

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3900712号
(P3900712)

(45) 発行日 平成19年4月4日(2007.4.4)

(24) 登録日 平成19年1月12日(2007.1.12)

(51) Int. Cl.		F I	
G 1 O H	1/053	(2006.01)	G 1 O H 1/053 D
G 1 O H	1/34	(2006.01)	G 1 O H 1/34
G 1 O F	1/00	(2006.01)	G 1 O F 1/00

請求項の数 3 (全 19 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平10-302949 (22) 出願日 平成10年10月23日(1998.10.23) (65) 公開番号 特開2000-132171(P2000-132171A) (43) 公開日 平成12年5月12日(2000.5.12) 審査請求日 平成16年11月24日(2004.11.24)</p>	<p>(73) 特許権者 000004075 ヤマハ株式会社 静岡県浜松市中沢町10番1号 (74) 代理人 100098084 弁理士 川▲崎▼ 研二 (74) 代理人 100104798 弁理士 山下 智典 (72) 発明者 大場 保彦 静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株 式会社内 (72) 発明者 藤原 祐二 静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株 式会社内</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鍵盤楽器のセンサ校正装置及びセンサ校正方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

鍵又はペダルを駆動する駆動手段と、
 前記鍵又はペダルの変位を連続的に検出するセンサと、
 前記センサの出力信号に対応したサンプリングデータをサンプリングするサンプリング手段と、

前記駆動手段によって前記鍵又はペダルがエンド位置からレスト位置に駆動される間に前記サンプリング手段によってサンプリングされた複数のサンプリングデータに基づいて前記鍵又はペダルの変位と前記センサの出力信号との関係を直線近似によって求める直線近似手段と、

前記直線近似手段によって求められた直線上のエンド位置とレスト位置に対応するセンサ出力値を校正データとして記憶する校正データ記憶手段と、

前記センサの出力信号を校正して校正出力信号として出力する校正手段であって、前記校正データのレスト位置とレスト位置との差に対応する第1の差分値、前記センサの出力信号と前記校正データのレスト位置との差に対応する第2の差分値、前記センサの呼称値のエンド位置とレスト位置との差に対応する第3の差分値および前記校正出力信号と前記呼称値のレスト位置との差に対応する第4の差分値を求め、第1の差分値に対する第2の差分値の関係が前記第3の差分値に対する第4の差分値の関係に一致するように前記校正出力信号の値を決定する校正手段と を具備することを特徴とする鍵盤楽器のセンサ校正装置。

【請求項2】

鍵又はペダルを駆動する駆動手段と、
前記鍵又はペダルの変位を連続的に検出するセンサと、
前記センサの出力信号に対応したサンプリングデータをサンプリングするサンプリング手段と、

前記駆動手段によって前記鍵又はペダルがエンド位置からレスト位置に駆動される間に前記サンプリング手段によってサンプリングされた複数のサンプリングデータに基づいて前記鍵又はペダルの変位と前記センサの出力信号との関係を補間近似によって求める補間近似手段と、

前記補間近似手段によって求められた関係において、予め定められた複数の所定位置に対応するセンサ出力値を校正データとして記憶する校正データ記憶手段と、 10

前記センサの出力信号と前記校正データ記憶手段に記憶された複数の校正データとを比較することにより、前記鍵又はペダルの到達位置を判定する到達位置判定手段と を具備することを特徴とする鍵盤楽器のセンサ校正装置。

【請求項3】

鍵又はペダルの変位を連続的に検出するセンサと、
前記センサの出力信号に対応したサンプリングデータをサンプリングするサンプリング手段と、

前記鍵又はペダルを押し下げる押し下げ位置が複数の基準位置として設定され、前記各基準位置に対応した複数の突起を有する治具と、 20

前記治具の複数の突起によって前記鍵又はペダルが押し下げられたときに前記サンプリング手段によって得られる複数のサンプリングデータを校正データとして記憶する校正データ記憶手段と、

前記センサの出力信号と前記校正データ記憶手段に記憶された複数の校正データとを比較することにより、前記鍵又はペダルの到達位置を判定する到達位置判定手段と を具備することを特徴とする鍵盤楽器のセンサ校正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、鍵盤楽器のセンサ校正装置及び鍵盤楽器のセンサ校正方法に係り、特に自動演奏を行うことが可能な鍵盤楽器において、鍵あるいはペダルの動作状態を検出するためのキーセンサあるいはペダルセンサの出力する検出信号の校正を行うための鍵盤楽器のセンサ校正装置及び鍵盤楽器のセンサ校正方法に関する。 30

【0002】

【従来の技術】

ピアノの演奏においては、演奏者が鍵を押下すると、これに連動してダンパが弦から離れるとともにハンマが回転し、打弦が行われる。また、離鍵が行われるとダンパが弦に接して消音が行われる。このように楽音は、押鍵 打弦 離鍵 消音という一連の動作によって発生されるのが通常である。

このため、自動演奏を行う自動ピアノにおいては、上記一連の動作に基づいて演奏情報を生成して記録し、再生時には読み出された演奏情報に基づいて鍵あるいはペダルの動作を制御することが行われる。 40

この場合の鍵あるいはペダルの制御においては、演奏情報に基づいて、一方においてアクチュエータであるソレノイドを励磁して鍵を駆動し、これに応じてハンマが回転して打弦を行ない、他方においてソレノイドを励磁してペダルを駆動し、伸音（サスティニング）、弱音（ソフテヌート）あるいは消音（ミュート）が行われることとなる。

【0003】

ところで、このような自動ピアノにおいては、演奏記録時に押鍵すると打弦を行う通常の演奏と、押鍵しても打弦を行わない消音演奏とを行うことができる消音自動ピアノが知られている。 50

この消音自動ピアノは、押鍵により回動したハンマが弦に当たる手前でハンマアッセンブリのそれ以上の回動を阻止する機構を備えている。このような消音機構を使用する消音演奏では、打弦音を発生しない代わりに鍵等の動作をセンサで検知し、押鍵に対応した音高および強弱を持った楽音を電子的に発生することができるようになっている。

従来の消音自動ピアノにおいては、例えば、光センサなどのセンサを各鍵の下側に配置し、このセンサで鍵の下面に取り付けたシャッタの動作のタイミングおよび動作速度を検出するキーセンサ方式が採用されている。

例えば、特開平9 - 54584号公報には、鍵の位置を連続的に検出する連続キーセンサを用いた自動ピアノの技術が開示されている。

また、USP5001339号公報には、接触型のガルブランセンキーセンサを用いた自動ピアノの技術が開示されている。 10

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記特開平9 - 54584号公報においては、連続キーセンサの出力データを当該連続キーセンサの個体差を吸収すべく、較正を行うためにレスト位置を用いて行っているが、レスト位置1カ所のみによるデータ較正なので、白鍵と黒鍵との差あるいは各鍵の特性の差の影響を受け、較正精度が悪くなってしまうという問題点があった。

また、上記USP5001339号公報記載のガルブランセンキーセンサは、接触型であるため演奏タッチに影響があるという問題点があった。

また、ガルブランセンキーセンサの特性は完全な線形特性ではないため、検出精度を確保することができないという問題点があった。 20

【0005】

上記いずれの技術においても、精度の良いデータ較正を行うためには、製造工程が大がかりになってしまうという問題点があった。

また、経時変化及び経年変化に対処しづらいという問題点があった。

そこで、本発明の第1の目的は、非接触型のセンサを用い、低コストで、作業時間が短く、実用十分な位置精度を確保することが可能な鍵盤楽器のセンサ較正装置及びセンサ較正方法を提供することにある。

