

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5924109号  
(P5924109)

(45) 発行日 平成28年5月25日 (2016. 5. 25)

(24) 登録日 平成28年4月28日 (2016. 4. 28)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 F 3 / 0 1 (2006. 01)

G 0 6 F 3 / 0 1 5 1 O

A 6 3 B 6 9 / 3 6 (2006. 01)

A 6 3 B 6 9 / 3 6 5 4 1 Z

A 6 3 B 6 9 / 3 8 (2006. 01)

A 6 3 B 6 9 / 3 8 B

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-109189 (P2012-109189)  
 (22) 出願日 平成24年5月11日 (2012. 5. 11)  
 (65) 公開番号 特開2013-235534 (P2013-235534A)  
 (43) 公開日 平成25年11月21日 (2013. 11. 21)  
 審査請求日 平成27年4月10日 (2015. 4. 10)

(73) 特許権者 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号  
 (74) 代理人 100095728  
 弁理士 上柳 雅誉  
 (74) 代理人 100107261  
 弁理士 須澤 修  
 (72) 発明者 佐藤 政俊  
 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  
 審査官 佐藤 匡

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサーユニット、運動解析装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対象物の動きを検出して検出値を出力し、且つ、前記対象物に直接または取り付け治具を介して装着されるモーションセンサーと、

前記検出値の所与の周波数帯域を通過させ、且つ、前記周波数帯域のカットオフ周波数を変更可能なフィルターと、

前記モーションセンサーを前記対象物に直接装着する場合は前記対象物の硬度に応じて前記カットオフ周波数を制御し、前記モーションセンサーを前記取り付け治具を介して装着する場合は前記取り付け治具の硬度に応じて前記カットオフ周波数を制御する制御部と、を含む、センサーユニット。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のセンサーユニットにおいて、

前記対象物または前記取り付け治具の硬度に応じて前記カットオフ周波数を定めたテーブル情報を記憶した記憶部を備え、

前記制御部は、

前記テーブル情報を用いて前記カットオフ周波数を制御する、センサーユニット。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のセンサーユニットにおいて、

圧力値を検出する圧力センサーを含み、

前記圧力センサーは、

前記センサーユニットが前記対象物または前記取り付け治具に取り付けられた時の圧力値を計測して、該圧力値を前記制御部に出力し、

前記制御部は、前記圧力値に基づき前記カットオフ周波数を定める、センサーユニット。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のセンサーユニットにおいて、  
前記圧力センサーは、  
圧電抵抗型圧力センサーである、センサーユニット。

【請求項 5】

請求項 1 又は 2 に記載のセンサーユニットにおいて、  
外部から前記対象物または前記取り付け治具の硬度の情報を受け取って、前記制御部に前記硬度の情報を出力する操作部を含み、

前記制御部は、前記硬度の情報に基づき前記カットオフ周波数を定める、センサーユニット。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のセンサーユニットにおいて、  
前記制御部は、  
前記対象物または前記取り付け治具の前記硬度が所定値よりも高い場合には、高域側の前記カットオフ周波数が低くなるように制御信号を生成する、センサーユニット。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のセンサーユニットにおいて、  
前記制御部は、  
前記対象物または前記取り付け治具の前記硬度が所定値よりも低い場合には、低域側の前記カットオフ周波数が低くなるように制御信号を生成する、センサーユニット。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のセンサーユニットを含む運動解析装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、センサーユニット、及びそれを用いた運動解析装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

対象の動きを検出するモーションセンサーは、対象への装着方法によって検出する動きの正確さが変わる可能性がある。特許文献 1 の発明は、動きを検出する対象がゴルフスイングをする人であり、耳に直接モーションセンサーを付けることで人の頭部の正確な動きを検出する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 125507 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、対象が人である場合には、モーションセンサーを直接肌に接触させることを嫌がる可能性がある。また、対象が例えば高価な物、貴重な物である場合には、モーションセンサーを直接に取り付けることを避けたい場合がある。さらに、対象が運動競技に用いる物である場合にも、競技中のモーションセンサーの装着が規則で禁止されており、着脱を容易にしたい場合がある。このような場合に、取り付け治具を介して対象にモーションセンサーを装着することがあり、取り付け治具を介しても正確な動きを検出することが求められる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

取り付け治具は硬い固定用の器具に限るものではない。例えば、対象が人である場合に、モーションセンサーを取り付けた手袋を人が装着して、その人の動きを検出することがある。このとき、取り付け治具は柔らかい手袋になる。取り付け治具の材料は、動きを検出する対象によって変わったり、複数の材料の中から選択できたりする可能性がある。

