

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5445856号  
(P5445856)

(45) 発行日 平成26年3月19日(2014.3.19)

(24) 登録日 平成26年1月10日(2014.1.10)

(51) Int.Cl. F I  
**G 0 9 B 15/00 (2006.01)** G 0 9 B 15/00 C  
**G 1 0 H 1/00 (2006.01)** G 1 0 H 1/00 1 0 2 Z

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2010-117085 (P2010-117085)	(73) 特許権者	000001443
(22) 出願日	平成22年5月21日(2010.5.21)		カシオ計算機株式会社
(65) 公開番号	特開2011-242718 (P2011-242718A)		東京都渋谷区本町1丁目6番2号
(43) 公開日	平成23年12月1日(2011.12.1)	(74) 代理人	100096699
審査請求日	平成25年5月16日(2013.5.16)		弁理士 鹿嶋 英實
		(72) 発明者	出島 達也
			東京都羽村市栄町3丁目2番1号
			カシオ計算機株式会社羽
			村技術センター内
		審査官	櫻井 茂樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 教習装置およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の鍵からなる鍵盤と、  
 当該各鍵に配設された電極と、  
 当該電極毎に設けられ、所定の周波数及びレベルを有する電気信号を生成して対応する前記電極に出力する出力回路と、  
 発生すべき楽音の音高、ベロシティ及び当該楽音の発音タイミングを有する楽音データを複数有して成る曲データを記憶する曲データ記憶手段と、  
 前記曲データ記憶手段に記憶される曲データに含まれる楽音データを当該楽音データ内の発音タイミングに基づいて順次読み出す読み出し手段と、  
 前記複数の鍵のいずれかに対する押鍵及び当該押鍵に対する押鍵速度を検出する押鍵検出手段と、  
 該押鍵検出手段により検出された押鍵速度に対応するベロシティを検出するベロシティ検出手段と、  
 前記押鍵検出手段により押鍵が検出されたタイミングで前記読み出し手段により読み出された楽音データに含まれるベロシティと前記ベロシティ検出手段によって検出されるベロシティとの差分値を求める差分生成手段と、  
 当該差分生成手段により求められた差分値に基づいて前記読み出し手段により読み出されたベロシティより前記ベロシティ検出手段によって検出されたベロシティが大きいと判別された場合は、前記押鍵検出手段により押鍵の検出された鍵に対応する出力回路にて生

10

20

成される電気信号の周波数及びレベルの少なくとも一方を低減させるとともに、前記読み出し手段により読み出されたベロシティより前記ベロシティ検出手段によって検出されたベロシティが小さいと判別された場合は、前記押鍵の検出された鍵に対応する出力回路にて生成される電気信号の周波数及びレベルの少なくとも一方を増加させる制御手段と、を具備することを特徴とする教習装置。

【請求項 2】

前記制御手段は、前記差分値に対応する速度で前記電気信号の周波数及びレベルの少なくとも一方を変化させることを特徴とする請求項 1 記載の教習装置。

【請求項 3】

複数の鍵からなる鍵盤と、当該各鍵に配設された電極と、当該電極毎に設けられ、所定の周波数及びレベルを有する電気信号を生成して対応する前記電極に出力する出力回路と、発生すべき楽音の音高、ベロシティ及び当該楽音の発音タイミングを有する楽音データを複数有して成る曲データを記憶する曲データ記憶手段と、を有する教習装置として用いられるコンピュータに、

前記曲データ記憶手段に記憶される曲データに含まれる楽音データを当該楽音データ内の発音タイミングに基づいて順次読み出す読み出しステップと、

前記複数の鍵のいずれかに対する押鍵及び当該押鍵に対する押鍵速度を検出する押鍵検出ステップと、

当該検出された押鍵速度に対応するベロシティを検出するベロシティ検出ステップと、

前記押鍵が検出されたタイミングで読み出された楽音データに含まれるベロシティと前記検出されたベロシティとの差分値を求める差分生成ステップと、

当該求められた差分値に基づいて前記読み出されたベロシティより前記検出されたベロシティが大きいと判別された場合は、前記押鍵の検出された鍵に対応する出力回路にて生成される電気信号の周波数及びレベルの少なくとも一方を低減させるとともに、前記読み出されたベロシティより前記検出されたベロシティが小さいと判別された場合は、前記押鍵の検出された鍵に対応する出力回路にて生成される電気信号の周波数及びレベルの少なくとも一方を増加させる制御ステップと、

を実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子楽器に用いて好適な教習装置およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

一般的な音楽教室では、例えば講師が生徒に対して注意や叱責したり、実際に生徒の手を取って演奏操作を介助したりすることで演奏操作を覚え込ませることが多い。つまり、視覚や聴覚の他に身体的な刺激を与えることで教習効果を高めている。身体的な刺激を与える教習装置としては、例えば特許文献 1 に開示されているように、練習すべき楽器の演奏を聴くと共に、その演奏に対応して音階を発生させる為に使用する指に刺激を与え、この刺激で楽器の発生する音階と指との関係を覚え込ませる技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 6 - 1 6 1 4 3 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記特許文献 1 に開示の技術では、演奏に対応して音階を発生させる為に使用する指に刺激を与えるだけであるから、演奏操作の内、弾くべき鍵については教習可能であるが、その弾くべき鍵をどのような強さで押鍵するか、つまり鍵タッチを教習させる

10

20

30

40

50

ことが出来ない、という問題がある。

【 0 0 0 5 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、鍵タッチを教習させることができる教習装置およびプログラムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明では、複数の鍵からなる鍵盤と、当該各鍵に配設された電極と、当該電極毎に設けられ、所定の周波数及びレベルを有する電気信号を生成して対応する前記電極に出力する出力回路と、発生すべき楽音の音高、ペロシティ及び当該楽音の発音タイミングを有する楽音データを複数有して成る曲データを記憶する曲データ記憶手段と、前記曲データ記憶手段に記憶される曲データに含まれる楽音データを当該楽音データ内の発音タイミングに基づいて順次読み出す読み出し手段と、前記複数の鍵のいずれかに対する押鍵及び当該押鍵に対する押鍵速度を検出する押鍵検出手段と、該押鍵検出手段により検出された押鍵速度に対応するペロシティを検出するペロシティ検出手段と、前記押鍵検出手段により押鍵が検出されたタイミングで前記読み出し手段により読み出された楽音データに含まれるペロシティと前記ペロシティ検出手段によって検出されるペロシティとの差分値を求める差分生成手段と、当該差分生成手段により求められた差分値に基づいて前記読み出し手段により読み出されたペロシティより前記ペロシティ検出手段によって検出されたペロシティが大きいと判別された場合は、前記押鍵検出手段により押鍵の検出された鍵に対応する出力回路にて生成される電気信号の周波数及びレベルの少なくとも一方を低減させるとともに、前記読み出し手段により読み出されたペロシティより前記ペロシティ検出手段によって検出されたペロシティが小さいと判別された場合は、前記押鍵の検出された鍵に対応する出力回路にて生成される電気信号の周波数及びレベルの少なくとも一方を増加させる制御手段と、を具備することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

上記請求項 1 に従属する請求項 2 に記載の発明では、前記制御手段は、前記差分値に対応する速度で前記電気信号の周波数及びレベルの少なくとも一方を変化させることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

