

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5034481号
(P5034481)

(45) 発行日 平成24年9月26日 (2012.9.26)

(24) 登録日 平成24年7月13日 (2012.7.13)

(51) Int.Cl. F I
G 1 O H 1/34 (2006.01) G 1 O H 1/34
G 1 O B 3/12 (2006.01) G 1 O B 3/12 J

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2006-341432 (P2006-341432)	(73) 特許権者	000004075
(22) 出願日	平成18年12月19日 (2006.12.19)		ヤマハ株式会社
(65) 公開番号	特開2008-152115 (P2008-152115A)		静岡県浜松市中区中沢町10番1号
(43) 公開日	平成20年7月3日 (2008.7.3)	(74) 代理人	110000660
審査請求日	平成21年10月21日 (2009.10.21)		Knowledge Partners
			特許業務法人
		(74) 代理人	100117466
			弁理士 岩上 涉
		(74) 代理人	100117396
			弁理士 吉田 大
		(72) 発明者	小松 昭彦
			静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鍵盤楽器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

演奏操作を行うための鍵と、
演奏者の指が前記鍵に接近する速度を検出する接近検出手段と、
 押鍵に抵抗する外力を前記鍵に付与する外力付与手段と、
前記演奏者の指と前記鍵との距離が所定距離以下になったとき、前記外力付与手段によって前記鍵に前記速度に基づいて設定した前記外力を付与させる制御手段と、
 を備える鍵盤楽器。

【請求項2】

前記制御手段は、前記演奏者の指の質量に基づいて設定した前記外力を付与させる、
請求項1に記載の鍵盤楽器。

10

【請求項3】

前記指の質量に対応するパラメータを入力する入力手段を備える、
請求項2に記載の鍵盤楽器。

【請求項4】

前記接近検出手段は、反射型電磁波センサを有し、前記演奏者の指によって反射された電磁波から前記指と前記鍵との距離を検出し、前記距離の変位から前記速度を検出する、
請求項1～3のいずれかに記載の鍵盤楽器。

【請求項5】

前記反射型電磁波センサは、前記鍵の内部に前記鍵が押鍵される面と平行に複数個並べ

20

て配置されている、
請求項 4 に記載の鍵盤楽器。

【請求項 6】

前記接近検出手段は、静電容量センサを前記鍵の表面に有し、前記演奏者の指と前記静電容量センサのプロープとの間の静電容量から前記指と前記鍵との距離を検出し、前記距離の変位から前記速度を検出する、

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の鍵盤楽器。

【請求項 7】

前記鍵の位置を検出する鍵位置検出手段を備え、

前記制御手段は、前記演奏者の指が前記鍵に接触した後、前記外力付与手段によって前記鍵に、前記鍵の位置に基づいて設定した前記外力を付与させる、

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の鍵盤楽器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鍵盤楽器に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、アコースティックピアノの鍵のタッチ感に近づけるためにばねやおもりを用いた簡易アクション機構を採用した電子ピアノが知られている。一方、簡易アクション機構を設けることなく、鍵が押される速度や力を検出し、アクチュエータを用いて鍵下から鍵に外力を付与することによりアコースティックピアノの鍵のタッチ感を再現する技術も知られている（例えば、特許文献 1、特許文献 2 および特許文献 3）。

アコースティックピアノにおいては、音高に応じて弦の太さが異なり、ハンマなどの大きさや質量も異なる。一般的に低音側の鍵の方が質量が重いハンマを動かして太い弦を叩くためタッチ感は重く、逆に高音側の鍵の方はタッチ感は軽い。また、同じ鍵に対しても、フォルテッシモの強さで押鍵する場合とピアノッシモの強さで押鍵する場合とでは、フォルテッシモの強さで押鍵する場合の方が演奏者が鍵から感じるタッチ感は重い。

【特許文献 1】特許第 3 7 7 2 4 9 1 号公報

【特許文献 2】特公平 7 - 1 1 1 6 3 1

【特許文献 3】特許第 3 1 9 1 3 2 7 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

従来技術においては、演奏者の指が鍵に触れてからの鍵盤の位置、速度、加速度および鍵盤に加えられる力などを検出し、それら物理量に基づいて鍵下から鍵に対して外力を付与することが記載されている。すなわち従来技術を実施した場合、鍵が押され始めてからそれら物理量が検出され、当該物理量に基づいて鍵に付与する外力が導出され、アクチュエータが駆動されるため、演奏者が鍵を押さえ始めてから実際に鍵に外力が付与されるまでの間に時間遅れが生じる。この、鍵が押され始めてから外力が付与されるまでの時間においては、フォルテッシモの強さで押鍵した場合もピアノッシモの強さで押鍵した場合も鍵のタッチ感は一定であるため、演奏に習熟した演奏者は押鍵直後のタッチ感に違和感を感じるという問題があった。

【0004】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、押鍵直後のアコースティックピアノの鍵のタッチ感を再現する技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記の目的を達成するため、本発明においては、鍵に対する演奏者の指の接近を検出し、接近が検出された指が鍵に接触する以前に鍵に外力を付与する構成を採用している。こ

