

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4612541号  
(P4612541)

(45) 発行日 平成23年1月12日(2011.1.12)

(24) 登録日 平成22年10月22日(2010.10.22)

(51) Int.Cl. F I  
G 1 O H 1/00 (2006.01) G 1 O H 1/00 Z

請求項の数 8 (全 17 頁)

|           |                               |           |                                   |
|-----------|-------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2005-379201 (P2005-379201)  | (73) 特許権者 | 000004226                         |
| (22) 出願日  | 平成17年12月28日(2005.12.28)       |           | 日本電信電話株式会社                        |
| (65) 公開番号 | 特開2007-178860 (P2007-178860A) |           | 東京都千代田区大手町二丁目3番1号                 |
| (43) 公開日  | 平成19年7月12日(2007.7.12)         | (74) 代理人  | 100121706                         |
| 審査請求日     | 平成20年1月28日(2008.1.28)         |           | 弁理士 中尾 直樹                         |
|           |                               | (74) 代理人  | 100066153                         |
|           |                               |           | 弁理士 草野 卓                          |
|           |                               | (74) 代理人  | 100128705                         |
|           |                               |           | 弁理士 中村 幸雄                         |
|           |                               | (72) 発明者  | 守谷 健弘                             |
|           |                               |           | 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日<br>本電信電話株式会社内 |
|           |                               | (72) 発明者  | 柏野 牧夫                             |
|           |                               |           | 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日<br>本電信電話株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遠隔地における合奏方法及びそれに用いる電子楽器及びそのプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

スピーカーから再生される自地点の入力楽音情報に基づく楽音信号と、スピーカーから再生されるネットワークを介して受信した他地点の演奏情報に基づく楽音信号と、が同期するように、自地点での演奏を行うための電子楽器において、

人間の動作に基づく入力楽音情報を上記ネットワークを介して上記他地点に送信する送信手段と、

上記他地点で合奏する電子楽器からの演奏情報を受信する受信手段と、

上記入力楽音情報を上記2つの地点間の通信の往復遅延時間以上の時間の40%から60%の範囲の所定の時間遅らせる遅延手段と、

上記遅延手段により遅延された入力楽音情報と、上記受信手段で受信した演奏情報とから楽音信号を生成すると共に混合する楽音生成手段と、

上記楽音生成手段で混合した楽音信号を出力するスピーカーと、

を具備することを特徴とする電子楽器。

【請求項2】

請求項1に記載の電子楽器において、

上記遅延手段の遅延時間を、上記演奏開始から予め決められた所定時間の順応時間の間、上記所定の時間の遅延時間より長い遅延時間とし、上記順応時間経過後は、上記所定の時間の遅延時間とする順応手段を備えたことを特徴とする電子楽器。

【請求項3】

請求項 1 または 2 に記載の電子楽器において、

上記遅延手段から楽音情報が出力されるタイミングまたは該タイミングと所定の時間差を有するタイミングで、音響以外の刺激を出力する刺激出力手段を備えたことを特徴とする電子楽器。

【請求項 4】

自地点の入力楽音情報に基づく刺激信号と、ネットワークを介して受信した他地点の演奏情報から生成された信号と、が同期するように、自地点での演奏を行うための電子楽器において、

人間の動作に基づく入力楽音情報を上記ネットワークを介して上記他地点に送信する送信手段と、

上記他地点で合奏する電子楽器からの演奏情報を受信する受信手段と、

上記入力楽音情報を上記 2 つの地点間の通信の往復遅延時間以上の時間の 40% から 60% の範囲の所定の時間遅らせた音と同期または所定の時間差を有する音以外の刺激信号を生成する刺激出力遅延手段と、

上記刺激出力遅延手段により生成された刺激信号を出力する刺激出力手段と、

上記受信手段で受信した演奏情報から生成された信号を出力する手段と、

を具備することを特徴とする電子楽器。

【請求項 5】

スピーカーから再生される自地点の入力楽音情報に基づく楽音信号と、スピーカーから再生されるネットワークを介して受信した他地点の演奏情報に基づく楽音信号と、が同期するように、自地点での演奏を行うための遠隔地における合奏方法において、

送信手段が、人間の動作に基づく入力楽音情報を上記ネットワークを介して上記他地点に送信する送信過程と、

受信手段が、上記他地点で合奏する電子楽器からの演奏情報を受信する受信過程と、

遅延手段が、上記入力楽音情報を上記 2 つの地点間の通信の往復遅延時間以上の時間の 40% から 60% の範囲の所定の時間遅らせる遅延過程と、

楽音生成手段が、上記遅延手段により遅延された入力楽音情報と、上記受信手段で受信した演奏情報とから楽音信号を生成すると共に混合する楽音生成過程と、

スピーカーが、上記楽音生成手段で混合した楽音信号を出力する音響信号発生過程と、

を有することを特徴とする遠隔地における合奏方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の遠隔地における合奏方法において、