請求項 3 に記載の発明では、複数の鍵からなる鍵盤と、当該各鍵に配設された電極と、当該電極毎に設けられ、所定の周波数及びレベルを有する電気信号を生成して対応する前記電極に出力する出力回路と、発生すべき楽音の音高、ペロシティ及び当該楽音の発音タイミングを有する楽音データを複数有して成る曲データを記憶する曲データ記憶手段と、を有する教習装置として用いられるコンピュータに、前記曲データ記憶手段に記憶される曲データに含まれる楽音データを当該楽音データ内の発音タイミングに基づいて順次読み出す読み出しステップと、前記複数の鍵のいずれかに対する押鍵及び当該押鍵に対する押鍵速度を検出する押鍵検出ステップと、当該検出された押鍵速度に対応するペロシティを検出するペロシティ検出ステップと、前記押鍵が検出されたタイミングで読み出された楽音データに含まれるペロシティと前記検出されたペロシティとの差分値を求める差分生成ステップと、当該求められた差分値に基づいて前記読み出されたペロシティより前記検出されたペロシティが大きいと判別された場合は、前記押鍵の検出された鍵に対応する出力回路にて生成される電気信号の周波数及びレベルの少なくとも一方を低減させるとともに、前記読み出されたペロシティより前記検出されたペロシティが小さいと判別された場合は、前記押鍵の検出された鍵に対応する出力回路にて生成される電気信号の周波数及びレベルの少なくとも一方を増加させる制御ステップと、を実行させることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明では、鍵タッチを教習させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

- 【図１】実施の一形態による教習装置１００の全体構成を示すブロック図である。
- 【図２】鍵盤１０の各鍵に配設される電極ＤＫを示す図である。
- 【図３】ＲＯＭ１３に格納されるスタート値Ｓｖ，Ｓｆ特性テーブルおよびＥＮＤ値Ｅｖ，Ｅｆ特性テーブルの内容を説明する為の図である。
- 【図４】曲データメモリ１４に格納される曲データの構成を示すメモリマップである。
- 【図５】ショック印加部１７の構成を示すブロック図である。
- 【図６】加速感発生用ＶＣＯ出力レートおよび減速感発生用ＶＣＯ出力レートを示す図である。
- 【図７】加速感発生用ＶＣＡ出力レートおよび減速感発生用ＶＣＡ出力レートを示す図である。
- 【図８】メインルーチンの動作を示すフローチャートである。
- 【図９】スイッチ処理の動作を示すフローチャートである。
- 【図１０】スタート/ストップスイッチ処理の動作を示すフローチャートである。
- 【図１１】タイマインタラプト処理の動作を示すフローチャートである。
- 【図１２】鍵盤処理の動作を示すフローチャートである。
- 【図１３】印加設定処理の動作を示すフローチャートである。
- 【図１４】曲再生処理の動作を示すフローチャートである。
- 【発明を実施するための形態】

#### 【００１３】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

#### A．構成

図１は、本発明の実施の一形態による教習装置１００の全体構成を示すブロック図である。この図に示す教習装置１００は、練習曲をほぼ適正に弾ける程度のユーザが更なる演奏表現力の向上、すなわち鍵タッチの練習に資する目的で使用される。図１において、鍵盤１０は、演奏操作（押離鍵操作）に応じたキーオン/キーオフ信号、鍵番号およびペロシティ等の演奏情報を発生する。鍵盤１０の各鍵には、押離鍵操作される部分に、図２に図示するように電極ＤＫが配設される。この電極ＤＫには、後述のショック印加部１７から出力される低周波信号が供給される。

#### 【００１４】

操作部１１は、装置パネルに配設される各種スイッチから構成され、各スイッチ操作に応じたスイッチイベントを発生する。操作部１１が発生するスイッチイベントは、後述するＣＰＵ１２に取り込まれる。操作部１１に設けられる主要なスイッチとしては、演奏教習の手本となる曲データを選択する曲選択スイッチや、演奏教習の開始/停止を指示するスタート/ストップスイッチがある。これらスイッチ操作に対応した動作については追って述べる。

#### 【００１５】

ＣＰＵ１２は、ＲＯＭ１３に記憶される各種プログラムを実行し、操作部１１が発生するスイッチイベントに応じて装置各部を制御したり、鍵盤１０が発生する演奏情報に応じたノートオン/ノートオフイベントを生成して音源１８を制御する。また、ＣＰＵ１２は、鍵盤１０の鍵を弾く教習者（ユーザ）の指の指腹部と接触する上述の電極ＤＫに低周波信号を供給するようショック印加部１７を制御する。

#### 【００１６】

ＲＯＭ１３は、プログラムエリアおよびデータエリアを備える。ＲＯＭ１３のプログラムエリアには、ＣＰＵ１２にロードされる各種プログラムデータが記憶される。ここで言う各種プログラムとは、後述するメインルーチン、スイッチ処理、スタート/ストップスイッチ処理、タイマインタラプト処理、鍵盤処理、印加設定処理および曲再生処理を含む。

#### 【００１７】

ＲＯＭ１３のデータエリアには、スタート値Ｓｖ，Ｓｆ特性テーブルおよびＥＮＤ値Ｅｖ，Ｅｆ特性テーブルが記憶される。ここで、図３を参照してスタート値Ｓｖ，Ｓｆ特性

10

20

30

40

50

テーブルおよびEND値 $E_v$ 、 $E_f$ 特性テーブルの内容について説明する。スタート値 $S_v$ 、 $S_f$ 特性テーブルは、図3中の実線で図示される特性を有し、曲データに含まれるノートオンイベント中のベロシティ $V_{e1}$ と実際の押鍵操作で生じるベロシティ $V_{EL}$ との差分であるタッチ誤差 $V_{e1}$ を読み出しアドレスとしてスタート値 $S_v$ （又はスタート値 $S_f$ ）を読み出すデータテーブルである。

#### 【0018】

END値 $E_v$ 、 $E_f$ 特性テーブルは、図3中の破線で図示される特性を有し、曲データに含まれるノートオンイベント中のベロシティ $V_{e1}$ と実際の押鍵操作で生じるベロシティ $V_{EL}$ との差分であるタッチ誤差 $V_{e1}$ を読み出しアドレスとしてEND値 $E_v$ （又はEND値 $E_f$ ）を読み出すデータテーブルである。

10

#### 【0019】

タッチ誤差 $V_{e1}$ に応じてスタート値 $S_v$ 、 $S_f$ 特性テーブルから読み出されるスタート値 $S_v$ と、END値 $E_v$ 、 $E_f$ 特性テーブルから読み出されるEND値 $E_v$ とは、後述のショック印加部17を構成するエンベロープ発生器（EG）173（図5参照）に供給される。一方、タッチ誤差 $V_{e1}$ に応じて、スタート値 $S_v$ 、 $S_f$ 特性テーブルから読み出されるスタート値 $S_f$ と、END値 $E_v$ 、 $E_f$ 特性テーブルから読み出されるEND値 $E_f$ とは、後述のショック印加部17を構成するエンベロープ発生器（EG）171（図5参照）に供給される。

#### 【0020】

具体的には、例えばタッチ誤差 $V_{e1}$ が「-10」の場合には、スタート値 $S_v$ 、 $S_f$ 特性テーブルからスタート値（ $S_{v1}$ 、 $S_{f1}$ ）が、END値 $E_v$ 、 $E_f$ 特性テーブルからEND値（ $E_{v1}$ 、 $E_{f1}$ ）がそれぞれ読み出される。読み出されたスタート値 $S_{v1}$ およびEND値 $E_{v1}$ は、EG173に供給され、一方、読み出されたスタート値 $S_{f1}$ およびEND値 $E_{f1}$ は、EG171に供給される。

