

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-173632  
(P2017-173632A)

(43) 公開日 平成29年9月28日 (2017.9.28)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
G10H 1/00 (2006.01) G10H 1/00 C 5D478

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2016-60868 (P2016-60868)  
(22) 出願日 平成28年3月24日 (2016.3.24)

(71) 出願人 00004075  
ヤマハ株式会社  
静岡県浜松市中区中沢町10番1号  
(74) 代理人 100098305  
弁理士 福島 祥人  
(74) 代理人 100108523  
弁理士 中川 雅博  
(74) 代理人 100187931  
弁理士 澤村 英幸  
(72) 発明者 柿下 正尋  
静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマ  
ハ株式会社内  
Fターム(参考) 5D478 DE00

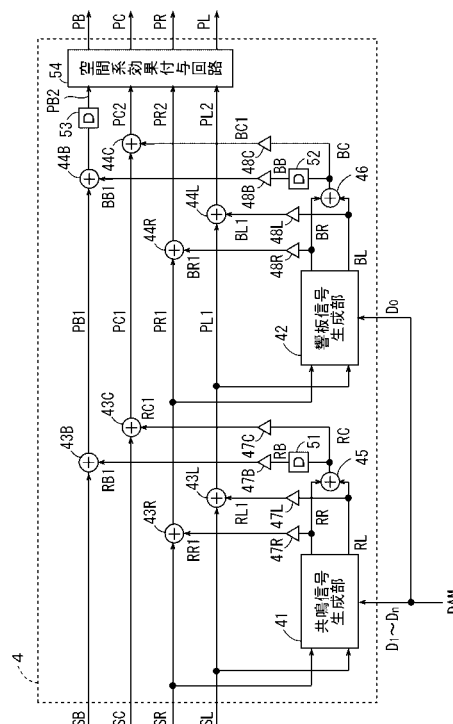
(54) 【発明の名称】 演奏信号生成装置および演奏信号生成方法

(57) 【要約】

【課題】 発音指示およびダンパの解除指示にตอบสนองして鍵盤楽器の音の広がりを少ないデータ量でかつ比較的簡単に表現することが可能な演奏信号生成装置および演奏信号生成方法を提供する。

【解決手段】 音源部は、発音指示にตอบสนองして、波形メモリに記憶された左、右、中央および奥の波形データから左、右、中央および奥の弦信号SL, SR, SC, SBを生成する。効果付与部4は、左および右の弦信号SL, SRに基づいて左および右の共鳴信号RL, RRを生成し、共鳴信号RL, RRに基づいて中央の共鳴信号RCを生成し、中央の共鳴信号RCに基づいて奥の共鳴信号RBを生成する。音源部3は、ダンパ解除指示にตอบสนองして、弦信号SL, SR, SC, SBと共鳴信号RL, RR, RC, RBとに基づいて左、右、中央および奥の演奏信号を生成する。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

演奏者を基準として、左前方に配置される第 1 のスピーカ、右前方に配置される第 2 のスピーカ、および前記第 1 のスピーカと前記第 2 のスピーカとの間に配置される第 3 のスピーカにそれぞれ対応して、複数の弦および複数の鍵を有する鍵盤楽器の音を模擬した演奏音を表す第 1、第 2 および第 3 の演奏信号を生成する演奏信号生成装置であって、

前記第 1、第 2 および第 3 のスピーカに対応して、前記鍵盤楽器の各弦の音の収録によりそれぞれ得られた第 1、第 2 および第 3 のサンプリング波形を記憶する記憶手段と、

一または複数の弦に関する発音指示に応答して、該当する弦についての第 1、第 2 および第 3 のサンプリング波形から第 1、第 2 および第 3 の弦信号を生成する弦信号生成手段と、

前記第 1 および第 2 の弦信号に基づいて各弦の共鳴音を示しかつ前記第 1 および第 2 のスピーカにそれぞれ対応する第 1 および第 2 の共鳴信号を生成し、前記第 1 および第 2 の共鳴信号に基づいて各弦の共鳴音を示しかつ前記第 3 のスピーカに対応する第 3 の共鳴信号を生成する共鳴信号生成手段と、

一または複数の弦に関するダンパ解除指示に応答して、前記第 1 の弦信号と該当する弦についての第 1 の共鳴信号とに基づいて前記第 1 の演奏信号を生成し、前記第 2 の弦信号と該当する弦についての第 2 の共鳴信号とに基づいて前記第 2 の演奏信号を生成し、前記第 3 の弦信号と該当する弦についての第 3 の共鳴信号とに基づいて前記第 3 の演奏信号を生成する演奏信号生成手段とを備える、演奏信号生成装置。

**【請求項 2】**

前記記憶手段は、演奏者を基準として前記第 3 のスピーカよりも前方に配置される第 4 のスピーカに対応して、前記鍵盤楽器の各弦の音の収録により得られた第 4 のサンプリング波形をさらに記憶し、

前記弦信号生成手段は、一または複数の弦に関する発音指示に応答して、該当する弦についての第 4 のサンプリング波形から第 4 の弦信号をさらに生成し、

前記共鳴信号生成手段は、前記第 1 および第 2 の共鳴信号に基づいて各弦の共鳴音を示しかつ前記第 4 のスピーカに対応する第 4 の共鳴信号をさらに生成し、

前記演奏信号生成手段は、一または複数の弦に関するダンパ解除指示に応答して、前記第 4 の弦信号と該当する弦についての第 4 の共鳴信号とに基づいて前記第 4 のスピーカに対応する第 4 の演奏信号をさらに生成する、請求項 1 記載の演奏信号生成装置。

**【請求項 3】**

前記第 1 および第 2 の共鳴信号に基づいて前記鍵盤楽器の響板の振動音を示しかつ前記第 1 および第 2 のスピーカにそれぞれ対応する第 1 および第 2 の響板信号を生成し、前記第 1 および第 2 の響板信号に基づいて前記響板の振動音を示しかつ前記第 3 のスピーカに対応する第 3 の響板信号を生成する響板信号生成手段をさらに備え、

前記演奏信号生成手段は、前記第 1 の弦信号と前記第 1 の響板信号とに基づいて前記第 1 の演奏信号を生成し、前記第 2 の弦信号と前記第 2 の響板信号とに基づいて前記第 2 の演奏信号を生成し、前記第 3 の弦信号と前記第 3 の響板信号とに基づいて前記第 3 の演奏信号を生成する、請求項 1 記載の演奏信号生成装置。

**【請求項 4】**

前記記憶手段は、演奏者を基準として前記第 3 のスピーカよりも前方に配置される第 4 のスピーカに対応して、前記鍵盤楽器の各弦の音の収録により得られた第 4 のサンプリング波形をさらに記憶し、

前記弦信号生成手段は、一または複数の弦に関する発音指示に応答して、該当する弦についての第 4 のサンプリング波形から第 4 の弦信号をさらに生成し、

前記共鳴信号生成手段は、前記第 1 および第 2 の共鳴信号に基づいて各弦の共鳴音を示しかつ前記第 4 のスピーカに対応する第 4 の共鳴信号をさらに生成し、

前記響板信号生成手段は、前記第 3 の響板信号に基づいて前記響板の振動音を示しかつ前記第 4 のスピーカに対応する第 4 の響板信号をさらに生成し、

10

20

30

40

50

前記演奏信号生成手段は、前記第4の弦信号と前記第4の響板信号とに基づいて前記第4の演奏信号を生成する、請求項3記載の演奏信号生成装置。

【請求項5】

演奏者を基準として、左前方に配置される第1のスピーカ、右前方に配置される第2のスピーカ、および前記第1のスピーカと前記第2のスピーカとの間に配置される第3のスピーカにそれぞれ対応して、複数の弦および複数の鍵を有する鍵盤楽器の音を模擬した演奏音を表す第1、第2および第3の演奏信号を生成する演奏信号生成方法であって、

前記第1、第2および第3のスピーカに対応して、前記鍵盤楽器の各弦の音の収録によりそれぞれ得られた第1、第2および第3のサンプリング波形を記憶するステップと、

一または複数の弦に関する発音指示にตอบสนองして、該当する弦についての第1、第2および第3のサンプリング波形から第1、第2および第3の弦信号を生成するステップと、

前記第1および第2の弦信号に基づいて各弦の共鳴音を示しかつ前記第1および第2のスピーカにそれぞれ対応する第1および第2の共鳴信号を生成し、前記第1および第2の共鳴信号に基づいて各弦の共鳴音を示しかつ前記第3のスピーカに対応する第3の共鳴信号を生成するステップと、

一または複数の弦に関するダンパ解除指示にตอบสนองして、前記第1の弦信号と該当する弦についての第1の共鳴信号とに基づいて前記第1の演奏信号を生成し、前記第2の弦信号と該当する弦についての第2の共鳴信号とに基づいて前記第2の演奏信号を生成し、前記第3の弦信号と該当する弦についての前記第3の共鳴信号とに基づいて前記第3の演奏信号を生成するステップとを含む、演奏信号生成方法。

【請求項6】

第1信号、第2信号および第3信号を生成する第1生成手段と、

前記第1信号および第2信号に基づいて第4信号および第5信号を生成し、前記第4信号および第5信号に基づいて第6信号を生成する第2生成手段と、

前記第1信号および第3信号に基づいて第7信号を生成し、前記第2信号および第4信号に基づいて第8信号を生成し、前記第3信号および第4信号に基づいて第9信号を生成する第3生成手段とを備える、装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アコースティックピアノ等の鍵盤楽器の音を模擬した演奏音を表す演奏信号を生成する演奏信号生成装置および演奏信号生成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