順応手段が、上記遅延過程の遅延時間を、上記演奏開始から予め決められた所定時間の順応時間の間、上記所定の時間の遅延時間より長い遅延時間とし、上記順応時間経過後は、上記所定の時間の遅延時間とする順応過程と、

を有することを特徴とする遠隔地における合奏方法。

【請求項 7】

自地点の入力楽音情報に基づく刺激信号と、ネットワークを介して受信した他地点の演奏情報から生成された信号と、が同期するように、自地点での演奏を行うための遠隔地における合奏方法において、

送信手段が、人間の動作に基づく入力楽音情報を上記ネットワークを介して上記他地点に送信する送信過程と、

受信手段が、上記他地点で合奏する電子楽器からの演奏情報を受信する受信過程と、

刺激出力遅延手段が、上記入力楽音情報を上記 2 つの地点間の通信の往復遅延時間以上の時間の 40% から 60% の範囲の所定の時間遅らせた音と同期または所定の時間差を有する音以外の刺激信号を生成する刺激出力遅延過程と、

刺激出力手段が、上記刺激出力遅延手段により生成された刺激信号を出力する刺激出力過程と、

出力手段が、上記受信手段で受信した演奏情報から生成された信号を出力する信号発生過程と、

10

20

30

40

50

を有することを特徴とする遠隔地における合奏方法。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 4 の何れかに記載した電子楽器としてコンピュータを機能させるための電子楽器プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ネットワークを介して異なる地点間で合奏する遠隔地合奏に用いる電子楽器及びその合奏方法とそのプログラムに関し、特にネットワークの遅延時間に基づいて演奏者が感じる違和感を減少させて円滑な合奏を可能にしようとする技術に係わる。

10

【背景技術】

【0002】

最近、音楽データファイル (Musical Instrument Digital Interface、以下MIDIと略す) をネットワークを介して交換することで、ライブ中継や遠隔地間同士で電子楽器の合奏を行う遠隔地合奏が行なわれる様になって来ている。

この遠隔地合奏を行う方法として、従来からネットワークによる遅延時間分の時間遅らせて同時に楽音を発生させる考え方が知られている。その方法の一つである非特許文献 1 に示されている技術を図 1 2 を参照して説明する。

図 1 2 は、ネットワークを介した異なる地点であるサイト A とサイト B の演奏者が、例えば 1 2 小節のブルース進行などの、同一のコード進行の繰り返しを、テンポ一定で演奏する様子を示す図である。

20

【0003】

つまり、ネットワーク上の遅延時間分以上の時間だけ正確に遅らせてサイト A と B との間で MIDI ファイルを交換することで、ネットワーク上の通信の遅延時間の影響を受けないようにしたものである。したがって、楽音の繰り返し単位、例えば 1 2 小節を一周期として繰り返される部分 (part) の楽音だけをネットワークで交換するようにしたものである。

同様に楽音の同時発音に拘った特許文献 1 に開示された技術を図 1 3 に示す。電子楽器端末 1 3 A と 1 3 B は、ネットワークを介した離れた地点に位置し、時刻  $t_1$  で電子楽器端末 1 3 A が演奏動作を行なう (S 1 3 1)。その演奏動作によって生成された MIDI ファイルは、別に測定したネットワーク上の遅延時間 ( $t_{net}$ ) 以上の遅延時間である  $T$  後 ( $T > t_{net}$ ) の楽音を発生させたい時刻  $t_4$  の時刻情報と共にパケット (packet) 化され、電子楽器端末 1 3 B に送信される (S 1 3 2)。その楽音を発生させたい時刻情報  $t_4$  と MIDI ファイルから成るパケットを受信した電子楽器端末 1 3 B は (S 1 3 3)、電子楽器端末 1 3 A の楽音を、時刻  $t_4$  において発生する (S 1 3 4)。電子楽器 1 3 A では、同時刻の時刻  $t_4$  で自身の楽音を発生させる (S 1 3 5)。

30

【非特許文献 1】R M C P : 遠隔音楽制御用プロトコルを中心とした音楽情報処理 ; 情報処理学会論文誌 Vol. 40, No. 3, 情報処理学会, pp. 1335-1345 (1999) (図 6)

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 1 9 5 9 8 2 (図 3)

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記したような従来の技術では、演奏者にネットワーク上の遅延時間に基づく違和感があり、快適な合奏が行なえなかった。