20

#### 【0021】

同様に、例えばタッチ誤差 $V_{e1}$ が「+10」の場合には、スタート値 $S_v$ 、 $S_f$ 特性テーブルからスタート値（ $S_{v2}$ 、 $S_{f2}$ ）が、END値 $E_v$ 、 $E_f$ 特性テーブルからEND値（ $E_{v2}$ 、 $E_{f2}$ ）がそれぞれ読み出される。読み出されたスタート値 $S_{v2}$ およびEND値 $E_{v2}$ は、EG173に供給され、一方、読み出されたスタート値 $S_{f2}$ およびEND値 $E_{f2}$ は、EG171に供給される。

30

#### 【0022】

タッチ誤差 $V_{e1}$ が「0」の場合、つまり曲データに含まれるノートオンイベント中のベロシティ $V_{e1}$ と実際の押鍵操作で生じるベロシティ $V_{EL}$ とが一致した場合には、スタート値 $S_v$ とEND値 $E_v$ とが一定値（40[V]）となり、かつスタート値 $S_f$ とEND値 $E_f$ とが一定値（10[Hz]）となる。タッチ誤差 $V_{e1}$ が「0」より大きい領域、すなわちノートオンイベント中のベロシティ $V_{e1}$ より強いタッチで押鍵操作が為されると、減速感発生領域となり、一方、タッチ誤差 $V_{e1}$ が「0」より小さい領域、すなわちノートオンイベント中のベロシティ $V_{e1}$ より弱いタッチで押鍵操作が為されると、加速感発生領域となる。この減速感発生領域および加速感発生領域が意図するところについては追って述べる。

40

#### 【0023】

曲データメモリ14には、図4に図示するように、演奏教習に供する複数曲の曲データ（1）～（N）が記憶される。これら曲データ（1）～（N）の何れかが曲選択スイッチの操作に応じて選択され、演奏教習に供せられる。曲データは、曲を構成する各音を表す。一つの音は、次イベントタイミングを表すタイムTとイベントEVとが対になって曲進行に対応した時系列のアドレス順に記憶される、いわゆる相対時間方式と呼ばれるデータ形式で表現され、その終端には曲の終わりを表すデータENDが設けられる。イベントEVは、発音を表すノートオンイベント又は消音を表すノートオフイベントの何れかで形成される。ノートオンイベントは、発音音高を表すノートナンバおよび発音音量を表すベロシティ $v_{e1}$ を含む。ノートオフイベントは消音音高を表すノートナンバを含む。

50

## 【 0 0 2 4 】

R A M 1 5 は、C P U 1 2 のワークエリアとして用いられ、各種レジスタ・フラグデータが一時記憶される。表示部 1 6 は、例えばカラー液晶パネル等から構成され、C P U 1 2 から供給される表示制御信号に応じて装置各部の設定状態や動作状態などを画面表示する。ショック印加部 1 7 は、C P U 1 2 の制御の下に、押鍵された鍵の電極 D K ( 図 2 参照 ) に低周波信号を印加し、これにより押鍵した教習者 ( ユーザ ) の指の指腹部に軽度の電気ショックを与える。

## 【 0 0 2 5 】

ここで、図 5 を参照してショック印加部 1 7 の構成について説明する。ショック印加部 1 7 は、E G ( エンベロープ発生器 ) 1 7 1、V C O ( 電圧制御発振器 ) 1 7 2、E G ( エンベロープ発生器 ) 1 7 3、V C A ( 電圧制御増幅器 ) 1 7 4 およびセクタ 1 7 5 から構成される。E G ( エンベロープ発生器 ) 1 7 1 は、C P U 1 2 がタッチ誤差  $V_{e1}$  に応じて、R O M 1 3 のスタート値  $S_v$ 、 $S_f$  特性テーブルから読み出すスタート値  $S_f$  と、E N D 値  $E_v$ 、 $E_f$  特性テーブルから読み出す E N D 値  $E_f$  とに基づき V C O 出力レートを発生する。V C O 1 7 2 は、E G 1 7 1 から供給される V C O 出力レートに従って信号周波数が変化する V C O 出力 ( 低周波信号 ) を発生する。なお、V C O 1 7 2 は、正弦波、方形波および三角波の内からユーザにより選択される波形の信号を発生する。

10

## 【 0 0 2 6 】

E G 1 7 1 が発生する V C O 出力レートとは、スタート値  $S_v$ 、 $S_f$  特性テーブルから読み出されるスタート値  $S_f$  と、E N D 値  $E_v$ 、 $E_f$  特性テーブルから読み出される E N D 値  $E_f$  とで定まる出力変化率 ( 傾き ) を指す。具体的には、図 6 に図示するように、タッチ誤差  $V_{e1}$  が負の場合に設定される加速感発生用 V C O 出力レートと、タッチ誤差  $V_{e1}$  が正の場合に設定される減速感発生用 V C O 出力レートとに大別される。

20

## 【 0 0 2 7 】

図 6 に図示する加速感発生用 V C O 出力レートにおいて、例えばタッチ誤差  $V_{e1}$  が「 - 3 0 」以下であると、印加開始時点の V C O 出力 ( 低周波信号 ) は、スタート値  $S_f$  ( 5 [ H z ] ) から 0 . 5 s e c 経過後の E N D 値  $E_f$  ( 1 5 [ H z ] ) まで変化する。したがって、この場合の V C O 出力レートは + 2 0 [ H z / s e c ] となる。加速感発生用 V C O 出力レートは、タッチ誤差  $V_{e1}$  が大きいほど、つまりノートオンイベント中のペロシティ  $V_{e1}$  に対して実際の押鍵時のペロシティ  $V_{EL}$  が弱いほど高い増加レートとなる。

30

## 【 0 0 2 8 】

同様に、図 6 に図示する減速感発生用 V C O 出力レートにおいて、例えばタッチ誤差  $V_{e1}$  が「 + 3 0 」以上であると、印加開始時点の V C O 出力 ( 低周波信号 ) は、スタート値  $S_f$  ( 1 5 [ H z ] ) から 0 . 5 s e c 経過後の E N D 値  $E_f$  ( 5 [ H z ] ) まで変化する。したがって、この場合の V C O 出力レートは - 2 0 [ H z / s e c ] となる。減速感発生用 V C O 出力レートは、タッチ誤差  $V_{e1}$  が大きいほど、つまりノートオンイベント中のペロシティ  $V_{e1}$  に対して実際の押鍵時のペロシティ  $V_{EL}$  が強いほど高い減少レートとなる。

## 【 0 0 2 9 】

40

図 5 に図示する E G ( エンベロープ発生器 ) 1 7 3 は、C P U 1 2 がタッチ誤差  $V_{e1}$  に応じて、R O M 1 3 のスタート値  $S_v$ 、 $S_f$  特性テーブルから読み出すスタート値  $S_v$  と、E N D 値  $E_v$ 、 $E_f$  特性テーブルから読み出す E N D 値  $E_v$  とに基づき V C A 出力レートを発生する。V C A 1 7 4 は、前段の V C O 1 7 2 が発生する V C O 出力 ( 低周波信号 ) を、E G 1 7 3 から供給される V C A 出力レートに従って出力レベルを制御した V C A 出力 ( 低周波信号 ) を発生する。図 5 に図示するセクタ 1 7 5 は、C P U 1 2 から供給される押鍵番号 K E Y で指定される鍵、つまり押鍵された鍵に配設された電極 D K に V C A 出力 ( 低周波信号 ) を印加するよう経路選択する。

