

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2005-292858
(P2005-292858A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int.Cl.⁷
G 1 O H 1/02
G 1 O H 1/46
G 1 O H 7/02

F I
G 1 O H 1/02
G 1 O H 1/46
G 1 O H 7/00 5 2 1 Z

テーマコード (参考)
5 D 3 7 8

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-195599 (P2005-195599)	(71) 出願人	000004075
(22) 出願日	平成17年7月4日 (2005. 7. 4)		ヤマハ株式会社
(62) 分割の表示	特願2000-187176 (P2000-187176) の分割	(74) 代理人	100096954 弁理士 矢島 保夫
原出願日	平成12年6月22日 (2000. 6. 22)	(72) 発明者	池谷 忠彦 静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内
		Fターム(参考)	5D378 AD21 AD52 BB01 CC33 HA00

(54) 【発明の名称】 楽音発生方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】

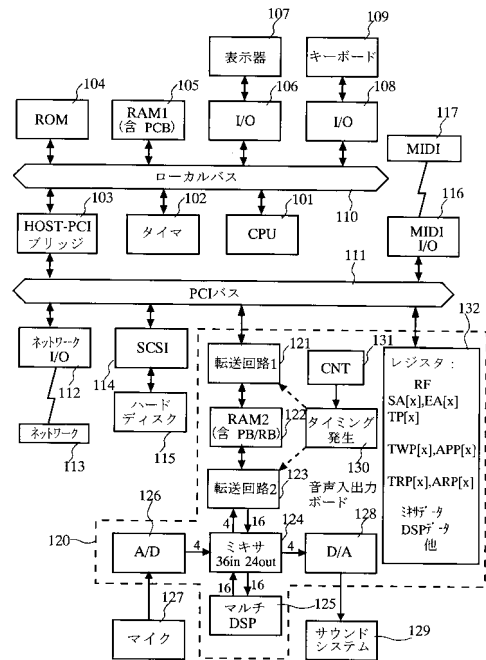
演算処理装置上で所定のソフトウェアを実行することにより楽音を生成する際、演算処理装置の負荷が増大したなどの理由で波形生成ができなかったときでも、波形出力をとぎれさせ、あるいはノイズを発生するようなことのない楽音発生方法及び装置を提供することを目的とする。

【解決手段】

楽音発生指示を受け取り、受け取った楽音発生指示に基づいて演算処理手段で波形生成ソフトウェアを実行することにより、複数チャンネルで楽音波形データをそれぞれ生成し、該複数チャンネルで生成された楽音波形データをパート毎に累算し、幾つかのパートの楽音信号とし、それらの楽音信号をミキサに供給する。

【選択図】 図 1

本発明に係る楽音発生方法を適用した装置の全体図



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ソフトウェアを実行する演算処理手段と、前記演算処理手段で実行するための楽音波形生成ソフトウェアを格納した記憶手段と、複数の入力端子から入力した楽音波形信号を任意にミキシングして出力端子から出力するミキサとを備えた装置による楽音発生方法であって、

前記演算処理手段が、楽音発生指示を受け取るステップと、

前記演算処理手段が、受け取った楽音発生指示に基づいて前記楽音波形生成ソフトウェアを実行することにより、複数の各チャンネルの楽音波形データをそれぞれ生成出力するステップと、

10

前記演算処理手段が、前記各チャンネルで生成された楽音波形データをパート毎に累算し、幾つかのパートの楽音信号とするステップと、

前記演算処理手段が、前記幾つかのパートの楽音信号を前記ミキサに供給するステップと

を備えたことを特徴とする楽音発生方法。

【請求項 2】

ソフトウェアを実行する演算処理手段と、

前記演算処理手段で実行するための楽音波形生成ソフトウェアを格納した記憶手段と、楽音発生指示を受け取る手段と、

受け取った楽音発生指示に基づいて前記演算処理手段で前記楽音波形生成ソフトウェアを実行することにより、複数の各チャンネルの楽音波形データをそれぞれ生成する手段と

20

、
前記各チャンネルで生成された楽音波形データをパート毎に累算し、幾つかのパートの楽音信号として出力する手段と、

前記幾つかのパートの楽音信号を前記ミキサに供給する手段と

を備えたことを特徴とする楽音発生装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、演算処理装置上で所定のソフトウェアを実行することにより楽音を生成する楽音発生方法及び装置に関する。

30

【背景技術】**【0002】**

従来より、CPUなどの汎用の演算処理装置上で所定のソフトウェアを実行することにより楽音を生成する楽音発生方法が知られている。これは、いわゆるソフトウェア音源あるいはソフト音源と呼ばれる方式のものである。ソフト音源では、所定時間ごとに生成プログラムを実行し、与えられた楽音制御データに基づいた複数チャンネル分の楽音を生成する。

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】**

40

【0003】

ところで、ソフト音源を実現するリアルタイムシステムでは、プロセッサの負荷が増大したなどの理由で波形生成ができなくなった場合に、音がとぎれる、あるいはノイズを発生する、という問題点がある。

【0004】

また、プロセッサの負荷が増大したなどの理由で、演奏データが発生あるいは入力したタイミングで当該演奏データの処理ができなかった場合、当該演奏データは処理されないで済まされてしまうか、あるいは後で処理を行なった場合に不自然な楽音制御になってしまう、という問題点があった。

【0005】

50

この発明は、上述の従来技術における問題点に鑑み、プロセッサの負荷が増大したなどの理由で波形生成ができなかったときでも、波形出力をとぎれさせ、あるいはノイズを発生するようなことのない楽音発生方法及び装置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】