## 【 0 0 0 6 】

ここで、モーションセンサーには、対象が動くことで生じるノイズも取り付け治具を介して伝わる。例えば、スケートシューズの刃に取り付け治具を介してモーションセンサーを装着し、選手の動きを検出したいことがある。このとき、氷の表面の細かい凹凸により生じる高周波のノイズがモーションセンサーに伝わる。

10

## 【 0 0 0 7 】

しかし、取り付け治具の硬さによっては、ほとんどのノイズが取り付け治具で吸収されることもあるし、ほとんど吸収されないこともある。従って、モーションセンサーと予め決められた周波数帯を通過させるフィルターとを備えたモーションユニットを用いても、取り付け治具の種類を変えると、計測対象の正確な動きを検出することが困難であることがあった。

## 【 0 0 0 8 】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものである。本発明のいくつかの態様によれば、取り付け治具の種類によらずに、計測対象の正確な動きを検出することが可能なモーションユニット及びそれを用いた運動解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】

## 【 0 0 0 9 】

( 1 ) 本発明は、センサーユニットであって、対象物の動きを検出して検出値を出力し、且つ、取り付け治具を介して前記対象物に装着されるモーションセンサーと、前記検出値を受け取って所与の周波数帯域を通過させ、且つ、前記周波数帯域のカットオフ周波数を変更可能なフィルターと、前記カットオフ周波数を制御する制御部と、を含み、前記制御部は、前記取り付け治具の硬さに応じて前記カットオフ周波数を定める。

## 【 0 0 1 0 】

( 2 ) このセンサーユニットにおいて、取り付け治具の硬さに応じてカットオフ周波数を定めたテーブル情報を記憶した記憶部を備え、前記制御部は、前記テーブル情報を用いて前記カットオフ周波数を制御してもよい。

30

## 【 0 0 1 1 】

これらの発明のセンサーユニットは、モーションセンサーと、モーションセンサーから検出値を受け取り、所与の周波数帯域を通過させるフィルターと、カットオフ周波数を制御する制御部と、を含む。モーションセンサーは、例えば加速度センサー、角速度センサー等であって、計測の対象である対象物の動きによる加速度、角速度等を検出して検出値を出力する。対象物の動きとは、例えばモーションセンサーの軸に沿った方向の移動や、軸周りの回転である。なお、モーションセンサーは、複数の種類のセンサーを含んでいてもよい。

## 【 0 0 1 2 】

40

フィルターは、例えばバンドパスフィルターであって、モーションセンサーからの検出値を受け取って、特定の周波数帯域だけを通過させる。フィルターは、ハイパスフィルターやローパスフィルターであってもよい。このとき、フィルターのカットオフ周波数は可変である。そして、モーションセンサーを対象に取り付けるための取り付け治具の種類に応じてカットオフ周波数を調整することが可能である。

## 【 0 0 1 3 】

カットオフ周波数を調整することで、取り付け治具の種類によって異なる、モーションセンサーに伝わるノイズを適宜除去することが可能である。従って、これらの発明のセンサーユニットは、取り付け治具の種類によらずに、計測対象の正確な動きを検出することが可能なモーションユニットを実現することができる。

50

## 【 0 0 1 4 】

ここで、センサーユニットはモーションセンサーとフィルターとを含んで構成されている。そのため、モーションセンサーとフィルターとがパッケージ化されたようなセンサーユニットでは、モーションセンサーを対象に取り付けるための取り付け治具とは、センサーユニットの取り付け治具を意味する。しかし、モーションユニットは、モーションセンサーだけを独立して対象に取り付けられる構成であってもよい。

## 【 0 0 1 5 】

また、センサーユニットは、カットオフ周波数を変更させる制御信号を生成する制御部を含む。制御部は、取り付け治具の硬さを示す硬度信号を受け取る。そして、取り付け治具の硬さに応じたカットオフ周波数を定めたテーブルを用いて、制御信号を生成してもよい。

10

## 【 0 0 1 6 】

センサーユニットが制御部を含むことで、センサーユニットが対象に取り付けられた後に、硬度信号に応じて適切なカットオフ周波数が選択される。制御部はC P Uのような演算処理装置であってもよい。