非特許文献 1 の技術では、そもそも一定のリズムを刻む一部のパートの MIDI ファイルの交換を行なうものであり、サイト A と B において同じ音楽を共有することができない。つまり、MIDI ファイルを交換した同一コード進行の一部の旋律のみを共有するものであって、本来の合奏が実現できない。

また、特許文献 1 の技術では、一方の演奏動作に基づく楽音情報を、ネットワークの遅延時間以上遅らせて発音させる時刻情報と共に他方に送信することで、両方で同時刻に楽音

50

を発生させる記載が見られる。しかし、他方の楽器をどのように演奏したら合奏出来るのかについての記載がない。特許文献1の段落〔0025〕に、「電子楽器端末13Bの演奏音を13Aで発生させる場合も、同様の処理を行なえばよい」との記載があるだけで、ネットワークを介して送信されて来る演奏音に自身の楽音をどのようにして同期させるのか、についての記載が一切ない。つまり、遠隔地間で楽音は同時に発生するが、演奏者同士が一体感を感じる合奏演奏を行なうための技術は何ら示されてない。

【0005】

この発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、人間が持つ同期感覚を用いた錯覚現象を用い、違和感の少ない遠隔地合奏を可能にした電子楽器及びその合奏方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明による電子楽器は、人間の演奏動作による入力楽音情報を送信手段によってネットワークに送信すると共に、他地点から送信されて来た演奏情報を受信する受信手段を持ち、自身の演奏動作に基づく入力楽音情報を、遅延手段により、所定時間の遅延時間遅らせて楽音生成手段に伝達させ、その遅延させた自身の楽音情報と受信した他地点からの演奏情報とを楽音生成手段により、それぞれの楽音信号に生成すると共に混合し、演奏情報からの楽音信号づく楽音が、上記電子楽器の演奏タイミングを提供する。

【0007】

更にこの発明の合奏方法は、ネットワーク上の通信の往復遅延時間を測定し、上記往復遅延時間測定過程で得られた往復遅延時間を分割し、上記遅延時間分割過程で分割された第1の遅延時間と第2の遅延時間とを上記異なる両地点に対して分け合い与え、自地点の電子楽器の上記入力楽音情報をその地点に分けられた遅延時間だけ遅延して楽音信号を生成し、相手地点より受信した演奏情報を直ちに楽音信号として生成すると共に両生成された楽音信号を合成する。

【発明の効果】

【0008】

以上のようにこの発明の電子楽器を用いて、他地点から送られて来る演奏情報に基づく楽音に合わせて自身の演奏操作を行なうことで、自身の演奏もそれに同期しているように錯覚し、遠隔地同士でも違和感の少ない合奏を行なうことができる。この発明の合奏方法によれば、地点Aと地点Bでの楽音は同時に発生しないが、同一の楽曲を共有することが出来る。つまり、ネットワークの遅延時間分、お互いの演奏にずれは生ずるが同時に合奏しているように感じる。このずれは、通信手段(ネットワーク)で接続されたA地点及びB地点の演奏者には認識されない。したがって、遠隔地間で離れて演奏する演奏者同士が一体感を感じて合奏することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、この発明の実施の形態を図面を参照して説明する。以降の説明において、同一のものには同一の参照符号を付け、説明は繰り返さない。

[第1実施形態]

【実施例1】

【0010】

図1にこの発明の電子楽器の基本機能構成を示す。電子楽器は、ネットワーク10に接続されている。このネットワーク10は、LAN(Local Area Network)やWAN(Wide Area Network)や、インターネット(Internet)であり、これを介して電子楽器と同一構成のこの発明による電子楽器が接続されている。

電子楽器(以下、電子は省略し単に楽器と称す)は、例えば電子ピアノのキーボードである演奏入力手段12と、その演奏入力信号が入力されるマイクロプロセッサ(microprocessor)ICで構成される楽器制御MPU14と、楽器制御MPU14(以下MPU14と略す)に遅延時間を設定する遅延時間設定手段16と、MPU14が出力するMIDIデ

10

20

30

40

50

ータに基づく楽音信号を生成する楽音生成手段 1 8 と、楽音信号を音響信号に変換するスピーカー 2 0 とで構成される。

【 0 0 1 1 】

このようにこの実施例 1 による楽器は、プロセッサ I C を中心として形成されているので、プロセッサ I C 内の R O M 及び R A M に記憶するコンピュータプログラムによって、その機能が実現出来るものである。