また、本発明の第2の目的は、鍵盤楽器の設置先でも較正作業を容易に行うことができ、経時変化、経年変化に対処することが可能な鍵盤楽器のセンサ較正装置及びセンサ構成方法を提供することにある。 30

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項1に記載の構成は、鍵又はペダルを駆動する駆動手段と、前記鍵又はペダルの変位を連続的に検出するセンサと、前記センサの出力信号に対応したサンプリングデータをサンプリングするサンプリング手段と、前記駆動手段によって前記鍵又はペダルがエンド位置からレスト位置に駆動される間に前記サンプリング手段によってサンプリングされた複数のサンプリングデータに基づいて前記鍵又はペダルの変位と前記センサの出力信号との関係を直線近似によって求める直線近似手段と、前記直線近似手段によって求められた直線上のエンド位置とレスト位置に対応するセンサ出力値を較正データとして記憶する較正データ記憶手段と、前記センサの出力信号を較正して較正出力信号として出力する較正手段であって、前記較正データのエンド位置とレスト位置との差に対応する第1の差分値、前記センサの出力信号と前記較正データのレスト位置との差に対応する第2の差分値、前記センサの呼称値のエンド位置とレスト位置との差に対応する第3の差分値および前記較正出力信号と前記呼称値のレスト位置との差に対応する第4の差分値を求め、第1の差分値に対する第2の差分値の関係が前記第3の差分値に対する第4の差分値の関係に一致するように前記較正出力信号の値を決定する較正手段とを具備することを特徴としている。

【0007】

請求項2に記載の構成は、鍵又はペダルを駆動する駆動手段と、前記鍵又はペダルの変位 50

を連続的に検出するセンサと、前記センサの出力信号に対応したサンプリングデータをサンプリングするサンプリング手段と、前記駆動手段によって前記鍵又はペダルがエンド位置からレスト位置に駆動される間に前記サンプリング手段によってサンプリングされた複数のサンプリングデータに基づいて前記鍵又はペダルの変位と前記センサの出力信号との関係を補間近似によって求める補間近似手段と、前記補間近似手段によって求められた関係において、予め定められた複数の所定位置に対応するセンサ出力値を校正データとして記憶する校正データ記憶手段と、前記センサの出力信号と前記校正データ記憶手段に記憶された複数の校正データとを比較することにより、前記鍵又はペダルの到達位置を判定する到達位置判定手段とを具備することを特徴としている。

【 0 0 0 8 】

請求項 3 記載の構成は、鍵又はペダルの変位を連続的に検出するセンサと、前記センサの出力信号に対応したサンプリングデータをサンプリングするサンプリング手段と、前記鍵又はペダルを押し下げる押し下げ位置が複数の基準位置として設定され、前記各基準位置に対応した複数の突起を有する治具と、前記治具の複数の突起によって前記鍵又はペダルが押し下げられたときに前記サンプリング手段によって得られる複数のサンプリングデータを校正データとして記憶する校正データ記憶手段と、前記センサの出力信号と前記校正データ記憶手段に記憶された複数の校正データとを比較することにより、前記鍵又はペダルの到達位置を判定する到達位置判定手段とを具備することを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

【 発明の実施の形態 】

[1] 実施形態

以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について説明する。

[1 . 1] 実施形態の全体構成

図 1 に実施形態の自動ピアノの要部の概要構成図を示す。

自動ピアノは、鍵 1 の運動をハンマ 2 に伝達するアクションメカニズム 3 と、ハンマ 2 によって打弦される弦 4 と、鍵 1 を駆動するソレノイド 5 と、弦 4 の振動を止めるためのダンパ 6 と、を備えて構成されている。

また自動ピアノは、記録メディアあるいはリアルタイム通信装置から供給される演奏データに基づいて、鍵の軌道データを生成するとともに軌道データを用いて鍵の原速度指示値 (t , V_r) を生成する再生前処理部 10 と、供給された原速度指示値 (t , V_r) に基づいて、各時刻における鍵 1 の位置に対応した速度指示値 V_r を生成し出力するモーションコントローラ 11 と、速度指示値 V_r に応じた励磁電流をソレノイド 5 に供給するとともに、ソレノイド 5 から供給されるフィードバック信号としての出力速度 V_y と速度指示値 V_r を比較し、両者が一致するようにサーボ制御を行うサーボコントローラ 12 と、を備えて構成されている。

さらに自動ピアノは、キーセンサを構成するセンサボックス 25 と、キーセンサを構成し鍵 1 の下面に取り付けられた板状のシャッタ 26 と、アクションメカニズム 3 に取り付けられたハンマシャッタ 27 と、打弦速度を計測するためのセンサ S E と、センサ S E の出力信号に基づいてハンマシャッタ 27 の移動速度を計測することにより、ハンマ 2 の速度、すなわち打弦速度 (発音速度) を計測し、また、ハンマシャッタ 27 がセンサ S E を通過開始時刻を打弦時刻 (発音時刻) として検出する演奏記録部 30 と、を備えて構成されている。

【 0 0 1 5 】

[1 . 2] 制御系

図 2 に本第 1 実施形態の制御系の概要構成ブロック図を示す。

制御系は、制御系全体を制御する CPU 201 と、制御用プログラム、制御用データなどが格納された ROM 202 と、各種データを一時的に格納するための RAM 203 と、種々の制御用スイッチが設けられたパネルスイッチ部 204 と、図示しないアクチュエータを駆動し、ハンマ 2 が弦 4 に当接しない消音演奏モードとするアクチュエータ駆動回路 208 と、CPU 201 から供給されるキー番号 (= キーコード)、ペロシティ (押鍵の強

10

20

30

40

50

さに対応したデータ)、キーオン信号、ハンマーオン、キーオフ信号等の演奏制御データに基づいて楽音信号を生成し、スピーカSPあるいはヘッドホンHHに供給する音源回路210と、を備えて構成されている。

【0016】

さらに制御系は、検出光を射出するLED224を駆動するためのLEDドライバ220と、LED224が射出した検出光が光ファイバを介して入力され、後述の受光側センサヘッド222に対して射出する発光側センサヘッド221と、検出光を受光して光ファイバを介して出力する受光側センサヘッド222と、受光側センサヘッド222の出力した検出信号の光電変換を行って検出信号として出力するフォトダイオード225と、検出信号のA/D変換を行って検出データとして出力するA/D変換回路223と、フレキシブルディスク251に対して演奏情報の書込/読み出しを行うフレキシブルディスクドライバ250と、RAM203に一時的に格納された演奏情報に基づいて、ソレノイド駆動信号を生成し、ソレノイド5のソレノイドプランジャ5Pを駆動してハンマ2を駆動して自動演奏を行うためのサーボコントローラ12と、を備えて構成されている。

この場合において、発光側センサヘッド221、受光側センサヘッド222、LED224、フォトダイオード225及びシャッタ26は、キーセンサを構成している。

【0017】

[1.3]

図3に本第1実施形態のキーセンサの構成を示す概要構成図を示す。

図3において、光ファイバを介してLED224から検出光が供給され、シャッタ26の位置を検出するべく直径約5[mm]程度の検出光を射出する発光側センサヘッド221と、発光側センサヘッド221が射出した検出光を受光し、光ファイバを介してフォトダイオード225へ送出する受光側センサヘッド222と、を備えて構成されている。

受光側センサヘッド222により検出光は、フォトダイオード225へ送出され、フォトダイオード225によりその光量に応じた出力信号Saに変換される。

この場合において、発光側センサヘッド221から射出される検出光は、シャッタ26の検出光光路中への挿入状態に応じて遮蔽され、受光側センサヘッド222の受光量は、シャッタ26の位置、すなわち、鍵1の位置に応じて変化することとなる。