アコースティックピアノ等の鍵盤楽器の音を模擬した演奏音を電子的に生成する電子楽器が開発されている。特許文献1には、ピアノタイプの自然楽器の音色の楽音信号を生成する楽音信号生成装置が記載されている。その楽音信号生成装置は、波形メモリ、弦信号生成部、弦共鳴模擬部および響板模擬部を含む。波形メモリには、各弦の振動による音を収録することにより得られる複数の波形データが記憶される。この場合、1つの弦に対応する波形データを取得する際に他の弦の共鳴および響板の振動が起こらないように、他の弦にフェルト布を絡ませ、響板等に十分な質量の制振ゲルを接触させた状態でマイクにより収録する。波形データは、ハンマーにより叩かれた弦が振動することにより発する音を表し、駒またはピンを通じた振動の伝達により他の弦で引き起こされる振動（弦の共鳴）および響板の振動による音色の変化（響板の響き）等の成分をほとんど含まない。

【0003】

弦信号生成部は、波形メモリに記憶された波形データに基づいて、発音指示された音高の弦の振動により発生する楽音を表す弦信号を生成する。弦共鳴模擬部は、複数の弦が共鳴することにより生じる共鳴音を表す共鳴信号を生成する。響板信号生成部は、響板上の複数の加振点の振動および複数の放音点の振動を計算することにより響板の放音点の響板の響きを再現する。これにより、特許文献1の楽音信号生成装置によれば、ピアノの弦の

共鳴および響板による反響を反映した楽音を発生することができる。

【0004】

一方、特許文献2には、3つ以上のスピーカを備えた電子鍵盤楽器が記載されている。その電子鍵盤楽器では、複数のスピーカの位置に対応する位置に配置された複数の収音手段により楽音が録音され、録音された1つの楽音ごとに、複数の収音手段に対応する複数チャンネルの波形データセットが波形メモリに記憶される。また、ダンパペダルを操作することにより非操作時の音に付加される音(ダンパ音)の波形データも記憶される。ダンパ音の波形データは、鍵ごとに、ダンパペダルが操作されていない状態(ダンパオフ状態)での波形データとダンパペダルが操作された状態(ダンパオン状態)での波形データとをサンプリングし、ダンパオン状態での波形データからダンパオフ状態での波形データを減算することにより得られる。鍵盤における打鍵操作により指示された楽音に対応する複数チャンネルの通常の波形データに基づいて複数チャンネルの楽音信号が複数のスピーカに供給される。ダンパオンの場合には、通常の波形データおよびダンパ音の波形データに基づいて楽音信号が複数のスピーカに供給される。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-203280号公報

【特許文献2】特開2009-244713号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に記載された楽音信号生成装置では、他の弦の共鳴音および響板の響きの成分を含まない波形データを取得するために手間がかかる。特許文献2に記載された電子鍵盤楽器では、チャンネルごとに弦の数と同数の通常の波形データおよび弦の数と同数のダンパ音の波形データが予め取得される。そのため、多くの波形データを取得および記憶する必要がある。

【0007】

本発明の目的は、発音指示およびダンパの解除指示に応答して鍵盤楽器の音の広がりを少ないデータ量でかつ比較的簡単に表現することが可能な演奏信号生成装置および演奏信号生成方法を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

(1)第1の発明に係る演奏信号生成装置は、演奏者を基準として、左前方に配置される第1のスピーカ、右前方に配置される第2のスピーカ、および第1のスピーカと第2のスピーカとの間に配置される第3のスピーカにそれぞれ対応して、複数の弦および複数の鍵を有する鍵盤楽器の音を模擬した演奏音を表す第1、第2および第3の演奏信号を生成する演奏信号生成装置であって、第1、第2および第3のスピーカに対応して、鍵盤楽器の各弦の音の収録によりそれぞれ得られた第1、第2および第3のサンプリング波形を記憶する記憶手段と、一または複数の弦に関する発音指示に応答して、該当する弦についての第1、第2および第3のサンプリング波形から第1、第2および第3の弦信号を生成する弦信号生成手段と、第1および第2の弦信号に基づいて各弦の共鳴音を示しかつ第1および第2のスピーカにそれぞれ対応する第1および第2の共鳴信号を生成し、第1および第2の共鳴信号に基づいて各弦の共鳴音を示しかつ第3のスピーカに対応する第3の共鳴信号を生成する共鳴信号生成手段と、一または複数の弦に関するダンパ解除指示に応答して、第1の弦信号と該当する弦についての第1の共鳴信号とに基づいて第1の演奏信号を生成し、第2の弦信号と該当する弦についての第2の共鳴信号とに基づいて第2の演奏信号を生成し、第3の弦信号と該当する弦についての第3の共鳴信号とに基づいて第3の演奏信号を生成する演奏信号生成手段とを備えるものである。

40

【0009】

50

その演奏信号生成装置においては、第1、第2および第3のサンプリング波形に基づいて、指示された弦の振動音および他の弦の共鳴音を含む第1、第2および第3の演奏信号が生成される。第1、第2および第3の演奏信号に基づいて、弦の振動音および共鳴音を含む演奏音が第1、第2および第3のスピーカからそれぞれ出力される。したがって、発音指示およびダンパの解除指示に応答して鍵盤楽器の音の広がりを少ないデータ量でかつ比較的簡単に表現することが可能となる。

【0010】

(2) 記憶手段は、演奏者を基準として第3のスピーカよりも前方に配置される第4のスピーカに対応して、鍵盤楽器の各弦の音の収録により得られた第4のサンプリング波形をさらに記憶し、弦信号生成手段は、一または複数の弦に関する発音指示に応答して、該当する弦についての第4のサンプリング波形から第4の弦信号をさらに生成し、共鳴信号生成手段は、第1および第2の共鳴信号に基づいて各弦の共鳴音を示しかつ第4のスピーカに対応する第4の共鳴信号をさらに生成し、演奏信号生成手段は、一または複数の弦に関するダンパ解除指示に応答して、第4の弦信号と該当する弦についての第4の共鳴信号とに基づいて第4のスピーカに対応する第4の演奏信号をさらに生成してもよい。

10

【0011】

この場合、指示された弦の振動音および他の弦の共鳴音を含む演奏音がさらに第4のスピーカから出力される。したがって、データ量を大幅に増加することなく、鍵盤楽器の音のさらなる広がりを表現することが可能となる。

【0012】

(3) 演奏信号生成装置は、第1および第2の共鳴信号に基づいて鍵盤楽器の響板の振動音を示しかつ第1および第2のスピーカにそれぞれ対応する第1および第2の響板信号を生成し、第1および第2の響板信号に基づいて響板の振動音を示しかつ第3のスピーカに対応する第3の響板信号を生成する響板信号生成手段をさらに備え、演奏信号生成手段は、第1の弦信号と第1の響板信号とに基づいて第1の演奏信号を生成し、第2の弦信号と第2の響板信号とに基づいて第2の演奏信号を生成し、第3の弦信号と第3の響板信号とに基づいて第3の演奏信号を生成してもよい。

20

【0013】

この場合、響板効果をさらに含む演奏音が第1、第2および第3のスピーカからそれぞれ出力される。それにより、データ量を増加することなく、より鍵盤楽器に近い音の広がりを表現することが可能となる。

30

【0014】

(4) 記憶手段は、演奏者を基準として第3のスピーカよりも前方に配置される第4のスピーカに対応して、鍵盤楽器の各弦の音の収録により得られた第4のサンプリング波形をさらに記憶し、弦信号生成手段は、一または複数の弦に関する発音指示に応答して、該当する弦についての第4のサンプリング波形から第4の弦信号をさらに生成し、共鳴信号生成手段は、第1および第2の共鳴信号に基づいて各弦の共鳴音を示しかつ第4のスピーカに対応する第4の共鳴信号をさらに生成し、響板信号生成手段は、第3の響板信号に基づいて響板の振動音を示しかつ第4のスピーカに対応する第4の響板信号をさらに生成し、演奏信号生成手段は、第4の弦信号と第4の響板信号とに基づいて第4の演奏信号を生成してもよい。

40

【0015】

この場合、響板効果を含む演奏音がさらに第4のスピーカから出力される。それにより、データ量を大幅に増加することなく、より鍵盤楽器に近い音の広がりを表現することが可能となる。

【0016】

(5) 第2の発明に係る演奏信号生成方法は、演奏者を基準として、左前方に配置される第1のスピーカ、右前方に配置される第2のスピーカ、および第1のスピーカと第2のスピーカとの間に配置される第3のスピーカにそれぞれ対応して、複数の弦および複数の鍵を有する鍵盤楽器の音を模擬した演奏音を表す第1、第2および第3の演奏信号を生成

50

する演奏信号生成方法であって、第1、第2および第3のスピーカに対応して、鍵盤楽器の各弦の音の収録によりそれぞれ得られた第1、第2および第3のサンプリング波形を記憶するステップと、一または複数の弦に関する発音指示に応答して、該当する弦についての第1、第2および第3のサンプリング波形から第1、第2および第3の弦信号を生成するステップと、第1および第2の弦信号に基づいて各弦の共鳴音を示しかつ第1および第2のスピーカにそれぞれ対応する第1および第2の共鳴信号を生成し、第1および第2の共鳴信号に基づいて各弦の共鳴音を示しかつ第3のスピーカに対応する第3の共鳴信号を生成するステップと、一または複数の弦に関するダンパ解除指示に応答して、第1の弦信号と該当する弦についての第1の共鳴信号とに基づいて第1の演奏信号を生成し、第2の弦信号と該当する弦についての第2の共鳴信号とに基づいて第2の演奏信号を生成し、第3の弦信号と該当する弦についての第3の共鳴信号とに基づいて第3の演奏信号を生成するステップとを含むものである。

10

## 【0017】

その演奏信号生成方法においては、第1、第2および第3のサンプリング波形に基づいて、指示された弦の振動音および他の弦の共鳴音を含む第1、第2および第3の演奏信号が生成される。第1、第2および第3の演奏信号に基づいて、弦の振動音および共鳴音を含む演奏音が第1、第2および第3のスピーカからそれぞれ出力される。したがって、発音指示およびダンパの解除指示に応答して鍵盤楽器の音の広がりを少ないデータ量でかつ比較的簡単に表現することが可能となる。

