(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3633963号
(P3633963)
(45)発行日　平成17年3月30日(2005.3.30)　(24)登録日　平成17年1月7日(2005.1.7)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G10H 7/08	G10H	7/00	531
G10H 1/08	G10H	1/08	

請求項の数 9　(全 77 頁)

(21)出願番号	特願平6-219324
(22)出願日	平成6年9月14日(1994.9.14)
(65)公開番号	特開平8-146965
(43)公開日	平成8年6月7日(1996.6.7)
審査請求日	平成12年2月18日(2000.2.18)
審判番号	不服2003-20371(P2003-20371/J1)
審判請求日	平成15年10月20日(2003.10.20)

(73)特許権者　000001410
株式会社河合楽器製作所
静岡県浜松市寺島町２００番地
(74)代理人　100092130
弁理士　若原　誠一
(72)発明者　石井　克氏
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　橋爪　正樹
審判官　藤内　光武

(56)参考文献　特開平３－３６６００（ＪＰ，Ａ）

(54)【発明の名称】楽音生成装置及び楽音生成方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

楽音のフォルマントの各周波数成分を合成した波形のフォルマント形状信号を発生するフォルマント形状信号発生手段と、

このフォルマント形状信号発生手段で発生されるフォルマント形状信号に合成されるフォルマント中心信号を発生するフォルマント中心信号発生手段であって、このフォルマント中心信号は、上記フォルマント形状信号に合成されることにより、上記フォルマント形状信号の音高または基本周波数が決定され、

このフォルマント中心信号発生手段によって発生されたフォルマント中心信号と、上記フォルマント形状信号発生手段によって発生されたフォルマント形状信号とを合成するフォルマント合成手段と、

上記楽音の音楽的ファクタを発生する音楽的ファクタ発生手段と、

この音楽的ファクタ発生手段で発生された音楽的ファクタに応じて、上記フォルマント合成手段によって合成された複数のフォルマント合成信号をさらに合成して、このフォルマント合成信号の数を制御するフォルマント合成信号制御手段とを備えたことを特徴とする楽音生成装置。

【請求項２】

楽音のフォルマントの各周波数成分を合成した波形のフォルマント形状信号を発生するフォルマント形状信号発生手段と、

このフォルマント形状信号発生手段で発生されるフォルマント形状信号に合成されるフォ

ルマント中心信号を発生するフォルマント中心信号発生手段であって、このフォルマント中心信号は、上記フォルマント形状信号に合成されることにより、上記フォルマント形状信号の音高または基本周波数が決定され、
このフォルマント中心信号発生手段によって発生されたフォルマント中心信号と、上記フォルマント形状信号発生手段によって発生されたフォルマント形状信号とを合成する第１のフォルマント合成手段と、
この第１の合成手段で合成された複数のフォルマント合成信号をさらに合成する第２のフォルマント合成手段と、
上記音楽的ファクタを発生する音楽的ファクタ発生手段と、
この音楽的ファクタ発生手段で発生された音楽的ファクタに応じて、上記第２のフォルマント合成手段によって合成されたフォルマント合成信号の数を制御するフォルマント合成信号制御手段とを備えたことを特徴とする楽音生成装置。
【請求項３】
上記フォルマント形状信号発生手段は複数のフォルマント形状信号を発生し、上記フォルマント中心信号発生手段は複数のフォルマント中心信号を発生し、上記フォルマント合成手段は、これら複数のフォルマント形状信号と複数のフォルマント中心信号とをそれぞれ合成し、１つの楽音として出力することを特徴とする請求項１または２記載の楽音生成装置。
【請求項４】
上記フォルマント合成信号制御手段は、１フォルマントごとに制御を行うことを特徴とする請求項１記載の楽音生成装置。
【請求項５】
上記フォルマント合成信号制御手段は、１楽音ごと、１系列ごとまたは全楽音につき制御を行うことを特徴とする請求項２記載の楽音生成装置。
【請求項６】
楽音のフォルマントの各周波数成分を合成した波形のフォルマント形状信号を発生し、
この発生されるフォルマント形状信号に合成されるフォルマント中心信号を発生することであって、このフォルマント中心信号は、上記フォルマント形状信号に合成されることにより、上記フォルマント形状信号の音高または基本周波数が決定され、
この発生されたフォルマント中心信号と、上記発生されたフォルマント形状信号とを合成し、
発生された上記楽音の音楽的ファクタに応じて、上記合成された複数のフォルマント合成信号をさらに合成して、このフォルマント合成信号の数を制御することを特徴とする楽音生成方法。
【請求項７】
楽音のフォルマントの各周波数成分を合成した波形のフォルマント形状信号を発生し、
この発生されるフォルマント形状信号に合成されるフォルマント中心信号を発生することであって、このフォルマント中心信号は、上記フォルマント形状信号に合成されることにより、上記フォルマント形状信号の音高または基本周波数が決定され、
この発生されたフォルマント中心信号と、上記発生されたフォルマント形状信号とを合成し、
この合成された複数のフォルマント合成信号をさらに合成し、
発生された上記楽音の音楽的ファクタに応じて、上記さらに合成されたフォルマント合成信号の数を制御することを特徴とする楽音生成方法。
【請求項８】
上記発生された楽音の音楽的ファクタに応じて、上記発生されるフォルマント中心信号の数を制御するフォルマント中心信号制御手段をさらに備えていることを特徴とする請求項１または２記載の楽音生成装置。
【請求項９】
上記発生された楽音の音楽的ファクタに応じて、上記発生されるフォルマント中心信号の

数を制御することを特徴とする請求項６または７記載の楽音生成方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、楽音生成装置及び楽音生成方法に関し、楽音の特定フォルマントの各周波数成分を合成した波形のフォルマント波形信号の生成に関する。
【０００２】
【従来技術】
従来、楽音生成装置の分野では、フォルマントに関する制御を行うような装置は、ほとんどなかった。ただ、特定フォルマントに対応した複数の特定周波数帯域の各周波数成分を合成したフォルマント形状信号をメモリにそれぞれ記憶しておき、このメモリに読み出しアドレスデータを供給して、記憶されたフォルマント形状信号を読み出す装置はある。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、このような装置では、単にフォルマント形状信号を読み出すだけであり、単調で楽音をいろいろと変化させることができなかった。例えば、指定される音高が変化すると、これに応じて上記読み出しアドレスデータのインクリメント速度を変化させることになる。これにより、音高に応じたフォルマント形状信号を生成することはできる。しかし、これに応じてフォルマント形状信号のフォルマントの幅及びフォルマント形状信号のフォルマントの各周波数成分の密度も、音高の変化に比例して変化してしまう。この比例変化が許容される場合はよいが、変化が許容されなかったり、比例変化以外の変化が要求されることも多い。したがって、音高の変化に応じて任意のフォルマント形状信号を発生させることはできなかった。
【０００４】
本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、音高その他の変化があっても、フォルマント形状信号の内容を任意に変化させることにある。
【０００５】
【課題を解決するための手段及び作用】
上記目的を達成するために、本発明は、音楽的ファクタに応じて、複数のフォルマント合成信号の周波数、振幅または数を制御するようにした。また本発明は、音楽的ファクタに応じて、複数のフォルマント合成信号をさらに合成した信号の周波数、振幅または数を制御するようにした。これにより、１つの楽音の変化の内容を豊富にすることができる。
【０００６】
【実施例】
１．全体回路
図１は楽音生成装置の全体回路を示す。演奏情報発生部１０からは音高情報その他の演奏情報が発生される。この演奏情報発生部１０は、マニュアル操作によって演奏される発音指示装置、自動演奏装置またはインターフェイスであって、この演奏情報発生部１０から、上記演奏情報すなわち、音高情報（音域情報）、発音開始からの経過時間情報、演奏パート情報、楽音パート情報、楽器パート情報等の音楽的ファクタ情報が発生される。発音指示装置は、キーボード楽器、弦楽器、吹奏楽器、打楽器、コンピュータのキーボード等である。自動演奏装置は、記憶された演奏情報を自動的に再生するものである。インターフェイスは、ＭＩＤＩ（ミュージカルインスツルメントデジタルインターフェイス）等、接続された装置からの演奏情報を受け取ったり、送り出したりする装置である。
【０００７】
さらに、この演奏情報発生部１０には各種スイッチが設けられ、この各種スイッチは音色タブレット、エフェクトスイッチ、リズムスイッチ、ペダル、ホイール、レバー、ダイヤル、ハンドル、タッチスイッチ等であって楽器用のものである。この各種スイッチより、音楽的ファクタ情報が入力され、この音楽的ファクタ情報は音色情報、タッチ情報（発音指示操作の速さ／強さ）、エフェクト情報、リズム情報、音像（ステレオ）情報、クオン

タイズ情報、変調情報、テンポ情報、音量情報、エンベロープ情報、発音開始からの経過時間等である。

【０００８】

これら音楽的ファクタ情報も上記演奏情報に含まれ、上記各種スイッチより入力されるほか、上記自動演奏情報に含まれたり、上記インターフェイスで送受される演奏情報に含まれる。なお、上記タッチスイッチは上記発音指示装置の１つ１つに対応して設けられており、タッチの速さと強さを示すイニシャルタッチデータとアフタタッチデータとが発生される。上記音色情報は、鍵盤楽器（ピアノ等）、管楽器（フルート等）、弦楽器（バイオリン等）、打楽器（ドラム等）の楽器音等に対応している。上記エンベロープ情報は、エンベロープレベル、エンベロープフェーズなどである。上記演奏パート情報、楽音パート情報、楽器パート情報は、例えばメロディ、伴奏、コード、ベース等、または上鍵盤、下鍵盤、足鍵盤等に対応している。このような音楽的ファクタ情報は、コントローラ２０へ送られ、後述の各種信号、データ、パラメータの切り換えが行われる。

【０００９】

上記演奏情報はコントローラ２０で処理され、各種データがフォルマント制御パラメータ発生部４０、フォルマント形状波形発生部５０及び累算部７０へ送られ、フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）が発生される。コントローラ２０はＣＰＵ等からなっている。プログラム／データ記憶部２１はＲＯＭ、ＲＡＭ等の記憶装置からなり、このプログラム／データ記憶部２１には、コントローラ２０が各種処理を行うためのプログラムや、上述した各種データとその他の各種データが記憶される。この各種データには時分割処理に必要なデータや時分割チャンネルへの割当のためデータ等も含まれる。

【００１０】

フォルマント制御パラメータ発生部４０、フォルマント形状波形発生部５０及びフォルマント波形発生部６０より、フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）が時分割に発生される。Ｗｊ（ｔ）の“ｊ”は時分割処理の分割次数またはチャンネルナンバを示す。フォルマント制御パラメータ発生部４０からは、フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）を生成するのに必要な各種パラメータ、すなわちフォルマント制御パラメータωｃｊ（ｔ）、ωｆｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ）等が発生される。

【００１１】

このパラメータの詳細は後述する。フォルマント形状波形発生部５０及びフォルマント波形発生部６０では、入力される上記フォルマント制御パラメータに基づいて、フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）が読み出され発生され合成される。このフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）は累算部７０で系列チャンネルごとに累算合成され、音響出力部８０より楽音として放音出力される。

【００１２】

タイミング発生部３０からは、楽音生成装置の全回路の同期を取るためのタイミングコントロール信号が各回路に出力される。このタイミングコントロール信号には、各周期のクロック信号のほか、これらのクロック信号を論理積または論理和した信号、時分割処理のチャンネル分割時間の周期を持つ信号、チャンネルナンバデータｊなどがある。

【００１３】

２．フォルマント制御パラメータとフォルマント

図２、図３及び図４は上述のフォルマント制御パラメータとフォルマントとの関係を示す。図２は、フォルマントとフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）との対応を簡単な例で示したものである。図２（ａ１）は周波数スペクトル成分の第１次高調波（基本波）、第２次高調波、第３次高調波……が、順次等差的にレベルが小さくなっていくことを示している。この（ａ１）のフォルマント形状は半三角形となっている。この（ａ１）の楽器音のフォルマントに対応した特定周波数帯域の各周波数成分を合成したフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は図２（ａ２）のような波形となる。

【００１４】

図２（ｂ１）は図２（ａ１）の周波数スペクトル成分のうち、奇数次の成分のみを選んだ

ものである。この（ｂ１）のフォルマント形状も半三角形であるが、合成したフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は図２（ｂ２）のような波形となる。図２（ｃ１）は図２（ａ１）の周波数スペクトル成分の各次のレベルを変化させたものである。この（ｃ１）のフォルマント形状は二山形であり、合成したフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は図２（ｃ２）のような波形となる。

【００１５】

ここに示したフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は一例であり、フォルマントの形状を変えることによって種々の種類のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）が実現される。この種々の種類のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）が、後述するフォルマント形状波形メモリ５３に記憶されている。なお、図２（ａ１）（ｂ１）（ｃ１）の周波数スペクトル成分の各周波数は整数倍比であるが、非整数倍比であってもよく、この非整数倍比のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）もフォルマント形状波形メモリ５３に記憶される。

【００１６】

図３（ａ）は、図２（ａ２）のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）をフォルマント制御パラメータの１つのフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）に応じた速度で読み出して、フォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃ（ｔ）をフォルマント中心信号（基本波）として合成したところの楽音波形の周波数スペクトル成分を示している。フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）にフォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃ（ｔ）を合成したところの合成信号の周波数スペクトルはフォルマントキャリアパラメータωｃを中心として、両側に図２（ａ１）のフォルマントが形成される。上記フォルマントキャリアパラメータωｃは、上記フォルマントキャリア信号（フォルマント中心信号）ｃｏｓωｃ（ｔ）の周波数を決定している。

【００１７】

この図２（ａ２）のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）をフォルマント密度パラメータωｆに応じた速度で読み出すと、図３（ａ）のようにフォルマントの幅が上下に±７ωｆをもち、２倍の２ωｆのフォルマント密度パラメータに応じた速度でこのフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）を読み出すと、図３（ｂ）のようにフォルマントの幅が上下に±１４ωｆをもち、フォルマントの幅がひろがる。

【００１８】

このように、フォルマント密度パラメータωｆはフォルマントの幅すなわちフォルマントの各周波数成分の密度を決定している。また、フォルマント密度パラメータωｆの値が変化すると、フォルマント自体が周波数軸上でスライドし、フォルマント密度パラメータωｆはフォルマントの周波数軸上における位置も決定している。

【００１９】

図４（ａ）は、各フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）に応じた各種フォルマントの形状を示し、半三角形、つぼ形、三角形、長方形などを示している。このフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）に応じたフォルマントの形状は、他にも半円形、山形、二山形等種々あり、これらの単一フォルマントを重なるようにまたは重ならないように複数組み合わせた複数フォルマントもある。このフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）にフォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃ（ｔ）を合成すると、図４（ｂ）のように両側に対称のフォルマントが形成される。従って、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）のフォルマントの形状自体が同じであっても、このフォルマントを周波数軸上でシフトすれば、フォルマントキャリア信号が合成されたとき、異なるフォルマントとなり、この結果合成出力される楽音の性質も異なってくる。

【００２０】

上記フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）には、フォルマント形状バイアスパラメータｄｊ（ｔ）が加算される。この加算後の信号もフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）と呼ぶ。このフォルマント形状バイアスパラメータｄｊ（ｔ）はフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）のレベルまたはバイアスを決定するファクタであり、このフォルマント形状バイアスパラメータｄｊ（ｔ）の大きさによってフォルマントの強さが決定される。フォルマント形状バ

イアスパラメータｄｊ（ｔ）の加算は、乗算であってもよいし、この乗算と上記加算両方を行ってもよいし、後述する種々の演算（１）等であってもよい。

【００２１】

上記フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）をフォルマント中心信号たるフォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｔに乗算合成することにより、音高に応じた楽音が実現される。この場合、フォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｔを中心として、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）が高調波成分としてでなく、低調波成分としても合成され、合成される楽音に拡がりが生じる。

【００２２】

なお、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）（フォルマント形状信号ＦＦｊ（ｔ））の読み出し速度を決定するフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）が指定音高に応じて変われば、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）自体は音高に応じたものになるが、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）のフォルマント密度が音高とは独立に制御されることはできなくなる。フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）のフォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｔへの乗算は、加算であってもよいし、この加算と上記乗算両方を行ってもよいし、後述する種々の演算（１）等であってもよい。

【００２３】

フォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｔには、フォルマントキャリアレベルパラメータａｊ（ｔ）が乗算されるとともに、フォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）が加算される。フォルマントキャリアレベルパラメータａｊ（ｔ）及びフォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）はフォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｔのレベルを決定するファクタであり、両パラメータの大きさによって楽音全体の強さが決定される。フォルマントキャリアレベルパラメータａｊ（ｔ）は振幅変調信号と同じ性質をもち、このフォルマントキャリアレベルパラメータａｊ（ｔ）の値を変えることにより、振幅変調のエフェクトのほか、エンベロープ制御、音像定位制御、発音開始からの経過時間の計測等も可能となる。

【００２４】

上記フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）は上記フォルマント制御パラメータωｃｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ）及びフォルマント形状信号ＦＦｊ（ｔ）によって、以下のように表わされる。

【００２５】

$$Wj(t) = \{aj(t) \cdot \cos\omega cj(t) + cj(t)\} \times \{Ffj(t) + dj(t)\}$$

フォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｔは、フォルマント形状信号ＦＦｊ（ｔ）に応じたフォルマントのピーク点のフォルマント中心信号と一致するが、一致しないこともある。例えば、フォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｔのレベルがフォルマント形状信号ＦＦｊ（ｔ）に応じたフォルマントピーク点のレベルより低い場合である。これは、上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ）の各値を適当に選択することによって達成される。

【００２６】

３．フォルマント制御パラメータ発生部４０

図５は、上記フォルマント制御パラメータ発生部４０を示す。上記演奏方法に応じたフォルマント制御パラメータはコントローラ２０によってパラメータ記憶部４１に書き込まれる。このフォルマント制御パラメータは関数演算部４２で演算処理され、再びパラメータ記憶部４１に書き込まれ、これによりフォルマント制御パラメータωｆｊ（ｔ）、ωａｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ）が書き換えられていく。

【００２７】

このフォルマント制御パラメータ発生部４０は、上記フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）、フォルマントキャリアレベルパ

ラメータａｊ（ｔ）、フォルマント形状バイアスパラメータｄｊ（ｔ）、フォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）の演算のそれぞについて５つ存在し、各フォルマント制御パラメータωｆｊ（ｔ）、ωｃｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ）がパラレルに生成される。

【００２８】

４．パラメータ記憶部４１

図６は上記パラメータ記憶部４１を示す。このパラメータ記憶部４１も各フォルマント制御パラメータωｆｊ（ｔ）、ωｃｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ）に対応して５つ存在する。以下の説明では、この５つの中の１つのパラメータ記憶部４１及びフォルマント制御パラメータＶａｌｊ（Ｖｊ）について述べる。

【００２９】

コントローラ２０からのフォルマント制御パラメータＣＤは、セレクタ４１２を経てパラメータメモリ４１１に書き込まれる。この書き込みは、例えば発音開始時、すなわち発音操作のイベント信号の発生時または発音される楽音のチャンネルへの割当時である。このフォルマント制御パラメータＣＤは、フォルマント制御パラメータＴＤとして書き込まれ、このフォルマント制御パラメータＴＤはスピードデータＳＰ、目標データＯ及びミニデータＭｉｎからなっている。

【００３０】

スピードデータＳＰはフォルマント制御パラメータの演算スピードすなわち演算ステップ値を示し、目標データＯは演算の目標値を示し、ミニデータＭｉｎは目標データＯより差引いて、目標データＯの手前のデータを求める値を示している。これらスピードデータＳＰ、目標データＯ及びミニデータＭｉｎのコントローラ２０による選択は、上述の演奏情報発生部１０より入力される音色、タッチ、音域などの上記音楽的ファクタ情報、後述する発音開始からの経過時間、エンベロープレベル、エンベロープフェーズまたは操作者の設定指示に基づく。また、これらスピードデータＳＰ、目標データＯ及びミニデータＭｉｎは、操作者によって演奏情報発生部１０より入力されたりする。

【００３１】

従って、上記プログラム／データ記憶部２１には上記音楽的ファクタ情報、発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズと、スピードデータＳＰ、目標データＯ及びミニデータＭｉｎ等との対応テーブルが設けられる。この対応テーブルの記憶は、階層的である。例えば、各データＳＰ、Ｏ及びＭｉｎ等は複数の音色ごとに記憶され、このうち１つの音色のデータは複数の楽器パート（音域）ごとに記憶され、このうち１つの楽器パート（音域）のデータはタッチごとに記憶され、このうち１つのタッチのデータは発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに記憶され……である。

【００３２】

したがって、各フォルマント制御パラメータＶａｌｊ（ωｆｊ（ｔ）、ωｃｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ））は、音色、タッチ、音域などの上記音楽的ファクタ情報、発音開始からの経過時間、エンベロープレベル、エンベロープフェーズまたは操作者の設定指示に基づいて変化する。

【００３３】

この場合、上記音楽的ファクタには、後述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成されることができる。なお、上記発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルごとの記憶は省略され、各データＳＰ、Ｏ及びＭｉｎに対し、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが修正合成されてもよい。この修正合成は、後述する種々の演算（１）等によるものであり、図５のパラメータ記憶部４１の出力端または関数演算部４２の出力端に、発音経過時間またはエンベロープレベルが修正合成される演算装置が設けられる。

【００３４】

また、パラメータメモリ４１１には、フォルマント制御パラメータＶも記憶されている。このフォルマント制御パラメータＶは、上記フォルマント制御パラメータＴＤが関数演算部４２で演算されたパラメータである。このフォルマント制御パラメータＶは、パラメータ値Ｖａｌ、リクエストデータＲｅｑ及び終了データＥｎｄからなっている。

【００３５】

パラメータ値Ｖａｌはフォルマント制御パラメータの値であって、上記演算された値である。リクエストデータＲｅｑは演算値が目標まで達して、次の演算に入ることを要求するデータである。終了データＥｎｄはパラメータ値Ｖａｌが“０”になってすべての演算が終了したことを示すデータである。

【００３６】

これらフォルマント制御パラメータＴＤ（ＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ）、Ｖは時分割チャンネルに応じた組数だけパラメータメモリ４１１に記憶されており、第ｊチャンネルのフォルマント制御パラメータＳＰｊ、Ｏｊ、Ｍｉｎｊ、Ｖｊは、ラッチ４１５を介して、上記関数演算部４２で演算されて、フォルマント制御パラメータＶｊ＋として上記セレクタ４１２を介してパラメータメモリ４１１に再度書き込まれる。

【００３７】

また、パラメータメモリ４１１のフォルマント制御パラメータＲｅｑ、Ｅｎｄは、トライステートバッファ４１６を介してコントローラ２０へ送られ、次の演算に必要なフォルマント制御パラメータＴＤ（ＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ）のリクエストが行われる。これにより、コントローラ２０によって、上記エンベロープフェーズが各楽音ごとにカウントされる。この場合、チャンネルへの新たな楽音の割り当て時にエンベロープフェーズはクリアされ、リクエストデータＲｅｑがコントローラ２０へ供給されるごとに＋１される。このようなエンベロープフェーズに基づき、上記コントローラ２０によって、上述または後述の各種信号、データ及びパラメータの切り換えが行われる。

【００３８】

パラメータメモリ４１１のアドレスデータ及び読み出し／書き込み信号Ｒ／Ｗは、コントローラ２０よりセレクタ４１３を介してパラメータメモリ４１１に供給され、またアドレスカウンタ４１４よりセレクタ４１３を介してパラメータメモリ４１１に供給される。読み出し／書き込み信号Ｒ／Ｗは、上記トライステートバッファ４１６にもセット信号として供給される。

【００３９】

上記セレクタ４１２、４１３にはセレクト信号Ｓ１が供給され、セレクトされるデータが切り換えられる。また、ラッチ４１５には、ラッチ信号ＬＰ１が供給される。このラッチ信号ＬＰ１の周期はチャンネル分割時間に等しい。このラッチ信号ＬＰ１、上記セレクト信号Ｓ１、アドレスカウンタ４１４のカウント信号Ｔはタイミング発生部３０より供給される。

【００４０】

５．パラメータ記憶部４１の動作

図７はパラメータ記憶部４１の動作のタイムチャートを示す。第ｊチャンネルのフォルマント制御パラメータＶｊの読み出し、ｊチャンネルのフォルマント制御パラメータＴＤの読み出し、コントローラ２０のアクセス及びｊチャンネルの演算後のフォルマント制御パラメータＶｊｔ＋の書き込みが順次切り換えられて繰り返される。なお、フォルマント制御パラメータＴＤの書き込みはコントローラ２０のアクセスのタイミングで行われる。

【００４１】

ラッチ４１５の出力は、上述の読み出し及び書き込みのタイミングより１ステップ遅れるので、図７に示すとおりとなる。セレクト信号Ｓ１は、コントローラ２０のアクセスのときのみローレベルとなる。

【００４２】

６．関数演算部４２

図８及び図９は上記関数演算部４２を示す。図８の関数演算部４２はリニアな演算を行い

、図９の関数演算部４２はエクスポーネンシャルな演算を行う。上記パラメータ値Ｖａｌｊはアダー４２４でエクスクルシブオアゲート群４２３を経たスピードデータＳＰｊと加算され、アンドゲート群４２５を介して新たなパラメータ値Ｖａｌｊ＋として出力される。

【００４３】

上記パラメータ値Ｖａｌｊはインバータ群４２１でプラスマイナス反転され、アダー４２２で目標データＯｊに加算されて＋１される。これにより、目標データＯｊよりパラメータ値Ｖａｌｊが減算されることになる。この減算データの符号ビットＳＢは、上記エクスクルシブオアゲート群４２３に供給されるとともに上記アダー４２４に＋１する信号として供給され、これによりパラメータ値Ｖａｌｊより目標データＯｊが小さいとき、スピードデータＳＰｊがプラスマイナス反転され、パラメータ値Ｖａｌｊよりスピードデータ ＳＰｊが減算される。

【００４４】

上記アダー４２２からの減算されたデータはエクスクルシブオアゲート群４２６を介してコンパレータ４２７に供給される。エクスクルシブオアゲート群４２６には、上記符号ビットＳＢが供給されており、上記減算されたデータがマイナス値のときプラス値に反転される。これにより、エクスクルシブオアゲート群４２６より、パラメータ値Ｖａｌｊと目標データＯｊとの差の絶対値｜Ｏｊ－Ｖａｌｊ｜が出力される。

【００４５】

この差｜Ｏｊ－Ｖａｌｊ｜はコンパレータ４２７で上記ミニデータＭｉｎｊと比較され、ミニデータＭｉｎｊより差｜Ｏｊ－Ｖａｌｊ｜が小さくなれば、コンパレート信号が上記リクエストデータＲｅｑｊ＋として出力される。また、上記アダー４２４からのパラメータ値Ｖａｌｊの符号ビットＳＢはインバータ４２８を介して反転され上記終了データＥｎｄｊ＋として出力される。従って、この終了データＥｎｄｊ＋はパラメータ値Ｖａｌｊの演算が終了してマイナス値になったときのみハイレベルとなる。この終了データＥｎｄｊ＋は上記アンドゲート群４２５に供給され、パラメータ値Ｖａｌｊ＋の値を“０”にする。上述の演算は以下のようになる。

【００４６】

Ｖａｌｊ＋＝Ｖａｌｊ±ＳＰｊ

図９のエクスポーネンシャルな演算を行う関数演算部４２では、インバーター群４２１及びアダー４２２を介してパラメータ値Ｖａｌｊと目標データＯｊとの差（減算）データ（Ｏｊ－Ｖａｌｊ）が求められ、この差データがマルチプライヤ４２９でスピードデータＳＰｊと乗算されて、アダー４２４でパラメータ値Ｖａｌｊに加算され、アンドゲート群４２５よりパラメータ値Ｖａｌｊ＋として出力される。他は上述の図８の関数演算部４２と同じである。上述の演算は以下のようになる。

【００４７】

Ｖａｌｊ＋＝（Ｏｊ－Ｖａｌｊ）×ＳＰｊ＋Ｖａｌｊ

上記フォルマント制御パラメータＴＤ（スピードデータＳＰ、目標データＯ及びミニデータＭｉｎ）、リクエストデータＲｅｑ及び終了データＥｎｄは、エンベロープ波形のアタック、ディケイ、サスティン及びリリースの各フェーズのエンベロープレベルを演算するのに使われたり、または発音開始から発音終了までの経過時間を演算するのに使われる。

【００４８】

この場合、この演算されたデータである次述するフォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）がエンベロープレベルを表わし、フォルマント制御パラメータｃｊ（ｔ）またはｄｊ（ｔ）が発音開始からの経過時間を表わす。そして、スピードデータＳＰが大きくまたは目標データＯが小さければ、演算結果データがエンベロープレベルとして用られることができ、スピードデータＳＰが小さくまたは目標データＯが大きければ、演算結果データが発音開始からの経過時間として用いられことができる。このようなエンベロープレベル及び発音開始からの経過時間は、上記コントローラ２０へ送られ、上述または後述の各種信号、データ及びパラメータの切り換えが行われる。

【００４９】
この演算されたデータが上記各フォルマント制御パラメータＶａｌｊ（ωｆｊ（ｔ）、ωｃｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ））となるが、パラメータωｆｊ（ｔ）、ωｃｊ（ｔ）のみを固定値としたり、パラメータａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ）も固定値または互いに同一値としてもよい。そうすれば関数演算部４２が単一になったり、または関数演算部４２の一部が省略できる。なお、パラメータωｆｊ（ｔ）、ωｃｊ（ｔ）を変化させることにより、周波数変調を実行したり、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）のフォルマントの各周波数成分の密度を上記エンベロープまたは発音開始からの経過時間に応じて変化させることができる。

【００５０】
この関数演算部４２での演算は、デジタルシグナルプロセッサまたは演算回路等による演算式に基づいた演算であってもよい。また、演算された各パラメータ値Ｖａｌがメモリに記憶されて、これが順次読み出され、これにより上記演算に代えられてもよい。この場合、パラメータ値Ｖａｌとして、特願平４－２３０１３６号明細書記載のゆらぎデータメモリ２１からのゆらぎデータＳＷが使用されたり、特願平４－３４６０６３号明細書記載の周波数変調データＦＭ１～３、ＳＦＭ、振幅変調データＡＭ１～３、ＳＡＭが使用されてもよい。

【００５１】
なお、上記発音開始からの経過時間を示すフォルマント制御パラメータＶａｌｊ（ωｆｊ（ｔ）、ωｃｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ））の演算は、図８及び図９の回路ではなく、例えばタイムカウンタで行われてもよい。このタイムカウンタは、発音操作のイベント信号または発音される楽音のチャンネルへの割当時の信号によってリセットかつカウント開始され、固定周期または設定テンポに応じた周期のクロックパルス信号によってカウントされる。そして、このタイムカウンタでは、時分割にカウントが行われ、各チャンネルごとに発音開始からの経過時間がカウントされる。

【００５２】
さらに、後述する累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）または累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）はフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）またはフォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｔの読み出しアドレスである。この信号の繰り返し読み出し回数及び累算パラメータΣωｆｊ（ｔ）、Σωｃｊ（ｔ）（読み出しアドレス）の値も発音開始からの経過時間を示し、この値が発音開始からの経過時間として使用されることもできる。特に、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）またはフォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｔが立上がりから立上がり以降の複数周期記憶される場合、または発音開始から発音終了までの全周期記憶される場合には有効である。このような発音開始からの経過時間は、上記コントローラ２０へ送られ、上述または後述の各種信号、データ及びパラメータの切り換えが行われる。

【００５３】
また、図８及び図９の回路は、共に本楽音生成装置に設けられ、上記音楽的ファクタ、上記発音開始からの経過時間、エンベロープフェーズ、エンベロープレベルまたは操作者の設定指示に応じて切り換え選択可能である。この切り換えのためのデータとしては、上記演奏情報発生部１０からの音楽的ファクタまたは上記パラメータＶａｌｊ（ωｆｊ（ｔ）、ωｃｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ））の一部または全部が使用される。

【００５４】
７．フォルマント形状波形発生部５０

図１０は上記フォルマント形状波形発生部５０を示す。上記演算されたパラメータ値Ｖａｌｊの１つであるフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）は位相演算部５１で演算されてフォルマント密度記憶部５２に記憶される。このフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）は全チャンネル分記憶される。フォルマント密度記憶部５２に記憶されたフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）は各チャンネルごとに順次読み出されてフォルマント形状