【0006】

この目的を達成するため、請求項1に係る発明は、ソフトウェアを実行する演算処理手段と、前記演算処理手段で実行するための楽音波形生成ソフトウェアを格納した記憶手段と、複数の入力端子から入力した楽音波形信号を任意にミキシングして出力端子から出力するミキサとを備えた装置による楽音発生方法であって、前記演算処理手段が、楽音発生指示を受け取るステップと、前記演算処理手段が、受け取った楽音発生指示に基づいて前記楽音波形生成ソフトウェアを実行することにより、複数の各チャンネルの楽音波形データをそれぞれ生成出力するステップと、前記演算処理手段が、前記各チャンネルで生成された楽音波形データをパート毎に累算し、幾つかのパートの楽音信号とするステップと、前記演算処理手段が、前記幾つかのパートの楽音信号を前記ミキサに供給するステップとを備えたことを特徴とする。

10

【0007】

請求項2に係る発明は、ソフトウェアを実行する演算処理手段と、前記演算処理手段で実行するための楽音波形生成ソフトウェアを格納した記憶手段と、楽音発生指示を受け取る手段と、受け取った楽音発生指示に基づいて前記演算処理手段で前記楽音波形生成ソフトウェアを実行することにより、複数の各チャンネルの楽音波形データをそれぞれ生成する手段と、前記各チャンネルで生成された楽音波形データをパート毎に累算し、幾つかのパートの楽音信号として出力する手段と、前記幾つかのパートの楽音信号を前記ミキサに供給する手段とを備えたことを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0008】

以上説明したように、この発明によれば、いわゆるソフト音源で生成した複数チャンネルの楽音波形信号を適宜パート毎に累算して幾つかのパートの楽音信号としミキサに供給するので、プロセッサの負荷が増大したなどの理由で波形生成ができなかったときでも、波形出力をとぎれさせ、あるいはノイズを発生することが防止される。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0009】

以下、図面を用いてこの発明の実施の形態を説明する。

【0010】

図1は、この発明の一実施形態に係る電子楽器の構成を示す。この電子楽器は、中央処理装置(CPU)101、タイマ102、HOST(ホスト)-PCI(Peripheral Component Interconnect)ブリッジ103、リードオンリメモリ(ROM)104、ランダムアクセスメモリ(RAM)105、表示用入出力(I/O)インタフェース106、表示器107、キーボードI/Oインターフェース108、キーボード109、ローカルバス110、PCIバス111、ネットワークI/Oインターフェース112、SCSI(Small Computer System Interface)114、ハードディスク115、MIDI(Musical Instruments Digital Interface)入出力インターフェース116、および音声入出力ボード120を備えている。

40

【0011】

CPU101は、この装置全体の動作を制御する。タイマ102は、所定時間間隔でタイマ割り込み信号を発生するためのタイマである。HOST-PCIブリッジ103は、CPUやメモリを接続するローカルバス110と周辺機器を接続するためのPCIバス111との間で各種信号の授受を制御する。ROM104は、BIOS(BASIC INPUT/OUTPUT SYSTEM)などを格納した記憶装置である。RAM105は、CPU101が実行するプログラムをロードしたり各種バッファ領域を確保する記憶領域である。RAM105には、再生用バッファであるPCバッファ(後に詳述する)などが設けられる。表示器107は

50

、インターフェース 106 を介して受け取った各種のデータを表示する。キーボード 109 は、インターフェース 108 を介して各種の情報を入力するために用いるタイピングキーボードである。ユーザは、キーボード 109 および表示器 107 を用いてこの装置に対し各種の設定操作や指示操作を行なうことができる。ローカルバス 110 は、CPU の専用バスと周辺 I/O などとを接続するためのローカル PCI バスとの 2 つのバスにより構成するようにしてもよい。

【0012】

PCI バス 111 には、各種の周辺機器が接続される。ネットワーク I/O カード 112 を介して外部のネットワーク 113 に接続することができる。また、SCSI 114 を介してハードディスク 115 が接続されている。音声入出力ボード 120 は、転送回路 121、RAM 122、転送回路 123、ミキサ 124、マルチ DSP (デジタルシグナルプロセッサ) 125、アナログ/デジタル (A/D) 変換器 126、デジタル/アナログ (D/A) 変換器 128、タイミング発生器 130、カウンタ 131、およびレジスタ群 132 を備えている。なお、図 1 に図示しているように、RAM 105 を RAM 1 と、転送回路 121 を転送回路 1 と、RAM 122 を RAM 2 と、転送回路 123 を転送回路 2 と、それぞれ、呼ぶものとする。

【0013】

転送回路 1 は、PCI バス 111 をいわゆるバースト的に使って複数サンプルを一辺に高速に RAM 2 に転送するための回路である。RAM 2 は、再生用バッファである P バッファ、および録音用バッファである R バッファを含む。これらのバッファは、複数設定されている再生トラック (本例では 4 トラック) の各トラックに対応して設けられている。1 トラックの P バッファは、2 個のバッファからなり、いわゆるダブルバッファ的になっている。トラックごとに、一方のバッファが空いたとき転送回路 1 を経由して該バッファへのサンプルの転送を開始し、そのとき他方のバッファは転送回路 2 を経由してサンプル出力用に用いる。転送回路 2 によるサンプルの出力は、サンプリング周期ごとに継続的に行なわれる。転送回路 2 は、RAM 2 の P バッファからサンプルをミキサ 124 に転送し、あるいはミキサ 124 から出力された録音用のサンプルを RAM 2 の R バッファに転送する機能を有する。該録音用サンプルの R バッファへの転送も、サンプリング周期毎に行なわれる。RAM 2 は、転送回路 1 と転送回路 2 により、時分割アクセスされる。1 DAC サイクル (例えば、44.1kHz) を半分に分けて、その前半を転送回路 1 が使用し、後半

