

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2014 年 9 月 4 日(04.09.2014)



(10) 国際公開番号  
**WO 2014/132885 A1**

- (51) 国際特許分類:  
A63B 69/36 (2006.01) A63B 53/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/054140
- (22) 国際出願日: 2014 年 2 月 21 日(21.02.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2013-037493 2013 年 2 月 27 日(27.02.2013) JP  
特願 2013-082102 2013 年 4 月 10 日(10.04.2013) JP
- (71) 出願人: 三菱レイヨン株式会社(MITSUBISHI RAYON CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008253 東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 児玉 斎(KODAMA Hitoshi); 〒2778568 千葉県柏市柏の葉 5 丁目 1 番地の 5 東京大学人工物工学研究センター内 Chiba (JP). 鈴木 克幸(SUZUKI Katsuyuki); 〒2778568 千葉県柏市柏の葉 5 丁目 1 番地の 5 東京大学人工物工学研究センター内 Chiba (JP). 下野 智史(SHIMONO Satoshi); 〒4408601 愛知県豊橋市牛川通四丁目 1 番地の 2 エムアールシーコンポジットプロダクツ株式会社内 Aichi (JP).

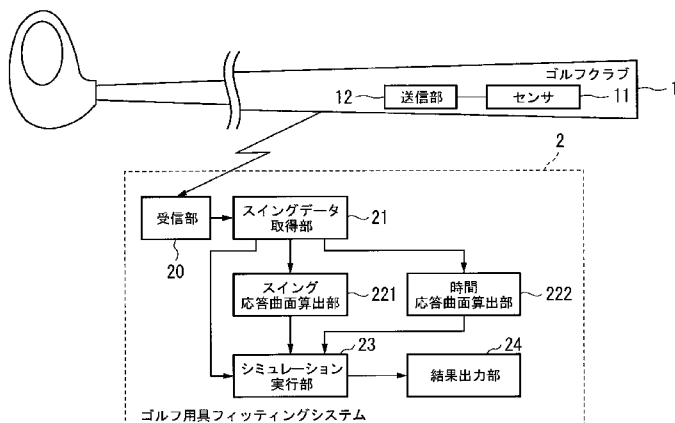
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: GOLF IMPLEMENT FITTING SYSTEM AND GOLF IMPLEMENT FITTING PROGRAM

(54) 発明の名称: ゴルフ用具フィッティングシステム、及びゴルフ用具フィッティングプログラム



- 1 GOLF CLUB  
2 GOLF IMPLEMENT FITTING SYSTEM  
11 SENSOR  
12 TRANSMISSION UNIT  
20 RECEIVING UNIT  
21 SWING DATA ACQUISITION UNIT  
23 SIMULATION EXECUTION UNIT  
24 RESULT OUTPUT UNIT  
221 SWING RESPONSE SURFACE COMPUTATION UNIT  
222 TIME RESPONSE SURFACE COMPUTATION UNIT

(57) Abstract: Provided are a golf implement fitting system and a golf implement fitting program, whereby it is possible to compute an accurate calculation result even if a spec which has a significant impact on swing time is changed, and to output a simulation result in a short time. The golf implement fitting system and the golf implement fitting program compute, by a response surface methodology, and on the basis of acquired swing data, a swing response surface and a time response surface. Additionally, the golf implement fitting system and the golf implement fitting program compute swing data for a golf club which is not measured from the swing response surface and the time response surface, and, on the basis of the computed swing data, execute a golf swing simulation and output a simulation result.

(57) 要約: スイング時間に大きく影響するスペックを変化させた場合にも正確な計算結果を算出し、短時間でシミュレーション結果を出力することができるゴルフ用具フィッティングシステム、及びゴルフ用具フィッティングプログラムを提供する。ゴルフ用具フィッティングシステム、及びゴルフ用具フィッティングプログラムは、取得されたスイングデータに基づき、応答曲面法によってスイング応答曲面と時間応答曲面を算出する。また、ゴルフ用具フィッティングシステム、及びゴルフ用具

フィッティングプログラムは、スイング応答曲面と時間応答曲面とから計測していないゴルフクラブのスイングデータを算出し、算出したスイングデータに基づき、ゴルフスイングのシミュレーションを実行し、シミュレーション結果を出力する。

WO 2014/132885 A1

## 明 細 書

発明の名称：

ゴルフ用具フィッティングシステム、及びゴルフ用具フィッティングプログラム

### 技術分野

[0001] 本発明は、ゴルフ用具フィッティングシステム、及びゴルフ用具フィッティングプログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 2008年、ゴルフ規則によりヘッドの反発規制が施行され、ヘッド単体で飛距離を追及することが難しくなった。これを受けて各メーカーはシャフトに着目し、シャフトのしなりを活かして飛距離アップを試みるようになった。そのため、2012年時点ではシャフトのバリエーションが増大し、ヘッドとの組み合わせによってクラブのバリエーションはさらに増加することとなった。この弊害として、プレイヤーがクラブ購入の際、そのプレイヤーにとってベストな用具、とりわけベストなシャフトを選び出すことが困難な状態にある。

[0003] これを解決するものがフィッティング技術である。ゴルフクラブ全体に着目したフィッティング技術として、特許文献1に記載の技術が挙げられる。これは、高速度カメラによりインパクトの瞬間のヘッド挙動を撮影し、DLT法によって3次元座標に置き換えてヘッド姿勢を定量化したものである。これによって、クラブごとにインパクト時のヘッド姿勢が特定できるようになり、適切なクラブを選択することができる。しかしながら、本手法ではプレイヤーが実際に多くのクラブでゴルフボールを打つ必要があり、ベターな選択はできてもベストな選択が困難であった。

[0004] この問題点を解決し得る技術として、特許文献2に記載の技術がある。こちらは、まず始めにスイングを計測し、そのスイングデータに基づいてヘッド挙動をシミュレートするものである。この技術を用いれば、プレイヤーは

1回のスイング計測を行うだけで何百本もの試打に相当する結果が得られる。しかしながら、実際にはゴルファーは硬さや重量が異なるクラブを使用した場合、スイング自体を変化させてボールを打つ。そのため、1つのスイングデータに関して、極端に性能の異なるクラブやシャフトをシミュレートさせても、シミュレート結果が現実の解と合致しないという問題点があった。

[0005] この問題点を解決し得る技術として、特許文献3の技術が挙げられる。これは、シャフトの性能（フレックス・調子・トルクの3つの性能）ごとに変化するスイングを、応答曲面法を用いて算出し、変化後のスイングに基づいてシミュレートすることで、より現実の現象に近いシミュレートができる。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0006] 特許文献1：特開2005-312734号公報

特許文献2：特許4871218号公報

特許文献3：特開2011-425号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献3に記載の技術においては、例えばゴルフクラブを構成する部材の「重量」や「長さ」を変化させてシミュレートすることは難しいという問題がある。この理由は、重量や長さを変化させた場合、同一のプレイヤーであってもアドレス（ゴルフクラブを地面に付けた状態）からトップ（ゴルフクラブを振り上げた状態）、トップからインパクト（ヘッドがボールに当たった状態）まで等のスイング時間が大きく異なり、十分な計算精度が得られないためである。そのため、特許文献3に記載の技術では、変化させることができるゴルフクラブのスペックが重量や長さ等のスイング時間に大きく影響するものを除くスペックに限定されていた。

[0008] また、同文献に記載の技術においても膨大な計算結果の中から即座に適切なスペックを見つけ出すことは困難であった。そのため、即座にフィードバ

ックが求められるフィッティングの場面に適用することは難しかった。

[0009] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、スイング時間に影響するスペックを変化させた場合にも正確な計算結果を算出し、短時間でシミュレーション結果を出力することができるゴルフ用具フィッティングシステム、及びゴルフ用具フィッティングプログラムを提供する。

### 課題を解決するための手段

[0010] 以下では、本発明の理解を容易にするために添付図面の参照符号を便宜的に括弧書きにて付記するが、それにより本発明が図示の態様に限定されるものではない。

[0011] 上述した課題を解決するために、本発明の一態様は、スペックの異なる複数のゴルフクラブに取り付けられたセンサからスイングデータを取得するスイングデータ取得部（21）と、前記スイングデータ取得部により取得されたスイングデータに基づき、応答曲面法によってスイング応答曲面を算出するスイング応答曲面算出部（221）と、前記スイングデータ取得部により取得されたスイングデータに基づき、応答曲面法によって時間応答曲面を算出する時間応答曲面算出部（222）と、前記スイング応答曲面と前記時間応答曲面とから計測していないゴルフクラブのスイングデータを算出し、算出したスイングデータに基づき、ゴルフスイングのシミュレーションを実行するシミュレーション実行部（23）と、前記シミュレーション実行部によるシミュレーション結果を出力する結果出力部（24）と、を有するゴルフ用具フィッティングシステム（2）。

[0012] また、本発明の一態様は、上記ゴルフ用具フィッティングシステムにおいて、前記シミュレーションに用いられる前記複数のゴルフクラブのスペックは、少なくとも重量を含むことを特徴とする。

[0013] また、本発明の一態様は、上記ゴルフ用具フィッティングシステムにおいて、前記シミュレーションに用いられる前記複数のゴルフクラブのスペックは、少なくともクラブ長さを含むことを特徴とする。

[0014] また、本発明の一態様は、上記ゴルフ用具フィッティングシステムにおい

て、前記シミュレーションに用いられる前記複数のゴルフクラブのスペックは、少なくとも2つのスペックが異なり、前記少なくとも2つの異なるスペックは互いの影響度の差が所定以内であることを特徴とする。

[0015] また、本発明の一態様は、上記ゴルフ用具フィッティングシステムにおいて、前記シミュレーションに用いられる前記複数のゴルフクラブのスペックは、異なる3つのスペックと該各々のスペックが3水準を有する27のスペックのうち、実験計画法におけるL9型直交表に基づいて選定した9つのスペックであることを特徴とする。

[0016] また、本発明の一態様は、上記ゴルフ用具フィッティングシステムにおいて、前記異なる3つのスペックが、重量、調子、及びフレックスであることを特徴とする。

[0017] また、本発明の一態様は、上記ゴルフ用具フィッティングシステムにおいて、前記異なる3つのスペックが、クラブ硬さ、クラブ長さ、クラブ総重量、及びクラブバランスのうちから選ばれることを特徴とする。

[0018] また、本発明の一態様は、上記ゴルフ用具フィッティングシステムにおいて、前記異なる3つのスペックが、ヘッドの重心高さ、重心深度、重心距離、及び重心角のうちから選ばれることを特徴とする。

[0019] また、本発明の一態様は、上記ゴルフ用具フィッティングシステムにおいて、前記異なる3つのスペックが、ヘッドのロフト角、ライ角、及びフェイス角であることを特徴とする。

[0020] また、本発明の一態様は、上記ゴルフ用具フィッティングシステムにおいて、前記異なる3つのスペックのうち、第1のスペックの分割水準数を  $i$ 、その水準を  $1$ 、第2のスペックの分割水準数を  $j$ 、その水準を  $m$ 、第3のスペックの分割水準数を  $k$ 、その水準を  $n$  とした場合、前記結果出力部は、前記シミュレーション結果に対して  $(i-1) \times j + (m-1) \times k + (n-1)$  で定義される結果番号を割り振り、前記結果番号から  $(j-1) \times k \times (i-1)$  を減じた値をプロット番号として前記結果番号と置換え、該プロット番号を横軸、シミュレーション結果を縦軸としてプロットしたデータを前

記フィッティング結果として出力することを特徴とする。

[0021] また、本発明の一態様は、上記ゴルフ用具フィッティングシステムにおいて、前記フィッティング結果の出力において、前記結果出力部は、下記（i）～（i i i）の条件に当てはまる前記プロットしたデータ同士を線分で結んで出力することを特徴とする。

（i）第1のスペックが第2、第3のスペックと異なり、第2、第3のスペックが同一であるデータ。

（i i）第2のスペックが第1、第3のスペックと異なり、第1、第3のスペックが同一であるデータ。

（i i i）第3のスペックが第1、第2のスペックと異なり、第1、第2のスペックが同一であるデータ。

[0022] また、本発明の一態様は、上記ゴルフ用具フィッティングシステムにおいて、前記結果出力部は、前記フィッティング結果を、各々の絶対値と傾きとの関連に応じて自然言語に変換して出力することを特徴とする。

[0023] また、本発明の一態様は、上記ゴルフ用具フィッティングシステムにおいて、前記結果出力部は、前記シミュレーション結果の最大値を示すスペックを、製品名に変換して出力することを特徴とする。

[0024] また、本発明の一態様は、上記ゴルフ用具フィッティングシステムにおいて、前記出力部は、前記シミュレーション実行部によるシミュレーション結果に基づき、ゴルフクラブを選定して表示することを特徴とする。

[0025] また、上述した課題を解決するために、本発明の一態様は、スペックの異なる複数のゴルフクラブに取り付けられたセンサからスイングデータを取得するスイングデータ取得手順と、前記スイングデータ取得手順で取得されたスイングデータに基づき、応答曲面法によってスイング応答曲面を算出するスイング応答曲面算出手順と、前記スイングデータ取得手順で取得されたスイングデータに基づき、応答曲面法によって時間応答曲面を算出する時間応答曲面算出手順と、前記スイング応答曲面と前記時間応答曲面とから計測していないゴルフクラブのスイングデータを算出し、算出したスイングデータ

に基づき、ゴルフスイングのシミュレーションを実行するシミュレーション実行手順と、前記シミュレーション実行手順によるシミュレーション結果を出力する結果出力手順と、をコンピュータに実行させるためのゴルフ用具フィッティングプログラム。