## 【 0 0 1 7 】

ここで、硬度信号はセンサーユニットの内部で生成されてもよいし、センサーユニットの外部から与えられてもよい。制御部は、取り付け治具の硬さに応じたカットオフ周波数を定めたテーブル情報を用いてもよい。テーブル情報は、制御部が含む記憶部に記憶されていてもよいし、制御部の外部にある記憶部に記憶されていてもよい。なお、記憶部は、R A MやR O Mを含んでいてもよいが、その種類は特定の物に限られない。R O Mを含む場合にはセンサーユニットの製造時にテーブル情報が書き込まれてもよいし、R A Mを含む場合にはセンサーユニットの起動時にセンサーユニットの外部から書き込まれてもよい。

20

## 【 0 0 1 8 】

( 3 ) このセンサーユニットにおいて、圧力値を出力する圧力センサーを含み、前記圧力センサーは、前記センサーユニットが前記取り付け治具に取り付けられた時の圧力値を計測し、該圧力値を前記制御部に出力してもよい。

## 【 0 0 1 9 】

( 4 ) このセンサーユニットにおいて、前記圧力センサーは、圧電抵抗型圧力センサーであってもよい。

30

## 【 0 0 2 0 】

これらの発明によれば、制御部が制御信号を生成するために受け取る硬度信号は、圧力センサーからの圧力値である。圧力センサーは、取り付け治具の圧力を計測する。そのため、センサーユニットがどのような取り付け治具を介して対象に装着されても、制御部は実測された取り付け治具の圧力に基づいて、適切な制御信号を生成することができる。

## 【 0 0 2 1 】

このとき、圧力センサーは、圧電抵抗型圧力センサーであってもよい。半導体の製造技術を用いて製造可能であり、小型でありながら正確な検出を行う。

## 【 0 0 2 2 】

なお、圧力センサーは、圧電抵抗型圧力センサー以外の種類の圧力センサーであってもよい。例えば、バネの弾性力を利用したバネ式の圧力センサーであってもよいし、液晶の誘電率等の変化を利用した液晶式の圧力センサーであってもよい。

40

## 【 0 0 2 3 】

( 5 ) このセンサーユニットにおいて、前記センサーユニットの外部から前記取り付け治具の硬度の情報を受け取って、前記制御部に前記硬度の情報を出力する操作部を含んでもよい。

## 【 0 0 2 4 】

本発明によれば、センサーユニットの外部からの情報を受け取って指示信号を出力する操作部を含む。そのため、センサーユニットの外部から、取り付け治具の硬さに応じた力

50

ットオフ周波数を指定することが可能になる。例えば、取り付け治具の種類が予め決まっているような場合に、センサーユニットに圧力センサーを含まなくてもよく、センサーユニットの製造コストを抑えることができる。なお、受け取る情報は、例えば取り付け治具の硬度の情報そのものでもよいし、ユーザーからの設定指示といった間接的なものでもよい。

【 0 0 2 5 】

( 6 ) このセンサーユニットにおいて、前記制御部は、前記取り付け治具が所定の硬さよりも硬いと判断した場合に、高域側の前記カットオフ周波数が低くなるように前記制御信号を生成してもよい。

【 0 0 2 6 】

( 7 ) このセンサーユニットにおいて、前記制御部は、前記取り付け治具が所定の硬さよりも柔らかいと判断した場合に、低域側の前記カットオフ周波数が低くなるように前記制御信号を生成してもよい。

【 0 0 2 7 】

これらの発明によれば、制御部は、取り付け治具が所定の硬さよりも硬いと判断した場合に、高域側のカットオフ周波数が低くなるように制御信号を生成する。取り付け治具が硬い場合には、高周波のノイズがモーションセンサーに伝わりやすい。このとき、高域側のカットオフ周波数を低くすることで、ノイズの影響を低減して計測対象の正確な動きを検出できる。

【 0 0 2 8 】

また、制御部は、取り付け治具が所定の硬さよりも柔らかいと判断した場合に、低域側のカットオフ周波数が低くなるように制御信号を生成してもよい。取り付け治具が柔らかい場合には、モーションセンサーに伝わる低周波の動きを含めて、計測対象の正確な動きを検出できる。

【 0 0 2 9 】

なお、それぞれの所定の硬さは事前の実験で定めてもよいし、硬度を用いた計算で求めてもよい。また、閾値となる複数の硬さを定めておき、多段階にカットオフ周波数を調整してもよい。

【 0 0 3 0 】

( 8 ) 本発明は、前記のいずれかのセンサーユニットを含む運動解析装置である。

【 0 0 3 1 】

本発明によれば、センサーユニットの取り付け治具の種類によらずに、計測対象の正確な動きを検出することが可能な運動解析装置を実現することができる。運動解析装置とは、例えばゴルフやテニスのスウィング、野球のバッティング、フィギュアスケートの滑走、ランニングの走行等を解析して、運動技能の上達に役立てるのに用いられる装置である。例えば、フィギュアスケートの靴に、本発明の運動解析装置のセンサーユニットを取り付けた場合、表面の細かい凹凸により生じる高周波のノイズはカットし、正確な選手の動きを解析することが可能な運動解析装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 2 】