10

20

30

40

50

の構成によると、少なくとも鍵が押され始めた時点において鍵に外力が付与されている。そのため演奏者は、アコースティックピアノの鍵のタッチ感に近い感覚を、この鍵盤楽器の鍵を押鍵した瞬間から感じることができる。なお、指が鍵に接触する以前に外力を付与する構成は、指が鍵に接触した瞬間を含んでよい。

【0006】

本発明において、接近検出手段は、演奏者の指の接近に関する各種物理量を検出する。指の接近に関する物理量とは例えば、指と鍵との距離、指が鍵に接近する速度、またはその加速度などである。直接的な測定対象は上記のいずれかに限定されるものではない。例えば、位置、加速度などの物理量を検出しこれらの物理量から速度を導出するようにしてもよい。

10

【0007】

指の接近に関する物理量は、例えば指自体が発する波動や指が反射する波動、指が遮る波動をセンシングすることによって検出可能である。例えば物体間に形成される静電容量をセンシングすることによっても検出可能である。本発明において想定される波動は電磁波や超音波などである。電磁波の波長や周波数は特に限定されず、長波長から短波長に至る各種電波や赤外線、可視光等の各種光を利用可能である。むしろ、波長や周波数は指の接近を検出可能な範囲によって適宜選択可能である。センサを設ける位置は、鍵の外部であってもよいし、鍵の内部であってもよいし、センシングするための機構が鍵の外部と内部の両方に配置される構成であってもよい。センシングの仕方やセンサの特性によっては、センサが鍵表面に露出しているもよい。

20

【0008】

鍵の外部にセンサを設ける構成としては例えば、鍵に接近する指が撮像範囲に入る位置に画像センサを設け、画像解析とフレーム間比較とによって指の接近速度を導出する構成を採用してもよい。鍵内部にセンサを設ける構成としては例えば、赤外線発光部と赤外線受光部とを有する反射型フォトセンサを鍵内部に備え、赤外線発光部が発光し、指に反射し赤外線受光部が受光した赤外線に基づいて指の接近速度を検出する構成を採用してもよい。また、静電容量センサを鍵表面に備え、静電容量センサのプローブと指との間の静電容量に基づいて指の接近速度を検出する構成でもよい。他にも例えば感熱センサや、ドップラー効果を利用したドップラーセンサを採用可能である。センシングするための機構が鍵の外部と内部の両方に配置される構成として例えば、鍵の外部と内部とのいずれか一方に赤外線などの発光素子、他方に受光素子を設けてもよい。この場合、押鍵のための指の動作範囲が発光素子から受光素子への光路上に位置するように各素子を配置する。そして、発光素子から発光された光を指が遮ることにより変化する光量に基づいて指の接近速度を導出してよい。

30

【0009】

また、上記の各種センサは、鍵が押鍵される面と平行に複数個並べて配置されていてもよい。演奏者は常に鍵の同じ位置を押鍵するとは限らないため、このようにセンサを複数個並べて配置することによって、押鍵位置に依存せず指の接近を検出することができる。センサを押鍵面と平行に複数並べることが困難な場合は、最も押鍵されうる領域内に配置されることが望ましい。なお、例えば静電容量センサが採用される場合であれば、静電容量センサのプローブとして、押鍵面内の押鍵されうる領域内においてなるべく広く配置できるものを採用可能であれば、センサの個数は1個であってもよい。

40

【0010】

また、接近検出手段においては、センサは鍵ごとに別々に設けられていてもよいし、センシングの仕方やセンシングする波動の種類に応じて複数鍵ごとに設けられていてもよい。後者の例は、画像センサを採用する構成である。この場合、センシング結果の画像を解析することにより、指が接近している鍵はどの鍵であるかを識別する。画像センサを鍵ごとに別々に設ける場合と比較すると部品点数を削減することができる。

【0011】

外力付与手段においては、押鍵に抵抗する外力を鍵に付与することができる種々のアク

50

チュエータを採用可能である。例えば、各鍵の下方にプランジャ型のソレノイドを設ける構成でもよい。

【0012】

本発明において制御手段は、接近が検出された指が鍵に接触する以前に外力付与手段によって鍵に外力を付与することができればよい。例えば指が鍵から所定の距離の地点に位置することが検出されると、外力を付与するようにしてもよい。このとき外力の大きさは固定値であってもよい。また例えば、指の接近速度が検出される場合、その接近速度に応じた外力を付与してもよい。また例えば、指が鍵から所定の距離の地点に位置することが検出されると、指の質量に応じた外力を付与してもよい。

【0013】

また本発明において制御手段は、指の接近速度と指の質量とに基づいて鍵に付与する外力の大きさを設定してもよい。すなわち鍵に付与する外力の大きさは、指の接近速度と指の質量と相関する物理量として考えることができる。指の質量に相当する物理量は、予め設計された値を用いても良い。指の接近速度と指の質量と相関する物理量とは例えば、運動量、力積、力、運動エネルギーなどである。制御手段は、指の接近速度が速いほど外力を大きく設定すればよく、接近速度と外力の大きさとの関係は線形であっても非線形であってもよい。また、指の質量が大きいほど外力は大きく設定されてもよい。このとき指の質量と外力の大きさとの関係は線形であっても非線形であってもよい。このように指の接近速度と指の質量とに基づいて外力の大きさを設定することにより、鍵のタッチ感をアコースティックピアノの鍵のタッチ感に近づけることができる。