20

## 【0018】

(6)第3の発明に係る装置は、第1信号、第2信号および第3信号を生成する第1生成手段と、第1信号および第2信号に基づいて第4信号および第5信号を生成し、第4信号および第5信号に基づいて第6信号を生成する第2生成手段と、第1信号および第3信号に基づいて第7信号を生成し、第2信号および第4信号に基づいて第8信号を生成し、第3信号および第4信号に基づいて第9信号を生成する第3生成手段とを備えるものである。

## 【0019】

その装置においては、第1信号、第2信号および第3信号に基づいて第4信号、第5信号、第6信号、第7信号、第8信号および第9信号が生成される。したがって、少ないデータ量で比較的簡単に多くの信号による種々の状態を表現することが可能となる。

30

## 【発明の効果】

## 【0020】

本発明によれば、発音指示およびダンパの解除指示に応答して鍵盤楽器の音の広がりを少ないデータ量でかつ比較的簡単に表現することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0021】

【図1】第1の実施の形態に係る演奏信号生成装置を含む電子楽器の構成を示すブロック図である。

【図2】図1の電子楽器の外観を示す平面図である。

40

【図3】図1の波形メモリおよび音源部の構成を示すブロック図である。

【図4】図1の効果付与部の構成を示すブロック図である。

【図5】図4の共鳴信号生成部の構成を示すブロック図である。

【図6】図5の1つの共鳴信号生成回路の構成を示すブロック図である。

【図7】図4の響板信号生成部の構成を示すブロック図である。

【図8】図7の1つのくし形フィルタの構成を示すブロック図である。

【図9】図7の1つの全域通過フィルタの構成を示すブロック図である。

【図10】図1の演奏信号生成装置1における演奏信号生成方法を示すフローチャートである。

【図11】図1の演奏信号生成装置1における演奏信号生成方法を示すフローチャートである。

50

【図 1 2】第 2 の実施の形態に係る演奏信号生成装置の波形メモリおよび音源部 3 の構成を示すブロック図である。

【図 1 3】第 2 の実施の形態に係る演奏信号生成装置の効果付与部の構成を示すブロック図である。

【図 1 4】第 3 の実施の形態に係る演奏信号生成装置の効果付与部の構成を示すブロック図である。

【図 1 5】第 4 の実施の形態に係る演奏信号生成装置の効果付与部の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

10

以下、本発明の実施の形態に係る演奏信号生成装置および演奏信号生成方法について図面を用いて詳細に説明する。

【0023】

[1] 第 1 の実施の形態

(1) 電子楽器の構成

図 1 は第 1 の実施の形態に係る演奏信号生成装置を含む電子楽器の構成を示すブロック図である。図 2 は図 1 の電子楽器の外観を示す平面図である。本実施の形態に係る演奏信号生成装置は、アコースティックピアノの音を模擬する演奏音を生成する。

【0024】

まず、図 2 に示すように、本実施の形態に係る電子楽器 100 は、4 つのスピーカ 5 L, 5 R, 5 C, 5 B、鍵盤 60 およびダンパペダル 70 を備える。鍵盤 60 は複数の鍵を有し、例えば 88 個の鍵を有する。アコースティックピアノでは、複数の鍵に対応して複数の弦が設けられる。演奏者 80 を基準として、スピーカ 5 L は鍵盤 60 の左前方に配置され、スピーカ 5 R は鍵盤 60 の右前方に配置される。スピーカ 5 C はスピーカ 5 L, 5 R との間で鍵盤 60 の中央前方に配置され、スピーカ 5 B はスピーカ 5 C のさらに前方に配置される。したがって、スピーカ 5 L, 5 R, 5 C, 5 B は、演奏者 80 の左前方、右前方、中央前方および中央のさらに前方（以下、奥と呼ぶ。）にそれぞれ位置する。

20

【0025】

図 1 に示すように、電子楽器 100 は、バス 13 に接続される演奏信号生成装置 1、およびサウンドシステム 5 を備える。演奏信号生成装置 1 は、波形メモリ 2、音源部 3 および効果付与部 4 を含む。演奏信号生成装置 1 の波形メモリ 2 は、半導体メモリ、ハードディスク、光学ディスク、磁気ディスクまたはメモリカード等の記憶媒体により構成される。波形メモリ 2、音源部 3 および効果付与部 4 は、スピーカ 5 L, 5 R, 5 C, 5 B に与えられるべき 4 つの演奏信号を生成する 4 つの信号チャンネルを有する。以下、スピーカ 5 L, 5 R, 5 C, 5 B に対応する 4 つの信号チャンネルをそれぞれ左チャンネル、右チャンネル、中央チャンネルおよび奥チャンネルと呼ぶ。波形メモリ 2、音源部 3 および効果付与部 4 の構成および動作については後述する。サウンドシステム 5 は、図 2 のスピーカ 5 L, 5 R, 5 C, 5 B を含む。

30

【0026】

電子楽器 100 は、バス 13 に接続される演奏操作子 6、設定操作子 7、表示器 8、CPU (中央演算処理装置) 9、ROM (リードオンリメモリ) 10、RAM (ランダムアクセスメモリ) 11 および通信 I/F (インタフェース) 12 をさらに備える。演奏操作子 6 は図 2 の鍵盤 60 およびダンパペダル 70 を含む。演奏者 80 が鍵盤 60 を操作することにより発音指示が入力される。発音指示は、音高およびベロシティ (強度) 等を含む。演奏者 80 がダンパペダル 70 を操作することによりダンパ解除指示が入力される。設定操作子 7 は、音量の調整、電源のオンオフ、および音色パラメータ等の設定を行うために用いられる。表示器 8 には、各種操作画面が表示される。

40

【0027】

ROM 10 は、例えば不揮発性メモリからなり、システムプログラムを記憶する。RAM 11 は、例えば揮発性メモリからなり、CPU 9 の作業領域として用いられるとともに

50

、各種データを一時的に記憶する。CPU 9は、演奏操作子6および設定操作子7の操作に基づいて演奏信号生成装置1に各種指示を与える。CPU 9、ROM 10およびRAM 11がコンピュータを構成する。

#### 【0028】

演奏信号生成装置1は、電子回路等のハードウェアにより構成されてもよく、演奏信号生成プログラム等のソフトウェアにより構成されてもよく、ハードウェアおよびソフトウェアの両方により構成されてもよい。例えば、音源部3および効果付与部4が専用の音源LSI (Large Scaled Integrated circuit) および効果付与用のDSP (Digital signal Processor) により構成されてもよい。また、音源部3および効果付与部4がカスタムLSIにより一体的に構成されてもよい。演奏信号生成装置1の少なくとも一部がソフトウェアにより実現される場合には、ROM 10に演奏信号生成プログラム等のコンピュータプログラムが記憶される。この場合、CPU 9は、ROM 10に記憶された演奏信号生成プログラムをRAM 11上で実行することにより演奏信号生成処理を行う。外部記憶装置等の外部機器が通信I/F (インタフェース) 12を介してバス13に接続されてもよい。

10

#### 【0029】

##### (2) 波形メモリ2および音源部3

図3は図1の波形メモリ2および音源部3の構成を示すブロック図である。波形メモリ2には、アコースティックピアノの複数の弦に対応する複数の波形データセット21が記憶される。例えば88本の弦に対応する88個の波形データセット21が記憶される。各波形データセット21は、4つの波形データ22L, 22R, 22C, 22Bを含む。波形データ22L, 22R, 22C, 22Bは、アコースティックピアノの1つの鍵を操作(打鍵)したときに、鍵盤の左前方の位置、右前方の位置、中央前方の位置、および奥の位置でそれぞれ収録された音のサンプリング波形を表し、複数のサンプル値からなる。波形データ22L, 22R, 22C, 22Bは、それぞれ左チャンネル、右チャンネル、中央チャンネルおよび奥チャンネルに対応する。

20

#### 【0030】

音源部3は、複数の発音チャンネル31および4つの加算器32L, 32R, 32C, 32Bを含む。例えば、64個の発音チャンネル31が設けられる。4つの加算器32L, 32R, 32C, 32Bは、それぞれ左チャンネル、右チャンネル、中央チャンネルおよび奥チャンネルに対応する。鍵盤60から入力される発音指示に应答して、一または複数の発音チャンネル31が作動する。例えば、演奏者80が1つの鍵を操作したときには、左チャンネル、右チャンネル、中央チャンネルおよび奥チャンネルに対応する4個の発音チャンネル31が作動する。演奏者80が3つの鍵を同時に操作したときには、12個の発音チャンネル31が作動する。各発音チャンネル31は、波形読出部301、フィルタ302および音量制御部303を含む。波形読出部301は、発音指示により指定された音高に対応する波形データセット21から1つの波形データを読み出す。フィルタ302は、波形読出部301により読み出された波形データに対して音色の変化を付与するためのフィルタ処理を行う。音量制御部303は、波形データの振幅の時間変化を制御する。

30

40

#### 【0031】

左チャンネル、右チャンネル、中央チャンネルおよび奥チャンネルに対応して、4個の発音チャンネル31から出力される波形データのサンプル値は加算器32L, 32R, 32C, 32Bにそれぞれ与えられる。加算器32L, 32R, 32C, 32Bの各々は、一または複数の発音チャンネル31から出力されるサンプル値を加算する。例えば、鍵盤60の3つの鍵が同時に操作された場合には、加算器32L, 32R, 32C, 32Bの各々に3つの発音チャンネル31からのサンプル値が与えられる。加算器32L, 32R, 32C, 32Bは、加算結果をそれぞれ左チャンネル、右チャンネル、中央チャンネルおよび奥チャンネルの弦信号SL, SR, SC, SBとして出力する。弦信号SL, SR, SC, SBは、操作された鍵に対応するアコースティックピアノの弦の振動音および当