【図 1】本実施形態のセンサーユニットのブロック図。

【図 2】ハイパスフィルターの構成例を示す図。

【図 3】ローパスフィルターの構成例を示す図。

【図 4】本実施形態のセンサーユニットの接触断面図。

【図 5】圧力センサーの構成例を示す図。

【図 6】圧力センサーのダイヤフラムを説明する断面図。

【図 7】圧力センサーの圧力を検出する回路を説明する図。

【図 8】取り付け治具の硬さとフィルターの特性との関係を示す図。

【図 9】変形例のセンサーユニットのブロック図。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 3 】

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。

## 【 0 0 3 4 】

## １．センサーユニットの構成

図１は、１つの好適な実施形態のセンサーユニット１０のブロック図である。図１に示すように、本実施形態のセンサーユニット１０は、モーションセンサー２０、制御部３０、フィルター４０、圧力センサー５０、記憶部７０を含んで構成されている。センサーユニット１０は、取り付け治具を介して、モーションセンサー２０の計測の対象に装着される。

10

## 【 0 0 3 5 】

フィルター４０は、ＨＰＦ４２（ハイパスフィルター）とＬＰＦ４４（ローパスフィルター）を含み、バンドパスフィルターを実現する。

## 【 0 0 3 6 】

モーションセンサー２０は、例えば加速度センサー、角速度センサー等であって、計測の対象（以下、単に対象という）である人や物の動きによる加速度、角速度等を検出して検出値１２を出力する。所定の動きとは、例えばモーションセンサー２０の軸に沿った方向の移動や、軸周りの回転である。

## 【 0 0 3 7 】

20

なお、モーションセンサー２０は、複数の種類のセンサーを含んでいてもよい。本実施形態では、３軸の加速度センサーと３軸の角速度センサーを含み、対象の様々な動きを検出するものとする。検出値１２は、検出した動きを例えば電圧値の変化で表してもよい。

## 【 0 0 3 8 】

フィルター４０は、バンドパスフィルターであって、モーションセンサー２０からの検出値１２を受け取って、特定の周波数帯域だけを通過させて出力信号１４として出力する。フィルター４０は、ハイパスフィルター（ＨＰＦ４２）とローパスフィルター（ＬＰＦ４４）とを組み合わせ、バンドパスフィルターを構成する。このとき、ＨＰＦ４２のカットオフ周波数（低域側のカットオフ周波数に対応）、ＬＰＦ４４のカットオフ周波数（高域側のカットオフ周波数に対応）は、どちらも制御部３０からの制御信号１３によってそれぞれ独立に変化する。そして、モーションセンサー２０を対象に取り付けるための取り付け治具（すなわち、センサーユニット１０の取り付け治具）の種類に応じて制御信号１３が変化するので、ＨＰＦ４２、ＬＰＦ４４のカットオフ周波数も調整される。

30

## 【 0 0 3 9 】

これらのカットオフ周波数を調整することで、取り付け治具の種類によって異なる、モーションセンサー２０に伝わるノイズを適宜除去することが可能である。従って、センサーユニット１０は、取り付け治具の種類によらずに、対象の正確な動きを検出することが可能になる。

## 【 0 0 4 0 】

制御部３０は、取り付け治具の硬さを示す硬度信号１５を受け取る。そして、記憶部７０からテーブル情報１７を受け取って、制御信号１３を生成させる。このテーブル情報１７は、取り付け治具の硬さに応じたカットオフ周波数を定めている。なお、本実施形態の制御部３０はＣＰＵであるとする。

40

## 【 0 0 4 1 】

圧力センサー５０は、取り付け治具の圧力を計測して圧力値を出力する。圧力値は取り付け治具の硬さによって変化するため、圧力センサー５０からの圧力値が硬度信号１５となる。圧力センサー５０を含むことで、取り付け治具の圧力を実測することができる。そのため、センサーユニット１０がどのような取り付け治具を介して対象に装着されても、制御部３０は実測により得られた硬度信号１５に基づいて、適切な制御信号１３を生成することができる。

50

## 【 0 0 4 2 】

なお、圧力センサー 5 0 は、圧電抵抗型圧力センサーである。圧電抵抗型圧力センサーは、半導体の製造技術を用いて製造可能であり、小型でありながら正確な検出を行うことができる。