【0014】

制御手段によって設定される外力の大きさは、鍵の種類や音高に応じて異なってもよい。例えば、黒鍵に付与する外力は隣接する白鍵に付与する外力より小さく設定してもよい。また例えば、高音の鍵に付与する外力は低音の鍵に付与する外力より小さく設定してもよい。外力の大きさの設定は、音ごと異なって設定されてもよいし、例えばオクターブ単位で異なって設定されてもよい。

【0015】

また、制御手段は、演奏者の指と鍵との距離が所定距離以下になったとき、駆動手段によって鍵に外力を付与させてもよい。この場合、指が鍵から所定距離以上離れている状態においても外力付与手段に外力を発生させる場合と比較して、消費電力を低減することができる。

【0016】

さらに本発明において、指の質量に対応するパラメータを入力する入力手段を備えていてもよい。例えば、キータッチ感として「重い」から「軽い」までの何段階かの度合いを選択できるようなダイヤルを設け、子供が演奏者である場合は「軽い」を、大人が演奏者である場合は「重い」を選択させてもよい。子供の指の質量は大人の指の質量よりも一般的に軽い。「軽い」が選択されると、「重い」が選択された場合と比較して制御手段は、同じ速度で押鍵しても弱い外力を設定する。このように外力の大きさを可変に設定できる構成であることにより、アコースティックピアノのタッチ感再現の微妙な調整を演奏者や使用者が実施することが可能である。

【0017】

さらに本発明において鍵の位置を検出する鍵位置検出手段を備えていてもよい。この構成において制御手段は、指が鍵に接触した後、鍵の位置に基づいて設定した前記外力を付与させてもよい。鍵位置検出手段においては、押鍵による鍵の位置の変化量を検出できればよく、種々の構成を採用可能である。例えば鍵下にプランジャ型のソレノイドを配置しプランジャの移動に応じた電圧変化によって鍵の位置を検出する構成であってもよい。また例えば、プランジャの端部近傍に光を照射し、プランジャの移動に応じてプランジャが遮る光の量が変化することを利用して鍵の位置を検出する構成であってもよい。

【0018】

尚、本発明のように、演奏者の指が鍵に接近する速度を導出し、指が鍵に接触する前に

10

20

30

40

50

押鍵に抵抗する外力を鍵に付与する手法は、この手法を行うプログラムとしても適用可能である。また、一部がソフトウェアで実現されたり一部がハードウェアで実現されたりするなど、適宜変更可能である。さらに、この手法を実施するプログラムを記録する記録媒体としても発明は成立可能である。むろん、そのソフトウェアの記録媒体は、磁気記録媒体であってもよいし光磁気記録媒体であってもよいし、今後開発されるいかなる記録媒体においても全く同様に考えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

ここでは、下記の順序に従って本発明の実施の形態について説明する。

(1) 第1実施形態：

(1-1) 構成：

(1-2) 外力制御処理：

(2) 第2実施形態：

(3) 他の実施形態：

【0020】

(1) 第1実施形態：

(1-1) 構成：

図1は、本実施形態にかかる鍵盤楽器としての電子ピアノ10の要部の構成を示すブロック図である。

電子ピアノ10は、鍵盤を構成する複数の鍵1と、それら鍵ごとに外力付与部14と、鍵位置検出部12と、接近検出部13とを備えており、さらにそれら複数の鍵を対象に後述する外力制御処理を行う制御部15と、音源17と、サウンドシステム18と、入力部16とを備えている。接近検出部13、外力付与部14、鍵位置検出部12、入力部16および音源17は図示しないインタフェースを介して制御部15と各種の信号を授受する。

【0021】

外力付与部14は、アクチュエータ14aと、制御部15から指示された、押鍵に抵抗する外力をアクチュエータ14aによって鍵1に付与するための図示しない駆動回路とを備えている。アクチュエータ14aは図2Aに示すように鍵1の下方に設けられている。アクチュエータ14aは例えばソレノイドで構成される。

【0022】

接近検出部13は、鍵1の内部に設けられた複数の反射型フォトセンサ13aを有している。図2Bは鍵1を側方から見た模式的な断面図、図2Cは鍵1のカバー部材11を取り払った状態で上方から見た模式的な平面図である。反射型フォトセンサ13aは、赤外線発光部13bと赤外線受光部13cとを1つのケースに収容している。赤外線発光部13bが発光した光を検出対象物が反射し、赤外線受光部13cが受光する当該反射光の量から、検出対象物としての指と鍵との距離が導出される。また、接近検出部13は指と鍵との距離の変位から、指が鍵に接近する速度を導出する。カバー部材11は、白色または黒色に着色されたポリエチレン、ポリスチレンまたはポリカーボネートなどのプラスチック板であり、カバー部材11は赤外線光を通過させる。