50

該弦の振動によるアコースティックピアノの響板の振動音の成分（響板効果）を含む。

【 0 0 3 2 】

（ 3 ）効果付与部 4

図 4 は図 1 の効果付与部 4 の構成を示すブロック図である。効果付与部 4 は、共鳴信号生成部 4 1、響板信号生成部 4 2、複数の加算器 4 3 L, 4 3 R, 4 3 C, 4 3 B, 4 4 L, 4 4 R, 4 4 C, 4 4 B, 4 5, 4 6、複数の乗算器 4 7 L, 4 7 R, 4 7 C, 4 7 B, 4 8 L, 4 8 R, 4 8 C, 4 8 B、遅延回路 5 1, 5 2, 5 3 および空間系効果付与回路 5 4 を含む。効果付与部 4 における演算は、所定のサンプリング周波数で弦信号 S L, S R, S C, S B のサンプル単位で行われる。

【 0 0 3 3 】

効果付与部 4 には、図 3 の音源部 3 から出力される左チャンネル、右チャンネル、中央チャンネルおよび奥チャンネルの弦信号 S L, S R, S C, S B が与えられる。共鳴信号生成部 4 1 は、弦信号 S L, S R に基づいて左チャンネルの共鳴信号 R L および右チャンネルの共鳴信号 R R を生成する。加算器 4 5 は、共鳴信号 R L, R R を加算し、加算結果を中央チャンネルの共鳴信号 R C として出力する。遅延回路 5 1 は、共鳴信号 R C を遅延させることにより奥チャンネルの共鳴信号 R B を生成する。乗算器 4 7 L, 4 7 R, 4 7 C, 4 7 B は、共鳴信号 R L, R R, R C, R B にそれぞれ所定の係数を乗算し、乗算結果を共鳴信号 R L 1, R R 1, R C 1, R B 1 として出力する。共鳴信号 R L, R R は弦信号 S L, S R に基づいて生成されるため、共鳴信号 R C 1, R B 1 は弦信号 S L, S R に基づいて生成される。

【 0 0 3 4 】

加算器 4 3 L は、弦信号 S L に共鳴信号 R L 1 を加算し、加算結果を左チャンネルの演奏信号 P L 1 として出力する。加算器 4 3 R は、弦信号 S R に共鳴信号 R R 1 を加算し、加算結果を右チャンネルの演奏信号 P R 1 として出力する。加算器 4 3 C は、弦信号 S C に共鳴信号 R C 1 を加算し、加算結果を中央チャンネルの演奏信号 P C 1 として出力する。加算器 4 3 B は、弦信号 S B に共鳴信号 R B 1 を加算し、加算結果を奥チャンネルの演奏信号 P B 1 として出力する。

【 0 0 3 5 】

響板信号生成部 4 2 は、演奏信号 P L 1, P R 1 に基づいて左チャンネルの響板信号 B L および右チャンネルの響板信号 B R を生成する。加算器 4 6 は、響板信号 B L, B R を加算し、加算結果を中央チャンネルの響板信号 B C として出力する。遅延回路 5 2 は、響板信号 B C を遅延させることにより奥チャンネルの響板信号 B B を生成する。乗算器 4 8 L, 4 8 R, 4 8 C, 4 8 B は、響板信号 B L, B R, B C, B B にそれぞれ所定の係数を乗算し、乗算結果を響板信号 B L 1, B R 1, B C 1, B B 1 として出力する。

【 0 0 3 6 】

加算器 4 4 L は、演奏信号 P L 1 に響板信号 B L 1 を加算し、加算結果を左チャンネルの演奏信号 P L 2 として出力する。加算器 4 4 R は、演奏信号 P R 1 に響板信号 B R 1 を加算し、加算結果を右チャンネルの演奏信号 P R 2 として出力する。加算器 4 4 C は、演奏信号 P C 1 に響板信号 B C 1 を加算し、加算結果を中央チャンネルの演奏信号 P C 2 として出力する。加算器 4 4 B は、演奏信号 P B 1 に響板信号 B B 1 を加算し、加算結果を遅延回路 5 3 に出力する。遅延回路 5 3 は、加算器 4 4 B から出力される加算結果を遅延させることにより奥チャンネルの演奏信号 P B 2 を生成する。響板信号 B L, B R は弦信号 S L, S R に基づいて生成されるため、響板信号 B C, B B は弦信号 S L, S R に基づいて生成される。

【 0 0 3 7 】

空間系効果付与回路 5 4 は、演奏信号 P L 2, P R 2, P C 2, P B 2 に残響音等の空間系効果を付与し、左チャンネル、右チャンネル、中央チャンネルおよび奥チャンネルの演奏信号 P L, P R, P C, P B を出力する。なお、空間系効果が必要でない場合には、空間系効果付与回路 5 4 が設けられなくてもよい。

【 0 0 3 8 】

10

20

30

40

50

共鳴信号生成部 4 1 および響板信号生成部 4 2 には、ダンパ制御信号 D A M が与えられる。ダンパ制御信号 D A M は、アコースティックピアノのダンパが各弦に接触することを示すダンパ作動指示またはダンパが各弦から離れることを示すダンパ解除指示を表す。図 2 のダンパペダル 7 0 が操作されたときには、全ての弦についてダンパ解除指示が発生する。また、一または複数の鍵が操作されたときには、操作された鍵に対応する弦についてダンパ解除指示が発生する。ダンパペダル 7 0 が操作されておらずかつ一または複数の鍵が操作されていないときには、操作されていない鍵に対応する弦についてダンパ作動指示が発生する。ダンパペダル 7 0 が操作されておらずかつ操作された一または複数の鍵が戻されたときには、戻された鍵に対応する弦についてダンパ作動指示が発生する。ダンパ制御信号 D A M は、後述するように、共鳴信号生成部 4 1 に与えられるダンパ制御信号  $D_1 \sim D_n$  および響板信号生成部 4 2 に与えられるダンパ制御信号  $D_0$  を含む。ダンパ制御信号  $D_0 \sim D_n$  は“0”および“1”に切り替わる。“0”はダンパ作動指示を表し、“1”はダンパ解除指示を表す。ダンパ制御信号  $D_1 \sim D_n$  の各々は、アコースティックピアノの各弦に対応しており、図 1 の演奏操作子 6 の状態に応じて“0”または“1”に切り替わる。ダンパ制御信号  $D_0$  は、アコースティックピアノの響板に対応しており、各弦についてのダンパの作動および解除とは関係なしに常に“1”に設定されてもよく、少なくとも 1 つの弦についてダンパが解除された場合（ダンパ制御信号  $D_1 \sim D_n$  の少なくとも 1 つが“1”の場合）に“1”になってもよく、ダンパペダル 7 0 が操作されたときのよう

10

20

30

40

50

#### 【0039】

図 5 は図 4 の共鳴信号生成部 4 1 の構成を示すブロック図である。図 5 の共鳴信号生成部 4 1 は、 $n$  個の共鳴信号生成回路  $410_1 \sim 410_n$  を含む。 $n$  は、アコースティックピアノの弦の数に相当する整数であり、例えば 88 である。共鳴信号生成回路  $410_1 \sim 410_n$  は、アコースティックピアノの 1 番目～ $n$  番目の弦に対応する。共鳴信号生成回路  $410_1 \sim 410_n$  には、ダンパ制御信号  $D_1 \sim D_n$  がそれぞれ与えられる。共鳴信号生成回路  $410_1 \sim 410_n$  は、弦信号  $S_L, S_R$  に基づいて左チャンネルの共鳴信号  $R_{L_1} \sim R_{L_n}$  および右チャンネルの共鳴信号  $R_{R_1} \sim R_{R_n}$  を生成する。共鳴信号  $R_{L_1} \sim R_{L_n}, R_{R_1} \sim R_{R_n}$  は、アコースティックピアノの  $n$  本の弦の共鳴音を表す。共鳴信号生成部 4 1 は、 $n$  個の加算器 420 および  $n$  個の加算器 430 をさらに含む。加算器 420 は、共鳴信号生成回路  $410_1 \sim 410_n$  により生成された  $n$  個の共鳴信号  $R_{L_1} \sim R_{L_n}$  および弦信号  $S_L$  を加算し、加算結果を左チャンネルの共鳴信号  $R_L$  として出力する。加算器 430 は、共鳴信号生成回路  $410_1 \sim 410_n$  により生成された  $n$  個の共鳴信号  $R_{R_1} \sim R_{R_n}$  および弦信号  $S_R$  を加算し、加算結果を右チャンネルの共鳴信号  $R_R$  として出力する。

#### 【0040】

図 6 は図 5 の 1 つの共鳴信号生成回路  $410_i$  の構成を示すブロック図である。ここで、 $i$  は 1～ $n$  のいずれかである。図 6 の共鳴信号生成回路  $410_i$  は、受信回路 411、定位設定回路 412、加算器 413、遅延回路 414、フィルタ回路 415 および乗算器 416 を含む。共鳴信号生成回路  $410_i$  は、アコースティックピアノの  $i$  番目の弦に対応する。受信回路 411 は乗算器 411L, 411R を含む。乗算器 411L, 411R は、それぞれ弦信号  $S_L, S_R$  にダンパ制御信号  $D_i$  の値を乗算し、乗算結果を出力する。それにより、ダンパ制御信号  $D_i$  が“0”（ダンパ作動指示）のときには、弦信号  $S_L, S_R$  が加算器 413 に入力されず、ダンパ制御信号  $D_i$  が“1”（ダンパ解除指示）のときには、弦信号  $S_L, S_R$  が加算器 413 に入力される。

#### 【0041】

加算器 413 は、乗算器 411L, 411R の乗算結果および後述する乗算器 416 の乗算結果を加算し、加算結果を出力する。遅延回路 414 は、直列接続された複数の遅延素子からなり、加算器 413 の加算結果を示すサンプル値を一定時間遅延させる。フィルタ回路 415 は、例えば全域通過フィルタ（オールパスフィルタ）を含む。乗算器 416

