特定する。なお、クラブ長さは、通常ヘッド側の基準点からグリップのグリップキャップラインまでの長さを含むため、選択部24Fは、各第2絞り込みシャフトと推奨ヘッドとを組み合わせた場合のゴルフクラブ4のクラブ長さとして、グリップ部分による長さを考慮したクラブ長さを算出する。選択部24Fは、特定されたシャフトを推奨シャフトとして選択する。また、選択部24Fは、推奨シャフトと推奨ヘッドとを組み合わせた場合のゴルフクラブ4を推奨ゴルフクラブとして選択する。

20

【0082】

表示制御部24Gは、シャフトDB29を参照して、推奨シャフトの種類を示す情報とともに、推奨シャフトのスペックを示す情報(IFCの値を含む)を表示部21上に表示させる。さらに、表示制御部24Gは、ゴルファーGの最適クラブ長さ、最適スイングMI帯及び最適ランク値 $K_{S1} \sim K_{S4}$ を表示部21上に表示させる。また、表示制御部24Gは、推奨ゴルフクラブが推奨シャフトと推奨ヘッドとを組み合わせたゴルフクラブであることを示す情報を、表示部21上に表示させる。これにより、ユーザは、ゴルファーGに適したゴルフクラブ4及びシャフト40の種類を知ることができるとともに、当該ゴルフクラブのクラブ長さ、IFCの値、最適スイングMI帯及び最適ランク値 $K_{S1} \sim K_{S4}$ を知ることができる。

30

【0083】

<3. 特徴>

本実施形態によるシステム100によれば、共通のセンサユニット1による計測データに基づいて、例えばゴルファーGの嗜好するヘッド41を含む、ゴルファーGに適した推奨ゴルフクラブが選択される。推奨ゴルフクラブは、最適クラブ長さ、最適振り易さ指標及び最適剛性指標に合致するか、一致度が高いゴルフクラブである。すなわち、クラブ長さ、スイングMI帯及びIFCの観点からゴルファーGに適したゴルフクラブが選択されるため、精度の高いフィッティングを行うことができる。

40

【0084】

<4. 変形例>

以上、本発明の幾つかの実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて、種々の変更が可能である。例えば、以下の変更が可能である。また、以下の変形例の要旨は、適宜組み合わせることがで

50

きる。

【 0 0 8 5 】

< 4 - 1 >

上記実施形態では、最適クラブ選択工程 (S 1 1) において、まずスイング慣性モーメント I_S の値が最適スイング M I 帯に属するゴルフクラブまたはこれに含まれるシャフトが絞られ、次に最適剛性指標に合致するシャフトが絞られ、最終的に最適クラブ長さに合致するゴルフクラブまたはこれに含まれるシャフトが特定された。しかし、ゴルフクラブまたはシャフトの絞り込みは、この順序で行われなくてもよい。例えば、最初に最適クラブ長さに合致するゴルフクラブまたはこれに含まれるシャフトが絞り込まれ、その後最適剛性指標に合致するシャフトが絞られ、あるいはスイング慣性モーメント I_S の値が最適スイング M I 帯に属するゴルフクラブまたはこれに含まれるシャフトが絞られてもよい。

10

【 0 0 8 6 】

< 4 - 2 >

上記実施形態のシステム 1 0 0 では、クラブ長さのフィッティングと振り易さのフィッティング及び剛性のフィッティングが合わせて行われた。しかし、システム 1 0 0 は、振り易さのフィッティング及び剛性のフィッティングを省略し、単にクラブ長さのみをフィッティングするシステムとしても構成することができる。つまり、システム 1 0 0 は、工程 S 1 ~ S 3 で第 1 スイング指標 S W 1 に基づいて最適クラブ長さを決定した後、最適クラブ選択工程 (S 1 1) で最適クラブ長さに合致するゴルフクラブを選択するように構成されてもよい。この場合のゴルフクラブの選択は、例えば上記実施形態と同様にまず推奨ヘッドを決定し、推奨ヘッドと組み合わせた場合のゴルフクラブ 4 のクラブ長さが最適クラブ長さに合致するか、最も近くなるようなシャフト 4 0 を推奨シャフトとして特定することにより行うことができる。また例えば、記憶部 2 3 に予め固定されたヘッド 4 1 とシャフト 4 0 との組み合わせのデータを格納しておき、最適クラブ長さに合致するか、最も近くなるようなヘッド 4 1 とシャフト 4 0 とが組み合わせられたゴルフクラブを工程 S 1 1 で選択するようにしてもよい。さらに、第 1 スイング指標 S W 1 に基づくクラブ長さのフィッティングは、振り易さのフィッティング及び剛性のフィッティングのうち一方と、あるいは別の方法によるフィッティングと組み合わせられてもよい。

20

【 0 0 8 7 】

< 4 - 3 >

上記実施形態では、最適振り易さ決定工程 (S 8) において、最終的に最適スイング M I 帯が決定された。しかしながら、最適振り易さ決定工程 (S 8) では、最適スイング M I から、ゴルファー G に適したゴルフクラブ 4 の特定の部位の特性を表す最適特性指標が決定されてもよい。例えば、最終的にゴルファー G に適したゴルフクラブ 4 のシャフト 4 0 の重量 (最適シャフト重量) が最適特性指標として決定され、最適クラブ選択工程 (S 1 1) において、最適シャフト重量に基づいて最適シャフトが絞り込まれてもよい。この場合、第 2 スイング指標 (P_{1_AVE} 、 P_{2_AVE} 、及び V_h) を説明変数とし、最適スイング M I を目的変数とする重回帰式を予め算出し、記憶しておくことで、第 2 スイング指標から最適スイング M I を直接算出してもよい。最適スイング M I と、最適シャフト重量帯との対応関係を対応関係データとして予め定めておくことにより、対応関係データを照合し、算出した最適スイング M I から最適シャフト重量帯を決定することができる。ここで、ゴルフクラブ 4 のスイング慣性モーメント I_S とは、ヘッド 4 1 のスイング慣性モーメントと、シャフト 4 0 のスイング慣性モーメントと、その他の部位 (グリップ 4 2、フェラル等) のスイング慣性モーメントとの合計値である。従って、その他の部位のスイング慣性モーメントが記憶部 2 3 に記憶されている場合には、これらのデータを参照し、ゴルフクラブ 4 全体としてのスイング慣性モーメント I_S が最適化されるよう、推奨シャフト及び推奨ヘッドを選択することができる。その他、シャフト重量帯のみならず、ゴルファー G に適したシャフト 4 0 及びグリップ 4 2 を合わせた重量帯、ヘッド 4 1 を除くゴルフクラブ 4 の重量帯等が最適スイング M I との対応から最適特性指標として決定されても

