(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年7月26日(26.07.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/135403 A1

(51) 国際特許分類:
G10H 1/00 (2006.01)　　*G10K 15/08* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2018/000615

(22) 国際出願日：　2018年1月12日(12.01.2018)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(30) 優先権データ：
特願 2017-007119　2017年1月18日(18.01.2017)　JP

(71) 出願人：ヤマハ株式会社 (YAMAHA CORPORATION) [JP/JP]；〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町１０番１号 Shizuoka (JP).

(72) 発明者：劉 恩彩(LIU Encai)；〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町１０番１号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP). 仲田 昌史(NAKATA Masafumi)；〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町１０番１号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP).

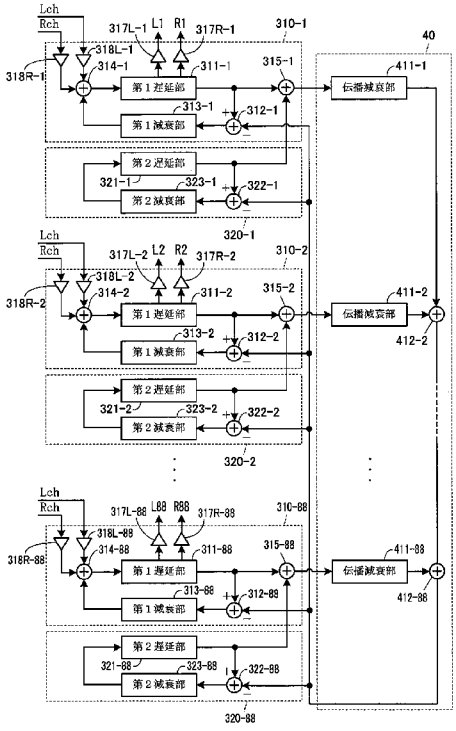
(74) 代理人：大澤 豊，外 (OSAWA Yutaka et al.)；〒1700005 東京都豊島区南大塚２－３３－１ストーク南大塚４階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,

WO 2018/135403 A1

(54) **Title:** RESONANCE SIGNAL GENERATING METHOD, RESONANCE SIGNAL GENERATING DEVICE, ELECTRONIC MUSICAL DEVICE, PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称： 共鳴信号生成方法、共鳴信号生成装置、電子音楽装置、プログラム及び記録媒体



311-1, 311-2, 311-88　First delay unit
313-1, 313-2, 313-88　First attenuation unit
321-1, 321-2, 321-88　Second delay unit
323-1, 323-2, 323-88　Second attenuation unit
411-1, 411-2, 411-88　Propagation attenuation unit

(57) **Abstract:** [Solution] The invention comprises: a first resonance signal generating unit (310) that includes a first loop unit including a first delay unit (311) which delays a signal by a time corresponding to a pitch x and a first attenuation unit (313) which attenuates the signal, and an addition unit (314) that inputs an excitation signal to the first loop unit; a second resonance signal generating unit (320) that includes a second loop unit including a second delay unit (321) which

［続葉有］

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

delays a signal by a time corresponding to said pitch x and a second attenuation unit (323) which attenuates the signal; a propagation unit (40) that adds, attenuates and inverts a first resonance signal circulating in the first loop unit and a second resonance signal circulating in the second loop unit, and inputs the same respectively to the first loop unit and the second loop unit; and an output unit that outputs the first resonance signal circulating in the first loop unit.

(57) 要約:【解決手段】 信号を音高xに応じた時間だけ遅延する第１遅延部（３１１）と信号を減衰する第１減衰部（３１３）とを含む第１ループ部と、上記第１ループ部に励起信号を入力する加算部（３１４）とを備える第１共鳴信号生成部（３１０）と、信号を上記音高xに応じた時間だけ遅延する第２遅延部（３２１）と信号を減衰する第２減衰部（３２３）とを含む第２ループ部を備える第２共鳴信号生成部（３２０）と、上記第１ループ部を循環する第１共鳴信号と上記第２ループ部を循環する第２共鳴信号とを加算し、減衰させ、反転させて、上記第１ループ部及び上記第２ループ部にそれぞれ入力する伝播部（４０）と、上記第１ループ部を循環する第１共鳴信号を出力する出力部とを設けた。

明　細　書

発明の名称 ：

共鳴信号生成方法、共鳴信号生成装置、電子音楽装置、プログラム及び記録媒体

技術分野

[0001] この発明は、入力される励起信号に基づき弦の共鳴を模した共鳴信号を生成する共鳴信号生成方法及び共鳴信号生成装置と、上記の共鳴信号生成装置を備えた電子音楽装置と、コンピュータに上記の共鳴信号生成方法を実行させるためのプログラムと、このようなプログラムを記録したコンピュータにより読み取り可能な記録媒体とに関する。

背景技術

[0002] 従来から、自然楽器の挙動をシミュレートすることにより、自然楽器の発する音を電子的に再現しようとする試みが行われている。

この分野の技術として、例えば特許文献１には、指定された音名に対応した音信号を、複数の音名に対応した各音高周波数と各々整数倍関係にある複数の周波数位置に各々共振峰を有する残響効果付与手段を介して出力する技術が記載されている。この技術によれば、音信号に、ピアノの弦のような複数の発音振動体による共鳴の効果をシミュレートした残響効果を付与し、自然楽器の音を模倣した音信号を発生させることができる。

[0003] また、特許文献２及び特許文献３には、ピアノの弦の音を模擬した共鳴音を表す音信号を生成する共鳴音生成回路において、１サンプル単位で遅延長を設定可能な遅延回路での遅延時間と、１サンプル単位よりも細かく遅延長を設定可能なオールパスフィルタとを組み合わせて、柔軟な共鳴周波数の設定を可能とする技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開昭６３－２６７９９９号公報

特許文献2：特開２０１５－１４３７６３号公報

特許文献3：特開２０１５－１４３７６４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、従来知られている、弦の共鳴音を模擬するための回路は、次のようなものであった。

すなわち、図１１に示すように、弦の振動を励起する励起信号ＩＮを、レベル調整部５０１によりレベル調整して１サンプルずつ入力し、遅延部５０２により弦の共鳴周波数に応じた時間だけ遅延させる。遅延後の信号を、減衰部５０３により所定ゲイン値だけ減衰させ、減衰後の信号を、加算部５０４によりその時点の励起信号に加算して遅延部５０２に供給する。以後、励起信号ＩＮの入力を受け付けつつ、遅延部５０２、減衰部５０３及び加算部５０４によるループ処理をくり返す。

[0006] 以上のループ処理の１サイクルが弦の共鳴周波数の１周期の時間で実行されるように遅延部５０２の遅延量を設定することにより、任意の共鳴周波数の弦による共鳴を模した音信号をリアルタイムで生成することができる。すなわち、励起信号ＩＮの中の、共鳴周波数の成分が、遅延後の信号と次の周期の励起信号ＩＮとで加算される形で強調され、励起信号ＩＮがゼロレベルになった後も、減衰部５０３により徐々に減衰されつつループを循環して処理される。この音信号は、遅延部５０２の任意の位置から、レベル調整部５０５を介して共鳴信号ＯＵＴとして出力される。

[0007] ここで、励起信号ＩＮがゼロレベルになった後の共鳴信号ＯＵＴのレベルは、減衰部５０３のゲインをＦＢＧ（ＦＢＧ＜１，ＦＢＧ≒１）とすると、ループ処理を１週する度にレベルがＦＢＧ倍となるような、単純な指数減衰をする。

一方、自然楽器であるピアノにおいては、弦をダンプしていない状態での共鳴音のレベルは、単純な指数減衰ではなく、打弦直後の速い減衰と、その後の遅い減衰との２段階で起こることが知られている。しかしながら、この

ような２段階の減衰は、上述したような従来の手法では容易に再現できないという問題があった。またこのため、自然楽器の音に十分近い共鳴音を出力することが難しいという問題があった。

[0008] この発明は、このような問題を解決し、ピアノにおけるようなレベルの２段階の減衰を模した共鳴音の信号を、少ない処理負荷で生成できるようにすることを目的とする。なお、ピアノは楽器の一例として挙げたものであり、本発明は、複数の弦を並べて張った他の楽器における弦の共鳴音を生成する場合にも適用可能である。

課題を解決するための手段

[0009] 上記の目的を達成するため、この発明の共鳴信号生成方法は、信号を特定の音高に応じた時間だけ遅延する第１遅延と、信号を減衰する第１減衰とを含む第１ループ処理に、励起信号を入力して、上記第１ループ処理を循環する上記特定の音高の第１共鳴信号を生成し、信号を上記特定の音高に応じた時間だけ遅延する第２遅延と、信号を減衰する第２減衰とを含む第２ループ処理により、上記第２ループ処理を循環する上記特定の音高の第２共鳴信号を生成し、上記第１共鳴信号と上記第２共鳴信号とを加算し、減衰させ、反転させて上記第１ループ処理及び上記第２ループ処理にそれぞれ入力し、上記第１共鳴信号を出力するものである。

このような共鳴信号生成方法において、上記第１遅延の遅延量は、上記第１ループ処理の処理１周に要する時間が、上記特定の音高の音の１周期となるような値であるとよい。

[0010] さらに、上記特定の音高がそれぞれ異なる上記第１ループ処理と上記第２ループ処理との組の複数組により、上記特定の音高がそれぞれ異なる上記第１共鳴信号及び上記第２共鳴信号をそれぞれ生成し、上記各組の第１ループ処理及び第２ループ処理で生成された上記第１共鳴信号と上記第２共鳴信号とを加算し、減衰させ、反転させて、上記各組の上記第１ループ処理及び上記第２ループ処理にそれぞれ入力し、上記各組における第１ループ処理で生成された上記第１共鳴信号を加算して出力するとよい。

[0011] さらに、高音側から所定数の音高についてそれぞれ、その音高を上記特定の音高とする上記第１ループ処理と上記第２ループ処理との組により、上記第１共鳴信号及び上記第２共鳴信号をそれぞれ生成し、上記所定数の音高よりも低音側の１以上の音高についてそれぞれ、その音高を上記特定の音高とする上記第１ループ処理により、上記第１共鳴信号を生成し、上記高音側からの所定数の音高に対応する各組における上記第１共鳴信号及び上記第２共鳴信号と、上記低音側の１以上の各音高と対応する上記第１共鳴信号生成部における上記第１共鳴信号とを加算し、減衰させ、反転させて、上記高音側からの所定数の音高に対応する各組における上記第１ループ処理及び上記第２ループ処理と、上記低音側の１以上の各音高と対応する上記第１ループ処理とにそれぞれ入力し、上記高音側からの所定数の音高に対応する各組における第１ループ処理で生成された上記第１共鳴信号と上記低音側の１以上の各音高と対応する上記第１ループ処理で生成された上記第１共鳴信号とを加算して出力するとよい。

[0012] さらに、上記励起信号が、ピアノの演奏音を示す音信号又はピアノの演奏を示す音信号からアタック部を抽出して得た音信号であるとよい。

[0013] さらに、検出した演奏操作に応じて予め定められた音色の演奏音を示す音信号を生成し、上記生成した音信号を上記励起信号として上記第１ループ処理に供給し、上記生成した音信号と上記第１共鳴信号とを加算して出力するとよい。

[0014] また、この発明は、信号を特定の音高に応じた時間だけ遅延する第１遅延回路と信号を減衰する第１減衰回路とを備える第１ループ回路と、上記第１ループ回路に励起信号を入力する励起入力回路とを備える第１共鳴信号生成回路と、信号を上記特定の音高に応じた時間だけ遅延する第２遅延回路と信号を減衰する第２減衰回路とを備える第２ループ回路を備える第２共鳴信号生成回路と、上記第１ループ回路を循環する第１共鳴信号と上記第２ループ回路を循環する第２共鳴信号とを加算し、減衰させ、反転させて上記第１ループ回路及び上記第２ループ回路にそれぞれ入力する反転入力回路と、上記

第１ループ回路を循環する第１共鳴信号を出力する出力回路とを設け共鳴信号生成装置も提供する。

[0015] この発明は、上記の形態で実施する他、装置、方法、システム、プログラム、プログラムを記録した媒体など、任意の形態で実施可能である。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]この発明の一実施形態である共鳴信号生成装置を備えた電子音楽装置の一実施形態である電子楽器のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図2]図１に示した共鳴信号生成装置２０の概略的な機能構成を示す図である。

[図3]図２に示した共鳴信号生成部３０及び伝播部４０の機能構成をより詳細に示す図である。

[図4]図２に示した共鳴設定部６０が起動時に実行する初期設定処理のフローチャートである。

[図5]共鳴設定部６０が演奏操作を検出した場合に実行する処理のフローチャートである。

[図6]図３の構成から、１つの音高と対応する共鳴信号生成部３０及び伝播部４０を抜き出して示した図である。

[図7]図６の共鳴信号生成部３０において励起信号の入力に応じて形成される第１共鳴信号（共鳴信号生成装置が出力する共鳴音）のレベルの時間推移の例を示す図である。

[図8]比較例における第１共鳴信号のレベルの時間推移の例を示す、図７と対応する図である。

[図9]変形例の構成を示す、図２と対応する図である。

[図10]別の変形例の構成を示す、図６と対応する図である。

[図11]従来の、弦の共鳴音を模擬するための回路の構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、この発明を実施するための形態を図面に基づいて具体的に説明する。