【0023】

反射型フォトセンサ13aは図2Bおよび図2Cに示すように、鍵1の押鍵面に平行に複数並べて設けられている。演奏者は常に鍵の同じ位置を押鍵するとは限らないため、このようにセンサを複数個並べて配置することによって、押鍵位置に依存せず指の接近を検出することができる。なお、センサを押鍵面と平行に複数並べない場合は、最も押鍵される領域内に配置されることが望ましい。

【0024】

なお、本実施形態では、接近検出部13によって接近速度が検出される形態を説明するが、接近検出部13から出力されるのは指と鍵との距離を示すデータであってもよく、接近速度はそのデータに基づいて制御部15によって導出されてもよい。すなわち、指と鍵

10

20

30

40

50

との距離が検出できれば、速度および加速度は導出可能であるので、それらが導出される態様は適宜選択可能である。

【0025】

鍵位置検出部12は位置センサ12aを備えている。図2Aは鍵1を示す側面図である。位置センサ12aは、図2Aに示すように鍵1の下方に配置され、押鍵、離鍵によって変化する鍵位置を検出し、鍵位置検出部12は鍵位置を示すデータを出力する。指2によって鍵1が押鍵されると、鍵1は回動軸9を中心として回動する。鍵位置検出部12は、回動することによって変位する鍵位置を示すデータを出力する。出力された鍵位置を示すデータに基づいて鍵1が押鍵される速度や加速度などが導出されてもよい。また、鍵1の移動方向と速度とに基づいて、押鍵のタイミングや離鍵のタイミングを検出することもできる。なお、位置センサ12aとしてプランジャ型のソレノイドを用い、プランジャの移動に応じた電圧変化によって鍵の位置を検出してもよい。また例えば、プランジャの端部近傍に光を照射し、プランジャの移動に応じてプランジャが遮る光の量が変化することを利用して鍵の位置を検出するようにしてもよい。

10

【0026】

鍵位置検出部12、接近検出部13および外力付与部14は、鍵ごとに別々に設けられている。

制御部15は、CPU、RAM、ROM等を備え、ROMや図示しない記憶媒体に記憶されたプログラムを制御部15で実行することができる。図示しない記憶媒体には、後述する各種のパラメータが記憶されている。制御部15は、全鍵の鍵位置検出部12の出力データをスキミングすることを繰り返して、演奏者の指が接触している鍵を検出する。また、制御部15は、押下を検出した鍵に対応する音高を示すデータを音源17に出力する。

20

【0027】

音源17は対応する楽音信号を生成し、生成された楽音信号は、図示しないアンプやスピーカからなるサウンドシステム18に送られ楽音が発せられる。

入力部16は、キータッチ感の選択を入力するためのダイヤルなどで構成される。

以上、電子ピアノ10の構成を説明した。

【0028】

(1-2)外力制御処理：

図3は、本実施形態における外力制御処理の流れを示すフローチャートである。このフローチャートは、1つの鍵に関して、押鍵される前から離鍵されて鍵が初期位置に戻るまでの処理内容を示すものである。制御部15は、所定の時間ごとあるいは所定の処理ステップごとに制御対象の鍵を順次変更することによって、全ての鍵に対してこの処理を実施する。各鍵に関する、押鍵前・押鍵中・離鍵後などの状態や各種の処理データは、各鍵に対応してそれぞれRAMに記憶される。

30

【0029】

はじめに、反射型フォトセンサ13aは受光量を測定する(ステップS105)。具体的には、赤外線発光部13bが赤外線発光を、赤外線受光部13cが赤外線受光を開始する。なお、受光量測定の間隔は例えば0.1ms程度である。

40

【0030】

図4Aは、反射型フォトセンサ13aの特性を示すグラフであり、検出対象物との距離と受光量との関係を示している。図4Bは、検出対象物20との距離が図4Aにおける距離P(受光量が最大となる距離)である様子を示している。検出対象物20がその位置よりも遠ざかったり近づいたりすると受光量は減少する。図4Cは、図4Bの位置よりも検出対象物20が反射型フォトセンサ13aに近い位置にあるとき、反射光が照射する範囲と赤外線受光部13cの位置がずれる様子を示している。

ステップS110では、受光量に基づいて接近検出部13は指と処理対象の鍵との距離を導出する。

【0031】

50

ステップS 1 1 5では、導出された距離の変化量に基づいて接近検出部 1 3は、指の接近速度を導出する。ステップS 1 2 0では、制御部 1 5は、速度に基づいて鍵に付与する外力を設定する。なお、ステップS 1 1 5において、速度ベクトルが鍵から遠ざかる方向である場合は、ステップS 1 2 0に移行せずにステップS 1 0 5に戻っても良い。