30

40

50

よい。すなわち、ゴルフクラブ4の特定の部位はシャフト40、シャフト40及びグリップ42、並びにヘッド41を除くゴルフクラブ4の部位であり得る。また、対応関係データは、ヘッド41の種類ごとに用意されてもよいし、ヘッド41の種類に依存しないデータであってもよい。

【0088】

また、上記実施形態では、最適剛性決定工程(S10)において、最適ランク値 $K_{S1} \sim K_{S4}$ (IFC)が決定されたが、これに代えて、ゴルファーGに適したゴルフクラブ4のシャフト40のフレックス(最適フレックス)が決定されてもよい。最適シャフト重量及び最適フレックスの決定方法、並びに最適シャフト重量及び最適フレックスに基づいたシャフト40の選択方法については、特許文献1で詳細に説明されているため、ここでは説明を省略する。最終的には、最適シャフト重量及び最適フレックスに合致するシャフト40の中から、最適クラブ長さが実現されるようなシャフト40が推奨シャフトとして選択されてもよい。あるいは、最適クラブ長さに合致するゴルフクラブ4の中から、最適シャフト重量及び最適フレックスに合致するシャフト40を含むものが推奨ゴルフクラブとして選択されてもよい。

10

【0089】

<4-4>

上記実施形態では、ゴルファーGのスイング動作を計測する計測機器として、加速度センサ、角速度センサ及び地磁気センサの3つを有するセンサユニット1が使用されたが、計測機器を他の構成とすることもできる。例えば、地磁気センサを省略することもできる。この場合には、統計的手法により、xyz局所座標系からXYZ全体座標系へと計測データを変換することが可能である。なお、このような手法については、公知技術であるため(要すれば、特開2013-56074号公報参照)、ここでは詳細な説明を省略する。或いは、計測機器として、三次元計測カメラを使用することもできる。三次元計測カメラにより、ゴルファーやゴルフクラブ、ゴルフボールの挙動を計測する手法についても、公知であるため、ここでは詳細な説明を省略する。なお、三次元計測カメラを用いた場合には、計測データのxyz局所座標系からXYZ全体座標系への変換工程を省略することもでき、直接的にXYZ全体座標系でのグリップの挙動を計測することができる。

20

【0090】

<4-5>

上記実施形態では、最適振り易さ指標として、最適スイングMIを算出することが例示された。しかしながら、ゴルフクラブ4の振り易さを表すその他の様々な指標について、最適振り易さ指標を算出してよい。例えば、ゴルフクラブ4の重量 m_2 (厳密には、質量を m_2 とするならば重量は $m_2 g$ (g は重力加速度)であるが、簡単のためここではいずれも m_2 で表すこととする)、グリップエンド周りの慣性モーメント I_G 、及び重心周りの慣性モーメント I_2 も、ゴルフクラブ4の振り易さを表す指標であり、これらの指標に対して最適振り易さ指標を算出してよい。また、複数の最適振り易さ指標を算出して、これら全ての最適振り易さ指標に基づいてフィッティングを行ってもよい。例えば、最適スイングMI、ゴルファーに適したグリップエンド周りの慣性モーメント I_G (以下、最適グリップエンドMI)、ゴルファーに適した重心周りの慣性モーメント I_2 (以下、最適重心MI)及びゴルファーに適したゴルフクラブ4の重量 m_2 (以下、最適クラブ重量)の全てを算出し、これら4つの条件に合致するゴルフクラブ4のシャフト40をシャフトDB29内から検索してもよい。 m_2 、 I_2 、 L 及び I_G は、ゴルフクラブ4の諸元である。 m_2 、 I_2 、 L 及び I_G に基づいて最適クラブ重量または最適グリップエンドMIを決定する方法は、特許文献1で詳細に説明されているため、ここでは説明を省略する。

30

40

【0091】

<4-6>

上記実施形態では、最適振り易さ指標を決定するための第2スイング指標として、腕出力パワー P_{1_AVE} 、クラブ入力パワー P_{2_AVE} 及びヘッド速度 V_h の3つが組み合わせて用いられた。しかしながら、この例に限られず、例えば、スイング指標として P_{1_AVE}

50

だけ、 P_{2_AVE} だけを用いてもよいし、 (P_{1_AVE}, V_h) 、 (P_{2_AVE}, V_h) 、 (P_{1_AVE}, P_{2_AVE}) のような2つの指標の組み合わせを用いてもよい。

【0092】

< 4 - 7 >

また、最適振り易さ指標としては、上述したクラブ重量 m_2 、グリップエンド周りの慣性モーメント I_G 、及び重心周りの慣性モーメント I_2 等、最適スイング MI に限らず様々な指標を設定することができるが、これらの最適振り易さ指標との間に一定の関係（相関）が認められる限り、任意の指標を第2スイング指標とすることができる。例えば、スイング動作時にゴルファーにより発揮される腕エネルギー E_{AVE} 、 E_1 、総肩トルク T_{ti} 及び平均肩トルク T_{AVE} を第2スイング指標として用いることができる。 T_{ti} 及び T_{AVE} は、スイング動作時にゴルファーにより発揮される肩周りのトルクを表す指標である。 E_{AVE} 、 E_1 、 T_{ti} 及び T_{AVE} の算出方法は、特許文献1で詳細に説明されている。また、第2スイング指標として腕エネルギー E_{AVE} 、平均肩トルク T_{AVE} 及びヘッド速度 V_h が算出され、これらの指標 E_{AVE} 、 T_{AVE} 、 V_h に応じて最適クラブ重量の範囲（以下、最適重量帯）または最適スイング MI 帯が算出される場合の手順については、特許文献1で詳細に説明されているため、ここでは説明を省略する。

10

【0093】

さらに、特許文献1に記載されている以下の指標も、第2スイング指標として用いることができる。

(1) トップの時刻でシャフト40と全体座標系Z軸（グリップよりも下方）とが為す角度 θ_1 （図18参照）

20

(2) スイング動作中のグリップ42周りのゴルフクラブ4の角速度 ω_2 （＝グリップ角速度 ω_{px} ）の平均値

(3) トップからインパクトまでの間での角速度 ω_2 の最大値

(4) トップからインパクトまでのグリップ速度 V_{GE} の平均値

(5) トップからインパクトまでのグリップ速度 V_{GE} の最大値

(6) トップからインパクトまでの間でのグリップ42の移動距離 D

(7) コック解放タイミング t_r とインパクトの時間との差分（ここでいうコック解放タイミング t_r は、腕とシャフト40が為すコック角 θ_2 の解放スピードが速まり、腕のエネルギーがシャフト40のエネルギーへと変わり始めるタイミングと定義することができる。）