【0014】

なお、RAM 2 上にある再生用の P バッファおよび録音用の R バッファに対する転送回路 1 のアクセスは、CPU 101 のアクセスより優先度が高い。すなわち、転送回路 1 がアクセスをしようとしたときに CPU 101 がアクセスをしていたら、該 CPU 101 のアクセスが中断され、転送回路 1 によるアクセスが先に行なわれる。ただし、転送回路 1 による転送動作は 1 DAC の半分の期間は必ず休みになるので、CPU 101 は最悪でも残りの期間を使用してアクセスすることができる。

【0015】

転送回路 1 および転送回路 2 は、タイミング発生器 130 から出力されるタイミング信号に応じて転送を実行する。タイミング発生器 130 は、カウンタ 131 から出力されるカウント出力に応じてタイミング信号を発生する。レジスタ群 132 は、転送アドレスなどの各種データを保持するレジスタから構成されている。

【0016】

ミキサ 124 は、36 系統の入力端子と 24 系統の出力端子を備え、それぞれの入力を適宜ミキシングして、それぞれの出力端子に出力することができる。どの入力を用いてどの出力端子の出力信号を生成するかは、CPU 101 から指示することができる。マルチ DSP 125 は、複数のマイクロプログラムが動作するようになっており、楽音波形サンプルに対してエフェクト付与などの処理を行なう。A/D 変換器 126 には、外部マイク 127 が接続される。A/D 変換器 126 は、外部音を入力しアナログ/デジタル変換し

10

20

30

40

50

てミキサ 1 2 4 に出力する。ミキサ 1 2 4 から D / A 変換器 1 2 8 に出力された楽音波形は、デジタルアナログ変換されてサウンドシステム 1 2 9 により放音される。転送回路 2 以降のミキサ 1 2 4 側の各部は、サンプリング周期ごとの処理で動作する。

【 0 0 1 7 】

なお、本例では、C P U 1 0 1 は 1 6 チャンネル分の楽音波形生成を行ない、それら 1 6 チャンネル分の楽音波形データを R A M 1 上で 4 トラックにまとめ、その 4 トラック分の楽音波形データを転送回路 1 経由で R A M 2 に転送する。具体的には、R A M 1 上に 4 つのトラックに対応して P C バッファを設けてあり、1 6 チャンネル分の楽音波形データを 4 つの各トラックの P C バッファにまとめる。各トラックの P C バッファの楽音波形データを、転送回路 1 経由で R A M 2 上の 4 つの各トラック対応の P バッファに転送する。4 つの各トラック対応の P バッファの楽音波形データを転送回路 2 経由でミキサ 1 2 4 に入力する。ミキサ 1 2 4 は、転送回路 2 から 1 6 系統入力可能であるが、ここでは 4 系統のみ使用することになる。

10

【 0 0 1 8 】

図 1 0 に、ミキサ 1 2 4 と D S P 1 2 5 によるミキサ / エフェクト設定の一例を示す。P C B 1 0 0 1 ~ 1 0 0 4 は、R A M 1 上に設けられた 4 トラックの P C バッファを示す。各 P C バッファ 1 0 0 1 ~ 1 0 0 4 の楽音波形信号は、(転送回路 1、R A M 2 上の P バッファ、および転送回路 2 経由で) ミキサ 1 2 4 に入力する。1 0 1 1 ~ 1 0 1 3 は、ミキサ 1 2 4 に設定されている 3 つの個別のミキサである。コーラスエフェクト 1 0 2 1 およびリバースエフェクト 1 0 2 2 は、D S P 1 2 5 で実現されているエフェクト付与回路である。D A C 1 0 3 1 は、D / A 変換器 1 2 8 に相当する。本実施の形態では、ミキサの出力チャンネル数が充分あるので、各ラインはステレオ信号として L / R 別に処理することができる。

20

【 0 0 1 9 】

各レジスタその他について簡単に説明する。なお、以下のレジスタで添字 x を使っているもの (すなわち [x] が付いているもの) は、その x はトラック番号を示すものとする。

(a) S A [x] : R A M 1 上に設けられる再生バッファである P C バッファのスタートアドレスを格納するレジスタである。

(b) E A [x] : R A M 1 上に設けられる再生バッファである P C バッファのエンドアドレスを格納するレジスタである。

30

(c) T P [x] : P C バッファ上の波形データを読み出して R A M 2 上の P バッファに転送するときの、P C バッファ読み出しアドレスを格納するレジスタ (アドレスカウンタ) である。

(d) T W P [x] : P C バッファ上の波形データを読み出して R A M 2 上の P バッファに転送するときの、P バッファ書き込みアドレスを格納するレジスタ (アドレスカウンタ) である。

(e) A P P [x] : サンプリング周期で P バッファ上の波形データを読み出してミキサ 1 2 4 に出力するときの読み出しアドレスを格納するレジスタ (読み出しカウンタ) である。

40

(f) ミキサデータ : ミキサ 1 2 4 に設定するデータである。1 6 トラックのミキシング比、A / D 変換器 1 2 6 から入力する 4 トラックのミキシング比、D S P 1 2 5 から入力する 1 6 トラックのミキシング比などを規定する。

(g) D S P データ : D S P 1 2 5 に設定するデータである。D S P で実行するマイクログラムや入出力関係などを規定する。

【 0 0 2 0 】

なお、上記レジスタ類などの記号は、その記憶領域そのものを示すとともに、その記憶領域に記憶されたデータをも示すものとする。例えば、S A [x] は、スタートアドレスを格納するレジスタを示すとともに、該レジスタに格納されているスタートアドレスのデータをも示すものとする。