【 0 0 3 2 】

図5 Aは、導出された接近速度と、当該接近速度に基づいて制御部 1 5が設定する外力の大きさとの関係を示すグラフである。鍵に与える運動量は、押鍵直前の指の運動量に依存すると考えられるので、前記導出された接近速度で指が鍵に衝突すると仮定すると、指の質量が大きいほど、また、指の接近速度が大きいほど押鍵時の衝突の勢いが大きい。そこで、制御部 1 5は、指の質量および接近速度に応じて外力の大きさを設定する。すなわち、図5 Aに示すように同じ質量の指においては、接近速度が速いほど大きな外力を設定し、同じ速度においては指の質量が大きいほど、大きな外力を設定する。なお、外力の大きさと接近速度とは図5 Aに示すような線形な関係でなくてもよく、非線形であってもよい。

10

【 0 0 3 3 】

鍵に付与する外力の大きさは、指の接近速度と指の質量とに関連する物理量として考えることができ、制御部 1 5は当該物理量に基づいて鍵に付与する外力の大きさを設定してよい。指の接近速度と指の質量とに関連する物理量とは例えば、運動量、力積、力、運動エネルギーなどである。なお、指の質量に相当する物理量は、予め設計された値を用いても良い。また、制御部 1 5によって設定される外力の大きさは、鍵の種類や音高に応じて異なっていてよい。例えば、黒鍵に付与する外力は隣接する白鍵に付与する外力より小さく設定してもよい。また例えば、高音の鍵に付与する外力は低音の鍵に付与する外力より小さく設定してもよい。外力の大きさの設定は、音ごと異なって設定されてもよいし、例えばオクターブ単位で異なって設定されてもよい。

20

【 0 0 3 4 】

図示しない記憶媒体には、このように接近速度と指の質量とに応じた外力の大きさを設定するためのパラメータがプリセットされている。工場出荷後であってもパラメータ値の更新や追加がなされてもよい。具体的なパラメータ値は適宜設計してよい。

ところで指の質量を接触前に検出することは困難であるため、本実施形態では、演奏者に応じたキータッチ感を実現するために入力部 1 6を備え、演奏者や使用者にタッチ感を選択させるためのインタフェースを設けている。例えば、キータッチ感として「重い」から「軽い」までの何段階かの度合いを選択できるようなダイヤルを設け、子供が演奏者である場合は「軽い」を、大人が演奏者である場合は「重い」を選択できるようにする。このように外力の大きさを可変に設定できる構成を採用することにより、アコースティックピアノのタッチ感再現の微妙な調整を演奏者や使用者が実施することが可能である。

30

【 0 0 3 5 】

ステップS 1 2 5では、制御部 1 5は指と鍵との距離が所定距離以内まで接近したか判定する。所定距離とは例えば1 mm程度である。所定時間以内に指と鍵との距離が所定距離以内まで接近していなければ、ステップS 1 0 5の処理に戻る。所定距離以内まで接近すると、制御部 1 5は外力付与部 1 4を制御してアクチュエータ 1 4 aに外力を発生させる(ステップS 1 3 0)。指と鍵との距離が所定距離以内に接近するまでアクチュエータ 1 4 aによって外力を発生させないことにより、指が鍵から所定距離以上離れている状態においても外力を発生させる場合と比較して、消費電力の低減することができる。なお、鍵 1が初期位置より上方に持ち上がらないように鍵にストッパが設けられていてもよい。

40

【 0 0 3 6 】

ステップS 1 3 5では、鍵位置検出部 1 2は、位置センサ 1 2 aによって鍵位置を検出する。ステップS 1 4 0では、制御部 1 5は、鍵位置検出部 1 2が出力するデータに基づいて鍵 1が押鍵され始めたか判定する。所定時間、押鍵が開始されなければ外力の付与を解除して例えばステップS 1 0 5の処理に戻るようにしてもよい。

以上説明したように、演奏者の指が鍵に接近する速度を導出し、当該速度に基づいて、

50

演奏者の指が鍵に接触する前に鍵に外力を付与することにより、演奏者は押鍵した瞬間から押鍵の勢いと相関する抵抗力を鍵から感じることができる。すなわち演奏者は、アコースティックピアノの鍵のタッチ感に近い感覚を、この鍵盤楽器の鍵を押鍵した瞬間から感じることができる。

【 0 0 3 7 】

押鍵開始後からの外力制御に関しては、従来より知られている技術を適用してよく、例えば特許第 3 1 9 1 3 2 7 号公報に記載されているような方法を用いる。すなわち、鍵の仮想質量と鍵位置との関係が図 5 B に示すように変化するようにアクチュエータ 1 4 a に発生させる外力の大きさを設定する。図 5 B には、鍵がある一定の位置まで押し下げられた時点において鍵のタッチ感が軽くなることを示しており、これはアコースティックピアノの鍵における同様の感覚を再現するものである。

10

【 0 0 3 8 】

上記のような感覚を再現するため、制御部 1 5 は、検出した鍵位置に基づいて外力の大きさを設定し（ステップ S 1 4 5）、外力付与部 1 4 を制御してアクチュエータ 1 4 a に外力を発生させる（ステップ S 1 5 0）。次に、鍵位置検出部 1 2 は鍵位置を検出し（ステップ S 1 5 5）、制御部 1 5 は指が鍵から離され始めたか判定する（ステップ S 1 6 0）。離鍵開始されるまで、ステップ S 1 4 5 からステップ S 1 5 5 の処理が繰り返される。

