

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3551992号

(P3551992)

(45) 発行日 平成16年8月11日(2004.8.11)

(24) 登録日 平成16年5月14日(2004.5.14)

(51) Int.Cl.⁷

G10H 7/02

F I

G10H 7/00 521M

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平7-84565	(73) 特許権者	000001410
(22) 出願日	平成7年3月17日(1995.3.17)		株式会社河合楽器製作所
(65) 公開番号	特開平8-263067		静岡県浜松市寺島町200番地
(43) 公開日	平成8年10月11日(1996.10.11)	(74) 代理人	100084870
審査請求日	平成11年2月9日(1999.2.9)		弁理士 田中 香樹
審判番号	不服2002-10213(P2002-10213/J1)	(74) 代理人	100079289
審判請求日	平成14年6月6日(2002.6.6)		弁理士 平木 道人
		(72) 発明者	▲高▼氏 清己
			静岡県浜松市寺島町200番地 株式会社
			河合楽器製作所内
		合議体	
		審判長	杉山 務
		審判官	小林 秀美
		審判官	橘爪 正樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子楽器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

音高情報の内の上位桁情報を入力し、指数変換する第1の変換手段と、
音高情報の内の前記上位桁情報を除く下位桁情報を入力し、指数変換する第2の変換手段と、
第1の変換手段の出力情報と第2の変換手段の出力情報とを乗算して、波形メモリから波形を読み出すための周波数ナンバを算出する乗算手段と、を備え、
前記第1の変換手段及び前記第2の変換手段の少なくとも一方は、前記音高情報以外の情報を指数変換するための変換手段としても使用されることを特徴とする電子楽器。

【請求項2】

前記上位桁情報は、音高情報の内の半音単位のキーナンバ情報であり、
前記下位桁情報は、音高情報の内の半音未満の情報であることを特徴とする請求項1に記載の電子楽器。

【請求項3】

前記第1の変換手段は、
前記上位桁情報を、所定のオクターブとの差をオクターブ単位で表した差情報とオクターブ内の音名情報とに変換する変換手段と、
音名情報を入力して、所定のオクターブ内の音名に対応する周波数ナンバを出力する周波数ナンバテーブル手段と、
周波数ナンバテーブル手段から出力された周波数ナンバデータを前記差情報が示すビット

数だけシフトするデータシフト手段とからなることを特徴とする請求項 1 あるいは 2 のいずれかに記載の電子楽器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は電子楽器に関し、特にメモリの容量を削減することが可能な波形読み出し回路を備えた電子楽器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、電子ピアノ等の波形読み出し方式の楽音発生回路を用いた電子楽器においては、音色毎に特定の音高に対応する波形をPCM録音して、加工した波形データを波形メモリに記憶し、この波形を発音すべき音高に比例したアドレス間隔で読み出すように構成されており、このアドレス間隔データを周波数ナンバと呼んでいる。そして、従来はキーボードの半音単位の各鍵に対応したキーナンバを周波数ナンバに変換するために、各キーナンバに対応する周波数ナンバを記憶した変換テーブルを用いていた。しかし、この方式では鍵の数に対応した多数の周波数ナンバを記憶する必要があるという問題点があり、この問題点を解決するために、例えば特開平2-139599号公報に記載されているような技術が提案されている。この方式は、周波数ナンバがオクターブ上がる毎に2倍になることに着目し、キーナンバをオクターブ情報とノート（音名）情報とに変換し、ノート情報を周波数ナンバに変換して、オクターブ情報に応じてビットシフトすることにより、目的の周波数ナンバを得るものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

前記したような従来の周波数ナンバ変換方式においては、半音単位で周波数ナンバを得る場合には、1オクターブ内の12個の周波数ナンバを記憶すればよいが、例えばビブラート効果の付与、チューニング、ベンダーによる周波数変更に対応するためには、半音間を例えば100分割したセント単位での制御が必要となり、全てのセントに対応する周波数ナンバを記憶すると記憶容量が非常に大きくなってしまいう問題点があった。

本発明の目的は、前記のような従来技術の問題点を改良し、少ない記憶容量で、細かい周波数変化に対応可能な楽音発生手段を有する電子楽器を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】

本発明は、音高情報の内の上位桁情報を入力し、指数変換する第1の変換手段と、音高情報の内の前記上位桁情報を除く下位桁情報を入力し、指数変換する第2の変換手段と、第1の変換手段の出力情報と第2の変換手段の出力情報とを乗算して、波形メモリから波形を読み出すための周波数ナンバを算出する乗算手段と、を備え、前記第1の変換手段及び前記第2の変換手段の少なくとも一方は、前記音高情報以外の情報を指数変換するための変換手段としても使用されることを特徴とする。