波形メモリ５３に供給されるとともに、位相演算部５１に帰還されて累算される。この累算のスタート値すなわちリピートトップデータＴａはコントローラ２０より供給される。

【００５５】

フォルマント形状波形メモリ５３には、上述のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）が多数記憶され、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）がタッチ情報ごと、音域情報ごと、音色情報、上述の発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズ等ごとに記憶されている。

【００５６】

なお、フォルマント形状波形メモリ５３はフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）を他の音楽的ファクタ情報ごと、例えばエフェクト情報ごと、リズム情報ごと、音像（ステレオ）情報ごと、変調情報、演奏パート情報、楽音パート情報、楽器パート情報等ごとにも記憶可能である。この音楽的ファクタごとの記憶は、階層的である。例えば、各フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は複数の音色ごとに記憶され、このうち１つの音色のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は複数の楽器パート（音域）ごとに記憶され、このうち１つの楽器パート（音域）のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）はタッチごとに記憶され、このうち１つのタッチのフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに記憶され……である。

【００５７】

これに応じて、これらの各情報ごとのフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の選択は、上述のコントローラ２０からのリピートトップデータＴａに基づいて行われ、このリピートトップデータＴａのコントローラ２０による選択は上述の演奏情報発生部１０より入力される音色、タッチ、音域などの上記音楽的ファクタ情報、上述の発音開始からの経過時間、エンベロープレベル、エンベロープフェーズまたは操作者の設定指示等に基づく。また、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は、操作者によって演奏情報発生部１０より入力されたりする。

【００５８】

この場合、上記音楽的ファクタには、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化する上記フォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成されることができる。

【００５９】

なお、上記発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルごとの記憶は省略され、各フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）に対し、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが修正合成されてもよい。この修正合成は、後述する種々の演算（１）等によるものであり、図１０のフォルマント形状波形メモリ５３の出力端に、発音経過時間またはエンベロープレベルが修正合成される演算装置が設けられる。

【００６０】

これに応じて、上記プログラム／データ記憶部２１には上記音楽的ファクタ情報等とリピートトップデータＴａ、リピートエンドデータＥａ等との対応テーブルが設けられる。この対応テーブルの記憶は、上述のデータＳＰ、Ｏ及びＭｉｎまたはフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の記憶と同じように、階層的である。

【００６１】

これに応じて、これらリピートトップデータＴａ、リピートエンドデータＥａのコントローラ２０による選択は、上述の演奏情報発生部１０より入力される音色、タッチ、音域などの上記音楽的ファクタ情報、後述する発音開始からの経過時間、エンベロープレベル、エンベロープフェーズまたは操作者の設定指示等に基づく。また、リピートトップデータＴａまたはリピートエンドデータＥａは、操作者によって演奏情報発生部１０より入力されたりする。

【００６２】

この場合、上記音楽的ファクタには、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウン

トデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成されることができる。
【００６３】
なお、上記発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルごとの記憶は省略され、各リピートトップデータＴａ、リピートエンドデータＥａに対し、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが修正合成されてもよい。この修正合成は、後述する種々の演算（１）等のよるものであり、図１０のフォルマント密度記憶部５２の出力端から位相演算部５１の入力端にかけて、発音経過時間またはエンベロープレベルを修正合成する演算装置が設けられる。
【００６４】
上記フォルマント形状信号Ｆｆ（ｔ）に応じたフォルマントの形状は、上述したように図４に示す半三角形、つぼ形、三角形、長方形、半円形、山形、二山形等種々あり、さらにこれらの単一フォルマントを重なるようにまたは重ならないように複数組み合わせた複数フォルマントもある。
【００６５】
フォルマント形状波形メモリ５３より時分割に読み出されたフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は、アダー５４で上記フォルマント形状バイアスパラメータｄｊ（ｔ）と加算され、バイアスが付加されてフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）として上記フォルマント波形発生部６０へ送られる。このバイアスの付加は、フォルマント形状バイアスパラメータｄｊ（ｔ）のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）への乗算であってもよいし、この乗算と上記加算両方を行ってもよいし、後述する種々の演算（１）等であってもよい。
【００６６】
上記各楽音のフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）は、直接コントローラ２０より送られることもできる。このコントローラ２０からの転送は、上述の演奏情報発生部１０より入力される音色、タッチ、音域などの上記音楽的ファクタ情報、上述の発音開始からの経過時間、エンベロープレベル、エンベロープフェーズまたは操作者の設定指示に基づく。これに応じて、上記プログラム／データ記憶部２１にはこれら音楽的ファクタ情報などとフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）との対応テーブルが設けられる。また、このフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）は、操作者によって演奏情報発生部１０より入力されたりする。
【００６７】
したがって、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）のフォルマントの各周波数成分の密度及びフォルマントキャリア信号からの周波数軸上のスライド位置は、音色、タッチ、音域などの上記音楽的ファクタ情報、上述の発音開始からの経過時間、エンベロープレベル、エンベロープフェーズまたは操作者の設定指示等に基づいて変化する。この音楽的ファクタ等ごとの記憶は、上述のデータＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ、Ｔａ、ＥａまたはフォルマントＦｆｊ（ｔ）の記憶と同じように、階層的である。
【００６８】
この場合、上記音楽的ファクタには、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成されることができる。なお、上記発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルごとの記憶は省略され、各フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）に対し、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが修正合成されてもよい。この修正合成は、後述する種々の演算（１）等によるものであり、図１３のエクスクルシブオアゲート群５１２の入力端に、発音経過時間またはエンベロープレベルが修正合成される演算装置が設けられる。
【００６９】
８．フォルマント密度記憶部５２
図１１は上記フォルマント密度記憶部５２を示す。このフォルマント密度記憶部５２は上記パラメータ記憶部４１とほぼ同じ構成である。コントローラ２０からのフォルマント制御パラメータＣＤは、セレクタ５２１を経てフォルマント密度メモリ５２３に書き込まれ

る。この書き込みは、例えば発音操作のイベント信号の発生時または発音される楽音のチャンネルへの割当時である。

【００７０】

このフォルマント制御パラメータＣＤは、上記リピートトップデータＴａ、リピートエンドデータＥａ及びアップ／ダウンフラグＵ／Ｄからなっている。リピートトップデータＴａ及びリピートエンドデータＥａはフォルマント形状波形メモリ５３の中の読み出すフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）が記憶されているエリアの先頭アドレスデータ及び末尾アドレスデータを示す。アップ／ダウンフラグＵ／Ｄは、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の累算が加算であるか減算であるかを示している。

【００７１】

また、位相演算部５１で累算されたフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、すなわち累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）はセレクタ５２１を経てフォルマント密度メモリ５２３に書き込まれる。これら、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）、フォルマント制御パラメータＴａ、Ｅａ、Ｕ／Ｄは、時分割チャンネルに応じた数だけフォルマント密度メモリ５２３に記憶されており、第ｊチャンネルの累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）、フォルマント制御パラメータＴａｊ、Ｅａｊ、Ｕ／Ｄｊは、ラッチ５２５を介して、上記位相演算部５１へ送られるほか、トライステートバッファ５２６を介してコントローラ２０へ送られ、次の演算に必要なフォルマント制御パラメータＣＤのリクエスト等が行われる。

【００７２】

フォルマント密度メモリ５２３のアドレスデータＣＡ及び読み出し／書き込み信号Ｒ／Ｗは、コントローラ２０よりセレクタ５２２を介してフォルマント密度メモリ５２３に供給され、またアドレスカウンタ５２４よりセレクタ５２２を介してフォルマント密度メモリ５２３に供給される。読み出し／書き込み信号Ｒ／Ｗは、上記トライステートバッファ５２６にもセット信号として供給される。

【００７３】

上記セレクタ５２１、５２２には、セレクト信号Ｓ１が供給され、セレクトされるデータが切り換えられる。また、ラッチ５２５には、ラッチ信号ＬＰ１が供給される。このラッチ信号ＬＰ１の周期はチャンネル分割時間に等しい。このラッチ信号ＬＰ１、上記セレクト信号Ｓ１、アドレスカウンタ５２４のカウント信号Ｔはタイミング発生部３０より供給される。

【００７４】

９．フォルマント密度記憶部５２の動作

図１２はフォルマント密度記憶部５２の動作のタイムチャートを示す。第ｊチャンネルの累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）及びアップ／ダウンフラグＵ／Ｄｊの読み出し、第ｊチャンネルのリピートトップデータＴａｊ及びリピートエンドデータＥａｊの読み出し、コントローラ２０のアクセス、第ｊチャンネルの累算後の累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）＋及びアップ／ダウンフラグＵ／Ｄｊ＋の書き込みが順次切り換えられて繰り返される。なお、リピートトップデータＴａｊ及びリピートエンドデータＥａｊの書き込みはコントローラ２０のアクセスのタイミングで行われる。

【００７５】

ラッチ５２５の出力は、上述の読み出し及び書き込みのタイミングより１ステップ遅れるので、図１２に示すとおりとなる。セレクト信号Ｓ１は、コントローラ２０のアクセスのときのみローレベルとなる。

【００７６】

１０．位相演算部５１

図１３は上記位相演算部５１を示す。上記フォルマント制御パラメータ発生部４０からのフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）はエクスクルシブオアゲート群５１２を経て、アダー５１１でフォルマント密度記憶部５２からの累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）に加算すなわち累算され、サブトラクタ５１４でリピートトップデータＴａｊ

またはリピートエンドデータＥａｊとの差データすなわち到達差データΔｊが求められる。この到達差データΔｊは、エクスクルシブオアゲート群５１６を介して、アダー５１７でリピートトップデータＴａｊまたはリピートエンドデータＥａｊに加算され、累算後の累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）＋として出力され、フォルマント密度記憶部５２へ送られる。

【００７７】

また、フォルマント密度記憶部５２からのアップ／ダウンフラグＵ／Ｄｊは上記エクスクルシブオアゲート群５１２に供給され、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の累算が減算のとき、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）がプラスマイナス反転される。フォルマント密度記憶部５２からのリピートトップデータＴａｊ及びリピートエンドデータＥａｊはセレクタ５１３でいずれかが選択され、上記サブトラクタ５１４及びアダー５１７へ送られる。上記アップ／ダウンフラグＵ／Ｄｊは、セレクタ５１３にセレクト信号として供給され、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の累算が加算のときリピートエンドデータＥａｊが選択され、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の累算が減算のときリピートトップデータＴａｊが選択される。

【００７８】

アップ／ダウンフラグＵ／Ｄｊはエクスクルシブノアゲート５１５に入力されるとともに、エクスクルシブノアゲート５１５には上記サブトラクタ５１４からの到達差データΔｊの符号ビットＳＢも入力される。これにより、このエクスクルシブノアゲート５１５では、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）が累算によってリピートトップデータＴａｊまたはリピートエンドデータＥａｊを越えたことが検出される。エクスクルシブノアゲート５１５からの検出信号は、上記エクスクルシブオアゲート群５１６へ送られて、到達差データΔｊの値がプラスマイナス反転される。上記到達差データΔｊの符号ビットＳＢはインバータ５１８を介して、アップ／ダウンフラグＵ／Ｄｊ＋としてフォルマント密度記憶部５２へ送られる。なお、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）がリピートエンドデータＥａｊを越えたら、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）が減算されず、リピートトップデータＴａｊにジャンプして、加算が繰り返されてもよい。

【００７９】

上記フォルマント形状波形メモリ５３に記憶される各フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は、１周期または複数周期である。この複数周期のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は、立上がり部分の複数周期と立上がり以降の部分の複数周期とが記憶され、立上がり部分が１回読み出され、立上がり以降の部分が繰り返し読み出されるものであり、または発音開始から発音終了までの全波形が記憶され、この全波形が１回読み出されるものである。

【００８０】

この場合、上記リピートトップデータＴａｊとリピートエンドデータＥａｊとは、繰り返し読み出される部分の先頭と末尾とを示し、イニシャルデータＩａｊは最初に読み出される立上がり部分の先頭を示す。従って、フォルマント密度メモリ５２３にはイニシャルデータＩａｊも記憶される。

【００８１】

このイニシャルデータＩａｊは、コントローラ２０によってフォルマント制御パラメータＣＤの１つとして、リピートトップデータＴａｊ、リピートエンドデータＥａｊと同じように上記音楽的ファクタ、発音開始からの経過時間、エンベロープレベル、エンベロープフェーズまたは操作者の設定指示等に応じて決定され、フォルマント密度メモリ５２３に書き込まれる。このイニシャルデータＩａｊは、フォルマント密度メモリ５２３より読み出され、ラッチ５２５を介して、フォルマント形状波形メモリ５３に送られるとともに、位相演算部５１へ送られる。

【００８２】

位相演算部５１では、イニシャルデータＩａｊは、セレクタ（図示せず）を介し、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）＋として出力される。このセレクタでは、アダ

ー５１７の出力である累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）＋とイニシャルデータＩａｊとが選択される。このセレクタには、キーオンイベント信号が選択切り換え信号として供給される。従って、発音操作のイベント信号の発生時または発音される楽音のチャンネルへの割当時に、イニシャルデータＩａｊが累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）＋として出力されて順次累算されていく。

【００８３】

そして、このパラメータΣωｆｊ（ｔ）（イニシャルデータＩａｊ）は、フォルマント密度記憶部５２のセレクタ５２１を介し、再びフォルマント密度メモリ５２３に書き込まれる。これ以降、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）が、イニシャルデータＩａｊからリピートエンドデータＥａｊに向かって順次累算され、さらにリピートトップデータＴａｊからリピートエンドデータＥａｊへの累算が繰り返される。

【００８４】

１１．位相演算部５１の動作

図１４は上記位相演算部５１におけるフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の累算動作と、リピートトップデータＴａ及びリピートエンドデータＥａとの関係を示す。アップ／ダウンフラグＵ／Ｄが加算、到達差データΔｊの符号ビットがマイナスであれば、エクスクルシブノアゲート５１５の出力はローレベルで、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）＋フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）はリピートエンドデータＥａ＋到達差データΔｊとなる。

【００８５】

アップ／ダウンフラグＵ／Ｄが加算、到達差データΔｊの符号ビットがプラスであれば、エクスクルシブノアゲート５１５の出力はハイレベルで、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）＋フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）はリピートエンドデータＥａ－到達差データΔｊとなり、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）がリピートエンドデータＥａを越えたときの折り返し補正が行われる。

【００８６】

アップ／ダウンフラグＵ／Ｄが減算、到達差データΔｊの符号ビットがプラスであれば、エクスクルシブノアゲート５１５の出力はローレベルで、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）＋フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）はリピートトップデータＴａ＋到達差データΔｊとなる。

【００８７】

アップ／ダウンフラグＵ／Ｄが減算、到達差データΔｊの符号ビットがマイナスであれば、エクスクルシブノアゲート５１５の出力はハイレベルで、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）＋フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）はリピートトップデータＴａ－到達差データΔｊとなり、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）がリピートトップデータＴａを越えたときの折り返し補正が行われる。

【００８８】

１２．フォルマント波形発生部６０

図１５は上記フォルマント波形発生部６０を示す。上記フォルマント制御パラメータ発生部４０からのフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）は、アダー６２で位相シフトレジスタ６１からの累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）に累算され、再び位相シフトレジスタ６１にセットされる。位相シフトレジスタ６１は、チャンネル数に応じたシフトエリアを有し、全チャンネルの累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）が記憶され順次シフト出力される。この累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）は、三角関数テーブル６３に読み出しアドレスデータとして供給される。三角関数テーブル６３には、余弦波の波形データが記憶されており、この余弦波波形データｃｏｓωｃｊ（ｔ）がフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）として時分割に読み出される。

【００８９】

このフォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｊ（ｔ）は、マルチプライヤ６４で上記フォル

マントキャリアレベルパラメータａｊ（ｔ）が乗算されてエンベロープ制御等され、アダー６５で上記フォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）が加算され、さらにマルチプライヤ６６で上記フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）が乗算合成される。これにより、フォルマントキャリア信号にフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）が合成されたフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）が合成出力され、累算部７０へ送られる。これにより、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）にフォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｊ（ｔ）がフォルマント中心信号（基本波）として合成される。

【００９０】

このフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の周波数と、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）（フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ））の周波数とは、それぞれ独立に選択することができ、多種類の楽音を生成することができる。フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の周波数は指定された音高のほか、フォルマントに関する各種の周波数情報、その他の周波数情報及び周波数変調情報等に応じて決定され、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）（フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ））の周波数は、上述の音色、タッチ、音域等の上記音楽的ファクタ情報、発音開始からの経過時間、エンベロープレベル、エンベロープフェーズまたは操作者の設定指示に応じて決定される。

【００９１】

フォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｊ（ｔ）は、デジタルシグナルプロセッサまたは演算回路等による演算式に基づいた演算により生成してもよい。三角関数テーブル６３には、余弦波の波形データではなく、正弦波、三角波、矩形波、その他高調波成分を含んだ複雑な形状の波形データが記憶されてもよい。

【００９２】

また、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）を累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）の代わりに三角関数テーブル６３に供給してもよいし、累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）にフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）を加算または乗算して、三角関数テーブル６３に供給してもよい。フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）とフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）、ｃｏｓωｃｊ（ｔ）との合成は、上記乗算のほか、後述する種々の演算（１）等による合成でもよい。これにより、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）のフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）、ｃｏｓωｃｊ（ｔ）への合成を複雑にして、多様な楽音を実現できる。

【００９３】

上記フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）は、直接コントローラ２０より送られることもできる。このコントローラ２０からの転送は、上述の演奏情報発生部１０より入力される音高などの演奏情報に基づく。これに応じて、上記プログラム／データ記憶部２１には音高情報等とフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）との対応テーブル（周波数ナンバメモリ）が設けられる。この場合のフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）は１つの楽音の複数のフォルマントの中の最も周波数の低い第１フォルマントに応じたものであるが、第２フォルマント、第３フォルマント……に応じていてもよい。

【００９４】

さらに、コントローラ２０からの上記フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の転送は、上述の演奏情報発生部１０より入力される音色、タッチ、音域などの上記音楽的ファクタ情報、上述の発音開始からの経過時間、エンベロープレベル、エンベロープフェーズまたは操作者の設定指示に基づく。これに応じて、上記プログラム／データ記憶部２１にはこれら音楽的ファクタ情報などとフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）との対応テーブルが設けられる。また、このフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）は、操作者によって演奏情報発生部１０より入力されたりする。

【００９５】

したがって、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の周波数は、音色、タッチ、音域などの上記音楽的ファクタ情報、上述の発音開始からの経過時間、エンベロープレベル、エンベロープフェーズまたは操作者の設定指示等に基づいて変化する。この音楽的ファクタ等

ごとの記憶は、上述のデータＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ、Ｔａ、Ｅａ、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）またはフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の記憶と同じように、階層的である。

【００９６】

この場合、上記音楽的ファクタには、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成されることもできる。なお、上記発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルごとの記憶は省略され、各フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）に対し、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが修正合成されてもよい。この修正合成は、後述する種々の演算（１）等によるものであり、図１５のアダー６２の入力端に、発音経過時間またはエンベロープレベルを修正合成する演算装置が設けられる。

【００９７】

この場合のフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）は１つの楽音の複数のフォルマントの中の最も周波数の低い第１フォルマント以外の第２フォルマント、第３フォルマント……に応じたものであるが、第１フォルマントに応じていてもよい。この第２フォルマント、第３フォルマント……に応じたフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の値は、第１フォルマントに応じたフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の値を“１”とした時の対比データ、例えば“１．２”“１．５”“１．８”“２．０”“３．５”“４．９”……である。そして、この対比データが上記第１フォルマントの音高情報（周波数ナンバデータ）に乗算されて実際のフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）が算出される。

【００９８】

これら１つの発音指示に応じた１つの楽音の第１フォルマント、第２フォルマント、第３フォルマント……ごとのフォルマントキャリア信号Ｇｆｊ（ｔ）、ｃｏｓωｃｊ（ｔ）、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の生成は、それぞれ各チャンネルごとに、時分割に行われる。この場合、１つの楽音の各フォルマントのフォルマントキャリア信号Ｇｆｊ（ｔ）、ｃｏｓωｃｊ（ｔ）またはフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は、全て異なっていてもよいし、一部同じであってもよい。

【００９９】

上記フォルマントキャリア信号｛ａｊ（ｔ）・ｃｏｓωｃｊ（ｔ）＋ｃｊ（ｔ）｝すなわちフォルマント中心信号は、フォルマント形状信号｛Ｆｆｊ（ｔ）＋ｄｊ（ｔ）｝に応じたフォルマントのピーク点の中心信号と一致するが、一致しないこともある。例えば、フォルマントキャリア信号のレベルがフォルマントピーク点のレベルより低い場合である。図４の例では、フォルマントキャリア信号のレベルが小さくなると、フォルマントピーク点は、中心の１つから、中心の両側の２つとなる。この場合、音色など楽音の性質も変化する。これは、上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ）の各値を適当に選択することによって達成され、この結果、上述の音楽的ファクタ情報、エンベロープ情報または発音開始からの経過時間情報などに応じて、楽音の性質が変化する。

【０１００】

なお、このフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）にフォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｊ（ｔ）を乗算合成せず、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）を指定音高に応じたものとし、直接フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）が楽音として出力されることもできる。

【０１０１】

１３．累算部７０

図１６は上記累算部７０を示す。上記フォルマント波形発生部６０からのフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）は、アダー７６でラッチ７５からの累算フォルマント合成信号ΣＷ（ｇｒ（ｊ））に累算され、ラッチ７７及びアンドゲート群７８を介して、累算メモリ７４に書き込まれる。累算メモリ７４は２つの記憶エリアを有し、両エリアは書き込みと読み出

しが交互に切り換えられる。この累算メモリ７４の両エリアは、さらに系列ごとに分かれており、系列ごとにフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）の累算が行われる。

【０１０２】

書き込みが行われているエリアの累算フォルマント合成信号ΣＷ（ｇｒ（ｊ））は順次系列チャンネルごとに累算され、ラッチ７５へ送られる。読み出しが行われているエリアの累算フォルマント合成信号ΣＷ（ｇｒ（ｊ））は系列チャンネルごとの累算が終了したデータであり、ラッチ７９を介して上記音響出力部８０へ送られる。

【０１０３】

上記系列は、各チャンネルのフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）の音楽的ファクタ（発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズ）、１楽音に応じて分けられたグループを示し、この系列ごとにフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）の累算合成が行われる。この系列ごとの処理も時分割に行われ、チャンネルが形成されるが、この系列チャンネルは上述した楽音割当チャンネルとは異なるものである。この系列に応じた音楽的ファクタは、上述した音色、タッチ、音域、音像（ステレオ）等であり、この音色ごとは例えば打楽器音系と弦／キーボード楽器系であり、音域ごとは例えば高音域と低音域であり、音像ごとは例えば右音像と左音像である。また、１楽音ごとの系列は、１つの発音指示に応じた１楽音ごとにおける複数フォルマントを指す。

【０１０４】

上記ラッチ７７、７５、７９には、それぞれラッチ信号ＬＰ３、ＬＰ４、ＬＰ５が供給される。上記アンドゲート群７８には、チャンネル時間ごとにローレベルとなるゼロ信号Ｚｅｒｏが印加され、出力済の累算フォルマント合成信号ΣＷ（ｇｒ（ｊ））がクリアされる。上記累算メモリ７４には、分割切換信号Ｄｉｖが供給され、累算フォルマント合成信号ΣＷ（ｇｒ（ｊ））の書き込みと読み出しとが切り換えられる。

【０１０５】

系列メモリ７１には、コントローラ２０によって、各チャンネルに割り当てられた楽音すなわちフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）の系列データｇｒが各チャンネルごとに記憶される。従って、系列メモリ７１は全チャンネルに対応した記憶エリアがある。系列データｇｒは、例えば系列が２種類であれば“０”“１”、系列が４種類であれば“００”“０１”“１０”“１１”となる。この各チャンネルの系列データｇｒ（ｊ）は、順次セレクタ７３を介して、上記累算メモリ７４にアドレスデータとして供給される。またセレクタ７３を介して、音響出力部８０またはコントローラ２０からの系列データｇｒがやはり累算メモリ７４にアドレスデータとして供給される。

【０１０６】

コントローラ２０からの系列メモリ７１のアドレスデータまたはタイミング発生部３０内のチャンネルカウンタ（図示せず）からの時分割のチャンネルナンバデータｊはセレクタ７２を介して上記系列メモリ７１に供給される。上記セレクタ７２、７３にはセレクト信号Ｓ３が供給され、セレクトされるデータが切り換えられる。このセレクト信号Ｓ３、上記ゼロ信号Ｚｅｒｏ及び分割切換信号Ｄｉｖはタイミング発生部３０より供給される。

【０１０７】

１４．累算部７０の動作

図１７は上記累算部７０の動作のタイムチャートを示す。累算する累算フォルマント合成信号ΣＷ（ｇｒ（ｊ））の読み出し、累算済の累算フォルマント合成信号ΣＷ（ｇｒ（ｊ））の読み出し、累算した累算フォルマント合成信号ΣＷ（ｇｒ（ｊ））の書き込み、累算済の累算フォルマント合成信号ΣＷ（ｇｒ（ｊ））のクリアが各系列ごとに順次繰り返される。ゼロ信号Ｚｅｒｏは累算済の累算フォルマント合成信号ΣＷ（ｇｒ（ｊ））のクリアのときにローレベルとなる。

【０１０８】

分割切換信号Ｄｉｖは全チャンネルの累算が一巡すると、図１７の実線で示す信号から破線で示す信号に切り換えられ、系列メモリ７１の両エリアの読み出し及び書き込みが入れ換わり、切り換え動作が行われる。ラッチ７９の出力とラッチ７５の出力は、図１７のタ

イミングでそれぞれ１ステップ遅れるので、図１７に示すとおりとなる。

【０１０９】

１５．フォルマント中心信号（フォルマントキャリア）のパラメータ

図１８は上記プログラム／データ記憶部２１内の高調波メモリ２１１を示す。この高調波メモリ２１１には“ｋ＝１”～“ｋ＝ｎ”の複数組のフォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）（成分波形の周波数）、フォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）（成分波形の振幅係数）及びフォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）（合成波形の直流分）が記憶されている。

【０１１０】

そして、このｎ組のパラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）は、それぞれさらに音楽的ファクタ、上述の発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズ等ごとに記憶されている。この音楽的ファクタ等は上述した音色、タッチ、音域等である。この音楽的ファクタ等ごとの記憶は、上述のデータＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ、Ｔａ、Ｅａ、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）またはフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の記憶と同じように、階層的である。

【０１１１】

この各音楽的ファクタごとのパラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）の選択は、上述の演奏情報発生部１０より入力される上記音楽的ファクタ情報、上述の発音開始からの経過時間、エンベロープレベル、エンベロープフェーズまたは操作者の設定指示に基づく。また、このパラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）は、操作者によって演奏情報発生部１０より入力されたりする。

【０１１２】

この場合、上記音楽的ファクタには、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化する上記フォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成されることができる。

【０１１３】

なお、上記発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルごとの記憶は省略され、各パラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）に対し、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが修正合成されてもよい。この修正合成は、後述する種々の演算（１）等によるものであり、図１９のシフトレジスタ６０１…、６０２…、６０３…の入力端に、発音経過時間またはエンベロープレベルを修正合成する演算装置が設けられる。

【０１１４】

また、これらパラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）の切り換えは、上記エンベロープまたは発音開始からの経過時間に応じて切り換え選択可能である。この切り換えのためのデータとしては、上記関数演算部４２からのパラメータＶａｌｊ（ωｆｊ（ｔ）、ωｃｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ））の一部または全部である。

【０１１５】

上記複数組のフォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）、フォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）及びフォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）は、１つのフォルマントキャリア信号を生成するためのパラメータである。１つのフォルマントキャリア信号は周波数の異なる複数のサイン波またはコサイン波すなわち成分波形を加算合成又は累算合成した信号である。

【０１１６】

上記フォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）は、この各コサイン波の読出速度すなわち周波数（周波数ナンバ）を決定する。上記フォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）は、同じく各コサイン波のレベル（振幅係数）すなわち重み付けを決定する。上記フォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）は、各コサイン波が合成されたフォルマントキャリア信号の直流分すなわちバイアスを決定し、各組において１つのみ

記憶される。このフォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）も、１つの音楽的ファクタにつき“ｋ＝１”～“ｋ＝ｎ”の複数記憶することもできる。

【０１１７】

上記複数組のパラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）は、“ｋ＝１”～“ｋ＝ｎ”のｎ組が高調波メモリ２１１に記憶されており、“ｋ＝１”のフォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）は、他のフォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）より大きく設定され、“ｋ＝１”は第１次高調波すなわち基本波を表している。しかし、“ｋ＝１”以外のフォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）が、いちばん大きい値とされ、この“ｋ＝１”以外のフォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）に応じた成分波形が基本波とされ、高調波成分以外に低調波成分も記憶されてもよい。

【０１１８】

上記フォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）は、周波数ナンバの値ではなく、基本波の周波数ナンバに対する相対比または相対差を示している。例えば、基本波のフォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）の値を“１”とすると、他のフォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）は“２”、“３”、“４”、“５”…“０．５”、“０．２５”、“０．１２５”…等である。これらは、高調波成分又は低調波成分の各周波数が基本波の周波数に対し整数倍比の関係にある。

【０１１９】

しかし、例えば“１．１”、“１．２”、“１．３”…“２．１”、“２．２”、“２．３”…“１．０１”、“１．０２”、“１．０３”…“０．９”、“０．８”、“０．７”…“０．４”、“０．３”、“０．２”…“０．９９”、“０．９８”、“０．９７”…という、非整数倍比であってもよい。

【０１２０】

さらに各フォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）が基本波のフォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）に対する相対差の場合には、各フォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）は、例えば“＋０．０１”、“＋０．０２”、“＋０．０３”…“＋０．１１”、“＋０．１２”、“＋０．１３”…“－０．０１”、“－０．０２”、“－０．０３”…“－０．１１”、“－０．１２”、“－０．１３”…等である。

【０１２１】

上記各フォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）に基づいて、演奏情報発生部１０より入力された音高情報すなわち周波数ナンバデータは、相対比に応じた乗除算または相対差に応じた加減算、後述する種々の演算（１）等が行われ、後述するフォルマント波形発生部６０へ送られる。

【０１２２】

１６．フォルマント波形発生部６０

図１９は、上述のフォルマント波形発生部６０の別の実施例を示す。各高調波発生器６１１では、１つのフォルマントキャリア信号の成分波形すなわち各高調波または各低調波に応じたコサイン波が生成され、アダー６１２で加算合成され、１つのフォルマントキャリア信号として出力される。

【０１２３】

上記高調波メモリ２１１よりコントローラ２０によって読み出された、上記音楽的ファクタに応じたパラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）は、それぞれシフトレジスタ６０１…、６０２…、６０３に格納される。このシフトレジスタ６０１…、６０２…、６０３はチャンネル数に応じたシフトエリアを有し、このフォルマント波形発生部６０で合成される楽音が割り当てられたチャンネルのチャンネルタイミングに上記格納が行われ、各チャンネルのパラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）が順次シフト出力される。この場合、この格納されたフォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）は上述した周波数ナンバ値へ変換演算されたものである。

【０１２４】

シフトレジスタ６０１…からのフォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）は、アダー６１４…で位相シフトレジスタ６１…からの累算フォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）に累算され、再び位相シフトレジスタ６１…に格納される。位相シフトレジスタ６１…は、“ｊ＝１”～“ｊ＝３２等”のチャンネル数に応じたシフトエリアを有し、全チャンネルの累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊｋ（ｔ）が記憶され順次シフト出力される。

【０１２５】

この累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊｋ（ｔ）は、三角関数テーブル６３…に読み出しアドレスデータとして供給される。三角関数テーブル６３…には、コサイン波の波形データが記憶されており、このコサイン波の波形データｃｏｓωｃｊｋ（ｔ）がフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の１つの成分波形として時分割に読み出される。

【０１２６】

このフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の成分波形は、マルチプライヤ６４…でシフトレジスタ６０２…からのフォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）が乗算されてエンベロープ制御等され、アダー６１２で他の高調波発生器６１１からの同じく乗算された成分波形と加算合成され、マルチプライヤ６６で上記フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）が各チャンネルごとに乗算合成される。この合成されたフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）は、マルチプライヤ６７で上記フォルマント制御パラメータ発生部４０からのフォルマントキャリアレベルパラメータａｊ（ｔ）が乗算されてエンベロープ制御等され、アダー６５で、シフトレジスタ６０３からのフォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）が加算され直流分が付加される。

