

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6536115号
(P6536115)

(45) 発行日 令和1年7月3日(2019.7.3)

(24) 登録日 令和1年6月14日(2019.6.14)

(51) Int.Cl. F 1
G 1 O H 1/32 (2006.01) G 1 O H 1/32 Z
G 1 O C 3/06 (2006.01) G 1 O C 3/06 1 2 0

請求項の数 7 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2015-62684 (P2015-62684)	(73) 特許権者	000004075 ヤマハ株式会社 静岡県浜松市中区中沢町10番1号
(22) 出願日	平成27年3月25日(2015.3.25)	(74) 代理人	110000408 特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ
(65) 公開番号	特開2016-183987 (P2016-183987A)	(72) 発明者	大西 健太 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内
(43) 公開日	平成28年10月20日(2016.10.20)	審査官	安田 勇太
審査請求日	平成30年1月25日(2018.1.25)	(56) 参考文献	特開2014-142378 (JP, A) 特開平02-262195 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発音装置および鍵盤楽器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

各々異なる振動周波数を有する複数の発音体と、
 前記発音体の各々に対応して配置され、当該発音体に接触することによって振動を抑えるダンパと、

前記ダンパの各々を移動することによって、前記発音体の各々に対する前記ダンパの接触状態を制御するダンパ動作機構と、

前記発音体と連成振動する響板と、

前記響板を振動させる加振器と、

オーディオ信号を取得する取得部と、

取得した前記オーディオ信号に応じた振動で前記加振器を駆動するための駆動信号を生成し、当該加振器に出力する信号出力部と、

取得した前記オーディオ信号の周波数分布に基づいて、前記発音体と前記ダンパとの接触状態を変化させるように、前記ダンパ動作機構を駆動するダンパ制御部と、

を備えることを特徴とする発音装置。

【請求項2】

前記信号出力部は、前記駆動信号を生成した後、所定時間が経過してから前記加振器に出力することを特徴とする請求項1に記載の発音装置。

【請求項3】

前記ダンパ制御部は、取得した前記オーディオ信号の周波数分布が特定の条件を満たす

と、前記発音体と前記ダンパとの接触状態を変化させるように、前記ダンパ動作機構を駆動することを特徴とする請求項 1 に記載の発音装置。

【請求項 4】

前記ダンパ制御部は、所定の周期で前記発音体と前記ダンパとの接触状態を変化させるように、前記ダンパ動作機構を駆動することを特徴とする請求項 1 に記載の発音装置。

【請求項 5】

各々異なる振動周波数を有する複数の発音体と、
前記発音体の各々に対応して配置され、当該発音体に接触することによって振動を抑えるダンパと、

前記ダンパの各々を移動することによって、前記発音体の各々に対する前記ダンパの接触状態を制御するダンパ動作機構と、

前記発音体と連成振動する響板と、

前記響板を振動させる加振器と、

オーディオ信号を取得する取得部と、

取得した前記オーディオ信号に応じた振動で前記加振器を駆動するための駆動信号を生成し、当該加振器に出力する信号出力部と、

取得した前記オーディオ信号の音の強弱に基づいて、前記発音体と前記ダンパとの接触状態を変化させるように、前記ダンパ動作機構を駆動するダンパ制御部と、

を備えることを特徴とする発音装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の発音装置と、
前記発音体の各々に対応して配置された鍵と、
前記鍵の押下によって、当該鍵に対応する前記発音体を打撃して振動させるハンマと、
前記ハンマの前記発音体への打撃を阻止するためのストッパと、
前記ストッパによる前記ハンマの阻止状態を制御するストッパ制御部と、
を備え、

前記ダンパ動作機構は、前記鍵の押下によって前記発音体を前記ダンパから解放し、
前記ダンパ制御部は、前記ストッパが前記ハンマの前記発音体への打撃を阻止している状態で前記鍵を駆動することによって、当該鍵を介して前記ダンパ動作機構を駆動することを特徴とする鍵盤楽器。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の発音装置と、
前記発音体の各々に対応して配置された鍵と、
前記鍵の押下によって、当該鍵に対応する前記発音体を打撃して振動させるハンマと、
を備え、
前記ダンパ動作機構は、前記鍵の押下によって前記発音体を前記ダンパから解放し、
前記ダンパ制御部は、前記ハンマが前記発音体を打撃しないように前記鍵を駆動することによって、当該鍵を介して前記ダンパ動作機構を駆動することを特徴とする鍵盤楽器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、響板を利用して音を発生させる技術に関する。

【背景技術】

【0002】

アコースティックピアノにおいて、ハンマの打弦を阻止するストッパを設置することで、打弦音の代わりに電子音を出力するように構成された、いわゆる消音ピアノが商品化されている。電子音は、ヘッドフォン等を介して出力されることが一般的である。また、出力される電子音をアコースティックピアノの音に近づけるため、響板の振動を利用して出力することも行われている。例えば、特許文献 1 には、アコースティックピアノの響板を振動させる加振器を用いて、電子音源で生成した音を響板から発生させる技術が開示され

10

20

30

40

50

ている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2013-77000号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

この技術によれば、演奏者の押鍵操作の代わりに鍵をソレノイドで駆動することによる自動演奏を楽しむこともできる。この自動演奏によれば、鍵の駆動によって電子音源で生成した音を響板から発生させることができる。一方、自動演奏によらない音、すなわち、鍵の駆動とは関係なく生成した音、例えば、予め録音された楽曲の音を、響板を介して発生させたいという要望もある。

10

【0005】

本発明の目的の一つは、鍵の駆動（演奏操作・自動演奏）とは関係なく生成した音を響板から発生させるときに、楽器の特性を有効に活用することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一実施形態によると、各々異なる振動周波数を有する複数の発音体と、前記発音体の各々に対応して配置され、当該発音体に接触することによって振動を抑えるダンパと、前記ダンパの各々を移動することによって、前記発音体の各々に対する前記ダンパの接触状態を制御するダンパ動作機構と、前記発音体と連成振動する響板と、前記響板を振動させる加振器と、オーディオ信号を取得する取得部と、取得した前記オーディオ信号に応じた振動で前記加振器を駆動するための駆動信号を生成し、当該加振器に出力する信号出力部と、取得した前記オーディオ信号の周波数分布に基づいて、前記発音体と前記ダンパとの接触状態を変化させるように、前記ダンパ動作機構を駆動するダンパ制御部と、を備えることを特徴とする発音装置が提供される。

20

【0007】

また、本発明の一実施形態によると、各々異なる振動周波数を有する複数の発音体と、前記発音体の各々に対応して配置され、当該発音体に接触することによって振動を抑えるダンパと、前記ダンパの各々を移動することによって、前記発音体の各々に対する前記ダンパの接触状態を制御するダンパ動作機構と、前記発音体と連成振動する響板と、前記響板を振動させる加振器と、少なくとも発音内容の音高を規定する音高情報を含む演奏制御データを取得する取得部と、取得した前記演奏制御データに基づいて、前記発音内容を示すオーディオ信号を生成し、生成した前記オーディオ信号に基づいて、前記加振器を前記発音内容に応じて駆動する駆動信号を生成して当該加振器に出力する信号出力部と、取得した前記演奏制御データに規定される音高に基づいて、前記発音体と前記ダンパとの接触状態を変化させるように、前記ダンパ動作機構を駆動するダンパ制御部と、を備えることを特徴とする発音装置が提供される。

30

【0008】

また、本発明の一実施形態によると、各々異なる振動周波数を有する複数の発音体と、前記発音体の各々に対応して配置され、当該発音体に接触することによって振動を抑えるダンパと、前記ダンパの各々を移動することによって、前記発音体の各々に対する前記ダンパの接触状態を制御するダンパ動作機構と、前記発音体と連成振動する響板と、前記響板を振動させる加振器と、オーディオ信号を取得する取得部と、取得した前記オーディオ信号に応じた振動で前記加振器を駆動するための駆動信号を生成し、当該加振器に出力する信号出力部と、取得した前記オーディオ信号の音の強弱に基づいて、前記発音体と前記ダンパとの接触状態を変化させるように、前記ダンパ動作機構を駆動するダンパ制御部と、を備えることを特徴とする発音装置が提供される。

40

【0009】

50

また、本発明の一実施形態によると、上記に記載の発音装置と、前記発音体の各々に対応して配置された鍵と、前記鍵の押下によって、当該鍵に対応する前記発音体を打撃して振動させるハンマと、前記ハンマの前記発音体への打撃を阻止するためのストッパと、前記ストッパによる前記ハンマの阻止状態を制御するストッパ制御部と、を備え、前記ダンパ動作機構は、前記鍵の押下によって前記発音体を前記ダンパから解放し、前記ダンパ制御部は、前記ストッパが前記ハンマの前記発音体への打撃を阻止している状態で前記鍵を駆動することによって、当該鍵を介して前記ダンパ動作機構を駆動することを特徴とする鍵盤楽器が提供される。

【0010】

また、本発明の一実施形態によると、上記に記載の発音装置と、前記発音体の各々に対応して配置された鍵と、前記鍵の押下によって、当該鍵に対応する前記発音体を打撃して振動させるハンマと、を備え、前記ダンパ動作機構は、前記鍵の押下によって前記発音体を前記ダンパから解放し、前記ダンパ制御部は、前記ハンマが前記発音体を打撃しないように前記鍵を駆動することによって、当該鍵を介して前記ダンパ動作機構を駆動することを特徴とする鍵盤楽器が提供される。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、鍵の駆動（演奏操作・自動演奏）とは関係なく生成した音を響板から発生させるときに、楽器の特性を有効に活用することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0012】