30

(8) コック解放タイミング t_r での腕とシャフト40が為すコック角 θ_2 （図18参照）

(9) ダウンスイング時間、すなわち、トップからインパクトまでの時間

(10) トップの時刻からグリップ42周りのトルク T_2 が正負逆転する時刻までのトルク T_2 の積分値

【0094】

< 4 - 8 >

上記実施形態では、シャフトの剛性として、曲げ剛性が評価されたが、これに代えて、ねじれ剛性を評価してもよい。ねじれ剛性の値（以下、 GJ 値）も、シャフト40の延びる方向に沿った複数の位置において測定又は算出することができる。すなわち、シャフト40の延びる方向に沿った複数の位置におけるねじれ剛性の分布を、シャフトの剛性としてもよい。この場合、最適剛性指標としては、ゴルファー G に適した GJ 値（最適 GJ 値）が決定されることになるが、最適 GJ 値を決定するための第3スイング指標としては、最適 GJ 値との相関が認められる任意の指標を用いることができる。このような第3スイング指標としては、例えば、特開2014-212862号公報に記載されているような、以下の指標を用いることができる。

40

【0095】

(1) グリップ角速度 ω_y が最大となるときからインパクトまでの単位時間あたりのグリップ角速度 ω_x の変化量の大きさ

50

(2) トップ付近でのグリップ角速度 $\dot{\theta}_z$ の変化量

(3) トップからダウンスイング途中であってグリップ角速度 $\dot{\theta}_y$ が最大となるときまでのグリップ角速度 $\dot{\theta}_z$ の変化量の大きさ

【0096】

本変形例でも、第3スイング指標と最適GJ値との関係を表す近似式を予め実験により算出し、記憶部23内に格納しておくことで、計測工程で得られる計測データに基づく第2スイング指標から、最適GJ値を決定することができる。

【0097】

また、上記実施形態において、最適剛性指標として、ゴルファーGに適したシャフト40の複数の位置における剛性分布ではなく、ゴルファーGに適したシャフト40のフレックス、調子又はトルクを決定するようにしてもよい。なお、トルクは、シャフト40全体でのねじれ剛性を表す指標である。

10

【0098】

<4-9>

上記実施形態では、最適振り易さ指標決定工程(S8)の後に最適剛性指標決定工程(S10)が行われたが、シャフト40及びゴルフクラブ4の絞り込み方法はこれに限定されない。例えば、第2スイング指標の大きさに応じて、最適シャフト重量帯を直接算出することもできる。例えば、図19に示すように、(好ましくは、ヘッド41の種類毎に) $P_{1_AVE} - P_{2_AVE} (-V_h)$ 空間を領域分割して、最適シャフト重量帯に対応する領域を定義しておき、当該定義情報を図2の対応関係データ28に代わる対応関係データとして予め記憶しておくことができる。この場合、第2指標算出工程で導出される第2スイング指標がどの領域に属するかに応じて、最適特性指標を導出することができる。

20

【0099】

また、対応関係データとして、最適フレックスごとに、第2スイング指標空間(例えば、 $P_{1_AVE} - P_{2_AVE}$ 平面)を各最適シャフト重量帯に分割する境界線を特定するデータが予め算出され、記憶されていてもよい。そして、最適クラブ長さによるシャフト40またはゴルフクラブ4の絞り込みは、最適フレックスに合致し、最適シャフト重量帯に属するシャフト40の絞り込み前に行われてもよいし、後に行われてもよい。

【0100】

例えば、図20Aは、最適フレックスが「X」の場合に最適シャフト重量帯を決定するためのデータであり、図20Bは、最適フレックスが「S」の場合に最適シャフト重量帯を決定するためのデータであり、図20Cは、最適フレックスが「SR」の場合に最適シャフト重量帯を決定するためのデータである。すなわち、まず最適剛性指標を決定し、これに対応する対応関係データを選択する。そして、選択された対応関係データに基づき、第2スイング指標の大きさに応じて、最適シャフト重量帯を決定する。この方法によれば、最適振り易さ指標を決定することなく、第2スイング指標から最適シャフト重量帯を直接算出することができる他、最適シャフト重量帯よりも最適剛性指標を優先して、推奨シャフトを決定することができる。

30

【0101】

<4-10>

上記実施形態や変形例において、フィッティングの精度をより向上させるべく、第2スイング指標が、第2スイング指標を表す空間を分割することにより定義される複数の領域の境界付近に存在する場合には、既出の最適スイングMI帯や最適シャフト重量を修正する境界処理が行われてもよい。最適シャフト重量は、例えば最適シャフト重量帯に存在するとともに、最適フレックスに合致するか、最も近いフレックスを有するシャフトの重量であり、このようなシャフトが1本存在する場合は、そのシャフトの重量を最適シャフト重量とすることができる。また、このようなシャフトが複数本存在する場合は、例えばヘッド41の種類を固定した場合に、ゴルフクラブ4全体としてのスイング慣性モーメント I_S が最適化されるようなシャフトの重量とすることもできる。例えば、第2スイング指標が、 $P_{1_AVE} - P_{2_AVE} (-V_h)$ 空間内のいずれかの分割領域の上限境界線と閾値以

40

50

内の距離に存在する場合、決定部 2 4 E は、既出の最適スイング M I 帯を一段階上の領域の最適スイング M I 帯に修正し、または既出の最適シャフト重量を、所定量（例えば、2 . 5 g）だけ増量するように調整してもよい。また、第 2 スイング指標が、 $P_{1_AVE} - P_{2_AVE} (-V_h)$ 空間内のいずれかの分割領域の下限境界線と閾値以内の距離に存在する場合、決定部 2 4 E は、既出の最適スイング M I 帯を一段階下の領域の最適スイング M I 帯に修正し、または既出の最適シャフト重量を所定量、所定量（例えば、2 . 5 g）だけ減量するように調整してもよい。

【 0 1 0 2 】

< 4 - 1 1 >

変形例 4 - 1 0 では、最適クラブ指標をより精度よく決定するための境界処理について説明したが、本変形例に係る例外処理も、最適クラブ指標をより精度よく決定するための処理である。上記実施形態では、第 2 スイング指標を算出するに当たり、スイング平面 P 内での解析が行われたが、上述した第 2 スイング指標である P_{1_AVE} 、 P_{2_AVE} や変形例 4 - 7 で示した指標は、スイング平面 P 内に投影された二次元的なゴルファー G のスイング動作を表す指標である。しかしながら、実際のスイング動作は、三次元的に行われる。本変形例に係る例外処理は、二次元的な解析による誤差を軽減し、最適クラブ指標の精度を向上させるための処理である。