まず、この発明の一実施形態である共鳴信号生成装置を備えた電子音楽装置の一実施形態である電子楽器について説明する。図１は、その電子楽器のハードウェア構成を示す図である。

[0018] この図に示すように、電子楽器１０は、ＣＰＵ１１、ＲＯＭ１２、ＲＡＭ１３、ＭＩＤＩ（Musical Instrument Digital Interface：登録商標）＿Ｉ／Ｆ（インタフェース）１４、パネルスイッチ１５、パネル表示器１６、演奏操作子１７、音源回路１８、共鳴信号生成装置２０、ＤＡＣ（デジタルアナログ変換部）２１をシステムバス２３により接続して設けると共に、サウンドシステム２２を設けている。

[0019] これらのうちＣＰＵ１１は、電子楽器１０全体を制御する制御部であり、ＲＯＭ１２に記憶された所要の制御プログラムを実行することにより、パネルスイッチ１５及び演奏操作子１７の操作検出、パネル表示器１６における表示の制御、ＭＩＤＩ＿Ｉ／Ｆ１４を介した通信の制御、音源回路１８及び共鳴信号生成装置２０による音信号生成の制御、及びＤＡＣ２１におけるＤＡ変換の制御等の制御動作を行う。

[0020] ＲＯＭ１２は、ＣＰＵ１１が実行する制御プログラムや、パネル表示器１６に表示させる画面の内容を示す画面データ、音源回路１８や共鳴信号生成装置２０に設定する各種パラメータのデータ等、あまり頻繁に変更する必要のないデータを記憶する、フラッシュメモリ等による書き換え可能な不揮発性の記憶部である。

ＲＡＭ１３は、ＣＰＵ１１のワークメモリとして使用する記憶部である。

ＭＩＤＩ＿Ｉ／Ｆ１４は、演奏操作や音色の指定等の演奏内容を示す演奏データを提供するＭＩＤＩシーケンサ等の外部装置との間でＭＩＤＩデータの入出力を行うためのインタフェースである。

[0021] パネルスイッチ１５は、電子楽器１０の操作パネル上に設けた、ボタン、ノブ、スライダ、タッチパネル等の操作子であり、パラメータの設定や、画面や動作モードの切り替え等、ユーザからの種々の指示を受け付けるための操作子である。

パネル表示器１６は、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）や発光ダイオード（ＬＥＤ）ランプ等によって構成され、電子楽器１０の動作状態や設定内容あるいはユーザへのメッセージ、ユーザからの指示を受け付けるためのグラフィカル・ユーザ・インタフェース（ＧＵＩ）等を表示するための表示部である。

[0022] 演奏操作子１７は、ユーザから演奏操作を受け付けるための操作子であり、ここではアコースティックピアノ（以下単に「ピアノ」といった場合にはこれを指す）にあるような鍵盤とペダルを備えるものとする。

音源回路１８は、検出した演奏操作子１７の操作に応じてＣＰＵ１１が生成するか又はＭＩＤＩ＿Ｉ／Ｆ１４から受信したＭＩＤＩイベントに応じて、予め定められた音色（例えばピアノの音色）の演奏音を示す音信号（デジタル波形データ）を生成する音信号生成部である。

[0023] 例えば、音源回路１８は、NoteONイベントの検出に応じて、NoteONイベントのあった音高の鍵の打鍵により発生する音のデジタル波形データを生成することができる。ピアノの音色の場合、このデジタル波形データの生成には、実際のピアノを１鍵ずつ打鍵して、打鍵により発生する音をＰＣＭ（Pulse Code Modulation）方式でデジタル波形データとして記録し、所定の波形メモリに予め記憶させておいたものを用いることができる。

[0024] このようなデジタル波形データを、各鍵の音高（及び打鍵のベロシティ）と対応させて記憶させておき、NoteONイベントがあった場合に、音源回路１８がそのイベントに係る音高（及びベロシティ）と対応する波形データを波形メモリから読み出し、ベロシティに応じたエンベロープ処理等を行って出力することにより、打鍵に応じた波形データを生成することができる。使用する音色は複数の候補から選択可能である。候補には、複数種類の楽器の音色が含まれていてもよいし、機種の違う複数の同種楽器（例えばピアノ）の音色が含まれていてもよい。

[0025] また、音源回路１８は生成した音信号を、共鳴信号生成装置２０とＤＡＣ２１を介してサウンドシステム２２へ出力する。なお、ＣＰＵ１１からの設

定により、音源回路１８が生成した音信号の全部又は一部を、共鳴信号生成装置２０を通さずに出力できるようにしてもよい。

[0026] 共鳴信号生成装置２０は、この発明の共鳴信号生成装置の一実施形態であり、音源回路１８から入力する音信号に基づき、図２及び図３等を用いて説明する処理を行うことにより、当該入力する音信号により励起される弦の共鳴を模した共鳴信号を生成する。また、共鳴信号生成装置２０は、音源回路１８から入力する音信号にこの共鳴信号を付加してＤＡＣ２１へ出力する。

[0027] ＤＡＣ２１は、共鳴信号生成装置２０が出力するデジタルの音信号をアナログ信号に変換して、サウンドシステム２２を構成するスピーカを駆動する。なお、サウンドシステム２２は、電子楽器１０を音声でなく音信号を出力するように構成する場合には、不要である。ＤＡＣ２１も、アナログではなくデジタルの波形データを出力するように構成する場合には、不要である。

[0028] 以上の電子楽器１０は、演奏操作子１７により検出したユーザの演奏操作あるいはＭＩＤＩ＿Ｉ／Ｆ１４により外部機器から受信した演奏データに基づき、その演奏に沿った音信号を、弦の共鳴を模した共鳴音が付加された状態で生成し、音声として出力することができる。

この電子楽器１０において特徴的な点の一つは共鳴信号生成装置２０の構成及び動作であるので、次にこの点について説明する。

[0029] まず図２に、共鳴信号生成装置２０の概略的な機能構成を示す。図２に示す各部の機能は、専用の回路によって実現しても、プロセッサにソフトウェアを実行させることによって実現しても、その組み合わせでもよい。図３及び以後の対応する図面に示す各部の機能についても同様である。

[0030] 図２に示す共鳴信号生成装置２０は、８８鍵のピアノにおける弦の共鳴を模すように構成した例であり、最も低い音高のＡ０（１番目）から最も高い音高の（Ｃ８）（８８番目）までの各音高に対応する共鳴信号生成部３０を備える。なお、「３０－１」の符号のうち、ハイフンの後ろの数字は、何番目の音高に対応する構成かを示すものであるが、個体を区別する必要がない場合には、これを省略し、「３０」等の符号を用いるものとする。以降に説

明する、ハイフンの後ろの数字を持つ他の符号も同様である。

また、共鳴信号生成装置２０は、共鳴信号生成部３０の他、伝播部４０、出力加算部５０Ｌ，５０Ｒ、加算部５１Ｌ，５１Ｒ、共鳴設定部６０を備える。

[0031] これらのうち各共鳴信号生成部３０は、音源回路１８から供給される音信号を励起信号として入力し、その音信号に基づき、対応する音高の弦において当該励起信号により励起される共鳴を模した共鳴信号を生成する機能を備える。ここでは、各共鳴信号生成部３０は、ＬＲ２ｃｈの音信号を入力し、これに対応して２ｃｈの共鳴信号Ｌｎ，Ｒｎ（ｎは音高を示す数字）を出力する。

[0032] 伝播部４０は、ピアノにおける響板や駒のように、弦間で振動エネルギーを伝播させる構造を模擬した演算を行う機能を備える。各共鳴信号生成部３０は、この伝播部４０との間で信号を授受しながら共鳴信号の生成を行うが、共鳴信号生成部３０及び伝播部４０の機能については図３を用いて後に詳述する。

出力加算部５０Ｌは、各共鳴信号生成部３０が出力するＬ系統の共鳴信号Ｌ１～Ｌ８８を加算して、共鳴信号生成装置２０の出力としてのＬ系統の共鳴信号を生成する機能を備える。出力加算部５０Ｒは、同様に共鳴信号Ｒ１～Ｒ８８を加算してＲ系統の共鳴信号を生成する機能を備える。

[0033] 加算部５１Ｌ，５１Ｒは、音信号出力部であり、それぞれ音源回路１８から供給される音信号に、出力加算部５０Ｌ，５０Ｒが生成した共鳴信号を加算してＤＡＣ２１へ出力する機能を備える。加算部５１ＬはＬ系統の音信号を、加算部５１ＲはＲ系統の音信号を取り扱う。

共鳴設定部６０は、共鳴信号生成装置２０の起動時や、その後ＣＰＵ１１から供給される演奏データに応じて、共鳴信号生成装置２０の各部に必要なパラメータを設定する機能を備える。共鳴設定部６０が設定するパラメータについては、図４及び図５を用いて後に詳述する。

[0034] 次に、図３に、図２に示した共鳴信号生成部３０及び伝播部４０の機能構

成をより詳細に示す。

図３には、共鳴信号生成部３０は、１番目、２番目及び８８番目の音高に対応するもののみを代表として示している。そして、各共鳴信号生成部３０は、第１共鳴信号生成部３１０と第２共鳴信号生成部３２０とを、一組の共鳴信号生成部としてを備える。

[0035] 第１共鳴信号生成部３１０に加え、この第２共鳴信号生成部３２０及び伝播部４０を設けた点が、この実施形態の特徴的な点の一つであるが、その効果については、図６乃至図８を用いて後述することとし、まずは図３の各部の機能について説明する。

第１共鳴信号生成部３１０は、第１遅延部３１１、加算部３１２、第１減衰部３１３及び加算部３１４を含む第１ループ部を備える。さらに、加算部３１５と、レベル調整部３１７Ｌ，３１７Ｒ，３１８Ｌ，３１８Ｒとを備える。

[0036] このうち第１遅延部３１１は、入力する音信号の各サンプルを、共鳴設定部６０により設定された遅延量ＤＬが示す時間だけ保持した後で出力することにより、音信号を遅延させる機能を備える。この第１遅延部３１１は、出力タイミングを音信号のサンプリング周期単位で設定可能なバッファメモリや、出力箇所を選択可能なように直接に複数接続した遅延素子により構成することができる。また、サンプリング周期単位よりも細かく遅延量を設定したい場合には、サンプリング周期単位の遅延を行う回路に加え、特開２０１５－１４３７６３号公報に記載のような、一次のオールパスフィルタを用いた遅延回路を設けてもよい。

[0037] また、第１遅延部３１１は、入力し保持した音信号を出力する機能も備える。この出力は、レベル調整部３１７Ｌ，３１７Ｒによりそれぞれレベル調整され、共鳴信号生成部３０が出力するＬ系統及びＲ系統の共鳴信号として、図２の出力加算部５０Ｌ，５０Ｒに入力される。

[0038] 加算部３１２は、第１遅延部３１１が出力する音信号と、伝播部４０から供給される音信号を反転した音信号とを、サンプル毎に加算する機能を備え

る。第１遅延部３１１が出力する音信号と、伝播部４０から供給される音信号との差分を取る回路であっても、実質的には同様な反転入力が可能である。

[0039] 第１減衰部３１３は、加算部３１２から供給される音信号を、共鳴設定部６０により設定されたゲイン値に従って減衰させる機能を備える。共鳴設定部６０は、後述するように、弦と対応するダンパの状態を模擬したゲイン値を第１減衰部３１３に設定する。ダンパが当たっている弦についてはゲイン値０を設定して弦振動の急速停止を模擬し、ダンパが離れている弦については１に近い１未満のゲイン値を設定して、信号のレベルを徐々に減衰させ、弦振動の減衰を模擬する。

[0040] 加算部３１４は、音源回路１８から供給される励起信号と、第１減衰部３１３が出力する音信号とを加算することにより、第１ループ部に励起信号を入力する励起入力部の機能を備える。

この実施形態では、音源回路１８は、生成した音信号をＬとＲの２系統にミキシングして共鳴信号生成装置２０へ供給する。従って、複数の鍵が同時に押鍵され、複数の音高の音信号が同時に音源回路１８で生成される場合には、それらが混合された音信号が共鳴信号生成装置２０へ供給される。そして、第１共鳴信号生成部３１０は、レベル調整部３１８Ｌ，３１８Ｒによりそれぞれ Ｌ系統及びＲ系統の音信号のレベルを調整し、励起信号として加算部３１４を介して第１ループ部へ入力する。これらのレベル調整部３１８Ｌ，３１８Ｒと加算部３１４が、信号供給部に該当する。

[0041] 例えば、レベル調整部３１８Ｌ，３１８Ｒに設定されるゲイン値が共に１であれば、第１共鳴信号生成部３１０に入力する励起信号は、音源回路１８から供給されたＬ系統とＲ系統の音信号を単に加算して得た音信号となる。しかし、Ｌ系統とＲ系統とで個別にレベル調整を行えるようにすることも妨げられない。