【0005】

【作用】

本発明は、上記したような構成によって、周波数ナンバ変換手段は、例えばキーナンバの整数部に対応する12個の周波数ナンバのみを変換すればよく、また指数変換手段は、例えば小数点以下2桁（セント単位）あるいは2進で小数点以下7ビットまでに対応する100個あるいは128個の指数データに変換できればよいので、変換手段をテーブルによって構成した場合には、該テーブルの記憶容量が従来例に較べて非常に小さくなる。また、変換手段は時分割で使用することによって、例えばエンベロープ信号の発生のための演算等の他の用途にも使用可能である。

【0006】

【実施例】

以下、本発明の一実施例を図面を参照して詳細に説明する。図2は本発明の前提となる電

10

20

30

40

50

子楽器の回路構成の一例を示すブロック図である。CPU 1 は、ROM 2 に格納されている制御プログラムに基づき、電子楽器全体の制御を行う中央処理装置である。CPU 1 には、設定された所定の周期でタイマ割り込みをかけるタイマ回路も内蔵されている。ROM 2 には、プログラム、音色パラメータ等が記憶されている。RAM 3 はワークエリアあるいはデータバッファとして使用され、バッテリバックアップされていてもよい。キーボード 4 は例えばそれぞれ 2 つのスイッチを有する複数の鍵およびスキャン回路から成り、パネル 5 は、各種スイッチ、液晶あるいは LED 等により文字や図形を表示する表示装置およびそのインターフェース回路からなる。

【0007】

楽音発生回路 6 は、後述するように、デジタル楽音波形情報が記憶されている波形メモリから発音すべき音高に比例したアドレス間隔で順次楽音波形を読み出し、エンベロープ信号を乗算することによって楽音信号を発生させる複数の楽音発生チャネルを有し、実際には、1 つの楽音発生回路を時分割多重動作させることにより同時に複数の楽音信号を独立して発生可能に構成されている。また、音像効果回路、残響効果回路等を含んでいてもよい。D/A 変換器 7 はデジタル楽音信号を D/A 変換し、アナログ信号処理回路 8 はノイズ除去のために簡単なフィルタ処理を行う。アンプ 9 はスピーカ 10 を駆動するために楽音信号を増幅する。バス 11 は電子楽器内の各回路を接続している。なお、この他に、MIDI インターフェース回路、フロッピディスクドライブ回路、メモリカードインターフェース回路等を備えていてもよい。

【0008】

図 3 は、図 2 の楽音発生回路 6 の構成を示すブロック図である。波形読み出し回路 20 は、CPU 1 から、小数点以下の情報も含むキーナンバ信号、キーオンあるいはキーオフを示す信号、音色情報を入力し、後述するような構成によって、波形メモリ 21 に対する読み出しアドレスを発生する。また補間回路 22 に対しては読み出しアドレスの小数部のデータを出力する。波形メモリ 21 には、音色毎に特定の音高（例えば C7）に対応する波形を PCM 録音して、エンベロープあるいは繰り返し読み出し部分の波形を加工した波形データが記憶されている。

【0009】

補間回路 22 は、波形メモリ 21 から読み出された、読み出しアドレスの整数部に対応する波形データ、及び該アドレスに 1 を加算したアドレスに対応する波形データを入力し、波形読み出し回路 20 から出力される読み出しアドレスの小数部データに基づき周知の補間演算を行う。エンベロープ発生器 24 は、CPU 1 から与えられた各種情報あるいはエンベロープパラメータに従って、公知の任意の方式によって振幅エンベロープ信号を発生する。乗算器 23 は、補間回路 22 から出力された波形信号に振幅エンベロープ信号を乗算し、楽音信号を出力する。なお、楽音発生回路 20 は、時分割多重動作し、複数の楽音信号を独立して発生可能であり、それぞれの楽音発生チャネルの楽音信号は乗算器 23 の後段にある図示しない累算器によって加算合成され、D/A 変換器 7 に出力される。