演奏者が演奏入力手段 1 2 を操作すると、演奏入力手段 1 2 は直に楽音情報生成手段 1 2 a によって楽器 の楽音情報を、例えば MIDI ファイル形式で生成し、M P U 1 4 に入力する。その MIDI ファイルは、演奏情報として送信手段 1 4 a によってネットワーク 1 0 を介して別の場所にある楽器 に送信される。この楽音情報生成手段 1 2 a は、M P U 1 4 10  
の中に設けられていても良い。その場合、M P U 1 4 には演奏入力手段 1 2 からの単純な操作信号のみが入力される。

【 0 0 1 2 】

演奏操作によって発生した楽器 の MIDI ファイルは、遅延手段 1 4 b によって遅延時間設定手段 1 6 によって定められた時間、遅らされて楽音生成手段 1 8 に伝達される。一方、楽器 からの、楽器 の演奏情報である MIDI ファイルは、受信手段 1 4 c で受信されると直ちに楽音生成手段 1 8 に伝達される。

つまり、遠く離れた場所にある楽器 からの演奏情報は、その MIDI ファイルが受信されたと同時に楽音生成手段 1 8 によって楽音信号に変換されるが、自身 (楽器 ) の演奏操作に基づく入力楽音情報は、遅延手段 1 4 b によって所定の時間遅らされた後に楽音信号 20  
に変換されるように構成されている。

【 0 0 1 3 】

遅延手段 1 4 b が自身の入力楽音情報を遅延させる遅延量は、ネットワーク 1 0 上の通信の往復遅延時間に基づいて設定される。その通信の往復遅延時間の測定方法は、いろいろな方法が考えられるが、例えば、ネットワーク 1 0 上での通信がパケット通信により行なわれている場合に楽器 とは別に楽器 のネットワーク 1 0 に対する位置と同等な位置に在るパケット往復遅延時間測定手段 2 2 を用いて、パケット往復遅延時間測定手段 2 2 と楽器 とが所定のパケット交換を行うことで測定する。或いは、特許文献 1 の段落 [ 00 29 ] に記載されているように、パケット往復遅延時間測定手段 2 2 が、ネットワーク 1 0 に接続されたトラフィック ( traffic ) 検出サーバ 2 4 との間でパケット交換を行なうこ 30  
とで通信の往復遅延時間を測定してもよい。

【 0 0 1 4 】

それらの方法で測定したパケット通信の往復遅延時間を 2 分割し楽器 と に分け合い与える。例えば、楽器 から への往路の所要時間が 2 0 m s で、復路が 1 8 0 m s の 2 0 0 m s であったとすると、その往復遅延時間に相当するように、例えば 1 0 0 m s の遅延時間になるように楽器 の遅延時間設定手段 1 6 を設定する。この場合は往復遅延時間を分け合う関係から楽器 の遅延時間も同様に 1 0 0 m s に設定する。

この設定行為は、楽器 と の演奏者が電話等で連絡を取り合っを行なう。或いは、わざわざ電話するのではなく、今、楽器 と との間はパケット通信によって接続されているので、その通信環境に合奏のための演奏情報の他に音声情報や画像情報を乗せることで 40  
、音声又は、音声と画像によって、それぞれの演奏者が連携を取って遅延量の設定を行なうことも可能である。

[ この発明の基本原理解 ]

ここで、この発明の基本原理解について述べる。図 2 ( a ) は、上記した楽器 から への往路の所要時間が例えば 2 0 m s で復路が例えば 1 8 0 m s の遅延時間の時に、楽器 で演奏入力動作 (例えば鍵盤を 1 回押す動作) をした場合に、地点 A と地点 B で得られる楽音のタイミングを示した図である。つまり、ネットワーク上の通信の往復遅延時間を表している。

【 0 0 1 5 】

楽器 を時刻 t a で演奏した場合、離れた地点 B に在る楽器 では、その往路の所要時 50

間分の20ms後の時刻 $t_b$ に楽器のA音が鳴る。B地点ではこのA音に合わせてB音を演奏することが出来る。しかし、B地点での演奏操作に基づく演奏情報をA地点に送ると、A地点では時刻 $t_a$ から200ms後の時刻 $t_c$ でB音が鳴る。

このA地点におけるB音に時刻 $t_a$ の演奏操作に基づくA音を、同期させるためには、演奏操作から200ms後に楽音を発生させなければならない。

これでは、楽器の演奏者は自分の演奏動作とその動作に基づく楽音とのタイミングのずれが大きく違和感も大きい。また、それぞれの地点で演奏される楽音が同期して混合されないと合奏にならない。

