

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-166018

(P2015-166018A)

(43) 公開日 平成27年9月24日 (2015.9.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 3 B 69/38</b> (2006.01)	A 6 3 B 69/38	B
<b>A 6 3 B 69/36</b> (2006.01)	A 6 3 B 69/36	5 4 1 P
<b>A 6 3 B 69/00</b> (2006.01)	A 6 3 B 69/00	5 0 5 H

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2015-133479 (P2015-133479)  
 (22) 出願日 平成27年7月2日 (2015.7.2)  
 (62) 分割の表示 特願2010-283280 (P2010-283280)の分割  
 原出願日 平成22年12月20日 (2010.12.20)

(71) 出願人 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
 (74) 代理人 100090387  
 弁理士 布施 行夫  
 (74) 代理人 100090398  
 弁理士 大淵 美千栄  
 (72) 発明者 野村 和生  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
 (72) 発明者 中岡 康  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

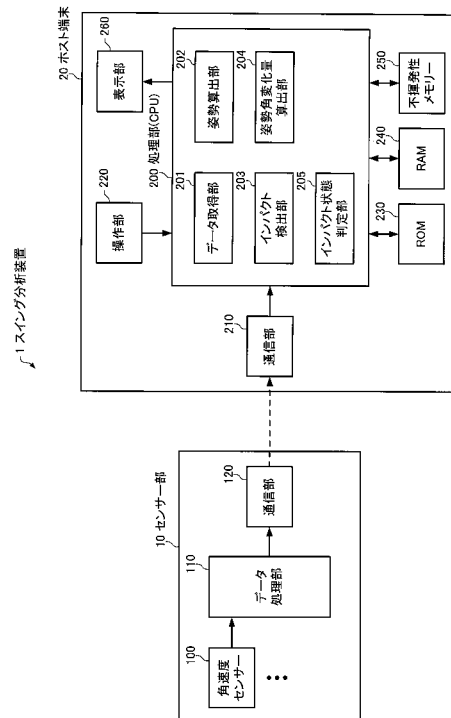
(54) 【発明の名称】 スイング分析装置

(57) 【要約】

【課題】比較的簡単な構成で取り扱いが容易であるとともにインパクトの状態を客観的に判定することができるスイング分析装置を提供すること。

【解決手段】スイング分析装置1は、少なくとも、角速度センサー100と、姿勢算出部202と、インパクト検出部203と、姿勢角変化量算出部204と、インパクト状態判定部205と、を含む。姿勢算出部202は、角速度センサー100の出力データに基づいて、運動器具の姿勢を算出する。インパクト検出部203は、運動器具のスイングにおけるインパクトのタイミングを検出する。姿勢角変化量算出部204は、姿勢算出部202の算出結果に基づいて、インパクトのタイミングから所定時間内の運動器具の姿勢角の変化量を算出する。インパクト状態判定部205は、姿勢角変化量算出部204の算出結果に基づいて、インパクトの状態を判定する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

角速度センサーと、

前記角速度センサーの出力データに基づいて、前記運動器具の姿勢を算出する姿勢算出部と、

前記運動器具のスイングにおけるインパクトのタイミングを検出するインパクト検出部と、

前記姿勢算出部の算出結果に基づいて、前記インパクトのタイミングから所定時間内の前記運動器具の姿勢角の変化量を算出する姿勢角変化量算出部と、

前記姿勢角変化量算出部の算出結果に基づいて、前記インパクトの状態を判定するインパクト状態判定部と、を含む、スイング分析装置。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 において、

前記インパクト検出部は、

前記角速度センサーの出力データに基づいて、前記運動器具のスイングの軸に対する角速度の大きさの最大値を検出し、前記インパクトのタイミングとして、前記運動器具のスイングの軸に対する角速度の大きさが最大となるタイミングを検出する、スイング分析装置。

## 【請求項 3】

請求項 2 において、

前記インパクト状態判定部は、

前記運動器具のスイングの軸に対する角速度の大きさの最大値に応じて、前記インパクトの状態の判定基準を可変に設定する、スイング分析装置。

20

## 【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかにおいて、

前記インパクト状態判定部は、

前記インパクトの状態を複数のレベルで判定する、スイング分析装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかにおいて、

前記角速度センサーは、検出軸が前記運動器具のスイングの軸になるように前記運動器具に取り付けられる、スイング分析装置。

30

## 【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかにおいて、

前記運動器具の姿勢の情報に基づいて、前記姿勢角の算出対象となる軸及び前記運動器具のスイングの軸の少なくとも一方を算出する回転軸算出部をさらに含む、スイング分析装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、スイング分析装置に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

テニス、野球、ゴルフなどのスポーツでは、運動器具（打球具）のスイートスポットでボールを捉えることでボールの速度や飛距離を伸ばし、競技力を向上させることができる。これまでは、競技者は、スイングの練習を繰り返し行うことで、スイートスポットでボールを捉えるためのスイングを習得していた。しかし、スイートスポットにボールが当たったか否かは、競技者やコーチの主観的な判断に任されるため、必ずしも効率的な練習とはいえない場合もあった。

## 【0003】

これに対して、近年、マークがつけられた運動器具をカメラで撮影し、撮影された映像

50

を解析してインパクトの状態を計測する手法が提案されており、この手法によれば、インパクトの状態を客観的に判定することができる。例えば、特許文献1では、ゴルフのクラブヘッドのフェースに複数のマークを設けてインパクト前後の映像をCCDカメラ等で撮影し、撮影されたインパクト時の映像からフェース面上のインパクト位置を算出するシステムが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-24488号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、このようなシステムは、映像を撮影するためのカメラが必要であるため大がかりなものになってしまうためコストがかかり、また、撮影したい角度に合わせてカメラを配置する必要があるなど取り扱いにくいという問題がある。

【0006】

本発明は、以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、本発明のいくつかの態様によれば、比較的簡単な構成で取り扱いが容易であるとともにインパクトの状態を客観的に判定することができるスイング分析装置を提供することができる。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

(1)本発明は、角速度センサーと、前記角速度センサーの出力データに基づいて、前記運動器具の姿勢を算出する姿勢算出部と、前記運動器具のスイングにおけるインパクトのタイミングを検出するインパクト検出部と、前記姿勢算出部の算出結果に基づいて、前記インパクトのタイミングから所定時間内の前記運動器具の姿勢角の変化量を算出する姿勢角変化量算出部と、前記姿勢角変化量算出部の算出結果に基づいて、前記インパクトの状態を判定するインパクト状態判定部と、を含む、スイング分析装置である。

【0008】

本発明のスイング分析装置によれば、インパクト直後の運動器具の所定の軸に対する回転運動を姿勢角の変化量として捉えることができるので、運動器具に応じて所定の軸を適切に選択することにより、インパクトの状態を客観的に判定することができる。また、本発明のスイング分析装置によれば、カメラの代わりに角速度センサーを用いるので簡便な構成にすることができ、取り扱いも容易である。

30

【0009】

(2)このスイング分析装置において、前記インパクト検出部は、前記角速度センサーの出力データに基づいて、前記運動器具のスイングの軸に対する角速度の大きさの最大値を検出し、前記インパクトのタイミングとして、前記運動器具のスイングの軸に対する角速度の大きさが最大となるタイミングを検出するようにしてもよい。

【0010】

一般に、運動器具のスイングの軸に対する角速度はインパクト直前に最大となると考えられるので、このスイング分析装置によれば、インパクトのタイミングを検出することができる。

40

【0011】

(3)このスイング分析装置において、前記インパクト状態判定部は、前記運動器具のスイングの軸に対する角速度の大きさの最大値に応じて、前記インパクトの状態の判定基準を可変に設定するようにしてもよい。

【0012】

一般に、運動器具のスイング速度が異なれば、同じ位置にボールが当たったとしても、発生する回転運動による姿勢角変化量の大きさが異なると考えられる。このスイング分析装置によれば、スイング速度に応じた適切な判定基準にすることで、インパクトの状態を