[0042] 以上の第１共鳴信号生成部３１０において、ｘ番目の音高と対応するものを例とすると、第１遅延部３１１－ｘに設定される遅延量ＤＬ（ｘ）は、第

１ループ部の処理１周に要する時間が、ｘ番目の音高の音の１周期（ｘ番目の音高の弦の共鳴周波数の逆数）となるような値とする。このことにより、励起信号の中の共鳴周波数の成分（及びその倍音の成分）が、第１遅延部３１１による遅延後の信号と次の周期の励起信号とで加算される形で強調され、第１共鳴信号生成部３１０－ｘにおいて、第１ループ部に、ｘ番目の音高の弦の共鳴周波数を持つ第１共鳴信号が循環する（当該音信号が第１ループ部内でループ処理に供される）ことになる。このことにより、第１共鳴信号生成部３１０は、ｘ番目の音高の弦による共鳴を模擬することができる。

すなわち、第１共鳴信号生成部３１０は、ｘ番目の音高に応じた時間だけの第１遅延と、第１減衰とを含む第１ループ処理に、励起信号を入力して、上記第１ループ処理を循環するｘ番目の音高の第１共鳴信号を生成する第１共鳴信号生成手順を実行することができる。

[0043] なお、伝播部４０から加算部３１２を介して入力される音信号も、第１ループ部に形成される共鳴信号に影響を与える点では、加算部３１４から入力される励起信号と同じであるが、後述するように共鳴信号に急激な影響は与えない（そうなるように伝播減衰部４１１のゲイン値を設定する）ので、励起信号には含めないものとする。

なお、第１共鳴信号生成部３１０は、上記の他、加算部３１５を介して、第１遅延部３１１の出力（第１共鳴信号）を伝播部４０に供給する機能も備える。

[0044] 一方、第２共鳴信号生成部３２０は、第２遅延部３２１、加算部３２２、第２減衰部３２３を含む第２ループ部を備える。この第２ループ部を形成する各部の機能は、それぞれ第１ループ部を形成する第１遅延部３１１、加算部３１２、第１減衰部３１３と基本的に同じである。また、第２遅延部３２１は、共鳴信号の出力を行わない。また、第２ループ部は加算部３１４に当たる構成を備えず、第２ループ部には励起信号は入力されない。

[0045] 共鳴設定部６０は、第２遅延部３２１には、第１遅延部３１１と同じ遅延量を設定し、第２減衰部３２３には、第１減衰部３１３と同じゲイン値を設

定する。ただし、ピアノにおいて１つの音高に共鳴周波数がわずかに異なる複数の弦を設けることがあることと対応して、第２遅延部３２１と第１遅延部３１１の遅延量を、これと同程度に異なる値としてもよい。また、ゲイン値についても、わずかに異なる値としてもよい。

[0046] 以上の第２共鳴信号生成部３２０は、ｘ番目の音高と対応するものを例とすると、第２ループ部によりｘ番目の音高の弦による共鳴を模擬する機能を備え、何らかの入力信号に応じて、第２ループ部に、ｘ番目の音高の弦の共鳴周波数を持つ第２共鳴信号が循環する。

すなわち、第２共鳴信号生成部３２０は、ｘ番目の音高に応じた時間だけの第２遅延と、第２減衰とを含む第２ループ処理に、励起信号を入力せず、伝播部４０から供給される信号を入力して、上記第２ループ処理を循環するｘ番目の音高の第２共鳴信号を生成する第２共鳴信号生成手順を実行することができる。

[0047] この模擬機能自体は、対応する第１共鳴信号生成部３１０と同じである。しかし、第２共鳴信号生成部３２０への入力は、加算部３２２を介した伝播部４０からの入力が主である。従って、第２共鳴信号は、伝播部４０から入力される音信号に従って形成されることになる。第２共鳴信号生成部３２０は、この第２共鳴信号により第１共鳴信号生成部３１０における第１共鳴信号の減衰速度を調整するために設けたものである。

また、第２共鳴信号生成部３２０は、上記の他、加算部３１５を介して、第２遅延部３２１の出力（第２共鳴信号）を伝播部４０に供給する機能も備える。加算部３１５は、第１共鳴信号と第２共鳴信号とを加算して伝播部４０に供給する。

[0048] 次に、伝播部４０は、各共鳴信号生成部３０と対応する伝播減衰部４１１と、２番目以降の各共鳴信号生成部３０と対応する加算部４１２とを備える。そして、各共鳴信号生成部３０の加算部３１５から供給される、第１共鳴信号と第２共鳴信号の和の音信号を入力し、対応する伝播減衰部４１１で減衰させた上で各加算部４１２によって加算する機能を備える。

[0049] また、伝播部４０は、加算部４１２－８８による加算後の、全弦についての入力を加算した音信号を正負反転して得られる反転信号を、各共鳴信号生成部３０の第１共鳴信号生成部３１０と第２共鳴信号生成部３２０へ入力する機能を備える。より具体的には、加算部３１２を介して第１ループ部に、加算部３２２を介して第２ループ部に、それぞれ加算後の音信号を入力する。すなわち、伝播部４０は、加算部３１２及び加算部３２２と合わせて、反転入力部として機能する。また、伝播部４０は、第１ループ処理及び第２ループ処理に反転信号を入力する手順を実行することができる。

[0050] 伝播減衰部４１１での減衰処理は、共鳴設定部６０により設定されるゲイン値αに基づき行う。この伝播部４０が模擬する振動エネルギーの伝播は、ゆっくりとしたものであるので、αの値も、これを反映して０に近い正の値とする。各音高の伝播減衰部４１１には、共通の値を設定してもよいし、音高毎に異なる値を設定してもよい。

[0051] 以上の伝播部４０は、各共鳴信号生成部３０から入力される音信号を加算し、その加算結果を全共鳴信号生成部３０に戻すため、例えば、１本の弦の振動が響板や駒を介して他の弦に伝播していく様子を模擬することができる。なお、加算結果の各共鳴信号生成部への入力を、信号を反転してから行っているのは、弦の振動が駒で反射されることを模擬したものであるが、この反転を行うことにより、第２共鳴信号生成部３２０がその効果を発揮する。この効果については、図６乃至図８を用いて後述する。

[0052] 次に、図２に示した共鳴設定部６０が実行する、共鳴信号生成装置２０の各部にパラメータの値を設定する処理について説明する。

まず図４に、共鳴設定部６０が起動時に実行する初期設定処理のフローチャートを示す。

共鳴設定部６０は、共鳴信号生成装置２０が起動されると、図４の処理を実行して、各部にパラメータの値を初期設定する。図４の各ステップの処理は、１番目から８８番目の音高それぞれについて行うため、ｘ番目の音高に関する処理として一般化して説明する。

[0053] 図４の処理において、共鳴設定部６０はまず、各第１遅延部３１１－ｘ及び各第２遅延部３２１－ｘの遅延量を、それぞれｘ番目の音高と対応する値ＤＬ（ｘ）に設定する（Ｓ１１）。ｘの各値と対応するＤＬ（ｘ）の値は、予め用意しておいても、各音高の周波数から計算で求めてもよい。第１遅延部３１１－ｘと第２遅延部３２１－ｘとには、上述のように（ほぼ）同じ値を設定する。

次に、共鳴設定部６０は、伝播減衰部４１１－ｘのゲイン値を、予め保存された所定値α（ｘ）に設定する（Ｓ１２）。各α（ｘ）は、上述のように０に近い正の値である。

[0054] また、共鳴設定部６０は、レベル調整部３１７Ｌ－ｘ，３１７Ｒ－ｘのゲイン値を、ＣＰＵ１１から供給されるＬＲバランス及び共鳴信号レベルの設定に基づき設定する（Ｓ１３）。ＣＰＵ１１は、音源回路１８に供給しているものと同じＬＲバランス（音像定位位置）の設定を共鳴設定部６０にも供給する。さらに、ユーザの操作に応じてあるいは自動的に設定した、音源回路１８が生成した音信号に付す共鳴信号のレベルを示す共鳴信号レベルの設定も、共鳴設定部６０に供給する。レベル調整部３１７Ｌ－ｘ，３１７Ｒ－ｘのゲイン値は、ＬＲバランスに応じたゲイン値に、共鳴信号レベルが示すゲイン値を乗算（指数値であれば加算）して事前に求めておくことができる。

[0055] 共鳴設定部６０はさらに、第１減衰部３１３－ｘ及び第２減衰部３２３－ｘのゲイン値を０に設定し（Ｓ１４）、レベル調整部３１８Ｌ－ｘ，３１８Ｒ－ｘのゲイン値も０に設定して（Ｓ１５）、図４の処理を終了する。ステップＳ１４及びＳ１５の設定は、初期状態では全弦にダンパが当たっていることを模擬したものである。

[0056] 次に図５に、共鳴設定部６０が演奏操作を検出した場合に実行する処理のフローチャートを示す。

ＣＰＵ１１は、音源回路１８に供給する演奏データのうち、少なくとも押鍵、離鍵及びダンパペダルの操作に関するデータを、同じタイミングで共鳴

信号生成装置２０にも供給する。共鳴設定部６０は、初期設定が完了した後、この演奏データが供給された場合に、演奏操作を検出したとして図５のフローチャートに示す処理を開始する。

[0057] 図５の処理において、共鳴設定部６０は、検出した操作の種類を判定し（Ｓ２１）、その種類に応じた処理を行う。

まず、ｎ番目の音高（ノート）の押鍵操作を検出した場合、共鳴設定部６０は、ｎ番目の音高のレベル調整部３１８Ｌ－ｎ，３１８Ｒ－ｎのゲイン値を双方とも事前に決められた値に設定する（Ｓ２２）と共に、ｎ番目の音高の第１減衰部３１３－ｎ及び第２減衰部３２３－ｎのゲイン値を、双方とも予め保存された所定値ＦＢＧ（ｎ）に設定する（Ｓ２３）。

[0058] ステップＳ２２の設定により、音源回路１８から供給される音信号が励起信号としてｎ番目の音高の第１共鳴信号生成部３１０－ｎに入力されることになる。また、ＦＢＧ（ｎ）は、第１減衰部３１３の説明で述べた、弦振動の減衰を模擬する値として、ｎ番目の音高に対応して用意された値である。これらの設定は、押鍵に応じてダンパが弦から離れたことを模擬するものであり、これらの設定により、ｎ番目の音高の第１ループ部と第２ループ部とでそれぞれ共鳴信号が生成され得る状態となる。

[0059] なお、ステップＳ２２で設定するゲイン値は、例えば１でもよいが、ＣＰＵ１１から供給されるＬＲバランス及び共鳴信号レベルの設定に基づき予め算出しておいてもよい。また、レベル調整部３１８－Ｌｘ，３１８－Ｒｘのゲイン値の設定に用いるＬＲバランスは、必ずしも音源回路１８に供給されるもの（レベル調整部３１７Ｌ－ｘ，３１７Ｒ－ｘのゲイン値の設定に用いるもの）と同じでなくてよく、共鳴音生成回路３０への入力調整用に別途設定されたものであってもよい。一の音高毎、あるいは所定数の音高毎に設定することができるようにしてもよい。

[0060] 次に、ｎ番目の音高の離鍵操作を検出した場合、共鳴設定部６０は、ｎ番目の音高のレベル調整部３１８Ｌ－ｎ，３１８Ｒ－ｎのゲイン値を双方とも０に設定する（Ｓ２４）と共に、ｎ番目の音高の第１減衰部３１３－ｎ及び

第２減衰部３２３－ｎのゲイン値を、双方とも０に設定する（Ｓ２５）。

ステップＳ２４の設定により、ｎ番目の音高の第１共鳴信号生成部３１０－ｎに励起信号が入力されなくなり、ステップＳ２５の設定により、第１ループ部と第２ループ部を循環していた共鳴信号も急速減衰され、共鳴信号生成部３１０－ｎからの共鳴信号の出力は実質的に行われなくなる。これらの設定は、離鍵に応じてダンパが弦に当たったことを模擬するものである。

[0061] 次に、ダンパペダルのオン操作を検出した場合、共鳴設定部６０は、全音高のレベル調整部３１８Ｌ－１～８８，３１８Ｒ－１～８８のゲイン値を双方事前に決められた値に設定する（Ｓ２６）と共に、全音高の第１減衰部３１３－１～８８及び第２減衰部３２３－１～８８のゲイン値を、双方とも各音高と対応する予め保存された所定値ＦＢＧ（ｘ）に設定する（Ｓ２７）。これらの設定は、ダンパペダルの踏み込みにより全音高のダンパが弦から離れたことを模擬するものである。