## 発明の効果

[0026] 本発明によれば、スイング時間に影響するスペックを変化させた場合にも正確な計算結果を算出し、短時間でシミュレーション結果を出力することができる。

## 図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の第1の実施形態の構成を示すブロック図である。

[図2]ゴルフシャフトのスペックの一例を示す説明図である。

[図3]ゴルフシャフト及びゴルフクラブヘッドのスペックの一例を示す説明図である。

[図4]スイングデータを得るための試打に用いる9本のゴルフクラブのスペックを示す図である。

[図5]図1に示すゴルフ用具フィッティングシステム2の動作を示すフローチャートである。

[図6]シャフト重量が同じ場合のスイングデータを示す図である。

[図7]シャフト重量が異なる場合のスイングデータを示す図である。

[図8]スイング応答曲面のみで作成したスイングデータである。

[図9]スイング応答曲面と時間応答曲面で作成したスイングデータである。

[図10]特別な処理をしない場合のシミュレーション結果を示す図である。

[図11]シミュレーション番号とゴルフクラブのスペックとの関係を示す図である。

[図12]結果番号の割り振り後の、結果番号とゴルフクラブのスペックとの関係を示す図である。

[図13]結果番号を横軸に選んだときのシミュレーション結果を示す図である。

[図14]プロット番号を横軸に選んだときのシミュレーション結果を示す図である。

[図15]異なる9つの弾道を示す模式図である。

[図16]縦軸に複合的な条件としてF値を選んだシミュレーション結果を示す図である。

[図17]スペックごとの影響度を示す図である。

[図18]3つの異なるスペックとしてヘッド重量、シャフト振り剛性分布、ヘッド重心高を選んでシミュレーションした結果を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0028] 以下、本発明の一実施形態によるゴルフ用具フィッティングシステムについて、図面を参照して説明する。ここではゴルフ用具のスペックとしてゴルフシャフトを例示して説明するが、これに限定されない。図1は同実施形態の構成を示すブロック図である。この図において、符号1は、予めスペックが既知であるゴルフシャフトが装着されたゴルフクラブであり、グリップ部分のシャフト内部にセンサ11と、センサ11の出力を無線通信によって外部へ送信する送信部12を備えている。センサ11はシャフト外部に取り付ける形態であってもよい。また、センサ11は、3軸の加速度と、3軸の角速度を検出して出力する6軸センサである。さらに、センサ11は、3軸の加速度と、3軸の角速度に加えて、地磁気を用いて3軸の方位を計測する9軸センサ等であってもよい。あるいは、センサ11として、6軸センサと3軸の地磁気センサの2つが用られても良い。

[0029] 符号2は、コンピュータ装置で構成するゴルフ用具フィッティングシステムである。符号20は、送信部12が送信するセンサ出力データ（スイングデータ）を受信する受信部である。符号21は、受信部20を介して、スイングデータを取得するスイングデータ取得部である。符号221は、取得したスイングデータから、ゴルフクラブ1を試打した時のスイング応答曲面を求めるスイング応答曲面算出部である。符号222は、取得したスイングデータから、ゴルフクラブ1を試打した時のスイング時間の応答曲面を求める

時間応答曲面算出部である。符号23は、スイング応答曲面と時間応答曲面を用いて、FEM (Finite Element Method) によるシミュレーションを行うシミュレーション実行部である。符号24は、シミュレーション実行部23において実行したシミュレーションの結果を出力する結果出力部である。

[0030] 次に、スイング計測データを得るための試打に用いるゴルフクラブ1について説明する。ゴルファーは、スイングを行う際に使用したシャフトの重量、曲げ剛性、振り剛性などを考慮に入れ、そのクラブ特性にあわせたスイングを行う。このため、所定の特性を有する1本のゴルフクラブを使用してスイングの計測データを取得して、スイングの解析を行っても妥当な解析結果を得ることが難しい場合がある。すなわち、クラブのスペックが異なればスイングが異なるのである。そこで、一例として、実験計画法に基づき、数多くあるゴルフクラブのスペックのうち、3つの異なるスペックが選定され、それぞれのスペックに3水準を設けた合計27本がクラブを用意された。その中から、L9型直交表に基づき9本のゴルフクラブが選出された。実験計画法を用いずに3要因3水準のデータを得ようとする $3^3 = 27$ 本のクラブについて実験しなければならず、現実には実験することは難しいためである。ここでは例として、シャフトの重量、シャフトの曲げ剛性（シャフトスペックのフレックスに相当、以下フレックスという）、シャフトの曲げ剛性分布（シャフトスペックの調子に相当、以下調子という）のスペックが用いられる。用いられるクラブのスペックは、3スペックが3水準で異なるものを例示しているが、異なるスペックを複数含むゴルフクラブであればこれに限定されない。本実施形態は、特に重量や長さのスペックが異なるゴルフクラブに好適に使用できる。

[0031] 図2に示すように、今回例示したシャフトの3つのスペックは、シャフトのみの重量と、たわみで規定されるフレックス（図2(a)）と、シャフトのしなりが最も大きくなる点を示す関数Pの係数Cで規定される調子（図2(b)）とからなる。

[0032] 図2(a)は、一例として、シャフトの細径側端部から920mmの位置が下側から支持され、そこからさらに150mm太径側方向の位置（細径側端部から1070mm）が上側から支持され、細径側から10mmの位置に3.0kgfの荷重が加えられた状態を示す。このときの細径側端部の変位量がフレックス（曲げ剛性）を表す。

[0033] 図2(b)は、調子（曲げ剛性分布 $L(x)$ ）の一例を示す。この図において、 $EI(i)$ は曲げ剛性を示し、 $x$ はシャフトの先端を基準としたシャフト上の位置を示す。曲げ剛性分布 $L(x)$ は、 $L(x) = C0 \times P0(x) + C1 \times P1(x) + C2 \times P2(x) + C3 \times P3(x) \dots$ の式で表現される。

[0034] 調子は、シャフトのしなりが最も大きくなる点がグリップ寄りにある元調子、ヘッド寄りにある先調子、及び中間にある中調子に分類される。

[0035] また、調子は関数 $P$ の係数 $C$ で規定する値によって、元調子、先調子、中調子のいずれかに割り当てられている。スイングデータの取得は、前述した9本のゴルフクラブ1を使用して行われる。

[0036] なお、他のスペックとして、シャフトの振り剛性（シャフトスペックのトルクに相当、以下トルクという）、シャフトの振り剛性分布、シャフト重量分布、ゴルフクラブ長さ、ヘッド重量、クラブバランス、ヘッド重心深度、ヘッド重心高、ヘッド重心距離、グリップ重量、ロフト角、ライ角及びフェイス角を適用することが可能である。

[0037] 図3に示すように、トルクは、シャフトの振り角で規定される。図3(a)は、一例として、シャフトの細径側端部から1035mmの位置が固定され、シャフトの先端から45mmの位置に振り荷重が与えられた状態を示す。なお、Aはしなり方向が固定された状態で回転可能であり、Bは完全に固定されている。また、シャフト軸線上から120mm離れた位置に1.152kgfの振り荷重が加えられている。このときのシャフト細径側端部の振れ角度が、トルクとして定義される。

[0038] また、ヘッド重心深度は、フェイス面からヘッドの重心までの深さ（距離

）で規定される（図3（b））。また、ヘッド重心高は、リーディングエッジからフェイス面上の重心までの長さで規定され、重心距離は、シャフト軸線からフェイス面上の重心に向かって垂線を延ばした際の長さで規定される（図3（c））。また、シャフトの振り剛性分布とシャフトの重量分布についても、曲げ剛性分布と調子との関係と全く同一に表現することができる。

[0039] クラブバランス（スイングウェイトともいう）は、ゴルフクラブのヘッドの利き具合（スイングやワググルの際にヘッドの重量感をどれだけ感じやすいか）を示す。クラブバランスはKenneth Smith社製クラブバランス計「G o l f C l u b S c a l e」を用いて測定される。

[0040] クラブ硬さは、グリップとヘッドを取り付けた状態での振動数で表される。この振動数は、藤倉ゴム工業社製「G o l f C l u b T i m i n g H a r m o n i z e r」を用いて測定される。例えば、グリップ端部から180mmが固定された状態で、クラブヘッドを振動させたときの、グリップ端部から760mmの位置の1分間あたりの振動数がクラブ硬さとして規定される。

[0041] 図4は、実験計画法L9型直交表に基づき、スイングデータを得るための試打に用いる9本のゴルフクラブのスペックを示す。シャフト重量は、正規化した値を示しており、値が小さいほど重量が重いことを意味する。また、フレックスは、正規化した値を示しており、値が小さいほど剛性が高いことを意味する。シャフト重量、フレックスは共に、規定の長さ（1300mm）と径（12mm）を有する場合にゴルフシャフトとして機能する範囲を採用した。ここでは、シャフト重量に関しては、0の場合はシャフト重量が80g、0.5の場合はシャフト重量が70g、1の場合はシャフト重量が60gとした。また、フレックスに関しては、0の場合はフレックス（曲げ剛性）の値が130mm、0.5の場合はフレックス（曲げ剛性）の値が180mm、フレックスが1の場合は、フレックス（曲げ剛性）の値が220mmとした。また、調子に関しては、0の場合は先調子、0.5の場合は中調子、1の場合は元調子とした。用いられるクラブの本数は9本に限らず、現実的に実験が行える数量であれ

ばよい。

[0042] なお、図4に示すゴルフクラブに取り付けられるヘッドは同一のものを使用しており、シャフト長さとゴルフクラブの重量も同一である。これは、フィッティングしたいスペック以外は同一のスペックのゴルフクラブを使用することで、その他の要因による変化をなくすための措置である。また、9本のゴルフクラブ1のそれぞれについて、センサ11、送信部12等をシャフト内に挿入することによりゴルフクラブ1の総重量が重くならないように、センサ11、送信部12及びこれらを動作させるために必要な機器全体の重量が20gに抑えられている。これにより、市販の軽量グリップを用いることで総重量の増加を抑えることができるため、クラブの重量増加によるスイングへの悪影響が抑制される。

[0043] 次に、図5を参照して、図1に示すゴルフ用具フィッティングシステム2の動作を説明する。まず、試打を行う者（フィッティング対象のユーザ）は、9本のゴルフクラブ1のうち、クラブ番号が「1」であるゴルフクラブ1を使用して試打を行う。センサ11は、この試打動作中の検出結果（スイングデータ）を送信部12に対して出力する。送信部12は、センサ11からスイングデータの出力が行われると、無線通信を使用してスイングデータを外部へ送信する。このスイングデータは、受信部20によって受信され、スイングデータ取得部21に出力される。スイングデータ取得部21は、このスイングデータを内部に保持する（ステップS1）。

[0044] この動作を他のゴルフクラブ1（クラブ番号が「2」～「9」）について繰り返し行うことによって、スイングデータ取得部21の内部には、少なくとも9本のゴルフクラブ1のそれぞれによって1回試打した場合の時系列のスイングデータが保持されることになる。スイングデータ取得部21は、取得したスイングデータをゴルフクラブ1のグリップ部分の移動速度データと、シャフトの軸回転データとに変換する。この変換は、ゴルフクラブ1内に挿入されているセンサ11の取付位置と、ゴルフクラブ1のグリップ部分の予め決められた2点の位置関係とから幾何学的に変換することにより行われ

る。

- [0045] 本実施形態では、スイングデータ取得部21は、スイングデータを参照して、スイングデータの中からスイングのトップ（ゴルフクラブを振り上げた状態）からインパクト（ヘッドがボールに当たった状態）までのスイングデータのみを移動速度データと軸回転データに変換する対象とした。しかし、アドレス（ゴルフクラブを地面に付けた状態）からインパクトまでのスイングデータを解析対象としてもよい。
- [0046] 次に、スイング応答曲面算出部221は、スイングデータ取得部21に保持されている9本のクラブのスイングデータを読み出して、試打者の技量と癖を1次関数化したスイング応答曲面を算出する（ステップS2）。スイング応答曲面とは、図4に示す9種類のゴルフクラブで試打した場合に得られたゴルフクラブのグリップ部分の移動速度データと軸回転データと、ゴルフクラブの3つのスペック（ここではシャフト重量、フレックス、調子）の関係式である。
- [0047] ここで数式1に関して説明する。複数のゴルフクラブを試打することにより計測されたスイングデータを $f_1 \sim f_9$ で表現し、時間 $t$ は $t = \{t_1, \dots, t_n\}$ に離散化する。なお、本実施形態では9本のゴルフクラブで試打したため、スイングデータは $f_1 \sim f_9$ までだが、その数値はゴルフクラブの試打本数によって変わる。さらに、 $f_j(t_i)$ は $j$ 番目のゴルフクラブによる計測量で、具体的には3方向加速度 $\{a_x, a_y, a_z\}$ 、3方向角速度 $\{\omega_x, \omega_y, \omega_z\}$ のそれぞれの量を示す。
- [0048] 9本のゴルフクラブのそれぞれの3つのスペック（設計変数）を $\{x_j, y_j, z_j\}$ （ $j = 1 \dots 9$ ）とすると、数式1の関係が得られる。そして、各 $t_i$ に対して、数式1を解いていく。
- [0049] ここで、 $x, y, z$ はそれぞれ設計変数であり、 $x$ が第1のスペック（シャフト重量）、 $y$ が第2のスペック（フレックス）、 $z$ が第3のスペック（調子）である。 $x_1 \sim x_n, y_1 \sim y_n, z_1 \sim z_n$ における $1 \sim n$ の番号は各クラブの番号に対応する。 $x$ バー、 $y$ バー、 $z$ バーは各解析に都合の良い任意

値が与えられる（例えば、設計変数の中間値）。

[0050] [数1]

$$\begin{Bmatrix} f_1(t_i) \\ f_2(t_i) \\ f_9(t_i) \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & (x_1 - \bar{x}) & (y_1 - \bar{y}) & (z_1 - \bar{z}) \\ 1 & (x_2 - \bar{x}) & (y_2 - \bar{y}) & (z_2 - \bar{z}) \\ 1 & (x_9 - \bar{x}) & (y_9 - \bar{y}) & (z_9 - \bar{z}) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} a_1(t_i) \\ a_2(t_i) \\ a_3(t_i) \\ a_4(t_i) \end{Bmatrix}$$