【図1】本発明の第1実施形態におけるグランドピアノの外観を示す斜視図である。

【図2】本発明の第1実施形態におけるグランドピアノの内部構造を説明する図である。

【図3】本発明の第1実施形態におけるグランドピアノのアクション機構近傍を拡大図である。

【図4】本発明の第1実施形態における加振器の位置を説明する図である。

【図5】本発明の第1実施形態における加振器の外観を説明する図である。

【図6】図5に示す加振器を接続部材の中心を通り、かつ接続部材511の振動方向と平行な面で切断した断面図である。

【図7】本発明の第1実施形態における制御装置の構成を示すブロック図である。

30

【図8】本発明の第1実施形態における手動演奏モードに設定された場合のグランドピアノの機能構成を示すブロック図である。

【図9】本発明の第1実施形態における自動演奏モードに設定された場合のグランドピアノの機能構成を示すブロック図である。

【図10】本発明の第1実施形態におけるオーディオ聴取モードに設定された場合のグランドピアノの機能構成を示すブロック図である。

【図11】本発明の第1実施形態における各ダンパの位置制御処理を示すフローチャートである。

【図12】本発明の第1実施形態における電子音聴取モードに設定された場合のグランドピアノの機能構成を示すブロック図である。

40

【図13】本発明の第2実施形態におけるアップライトピアノの内部構造を示す図である。

【図14】本発明の第2実施形態におけるアップライトピアノのアクション機構近傍を拡大図である。

【図15】本発明の第2実施形態における加振器の位置を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の一実施形態における鍵盤楽器について、図面を参照しながら詳細に説明する。以下に示す実施形態は本発明の実施形態の一例であって、本発明はこれらの実施形態に限定して解釈されるものではない。なお、本実施形態で参照する図面において、同一

50

部分または同様な機能を有する部分には同一の符号または類似の符号（数字の後に A、B 等を付しただけの符号）を付し、その繰り返しの説明は省略する場合がある。また、図面の寸法比率（各構成間の比率、縦横高さ方向の比率等）は説明の都合上実際の比率とは異なったり、構成の一部が図面から省略されたりする場合がある。

【0014】

< 第 1 実施形態 >

[全体構成]

図 1 は、本発明の第 1 実施形態におけるグランドピアノ 1 の外観を示す斜視図である。グランドピアノ 1 は、その前面に演奏者によって演奏操作がなされる鍵 2 が複数配列された鍵盤、およびペダル 3 を有する鍵盤楽器の一例である。グランドピアノ 1 のペダルは複数存在するが、ペダル 3 はダンパペダルを示す。また、グランドピアノ 1 は、前面部分に操作パネル 13 を有する制御装置 10、および譜面台部分に設けられたタッチパネル 60 を有する。ユーザの指示は、操作パネル 13 およびタッチパネル 60 が操作されることにより、制御装置 10 に対して入力可能になっている。グランドピアノ 1 は、複数の動作モードを有する。制御装置 10 は、ユーザの指示に基づいて設定された動作モードに基づいて、グランドピアノ 1 の各構成の動作を制御する。動作モードには、鍵 2 の駆動によらず生成した音を響板から発生させるモードが含まれる。各動作モードの詳細については、後述する。

10

【0015】

[グランドピアノ 1 の構成]

図 2 は、本発明の第 1 実施形態におけるグランドピアノ 1 の内部構造を説明する図である。図 3 は、本発明の第 1 実施形態におけるグランドピアノのアクション機構近傍を拡大図である。これらの図においては、各鍵 2 に対応して設けられている構成については、図示する 1 つの鍵 2（この例では白鍵）に対応して設けられている各構成に着目して示し、他の鍵 2 に対応して設けられている各構成については記載を省略している。

20

【0016】

各鍵 2 の後端側（演奏するユーザから見て鍵 2 の奥側）の下部には、ソレノイドを用いて鍵 2 を駆動する鍵駆動装置 30 が設けられている。鍵駆動装置 30 は、制御装置 10 からの鍵制御信号に応じてソレノイドを駆動する。鍵駆動装置 30 は、ソレノイドを駆動してプランジャを上昇させることにより、ユーザが押鍵したときと同様な状態を再現する一方、プランジャを下降させることにより、ユーザが離鍵したときと同様な状態を再現する。ハンマ 4 は、各鍵 2 に対応して設けられ、鍵 2 が押下されるとアクション機構 45 を介して力が伝達されて移動し、各鍵 2 に対応して設けられた弦 5 を打撃する。弦 5 は、ハンマ 4 からの打撃により、発音する発音体である。弦 5 は、それぞれ、各鍵 2 に対応した振動周波数を有する。

30

【0017】

ダンパ 8 は、ダンパ動作機構 80 によって移動される。ダンパ動作機構 80 は、ダンパ動作機構 80 は、鍵 2 の押下量、およびペダル 3 の踏込量に応じて、ダンパ 8 と弦 5 との接触状態を制御するようにダンパ 8 を移動する。この部分については、従来のグランドピアノと同等の構成である。この接触状態の制御とは、ダンパ 8 と弦 5 とが接触して弦 5 の振動を抑制する位置（以下、制振位置という）から、弦 5 がダンパ 8 から解放される位置（以下、解放位置という）までの範囲で、ダンパ 8 を移動させることをいう。この例では、鍵 2 の押下、およびペダル 3 の踏込によらなくても、ダンパ動作機構 80 を駆動するためのダンパ駆動装置 38 が設置されている。ダンパ駆動装置 38 は、制御装置 10 からのダンパ制御信号に応じてソレノイドを駆動する。ダンパ駆動装置 38 は、ソレノイドを駆動してプランジャを上昇させることによりダンパ動作機構 80 を駆動してダンパ 8 を上方に移動させて、ダンパ 8 から弦 5 を解放する。ダンパ駆動装置 38 は、支持部であるリフティングレール 39 に各鍵 2 の並びに沿って、複数のダンパ 8 のそれぞれに対応して複数個設けられる。それぞれのダンパ駆動装置 38 は、それぞれ対応するダンパ 8 を、ダンパ動作機構 80 を介してそれぞれを独立して制振位置と解放位置の間で移動させる。また、

40

50

この例では、ペダル3を駆動するペダル駆動装置33が設けられている。ペダル駆動装置33は、制御装置10からのペダル制御信号に応じてソレノイドを駆動して、ペダル3が演奏者によって踏み込まれた状態を機械的に再現する。なお、本実施形態では、88鍵全てのそれぞれにダンパ8を有するものとして説明しているが、一般的なピアノのように、最低音から66鍵あるいは70鍵にダンパ8を有し、それより高い音高の鍵2はダンパ8を持たない構造のものでもよい。演奏操作時やペダル駆動装置33によってペダル3が駆動されるときには、ダンパ駆動装置38は動作しないものとし、ペダル3を操作すると、持ち上げられたリフティングレール39がダンパ駆動装置38を介してダンパ動作機構80を押し上げ、ダンパ8を解放位置に移動させるようにしている。なお、本発明のダンパ駆動装置38は、個々のダンパ8を独立して駆動できるものであればよく、組み付け位置もリフティングレール39に組み付けられるものに限らない。

10

【0018】

ストッパ40は、動作モードに適用された設定が所定の設定であるときに、ハンマシャンクと衝突して、打弦前にハンマ4による弦5への打撃を阻止する部材である。ストッパ40は、制御装置10からのストッパ制御信号に応じて、ハンマシャンクと衝突する位置(以下、阻止位置という)と、ハンマシャンクと衝突しない位置(以下、待避位置という)とのいずれかに移動する。

【0019】

鍵センサ22は、各鍵2の下部に設けられ、鍵2の挙動に応じた検出信号を制御装置10に出力する。この例においては、鍵センサ22は、鍵2の押下量を連続量(微細な分解能)で検出し、検出結果を示す検出信号を制御装置10に出力する。なお、鍵センサ22は、鍵2の押下量に応じた検出信号を出力する代わりに、鍵2が特定の押下位置を通過したことを示す検出信号が出力されるようにしてもよい。特定の押下位置とは、鍵2のレスト位置からエンド位置に至る範囲のいずれかの位置であり、発音開始、ダンピング開始等の発音状態に変化を与える複数箇所であることが望ましい。このように、鍵センサ22が出力する検出信号は、鍵2の挙動を制御装置10に認識させることができる信号であればどのようなものであってもよい。

20

【0020】

ハンマセンサ24は、各ハンマ4に対応して設けられ、ハンマ4の挙動に応じた検出信号を制御装置10に出力する。この例においては、ハンマセンサ24は、ハンマ4による弦5の打撃直前の移動速度を検出し、検出結果を示す検出信号を制御装置10に出力する。なお、この検出信号は、ハンマ4の移動速度そのものを示すものでなくてもよく、別の態様での検出信号として、制御装置10において移動速度が算出されるようにしてもよい。例えば、ハンマ4が移動中にハンマシャンクが通過する2つの位置について、ハンマシャンクが通過したことを示す検出信号が出力されるようにしてもよいし、一方の位置を通過してから他方の位置を通過するまでの時間を示す検出信号が出力されるようにしてもよい。このように、ハンマセンサ24が出力する検出信号は、ハンマ4の挙動を制御装置10に認識させることができる信号であればどのようなものであってもよい。

30

【0021】

ペダルセンサ23は、各ペダル3に対応して設けられ、ペダル3の挙動に応じた検出信号を制御装置10に出力する。この例においては、ペダル3の踏込量を検出し、検出結果を示す検出信号を制御装置10に出力する。なお、ペダルセンサ23は、ペダル3の踏込量に応じた検出信号を出力する代わりに、ペダル3が特定の踏込位置を通過したことを示す検出信号が出力されるようにしてもよい。特定の踏込位置とは、ペダルのレスト位置からエンド位置に至る範囲のいずれかの位置であり、ダンパ8と弦5とが完全に接触する状態(制振位置)と非接触の状態(解放位置)とを区別できる踏込位置であることが望ましく、複数箇所を特定の踏込位置とすることでハーフペダルの状態についても検出することができるようにすることがさらに望ましい。このように、ペダルセンサ23が出力する検出信号は、ペダル3の挙動を制御装置10に認識させることができる信号であればどのようなものであってもよい。