50

【0021】

図2に、再生用バッファの構成およびデータの流れを示す。上述したように、再生用バッファとして、RAM1上に4つのトラックに対応するPCバッファを設け、RAM2上に4つのトラックに対応するPバッファを設けている。1トラック分($x = 0, 1, 2, 3$ として x トラック)のバッファの利用方法について説明する。RAM1上のPCバッファは、スタートアドレス $SA[x]$ からエンドアドレス $EA[x]$ の範囲となる。スタートアドレス $SA[x]$ とエンドアドレス $EA[x]$ は、CPU101から指定することが可能であり、したがってRAM1上の任意の位置にPCバッファを置くことができる。そのサイズも任意である。CPU101は、このPCバッファ上に波形データを先行生成する。PCバッファには、時間フレームで複数フレーム分の波形データが先行生成される。TP[x]は、PCバッファ上で、転送回路1がRAM2上のPバッファへと転送開始するアドレスを示す。 10

【0022】

PCバッファのTP[x]位置から転送されたデータは、Pバッファの書き込みアドレスTWP[x]に書き込まれる。RAM2上のPバッファは、波形データの128サンプル(ただし、バッファのサイズは任意)を格納するバッファを2個つなげた形になっている。Pバッファの波形データは、読み出しアドレスAPP[x]から読み出され、ミキサ124に出力される。Pバッファのまん中と末尾には割込み位置が設定されている。サンプリング周期ごとに読み出しアドレスAPP[x]を進めながら波形サンプルを読み出していくとき、当該読み出しアドレスAPP[x]が、この割込み位置に至ったとき、いま読み出していたPバッファのうちの半分が空になったということだから、波形生成のトリガになるハード割込が発生する。このハード割込を契機として、CPU101は、いま空になったPバッファのうちの半分に、次に再生すべきPCバッファの所定の楽音波形データを転送する。 20

【0023】

なお、リアルタイム演奏に使用できるためには、演奏から楽音出力までの時間を10msec程度に抑えないといけない。サンプリング周波数44.1kHzの場合、10msecは441サンプルに相当する。ソフト音源では、大体、2フレーム程度の時間遅れが発生する。そこで、本実施の形態では、例えば、1フレームを128サンプルとする。つまり、Pバッファのサイズは、 $128 \text{ サンプル} \times 2 = 256 \text{ サンプル}$ である。 30

【0024】

PCバッファには、先行して生成される楽音波形が記憶される。先行して記憶できる楽音波形のサンプル数が多いほど、ソフト音源のノイズ防止効果が大になる。本実施の形態では、PCバッファのサイズを、例えば、 $64 \text{ フレーム分} = 128 \text{ サンプル} \times 64 = 8 \text{ k サンプル分}$ とする。

【0025】

図3は、CPU101の制御プログラムのうちソフト音源に係るメインルーチンの処理手順を示す。このメインルーチンは、ソフト音源のドライバとしてオペレーティングシステムに登録されているものである。ソフト音源を使用した楽音生成を行う際には、まずこのドライバ、すなわち図3の処理を起動し、ソフト音源に係るAPIを有効にしておく。 40

【0026】

図3において、ステップ301で、各種の初期設定を行う。この初期設定で、上述のPCバッファおよびPバッファをゼロクリアする。次に、ステップ302で何らかの起動要因があるか否かチェックし、ステップ303で起動要因があればステップ304に進む。起動要因がなければ再びステップ302に戻る。ステップ302~304の起動要因の受付が、ソフト音源に係るAPIに対する指示受付に相当する。

【0027】

ステップ304では、発生している起動要因の種類を判別しそれぞれの処理に分岐する。起動要因としては、(1)MIDIデータを受信したとき(MIDI-I/O割り込み)、(2)RAM1上のMIDIデータを格納するバッファ(以下、Mバッファと呼ぶ) 50

にMIDIデータがあるとき、(3)1フレーム分(128サンプル)の楽音生成処理が終了(すなわち、Pバッファの2つのバッファのうちの1つについて波形データの読み出し再生が終わった)したとき(Pバッファ割り込み)、(4)空き時間があるとき、(5)何らかのスイッチ操作があった場合などその他の場合、(6)終了ボタンがクリックされたときがある。以下、これらの起動要因ごとに実行する処理を説明する。なお、図中の丸数字は括弧付き数字で表記する。

【0028】

起動要因が(1)MIDIインタフェース116を介してMIDIデータを受信した場合のときは、ステップ305のMIDI受信イベント処理を行い、その後再びステップ302に戻る。MIDIデータの受信およびステップ305のMIDI受信イベント処理が、演奏入力の受付に相当する。ステップ304で起動要因が(2)MバッファにMIDIデータがある場合のときは、ステップ306のMIDI制御イベント処理を行い、その後再びステップ302に戻る。

10

【0029】

ステップ302で起動要因が(3)フレーム割り込み(1フレーム再生完了)であるときは、ステップ307の楽音生成処理を行い、その後再びステップ302に戻る。フレーム割り込みは、音源ボードが1フレーム再生完了する毎に発生するハードウェア割り込みである。楽音生成処理では、一度に1フレーム分の波形データ(Pバッファの大きさの半分に相当する数の波形サンプル)を生成し、PCバッファに書き込む。

【0030】

ステップ304で起動要因が(4)空き時間ありであるとき(実行すべき処理がないとき)は、ステップ308で空き時間処理を行い、その後再びステップ302に戻る。ステップ304で起動要因が(5)スイッチ操作などのその他の場合は、ステップ309でその他の処理を行い、再びステップ302に戻る。ステップ304で起動要因が(6)ソフト音源の終了要求であったときは、ステップ310で終了処理を行った後、処理を終了する。

20

【0031】

なお、上述した(1)~(6)の起動要因は、(1)>(3)>(2)>(5)>(6)>(4)の優先度を設定している。

【0032】

図4は、図3のステップ305のMIDI受信イベント処理の処理手順を示す。MIDI受信イベント処理では、ステップ401でMIDIインタフェース116からイベントデータEDを取り出し、ステップ402でRAM1上のMバッファにイベントデータEDと受信時刻JTを書き込み、処理を終了する。