【0018】

従って、フォトダイオード225の出力信号Saは、鍵1の位置に対応するアナログ量を有する信号となる。

例えば、出力信号Saの変化は、鍵1を押鍵しない状態における位置(=レスト位置)から鍵1を押鍵して、当接する位置まで押し込んだ状態における位置(=エンド位置)との間で、図4に示すようにほぼ直線状態で表される。

このレスト位置とエンド位置との間には、センサの出力信号を参照するための検出位置に相当する後述する第1参照位置K1~第4参照位置K4が設定される。

【0019】

[1.3] 較正データの算出

ここで、実施形態の動作説明に先立ち、較正データを自己測定する場合の動作について図5を参照して説明する。以下の説明においては、鍵の基準ストローク長(レスト位置からエンド位置に至るまでの距離の基準値)が10[mm]であるものとする。

図5に第1実施形態の較正データ算出処理フローチャートを示す。

まず、鍵をレスト位置に保持した状態でキーセンサの出力信号のサンプリングを行い、サンプリングデータをレスト位置データy_{rest}とする(ステップS1)。

次に当該鍵をエンド位置まで押し下げ(ステップS2)、保持した状態でキーセンサの出力信号のサンプリングを行い、サンプリングデータをエンド位置データy_{end}とする(ステップS3)。

続いて、所定の離鍵速度(例えば、10[mm/sec])で離鍵し(ステップS4)、離鍵と同時にキーセンサの出力信号を所定サンプリングタイミングでのサンプリングを開始する(ステップS5)。この場合において、サンプリングタイミングを表すサンプリン

10

20

30

40

50

グタイミングデータを t とし、サンプリング開始タイミングにおけるサンプリングタイミングデータ $t_{end} = 0$ とする。

【0020】

より具体的には、サンプリングタイミングを $10 [ms]$ 毎とした場合に、離鍵速度 $10 [mm/sec]$ とすれば、およそ $0.1 [mm]$ 毎にサンプリングを行うこととなる。

そして各サンプリングタイミングにおけるサンプリングデータ y をサンプリングデータテーブルに順次記憶する (ステップ S6)。

その後、サンプリング点がレスト位置に至ったか否か、すなわち、

$y > y_{rest}$

10

になったか否かを判別する (ステップ S7)。

ステップ S7 の判別において、サンプリング点がレスト位置に至っていない場合、すなわち、

$y < y_{rest}$

の場合には (ステップ S7 ; No)、処理を再びステップ S に移行し、サンプリングデータ y のサンプリングデータテーブルへの記憶を継続する。

ステップ S7 の判別において、サンプリング点がレスト位置に至った場合には、すなわち、

$y > y_{rest}$

の場合には (ステップ S7 ; Yes)、 $10 [mm]$ ストロークが終了したものとみなしてサンプリングデータ y の値がエンド位置に対応するエンド位置データ y_{end} の値を超えた時刻から、サンプリングデータ y の値がレスト位置データ y_{rest} の値を超えた時刻 t_{rest} までの区間を対象として、サンプリングデータ y を結んで得られる折れ線を直線で近似する (ステップ S8)。

20

【0021】

次に得られた直線の時間軸を位置軸に座標軸変換を行う (ステップ S9)。

例えば、サンプリング開始タイミングデータ t_{end} を座標変換して変換エンド位置データ x_{end} を得、通過タイミングデータ t_{rest} を座標変換して変換レスト位置データ x_{rest} を得る。

より具体的には、上述の例の場合、

$t_{end} \quad x_{end} = 10 [mm]$

$t_{rest} \quad x_{rest} = 0 [mm]$

30

のように変換する。

続いて得られた座標変換後の直線の変換エンド位置データ x_{end} における値を正規のエンド位置データ y_{end}' とし、変換レスト位置データ x_{rest} における値を正規のレスト位置データ y_{rest}' とする (ステップ S10)。

次に全ての鍵について処理が終了したか否かを判別し (ステップ S11)、終了するまで、ステップ S1 ~ ステップ S10 の処理を繰り返すこととなる。

以上のステップ S1 ~ ステップ S10 の処理を全ての鍵に対して行い、エンド位置データ y_{end}' 及びレスト位置データ y_{rest}' を較正データとして記憶する。

40

【0022】

[1.4] 通常演奏記録時におけるデータ較正

図6に通常演奏記録時におけるデータ較正処理の処理フローチャートを示す。ある鍵において、手弾きの鍵位置データ y' を検出する (ステップ S21)。次に鍵検出された手引きの鍵位置データ y' 、エンド位置でのセンサ呼称値 Y_{end} 及びレスト位置でのセンサ呼称値 Y_{rest} に基づいて、次式により較正鍵位置データ y'' を算出する (ステップ S22)

$y'' = Y_{rest} + (Y_{end} - Y_{rest})$

$\times (y' - y_{rest}') / (y_{end}' - y_{rest}')$

【0023】

50

[1 . 5] 第 1 実施形態の動作

[1 . 5 . 1] 第 1 実施形態の概要動作

[1 . 5 . 1 . 1] 演奏記録時の概要動作

まず自動ピアノの演奏記録時の概要動作について説明する。

まず、演奏者によって演奏が行われると、演奏記録部 30 はセンサ S E の出力信号に基づいて打弦速度及び打弦時刻を検出する。

これと並行して、演奏記録部 30 は、キーセンサの出力信号に基づいて押鍵速度 V_k および押鍵時刻 t_k を検出する。この場合において、キーセンサの出力データは、既に上述した方法により較正されている。

そして、これらの情報は、記録後処理部 31 において正規化処理された後に、演奏情報としてフレキシブルディスクドライブ 250 によりフレキシブルディスク 251 に記録される。ここで正規化処理とは、ピアノの個体差を吸収するための処理であり、打弦時刻・打弦速度、押鍵時刻・押鍵速度、離鍵時刻・離鍵速度等は、各ピアノにおけるセンサの位置や、構造上の違い、あるいは、機械的誤差によって固有の傾向を持つため、標準となるピアノを想定し、そのピアノにおける打弦時刻・打弦速度等に変換するための処理をいう。

【 0 0 2 4 】

[1 . 5 . 1 . 2] 演奏再生時の概要動作

次に自動ピアノの演奏再生時の概要動作について説明する。

再生前処理部 10 は、記録メディアあるいはリアルタイム通信装置から供給される演奏データに基づいて、鍵の軌道データを生成するとともに軌道データを用いて鍵 1 の原速度指示値 (t , V_r) を作成し、再生前処理部 10 で生成された原速度指示値 (t , V_r) は、モーションコントローラ 11 に供給される。

モーションコントローラ 11 は、供給された原速度指示値 (t , V_r) に基づいて、各時刻における鍵 1 の位置に対応した速度指示値 V_r を作成し、サーボコントローラ 12 に供給する。

サーボコントローラ 12 は、速度指示値 V_r に応じた励磁電流をソレノイド 5 に供給するとともに、ソレノイド 5 から供給されるフィードバック信号である出力速度 V_y と速度指示値 V_r を比較し、両者が一致するようにサーボ制御を行うこととなる。

サーボ制御コントローラ 12 の制御下で、ソレノイド 5 のプランジャが突出すると、鍵 1 がバランスピン P を中心に回動し、演奏者側に下がり（以下、この状態を押鍵状態という）、また、これに連動してアクションメカニズム 3 が作動し、ダンパー 6 が弦 4 から離れるとともに、ハンマ 2 が回動して打弦し、演奏再生がなされることとなる。