## 【 0 0 3 0 】

E G 1 7 3 が発生する V C A 出力レートとは、スタート値  $S_v$ 、 $S_f$  特性テーブルから

50

読み出されるスタート値  $S_v$  と、END 値  $E_v$  ,  $E_f$  特性テーブルから読み出される END 値  $E_v$  とで定まる出力変化率（傾き）を指す。具体的には、図 7 に図示するように、タッチ誤差  $V_{e1}$  が負の場合に設定される加速感発生用 VCA 出力レートと、タッチ誤差  $V_{e1}$  が正の場合に設定される減速感発生用 VCA 出力レートとに大別される。

#### 【0031】

図 7 に図示する加速感発生用 VCA 出力レートにおいて、例えばタッチ誤差  $V_{e1}$  が「-30」以下であると、印加開始時点の VCA 出力（低周波信号）は、スタート値  $S_v$ （30[V]）から 0.5 sec 経過後の END 値  $E_v$ （50[V]）まで変化する。したがって、この場合の VCA 出力レートは +40 [V/sec] となる。加速感発生用 VCA 出力レートは、タッチ誤差  $V_{e1}$  が大きいほど、つまりノートオンイベント中のベロシティ  $V_{e1}$  に対して実際の押鍵時のベロシティ  $V_{EL}$  が弱いほど高い増加レートとなる。

10

#### 【0032】

同様に、図 7 に図示する減速感発生用 VCA 出力レートにおいて、例えばタッチ誤差  $V_{e1}$  が「+30」以上であると、印加開始時点の VCO 出力（低周波信号）は、スタート値  $S_v$ （50[V]）から 0.5 sec 経過後の END 値  $E_v$ （30[V]）まで変化する。したがって、この場合の VCA 出力レートは -40 [V/sec] となる。減速感発生用 VCA 出力レートは、タッチ誤差  $V_{e1}$  が大きいほど、つまりノートオンイベント中のベロシティ  $V_{e1}$  に対して実際の押鍵時のベロシティ  $V_{EL}$  が強いほど高い減少レートとなる。

20

#### 【0033】

上記構成によるショック印加部 17 では、CPU 21 から押鍵番号 KEY および出力指示が供給されると、先ず EG171 と EG173 とがそれぞれ VCO レートと VCA レートとを発生する。すると、VCO 172 では EG171 が発生する VCO レートに対応した VCO 出力を出力し、一方、VCA 174 では EG173 が発生する VCA レートに従って VCO 出力をレベルを制御した VCA 出力を発生する。そして、セクタ 175 が押鍵番号 KEY に基づき押鍵された鍵に配設される電極 DK に VCA 出力（低周波信号）を印加する。

#### 【0034】

したがって、ノートオンイベント中のベロシティ  $V_{e1}$  に対して実際の押鍵時のベロシティ  $V_{EL}$  が強すぎると、教習者（ユーザ）は押鍵した指の指腹部で電気ショックの度合いが押鍵時点から低減して行く“減速感”を感じ、一方、ノートオンイベント中のベロシティ  $V_{e1}$  に対して実際の押鍵時のベロシティ  $V_{EL}$  が弱すぎると、教習者（ユーザ）は押鍵した指の指腹部で電気ショックの度合いが押鍵時点から増加して行く“加速感”を感じる結果、曲データに基づく鍵タッチの適否を体感できるようになる。なお、ノートオンイベント中のベロシティ  $V_{e1}$  と実際の押鍵時のベロシティ  $V_{EL}$  とが一致してタッチ誤差  $V_{e1}$  が「0」になると、教習者（ユーザ）は押鍵した指の指腹部で一定の電気ショックを感じる。

30

#### 【0035】

音源 18 は、周知の波形メモリ読み出し方式にて構成され、演奏操作（押離鍵操作）に従って鍵盤 10 から供給される演奏情報に応じて CPU 12 が生成するノートオン/ノートオフイベントに従って楽音形成する。また、音源 18 は CPU 12 から教習開始の指示を受けた場合には、選択された曲データを指定テンポで再生する。サウンドシステム 19 は、音源 18 から出力される楽音波形をアナログ信号形式に変換した後、不要ノイズ除去やレベル増幅を施してからスピーカから発音させる。

40

#### 【0036】

### B. 動作

次に、図 8 ~ 図 14 を参照して、上記構成による実施形態の動作について説明する。以下では、CPU 12 が実行するメインルーチン、スイッチ処理、スタート/ストップスイッチ処理、タイミントラプト処理、鍵盤処理、印加設定処理および曲再生処理の各動作

50

について述べる。

#### 【 0 0 3 7 】

##### ( 1 ) メインルーチンの動作

装置電源がパワーオンされると、CPU 12は図8に図示するメインルーチンを実行し、ステップSA1に進み、RAM 15に設けられる各種レジスタ・フラグデータをゼロリセットもしくは初期値セットすると共に、音源18に初期化を指示するイニシャライズを実行する。そして、イニシャライズが完了すると、ステップSA2に進み、曲選択スイッチ操作に応じて演奏教習に供する曲データを選択したり、スタート/ストップスイッチ操作に応じて演奏教習の開始や停止を指示する等のスイッチ処理を実行する。

#### 【 0 0 3 8 】

続いて、ステップSA3では、押鍵操作に応じて押鍵番号およびペロシティを含むノートオンイベントを音源18に送付して発音指示したり、離鍵操作に応じて離鍵番号を含むノートオフイベントを音源18に送付して消音指示したりする鍵盤処理を実行する。

#### 【 0 0 3 9 】

そして、ステップSA4では、印加設定処理を実行する。印加設定処理では、後述するように、キーオン(押鍵)の有無を判断し、押鍵があった場合には、その押鍵で生じたペロシティVELと曲データ(ノートオンイベント)から抽出したペロシティVelとの差分から算出されるタッチ誤差Velに応じたスタート値SfおよびEND値Efをショック印加部17のEG171に、スタート値SvおよびEND値Evをショック印加部17のEG173にそれぞれセットし、押鍵番号KEYをショック印加部17のセクタ175にセットした後、ショック印加部17に出力指示を与える。これにより、ショック印加部17は、EG171がVCOレートを発生し、EG173がVCAレートを発生すると、VCO172がVCOレートに対応したVCO出力を発生し、一方、VCA174がVCAレートに従ってVCO出力をレベルを制御してなるVCA出力(低周波信号)を発生する。そして、セクタ175が押鍵番号KEYに基づき押鍵された鍵に配設される電極DKにVCA出力(低周波信号)を印加する。

#### 【 0 0 4 0 】

次いで、ステップSA5では、曲再生処理を実行する。曲再生処理では、後述するように、スタートフラグSTFが「1」となって演奏教習が開始されていると、イベントタイミグに達したかどうかを判断し、イベントタイミグに達していると、読み出しアドレスADを歩進させ、歩進された読み出しアドレスADに応じて曲データから読み出されるデータ(AD)が「イベント」、「タイム」および「END」の何れであるかを判別する。

#### 【 0 0 4 1 】

曲データから「イベント」が読み出された場合には、それがノートオンイベントならば、当該ノートオンイベントからペロシティを抽出してレジスタVelにストアした後、読み出された「イベント」を音源18に供給して曲再生を進める。曲データから「タイム」が読み出された場合には、その「タイム」を次イベントタイミグとしてレジスタTにストアする。曲データから曲の終わりを表す「END」が読み出された場合には、スタートフラグSTFをゼロリセットして演奏教習の停止を指示する。そして、こうした曲再生処理を終えると、ステップSA6に進み、例えば装置の動作状態を表示部15に表示させる等の、その他の処理を実行する。この後、上述のステップSA2に処理を戻し、以後、電源がオフされる迄の間、上述したステップSA2～SA6の各処理を繰り返し実行する。