なお、指接触前に接近速度に基づいて設定された外力と、指接触後に鍵位置に基づいて設定する外力とは、両者の間に演奏者が違和感を感じる程度に著しい不連続が生じないように調整して設計することが望ましい。

20

【 0 0 3 9 】

ステップ S 1 6 5 では鍵の位置に基づいて制御部 1 5 が外力を設定し、ステップ S 1 7 0 では外力付与部 1 4 を制御してアクチュエータ 1 4 a に外力を発生させる。ステップ S 1 7 5 では鍵位置検出部 1 2 は鍵位置を検出し、ステップ S 1 8 0 では制御部 1 5 は鍵の位置が初期位置に戻ったか判定する。鍵が初期位置に戻ったと判定されると、ステップ S 1 0 5 の処理に戻る。

【 0 0 4 0 】

(2) 第 2 実施形態 :

第 2 実施形態が第 2 実施形態以外の実施形態と相違する点は、接近検出部 1 3 の構成である。第 2 実施形態では指の速度を検出するために静電容量センサを用いる構成を採用する。静電容量センサは鍵表面に配置される。鍵内部または鍵下部に配置されてもよい。

30

【 0 0 4 1 】

図 6 A は、静電容量センサの特性を示すグラフであり、静電容量と距離との関係を示している。ここで距離とは静電容量センサのプロープと検出対象物との距離を指す。距離と静電容量とは反比例の関係にある。接近検出部 1 3 は、静電容量センサから出力される静電容量からプロープと検出対象物としての指との距離を導出し、プロープと指との距離の変化量から指の接近速度を導出してよい。なお、1つの鍵に用いられるセンサの個数は複数であっても1個であってもよい。静電容量センサのプロープとして、押鍵面における押鍵される領域内においてなるべく広く配置できるものを採用可能であれば、センサの個数は1個であってもよい。

40

【 0 0 4 2 】

(3) 他の実施形態 :

接近検出手段は、上記実施形態の構成に限らず次のような構成を採用してもよい。なお、接近検出手段においては、センサは鍵ごとに別々に設けられていても良いし、センシングの仕方やセンシングする波動の種類に応じて複数鍵ごとに設けられていてもよい。

【 0 0 4 3 】

・反射型フォトセンサ

上記実施形態では、反射型フォトセンサが鍵の内部に設けられる構成を説明したが、反射型フォトセンサが鍵の内部である構成に限定されず、発光部と受光部とのいずれか又は

50

双方が鍵の外部である構成を採用しても良い。すなわち、押鍵のための指の動作範囲が発光部の光路上に含まれ、指からの反射光を受光できる位置に受光部が配置されていればよい。

【 0 0 4 4 】

・分離型フォトセンサ

図7は、分離型フォトセンサを用いる構成を示す模式図である。第1実施形態と共通する構成には共通の符号を付している。図7は、赤外線発光部13bが鍵1の外部に、赤外線受光部13cが鍵1の内部に配置されていることを示している。赤外線発光部13bの光軸と赤外線受光部13cの光軸とが合うようにそれぞれ配置される。図6Bは、検出対象物までの距離と、赤外線受光部13cによる受光量との関係を示すグラフである。赤外線発光部13bの照射範囲内に指2が位置するとき、赤外線発光部13bが発光した赤外線光は指2によって遮られ、指2が鍵1に接近するほど図6Bに示すように受光量は少なくなる。このように分離型フォトセンサを用いることによって指の接近速度を導出してもよい。

10

【 0 0 4 5 】

・感熱センサ

感熱センサの一形態である焦電型赤外線センサは、人体が発する微弱な赤外線を検知するセンサである。図6Cは、焦電型赤外線センサにおける検出対象物と当該焦電型赤外線センサとの距離と、赤外線量との関係を示すグラフである。図6Cに示すように、検出対象物との距離が小さくなるほど検知される赤外線の量は多い。このような焦電型赤外線センサを、鍵内部あるいは鍵表面に露出するように配置して用いることによって指の接近速度を導出するようにしてもよい。

20

【 0 0 4 6 】

・ドップラーセンサ

ドップラーセンサの一形態であるマイクロ波ドップラーセンサは、ドップラー効果を利用して移動物体の移動速度や移動物体までの距離を検出するセンサである。このセンサはマイクロ波発信部とマイクロ波受信部とを有する。発信部が発信したマイクロ波の周波数と、移動物体によって反射され受信部が受信したマイクロ波の周波数とは異なる。図6Dは、移動物体としての指の速度と受信周波数との関係を示すグラフである（指が鍵に接近する方向の速度ベクトルを正とする）。指が鍵に接近する速度が速いほど受信部が受信する周波数は発信部が発信した周波数と比較して高くなる。このようなドップラーセンサを例えば鍵表面あるいは鍵内部に設け、指の接近速度や指と鍵との距離を導出するようにしてもよい。