【 0 0 2 5 】

[1 . 5 . 2] 第 1 実施形態の詳細動作

次に自動ピアノの詳細動作を説明する。

図 7 に本第 1 実施形態の演奏 / 記録処理を示すフローチャートを示す。

まず、各種レジスタ等の初期化を行い、動作モードを通常演奏モードとする（ステップ S 31）。

次に、消音演奏（消音演奏モード）が指定されているか否かを判別する（ステップ S 32）。

ステップ S 32 の判別において、消音演奏が指定されている場合には（ステップ S 32 ; Yes）、消音演奏モードに対応して各種レジスタなどの初期化を行うとともに、押鍵により回動したハンマ 2 が弦 4 に当たる手前でアクションメカニズム 3 のそれ以上の回動を阻止するための回動阻止機構（ストッパ）を稼働させるとともに、キーオンタイミング変更がなされる（ステップ S 34）。

この場合において、キーオンタイミング変更がなされるのは、押鍵があってもハンマ 44 は打弦直前で戻されることとなり、センサ S E の出力信号に基づいて検出される打弦タイミングは、真の打弦タイミングよりも若干早くなるからである。

これにより、消音演奏時において検出された打弦タイミングおよび打弦速度に基づき、ハンマ 2 がストッパに阻止されないと仮定した場合のハンマ 2 が弦 4 に当接するであろうタ

10

20

30

40

50

イミングを推定することができるので、通常演奏時と消音演奏時とでキーオン信号の発生タイミングを一致させることができるのである。そして、演奏記録部30は、キーオン信号が発生する場合に予め記憶されているテーブル（あるいは、定数、数式）を参照して、打弦タイミングより少し遅れたタイミングでキーオン信号を発生することとなる。

【0026】

すなわち、キーオン信号の発生を通常演奏時と同様のタイミングに補正する。そして、ROM202内のテーブルは、打弦速度に応じた遅延時間を出力するように構成される。ステップS32の判別において、消音演奏が指定されていない場合には（ステップS32；No）、通常演奏モードに対応して各種レジスタなどの初期化を行う（ステップS33）。なお、既に通常演奏モードに対応して各種レジスタなどの初期化がなされている場合には、この処理は行わない。

10

次に外部出力を行うか否かを判別する（ステップS35）。

ステップS35の判別において、外部出力を行う場合には（ステップS35；Yes）、記録後処理部31を介して押鍵データ、ペロシティデータを含むノートオンデータ、ノートに対応したMIDI演奏データを外部へ出力し、処理をステップS37へ移行することとなる。

また、ステップS35の判別において、外部出力を行わない場合には（ステップS35；No）、処理をステップS37へ移行し、演奏データを記録するか否かを判別する（ステップS37）。

ステップS37の判別において、演奏データを記録しない場合には（ステップS37；No）、処理をステップS32に移行し、以下同様の処理を繰り返し行う。

20

ステップS37の判別において演奏データを記録する場合には（ステップS37；Yes）、演奏記録処理がなされる。

【0027】

演奏記録処理においては、キーセンサの出力信号Saを校正し、この校正された出力信号Saに基づいて、押鍵タイミングに対応した時刻に押鍵データを出力し、センサSEの出力信号に基づいて打弦タイミングに対応した時刻にノートオンデータを出力する。

そして、それぞれにノートオンデータ、ペロシティデータとともに、押下された鍵のキーコードデータを一組にして記録することとなる。

この場合において、それ以前に押鍵データ、ノートオンデータまたはノートオフデータが記録されていた場合は、それらとの時間間隔（以下、デュレーションという）を併せて書き込むこととなる。なお、以下においては、押鍵、ノートオンまたはノートオフに関する情報をイベントデータという。

30

また、演奏記録部30は、センサボックス25の出力信号に基づいて、ノートオフデータを記録する。この場合においても、以前のイベントデータとの間隔を示すデュレーションデータも併せて記録することとなる。

以上のようにして、演奏に従って順次イベントデータが書き込まれていき、演奏データが記録されることとなる。

【0028】

次に自動ピアノの演奏再生時の詳細動作について説明する。

40

図8に本実施形態の自動ピアノの再生動作を示すフローチャートを示す。

まず各種レジスタ等の初期化が行われるとともに、演奏モードを通常演奏モードに設定するための各種初期設定処理が行われる（ステップS41）。この場合において、自動演奏のテンポ設定も初期設定として行われる。

次に、消音演奏モードが指定されているか否かを判別する（ステップS42）。

ステップS42の判別において、消音演奏モードが指定されていない場合、すなわち、通常演奏モードが指定されている場合には（ステップS42；No）、演奏データの読み出し処理を行う（ステップS43）。

この演奏データの読み出しは、割込処理ルーチンによって行われる。割込は、テンポに対応したテンポクロックによって行われ、例えば、4分音符あたり24回の割込が行われる

50

。

【 0 0 2 9 】

読出処理は、再生前処理部 10 のメモリから演奏データを先頭データから順次読み出す処理である。より具体的に言えば、デュレーションデータ読み出すと、テンポクロックが出力される毎にそれを減算し、0 になった時点で次のイベントデータを読み出す。そして、その後次に次のデュレーションデータを読み出し、以後同様の動作を行う。これにより、記録時と同様のタイミングでイベントデータが読み出される。

再生前処理部 10 のメモリから出力されるイベントデータに基づいて、モーションコントローラ 11 は、速度指示値 V_r をサーボコントローラ 12 に出力する。

サーボコントローラ 12 は、入力されたサーボ速度指示値 V_r 及び実際にソレノイド 5 から供給されるフィードバック信号である出力速度の差である速度偏差を生成し、速度偏差に対応して出力電流を生成し、アクチュエータであるソレノイド 5 に対して出力し、ソレノイド 5 は、アクションメカニズム 3 を介してハンマ 2 を駆動することとなる（ステップ S 4 4 ）。

上述の場合において、自動ピアノでは、ソレノイド 5 に給電を開始してから実際にハンマが打弦して発音されるまでに時間がかかる。そのため、打弦イベントフレームが記録媒体から読み出されたタイミングに対して実際の発音が遅れることになる。また、ソレノイドに給電を開始してから実際にハンマが打弦して発音されるまでの時間は指示される打弦速度によって異なるため、打弦イベントフレームが記録媒体から読み出された時点でソレノイドの給電を開始すると、打弦イベントの発生時間の間隔が各打弦イベントの指示する打弦速度に応じて変化してしまう。また、離鍵に関しても同様の問題がある。

【 0 0 3 0 】

そこで、自動ピアノの再生時には、各イベントフレームが読み出されたタイミングから所定時間（例えば、500 msec）後に各イベントフレームで指示された動作（打弦、離鍵）が行われるように、各イベントを一律に遅延させる。具体的には、打弦、離鍵イベントフレームが読み出された時点で、前述した軌道計算を行い、打弦タイミング、離鍵タイミング（打弦、離鍵イベントフレームが読み出された時点から 500 msec 後のタイミング）のどれだけ前から鍵を動かし始めれば良いかを求め、このタイミングで鍵を動かし始めるようにすることで、打弦（離鍵）イベントの発生時間の間隔を各打弦（離鍵）イベントの指示する打弦速度に拘わらず一定とすることができる。

ステップ S 4 2 の判別において、消音演奏モードが指定されている場合には（ステップ S 4 2 ; Y e s ）、演奏データの読み出し処理を行う（ステップ S 4 5 ）。