40

50

【 0 0 2 2 】

なお、鍵センサ 2 2、ペダルセンサ 2 3、およびハンマセンサ 2 4 から出力される検出信号によって、制御装置 1 0 が、弦 5 に対するハンマ 4 の打撃タイミング（キーオンのタイミング）、打撃速度（ベロシティ）、およびその弦 5 に対するダンパ 8 の振動抑制タイミング（キーオフのタイミング）を、各鍵 2（キーナンバ）に対応して特定することができるようになっていればよい。したがって、鍵センサ 2 2、ペダルセンサ 2 3 およびハンマセンサ 2 4 は、鍵 2、ペダル 3、ハンマ 4 の挙動を検出した結果を、上記の態様とは異なる検出信号として出力してもよい。

【 0 0 2 3 】

響板 7 は、響棒 7 5 および駒 6 が接続され、駒 6 を介して響板 7 の振動を各弦 5 に伝達するとともに、各弦 5 の振動が駒 6 を介して響板 7 に伝達される。すなわち、響板 7 と弦 5 とは連成して振動する。響板 7 には、加振器 5 0 が接続されている。加振器 5 0 は、響板 7 に接続された振動部 5 1 と、直支柱 9 に接続された支持部 5 5 によって支持されたヨーク保持部 5 2（本体部）とを有する。加振器 5 0 には、制御装置 1 0 から駆動信号が入力される。振動部 5 1 は、入力された駆動信号が示す波形に応じて振動し、響板 7 を加振する。これにより、駒 6 も加振される。ダンパ 8 から解放されている弦 5 に振動が伝達される。

10

【 0 0 2 4 】

図 4 は、本発明の第 1 実施形態における加振器 5 0 の位置を説明する図である。この例においては、加振器 5 0 として、加振器 5 0 H、5 0 L の 2 つが設けられている。以下、加振器 5 0 H、5 0 L を互いに特に区別して説明する必要がない場合には、単に加振器 5 0 という。加振器 5 0 は、響板 7 のうち、複数存在する響棒 7 5 の間に接続されている。また、加振器 5 0 H は、2 つの駒 6（駒 6 H（長駒）、6 L（短駒））のうち、駒 6 H に対応する位置に設けられている。一方、加振器 5 0 L は、駒 6 L に対応する位置に設けられている。すなわち、響板 7 は、加振器 5 0 と駒 6 とに挟まれた状態になる。なお、響板 7 に設けられている加振器 5 0 の数は 2 つに限らず、より多くの数であってもよいし、1 つだけが設けられていてもよい。加振器 5 0 が 1 つである一方、駒 6 が 2 つである場合には、長い駒 6 H に加振器 5 0 が設けられるようにすることが望ましい。駒 6 H は、高音側の弦 5 を支持する駒であり、駒 6 L は、低音側の弦 5 を支持する駒である。以下、駒 6 H、6 L を互いに特に区別して説明する必要がない場合には、単に駒 6 という。また、上述したように加振器 5 0 は、直支柱 9 に接続された支持部 5 5 によって支持されている。

20

30

【 0 0 2 5 】

なお、加振器 5 0 は、響板 7 のうち駒 6 に対応する位置に設けられている場合に限らず、駒 6 とは離れた位置に設けられていてもよいし、響棒 7 5 に対応する位置に設けられていてもよい。響棒 7 5 に対応する位置に設けられる場合には、響板 7 の弦 5 側に加振器 5 0 が設けられることになるが、振動部 5 1 の形状を変更するなどして、加振器 5 0 の設置場所を確保すればよい。

【 0 0 2 6 】

[加振器 5 0 の構成]

図 5 は、本発明の実施形態における加振器 5 0 の外観を説明する図である。この図においては、ヨーク保持部 5 2 の主要な構造を見やすくするため、ヨーク保持部 5 2 の筐体 5 2 4（図 6 参照）については記載を省略し、筐体 5 2 4 の内部を図示している。振動部 5 1 は、響板 7 と接続する上面が塞がれた円筒状の接続部材 5 1 1 およびボイスコイル 5 1 2 を有する。接続部材 5 1 1 は、ポリイミド等の樹脂あるいはアルミ素材の金属などの軽い素材で形成され、上面部に樹脂等のキャップを取り付けている。ヨーク保持部 5 2 は、磁石 5 2 2、および磁石 5 2 2 を挟みこむヨーク 5 2 1、5 2 3 を有する。ヨーク 5 2 1、5 2 3 は、例えば、軟鉄などの軟磁性材料により形成され、接続部材 5 1 1 に比べて非常に重くなっている。振動部 5 1 とヨーク保持部 5 2 とは、空間により隔てられている。

40

【 0 0 2 7 】

図 6 は、図 5 に示す加振器 5 0 を接続部材 5 1 1 の中心を通り、かつ接続部材 5 1 1 の

50

振動方向と平行な面で切断した断面図である。図6においては、図5において記載を省略した筐体524についても記載している。また、図6においては、加振器50、響板7および駒6の位置関係を示すため、響板7および駒6の位置を破線で示している。振動部51は、接続部材511およびボイスコイル512を有している。ボイスコイル512は、ヨーク521、523および磁石522により形成された磁路(破線矢印)のうち、ヨーク521とヨーク523との間に形成される空間を通過する磁路上に位置するように配置されている。加振器50に入力される駆動信号は、ボイスコイル512に入力される。上記のように形成されている磁路における磁力を受けて、ボイスコイル512は、入力される駆動信号が示す波形に応じて接続部材511が図における上下方向に振動するように駆動力を発生させる。このとき、ヨーク保持部52は、支持部55によって支持されて、その位置が固定されているため、ボイスコイル512が発生させた駆動力は、ほとんどが接続部材511の振動のための推力として用いられる。

10

【0028】

接続部材511の上面と響板7とは接着剤、両面テープ(図示せず)などにより接着され、接続部材511が響板7に固定されている。なお、接続部材511の上面と響板7とは、接着により互いに接続される場合に限らず、ネジ止めなどにより接続されていてもよい。また接続部材511と響板7を直接固定させず、着脱自在に固定するための中継部材を介して両者を接続してもよい。これにより、響板7は、接続部材511が上方に移動した場合には上方に押され、接続部材511が下方に移動した場合には、接続部材511が離れるのではなく、接続部材511により下方に引っ張られることになる。このようにして、接続部材511における振動は、響板7を介して駒6に加えられ、さらには、弦5に伝達される。ただし、ダンパ8が接触している弦5については、振動が伝達されても抑えられることになる。

20

【0029】

筐体524は、ヨーク521、523および磁石522を收容する。また、筐体524は、支持部55によって支持される。このとき、ヨーク521、523、磁石522および筐体524により構成されるヨーク保持部52は、振動部51と空間によって隔てられた位置、かつ、響板7と接触しない位置に、支持部55によって支持される。図5に示すように、この例においては、支持部55は、筐体524の下面側からヨーク保持部52を支持する。また、振動部51(接続部材511)は、ヨーク保持部52と空間によって隔てられているため、響板7と接続されることによって響板7に支持された状態となる。振動部51とヨーク保持部52とが、空間によって隔てられている、とは、図示した構成において、互いに接触していないことを示しているのであって、振動部51につながる一部の構成(例えば、ボイスコイル512への配線など)が、ヨーク保持部52と接触していてもよい。すなわち、振動部51とヨーク保持部52とが間接的に接触していてもよい。このとき、その一部の構成によって振動部51に対してヨーク保持部52の重力等による負荷がかからないようになっていくことが望ましい。

30

【0030】

このような態様で加振器50のうちヨーク保持部52が支持部55によって支持されることにより、響板7に対して加振器50のうち振動部51以外の負荷がかからないようになっていく。ここで、接続部材511はヨーク保持部52を構成する各部材に比べ、樹脂など軽い素材で形成されている。また、ボイスコイル512を含めた振動部51全体としても、ヨーク保持部52に比べれば、非常に軽い構成である。ヨーク保持部52の重力等の負荷は支持部55により直支柱9にかかるため、加振器50の大部分の負荷は響板7へはかからないようになっていく。響板7へは振動部51の負荷がかかることになるが、その負荷はわずかであるため、響板7の振動特性に与える影響は非常に少ない。なお、響板7に対して加振器50による負荷がほとんどかからないようになっていくことが望ましいが、響板7に振動部51以外の負荷がかかる構成であってもよい。すなわち、支持部55を使用せず、響板7に加振器50が直接取り付けられた構成であってもよい。また、図示した駆動形態の例はあくまでも一例であり、この構成に限らない。例えば、響板7の振動

40

50

特性を若干犠牲にしてもよければ、支持部 5 5 を使用せずに駆動部が響板上に載置され、駆動部のヨークや磁石を含む自重で響板 7 との位置関係を保ち、駆動部のなかで上下動する接続部材が響板 7 を加振する構成等であってもよい。以上が加振器 5 0 の説明である。

【 0 0 3 1 】

[制御装置 1 0 の構成]