ステップＳ２６で設定するゲイン値も、ステップＳ２２の場合と同様、１でもよいし、ＬＲバランス及び共鳴信号レベルの設定に基づいて予め算出しておいてもよい。

[0062] 次に、ダンパペダルのオフ操作を検出した場合、共鳴設定部６０は、押鍵中の鍵と対応する音高以外の全音高のレベル調整部３１８Ｌ－１～８８，３１８Ｒ－１～８８のゲイン値を双方０に設定する（Ｓ２８）と共に、押鍵中の鍵と対応する音高以外の全音高の第１減衰部３１３－１～８８及び第２減衰部３２３－１～８８のゲイン値を、双方とも０に設定する（Ｓ２９）。これらの設定は、ダンパペダルを離したことにより、押鍵中の鍵のものを除く全音高のダンパが弦に当たったことを模擬するものである。押鍵中の鍵の音高については、ダンパペダルの状態によらず、ダンパは弦から離れている。

共鳴設定部６０が以上の図４及び図５の処理を行うことにより、共鳴信号生成装置２０に、ピアノの鍵盤及びダンパペダルの操作に応じて、実際のピアノの動作を模した各弦による共鳴信号を生成させることができる。

[0063] なお、以上の処理の他、ダンパペダルがオンの状態とそうでない状態とで

、レベル調整部３１７Ｌ，３１７Ｒのゲイン値を変えることも考えられる。ダンパペダルオンをトリガに全音高のレベル調整部３１７Ｌ－１～８８，３１７Ｒ－１～８８のゲイン値を第１設定値に設定し、ダンパペダルオフをトリガに全音高のレベル調整部３１７Ｌ－１～８８，３１７Ｒ－１～８８のゲイン値を第２設定値に設定する等である。

[0064] 次に、図６乃至図８を用いて、上述した実施形態の効果について説明する。

図６は、効果の説明をわかりやすくするため、図３の構成から、１つの音高と対応する共鳴信号生成部３０（一組の第１共鳴信号生成部３１０及び第２共鳴信号生成部３２０）及び伝播部４０を抜き出して示した図である。ただし、図４及び図５の説明から明らかなように、演奏操作子１７において鍵が１つだけ押鍵されている状態では、押鍵された音高の共鳴信号生成部３０のみが共鳴信号を生成及び出力し得る状態であり、他の共鳴信号生成部３０は、実質的に機能を停止された状態である。したがって、図３に示した共鳴信号生成部３０及び伝播部４０の機能は、鍵が１つだけ押鍵されている状態では、実質的に図６に示したものと等価であると言える。

[0065] 図６の構成において、第１遅延部３１１が出力する信号（第１共鳴信号）のレベルをＷＧ１とし、第２遅延部３２１が出力する信号（第２共鳴信号）のレベルをＷＧ２とする。また、加算部３１５を介して伝播部４０へ供給される信号のレベルをＷＧＩとする。さらに、伝播減衰部４１１のゲイン値をα（≒０）とすると、伝播部４０から加算部３１２及び加算部３２２へ供給される信号のレベルは、α×ＷＧＩである。

[0066] ここで、弦が静止している状態で押鍵（に伴う打弦）が行われた直後、すなわち第１及び第２共鳴信号がフラットな状態（ＷＧ１，ＷＧ２＝０）で励起信号が入力された直後の状態を考える。

この時点ではＷＧ２≒０なので、ＷＧＩ≒ＷＧ１である。従って、第１減衰部３１３への入力信号のレベルをＦＢＩとすると、

ＦＢＩ≒ＷＧ１－α×ＷＧ１＝（１－α）ＷＧ１・・・（式１）

である。なお、伝播部４０から加算部３１２に供給される信号には、加算部３１５から伝播部４０へ供給される信号と比べてほぼ遅れはないと考えることができるし、多少遅れがあったとしてもレベルの算出においては無視できる程度である。このため、加算部３１２での演算は、第１共鳴信号の一部を、α倍に減衰され反転された第１共鳴信号で打ち消すものとなる。

[0067] 次に、第１減衰部３１３のゲインをＦＢＧとすると、第１減衰部３１３が出力する信号のレベルＦＢＯは、

ＦＢＯ＝ＦＢＧ×ＦＢＩ≒ＦＢＧ×（１－α）ＷＧ１

＝｛ＦＢＧ×（１－α）｝ＷＧ１・・・（式２）

である。また、仮に伝播部４０（からの反転信号の入力）がなかったとすると、

ＦＢＯ＝ＦＢＧ×ＦＢＩ＝ＦＢＧ×ＷＧ１・・・（式３）

となるはずである。

式２と式３を比較すると、実質的に、伝播部４０を設けたことにより第１減衰部３１３のゲインを（１－α）倍に小さくし、第１共鳴信号の減衰速度を速めたことになる。

[0068] 一方、第２ループ部へは、第１共鳴信号を減衰させ正負反転させた信号が、加算部３２２から入力されることになる。そして、第２ループ部は、第１ループ部と同じ周波数の共鳴信号を循環させるよう構成されていることから、入力された信号は、第２減衰部３２３での減衰を受けるものの、その他の要因ではあまり減衰されることなくエネルギーが累積され、入力の継続に応じて徐々に第２ループ部に形成される第２共鳴信号のレベルを増していく。

[0069] この第２共鳴信号は、その元になった入力から明らかなように、第１共鳴信号とは正負が反転された（すなわち半周期位相がずれた）信号となる。従って、第２共鳴信号のレベルが増すにつれ、加算部３１５において第１共鳴信号と第２共鳴信号とが打ち消し合って、伝播部４０への入力信号のレベルが減少していく。

[0070] すなわち、実質的にはＷＧＩ＝ＷＧ１－ＷＧ２となる。従って、伝播部４０へ供給され加算部３１２，３２２に戻される信号のレベルは徐々に小さくなっていくので、第２共鳴信号のレベル増加速度も徐々に小さくなっていく。また、ある時点のＷＧＩがＷＧ１のＫ倍（０≦Ｋ＜１）であるとすると、その時点のＦＢＯは、

ＦＢＩ≒ＷＧ１－α×Ｋ×ＷＧ１＝（１－Ｋα）ＷＧ１・・・（式４）

ＦＢＯ＝ＦＢＧ×ＦＢＩ≒ＦＢＧ×（１－Ｋα）×ＷＧ１

＝｛ＦＢＧ×（１－Ｋα）｝ＷＧ１・・・（式５）

となる。すなわち、伝播部４０を設けたことによる第１減衰部３１３のゲイン減少が、（１－Ｋα）倍となっており、当初よりも減衰速度が遅くなっている。

[0071] そして、ある程度時間が経つとＷＧ１≒ＷＧ２となる。この状態では、ＷＧＩ≒０であり、伝播部４０に供給される信号はほぼゼロレベルであるので、伝播部４０から各ループ部に供給される信号が、第１共鳴信号及び第２共鳴信号に影響を与えることがなくなる。

この状態では、第１共鳴信号と第２共鳴信号は、それぞれ同じレベルを保ったまま、第１減衰部３１３及び第２減衰部３２３により同じ速さで減衰され、レベルが実質的にゼロになるまでこの状態が続く。

この状態では、Ｋ≒０であり、ＦＢＯ≒ＦＢＧ×ＷＧ１であって、第１共鳴信号は、打鍵直後よりも遅い一定の速度で指数的に減衰していくことになる。

[0072] このように、共鳴信号生成装置２０においては、各音高の共鳴信号生成部３０として、出力用の共鳴信号（第１共鳴信号）を生成するための第１共鳴信号生成部３１０に加えて、同じ共鳴周波数と減衰率を持つ第２共鳴信号生成部３２０を設け、さらに伝播部４０を設けたことにより、比較的簡単な処理で、打鍵直後の速い減衰とその後の遅い減衰との２段階の減衰をなめらかに繋げて行う共鳴信号を、任意の共鳴周波数で生成することができる。

すなわち、本実施形態の構成によれば、ピアノにおけるようなレベルの２段階の減衰を模した共鳴音の信号を、少ない処理負荷で生成することができる。なお、ピアノは楽器の一例として挙げたものであり、本発明は、複数の弦を並べて張った他の楽器における弦の共鳴音を生成する場合にも適用可能である。

[0073] 図７に、図６の共鳴信号生成部３０において励起信号の入力に応じて形成される第１共鳴信号のレベルの時間推移のシミュレーション結果の例を示す。横軸が経過時間、縦軸がレベルの相対値であり、どちらも線形目盛りである。実線７１が信号レベルの推移を示す。

図７からわかるように、第１共鳴信号は、励起信号の入力直後の期間Ｔ１には急速に減衰し、その後減衰速度をなめらかにゆるめて、期間Ｔ２ではほぼ指数的に減衰している。なお、図７の例は、ＦＢＧ＝０．９９８５、α＝０．００６で、３９番目の音高についてのデータを得たものである。

[0074] また、図８に、比較例として、第２共鳴信号生成部３２０及び伝播部４０がない場合に、第１共鳴信号生成部３１０と同等な共鳴信号生成部において励起信号の入力に応じて形成される共鳴信号のレベルの時間推移のシミュレーション結果の例を示す。図８において、軸の単位は図７と共通であり、実線７２が信号レベルの推移を示す。

図８の例では、励起信号入力直後の不安定期を除き、共鳴信号のレベルが全時間帯に亘ってＦＢＧの値とループ処理の周期に応じた一定速度で指数的に減衰し、２段階の減衰にはなっていない。

[0075] 以上で実施形態の説明を終了するが、装置の構成、具体的な処理や演算の内容及び手順、共鳴信号生成部の数等が上述の実施形態で説明したものに限られないことはもちろんである。

[0076] 例えば、上述した実施形態では、８８弦のピアノと対応して、８８個の共鳴信号生成部３０を設ける例について説明した。しかし、共鳴信号生成部３０の数は任意である。ピアノの音色を模擬するにしても、全弦と対応する共鳴信号生成部３０を設けることは必須ではないし、８８鍵以外のピアノを模

すのであれば、該当のピアノの鍵数に応じた数の共鳴信号生成部３０を設けることになる。

また、ピアノ等の楽器において、１つの音高に対し、微妙に共鳴周波数を変えた複数の弦を設けることもある。これと対応し、１つの音高に対し、その各弦と対応する共鳴周波数の共鳴信号を生成する複数の共鳴信号生成部３０を設けることも考えられる。

また、使用する音高は、平均律に従ったものに限られない。

[0077] また、上述した実施形態では、全音高と対応する共鳴信号生成部３０に、第１共鳴信号生成部３１０と第２共鳴信号生成部３２０との組を設けていたが、これは必須ではない。一部の音高についてのみ第１共鳴信号生成部３１０と第２共鳴信号生成部３２０との組を設け、他の音高では第１共鳴信号生成部３１０のみを設けてもよい。

[0078] 図９に、このような構成の例を示す。図９は、高音側の（ｘ＋１）番目から８８番目までの音高については、共鳴信号生成部３０に第１共鳴信号生成部３１０と第２共鳴信号生成部３２０との組を設けつつ、それより低音側の１番目からｘ番目までの音高（ｘは１以上）については、共鳴信号生成部３０′に第２共鳴信号生成部３２０を設けず、第１共鳴信号生成部３１０のみとした共鳴信号生成装置２０の機能構成を示す、図２と対応する図である。なお、第２共鳴信号生成部３２０を設けない場合、加算部３１５は不要である。

第２共鳴信号生成部３２０を設けるためには一定のリソースを要するので、共鳴信号の重要性が高い音高範囲に絞って設けることにより、リソースを節約することができる。この場合のリソースとは、回路であれば実装面積や部品点数、ソフトウェアであればプロセッサの処理能力等である。

[0079] なお、低音の方が第２遅延部３２１での遅延時間が長くなり、その分第２共鳴信号生成部３２０に要するリソースが多くなることから、利用可能なリソースが同じであれば、高音側から順にリソースが許す範囲で第２共鳴信号生成部３２０を設けていくと、広い音高範囲で第２共鳴信号生成部３２０を

設けることができて望ましい。

また、上記の変形の他、伝播部４０において、最終段の加算部４１２－８８の後で、響板や駒の特性による振動の変化を模擬するためのローパスフィルタを設けてもよい。

[0080] また、１つの共鳴信号生成部３０に、第２共鳴信号生成部３２０（励起信号を入力せず、出力用の共鳴信号も生成しない共鳴信号生成部）を複数並列に設けることも考えられる。

図１０に、第２共鳴信号生成部３２０を２つ設けた場合の、共鳴信号生成部３０及び伝播部４０の構成を示す。図１０には、図６と同様、１つの音高と対応する共鳴信号生成部３０のみを示している。

[0081] 図１０の構成においては、共鳴信号生成部３０に、第２共鳴信号生成部３２０ａと第２共鳴信号生成部３２０ｂとを設けている。これらは基本的に同じ構成であり、各第２遅延部３２１にはほぼ同じ遅延量を設定し、各第２減衰部３２３には同じゲイン値を設定する。ただし、第２共鳴信号生成部３２０ａは加算部３２４を備え、第２共鳴信号生成部３２０ｂのループ部に形成される共鳴信号と第２共鳴信号生成部３２０ａのループ部に形成される共鳴信号とを加算して、加算部３１５へ出力する。従って、伝播部４０へは、３つの共鳴信号生成部に形成される共鳴信号を加算した信号が入力される。