30

【0033】

図5は、図3のステップ306のMIDI制御イベント処理の処理手順を示す。MIDI制御イベント処理では、まずステップ501でMバッファよりイベントデータEDと受信時刻JTを取り出し、ステップ502でイベントデータEDのデータ種別に応じて分岐する。イベントデータEDがノートオンであったときは、ステップ503でノートオン処理を行う。イベントデータEDがノートオフであったときは、ステップ504でノートオフ処理を行う。イベントデータEDがトラックのレベルデータであったときは、ステップ505でトラックレベル制御処理を行う。イベントデータEDがエフェクトレベルデータであったときは、ステップ506でエフェクトレベル制御処理を行う。イベントデータEDがピッチベンドデータであったときは、ステップ507でピッチベンド制御処理を行う。イベントデータEDがその他のデータであったときは、ステップ508でその他の制御処理を行う。ステップ503~508の各処理の後、処理を終了する。

40

【0034】

上述のステップ503~507の処理は、以下の3つのタイプに分けることができる。タイプ1の処理は、ノートオン処理である。タイプ1の処理では、PCバッファ上に先行生成されている楽音波形データに、新たに発音開始する楽音波形を追加する。タイプ2は

50

、ノートオフ処理、ピッチベンドレベル制御処理、およびビブラトレベル処理（その他制御処理508中）である。タイプ2の処理では、先行生成されている楽音波形を破棄し、生成し直す。タイプ3の処理は、トラックレベル制御処理、エフェクトレベル制御処理、およびエフェクト切り替え処理（その他制御処理508中）である。タイプ3の処理では、先行生成されている楽音波形自体は何の変更も加える必要がない。ミキサ124に設定する混合比を変更することにより、トラック別の音量やエフェクトレベルを制御することができる（これらを制御するための制御データが「トラック制御データ」である）。DSP125のプログラムを変更することで、エフェクトの切り替えができる。

【0035】

図6は、図5のステップ503のノートオン処理の処理手順を示す。ノートオン処理に入ってきたときは、Mバッファより取り出したイベントデータEDとその受信時刻JTは分かっている。まずステップ601で、発音チャンネルの割り当てを行う。次にステップ602で、現在時刻GTと先行時刻STとを比較し、先行時刻STの方が時刻が進んでいるときはステップ605に進み、そうでないとき（作り置きしてある波形データがないとき）はステップ603に進む。先行時刻STとは、PCバッファ上に先行生成してある波形データについて、いつの時点まで先行生成してあるかを示すデータである。

【0036】

現在時刻GTより先行時刻STがあとのときは、先行生成してあるデータがあるということだから、ステップ605で、当該ノートオンの前のノートオンが来ていて先行生成してある波形にさらに後追いの波形を追加中か否か（すなわち、該前のノートオンに応じて今回割り当てたのとは別の発音チャンネルに関して既にステップ606, 607が実行され、波形の追加が実行中であるか否か）判定する。これは、いったん追加を始めたならそれを続けないと音が連続しないので、そちらを優先して実行するための判別処理である。追加中であるときは、ステップ608で、イベントデータEDと受信時刻JTと発音割り当てしたチャンネル番号とをTバッファに格納し、追加発音開始待ちに設定する。これは、先に追加実行中の波形を処理しなくてはならないからである。なお、Tバッファとは、追加発音開始待ち状態のデータを格納しておくRAM1上のバッファである。ステップ608の後、処理を終了する。

【0037】

ステップ605で追加中でないときは、ステップ606で、今回のノートオンの波形を追加する。すなわち、発音割り当てしたチャンネルの発音制御レジスタに、立ち上がりからの発音制御データの設定（時間遅れが小のとき）、または持続部以降の発音制御データの設定（時間遅れが大のとき）を行う。次にステップ607で、そのチャンネルに追加の発音開始を指示する。このとき、追加時刻TTには現在時刻GTをセットし、レジスタkにチャンネル番号をセットする。追加時刻TTとは、先行生成してある波形データに対して新たな波形を追加開始する時点を示すデータである。kはチャンネル番号を格納するワークレジスタである。ステップ607の後、処理を終了する。

【0038】

ステップ602で先行生成してある波形データがないときは、ステップ603で、今回のノートオンの波形を追加する。すなわち、発音割り当てしたチャンネルの発音制御レジスタに、立ち上がりからの発音制御データの設定（時間遅れが小のとき）、または持続部以降の発音制御データの設定（時間遅れが大のとき）を行う。次にステップ604で、割り当てたチャンネルに通常の発音開始を指示し、処理を終了する。

【0039】

なお、発音割り当てしたチャンネルの発音制御レジスタに発音制御データを設定する場合の時間遅れの判定は、現在時刻GTと受信時刻JT（発音開始すべき時刻といってもよい）とを比較し、例えば受信時点から100msec程度以上遅れたら時間遅れ大とし、そうでなければ小とする、などの方式を採ればよい。

【0040】

図7は、図5のステップ504のノートオフ処理の処理手順を示す。ステップ701で

10

20

30

40

50

、発音中のチャンネルからノートオフすべきチャンネルを検出する。ステップ 702 でノートオフすべきチャンネルが有るか否か判定し、無かったときは、入力したノートオフを無視して処理を終了する。有ったときは、ステップ 703 で、そのチャンネルの発音制御レジスタにノートオフを書き込む。次にステップ 704 で、現在時刻 GT と先行時刻 ST とを比較する。先行して生成してある波形データがあるときは、その先行生成波形についても当該チャンネルをノートオフした波形に変更しなければならないので、ステップ 705 で当該チャンネルの波形を足し込んであったトラックの PC バッファの現在時刻 GT + 1 以降の波形をキャンセルし、波形の再形成を指示して処理を終了する。ステップ 704 で先行生成している波形がないときは、そのまま処理を終了する。