[0051] 数式 1 を解くことにより、数式 2 のように応答曲面の係数  $a_1 \sim a_4$  を求めることができる。数式 1 は  $n = 5$  以上の場合、一般には過条件にあり厳密な解は存在しない。そこで一般化逆行列  $A^+$ （ムーア・ペンローズ逆行列、擬似逆行列とも言う）が用いられる。これは、厳密な解が存在しない場合に近似解を求める手法である。すなわち、誤差  $\|Ax - b\|^2$  を最小とする解を求める手法である。一般的な数学的手法であるため、詳細は省略する。なお、ここでは数式 1 を解くために、MathWorks 社製数値計算ソフト「MATLAB」が用いられた。

[0052] 数式 2 で求められた係数  $a_1 \sim a_4$  が試打者の技量とスイングの癖に相当する値である。つまり、この処理によって、 $x$ 、 $y$ 、 $z$  を実際には計測していないスペックに変更したとしても、数式 3 に示したように関数  $f$  で表されるスイングデータが求められることになる。換言すると、数式 3 によって任意の  $\{x, y, z\}$  に対する 3 方向加速度、3 方向角速度の近似値として下記が得られる。数式 3 から、計測していない任意の  $m$  番目のシャフトによるスイングデータは数式 4 で示すように表わされる。数式 4 で表される  $f_m(t)$  が、スイング応答曲面である。

[0053] [数2]

$$\begin{Bmatrix} a_1(t_i) \\ a_2(t_i) \\ a_3(t_i) \\ a_4(t_i) \end{Bmatrix} = A^+ \begin{Bmatrix} f_1(t_i) \\ f_2(t_i) \\ f_9(t_i) \end{Bmatrix}$$

[0054] [数3]

$$f(t_i) = a_1(t_i) + a_2(t_i)(x - \bar{x}) + a_3(t_i)(y - \bar{y}) + a_4(t_i)(z - \bar{z})$$

[0055] [数4]

$$f_m(t) = a_1(t) + a_2(t)(x_m - \bar{x}) + a_3(t)(y_m - \bar{y}) + a_4(t)(z_m - \bar{z})$$

[0056] ゴルフクラブによるスイングの時間が変化する場合は、各ゴルフクラブによるスイングの時間を  $t_k$  ( $k = 1, \dots, 9$ ) とすると、各クラブ  $k$  に対して数式5のようにサンプリング時間が正規化される。

[0057] [数5]

$$t_i = \frac{i}{n} t_k$$

[0058] スイング時間に大きな差がない場合は、正規化の手間を省くために、9本のクラブのうち最もスイング時間の短かった  $t_{min}$  で打ち切ってもよい。

[0059] 次に、時間応答曲面算出部222は、スイングデータ取得部21に保持されている9本のクラブのスイングデータを読み出して、試打者のスイング時間を定式化した時間応答曲面を算出する（ステップS3）。時間応答曲面とは、図4に示す9種類のゴルフクラブで試打した場合に得られたスイング時間と、ゴルフクラブの3つのスペック（ここではシャフト重量、フレックス、調子）の関係式である。時間応答曲面は、数式6～数式8によって算出することができる。

[0060] 数式6における  $g_1 \sim g_9$  は、各ゴルフクラブのスイング時間である。そして、数式7で求められた係数  $b_1 \sim b_4$  が試打者のスイング時間に相当する値である。この処理によって、重量の違いによるスイング時間の違いを計算することができる。

[0061] [数6]

$$\begin{Bmatrix} g_1 \\ g_2 \\ g_9 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & (x_1 - \bar{x}) & (y_1 - \bar{y}) & (z_1 - \bar{z}) \\ 1 & (x_2 - \bar{x}) & (y_2 - \bar{y}) & (z_2 - \bar{z}) \\ 1 & (x_9 - \bar{x}) & (y_9 - \bar{y}) & (z_9 - \bar{z}) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{Bmatrix}$$

[0062] [数7]

$$\begin{Bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{Bmatrix} = B^+ \begin{Bmatrix} g_1 \\ g_2 \\ g_9 \end{Bmatrix}$$

[0063] 次に、数式 8 に基づき、それぞれの  $t$  が  $g_m$  に変換される。数式 8 で表される  $g_m$  が、時間応答曲面である。また、数式 9 から導きだされる  $f_m'(t)$  が、スイング応答曲面と時間応答曲面に基づき新たに算出したスイングデータである。

[0064] [数8]

$$g_m = b_1 + b_2(x_m - \bar{x}) + b_3(y_m - \bar{y}) + b_4(z_m - \bar{z})$$

[0065] [数9]

$$f_m'(t) = f_m\left(\frac{g_m}{t_i n} t\right)$$

[0066] シミュレーション実行部 23 は、スイングデータ取得部 21 に保存されている計測済みのグリップ部分の移動速度データ及び軸回転データと、スイン

グ応答曲面算出部 221 が算出したスイング応答曲面と時間応答曲面算出部 222 が算出した時間応答曲面とから、計測していないゴルフクラブのスイングデータを算出する。そして、シミュレーション実行部 23 は、算出されたスイングデータに基づきゴルフクラブヘッドの運動を動的有限要素法によりシミュレーションを行う（ステップ S4）。

[0067] この解析によって得られるゴルフクラブの運動を示すシミュレーション結果は、インパクト時のクラブスピード、フェイスアングル（クラブフェイスの飛球線に対する水平方向角度）、インパクトロフト（インパクト時における地面に対してのロフト角）である。クラブスピードは、球の飛距離に対応する。フェイスアングルは、球の方向性に対応する。インパクトロフトは、弾道高さに対応する。また、上記以外にも得られるシミュレーション結果はいくつも挙げられるが、一例を示すと、クラブパス、アタックアングル、ボールスピード、飛距離等あらゆる値をとり得る。

[0068] この動的有限要素法によるゴルフクラブヘッドの運動の解析方法は、公知の方法（例えば、市販の有限要素法ソフトウェア）を用いるため、詳細な処理動作の説明を省略する。シミュレーション実行部 23 は、考えられるスペック全てのゴルフクラブを使用して、試打者の技量、癖を 1 次関数化したスイング応答曲面と、試打者のスイング時間を定式化した時間応答曲面とを入力としてゴルフクラブヘッドの運動を解析する。このため、試打者の技量、癖及びスイング時間（スペックが異なる場合のスイングの性質とスイング時間の変化）を考慮したゴルフクラブの運動をシミュレートすることができる。

[0069] 前述の通り、重量やクラブ長さはスイング時間に大きな影響を及ぼす。図 6、図 7 にシャフト重量が同じ場合（図 6）と異なる場合（図 7）のスイングデータ（一例として  $\omega_x$ ）を示す。シャフト重量が同じ場合は、図 6 に示すように、スイング時間のばらつきは少ない。一方、シャフト重量がそれぞれ、40 g、60 g、80 g と異なる場合は、図 7 に示すようにスイング時間が大きくばらつく。

[0070] この場合、前述の通り数式2を一般化逆行列を用いて解くには、 $t$ を一定にする必要がある。図6のようにスイング時間が大きく変わらない場合はどのような方法でスイング時間を一定にしても大きな誤差は生まれない。しかし、図7のようにスイング時間が大きく異なる場合に無理やり一定にすると大きな誤差が生まれる。そこで、まずはそれぞれの $t$ が標準化された後、時間応答曲面算出部222は時間応答曲面を求める。求められた時間応答曲面に応じて再度 $t$ を変換することによって、スイング時間を反映したスイングデータを求めることができる。

[0071] このように、重量や長さを変更した場合にも適切なスイング時間を反映したスイングデータを作成することができる。そのため、重量や長さ等のスイング時間に大きく影響するスペックにおいても正確なシミュレーション結果を得ることができる。また、スイング時間に影響が少ないスペックにおいても厳密に言えばスイング時間は異なる。スイング応答曲面と時間応答曲面を導入することで、スイング時間に影響が少ないスペックにおいても計算精度を向上させることができる。図8がスイング応答曲面のみを用いて算出したデータ、図9がスイング応答曲面と時間応答曲面を用いて算出したデータである。

[0072] 次に、結果出力部24が出力する結果データの生成処理動作について説明する。ここでは、算出すべきゴルフシャフトのスペックであるシャフト重量の水準（第1のスペックの分割水準数 $i$ ）が3、フレックスの水準（第2のスペックの分割水準数 $j$ ）が5、調子の水準（第3のスペックの分割水準数 $k$ ）が5であるものとして説明する。分割水準数は、実際に試打した9本のスペックを任意の数に分割したものである。例えば、フレックスを例に挙げると、実際に試打した9本のうち、フレックスにはX, R, Lが存在するが、フレックスの分割水準数 $j$ を5とすることで、前記3つのフレックスの間のフレックス、すなわちS, Aについても結果を算出することができる（フレックスは硬い方からX, S, R, A, Lで表される）。

[0073] この場合、シミュレーション実行部23においては、 $3 \times 5 \times 5 = 75$ 本

のシャフトを装着したゴルフクラブの運動を模擬したシミュレーション結果が得られることになる。この結果データを、例えばクラブスピードを縦軸、シミュレーション番号を横軸として画面表示の出力が行われた場合、図10に示すような表示となる。これでは、どの値がどのようなスペック値を有するシャフトを示しているかを把握することが難しい。なお、図11はシミュレーション番号とゴルフクラブのスペックとの関係を示している。

[0074] そこで、次のような処理を行うことによって、ユーザがゴルフシャフトのスペック値を読み取ることができる。

[0075] まず、シミュレーション番号に下記の定義に基づき結果番号を割り振る。

結果番号：第1のスペックの分割水準数を  $i$ 、その水準を  $l$ 、第2のスペックの分割水準数を  $j$ 、その水準を  $m$ 、第3のスペックの分割水準数を  $k$ 、その水準を  $n$  とし、シミュレーション結果に対して  $(l-1)i + (m-1)j + (n-1)k$  で定義される。換言すると下記の通りである。

[0076] [1] 第1のスペックと第2のスペックの水準を最小値とし、第3のスペックの水準を最小値～最大値まで変化させる。

[2] 第1のスペックの水準を最小値とし、第2のスペックの水準を1水準大きくし、第3のスペックの水準を最小値～最大値まで変化させる。

[3] 第2スペックの水準が最大値となるまで [2] を繰り返す。

[4] 第1スペックの水準を1水準大きくし、[2]、[3] を実行する。

[5] 第1スペックの水準が最大値となるまで [4] を繰り返す。

上記の手順をより詳細に説明すると下記の通りである。

(A) シャフト重量を1水準目で固定、フレックスを1水準目で固定、調子を先調子から元調子に向かって5水準で変える。

(B) シャフト重量を1水準目で固定、フレックスを2水準目で固定、調子を先調子から元調子に向かって5水準で変える。

(C) シャフト重量を1水準目で固定、フレックスを3水準目で固定、調子を先調子から元調子に向かって5水準で変える。

(D) シャフト重量を 1 水準目で固定、フレックスを 4 水準目で固定、調子为先調子から元調子に向かって 5 水準で変える。

(E) シャフト重量を 1 水準目で固定、フレックスを 5 水準目で固定、調子为先調子から元調子に向かって 5 水準で変える。

(F) シャフト重量を 2 水準目で固定、フレックスを 1 水準目で固定、調子为先調子から元調子に向かって 5 水準で変える。

(G) シャフト重量を 2 水準目で固定、フレックスを 2 水準目で固定、調子为先調子から元調子に向かって 5 水準で変える。

(H) シャフト重量を 2 水準目で固定、フレックスを 3 水準目で固定、調子为先調子から元調子に向かって 5 水準で変える。

(I) シャフト重量を 2 水準目で固定、フレックスを 4 水準目で固定、調子为先調子から元調子に向かって 5 水準で変える。

(J) シャフト重量を 2 水準目で固定、フレックスを 5 水準目で固定、調子为先調子から元調子に向かって 5 水準で変える。

(K) シャフト重量を 3 水準目で固定、フレックスを 1 水準目で固定、調子为先調子から元調子に向かって 5 水準で変える。

(L) シャフト重量を 3 水準目で固定、フレックスを 2 水準目で固定、調子为先調子から元調子に向かって 5 水準で変える。

(M) シャフト重量を 3 水準目で固定、フレックスを 3 水準目で固定、調子为先調子から元調子に向かって 5 水準で変える。

(N) シャフト重量を 3 水準目で固定、フレックスを 4 水準目で固定、調子为先調子から元調子に向かって 5 水準で変える。

(O) シャフト重量を 3 水準目で固定、フレックスを 5 水準目で固定、調子为先調子から元調子に向かって 5 水準で変える。

[0077] 前述の (A) ~ (O) の順序で結果番号を定義すると、結果番号は図 1 2 に示すように定義される。図 1 2 において、シャフト重量 0 は、シャフトが重い (例えば、80 g) ことを示し、シャフト重量 0.5 は、シャフトの重さが中程度である (例えば、70 g) ことを示し、シャフト重量 1 は、シャ

フトが軽い（例えば、60g）ことを示している。また、フレックス0は、最も硬い（例えば、フレックスX）ことを示し、フレックス0.25（例えば、フレックスS）、0.5（例えば、フレックスR）、0.75（例えば、フレックスA）へと値が増加するにつれて徐々に柔らかくなる。フレックス1は最も柔らかい（例えば、フレックスL）ことを示している。また、調子0は、先調子を示し、調子0.25は、先中調子を示し、調子0.5は、中調子を示し、調子0.75は、中元調子を示し、調子1は、元調子を示す。

[0078] これに基づき、縦軸をクラブスピード、横軸を結果番号としてプロットした場合、図13に示すような結果が得られる。シミュレーション実行部23が実行順序を決めてシミュレーションを行い、その実行順序に基づき結果出力部24が結果出力を行うことにより、図13に示すようなクラブスピードの傾向を把握することができるようになる。しかし、図13に示す出力形式ではまだ不十分である。

[0079] 結果出力部24は、結果番号から  $(j-1) \times k \times (l-1)$  を減じた値をプロット番号として、再度プロットする。この方法でデータをプロットして出力したフィッティング結果が図14となる。