10

【 0 1 0 3 】

本変形例に係る例外処理では、上述した第 2 スイング指標とともに、スイング平面 P に現れないローテーションの動きを示す指標、及びコックの動きを表す指標（以下、コック指標という）が導出される。スイング平面 P に現れないローテーションの動きは、スイング平面 P に投影されたゴルフクラブ 4 のシャフト軸周りの捻りのローテーションの動き（図 2 1 A 参照）を表す指標、すなわち第 1 スイング指標 SW_1 や、スイング平面 P から飛び出す方向（プッシュ方向）のゴルフクラブ 4 のローテーションの動き（図 2 1 B 参照）を表す指標（以下、プッシュ指標という）により評価することができる。ゴルファー G によっては、このようなローテーションの動きによりヘッド速度を獲得している。また、ゴルファー G によっては、ダウンスイング後半のコックの動きによりヘッド速度を獲得することもあるが、そのようなコックの動きの全体像は、必ずしもスイング平面 P 上に投影されない。ここで説明する例外処理では、このようなゴルファー G についても精度よく、最適振り易さ指標や最適シャフト重量を導出することができる。

20

30

【 0 1 0 4 】

以下では、一例として、図 1 9 のように最適シャフト重量帯が決定される場合に適用される例外処理について説明する。具体的な処理の流れは、図 2 2 に示すとおりである。図 2 2 に示す例外処理は、最適シャフト重量が、図 1 9 に示す判定基準（分割領域 C 1 ~ C 5 の境界線 L 7 ~ L 1 0）に従って決定された後に実行される。

【 0 1 0 5 】

ステップ S 7 1 では、算出部 2 4 D が、ゴルフクラブ 4 のシャフト軸周りの捻りのローテーションの動きを表す指標（捻り指標）を導出する。捻り指標は、既に第 1 指標算出工程（S 2）が実行されていれば、そこで算出された第 1 スイング指標 SW_1 を使用することができる。第 1 指標算出工程が未だ実行されていない場合、上述した第 1 スイング指標 SW_1 の定義に従って算出することができる。続いて、決定部 2 4 E が、ヘッド速度 V_h が所定範囲内であり、かつ、捻り指標が所定値以上であるかを判定する。そして、かかる条件が満たされる場合には、既出の最適シャフト重量を所定量だけ増量するように調整する（ステップ S 7 2）。一方、かかる条件が満たされない場合には、処理はステップ S 7 3 に進む。

40

【 0 1 0 6 】

ステップ S 7 3 では、算出部 2 4 D が、計測データに基づいて、プッシュ指標を算出する。続いて、決定部 2 4 E が、ヘッド速度 V_h が所定範囲内であり、プッシュ指標が所定値以上であり、かつ、既出の最適シャフト重量が所定範囲内であるか否かを判定する。かかる条件が満たされる場合には、既出の最適シャフト重量を所定量だけ増量するように調

50

整する（ステップ S 7 4）。一方、かかる条件が満たされない場合には、処理はステップ S 7 5に進む。なお、プッシュ指標が所定値以上の場合とは、例えば、トップの $x = 0$ 、かつ、トップからインパクトまでの y の平均値 / トップからインパクトまでの x の平均値 1.5 が満たされる場合とすることができる。

【0107】

ステップ S 7 5では、算出部 2 4 D が、計測データに基づいて、コック指標を算出する。コック指標は、例えば、トップ付近の y と、 y が最大となる時刻からインパクトまでの y の平均値とを比較した値として算出することができる。続いて、決定部 2 4 E が、ヘッド速度 V_h が所定範囲内であり、コック指標が所定値以上であり、かつ、既出の最適シャフト重量が所定範囲内であるか否かを判定する。かかる条件が満たされる場合には、既出の最適シャフト重量を所定量だけ増量するように調整する（ステップ S 7 6）。 10

【0108】

以上のステップが完了すると、例外処理は終了する。本例外処理と、変形例 4 - 1 0 の境界処理とは、いずれも最適振り易さ指標及び最適シャフト重量帯をより精度よく決定するための処理であり、両処理は、組み合わせることもできる。この場合、境界処理の後、本例外処理を実行することが好ましい。

【0109】

< 4 - 1 2 >

上記実施形態では、第 1 スイング指標算出工程（S 2）で算出された第 1 スイング指標 S W 1 と第 1 閾値 T H 1 及び第 2 閾値 T H 2 とが比較され、比較結果に応じて最適クラブ長さが基本クラブ長さ、第 1 クラブ長さ、及び第 2 クラブ長さのいずれかに決定された。しかし、決定される最適クラブ長さは 2 種類であってもよく、4 種類以上であってもよく、これに応じて第 1 スイング指標 S W 1 の閾値の数も増減してよい。また、上述した最適クラブ長さ決定工程（S 3）において、ステップ S 3 1 及びステップ S 3 2、あるいはステップ S 3 3 及びステップ S 3 4 のいずれかが省略されてもよい。具体的には、決定部 2 4 E は、第 1 スイング指標 S W 1 が第 1 閾値 T H 1 以上である場合、最適クラブ長さを第 1 クラブ長さとして決定し、それ以外の場合、最適クラブ長さを基本クラブ長さとして決定するように構成されてもよい。また、決定部 2 4 E は、第 1 スイング指標 S W 1 が第 2 閾値 T H 2 以下である場合、最適クラブ長さを第 2 クラブ長さとして決定し、それ以外の場合、最適クラブ長さを基本クラブ長さとして決定するように構成されてもよい。 20 30

【実施例】

【0110】

以下、本発明の実施例について説明する。但し、本発明は、以下の実施例に限定されない。

【0111】

< 実施例 >

複数のゴルファーに対し、特許文献 1 のフィッティング方法（比較例）を適用するとともに、上記実施形態に係るフィッティング方法（実施例）を適用した。

【0112】

比較例の方法では、スイング慣性モーメント I_S が各ゴルファーの最適スイング M I 帯に属するとともに、最適剛性指標に最も合致した I F C のシャフトを有するゴルフクラブのうち 1 本が、推奨ゴルフクラブとして選択された。推奨ゴルフクラブのクラブ長さは、いずれも基本クラブ長さ（45.25 インチ）であった。そして、推奨ゴルフクラブを用いて、各ゴルファーに何球かの試打を行わせ、打球の飛距離及び左右ズレを計測した。 40

【0113】

実施例の方法では、最適スイング M I 帯及び最適剛性指標に加え、上記実施形態の通り、各ゴルファーに適した最適クラブ長さも決定された。そして、最適クラブ長さが第 1 クラブ長さ（44.75 インチ）または第 2 クラブ長さ（45.75 インチ）であると決定されたゴルファーについては、スイング慣性モーメント I_S が各ゴルファーの最適スイング M I 帯に属するとともに、最適剛性指標に最も合致した I F C のシャフトを有し、さら 50