【 0 0 3 1 】

この演奏データの読み出しも、ステップ S 4 3 の処理と同様に割込処理ルーチンによって行われる。

そして、図示しない音源回路による楽音信号発生処理が行われる。

より具体的には、イベントデータが読み出される毎に、ノートオンデータ、あるいは、ノートオフデータが音源回路に供給され、これらに対応した楽音信号が形成され、ユーザは図示しないスピーカあるいはヘッドホンにより、再生された演奏を聞くことができる。このように、消音状態で電子的な音源によって自動演奏を聞くことができる。また、所望の音色を選択して再生演奏を楽しむことも可能である。

【 0 0 3 2 】

[1 . 6] 第 1 実施形態の効果

以上の説明のように、本第 1 実施形態によれば、較正用データとして、レスト位置データ及びエンド位置データを記憶しているため、白鍵と黒鍵との違いや、各鍵の特性の差の影響を受けることなく、較正精度を向上させることができる。また、自動演奏機能を利用して、自動ピアノの設置先でも較正処理を行うことができるので、経年変化などに対応することが可能となる。

さらに較正処理を容易、かつ、作業時間が短く、作業を迅速に行うことができるので、経時変化に対しても対処することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

[2] 第 2 実施形態

次に本発明の第 2 実施形態について説明する。

記録動作及び再生動作については、第 1 実施形態と同様であるので、以下においては、較正データの算出及び通常演奏記録時におけるデータ較正についてのみ説明する。

[2 . 1] 較正データの算出

まず第 2 実施形態における較正データを自己測定する場合の動作について説明する。以下の説明においては、鍵の基準ストローク長（レスト位置からエンド位置に至るまでの距離の基準値）が 10 [mm] であるものとする。

図 9 に較正データ算出時の処理フローチャートを示す。

10

まず、鍵をレスト位置に保持した状態でキーセンサの出力信号のサンプリングを行い、サンプリングデータをレスト位置データ y_{rest} とする（ステップ S 5 1 ）。

次に当該鍵をエンド位置まで押し下げ（ステップ S 5 2 ）、保持した状態でキーセンサの出力信号のサンプリングを行い、サンプリングデータをエンド位置データ y_{end} とする（ステップ S 5 3 ）。その後、レスト位置まで鍵を戻す。

続いて、所定の押鍵速度 V_{ref} （例えば、10 [mm / sec] ）で押鍵し（ステップ S 5 4 ）、押鍵開始と同時にキーセンサの出力信号を所定サンプリングタイミング（例えば、10 [msec] ）でのサンプリングを開始する（ステップ S 5 5 ）。この場合において、サンプリングタイミングを t とし、サンプリング開始タイミングにおけるサンプリングタイミング $t_{start} = 0$ とする。そして、5 回のサンプリングが終了したか否かを判別する（ステップ S 5 6 ）。

20

【 0 0 3 4 】

ステップ S 5 6 の判別においていまだ 5 回のサンプリングが終了していない場合には（ステップ S 5 5 ; No ）、処理を再びステップ S 5 5 に移行し、再度サンプリングを行う。

ステップ S 5 6 の判別において 5 回のサンプリングが終了した場合には（ステップ S 5 6 ; Yes ）、5 個のサンプリングデータの加算平均を求める（ステップ S 5 7 ）

この結果、あるサンプリングタイミング t_m に対し、サンプリングタイミング $t_{(m-2)}$ 、 $t_{(m-1)}$ 、 t_m 、 $t_{(m+1)}$ 、 $t_{(m+2)}$ の 5 サンプリングタイミングにおけるサンプリングデータ $y_{(m-2)}$ 、 $y_{(m-1)}$ 、 y_m 、 $y_{(m+1)}$ 、 $y_{(m+2)}$ をバッファリングし、これら 5 個のサンプリングデータの加算平均を求め、当該サンプリングタイミング t_m におけるサンプリングデータ $y_5[m]$ とする（ステップ S 5 7 ）。すなわち、上述の例の場合、 ± 0.2 [mm] 間の平均値をサンプリングデータ $y_5[m]$ とする。この場合において、サンプリングタイミング $t_{(m-2)}$ 、 $t_{(m-1)}$ 、 t_m 、 $t_{(m+1)}$ 、 $t_{(m+2)}$ の 5 サンプリングタイミングにおけるサンプリングデータをそれぞれ $1/5$ にしてから加算し、サンプリングデータ $y_5[m]$ とすることも可能であるが、演算精度の観点からは、5 個のサンプリングデータの和をサンプリングデータ $y_5[m]$ としておき、全サンプリング終了後に $1/5$ とするのが望ましい。

30

【 0 0 3 5 】

次にサンプリングデータ $y_5[m]$ をテーブルに記憶する（ステップ S 5 8 ）。

この場合において、インデクス値を $i = t / 10$ とし、テーブルに記憶するサンプリングデータ $y_5[i]$ として格納する。 t は、サンプリングタイミング（= 上述の例の場合、10 [msec] ）の整数倍である。

40

次に、

$$y_5[m] \quad y_{end} \times 5$$

の条件が満たされたか否かを判別する（ステップ S 5 9 ）。

ステップ S 5 9 の判別において、

$$y_5[m] > y_{end} \times 5$$

である場合には（ステップ S 5 9 ; No ）、処理をステップ S 5 5 に移行し、ステップ S 5 5 ~ ステップ S 5 9 の処理を繰り返す。

ステップ S 5 9 の判別において、

$$y_5[m] \quad y_{end} \times 5$$

50

である場合には、当該条件を満たした時刻を t_{arrive} とする。

すなわち、サンプリングデータ $y_{5[m]}$ のテーブルへの記憶を、

$y_{5[m]} \quad y_{end \times 5}$

の条件を満たすまで継続し、条件を満たした時刻を t_{arrive} とする。

【0036】

次に $t_{end} = t_{arrive} -$ とする (ステップ S60)。

ここで、 t_{arrive} は押鍵終了時のスローダウン動作を補正するための項であり、実験により算出する。

続いて $t_{rest} = t_{start} +$ とする (ステップ S61)。

ここで、 t_{start} は押鍵開始時のスローアップ動作を補正するための項であり、実験により算出する。

10

次に時刻 t_{rest} から時刻 t_{end} までを完全な等速で動いたと仮定し、実際の動作速度 V_{real} を次式により算出する (ステップ S62)。

$V_{real} = 10 \times 1000 / (t_{end} - t_{rest})$ [mm/sec] 次に実際の動作速度 V_{real} が所定の押鍵速度 V_{ref} と大きく異なり、再測定が必要か否かを判別する (ステップ S63)。

より具体的には、

$V_{real} < V_{ref} \times 0.5$

若しくは、

$V_{real} > V_{ref} \times 1.5$

20

のいずれかを満たしているか否かを判別する。

【0037】

ステップ S63 の判別において、実際の動作速度 V_{real} が所定の押鍵速度 V_{ref} と大きく異なり再測定が必要な場合 (ステップ S63 ; Yes)、すなわち、

$V_{real} < V_{ref} \times 0.5$

若しくは、

$V_{real} > V_{ref} \times 1.5$

のいずれかを満たしている場合には、

$V_{ref} = V_{ref} \times (V_{ref} / V_{real})$

とし (ステップ S64)、処理をステップ S54 に移行し、再度測定を行う。

30

【0038】

ステップ S63 判別において、実際の動作速度 V_{real} が所定の押鍵速度 V_{ref} と大きく異ならず再測定が不要の場合 (ステップ S63 ; No)、すなわち、