[0080] さらに詳細に説明すると、結果出力部24は、次の(a)～(e)のように結果番号を変換して新たにプロット番号を付与し、そのプロット番号とシミュレーション結果を再度プロットして出力する。これによって、ゴルフ用具のスペック値とシミュレーション結果との関係の傾向が把握できるようになる。

[0081] (a) シミュレーション順序にある(A)から(E)によって求めた結果をプロットする。

(b) シミュレーション順序にある(F)から(J)によって求めた結果を左にずらしてプロットする。ずらす量はx軸20個分  $(= 75 / 3 - 5 = 20)$  である。

(c) シミュレーション順序にある(K)から(O)によって求めた結果

を（b）でプロットしたものに対して、上記と同様の量だけさらにずらしてプロットする。

（d）調子だけが異なるもの同士、フレックスだけが異なるもの同士、シャフト重量だけが異なるもの同士を直線で結ぶ。

[0082] なお、煩雑さを防ぐため、調子は全て結び、フレックスとシャフト重量は端のスペックのみ結んだ。また、ここでは実際のシミュレーション結果値を直線で結んだが、直線で結ばれている点を4次関数で近似し、その近似値をシミュレーション結果値として用いることもできる。このように4次関数近似を用いることでゴルフ初心者にありがちなスイングの乱れを吸収し、より意義のある結果を表示することができる。

[0083] 図14において、縦軸は、クラブスピードであり、値が大きいほどスピードが速い（飛距離が出る）、値が小さいほどスピードが遅い（飛距離が出ない）ことを示す。横軸は、新たに設定したプロット番号である。○印がスペックと関連付けられたゴルフクラブを示す。各値にはゴルフシャフトのスペックである「フレックス」、「調子」、「シャフト重量」の値が関係づけられている。

[0084] 図14に示す結果の出力例を見ると、クラブスピードを最大にするためには、シャフト重量は「60g」、フレックスは一番硬い「X」、調子は「中元調子」を選択すると良いことが分かる。また、ここでは一例としてクラブスピードを示したが、フェイスアングルやインパクトロフト等も同様の手法で表現することができる。

[0085] さらに、結果出力部24は、スペックの傾向を自然言語によって表現して表示するようにしてもよい。すなわち、結果出力部24は、フィッティング結果を、各々の絶対値と傾きとの関連に応じて自然言語に変換して表示する。例えば、フィッティングの目的がクラブスピードを上げることであれば、結果出力部24は、「フレックスが硬いほどクラブスピードが上がる」、「シャフトが軽いほどクラブスピードが上がる」、「調子が元調子であるほどクラブスピードが上がる」、「シャフト重量の影響が最も大きい」等の表示

を行う。フィッティングの目的がインパクトロフトを大きくして球を上げることであれば、結果出力部 24 は、「フレックスが硬いほど球が上がる」、「シャフトが軽いほど球が上がる」、「調子が先調子であるほど球が上がる」、「フレックスの影響が最も大きい」等の表示を行う。これにより、ユーザは、スペックの傾向を自然言語で把握することができるようになるため、容易にゴルフ用具の選択ができるようになる。

[0086] このように、フィッティングの目的である「クラブスピード」とスペックとを関係つけて結果を出力するようにしたため、一目でスペックとの関連付けができる。また、結果出力部 24 は、クラブスピードが最大のときのゴルフシャフトのスペックを 1 点だけ出力するのではなく、ありうるスペックすべてを出力するようにした。これによって、ほどよい飛距離、ほどよい弾道高さ、ほどよい弾道の曲がりを実現できるスペックを把握することができるようになり、ユーザの好みに合わせてゴルフシャフトのスペックを選択することができるようになる。これは特に、フェイスアングルを算出した際に有効であり、ほどよい弾道の曲がりを選べることはユーザにとって好ましい。弾道を曲げたいがために、最大に曲がるシャフトを選んでしまうと、弾道の曲がりすぎの問題が出てくるためである。

[0087] なお、図 14 において、結果出力部 24 が○印に対してスペックを表す文字情報を表示する例を示したが、色分けをして関係づけたスペックを表示するようにしてもよい。また、さらに見やすくするために、結果出力部 24 は、ベストな値を含むものを目立つように、線の色の濃さ等を変更して出力するようにしてもよい。また、結果出力部 24 は、図 14 をさらに簡略化したデータとして自然言語に変わるユーザへの伝達手段を出力してもよい。

[0088] また、前述した説明では、第 1 のスペックをシャフト重量（3 水準）、第 2 のスペックをフレックス（5 水準）、第 3 のスペックを調子（5 水準）として説明したが、他のスペックを用いてもよい。

[0089] 例えば、第 1 のスペックをトルク（5 水準）、第 2 のスペックをフレックス（5 水準）、第 3 のスペックを調子（5 水準）としてもよい。また、第 1

のスペックをフレックス（5水準）、第2のスペックをトルク（5水準）、第3のスペックを重量（3水準）としてもよい。

[0090] 次に、フィッティング結果として、クラブスピードと弾道高さ、クラブスピードと弾道の曲がりなど複合的な条件を出力する動作について説明する。一般に、ゴルファーはゴルフクラブに1つの性能だけを求めるのではなく、複合的な性能を求める。例えば、クラブスピードを最大にしつつスライスを防ぐ、同時に弾道を高くするなどである。複合的な条件を出力する場合、ユーザの要望に基づいて図15に示される9つの弾道のうち1つが選択される。球の弾道は、弾道の高さと弾道の方角によって決まる。弾道高さを「High（高弾道）」、「Mid（中弾道）」、「Low（低弾道）」の3つに分け、弾道方向を「Fade（フェード）」、「Straight（ストレート）」、「Draw（ドロー）」の3つに分けると、図15に示すように9つの弾道に分けることができる。ここで、フェードとは、右打ちの場合に右へ曲がる弾道であり、ドローとは、右打ちの場合に左へ曲がる弾道のことである。そして、例えば、クラブスピードを最大にしつつ、選ばれた弾道を満たすような条件が出力される。複合的な条件を出力するため、目的関数Fを最大にするスペックが求められる。目的関数Fは、 $F = \alpha \times f_1 + \beta \times f_2 + \gamma \times f_3$ で表される。

[0091] 上記の式において、 $f_1$ は、第1の結果データ（例えばクラブスピード）であり、 $f_2$ は第2の結果データ（例えば、フェイスアングル）であり、 $f_3$ は、第3の結果データ（例えば、インパクトロフト）であり、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ は重み係数である。 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ は、各ゴルファーの要望に応じて適宜選択される。概ね、 $\alpha$ は、 $(\beta + \gamma)$ の値の1～3倍であることが好ましい。これはゴルファーにとって、クラブスピードが最も重要であるためである。

[0092] 図16は、複合的な条件として、弾道を低弾道・ドロー（Low・Draw）、クラブスピードを最大とした場合のフィッティング結果の出力例を示す図である。ここでは縦軸がクラブスピードを高めつつ、LowDrawの弾道を打つために適しているかを示している。この図から、このプレイヤー

にとっての最適なスペックは、シャフト重量が60g、フレックスがS、調子が中調子であることがわかる。

[0093] なお、結果出力部24は、シミュレーション結果（クラブスピード、インパクトロフト、フェイスアングル等）の最大値を示すスペックを、ゴルフ用具の製品名に変換して表示するようにしてもよい。

[0094] このように、弾道を選択し、その選択した弾道を実現するために適しているか否かを表示することができるため、ユーザは、所望の弾道を実現するゴルフ用具を容易に選ぶことができるようになる。すなわち、前述したゴルフ用具フィッティングシステムによってゴルフ用具のフィッティングが可能となる。また、短時間で計測・解析・結果表示を行うことができ、最適なゴルフシャフトのスペックを視覚的に判断できる。

[0095] 前述の例では、シャフト重量・フレックス・調子を選んだがこれに限定されない。また、3スペックに限らずこれより多くても少なくても良い。上述の通り、スイング時間が変わりやすいスペック（例えば重量やクラブ長さ）が異なるものが好ましい。他にはシャフトの曲げ剛性、シャフトの振り剛性、シャフト重量、シャフトの曲げ剛性分布、シャフトの振り剛性分布、シャフト重量分布、ゴルフクラブ長さ、ヘッド重量、クラブバランス、ヘッド重心深度、ヘッド重心高、ヘッド重心距離、グリップ重量、ロフト角、ライ角及びフェイス角のようなスペックが考えられる。

[0096] また、時間応答曲面としては、全てのスイング時間を同等とするように、各スイングデータを最も長いものに引き伸ばしたものをを用いてもよい。この場合、ある程度の精度と計算時間の短縮を図ることができる。

[0097] また、上述同様複数の異なるスペックを選ぶ場合、なるべく影響度が近いものを組み合わせる方がよい。影響度とは、そのスペックを変更した場合に、最終的なヘッド挙動にどの程度影響するかを示したものである。影響度を図17に示す。この理由としては次のとおりである。

[0098] 図18は3つの異なるスペックとしてヘッド重量（影響度：5）、シャフト振り剛性分布（影響度：1）、ヘッド重心高（影響度：1）を選んでシミ

ュレーションした結果を示す図である。このように、影響度が大きく異なるものを選んだ場合、影響度の大きいものにデータが引っ張られ、残りの影響度が小さいスペックの結果がほとんどわからない状況となる。そのため、異なるスペックとしては影響度が所定以内（本実施形態では2以内）のスペックである方が好ましい。また、3つの異なるスペックの影響度は、それぞれ同じであることがより好ましい。図18の例では影響度の大きいヘッド重量の違いによってヘッドスピードが変わることがわかるが、他の2つのスペックでは差が見られない。

[0099] 3つのスペックを選択して組み合わせる場合、シャフト重量、曲げ剛性（フレックス）、曲げ剛性分布（調子）を用いるのがよい。この場合、シャフトのフィッティング及び設計として好適に使用できる。

[0100] また、曲げ剛性（フレックス）、クラブ長さ、ヘッド重量を組み合わせてもよい。この場合、クラブのフィッティング及び設計として好適に使用できる。

[0101] また、ヘッドの重心高さ、重心深度、重心距離、及び重心角を組み合わせてもよい。この場合、ヘッドのフィッティング及び設計として好適に使用できる。

[0102] さらに、ヘッドのロフト角、ライ角、フェイス角を組み合わせてもよい。この場合、ヘッドのフィッティング及び設計として好適に使用できる。また、クラブ硬さ、クラブ長さ、クラブ総重量、及びクラブバランスを組み合わせてもよい。

[0103] ここでは上記の通り、好適な組み合わせを例示したが、これに限定されるものではない。

[0104] なお、ゴルフ用具フィッティングシステムの各機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより上述の各部の処理を行ってもよい。ここで、「記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行する」とは、コンピ

ユータシステムにプログラムをインストールすることを含む。ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータシステム」は、インターネットやWAN、LAN、専用回線等の通信回線を含むネットワークを介して接続された複数のコンピュータ装置を含んでもよい。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。このように、プログラムを記憶した記録媒体は、CD-ROM等の非一過性の記録媒体であってもよい。また、記録媒体には、当該プログラムを配信するために配信サーバからアクセス可能な内部または外部に設けられた記録媒体も含まれる。配信サーバの記録媒体に記憶されるプログラムのコードは、端末装置で実行可能な形式のプログラムのコードと異なるものでもよい。すなわち、配信サーバからダウンロードされて端末装置で実行可能な形でインストールができるものであれば、配信サーバで記憶される形式は問わない。なお、プログラムを複数に分割し、それぞれ異なるタイミングでダウンロードした後に端末装置で合体される構成や、分割されたプログラムのそれぞれを配信する配信サーバが異なってもよい。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、ネットワークを介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリ（RAM）のように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。また、上記プログラムは、上述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、上述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

[0105] また、上述した機能の一部または全部を、LSI（Large Scale Integration）等の集積回路として実現してもよい。上述した各機能は個別にプロセッサ化してもよいし、一部、または全部を集積してプロセッサ化してもよい。また、集積回路化の手法はLSIに限らず専用回

路、または汎用プロセッサで実現してもよい。また、半導体技術の進歩によりLSIに代替する集積回路化の技術が出現した場合、当該技術による集積回路を用いてもよい。

### 産業上の利用可能性

[0106] 以上のように、本発明にかかるゴルフ用具フィッティングシステム、及びゴルフ用具フィッティングプログラムは、ゴルファーの要望や癖、技量に応じたゴルフ用具のフィッティングに適用できる。

### 符号の説明

[0107] 1・・・ゴルフクラブ、11・・・センサ、12・・・送信部、2・・・ゴルフシャフトフィッティングシステム、20・・・受信部、21・・・スイングデータ取得部、221・・・スイング応答曲面算出部、222・・・時間応答曲面算出部、23・・・シミュレーション実行部、24・・・結果出力部

## 請求の範囲

- [請求項1]        スペックの異なる複数のゴルフクラブに取り付けられたセンサからスイングデータを取得するスイングデータ取得部と、
- 前記スイングデータ取得部により取得されたスイングデータに基づき、応答曲面法によってスイング応答曲面を算出するスイング応答曲面算出部と、
- 前記スイングデータ取得部により取得されたスイングデータに基づき、応答曲面法によって時間応答曲面を算出する時間応答曲面算出部と、
- 前記スイング応答曲面と前記時間応答曲面とから計測していないゴルフクラブのスイングデータを算出し、算出したスイングデータに基づき、ゴルフスイングのシミュレーションを実行するシミュレーション実行部と、
- 前記シミュレーション実行部によるシミュレーション結果を出力する結果出力部と、
- を有するゴルフ用具フィッティングシステム。
- [請求項2]        前記シミュレーションに用いられる前記複数のゴルフクラブのスペックは、少なくともシャフト重量を含む請求項1記載のゴルフ用具フィッティングシステム。
- [請求項3]        前記シミュレーションに用いられる前記複数のゴルフクラブのスペックは、少なくともクラブ長さを含む請求項1または2記載のゴルフ用具フィッティングシステム。
- [請求項4]        前記シミュレーションに用いられる前記複数のゴルフクラブのスペックは、少なくとも2つのスペックが異なり、前記少なくとも2つの異なるスペックは互いの影響度の差が所定以内である請求項1から3のいずれか1項に記載のゴルフ用具フィッティングシステム。
- [請求項5]        前記シミュレーションに用いられる前記複数のゴルフクラブのスペックは、異なる3つのスペックと該各々のスペックが3水準を有する