にクラブ長さが最適クラブ長さにカスタマイズされたゴルフクラブを推奨ゴルフクラブとした。そして、推奨ゴルフクラブを用いて、ゴルファーに何球かの試打を行わせ、打球の飛距離及び左右ズレを計測した。

【 0 1 1 4 】

図 2 3 A ~ D は、実施例で基本クラブ長さ以外のクラブ長さが推奨された各ゴルファーについて、実施例及び比較例による推奨ゴルフクラブの飛距離及び左右ズレの計測結果を比較する図である。図 2 3 A は、実施例において、第 1 スイング指標 S W 1 が第 1 閾値である 2 5 0 d e g / s 以上であったため、第 1 クラブ長さのゴルフクラブが推奨されたゴルファーの例である。図 2 3 A から分かるように、比較例による推奨ゴルフクラブでも飛距離は充分であったところ、基本クラブ長さの推奨ゴルフクラブでは、ボールの方向が左にずれる傾向があり、ボールが捕まりすぎる傾向があることを示唆していた。この点、実施例による推奨ゴルフクラブでは、飛距離は一定水準を保ちながらボールの方向性が安定し、左右ズレが改善される結果となった。図 2 3 B は、実施例において、第 1 クラブ長さのゴルフクラブが推奨された別のゴルファーの例である。図 2 3 B から分かるように、この例では、実施例によるゴルフクラブを用いた試打で、最大飛距離が大幅に増大した。

10

【 0 1 1 5 】

図 2 4 C は、実施例において、第 1 スイング指標 S W 1 が第 2 閾値である 7 5 d e g / s 以下であったため、第 2 クラブ長さのゴルフクラブが推奨されたゴルファーの例である。図 2 4 C から分かるように、比較例による推奨ゴルフクラブと実施例による推奨ゴルフクラブとでは、左右ズレの程度に殆ど差はなかったものの、実施例によるゴルフクラブを用いた試打で、最大飛距離が大幅に増大した。図 2 4 D は、実施例において、第 2 クラブ長さのゴルフクラブが推奨された別のゴルファーの例である。図 2 4 D から分かるように、実施例によるゴルフクラブを用いた試打では、左右ズレが比較的安定し、最大飛距離が大幅に増大した。

20

【 0 1 1 6 】

以上の結果から、実施例の方法により選択された推奨ゴルフクラブでは、比較例の方法により選択された推奨ゴルフクラブと比較して、より好ましいスイングが可能となることが分かった。つまり、実施例の方法によれば、ゴルファーにより適したゴルフクラブを推奨し得ることが確認された。

30

【 符号の説明 】

【 0 1 1 7 】

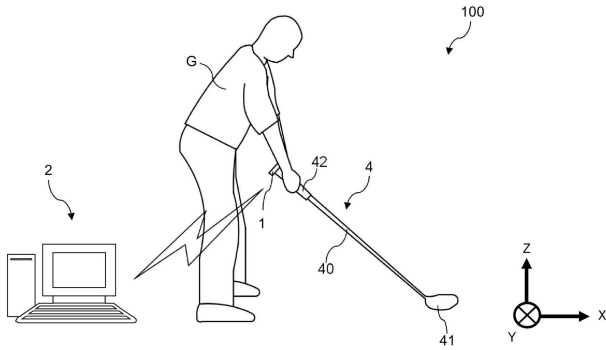
- 1 センサユニット（計測装置）
- 2 フィッティング装置
- 3 フィッティングプログラム
- 4 ゴルフクラブ
- 2 4 A 取得部
- 2 4 B グリップ挙動導出部
- 2 4 C 肩挙動導出部
- 2 4 D 算出部
- 2 4 E 決定部
- 2 4 F 選択部
- 4 0 シャフト
- 4 1 ヘッド
- 4 2 グリップ