#### 【 0 0 4 2 】

##### ( 2 ) スイッチ処理の動作

次に、図9を参照してスイッチ処理の動作を説明する。上述したメインルーチンのステップSA2(図8参照)を介して本処理が実行されると、CPU 12は図10に図示するステップSB1に進み、曲データメモリ14(図4参照)に記憶される複数曲の曲データ(1)～(N)の何れかを曲選択スイッチの操作に応じて選択する曲選択処理を実行する。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 4 3 】

続いて、ステップ S B 2 では、スタート / ストップスイッチ処理を実行する。スタート / ストップスイッチ処理では、後述するように、スタート / ストップスイッチのオン操作に応じて反転されたスタートフラグ S T F が「 1 」となって演奏教習の開始を表す場合には、曲選択スイッチ操作により選択された曲データの先頭データであるタイム T を読み出してレジスタ T にストアした後、曲再生テンポに応じたインタラプト周期を設定してタイマインタラプト禁止を解除し、一方、オン操作に応じて反転されたスタートフラグ S T F が「 0 」となって演奏教習の停止を表す場合には、音源 1 8 に対して発音中の全ての音の消音を指示してタイマインタラプト禁止に設定する。この後、ステップ S B 3 に進み、その他のスイッチ処理を実行して本処理を終える。

10

## 【 0 0 4 4 】

## ( 3 ) スタート / ストップスイッチ処理の動作

次に、図 1 0 を参照してスタート / ストップスイッチ処理の動作を説明する。前述したスイッチ処理のステップ S B 2 ( 図 9 参照 ) を介して本処理が実行されると、C P U 1 2 は図 1 0 に図示するステップ S C 1 に進み、スタート / ストップスイッチのオン操作の有無を判断する。オン操作されなければ、判断結果は「 N O 」となり、本処理を終えるが、オン操作されると、上記ステップ S C 1 の判断結果は「 Y E S 」になり、ステップ S C 2 に進み、スタートフラグ S T F を反転させる。スタートフラグ S T F は、フラグ値が「 1 」の場合に演奏教習の開始 ( もしくは演奏教習中 ) を表し、一方、「 0 」の場合に演奏教習の停止を表す。

20

## 【 0 0 4 5 】

次いで、ステップ S C 3 では、オン操作に応じて反転されたスタートフラグ S T F が「 1 」、つまり演奏教習の開始であるかどうかを判断する。演奏教習の開始であると、判断結果は「 Y E S 」となり、ステップ S C 4 に進み、曲選択スイッチ操作により選択された曲データの先頭アドレスを、レジスタ A D にストアする。以下、レジスタ A D の内容を読み出しアドレス A D と称する。

## 【 0 0 4 6 】

そして、ステップ S C 5 では、読み出しアドレス A D に従い、曲データから最初のデータであるタイム T を読み出してレジスタ T にストアする。次いで、ステップ S C 6 では、曲再生テンポに基づきインタラプト周期を設定し、続くステップ S C 7 では、タイマインタラプト禁止を解除して本処理を終える。なお、上記ステップ S C 7 にてタイマインタラプト禁止が解除されると、後述するタイマインタラプト処理 ( 図 1 1 参照 ) が、上記ステップ S C 6 で設定した周期毎に割り込み実行される。

30

## 【 0 0 4 7 】

さて一方、オン操作に応じて反転されたスタートフラグ S T F が「 0 」、つまり演奏教習停止になると、上記ステップ S C 3 の判断結果は「 N O 」になり、ステップ S C 8 に進み、音源 1 8 に対して発音中の全ての音の消音を指示するオールノートオフ処理を行った後、ステップ S C 9 に進み、タイマインタラプト禁止に設定して本処理を終える。

## 【 0 0 4 8 】

このように、スタート / ストップスイッチ処理では、スタート / ストップスイッチのオン操作に応じて反転されたスタートフラグ S T F が「 1 」となって演奏教習の開始を表す場合には、曲選択スイッチ操作により選択された曲データの先頭アドレスを読み出しアドレス A D として当該曲データから最初のデータであるタイム T を読み出してレジスタ T にストアした後、曲再生テンポに基づきインタラプト周期を設定してタイマインタラプト禁止を解除する。一方、オン操作に応じて反転されたスタートフラグ S T F が「 0 」となって自動伴奏の停止を表す場合には、音源 1 6 に対して発音中の全ての伴奏音の消音を指示してタイマインタラプト禁止に設定する。

40

## 【 0 0 4 9 】

## ( 4 ) タイマインタラプト処理の動作

次に、図 1 1 を参照してタイマインタラプト処理の動作を説明する。タイマインタラプ

50

ト処理は、演奏教習に供する曲の再生テンポに基づき設定されるインタラプト周期毎に割り込み実行される。割り込み実行タイミングになると、図 11 に図示するステップ S D 1 に進み、レジスタ T の値をデクリメントして本処理を終える。なお、レジスタ T には、後述するように、曲データのイベントタイミングを表すタイム T がストアされるようになっている。

#### 【 0 0 5 0 】

##### ( 5 ) 鍵盤処理の動作

次に、図 12 を参照して鍵盤処理の動作を説明する。前述したメインルーチンのステップ S A 3 ( 図 8 参照 ) を介して本処理が実行されると、C P U 1 2 は図 12 に図示するステップ S E 1 に進み、鍵盤 10 の各鍵について鍵走査を行い、続くステップ S E 2 では、上記ステップ S E 1 の鍵走査で得られる鍵変化に基づき押離鍵操作された鍵を判別する。押離鍵操作が行われず、鍵変化無しならば、本処理を終えるが、押鍵操作に応じたキーオンイベントが発生した場合には、ステップ S E 3 に進み、押鍵番号 ( 押鍵された鍵の鍵番号 ) をレジスタ K E Y にストアすると共に、ベロシティをレジスタ V E L にストアする。

#### 【 0 0 5 1 】

次いで、ステップ S E 4 では、レジスタ K E Y にストアされた押鍵番号およびレジスタ V E L にストアされたベロシティを含むノートオンイベントを作成し、続くステップ S E 5 では、作成したノートオンイベントを音源 18 に供給して本処理を終える。これにより、音源 18 は、押鍵された鍵の音高の楽音を、ベロシティに対応した音量で発音する。

#### 【 0 0 5 2 】

これに対し、離鍵操作に応じたキーオフイベントが発生した場合には、ステップ S E 6 に進み、離鍵番号 ( 離鍵された鍵の鍵番号 ) をレジスタ K E Y にストアし、続くステップ S E 7 では、当該レジスタ K E Y にストアされた離鍵番号を含むノートオフイベントを作成する。そして、ステップ S E 5 に進み、作成したノートオフイベントを音源 18 に供給して本処理を終える。これにより、音源 18 は、離鍵された鍵の音高の楽音を消音する。このように、鍵盤処理では、押鍵された場合には、押鍵番号およびベロシティを含むノートオンイベントを音源 18 に送付して発音指示し、離鍵された場合には、離鍵番号を含むノートオフイベントを音源 18 に送付して消音指示する。