## 【 0 0 4 3 】

記憶部 7 0 は、制御部 3 0 が制御信号 1 3 を生成するのに用いるテーブルを記憶している。また、記憶部 7 0 は、CPU である制御部 3 0 が制御信号 1 3 を生成する演算処理を実行するためのプログラムを記憶していてもよい。記憶部 7 0 は、これらのデータやプログラムを記憶する RAM や ROM を含んで構成されている。

## 【 0 0 4 4 】

10

## 2 . フィルターの詳細

図 2 は、ハイパスフィルター ( H P F 4 2 ) の構成例を示す図である。モーションセンサー 2 0 からの検出値 1 2 は、低域側のカットオフ周波数よりも高い周波数成分が H P F 4 2 を通過する。ここで、低域側のカットオフ周波数  $f_{cl}$  は以下の式 ( 1 ) のようになる。

## 【 0 0 4 5 】

## 【 数 1 】

$$f_{cl} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} \dots\dots(1)$$

20

## 【 0 0 4 6 】

ここで、 $R_1$  は制御信号 1 3 A ( 図 1 の制御信号 1 3 の一部の信号 ) によって変化する可変抵抗の抵抗値である。従って、制御部 3 0 は制御信号 1 3 A によって、低域側のカットオフ周波数  $f_{cl}$  を調整することが可能である。

## 【 0 0 4 7 】

この可変抵抗は、例えば硬度信号 1 5 に基づいて生成された PWM 信号である制御信号 1 3 A を、積分回路で積分してトランジスタのゲート入力とすることで構成してもよいし、他の回路で構成してもよい。

## 【 0 0 4 8 】

例えば、制御部 3 0 は、取り付け治具の硬さが所定の硬さよりも柔らかいと判断した場合に、低域側のカットオフ周波数  $f_{cl}$  が低くなるように制御信号 1 3 A を生成してもよい。このとき、柔らかい取り付け治具 ( 例えば、スポンジや絨毯 ) を用いた場合にモーションセンサー 2 0 に伝わる低周波の動きまでも出力信号 1 4 に含めて、対象の正確な動きを検出することを可能にする。

30

## 【 0 0 4 9 】

逆に、制御部 3 0 は、取り付け治具の硬さが所定の硬さよりも硬いと判断した場合に、低域側のカットオフ周波数  $f_{cl}$  が高くなるように制御信号 1 3 A を生成してもよい。このとき、硬い取り付け治具 ( 例えば、金属板や木の板 ) を介してモーションセンサー 2 0 に伝わる低周波のノイズの影響を減らすことができる。

## 【 0 0 5 0 】

40

なお、制御部 3 0 は制御信号 1 3 A によって、 $C_1$  を変化させることで低域側のカットオフ周波数  $f_{cl}$  を調整してもよい。また、所定の硬さは、取り付け治具として使用され得る素材を用いて実測し、モーションセンサー 2 0 へノイズが伝わる程度によって定めてもよい。例えば、所定の硬さを皮やフェルトなどの硬さと定めて、それより柔らかいか、硬いかによって異なる制御信号 1 3 A を生成してもよい。

## 【 0 0 5 1 】

図 3 は、ローパスフィルター ( L P F 4 4 ) の構成例を示す図である。このとき、H P F 4 2 を通過した信号は、高域側のカットオフ周波数よりも低い周波数成分が L P F 4 4 を通過する。ここで、高域側のカットオフ周波数  $f_{ch}$  は以下の式 ( 2 ) のようになる。

## 【 0 0 5 2 】

50

【数 2】

$$f_{ch} = \frac{1}{2\pi R_2 C_2} \dots\dots(2)$$

【0053】

ここで、 $R_2$  は制御信号 13B (図 1 の制御信号 13 の一部の信号) によって変化する可変抵抗の抵抗値である。従って、制御部 30 は制御信号 13B によって、高域側のカットオフ周波数  $f_{ch}$  を調整することが可能である。なお、可変抵抗の構成については H P F 42 と同じであってもよいし異なっても良い。また、制御部 30 は制御信号 13B によって、 $C_2$  を変化させることで高域側のカットオフ周波数  $f_{ch}$  を調整してもよい。

10

【0054】

例えば、制御部 30 は、取り付け治具の硬さが所定の硬さよりも硬いと判断した場合に、高域側のカットオフ周波数  $f_{ch}$  が低くなるように制御信号 13B を生成してもよい。