$V_{ref} \times 0.5 \leq V_{real} \leq V_{ref} \times 1.5$

の場合には、レスト鍵盤位置の呼称位置 (レスト位置、第1～第4参照位置 $K1 \sim K4$ 、エンド位置) を、例えば、次のように定める (ステップ S65)。

レスト位置データ $x_{rest} = 0.0$ [mm]

第1参照位置データ $x_{K1} = 2.7$ [mm]

第2参照位置データ $x_{K2} = 4.5$ [mm]

第3参照位置データ $x_{K3} = 6.3$ [mm]

第4参照位置データ $x_{K4} = 8.1$ [mm]

40

エンド位置データ $x_{end} = 10.0$ [mm]

【0039】

次に第1参照位置 $K1$ 、第2参照位置 $K2$ 、第3参照位置 $K3$ 及び第4参照位置 $K4$ におけるセンサ値 y_{K1} 、 y_{K2} 、 y_{K3} 、 y_{K4} を求める (ステップ S66)。より具体的には、 $Z = 1, 2, 3, 4$ とした場合に、次式で表す補間式によりセンサ値 y_{KZ} を求める (ステップ S67～ステップ S70)。

まず、

$Z = 1$

とする (ステップ S67)。

50

次にレスト鍵盤位置の呼称位置 X KZ に到達した時刻 t KZ を次式により算出する。

$$t KZ = (t e n d - t r e s t) \times X KZ / (X e n d - X r e s t) + t r e s t$$

続いて、時刻 t KZ の前後に位置するサンプリングデータ y 5 の中から、時刻 t KZ のサンプリングデータ y KZ を越える値を有するサンプリングデータのうち、最小値を有するサンプリングデータ y 5KZa (= 後値) 及びサンプリングデータ y KZ を越えない値を有するサンプリングデータのうち、の最大値を有するサンプリングデータ y 5KZb (= 前値) をテーブルを参照して求める。

$$y 5KZa = y 5 [t KZ / 10 + 1]$$

$$y 5KZb = y 5 [t KZ / 10]$$

【 0 0 4 0 】

続いて、サンプリングデータ y 5KZa 及びサンプリングデータ y 5KZb に基づいて次式により補間処理を行い、サンプリングデータ y KZ を算出する (ステップ S 6 8) 。

$$y KZ = (y 5KZb + (y 5KZa - y 5KZb) \times (t KZ \% 10) / 10) / 5$$

ここで、演算子 % は、左項を右項で割った場合の余りを意味する。

次に

$$Z = 4$$

か否かを判別する (ステップ S 6 9) 。

ステップ S 6 9 の判別において、Z = 4 の場合には (ステップ S 6 9 ; N o) 、

$$Z = Z + 1$$

とし (ステップ S 7 0) 、処理をステップ S 6 8 に移行する。

ステップ S 6 9 の判別において、Z = 4 の場合には (ステップ S 6 9 ; Y e s) 、エンド位置データ y e n d 、レスト位置データ y r e s t 、y K1、y K2、y K3、y K4 を較正データとして記憶する (ステップ S 7 1) 。

以上のステップ S 5 1 ~ ステップ S 7 1 の処理を全ての鍵に対してを行い、エンド位置データ y e n d 、レスト位置データ y r e s t 、サンプリングデータ y K1、y K2、y K3、y K4 を較正データとして記憶する。

【 0 0 4 1 】

[2 . 2] 通常演奏記録時におけるデータ較正

図 10 に通常演奏記録時におけるデータ較正処理の処理フローチャートを示す。

ある鍵において、手弾きの鍵位置センサデータ y ' を検出する (ステップ S 8 1) 。

そして手弾きの鍵位置センサデータ y ' が各参照位置 (レスト位置、エンド位置、第 1 ~ 第 4 参照位置) に到達したか否かを判別するための参照値として、各参照位置におけるセンサ出力値としてテーブルに記憶しているエンド位置データ y e n d 、レスト位置データ y r e s t 、サンプリングデータ y K1、y K2、y K3、y K4 (= 参照位置データ) を採用する (ステップ S 8 2) 。

【 0 0 4 2 】

[2 . 3] 第 2 実施形態の効果

以上の説明のように、本第 2 実施形態によれば、較正用データとして、レスト位置データ、エンド位置データ及び各参照位置における参照位置データを記憶しているため、白鍵と黒鍵との違いや、各鍵の特性の差の影響を受けることなく、較正精度を向上させることができる。

また、自動演奏機能を利用して、自動ピアノの設置先でも較正処理を行うことができるので、経年変化などに対応することが可能となる。

さらに較正処理を容易、かつ、作業時間が短く、作業を迅速に行うことができるので、経時変化に対しても対処することができる。

【 0 0 4 3 】

[3] 第 3 実施形態

次に本発明の第 3 実施形態について説明する。

上記第 2 実施形態においては、各鍵を所定の押鍵速度 V r e f により押鍵していたが、本

10

20

30

40

50

第3実施形態は、これに代えて各鍵を各参照位置まで押し下げる治具を用いる実施形態である。

なお、記録動作及び再生動作については、第2実施形態と同様であるので、以下においては、較正データの算出及び通常演奏記録時におけるデータ較正についてのみ説明する。

[3 . 1] 治具の構成

図11に治具の一例を示す。

図11(a)は治具の正面図、図11(b)は治具の側面図である。

図11(b)に示すように、4つある基準面PLには、それぞれ第1参照位置K1、第2参照位置K2、第3参照位置K3あるいは第4参照位置K4に鍵を押し下げるための突起部B1~B4が設けられている。

これにより、例えば、鍵を第2参照位置まで押し下げる場合には、第2参照位置K2用の突起部B2が設けられている基準面PLをレスト位置における鍵の上面に一致させるように設置すればよい。

この結果、突起部B2の高さ分だけ、鍵が押し下げられ、鍵は第2参照位置K2まで押し下げられることとなる。

【 0 0 4 4 】

[3 . 2] 較正データの算出

次に第3実施形態における較正データを自己測定する場合の動作について説明する。以下の説明においては、鍵の基準ストローク長(レスト位置からエンド位置に至るまでの距離の基準値)が10[mm]であるものとする。

図12に較正データ算出時の処理フローチャートを示す。

まず、鍵をレスト位置に保持した状態でキーセンサの出力信号のサンプリングを行い、サンプリングデータをレスト位置データ y_{rest} とする(ステップS91)。

次に $N = 1$ とする(ステップS92)。

治具を用い、第N参照位置KNまで鍵を押し下げる(ステップS93)。

押し下げられた鍵に対応するキーセンサの出力信号をサンプリングし、サンプリングデータ y_{KN} として記憶する(ステップS94)。

次に $N = 4$ か否か、すなわち、第4参照位置K4までの全ての参照位置におけるサンプリングが終了したか否かを判別する(ステップS95)。

【 0 0 4 5 】

ステップS95の判別において、 $N = 4$ の場合には、すなわち、第4参照位置K4までの全ての参照位置におけるサンプリングが終了していない場合には(ステップS95; No)、

$N = N + 1$

とし(ステップS96)、処理をステップS93に移行し、ステップS93~ステップS95の処理を繰り返す。

ステップS95の判別において、 $N = 4$ の場合には、すなわち、第4参照位置K4までの全ての参照位置におけるサンプリングが終了した場合には(ステップS95; Yes)、当該鍵をエンド位置まで押し下げ(ステップS97)、鍵をエンド位置に保持した状態でキーセンサの出力信号のサンプリングを行い、サンプリングデータをエンド位置データ y_{end} として記憶する(ステップS98)。