#### 【 0 0 5 3 】

##### ( 6 ) 印加設定処理の動作

次に、図 13 を参照して印加設定処理の動作を説明する。前述したメインルーチンのステップ S A 4 ( 図 8 参照 ) を介して本処理が実行されると、C P U 1 2 は図 13 に図示するステップ S F 1 に進み、キーオン ( 押鍵 ) の有無を判断する。押鍵されなければ、判断結果は「 N O 」となり、本処理を終えるが、押鍵されると、上記ステップ S F 1 の判断結果は「 Y E S 」になり、ステップ S F 2 に進む。ステップ S F 2 では、押鍵に応じて発生したベロシティ V E L ( レジスタ V E L ) と、曲データ ( ノートオンイベント ) から抽出したベロシティ V e l ( レジスタ V e l ) との差分からタッチ誤差を算出してレジスタ V e l にストアする。レジスタ V e l の内容をタッチ誤差 V e l と称す。

#### 【 0 0 5 4 】

次いで、ステップ S F 3 では、タッチ誤差 V e l に応じて、ROM 13 のスタート値 S v , S f 特性テーブルから読み出すスタート値 S f と、E N D 値 E v , E f 特性テーブルから読み出す E N D 値 E f とをショック印加部 17 の E G ( エンベロープ発生器 ) 171 にセットし、続くステップ S F 4 では、タッチ誤差 V e l に応じて、ROM 13 のスタート値 S v , S f 特性テーブルから読み出すスタート値 S v と、E N D 値 E v , E f 特性テーブルから読み出す E N D 値 E v とを E G ( エンベロープ発生器 ) 173 にセットする。そして、ステップ S F 5 では、押鍵番号 K E Y をショック印加部 17 のセクタ 175 にセットする。この後、ステップ S F 6 に進み、ショック印加部 17 に出力指示を与えて本処理を終える。

#### 【 0 0 5 5 】

ショック印加部 17 では、上記ステップ S F 6 にて出力指示を受けると、E G 171 と

10

20

30

40

50

EG173とがそれぞれVCOレートとVCAレートとを発生し、これに応じてVCO172がVCOレートに対応したVCO出力を発生し、一方、VCA174がVCAレートに従ってVCO出力をレベルを制御してなるVCA出力（低周波信号）を発生する。そして、セクタ175が押鍵番号KEYに基づき押鍵された鍵に配設される電極DKにVCA出力（低周波信号）を印加する。

#### 【0056】

このように、印加設定処理では、キーオン（押鍵）の有無を判断し、押鍵があった場合には、その押鍵で生じたベロシティVELと曲データ（ノートオンイベント）から抽出したベロシティVelとの差分から算出されるタッチ誤差Velに応じたスタート値SfおよびEND値Efをショック印加部17のEG171に、スタート値SvおよびEND値Evをショック印加部17のEG173にそれぞれセットし、押鍵番号KEYをショック印加部17のセクタ175にセットした後、ショック印加部17に出力指示を与える。これにより、ショック印加部17は、EG171がVCOレートを発生し、EG173がVCAレートを発生すると、VCO172がVCOレートに対応したVCO出力を発生し、一方、VCA174がVCAレートに従ってVCO出力をレベルを制御してなるVCA出力（低周波信号）を発生する。そして、セクタ175が押鍵番号KEYに基づき押鍵された鍵に配設される電極DKにVCA出力（低周波信号）を印加する。

#### 【0057】

#### （7）曲再生処理の動作

次に、図14を参照して曲再生処理の動作を説明する。前述したメインルーチンのステップSA4（図8参照）を介して本処理が実行されると、CPU12は図13に図示するステップSG1に進み、スタートフラグSTFが「1」であるか否か、つまり演奏教習が開始されているかどうかを判断する。演奏教習の停止（スタートフラグSTFが「0」）ならば、判断結果は「NO」になり、本処理を終える。

#### 【0058】

一方、演奏教習が開始されていれば、上記ステップSG1の判断結果は「YES」となり、ステップSG2に進む。ステップSG2では、前述したタイマインタラプト1処理（図9参照）によりデクリメントされるレジスタTの値が「0」以下であるか否か、つまりイベントタイミングに達したかどうかを判断する。イベントタイミングに達していなければ、判断結果は「NO」となり、本処理を終えるが、イベントタイミングに達していると、上記ステップSG2の判断結果は「YES」となり、ステップSG3に進む。

#### 【0059】

そして、ステップSG3では、曲データの読み出しを進める為に読み出しアドレスADをインクリメントして歩進させ、続くステップSG4では、歩進された読み出しアドレスADに応じて読み出されるデータ（AD）が「イベント」、「タイム」および「END」の何れであるかを判別する。曲データから読み出されるデータ（AD）が「イベント」ならば、ステップSG5に進む。ステップSG5では、「イベント」がノートオンイベントであるか否かを判断する。

#### 【0060】

「イベント」がノートオンイベントであると、判断結果は「YES」となり、ステップSG6に進み、当該ノートオンイベントから抽出したベロシティをレジスタVelにストアした後、ステップSG7に進む。これに対し、「イベント」がノートオフイベントであったならば、上記ステップSG5の判断結果は「NO」となり、ステップSG7に進み、曲データから読み出された「イベント」を音源18に供給した後、上述のステップSG3に処理を戻す。

#### 【0061】

そして、上記ステップSG3において歩進された読み出しアドレスADに応じて、曲データから「タイム」が読み出されると、ステップSG8に進み、その読み出されたタイムを次イベントタイミングとしてレジスタTにストアして本処理を終える。曲データから読み出されるデータ（AD）が曲の終わりを表す「END」になると、ステップSG9に進

10

20

30

40

50

み、スタートフラグ S T F をゼロリセットし、これにより演奏教習を停止させて本処理を終える。

【 0 0 6 2 】

このように、曲再生処理では、スタートフラグ S T F が「 1 」となって演奏教習が開始されていると、イベントタイミングに達したかどうかを判断し、イベントタイミングに達していると、読み出しアドレス A D を歩進させ、歩進された読み出しアドレス A D に応じて曲データから読み出されるデータ ( A D ) が「イベント」、「タイム」および「 E N D 」の何れであるかを判別する。曲データから「イベント」が読み出された場合には、それがノートオンイベントならば、当該ノートオンイベントからベロシティを抽出してレジスタ V e l にストアした後、読み出された「イベント」を音源 1 8 に供給して曲再生を進める。曲データから「タイム」が読み出された場合には、その「タイム」を次イベントタイミングとしてレジスタ T にストアする。曲データから曲の終わりを表す「 E N D 」が読み出された場合には、スタートフラグ S T F をゼロリセットして演奏教習の停止を指示する。

10

【 0 0 6 3 】

以上のように、本実施形態では、曲を構成する各音の音高およびベロシティ V e l ( 音量 ) を表す曲データを再生すると共に、発音タイミングとなって再生された曲データから抽出したベロシティ V e l と、その再生音に対応したユーザの押鍵で生じるベロシティ V E L との差分であるタッチ誤差 V e l に応じて出力変化 ( 信号周波数変化および信号レベル変化 ) する低周波信号を生成し、生成された低周波信号をユーザが押鍵中の鍵に配設される電極 D K に印加する。これにより、教習者 ( ユーザ ) はタッチ誤差 V e l の大小で異なる電気ショックを押鍵した指の指腹部によって体感する結果、鍵タッチを教習させることができる。

20

【 0 0 6 4 】

具体的には、例えば曲データ ( ノートオンイベント ) から抽出したベロシティ V e l に対して押鍵時のベロシティ V E L が強過ぎた場合には、電気ショックの度合いが押鍵時点から低減して行く減速感を押鍵した指の指腹部で感じ、一方、曲データ ( ノートオンイベント ) から抽出したベロシティ V e l に対して押鍵時のベロシティ V E L が弱過ぎた場合には、電気ショックの度合いが押鍵時点から増加して行く加速感を押鍵した指の指腹部で感じる為、鍵タッチを教習させることができる。