50

誤りなく判定することができる。

【0013】

(4) このスイング分析装置において、前記インパクト状態判定部は、前記インパクトの状態を複数のレベルで判定するようにしてもよい。

【0014】

このようにすれば、使用者は、ミートが成功したか失敗したかの情報だけでなく、失敗した場合にどの程度の失敗であったかといった情報を得ることができる。

【0015】

(5) このスイング分析装置において、前記角速度センサーは、検出軸が前記運動器具のスイングの軸になるように前記運動器具に取り付けられるようにしてもよい。

10

【0016】

このようにすれば、運動器具のスイングの軸が既知となるので、当該軸を算出する処理が不要になる。

【0017】

(6) このスイング分析装置は、前記運動器具の姿勢の情報に基づいて、前記姿勢角の算出対象となる軸及び前記運動器具のスイングの軸の少なくとも一方を算出する回転軸算出部をさらに含むようにしてもよい。

【0018】

例えば、野球のバットのように握り方によって打球面が変化するため打球面を特定することができない運動器具では、運動器具を握る角度などにより、姿勢角の算出対象となる軸（すなわち、ミートを失敗した場合に生じる運動器具の回転運動の回転軸と直交する軸）と角速度センサーの検出軸の位置関係はスイング毎に異なる。また、例えば、スイング時の運動器具の傾きなどにより、運動器具のスイングの軸と角速度センサーの検出軸の位置関係もスイング毎に異なる。このスイング分析装置によれば、運動器具の姿勢を算出することにより、運動器具を握る角度やスイング時の運動器具の傾きなどを制限しなくても、姿勢角の算出対象となる軸や運動器具のスイングの軸を特定することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本実施形態のスイング分析装置の構成を示す図。

【図2】処理部による処理の一例を示すフローチャート図。

30

【図3】テニスラケットのスイングにおけるインパクト状態を判定する例の説明図。

【図4】ミートに失敗した場合の角速度データの実測例を示す図。

【図5】ジャストミートした場合のテニスラケットの姿勢角の実測例を示す図。

【図6】ミートに失敗した場合のテニスラケットの姿勢角の実測例を示す図。

【図7】本実施形態のインパクトの状態を判定する具体例のフローチャート図。

【図8】バットのスイングにおけるインパクト状態を判定する例の説明図。

【図9】ゴルフクラブのスイングにおけるインパクト状態を判定する例の説明図。

【図10】変形例1のスイング分析装置の構成を示す図。

【図11】変形例1の処理部による処理の一例を示すフローチャート図。

【図12】変形例1のインパクトの状態を判定する具体例のフローチャート図。

40

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の好適な実施形態について図面を用いて詳細に説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また以下で説明される構成の全てが本発明の必須構成要件であるとは限らない。

【0021】

#### 1. スイング分析装置の構成

図1は、本実施形態のスイング分析装置の構成を示す図である。本実施形態のスイング分析装置1は、1又は複数のセンサー部10と宿主端末20を含んで構成されている。センサー部10と宿主端末20は無線接続されていてもよいし、有線接続されていても

50

よい。

【0022】

センサー部10は、スイング分析の対象となる運動器具に取り付けられる。本実施形態では、センサー部10は、1又は複数の角速度センサー100、データ処理部110、通信部120を含んで構成されている。

【0023】

角速度センサー100は、検出軸回りの角速度を検出し、検出した角速度の大きさに応じた信号(角速度データ)を出力する。本実施形態のスイング分析装置1では、ホスト端末20が運動器具の姿勢を算出するために、センサー部10は、例えば、3軸(x軸、y軸、z軸)方向の角速度をそれぞれ検出する3つの角速度センサー100を含む。

10

【0024】

データ処理部110は、角速度センサー100の出力データの同期を取り、当該データを時刻情報などと組合せたパケットにして通信部120に出力する処理を行う。さらに、データ処理部110は、角速度センサー100のバイアス補正や温度補正の処理を行うようにしてもよい。なお、バイアス補正や温度補正の機能を角速度センサー100に組み込んでもよい。

【0025】

通信部120は、データ処理部110から受け取ったパケットデータをホスト端末20に送信する処理を行う。

【0026】

ホスト端末20は、処理部(CPU)200、通信部210、操作部220、ROM230、RAM240、不揮発性メモリ250、表示部260を含んで構成されている。ホスト端末20は、パーソナルコンピュータ(PC)、あるいはスマートフォンなどの携帯機器などで実現することができる。

20

【0027】

通信部210は、センサー部10から送信されたデータを受信し、処理部200に送る処理を行う。

【0028】

操作部220は、ユーザーからの操作データを取得し、処理部200に送る処理を行う。操作部220は、例えば、タッチパネル型ディスプレイ、ボタン、キー、マイクなどである。

30

【0029】

ROM230は、処理部200が各種の計算処理や制御処理を行うためのプログラムや、アプリケーション機能を実現するための各種プログラムやデータ等を記憶している。

【0030】

RAM240は、処理部200の作業領域として用いられ、ROM230から読み出されたプログラムやデータ、操作部220から入力されたデータ、処理部200が各種プログラムに従って実行した演算結果等を一時的に記憶する記憶部である。

【0031】

不揮発性メモリ250は、処理部200の処理により生成されたデータのうち、長期的な保存が必要なデータを記録する記録部である。

40

【0032】

表示部260は、処理部200の処理結果を文字やグラフ、その他の画像として表示するものである。表示部260は、例えば、CRT、LCD、タッチパネル型ディスプレイ、HMD(ヘッドマウントディスプレイ)などである。なお、1つのタッチパネル型ディスプレイで操作部220と表示部260の機能を実現するようにしてもよい。

【0033】

処理部200は、ROM240に記憶されているプログラムに従って、センサー部10から通信部210を介して受信したデータに対する各種の計算処理や、各種の制御処理(表示部260に対する表示制御等)を行う。

50

## 【 0 0 3 4 】

本実施形態では、処理部 2 0 0 は、以下に説明するデータ取得部 2 0 1、インパクト検出部 2 0 3、姿勢算出部 2 0 3、姿勢角変化量算出部 2 0 4、インパクト状態判定部 2 0 5として機能する。なお、本実施形態の処理部 2 0 0 は、これらの一部の機能を省略した構成としてもよい。

## 【 0 0 3 5 】

データ取得部 2 0 1 は、通信部 2 1 0 を介して受信したセンサー部 1 0 の出力データ（角速度データ）を取得する処理を行う。取得したデータは、例えば R A M 2 4 0 に記憶される。

## 【 0 0 3 6 】

インパクト検出部 2 0 3 は、運動器具のスイングにおけるインパクト（以下、単に「インパクト」という）のタイミングを検出する処理を行う。

## 【 0 0 3 7 】

姿勢算出部 2 0 3 は、センサー部 1 0 の出力データ（3 軸分の角速度データ）に基づいて、運動器具の姿勢を算出する処理を行う。

## 【 0 0 3 8 】

姿勢角変化量算出部 2 0 4 は、姿勢算出部 2 0 3 の算出結果に基づいて、インパクトのタイミングから所定時間内の運動器具の姿勢角の変化量を算出する処理を行う。

## 【 0 0 3 9 】

インパクト状態判定部 2 0 5 は、姿勢角変化量算出部 2 0 4 の算出結果に基づいて、インパクトの状態を判定する処理を行う。

## 【 0 0 4 0 】

なお、データ取得部 2 0 1、インパクト検出部 2 0 3、姿勢算出部 2 0 3、姿勢角変化量算出部 2 0 4、インパクト状態判定部 2 0 5 の全部又は一部は、センサー部 1 0 にあってもよい。

## 【 0 0 4 1 】

図 2 は、処理部 2 0 0 による処理の一例を示すフローチャート図である。まず、処理部 2 0 0 は、データ取得部 2 0 1 として、センサー部 1 0 から角速度データを取得する（S 1 0、角速度データ取得ステップ）。

## 【 0 0 4 2 】

次に、処理部 2 0 0 は、姿勢算出部 2 0 2 として、S 1 0 で取得した角速度データに基づいて、運動器具の姿勢を算出する（S 2 0、姿勢算出ステップ）。センサー部 1 0 は運動器具に固定されているので、運動器具の姿勢としてセンサー部 1 0 の姿勢を算出してもよいし、センサー部 1 0 の姿勢から運動器具の所定部位の姿勢（例えば、打球面の角度など）を算出してもよい。