40

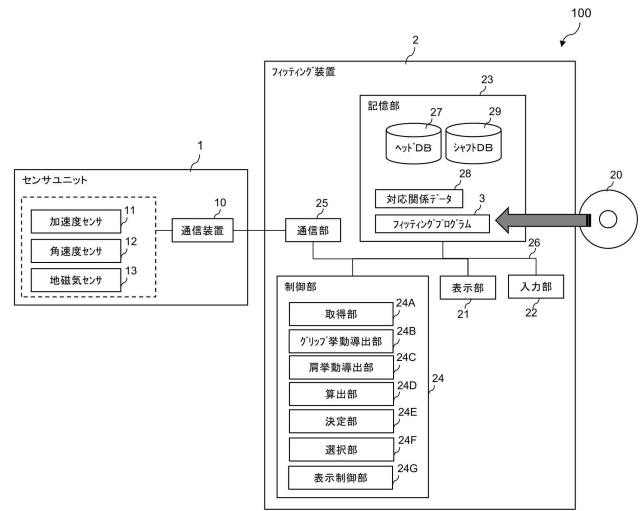
50

【図面】

【図1】

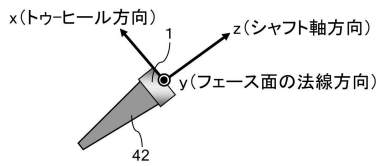


【図2】

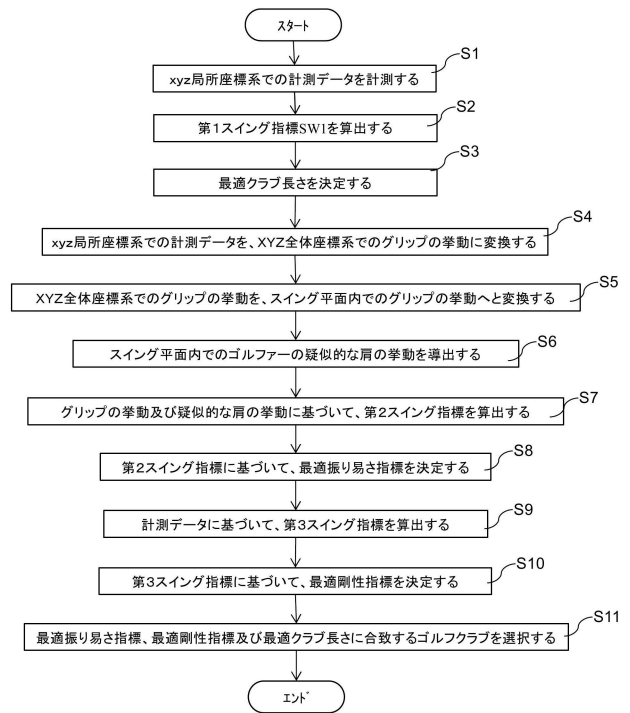


10

【図3】



【図4】



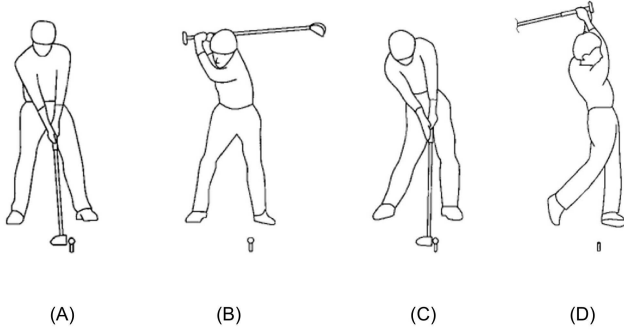
20

30

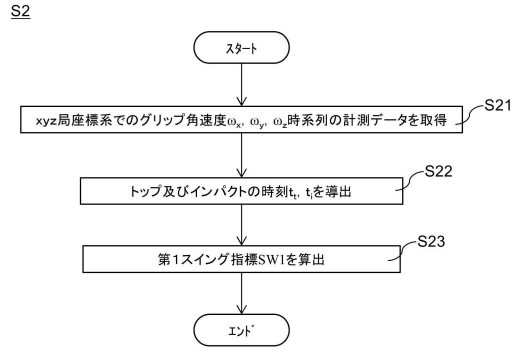
40

50

【図5】

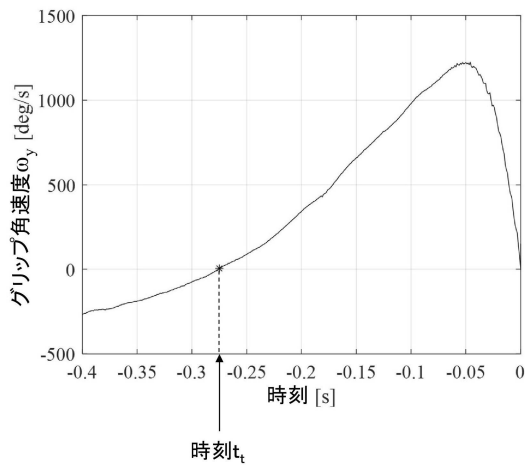


【図6】

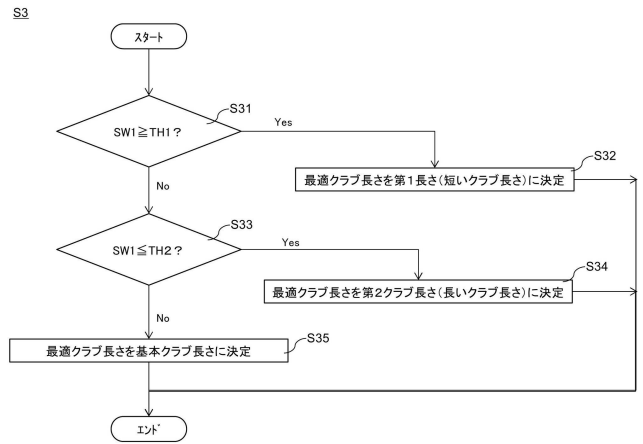


10

【図7】

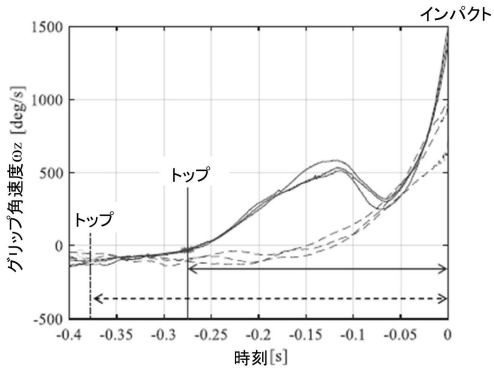


【図8】

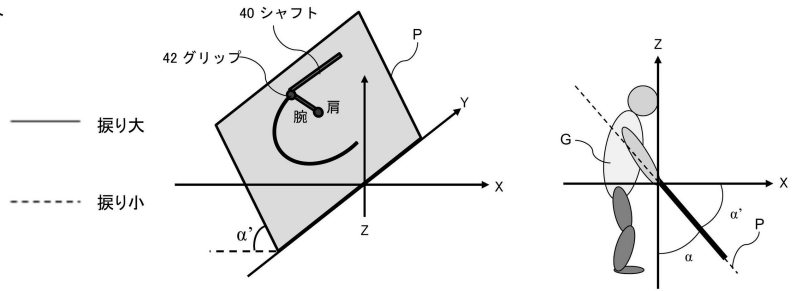


20

【図9】



【図10】

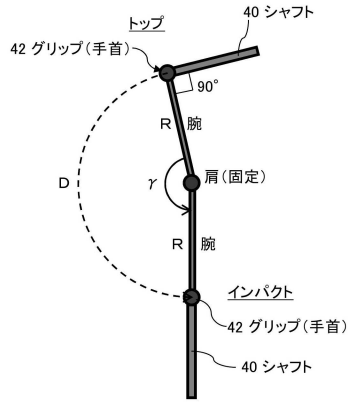


30

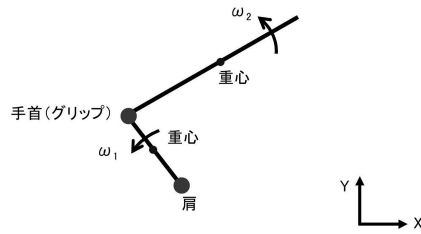
40

50

【図 1 1】

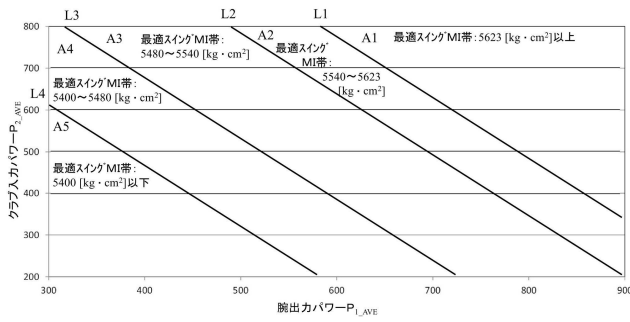


【図 1 2】