27のスペックのうち、実験計画法におけるL9型直交表に基づいて選定した9つのスペックである請求項1から4のいずれか1項に記載のゴルフ用具フィッティングシステム。

[請求項6] 前記異なる3つのスペックが、シャフト重量、調子、及びフレックスである請求項5に記載のゴルフ用具フィッティングシステム。

[請求項7] 前記異なる3つのスペックが、クラブ硬さ、クラブ長さ、クラブ総重量、及びクラブバランスのうちから選ばれる請求項1から4のいずれか1項に記載のゴルフ用具フィッティングシステム。

[請求項8] 前記異なる3つのスペックが、ヘッドの重心高さ、重心深度、重心距離、及び重心角のうちから選ばれる請求項1から4のいずれか1項に記載のゴルフ用具フィッティングシステム。

[請求項9] 前記異なる3つのスペックが、ヘッドのロフト角、ライ角、及びフェイス角である請求項1から4のいずれか1項に記載のゴルフ用具フィッティングシステム。

[請求項10] 前記異なる3つのスペックのうち、第1のスペックの分割水準数を $i$ 、その水準を $l$ 、第2のスペックの分割水準数を $j$ 、その水準を $m$ 、第3のスペックの分割水準数を $k$ 、その水準を $n$ とした場合、

前記結果出力部は、

前記シミュレーション結果に対して  $(l-1)i + (m-1)j + (n-1)k$  で定義される結果番号を割り振り、

前記結果番号から  $(j-1) \times k \times (l-1)$  を減じた値をプロット番号として前記結果番号と置換え、該プロット番号を横軸、シミュレーション結果を縦軸としてプロットしたデータを前記フィッティング結果として出力する請求項5～9のいずれか1項に記載のゴルフ用具フィッティングシステム。

[請求項11] 前記フィッティング結果の出力において、前記結果出力部は、下記 (i) ～ (iii) の条件に当てはまる前記プロットしたデータ同士を線分で結んで出力する請求項10に記載のゴルフ用具フィッティングシ

ステム。

(i) 第1のスペックが第2、第3のスペックと異なり、第2、第3のスペックが同一であるデータ。

(ii) 第2のスペックが第1、第3のスペックと異なり、第1、第3のスペックが同一であるデータ。

(iii) 第3のスペックが第1、第2のスペックと異なり、第1、第2のスペックが同一であるデータ。

[請求項12] 前記結果出力部は、前記フィッティング結果を、各々の絶対値と傾きとの関連に応じて自然言語に変換して出力する請求項10または11に記載のゴルフ用具フィッティングシステム。

[請求項13] 前記結果出力部は、前記シミュレーション結果の最大値を示すスペックを、製品名に変換して出力する請求項1から4のいずれか1項に記載のゴルフ用具フィッティングシステム。

[請求項14] 前記出力部は、前記シミュレーション実行部によるシミュレーション結果に基づき、ゴルフクラブを選定して表示する請求項1に記載のゴルフ用具フィッティングシステム。

[請求項15] スペックの異なる複数のゴルフクラブに取り付けられたセンサからスイングデータを取得するスイングデータ取得手順と、

前記スイングデータ取得手順で取得されたスイングデータに基づき、応答曲面法によってスイング応答曲面を算出するスイング応答曲面算出手順と、

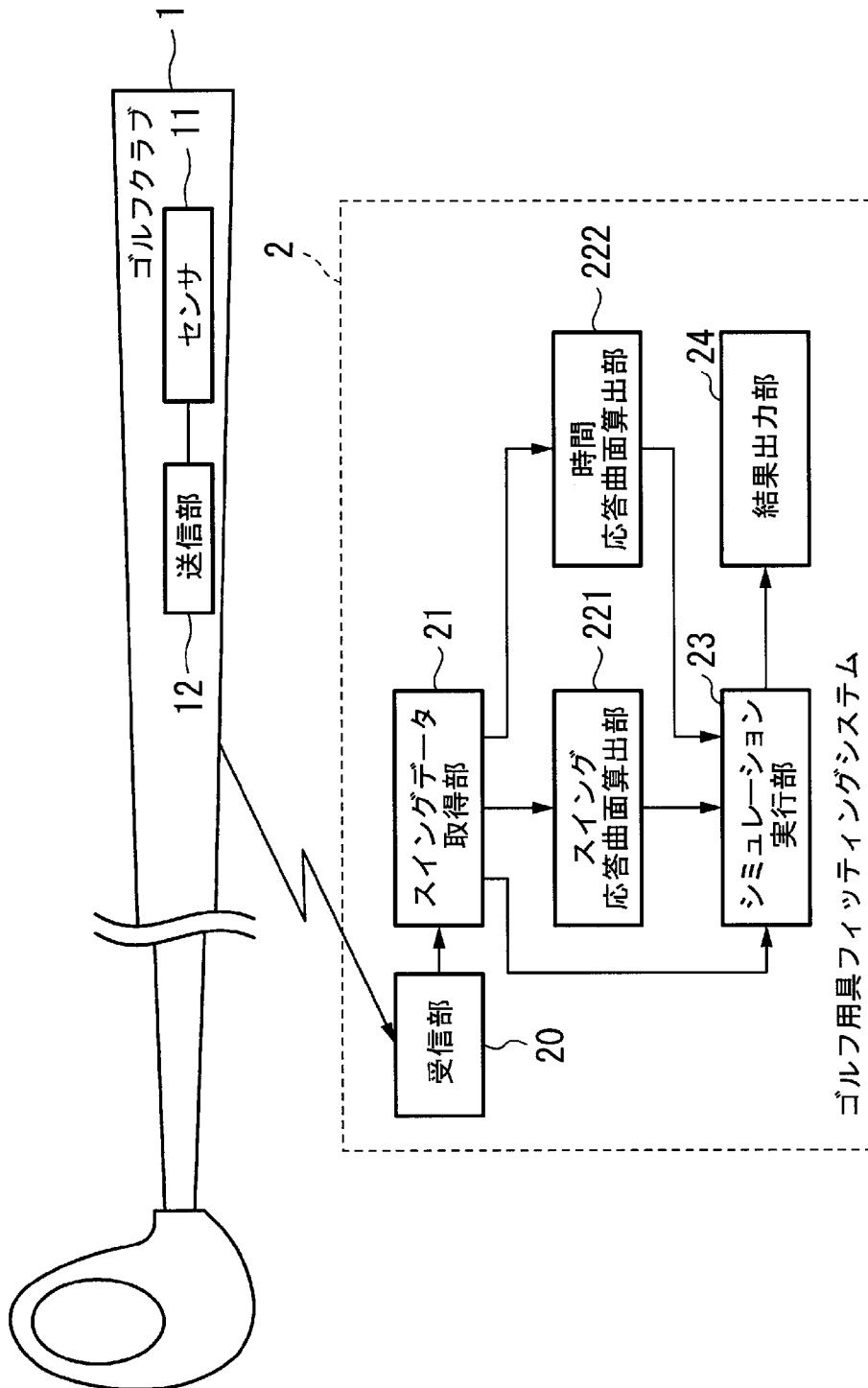
前記スイングデータ取得手順で取得されたスイングデータに基づき、応答曲面法によって時間応答曲面を算出する時間応答曲面算出手順と、

前記スイング応答曲面と前記時間応答曲面とから計測していないゴルフクラブのスイングデータを算出し、算出したスイングデータに基づき、ゴルフスイングのシミュレーションを実行するシミュレーション実行手順と、

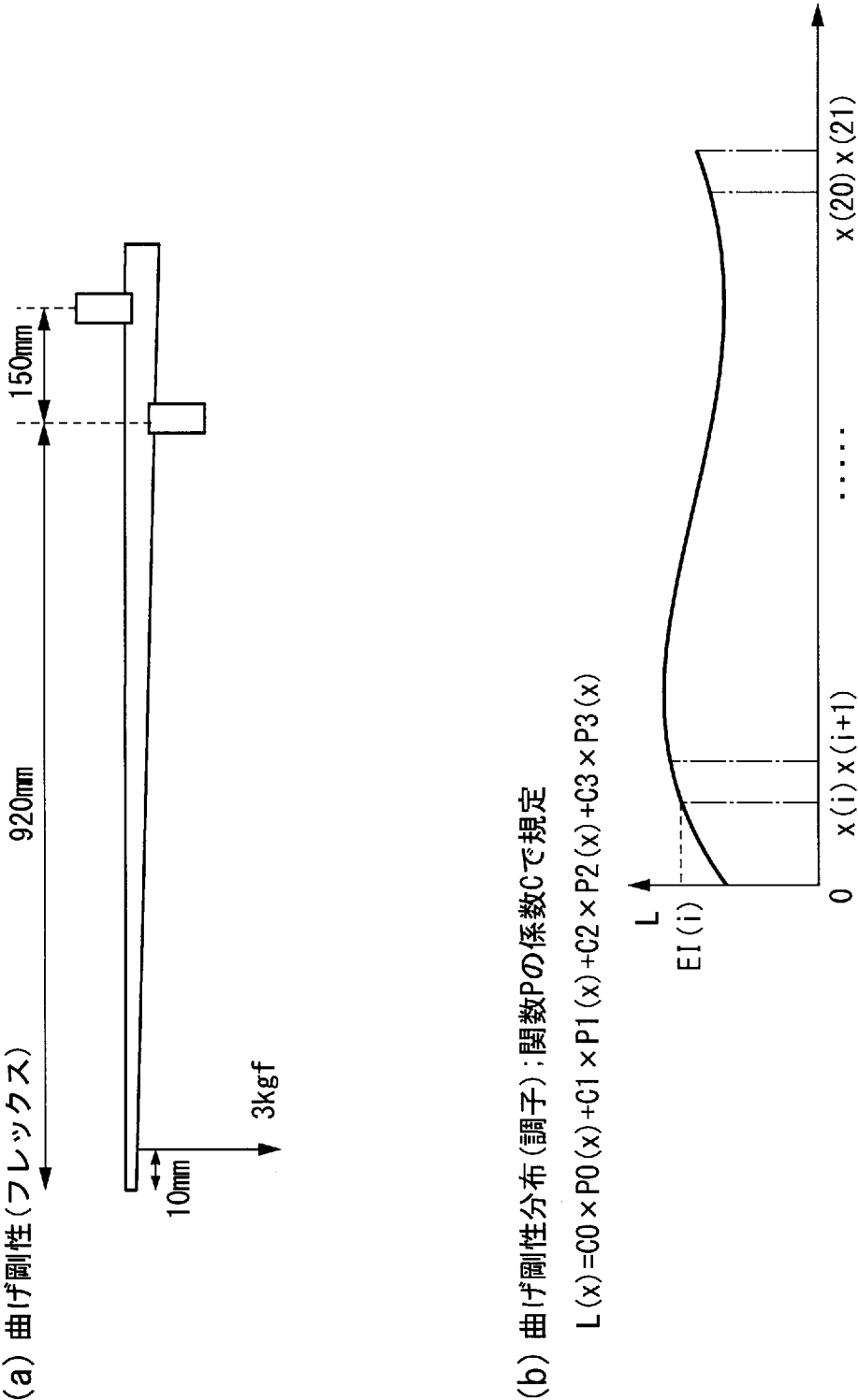
前記シミュレーション実行手順によるシミュレーション結果を出力する結果出力手順と、

をコンピュータに実行させるためのゴルフ用具フィッティングプログラム。

[図1]

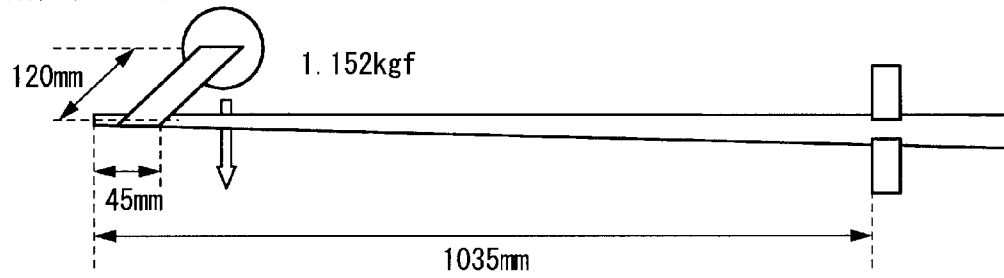


[図2]

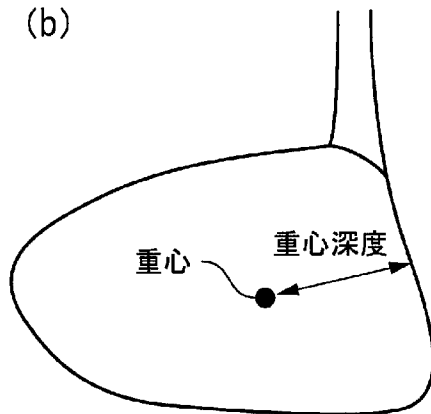


[図3]

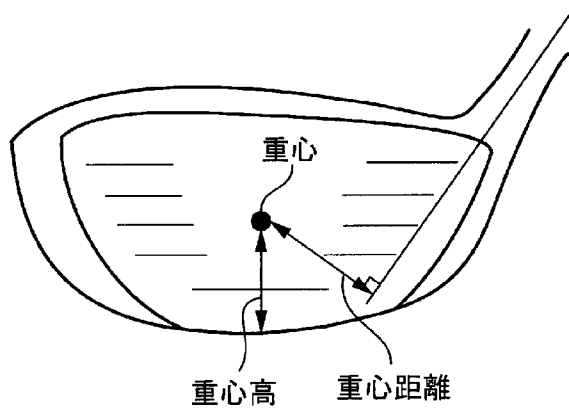
(a) 振り剛性(トルク)



(b)