【0041】

10

図 8 は、図 3 のステップ 308 の空き時間処理の処理手順を示す。まずステップ 801 で、追加があるか否か（すなわち、図 6 のステップ 607 の指示があるか否か）判定する。追加があるときは、ステップ 802 で追加時刻 TT に 1 加算する。次にステップ 803 で、追加するチャンネルである k チャンネルの時刻 TT の楽音波形を生成し、ステップ 804 で、そのチャンネルの楽音波形を足し込むべきトラックの PC バッファの時刻 TT の位置に足し込む。ステップ 805 で、追加時刻 TT と先行時刻 ST とが一致しているか否か判定し、一致しているときは以降の波形生成の必要がないので、ステップ 806 で、T バッファを参照して追加発音開始待ち（ステップ 608 で設定）があるか否か判定する。

【0042】

ステップ 806 で追加発音開始待ちがあるときは、ステップ 807 で、追加待ちのイベントデータ ED と現在時刻 GT とチャンネル番号とを T バッファから取り出し、現在時刻 GT を追加時刻 TT に、チャンネル番号をレジスタ k に、それぞれセットする。追加発音待ちがないときは、次のステップ 801 で「追加なし」と判断されるように設定を行ない、ステップ 809 へ進む。ステップ 807 の後、ステップ 808 で、k チャンネルの発音制御レジスタに、立ち上がりからの発音制御データの設定（時間遅れ小のとき）、または持続部以降の発音制御データの設定（時間遅れ大のとき）の処理を行う。次にステップ 809 で、空き時間があるか否か判定し、空き時間があるときはステップ 801 に戻って、空き時間処理を継続する。空き時間がないときは、そのまま処理を終了する。

【0043】

ステップ 801 で追加がないときは、ステップ 811 で、ノートオフでのキャンセル指示（ステップ 705 の指示）があるか否か判定する。キャンセルがあるときは、ステップ 812 で、キャンセルされたトラックに対応する複数チャンネルの波形を再形成し、同トラックの PC バッファに書き込む。この処理は、追加と同様に複数回の処理で行う。ステップ 812 の後、ステップ 809 に進む。

【0044】

ステップ 811 でキャンセルがないときは、ステップ 813 で、先行時刻 ST（現在作成中の時刻）までの全発音チャンネルの波形データが生成済か否か判定する。生成済であるときは、ステップ 814 で、PC バッファに空きがあるか否か判定し、空きがないときは処理を終了する。PC バッファに空きがあるときは、ステップ 815 で先行時刻 ST に 1 加算し、ステップ 816 で先行時刻 ST の曲データを再生する。これはイベントデータ ED が再生された場合は対応する制御処理を実行するものであり、自動演奏を再生する処理である。例えば、ノートオンのイベントが再生されたら、発音チャンネルを割り当て、割り当てたチャンネルの発音制御レジスタに該ノートオンに応じた楽音の発音制御データを設定し、発音開始を指示する。また、ノートオフイベントが再生されたら、対応する楽音を生成中の発音チャンネルを検出して、検出されたチャンネルの発音制御レジスタにノートオフを書き込む。次にステップ 817 で先行時刻 ST の全トラックの PC バッファをクリアする。これは今から作る波形を書き込むためのバッファを全部ゼロクリアする処理である。ステップ 817 の後、ステップ 818 に進む。ステップ 813 で先行時刻 ST の全発音チャンネル生成済でないときは、ステップ 818 に進む。

【0045】

50

ステップ 818 でレジスタ j に未生成のチャンネル番号をセットし、ステップ 819 で j チャンネルの楽音波形を生成する。次にステップ 820 で、生成した楽音波形を、当該チャンネルの波形を足し込むべきトラックの PC バッファの先行時刻 ST の位置に足し込み、ステップ 809 に進む。

【0046】

図 9 は、図 3 のステップ 307 の楽音生成処理の処理手順を示す。まずステップ 901 で、現在時刻 GT に 1 加算する。次にステップ 902 で、現在時刻 GT と先行時刻 ST とを比較する。現在時刻 GT が先行時刻 ST より進んでいるとき、すなわち先行波形が全くできていないときは、ステップ 903 で先行時刻 ST に現在時刻 GT をセットし、ステップ 912 で先行時刻 ST の曲データを再生し、ステップ 904 で全トラックの PC バッファの先行時刻 ST の位置をゼロクリアし、ステップ 905 に進む。なお、ステップ 912 は、ステップ 816 と同様の処理である。ステップ 902 で現在時刻 GT と先行時刻 ST とが一致しているときは、そのままステップ 905 に進む。

【0047】

ステップ 902 で現在時刻 GT より先行時刻 ST が進んでいるときは、先行して波形が作ってあるということだから、ステップ 910 に進み、追加キャンセル（図 7 のステップ 705 の指示）があるか否か判定する。追加キャンセルがあれば、先行時刻 ST は進んでいるが、まだ手直しが必要ということであるから、手直し分を作るためステップ 905 に進む。ステップ 910 で追加キャンセルがなければ、先行波形は完成されているということだから、そのまま再生するためステップ 911 に進む。

【0048】

ステップ 905 では、波形データを先行生成する時間があるか否か判定する。生成する時間があるときは、ステップ 906 で、現在時刻 GT の全発音チャンネル生成済か否か判定する。ステップ 905 で生成時間がないとき、またはステップ 906 で現在時刻 GT の全発音チャンネルが生成済であったときは、ステップ 911 に進み、現在時刻 GT の全トラックの PC バッファの再生許可を行ない、処理を終了する。ステップ 906 で現在時刻 GT の全発音チャンネル生成済でないときは、ステップ 907 でレジスタ i に未生成のチャンネル番号をセットし、ステップ 908 で i チャンネルの楽音波形を生成し、ステップ 909 で生成した楽音波形をそのチャンネルの波形を足し込むべき PC バッファの現在時刻 GT の位置に足し込み、ステップ 905 に戻る。ステップ 911 の再生許可により、PC バッファの現在時刻 GT の波形データが空になった P バッファに転送され次の再生に用いられる。