図 7 は、本発明の第 1 実施形態における制御装置の構成を示すブロック図である。制御装置 1 0 は、制御部 1 1、記憶部 1 2、操作パネル 1 3、通信部 1 4、信号出力部 1 5、およびインターフェイス 1 6 を有する。これらの各構成はバス 1 7 を介して接続されている。制御部 1 1 は、C P U (Central Processing Unit) などの演算装置、R O M (Read Only Memory)、および R A M (Random Access Memory) などの記憶装置を有する。制御部 1 1 は、記録装置に記憶されている制御プログラムに基づいて、制御装置 1 0 の各部およびインターフェイス 1 6 に接続された各構成を制御する。この例においては、制御部 1 1 は、制御プログラムを実行することにより、制御装置 1 0 および制御装置 1 0 に接続された構成の一部を、本発明の鍵盤楽器として機能させる。各構成の制御には、制御信号が用いられる。例えば、上述した鍵制御信号、ストップ制御信号、ダンパ制御信号およびペダル制御信号が含まれる。制御装置 1 0 は、設定された動作モードに応じてグランドピアノ 1 を制御する。グランドピアノ 1 に設定可能な動作モードについては後述する。

【 0 0 3 2 】

記憶部 1 2 は、設定情報、楽曲データ、演奏制御データなど様々な情報を記憶する。楽曲データは、楽曲の発音内容を示すオーディオ信号を示すデータである。楽曲データのフォーマットは、例えば、W A V や M P 3 等の各種コード化するフォーマットである。演奏制御データは、演奏内容を時間進行に応じた発音・止音制御で規定した制御データであって、例えば、発音内容の音高を指定する音高情報、発音期間を規定する期間情報等の演奏情報を含み、自動演奏などに用いることができる。演奏制御データのフォーマットは、例えば M I D I データである。M I D I データである場合には、音高情報はキーナンバに対応し、期間情報はノートオンからノートオフまでの期間、またはデュレーション(ゲートタイム)等に対応する。設定情報は、制御プログラムを実行しているときに用いられる各種設定内容を示す。例えば、鍵センサ 2 2、ペダルセンサ 2 3、およびハンマセンサ 2 4 から出力される検出信号に基づいて、信号出力部 1 5 から出力される駆動信号の内容を決定するための情報、ユーザにより設定された動作モード、各動作モードにおいて適用される設定などを示す情報などが、設定情報に含まれる。

【 0 0 3 3 】

操作パネル 1 3 は、ユーザの操作を受け付ける操作ボタンなどを有する。この操作ボタンによりユーザの操作を受け付けられると、操作に応じた操作信号が制御部 1 1 に出力される。インターフェイス 1 6 に接続されたタッチパネル 6 0 は、液晶ディスプレイなどの表示画面を有し、その表示画面の表面部分には、ユーザの操作を受け付けるタッチセンサが設けられている。この表示画面には、制御部 1 1 のインターフェイス 1 6 を介した制御により、各種設定をすることによって設定情報の内容を変更するため設定画面、設定された楽曲の楽譜などの各種情報が表示される。また、タッチパネル 6 0 により利用者の操作を受け付けられると、操作に応じた操作信号がインターフェイス 1 6 を介して制御部 1 1 に出力される。すなわち、ユーザから制御装置 1 0 への指示は、操作パネル 1 3 またはタッチパネル 6 0 によって受け付けられる操作により入力される。

【 0 0 3 4 】

通信部 1 4 は、無線、有線などにより他の装置と通信を行うインターフェイスである。このインターフェイスには、D V D (Digital Versatile Disk)、C D (Compact Disk) などの記録媒体に記録された各種データを読み出し、読み出したデータを出力するディスクドライブが接続されていてもよいし、半導体メモリ等が接続されてもよいし、サーバ等の外部装置がネットワークを介して接続されてもよい。通信部 1 4 を介して制御装置 1 0 に入力されるデータは、例えば、上記の楽曲データまたはオーディオ信号そのものの楽曲データ、演奏制御データであってもよいし、上記の制御プログラムであってもよい。

【 0 0 3 5 】

信号出力部 1 5 は、制御部 1 1 の制御に基づいて加振器 5 0 を駆動するための駆動信号を出力する。例えば、後述する図 8 において示すように、信号出力部 1 5 は、制御部 1 1 からの指示に基づいてオーディオ信号を出力する音源部 1 5 1、このオーディオ信号の周波数分布を調整するイコライザ部 1 5 2、このオーディオ信号を増幅する増幅部 1 5 3 を有する（図 8 等参照）。音源部 1 5 1 は、例えば、演奏制御データに従ってオーディオ信号を生成したり、鍵センサ 2 2、ペダルセンサ 2 3、ハンマセンサ 2 4 の検出信号に従ってオーディオ信号を生成したりする。信号出力部 1 5 は、さらに、各種フォーマットでコード化された楽曲データをデコードするデコード部 1 5 5 を有する（図 1 0 参照）。デコード部 1 5 5 から出力されるオーディオ信号は音源部 1 5 1 から出力されるオーディオ信号と同様にイコライザ部 1 5 2 に入力される。信号出力部 1 5 は、増幅部 1 5 3 で増幅したオーディオ信号を、駆動信号として出力する。

10

【 0 0 3 6 】

インターフェイス 1 6 は、制御装置 1 0 と外部の各構成とを接続するインターフェイスである。インターフェイス 1 6 に接続される各構成は、この例においては、鍵センサ 2 2、ペダルセンサ 2 3、ハンマセンサ 2 4、鍵駆動装置 3 0、ストッパ 4 0、加振器 5 0、タッチパネル 6 0、ペダル駆動装置 3 3、およびダンパ駆動装置 3 8 である。インターフェイス 1 6 は、鍵センサ 2 2、ペダルセンサ 2 3、ハンマセンサ 2 4 から出力される検出信号、およびタッチパネル 6 0 から出力される操作信号を、制御部 1 1 に出力する。また、インターフェイス 1 6 は、鍵制御信号を鍵駆動装置 3 0 に出力し、ストッパ制御信号をストッパ 4 0 に出力し、ペダル制御信号をペダル駆動装置 3 3 に出力し、ダンパ制御信号をダンパ駆動装置 3 8 に出力し、駆動信号を加振器 5 0 に出力する。また、インターフェイス 1 6 には、ヘッドフォン 5 9 が接続されるヘッドフォン端子が含まれる。ヘッドフォン端子には、信号出力部 1 5 で生成されたオーディオ信号が供給される。

20

【 0 0 3 7 】

[動作モードおよび各動作モードに適用可能な設定]

続いて、グランドピアノ 1 に設定可能な動作モードについて説明する。グランドピアノ 1 は、複数の動作モードのいずれかが選択されて設定される。複数の動作モードは、この例では、手動演奏モード、自動演奏モード、オーディオ聴取モードおよび電子音聴取モードの 4 つである。手動演奏モードおよび自動演奏モードでは、通常設定、弱音設定、強音設定、または消音設定のいずれかが適用可能である。オーディオ聴取モードおよび電子音聴取モードでは、ダンパ静止設定、ダンパ駆動設定、または鍵駆動設定のいずれかが適用可能である。各動作モードと適用される設定内容について説明する。

30

【 0 0 3 8 】

(1) 手動演奏モード

演奏者が鍵 2 を操作して演奏する際に用いるモードである。

(2) 自動演奏モード

演奏者が鍵 2 を操作する代わりに、演奏制御データに従って鍵駆動装置 3 0 により鍵 2 を駆動するモードである。

【 0 0 3 9 】

手動演奏モードおよび自動演奏モードでは、以下の 4 種類の設定が適用可能である。

40

(A) 通常設定

通常のピアノとして演奏する場合のモードである。このときには、ストッパ 4 0 は、待避位置に移動している。加振器 5 0 は、響板 7 の加振を行わない。このとき、加振器 5 0 を上記の構成にした場合には、響板 7 には、加振器 5 0 のうち非常に軽い部分の振動部 5 1 の負荷がかかるだけである。そのため、加振器 5 0 が響板 7 自体の振動特性にほとんど影響を与えることはなく、演奏者は本来のアコースティックピアノの音響性能を損なわずに演奏することもできる。

(B) 弱音設定

鍵 2 の操作によって打弦されないようにし、加振器 5 0 により響板 7 を加振して演奏者

50

の演奏により電子音を発生させるモードである。そのため、ストップ４０は、打弦されないように阻止位置に移動している。加振器５０は、演奏者の演奏に基づいて生成される駆動信号により、響板７の加振を行う。打弦が行われず、響板７からの発音になるため、全体としては弱い音で演奏することもできる。また、ピアノ音以外の音（ピアノに類似した音を含む）に基づいて駆動信号が生成されることで、ピアノ音以外の発音も可能となる。なお、加振器５０の振動の振幅を調整することにより、響板７から通常の演奏（打弦による演奏）よりも小さな音を発生させる場合に限らず、大きな音を発生させてもよい。すなわち、弱音設定とは、必ずしも通常設定よりも小さな音を発生させることを示すのではなく、打弦によって加振された弦５の発音が弱いまたは無いことを示し、押鍵によって打弦がされない状態で電子音を発生させることを示している。このとき、押下されている鍵２の弦５はダンパ８から解放されているため、電子音に対して弦５を共鳴させることもできる。

10

（Ｃ）強音設定

鍵２の操作によって打弦され、かつ加振器５０により響板７を加振して演奏者の演奏により電子音を発生させるモードである。そのため、ストップ４０は、待避位置に移動している。加振器５０は、演奏者の演奏に基づいて生成される駆動信号により、響板７の加振を行う。打弦が行われ、さらに響板７からの発音になるため、全体としては打弦のみよりも強い音で演奏することもできる。また、ピアノ音以外の音（ピアノに類似した音を含む）に基づいて駆動信号が生成されることで、ピアノ音以外の音を打弦音に混合して発音することも可能となる。すなわち、音色レイヤー効果を得ることができる。また、弱音設定の場合と同様に、押下されている鍵２の弦５を共鳴させることもできる。