30

【 0 0 4 7 】

・画像センサ

画像センサの一形態である距離画像センサは、センサから照射した光が反射して戻ってくるまでの時間を画素ごとに計測し、検出対象物との距離を画素ごとに識別可能に出力するセンサである。このような距離画像センサを、鍵に接近する指が撮像範囲に入る位置に配置する。所定時間間隔ごとに距離画像センサから出力された画像データを解析し、その解析結果をフレーム間比較することによって、検出対象物としての指と鍵との距離や、指の接近速度を導出するようにしてもよい。なお、距離画像センサは複数鍵ごとに設けられていてもよい。この場合、距離画像センサを鍵ごとに別々に設ける場合と比較すると部品点数を削減することができる。

40

【 0 0 4 8 】

なお、本発明は上記した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 9 】

【図1】第1実施形態にかかる電子ピアノを示すブロック図。

【図2】第1実施形態にかかる電子ピアノの鍵を示す模式図。

50

【図3】第1実施形態にかかる外力制御処理を示すフローチャート。

【図4】(4A)は第1実施形態にかかるセンサの特性を示すグラフ、(4B)および(4C)は第1実施形態にかかるセンサと検出対象物とを示す模式図。

【図5】(5A)は第1実施形態にかかる指接触前の外力制御に関するグラフ、(5B)は指接触後の外力制御に関するグラフ。

【図6】(6A)は第2実施形態にかかるセンサの特性を示すグラフ、(6B)から(6D)は他の実施形態にかかるセンサの特性を示すグラフ。

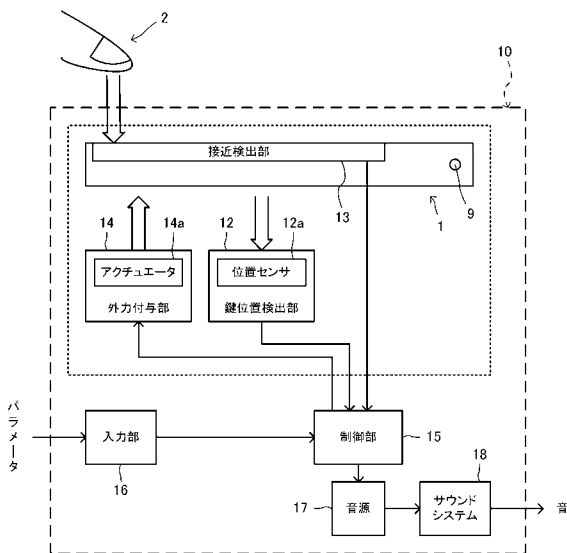
【図7】他の実施形態にかかる電子ピアノの鍵を示す模式図。

【符号の説明】

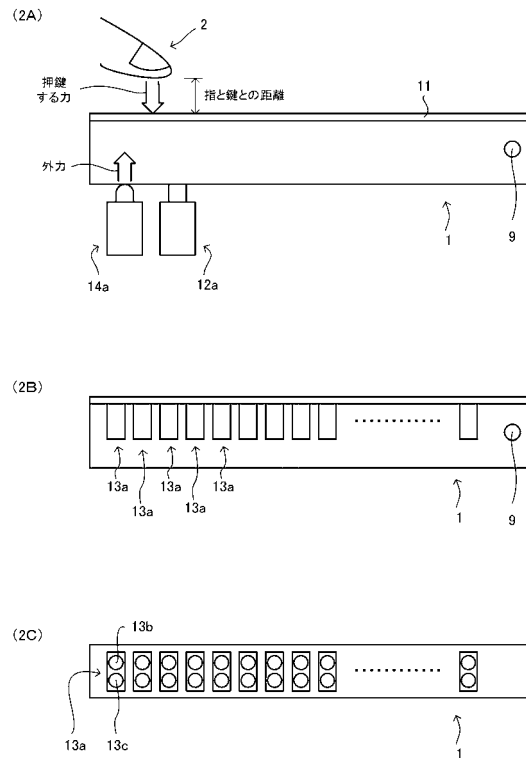
【0050】

1：鍵、10：電子ピアノ、11：カバー部材、12：鍵位置検出部、12a：位置センサ、13：接近検出部、13a：反射型フォトセンサ、13b：赤外線発光部、13c：赤外線受光部、14：外力付与部、14a：アクチュエータ、15：制御部、16：入力部、17：音源、18：サウンドシステム。