【0055】

このとき、硬い取り付け治具を介してモーションセンサー 20 に伝わる高周波のノイズの影響を減らして、対象の正確な動きを検出することを可能にする。なお、所定の硬さについては、H P F 42 の場合と同じように定めてもよい。

【0056】

逆に、制御部 30 は、取り付け治具の硬さが所定の硬さよりも柔らかいと判断した場合に、高域側のカットオフ周波数  $f_{ch}$  が高くなるように制御信号 13B を生成してもよい。このとき、柔らかい取り付け治具によって高周波のノイズはモーションセンサー 20 に伝わりにくいので、多くの高域成分を出力信号 14 に含めることで、検出した対象の動きをより正確にすることができる。

20

【0057】

H P F 42 と L P F 44 とで構成されるフィルター 40 の特性は図 8 のようになる。フィルター 40 からの出力信号 14 の電圧 (出力電圧) と周波数との関係は、取り付け治具の硬さが所定の硬さよりも硬い場合には、図 8 の黒色部分のようになる。つまり、サンプリング周波数  $F_s$  からかなり低いところで、高域側のカットオフ周波数  $f_{ch}$  が設定されている。また、低域側のカットオフ周波数  $f_{cl}$  も高くなるように設定されている。

【0058】

30

一方、取り付け治具の硬さが所定の硬さよりも柔らかい場合には、図 8 の斜線部分のようになる。高域側、低域側共に通過できる帯域が広がられている。つまり、ノイズが伝わりにくい柔らかい取り付け治具を用いた場合には、通過できる帯域を広げて、さらに対象の正確な動きを検出することが可能になる。

【0059】

### 3. 圧力センサーの詳細

取り付け治具に応じて適切なカットオフ周波数を選択するためには、硬度信号 15 が正確である必要がある。ここで、本実施形態のセンサーユニット 10 は、圧力センサー 50 からの圧力値が硬度信号 15 となる。よって、圧力センサー 50 が取り付け治具の硬さを圧力値として正確に出力する必要がある。

40

【0060】

本実施形態のセンサーユニット 10 では、圧力センサー 50 は圧電型圧力センサーであり、小型でありながら正確な検出を行うことができる。

【0061】

図 4 は、本実施形態のセンサーユニット 10 が、取り付け治具 80 を介して対象物 82 (計測の対象であって、例えば人であってもよいが、本実施形態では物であるとする) に接触している状態を表す断面図である。センサーユニット 10 に含まれるモーションセンサー 20 は、対象物 82 の動きを正確に検出できるように取り付け治具 80 に接触している。そして、センサーユニット 10 に含まれる圧力センサー 50 は、ダイヤフラム 52 (図 5 参照) を取り付け治具 80 に向けて、取り付け治具 80 に押し込まれるように接触し

50



ている。

#### 【 0 0 6 2 】

図 5 は、ピエゾ抵抗型圧力センサーである圧力センサー 5 0 の平面図である。圧力センサー 5 0 は、受圧部（ダイヤフラム 5 2）を備え、ダイヤフラム 5 2 上にピエゾ抵抗が形成されている。ダイヤフラム 5 2 に圧力がかかるとピエゾ抵抗に加わった応力によって抵抗率が変化する。このことを利用して圧力を検出する。

#### 【 0 0 6 3 】

図 6 は、圧力センサー 5 0 に圧力 P がかった状態を示す断面図である。このとき、圧力 P は取り付け治具 8 0 が圧力センサー 5 0 を押し返すことで生じる力である。ここで、取り付け治具 8 0 が柔らかい場合には、取り付け治具 8 0 がクッション材のようにふるまうため、圧力 P が小さくなる。すなわち、圧力 P を測定することで、取り付け治具 8 0 の硬さを検出することができる。

#### 【 0 0 6 4 】

ここで、再び図 5 を参照する。図 5 において長方形で示しているのがピエゾ抵抗であって、それぞれの抵抗値は  $R_x$ 、 $R_y$ 、 $R_z$ 、 $R_w$  である。このピエゾ抵抗でホイートストンブリッジを構成し、例えば定電流を流すと、圧力に比例した出力電位差が得られる。

#### 【 0 0 6 5 】

図 7 は、圧力センサー 5 0 のダイヤフラム 5 2 上に形成されたピエゾ抵抗で構成されたホイートストンブリッジを表す図である。ホイートストンブリッジには、定電流源から電流  $i$  が流れている。このとき、出力電位差  $V_o$  を測定することで、取り付け治具 8 0 からの圧力を知ることができる。すなわち、取り付け治具 8 0 の硬さを知ることができる。なお、出力電位差  $V_o$  は下記の式（3）に従う。