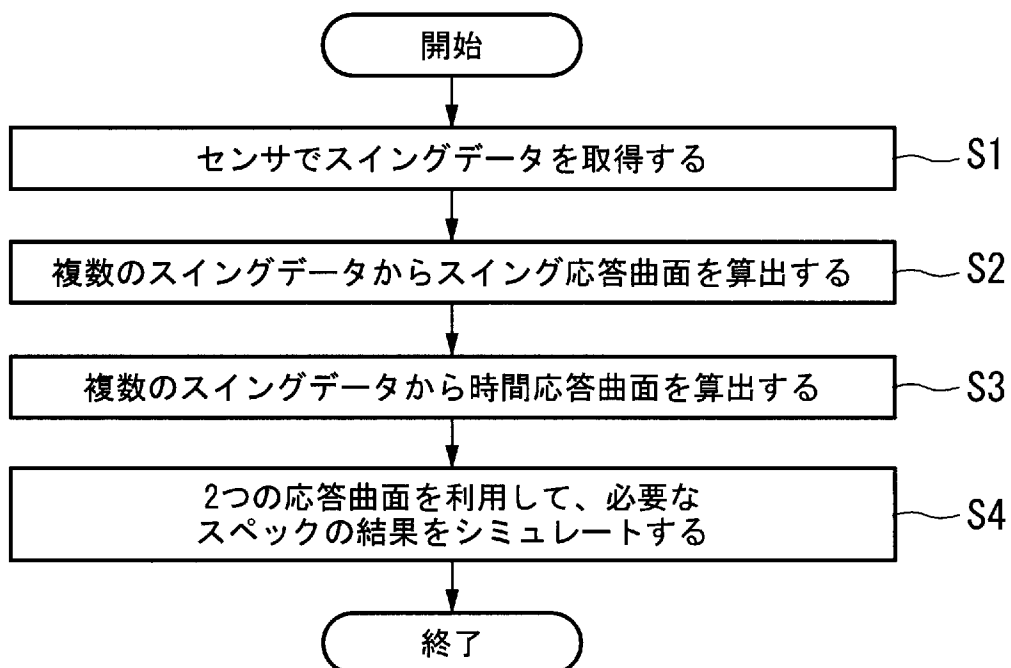
(c)



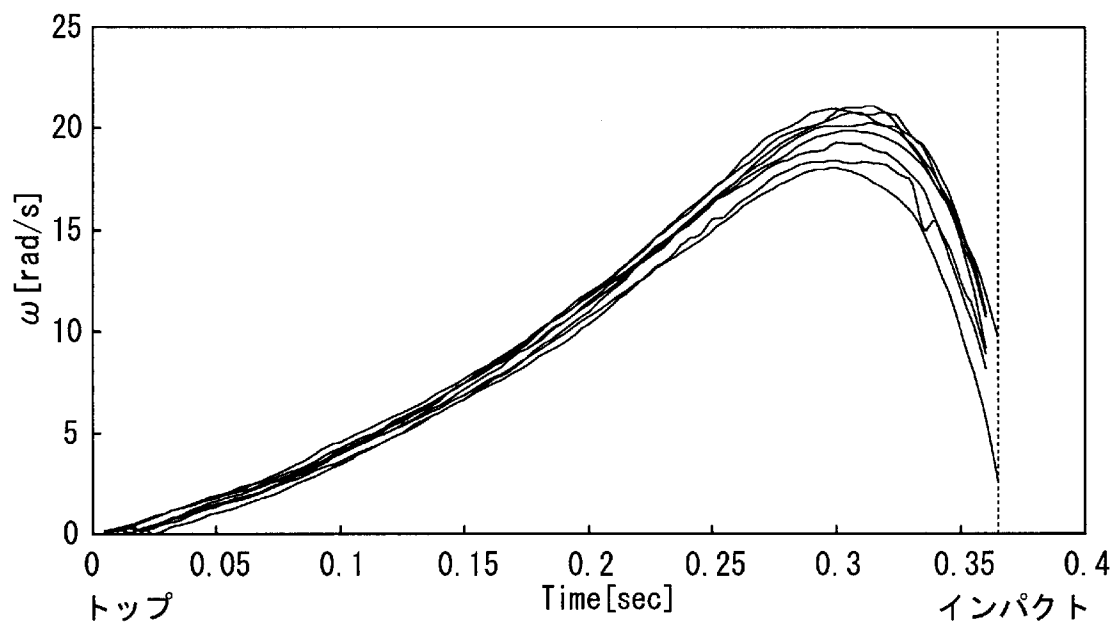
[図4]

| クラブ番号 | シャフト重量 | フレックス | 調子  |
|-------|--------|-------|-----|
| 1     | 0      | 0     | 0   |
| 2     | 0      | 0.5   | 0.5 |
| 3     | 0      | 1     | 1   |
| 4     | 0.5    | 0     | 0.5 |
| 5     | 0.5    | 0.5   | 1   |
| 6     | 0.5    | 1     | 0   |
| 7     | 1      | 0     | 1   |
| 8     | 1      | 0.5   | 0   |
| 9     | 1      | 1     | 0.5 |

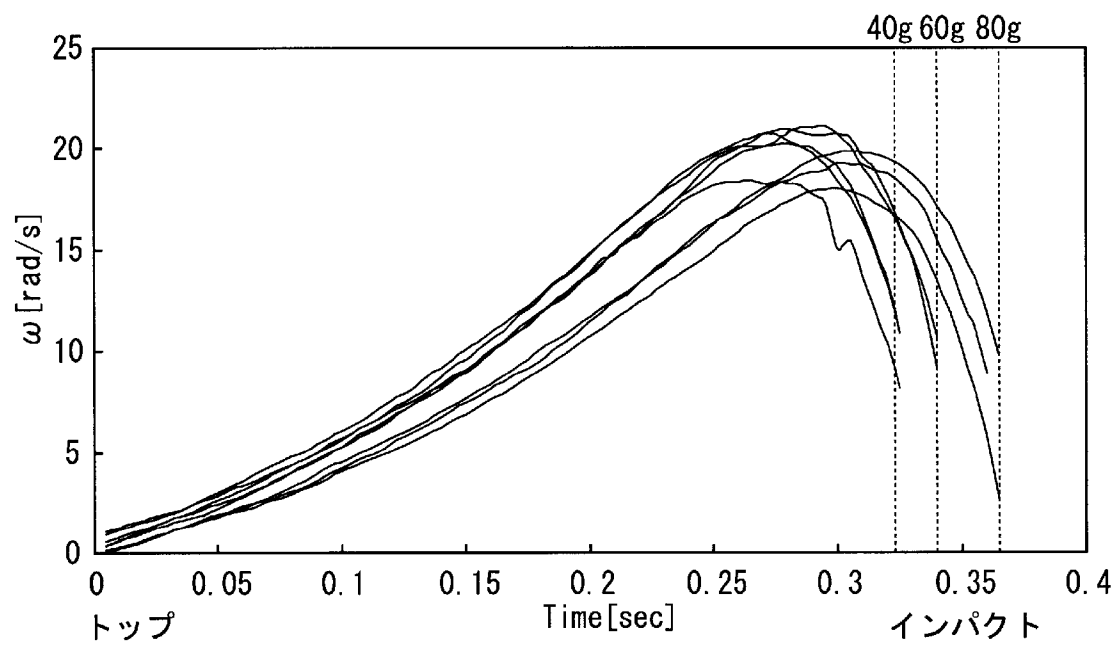
[図5]



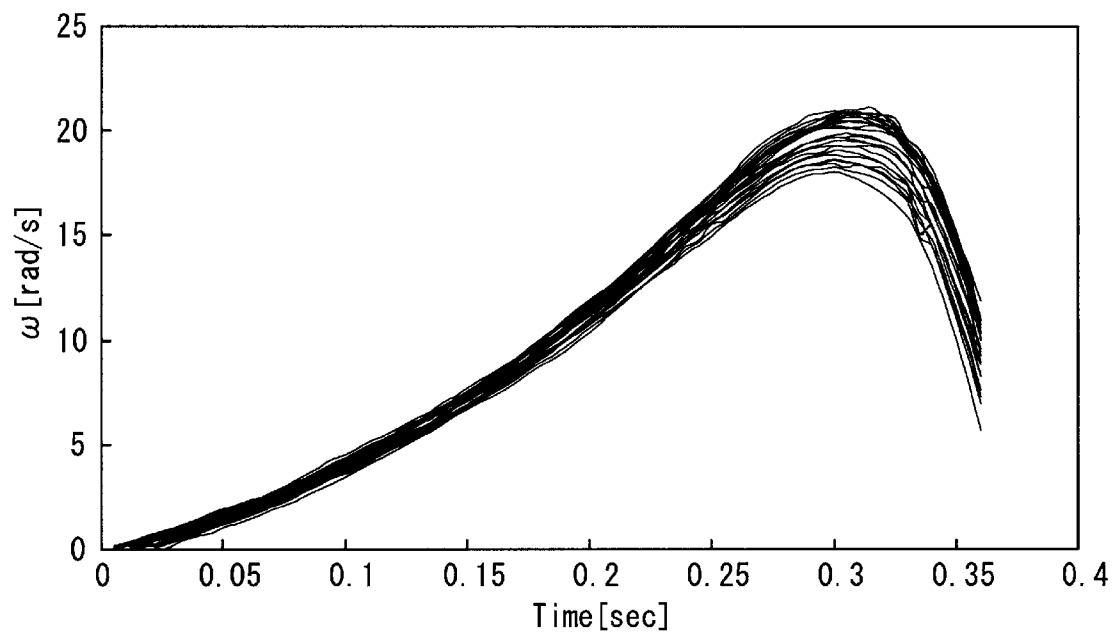
[図6]



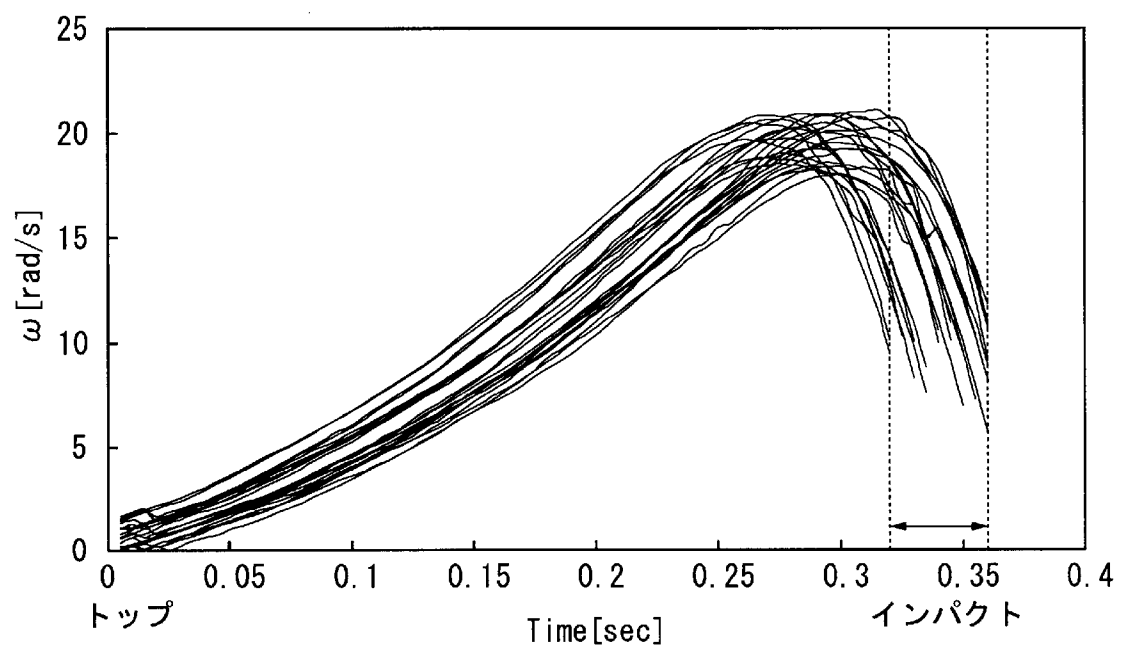
[図7]



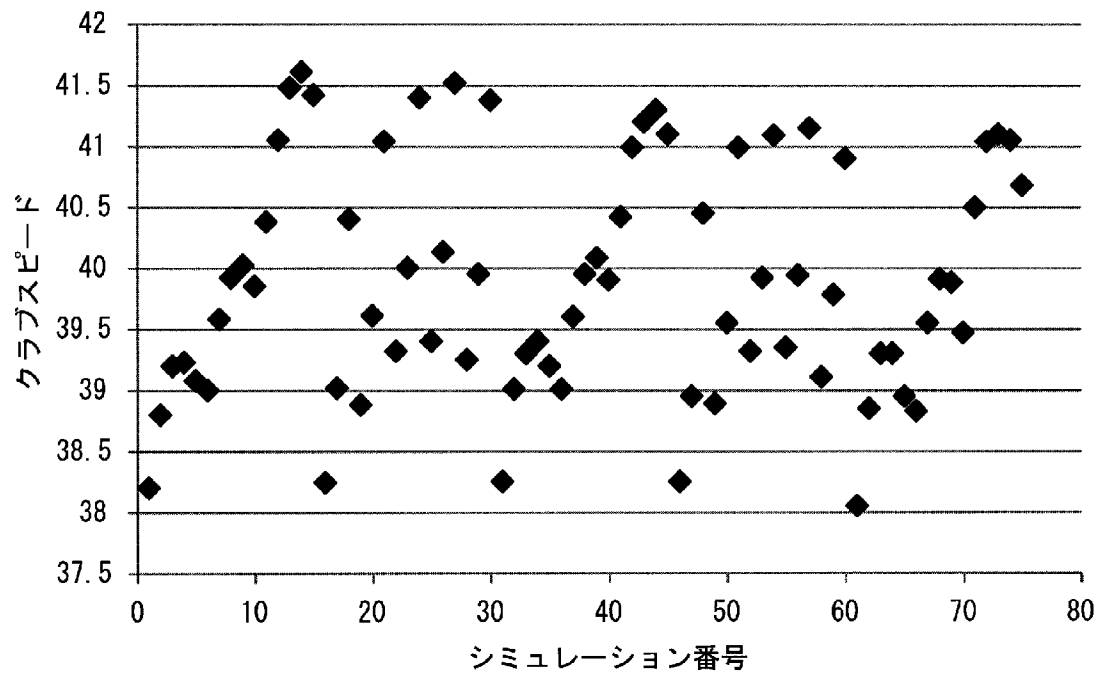
[図8]