【0049】

上記実施の形態において、曲データに基づく自動演奏は、図 8 のステップ 816 に示されている。一方、図 6 および図 7 には、リアルタイムに入力する MIDI データに基づくノートオン/ノートオフ処理が示されている。図 9 のステップ 905 ~ 909 の処理、図 8 のステップ 812、ステップ 803 ~ 804、ステップ 818 ~ 820 の処理は、それぞれ、それらのノートオン等のイベントに応じて発音制御レジスタに設定された発音チャンネルの発音制御データに基づいて、対応する楽音波形データを形成する処理である。

【0050】

上記実施の形態では、空き時間処理で先行して波形生成を行ない、P バッファのうちの半分のバッファが空になったときに先行生成してある波形を楽音生成処理で P バッファに転送し、再生することができる。この際、例えば空き時間処理では空き時間が足りなくても必要なチャンネルの波形生成ができない事態が発生しても、処理できる限りのチャンネルについては波形生成して PC バッファに足し込むので、その時点で先行生成してある波形データで再生される。したがって、波形生成ができなくなっても、音が途切れるあるいはノイズが発生するということはない。また、既に先行生成されている波形に対して、追加の発音制御データが発生した場合、その追加分について波形生成して既に先行生成されている波形に足し込むので、追加の発音も適正に処理される。

【0051】

さらに、例えば追加が指示されているときにさらに次の追加が来たときなど、ノートオンの処理ができない事態が発生した場合は、その時刻とノートオンを追加発音開始待ちとしてTバッファに格納して待機しておき、後に処理可能になったときに、そのノートオンを処理する。したがって、ノートオンの処理ができない事態が発生した場合でも、後でできる限りの追加分の処理が為される。

【0052】

また、発音開始指示においては楽音の発生開始すべき時刻からの遅れを検出し、遅れが小さい場合は立ち上がり部から開始する楽音を生成し、遅れが大きい場合は持続部から開始する楽音を生成しているので、不自然な楽音にならない。

【図面の簡単な説明】

10

【0053】

【図1】この発明の一実施形態に係る電子楽器の構成図

【図2】再生用バッファの構成およびデータの流れを示す図

【図3】ソフト音源に係るメインルーチンの処理手順を示すフローチャート図

【図4】MIDI受信イベント処理の処理手順を示すフローチャート図

【図5】MIDI制御イベント処理の処理手順を示すフローチャート図

【図6】ノートオン処理の処理手順を示すフローチャート図

【図7】ノートオフ処理の処理手順を示すフローチャート図

【図8】空き時間処理の処理手順を示すフローチャート図

【図9】楽音生成処理の処理手順を示すフローチャート図

20

【図10】ミキサ/エフェクト設定の一例を示す図

【符号の説明】

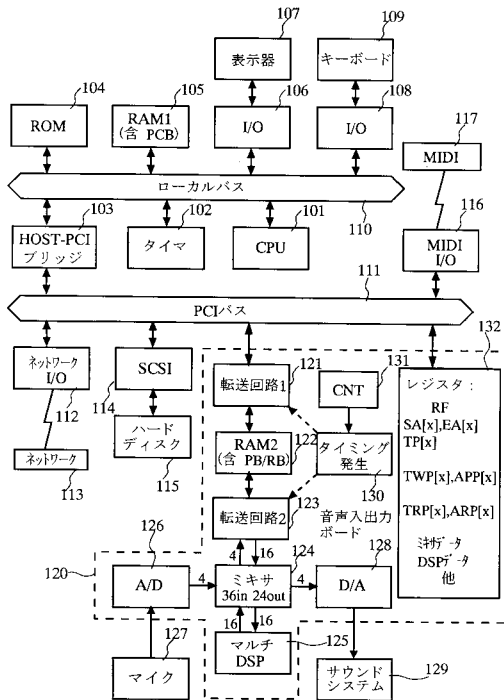
【0054】

101...CPU(中央処理装置)、102...タイマ、103...、HOST(ホスト)-PCI(Peripheral Component Interconnect)ブリッジ、104...リードオンリメモリ、105...ランダムアクセスメモリ(RAM)、106...表示用入出力(I/O)インターフェース、107...表示器、108...キーボードI/Oインターフェース、109...キーボード、110...ローカルバス、111...PCIバス、112...ネットワークI/Oインターフェース、114...SCSI(Small Computer System Interface)、115...ハードディスク、116...MIDIインターフェース。

30

【図 1】

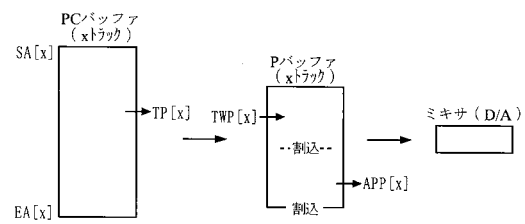
本発明に係る楽音発生方法を適用した装置の全体図



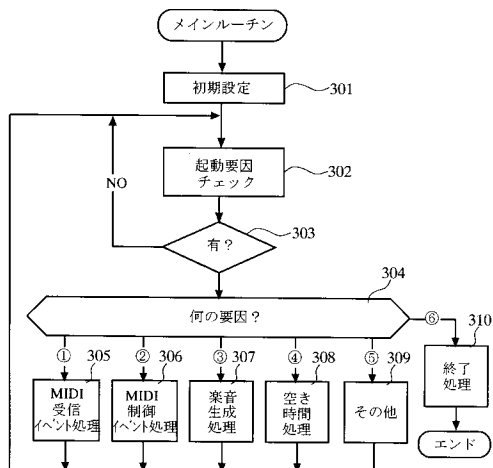
【図 2】

再生用バッファの構成とデータの流れ

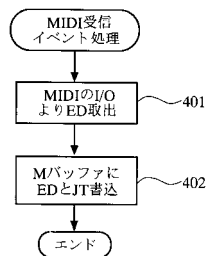
(x=0,1,2,3)