#### 【 0 0 6 6 】

##### 【数 3】

$$V_o = \frac{R_x R_z - R_y R_w}{R_x + R_y + R_z + R_w} \dots\dots(3)$$

#### 【 0 0 6 7 】

このように、本実施形態のセンサーユニット 1 0 では、圧力センサー 5 0 によって取り付け治具 8 0 の硬さを検出できる。このとき、制御部 3 0 は、硬度信号 1 5 として出力電位差  $V_o$ （圧力値）を受け取る。そして、記憶部 7 0 は圧力値に応じたカットオフ周波数を定めたテーブルを記憶している。制御部 3 0 は、このテーブルを用いて、効率的に制御信号 1 3 を生成することができる。なお、記憶部 7 0 が記憶するテーブルは、圧力値に応じた制御信号 1 3 を定めたテーブルでもよい。このとき、制御部 3 0 は、さらに効率的に制御信号 1 3 を生成することができる。

#### 【 0 0 6 8 】

以上のように、本実施形態のセンサーユニット 1 0 は、検出した取り付け治具 8 0 の硬さに合わせて、フィルター特性を変化させることができる。すなわち、取り付け治具 8 0 の種類によらずに、計測対象の正確な動きを検出することが可能なモーションユニットを実現できる。

#### 【 0 0 6 9 】

#### 4．変形例

ここで、先の実施形態は圧力センサー 5 0 が取り付け治具 8 0 の硬さを実測するものであった。しかし、例えば取り付け治具 8 0 の種類が予め決まっているような場合に、センサーユニット 1 0 の外部から指定できる方が効率的である。このとき、センサーユニット 1 0 に圧力センサー 5 0 を含まなくてもよいので、センサーユニット 1 0 の製造コストを抑えることができる。

#### 【 0 0 7 0 】

図 9 に示すように、本変形例のセンサーユニット 1 0 は、圧力センサー 5 0 に代えて、センサーユニット 1 0 の外部からの指示を受け取って指示信号を生成する操作部 6 0 を含

10

20

30

40

50

む。操作部 60 は指示信号を硬度信号 16 として出力する。例えば、取り付け治具 80 の種類が (A) 板、(B) 皮やフェルト、(C) 絨毯の 3 種類に予め決まっているとする。そして、本変形例のセンサーユニット 10 を皮の取り付け治具 80 を介して対象物 82 に装着したユーザーは、センサーユニット 10 への指示として、操作部 60 によって (B) 皮やフェルトを指定する。すると、制御部 30 は硬度信号 16 として、ユーザーが指定した内容 (すなわち、取り付け治具 80 が皮やフェルトであること) を受け取る。そして、制御部 30 は適切な制御信号 13 を生成することができる。

#### 【0071】

ここで、操作部 60 はボタン、スライドスイッチなどであってもよいし、タッチパネルのようなものでもよい。なお、操作部 60 を含むことを除いては、本変形例のセンサーユニット 10 も先の実施形態と同じであり説明を省略する。

10

#### 【0072】

#### 5. 適用例

本実施形態のセンサーユニット 10 は、例えば運動解析装置に好適に用いることができる。運動解析装置とは、例えばゴルフやテニスのスウィング、野球のバッティング、フィギュアスケートの滑走、ランニングの走行等を解析して、運動技能の上達に役立てるのに用いられる装置である。

#### 【0073】

例えば、運動解析装置の一部であるセンサーユニット 10 が、硬質な取り付け治具 80 を介してフィギュアスケートの靴に取り付けられた場合でも、本適用例の運動解析装置は、表面の細かい凹凸により生じる高周波のノイズはカットして、正確な選手の動きを解析することができる。

20

#### 【0074】

また、例えば、運動解析装置の一部であるセンサーユニット 10 が、スポンジなどの取り付け治具 80 を介してゴルフクラブやテニスラケットに取り付けられた場合には、本適用例の運動解析装置は、モーションセンサー 20 に伝わる低周波の動きまでも出力信号 14 に含めて、ゴルフクラブやテニスラケットの正確な軌跡を捉えることができる。

#### 【0075】

そして、得られた測定対象の正確な動きに基づいて、選手の運動技能の上達に必要なアドバイス (例えば、「テニスラケットの振り下ろし時に外向き方向へのぶれがあるので、脇を締めてスイングしましょう」等) を選手に示すことが可能になる。

30

#### 【0076】

#### 6. その他

本発明は、実施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、実施形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