20

（Ｄ）消音設定

演奏者によるあるいは自動演奏による鍵２の駆動時にストップ４０によって打弦されないようにし、加振器５０による響板７の加振を行わないモードである。このときには、ストップ４０は、阻止位置に移動している。加振器５０に出力される駆動信号に代えて、信号出力部１５で生成されたオーディオ信号がヘッドフォン５９に供給される。

【００４０】

（３）オーディオ聴取モード

演奏者による演奏によらず、すなわち、鍵２の操作がなくても、加振器５０による響板７の加振によって予め録音された楽曲等の音を発生させるモードである。この例では、楽曲データに基づいて信号出力部１５が生成する駆動信号によって、加振器５０が響板７を加振する。

30

（４）電子音聴取モード

演奏者による演奏によらず、すなわち、鍵２の操作がなくても、加振器５０による響板７の加振によって予め準備された楽曲等の電子音を発生させるモードである。この例では、演奏制御データに基づいて信号出力部１５が生成する駆動信号によって、加振器５０が響板７を加振する。

【００４１】

オーディオ聴取モードおよび電子音聴取モードでは、以下の３種類の設定が適用可能である。

40

（Ａ）ダンパ静止設定

ダンパ８の位置は制振位置のまま静止している。すなわち、加振器５０による響板７の加振によって発音する。

（Ｂ）ダンパ駆動設定

ストップ４０の位置は待避位置でも阻止位置でもよい。ダンパ８はダンパ動作機構８０を介してダンパ駆動装置３８によって駆動され、制振位置と解放位置との間で移動する。各鍵２に対するダンパ８の位置は、加振器５０へ出力される駆動信号（またはオーディオ信号）の内容によって変化する。すなわち、加振器５０による響板７の加振によって発音するとともに、解放位置になっているダンパ８に対応する弦５に響板７からの振動が伝達される。これによってダンパ８が解放位置にある弦５と響板７とが連成して振動する。

50

(C) 鍵駆動設定

ダンパ駆動設定とほぼ同様な設定であるが、ダンパ 8 を移動させるために、ダンパ駆動装置 38 を用いてダンパ動作機構 80 を駆動するのではなく、鍵駆動装置 30 を用いて鍵 2 を駆動することによってダンパ動作機構 80 を駆動する。そのため、この例では、ストップ 40 の位置は阻止位置に移動している。なお、ストップ 40 が待避位置に移動していてもよいが、この場合には、ダンパ 8 を解放位置に移動しつつハンマ 4 が弦 5 を打撃しない程度に、鍵 2 が駆動される。例えば、鍵 2 の押下速度を所定速度以下に遅くすればよい。結果として、ダンパ駆動設定と同様に、ダンパ 8 が解放位置にある弦 5 と響板 7 とが連成して振動する。

【0042】

(B) ダンパ駆動設定および (C) 鍵駆動設定において、各鍵 2 に対応するダンパ 8 の位置 (ダンパ 8 と弦 5 との接触状態) を決める方法については、後述する。この方法は、オーディオ聴取モードと電子音聴取モードとは異なる。

【0043】

制御装置 10 は、グランドピアノ 1 の各構成を制御するときには、上記のような動作モードおよび各動作モードに適用された設定内容によって、異なる制御をする。なお、各動作モードおよび設定内容については、上記内容を全て存在している場合に限らず、一部の動作モードのみが存在していてもよい。また、動作モードに適用される設定についても一部の設定内容のみが存在していてもよい。

【0044】

[グランドピアノ 1 の機能構成]

グランドピアノ 1 の機能構成は、動作モードによって異なっている。手動演奏モード、自動演奏モード、オーディオ聴取モードおよび電子音聴取モードのそれぞれにおける機能構成を順に説明する。

【0045】

(1) 手動演奏モード

図 8 は、本発明の第 1 実施形態における手動演奏モードに設定された場合のグランドピアノの機能構成を示すブロック図である。図 8 に示すように、鍵 2 が操作されると、ハンマ 4 が弦 5 を打撃し、弦 5 が振動する。この振動は、駒 6 を介して響板 7 に伝達される。また、鍵 2 の操作によってアクション機構 45 が、ダンパ動作機構 80 を押し上げることで、またはペダル 3 の操作によってリフティングレール 39 を介してダンパ動作機構 80 を押し上げることで、ダンパ 8 を解放位置に移動させる。ダンパ 8 が制振位置と解放位置とを移動することで、弦 5 の振動の抑制状態が変化する。加振器 50 は、信号出力部 150 から入力された駆動信号に応じて振動し、響板 7 を加振する。響板 7 の振動は、駒 6 に伝達され、さらに弦 5 にも伝達される。なお、振動が弦 5 に伝達される程度は、ダンパ 8 と弦 5 との接触状態により変化する。

【0046】

設定部 110 は、タッチパネル 60 (操作パネル 13 でもよい) および制御部 11 により以下に示す機能を有する構成として実現される。まず、タッチパネル 60 は、動作モードおよび設定内容を指示するユーザの操作を受け付ける。設定部 110 は、ユーザによって指示された動作モードおよび設定内容に応じて設定情報を変更する。設定情報は、通常設定、弱音設定、強音設定、および消音設定のうち、ユーザの指示に基づいて手動演奏モードに適用された設定に変更される。設定部 110 は、この設定情報に基づいて、制御信号出力部 120、ストップ制御部 130 および信号出力部 15 の動作内容を制御する。設定部 110 は、タッチパネル 60 によって、信号出力部 15 における各種制御パラメータを設定するためのユーザの操作を受け付ける。各種制御パラメータとは、音源部 151 から出力されるオーディオ信号が示す楽音の音色、イコライザ部 152 における周波数分布の調整態様、増幅部 153 における増幅率などを決定するためのパラメータである。なお、イコライザ部 152、増幅部 153 は、予め設定されたパラメータのみを使用し、設定部 110 によるパラメータ変更が行われない構成が採用されてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

制御信号出力部 1 2 0 は、制御部 1 1、鍵センサ 2 2、ペダルセンサ 2 3 およびハンマセンサ 2 4 により以下に示す機能を有する構成として実現される。鍵センサ 2 2、ペダルセンサ 2 3 およびハンマセンサ 2 4 によって、鍵 2、ペダル 3 およびハンマ 4 の挙動がそれぞれ検出される。その結果出力される検出信号に基づいて、制御信号出力部 1 2 0 は、音源部 1 5 1 を制御する制御信号を出力する。制御信号には、ハンマ 4 による弦 5 の打撃タイミング（キーオンのタイミング）、打撃された弦 5 に対応する鍵 2 の番号（キーナンバ）、打撃速度（ベロシティ）、およびその弦 5 に対するダンパ 8 の振動抑制タイミング（キーオフのタイミング）を示す演奏情報が含まれる。この例においては、制御信号出力部 1 2 0 は、打撃タイミングおよび鍵 2 の番号については鍵 2 の挙動から特定し、打撃速度についてはハンマ 4 の挙動から特定し、振動抑制タイミングについては、鍵 2 およびペダル 3 の挙動から特定する。なお、打撃タイミングがハンマ 4 の挙動から特定されてもよいし、打撃速度が鍵 2 の挙動から特定されてもよい。なお、演奏情報は、例えば、MIDI（Musical Instrument Digital Interface）形式の演奏制御データを構成するものであってもよい。

10

【 0 0 4 8 】

制御信号出力部 1 2 0 は、特定したキーオンのタイミングにおいて、キーナンバ、ベロシティ、およびキーオンを示す演奏情報を、音源部 1 5 1 に出力する。また、制御信号出力部 1 2 0 は、キーオフのタイミングにおいて、キーナンバおよびキーオフを示す演奏情報を、音源部 1 5 1 に出力する。なお、制御信号出力部 1 2 0 は、弱音設定、強音設定および消音設定のいずれかが適用されているときに上記処理を実行し、通常設定が適用されている場合には実行しない。

20

【 0 0 4 9 】

ストップ制御部 1 3 0 は、制御部 1 1 により以下に示す機能を有する構成として実現される。ストップ制御部 1 3 0 は、弱音設定および消音設定のいずれかが適用されているときに、ストップ制御信号によりストップ 4 0 を阻止位置に移動させる一方、通常設定および強音設定のいずれかが適用されているときには、待避位置に移動させる。

【 0 0 5 0 】

音源部 1 5 1 は、制御信号出力部 1 2 0（制御部 1 1）から出力される演奏情報（制御信号）に基づいて、オーディオ信号を生成して出力する。例えば、音源部 1 5 1 は、キーナンバに応じた音高、ベロシティに応じた音量になるようにオーディオ信号を生成する。このオーディオ信号は、上述したように、イコライザ部 1 5 2 により周波数分布が調整され、増幅部 1 5 3 において増幅されて加振器 5 0 に駆動信号として出力される。なお、信号出力部 1 5 は、消音設定が適用されているときには、加振器 5 0 に駆動信号を出力せず、インターフェイス 1 6 に接続されるヘッドフォン 5 9 に対してオーディオ信号を出力する。

30

【 0 0 5 1 】

(2) 自動演奏モード

図 9 は、本発明の第 1 実施形態における自動演奏モードに設定された場合のグランドピアノの機能構成を示すブロック図である。この説明では、自動演奏モードと手動演奏モードとにおいて異なる部分を中心に説明する。設定部 1 1 0 は、さらに自動演奏をするための楽曲を設定する。設定情報は、通常設定、弱音設定、強音設定、および消音設定のうち、ユーザの指示に基づいて自動演奏モードに適用された設定に変更される。