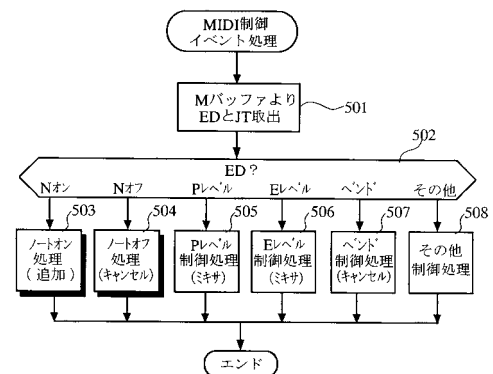
【図 3】



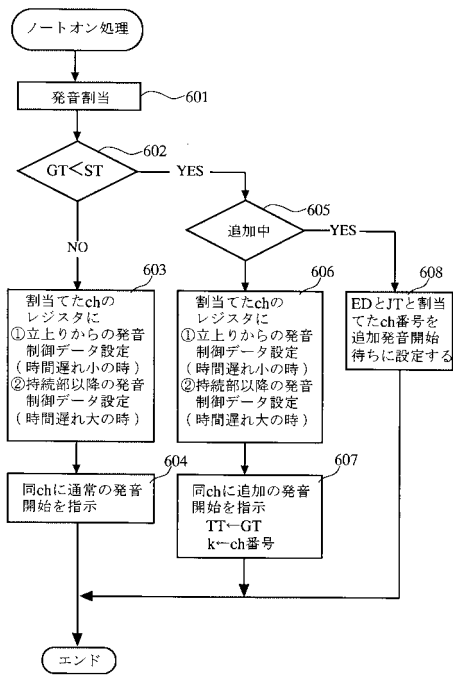
【図 4】



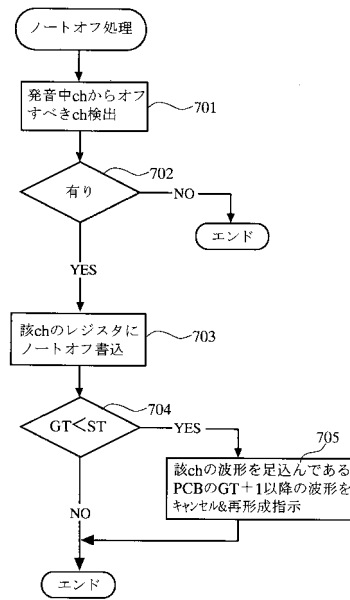
【図 5】



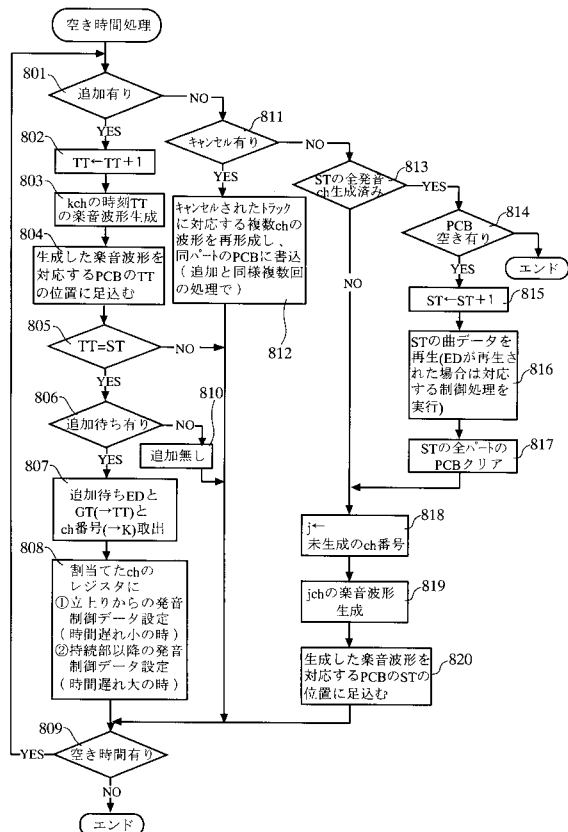
【図 6】



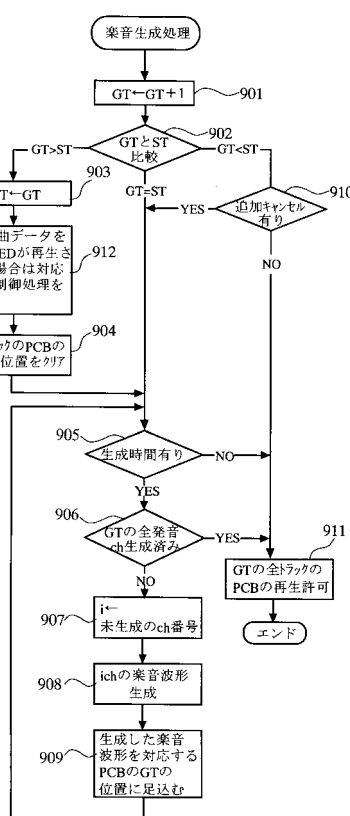
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

ミキサ／エフェクト設定例