## 【 0 0 4 3 】

次に、処理部 2 0 0 は、インパクト検出部 2 0 3 として、インパクトのタイミングを検出する（S 3 0、インパクト検出ステップ）。例えば、処理部 2 0 0（インパクト検出部 2 0 3）は、センサー部 1 0 の出力データ（角速度データ）に基づいて、運動器具のスイングの軸（以下、「スイング軸」という）に対する角速度の大きさの最大値を検出し、インパクトのタイミングとして、スイング軸に対する角速度の大きさが最大となるタイミングを検出するようにしてもよい。なお、センサー部 1 0 を、いずれかの角速度センサー 1 0 0 の検出軸がスイング軸になるように運動器具に取り付けてもよい。

## 【 0 0 4 4 】

次に、処理部 2 0 0 は、姿勢角変化量算出部 2 0 4 として、S 2 0 で算出した運動器具の姿勢の情報に基づいて、インパクトのタイミングから所定時間内の運動器具の姿勢角の変化量を算出する（S 4 0、姿勢角変化量算出ステップ）。なお、センサー部 1 0 を、いずれかの角速度センサー 1 0 0 の検出軸が運動器具の姿勢角の算出対象となる軸になるように運動器具に取り付けてもよい。

## 【 0 0 4 5 】

最後に、処理部 200 は、インパクト状態判定部 205 として、S40 における算出結果に基づいて、インパクトの状態を判定する (S50、インパクト状態判定ステップ)。例えば、処理部 200 (インパクト状態判定部 205) は、スイング軸に対する角速度の大きさの最大値に応じて、インパクトの状態の判定基準を可変に設定するようにしてもよい。また、例えば、処理部 200 (インパクト状態判定部 205) は、インパクトの状態を複数のレベルで判定するようにしてもよい。そして、処理部 200 は、例えば、インパクト状態の判定結果を表示部 260 に表示するようにしてもよいし、音声として出力してもよい。

#### 【0046】

##### 2. 具体例

次に、本実施形態の手法について、テニスラケットのスイングにおけるインパクト状態を判定する例を挙げて説明する。図 3 (A) は、テニスラケット 2 のスイングにおいて、テニスラケット 2 の長軸 (一点鎖線で示す) 上の位置にテニスボール 3 が当たった図を示している。一方、図 3 (B) は、テニスラケット 2 のスイングにおいて、テニスラケット 2 の長軸 (一点鎖線で示す) 上から下方向にずれた位置にテニスボール 3 が当たった図を示している。テニスラケット 2 の長軸上の位置にテニスボール 3 が当たった場合 (ジャストミートした場合は長軸回りの回転はほとんど発生しないが、長軸上からずれた位置にテニスボール 3 が当たった場合 (ミート失敗の場合はインパクトの直後に長軸回りの回転 (図 3 (B) の矢印) が発生する。従って、インパクト直後の長軸と直交する軸の姿勢角の変化量から長軸上にテニスボール 3 が当たったか否かを判定することができる。テニスラケット 2 の長軸と直交する軸のように、インパクト直後の姿勢角の変化量からインパクトの状態を判定可能な軸を、以下では、「判定軸」ということにする。

#### 【0047】

また、インパクトのタイミングは、スイング軸回りの角速度から判断することができる。テニスラケットのスイングの場合、テニスラケット 2 の長軸と垂直かつ上向きの軸をスイング軸と考えればよい。テニスラケットのスイングの場合、スイングを開始してからインパクトの瞬間まではスイング軸回りの角速度の絶対値が徐々に大きくなり、インパクトの瞬間、テニスラケット 2 にテニスボール 3 が当たることで、スイング軸回りの角速度の絶対値が小さくなる。すなわち、インパクトの直前にスイング軸回りの角速度の絶対値が最大であることからインパクトのタイミングを検出することができる。

#### 【0048】

そこで、スイング軸回りの角速度と判定軸の姿勢角を捉えるために、例えば、互いに直交する 3 軸 (x 軸、y 軸、z 軸) 方向の角速度をそれぞれ検出可能な 3 つの角速度センサーを含むセンサー部 10 を、テニスラケット 2 のグリップエンドの位置に、例えば、x 軸が打球面と垂直になり、z 軸がテニスラケット 2 の長軸と一致するように取り付ける。これにより、y 軸 (スイング軸) 回りの角速度の最大値からインパクトのタイミングを検出できるとともに、インパクト直後の x 軸又は z 軸 (判定軸) の姿勢角の変化量からインパクトの状態を判定することができる。なお、センサー部 10 は、テニスラケット 2 のグリップエンドの位置に限らずスイングに支障を来さない任意の位置に取り付けることができる。

#### 【0049】

図 4 は、3 軸角速度データの実測例を示す図である。40x、40y、40z は、それぞれ、x 軸回りの角速度データ、y 軸回りの角速度データ、z 軸回りの角速度データを示す。y 軸回りの角速度の絶対値が最大になる時刻  $t_0$  がインパクトのタイミングである。図 4 に示すデータはミートに失敗した場合のものであり、インパクトの直後に z 軸回りの角速度が大きく変化している。つまり、ミートに失敗した場合、インパクトの直後の x 軸や y 軸の姿勢角の変化量が大きいと考えられる。なお、テニスラケット 2 の重量に応じて、ミートに失敗した際の姿勢角の変化量が変化する。例えばテニスラケット 2 の重量が軽ければ、ミートに失敗した時の姿勢角の変化量は大きくなり、一方、テニスラケットの重量が重ければミートに失敗した時の姿勢角の変化量は小さくなる。

## 【 0 0 5 0 】

図 5、図 6 は、それぞれ、ジャストミートした場合とミートに失敗した場合の 3 軸角速度の実測値からテニスラケット 2 の打球面（フェイス）の角度を計算してグラフ化した図である。テニスラケット 2 の打球面（フェイス）の角度は y 軸の姿勢角に対応する。図 5 と図 6 を比較すると、インパクト直後の y 軸の姿勢角の変化量に大きな差が見られ、ミートに失敗した場合の方が変化量が大きいことがわかる。そこで、本実施形態では、インパクトのタイミング  $t_0$  から所定時間 T（例えば、0.05 秒）だけ経過した時刻  $t_1$  までの期間における x 軸又は y 軸の姿勢角の変化量を算出する。具体的には、所定時間 T における、インパクトのタイミング  $t_0$  での x 軸又は y 軸の姿勢角  $\theta_0$  に対する姿勢角変化量の最大値  $m_{a_x}$  を算出する。そして、この  $m_{a_x}$  の大きさからインパクトの状態を判定する。

10

## 【 0 0 5 1 】

図 7 に、処理部 200 によるインパクトの状態を判定するフローチャートの具体例を示す。図 7 の例では、インパクトの状態を 3 段階のレベルにわけて判定する。まず、処理部 200 は、データ取得期間が終了するまで（S112 の N）、センサー部 10 から新たな 3 軸角速度データを周期的に取得する（S110）。データ取得期間は、少なくともインパクトの前後を含む所定期間であり、例えば、スイングを開始してから終了するまでの期間であってもよいし、さらに、スイング開始前の静止期間やスイング終了後の静止期間まで含むようにしてもよい。

## 【 0 0 5 2 】

次に、処理部 200 は、S110 で取得した 3 軸角速度データに基づいて、センサー部 10 の姿勢を算出する（S120）。例えば、x y z 座標系でのセンサー部 10 の初期姿勢を適当に定義しておき、3 軸角速度データの時系列から x y z 座標系でのセンサー部 10 の初期姿勢からの姿勢変化を積算して姿勢を算出する。なお、センサー部 10 に 3 軸の加速度センサーを設けて、運動器具の静止時における重力加速度の方向を検出して初期姿勢を決定してもよい。

20

## 【 0 0 5 3 】

次に、処理部 200 は、S110 で取得した 3 軸角速度データに基づいて、y 軸（スイング軸）回りの角速度の絶対値が最大となるタイミング（インパクトのタイミング）を検出する（S130）。

30

## 【 0 0 5 4 】

次に、処理部 200 は、y 軸（スイング軸）回りの最大角速度（角速度の絶対値の最大値）に基づいて、インパクト状態の判定レベル（判定基準）L1 と L2 を決定する（S132）。すなわち、y 軸（スイング軸）回りの最大角速度の大きさ（スイングの速さ）と、インパクト直後の x 軸又は y 軸（判定軸）の姿勢角の変化量の大きさには相関があると考えられるので、スイングの速さに応じてインパクト状態の判定レベル L1 と L2 を可変に設定する。