【０１２７】

こうして、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）に合成されるフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）を、高調波成分を含んだ波形とすることができる。特に、高調波メモリ２１１に記憶されるフォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）、フォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）及びフォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）を任意に設定したり、種々選択切換することにより、高調波成分又は低調波成分の構成を変え、これによりフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の成分波形の内容を変えて、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の波形形状自体を種々変更切換選択することができる。この場合、フォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）のいくつかを“０”にすることにより、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の成分波形の数、範囲を変更できる。

【０１２８】

また、これにより、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）にフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）が合成されたフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）が合成出力され、累算部７０へ送られる。そして、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）にフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）がフォルマント中心信号（基本波）として合成される。

【０１２９】

なお、このフォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）は“ｋ＝１”～“ｋ＝ｎ”の複数とされ、それぞれシフトレジスタ…に格納され、上記マルチプライヤ６４…の前また後に設けたアダーに供給されてもよい。また、上記アダー６５はマルチプライヤとされ、フォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）が乗算されても良い。

【０１３０】

また、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）とフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）との合成は、図２０に示す回路で行うこともできる。この場合、各チャンネルのフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）とフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）とは同時にパラレルに発生され、各チャンネルのフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）とフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）とはマルチプライヤ６２１…で乗算合成され、アダー６２２で加算合成されて出力される。この場合、図１５または図１９のフォルマント波形発生部６０及び図１０のフォルマント形状波形発生部５０はチャンネル数に応じた数だけ設けられる。

【０１３１】

さらに、マルチプライヤ６４でのフォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）の乗算は、フォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）の加算、“１”以下のときは除算、マイナスのときは減算のほか、後述する種々の演算（１）等でもよいし、パラメータａｊｋ（ｔ）の乗算が省略されてもよい。

【０１３２】

また、これらの演算内容は、上記音楽的ファクタ、エンベロープ、発音開始からの経過時間に応じて変化してもよい。例えば、タッチが小さく、音域も小さく、音色が複雑で、エンベロープが小さく、発音開始からの経過時間も小さいとき、上記演算が乗算となり、タッチが大きく、音域も大きく、音色が単純で、エンベロープが大きく、発音開始からの経過時間も大きいとき、上記演算がビットシフトとなる。この場合、各演算に応じた演算装置が複数設けられ、各演算装置へのデータ入力が上記音楽的ファクタに応じて切り換えられる。

【０１３３】

またさらに、上記高調波発生器６１１は、高速時分割処理により、数を少なくしたり、単一としたりすることができる。この場合、シフトレジスタ６０１…、６０２…、位相シフトレジスタ６１の数は“（チャンネル数）×（高調波次数）”となり、シフトレジスタ６０３の数は（高調波次数）となり、アダー６５は累算器となる。

【０１３４】

このように、上記フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の周波数と、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）（フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ））の周波数とは、それぞれ独立に選択することができ、多種類の楽音を生成することができる。フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の周波数は指定された音高のほか、フォルマントに関する各種の周波数情報、その他の周波数情報及び周波数変調情報等に応じて決定され、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）（フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ））の周波数は、上述の音色、タッチ、音域等の音楽的ファクタ情報に応じて決定される。

【０１３５】

上記フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）または各成分波形ｃｏｓωｃｊｋ（ｔ）は、デジタルシグナルプロセッサまたは演算回路等での演算式に基づいた演算により生成してもよい。三角関数テーブル６３には、余弦波の波形データではなく、サイン波、三角波、矩形波、その他高調波成分を含んだ複雑な形状の波形データが記憶されてもよい。

【０１３６】

また、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）が累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊｋ（ｔ）の代わりに三角関数テーブル６３に供給されてもよいし、累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊｋ（ｔ）にフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）が加算または乗算されて、三角関数テーブル６３に供給されてもよい。フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）とフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）との合成は、上記乗算のほか、後述する種々の演算（１）等による合成でもよい。これにより、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）のフォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｊｋ（ｔ）への合成が複雑になり、多様な楽音が実現され得る。

【０１３７】

上記フォルマントキャリア信号｛ａｊ（ｔ）・Ｇｊ（ｔ）＋ｃｊ（ｔ）｝すなわちフォルマント中心信号は、フォルマント形状信号｛Ｆｆｊ（ｔ）＋ｄｊ（ｔ）｝に応じたフォルマントのピーク点の中心信号と一致するが、一致しないこともある。例えば、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）のレベルがフォルマントピーク点のレベルより低い場合である。図４の例では、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）のレベルが小さくなると、フォルマントピーク点は、中心の１つから、中心の両側の２つとなる。この場合、音色など楽音の性質も変化する。これは、上記フォルマント制御パラメータａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ）の各値を適当に選択することによって達成され、この結果、上述の音楽的ファクタ情報、エンベロープ情報または発音開始からの経過時間情報などに応じて、楽音の性質が変化する。

【０１３８】
なお、このフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）にフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）を乗算合成せず、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）を指定音高に応じたものとし、直接フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）を楽音として出力することもできる。
【０１３９】
また、高調波メモリ２１１に記憶されるフォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）の全部または一部は省略することができる。この場合、演奏情報発生部１０より入力された音高情報すなわち周波数ナンバデータがビットシフトされて、２倍、４倍、８倍…、１／２倍、１／４倍、１／８倍…され、上記シフトレジスタ６０１…へ送られ、高調波成分及び低調波成分が生成される。
【０１４０】
上記フォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）、フォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）及びフォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）は、上述のフォルマント制御パラメータＶａｌｊ（ωｆｊ（ｔ）、ωｃｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ））と同様に、発音開始からの時間の経過に応じて変化されることもできる。
【０１４１】
この場合、このパラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）は、上記高調波メモリ２１１よりコントローラ２０によって読み出されてフォルマント制御パラメータ発生部４０へ送られ、発音開始からの経過時間に応じた値に演算（例えば後述する種々の演算（１））され、この後、図１９のフォルマント波形発生部６０へ送られる。これにより、フォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）（成分波形の周波数）、フォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）（成分波形の振幅係数）及びフォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）（合成波形の直流分）、そして成分波形の内容は、発音開始からの時間の経過に応じて変化される。
【０１４２】
また、マルチプライヤ６４でのフォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）の演算内容は、上記発音開始からの時間の経過に応じて変化してもよい。例えば、この経過時間が小さいとき、上記演算が乗算となり、経過時間が大きいとき、上記演算がビットシフトとなる。この場合、各演算に応じた演算装置が複数設けられ、各演算装置へのデータ入力が上記音楽的ファクタに応じて切り換えられる。
【０１４３】
上述したまたは後述するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ（ωｆｊ（ｔ）、ωｃｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ））について述べた種々の修正、変更、使用、転用、置換、付加等は、上述または後述のフォルマントキャリアパラメータωｃｊｋ（ｔ）、フォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）及びフォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）の修正等についても、そっくりそのまま直接的かつ一義的に可能である。なぜなら、パラメータＶａｌｊ（ωｃｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ））と、パラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）及びｃｊ（ｔ）とは、性質がまったく同じものだからである。長文化を避けるため、ここでは述べない。
【０１４４】
なお、上述したフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）、フォルマントキャリアレベルパラメータａｊｋ（ｔ）及びフォルマントキャリアバイアスパラメータｃｊ（ｔ）は、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）生成のためのパラメータとしてもそっくりそのまま転用できる。
【０１４５】
この場合、高調波メモリ２１１に各音楽的ファクタごとに記憶された各パラメータがコントローラ２０によって読み出され、上記相対比または相対差に応じた演算変換が行われ、フォルマント波形発生部６０のシフトレジスタ６０１…、６０２…、６０３に格納される。そして、各成分波形が三角関数テーブル６３…より読み出され、マルチプライヤ６４…

で振幅係数が乗算され、アダー６１２で振幅制御された各成分波形が加算合成される。これが高調波（低調波）合成方式によって生成されたフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）である。

【０１４６】

この合成されたフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は、マルチプライヤ６７でパラメータａｊ（ｔ）が乗算合成され、アダー６５でパラメータｃｊ（ｔ）が加算合成され、さらにマルチプライヤ６６でフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）に乗算合成される。

【０１４７】

なお、上記振幅係数の周波数スペクトル成分のフォルマント形状は、図３、図４のように種々のものがあり、それぞれが上記音楽的ファクタ、発音開始からの経過時間、エンベロープレベル、エンベロープフェーズまたは操作者の設定指示に応じて切換え選択される。また、上述のマルチプライヤ６７でのパラメータａｊ（ｔ）の乗算等は省略可能である。

【０１４８】

この場合、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の周波数が合成される楽音の音高を決定するので、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の各成分波形の基本波の周波数は、音高に関係なく一定とされたり、音高に関係なく任意に設定されることができる。

【０１４９】

また、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）とフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の両方は、ともに高調波（低調波）合成方式によって生成されることもできる。そして、この方式によって合成生成された両信号は乗算等の合成が行われて放音出力される。

【０１５０】

さらにこのように高調波（低調波）合成方式によって生成されたフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）またはフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）は、いったんメモリに書き込んでストックしておき、後の発音時に読み出して楽音として発音することもできる。この場合、合成生成された信号は上記フォルマント形状波形メモリ（ＲＡＭ）５３または三角関数テーブル（ＲＡＭ）６３に書き込まれる。

【０１５１】

なお、上述したまたは後述するフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）についてのパラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）について述べた種々の修正、変更、使用、転用、置換、付加等は、上述または後述のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）のパラメータの修正等についてもそっくりそのまま直接的かつ一義的にあてはまる。なぜなら、両パラメータは性質が同じものだからである。長文化を避けるため、ここでは述べない。

【０１５２】

また、シフトレジスタ６０１…、６０２…、６０３の各入力端には、セレクタが設けられているが、図面では省略されている。このセレクタでは、通常時にはシフトレジスタ６０１…、６０２…、６０３の出力が選択されて帰還入力され、パラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）がコントローラ２０によって書き込まれる時には、コントローラ２０によって選択が切り換えられる。

【０１５３】

１７．重み付け補間回路

図２１は重み付け補間回路８０を示す。この重み付け補間回路８０は、図２０のアダー６１２とマルチプライヤ６７との間に設けられる。上記アダー６１２より加算合成された信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｆｊ（ｔ）はアンドゲート群８０１ａ、８０１ｂ、８０１ｃ、８０１ｄを介して、合成波形メモリ８０２ａ、８０２ｂ、８０２ｃ、８０２ｄのいずれかに書き込まれる。上記アダー６１２からの信号はフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）またはフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）いずれかであるが、ここではフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）として説明する。この場合図１９のマルチプライヤ６６へ入力されるフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）とフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）とはそれぞれ入れ換わる。

【０１５４】

これら合成波形メモリ８０２ａ、８０２ｂ、８０２ｃ、８０２ｄへのフォルマント形状信

号Ｆｆｊ（ｔ）の書き込みは図２２に示すように、いずれか１つのメモリ８０２ａ～ｄであり、書き込まれるメモリ８０２ａ～ｄがセレクタ８０１によって順次切り換えられる。これら合成波形メモリ８０２ａ～ｄのうち変更後のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）として読み出される合成波形メモリ８０２ａ～ｄは、図２２に示すように、最新の書き込みが行われた合成波形メモリ８０２ａ～ｄであり、変更前のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）として読み出される合成波形メモリ８０２ａ～ｄは、この最新の書き込みが行われた合成波形メモリ８０２ａ～ｄの１つ前に書き込みが行われた合成波形メモリ８０２ａ～ｄである。

【０１５５】

上記アンドゲート群８０１ａ、８０１ｂ、８０１ｃ、８０１ｄ、８０３ａ、８０３ｂに対するセレクト信号は、図２２に示す読み出し／書き込みを可能にし、時分割処理のチャンネルのチャンネルカウントデータを変換したもの、またはコントローラ２０からのセレクト信号が使われる。合成波形メモリ８０２ａ、８０２ｂ、８０２ｃ、８０２ｄへの読み出し／書き込み信号Ｒ／Ｗは、上記アンドゲート群８０１ａ、８０１ｂ、８０１ｃ、８０１ｄの開成信号がそのままままたは反転されて使われる。

【０１５６】

上記合成波形メモリ８０２ａ、８０２ｂ、８０２ｃ、８０２ｄは時分割チャンネル分（１６または３２等）のチャンネルエリアを有し、各チャンネルに割り当てられた全楽音についてのフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）またはフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）が記憶される。

【０１５７】

上記合成波形メモリ８０２ａ、８０２ｂ、８０２ｃ、８０２ｄの書き込みアドレスデータＷＡＤまたは読み出しアドレスデータＲＡＤは、基本波を発生する上記高調波発生器６１１の位相シフトレジスタ６１の累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊｋ（ｔ）の上記整数データが使われる。これにより、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の発生とフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の合成波形メモリ８０２ａ～ｄへの書き込み／読み出しを同期させることができる。

【０１５８】

この書き込みアドレスデータＷＡＤ及び読み出しアドレスデータＲＡＤは、上記位相演算部５１の累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）または上記位相シフトレジスタ６１の累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）の上位整数データを使用してもよい。また、上記書き込みアドレスデータＷＡＤまたは読み出しアドレスデータＲＡＤは、アドレスカウンタ（図示せず）からのカウントデータを使用してもよい。このアドレスカウンタはチャンネルタイミング信号ＣＨφによってカウントされる。

【０１５９】

上記合成波形メモリ８０２ａ、８０２ｂ、８０２ｃ、８０２ｄには、一周期のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）が書き込まれる。この場合、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は音高に関係ないため、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の一周期の長さが音高によって変動してしまうことがない。またフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の読み出しにおいても音高に応じて読み出し速度を変える必要がない。むろん音高等に応じて読み出し速度を変えてもよい。なお、合成波形メモリ８０２ａ～ｄにフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）が書き込まれ、読み出される場合には、読み出しアドレスデータＲＡＤとして上記位相シフトレジスタ６１の累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）の上位整数データが使われる。

【０１６０】

上記合成波形メモリ８０２ａ～ｄに複数周期のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）が書き込まれる場合には、以下のようになる。すなわち、各高調波発生器６１１…の三角関数テーブル６３…に複数周期のコサイン波が記憶される。または、合成波形メモリ８０２ａ～ｄの書き込みアドレスデータＷＡＤまたは読み出しアドレスデータＲＡＤに使われる位相シフトレジスタ６１の累算フォルマントキャリア

パラメータΣωｃｊｋ（ｔ）の上位整数データについて、さらに桁上げ上位ビット群が付加される。

【０１６１】

合成波形メモリ８０２ａ、８０２ｂ、８０２ｃ、８０２ｄの各フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は、セレクタ８０３ａで、いずれかが選択され変更前のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）として出力される。また合成波形メモリ８０２ａ、８０２ｂ、８０２ｃ、８０２ｄの各フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は、セレクタ８０３ｂで、いずれかが選択され変更後のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）として出力される。

【０１６２】

上記セレクタ８０３ａからの変更前のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は、マルチプライヤ８０４ａで重み付けデータＷＴ１が乗算され、上記セレクタ８０３ｂからの変更後のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は、マルチプライヤ８０４ｂで重み付けデータＷＴ２が乗算され、アダー８０５で両フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）が相加的に合成され、これにより両フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の補間が行われて、上記マルチプライヤ６７へ送られる。

【０１６３】

上記重み付けデータＷＴ１と重み付けデータＷＴ２との関係は、両データの和が“１”になる。従って重み付けデータＷＴ１、ＷＴ２の一方は、他方のデータを“１”から減算してもよい。この重み付けデータＷＴ１は、上記合成波形メモリ８０２ａ～ｄの読み出しアドレスデータＲＡＤの上位データまたは全データを使うことができ、重み付けデータＷＴ２はこの読み出しアドレスデータＲＡＤを“１”から減算したデータを使うことができる。

【０１６４】

上記重み付けデータＷＴ１、ＷＴ２は、例えば“１，０”、“７／８，１／８”、“６／８，２／８”、“５／８，３／８”……“１／８，７／８”、“０，１”というように変化し、これにより、変更前のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）と変更後のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）との間の重み付けは前者から後者へと順次シフトし、両フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の間の補間が変更前から変更後へシフトされ、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の変化が滑らかになる。

【０１６５】

上述の場合は、変更前のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）と変更後のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）との補間される区間は合成波形メモリ８０２ａ～ｄに記憶されたフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の全区間である。しかしこの両フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の一部とすることもできる。この場合、補間されない区間では、重み付けデータＷＴ１、ＷＴ２として、上記“１”、“０”の固定値が使用され、一方、補間される区間では、重み付けデータＷＴ１、ＷＴ２として、上述したように読み出しアドレスデータＲＡＤの上位データまたは全データが使われる。

【０１６６】

これを実現するのが図２１のセレクタ８０６及びコンパレータ８０７である。セレクタ８０６を介して“１”データまたは読み出しアドレスデータＲＡＤいずれかが上記マルチプライヤ８０４ａにそのまま供給され、減算器８０８を介して“１”から読み出しアドレスデータＲＡＤの減算値が上記マルチプライヤ８０４ｂに供給される。

【０１６７】

コンパレータ８０７では、区間指定データＰＳと上記読み出しアドレスデータＲＡＤとが比較され、読み出しアドレスデータＲＡＤが区間指定データＰＳを越えると、コンパレータ８０７より検出信号が出力されセレクタ８０６のセレクトデータが切り換えられる。従って、この区間指定データＰＳは、上記補間される区間を決定している。

【０１６８】

この区間指定データＰＳは、上記高調波メモリ２１１に、上記パラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）とともに、各音楽的ファクタ、発音経過時間等ごとに記憶さ

れ、チャンネル割り当てされ発音される楽音に応じた区間指定データＰＳが読み出されて、区間指定シフトレジスタ８０９に格納される。この区間指定シフトレジスタ８０９はチャンネル数に応じたシフトエリアを有し、このフォルマント波形発生部６０で合成される楽音が割り当てられたチャンネルのチャンネルタイミングに上記格納が行われ、各チャンネルの区間指定データＰＳが順次シフト出力される。

【０１６９】

上記区間指定シフトレジスタ８０９の入力端には、セレクタが設けられているが、図面では省略されている。このセレクタでは、通常時には区間指定シフトレジスタ８０９の出力が選択されて帰還入力され、区間指定データＰＳがコントローラ２０によって書き込まれる時には、コントローラ２０によって選択が切り換えられる。

【０１７０】

上述したように、各高調波発生器６１１…における各成分波形の内容、振幅係数ａｊｋ（ｔ）、演算内容、重み付けデータＷＴ１、ＷＴ２、区間指定データＰＳは音楽的ファクタ（音色、音量、エフェクト、フィルタ特性等）、エンベロープレベル、エンベロープフェーズ、発音開始からの経過時間または操作者の設定指示に応じて変更される。この音楽的ファクタ等の変化は上記コントローラ２０によって検出され、上記各成分波形等の内容の変更が行われる。この変更により各高調波発生器６１１…から合成出力されるフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の波形、補間内容、補間区間も変化する。この各変化におけるフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は、上記合成波形メモリ８０２ａ～ｄに書き込まれて、この変化における上記補間が行われる。

【０１７１】

なお、上述したように図２１、２２におけるフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）はそっくりこのままフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）と入れ換えて、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）についても時分割に高調波合成を行うことができる。また、上記合成波形メモリ８０２ａ～ｄのうち１つを省略して、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の書き込みも読み出しも行われない状態のメモリを省くこともできる。

【０１７２】

さらに、上記合成波形メモリ８０２ａ～ｄはすべて省略し、変更前のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）を成分合成する高調波発生器６１１…及びアダー６１２と変更後のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）を成分合成する高調波発生器６１１…及びアダー６１２とを設け、両変更前及び変更後の両フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）につき上記マルチプライヤ８０４ａ、８０４ｂ、アダー８０５、セレクタ８０６、コンパレータ８０７、減算器８０８で重み付け補間を行ってもよい。

【０１７３】

上述のような複数周期のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）が合成波形メモリ８０２ａ～ｄに記憶されることにより、各高調波発生器６１１で発生される各高調波の周波数が基本波の周波数の非整数倍であっても、末尾のゼロクロスポイントを一致させることができる。例えば基本波“１”に対し、“１．２５”“１．０５”の非整数倍の高調波成分が合成されると、合成波形は基本波と一周期ではゼロクロスポイントが一致せず位相がそろわない。

【０１７４】

しかし基本波につき２０周期分記憶すれば、合成波形と基本波とは末尾において位相がそろう。これを示すのが図２３である。図２３では、基本波“１”と高調波“１．２５”との合成波形が破線で示されている。この合成波形は基本波と先頭で位相がそろっているものの、途中のゼロクロスポイントは一致しなくなる。しかし、末尾ではゼロクロスポイントは一致し、位相もそろっている。

【０１７５】

また、このような非整数倍の高調波成分の成分波形の含有による位相のずれは位相補正データＰＣによって訂正される。この図２３の例では、位相補正データＰＣによって、破線の合成波形の全ての位相及びゼロクロスポイントが実線の基本波の全ての位相及びゼロク

ロスポイントに一致する。この位相補正データＰＣは、合成波形の音高を漸次修正するものであり、上記変更前または変更後のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の読み出しアドレスデータＲＡＤまたは書き込みアドレスデータＷＡＤに加算または乗除減の演算がされる。これにより、変更前または変更後のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の書き込み時または読み出し時のいずれかまたは両方において位相補正を行うことができる。

【０１７６】

上記位相補正データＰＣは、上記高調波メモリ２１１に、上記パラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）とともに、各音楽的ファクタ、発音経過時間等ごとに記憶され、チャンネル割り当てされ発音される楽音に応じた位相補正データＰＣが読み出されて、位相補正メモリ（図示せず）に書き込まれる。この位相補正メモリにも上記読み出しアドレスデータＲＡＤが供給されて、位相補正データＰＣが順次読み出され、上記合成波形メモリ８０２ａ、８０２ｂ、８０２ｃ、８０２ｄの読み出しアドレスデータＲＡＤに時分割に上記演算される。この補正メモリは、合成波形メモリ８０２ａ、８０２ｂ、８０２ｃ、８０２ｄに対し、それぞれ設けられる。

【０１７７】

これにより、位相補正ができるし、非整数倍の高調波成分の成分波形を含む合成波形が合成波形メモリ８０２ａ、８０２ｂ、８０２ｃ、８０２ｄに記憶される場合でも、各合成波形の記憶周期を一周期にすることもできる。むろん、複数周期が記憶されてもよい。

【０１７８】

上記位相補正はフィルタで行うこともできる。この場合、変更前または変更後のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）のいずれかまたは両方が、上記フィルタを介して上記合成波形メモリ８０２ａ～ｄ、８０２に書き込まれ、または上記フィルタを介してマルチプライヤ８０４ａ、８０４ｂへ送られる。上記位相補正データＰＣはフィルタ特性データとして上記フィルタに送られる。

【０１７９】

なお、上記アダー８０５における補間は相加平均であり直線補間であったが、マルチプライヤを使って相乗平均であって曲線補間を行ってもよい。また、上記セレクタ８０３ａからの変更前のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の値（又は補間値）を“Ａ”、セレクタ８０３ｂからの変更後のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の値を“Ｂ”とし、この両値と上記重み付けデータＷＴから“Ａ＋（Ｂ－Ａ）×ＷＴ→Ａ”の演算を繰り返し行う演算回路を使って補間が行われてもよい。ここで重み付けデータＷＴを“１／２”とすれば補間値“Ａ”と目標値“Ｂ”との差“Ｂ－Ａ”を１ビット下位にシフトするだけで済み、演算回路の構成が簡単になる。

【０１８０】

さらに、上記セレクタ８０６、コンパレータ８０７及び区間指定シフトレジスタ８０９が省略され、また区間指定データＰＳも省略されて、上記読み出しアドレスデータＲＡＤが常時マルチプライヤ８０４ａ、８０４ｂに供給され、上記補間される区間として、合成波形メモリ８０２ａ～ｄに記憶されたフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）の全区間が指定されてもよい。

【０１８１】

図２４は、上記重み付け補間回路８０の別の実施例を示す。この実施例では、フォルマント信号Ｆｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）の書き込み／読み出しが１つのメモリにつき時分割に切り換えられる。上記合成波形メモリ８０２ａ、８０２ｂ、８０２ｃ、８０２ｄは、１つのメモリ８０２に合体され、２つのメモリバンクを有し、両メモリバンクに全チャンネルの変更後、変更前の両フォルマント信号Ｆｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）が記憶される。

【０１８２】

そして、チャンネル割り当てされた各楽音ごとに変更後のフォルマント信号Ｆｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）の書き込み、変更前のフォルマント信号Ｆｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）の読み出しの２状態がさらに時分割に切り換えられる。上記合成波形メモリ８０２に書き込まれる変更後のフォルマント信号Ｆｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）は上記マルチプライヤ８０４ａへも送られ

、合成波形メモリ８０２から読み出された変更前のフォルマント信号Ｆｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）は、上記マルチプライヤ８０４ｂへ送られる。変更後及び変更前の両フォルマント信号Ｆｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）の重み付け補間が行われる。

【０１８３】

切り換えシフトレジスタ８１１には、切り換えデータＣＧ“０１”、“１０”が記憶されており、順次リングシフトされる。このうち上位ビットは、上記合成波形メモリ８０２の書き込み／読み出しアドレスデータＷＡＤ／ＲＡＤの上位データであってバンク切り換えデータとして供給される。切り換えシフトレジスタ８１１のシフトクロック信号２ＣＨφの周波数は、上記チャンネルクロック信号ＣＨφの周波数の２倍である。

【０１８４】

上記切り換えシフトレジスタ８１１の切り換えデータＣＧ“０１”、“１０”の上位ビットまたは下位ビットはセレクタ８１２を介して、上記合成波形メモリ８０２に読み出し／書き込み信号Ｒ／Ｗとして供給される。上記合成波形メモリ８０２の書き込み／読み出しアドレスデータＷＡＤ／ＲＡＤの各ビットはノアゲート８１３を介して、フリップフロップ８１４に反転信号として供給される。このフリップフロップ８１４の出力信号は上記セレクタ８１２にセレクト信号として供給される。

【０１８５】

従って、書き込み／読み出しアドレスデータＷＡＤ／ＲＡＤが“０００……０（オール０）”になった時のみ、上記切り換えデータＣＧ“０１”、“１０”の上位ビットまたは下位ビットの出力選択が切り換えられる。これにより、上記合成波形メモリ８０２の書き込み／読み出しが行われるバンクが交互に切り換えられる。他の構成並びに動作及び種々の修正、変更、使用、転用、置換、付加等は上記図２１の実施例と同じである。

【０１８６】

上記合成波形メモリ８０２ａ～ｄのそれぞれ、合成波形メモリ８０２の各バンクには、変更前（または変更後）のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）が記憶され、この変更前（または変更後）のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）と変更後（または変更前）のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）との各サンプル点ごとの差分波形が記憶されてもよい。そして、両フォルマント信号は、一方または両方が上記位相補正されて相加的に合成され出力される。

【０１８７】

なお、上記合成波形メモリ８０２はシフトレジスタ型または遅延線型のＣＣＤからなるメモリに置き換えてもよい。このメモリでは、フォルマント信号Ｆｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）のビット数と同数の列のＣＣＤが設けられ、全チャンネル分のフォルマント信号Ｆｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）がシフトクロック信号ＳＣφによって順次シフトされ、一周期後または複数周期後に出力される。

【０１８８】

このＣＣＤの合成波形メモリ８０２の入力である変更後のフォルマント信号Ｆｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）は上記マルチプライヤ８０４ａへ送られ、出力である変更前のフォルマント信号Ｆｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）は上記マルチプライヤ８０４ｂへ送られ、上記重み付け補間が行われる。上記シフトクロック信号ＳＣφの周期は、上記書き込み／読み出しアドレスデータＷＡＤ／ＲＡＤのインクリメント周期に等しい。他の事項は上記図２１の実施例と同じである。

【０１８９】

なお、上記合成波形メモリ８０２として、他のシフトレジスタ、遅延メモリ、ラッチメモリ等が使われてもよい。また、上記合成波形メモリ８０２から時分割に読み出された変更前（または変更後）のフォルマント信号Ｆｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）と、この変更前のさらに変更前（または変更前）のフォルマント信号Ｆｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）とは、上記マルチプライヤ８０４ａ、８０４ｂで重み付けデータＷＴ１、ＷＴ２が乗算された後、累算器で累算合成されて、上記マルチプライヤ６７へ送られてもよい。さらに、上記合成波形メモリ８０２ａ、８０２ｂ、８０２ｃ、８０２ｄ、８０２には、上記フォルマント形状波形メモ

リ５３からのフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）または三角関数テーブル６３（上述の変更含む）からのフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）が書き込まれかつ読み出されてもよい。

【０１９０】

なお、上述したまたは後述するフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）、その他のパラメータＶａｌｊ（ωｆｊ（ｔ）、ωｃｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ）、ωｆｊｋ（ｔ）、ωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊｋ（ｔ）、ｄｊｋ（ｔ）、ＷＡＤ／ＲＡＤ等）、データＴＤ、ＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ、Ｒｅｑ、Ｅｎｄ、Ｅａ、Ｔａについて述べた種々の修正、変更、使用、転用、置換、付加等は、図１８～図２４において述べたまたは後述のフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）、その他のパラメータの修正等についてもそっくりそのまま直接的かつ一義的にあてはまる。なぜなら、両信号、両パラメータ、両データは性質が同じものだからである。長文化を避けるため、ここでは述べない。

【０１９１】

１８．フォルマント形状テーブル２１２

図２５はプログラム／データ記憶部２１のフォルマント形状テーブル２１２を示す。このフォルマント形状テーブル２１２には、上述した多数のリピートトップデータＴａが上記音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに記憶されている。

【０１９２】

このリピートトップデータＴａは上記フォルマント形状波形メモリ５３に各音楽的ファクタ、発音開始からの経過時間、エンベロープレベル及びエンベロープフェーズごとに記憶されたフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）のそれぞれに対応し指定するものである。このフォルマント形状テーブル２１２には、リピートトップデータＴａのほか、上記リピートエンドデータＥａ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、スピードデータＳＰ、目標データＯ、ミニデータＭｉｎも各音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベル及びエンベロープフェーズごとに記憶されている。

【０１９３】

そして、リピートトップデータＴａ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）及びリピートエンドデータＥａは対応して一組ずつ記憶される。リピートトップデータＴａは上述したようにフォルマント形状波形メモリ５３に記憶された多数のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）を選択指定する。

【０１９４】

このリピートトップデータＴａ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）及びリピートエンドデータＥａの組の数は、音楽的ファクタ、発音開始からの経過時間、エンベロープレベル及びエンベロープフェーズごとに異なっている。また、これらのパラメータωｆｊ（ｔ）、データＴａ、Ｅａ、ＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎの選択切り換えは、操作者によって演奏情報発生部１０のパネルスイッチ群から入力されて指定もされる。この場合、この選択切り換えに応じて、対応するパラメータ、データがこのフォルマント形状テーブル２１２に書き込まれる。これら各音楽的ファクタ、発音開始からの経過時間、エンベロープフェーズ、エンベロープレベルまたは操作者の設定指示の変化に応じて、生成される１つの楽音についてのフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数または組合せも変化し決定される。また、これらリピートトップデータＴａ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）及びリピートエンドデータＥａは、操作者によって演奏情報発生部１０より入力されたりする。

【０１９５】

このフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数または組合せが変化すると１つの楽音に割り当てられるチャンネルの数または組合せもこれに応じて変化する。これら音楽的ファクタ、発音開始からの経過時間、エンベロープフェーズ及びエンベロープレベルごとの記憶は、上述のデータＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ、Ｔａ、Ｅａ、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）ま

たはｎ組のパラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）の記憶と同じように、階層的である。

【０１９６】

この場合、上記音楽的ファクタには、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成されることができる。

【０１９７】

なお、上記発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルごとの記憶は省略され、各パラメータωｆｊ（ｔ）、データＴａ、Ｅａ、ＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎに対し、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが修正合成されてもよい。この修正合成は、後述する種々の演算（１）等によるものであり、図５のパラメータ記憶部４１の出力端または関数演算部４２の出力端、図１０及び図２８のフォルマント密度記憶部５２の出力端から位相演算部５１の入力端にかけて、図１３のエクスクルシブオアゲート群５１２の入力端、セレクタ５１３の入力端、図１５のアダー６２の入力端に、発音経過時間またはエンベロープレベルを修正合成する演算装置が設けられる。