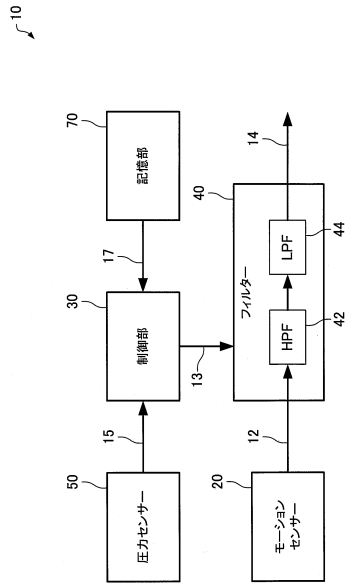
#### 【符号の説明】

40

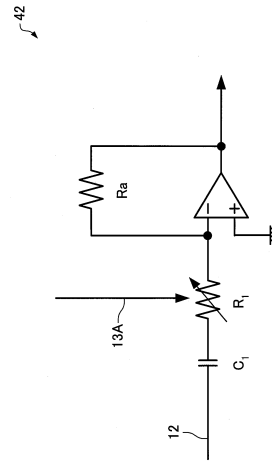
#### 【0077】

10 センサーユニット、12 検出値、13 制御信号、13A 制御信号、13B 制御信号、14 出力信号、15 硬度信号、16 硬度信号、20 モーションセンサー、30 制御部、40 フィルター、50 圧力センサー、52 ダイヤフラム、60 操作部、70 記憶部、80 取り付け治具、82 対象物

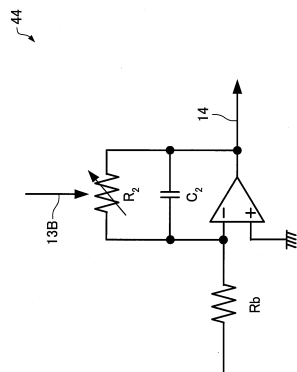
【図 1】



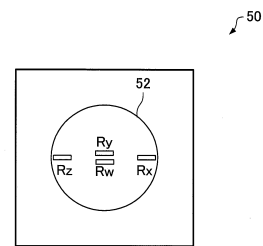
【図 2】



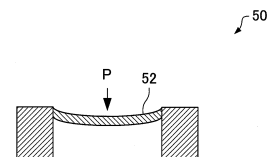
【図 3】



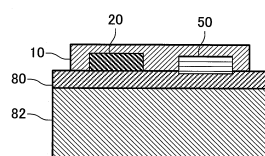
【図 5】



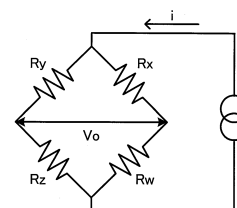
【図 6】



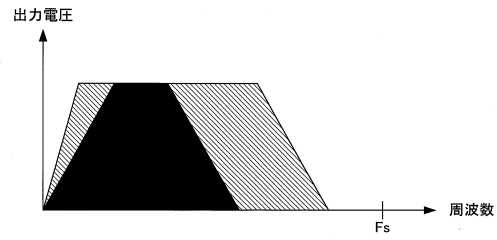
【図 4】



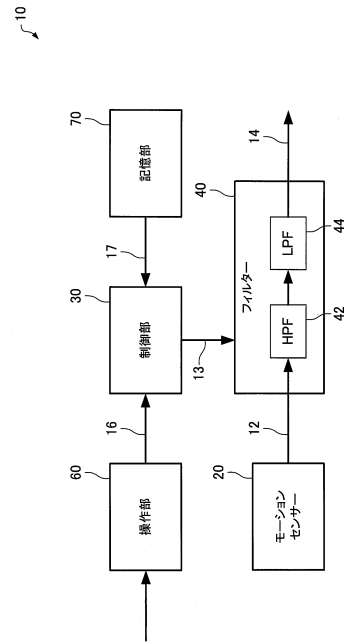
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-125722(JP,A)  
特開2009-125507(JP,A)  
特開平9-145738(JP,A)  
特開2009-240716(JP,A)  
特開平6-265573(JP,A)  
特開2005-286809(JP,A)  
特開2002-315804(JP,A)  
大熊恒靖, "計測講座「振動」", 日本船用機関学会誌, 日本船用機関学会, 1982年 8月  
, 第17巻, 第8号, pp. 555-563, [online], [平成28年3月7日検索], URL,  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jime1966/17/8/17\\_8\\_555/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jime1966/17/8/17_8_555/_pdf)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 3/01, 3/0346  
A63B 49/00-51/16, 53/00-53/14, 55/00-60/64, 6  
9/00-69/40  
G01P 1/00-3/80