40

【 0 0 5 2 】

制御信号出力部 1 8 0 は、制御部 1 1 により以下に示す機能を有する構成として実現される。制御信号出力部 1 8 0 は、弱音設定、強音設定および消音設定のいずれかが適用されている場合に、設定部 1 1 0 によって設定された楽曲に対応する演奏制御データに基づいて、演奏情報を生成して音源部 1 5 1 に出力する。これによって、音源部 1 5 1 は、手動演奏モードのときと同様に、演奏情報に応じたオーディオ信号を生成する。

【 0 0 5 3 】

50

また、制御信号出力部 180 は、この演奏情報に対応して、鍵 2 を駆動するための鍵制御信号を鍵駆動装置 30 に出力し、ペダル 3 を駆動するためのペダル制御信号をペダル駆動装置 33 に出力する。鍵制御信号およびペダル制御信号は、通常設定、弱音設定、強音設定および消音設定のいずれが適用されている場合でも出力される。なお、制御信号出力部 180 は、上記の制御信号出力部 120 のように、音源部 151 に出力する演奏情報を、自身の制御信号に基づいて駆動させた鍵 2 等の挙動に応じて生成してもよい。

【0054】

ストップ制御部 130 は、弱音設定および消音設定のいずれかが適用されているときに、ストップ制御信号によりストップ 40 を阻止位置に移動させる一方、通常設定および強音設定のいずれかが適用されているときには、待避位置に移動させる。

10

【0055】

(3) オーディオ聴取モード

図 10 は、本発明の第 1 実施形態におけるオーディオ聴取モードに設定された場合のグランドピアノの機能構成を示すブロック図である。この説明では、自動演奏モードと手動演奏モードとにおいて異なる部分を中心に説明する。設定部 110 は、聴取したい楽曲を設定する。設定情報は、ダンパ静止設定、ダンパ駆動設定、および鍵駆動設定のうち、ユーザの指示に基づいてオーディオ聴取モードに適用された設定に変更される。

【0056】

ストップ制御部 130 は、鍵駆動設定が適用されているときに、ストップ制御部によりストップ 40 を阻止位置に移動させる。データ出力部 170 は、制御部 11 により以下に示す機能を有する構成として実現される。データ出力部 170 は、設定部 110 によって設定された楽曲に対応する楽曲データをデコード部 155 に出力する。デコード部 155 は、WAV フォーマットや MP3 フォーマット等のコード化された楽曲データをデコードすることによってオーディオ信号を取得する。なお、デコード部 155 は、楽曲データがオーディオ信号そのものを通信部 14 から受け取るなど、そのままオーディオ信号を取得する。デコード部 155 は、取得したオーディオ信号を、ダンパ制御部 190 および遅延部 156 に出力する。遅延部 156 は、デコード部 155 から出力されたオーディオ信号を、遅延させてイコライザ部 152 に出力する。遅延部 156 における遅延量は、ダンパ制御部 190 における処理時間に対応して決められている。

20

【0057】

ダンパ制御部 190 は、鍵駆動装置 30、ダンパ駆動装置 38、および制御部 11 により以下に示す機能を有する構成として実現される。ダンパ静止設定が適用されているときには、ダンパ制御部 190 は、ダンパ動作機構 80 の制御をせず、全部のダンパ 8 が制振位置に移動させられた状態で保持する。一方、鍵駆動設定およびダンパ駆動設定では、ダンパ制御部 190 は、デコード部 155 から入力されたオーディオ信号の周波数分布に基づいて、ダンパ 8 と弦 5 との接触状態を変化させるように、ダンパ動作機構 80 を制御する。鍵駆動設定が適用されているときには、ダンパ制御部 190 は、鍵 2 の駆動を介してダンパ動作機構 80 を制御する。すなわち、ダンパ制御部 190 は、鍵制御信号によって鍵駆動装置 30 を駆動して鍵 2 を押下した状態にすることによって、ダンパ動作機構 80 を押し上げて特定のダンパ 8 を解放位置に移動させる。一方、ダンパ駆動設定が適用されているときには、ダンパ制御部 190 は、ダンパ制御信号によってダンパ駆動装置 38 を駆動することによって、ダンパ動作機構 80 を押し上げて特定のダンパ 8 を移動させる。このように鍵駆動設定とダンパ駆動設定とでは、ダンパ 8 を移動させるための方法（ダンパ動作機構 80 を押し上げる方法）が異なっているが、ダンパ 8 の位置の制御は同じになるように設定されている。ダンパ制御部 190 において、各ダンパ 8 の位置を制御する方法について説明する。

30

40

【0058】

図 11 は、本発明の第 1 実施形態における各ダンパの位置制御処理を示すフローチャートである。デコード部 155 におけるデコードが開始されると、ダンパ制御部 190 は、ダンパ 8 の位置制御処理を行う。まず、リセット処理、すなわち全ての「k」について、

50

$D(k) = OFF$ を設定する(ステップS101)。ここで、「 k 」は、「1」～「88」であり、各鍵2の配列場所を示している。例えば、 $k = 1$ は最も低音の鍵2を示し、 $k = 88$ は最も高音の鍵2を示している。なお、上述のように一般的なピアノのように、最低音から66鍵あるいは70鍵にダンパを有する構造の場合は、「 k 」は、「1」～「88」に代えて、「1」～「66」あるいは「1」～「70」で処理する。「 $D(k)$ 」は、「 k 」が示す鍵2に対応するダンパ8の位置(ダンパ8と弦5との接触状態)を示し、「ON」であれば「解放位置」、「OFF」であれば「制振位置」を示している。

【0059】

続いて、デコード部155から取得したオーディオ信号の周波数分布を測定する(ステップS111)。周波数分布の測定は、この例では、FFT(Fast Fourier Transform) 10
処理によって行われる。この例では、数秒間程度(例えば3秒間)の窓関数を用いる。FFT処理の間隔は、ステップS113からステップS141に至るまでの時間に対応して決められればよく、例えば、0.1秒である。 $k = 0$ に設定(初期化)し(ステップS113)、 k に1を加算する(ステップS121)。

【0060】

続いて、 $V(f(k))$ が V_{th1} より大きいかどうかを判定する(ステップS123)。「 $f(k)$ 」は、「 k 」の鍵2を操作したときに発音される音の振動周波数(基本周波数)に対応する。例えば、 k が「A4」に対応する音高の鍵2を示す値の場合、 $f(k) = 440\text{Hz}$ となる。「 $V(f(k))$ 」は、周波数分布の測定によって得られたスペクトルの周波数 $f(k)$ におけるレベルを示している。「 V_{th1} 」は、予め決められた 20
レベル(「 k 」ごとに異なってもよいし同じであってもよい)であって、ダンパ8を制振位置から解放位置に移動させるための判定の基準となる値である。 $V(f(k))$ が V_{th1} より大きい場合(ステップS123; Yes)、 $D(k) = ON$ を設定し(ステップS125)、ステップS131に進む。一方、 $V(f(k))$ が V_{th1} 以下である場合(ステップS123; No)には、 $V(f(k))$ が V_{th2} より小さいかどうかを判定する(ステップS127)。「 V_{th2} 」は、予め決められたレベル(「 k 」ごとに異なってもよいし同じであってもよい)であって、ダンパ8を解放位置から制振位置に移動させるための判定の基準となる値である。「 V_{th2} 」は「 V_{th1} 」より小さいが、同じであってもよい。 $V(f(k))$ が V_{th2} より小さい場合(ステップS127; Yes) 30
、 $D(k) = OFF$ を設定し(ステップS129)、ステップS131に進む。一方、 $V(f(k))$ が V_{th2} 以上である場合(ステップS123; No)には、そのまま、ステップS131に進む。

【0061】

$k = 88$ でない場合(ステップS131; No)、ステップS121に戻る。 $k = 88$ である場合(ステップS131; Yes)、全ての鍵2に対応するダンパ8の位置が決まったため、 $D(k)$ ($D(1) \sim D(88)$)にしたがった位置に、各鍵2に対応するダンパ8を移動させるように、ダンパ動作機構80を駆動してダンパ8の接触状態を制御する(ステップS141)。そして、周波数分布測定に戻る(ステップS111)。

【0062】

このダンパ制御処理によれば、例えば、オーディオ信号がC4、E4、G4の音高の周波数成分を多く含む(V_{th1} より高いレベル)場合、C4、E4、G4の鍵2に対応するダンパ8が解放位置に移動するように制御される。このオーディオ信号は、加振器50によって響板7に加えられ、弦5にも伝達される。このとき、上記のように音高に応じた特定の弦5をダンパ8から解放することによって、オーディオ信号の周波数分布と弦5の振動周波数との関係から弦5が共鳴しやすくなる。したがって、弦5と響板7との連成振動により豊かな響きが得られるようになる。一方、このレベルが V_{th2} よりも低くなると、ダンパ8が制振位置に移動するように制御される。これによって、余計な共鳴を抑制することもできる。なお、上述した遅延部156における遅延量が、窓関数の大きさおよびダンパ制御処理の時間を反映して決められれば、ダンパ8が制御されるタイミングと、響板7へ加振するタイミングとを同期させて、弦5のダンパ8からの解放がより効果的に 40
50

働く。

【0063】

鍵駆動設定である場合には、ダンパ動作機構80を押し上げるために鍵2が駆動されるが、ストップ40によって打弦を阻止されているため、弦5と響板7の振動による発音と、鍵2の動作とが相関を持つように見えることになり、視覚的に楽しむこともできる。

【0064】

(4) 電子音聴取モード

図12は、本発明の第1実施形態における電子音聴取モードに設定された場合のグランドピアノの機能構成を示すブロック図である。この説明では、上記の自動演奏モードと異なる部分を中心に説明する。設定部110は、聴取したい楽曲を設定する。設定情報は、ダンパ静止設定、ダンパ駆動設定、および鍵駆動設定のうち、ユーザの指示に基づいて電子音聴取モードに適用された設定を示す情報を含む。