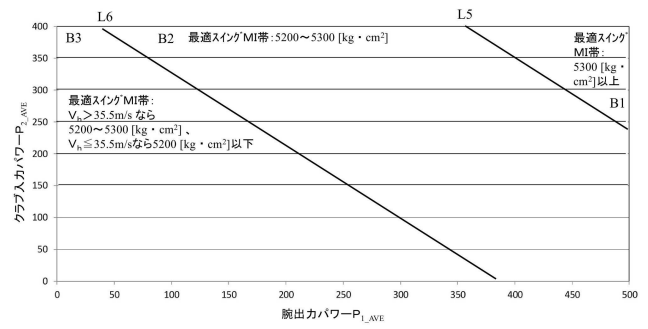


10

【図 1 3】

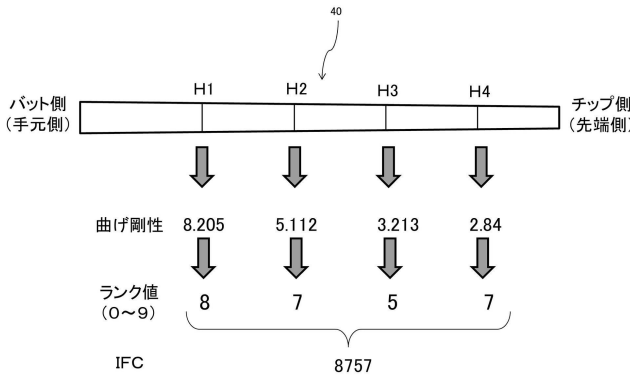


【図 1 4】

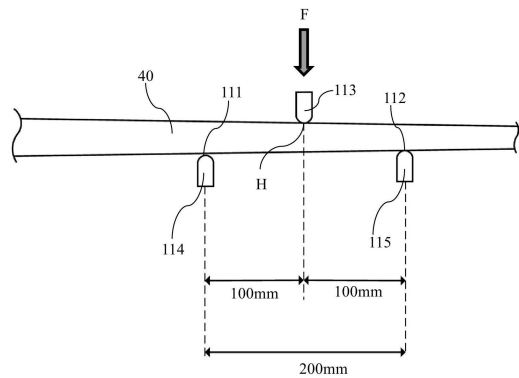


20

【図 1 5】



【図 1 6】

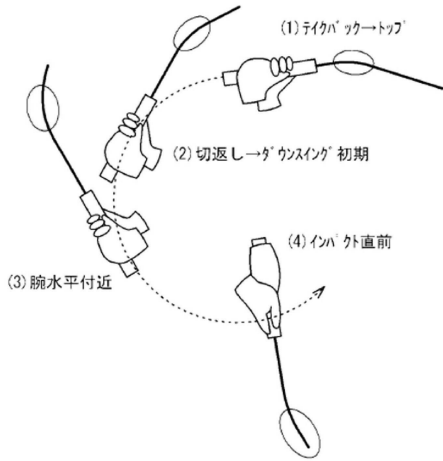


30

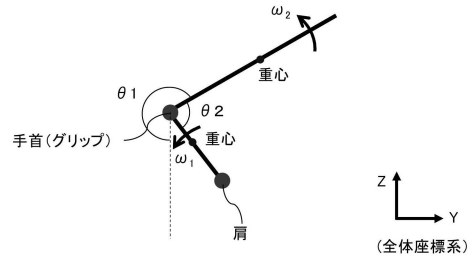
40

50

【 図 17 】

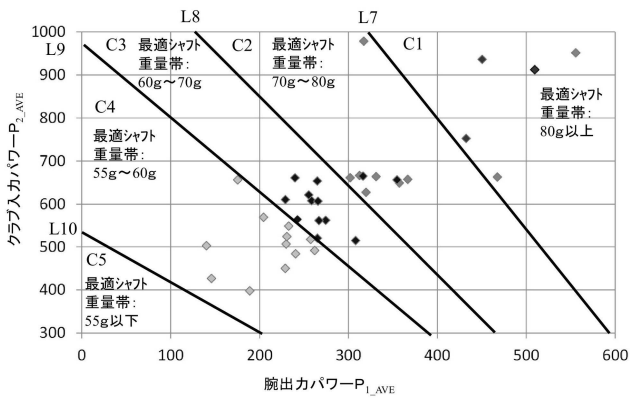


【 図 18 】

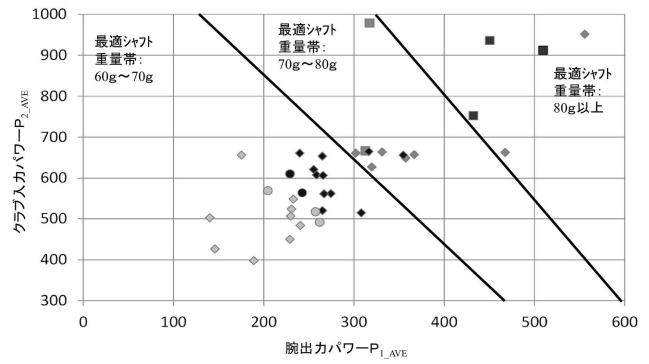


10

【 図 19 】

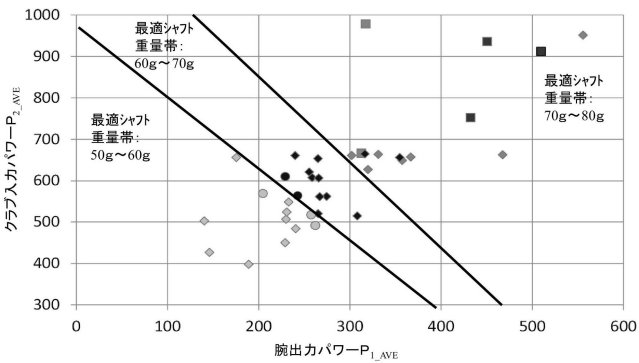


【 図 20 A 】

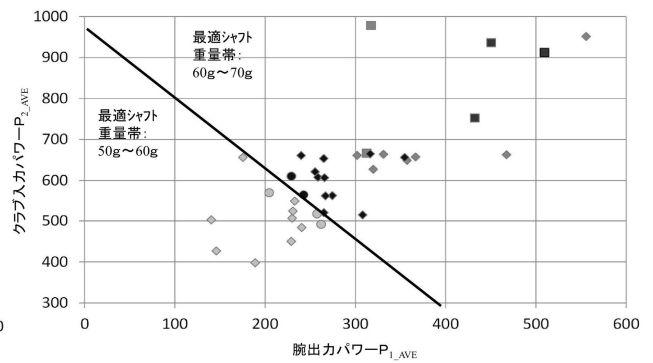


20

【 図 20 B 】



【 図 20 C 】

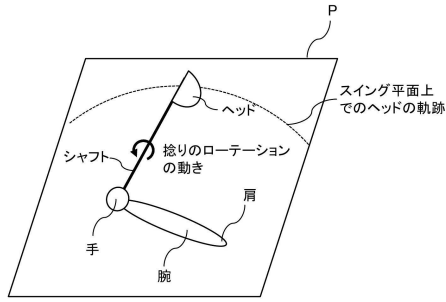


30

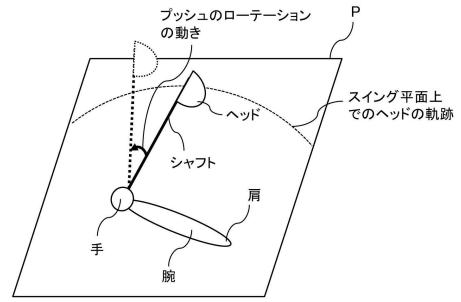
40

50

【図 2 1 A】

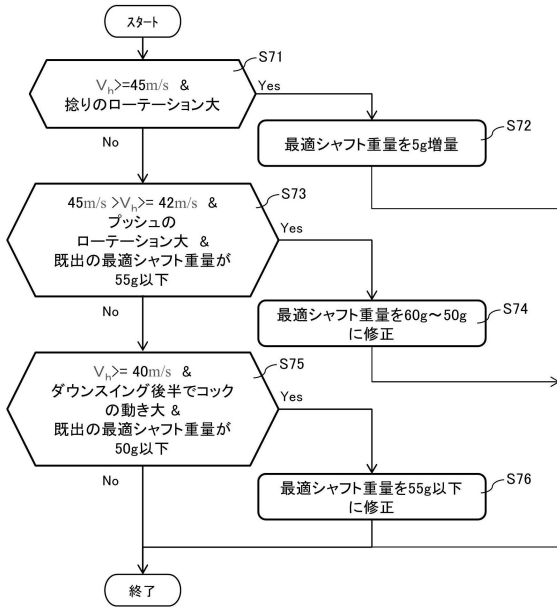


【図 2 1 B】