[図9]



[図10]



[図11]

| 番号 | シャフト重量 | フレックス | 調子   |
|----|--------|-------|------|
| 1  | 0      | 0     | 0    |
| 2  | 0      | 0     | 0.25 |
| 3  | 0      | 0     | 0.5  |
| 4  | 0      | 0     | 0.75 |
| 5  | 0      | 0     | 1    |
| 6  | 0.5    | 0     | 0    |
| 7  | 0.5    | 0     | 0.25 |
| 8  | 0.5    | 0     | 0.5  |
| 9  | 0.5    | 0     | 0.75 |
| 10 | 0.5    | 0     | 1    |
| 11 | 1      | 0     | 0    |
| 12 | 1      | 0     | 0.25 |
| 13 | 1      | 0     | 0.5  |
| 14 | 1      | 0     | 0.75 |
| 15 | 1      | 0     | 1    |
| 16 | 0      | 0.25  | 0    |
| 17 | 0.5    | 0.25  | 0    |
| 18 | 1      | 0.25  | 0    |
| 19 | 0      | 0.25  | 0.25 |
| 20 | 0.5    | 0.25  | 0.25 |
| 21 | 1      | 0.25  | 0.25 |
| 22 | 0      | 0.25  | 0.5  |
| 23 | 0.5    | 0.25  | 0.5  |
| 24 | 1      | 0.25  | 0.5  |
| 25 | 0      | 0.25  | 0.75 |

| 番号 | シャフト重量 | フレックス | 調子   |
|----|--------|-------|------|
| 26 | 0.5    | 0.25  | 0.75 |
| 27 | 1      | 0.25  | 0.75 |
| 28 | 0      | 0.25  | 1    |
| 29 | 0.5    | 0.25  | 1    |
| 30 | 1      | 0.25  | 1    |
| 31 | 0      | 0.5   | 0    |
| 32 | 0      | 0.5   | 0.25 |
| 33 | 0      | 0.5   | 0.5  |
| 34 | 0      | 0.5   | 0.75 |
| 35 | 0      | 0.5   | 1    |
| 36 | 0.5    | 0.5   | 0    |
| 37 | 0.5    | 0.5   | 0.25 |
| 38 | 0.5    | 0.5   | 0.5  |
| 39 | 0.5    | 0.5   | 0.75 |
| 40 | 0.5    | 0.5   | 1    |
| 41 | 1      | 0.5   | 0    |
| 42 | 1      | 0.5   | 0.25 |
| 43 | 1      | 0.5   | 0.5  |
| 44 | 1      | 0.5   | 0.75 |
| 45 | 1      | 0.5   | 1    |
| 46 | 0      | 0.75  | 0    |
| 47 | 0.5    | 0.75  | 0    |
| 48 | 1      | 0.75  | 0    |
| 49 | 0      | 0.75  | 0.25 |
| 50 | 0.5    | 0.75  | 0.25 |

| 番号 | シャフト重量 | フレックス | 調子   |
|----|--------|-------|------|
| 51 | 1      | 0.75  | 0.25 |
| 52 | 0      | 0.75  | 0.5  |
| 53 | 0.5    | 0.75  | 0.5  |
| 54 | 1      | 0.75  | 0.5  |
| 55 | 0      | 0.75  | 0.75 |
| 56 | 0.5    | 0.75  | 0.75 |
| 57 | 1      | 0.75  | 0.75 |
| 58 | 0      | 0.75  | 1    |
| 59 | 0.5    | 0.75  | 1    |
| 60 | 1      | 0.75  | 1    |
| 61 | 0      | 1     | 0    |
| 62 | 0      | 1     | 0.25 |
| 63 | 0      | 1     | 0.5  |
| 64 | 0      | 1     | 0.75 |
| 65 | 0      | 1     | 1    |
| 66 | 0.5    | 1     | 0    |
| 67 | 0.5    | 1     | 0.25 |
| 68 | 0.5    | 1     | 0.5  |
| 69 | 0.5    | 1     | 0.75 |
| 70 | 0.5    | 1     | 1    |
| 71 | 1      | 1     | 0    |
| 72 | 1      | 1     | 0.25 |
| 73 | 1      | 1     | 0.5  |
| 74 | 1      | 1     | 0.75 |
| 75 | 1      | 1     | 1    |

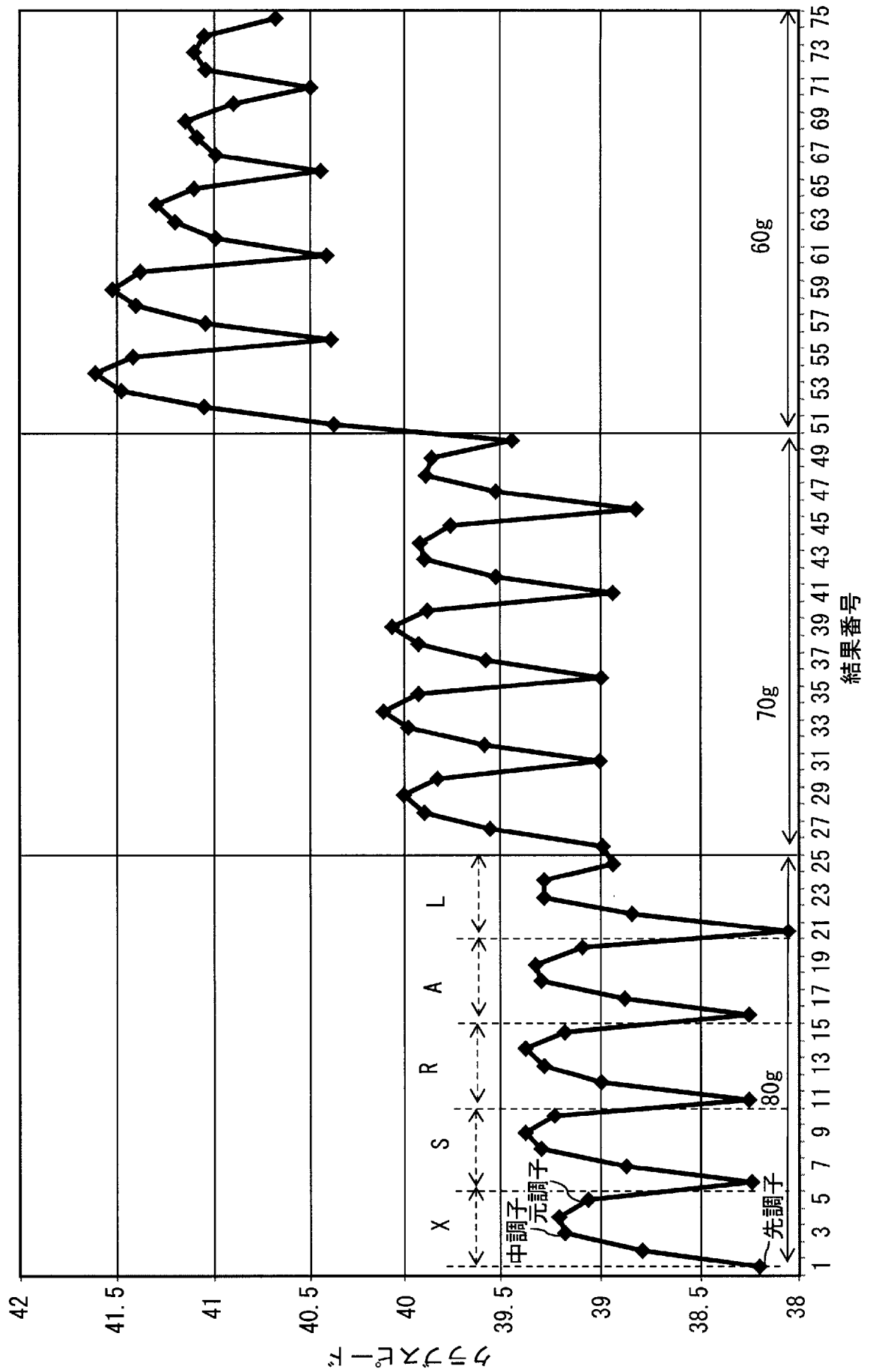
[図12]

| 番号 | シャフト重量 | フレックス | 調子   |
|----|--------|-------|------|
| 51 | 1      | 0     | 0    |
| 52 | 1      | 0     | 0.25 |
| 53 | 1      | 0     | 0.5  |
| 54 | 1      | 0     | 0.75 |
| 55 | 1      | 0     | 1    |
| 56 | 1      | 0.25  | 0    |
| 57 | 1      | 0.25  | 0.25 |
| 58 | 1      | 0.25  | 0.5  |
| 59 | 1      | 0.25  | 0.75 |
| 60 | 1      | 0.25  | 1    |
| 61 | 1      | 0.5   | 0    |
| 62 | 1      | 0.5   | 0.25 |
| 63 | 1      | 0.5   | 0.5  |
| 64 | 1      | 0.5   | 0.75 |
| 65 | 1      | 0.5   | 1    |
| 66 | 1      | 0.75  | 0    |
| 67 | 1      | 0.75  | 0.25 |
| 68 | 1      | 0.75  | 0.5  |
| 69 | 1      | 0.75  | 0.75 |
| 70 | 1      | 0.75  | 1    |
| 71 | 1      | 1     | 0    |
| 72 | 1      | 1     | 0.25 |
| 73 | 1      | 1     | 0.5  |
| 74 | 1      | 1     | 0.75 |
| 75 | 1      | 1     | 1    |

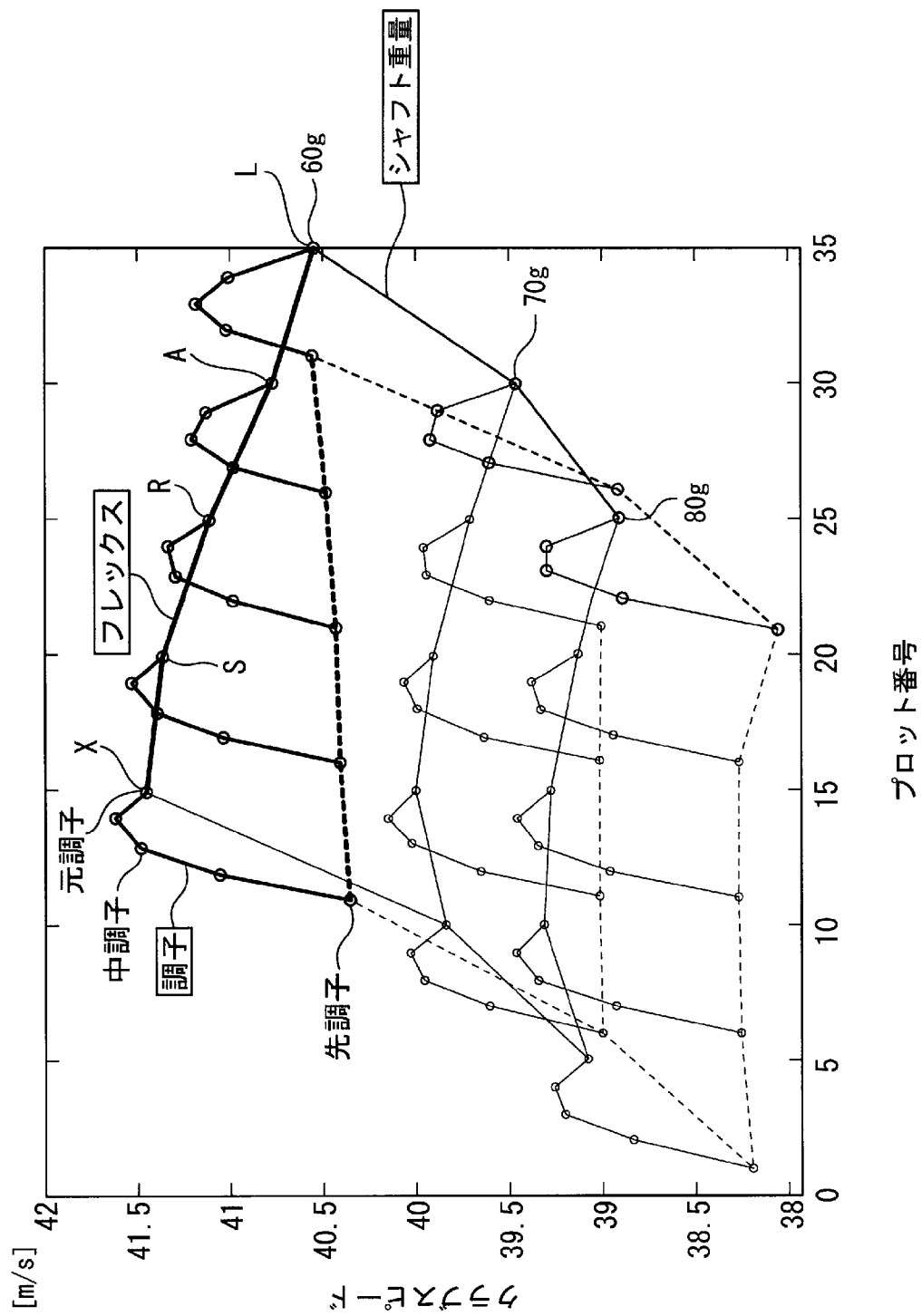
| 番号 | シャフト重量 | フレックス | 調子   |
|----|--------|-------|------|
| 26 | 0.5    | 0     | 0    |
| 27 | 0.5    | 0     | 0.25 |
| 28 | 0.5    | 0     | 0.5  |
| 29 | 0.5    | 0     | 0.75 |
| 30 | 0.5    | 0     | 1    |
| 31 | 0.5    | 0.25  | 0    |
| 32 | 0.5    | 0.25  | 0.25 |
| 33 | 0.5    | 0.25  | 0.5  |
| 34 | 0.5    | 0.25  | 0.75 |
| 35 | 0.5    | 0.25  | 1    |
| 36 | 0.5    | 0.5   | 0    |
| 37 | 0.5    | 0.5   | 0.25 |
| 38 | 0.5    | 0.5   | 0.5  |
| 39 | 0.5    | 0.5   | 0.75 |
| 40 | 0.5    | 0.5   | 1    |
| 41 | 0.5    | 0.75  | 0    |
| 42 | 0.5    | 0.75  | 0.25 |
| 43 | 0.5    | 0.75  | 0.5  |
| 44 | 0.5    | 0.75  | 0.75 |
| 45 | 0.5    | 0.75  | 1    |
| 46 | 0.5    | 1     | 0    |
| 47 | 0.5    | 1     | 0.25 |
| 48 | 0.5    | 1     | 0.5  |
| 49 | 0.5    | 1     | 0.75 |
| 50 | 0.5    | 1     | 1    |