次に全ての鍵について測定が終わったか否かを判別し(ステップS99)、全ての鍵について測定が終わるまで、ステップS91~ステップS99の処理を繰り返す。

【 0 0 4 6 】

[3 . 3] 通常演奏記録時におけるデータ較正

図13に通常演奏記録時におけるデータ較正処理の処理フローチャートを示す。

ある鍵において、手弾きの鍵位置センサデータ y' を検出する(ステップS101)。

そして手弾きの鍵位置センサデータ y' が各参照位置(レスト位置、エンド位置、第1~第4参照位置)に到達したか否かを判別するための参照値として、各参照位置におけるセンサ出力値としてテーブルに記憶しているエンド位置データ y_{end} 、レスト位置データ

10

20

30

40

50

y r e s t、サンプリングデータ y K1、 y K2、 y K3、 y K4 (= 参照位置データ) を採用する (ステップ S 1 0 2) 。

[3 . 4] 第 3 実施形態の効果

以上の説明のように、本第 3 実施形態によれば、較正用データとして、レスト位置データ、エンド位置データ及び各参照位置における参照位置データを記憶しているため、白鍵と黒鍵との違いや、各鍵の特性の差の影響を受けることなく、較正精度を向上させることができる。

また、治具を用いて較正処理を行うため、自動ピアノの設置先でも較正処理を行うことができるので、経年変化などに対応することが可能となる。

さらに較正処理を行うに際し、治具を用いることにより容易、かつ、作業を迅速に行うことができるので、経時変化に対しても対処することができる。

10

【 0 0 4 7 】

[4] 実施形態の変形例

[4 . 1] 第 1 変形例

上記説明においては、鍵の場合の較正処理についてのみ説明したが、ペダルであっても同様に適用することが可能である。

[4 . 2] 第 2 変形例

以上の説明においては、鍵の自動駆動を行う場合に、自動ピアノの自動演奏機能を流用していたが、等速押鍵を保証できる打鍵法を用い、外部から鍵を駆動するように構成しても、同様の効果を得ることができる。

20

この場合において、等速押鍵を保証できる打鍵法としては、ある程度以上の高速でサーボなどによる等速軌道を保証する打鍵法を用いる、あるいは、重り落下などによる打鍵法のうち、実験によって等速を確認できている打鍵法を用いるのが好ましい。

[4 . 3] 第 3 変形例

以上の説明においては、自動ピアノについて説明したが、他の鍵盤楽器についても本発明の適用が可能である。

【 0 0 4 8 】

【 発明の効果 】

本発明によれば、鍵あるいはペダルの基準動作状態において出力される前記センサの検出信号である基準検出信号とセンサから実際に出力される検出信号との関係に基づいて予め求めた較正データに基づいて鍵あるいはペダルの動作状態の検出時にセンサから出力される検出信号の較正を行うので、非接触型のセンサを用いているにも拘わらず、低コストで、作業時間が短く、実用十分な位置精度を確保することが可能となる。

30

さらに容易、かつ、迅速に較正作業を行うことができるので、自動ピアノの設置先でも較正作業を行うことができ、経時変化、経年変化に対処することが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 第 1 実施形態の自動ピアノの要部の概要構成図である。

【 図 2 】 第 1 実施形態の自動ピアノの制御系の概要構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 キーセンサの構成を説明する図である。

【 図 4 】 キーストロークと参照位置との関係説明図である。

40

【 図 5 】 第 1 実施形態の較正データ算出処理の処理フローチャートである。

【 図 6 】 第 1 実施形態の通常演奏記録時におけるデータ較正処理の処理フローチャートである。

【 図 7 】 第 1 実施形態の演奏 / 記録処理を示すフローチャートである。

【 図 8 】 第 1 実施形態の自動ピアノの再生動作を示すフローチャートである。

【 図 9 】 第 2 実施形態の較正データ算出処理の処理フローチャートである。

【 図 1 0 】 第 2 実施形態の通常演奏記録時におけるデータ較正処理の処理フローチャートである。

【 図 1 1 】 第 3 実施形態の治具の構成を説明するための図である。

【 図 1 2 】 第 3 実施形態の較正データ算出処理の処理フローチャートである。

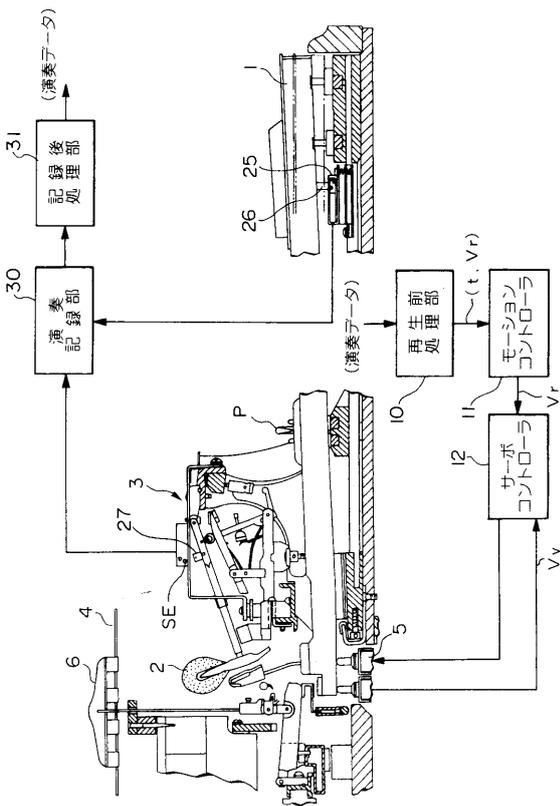
50

【図13】 第3実施形態の通常演奏記録時におけるデータ較正処理の処理フローチャートである。

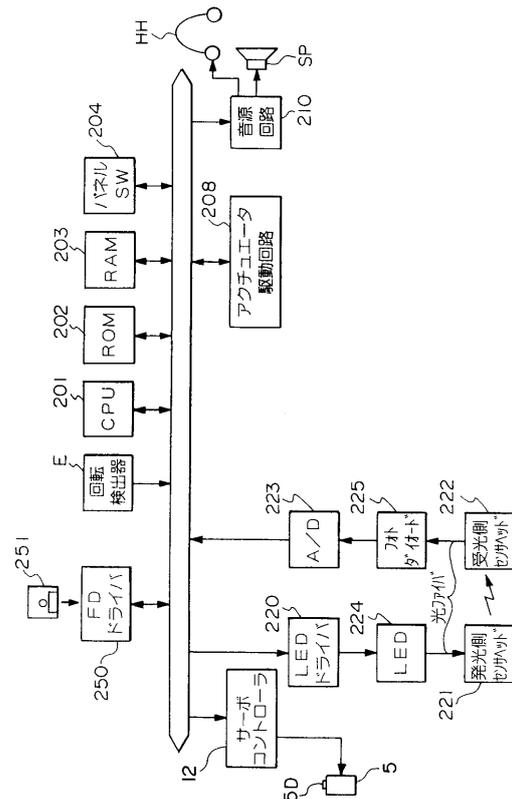
【符号の説明】

1 ... 鍵、2 ... ハンマ、3 ... アクションメカニズム（ハンマアクション）、4 ... 弦、5 ... ソレノイド、5 P ... ソレノイドブランジャ、6 ... ダンパー（止音機構）、10 ... 再生前処理部、11 ... モーションコントローラ、12 ... サーボコントローラ、25 ... センサボックス、26 ... シャッタ、27 ... ハンマシャッタ、30 ... 演奏記録部、31 ... 記録後処理部、201 ... CPU、202 ... ROM、203 ... RAM、204 ... パネルスイッチ部、208 ... アクチュエータ駆動回路、210 ... 音源回路、220 ... LEDドライバ、221 ... 発光側センサヘッド、222 ... 受光側センサヘッド、223 ... A/D変換回路、224 ... LED、225 ... フォトダイオード、250 ... フレキシブルディスクドライバ、251 ... フレキシブルディスク