30

【 0 0 6 5 】

なお、上述した実施形態では、タッチ誤差 V e l の大小で異なる電気ショックを押鍵した指の指腹部によって体感させて鍵タッチを教習させるようにしたが、これに限らず、再生される音と異なる音高の音を押鍵した場合に押鍵ミスである旨を知らせるべく電気ショックを与えたり、弾くべきタイミングを間違えた場合に電気ショックを与える態様とすることも出来る。そのような態様では、演奏ミスに応じて印加する電気ショックのパターンを各種変化させることで教習者 ( ユーザ ) にどのような演奏ミスを犯したのかを体感させることが出来る。

【 0 0 6 6 】

また、上述した実施形態では、鍵盤 1 0 の各鍵に電極 D K を敷設するようにしたが、これに限らず、鍵自体を導電性材料で成型し、隣り合う鍵盤同士を絶縁する構造として構成することも可能である。

40

【 0 0 6 7 】

さらに、上述した実施形態では、タッチ誤差 V e l に応じた V C O 出力レート ( 又は V C A 出力レート ) に基づきスタート値 S f から E N D 値 E f ( 又はスタート値 S v から E N D 値 E v ) まで線形変化する V C O 出力 ( 又は V C A 出力 ) を発生させるが、これに替えて、タッチ誤差 V e l で定まるスタート値 S f から E N D 値 E f ( 又はスタート値 S v から E N D 値 E v ) までを、例えば指数関数などを用いて非線形に変化させて加速感 ( 又は減速感 ) を強調させる態様としても構わない。

【 0 0 6 8 】

50

また、上述した実施形態では、タッチ誤差  $V_{e1}$  に応じて出力変化（信号周波数変化および信号レベル変化）する低周波信号を生成する一例について言及したが、これに限らず、押鍵された鍵の電極 DK に印加される低周波信号の周波数をタッチ誤差  $V_{e1}$  に応じて変化させるだけの態様でも良いし、又は押鍵された鍵の電極 DK に印加される低周波信号の信号レベルをタッチ誤差  $V_{e1}$  に応じて変化させるだけの態様でも構わない。

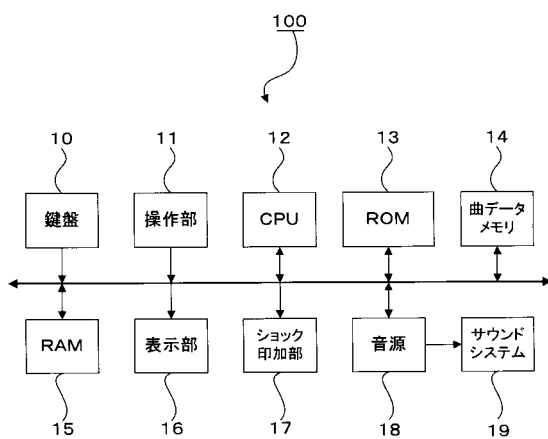
【符号の説明】

【0069】

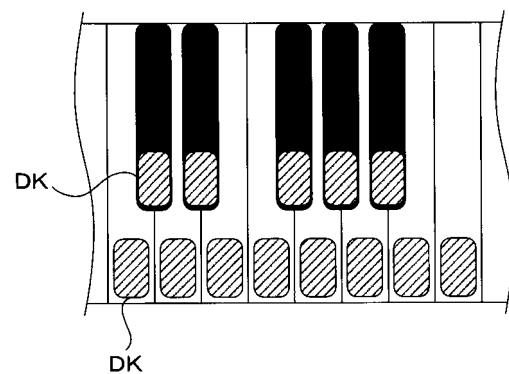
- 10 鍵盤
- 11 操作部
- 12 CPU
- 13 ROM
- 14 曲データメモリ
- 15 RAM
- 16 表示部
- 17 ショック印加部
- 18 音源
- 19 サウンドシステム
- 100 教習装置