| 番号 | シャフト重量 | フレックス | 調子   |
|----|--------|-------|------|
| 1  | 0      | 0     | 0    |
| 2  | 0      | 0     | 0.25 |
| 3  | 0      | 0     | 0.5  |
| 4  | 0      | 0     | 0.75 |
| 5  | 0      | 0     | 1    |
| 6  | 0      | 0.25  | 0    |
| 7  | 0      | 0.25  | 0.25 |
| 8  | 0      | 0.25  | 0.5  |
| 9  | 0      | 0.25  | 0.75 |
| 10 | 0      | 0.25  | 1    |
| 11 | 0      | 0.5   | 0    |
| 12 | 0      | 0.5   | 0.25 |
| 13 | 0      | 0.5   | 0.5  |
| 14 | 0      | 0.5   | 0.75 |
| 15 | 0      | 0.5   | 1    |
| 16 | 0      | 0.75  | 0    |
| 17 | 0      | 0.75  | 0.25 |
| 18 | 0      | 0.75  | 0.5  |
| 19 | 0      | 0.75  | 0.75 |
| 20 | 0      | 0.75  | 1    |
| 21 | 0      | 1     | 0    |
| 22 | 0      | 1     | 0.25 |
| 23 | 0      | 1     | 0.5  |
| 24 | 0      | 1     | 0.75 |
| 25 | 0      | 1     | 1    |

[図13]



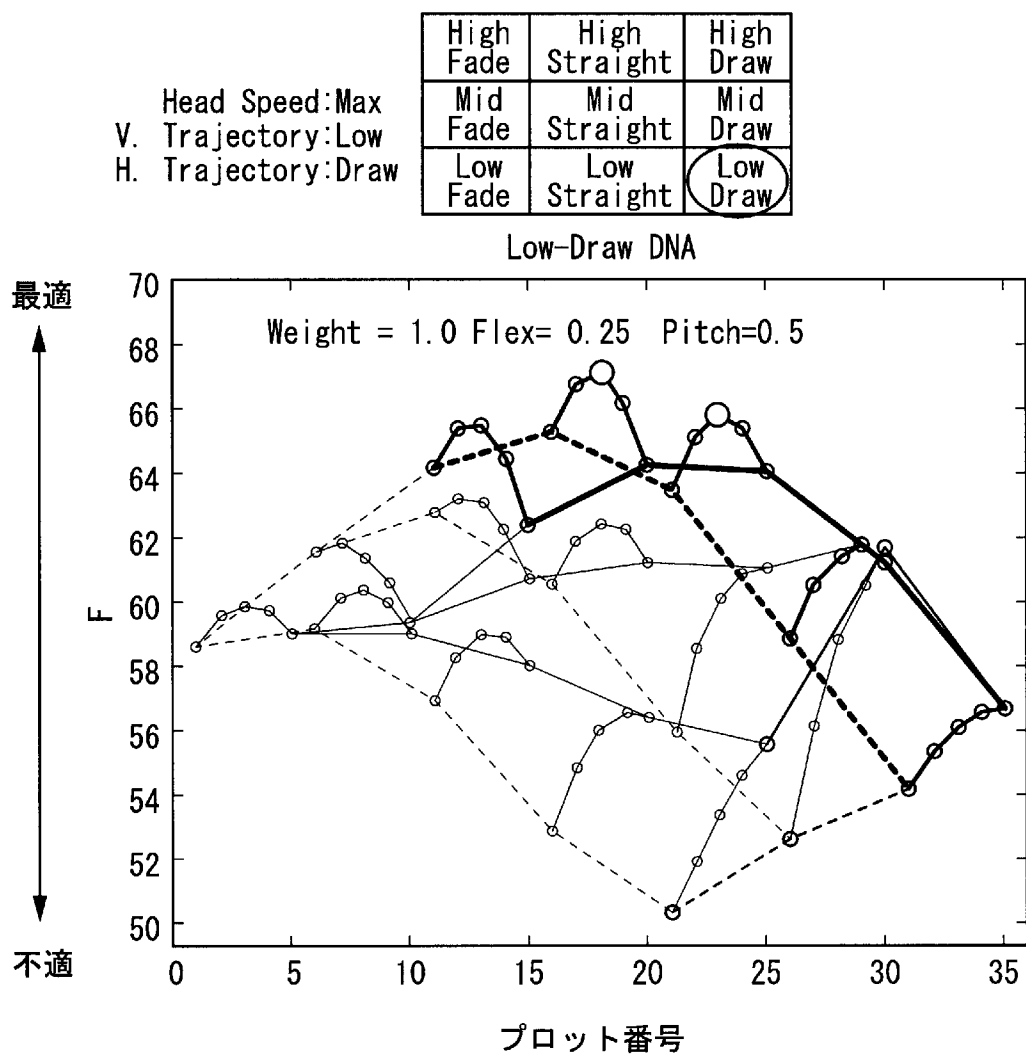
[図14]



[図15]

|              |                  |              |
|--------------|------------------|--------------|
| High<br>Fade | High<br>Straight | High<br>Draw |
| Mid<br>Fade  | Mid<br>Straight  | Mid<br>Draw  |
| Low<br>Fade  | Low<br>Straight  | Low<br>Draw  |

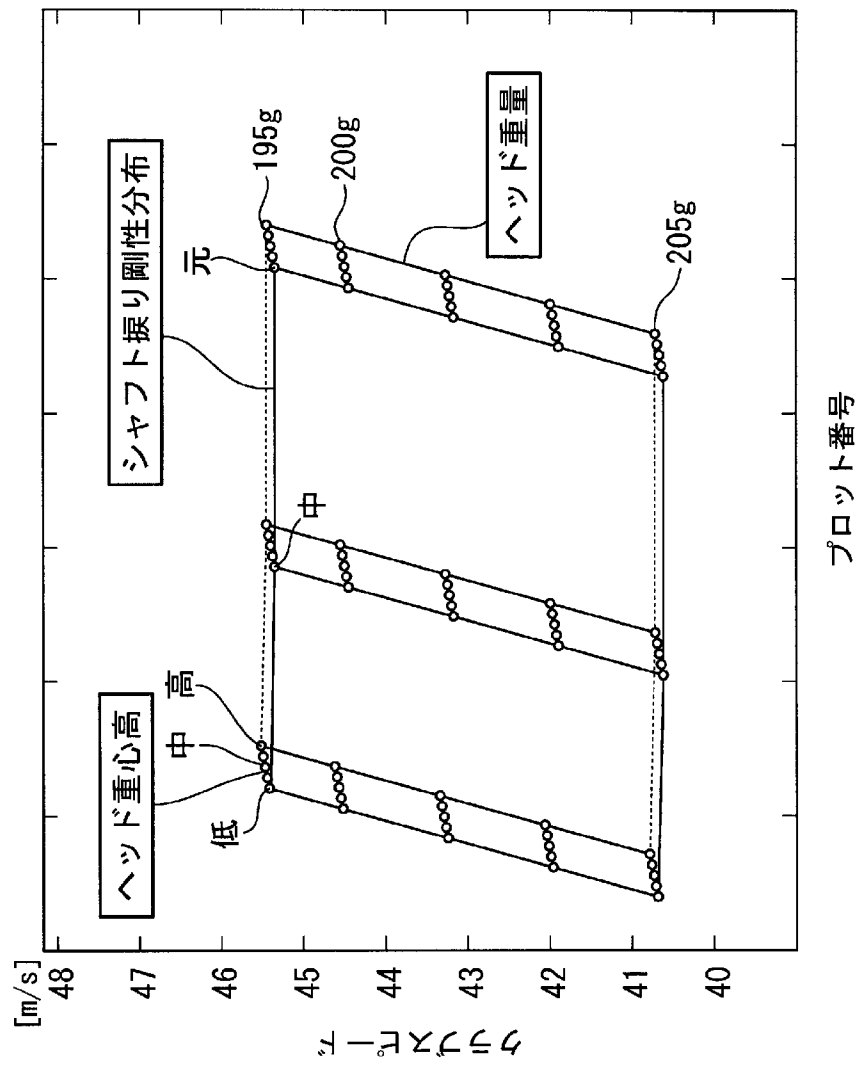
[図16]



[図17]

|      | 設計変数   | 影響度 |
|------|--------|-----|
| シャフト | 曲げ剛性   | 4   |
|      | 捩り剛性   | 3   |
|      | 重量     | 3   |
|      | 曲げ剛性分布 | 3   |
|      | 捩り剛性分布 | 1   |
|      | 重量分布   | 3   |
| クラブ  | 総重量    | 5   |
|      | バランス   | 3   |
|      | 硬さ     | 4   |
|      | 長さ     | 5   |
| ヘッド  | 重量     | 5   |
|      | 重心深度   | 3   |
|      | 重心高    | 1   |
|      | 重心距離   | 3   |
|      | 重心角    | 3   |
|      | ロフト角   | 2   |
|      | ライ角    | 2   |
|      | フェイス角  | 2   |
| グリップ | 重量     | 3   |
|      | 径      | 3   |
|      | 硬度     | 3   |

[図18]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/054140

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A63B69/36(2006.01)i, A63B53/00(2006.01)i

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

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A63B69/36, A63B53/00

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

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                  | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2011-425 A (MRC Composite Products Co., Ltd.),<br>06 January 2011 (06.01.2011),<br>abstract; claims; paragraphs [0026], [0029],<br>[0034] to [0038]; fig. 1, 4<br>(Family: none) | 1-15                  |
| A         | JP 6-210027 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.),<br>02 August 1994 (02.08.1994),<br>abstract; claim 4<br>(Family: none)                                                                  | 1-15                  |
| A         | JP 2010-131442 A (The Yokohama Rubber Co., Ltd.),<br>17 June 2010 (17.06.2010),<br>abstract; paragraph [0107]<br>(Family: none)                                                     | 1-15                  |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
13 May, 2014 (13.05.14)

Date of mailing of the international search report  
20 May, 2014 (20.05.14)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/054140

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                        | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2010-240209 A (Sumitomo Rubber Industries, Ltd.),<br>28 October 2010 (28.10.2010),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                                                      | 1-15                  |
| A         | JP 2008-171280 A (Nippon Hoso Kyokai),<br>24 July 2008 (24.07.2008),<br>paragraph [0076]<br>(Family: none)                                                                                                                                | 1-15                  |
| A         | WO 2006/100712 A1 (Fujitsu Ltd.),<br>28 September 2006 (28.09.2006),<br>abstract; claims; paragraph [0054]; fig. 1, 9<br>& US 2008/0004855 A1                                                                                             | 1-15                  |
| A         | JP 2011-86199 A (Fujitsu Semiconductor Ltd.),<br>28 April 2011 (28.04.2011),<br>paragraph [0006]<br>& US 2011/0093245 A1 & TW 201120654 A                                                                                                 | 1-15                  |
| A         | Shin ISOBE, Katsuyuki SUZUKI, "Optimal Design<br>of Golf Shaft Using Response Surface Method",<br>Proceedings of the Conference on Computational<br>Engineering and Science, 19 May 2008 (19.05.<br>2008), vol.13, no.1, pages 473 to 474 | 1-15                  |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A63B69/36(2006.01)i, A63B53/00(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A63B69/36, A63B53/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2014年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2014年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2014年 |

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

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                          | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2011-425 A（エムアールシーコンポジットプロダクツ株式会社）<br>2011.01.06, 要約、特許請求の範囲、【0026】、【0029】、【0034】－【0038】、図1、図4（ファミリーなし） | 1-15           |
| A               | JP 6-210027 A（日立化成工業株式会社）1994.08.02, 要約、請求項<br>4（ファミリーなし）                                                  | 1-15           |
| A               | JP 2010-131442 A（横浜ゴム株式会社）2010.06.17, 要約、【0107】（ファミリーなし）                                                   | 1-15           |
| A               | JP 2010-240209 A（住友ゴム工業株式会社）2010.10.28, 全文、全<br>図（ファミリーなし）                                                 | 1-15           |

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

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

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

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

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

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

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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.05.2014

国際調査報告の発送日

20.05.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

大澤 元成

2 N

4091

電話番号 03-3581-1101 内線 3277

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                            |                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                          | 関連する<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2008-171280 A (日本放送協会) 2008.07.24, 【0076】 (ファミリーなし)                                     | 1-15           |
| A                     | WO 2006/100712 A1 (富士通株式会社) 2006.09.28, 要約、特許請求の範囲、【0054】、図1、図9 & US 2008/0004855 A1       | 1-15           |
| A                     | JP 2011-86199 A (富士通セミコンダクター株式会社) 2011.04.28, 【0006】 & US 2011/0093245 A1 & TW 201120654 A | 1-15           |
| A                     | 磯部信、鈴木克幸、応答曲面法によるゴルフシャフトの最適設計, 計算工学講演会論文集, 2008.05.19, 第13巻第1号, p.473-474                  | 1-15           |