は、フィルタ回路 4 1 5 から出力されるサンプル値にダンパ制御信号  $D_i$  の値を乗算し、乗算結果を出力する。加算器 4 1 3、遅延回路 4 1 4、フィルタ回路 4 1 5 および乗算器 4 1 6 がくし形フィルタ（コムフィルタ）を構成し、アコースティックピアノの対応する弦の共鳴音を表す共鳴信号を生成する。遅延回路 4 1 4 の遅延時間は、対応する弦の固有共振周波数に応じて設定される。ダンパ制御信号  $D_i$  が “ 0 ”（ダンパ作動指示）のときには、フィルタ回路 4 1 5 から加算器 4 1 3 にサンプル値が入力されない。それにより、共鳴信号が生成されない。ダンパ制御信号  $D_i$  が “ 1 ”（ダンパ解除指示）のときには、フィルタ回路 4 1 5 から加算器 4 1 3 にサンプル値が入力される。それにより、共鳴信号が生成される。

【 0 0 4 2 】

定位設定回路 4 1 2 の乗算器 4 1 2 L , 4 1 2 R は遅延回路 4 1 4 の異なる遅延素子に接続される。乗算器 4 1 2 L , 4 1 2 R は、接続された遅延素子から出力されるサンプル値にそれぞれ所定の係数を乗算し、乗算結果を共鳴信号  $R L_i$  ,  $R R_i$  として出力する。乗算器 4 1 2 L , 4 1 2 R の係数は、アコースティックピアノの対応する弦の位置に基づいて設定される。図 5 の共鳴信号生成回路 4 1 0<sub>1</sub> ~ 4 1 0<sub>n</sub> の乗算器 4 1 2 L , 4 1 2 R がそれぞれ接続される遅延素子は、アコースティックピアノの対応する弦により異なる。したがって、共鳴信号生成回路 4 1 0<sub>1</sub> ~ 4 1 0<sub>n</sub> から出力される共鳴信号  $R L_1$  ~  $R L_n$  ,  $R R_1$  ~  $R R_n$  は対応する弦により異なる。

【 0 0 4 3 】

図 7 は図 4 の響板信号生成部 4 2 の構成を示すブロック図である。図 7 の響板信号生成部 4 2 は、乗算器 4 2 1 L , 4 2 1 R、複数の加算器 4 2 2 , 4 4 1 L , 4 4 1 R , 4 6 1 L , 4 6 1 R、複数のくし形フィルタ 4 3 0 および複数の全域通過フィルタ 4 5 0 L , 4 5 0 R を含む。

【 0 0 4 4 】

乗算器 4 2 1 L , 4 2 1 R は、演奏信号  $P L_1$  ,  $P R_1$  にダンパ制御信号  $D_0$  の値を乗算し、乗算結果を出力する。それにより、ダンパ制御信号  $D_0$  が “ 0 ”（ダンパ作動指示）のときには、演奏信号  $P L_1$  ,  $P R_1$  が加算器 4 2 2 に入力されず、ダンパ制御信号  $D_0$  が “ 1 ”（ダンパ解除指示）のときには、演奏信号  $P L_1$  ,  $P R_1$  が加算器 4 2 2 に入力される。加算器 4 2 2 は、乗算器 4 2 1 L , 4 2 1 R の乗算結果を加算し、加算結果を合成演奏信号  $P L R$  として出力する。

【 0 0 4 5 】

各くし形フィルタ 4 3 0 は、合成演奏信号  $P L R$  に基づいて左チャンネルの残響信号  $R e L$  および右チャンネルの残響信号  $R e R$  を出力する。加算器 4 4 1 L は、複数のくし形フィルタ 4 3 0 の残響信号  $R e L$  を加算し、加算結果を残響信号  $R E L_0$  として出力する。残響信号  $R E L_0$  は複数の全域通過フィルタ 4 5 0 L を順次通過し、左チャンネルの残響信号  $R E L$  として出力される。加算器 4 4 1 R は、複数のくし形フィルタ 4 3 0 の残響信号  $R e R$  を加算し、加算結果を残響信号  $R E R_0$  として出力する。残響信号  $R E R_0$  は複数の全域通過フィルタ 4 5 0 R を順次通過し、右チャンネルの残響信号  $R E R$  として出力される。

【 0 0 4 6 】

加算器 4 6 1 L は、演奏信号  $P L_1$  に最終段の全域通過フィルタ 4 5 0 L から出力された残響信号  $R E L$  を加算し、加算結果を響板信号  $B L$  として出力する。加算器 4 6 1 R は、演奏信号  $P R_1$  に最終段の全域通過フィルタ 4 5 0 R から出力された残響信号  $R E R$  を加算し、加算結果を響板信号  $B R$  として出力する。

【 0 0 4 7 】

図 8 は図 7 の 1 つのくし形フィルタ 4 3 0 の構成を示すブロック図である。図 8 のくし形フィルタ 4 3 0 は、加算器 4 3 1、遅延回路 4 3 2 および乗算器 4 3 3 を含む。加算器 4 3 1 は、合成演奏信号  $P L R$  に乗算器 4 3 3 の乗算結果を加算する。遅延回路 4 3 2 は、直列接続された複数の遅延素子を含み、加算器 4 3 1 の加算結果を示すサンプル値を一定時間遅延させる。乗算器 4 3 3 は、遅延回路 4 3 2 から出力されるサンプル値に所定の

10

20

30

40

50

減衰係数を乗算する。遅延回路 4 3 2 の異なる 2 つの遅延素子から出力されるサンプル値が残響信号 R e L , R e R として出力される。

【 0 0 4 8 】

図 9 は図 7 の 1 つの全域通過フィルタ 4 5 0 L の構成を示すブロック図である。図 9 の全域通過フィルタ 4 5 0 L は、加算器 4 5 1 , 4 5 2、遅延回路 4 5 3 および乗算器 4 5 4 , 4 5 5 , 4 5 6 を含む。加算器 4 5 1 は、残響信号 R E L 0 に乗算器 4 5 6 の乗算結果を加算する。遅延回路 4 5 3 は、加算器 4 5 1 の加算結果を一定時間遅延させる。乗算器 4 5 5 は、遅延回路 4 5 3 から出力されるサンプル値に所定の係数を乗算する。乗算器 4 5 4 は、残響信号 R E L 0 に所定の減衰係数を乗算する。加算器 4 5 2 は、乗算器 4 5 4 の乗算結果と乗算器 4 5 5 の乗算結果とを加算する。乗算器 4 5 6 は、加算器 4 5 2 の加算結果に所定の減衰係数を乗算する。加算器 4 5 2 の加算結果が残響信号 R E L 1 として出力される。図 7 の全域通過フィルタ 4 5 0 R の構成は、図 9 の全域通過フィルタ 4 5 0 L の構成と同様である。

10

【 0 0 4 9 】

( 4 ) 演奏信号生成方法

図 1 0 および図 1 1 は図 1 の演奏信号生成装置 1 における演奏信号生成方法を示すフローチャートである。以下、説明を簡潔にするために、左チャンネル、右チャンネル、中央チャンネルおよび奥チャンネルの波形データ 2 2 L , 2 2 R , 2 2 C , 2 2 B をそれぞれ左、右、中央および奥の波形データと呼び、左チャンネル、右チャンネル、中央チャンネルおよび奥チャンネルの弦信号 S L , S R , S C , S B をそれぞれ左、右、中央および奥の弦信号と呼ぶ。また、左チャンネル、右チャンネル、中央チャンネルおよび奥チャンネルの共鳴信号 R L , R R , R C , R B をそれぞれ左、右、中央および奥の共鳴信号と呼び、左チャンネル、右チャンネル、中央チャンネルおよび奥チャンネルの響板信号 B L , B R , B C , B B をそれぞれ左、右、中央および奥の響板信号と呼ぶ。

20

【 0 0 5 0 】

音源部 3 は、C P U 9 の指示に応じて、該当する弦についての左、右、中央および奥の波形データから左、右、中央および奥の弦信号を生成する ( ステップ S 1 ) 。具体的には、C P U 9 は、バス 1 3 を経由して演奏操作子 6 の状態を検知し、検知した状態に応じて、音源部 3 に発音開始指示または発音停止指示を与える。音源部 3 は、発音開始指示に回答して発音開始の処理を行い、発音停止指示に回答して発音停止の処理を行う。音源部 3 は、発音開始から発音停止までの間、発音を継続する。一または複数の弦に関する発音開始指示が与えられて発音を継続している間、音源部 3 は、波形メモリ 2 に予め記憶されている波形データのうち、該当する弦についての左、右、中央および奥の波形データを読み出し、該当する弦についての左、右、中央および奥の波形データから左、右、中央および奥の弦信号を生成する。

30

【 0 0 5 1 】

次に、C P U 9 は、バス 1 3 を経由して演奏操作子 6 の状態を検知し、検知した状態に応じて効果付与部 4 にダンパ制御信号 D A M を供給する。効果付与部 4 は C P U 9 から供給されるダンパ制御信号 D A M を取得する ( ステップ S 2 ) 。効果付与部 4 において、ダンパ制御信号 D A M のうちのダンパ制御信号  $D_1 \sim D_n$  が共鳴信号生成部 4 1 に供給されるとともに、ダンパ制御信号  $D_0$  が響板信号生成部 4 2 に供給される。一または複数の弦に関するダンパ解除指示が与えられた場合、共鳴信号生成部 4 1 の該当する弦についての共鳴信号生成回路 4 1 0 <sub>i</sub> にダンパ解除指示 “ 1 ” を表すダンパ制御信号  $D_i$  が供給される。