【0010】

図 1 は、図 3 の波形読み出し回路 20 の構成を示すブロック図である。波形読み出し回路 20 内ではキーナンバ信号を周波数ナンバに変換する処理が行われる。そこで、まず変換原理について説明する。キーナンバ K と周波数ナンバ F は、 $X = (K - K_S) / 12$ とすると、 $F = (2 \text{ の } X \text{ 乗})$ の関係にある。但し K_S は波形メモリ 21 に記憶されている波形の基準キーナンバ（例えば $96 = C7$ ）である。ここで、キーナンバ K を $K = 12 * oct + note + frac$ と表すことができる。但し、 oct は K を 12 で割った商の整数部、 $note$ は余りの整数部（ $0 \leq note \leq 11$ ）、 $frac$ は余りの小数部（ $0 \leq frac < 1$ ）である。ここで $K_S = 96$ であるとする。X は、 $X = (oct - 96 / 12) + note / 12 + frac / 12$ と表され、F は、 $F = (2 \text{ の } (oct - 8) \text{ 乗}) \times (2 \text{ の } note / 12 \text{ 乗}) \times (2 \text{ の } frac / 12 \text{ 乗})$ となる。この式の右辺の第 2 項および第 3 項の演算は周波数ナンバテーブル 32 及び指数変換テーブル 30 による変換処理によりそれぞれ実行され、第 1 項の演算は変換器 31 およびシフト

10

20

30

40

50

回路 33 によって実行される。

【0011】

変換器 31 は入力されたキーナンバ信号の整数部 $keyno$ を 12 で割り、その商の整数部 oct 及び余り $note$ を出力する除算回路あるいは変換テーブルである。周波数ナンバテーブル 32 は、図 4 (a) にその記憶内容を示すように、 $note$ 番号に対応した 12 個の周波数ナンバ F を記憶している変換テーブルである。シフト回路 33 は、周波数ナンバ F を入力し、 oct から $8 (= Ks / 12)$ を引いた値だけ右ビットシフトした値を出力する。例えばキーナンバ信号として 56 ($A3$) が入力された場合には、 oct が 4、 $note$ が 9 となる。従って、周波数ナンバテーブル 32 からは 1.6817... という F 値が出力され、シフト回路 33 によって $4 - 8 = -4$ ビット右シフト、即ち 4

10

【0012】

キーナンバ信号の小数部 $Frac$ は、例えば 7 ビットの 2 進数で表され、指数変換テーブル 30 は、この 7 ビットの 2 進数をアドレスとして、 $[2 \text{ の } Frac / (12 * 128) \text{ 乗}]$ を出力する。図 4 (b) は、指数変換テーブル 30 の記憶内容を示す説明図である。この図においては、 $Frac$ をアドレスを表す 7 ビットの整数値と見なして表現してある。中央のセント ($cent$) は $Frac$ を百分率で示した場合の対応する値が示されており、例えば $Frac$ 値 3 (0000011) は 2.34 セント、即ち 0.0234 に対応する。乗算器 34 は、シフト回路 33 の出力と指数変換テーブル 30 の出力値とを乗算

20

【0013】

累算器 35 は、加算器 36、保持回路 37、アンド回路 38 等からなり、入力された周波数ナンバ値をサンプリング周期毎に累算して波形メモリ 21 に対する読み出しアドレスの下位ビットを出力する。エッジ検出器 39 は、通常は 1 を出力しており、キーオン信号の立ち上がりエッジ (0 から 1 への変化点) を検出した場合には 1 周期のみ出力を 0 にする。CPU 1 は、キーナンバ信号を楽音発生回路 6 に設定し、加算器 36 に乗算器 34 から周波数ナンバ値が入力された後にキーオン信号を立ち上げる。すると、アンド回路 38 から加算器 36 への入力が 0 となり、加算器 36 の出力は周波数ナンバ値となり、該値が保持回路 37 に保持される。その後はエッジ検出器 39 の出力が 1 となるので、保持回路 3

30

【0014】

波形選択器 40 は、例えば変換テーブルから成り、音色情報、キーナンバ信号の上位ビット、あるいはタッチ情報等を入力し、波形メモリ中の波形を選択するための波形読み出しアドレスの上位ビットを出力する。なお波形選択器の出力をキーオン時に保持回路 37 にセットするような構成であってもよい。波形メモリ 21 は累算器 35 から出力される読み出しアドレスの整数部および波形選択器 40 から出力される上位アドレスに基づき、波形データを順次出力し、補間回路 22 は波形メモリ 21 から出力される 2 つの波形データおよび累算器 35 から出力される読み出しアドレスの小数部データに基づき、周知の補間演算を行う。以上のような構成により、少ない容量の変換テーブルによって精度の高い周波数ナンバへの変換が可能となる。

40

【0015】

上記例においては、キーナンバ K を $K = 12 * oct + note + Frac$ と表し、 $note$ は余りの整数部 (0 $note$ 11)、 $Frac$ は余りの小数部 (0 $Frac$ < 1) であるとしたが、 $note$ と $Frac$ の分割の仕方は任意であり、例えば 2 進数で表した K の小数点以下 2 ビットまでを $note$ とし、小数点以下 3 ~ 7 ビットを $Frac$ と