このような構成とすると、図６の構成よりもレベルの推移が複雑な共鳴信号を生成することができる。

[0082] また、さらに別の変形として、伝播部４０を、各音高と対応付けて設けることも考えられる。音高をまたいだ弦振動の伝播を模擬しない場合には、伝播部４０は、最低限、１つの共鳴信号生成部３０内で、第１共鳴信号生成部３１０から第２共鳴信号生成部３２０への振動の伝播を行えればよい。この場合、図６に示したような、１つの共鳴信号生成部３０に関する信号の伝播を扱う伝播部４０を、共鳴信号生成部３０毎に設ける構成が考えられる。

[0083] また、上述の実施形態では、共鳴信号生成装置２０を、電子楽器１０に内蔵したユニットとして構成した例について説明した。しかし、共鳴信号生成

装置２０は独立した装置として、例えば、入力する音信号に基づき、該音信号により励起される弦の共鳴音を表す共鳴信号を生成する機能を備える装置として構成することもできる。この場合、共鳴信号生成装置２０は、ＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ等からなるコンピュータにより、図２に示した各部を制御するように構成することができる。あるいは、共鳴信号生成装置２０は、コンピュータに所要のプログラムを実行させることにより、図２に示した各部の機能を実現させるように構成することもできる。この場合のプログラムは、この発明のプログラムの実施形態である。

[0084] このようなプログラムは、はじめからコンピュータに備えるＲＯＭや他の不揮発性記憶媒体（フラッシュメモリ，ＥＥＰＲＯＭ等）などに格納しておいてもよい。しかし、メモリカード、ＣＤ、ＤＶＤ、ブルーレイディスク等の任意の不揮発性記録媒体に記録して提供することもできる。それらの記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータにインストールして実行させることにより、上述した各機能を実現させることができる。

さらに、ネットワークに接続され、プログラムを記録した記録媒体を備える外部装置あるいはプログラムを記憶部に記憶した外部装置からダウンロードし、コンピュータにインストールして実行させることも可能である。

[0085] また、この発明の電子音楽装置は、電子楽器１０の他、演奏操作子１７を備えず、外部から供給される演奏データに従って楽曲の音データを生成する音源装置として構成することもできる。また、音データの生成方式も、ＰＣＭ方式に限らず、ＦＭ（Frequency Modulation方式）など、任意の方式を採用可能である。

また、上述の実施形態では、励起信号として、音源回路１８が生成した音信号をそのまま用いる例について説明したが、アタック部を抽出する等の加工を行った信号を、励起信号として用いてもよい。あるいは、リソースが許せば、１つの演奏操作に基づき、打鍵音の音信号と励起用の音信号とを異なる音色の音信号として別々に生成し、後者を励起信号として用いてもよい。

[0086] また、以上説明してきた各装置の機能を、複数の装置に分散させて設け、

当該複数の装置を協働させて、以上説明してきた各装置と同様な機能を実現させることも可能である。

また、以上説明してきた各実施形態及び変形例の構成は、相互に矛盾しない限り任意に組み合わせて実施可能であることは勿論である。

産業上の利用可能性

[0087] 以上の説明から明らかなように、この発明によれば、ピアノにおけるような、レベルの２段階の減衰を模した共鳴音の信号を、少ない処理負荷で生成できるので、実在の楽器に近い音あるいはその音信号を出力する装置を、安価に提供することができる。

符号の説明

[0088] １０…電子楽器、１１…ＣＰＵ、１２…ＲＯＭ、１３…ＲＡＭ、１４…ＭＩＤＩ＿Ｉ／Ｆ、１５…パネルスイッチ、１６…パネル表示器、１７…演奏操作子、１８…音源回路、２０…共鳴信号生成装置、２１…ＤＡＣ、２２…サウンドシステム、２３…システムバス、３０，５００…共鳴信号生成部、４０…伝播部、５０Ｌ，５０Ｒ…出力加算部、５１Ｌ，５１Ｒ…加算部、６０…共鳴設定部、３１０…第１共鳴信号生成部、３１１…第１遅延部、３１２，３１４，３１５，３２２，４１２…加算部、３１３…第１減衰部、３１７Ｌ，３１７Ｒ，３１８Ｌ，３１８Ｒ，５０１，５０５…レベル調整部、３２０…第２共鳴信号生成部、３２１…第２遅延部、３２３…第２減衰部、４１１…伝播減衰部、５０２…遅延部、５０３…減衰部

請求の範囲

[請求項1] 信号を特定の音高に応じた時間だけ遅延する第１遅延と、信号を減衰する第１減衰とを含む第１ループ処理に、励起信号を入力して、前記第１ループ処理を循環する前記特定の音高の第１共鳴信号を生成し、

信号を前記特定の音高に応じた時間だけ遅延する第２遅延と、信号を減衰する第２減衰とを含む第２ループ処理により、前記第２ループ処理を循環する前記特定の音高の第２共鳴信号を生成し、

前記第１共鳴信号と前記第２共鳴信号とを加算し、減衰させ、反転させて前記第１ループ処理及び前記第２ループ処理にそれぞれ入力し、

前記第１共鳴信号を出力することを特徴とする共鳴信号生成方法。

[請求項2] 請求項１に記載の共鳴信号生成方法であって、

前記第１遅延の遅延量は、前記第１ループ処理の処理１周に要する時間が、前記特定の音高の音の１周期となるような値であることを特徴とする共鳴信号生成方法。

[請求項3] 請求項１又は２に記載の共鳴信号生成方法であって、

前記特定の音高がそれぞれ異なる前記第１ループ処理と前記第２ループ処理との組の複数組により、前記特定の音高がそれぞれ異なる前記第１共鳴信号及び前記第２共鳴信号をそれぞれ生成し、

前記各組の第１ループ処理及び第２ループ処理で生成された前記第１共鳴信号と前記第２共鳴信号とを加算し、減衰させ、反転させて、前記各組の前記第１ループ処理及び前記第２ループ処理にそれぞれ入力し、

前記各組における第１ループ処理で生成された前記第１共鳴信号を加算して出力することを特徴とする共鳴信号生成方法。

[請求項4] 請求項３に記載の共鳴信号生成方法であって、

高音側から所定数の音高についてそれぞれ、該音高を前記特定の音

高とする前記第１ループ処理と前記第２ループ処理との組により、前記第１共鳴信号及び前記第２共鳴信号をそれぞれ生成し、

前記所定数の音高よりも低音側の１以上の音高についてそれぞれ、該音高を前記特定の音高とする前記第１ループ処理により、前記第１共鳴信号を生成し、

前記高音側からの所定数の音高に対応する各組における前記第１共鳴信号及び前記第２共鳴信号と、前記低音側の１以上の各音高と対応する前記第１共鳴信号生成部における前記第１共鳴信号とを加算し、減衰させ、反転させて、前記高音側からの所定数の音高に対応する各組における前記第１ループ処理及び前記第２ループ処理と、前記低音側の１以上の各音高と対応する前記第１ループ処理とにそれぞれ入力し、

前記高音側からの所定数の音高に対応する各組における第１ループ処理で生成された前記第１共鳴信号と前記低音側の１以上の各音高と対応する前記第１ループ処理で生成された前記第１共鳴信号とを加算して出力することを特徴とする共鳴信号生成方法。

[請求項5] 請求項１乃至４のいずれか一項に記載の共鳴信号生成方法であって、

前記励起信号が、ピアノの演奏音を示す音信号又はピアノの演奏を示す音信号からアタック部を抽出して得た音信号であることを特徴とする共鳴信号生成方法。

[請求項6] 請求項１乃至５のいずれか一項に記載の共鳴信号生成方法であって、

さらに、

検出した演奏操作に応じて予め定められた音色の演奏音を示す音信号を生成し、

前記生成した音信号を前記励起信号として前記第１ループ処理に供給し、

前記生成した音信号と前記第１共鳴信号とを加算して出力することを特徴とする共鳴信号生成方法。

[請求項7] 信号を特定の音高に応じた時間だけ遅延する第１遅延部と信号を減衰する第１減衰部とを備える第１ループ部と、前記第１ループ部に励起信号を入力する励起入力部とを備える第１共鳴信号生成部と、

信号を前記特定の音高に応じた時間だけ遅延する第２遅延部と信号を減衰する第２減衰部とを備える第２ループ部を備える第２共鳴信号生成部と、

前記第１ループ部を循環する第１共鳴信号と前記第２ループ部を循環する第２共鳴信号とを加算し、減衰させ、反転させて前記第１ループ部及び前記第２ループ部にそれぞれ入力する反転入力部と、

前記第１ループ部を循環する第１共鳴信号を出力する出力部とを備えることを特徴とする共鳴信号生成装置。

[請求項8] 請求項７に記載の共鳴信号生成装置と、

検出した演奏操作に応じて予め定められた音色の演奏音を示す音信号を生成する音信号生成部と、

前記音信号生成部が生成した音信号を前記励起信号として前記共鳴信号生成装置の前記第１ループ部に供給する供給部と、

前記音信号生成部が生成した音信号と前記共鳴信号生成装置の出力部から出力される音信号とを加算して出力する音信号出力部とを備えた電子音楽装置。

[請求項9] コンピュータに、

信号を特定の音高に応じた時間だけ遅延する第１遅延と、信号を減衰する第１減衰とを含む第１ループ処理に、励起信号を入力して、前記第１ループ処理を循環する前記特定の音高の第１共鳴信号を生成させ、

信号を前記特定の音高に応じた時間だけ遅延する第２遅延と、信号を減衰する第２減衰とを含む第２ループ処理により、前記第２ループ

処理を循環する前記特定の音高の第２共鳴信号を生成させ、

前記第１共鳴信号と前記第２共鳴信号とを加算し、減衰させ、反転させて前記第１ループ処理及び前記第２ループ処理にそれぞれ入力させ、

前記第１共鳴信号を出力させるためのプログラム。

[請求項10] コンピュータに、

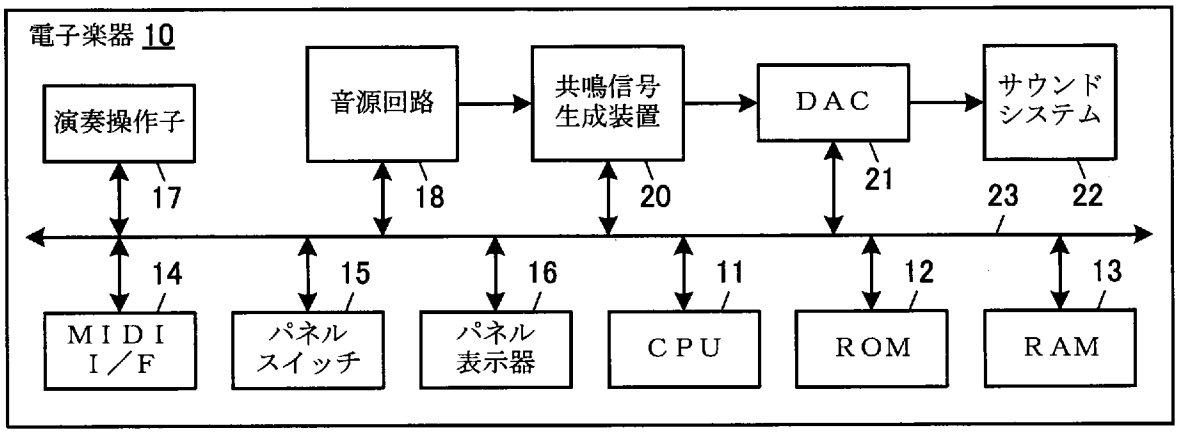
信号を特定の音高に応じた時間だけ遅延する第１遅延と、信号を減衰する第１減衰とを含む第１ループ処理に、励起信号を入力して、前記第１ループ処理を循環する前記特定の音高の第１共鳴信号を生成させ、

信号を前記特定の音高に応じた時間だけ遅延する第２遅延と、信号を減衰する第２減衰とを含む第２ループ処理により、前記第２ループ処理を循環する前記特定の音高の第２共鳴信号を生成させ、