## 【 0 0 5 5 】

次に、処理部 200 は、S130 で検出したインパクトのタイミングから所定時間 T における x 軸又は y 軸（判定軸）の最大姿勢角変化量  $m_{a_x}$  を算出する（S140）。

40

## 【 0 0 5 6 】

そして、処理部 200 は、 $m_{a_x}$  をステップ S132 で決定した判定レベル L1、L2 と比較し、 $m_{a_x} < L1$  であれば（S150 の Y）、ミート成功（例えば、ジャストミート）と判定する（S152）。また、処理部 200 は、 $L1 < m_{a_x} < L2$  であれば（S150 の N かつ S154 の Y）、ミート失敗（レベル 1）（例えば、ジャストミートから少しずれた）と判定する（S156）。また、処理部 200 は、 $m_{a_x} > L2$  であれば（S150 の N かつ S154 の N）、ミート失敗（レベル 2）（例えば、ジャストミートからかなりずれた）と判定する（S158）。このように、複数の判定レベルを設定することで、使用者は、ミートが成功したか失敗したかの情報だけでなく、失敗した場合にどの程度の失敗であったかといった情報を得ることができる。

50

## 【 0 0 5 7 】

なお、図7のフローチャートのS 1 1 0とS 1 1 2は、図2のフローチャートのS 1 0（角速度データ取得ステップ）に対応する。また、図7のフローチャートのS 1 2 0は、図2のフローチャートのS 2 0（姿勢算出ステップ）に対応する。また、図7のフローチャートのS 1 3 0は、図2のフローチャートのS 1 3 0（インパクト検出ステップ）に対応する。また、図7のフローチャートのS 1 4 0は、図2のフローチャートのS 4 0（姿勢角変化量算出ステップ）に対応する。また、図7のフローチャートのS 1 5 0、S 1 5 2、S 1 5 4、S 1 5 6、S 1 5 8は、図2のフローチャートのS 5 0（インパクト状態判定ステップ）に対応する。

## 【 0 0 5 8 】

なお、本実施形態では、スイング軸と判定軸がいずれかの角速度センサー100の検出軸とそれぞれ一致するものとして説明したが、センサー部10の取り付け位置や取り付け角度によっては、これらが一致しない場合もある。そのような場合は、あらかじめ作成した補正パラメータを用いて、スイング軸や判定軸と検出軸とのずれを補正するようにしてもよい。

## 【 0 0 5 9 】

以上では、運動器具がテニスラケットである場合を例に挙げて本実施形態の手法を説明したが、その他の運動器具についても、スイング軸と判定軸を運動器具に合わせて適切に定義すれば、本実施形態の手法を適用することができる。

## 【 0 0 6 0 】

例えば、図8（A）は、野球のバット4のスイングにおいて、バット4の長軸（一点鎖線で示す）上の位置にボール5が当たった図を示している。一方、図8（B）は、バット4のスイングにおいて、バット4の長軸（一点鎖線で示す）上から上方向にずれた位置にボール5が当たった図を示している。バット4の長軸上の位置にボール5が当たった場合（ジャストミートした場合は）長軸とスイング軸の両方に直交する軸（バット4の進行方向の軸）の回りの回転はほとんど発生しないが、長軸上からずれた位置にボール5が当たった場合（ミート失敗の場合は）インパクトの直後にバット4の進行方向の軸回りの回転（図8（B）の矢印）が発生する。従って、インパクト直後のバット4の進行方向の軸と直交する任意の軸を判定軸として当該判定軸の姿勢角の変化量から長軸上にテニスボール3が当たったか否かを判定することができる。また、インパクトのタイミングは、テニス

## 【 0 0 6 1 】

そこで、スイング軸回りの角速度と判定軸の姿勢角を捉えるために、例えば、互いに直交する3軸（x軸、y軸、z軸）方向の角速度をそれぞれ検出可能な3つの角速度センサーを含むセンサー部10を、バット4のグリップエンドの位置に、例えば、z軸がバット4の長軸と一致するように取り付け。そして、被験者が、インパクトの瞬間にx軸、y軸がそれぞれ判定軸、スイング軸と一致するようにバット4を握ってスイングすることで、y軸（スイング軸）回りの角速度データからインパクトのタイミングを検出できるとともに、インパクト直後のy軸又はz軸（判定軸）の姿勢角の変化量からインパクトの状態を判定することができる。なお、センサー部10は、バット4のグリップエンドの位置に限らずスイングに支障を来さない任意の位置に取り付けることができる。

## 【 0 0 6 2 】

また、例えば、図9（A）は、ゴルフクラブ6のスイングにおいて、ゴルフクラブ6のヘッドの中心軸（一点鎖線で示す）上の位置にゴルフボール7が当たった図を示している。一方、図9（B）は、ゴルフクラブ6のスイングにおいて、ゴルフクラブ6のヘッドの中心軸（一点鎖線で示す）上から左方向にずれた位置にゴルフボール7が当たった図を示している。ゴルフクラブ6のヘッドの中心軸上の位置にゴルフボール7が当たった場合（ジャストミートした場合は）中心軸回りの回転はほとんど発生しないが、中心軸上からずれた位置にゴルフボール7が当たった場合（ミート失敗の場合は）インパクトの直後に中心軸回りの回転（図9（B）の矢印）が発生する。従って、インパクト直後のゴルフクラ

10

20

30

40

50

ブ6のヘッドの中心軸と直交する任意の軸を判定軸として当該判定軸の姿勢角の変化量から中心軸上にゴルフボール7が当たったか否かを判定することができる。また、インパクトのタイミングは、テニスラケットの場合と同様に、スイング軸回りの角速度から判断することができる。

#### 【0063】

そこで、スイング軸回りの角速度と判定軸回りの角速度を捉えるために、例えば、互いに直交する3軸(x軸、y軸、z軸)方向の角速度をそれぞれ検出可能な3つの角速度センサーを含むセンサー部10を、ゴルフクラブ6のヘッドに、例えば、x軸が打球面と垂直になり、z軸がゴルフクラブ6のヘッドの中心軸と一致するように取り付ける。これにより、y軸(スイング軸)回りの角速度データからインパクトのタイミングを検出することができるとともに、インパクト直後のx軸又はy軸(判定軸)の姿勢角の変化量からインパクトの状態を判定することができる。なお、センサー部10は、ゴルフクラブ6のヘッドに限らずスイングに支障を来さない任意の位置に取り付けることができる。

10

#### 【0064】

以上に説明したように、本実施形態のスイング分析装置によれば、インパクト直後の所定時間における判定軸の姿勢角の最大変化量を算出することで、インパクトにより生じる運動器具の回転運動を捉えることができる。従って、運動器具に応じて判定軸を適切に選択することにより、インパクトの状態を客観的に判定することができる。また、本実施形態のスイング分析装置によれば、従来のシステムで用いられるカメラの代わりに角速度センサーを用いるので、より簡便な構成にすることができ、取り扱いも容易である。

20

#### 【0065】

##### 3. 変形例

本発明は本実施形態に限定されず、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。

#### 【0066】

##### 3-1. 変形例1

本実施形態では、スイング軸と判定軸がいずれかの角速度センサー100の検出軸とそれぞれ一致するものとして説明したが、運動器具の形状やスイングの状態によってはこれらが一致しない場合もある。例えば、図3(A)及び図3(B)に示したように、テニスラケットのグリップエンドにセンサー部10を取り付けた場合、スイング面に対して打球面を垂直に保ったまま水平にスイングをするとy軸と判定軸が一致するが、そうでなければ両者が一致しない場合もある。また、野球のバットのような打球面を特定することができない運動器具の場合、運動器具を握る角度を決めないと、スイング軸と判定軸の少なくとも一方が角速度センサー100の検出軸と一致しない場合もある。そこで、変形例1のスイング分析装置では、運動器具の姿勢変化からスイング軸と判定軸を算出してインパクトの状態を判定する。

30

#### 【0067】

図10は、変形例2のスイング分析装置の構成を示す図である。変形例2のスイング分析装置1では、処理部200は、データ取得部201、姿勢算出部202、インパクト検出部203、姿勢角変化量算出部204、インパクト状態判定部205として機能するとともに、さらに、回転軸算出部206として機能する。