50

してもよい。この場合には、周波数ナンバテーブル 32 に記憶される周波数ナンバ個数が 4 倍の 48 個となるが、指数変換テーブル 30 の指数データ個数は 1 / 4 の 32 個となり、両テーブルの合計データ個数は 80 個となって、第 1 の実施例より減少する。また、シフト回路 33 は乗算機能を果たしているので、乗算器 34 の後ろに配置しても結果は同じである。

【0016】

図 5 は、指数変換テーブル 30 を他の用途にも兼用した、本発明における波形読み出し回路 20 の実施例を示すブロック図である。なお、図 1、3 と同じ機能のブロックには同じ番号が付与してある。前記例と異なるところは、指数変換テーブルの前に選択器 50 が設けられ、後ろに保持回路 51、52 が設けられたところである。周波数ナンバ変換処理時には、選択器 50 はキーナンバ信号を選択、出力し、指数変換テーブル 30 によって指数変換された値は保持回路 51 に保持される。

10

【0017】

一方、エンベロープ信号の演算に使用される時には、選択器 50 からはエンベロープ発生器 24 の信号が出力され、指数変換された値は保持回路 52 に保持され、加算器 53 によって -1 が加算されて、4 ビットシフタ 54 により左 4 ビットシフトされて選択器 55 に出力される。指数変換テーブル 30 には、図 4 (b) に示すような指数データが記憶されており、このままでは、例えば 0 から 1 の間の値を取る入力値を同じく 0 から 1 の間の値を取る指数値に変換することはできない。そこで、指数変換テーブル 30 の出力値から 1 を減算し、4 ビットシフト (16 倍) することによって、出力範囲がほぼ 0 から 1 の間に収まるようになる (実際は 0 ~ 0.94376... の間である)。ここで、エンベロープ発生器 24 から例えば 0 から 1 の間の値を取る三角波を発生し、下りの時には選択器 55 が 4 ビットシフタ 54 からの信号を出力するように選択器 55 を制御すれば、選択器 55 の出力には、上昇時には直線的に上昇し、下降時には指数関数的に減少するエンベロープ波形が得られる。

20

【0018】

図 6 は、図 5 の実施例の変形例の要部を示すブロック図である。前記実施例においては、エンベロープ発生器 24 の出力を指数変換テーブルを用いて変換する例を開示したが、この変形例は、エンベロープ発生器 24 の内部において、スピードパラメータの変換に指数変換テーブル 30 を用いた例である。図 6 の端子 A 及び B が、図 5 のエンベロープ発生器 24、選択器 55 の代わりに、読み出しアドレス発生回路の端子 A、B にそれぞれ接続される。図 6 のエンベロープ発生回路は、図示するような構成によって、 $E_{n+1} = E_n + S * (T - E_n)$ という演算を行い、目標値 T に漸近するエンベロープ信号 E_n を発生する。スピードパラメータは指数変換されることにより、スピードの小さい部分がより詳細に設定可能となり、精度が向上する。

30

【0019】

以上、実施例を説明したが、次のような変形例も考えられる。前記実施例においては、指数変換テーブルを他の用途と兼用する例を開示したが、前記したように、周波数ナンバテーブルの精度を上げることも可能であり、例えばキーナンバ信号の小数点以下 3 ビットまで周波数ナンバテーブルで変換するようにすれば、0 から 96 (12 × 8) までの値に対応して 1 ~ 2 の間の値を取る指数を出力する変換テーブルが得られ、このテーブルを他の用途に兼用してもよい。このようにすれば 4 ビットシフタ 54 は不要となる。

40

【0020】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明においては、周波数ナンバ変換手段は、例えばキーナンバの整数部に対応する 12 個の周波数ナンバのみを変換すればよく、また指数変換手段は、例えば小数点以下 7 ビットまでに対応する 128 個の指数データに変換できればよいので、変換手段をテーブルによって構成した場合には該テーブルの記憶容量が従来例に較べて非常に小さくなるという効果がある。また、変換手段は時分割で使用することによって、例えばエンベロープ信号の発生のための演算等の他の用途にも兼用でき、ハードウェアを削減

50

させることができるという効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 3 の波形読み出し回路 20 の構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の前提となる電子楽器の回路構成の一例を示すブロック図である。