【0065】

ストップ制御部130は、鍵駆動設定が適用されているときに、ストップ40を阻止位置に移動させる。制御信号出力部180は、制御部11により以下に示す機能を有する構成として実現される。制御信号出力部180は、ダンパ静止設定、ダンパ駆動設定、および鍵駆動設定のいずれが適用されている場合でも、設定部110によって設定された楽曲に対応する演奏制御データに基づいて、演奏情報を生成して音源部151に出力する。これによって、音源部151は、自動演奏モードのときと同様に、演奏情報に応じたオーディオ信号を生成する。また、制御信号出力部180は、ダンパ制御部190に対しても、

【0066】

ダンパ制御部190は、鍵駆動装置30、ダンパ駆動装置38、および制御部11により以下に示す機能を有する構成として実現される。ダンパ静止設定が適用されているときには、ダンパ制御部190は、ダンパ動作機構80の制御をせず、全部のダンパ8が制振位置に移動させられた状態で保持する。一方、鍵駆動設定およびダンパ駆動設定では、ダンパ制御部190は、出力された演奏情報のうち、キーナンバのような音高情報と、期間情報とに基づいて、ダンパ8と弦5との接触状態を変化させるように、ダンパ動作機構80を制御する。鍵駆動設定が適用されているときには、ダンパ制御部190は、鍵制御信号によって鍵駆動装置30を駆動して鍵2押下した状態にすることによって、ダンパ動作機構80を押し上げて特定のダンパ8を移動させる。一方、ダンパ駆動設定が適用されているときには、ダンパ制御部190は、ダンパ制御信号によってダンパ駆動装置38を駆動することによって、ダンパ動作機構80を押し上げて特定のダンパ8を移動させる。

【0067】

このダンパ制御処理によれば、例えば、演奏情報が示す音高情報が「C4」であった場合、C4の鍵2に対応するダンパ8が、音高情報に対応する期間情報が示す期間、解放位置に移動するように制御される。この演奏情報に基づいて生成されたオーディオ信号は、加振器50によって響板7に加えられ、弦5にも伝達される。このとき、上記のように音高情報に基づいて特定の弦5をダンパ8から解放することによって、オーディオ信号の周波数分布と弦5の振動周波数との関係から弦5が共鳴しやすくなる。したがって、弦5と響板7との連成振動により豊かな響きが得られるようになる。期間情報が示す期間が終了すると、ダンパ8が制振位置に移動するように制御される。これによって、余計な共鳴を抑制することもできる。

【0068】

< 第2実施形態 >

第2実施形態では、鍵盤楽器の一例としてアップライトピアノ1Bを用いた例について説明する。

【0069】

図13は、本発明の第2実施形態におけるアップライトピアノの内部構造を示す図である。図14は、本発明の第2実施形態におけるアップライトピアノのアクション機構近傍

を拡大図である。図14において、アップライトピアノ1Bの各構成には、実施形態におけるグランドピアノ1の各構成と対応する符号に「B」を加えた符号を付している。アクション機構45B、ダンパ動作機構80Bなど、各構成は、第1実施形態におけるグランドピアノ1とは異なるが、ダンパ動作機構80Bに対応して設置されるダンパ駆動装置38Bが、ダンパ動作機構80Bを動かして、制振位置から解放位置までの範囲でダンパ8Bを移動させることは同じである。

【0070】

図15は、本発明の第2実施形態における加振器の位置を説明する図である。アップライトピアノ1Bの場合においても、加振器50Bにおける振動部51Bは、響板7Bに接続され、ヨーク保持部52Bは、直支柱9Bに接続された支持部55Bに支持されている。加振器50Bは、響板7Bのうち、響棒75Bの間に接続されている。また、加振器50Bは、駒6Bに対応する位置（言い換えれば、響板7Bの駒6Bが取り付けられている位置の裏面）に設けられている。また、図15に示す例において、支持部55Bは、複数の直支柱9Bに接続されているが、1本の直支柱9Bに接続されていてもよい。なお、加振器50Bを設ける位置は、駒6Bのうち長駒に対応する位置としたが、短駒（図示略）に対応する位置としてもよい。また、長駒と短駒のそれぞれに対応する位置に設けてもよい。

10

【0071】

<ダンパの位置制御処理の別の例>

ダンパの位置制御処理については、図11に示す方法を例として示したが、その他にも様々な方法が取り得る。以下、いくつかの方法について説明する。

20

【0072】

(1)FFT処理を実行する度に、そのスペクトルに基づいてダンパ8の位置を制御するようにしてもよい。例えば、スペクトルのピークを、レベルの高い順に所定数（例えば5ピーク）の検出をする。そして、そのピーク周波数を基本周波数として有する音高の弦5を特定し、その弦5に対応するダンパ8を解放位置にするように制御すればよい。このとき、1つの音高に対して複数のダンパ8を解放位置に制御してもよい。例えば、この音高とオクターブの違いのダンパ8については解放位置に制御してもよい。

【0073】

(2)(1)において、周波数範囲を複数に区切った区間（例えば、1オクターブ毎）を用いて、各区間においてレベルの高いピークを検出するようにしてもよい。

30

【0074】

(3)(1)において、ピークの位置が予め決められた周波数範囲に集まっている場合、その一部のピークの音高を採用せずに、その周波数範囲とは所定の周波数以上離れたピークの音高から採用してもよい。この場合には、低周波数側に離れたピークから採用されることが望ましい。このとき、別のピークの音高を採用する代わりに、採用しなかったピークの音高の1オクターブ低い音高を採用してもよい。

【0075】

(4)図11に示す例において、複数の「k」をまとめて処理をしてもよい。例えば、1オクターブずつ違う音高となるものをまとめればよい。具体的には、「k」を1~11までの繰り返しのフローとし、 $k + 12 \times a$ （aは1~6の整数：k+12、k+24、
・ ・ ・ k+72）については、同じ値として扱ってもよい。

40

【0076】

(5)オーディオ聴取モードにおいて、オーディオ信号に多く含まれる周波数で振動する弦5をダンパ8から解放するようになっていたが、多く含まれない周波数で振動する弦5をダンパ8から解放してもよい。すなわち、オーディオ信号の周波数分布に基づいて、各ダンパ8を解放位置にするか制振位置にするかを決定するようになっていけばよい。これによって、様々な共鳴効果を得ることができる。電子音聴取モードにおいても同様に、音高情報が示す鍵2に対応するダンパ8を解放位置に移動させる場合に限らず、音高情報に基づいて、各ダンパ8を解放位置にするか制振位置にするかを決定するようになっていけばよ

50

い。

【 0 0 7 7 】

(6) 上述の実施形態では、響板 7 から発生させる音に対して共鳴効果が得られる弦 5 を、FFT を用いて得られる程度に正確に判定することによって、解放位置に移動させるダンパ 8 を決定していた。ある程度の共鳴効果が得られる判定方法でダンパ 8 を決定してもよい。例えば、オーディオ信号または演奏制御データに基づく音に、所定値以上のピークが含まれる音域を判定し、その音域内のダンパ 8 を所定のルール (例えば、ダンパ 8 から弦 5 を解放する音域では、ランダムに解放位置に移動させるダンパ 8 を決定する等) に基づいて駆動するようにしてもよい。

【 0 0 7 8 】

(7) オーディオ聴取モードにおいて、オーディオ信号に多く含まれる周波数で振動する弦 5 をダンパ 8 から解放するようになっていたが、響板 7 を駆動して発生される音の強弱に基づいて、解放位置に移動させるダンパ 8 を決定してもよい。すなわち、例えば、オーディオ信号に基づいて響板 7 から発生する音をマイクなどの集音手段で集音し、集音結果の音圧を利用して、所定のルール (例えば、音圧の強弱) に基づいて、各ダンパ 8 を解放位置にするか制振位置にするかを定めるようにしてもよい。

【 0 0 7 9 】

< 変形例 >

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は以下のように、様々な態様で実施可能である。

【 0 0 8 0 】

上述した実施形態では、本発明を鍵盤楽器として適用した場合について説明した。一方、動作モードがオーディオ聴取モードおよび電子音聴取モードである場合であって、鍵盤駆動設定以外であれば、鍵 2 を用いなくてもよいから、本発明は、鍵 2 を含まない発音装置としても概念できる。

【 0 0 8 1 】

動作モードがオーディオ聴取モードおよび電子音聴取モードである場合において、特定の条件を満たすと、ペダル 3 を駆動して、またはダンパ駆動装置 3 8 を駆動して、全部のダンパ 8 から弦 5 を解放するようにしてもよい。例えば、オーディオ聴取モードであれば、オーディオ信号の出力レベルが所定値以上になった場合にダンパ 8 を解放位置に移動させてもよい。また、電子音聴取モードであれば、同様にオーディオ信号の出力レベルに基づいて制御してもよいし、演奏制御データのうちダンパペダルの演奏情報が存在すれば、その演奏情報に従って制御してもよい。

【 0 0 8 2 】

上述した実施形態においては、複数の加振器 5 0 には、同じ駆動信号が入力されていたが、加振器 5 0 毎に異なる駆動信号が入力されるようにしてもよい。例えば、音源部 1 5 1 は、加振器 5 0 のそれぞれに対応してオーディオ信号を出力し、イコライザ部 1 5 2 における周波数分布の調整、増幅部 1 5 3 における増幅を、それぞれのオーディオ信号に対して個別に行うようにしてもよい。このようにすれば、周波数分布の調整態様および増幅率のパラメータの設定を加振器 5 0 毎に異なるパラメータとして設定することもできる。