【０１９８】

この音楽的ファクタは上述したように演奏情報発生部１０より入力され、発音開始からの経過時間は上述したようにフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）、累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）またはタイムカウントデータが使われ、エンベロープレベルデータは上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）が使われ、エンベロープフェーズは上記リクエストデータＲｅｑのカウント数に基づく。

【０１９９】

これらリピートトップデータＴａ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、リピートエンドデータＥａ及び各データＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎは対応するものが決定されて読み出されアサイメントメモリ２１３の割当チャンネルに応じたチャンネルメモリエリアにコントローラ２０によって書き込まれる。この書き込まれた各データのうち、データＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎはフォルマント制御パラメータ発生部４０へ送られ、リピートトップデータＴａ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）及びリピートエンドデータＥａはフォルマント形状波形発生部５０へ送られて、合成フォルマントの形状が変えられ、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数または組合せが制御される。

【０２００】

この送付は、コントローラ２０によって対応するチャンネルタイミングごとに行われる。この送付方法は、例えば特願平１－４２２９８号、特願平１－３０５８１８号、特願平１－３１２１７５号、特願平２－２０８９１７８号、特願平２－４０９５７７号、特願平２－４０９５７８号の各明細書に示された方法が使われる。

【０２０１】

なお、このフォルマント形状テーブル２１２には、さらに上述のフォルマント制御パラメータｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ）であって固定値のものも音楽的ファクタ、発音開始からの経過時間、エンベロープフェーズまたはエンベロープレベルごとにまたは上記リピートトップデータＴａ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）及びリピートエンドデータＥａに対応して記憶可能である。

【０２０２】

１９．アサインメントメモリ２１３

図２６は、プログラム／データ記憶部２１のアサインメントメモリ２１３を示す。アサインメントメモリ２１３には、複数（１６または３２等）のチャンネルメモリエリアが形成されており、上記フォルマント制御パラメータ発生部４０、フォルマント形状波形発生部５０及びフォルマント波形発生部６０に形成された複数の楽音生成チャンネルに割り当てられた楽音に関するデータが記憶される。

【０２０３】

これら各チャンネルメモリエリアには、チャンネルが割当られた楽音のリピートトップデータＴａ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、リピートエンドデータＥａ及び各データＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎのほか、オン／オフデータ、周波数ナンバデータＦＮ（またはキーナンバデータＫＮ）、エンベロープフェーズデータ、エンベロープレベルデータ等が記憶される。

【０２０４】

オン／オフデータは割り当られ発音する楽音がキーオン中または発音中（“１”）かキーオフ中または消音中（“０”）かを示す。周波数ナンバデータＦＮは割り当られ発音する楽音の音高を示す。周波数ナンバデータＦＮの上位データは音域またはオクターブを示す。この周波数ナンバデータＦＮは上記コントローラ２０によって対応するチャンネルタイミングに上記フォルマント波形発生部６０へ送られる。エンベロープフェーズデータはエンベロープのアタック、ディケィ、サスティンまたはリリースを示し、上記リクエストデータＲｅｑの出力数に応じてカウントされる。

【０２０５】

周波数ナンバデータＦＮは、リピートトップデータＴａ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）及びリピートエンドデータＥａの組が１つであって、割り当てられ発音する楽音につき複数である場合、この複数と同じ数だけ各チャンネルメモリエリアに、ほぼ同じ発音開始タイミングに書き込まれる。この場合、書き込まれる複数の周波数ナンバデータＦＮは同じ値であるが、それぞれわずかに異なる値としてもよい。

【０２０６】

これら各チャンネルに割り当てられた複数のフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）と複数のフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）とは、フォルマント制御パラメータ発生部４０、フォルマント形状波形発生部５０及びフォルマント波形発生部６０で生成されて、それぞれ相乗的または相加的に加減乗除で合成される。

【０２０７】

また、このアサインメントメモリ２１３の各チャンネルメモリエリアには割り当てられ発音する楽音の上記音楽的ファクタデータ等も記憶可能である。さらに、このアサインメントメモリ２１３は、プログラム／データ記憶部２１の中ではなく、フォルマント制御パラメータ発生部４０、フォルマント形状波形発生部５０またはフォルマント波形発生部６０の中に設けてもよい。このアサインメントメモリ２１３の各チャンネルメモリエリアには上述のフォルマント制御パラメータｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ）であって固定値のものも記憶可能である。

【０２０８】

上記時分割処理によって形成されるチャンネル、すなわち複数の楽音を並行して発生するための複数の楽音発生システムへの各楽音の割り当て方法またはトランゲート方法は、例えば特願平１－４２２９８号、特願平１－３０５８１８号、特願平１－３１２１７５号、特願平２－２０８９１７８号、特願平２－４０９５７７号、特願平２－４０９５７８号に示された方法が使われる。

【０２０９】

２０．フォルマントの数、組合せの変化状態

図２７は、上述のようにして数または組合せが制御されるフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）と合成波形のフォルマントとの関係を示す。図２７（１）では、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）とフォルマント制御パラメータｄｊ（ｔ）を変えることにより１つのフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）から３つのフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）を生成している。そして、この３つのフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）は２つ、１つと数が変化していく。フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の組合せには変化はない。

【０２１０】

図２７（２）では、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の組合せが変化している。フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数には変化はない。図２７（３）では、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の組合せと数両方が変化している。図２７（４）では、フォルマント形状信号

Ｆｊ（ｔ）の数、組合せに変化はないように見える。これは、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）とフォルマント制御パラメータｄｊ（ｔ）のみを変化させたものである。これも実はフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の組合せの変化の１つである。

【０２１１】

以上のように、音楽的ファクタ、発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズに応じて、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数または組合せを変えることができ、楽音の性質を多種多様に変化させることができる。この場合、各フォルマントのピーク点の数、位置、高さも変化する。

【０２１２】

なお、上述の変化において、同じフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）につきフォルマント制御パラメータｄｊ（ｔ）のみを変えていくこともできる。またフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）は、合成の回数分だけ相加されている。さらに図２７の変化はこれに限られず逆方向にしたり、順番を一部入れ替えたり、変化パターンを増減したりしてもよい。

【０２１３】

また、合成されるフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数は４つ以上であってもよい。さらに、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）のフォルマントは一部分または全部を重ならせることもできる。これは、各フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の値を選ぶことにより可能である。これにより、フォルマントが重なりあった部分のレベルが相加的に大きくなり、新たなフォルマントピーク点が生成されることもできる。

【０２１４】

２１．フォルマント形状波形発生部５０

図２８は、上記フォルマント形状波形発生部５０の別の実施例を示す。このフォルマント形状波形発生部５０では、１つのチャンネルの分割時間の間に、４つのフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）が時分割に読み出される。従ってフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の読み出しの時分割周期は、楽音全体の生成処理の時分割周期の１／４となっている。

【０２１５】

フォルマント密度記憶部５２のフォルマント密度メモリ５２３には、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）、フォルマント制御パラメータＴａｊ、Ｅａｊ、Ｕ／Ｄｊが、（時分割チャンネル数）×４だけ記憶されており、フォルマント形状波形メモリ５３からフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）が各チャンネルごとに４つずつ読み出される。これに応じて、パラメータ記憶部４１のパラメータメモリ４１１にもフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、ＴＤ、Ｖも（時分割チャンネル数）×４だけ記憶される。

【０２１６】

読み出された４つのフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）は順次累算器５５で各チャンネルごとに累算され、アダー５４で上記フォルマント形状バイアスパラメータｄｊ（ｔ）と加算され、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）としてフォルマント波形発生部６０へ送られる。

【０２１７】

これにより、図２７（１）～（４）に示すような、複数のフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）が相加的に合成され、複数のフォルマントを合成したフォルマントをもつフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）が合成生成され、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数、組合せが制御されることができる。この合成フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）は、フォルマント波形発生部６０のマルチプライヤ６６、６２１でフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）に相乗的または相加的に加減乗除で合成される。

【０２１８】

本実施例では１つのフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）に対し４つのフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）が相乗的または相加的に加減乗除で合成される。なお、この合成されるフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数は４つ以外にすることもできる。この場合、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の読み出し時分割周期を変更するか、４つのうちのいくつかにつき、フォルマント制御パラメータ発生部４０のフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）

及びフォルマント密度記憶部５２の累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）の値を“０”とし、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）が一部読み出されないようにすればよい。これによりフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数、組合せの制御を行うことができる。

【０２１９】

また、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）と複数のフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）との合成は、図２０に示す回路で行うこともできる。この場合、各チャンネルのフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）とフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）とは同時にパラレルに発生され、各チャンネルのフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）とフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）とはマルチプライヤ６２１…で乗算合成され、アダー６２２で加算合成されて出力される。この場合、図１５または図１９のフォルマント波形発生部６０及び図１０または図２８のフォルマント形状波形発生部５０はチャンネル数に応じた数だけ設けられる。

【０２２０】

２２．フォルマント波形発生部６０

図２９は、フォルマント波形発生部６０の別の実施例を示す。第１多重合成系列６３５において、複数のフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）－１、Ｆｊ（ｔ）－２は、アダー６３１で相加的に合成され、次いで３つのマルチプライヤ６３２、６３２、６３２で順次フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）－１、Ｇｊ（ｔ）－２、Ｇｊ（ｔ）－３と多重的かつ相乗的に合成される。このような多重合成を行っても、合成フォルマントの形状が変えられ、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数、組合せが変えられていくことができる。

【０２２１】

これは、図３１に示される。フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）－１、Ｆｊ（ｔ）－２を合成して合成フォルマントを生成し、これに、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）－１、Ｇｊ（ｔ）－２、Ｇｊ（ｔ）－３を次々と合成していくことにより、合成フォルマントの数がどんどん増えていき、より複雑なフォルマント形状をもつ楽音が生成されることができる。

【０２２２】

このことは、他の第２多重合成系列６３５、第３多重合成系列６３５、第４多重合成系列６３５、第５多重合成系列６３５…でも同様である。この場合、合成されるフォルマント形状、組合せ、位置、数は第１多重合成系列６３５のものとは異なる。なお、上記アダー６３１…、マルチプライヤ６３２…は２入力のタイプでもよいし、３入力以上のタイプでもよく、２つを越えるフォルマント信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）が同時に相加的または相乗的に加減乗除で合成されてもよい。

【０２２３】

本実施例では、図１のフォルマント波形制御部６０は省略され、複数種類のフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）もフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の１つとして、フォルマント密度記憶部５２に記憶される。そして、１つの楽音につき５つのチャンネルが割り当てられ、この各チャンネルを通じて、選択切り換えされた上記フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）またはフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）が生成される。この１楽音あたりのチャンネル数は５つ以外でもよい。

【０２２４】

上記フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）またはフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の選択切り換えは、上述の音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズに基づく。この場合、上記フォルマント形状テーブル２１２が使用され、このフォルマント形状テーブル２１２には、上述した多数のリピートトップデータＴａ、リピートエンドデータＥａ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）（またはフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ））、スピードデータＳＰ、目標データＯ、ミニデータＭｉｎが上記音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに記憶されている。

【０２２５】

また、上記フォルマント信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）の選択切り換えは、操作者によって

演奏情報発生部１０のパネルスイッチ群から入力されて指定される。この場合、この選択切り換えに応じて、対応するデータＴａ、Ｅａ、ωｆｊ（ｔ）（ωｃｊ（ｔ））、ＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎが上記フォルマント形状テーブル２１２に書き込まれる。

【０２２６】

そして、リピートトップデータＴａ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）（またはフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ））及びリピートエンドデータＥａは対応して一組ずつ記憶される。この場合、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）によって読み出されるフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）とフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）によって読み出されるフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）とは、同じメモリ５３に記憶されるので、両パラメータωｃｊ（ｔ）とωｆｊ（ｔ）とは同じものになる。

【０２２７】

アサインメントメモリ２１３の各チャンネルメモリエリアには、チャンネルが割当られた楽音のリピートトップデータＴａ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）（ωｆｊ（ｔ））、リピートエンドデータＥａ及び各データＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎのほか、オン／オフデータ、周波数ナンバデータＦＮ（またはキーナンバデータＫＮ）、エンベロープフェーズデータ、エンベロープレベルデータ等が記憶される。

【０２２８】

これらのデータは、フォルマント制御パラメータ発生部４０及びフォルマント形状波形発生部５０へ送られ、上記フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）またはフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）が時分割に読み出し生成される。この各フォルマント信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）は、デマルチプレクサ６３７を介して、パラレルにラッチ群６３８にセットされ、各多重合成系列６３５…のアダー６３１…またはマルチプライヤ６３２…に供給される。各多重合成系列６３５…で多重的に合成されたフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）は、アダー６３４

で各楽音が相加的に合成され出力される。このデマルチプレクサ６３７、ラッチ群６３８は上記図２０の回路に入力側に設け、時分割に送られてくるフォルマント信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）を取り込むようにしてもよい。

【０２２９】

２３．多重合成系列６３５

図３０は、上記多重合成系列６３５のより詳しい回路を示す。上記各マルチプライヤ６３２…の各出力はアンドゲート群６３８…を介して、他のマルチプライヤ６３２…または自己のマルチプライヤ６３２…に帰還入力される。この帰還入力により、フォルマント信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）が、自己の信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）または他の信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）に合成され、より複雑かつ多重的に合成されることができるし、合成フォルマントの形状が変えられ、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数、組合せが制御されることができる。

【０２３０】

また、上記各マルチプライヤ６３２…の各出力はアンドゲート群６３９…を介して、アダー６３４へ入力される。これにより、多重合成系列６３５における最終または途中の合成信号が出力されることができ、多重合成ステップが切り換えられていくことができるし、合成フォルマントの形状が変えられ、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数、組合せが制御されることができる。

【０２３１】

さらに、上記各マルチプライヤ６３２…の各出力はアンドゲート群６４０…を介して、他の多重合成系列６３５のアダー６３１…、マルチプライヤ６３２…へ入力される。これにより、上述の多重的合成がより複雑かつさらに多重的になるし、合成フォルマントの形状が変えられ、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数、組合せが制御されることができる。

【０２３２】

上記各アンドゲート群６３９…の開成信号群ＥＮは、アルゴリズムラッチ６４１からパラレルに同時に送られてくる。この開成信号群ＥＮの内容は、音楽的ファクタごと及び発音

開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに変化する。これにより多重合成経路すなわち合成演算のアルゴリズムも変化するし、合成されるフォルマント信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）の組み合わせも変わり、合成フォルマントの形状も変えられ、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数、組合せも制御されることができる。

【０２３３】

この場合、上記フォルマント形状テーブル２１２と同じように、開成信号群ＥＮが音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに階層的に記憶され、対応するものが読み出され、上記コントローラ２０によってアルゴリズムラッチ６４１にセットされる。この場合、操作者の設定指示によっても開成信号群ＥＮが選択されて読み出される。

【０２３４】

また、この開成信号群ＥＮの内容は、操作者によって演奏情報発生部１０のパネルスイッチ群から入力される。この場合、この入力された開成信号群ＥＮが上記フォルマント形状テーブル２１２と同じ上記テーブルに書き込まれる。なお、上記マルチプライヤ６３２…のそれぞれの入力端には、実際にはオアゲート群が設けられているが、図面では省略されている。

【０２３５】

この場合、上記音楽的ファクタには、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成されることができる。

【０２３６】

なお、上記発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルごとの記憶は省略され、各開成信号群ＥＮに対し、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが修正合成されてもよい。この修正合成は、後述する種々の演算（１）等であり、図３０のアリゴリズムラッチ６４１の入力端に、発音経過時間またはエンベロープレベルを修正合成する演算装置が設けられる。

【０２３７】

２４．多重合成系列６３５

図３２は、上記図２９のフォルマント波形発生部６０を時分割回路で実現したものである。上記フォルマント形状波形発生部５０から時分割に順次生成されるフォルマント信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）は、アンドゲート群６４３ａまたは６４３ｂを介して、アダー６３１またはマルチプライヤ６３２に供給される。また、ラッチ６４６からの合成演算された信号は、アンドゲート群６４４ａまたは６４４ｂを介して、アダー６３１またはマルチプライヤ６３２に供給される。

【０２３８】

上記アダー６３１またはマルチプライヤ６３２では、上記両信号が相加的または相乗的に加減乗除で合成され、アンドゲート群６４５ａまたは６４５ｂを介して、上記ラッチ６４６に格納される。そして、各チャンネル時間ごとにフォルマント信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）の相加的合成または相乗的合成の加減乗除の演算が多重的に繰り返され、合成フォルマントの形状が変えられ、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数、組合せが制御されることができる。

【０２３９】

このラッチ６４６の合成されたフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）は、アンドゲート群６４７を介して出力される。アンドゲート群の開成信号は、カウンタ６４８からのオーバーフロー信号であり、このカウンタ６４８にはチャンネルクロック信号ＣＨφがインクリメント信号として入力される。このカウンタ６４８は一楽音あたりに割り当てられるチャンネル数と同じ５進であるが、チャンネル数が異なれば進数も異なる。

【０２４０】

上記各アンドゲート群６４３ａ、６４４ａ及び６４５ａには、アルゴリズムシフトレジスタ６４９からの開成信号群ＥＮが順次時分割チャンネルごとにシリアルにそのまま供給さ

れ、アンドゲート群６４３ｂ、６４４ｂ及び６４５ｂには、アルゴリズムシフトレジスタ６４９からの開成信号がインバータ６５０で反転されて供給される。この開成信号群ＥＮの内容は、音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに変化し、これにより多重合成経路すなわち合成演算のアルゴリズムも変化するし、合成されるフォルマント信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）の組み合わせも変わり、合成フォルマントの形状も変えられ、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数、組合せも制御されることができる。

【０２４１】

この場合、上記フォルマント形状テーブル２１２と同じように、開成信号群ＥＮが音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに階層的に記憶され、または操作者によって演奏情報発生部１０のパネルスイッチ群より入力され、対応するものが読み出され、上記コントローラ２０によってアルゴリズムシフトレジスタ６４９にセットされる。この場合、操作者の設定指示によっても開成信号群ＥＮが選択されて読み出される。

【０２４２】

この場合、上記音楽的ファクタには、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成されることができる。

【０２４３】

なお、上記発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルごとの記憶は省略され、各開成信号群ＥＮに対し、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが修正合成されてもよい。この修正合成は、後述する種々の演算（１）等によるものであり、図３２のアリゴリズムシフトレジスタ６４９の入力端に、発音経過時間またはエンベロープレベルを修正合成する演算装置が設けられる。

【０２４４】

アルゴリズムシフトレジスタ６４９の段数は（一楽音あたりのチャンネル数）×（全楽音数）で循環シフトタイプのものである。そして、新たな楽音発音時に、この発音される楽音の各チャンネルタイミングに、上記開成信号ＥＮがセットされる。この開成信号ＥＮは多重合成経路を時系列的に決定する。

【０２４５】

この図３２の回路では自己の信号への帰還のアルゴリズムはできない。しかし、図３２の鎖線で示すように、ラッチ６４６の出力がアンドゲート群６５１を介してアンドゲート群６４３ａ及び６４３ｂに供給されれば可能である。ただし、自己帰還演算のチャンネルタイミングのとき、アンドゲート群６４３ａ及び６４３ｂには、フォルマント形状波形発生部５０からフォルマント信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）が供給されない。この場合、このチャンネルタイミングに対応したチャンネルにはデータが割り当てられない。なお、図３２の回路では他の信号への帰還のアルゴリズムはできる。

【０２４６】

また、この開成信号群ＥＮの内容は、操作者によって演奏情報発生部１０のパネルスイッチ群から入力される。この場合、この入力された開成信号群ＥＮが上記フォルマント形状テーブル２１２と同じ上記テーブルに書き込まれる。

【０２４７】

なお、上記実施例のフォルマント形状テーブル２１２、アサインメントメモリ２１３について述べた種々の修正、変更、使用、転用、置換、付加等は、本実施例の修正等についてもそっくりそのまま直接的かつ一義的に可能である。長文化を避けるため、ここでは述べない。また、上記ラッチ６４６、アンドゲート群６４３ａ、６４３ｂのそれぞれの入力端には、実際にはオアゲート群が設けられているが、図面では省略されている。さらに、アルゴリズムシフトレジスタ６４９の入力端には、セレクタが設けられているが、図面では省略されている。このセレクタでは、通常時にはアルゴリズムシフトレジスタ６４９の出力が選択されて帰還入力され、開成信号がコントローラ２０によって書き込まれる時には

、コントローラ２０によって選択が切り換えられる。

【０２４８】

このような多重合成では、上記フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）自体も１本線のフォルマントをもつと仮定すれば、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）はフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）と同じように相加的、相乗的に合成することができる。このようにして合成を多重的に行うことにより、より複雑なフォルマント形状をもつ楽音を生成することができるし、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数、組合せを制御することができる。

【０２４９】

また、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）をフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の代わりに使い、複数のフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）を相乗的に合成することもできる。この場合、生成されるフォルマントの形状はフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）のフォルマントの形状を変形することになるし、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数、組合せを制御することができる。

【０２５０】

さらに、上記各多重合成系列６３５…においてアダー６３１…に入力される信号のいずれかのレベルを“０”としたり、またはマルチプライヤ６３２…に入力される信号のいずれかのレベルを“１”とすれば、アダー６３１…、マルチプライヤ６３２…をスルー状態とし、ここだけ合成のない状態とすることができる。このようなレベル制御により、合成フォルマントの形状を変えて、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数、組合せが制御されることができる。

【０２５１】

この場合、上記フォルマント形状テーブル２１２、アサインメントメモリ２１３に記憶され、かつフォルマント信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）に対応するデータはノーオペレーション－０、－１となる。ノーオペレーション－０は、フォルマント形状メモリ５２からデータ“０”読み出すことを指示するコマンドであり、ノーオペレーション－１は、フォルマント形状メモリ５２からデータ“１”読み出すことを指示するコマンドである。

【０２５２】

このようなノーオペレーション－０、－１も、上記フォルマント形状テーブル２１２と同じように、音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに階層的に決定され、これら音楽的ファクタ等または操作者の設定指示によって選択されたり、操作者によって演奏情報発生部１０のパネルスイッチ群から入力される。そして、上記開成信号群ＥＮと同じように、上記音楽的ファクタに、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成され、ノーオペレーション－０、－１に発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが、後述する種々の演算（１）等によって修正合成される。

【０２５３】

またさらに、フォルマント信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）が、上記各多重合成系列６３５…のいずれに入力されるか、すなわち発音する楽音がいずれのチャンネルに割り当てられるかを決定するデータは、上記フォルマント形状テーブル２１２と同じように、音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに階層的に決定され、これら音楽的ファクタ等または操作者の設定指示によって選択されたり、また操作者によって演奏情報発生部１０のパネルスイッチ群から入力される。これに応じて、プログラム／データ記憶部２１には、音楽的ファクタ及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズと割り当てチャンネルとの対応テーブルであって、上記フォルマント形状テーブル２１２と同様のテーブルが設けられる。そして、このテーブルに上記操作者の入力データが書き込まれる。

【０２５４】

また、上記音楽的ファクタに、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデー

タなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成され、または上記決定するデータに、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが、後述する種々の演算（１）等によって修正合成される。

【０２５５】

なお、上記アダー６３１…のいくつかをマルチプライヤに切り換え、また上記マルチプライヤ６３２…のいくつかをアダーに切り換えることにより、相加的合成と相乗的合成とを入れ換え、合成内容を変化させ、合成フォルマントの形状が変えられ、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数、組合せが制御されることができる。また、図２９及び図３０の多重合成系列６３５…はさらにアダー６３１…またはマルチプライヤ６３２…を付加して、より多段にすることもできる。

【０２５６】

なお、上述したまたは後述するフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）、その他のパラメータＶａｌｊ（ωｆｊ（ｔ）、ωｃｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ）、ωｆｊｋ（ｔ）、ωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊｋ（ｔ）、ｄｊｋ（ｔ）、ＷＡＤ／ＲＡＤ等）、データＴＤ、ＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ、Ｒｅｑ、Ｅｎｄ、Ｅａ、Ｔａ、テーブル２１２、２１４、２１５、２１６、アサインメントメモリ２１３について述べた種々の修正、変更、使用、転用、置換、付加等は、図１８～図４０において述べたまたは後述のフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）、その他のパラメータ、テーブル２１２、２１４～２１６、メモリ２１３の修正等についてもそっくりそのまま直接的かつ一義的にあてはまる。なぜなら、各信号、各パラメータ、各データ、各テーブル、各メモリは性質、構成が同じものだからである。長文化を避けるため、ここでは述べない。

【０２５７】

２５．調和度制御回路９０

図３３は別の実施例の全体回路を示す。上記プログラム／データ記憶部２１のアサインメントメモリ２１３からコントローラ２０などによって時分割に読み出された各周波数ナンバデータＦＮ（音高情報）は、または、フォルマント制御パラメータ発生部４０からのフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）若しくはフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）は、調和度制御回路９０へ送られる。

【０２５８】

このデータＦＮ（ωｆｊ（ｔ）、ωｃｊ（ｔ））は、調和度制御回路９０で、フォルマント制御パラメータ発生部４０からのフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）及びコントローラ２０からのサンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）及び合成フォルマント調和度Ｈｊ（ｔ）が合成され、上記フォルマント密度ωｆｊ（ｔ）として、パラメータフォルマント形状波形発生部５０へ送られる。

【０２５９】

この合成によりフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）のフォルマントの各周波数成分のそれぞれの周波数の対比値が決定されて、フォルマントの各周波数成分の調和度が制御される。この場合、上記周波数ナンバデータＦＮは、そのまま調和度制御回路９０へ送られたり、演算（他のデータとの後述する種々の演算（１））処理されて調和度制御回路９０へ送られる。

【０２６０】

図３４は上記調和度制御回路９０を示す。上記周波数ナンバデータＦＮ（音高情報）（またはフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）若しくはフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ））は、マルチプライヤ９１で上記サンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）が乗算合成され、アダー９２で合成フォルマント調和度データＨｊ（ｔ）が加算合成されて、上記フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）としてフォルマント形状波形発生部５０へ送られる。

【０２６１】

この周波数ナンバデータＦＮ（音高情報）（またはフォルマント密度パラメータωｆｊ（

ｔ）若しくはフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ））は、楽音発音開始時にシフトレジスタに格納され、順次マルチプライヤ９１へ送られてもよい。このシフトレジスタは、次述するシフトレジスタ９５及び９６と同じである。

【０２６２】

上記フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）（または上記周波数ナンバデータＦＮ）は周波数非調和テーブル９３へ供給されて周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）が読み出される。この周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）はマルチプライヤ９４で全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）と乗算合成され、上記合成フォルマント調和度データＨｊ（ｔ）として上記アダー９２へ送られる。この全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）は、周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）に対して、重み付けを行う重み付けデータとしての役目を果たしている。

【０２６３】

上記音楽的ファクタ等に応じた全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）及びサンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）は、フォルマント調和テーブル２１５及びサンプリング修正テーブル２１６よりコントローラ２０によって読み出され、楽音発音開始時にそれぞれシフトレジスタ９５及び９６に格納される。この場合、全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）及びサンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）は、いったんアサインメントメモリ２１３の各チャンネルメモリエリアに書き込まれ、コントローラ２０などによって時分割に読み出されて、調和度制御回路９０へ送られることもできる。

【０２６４】

このシフトレジスタ９５および９６はチャンネル数に応じたシフトエリアを有し、このフォルマント波形発生部６０で合成される楽音が割り当てられたチャンネルのチャンネルタイミングに上記格納が行われ、各チャンネルの全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）及びサンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）が順次シフト出力される。

【０２６５】

このシフトレジスタ９５および９６の入力端には、セレクタが設けられているが、図面では省略されている。このセレクタでは、通常時にはシフトレジスタ９５および９６の出力が選択されて帰還入力され、全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）及びサンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）がコントローラ２０によって書き込まれる時には、コントローラ２０によって選択が切り換えられる。

【０２６６】

上記出力されるフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）は、上述した図３に示すように、フォルマントの各周波数成分の密度すなわちフォルマントの幅を決定している。従って、このフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）にフォルマント調和度データＨｊ（ｔ）を加算合成すると、フォルマントの各周波数成分の密度が変化することになる。そして、このフォルマント調和度データＨｊ（ｔ）（周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）または全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ））の値を適当に選ぶことにより、発生楽音のフォルマントの各周波数成分を整数倍または非整数倍にすることができる。

【０２６７】

ここで、各周波数成分の周波数値が整数倍のときは、図３７（ａ）に示すように、各周波数成分の周波数値が、低い方から、例えば１倍、２倍、３倍、４倍…となる。これに対し、各周波数成分の周波数値が非整数倍のときは、図３７（ｂ）に示すように、各周波数成分の周波数値が、低い方から、１倍、２倍、３倍、４倍…とならず、例えば、１倍、２．２倍、３．６倍、５．２倍、７倍、９倍……となったりする。

【０２６８】

なお、各周波数成分の周波数値は、これ以外の倍数となることもできるし、次述する準整数倍となったりすることもできる。各周波数成分の周波数値が準整数倍の場合は、例えば各周波数成分の周波数値が、１倍、２倍、３倍、４倍……（第１フォルマント）、５．１倍、６．２倍、７．３倍、８．４倍……（第２フォルマント）、９．６倍、１０．８倍、１２倍、１３．２倍……（第３フォルマント）というような比となる。

【０２６９】
図３５の中の曲線（１）は、上記周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）の値を示す。この周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）の値は、上記フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の値が大きくなるほど、大きくなっている。従って、図３６（ａ）に示すように、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）が大きいほど、すなわち形成される各フォルマントの中心のフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の周波数値（ｃ０、ｃ１、ｃ２、ｃ３…）の値が大きいほど、各フォルマントの各倍音の各周波数成分（ｆ０、ｆ１、ｆ２、ｆ３…）の密度も小さく各フォルマントの幅も広くなる。
【０２７０】
しかも、この曲線（１）では、周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）の値の変化率は、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の値の変化率より小さくて異なっている。例えば、簡単な例として、１つの楽音の３つのフォルマントにおいて、第１フォルマントのフォルマント中心信号の周波数が２００Ｈｚ、第１フォルマントのフォルマント形状信号の２つの倍音周波数が１００Ｈｚ、３００Ｈｚ、第２フォルマントのフォルマント中心信号の周波数が５２０Ｈｚ、第２フォルマントのフォルマント形状信号の２つの倍音周波数が４１０Ｈｚ、６３０Ｈｚ、第３フォルマントのフォルマント中心信号の周波数が８７０Ｈｚ、第３フォルマントのフォルマント形状信号の２つの倍音周波数が７５０Ｈｚ、９９０Ｈｚとする。
【０２７１】
すると、各フォルマントのフォルマント中心信号の周波数の値が１：２．６：４．３５となり、各フォルマントのフォルマント形状信号の各倍音の各周波数の差（間隔）の値が１：１．１：１．２となる。この場合の音高情報すなわち周波数ナンバデータＦＮは、２００Ｈｚに応じた値となる。そして、周波数ナンバデータＦＮ（音高情報）が変化すると、これに連動して、各フォルマント中心信号の周波数、各フォルマント形状信号の倍音周波数が連動して変化する。この場合、上記１：２．６：４．３５、１：１．１：１．２の比率は変化しない。しかし、周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）または全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）の値が変化すると、上記比率は変化する。
【０２７２】
なお、上記各フォルマント中心信号の周波数の値、上記各フォルマント形状信号の２つの倍音周波数の値は一例であり、他の値、他の比率であってもよいし、各フォルマント形状信号の倍音の数も２つを越える数でもよい。
【０２７３】
これに対し、上記全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）の値を「０」にすると、図３６（ｂ）に示すように、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の値は全フォルマントにつき同じ値となり、各フォルマントの各倍音の各周波数成分の密度も同じとなる。これにより、各フォルマントの各周波数成分の周波数の対比値すなわち各フォルマントの各周波数成分の密度を変化させて、楽音の各周波数の調和度を制御することができる。この周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）は、各フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の値が１倍、２倍、３倍、４倍…となるような値であってもよい。
【０２７４】
また、周波数ナンバデータＦＮ（音高情報）によって、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の値が決定されるので、各フォルマントの各周波数成分の密度が楽音の音高に応じてシフトされ、音高に応じたフォルマント制御を行うことができる。
【０２７５】
上述したように、上記マルチプライヤ９１に供給される周波数ナンバデータＦＮ（音高情報）は、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）またはフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）に置き換えることができる。この置き換えられたフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）によって、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の値が決定されるので、各フォルマントの各周波数成分の密度が楽音の音高に応じてシフトされ、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の周波数に応じたフォルマント制御を行うことができる