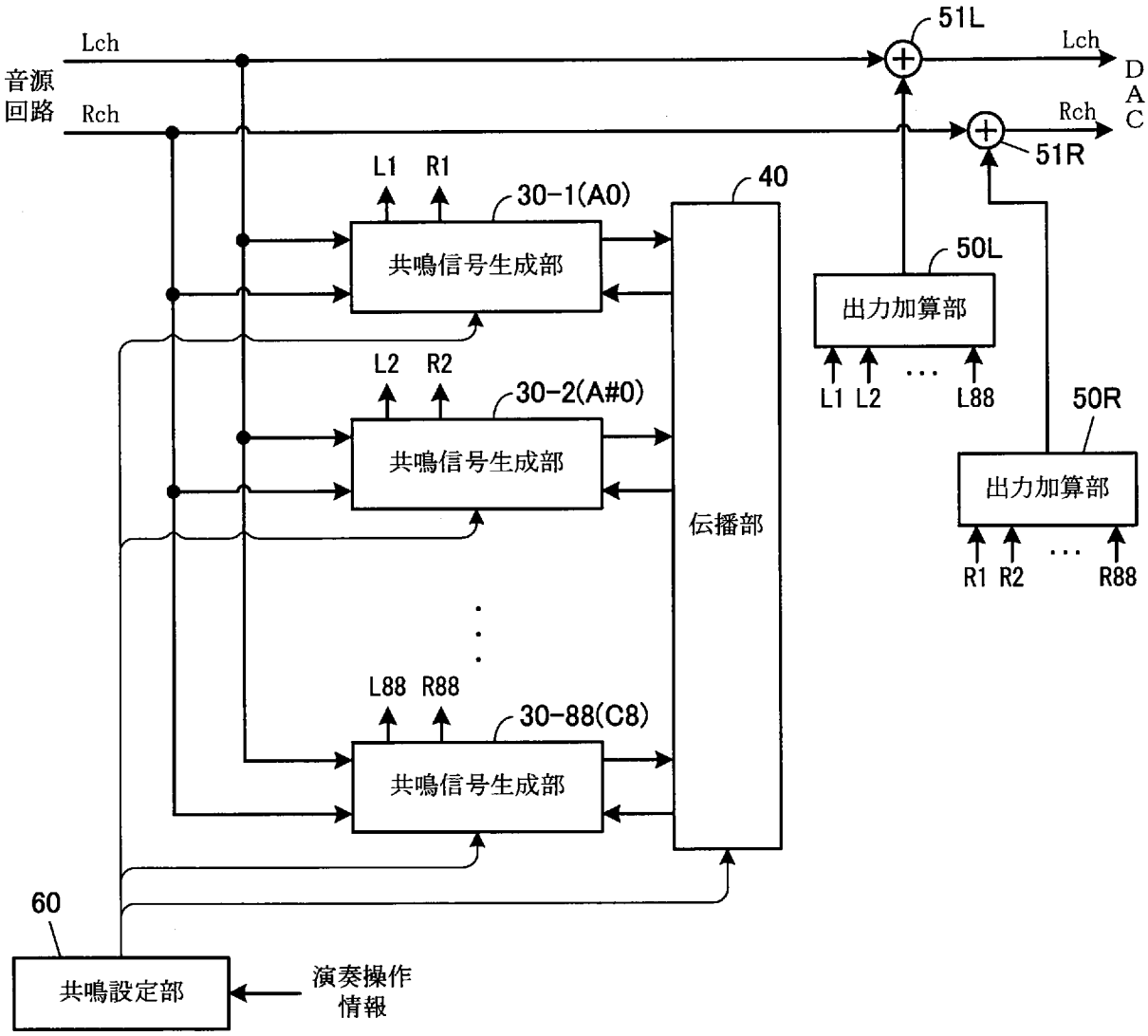
前記第１共鳴信号と前記第２共鳴信号とを加算し、減衰させ、反転させて前記第１ループ処理及び前記第２ループ処理にそれぞれ入力させ、

前記第１共鳴信号を出力させるためのプログラムを記録した、コンピュータが読み取り可能な記録媒体。

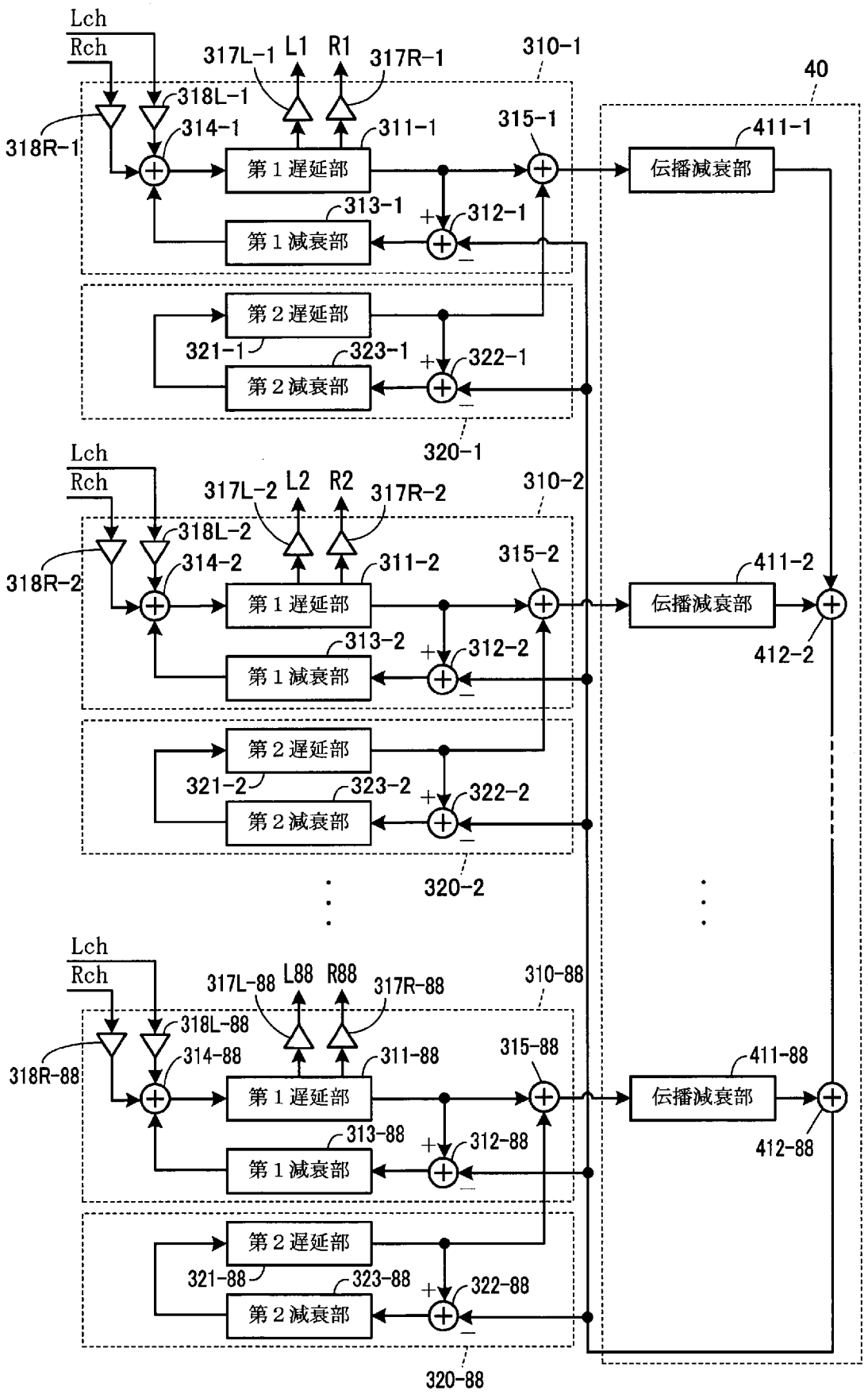
[図1]


電子楽器 10
演奏操作子
音源回路
共鳴信号生成装置
DAC
サウンドシステム
17
18
20
21
23
22
14
15
16
11
12
13
MIDI I／F
パネルスイッチ
パネル表示器
CPU
ROM
RAM

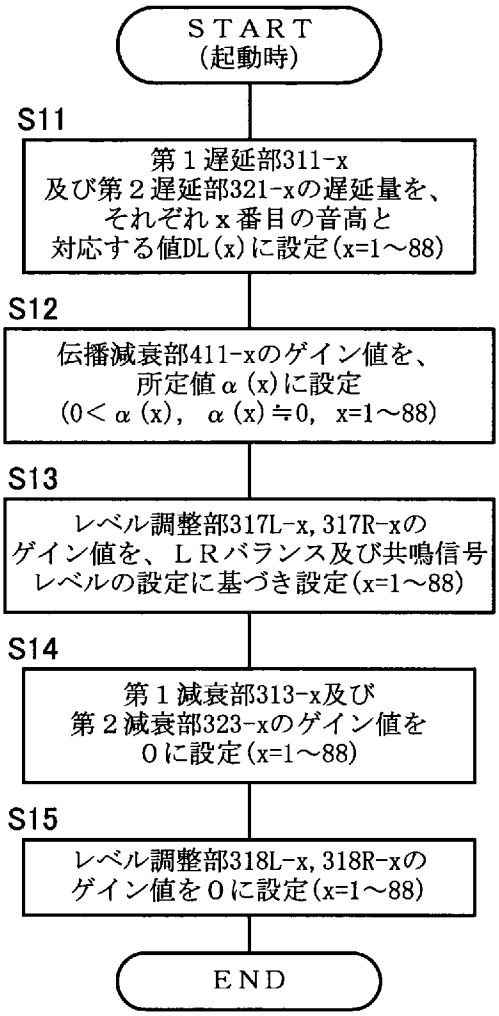
[図2]


Lch
音源回路
Rch
51L
Lch
DAC
Rch
51R
L1 R1
30-1(A0)
共鳴信号生成部
40
50L
出力加算部
L1 L2 ... L88
L2 R2
30-2(A#0)
共鳴信号生成部
伝播部
50R
出力加算部
R1 R2 ... R88
L88 R88
30-88(C8)
共鳴信号生成部
60
共鳴設定部
演奏操作情報

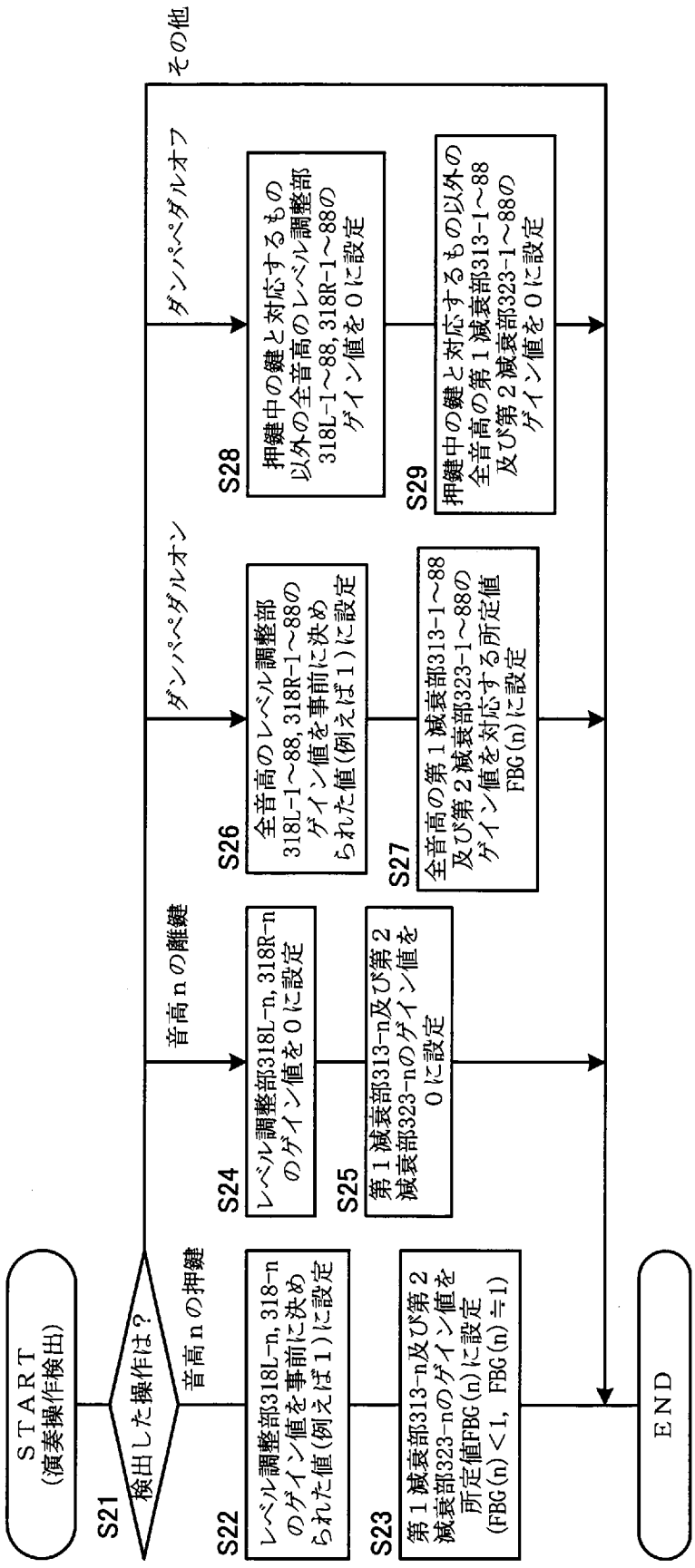
[図3]