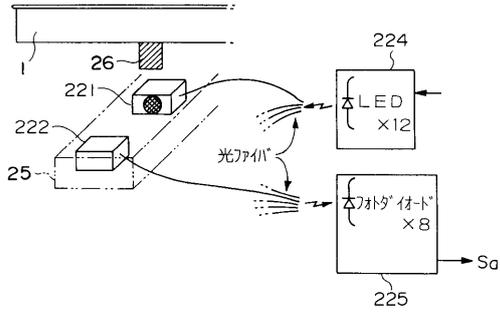
【図1】



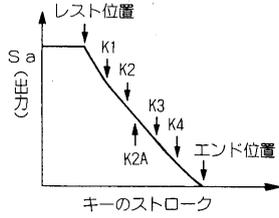
【図2】



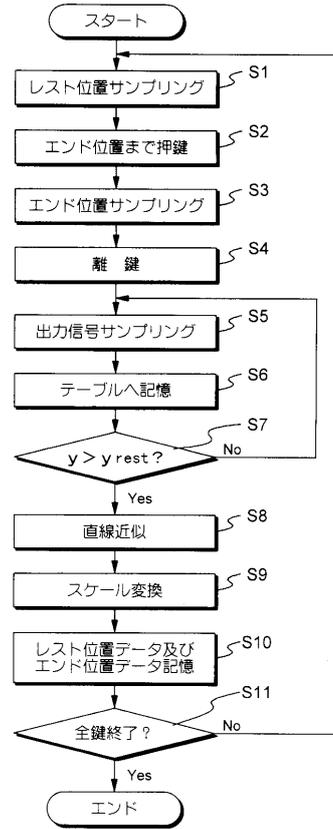
【 図 3 】



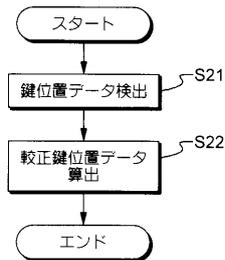
【 図 4 】



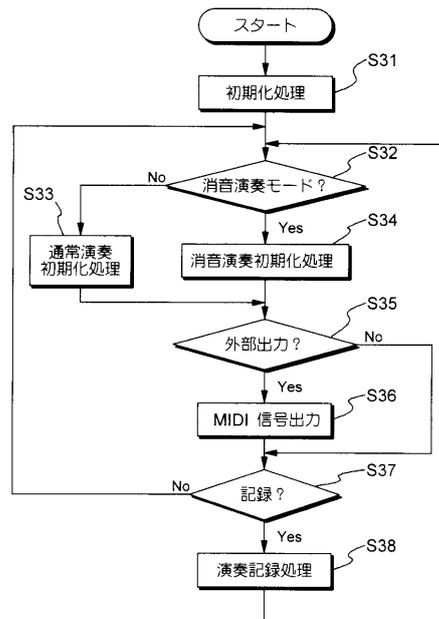
【 図 5 】



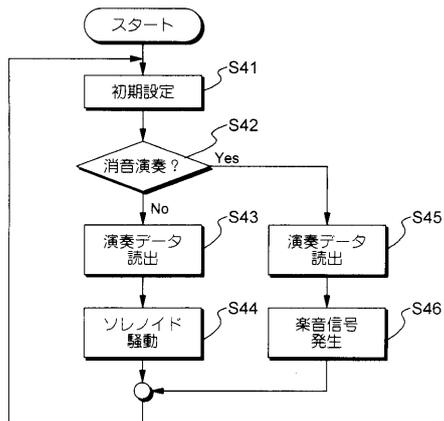
【 図 6 】



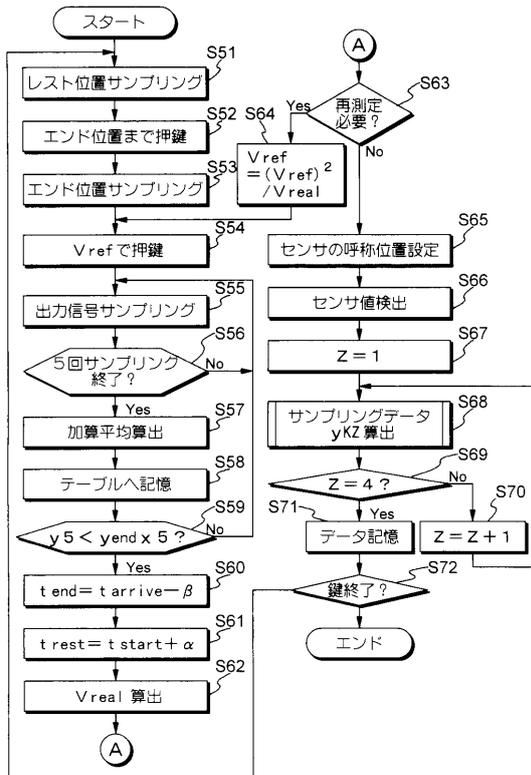
【 図 7 】



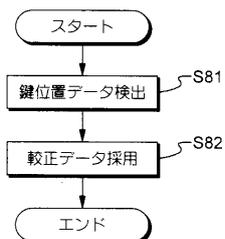
【 図 8 】



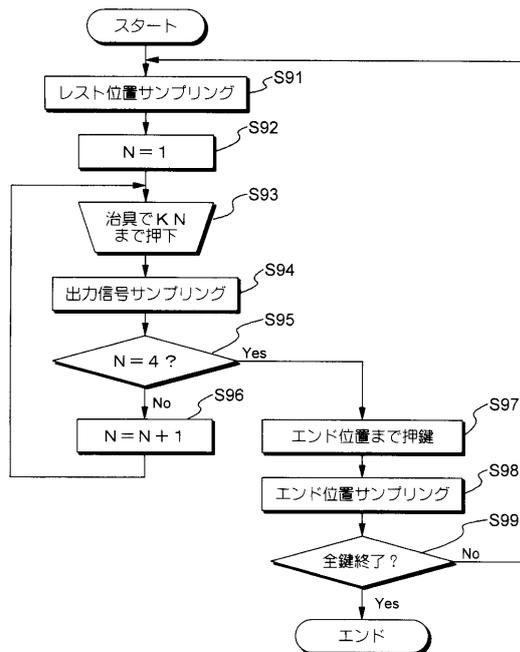
【 図 9 】



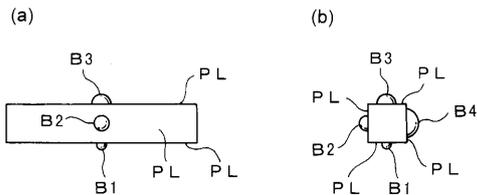
【 図 10 】



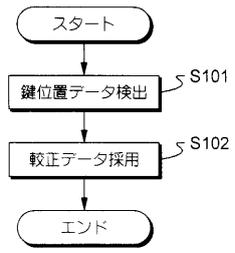
【 図 12 】



【 図 11 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 佐々木 力
静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内
- (72)発明者 村松 繁
静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

審査官 板橋 通孝

- (56)参考文献 特開平09-054584(JP,A)
特開平04-248594(JP,A)
特開平10-171453(JP,A)
実開平06-025895(JP,U)
特開平08-101687(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- G10H 1/00 - 7/12
G10F 1/00