。

【０２７６】

また、このフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の置き換えにより、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）自身が種々のファクタによって制御、修正、変更されて出力されることになる。

【０２７７】

さらに、上述したように、上記周波数非調和テーブル９３に供給されるフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）は、周波数ナンバデータＦＮ（音高情報）に置き換えることができる。この置き換えられた周波数ナンバデータＦＮによって、周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）の値が決定されるので、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）のフォルマントの各周波数成分のそれぞれの周波数の対比値が、楽音の音高によって制御されることができる。

【０２７８】

この調和度制御回路９０における処理、調和度の制御は、各周波数ナンバデータＦＮ、各フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）（各フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ））につき時分割に行われる。この周波数ナンバデータＦＮ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）は図２６のアサインメントメモリ２１３に記憶される。

【０２７９】

この場合、図２６のアサインメントメモリ２１３の周波数ナンバデータＦＮ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）、リピートトップデータＴａ、リピートエンドデータＥａ及び各データＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ等は、１つの楽音について複数組または１組であり、複数組の場合、この複数と同じ数だけ各チャンネルメモリエリアに同時に書き込まれる。

【０２８０】

この複数組の場合、各組における周波数ナンバデータＦＮ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）、リピートトップデータＴａ、リピートエンドデータＥａまたは各データＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ等のいずれかは、同じ値として、１つの楽音の各フォルマントのフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）の種類、振幅またはフォルマント密度、フォルマント中心信号Ｇｊ（ｔ）の周波数または振幅などのいずれかが同じであってもよい。

【０２８１】

なお、図３４の調和度制御回路９０においては、マルチプライヤ９１及びアダー９２が省略されて、マルチプライヤ９４からの出力がフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）として出力されたり、アダー９２が省略されてマルチプライヤ９１からの出力がフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）として出力されたりしてもよい。また、シフトレジスタ９６及びマルチプライヤ９１が省略されて、周波数ナンバデータＦＮが直接アダー９２に供給されたり、シフトレジスタ９５及びマルチプライヤ９４が省略されて、周波数非調和テーブル９３からの周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）が直接アダー９２に供給されたり、周波数非調和テーブル９３及びマルチプライヤ９４が省略されて、シフトレジスタ９５からの全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）が直接アダー９２に供給されたりしてもよい。さらのマルチプライヤ９１、９４、アダー９２における各データの合成は、１つの多入力マルチプライヤまたは１つの多入力アダー等によって一括して行うこともできる。

【０２８２】

２６．フォルマント中心テーブル２１４

図３８はプログラム／データ記憶部２１のフォルマント中心テーブル２１４を示す。このフォルマント中心テーブル２１４と上述のフォルマント形状テーブル２１２とは、演奏情報発生部１０のパネルスイッチ群の操作者による選択操作により、いずれかが選択使用されることができる。このフォルマント中心テーブル２１４には、上述したフォルマントキ

ャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の対比データが上記音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに種々の値で記憶されている。

【０２８３】

このフォルマント中心テーブル２１４には、このフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の対比データのほか、上記フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、リピートトップデータＴａ、リピートエンドデータＥａ、スピードデータＳＰ、目標データＯ、ミニデータＭｉｎも各音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに種々の値で記憶されている。これらの各データは、操作者によって演奏情報発生部１０より入力されたりする。

【０２８４】

これら音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープフェーズ又はエンベロープレベルごとの記憶は階層的である。例えば各データは複数の音色ごとに記憶され、このうち１つの音色のデータは音域または楽器パートごとに記憶され、このうち１つの音域または楽器パートのデータはタッチごとに記憶され、このうち１つのタッチのデータは発音開始からの経過時間、エンベロープフェーズまたはエンベロープレベル等ごとに記憶され……である。

【０２８５】

この場合、上記音楽的ファクタには、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成されることができる。

【０２８６】

なお、上記発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルごとの記憶は省略され、各フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の対比データ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、リピートトップデータＴａ、リピートエンドデータＥａ、スピードデータＳＰ、目標データＯ、ミニデータＭｉｎに対し、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが修正合成されてもよい。この修正合成は、後述する種々の演算（１）等によるものであり、図５のパラメータ記憶部４１の出力端または関数演算部４２の出力端、図１０及び図２８のフォルマント密度記憶部５２の出力端から位相演算部５１の入力端にかけて、図１３のエクスクルシブオアゲート群５１２の入力端、セレクタ５１３の入力端、図１５のアダー６２の入力端、図３４のの周波数非調和テーブル９３の入力端、図３４のマルチプライヤ９１の入力端に、発音経過時間またはエンベロープレベルを修正合成する演算装置が設けられる。

【０２８７】

上記フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の対比データに基づいて、図３６に示されるように、１つの楽音において同時に形成される複数のフォルマントのフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）が生成される。各フォルマントのうち周波数の一番低いフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）（ｃ１）のフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）は、指定音高に応じた周波数ナンバデータＦＮと同じ値または応じた値となる。従って、１つの楽音の周波数の一番低いフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）（ｃ１）のフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の対比データは「１」となるか、または記憶されない。

【０２８８】

他のフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）（ｃ２、ｃ３、ｃ４…）のフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の対比データは、周波数の一番低いフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）（ｃ１）に対する他のフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）（ｃ２、ｃ３、ｃ４…）の対比データとなる。これにより、指定音高に応じて各フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の周波数を決定することができる。

【０２８９】

上記フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の対比データは、この音楽的ファクタ

及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに、値（周波数）または数が変化している。これにより、複数のフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の周波数または数が、この音楽的ファクタ等に応じて制御される。このフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の数が変化すると１つの楽音に割り当てられるチャンネルの数もこれに応じて変化する。この場合、周波数の一番低いフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）（ｃ１）についてのみ、対比データの値を一定または無しとして、上記値（周波数）または数の変化を禁止することもできる。

【０２９０】

また、スピードデータＳＰ、目標データＯ、ミニデータＭｉｎも、この音楽的ファクタ及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに、値が変化している。これにより、これらデータＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎによって演算される、複数のフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の振幅ａｊ（ｔ）も、この音楽的ファクタ等に応じて制御される。この場合、周波数の一番低いフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）（ｃ１）についてのみ、値を一定として、上記振幅ａｊ（ｔ）の変化を禁止することもできる。

【０２９１】

これらのパラメータωｃｊ（ｔ）の対比データ、ωｆｊ（ｔ）、データＴａ、Ｅａ、ＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎの選択切り換えは、操作者によって演奏情報発生部１０のパネルスイッチ群から入力されて指定もされる。この場合、この選択切り換えに応じて、対応するパラメータ、データがこのフォルマント中心テーブル２１４に書き込まれる。これら各音楽的ファクタ、発音開始からの経過時間、エンベロープフェーズ又はエンベロープレベルの変化に応じて生成される１つの楽音についてのフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の周波数または数も変化される。

【０２９２】

この音楽的ファクタは上述したように演奏情報発生部１０より入力され、発音開始からの経過時間は上述したようにフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）、累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）またはタイムカウントデータが使われ、エンベロープレベルデータは上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）が使われ、エンベロープフェーズは上記リクエストデータＲｅｑのカウント数に基づく。

【０２９３】

これらフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の対比データ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、リピートトップデータＴａ、リピートエンドデータＥａ及び各データＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎは対応するものが決定されて読み出されアサイメントメモリ２１３の割当チャンネルに応じたチャンネルメモリエリアにコントローラ２０によって書き込まれる。

【０２９４】

この書き込まれた各データのうち、データＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎはフォルマント制御パラメータ発生部４０へ送られ、リピートトップデータＴａ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）及びリピートエンドデータＥａはフォルマント形状波形発生部５０へ送られ、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の対比データは、指定音高に応じた周波数ナンバデータＦＮが乗算されてフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）が求められ、フォルマント波形制御部６０へ送られて、合成フォルマントの数、形状が変えられる。

【０２９５】

この送付は、コントローラ２０によって対応するチャンネルタイミングごとに行われる。この送付方法は、例えば特願平１－４２２９８号、特願平１－３０５８１８号、特願平１－３１２１７５号、特願平２－２０８９１７８号、特願平２－４０９５７７号、特願平２－４０９５７８号の各明細書に示された方法が使われる。

【０２９６】

なお、このフォルマント中心テーブル２１４には、さらに上述のフォルマント制御パラメ

ータｃｊ（ｔ）、ｄｊ（ｔ）であって固定値のものも音楽的ファクタ、発音開始からの経過時間、エンベロープフェーズまたはエンベロープレベルごとにまたは上記フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、リピートトップデータＴａ及びリピートエンドデータＥａに対応して記憶可能である。また、上記パラメータωｃｊ（ｔ）、ωｆｊ（ｔ）、データＴａ、Ｅａ、ＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎによって、図５のフォルマント制御パラメータ発生部４０、図１０または図２８のフォルマント形状波形発生部５０で、上述のようにして発生されたフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）とフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）とは、上述したように、図１５、図１９、図２０、図２１、図２４、図２９、図３０または図３２の回路で合成される。

【０２９７】

上記フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の対比データそれぞれに対し、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）は異なっていてもまたは同じで単一でもよいし、リピートトップデータＴａまたはリピートエンドデータＥａは異なっていてもまたは同じで単一でもよいし、各データＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎは異なっていてもまたは同じで単一でもよい。

【０２９８】

これにより、図３６の各フォルマントごとの各周波数成分の密度、各フォルマントごとのフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の形状、各フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の振幅またはバイアス、各フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）のバイアスを、それぞれ異なるように制御したり同じように同期して制御したりすることができる。

【０２９９】

上記音楽的ファクタ等ごとに記憶されるフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の対比データ、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、リピートトップデータＴａ、リピートエンドデータＥａ、データＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎは、上記発音開始からの経過時間に応じたもののみが省略されてもよい。

【０３００】

この場合、代わりに図１５、図１９、図２１、図２４、図２８のフォルマント波形発生部６０または重み付け補間回路８０の累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）またはフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）、フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、図１０の累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）またはフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、フォルマント制御パラメータｄｊ（ｔ）、スピードデータＳＰに、上記発音開始からの経過時間を示すフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）、累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）またはタイムカウントデータが演算合成されていく。この演算合成は、後述する種々の演算（１）等による合成である。

【０３０１】

２７．周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）

図３５の曲線（１）は、上述したように、周波数非調和テーブル９３の周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）の値を示す。この周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）は、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）が下位読み出しアドレスデータとされて、周波数非調和テーブル９３より読み出され、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）が大きくなるほど周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）も累算的に大きくなる。しかも、周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）の値の変化率は、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の値の変化率より小さくて異なっている。例えば以下のとおりである。

【０３０２】

$Hfj(t)=a\cdot\omega cj(t)^{bn}$　（ｎ＝１、２、…、ａ、ｂ：定数）

$Hfj(t)=a\{\exp(b\cdot\omega cj(t))-1\}$（ａ、ｂ：定数）

なお、周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）は、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）に対し、図３５破線で示されるような特性であってもよい。曲線（２）では、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）が大きくなるほど周波数フォルマント

調和度データＨｆｊ（ｔ）も大きくなり、周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）の値の変化率は、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の値の変化率より大きくて異なっている。

【０３０３】

直線（３）では、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）が大きくなるほど周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）も大きくなり、周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）の値の変化率は、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の値の変化率と同じである。その他の曲線では、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）が大きくなるほど周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）が小さくなる。この場合、周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）の変化の割合は大きくなったり小さくなったり同じであったりする。

【０３０４】

この周波数非調和テーブル９３の周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）は、上述のデータＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ、Ｔａ、Ｅａ、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）、ｎ組のパラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、フォルマント形状テーブル２１２またはフォルマント中心テーブル２１４の記憶と同じように、上記音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに階層的に記憶されている。

【０３０５】

この音楽的ファクタは上述したように演奏情報発生部１０より出力され、発音開始からの経過時間は上述したようにフォルマント制御パラメータＶａｌｊ（場合によっては累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）または累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ））またはタイムカウントデータが使われ、エンベロープレベルデータは上記フォルマント制御パラメータａｌｊ（ｔ）が使われ、エンベロープフェーズは上記リクエストデータＲｅｑのカウント数に基づく。

【０３０６】

これら音楽的ファクタ等のデータは、上記周波数非調和テーブル９３に上位読み出しアドレスデータとして供給される。また、このような音楽的ファクタ等ごとの周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）は、操作者によって演奏情報発生部１０のパネルスイッチ群から入力された選択データ（上位読み出しアドレスデータ）によっても選択読み出しされる。また、この周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）は、操作者によって演奏情報発生部１０より入力されたりする。

【０３０７】

この場合、上記音楽的ファクタには、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成されてもよい。

【０３０８】

なお、上記発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルごとの記憶は省略され、各周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）に対し、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが修正合成されてもよい。この修正合成は、後述する種々の演算（１）等によるものであり、図３４の周波数非調和テーブル９３の出力端に、発音経過時間またはエンベロープレベルを修正合成する演算装置が設けられる。

【０３０９】

２８．全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）

図３９はプログラム／データ記憶部２１のフォルマント調和テーブル２１５の上記全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）を示す。この全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）は、例えば「０」～「１」の間の値をとり、上記周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）にマルチプライヤ９４で乗算される。これにより、周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）の値が重み付けされて出力され、全体フォルマント調和度データＨ

ｗｊ（ｔ）が「０」のときは、周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）も「０」となる。

【０３１０】

この全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）は、上述のデータＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ、Ｔａ、Ｅａ、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）、ｎ組のパラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）、フォルマント形状テーブル２１２またはフォルマント中心テーブル２１４の記憶と同じように、上記フォルマント調和テーブル２１５に上記音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに階層的に記憶されている。

【０３１１】

この音楽的ファクタは上述したように演奏情報発生部１０より出力され、発音開始からの経過時間は上述したようにフォルマント制御パラメータＶａｌｊ（場合によっては累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）または累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ））またはタイムカウントデータが使われ、エンベロープレベルデータは上記フォルマント制御パラメータａｌｊ（ｔ）が使われ、エンベロープフェーズは上記リクエストデータＲｅｑのカウント数に基づく。

【０３１２】

これら音楽的ファクタ等のデータは、上記フォルマント調和テーブル２１５に読み出しアドレスデータとして供給される。また、このような音楽的ファクタ等ごとの全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）は、操作者によって演奏情報発生部１０のパネルスイッチ群から入力された選択データ（読み出しアドレスデータ）によっても選択読み出しされる。また、この全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）は、操作者によって演奏情報発生部１０より入力されたりする。

【０３１３】

この場合、上記音楽的ファクタには、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成される。なお、上記発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルごとの記憶は省略され、各全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）に対し、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが修正合成されてもよい。この修正合成は、後述する種々の演算（１）等によるものであり、図３４のシフトレジスタ９５の入力端に、発音経過時間またはエンベロープレベルを修正合成する演算回路が設けられる。

【０３１４】

上記全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）の値は、「０」～「１」の値以外の値、例えば「０」～「２」、「０」～「１０」、「０」～「１／１０」、「０」～「－１」、「０」～「－１０」…等の値でもよい。

【０３１５】

２９．サンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）

上記サンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）は、フォルマント形状波形メモリ５３にサンプリング記憶されたフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）のフォルマントの各周波数成分の密度を修正する。例えば、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）が周波数ｆｓのサンプリング信号によってサンプリング記憶され、このサンプリング記憶されたフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）が周波数ｆａ（ｆｓ、１／２ｆｓ、３ｆｓ…）でインクリメントされるアドレスデータで読み出されると、この読み出されたフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）のフォルマントの各周波数成分の各差は、ｆｓ、１／２ｆｓ、３ｆｓ…となる。

【０３１６】

また、逆に、読み出しアドレスデータのインクリメント速度が周波数ｆａ＝ｆｓで、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の書き込みサンプリング信号の周波数がｆｓ、２ｆｓ、１／３ｆｓ…であれば、読み出されるフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）のフォルマントの

各周波数成分の各差は、ｆｓ、１／２ｆｓ、３ｆｓ…となる。一方、読み出しアドレスデータのインクリメント速度は、上記フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の値とフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の累算速度すなわち装置のシステムクロック周波数の値とによって決定される。

【０３１７】

従って、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の書き込みサンプリング信号の周波数ｆｓが変化すれば、これに応じてフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の値を修正する必要がある。

【０３１８】

これが上記サンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）である。上記フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の値が、ある基準となる記憶サンプリング周波数ｆｓ１に基づいて決定され、これに応じてフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）が記憶されていれば、実際の記憶サンプリング周波数が“ｆｓ２”のとき、サンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）は対比データｆｓ１／ｆｓ２となる。

【０３１９】

これにより、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）を任意の周波数のサンプリング信号によってサンプリング記憶することができる。このサンプリング記憶にあたっては、公知のサンプリング記憶システムが用いられ、上記フォルマント形状波形メモリ５３にフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）がサンプリング記憶される。

【０３２０】

このサンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）は、上記フォルマント形状波形メモリ５３より読み出されるフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）に対応したものが、サンプリング修正テーブル２１６からコントローラ２０によって読み出され、上記シフトレジスタ９６にセットされる。

【０３２１】

このサンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）は、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の記憶サンプリング周波数ｆｓが、上記音楽的ファクタごと、発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに異なれば、これに応じて値も異なる。なお、全てのフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の記憶サンプリング周波数ｆｓが一定のときは、サンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）及びマルチプライヤ９１は省略することができる。

【０３２２】

上記サンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）は、図４０に示すように、プログラム／データ記憶部２１のサンプリング修正テーブル２１６に上記音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに階層的に記憶することができる。この記憶は、上述のデータＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ、Ｔａ、Ｅａ、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）、ｎ組のパラメータωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）、フォルマント形状テーブル２１２、フォルマント中心テーブル２１４またはフォルマント調和テーブル２１５の記憶と同じである。

【０３２３】

この音楽的ファクタは上述したように演奏情報発生部１０より出力され、発音開始からの経過時間は上述したようにフォルマント制御パラメータＶａｌｊ（場合によっては累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）または累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ））またはタイムカウントデータが使われ、エンベロープレベルデータは上記フォルマント制御パラメータａｌｊ（ｔ）が使われ、エンベロープフェーズは上記リクエストデータＲｅｑのカウント数に基づく。

【０３２４】

これら音楽的ファクタ等のデータは、上記サンプリング修正テーブル２１６に読み出しア

ドレスデータとして供給される。また、このような音楽的ファクタ等ごとのサンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）は、操作者によって演奏情報発生部１０のパネルスイッチ群から入力された選択データ（読み出しアドレスデータ）によっても選択読み出しされる。また、このサンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）は、操作者によって演奏情報発生部１０より入力されたりする。

【０３２５】

この場合、上記音楽的ファクタには、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成される。なお、上記発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルごとの記憶は省略され、各サンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）に対し、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが修正合成されてもよい。この修正合成は、後述する種々の演算（１）等によるものであり、図３４のシフトレジスタ９６の入力端に、発音経過時間またはエンベロープレベルを修正合成する演算装置が設けられる。

【０３２６】

上記サンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）は対差データ（ｆｓ１－ｆｓ２）とし、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）にサンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）を上記乗算修正ではなく、加算修正してもよい。この場合、上記マルチプライヤ９１はアダーとなる。また、このサンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）はフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）（周波数ナンバデータＦＮ）に対し修正を行って上記周波数非調和テーブル９３に供給されることもできる。この場合、周波数非調和テーブル９３の前にマルチプライヤ９１または上記アダーが設けられ、サンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）の値自体も変化する。

【０３２７】

さらに、上記アダー９２におけるフォルマント調和度データＨｊ（ｔ）と周波数ナンバデータＦＮ（フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ））との合成は、後述する種々の演算（１）等による合成でもよい。

【０３２８】

また、上記周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）または全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）は、上述の音楽的ファクタ、発音開始からの経過時間等々を示すフォルマント制御パラメータＶａｌｊ等々を後述する種々の演算（２）等で求めてもよい。この周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）と全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）との合成は、後述する種々の演算（１）等による合成でもよい。

【０３２９】

さらに、この周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）と全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）とは、いずれか一方を省略することもできるし、周波数非調和テーブル９３の読み出しアドレスデータはフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）または音楽的ファクタ等に基づいたパラメータＶａｌｊ等のいずれか一方のみとすることもできる。

【０３３０】

また、この周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）、全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）及びサンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）を演算合成した値がテーブルに記憶され、上記音楽的ファクタ等を示すパラメータＶａｌｊ等、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）及びフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）が、読み出しアドレスデータとして読み出されてもよい。

【０３３１】

さらに、この周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）及び全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）は、上記音楽的ファクタごと及び発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに階層的ではなく、個別に記憶され、音楽的ファクタ等に応じた各周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）及び全体フォルマン

ト調和度データＨｗｊ（ｔ）が読み出され、後述する種々の演算（１）等による合成がなされてもよい。

【０３３２】

３０．フォルマント波形発生部６０

図４１は、フォルマント波形発生部６０の別の実施例を示す。上述の種々の方法により発生された各フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）は、マルチプライヤ６５１で、各キャリア振幅データＧａｊ（ｔ）が時分割に乗算合成され、振幅制御が行われて、マルチプライヤ６６へ送られる。また、同じく上述の種々の方法により発生された各フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）は、マルチプライヤ６５２で、各形状振幅データＦａｊ（ｔ）が時分割に乗算合成され、振幅制御が行われて、上記マルチプライヤ６６へ送られる。マルチプライヤ６６では、振幅制御された各フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）と各フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）とが時分割に乗算合成され出力される。

【０３３３】

なお、このフォルマント波形発生部６０の時分割処理は各フォルマントごとに、または１楽音ごとに行われるが、各フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）、各フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）が各フォルマントごとまたは１楽音ごとパラレルに生成される場合には、マルチプライヤ６５１、６５２、６６は多数設けられ、各マルチプライヤ６６…の出力がアダーで加算される。また、マルチプライヤ６５１…、６５２…は、アダー、データシフタ、演算回路、メモリ等に置き換えられ、後述する種々の演算（１）等による振幅制御も可能である。

【０３３４】

さらに、各フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）と各フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）との合成は、上述したように乗算合成以外のものも可能である。また、マルチプライヤ６５１…、６５２…いずれか一方を省略して、振幅制御をフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）いずれか一方に限ることもできる。

【０３３５】

また上述の各フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）（エンベロープレベルデータ）は、マルチプライヤ６５３で、重み付けデータＷＧが乗算合成され、上記各形状振幅データＦａｊ（ｔ）、キャリア振幅データＧａｊ（ｔ）として、上記マルチプライヤ６５１、６５２へ送られる。

【０３３６】

上記各重み付けデータＷＧは、重み付けテーブル６５４に上述したのと同じように、図４２に示すように、上述した音楽的ファクタごと、またはエンベロープフェーズごとに種々の値で階層的に記憶されており、この音楽的ファクタ、エンベロープフェーズを上位読み出しアドレスとし、上記発音経過時間またはエンベロープレベルを下位読み出しアドレスデータとして各フォルマントごとに時分割に読み出される。この重み付けデータＷＧは一定または変化、プラスまたはマイナスの値をとる。この重み付けデータＷＧまたは上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）（エンベロープレベルデータ）は、一部「０」の値もとることがあり、このとき生成されるフォルマントの数は変化する。なお、この重み付けデータＷＧまたはフォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は、デジタルシグナルプロセッサ等による演算によっても生成することができる。

【０３３７】

上記発音経過時間は上述した時分割に発生されるフォルマント制御パラメータＶａｌｊ（ｔ）、タイムカウントデータ等が用いられ、上記音楽的ファクタは上記演奏情報発生部１０のパネルスイッチ群またはＭＩＤＩシステムなどから入力されたり、上記アサインメントメモリ２１３などからコントローラ２０によって時分割に送られてくる。なお、重み付けデータＷＧがパラレルに生成される場合には、マルチプライヤ６５３は多数設けられる。

【０３３８】

また、重み付けデータＷＧは、上記発音経過時間が変換されてもよい。この場合、発音経

過時間が、後述する種々の演算（２）等がなされたり、データシフタで発音経過時間の上位データによって下位データがデータシフタでシフト（シフトダウン）されたり、アダーで発音経過時間の上位データが下位データから差し引かれたりする。

【０３３９】

また、マルチプライヤ６５１、６５２へは、上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）のみ、または重み付けデータＷＧのみが供給されてもよい。そして、フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は、重み付けテーブル６５４と同様に、上述した音楽的ファクタごとまたはエンベロープフェーズごとに種々の値で階層的に記憶され、発音経過時間またはエンベロープレベルを読み出しアドレスデータとして読み出されてもよい。さらに、フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は、テーブル２１２、２１４…と同様に、データＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎとして音楽的ファクタごと、発音経過時間ごと、エンベロープレベルごとまたはエンベロープフェーズごとに記憶されてもよい。また、このフォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）またはデータＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎは、操作者の設定指示に応じて選択されたり、操作者によって演奏情報発生部１０より入力されたりする。

【０３４０】

また、マルチプライヤ６５３…は、アダー、データシフタ、演算回路、テーブルメモリ等に置き換えられ、後述する種々の演算（１）等による振幅制御も図４３に示すように可能である。この場合の入力データは、上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）、発音経過時間、演奏情報発生部１０などから入力された音楽的ファクタデータなどである。このようにして振幅制御された各フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）または各フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）は、マルチプライヤ６６で乗除算合成されて、アダー６５５で互いに加減算合成される。このように、各フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）と各重み付けデータＷＧとの合成は、乗除算合成以外のものも可能である。

【０３４１】

図４４は、上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）または重み付けデータＷＧに基づく、上記フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）またはフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の振幅変化の状態を示す。（ａ）は、音楽的ファクタの中のキーナンバ（音高）に応じた振幅変化を示す。（ｂ）は同じく音楽的ファクタの中のタッチ（ベロシティ）に応じた振幅変化を示す。このキーナンバ（音高）、タッチ（ベロシティ）の軸は、トーンナンバ（音色）、エフェクトナンバ、発音経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズ等の軸に置き換えることもできる。

【０３４２】

また、それぞれのフォルマント変化が、トーンナンバ（音色）ごと、エフェクトナンバなどごとに図４５に示すように切り替わる。なぜなら、上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）または重み付けデータＷＧが、上述したように音楽的ファクタ、発音経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズごとに変化するからである。

【０３４３】

図４４及び図４５に示される３つのフォルマントは、１つの楽音におけるものである。この各フォルマントの振幅のいちばん大きいものは、通常周波数のいちばん低い第１フォルマントの振幅である。しかし、発音時間の全部または一部において、第２フォルマント、第３フォルマント…の振幅がいちばん大きくなってもよい。他の構成、変更等は、上述したフォルマント波形発生部６０の他の実施例と同じである。

【０３４４】

３１．フォルマント波形発生部６０

図４６は、フォルマント波形発生部６０の別の実施例を示す。この図４６のフォルマント波形発生部６０は、上記図１５のフォルマント波形発生部６０に対してマルチプライヤ６５６が付加されている。このマルチプライヤ６５６には、フォルマントキャリア変化パラメータΔωｃｊ（ｔ）が各フォルマントごとに時分割に供給されて、各フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）に乗算される。この各フォルマントキャリア変化パラメータΔωｃｊ（ｔ）は、フォルマントキャリア変化テーブル６５７より読み出される。なおこ

のフォルマントキャリア変化パラメータωｃｊ（ｔ）はデジタルシグナルプロセッサ等による演算によって生成することもできる。

【０３４５】

上記各フォルマントキャリア変化パラメータΔωｃｊ（ｔ）は、フォルマントキャリア変化テーブル６５７に上述したのと同じように、図４７に示すように、上述した重み付けテーブル６５４と同じように、音楽的ファクタごと、またはエンベロープフェーズごとに種々の値で階層的に記憶されており、この音楽的ファクタ、エンベロープフェーズを上位読み出しアドレスデータとし、上述した発音経過時間またはエンベロープレベルを下位読み出しアドレスデータとして各フォルマントごとに時分割に読み出される。また、この各フォルマントキャリア変化パラメータΔωｃｊ（ｔ）は、操作者の設定指示によって選択されたり、操作者によって演奏情報発生部１０より入力されたりする。

【０３４６】

また、上記音楽的ファクタに、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成され、または上記各フォルマントキャリア変化パラメータΔωｃｊ（ｔ）に、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが、後述する種々の演算（１）等によって修正合成される。

【０３４７】

さらに、各フォルマントキャリア変化パラメータΔωｃｊ（ｔ）は、特願平４－２３０１３６号明細書記載のゆらぎデータメモリ２１からのゆらぎデータＳＷを使用したり、特願平４－３４６０６３号明細書記載の周波数変調データＦＭ１～３、ＳＦＭ、振幅変調データＡＭ１～３、ＳＡＭを使用してもよい。なお、各フォルマントキャリア変化パラメータΔωｃｊ（ｔ）は、上記発音経過時間が変換されてもよい。この場合、発音経過時間が、後述する種々の演算（２）等がなされたり、データシフタで発音経過時間の上位データによって下位データがデータシフタでシフト（シフトダウン）されたり、アダーで発音経過時間の上位データが下位データから差し引かれたりする。

【０３４８】

このフォルマントキャリア変化パラメータΔωｃｊ（ｔ）は一定または変化、プラスまたはマイナスの値をとる。これにより、生成されるフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の周波数が変化する。このフォルマントキャリア変化パラメータΔωｃｊ（ｔ）の乗算によって、図４４及び図４５に示す各フォルマントが周波数軸に沿って左右に揺れる。このフォルマントキャリア変化パラメータΔωｃｊ（ｔ）の乗算合成は、後述する種々の演算（１）等による合成でもよい。この場合、上記マルチプライヤ６５６は、アダーとしてもよいし、アダー６２の前後に設けてもよい。他の構成、変更等は、上述したフォルマント波形発生部６０の他の実施例と同じである。

【０３４９】

なお、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の周波数、数の変化については、他に上記フォルマント中心テーブル２１４のところでもすでに説明したし、後述する周波数変調のところでも述べる。このフォルマント中心テーブル２１４では、アサインメントメモリ２１３に書き込まれ、各チャンネルに割り当てられるフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）及びフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数が音楽的ファクタ、エンベロープレベル、エンベロープフェーズまたは発音経過時間に応じて変化する。また、上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）または重み付けデータＷＧの値の一部または全体を“０”にすることもでき、これにより結果的にフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）、フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数を制御することもできる。

【０３５０】

このような各フォルマントの振幅、周波数、数の制御は、アコーステックピアノ等の自然楽器の実際の楽音の各フォルマントの変化をシミュレートすることができる。これに応じて重み付けデータＷＧ、フォルマントキャリア変化パラメータΔωｃｊ（ｔ）の値も決定することができる。