Lch
Rch
317L-1
L1
R1
317R-1
310-1
40
318L-1
318R-1
314-1
311-1
315-1
411-1
第１遅延部
伝播減衰部
313-1
312-1
第１減衰部
第２遅延部
321-1
323-1
322-1
第２減衰部
320-1
Lch
Rch
317L-2
L2
R2
317R-2
310-2
318L-2
318R-2
314-2
311-2
315-2
411-2
第１遅延部
伝播減衰部
313-2
312-2
412-2
第１減衰部
第２遅延部
321-2
323-2
322-2
第２減衰部
320-2
Lch
Rch
317L-88
L88
R88
317R-88
310-88
318L-88
318R-88
314-88
311-88
315-88
411-88
第１遅延部
伝播減衰部
313-88
312-88
412-88
第１減衰部
第２遅延部
321-88
323-88
322-88
第２減衰部
320-88

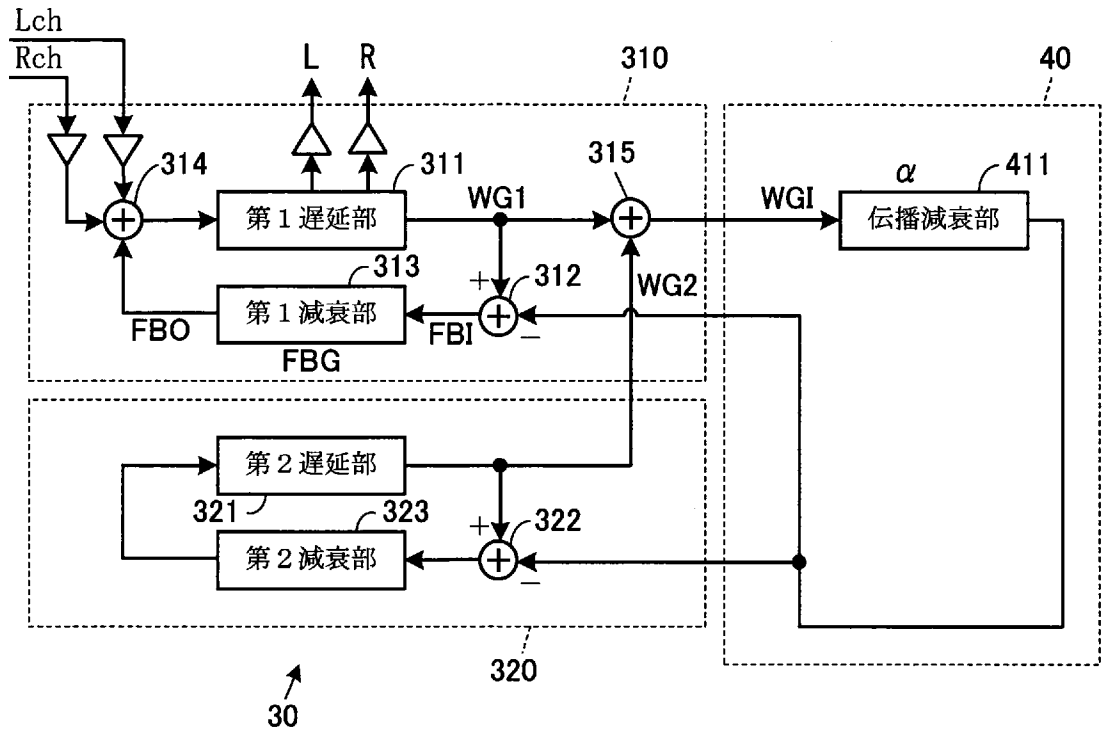
[図4]


START
(起動時)
S11
第１遅延部311-x
及び第２遅延部321-xの遅延量を、
それぞれｘ番目の音高と
対応する値DL(x)に設定(x=1～88)
S12
伝播減衰部411-xのゲイン値を、
所定値α(x)に設定
(0＜α(x)，α(x)≒0，x=1～88)
S13
レベル調整部317L-x, 317R-xの
ゲイン値を、ＬＲバランス及び共鳴信号
レベルの設定に基づき設定(x=1～88)
S14
第１減衰部313-x及び
第２減衰部323-xのゲイン値を
０に設定(x=1～88)
S15
レベル調整部318L-x, 318R-xの
ゲイン値を０に設定(x=1～88)
END

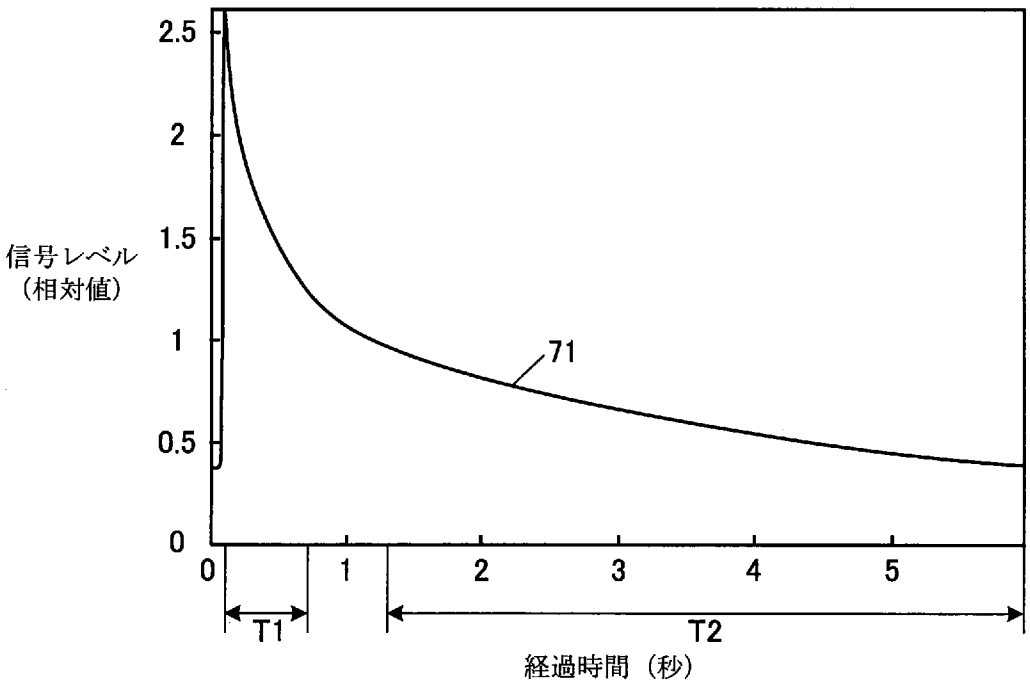
[図5]


START
(演奏操作検出)
S21
検出した操作は？
音高nの押鍵
S22
レベル調整部318L-n, 318-nのゲイン値を事前に決められた値(例えば1)に設定
S23
第1減衰部313-n及び第2減衰部323-nのゲイン値を所定値FBG(n)に設定
(FBG(n)<1, FBG(n)≒1)
音高nの離鍵
S24
レベル調整部318L-n, 318R-nのゲイン値を0に設定
S25
第1減衰部313-n及び第2減衰部323-nのゲイン値を0に設定
ダンパペダルオン
S26
全音高のレベル調整部318L-1～88, 318R-1～88のゲイン値を事前に決められた値(例えば1)に設定
S27
全音高の第1減衰部313-1～88及び第2減衰部323-1～88のゲイン値を対応する所定値FBG(n)に設定
ダンパペダルオフ
S28
押鍵中の鍵と対応するもの以外の全音高のレベル調整部318L-1～88, 318R-1～88のゲイン値を0に設定
S29
押鍵中の鍵と対応するもの以外の全音高の第1減衰部313-1～88及び第2減衰部323-1～88のゲイン値を0に設定
その他
END

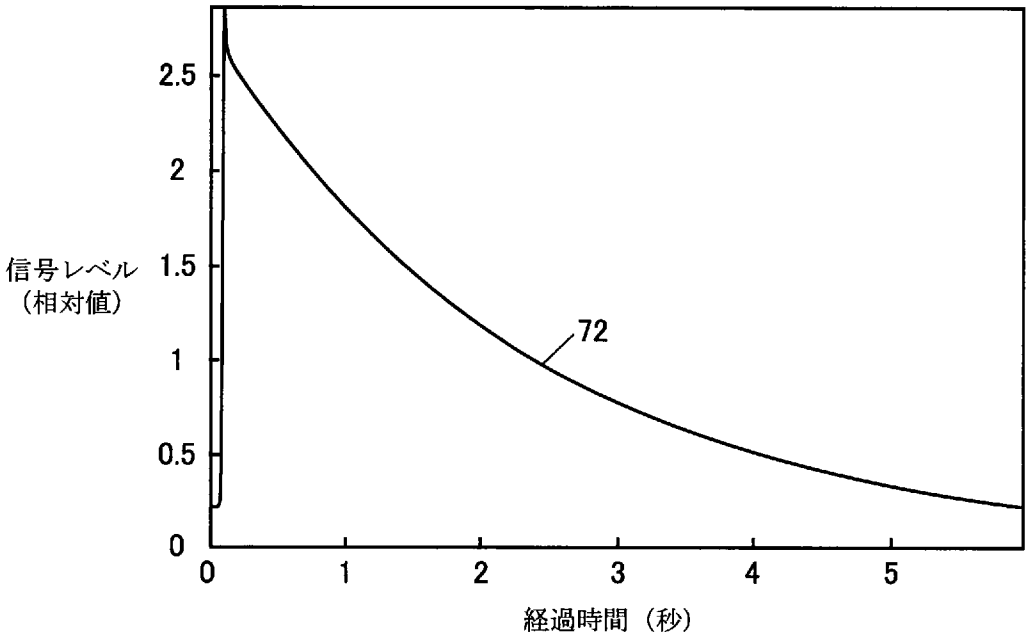
[図6]


Lch
Rch
L
R
310
40
314
311
315
WG1
WGI
α
411
第１遅延部
伝播減衰部
313
312
WG2
FBO
第１減衰部
FBI
FBG
第２遅延部
321
323
322
第２減衰部
320
30

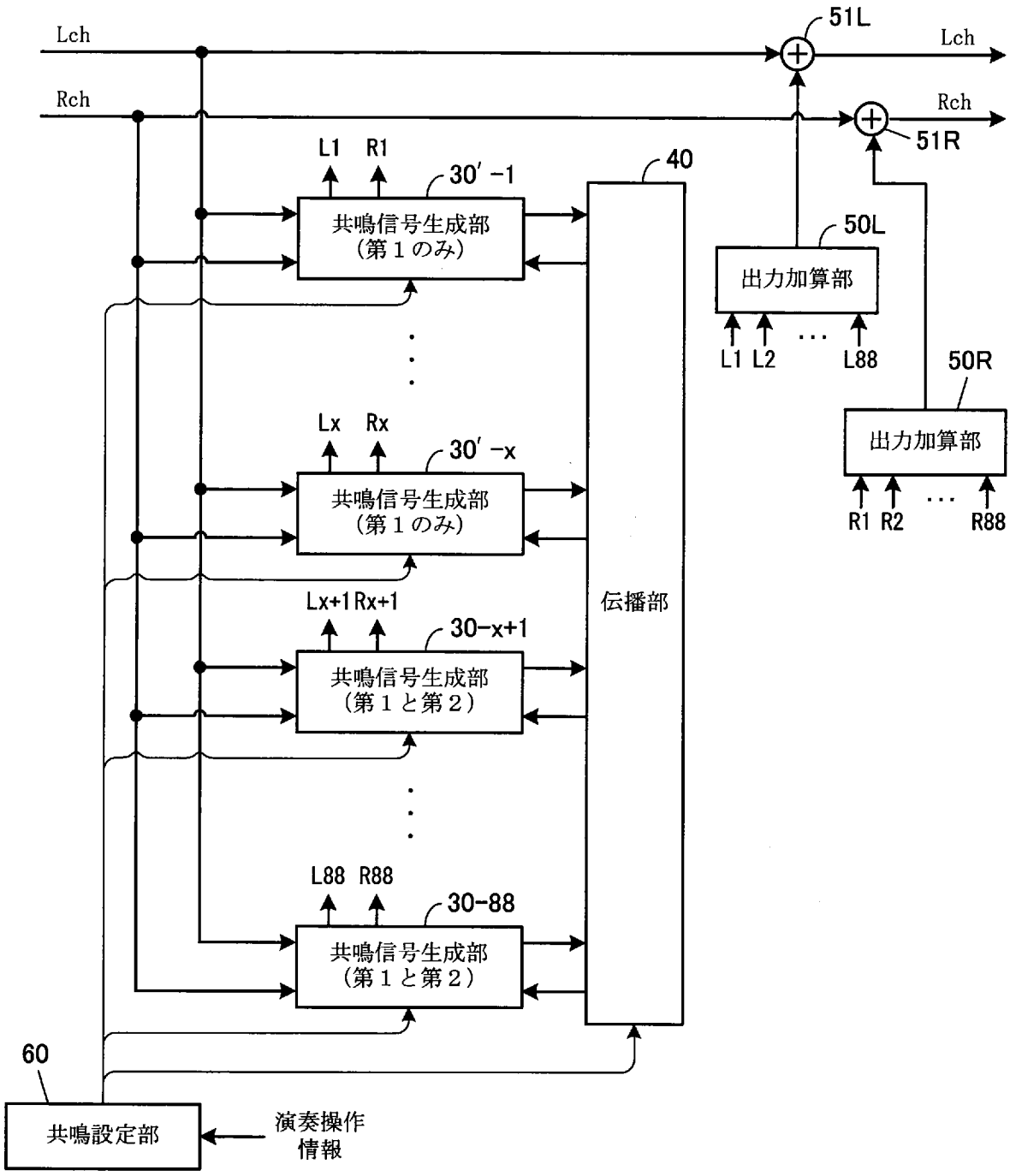
[図7]