40

#### 【0068】

回転軸算出部206は、姿勢算出部205が算出した運動器具の姿勢の情報に基づいて、判定軸(姿勢角の算出対象となる軸)及びスイング軸の少なくとも一方を算出する処理を行う。変形例2のスイング分析装置におけるその他の構成については図1と同じであり、その説明を省略する。

#### 【0069】

なお、データ取得部201、姿勢算出部202、インパクト検出部203、姿勢角変化量算出部204、インパクト状態判定部205、回転軸算出部206の全部又は一部は、センサー部10にあってもよい。

50

## 【 0 0 7 0 】

図 1 1 は、変形例 1 のスイング分析装置 1 における処理部 2 0 0 による処理の一例を示すフローチャート図である。まず、処理部 2 0 0 は、データ取得部 2 0 1 として、センサー部 1 0 から角速度データを取得する（S 1 0、角速度データ取得ステップ）。

## 【 0 0 7 1 】

次に、処理部 2 0 0 は、姿勢算出部 2 0 2 として、S 1 0 で取得した角速度データに基づいて、運動器具の姿勢を算出する（S 2 0、姿勢算出ステップ）。

## 【 0 0 7 2 】

次に、処理部 2 0 0 は、回転軸検出部 2 0 6 として、判定軸及びスイング軸の少なくとも一方を算出する（S 2 2、回転軸算出ステップ）。

10

## 【 0 0 7 3 】

次に、処理部 2 0 0 は、インパクト検出部 2 0 3 として、インパクトのタイミングを検出する（S 3 0、インパクト検出ステップ）。例えば、処理部 2 0 0（インパクト検出部 2 0 3）は、S 2 2 で算出したスイング軸に対する角速度の大きさが最大となるタイミングをインパクトのタイミングとして検出する。

## 【 0 0 7 4 】

次に、処理部 2 0 0 は、姿勢角変化量算出部 2 0 4 として、S 2 0 で算出した運動器具の姿勢の情報に基づいて、インパクトのタイミングから所定時間内の運動器具の姿勢角の変化量を算出する（S 4 0、姿勢角変化量算出ステップ）。例えば、処理部 2 0 0（姿勢角変化量算出部 2 0 4）は、S 2 2 で算出した判定軸の姿勢角の変化量を検出する。

20

## 【 0 0 7 5 】

最後に、処理部 2 0 0 は、インパクト状態判定部 2 0 5 として、S 4 0 における算出結果に基づいて、インパクトの状態を判定する（S 5 0、インパクト状態判定ステップ）。

## 【 0 0 7 6 】

図 1 2 に、変形例 1 の処理部 2 0 0 によるインパクトの状態を判定するフローチャートの具体例を示す。図 1 2 の例では、インパクトの状態を 3 段階のレベルにわけて判定する。まず、処理部 2 0 0 は、データ取得期間が終了するまで（S 2 1 2 の N）、センサー部 1 0 から新たな 3 軸角速度データを周期的に取得する（S 2 1 0）。

## 【 0 0 7 7 】

次に、処理部 2 0 0 は、S 2 1 0 で取得した 3 軸角速度データに基づいて、センサー部 1 0 の姿勢を算出する（S 2 2 0）。

30

## 【 0 0 7 8 】

次に、処理部 2 0 0 は、S 2 2 0 で算出したセンサー部 1 0 の姿勢の情報に基づいて、スイング軸と判定軸を算出する（S 2 2 2）。例えば、x y z 座標系でのセンサー部 1 0 の姿勢変化から、スイングによるセンサー部 1 0 の回転運動の中心軸を算出する。この中心軸がスイング軸になる。また、インパクトによって x y z 座標系でのセンサー部 1 0 の姿勢が変化するので、この姿勢変化の方向から判定軸を算出することができる。

## 【 0 0 7 9 】

次に、処理部 2 0 0 は、S 2 1 0 で取得した 3 軸角速度データに基づいて、スイング軸回りの角速度を算出する（S 2 3 0）。x 軸、y 軸、z 軸に対する角速度データと x y z 座標系におけるスイング軸がわかっているので、既知の計算により、スイング軸回りの角速度を算出することができる。

40

## 【 0 0 8 0 】

次に、処理部 2 0 0 は、スイング軸回りの角速度の絶対値が最大となるタイミング（インパクトのタイミング）を検出する（S 2 3 2）。

## 【 0 0 8 1 】

次に、処理部 2 0 0 は、スイング軸回りの最大角速度（角速度の絶対値の最大値）に基づいて、インパクト状態の判定レベル L 1 と L 2 を決定する（S 2 3 4）。

## 【 0 0 8 2 】

次に、処理部 2 0 0 は、S 2 3 2 で検出したインパクトのタイミングから所定時間 T に

50

おける判定軸の最大姿勢変化量  $m_{ax}$  を算出する (S240)。

【0083】

そして、処理部200は、 $m_{ax}$  をステップS234で決定した判定レベルL1、L2と比較し、 $m_{ax} < L1$ であれば(S250のY)、ミート成功(例えば、ジャストミート)と判定する(S252)。また、処理部200は、 $L1 < m_{ax} < L2$ であれば(S250のNかつS254のY)、ミート失敗(レベル1)(例えば、ジャストミートから少しずれた)と判定する(S256)。また、処理部200は、 $m_{ax} > L2$ であれば(S250のNかつS254のN)、ミート失敗(レベル2)(例えば、ジャストミートからかなりずれた)と判定する(S258)。

【0084】

このように、センサー部10(すなわち、運動器具の姿勢)を算出することで、運動器具の形状やスイングの状態によらずスイング軸と判定軸を算出することができるので、インパクトの状態を精度よく判定することができる。

【0085】

なお、図12のフローチャートのS210とS212は、図11のフローチャートのS10(角速度データ取得ステップ)に対応する。また、図12のフローチャートのS220は、図11のフローチャートのS20(姿勢算出ステップ)に対応する。また、図12のフローチャートのS222は、図11のフローチャートのS22(回転軸算出ステップ)に対応する。また、図12のフローチャートのS230、S232は、図11のフローチャートのS30(インパクト検出ステップ)に対応する。また、図12のフローチャートのS240は、図11のフローチャートのS40(姿勢角変化量算出ステップ)に対応する。また、図12のフローチャートのS250、S252、S254、S256、S258は、図11のフローチャートのS50(インパクト状態判定ステップ)に対応する。

【0086】

3-2. その他の変形例

例えば、図1に示したように、本実施形態のスイング分析装置は、センサー部10とホスト端末20が無線又は有線で接続されているが、センサー部10とホスト端末20に、それぞれメモリーカードのインターフェース部を設け、センサー部10が角速度センサー100の出力データをメモリーカードに書き込み、ホスト端末20が当該メモリーカードからデータを読み出してインパクト状態の判定処理を行うようにしてもよい。あるいは、ホスト端末20の処理部200の機能をセンサー部10に組み込んでもよい。

【0087】

また、本実施形態のスイング分析装置では、処理部200が必要な角速度データをすべて取得した後、インパクト状態の判定処理を行っているが、処理部200が角速度データを取得する毎に、インパクト状態の判定処理をリアルタイムに行うようにしてもよい。

【0088】

また、本実施形態のスイング分析装置では、スイング軸回りの角速度に基づいてインパクトのタイミングを検出しているが、加速度センサーを、例えば検出軸が打球面と垂直になるように運動器具に取り付け、当該加速度センサーの出力データに基づいて、例えば最大加速度となるタイミングをインパクトのタイミングとして検出するようにしてもよい。打球面が特定できない運動器具の場合は、3軸加速度センサーを運動器具に取り付け(取り付け位置によっては2軸加速度センサーでもよい)、運動器具の所定位置における加速度ベクトルを算出し、当該加速度ベクトルの大きさに基づいて、インパクトのタイミングを検出することができる。

【0089】

また、本実施形態のスイング分析装置では、インパクト直後の判定軸の姿勢角の変化量に基づいて、インパクト状態を判定しているが、ボールがスイートスポットに当たったか否かまで正確に判定できない場合もあり得る。例えば、テニスラケットのスイングの場合、テニスラケットの長軸上のどの位置にボールが当たっても判定軸の姿勢角の変化量は小さいため、ミート成功と判定される可能性がある。一般に、ボールが当たる位置がスイー