【０３５１】
さらに、上述の図２０のマルチプライヤ６２１の入力端、図１０または図２８のアダー５４の出力端、図１５または図１９のマルチプライヤ６４、６６の出力端、図２１または図２４のマルチプライヤ６７の出力端、図２９のアダー６３１…、マルチプライヤ６３２…の入力端または出力端、図３２のアダー６３１、マルチプライヤ６３２の入力端または出力端に、マルチプライヤ等を設け、上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）またはキャリア振幅データＧａｊ（ｔ）を乗算合成してもよく、これによりフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）またはフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の振幅制御を行うことができる。
【０３５２】
３２．フォルマント波形発生部６０及び累算部７０
図４８は、フォルマント波形発生部６０及び累算部７０の別の実施例を示す。上述の種々の方法によって時分割に発生された各フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）は、マルチプライヤ６６で、同じく上述の種々の方法によって時分割に発生された各フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）と乗除算合成され、各フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）が時分割に出力される。
【０３５３】
この各フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）は、マルチプライヤ６５８で、フォルマントごとに各合成振幅データＷａｊ（ｔ）が乗除算合成され、さらに上記累算部７０で全フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）が系列ごとに累算（加減算）合成され、全体合成信号データＳＷｊ（ｔ）が出力される。この全体合成信号データＳＷｊ（ｔ）は、マルチプライヤ６６０で、楽音の系列ごとに全体振幅データＳＷａｊ（ｔ）が乗除算合成され出力される。
【０３５４】
上述の各フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）（エンベロープレベルデータ）は、マルチプライヤ６６１、６６３で、重み付けデータＷＧが時分割に乗除算合成され、上記合成振幅データＷａｊ（ｔ）、全体合成信号データＳＷｊ（ｔ）として、上記マルチプライヤ６５８、６６０へ送られる。この合成振幅データＷａｊ（ｔ）及び全体合成信号データＳＷｊ（ｔ）は、上述したのと同じように、図４２に示すように、重み付けテーブル６６２、６６４に、上述した音楽的ファクタごと、エンベロープフェーズまたは操作者による演奏情報発生部１０からの入力データごとに種々の値で階層的に記憶されている。
【０３５５】
この音楽的ファクタ、エンベロープフェーズまたは操作者による演奏情報発生部１０からの入力データは、上位読み出しアドレスデータとされ、上記発音経過時間Ｔｊ（ｔ）またはエンベロープレベル（フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ））が下位読み出しアドレスデータとされ、各重み付けデータＷＧが各フォルマントごとに時分割に読み出される。
【０３５６】
さらに、楽音の系列ごとの振幅制御に係る重み付けテーブル６６４の重み付けデータＷＧは一定値であり、操作者の選択操作に応じた値が読み出される。むろん、音楽的ファクタまたはエンベロープフェーズ、発音経過時間Ｔｊ（ｔ）またはエンベロープレベル（フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ））に応じて読み出されてもよい。
【０３５７】
上記重み付けデータＷＧは、一定または変化、プラスまたはマイナスの値をとる。この重み付けデータＷＧまたは上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）（エンベロープレベルデータ）は、一部「０」の値をとることがあり、このとき生成される全フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）または全体合成信号データＳＷｊ（ｔ）の数は変化する。この重み付けデータＷＧまたはフォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）（エンベロープレベルデータ）は、デジタルシグナルプロセッサ等による演算によっても生成されることができる。
【０３５８】
上記発音経過時間は上述した時分割に発生するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ（ｔ）、タイムカウントデータ等が用いられ、上記音楽的ファクタは上記演奏情報発生部１０のパネルスイッチ群またはＭＩＤＩシステムなどから入力されたり、上記アサインメント

メモリ２１３などからコントローラ２０によって時分割に送られてくる。なお、重み付けデータＷＧがパラレルに生成される場合には、マルチプライヤ６５３は多数設けられる。

【０３５９】

なお、重み付けデータＷＧは、上記発音経過時間、音楽的ファクタまたはエンベロープレベルデータが変換されてもよい。この場合、発音経過時間、音楽的ファクタまたはエンベロープレベルデータが、後述する種々の演算（２）等がなされたり、データシフタで発音経過時間の上位データによって下位データがデータシフタでシフト（シフトダウン）されたり、アダーで発音経過時間の上位データが下位データから差し引かれたりする。

【０３６０】

上記マルチプライヤ６６１へ送られるフォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は、上記フォルマント制御パラメータ発生部４０で各フォルマントごとに時分割に生成される。これに対し、上記マルチプライヤ６６０へ送られるフォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は、上記フォルマント制御パラメータ発生部４０と同じ回路であって、別に設けられた回路で、楽音の各系列ごとに時分割に生成される。

【０３６１】

マルチプライヤ６６１へ送られるフォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は、例えば各フォルマントのエンベロープレベルデータとしての性格をもち、マルチプライヤ６６０へ送られるフォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は、例えばビブラート等のエフェクトデータとしての性格をもつことができる。むろん、マルチプライヤ６６１へ送られるフォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）が、ビブラート等のエフェクトデータとしての性格をもつことができるとしてもよい。

【０３６２】

なお、マルチプライヤ６５８、６６０へは、上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）のみ、または重み付けデータＷＧのみが供給されてもよい。そして、フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は、重み付けテーブル６６２、６６４と同様に、上述した音楽的ファクタごとまたはエンベロープフェーズごとに種々の値で階層的に記憶され、発音経過時間またはエンベロープレベルを読み出しアドレスデータとして読み出されてもよい。さらに、フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は、テーブル２１２、２１４…と同様に、データＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎとして音楽的ファクタごと、発音経過時間ごと、エンベロープレベルごとまたはエンベロープフェーズごとに記憶されてもよい。

【０３６３】

また、マルチプライヤ６６１、６６３、６５８、６６０は、アダー、データシフタ、演算回路、メモリ等に置き換えられ、後述する種々の演算（１）等による振幅制御も可能である。この場合の入力データは、上記フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）、フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）、重み付けデータＷＧ、発音経過時間、演奏情報発生部１０などから入力された音楽的ファクタデータなどである。このようにして振幅制御された各フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）または各フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）は、マルチプライヤ６６で乗除算合成されて、アダー６５５で互いに加減算合成される。このように、各フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）と各重み付けデータＷＧとの合成は、乗除算合成以外のものも可能である。

【０３６４】

なお、このフォルマント波形発生部６０の処理は各フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）及びフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）につき各フォルマントごとまたは１楽音ごとに時分割かつシリアルに行なわれるが、パラレルに行われてもよい。この場合マルチプライヤ６６、６５８、６６１、６６３、重み付けテーブル６６２、６６４は多数設けられ、累算部７０はアダーとなる。また、累算部７０で系列ごとに累算（加減算）合成されるフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）及びフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）は、１つの楽音の中の各フォルマントにおけるものであるが、全楽音の各フォルマントにおけるものであってもよい。

【０３６５】

マルチプライヤ６６、６５８、６６０、６６１、６６３、累算部７０、テーブルメモリ６６２、６６４は、アダー、マルチプライヤ、データシフタ、演算回路、メモリ等に置き換えられ、後述する種々の演算（１）等による振幅制御も可能である。また、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）とフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）との合成は、上述したように種々のものがある。

【０３６６】

なお、上記マルチプライヤ６５８での振幅制御は、１フォルマントの楽音については、１楽音ごとに振幅制御が行われることになる。また累算部７０の系列を１つだけとすれば、上記マルチプライヤ６６０での振幅制御は、全楽音について一律に行われることになる。

【０３６７】

３３．フォルマント波形発生部６０及び累算部７０

図４９はフォルマント波形発生部６０及び累算部７０のさらに別の実施例を示す。上述の種々の方法によって時分割に発生された各フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）は、マルチプライヤ６６で、同じく上述の種々の方法によって時分割に発生された各フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）と乗除算合成され、各フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）が時分割に出力される。

【０３６８】

この各フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）は、デマルチプレクサ６３７を介して、パラレルにラッチ群６３８にセットされる。このデマルチプレクサ６３７及びラッチ群６３８は上述の図２９のデマルチプレクサ６３７及びラッチ群６３８と同じである。ラッチ群６３８にセットされた各フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）は、それぞれ第１マルチプライヤ６６５…で、１フォルマントごとに各第１合成振幅データＷａｊ（ｔ）が乗除算合成される。第１合成振幅データＷａｊ（ｔ）が合成された各フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）の一部は２つずつまたは３つずつアダー６６６で加減算合成される。なお、各フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）は、４つ以上ずつ加減算合成されてもよい。また、上記デマルチプレクサ６３７の出力数は９つ以上でもよい。

【０３６９】

この合成された各フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）は、第２マルチプライヤ６６７…で、１楽音ごとに各第２合成振幅データＷａｊ（ｔ）がさらに乗除算合成される。第２合成振幅データＷａｊ（ｔ）が合成された全フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）はアダー６６８で、さらに加減算合成され、全体合成信号ＳＷｊ（ｔ）が出力される。この全体合成信号ＳＷｊ（ｔ）は、マルチプライヤ６６９で全体振幅データＳＷａｊ（ｔ）が乗除算合成され出力される。

【０３７０】

上記デマルチプレクサ６３７の８つの出力ラインの選択割り当てはセレクトシフトレジスタ６７０からのセレクトデータＳＬに基づいて行われる。このセレクトデータＳＬは、上記各フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）すなわち、それぞれチャンネル割り当てされた各フォルマントが図４９のフォルマント波形発生部６０及び累算部７０のいずれの合成ラインに出力され割り当てられるかを決定している。このセレクトデータＳＬの内容は、各楽音のフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）の数すなわちフォルマントの数に応じて決定される。

【０３７１】

例えば、１楽音１フォルマントは図４９のいちばん上の出力ラインに割り当てられ、１楽音２フォルマントは図４９の上から２番目及び３番目の出力ライン、または４番目及び５番目の出力ラインに割り当てられ、１楽音３フォルマントは図４９の上から６番目～８番目の出力ラインに割り当てられる。これに応じて、図２６のアサインメントメモリ２１３への書き込み内容及び各フォルマントのチャンネル割り当て内容も決定される。

【０３７２】

なお、すべての楽音は３つのフォルマントすなわち３つのフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）からなるとしてもよい。この場合、チャンネル数が６４ならば、２１音ポリフォニックと予備の１チャンネルとが構成され、チャンネル数が３２ならば、１０音ポリフォニック

と予備の２チャンネルとが構成される。この場合、図４９の回路も６番目～８番目の出力ラインのような、３出力を合成するライン群からのみなる。

【０３７３】

このセレクトシフトレジスタ６７０は、チャンネル数に応じたシフトエリアを有し、上記対応するフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）がデマルチプレクサ６３７へ出力されるチャンネルタイミングにセレクトデータＳＬがコントローラ２０によって格納され、分割時間ごとに順次シフトされ出力されそして帰還入力される。このセレクトシフトレジスタ６７０の入力端には実際にはデータセレクタが設けられ、コントローラ２０によってセレクトが切り換えられ、コントローラ２０によるセレクトデータＳＬの格納時以外は、セレクトデータＳＬの帰還入力が行われる。

【０３７４】

このセレクトデータＳＬは、上述の演奏情報発生部１０より入力される音色、タッチ、音域などの上記音楽的ファクタ情報、上述の発音開始からの経過時間、エンベロープレベル、エンベロープフェーズ、操作者の設定指示または操作者による入力データに基づく。これに応じて、上記プログラム／データ記憶部２１にはこれら音楽的ファクタ情報などとセレクトデータＳＬとの対応テーブルが設けられる。この音楽的ファクタ等ごとの記憶は、上述のデータＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ、Ｔａ、Ｅａ、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）またはフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の記憶と同じように、階層的である。

【０３７５】

この場合、上記音楽的ファクタには、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成されることもできる。

【０３７６】

なお、上記発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルごとの記憶は省略され、各セレクトデータＳＬに対し、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが修正合成されてもよい。この修正合成は、後述する種々の演算（１）等によるものであり、図４５のセレクトシフトレジスタ６７０の入力端に、発音経過時間またはエンベロープレベルを修正合成する演算装置が設けられる。

【０３７７】

上記合成振幅データＷａｊ（ｔ）と全体振幅データＳＷａｊ（ｔ）とは、図５０に示す振幅コントローラ６７６、６７６より出力される。上述の各フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）（エンベロープレベルデータ）は、マルチプライヤ６７１、６７１で、重み付けデータＷＧが時分割に乗除算合成され、上記合成振幅データＷａｊ（ｔ）、全体振幅データＳＷａｊ（ｔ）として、デマルチプレクサ６７２、６７２及びラッチ群６７３、６７３を介して、上記マルチプライヤ６６５…、６６７…、６６９へ送られる。この合成振幅データＷａｊ（ｔ）、全体振幅データＳＷａｊ（ｔ）は、上述したのと同じように、図４２に示すように、重み付けテーブル６７４、６７４に、上述した音楽的ファクタごと、エンベロープフェーズまたは操作者による演奏情報発生部１０からの入力データごとに種々の値で階層的に記憶されている。

【０３７８】

この音楽的ファクタ、エンベロープフェーズまたは操作者による演奏情報発生部１０からの入力データは、上位読み出しアドレスデータとされ、上記発音経過時間Ｔｊ（ｔ）またはエンベロープレベル（フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ））が下位読み出しアドレスデータとされ、各重み付けデータＷＧが各フォルマントごとに時分割に読み出される。

【０３７９】

この重み付けデータＷＧは、一定または変化、プラスまたはマイナスの値をとる。この重み付けデータＷＧまたは上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）（エンベロープレベルデータ）は、一部「０」の値をとることがあり、このとき生成される全フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）または全体合成信号データＳＷｊ（ｔ）の数は変化する。なお、この重み付けデータＷＧまたはフォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は、デジタルシグナルプ

ロセッサ等による演算によっても生成されることができる。
【０３８０】
上記発音経過時間は上述した時分割に発生するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ（ｔ）、タイムカウントデータ等が用いられ、上記音楽的ファクタは上記演奏情報発生部１０のパネルスイッチ群またはＭＩＤＩシステムなどから入力されたり、上記アサインメントメモリ２１３などからコントローラ２０によって時分割に送られてくる。なお、重み付けデータＷＧがパラレルに生成される場合には、マルチプライヤ６５３は多数設けられる。
【０３８１】
なお、重み付けデータＷＧは、上記発音経過時間、音楽的ファクタまたはエンベロープレベルデータが変換されてもよい。この場合、発音経過時間、音楽的ファクタまたはエンベロープレベルデータが、後述する種々の演算（２）等がなされたり、データシフタで発音経過時間の上位データによって下位データがデータシフタでシフト（シフトダウン）されたり、アダーで発音経過時間の上位データが下位データから差し引かれたりする。
【０３８２】
また、マルチプライヤ６６５…、６６７…、６６９へは、上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）のみ、または重み付けデータＷＧのみが供給されてもよい。そして、フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は、重み付けテーブル６７４、６７４と同様に、上述した音楽的ファクタごとまたはエンベロープフェーズごとに種々の値で階層的に記憶され、発音経過時間またはエンベロープレベルを読み出しアドレスデータとして読み出されてもよい。さらに、フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は、テーブル２１２、２１４…と同様に、データＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎとして音楽的ファクタごと、発音経過時間ごと、エンベロープレベルごとまたはエンベロープフェーズごとに記憶されてもよい。
【０３８３】
また、マルチプライヤ６７１、６７１、６６５…、６６７…、６６９は、アダー、データシフタ、演算回路、メモリ等に置き換えられ、後述する種々の演算（１）等による振幅制御も可能である。この場合の入力データは、上記フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）、フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）、発音経過時間、重み付けデータＷＧ、演奏情報発生部１０などから入力された音楽的ファクタデータなどである。
【０３８４】
上記デマルチプレクサ６７２、６７２及びラッチ群６７３、６７３は、上記デマルチプレクサ６３７及びラッチ群６３８と同じである。しかし、出力ラインは、マルチプライヤ６６５…、６６７…、６６９の数に応じており、図４９の例では「８」と「４」である。マルチプライヤ６６５…、６６７…、６６９の数を増減して時分割チャンネル数に一致させたり、２倍、３倍…の整数倍にしたりすることもできる。
【０３８５】
一致しないときは、デマルチプレクサ６７２の全ラインの分割時間は、デマルチプレクサ６３７の全分割時間に一致させて、切換速度を速くしたり遅くしたりしてもよい。いずれにせよ、両ラッチ群６３８、６７２の出力ライン数が異ななっていてもラッチ群６７３によって両者の整合はとられるが、上記整数倍がいちばん望ましい。なお、マルチプライヤ６６５…へ送られる合成振幅データＷａｊ（ｔ）をそれぞれ発生するデマルチプレクサ６７２の各分割時間とデマルチプレクサ６３７の各分割時間とは一致しており、両者の整合がとられている。
【０３８６】
上記マルチプライヤ６６５…へ送られるフォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は、上記フォルマント制御パラメータ発生部４０で各フォルマントごとに時分割に生成される。これに対し、上記マルチプライヤ６６７…、６６９へ送られるフォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は、上記フォルマント制御パラメータ発生部４０と同じ回路であって、別に設けられた回路で全楽音及び各系列ごとに時分割に生成される。
【０３８７】
マルチプライヤ６６５…、６６７…へ送られるフォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は

、例えば各フォルマント、各楽音のエンベロープレベルデータとしての性格をもち、マルチプライヤ６６０へ送られるフォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）は、例えばビブラート等のエフェクトデータとしての性格をもつことができる。むろん、マルチプライヤ６６５…、６６７…へ送られるフォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）が、ビブラート等のエフェクトデータとしての性格をもつことができるとしてもよい。

【０３８８】

なお、マルチプライヤ６６７…とアダー６６８との間に、さらにアダーとマルチプライヤとを設け、楽音の系列ごとにフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）が振幅制御されてもよい。この場合、デマルチプレクサ６７２、ラッチ群６７３、マルチプライヤ６７１、重み付けテーブル６７４、セレクトシフトレジスタ６７５、フォルマント制御パラメータ発生部４０はさらにもう１組設けられる。

【０３８９】

また、楽音の系列ごとの振幅制御及び全楽音の振幅制御に係る重み付けテーブル６７４の重み付けデータＷＧは一定値であり、操作者の選択操作に応じた値が読み出される。むろん、音楽的ファクタまたはエンベロープフェーズ、発音経過時間Ｔｊ（ｔ）、エンベロープレベル（フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ））または操作者による入力データに応じて読み出されてもよい。

【０３９０】

なお、マルチプライヤ６６９へ送られる全体振幅データＳＷａｊ（ｔ）を発生するデマルチプレクサ６７２、ラッチ群６７３、マルチプライヤ６７１、重み付けテーブル６７４、セレクトシフトレジスタ６７５、フォルマント制御パラメータ発生部４０は、１楽音ごとの振幅制御または楽音の系列ごとの振幅制御のためのデマルチプレクサ６７２…等と別であってもよい。

【０３９１】

上記デマルチプレクサ６７２、６７２の「８」、「４」の出力ラインの選択割り当ては、セレクトシフトレジスタ６７５、６７５からのセレクトデータＳＬに基づいて行われる。このセレクトデータＳＬは、上記各合成振幅データＷａｊ（ｔ）、全体振幅データＳＷａｊ（ｔ）が図４９のマルチプライヤ６６５…、６６７…、６６９のいずれに出力され割り当てられるかを決定している。

【０３９２】

上記セレクトシフトレジスタ６７５、６７５は、チャンネル数に応じたシフトエリアを有し、上記対応するフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）がデマルチプレクサ６３７へ出力されるチャンネルタイミングにセレクトデータＳＬがコントローラ２０によって格納され、分割時間ごとに順次シフトされ出力されそして帰還入力される。このセレクトシフトレジスタ６７５の入力端には実際にコントローラ２０によるセレクトデータＳＬの格納時以外はセレクトデータＳＬの帰還入力が行われる。

【０３９３】

このセレクトデータＳＬは、上述の演奏情報発生部１０より入力される音色、タッチ、音域などの上記音楽的ファクタ情報、上述の発音開始からの経過時間、エンベロープレベル、エンベロープフェーズまたは操作者の設定指示に基づく。これに応じて、上記プログラム／データ記憶部２１にはこれら音楽的ファクタ情報などとセレクトデータＳＬとの対応テーブルが設けられる。この音楽的ファクタ等ごとの記憶は、上述のデータＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ、Ｔａ、Ｅａ、フォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）またはフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の記憶と同じように、階層的である。

【０３９４】

この場合、上記音楽的ファクタには、上述のエンベロープ情報にしたがって変化するまたは時間の経過にしたがって変化するフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、タイムカウントデータなどが、後述する種々の演算（１）等によって合成されることもできる。

【０３９５】

なお、上記発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルごとの記憶は省略され、各

セレクトデータＳＬに対し、発音開始からの経過時間またはエンベロープレベルが修正合成されてもよい。この修正合成は、後述する種々の演算（１）等によるものであり、図４５のセレクトシフトレジスタ６７５の入力端に、発音経過時間またはエンベロープレベルを修正合成する演算装置が設けられる。

【０３９６】

３４．累算部７０

図５１は、上記累算部７０の別の実施例を示す。アダー７６のフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）の入力端には、上記マルチプライヤ６５８、６６１、重み付けテーブル６６２、フォルマント制御パラメータ発生部４０と同じ回路が設けられ、各フォルマントごとに振幅制御が行われる。

【０３９７】

また、ラッチ７９の系列ごとに累算される累算フォルマント合成信号ΣＷ（ｇｒ（ｊ））（ＷＤ）の出力端には、上記マルチプライヤ６６０、６６３、重み付けテーブル６６４、フォルマント制御パラメータ発生部４０と同じ回路が設けられ、楽音の各系列ごとに振幅制御が行われる。

【０３９８】

なお、フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）または全体合成信号ＳＷｊ（ｔ）の周波数の制御は、上述のフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の周波数の変化に基づく。すなわち、図４６のフォルマントキャリア変化パラメータΔωｃｊ（ｔ）に対するフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）の演算によって、フォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）の周波数が変化する。

【０３９９】

また、フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）または全体合成信号ＳＷｊ（ｔ）の数の制御は、上述のフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）またはフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数の変化に基づく。すなわち、上記フォルマント中心テーブル２１４では、アサインメントメモリ２１３に書き込まれ、各チャンネルに割り当てられるフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）及びフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の数が音楽的ファクタ、エンベロープレベル、エンベロープフェーズまたは発音経過時間に応じて変化する。さらに、上述したように上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）または重み付けデータＷＧの値の一部または全体を“０”にすることもでき、これにより結果的にフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）または全体合成信号ＳＷｊ（ｔ）の数を制御することもできる。

【０４００】

このような各フォルマントの振幅、周波数、数の制御は、アコーステックピアノ等の自然楽器の実際の楽音の各フォルマントの変化をシミュレートすることができる。これに応じて重み付けデータＷＧ、フォルマントキャリア変化パラメータΔωｃｊ（ｔ）の値も決定することができる。

【０４０１】

また、マルチプライヤ６５８、６６０、６６１、６６３は、アダー、データシフタ、演算回路、メモリ等に置き換えられ、後述する種々の演算（１）等による振幅制御も可能である。この場合の入力データは、上記フォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）、フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）、発音経過時間、重み付けデータＷＧ、演奏情報発生部１０などから入力された音楽的ファクタデータなどである。

【０４０２】

さらに、図１０または図２８のアダー５４の出力端、図１５または図１９のマルチプライヤ６６の出力端、図２０のマルチプライヤ６２１の出力端、図２１または図２４のマルチプライヤ６７の出力端、図２９のアダー６３１…、マルチプライヤ６３２…、多重合成系列６３５…、アダー６３４の出力端、図３２のアダー６３１、マルチプライヤ６３２、アンドゲート群６４７の出力端、図４１のマルチプライヤ６６の出力端、図４３のマルチプライヤ６６または６５５の出力端に、マルチプライヤ、演算回路、データシフタ、メモリ等を設け、上記フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）または／及び重み付けデータＷＧ

を乗算、後述する種々の演算（１）等を行って合成してもよく、これによりフォルマント合成信号Ｗｊ（ｔ）または全体合成信号ＳＷｊ（ｔ）の振幅制御を行うことができる。

【０４０３】

本発明は上記実施例に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。例えば、周波数変調を行うこともできる。この場合、あるフォルマント制御パラメータＶａｌｊが図１５のフォルマント波形発生部６０の累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）（Σωｃｊｋ（ｔ））に演算される。この演算は、後述する種々の演算（１）等である。

【０４０４】

これにより、フォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）全体ばかりでなく、フォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｊ（ｔ）、Ｇｊ（ｔ）の各成分波形ｃｏｓωｃｊｋ（ｔ）ごとにも周波数変調が可能となる。このとき、上記フォルマント制御パラメータＶａｌｊが図１０のフォルマント形状波形発生部５０の累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）に乗算又は加算されてもよい。そうすれば、周波数変調に応じてフォルマント密度を微妙に変化させ、音色を変えることができる。

【０４０５】

さらに、フォルマント形状波形メモリ５３のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）を読み出す累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）が、音高等に応じた累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）に置き換えられてもよい。この場合、位相演算部５１にはフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）の代わりに、フォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）が送られる。

【０４０６】

また、１つの発音指示または１つの音高に対し、複数の時分割チャンネルに同時に複数の楽音が割り当てられてもよい。この複数の楽音は、音像定位を形成するため左右の楽音波形データ音、基本波部分の楽音と高調波部分の楽音、楽音の発音開始から発音終了までのうちの立ち上がり部分の楽音、途中部分の楽音並びに減衰部分の楽音または第１、第２、第３……の各フォルマントごとの楽音等である。この場合、割当される楽音のフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）であって、フォルマント形状波形メモリ５３から読み出されるフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）の組み合わせは、音色、タッチ、音域などの上記音楽的ファクタ、発音開始からの経過時間、エンベロープレベルまたはエンベロープフェーズに応じて切換選択される。そして、このフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）にフォルマントキャリア信号ｃｏｓωｃｊ（ｔ）、Ｇｆｊ（ｔ）を乗算合成せず、フォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）が指定音高に応じたものとされ、直接フォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）が楽音として出力されることもできる。

【０４０７】

上述のフォルマント制御パラメータＶａｌｊ（ωｆｊ（ｔ）、ωｃｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、ωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｄｊ（ｔ））、ωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）及びｃｊ（ｔ）または重み付けデータＷＧは、特願平４－２３０１３６号明細書記載のゆらぎデータメモリ２１からのゆらぎデータＳＷを使用したり、特願平４－３４６０６３号明細書記載の周波数変調データＦＭ１～３、ＳＦＭ、振幅変調データＡＭ１～３、ＳＡＭを使用してもよい。

【０４０８】

上述のパラメータ記憶部４１（パラメータメモリ４１１）、フォルマント密度記憶部５２（フォルマント密度メモリ５２３）及びフォルマント形状波形メモリ５３は、１つまたは２つのメモリに合体し、各データを時分割に読み出し／書き込みされてもよい。この合体メモリには、上述の位相シフトレジスタ６１、三角関数テーブル６３、累算メモリ７４、系列メモリ７１、プログラム／データ記憶部２１なども含めることもできる。上述または後述のすべての加算、減算、相加的合成はバイアス付加を意味し、上述または後術のすべての乗算、除算、相乗的合成は重み付けを意味する。

【０４０９】

上記フォルマント形状波形メモリ５３に記憶されるフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）またはフォルマント波形制御部６０に記憶されるフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）は、時間的部分楽音、エンベロープ部分楽音、周波数帯域的部分楽音であってもよい。時間的部分楽音は、１つの楽音を、立上がり、立上がり以降、減衰に分けた各部分楽音であり、エンベロープ部分楽音は、１つの楽音を、アタック、ディケイ、サスティン、リリースに分けた各部分楽音であり、周波数帯域的部分楽音は、１つの楽音を、低域、中域、高域に分けた各部分楽音であり、各楽音は互いに一部重なっていることも可能である。

【０４１０】

この場合、時間的部分楽音は、上記発音開始からの経過時間に基づいて、読み出し開始の瞬間が決定される。エンベロープ部分楽音は、上記エンベロープフェーズに基づいて、読み出し開始の瞬間が決定される。周波数帯域的部分楽音は、上記エンベロープレベルまたは音楽的ファクタに基づいて、読み出し開始の瞬間が決定される。

【０４１１】

また、上述のマルチプライヤによる乗除算処理または相乗的処理は、加減算処理または相加的処理とすることもできる。この場合、乗除算される信号、データまたはパラメータが対数変換器で変換され、またはこの信号、データまたはパラメータが発生時点から対数値とされ、アダーで加減算されて、この後、指数変換器で逆変換される。

【０４１２】

上記音楽的ファクタ等ごとに記憶される各パラメータωｃｊ（ｔ）、ωｃｊｋ（ｔ）、ωｆｊ（ｔ）、データＴａ、Ｅａ、ＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、開成信号群ＥＮ、ノーオペレーション－０、フォルマント信号Ｇｊ（ｔ）、Ｆｊ（ｔ）、周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）、全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）、サンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）及びセレクトデータＳＬは、上記発音開始からの経過時間に応じたもののみが省略されてもよい。

【０４１３】

代わりに図１５、図１９、図２１、図２４、図２８のフォルマント波形発生部６０または重み付け補間回路８０の累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）（Σωｃｊｋ（ｔ））またはフォルマントキャリアパラメータωｃｊ（ｔ）（ωｃｊｋ（ｔ））（対比データ）、フォルマント制御パラメータａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）（ａｊｋ（ｔ）、ｃｊｋ（ｔ））、図１０の累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）（Σωｆｊｋ（ｔ））またはフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）（ωｆｊｋ（ｔ））、フォルマント制御パラメータｄｊ（ｔ）（ｄｊｋ（ｔ））、スピードデータＳＰに、上記発音開始からの経過時間を示すフォルマント制御パラメータＶａｌｊ、累算フォルマント密度パラメータΣωｆｊ（ｔ）、累算フォルマントキャリアパラメータΣωｃｊ（ｔ）またはタイムカウントデータが演算（後述する種々の演算（１））合成されていく。

【０４１４】

また、発音開始時のパラメータωｃｊ（ｔ）、ωｆｊ（ｔ）、ａｊ（ｔ）、ｃｊ（ｔ）、（ωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）、ｄｊ（ｔ））、ωｃｊｋ（ｔ）、ａｊｋ（ｔ）及びｃｊ（ｔ）、データＴａ、Ｅａ、ＳＰ、Ｏ、Ｍｉｎ、ＳＬ等の値が記憶され、発音開始からの時間経過後は、このパラメータωｃｊ（ｔ）等の値に上記発音開始からの経過時間を示すデータまたはエンベロープレベルデータが演算合成されてもよい。この演算合成は、後述する種々の演算（１）等による合成等である。

【０４１５】

この場合、発音開始からの経過時間を示すデータまたはエンベロープレベルデータが変換された重み付けデータが演算合成されてもよい。この変換は、後述する種々の演算（２）等による変換であったり、テーブルに記憶された重み付けデータがアドレスである発音経過時間またはエンベロープレベルデータによって読み出されたり、発音経過時間またはエンベロープレベルデータが重み付けデータに変換演算されたりする。この重み付けデータは、一定または変化、プラスまたはマイナス、いずれの値もとる。

【０４１６】

さらに、上記音楽的ファクタ等ごとに記憶される各パラメータωｃｊ（ｔ）等は、代表的な値のみ記憶され、他の値は、この代表的な値に対する対比データまたは対差データとして記憶されて、読み出し時に上記代表的な値に対比データまたは対差データが演算されてもよい。

【０４１７】

上記アサインメントメモリ２１３の各チャンネルメモリエリアには、図２６に示されるデータ以外の上述した全てのデータ、パラメータ、各種音楽的ファクタ、発音経過時間も記憶可能であり、これらのデータは、各チャンネルタイミングごとにコントローラ２０などによって読み出され送り出される。この場合、各音楽的ファクタ、発音経過時間は、各テーブル２１２、２１４、２１５、２１６…で変換されて送り出される。

【０４１８】

上記または下記各所で述べた「後述する種々の演算（１）」とは、アダーでの各データの加算または減算、マルチプライヤでの各データの乗算または除算、アダー及びマルチプライヤでのこれらの組み合わせ演算、各データの他の相加的演算、各データの他の相乗的演算、データシフタでのあるデータによる他のデータのビットシフト演算、あるデータが上位となり他のデータのデータが下位となる合成演算、演算回路等での演算式に基づく各データの演算、各データの演算データがメモリに記憶され、各データが読み出しアドレスデータとされることによる、演算データの読み出し等である。

【０４１９】

上記または下記各所で述べた「後述する種々の演算（２）」とは、アダーでの他のデータとの加算または減算、マルチプライヤでの他のデータとの乗算または除算、アダー及びマルチプライヤでのこれらの組み合わせ演算、他のデータとの他の相加的演算、他のデータとの他の相乗的演算、データシフタでの他のデータによる当該データのビットシフト演算、上位または下位へ他のデータを付加する合成演算、演算回路等での演算式に基づく当該データの演算、演算データがメモリに記憶され、当該データが読み出しアドレスデータとされることによる、演算データの読み出し等である。

出願当初の特許請求の範囲は以下のとおりであった。

［１］楽音の発生を指示する楽音発生指示手段と、　この楽音発生指示手段による楽音の発生指示に応じて、楽音のフォルマントの各周波数成分を合成した波形のフォルマント形状信号を発生するフォルマント形状信号発生手段と、　上記楽音発生指示手段による楽音の発生指示に応じて、上記フォルマント形状信号発生手段で発生されるフォルマント形状信号に合成されるフォルマント中心信号を複数発生するフォルマント中心信号発生手段と、　このフォルマント中心信号発生手段によって発生された複数のフォルマント中心信号と、上記フォルマント形状信号発生手段によって発生されたフォルマント形状信号とを合成するフォルマント合成手段と、　上記楽音発生指示手段によって発生される楽音の音楽的ファクタを発生する音楽的ファクタを発生する音楽的ファクタ発生手段と、　この音楽的ファクタ発生手段で発生された音楽的ファクタに応じて、上記フォルマント合成手段によって合成された複数のフォルマント合成信号の周波数、振幅または数を制御するフォルマント合成信号制御手段とを備えたことを特徴とする楽音生成装置。