【 0 0 8 3 】

音源部 1 5 1 から出力される複数のオーディオ信号がそれぞれ異なる信号であってもよい。例えば、2 つの加振器 5 0 が用いられる場合、それぞれに対応するオーディオ信号は、Lch 用のオーディオ信号と Rch 用のオーディオ信号としてもよいし、それぞれ異なる音色の楽音を示すオーディオ信号としてもよい。また、各オーディオ信号は、それぞれ周波数帯域が異なるものとなってもよい。この場合には、加振器 5 0 H に高い方の周波数帯域を有するオーディオ信号が出力され、加振器 5 0 L に低い方の周波数帯域を有するオーディオ信号が出力されるようにしてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 4 】

10

20

30

40

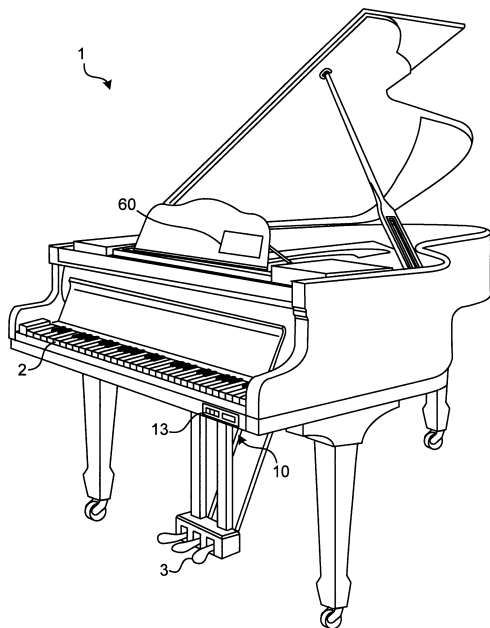
50

1 ... グランドピアノ、1 B ... アップライトピアノ、2, 2 B ... 鍵、3, 3 B ... ペダル、4, 4 B ... ハンマ、5, 5 B ... 弦、6, 6 B, 6 H, 6 L ... 駒、7, 7 B ... 響板、8, 8 B ... ダンパ、9, 9 B ... 直支柱、10 ... 制御装置、11 ... 制御部、12 ... 記憶部、13 ... 操作パネル、14 ... 通信部、15 ... 信号出力部、16 ... インターフェイス、17 ... バス、22, 22 B ... 鍵センサ、23, 23 B ... ペダルセンサ、24, 24 B ... ハンマセンサ、30, 30 B ... 鍵駆動装置、33, 33 B ... ペダル駆動装置、38, 38 B ... ダンパ駆動装置、39 ... リフティングレール、40, 40 B ... ストップパ、45, 45 B ... アクション機構、50, 50 B, 50 H, 50 L ... 加振器、51, 51 B ... 振動部、511 ... 接続部材、512 ... ボイスコイル、52, 52 B ... ヨーク保持部、521, 523 ... ヨーク、522 ... 磁石、524 ... 筐体、53 ... ダンパ部、55, 55 B ... 支持部、60 ... タッチパネル

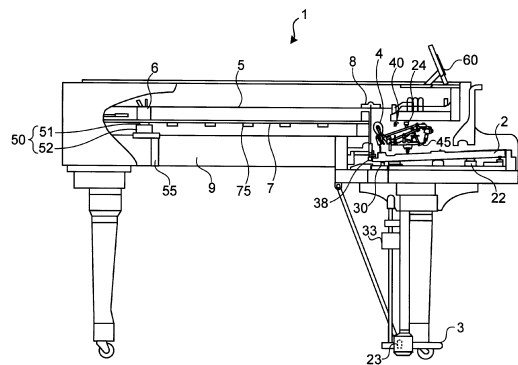
10

75, 75 B ... 響棒、80, 80 B ... ダンパ動作機構、110 ... 設定部、120, 180 ... 制御信号出力部、130 ... ストップパ制御部、151 ... 音源部、152 ... イコライザ部、153 ... 増幅部、155 ... デコード部、156 ... 遅延部、170 ... データ出力部、190 ... ダンパ制御部

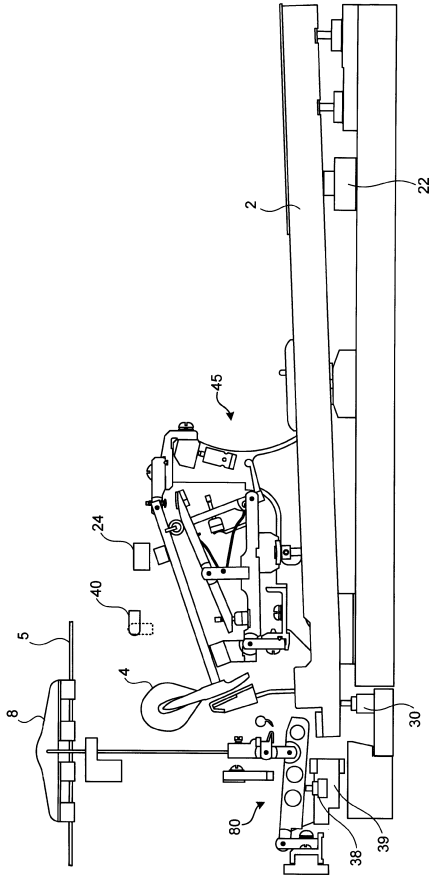
【図1】



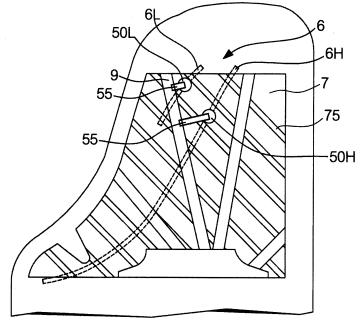
【図2】



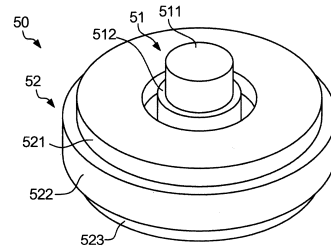
【図3】



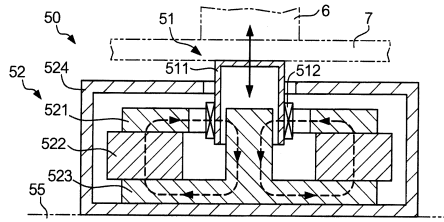
【図4】



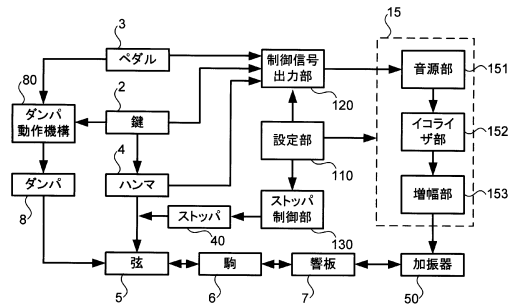
【図5】



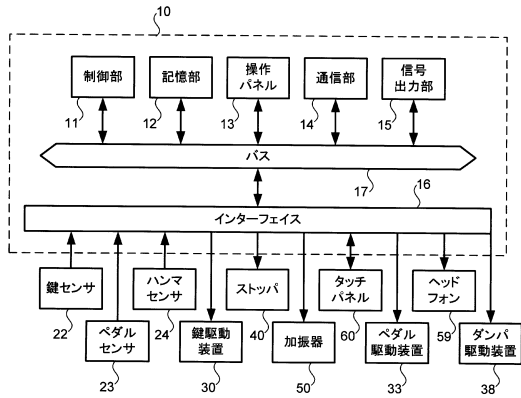
【図6】



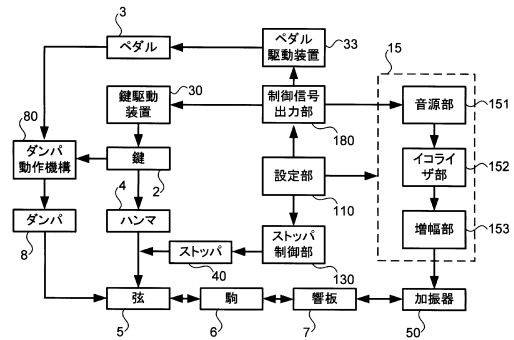
【図8】



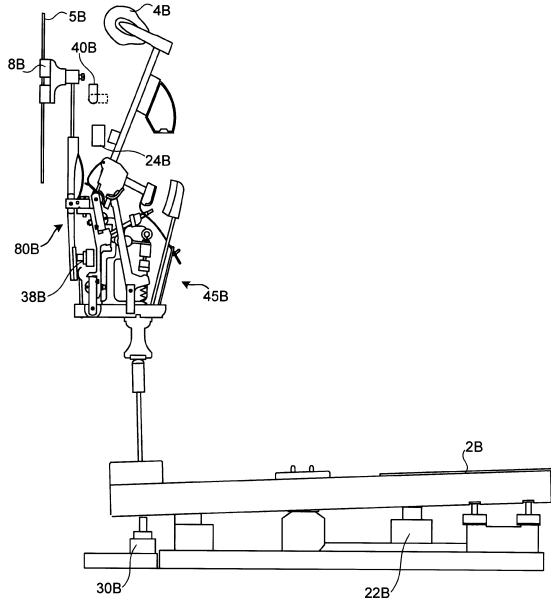
【図7】



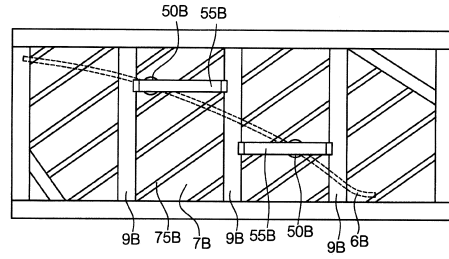
【図9】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 1 0 H	1 / 0 0	-	7 / 1 2
G 1 0 C	1 / 0 0	-	9 / 0 0