40

【 0 0 5 2 】

次に、共鳴信号生成部 4 1 は、左および右の弦信号から左および右の共鳴信号をそれぞれ生成する ( ステップ S 3 ) 。共鳴信号生成部 4 1 において、ダンパ解除指示 “ 1 ” が供給された共鳴信号生成回路 4 1 0 <sub>i</sub> には左および右の弦信号が入力される。それにより、共鳴信号生成回路 4 1 0 <sub>i</sub> のそれぞれの特性に応じて、共鳴音が成長して生成され、または共鳴音が成長せずに生成されない。

50

## 【 0 0 5 3 】

また、効果付与部 4 は、左および右の共鳴信号から中央の共鳴信号を生成し（ステップ S 4）、中央の共鳴信号から奥の共鳴信号を生成する（ステップ S 5）。

## 【 0 0 5 4 】

例えば、アコースティックピアノでは、ある音高の鍵が押下された後にダンパペダルが操作された場合には、アコースティックピアノの全ての弦のうち当該音高の倍音に対応する弦が共鳴する。そこで、本実施の形態では、ある音高の鍵が操作された後にダンパペダル 70 が操作された場合には、まず音源部 3 は当該音高の弦信号を発する。その後、ダンパペダル 70 の操作に応じて全ての共鳴信号生成回路 4 1 0<sub>1</sub> ~ 4 1 0<sub>n</sub>（図 5 参照）へダンパ解除指示“1”を表すダンパ制御信号 D<sub>1</sub> ~ D<sub>n</sub> が供給される。したがって、当該音高の弦信号は全ての共鳴信号生成回路 4 1 0<sub>1</sub> ~ 4 1 0<sub>n</sub> に入力される。各共鳴信号生成回路 4 1 0<sub>i</sub> は、対応する弦に応じた遅延回路 4 1 4 からなる共振特性を有する。したがって、入力された弦信号の倍音に対応する共鳴信号生成回路 4 1 0<sub>i</sub> においては共鳴音が成長し、倍音に対応しない共鳴信号生成回路 4 1 0<sub>i</sub> においては共鳴音が成長しない。このようにして、当該音高の倍音に対応する共鳴信号生成回路 4 1 0<sub>i</sub>（図 5 参照）により左および右の共鳴信号が生成され、左および右の共鳴信号に基づいて中央および奥の共鳴信号が生成される。また、一の鍵が操作されている状態で他の鍵が操作されかつ一の鍵の音高が他の鍵の音高の倍音である場合には、当該倍音に対応する共鳴信号生成回路 4 1 0<sub>i</sub>（図 5 参照）により左および右の共鳴信号が生成され、左および右の共鳴信号に基づいて中央および奥の共鳴信号が生成される。その後、効果付与部 4 は、左、右、中央および奥の共鳴信号を左、右、中央および奥の弦信号にそれぞれ加算する（ステップ S 6）。

## 【 0 0 5 5 】

効果付与部 4 は、加算後の左および右の弦信号から左および右の響板信号を生成する（ステップ S 7）。また、響板信号生成部 4 2 は、左および右の響板信号から中央の響板信号を生成し（ステップ S 8）、中央の響板信号から奥の響板信号を生成する（ステップ S 9）。

## 【 0 0 5 6 】

アコースティックピアノにおいて、共鳴した弦の振動は駒を通して響板に伝達される。それにより、共鳴音に基づく響板の振動音が発生する。そこで、本実施の形態では、操作された鍵の音高の倍音に対応する共鳴信号に基づいて響板信号が生成される。その後、効果付与部 4 は、左、右、中央および奥の響板信号を左、右、中央および奥の弦信号にそれぞれ加算する（ステップ S 10）。効果付与部 4 は、加算後の左、右、中央および奥の弦信号を左、右、中央および奥の演奏信号としてそれぞれ出力する（ステップ S 11）。それにより、左、右、中央および奥の共鳴信号および響板信号がそれぞれ加算された弦信号が演奏信号として出力される。その後、効果付与部 4 は、ステップ S 1 に戻る。

## 【 0 0 5 7 】

演奏信号生成装置 1 の機能がコンピュータプログラムにより実現される場合には、演奏信号生成プログラムが ROM 10 に記憶される。CPU 9 が RAM 11 上で演奏信号生成プログラムを実行することにより図 10 および図 11 の演奏信号生成方法が行われる。この場合、演奏信号生成プログラムは、図 10 および図 11 のステップ S 1 ~ S 11 を含む。

## 【 0 0 5 8 】

なお、演奏信号生成プログラムは、コンピュータが読み取り可能な記録媒体に格納された形態で提供され、ROM 10 または外部記憶装置にインストールされてもよい。また、通信 I/F 12 が通信網に接続されている場合、通信網に接続されたサーバから配信された演奏信号生成プログラムが ROM 10 または外部記憶装置にインストールされてもよい。

## 【 0 0 5 9 】

（5）第 1 の実施の形態の効果

第 1 の実施の形態に係る演奏信号生成装置 1 によれば、アコースティックピアノの弦の

10

20

30

40

50

振動音を表す弦信号  $S_L$ ,  $S_R$ ,  $S_C$ ,  $S_B$  が波形データ  $2_2L$ ,  $2_2R$ ,  $2_2C$ ,  $2_2B$  に基づいて生成され、弦の共鳴音を表す共鳴信号  $R_L$ ,  $R_R$  が弦信号  $S_L$ ,  $S_R$  に基づいて生成され、弦の共鳴音を表す共鳴信号  $R_C$ ,  $R_B$  が共鳴信号  $R_L$ ,  $R_R$  に基づいて生成される。また、響板効果を表す響板信号  $B_L$ ,  $B_R$  が弦信号  $S_L$ ,  $S_R$  および共鳴信号  $R_L$ ,  $R_R$  に基づいて生成され、響板効果を表す響板信号  $B_C$ ,  $B_B$  が響板信号  $B_L$ ,  $B_R$  に基づいて生成される。共鳴信号  $R_L$ ,  $R_R$ ,  $R_C$ ,  $R_B$  を生成するために、複雑な計算は不要である。したがって、発音指示およびダンパの解除指示に应答してアコースティックピアノの音の広がりを少ないデータ量でかつ比較的簡単に表現することが可能となる。

#### 【0060】

10

##### [2] 第2の実施の形態

図12は第2の実施の形態に係る演奏信号生成装置の波形メモリ2および音源部3の構成を示すブロック図である。図13は第2の実施の形態に係る演奏信号生成装置の効果付与部4の構成を示すブロック図である。第2の実施の形態に係る演奏信号生成装置が第1の実施の形態に係る演奏信号生成装置と異なるのは以下の点である。

#### 【0061】

第2の実施の形態に係る演奏信号生成装置は、左チャンネル、右チャンネルおよび中央チャンネルの3つの信号チャンネルを有する。そのため、図12の波形メモリ2に記憶された各波形データセット21は、左チャンネルの波形データ  $2_2L$ 、右チャンネルの波形データ  $2_2R$  および中央チャンネルの波形データ  $2_2C$  を含み、図3の奥チャンネルの波形データ  $2_2B$  を含まない。また、図12の音源部3は、左チャンネル、右チャンネルおよび中央チャンネルに対応する3つの加算器  $3_2L$ ,  $3_2R$ ,  $3_2C$  を含み、図3の奥チャンネルに対応する加算器  $3_2B$  を含まない。さらに、図13の効果付与部4は、図4の加算器  $4_3B$ ,  $4_4B$ 、乗算器  $4_7B$ ,  $4_8B$  および遅延回路  $5_1$ ,  $5_2$ ,  $5_3$  を含まない。第2の実施の形態における演奏信号生成方法では、図10および図11のフローチャートにおいて奥の弦信号、奥の共鳴信号、奥の響板信号および奥の演奏信号は生成されない。

20

#### 【0062】

第2の実施の形態に係る演奏信号生成装置によれば、弦信号  $S_L$ ,  $S_R$ ,  $S_C$  が波形データ  $2_2L$ ,  $2_2R$ ,  $2_2C$  に基づいて生成され、共鳴信号  $R_L$ ,  $R_R$  が弦信号  $S_L$ ,  $S_R$  に基づいて生成され、共鳴信号  $R_C$  が共鳴信号  $R_L$ ,  $R_R$  に基づいて生成される。また、響板信号  $B_L$ ,  $B_R$  が弦信号  $S_L$ ,  $S_R$  および共鳴信号  $R_L$ ,  $R_R$  に基づいて生成され、響板信号  $B_C$  が響板信号  $B_L$ ,  $B_R$  に基づいて生成される。したがって、発音指示およびダンパの解除指示に应答してアコースティックピアノの音の広がりをより少ないデータ量でかつ3つの信号チャンネルで比較的簡単に表現することが可能となる。

30

#### 【0063】

##### [3] 第3の実施の形態

図14は第3の実施の形態に係る演奏信号生成装置の効果付与部4の構成を示すブロック図である。第3の実施の形態に係る演奏信号生成装置が第1の実施の形態に係る演奏信号生成装置と異なるのは以下の点である。

40

#### 【0064】

図14の効果付与部4は、図4の加算器  $4_3L$ ,  $4_3R$  および乗算器  $4_7L$ ,  $4_7R$  を含まない。それにより、共鳴信号生成部41により生成された共鳴信号  $R_L$ ,  $R_R$  は弦信号  $S_L$ ,  $S_R$  に加算されず、響板信号生成部42に与えられる。響板信号生成部42は、共鳴信号  $R_L$ ,  $R_R$  に基づいて響板信号  $B_L$ ,  $B_R$  をそれぞれ生成する。この場合、響板信号  $B_L$  は左チャンネルの共鳴信号  $R_L$  の成分および響板信号の成分を含み、響板信号  $B_R$  は右チャンネルの共鳴信号  $R_R$  の成分および響板信号の成分を含む。加算器  $4_4L$  は弦信号  $S_L$  に乗算器  $4_8L$  から出力される響板信号  $B_L1$  を加算し、加算器  $4_4R$  は弦信号  $S_R$  に乗算器  $4_8R$  から出力される響板信号  $B_R1$  を加算する。