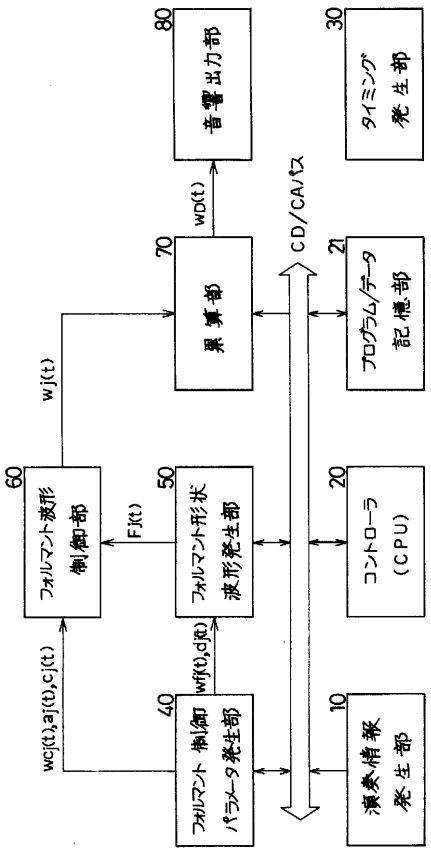
［２］楽音の発生を指示する楽音発生指示手段と、　この楽音発生指示手段による楽音の発生指示に応じて、楽音のフォルマントの各周波数成分を合成した波形のフォルマント形状信号を発生するフォルマント形状信号発生手段と、　上記楽音発生指示手段による楽音の発生指示に応じて、上記フォルマント形状信号発生手段で発生されるフォルマント形状信号に合成されるフォルマント中心信号を複数発生するフォルマント中心信号発生手段と、　このフォルマント中心信号発生手段によって発生された複数のフォルマント中心信号と、上記フォルマント形状信号発生手段によって発生されたフォルマント形状信号とを合成する第１のフォルマント合成手段と、　この第１の合成手段で合成された複数のフォルマント合成信号をさらに合成する第２のフォルマント合成手段と、　上記楽音発生指示手段によって発生される楽音の音楽的ファクタを発生する音楽的ファクタを発生する音楽的ファクタ発生手段と、　この音楽的ファクタ発生手段で発生された音楽的ファクタに応じ

て、上記第２のフォルマント合成手段によって合成されたフォルマント合成信号の周波数、振幅または数を制御するフォルマント合成信号制御手段とを備えたことを特徴とする楽音生成装置。
［３］上記音楽的ファクタは、音色、タッチ、音高、音域、楽音パート、音像、エンベロープレベル、エンベロープフェーズ、エフェクトまたは発音開始からの経過時間であることを特徴とする請求項１または２記載の楽音生成装置。
［４］上記フォルマント形状信号発生手段は複数のフォルマント形状信号を発生し、上記フォルマント中心信号発生手段は複数のフォルマント中心信号を発生し、上記フォルマント合成手段は、これら複数のフォルマント形状信号と複数のフォルマント中心信号とをそれぞれ合成し、１つの楽音として出力することを特徴とする請求項１または２記載の楽音生成装置。
［５］上記楽音生成装置は、上記フォルマント形状信号発生手段から発生されるフォルマント形状信号のフォルマントの各周波数成分の密度を示すフォルマント密度情報を発生するフォルマント密度情報発生手段と、このフォルマント密度情報発生手段から発生されたフォルマント密度情報に基づいて、上記フォルマント形状信号発生手段より発生されるフォルマント形状信号のフォルマントの各周波数成分の密度を制御するフォルマント密度制御手段とを備えていることを特徴とする請求項１または２記載の楽音生成装置。
［６］上記フォルマント密度情報発生手段は複数のフォルマント密度情報を発生し、または上記フォルマント密度制御手段は複数のフォルマント調和度情報を発生することを特徴とする請求項５記載の楽音生成装置。
［７］上記フォルマント合成信号制御手段は、１フォルマントごとに制御を行うことを特徴とする請求項１記載の楽音生成装置。
［８］上記フォルマント合成信号制御手段は、１楽音ごと、１系列ごとまたは全楽音につき制御を行うことを特徴とする請求項２記載の楽音生成装置。
【０４２０】
【発明の効果】
以上詳述したように、本発明は、音楽的ファクタに応じて、１つの楽音の複数のフォルマント合成信号の周波数、振幅または数を制御するようにした。また本発明は、音楽的ファクタに応じて、１つの楽音の複数のフォルマント合成信号をさらに合成した信号の周波数、振幅または数を制御するようにした。従って、１つの楽音の変化の内容を豊富にすることができる等の効果を奏する。
【図面の簡単な説明】
【図１】楽音生成装置の全体回路図である。
【図２】フォルマント形状とフォルマント形状信号Ｆｆｊ（ｔ）との対応を示す図である。
【図３】フォルマント形状とフォルマント密度パラメータωｆｊ（ｔ）との関係を示す図である。
【図４】各種フォルマントの形状を示す図である。
【図５】フォルマント制御パラメータ発生部４０を示す回路図である。
【図６】パラメータ記憶部４１を示す回路図である。
【図７】パラメータ記憶部４１のタイムチャート図である。
【図８】リニアな演算を行う関数演算部４２を示す回路図である。
【図９】エクスポーネンシャルな演算を行う関数演算部４２を示す回路図である。
【図１０】フォルマント形状波形発生部５０を示す回路図である。
【図１１】フォルマント密度記憶部５２を示す回路図である。
【図１２】フォルマント密度記憶部５２のタイムチャート図である。
【図１３】位相演算部５１を示す回路図である。
【図１４】位相演算部５１の動作を示す図である。
【図１５】フォルマント波形発生部６０を示す回路図である。
【図１６】累算部７０を示す回路図である。

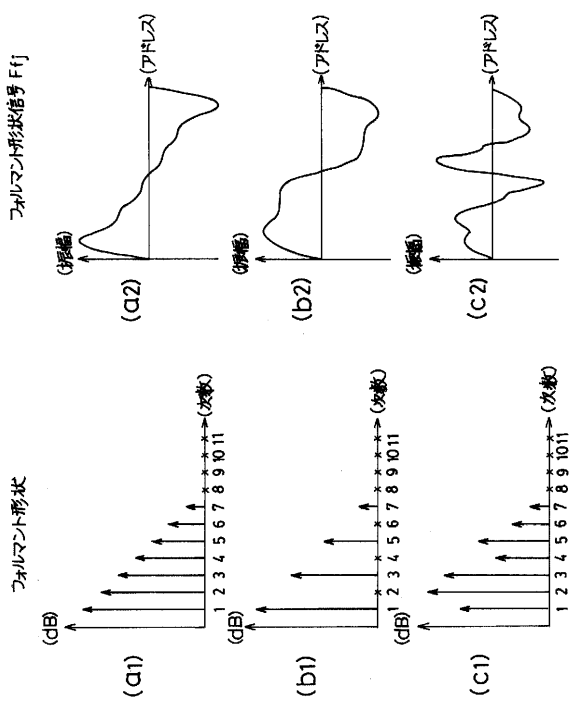
【図１７】累算部７０のタイムチャート図である。
【図１８】プログラム／データ記憶部２１内の高調波メモリ２１１を示す図である。
【図１９】フォルマント波形発生部６０の第２実施例を示す図である。
【図２０】フォルマント波形発生部６０の第３実施例を示す図である。
【図２１】重み付け補間回路８０を示す回路図である。
【図２２】重み付け補間回路８０における合成波形メモリ８０２ａ～ｄの書き込み／読み出しの切り換え状態を示すタイムチャート図である。
【図２３】基本波に非整数倍比の高調波を合成した波形と基本波との位相のずれを示す図である。
【図２４】重み付け補間回路８０の第２実施例を示す回路図である。
【図２５】プログラム／データ記憶部２１のフォルマント形状テーブル２１２を示す図である。
【図２６】プログラム／データ記憶部２１のアサインメントメモリ２１３を示す図である。
【図２７】数、組合せが制御されるフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）と合成フォルマントの形状を示す図である。
【図２８】フォルマント形状波形発生部５０の第２実施例を示す図である。
【図２９】フォルマント波形発生部６０の第４実施例を示す図である。
【図３０】多重合成系列６３５のより詳しい回路を示す図である。
【図３１】数、組合せが制御されるフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）及びフォルマントキャリア信号Ｇｆｊ（ｔ）と合成フォルマントの形状を示す図である。
【図３２】フォルマント波形発生部６０の第５実施例を示す図である。
【図３３】別の実施例の楽音生成装置の全体回路図である。
【図３４】調和度制御回路９０を示す回路図である。
【図３５】周波数調和テーブル９３の周波数フォルマント調和度データＨｆｊ（ｔ）を示す図である。
【図３６】１つの楽音の各フォルマントの各周波数成分の密度、調和度、各フォルマントの振幅、数、中心周波数を示す図である。
【図３７】周波数成分の周波数値が整数倍の場合と非整数倍の場合を示す図である。
【図３８】フォルマント中心テーブル２１４を示す図である。
【図３９】フォルマント調和テーブル２１５の全体フォルマント調和度データＨｗｊ（ｔ）を示す図である。
【図４０】サンプリング修正テーブル２１６のサンプリング修正データＳｆｊ（ｔ）を示す図である。
【図４１】フォルマント波形発生部６０の第５実施例を示す図である。
【図４２】重み付けテーブル６５４の重み付けデータＷＧを示す図である。
【図４３】フォルマント波形発生部６０の第６実施例を示す図である。
【図４４】各フォルマントのフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）またはフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の振幅変化を示す図である。
【図４５】各フォルマントのフォルマントキャリア信号Ｇｊ（ｔ）またはフォルマント形状信号Ｆｊ（ｔ）の振幅変化を示す図である。
【図４６】フォルマント波形発生部６０の第７実施例を示す図である。
【図４７】フォルマントキャリア変化テーブル６５７のフォルマントキャリア変化パラメータΔωｃｊ（ｔ）を示す図である。
【図４８】フォルマント波形発生部６０及び累算部７０の第８実施例を示す図である。
【図４９】フォルマント波形発生部６０及び累算部７０の第９実施例を示す図である。
【図５０】振幅コントローラ６７６を示す図である。
【図５１】累算部７０の第１０実施例を示す図である。なお、各図におけるパラメータの“ω”は一部、便宜上“ｗ”で示してある。
【符号の説明】

１０…演奏情報発生部、２０…コントローラ、２１…プログラム／データ記憶部、３０…タイミング発生部、４０…フォルマント制御パラメータ発生部、５０…フォルマント形状波形発生部、６０…フォルマント波形発生部、７０…累算部、４１…パラメータ記憶部、４２…関数演算部、４１１…パラメータメモリ、５１…位相演算部、５２…フォルマント密度記憶部、５３…フォルマント形状波形メモリ、５２３…フォルマント密度メモリ、６１…位相シフトレジスタ、６３…三角関数テーブル、７１…系列メモリ、７４…累算メモリ、２１１…高調波メモリ、６１１…高調波発生器、２１２…フォルマント形状テーブル、２１３…アサインメントメモリ、２１４…フォルマント中心テーブル、２１５…フォルマント調和テーブル、２１６…サンプリング修正テーブル、６３５…多重合成系列、６３６、６７２…デマルチプレクサ、６３７、６７３…ラッチ群、６３８、６３９、６４０…アンドゲート群、６４１…アルゴリズムラッチ、６４６…ラッチ、６４３ａ、６４３ｂ、６４４ａ、６４４ｂ、６４５ａ、６４５ｂ、６５１…アンドゲート群、６４８…カウンタ、６４９…アルゴリズムシフトレジスタ、８０…重み付け補間回路、８０２ａ、８０２ｂ、８０２ｃ、８０２ｄ、８０２…合成波形メモリ、８０９…区間指定シフトレジスタ、８１１…デマルチプレクサ、８１２…メモリラッチ、８１３…切り換えシフトレジスタ、９０…調和度制御回路、９３…周波数調和テーブル、６５４、６６２、６６４…重み付けテーブル、６５７…フォルマントキャリア変化テーブル、６７０、６７５…セレクトシフトレジスタ、６７６…振幅コントローラ。

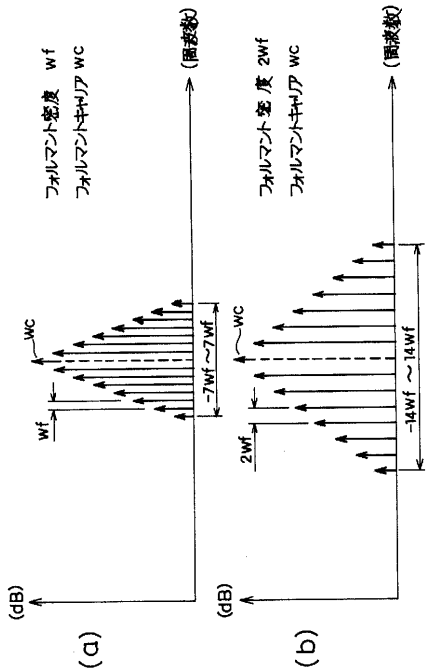
【図１】



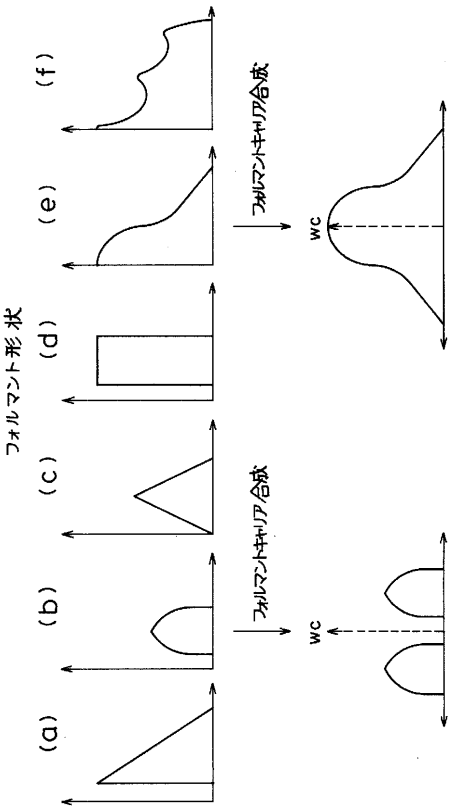
【図２】



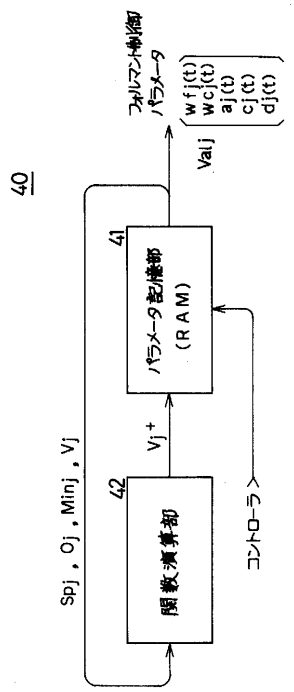
【図３】


フォルマント密度 wf
フォルマントキャリア wc
(周波数)
wc
wf
-7wf～7wf
(dB)
(a)
フォルマント密度 2wf
フォルマントキャリア wc
(周波数)
wc
2wf
-14wf～14wf
(dB)
(b)

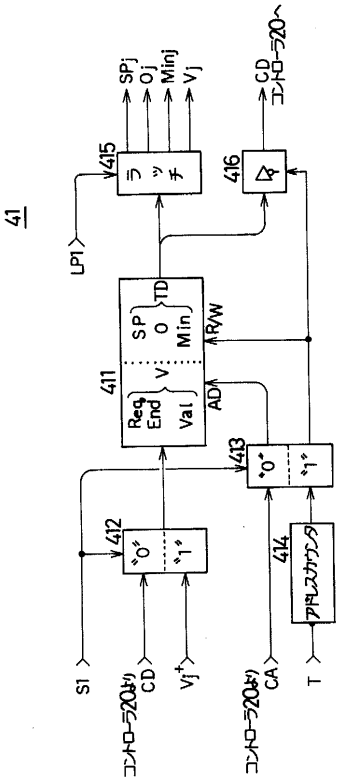
【図４】


フォルマント形状
(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
フォルマントキャリア合成
wc
フォルマントキャリア合成
wc

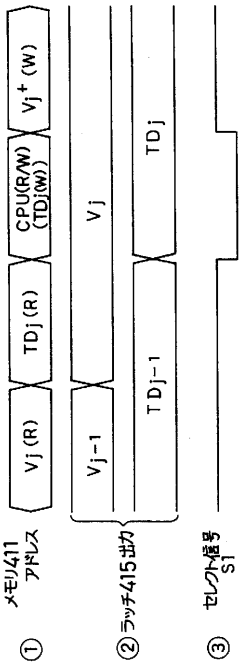
【図５】


40
フォルマント制御パラメータ
wfj(t)
wcj(t)
aj(t)
cj(t)
dj(t)
Vaij
41
パラメータ記憶部 (RAM)
Vj+
42
関数演算部
Spj , Oj , Minj , Vj
コントローラ

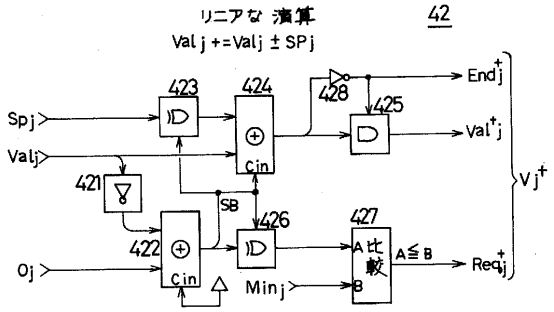
【図６】


41
SPj
Oj
Minj
Vj
CD
コントローラ20へ
LP1
415
ラッチ
416
411
Req
End
Val
SP
O
Min
TD
V
R/W
ADR
412
413
414
アドレスカウンタ
"0"
"1"
S1
コントローラ20より
CD
Vj+
コントローラ20より
CA
T

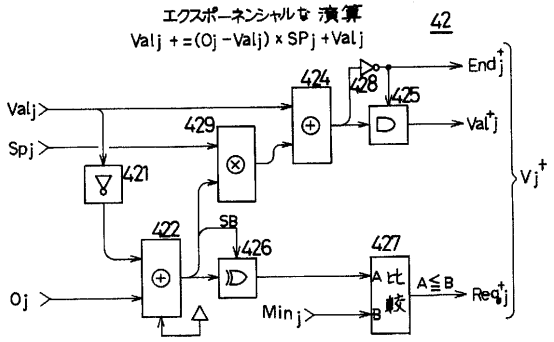
【図７】



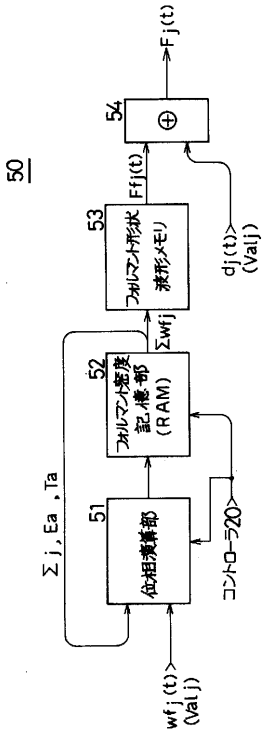
【図８】



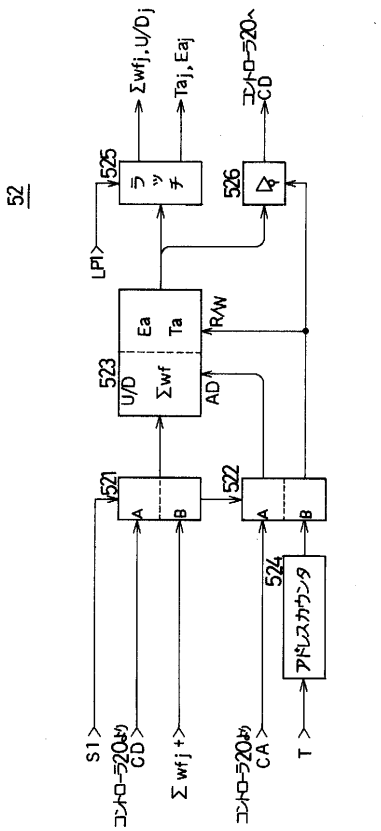
【図９】



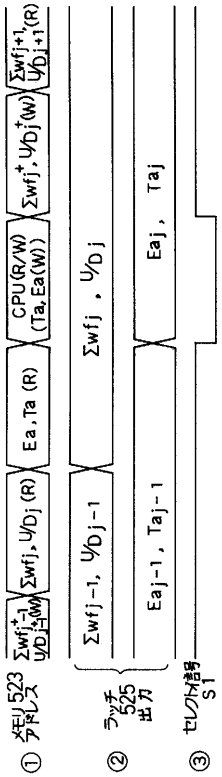
【図１０】



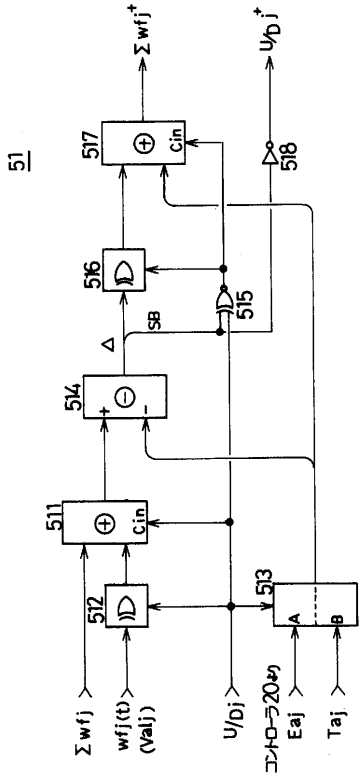
【図１１】



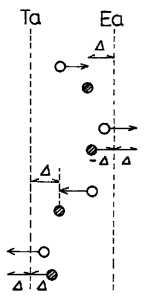
【図１２】



【図１３】

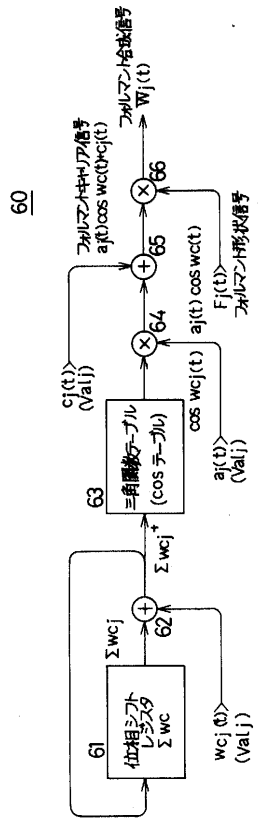


【図１４】

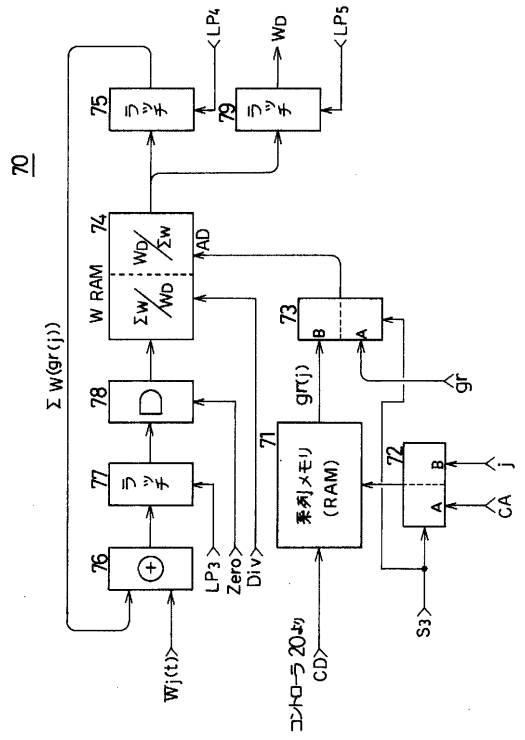


U/D	ΔSB	演算式 Σwf	ゲート出力 cont.(515)
0	1	Ea+Δ	0
0	0	Ea−Δ	1
1	0	Ta+Δ	0
1	1	Ta−Δ	1

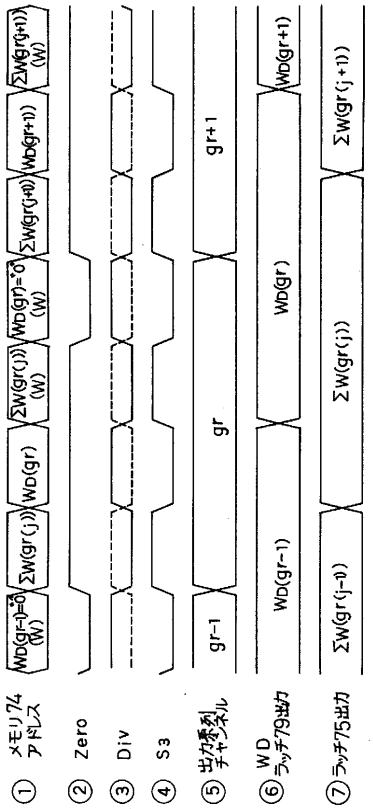
【図１５】



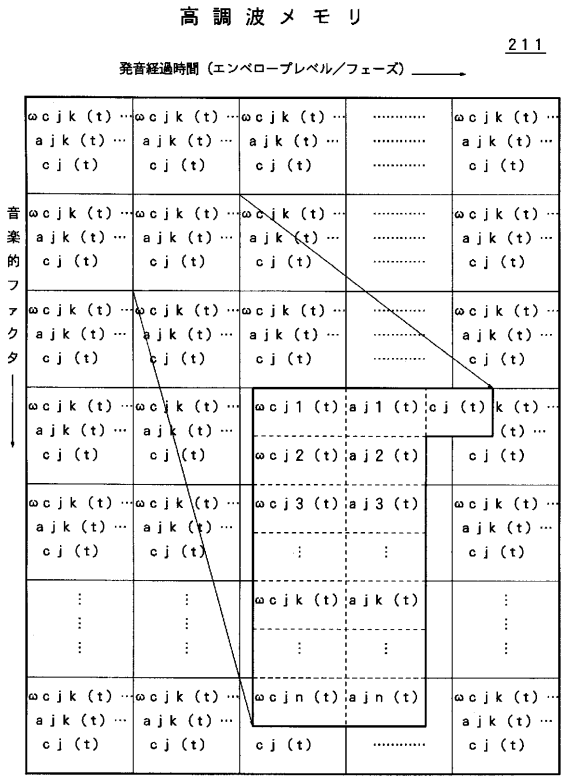
【図１６】



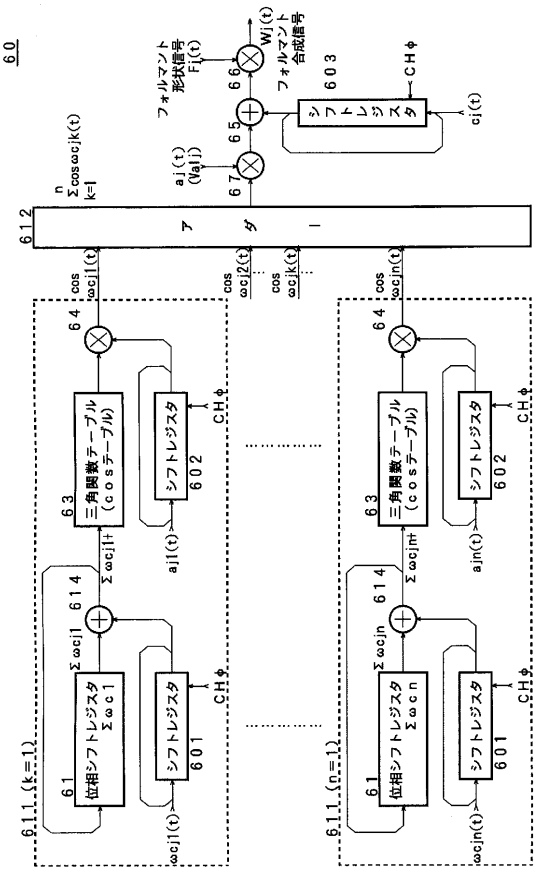
【図１７】



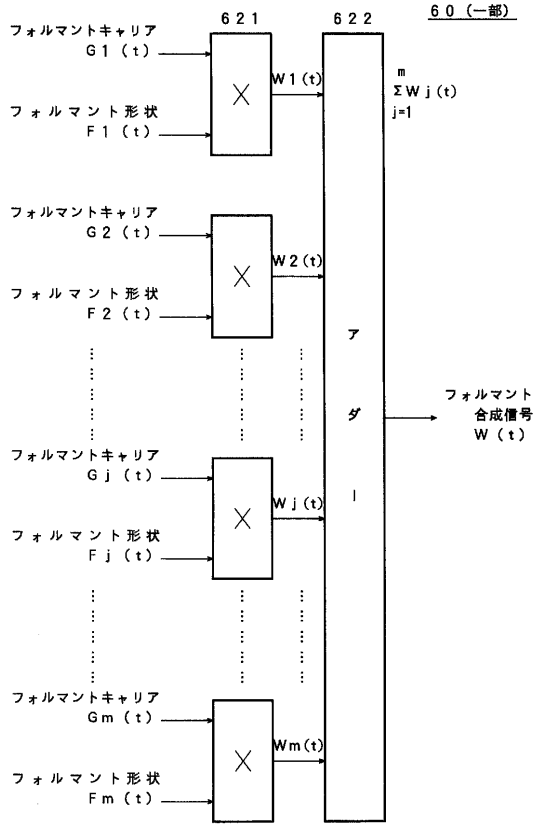
【図１８】



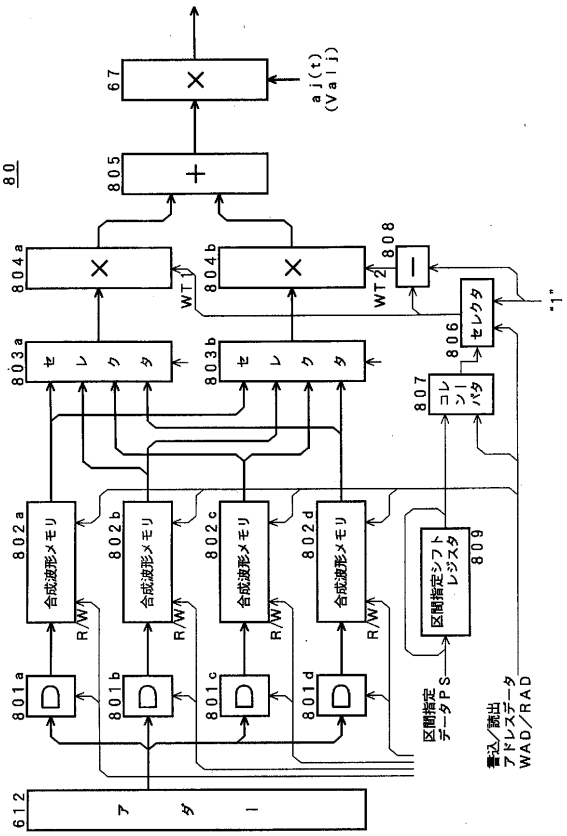
【図１９】



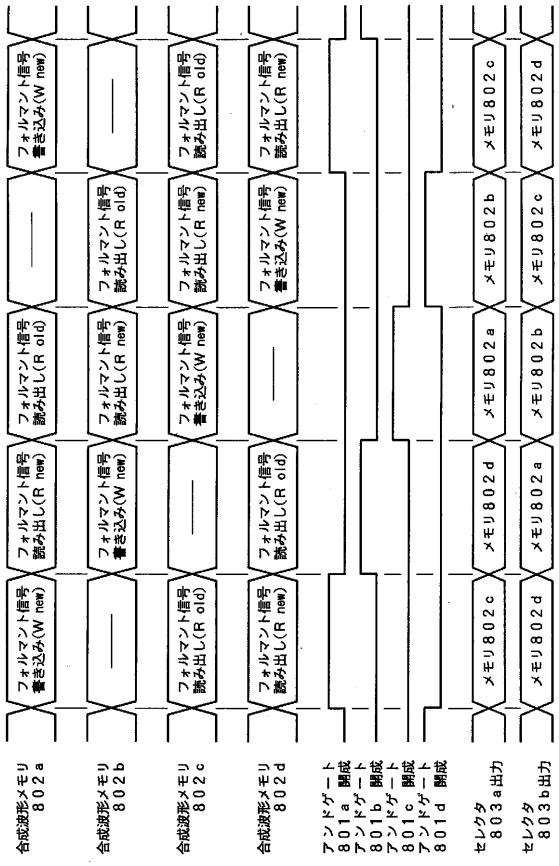
【図２０】



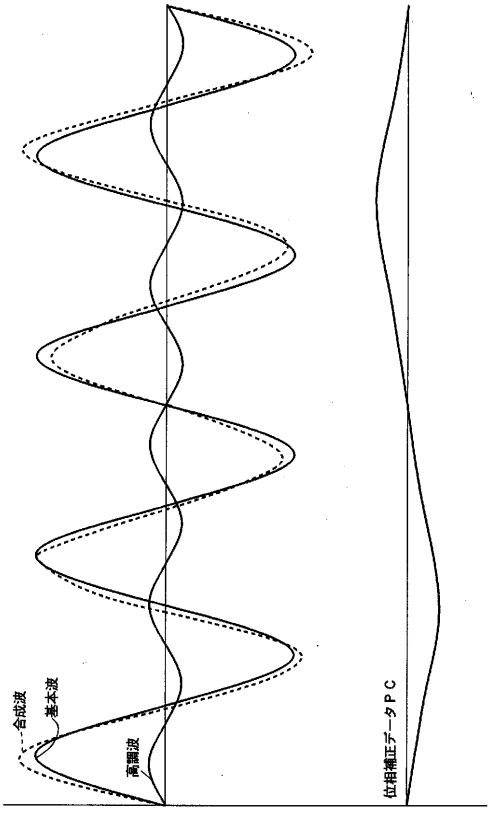
【図２１】



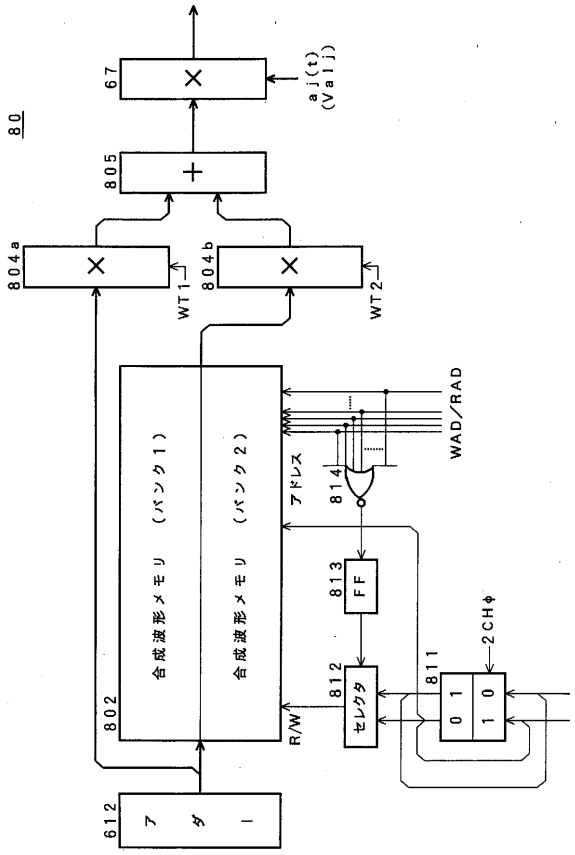
【図２２】



【図２３】



【図２４】



【図２５】

フォルマント形状テーブル

212

発音経過時間（エンベロープレベル／フェーズ）→

音楽的ファクタ↓

ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	……	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min
ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	……	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min
ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	……	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min
ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	……	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min
ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	……	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	……	ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min