2.5
2
1.5
1
0.5
0
信号レベル
（相対値）
71
0
1
2
3
4
5
T1
T2
経過時間（秒）

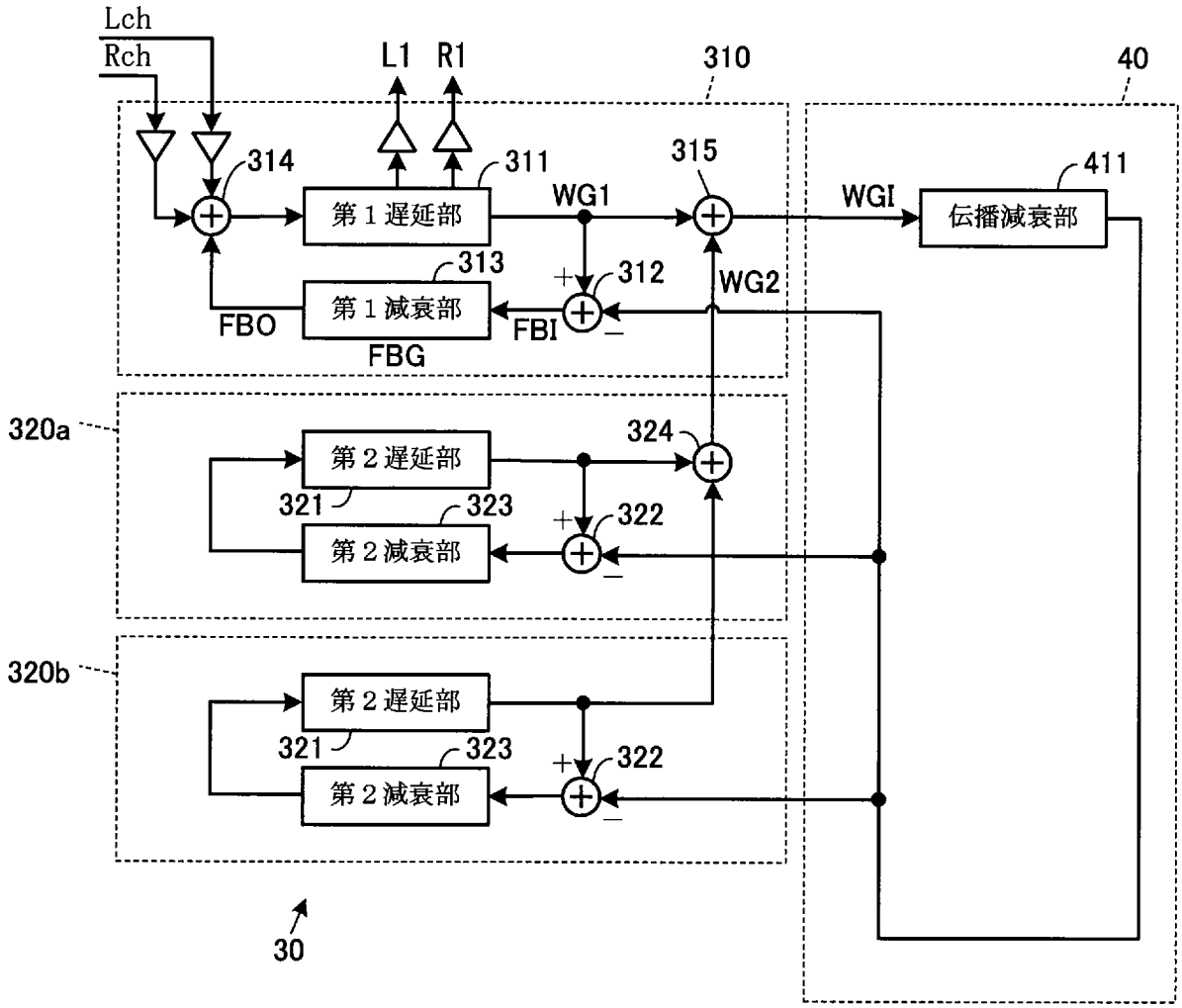
[図8]



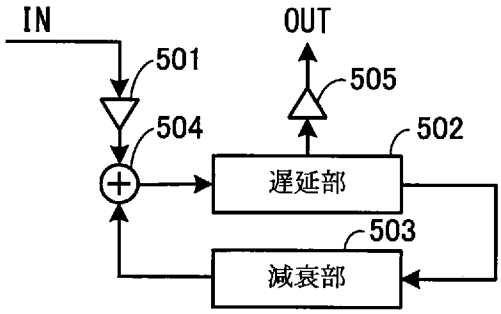
[図9]


Lch
Rch
51L
Lch
Rch
51R
L1 R1
30′ −1
共鳴信号生成部
（第１のみ）
40
50L
出力加算部
L1 L2 ・・・ L88
50R
出力加算部
R1 R2 ・・・ R88
Lx Rx
30′ −x
共鳴信号生成部
（第１のみ）
伝播部
Lx+1 Rx+1
30−x+1
共鳴信号生成部
（第１と第２）
L88 R88
30−88
共鳴信号生成部
（第１と第２）
60
共鳴設定部
演奏操作
情報

[図10]


Lch
Rch
L1
R1
310
40
314
311
315
411
WG1
WGI
第１遅延部
伝播減衰部
313
312
WG2
FBO
第１減衰部
FBI
FBG
320a
324
第２遅延部
321
323
322
第２減衰部
320b
第２遅延部
321
323
322
第２減衰部
30

[図11]


IN
OUT
501
505
504
502
遅延部
503
減衰部

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/000615

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G10H1/00(2006.01)i, G10K15/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. G10H1/00-7/12, G10K15/08-15/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-6853 A (YAMAHA CORPORATION) 11 January 2002, fig. 1-7 (Family: none)	1-10
A	JP 4-37799 A (YAMAHA CORPORATION) 07 February 1992, fig. 1-10 & US 5352849 A, fig. 1-10 & EP 459393 A2 & DE 69112708 T2	1-10
A	JP 8-123411 A (YAMAHA CORPORATION) 17 May 1996, fig. 8 (Family: none)	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
16.03.2018	03.04.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/000615

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-143764 A (YAMAHA CORPORATION) 06 August 2015, fig. 2-5 & US 2015/0221296 A1, fig. 2-5 & EP 2903000 A1 & CN 104821164 A	1-10

<What is examined>

Claim 1 includes the passage "inputting an excitation signal to a first loop processing including first delay that delays a signal by a period of time according to a specific pitch and first attenuation that attenuates a signal". However, this expression does not provide any definition about to what processing to first subject the input excitation signal.

Claim 1 further includes the passage "generating a first resonance signal with the specific pitch that circulates the first loop processing". However, this expression does not provide any definition about after what processing and before what processing a signal referred to as the first resonance signal appears.

Claim 1 further includes the passage "generating a second resonance signal with the specific pitch that circulates the second loop processing". However, this expression does not provide any definition about after what processing and before what processing a signal referred to as the second resonance signal appears.

Claim 1 further includes the passage "adding, attenuating, and inverting the first resonance signal and the second resonance signal, and inputting resultant signals respectively to the first loop processing and the second loop processing". However, this expression does not provide any definition about to what processing, respectively, to first subject the signals that have respectively been input to the first loop processing and the second loop processing.

Thus, the scope of the invention of claim 1 is so broad to include subjecting an input excitation signal to the first attenuation processing, designating a signal subjected to the first attenuation processing as a first resonance signal, designating a signal subjected to the second delay processing as a second resonance signal, and subjecting signals obtained by adding, attenuating, and inverting the first resonance signal and the second resonance signal to the first delay processing in the first loop processing and to the second delay processing in the second loop processing.

However, what is supported by the disclosure of the description in the meaning under PCT Article 6 is as follows: for the purpose of generating a signal for resonant sound made to resemble two levels of attenuation, as in pianos, while reducing the load of processing (paragraph [0008]), the invention delimited in claim 1, and further confined, as in fig. 3, 6, etc., in subjecting an input excitation signal to the first delay processing, designating a signal subjected to the first delay processing as a first resonance signal, designating a signal subjected to the second delay processing as a second resonance signal, and subjecting signals obtained by adding, attenuating, and inverting the first resonance signal and the second resonance signal to the first attenuation processing in the first loop processing and to the second attenuation processing in the second loop processing.

A similar evaluation applies to claims 2-10.

Accordingly claims 1-10 are examined in the scope supported and disclosed by the description; specifically the examination is carried out on the invention delimited in any of claims 1, 7, 9, and 10, and further confined in subjecting an input excitation signal to the first delay processing, designating a signal subjected to the first delay processing as a first resonance signal, designating a signal subjected to the second delay processing as a second resonance signal, and subjecting signals obtained by adding, attenuating, and inverting the first resonance signal and the second resonance signal to the first attenuation processing in the first loop processing and to the second attenuation processing in the second loop processing.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０００６１５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G10H1/00(2006.01)i, G10K15/08(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G10H1/00-7/12, G10K15/08-15/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2002-6853 A（ヤマハ株式会社）2002.01.11, [図 1]-[図 7]（ファミリーなし）	1-10
A	JP 4-37799 A（ヤマハ株式会社）1992.02.07, 第 1-10 図 & US 5352849 A, Figs.1-10 & EP 459393 A2 & DE 69112708 T2	1-10
A	JP 8-123411 A（ヤマハ株式会社）1996.05.17, [図 8]（ファミリーなし）	1-10

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１６．０３．２０１８	０３．０４．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｚ　３３５２
菊池　智紀
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５９１

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2015-143764 A (ヤマハ株式会社) 2015.08.06, [図 2]-[図 5] & US 2015/0221296 A1, Figs.2-5 & EP 2903000 A1 & CN 104821164 A	1-10

＜調査の対象について＞

請求項１には、「信号を特定の音高に応じた時間だけ遅延する第１遅延と、信号を減衰する第１減衰とを含む第１ループ処理に、励起信号を入力して」と記載されており、当該記載では、入力された励起信号は、最初にどのような処理を行うのかについて何ら特定していない。

同請求項１には、「前記第１ループ処理を循環する前記特定の音高の第１共鳴信号を生成し」と記載されており、当該記載では、どの処理を行った後の、かつ、どの処理を行う前の信号のことを当該第１共鳴信号というのかについて何ら特定していない

同請求項１には、「前記第２ループ処理を循環する前記特定の音高の第２共鳴信号を生成し」と記載されており、当該記載では、どの処理を行った後の、かつ、どの処理を行う前の信号のことを当該第２共鳴信号というのかについて何ら特定していない。

同請求項１には、「前記第１共鳴信号と前記第２共鳴信号とを加算し、減衰させ、反転させて前記第１ループ処理及び前記第２ループ処理にそれぞれ入力し」と記載されており、当該記載では、前記第１ループ処理及び前記第２ループ処理それぞれに入力された信号は、それぞれ、最初にどのような処理を行うのかについて何ら特定していない。

そのため、請求項１に係る発明は、入力された励起信号に対して第１減衰処理を行い、第１減衰処理を行った信号を第１共鳴信号とし、第２遅延処理を行った信号を第２共鳴信号とし、第１共鳴信号と第２共鳴信号とを加算し、減衰させ、反転させた信号に対して、第１ループ処理においては、第１遅延処理を行い、第２ループ処理においては、第２遅延処理を行うようなもの等、広範囲なものを包含する。

しかしながら、PCT 第 6 条の意味において明細書の開示により裏付けられているのは、ピアノにおけるような、レベルの２段階の減衰を模した共鳴音の信号を、少ない処理負荷で生成するために（[0008]）、請求項１に記載の発明において、さらに、[図 3]、[図 6]等に記載のごとく、入力された励起信号に対して第１遅延処理を行い、第１遅延処理を行った信号を第１共鳴信号とし、第２遅延処理を行った信号を第２共鳴信号とし、第１共鳴信号と第２共鳴信号とを加算し、減衰させ、反転させた信号に対して、第１ループ処理においては、第１減衰処理を行い、第２ループ処理においては、第２減衰処理を行うようなもののみである。

請求項２～１０についても同様である。

よって、請求項１～１０についての調査は、明細書に裏付けられ、開示されている範囲、すなわち、請求項１、７、９、１０いずれかに記載の発明においてさらに、入力された励起信号に対して第１遅延処理を行い、第１遅延処理を行った信号を第１共鳴信号とし、第２遅延処理を行った信号を第２共鳴信号とし、第１共鳴信号と第２共鳴信号とを加算し、減衰させ、反転させた信号に対して、第１ループ処理においては、第１減衰処理を行い、第２ループ処理においては、第２減衰処理を行うようなものについて行った。