#### 【0065】

50

第3の実施の形態に係る演奏信号生成装置によれば、共鳴信号RL, RRが弦信号SL, SRに基づいて生成され、共鳴信号RC, RBが共鳴信号RL, RRに基づいて生成される。また、響板信号BL, BRが共鳴信号RL, RRに基づいて生成され、響板信号BC, BBが響板信号BL, BRに基づいて生成される。したがって、発音指示およびダンパの解除指示に应答してアコースティックピアノの音の広がりを少ないデータ量でかつ比較的簡単に表現することが可能となる。第3の実施の形態では、第1の実施の形態に比べて回路構成をより単純化することができる。

【0066】

[4]第4の実施の形態

図15は第4の実施の形態に係る演奏信号生成装置の効果付与部4の構成を示すブロック図である。第4の実施の形態に係る演奏信号生成装置が第3の実施の形態に係る演奏信号生成装置と異なるのは以下の点である。

【0067】

図15の効果付与部4は、図14の加算器43C, 43B、乗算器47C, 47Bおよび遅延回路51を含まない。この場合、響板信号BLは左チャンネルの共鳴信号RLの成分および響板信号の成分を含み、響板信号BRは右チャンネルの共鳴信号RRの成分および響板信号の成分を含む。そのため、加算器46から出力される響板信号BCは、共鳴信号RL, RRの成分の加算により得られる中央チャンネルの共鳴信号の成分および響板信号の成分の加算により得られる中央チャンネルの響板信号の成分を含む。また、遅延回路52から出力される響板信号BBは、中央チャンネルの共鳴信号の成分の遅延により得られる奥チャンネルの共鳴信号の成分および中央チャンネルの響板信号の成分の遅延により得られる奥チャンネルの響板信号の成分を含む。加算器44Cは弦信号SCに乗算器48Cから出力される響板信号BC1を加算し、加算器44Bは弦信号SBに乗算器48Bから出力される響板信号BB1を加算する。

【0068】

第4の実施の形態に係る演奏信号生成装置によれば、共鳴信号RL, RRが弦信号SL, SRに基づいて生成され、響板信号BL, BRが共鳴信号RL, RRに基づいて生成され、響板信号BC, BBが響板信号BL, BRに基づいて生成される。したがって、発音指示およびダンパの解除指示に应答してアコースティックピアノの音の広がりを少ないデータ量でかつ比較的簡単に表現することが可能となる。第4の実施の形態によれば、第1および第3の実施の形態に比べて回路構成をさらに単純化することができる。

【0069】

[5]他の実施の形態

第1～第4の実施の形態に係る演奏信号生成装置において、響板効果を得る必要がない場合には、響板信号生成部42を設けなくてよい。この場合、図11のフローチャートにおけるステップS7～S10は不要となる。

【0070】

また、第3および第4の実施の形態に係る演奏信号生成装置において、奥チャンネルに関連する構成を設けなくてもよい。この場合には、3つの信号チャンネルの演奏信号生成装置が実現される。

【0071】

なお、一般的に、アコースティックピアノは、音域によっては、単一の鍵を操作したときに、ほぼ同じ音高に調律された複数の弦が同時に打弦されるように構成されている。すなわち、単一の鍵に対応して複数の弦(複弦)が設けられている。上記第1～第4の実施の形態においては、複数の波形データセット21および複数の共鳴信号生成回路410<sub>1</sub>～410<sub>n</sub>が弦の数だけ設けられるが、本発明はこれに限定されず、単一の鍵に対応して複弦が設けられている場合にも適用可能である。例えば、一組の複弦を構成する各弦に対応するように波形データセット21および共鳴信号生成回路410<sub>i</sub>が設けられ、単一の鍵の操作に応じて、複弦に対応する複数の波形データセット21および複数の共鳴信号生成回路410<sub>i</sub>が同時に用いられてもよい。あるいは、波形データセット21が単一の音

10

20

30

40

50

高に対応する複弦の音を同時に収録することにより得られる波形データ（サンプリング波形）により構成されてもよく、単一の音高に対応するように1つの共鳴信号生成回路410<sub>i</sub>が設けられてもよい。

【0072】

第1～第4の実施の形態では、本発明が複数の弦および複数の鍵を有する鍵盤楽器としてアコースティックピアノの音を模擬する演奏信号生成装置および演奏信号生成方法に適用される場合について説明したが、鍵盤楽器はアコースティックピアノに限定されない。本発明は、チェンバロ等の他の鍵盤楽器の音を模擬する演奏信号生成装置および演奏信号生成方法にも適用可能である。

【0073】

[6] 請求項の各構成要素と実施の形態の各部との対応

以下、請求項の各構成要素と実施の形態の各部との対応の例について説明するが、本発明は下記の例に限定されない。請求項の各構成要素として、請求項に記載されている構成または機能を有する他の種々の要素を用いることができる。

【0074】

上記実施の形態では、スピーカ5L, 5R, 5C, 5Bが第1、第2、第3および第4のスピーカの例であり、波形メモリ2が記憶手段の例であり、音源部3が弦信号生成手段の例であり、共鳴信号生成部41が共鳴信号生成手段の例であり、響板信号生成部42が響板信号生成手段の例であり、加算器43L, 43R, 43C, 43B, 44L, 44R, 44C, 44Bが演奏信号生成手段の例である。また、波形データ22L, 22R, 22C, 22Bがそれぞれ第1、第2、第3および第4のサンプリング波形の例であり、弦信号SL, SR, SC, SBが第1、第2、第3および第4の弦信号の例であり、共鳴信号RL, RR, RC, RBが第1、第2、第3および第4の共鳴信号の例であり、響板信号BL, BR, BC, BBが第1、第2、第3および第4の響板信号の例であり、演奏信号PL, PR, PC, PBが第1、第2、第3および第4の演奏信号の例である。

【産業上の利用可能性】

【0075】

本発明は、演奏信号の生成等のために利用することができる。

【符号の説明】

【0076】

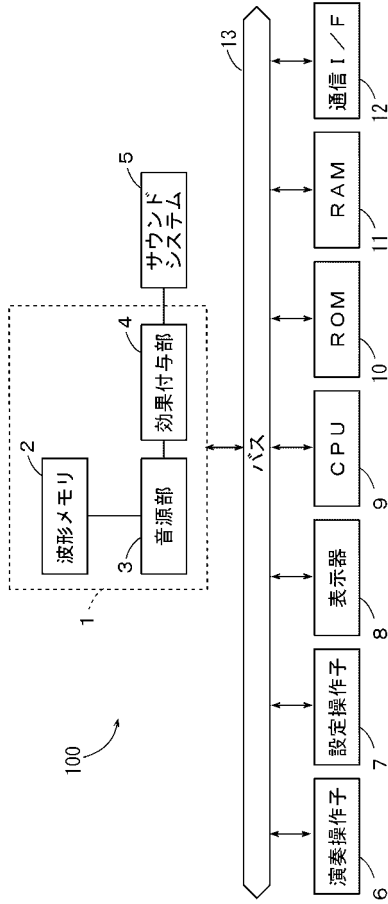
1...演奏信号生成装置、100...電子楽器、2...波形メモリ、3...音源部、4...効果付与部、5...サウンドシステム、5L, 5R, 5C, 5B...スピーカ、22L, 22R, 22C, 22B...波形データ、21...波形データセット、31...発音チャンネル、41...共鳴信号生成部、42...響板信号生成部、60...鍵盤、70...ダンパペダル、80...演奏者、410<sub>i</sub>, 410<sub>1</sub>～410<sub>n</sub>...共鳴信号生成回路