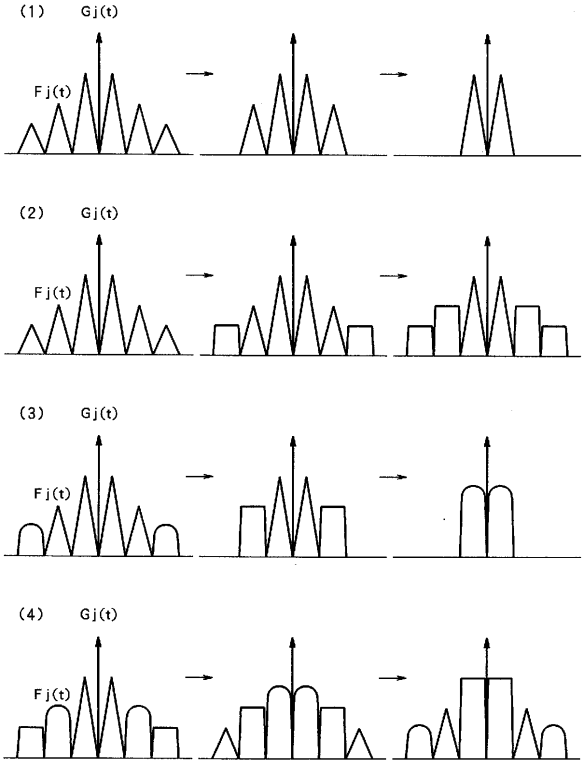
【図２６】

アサインメントメモリ

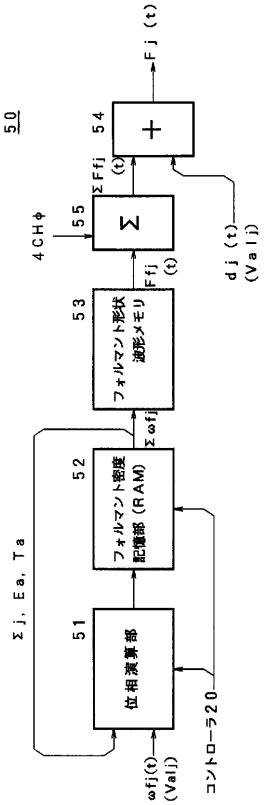
213

CH0	ON/OFF　周波数ナンバ FN ωfj(t), Ta, Ea SP, O, Min エンベロープレベル／フェーズ
CH1	ON/OFF　周波数ナンバ FN ωfj(t), Ta, Ea SP, O, Min エンベロープレベル／フェーズ
CH2	ON/OFF　周波数ナンバ FN ωfj(t), Ta, Ea SP, O, Min エンベロープレベル／フェーズ
CH3	ON/OFF　周波数ナンバ FN ωfj(t), Ta, Ea SP, O, Min エンベロープレベル／フェーズ
CHn	ON/OFF　周波数ナンバ FN ωfj(t), Ta, Ea SP, O, Min エンベロープレベル／フェーズ

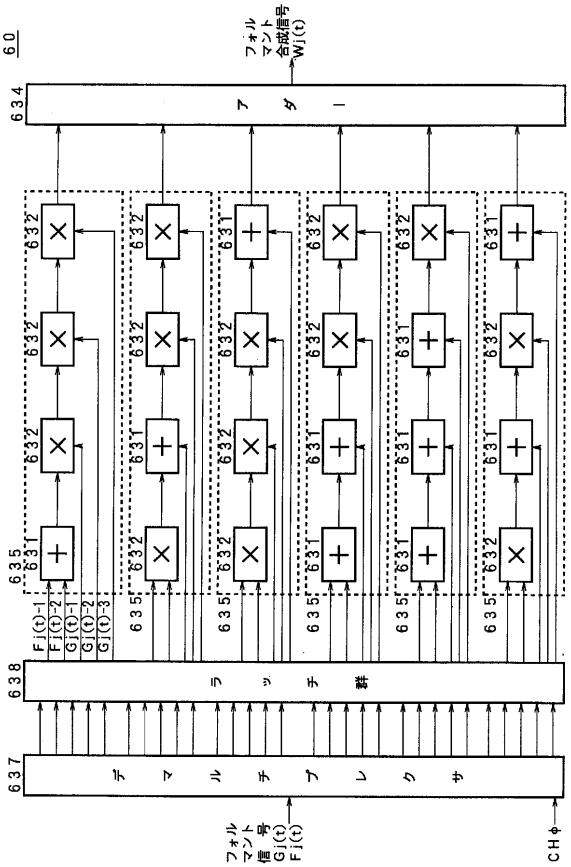
【図２７】



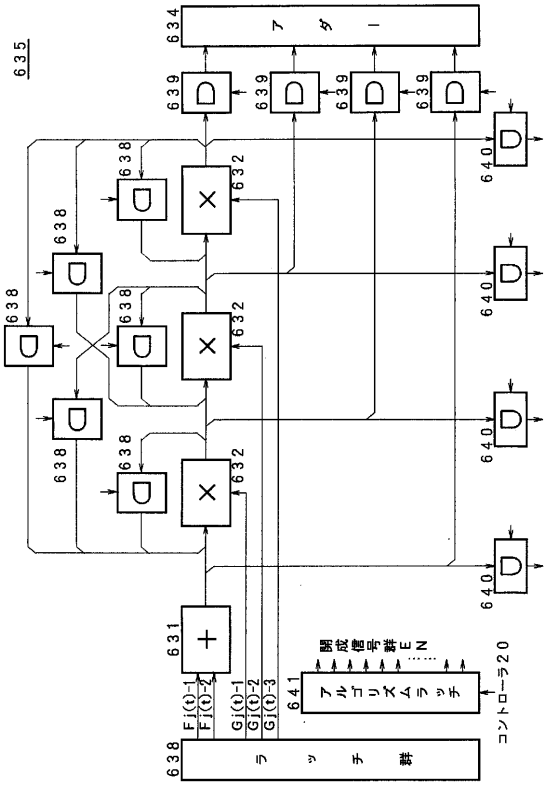
【図２８】



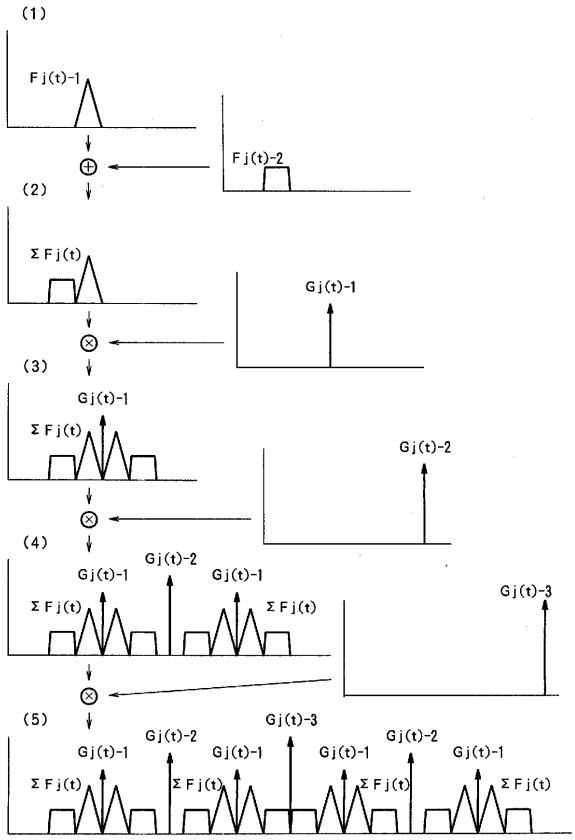
【図２９】



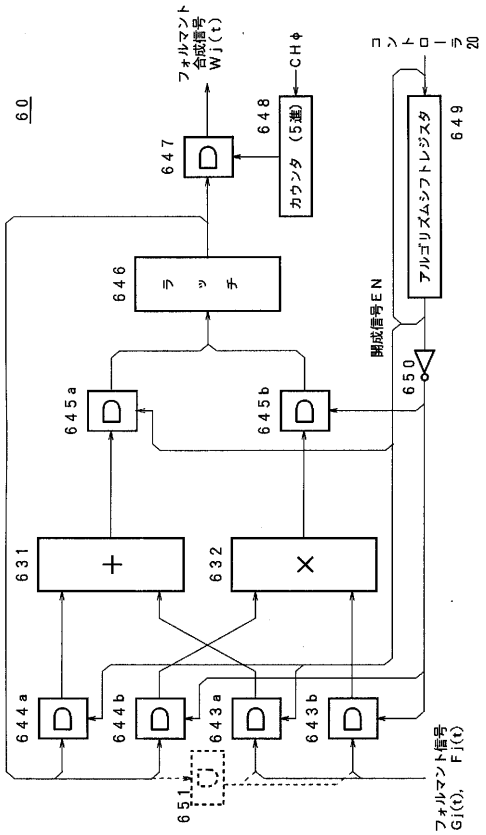
【図３０】



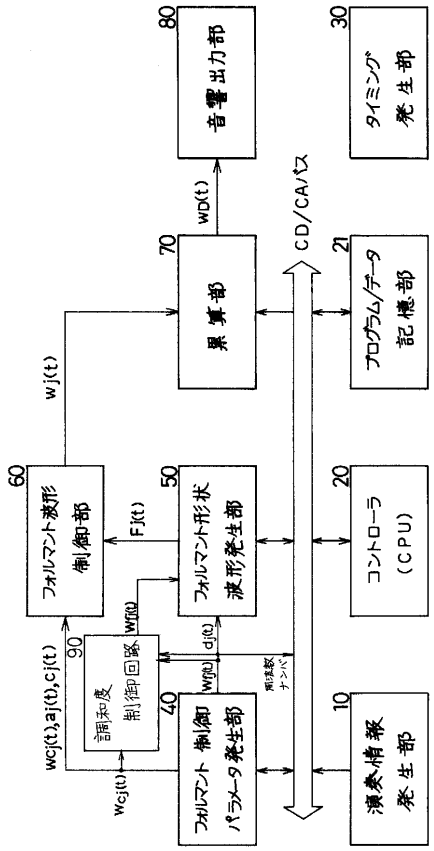
【図３１】



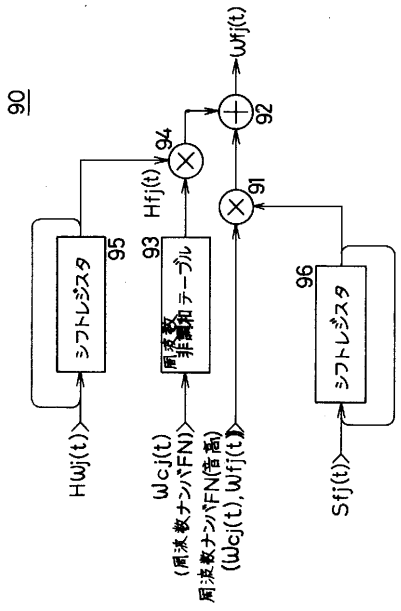
【図３２】



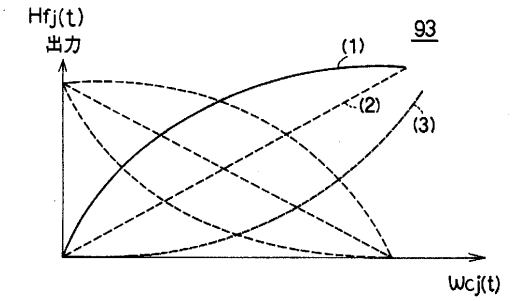
【図３３】



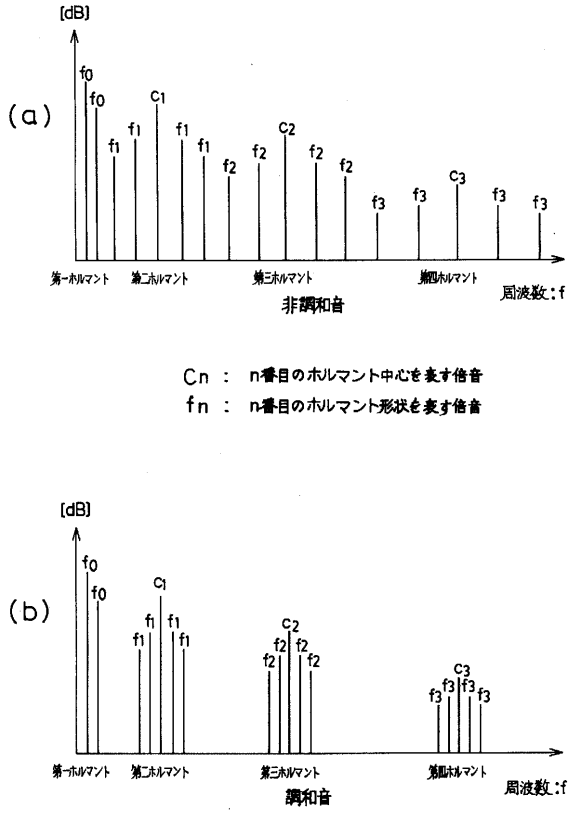
【図３４】



【図３５】



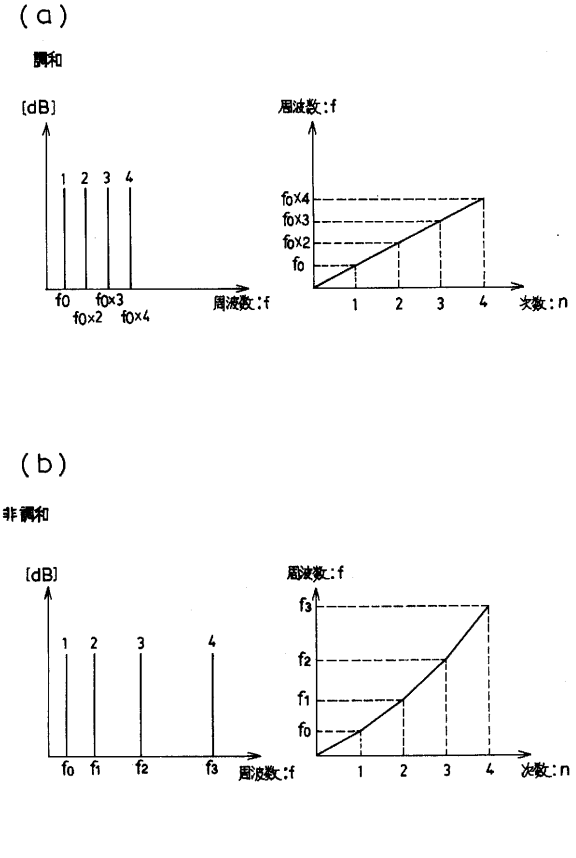
【図３６】



Cn ： n番目のホルマント中心を表す倍音

fn ： n番目のホルマント形状を表す倍音

【図３７】



【図３８】

フォルマント中心テーブル

214

発音経過時間（エンベロープレベル／フェーズ）⟶

音楽的ファクタ⟶

ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	·····	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min
ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	·····	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min
ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	·····	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min
ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	·····	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min
ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	·····	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min	·····	ωcj(t) ωfj(t) Ta, Ea SP, O, Min

【図３９】

フォルマント調和テーブル

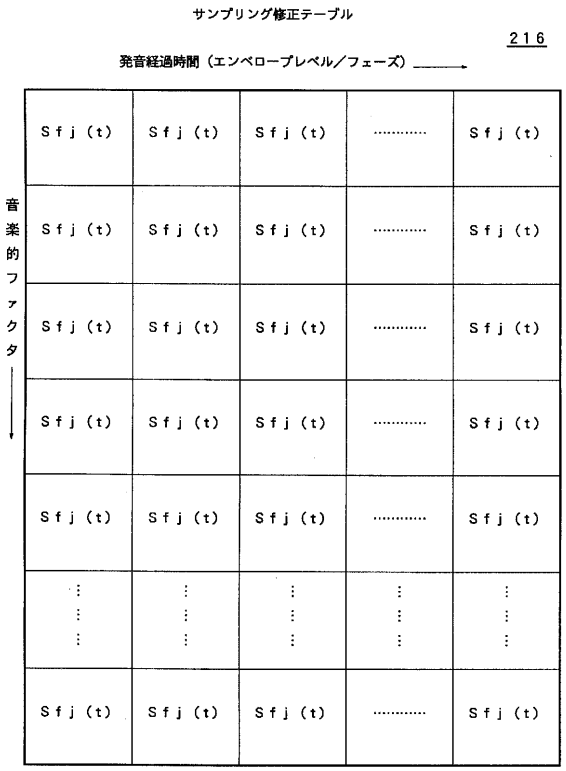
215

発音経過時間（エンベロープレベル／フェーズ）⟶

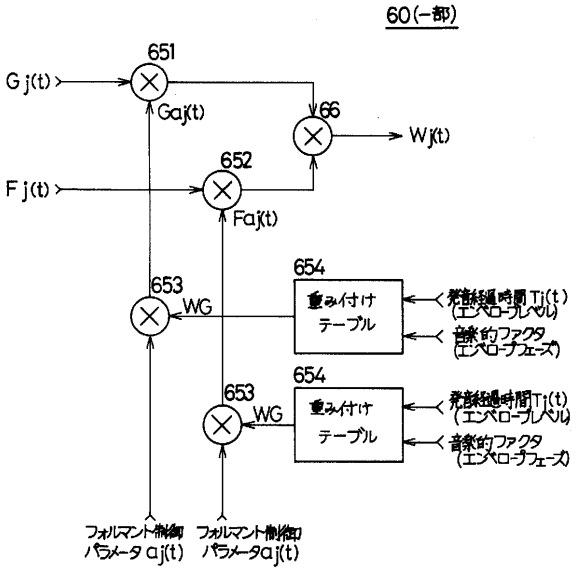
音楽的ファクタ⟶

Hwj(t)	Hwj(t)	Hwj(t)	·····	Hwj(t)
Hwj(t)	Hwj(t)	Hwj(t)	·····	Hwj(t)
Hwj(t)	Hwj(t)	Hwj(t)	·····	Hwj(t)
Hwj(t)	Hwj(t)	Hwj(t)	·····	Hwj(t)
Hwj(t)	Hwj(t)	Hwj(t)	·····	Hwj(t)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Hwj(t)	Hwj(t)	Hwj(t)	·····	Hwj(t)

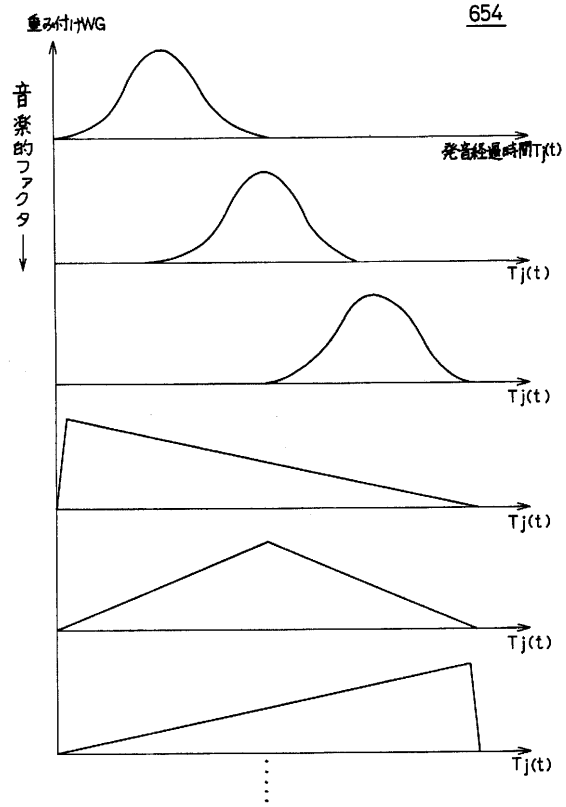
【図４０】



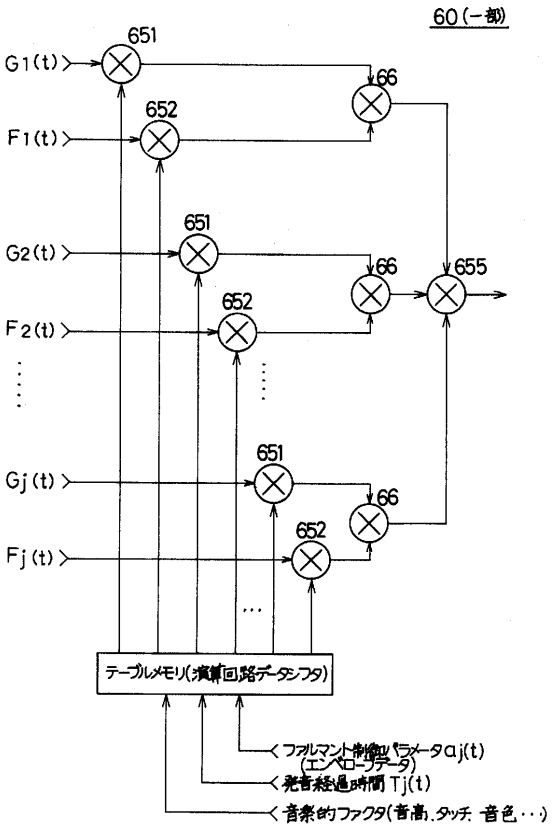
【図４１】



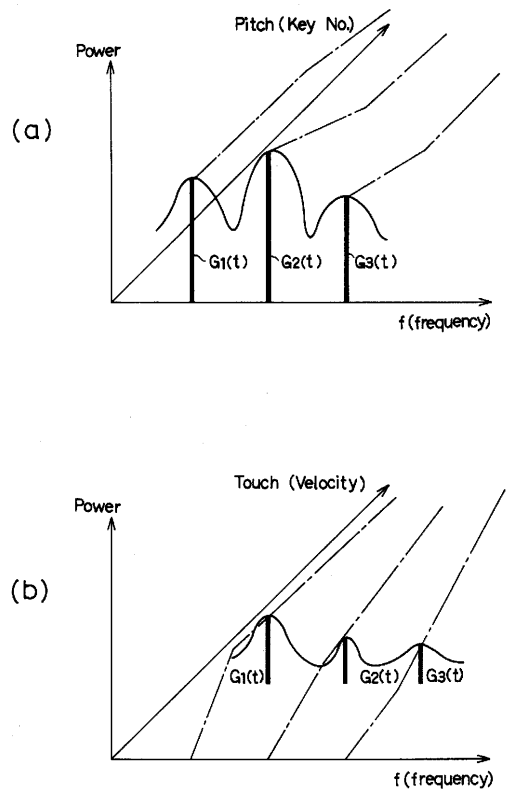
【図４２】



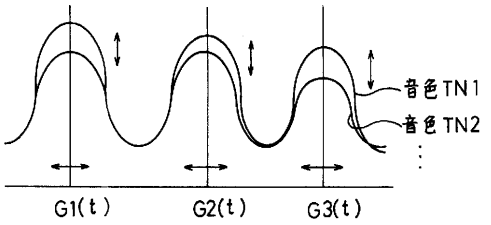
【図４３】



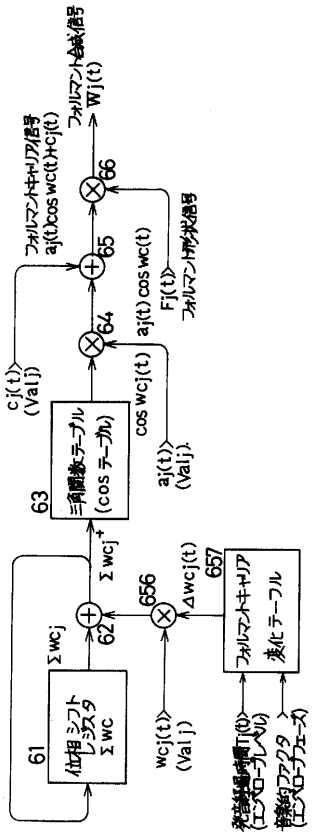
【図４４】



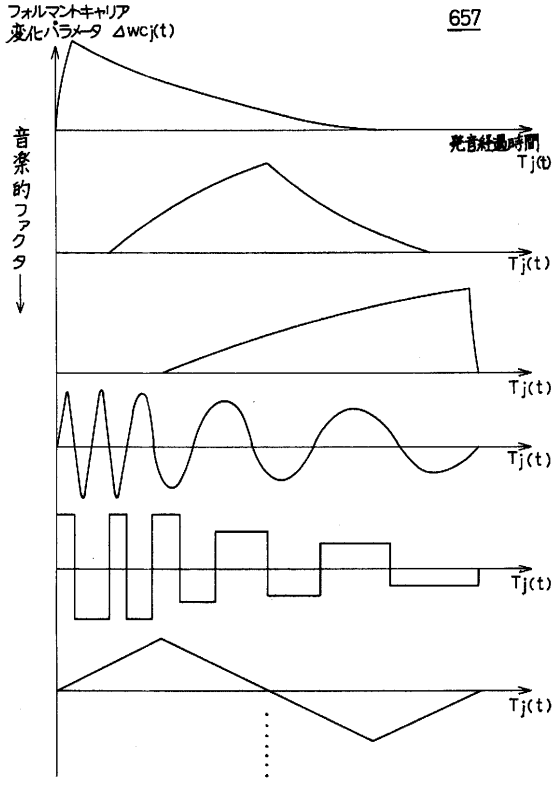
【図４５】



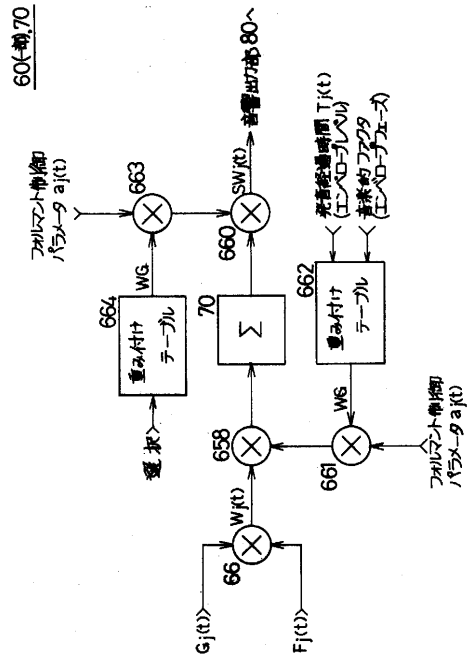
【図４６】



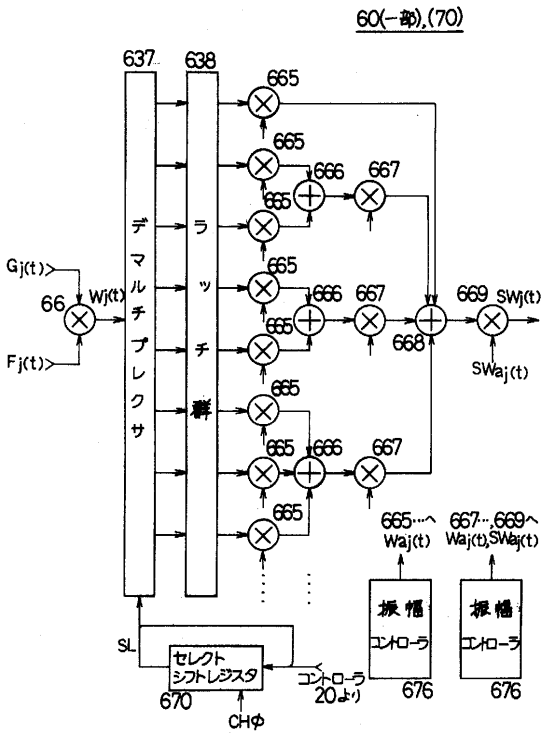
【図４７】



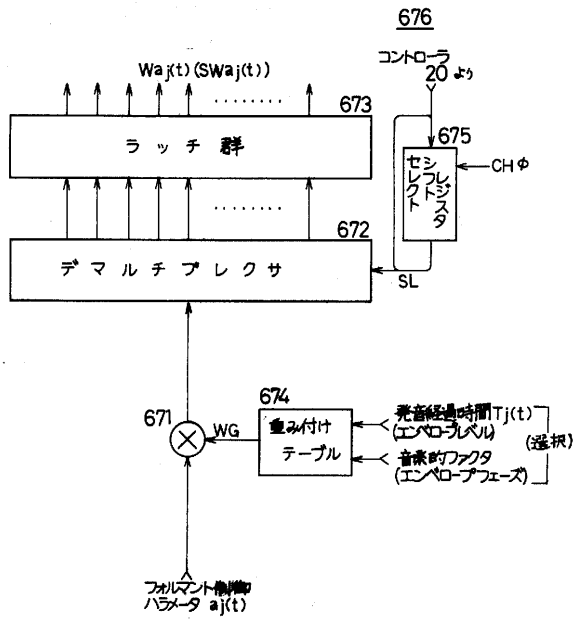
【図４８】



【図４９】



【図５０】



【図５１】