10

20

30

40

50

トスポットを外れた場合、運動器具に発生する振動が大きくなると考えられる。そして、この振動の大きさは、インパクト直後のスイング軸回りの角速度の変化から検出できると考えられる。そこで、インパクト直後の判定軸回りの角速度とスイング軸回りの角速度に基づいて、スイートスポットに当たったか否か、あるいは、スイートスポットからどの程度離れた位置にボールが当たったかを判定するようにしてもよい。

【0090】

本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法及び結果が同一の構成、あるいは目的及び効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

10

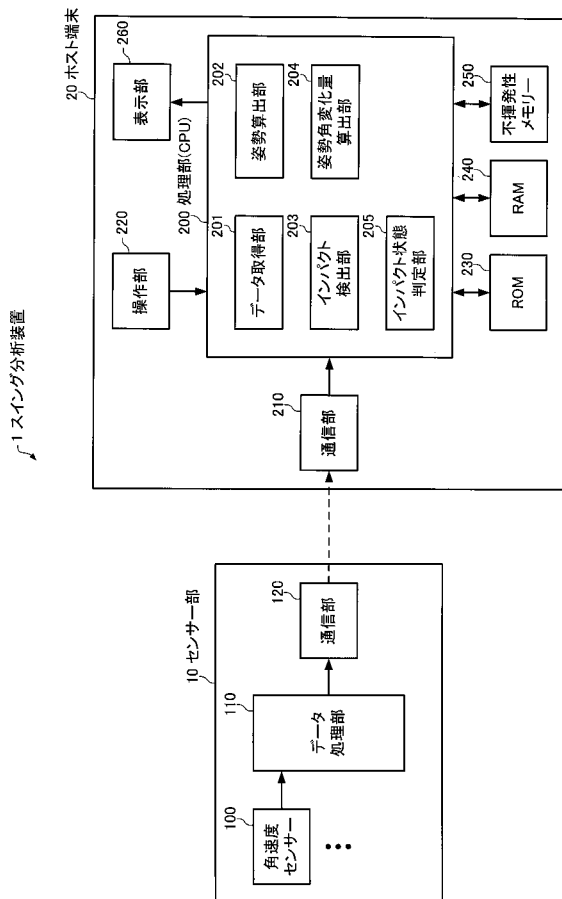
【符号の説明】

【0091】

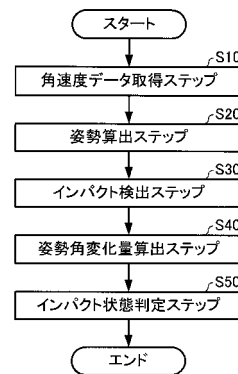
1 スイング分析装置、2 テニスラケット、3 テニスボール、4 バット、5 ボール、6 ゴルフクラブ、7 ゴルフボール、10 センサー部、20 ホスト端末、100 角速度センサー、110 データ処理部、120 通信部、200 処理部（CPU）、201 データ取得部、202 姿勢算出部、203 インパクト検出部、204 姿勢角変化量算出部、205 インパクト状態判定部、206 回転軸算出部、210 通信部、220 操作部、230 ROM、240 RAM、250 不揮発性メモリ、260 表示部