10

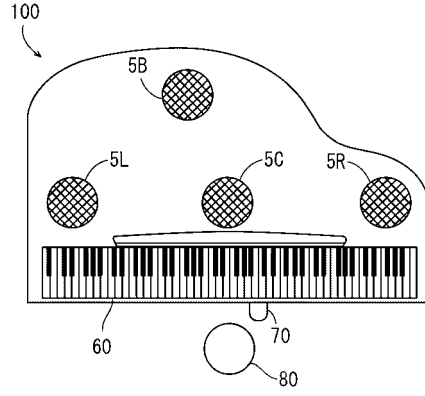
20

30

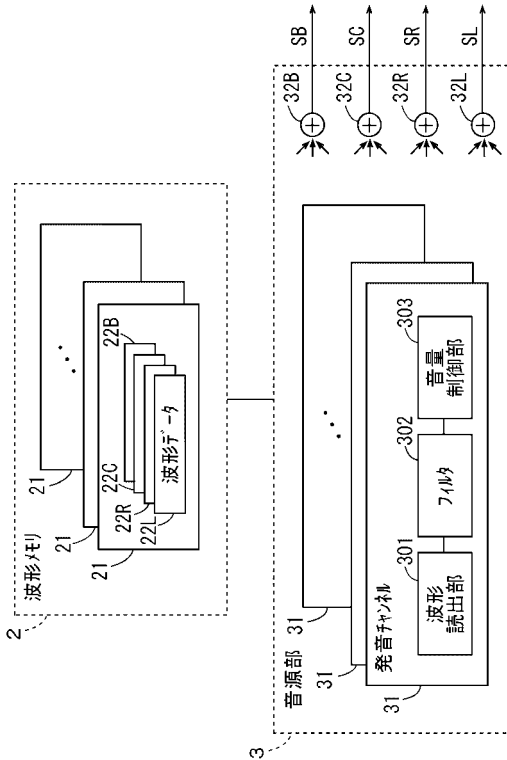
【図 1】



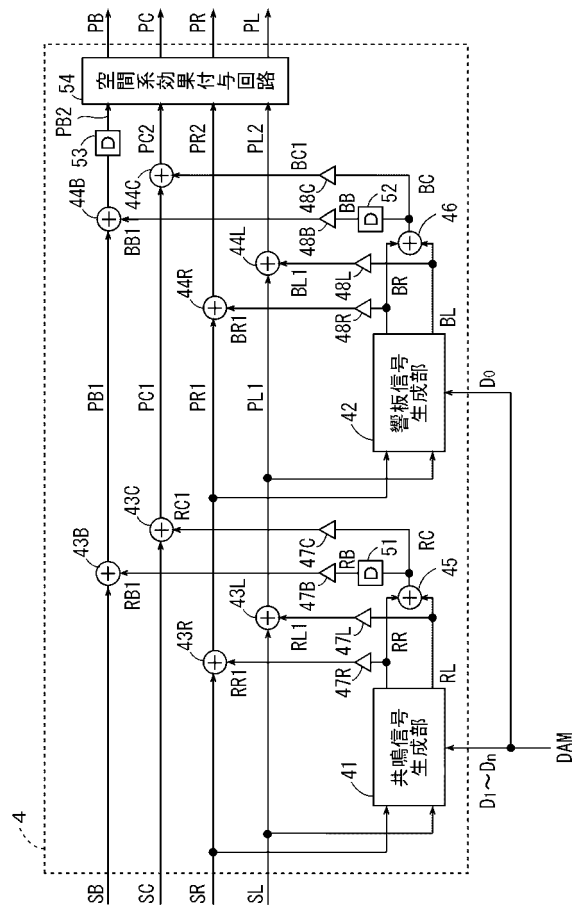
【図 2】



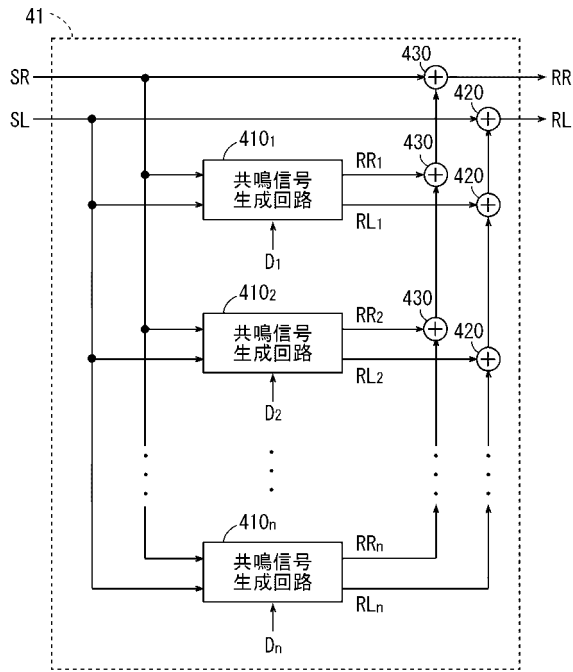
【図 3】



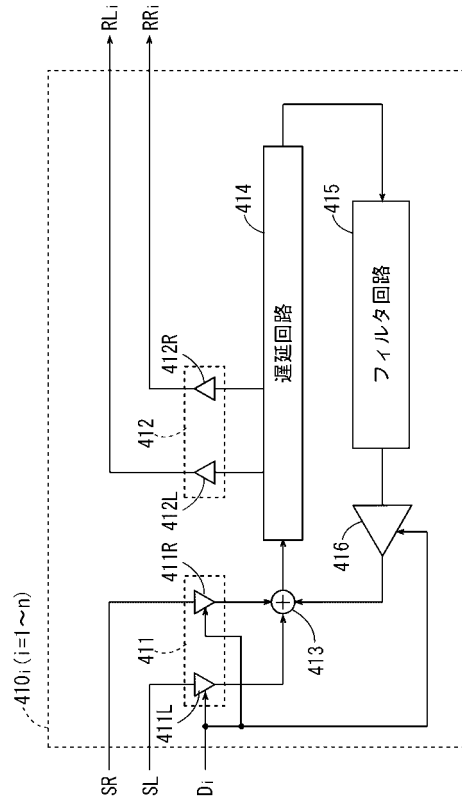
【図 4】



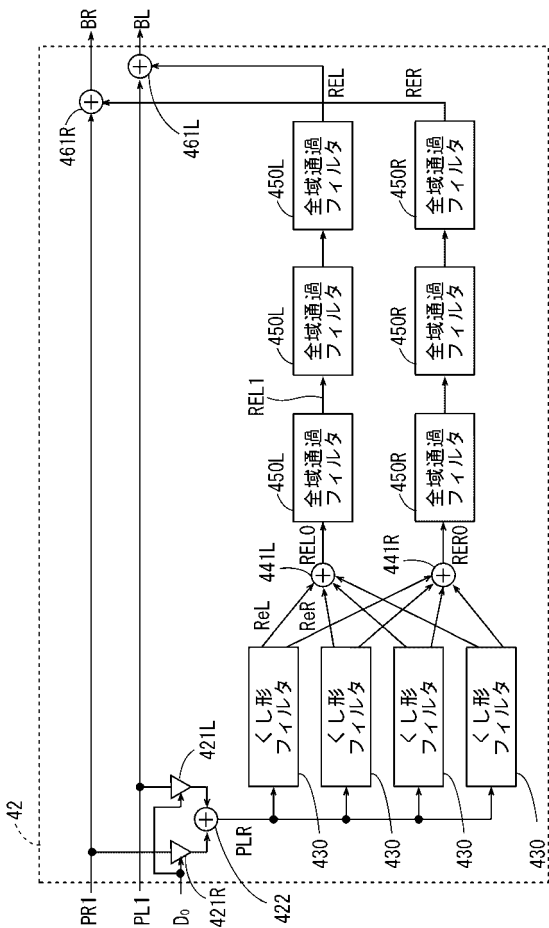
【 図 5 】



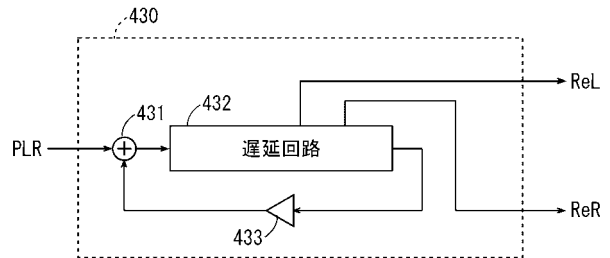
【 図 6 】



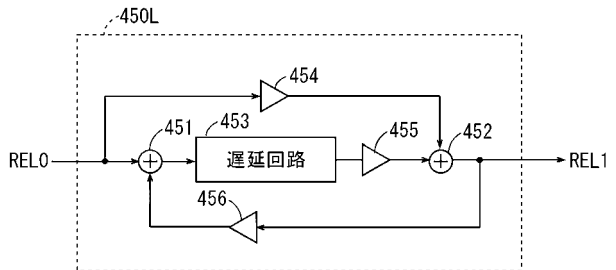
【 図 7 】



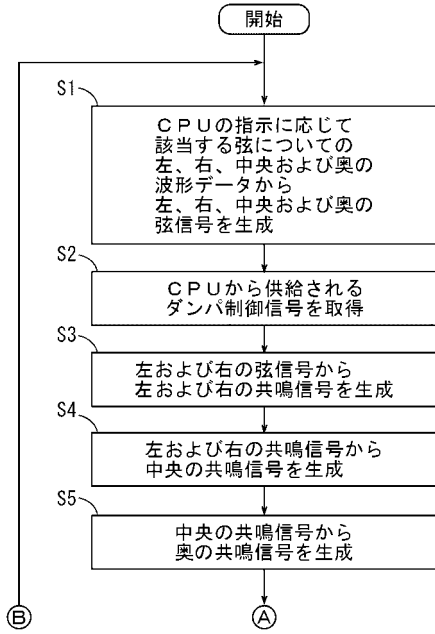
【 図 8 】



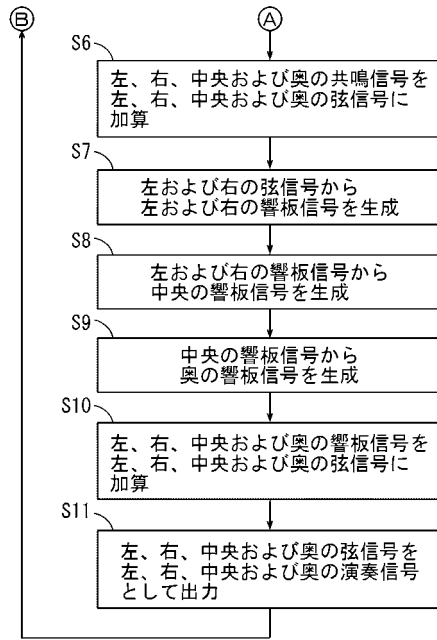
【 図 9 】



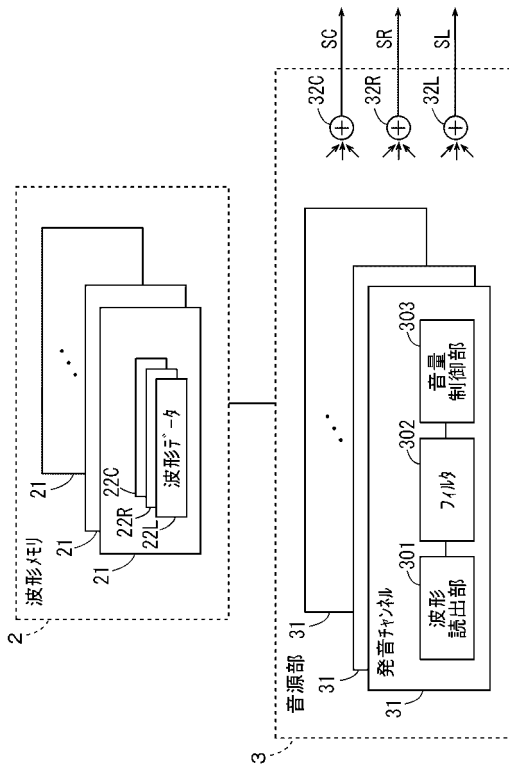
【図 1 0】



【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】