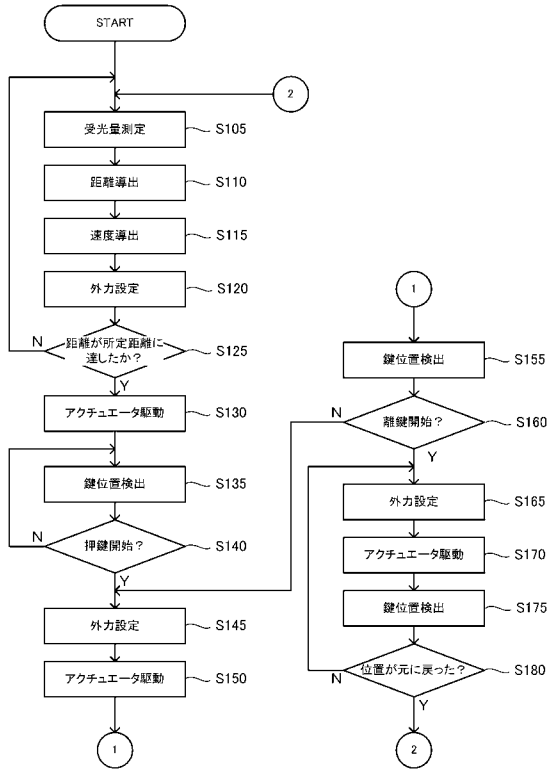
【図1】



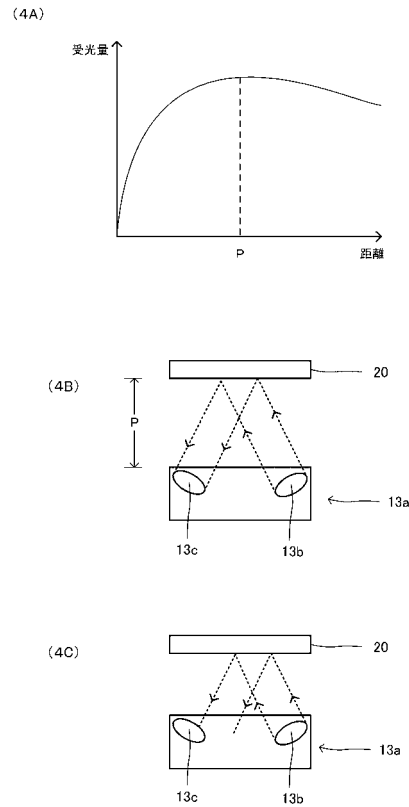
【図2】



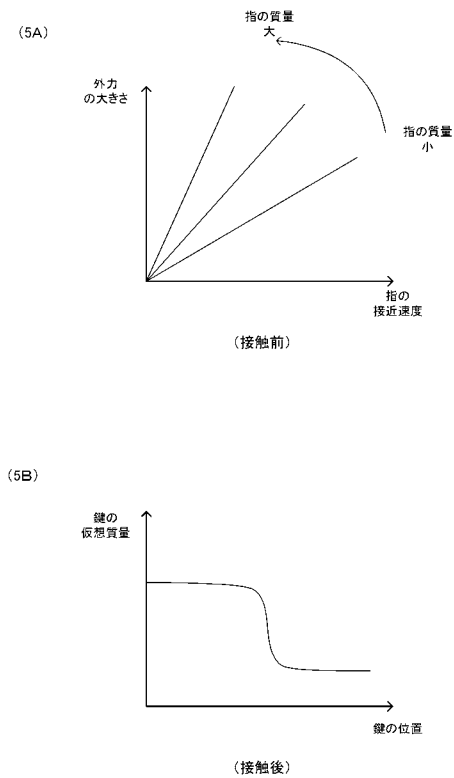
【図3】



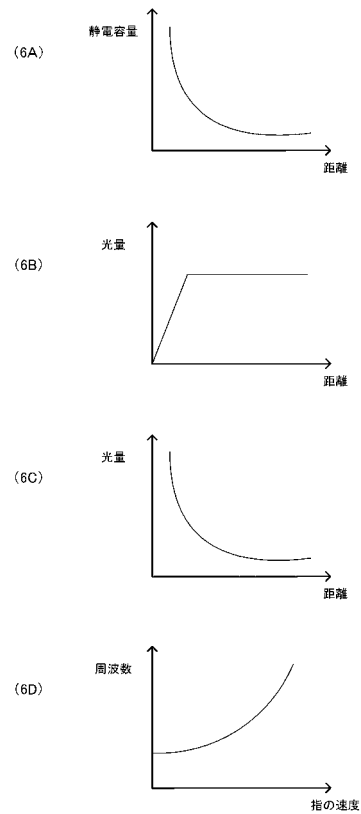
【図4】



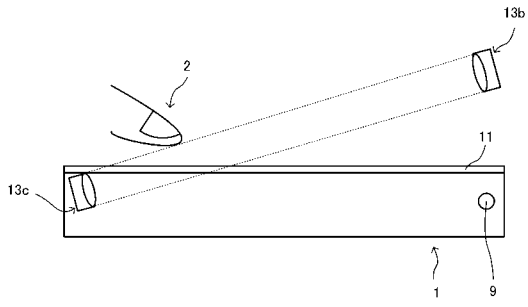
【図5】



【図6】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 谷口 成泰
静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

審査官 毛利 太郎

(56)参考文献 特開2005-309469(JP,A)
特開平10-177378(JP,A)
実開平03-029994(JP,U)
特開2006-337328(JP,A)
特開2000-338977(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10H 1/00 - 7/12
G10B 1/00 - 3/22