20

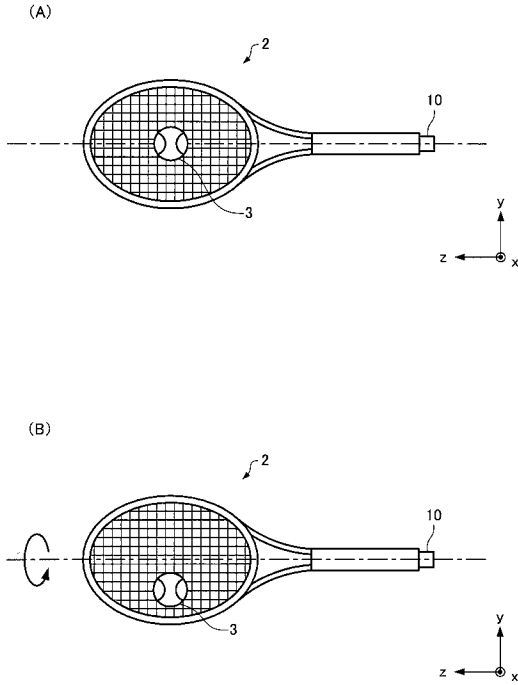
【図1】



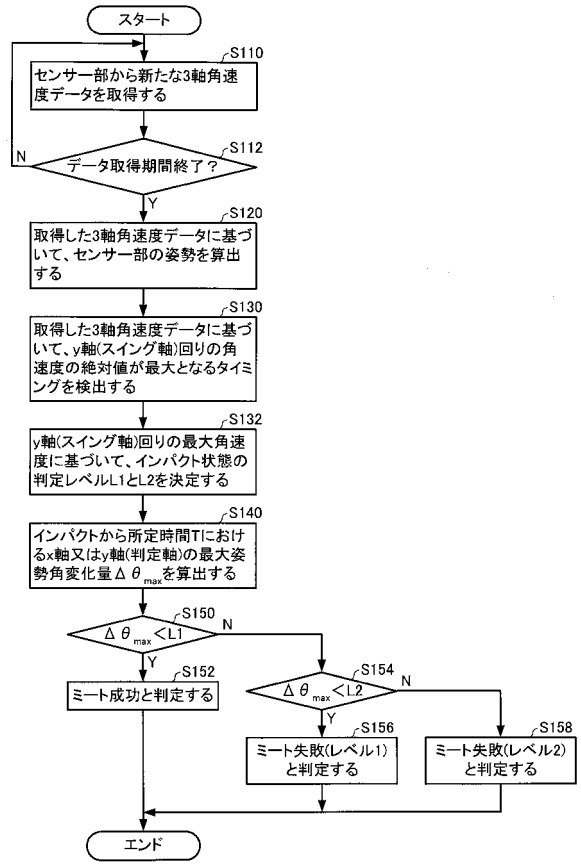
【図2】



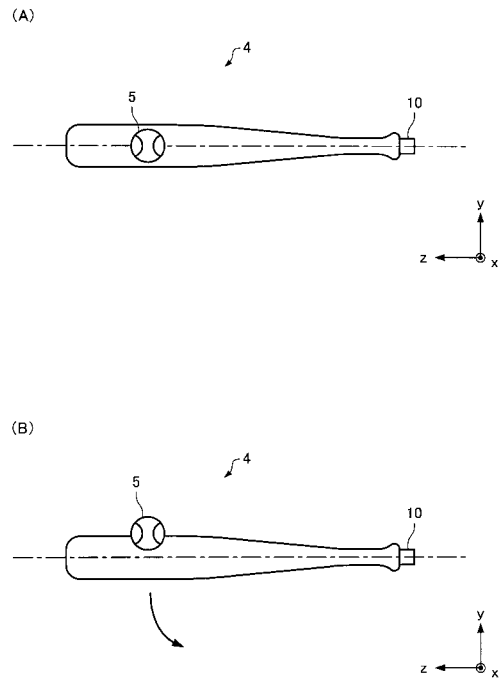
【図3】



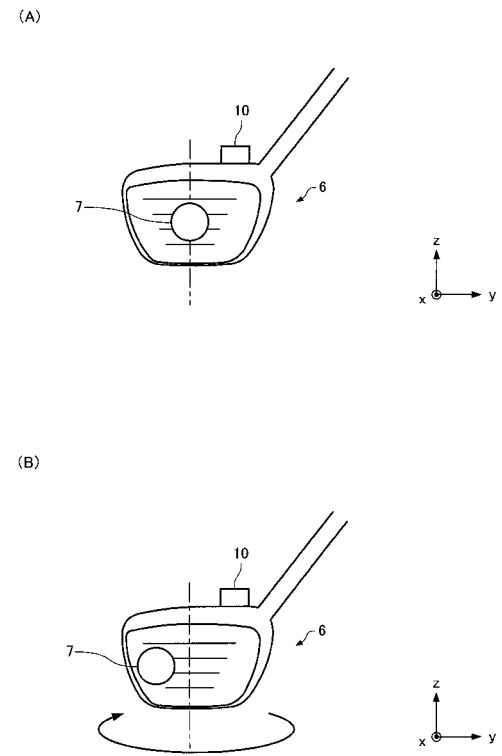
【図7】



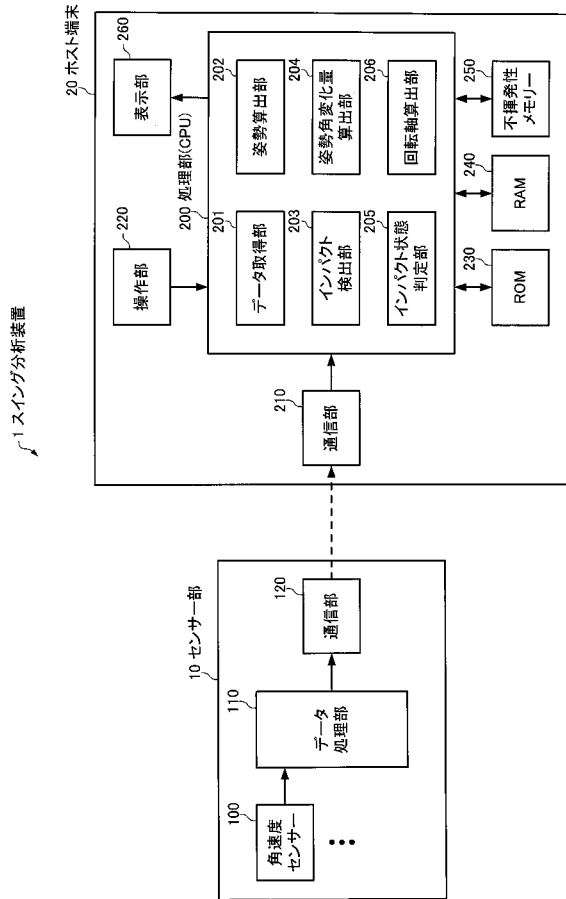
【図8】



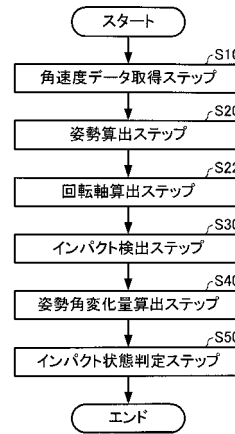
【図9】



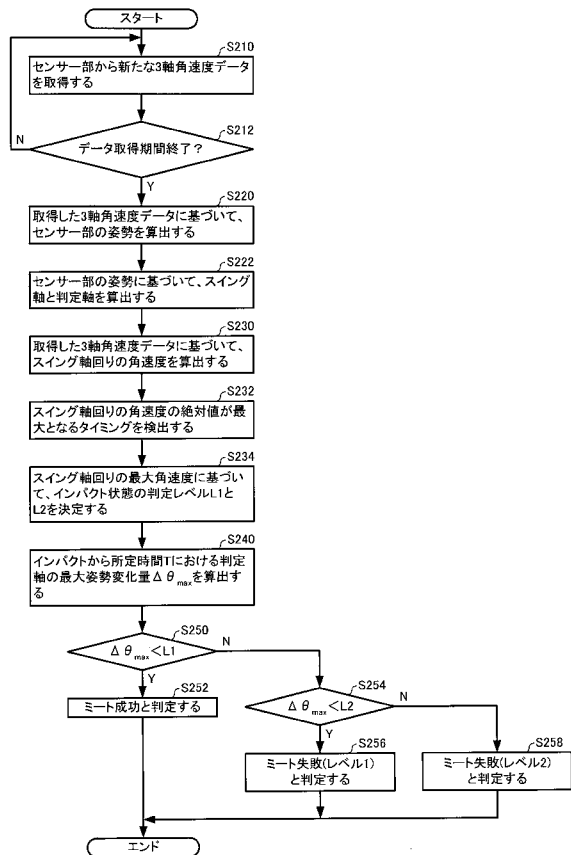
【図10】



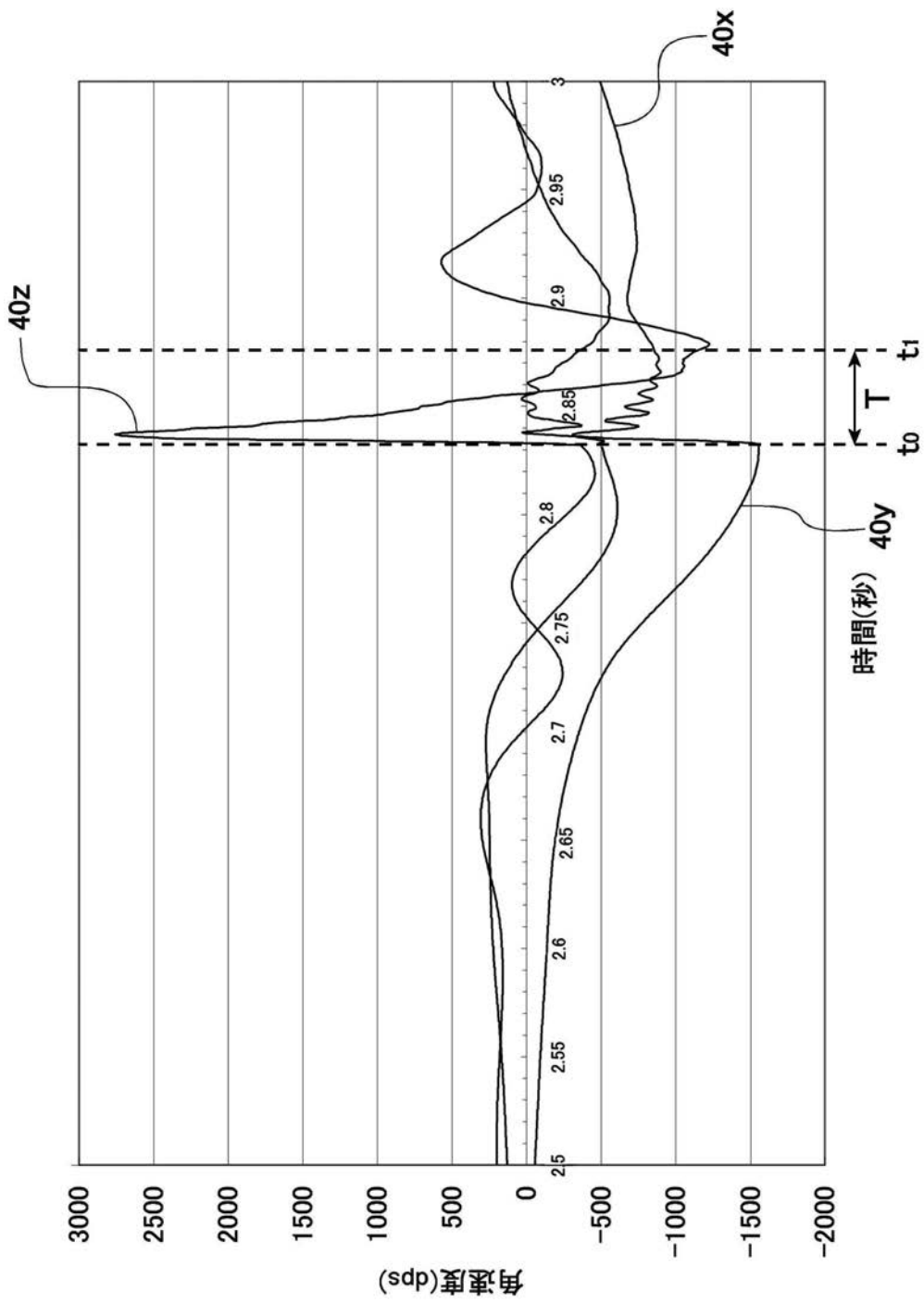
【図11】



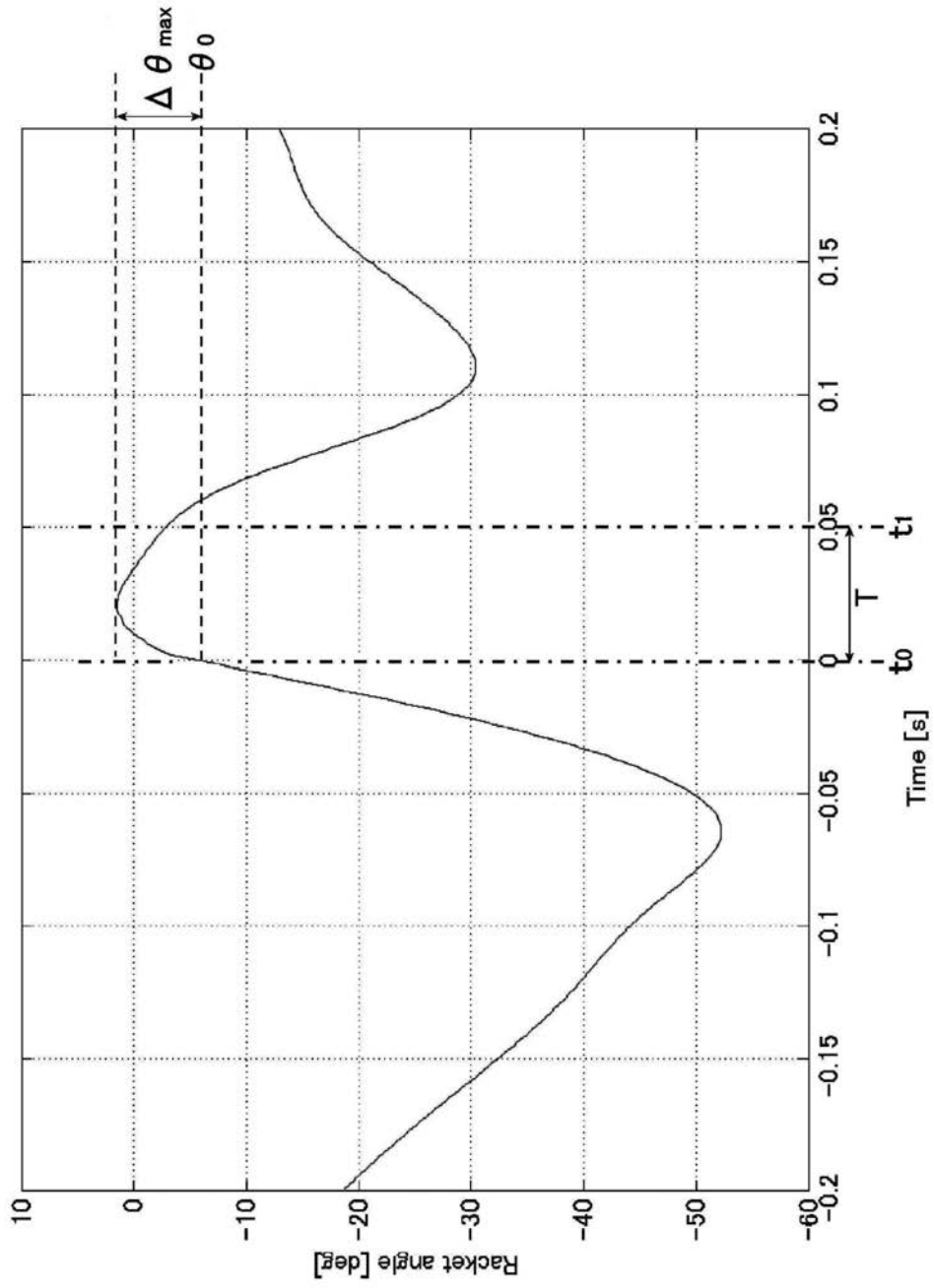
【図12】



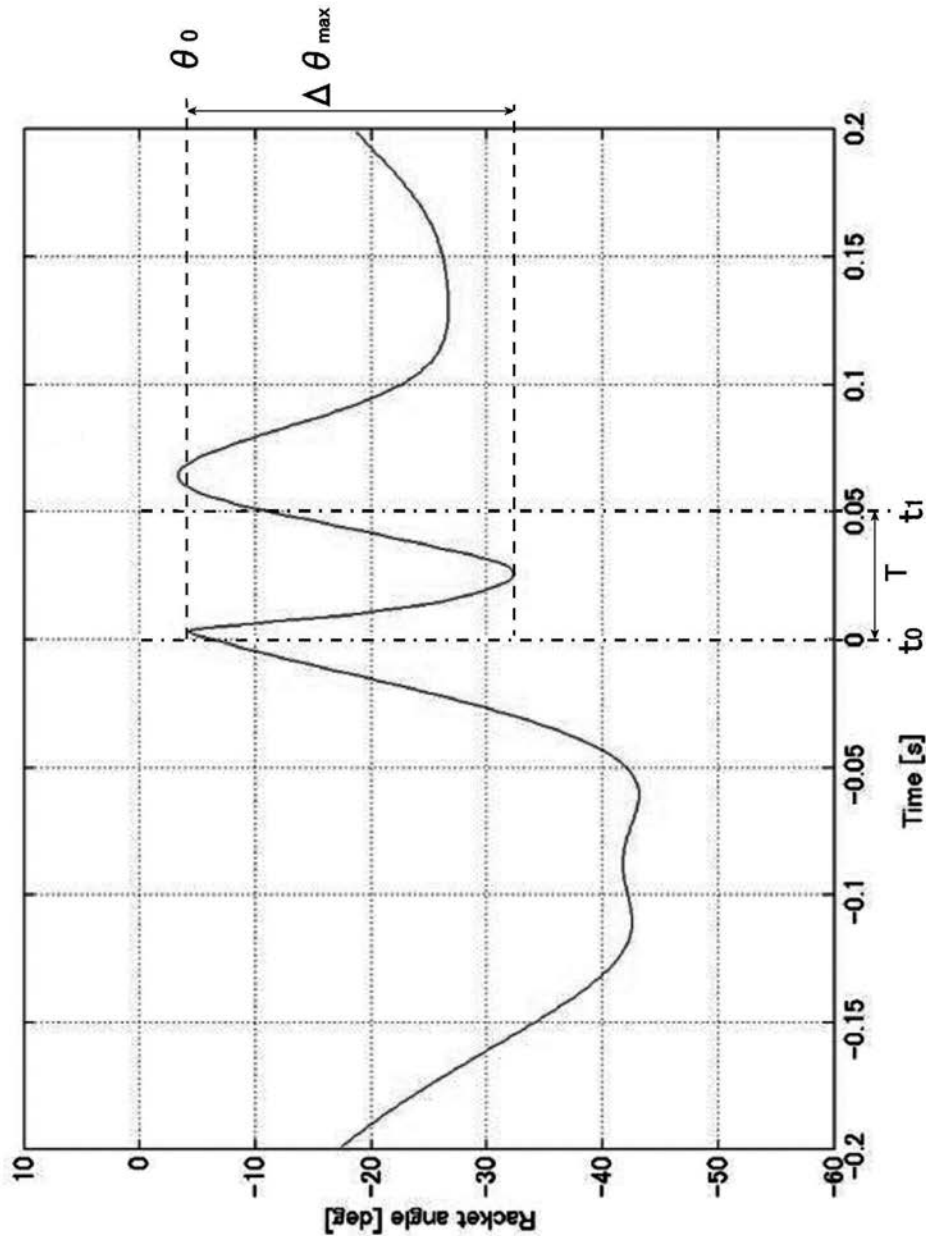
【 図 4 】



【 図 5 】



【図 6】



【手続補正書】

【提出日】平成27年7月31日(2015.7.31)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

運動器具のグリップエンドに取り付けられ、加速度を検出する第1のセンサー及び角速度を検出する第2のセンサーの出力データに基づいて、前記運動器具におけるインパクトの位置を推定することを特徴とするスイング分析装置。

【請求項2】

請求項1において、

前記出力データに加えて、前記運動器具に発生する振動に基づいて、前記位置を推定することを特徴とするスイング分析装置。

## 【請求項 3】

請求項 2 において、  
前記振動により発生する角速度の大きさに基づいて、前記インパクトのタイミングを検出することを特徴とするスイング分析装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項において、  
前記出力データに基づいて、前記運動器具におけるスイング速度を推定することを特徴とするスイング分析装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項において、  
前記出力データに基づいて、前記運動器具におけるインパクトの状態を判定することを特徴とするスイング分析装置。

## 【請求項 6】

請求項 5 において、  
前記インパクトの状態を複数のレベルで判定することを特徴とするスイング分析装置。