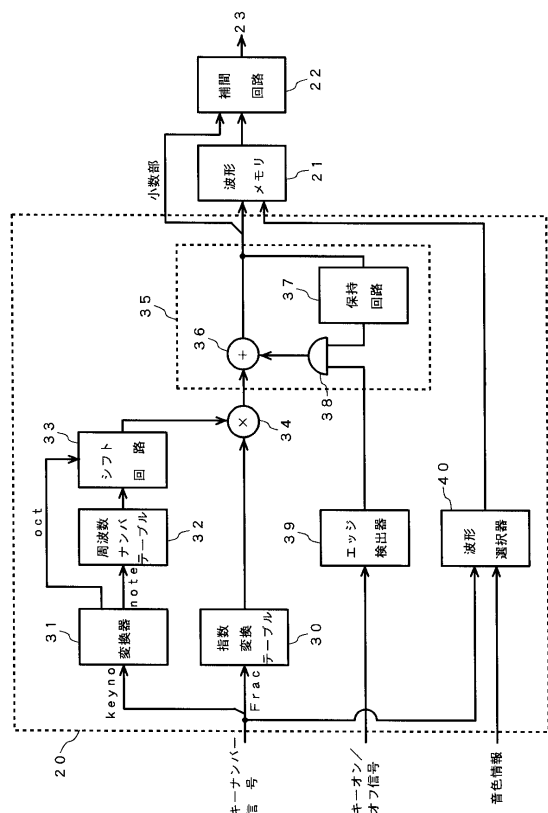
【図 3】図 2 の楽音発生回路 6 の構成を示すブロック図である。

【図 4】各テーブルの内容を示す説明図である。

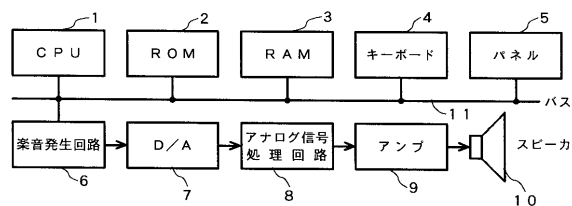
【図 5】指数変換テーブルを兼用した本発明の実施例を示すブロック図である。

【図 6】図 5 の実施例の変形例の要部を示すブロック図である。

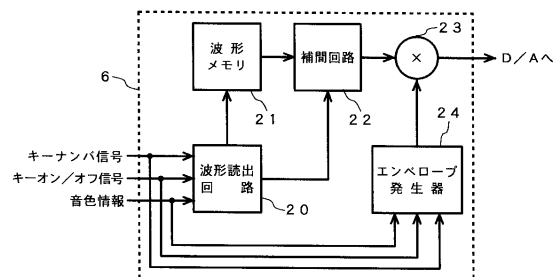
【図 1】



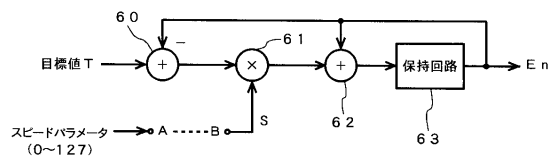
【図 2】



【図 3】



【図 6】



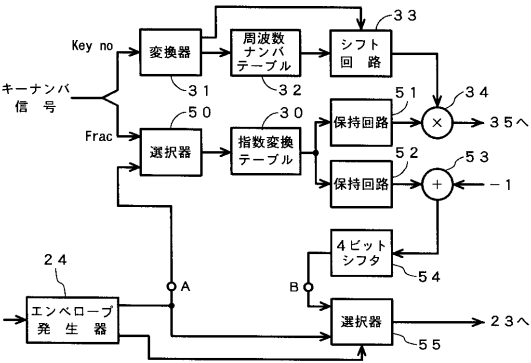
【図 4】

note	ノート名	Fナンバ	Frac.	Cent	$2^{\text{Cent}} \cdot (\text{Frac.} / (12 \cdot 128))$
0	C	1.00000000	0	0. 0 0	1.00000000
1	C #	1.02646309	1	0. 7 8	1.00045137
2	D	1.12246205	2	1. 5 6	1.00090294
3	D #	1.18920412	3	2. 3 4	1.00135472
4	E	1.25992105	4	3. 1 3	1.00180670
5	F	1.33483985	⋮	⋮	⋮
6	F #	1.41421356	⋮	⋮	⋮
7	G	1.49830708	⋮	⋮	⋮
8	G #	1.58740105	12 4	9 6. 8 8	1.05755241
9	A	1.68179283	12 5	9 7. 6 6	1.05802976
10	A #	1.78179744	12 6	9 8. 4 4	1.05850732
11	B	1.88774863	12 7	9 9. 2 2	1.05898510

(a) 周波数ナンバテーブル

(b) 指数変換テーブル

【図 5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭60-147792(JP,A)
特開平3-44699(JP,A)
特開昭61-26093(JP,A)
特開平7-44175(JP,A)
特公平4-67199(JP,B2)

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