10

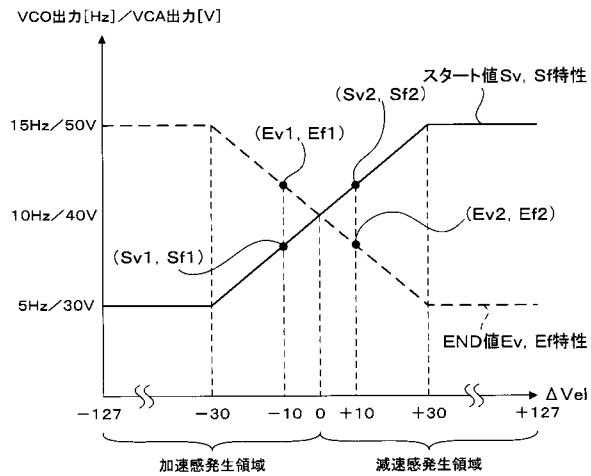
【図1】



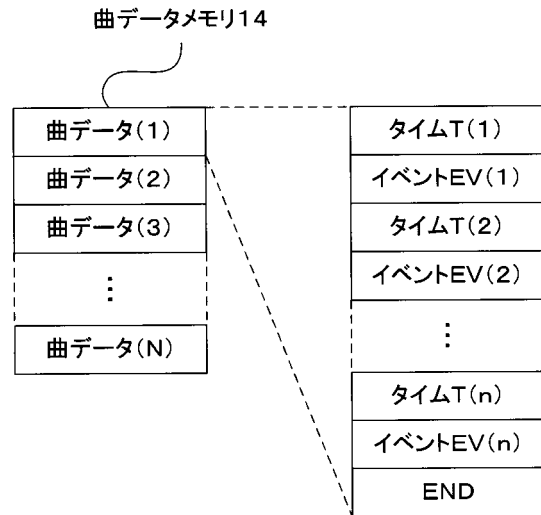
【図2】



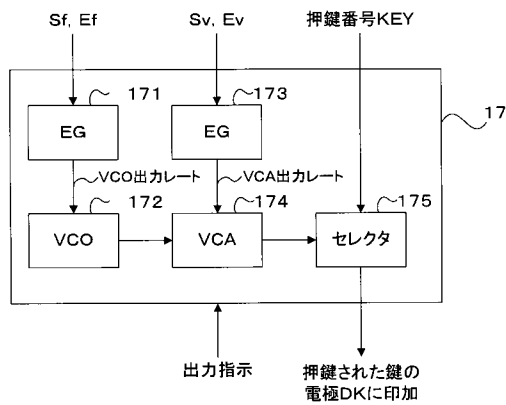
【図 3】



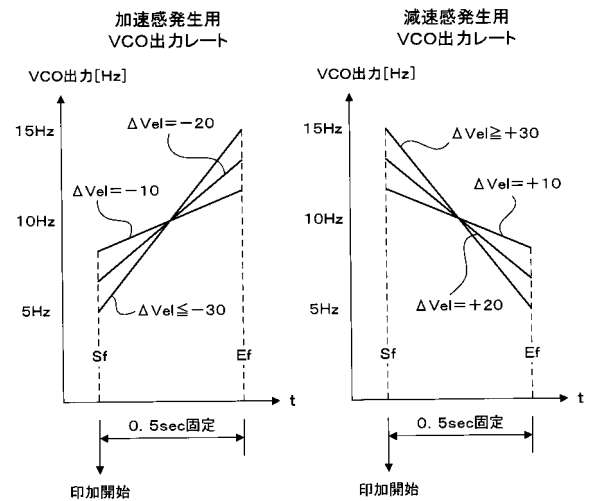
【図 4】



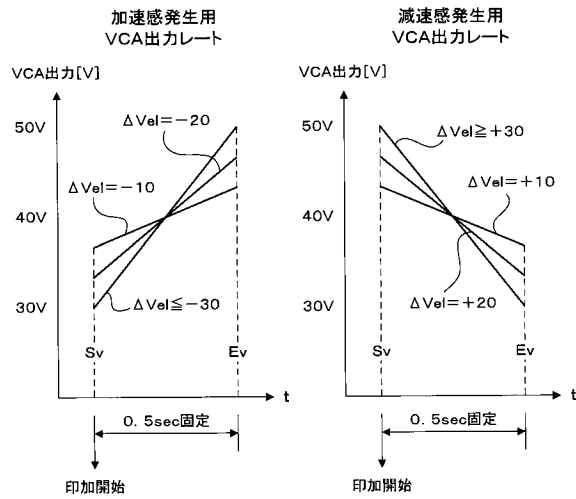
【図 5】



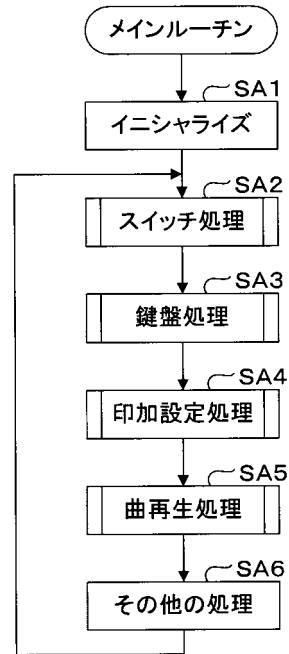
【図 6】



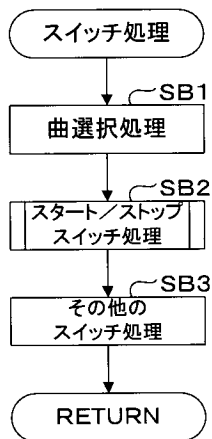
【図 7】



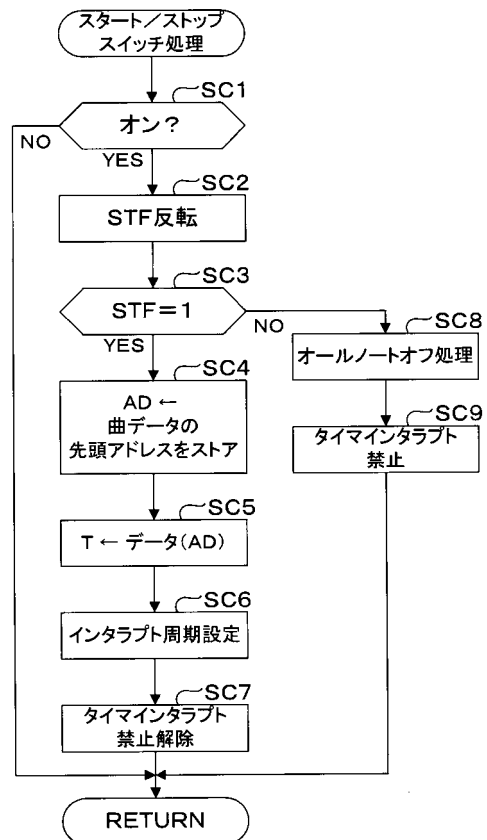
【図 8】



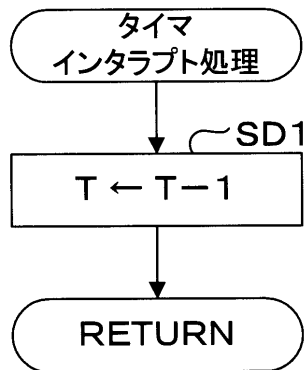
【図 9】



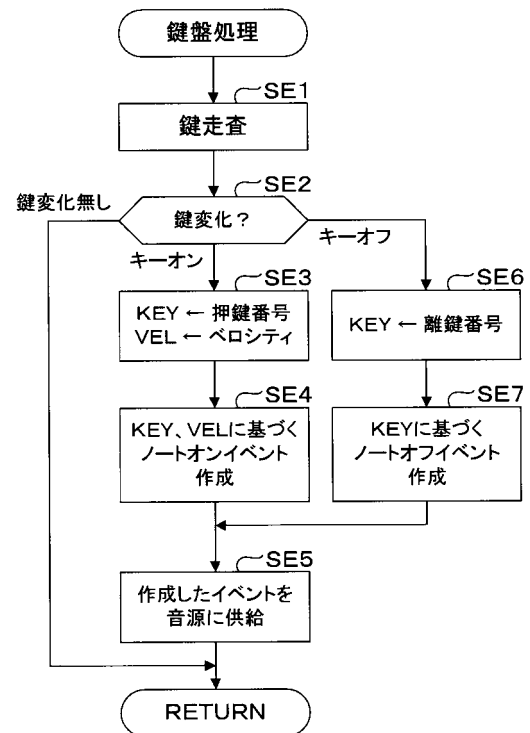
【図 10】



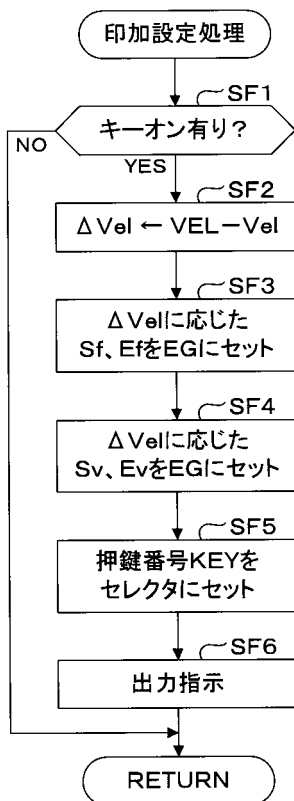
【図 1 1】



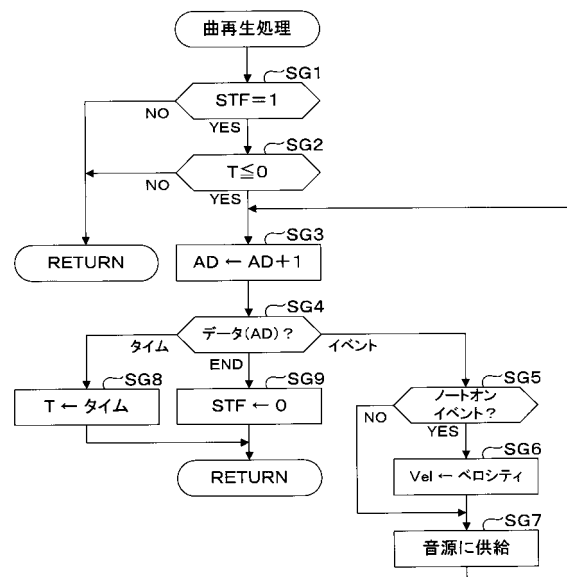
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】





---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-34267(JP,A)  
実開平3-71377(JP,U)  
特開平10-105171(JP,A)  
特開2002-189466(JP,A)  
特開2009-25430(JP,A)  
特開2000-89655(JP,A)  
特開2008-233801(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G09B11/00~15/08  
G10H 1/00~ 7/12  
G10G 1/00~ 7/02