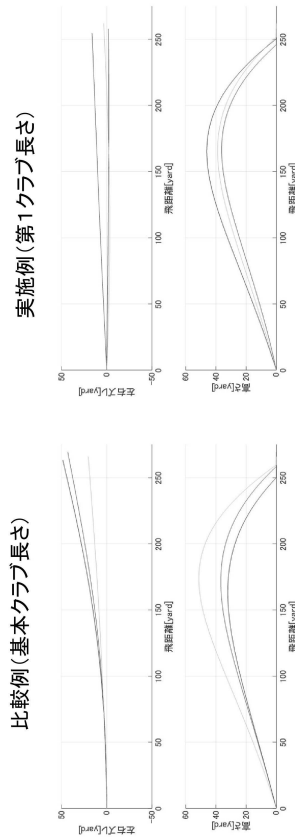


10

【図 2 2】



【図 2 3 A】



20

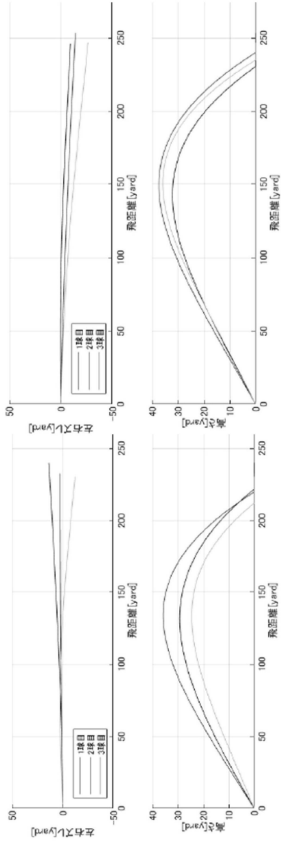
30

40

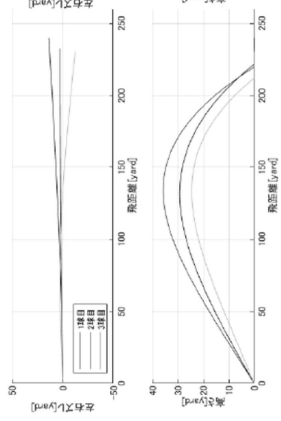
50

【 図 2 3 B 】

実施例(第1クラブ長さ)

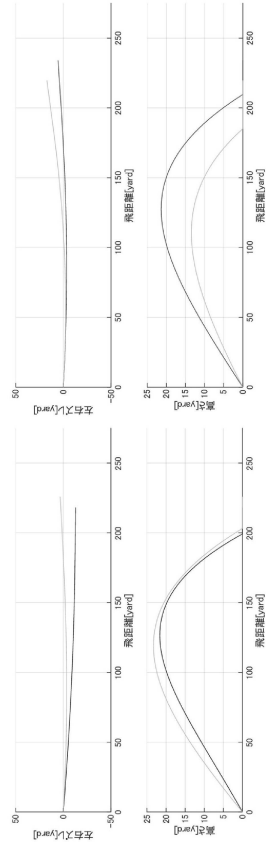


比較例(基本クラブ長さ)

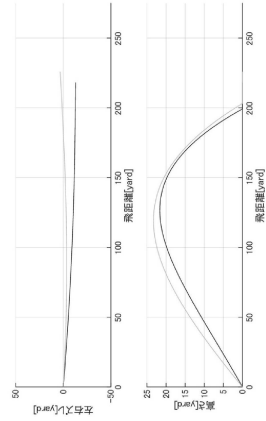


【 図 2 3 C 】

実施例(第2クラブ長さ)



比較例(基本クラブ長さ)

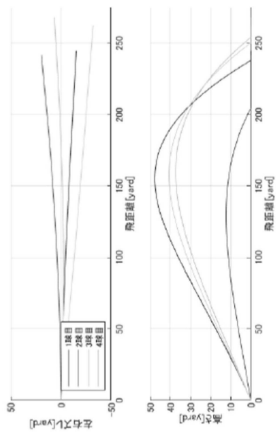


10

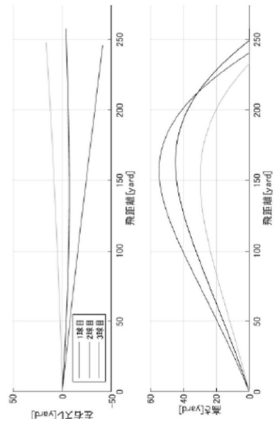
20

【 図 2 3 D 】

実施例(第2クラブ長さ)



比較例(基本クラブ長さ)



30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 南家 健太
兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号 住友ゴム工業株式会社内
兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号 住友ゴム工業株式会社内