#### 【0016】

そこで、この発明では、演奏操作から楽音が出来されるまでの遅延は、ある程度なら許容できる点に着目して、往復遅延時間を楽器とで分け合うようにした。この例では200msである往復遅延時間に対して、例えば、楽器側の遅延時間を100ms、楽器側の遅延時間を100msに設定する。

そう設定した状態で、図2(b)に示すように楽器の演奏者が、A音(以下楽音 $B_1$ と表記する。B地点における楽音 $B_1$ の意味である)に自身の楽器の楽音が同期して発生するように演奏入力を行なう。音楽は一定のリズムとテンポで楽音が刻まれるので、楽音 $B_1$ よりも過去の音を聞いてそれを行なうのは容易である。楽音 $B_1$ に楽器の演奏が同期すると、図2(b)に示すように $t_a$ よりも80ms早い時刻において演奏入力 $B_1$ が行なわれる。演奏入力 $B_1$ に基づく楽器の楽音 $B_1$ は、今、遅延時間が100msに設定されているので、 $t_a$ から20ms後に発生する楽器の楽音 $B_1$ と同時に発生する。

#### 【0017】

一方、楽器の演奏入力 $B_1$ に基づく演奏情報は、ネットワークを介して地点Aの楽器に送信される。楽器から送信された演奏情報は、復路の遅延時間180ms後の $t_a + 100ms$ の時刻に楽器に到達し、楽音 $A_1$ となる。いま、楽器の遅延時間も100msに設定されているので、時刻 $t_a$ で行なわれた楽器の演奏入力 $B_1$ による楽音 $A_1$ も同時に発生する。つまり、絶対的な時間は異なるが、A地点及びB地点で同じ楽音 $B_1$ と $A_1$ を混合して聞くことが出来る。

このように地点AとBでは、同時刻で同一の楽音は発生しないが、それぞれの地点において同一の音楽を共有することが可能になる。同一の音楽を共有するためには、楽器とに設定する遅延時間の和をネットワークの往復遅延時間以上にする必要がある。その関係が保たれば、自身の演奏操作のタイミングから一定時間遅れて発生する自身の楽音に、他人の楽音を同期させることが出来る。この結果、自分の演奏操作がそれに同期したような錯覚を演奏者にもたすことができる。

#### 【0018】

このようにネットワークの往復遅延時間以上の時間を、異なる地点に在る楽器とで分け合う。分け合う割合は半分ずつが最も好ましいが、演奏者の遅延時間に対する許容力には差があることから、例えば楽器に6割、楽器に4割と、50%±10%程度の範囲で可変しても良い。

この発明の遅延時間設定手段16の一具体例を図3に示し、この実施例1の動作を更に詳しく説明する。

#### 【0019】

図3は、遅延時間設定手段16を例えば、16ポジションのロータリースイッチ16aで構成した例を示す。ロータリースイッチ16aは、つまみ16bの位置によって4bitの出力信号線 $b_0 \sim b_3$ が $0_B$ ( $B$ はBinary)から $15_B$ までの値に変化するものである。この出力信号線 $b_0 \sim b_3$ が、MPU14の入力ポート(port)に接続されている。MPU14は、出力信号線 $b_0 \sim b_3$ の値に基づいて、遅延手段14bの遅れ時間を設定する。演奏入力手段12からの入力楽音情報は、その遅延時間分、遅らされて楽音生成手段18に入力される。

#### 【0020】

10

20

30

40

50

楽音生成手段18は、図示していないデジタルコントロールオシレータ、デジタルコントロールフィルタ、デジタルコントロールアンプ及びエフェクタを有し、入力されたMIDIファイルに基づいて楽音波形メモリから楽音波形データを読み出して、その楽音信号を生成するものである。

演奏入力手段12からの入力楽音情報は、ロータリースイッチ16aによって設定された遅延時間分、遅れて楽音生成手段18に伝達されるので、演奏操作から遅れてスピーカー20から楽音音響信号が出力される。

#### 【0021】

図4は図1の動作フローである。MPU14は、演奏入力手段12から入力楽音情報が在った時に発生する楽音割込みと、MPU14が時間計測のために持つタイマー割込み、及び受信手段で演奏情報が受信された際に発生する受信割込みの3つの割込みによって動作を開始する。

10

演奏入力手段12に演奏者からの演奏入力があると入力楽音情報が生成され、MPU14は割込み有りとして動作を開始する(ステップS40)。その割込みは、ステップS41で楽音割込みと判断され、演奏入力手段12から入力されたMIDIファイルを送信手段14aによってネットワーク10を介して楽器に送信する(ステップS42)。送信されたMIDIファイルは、図4には図示していないが、楽器側で演奏情報として受信手段で受信された後、直ちに楽音生成手段において楽音信号が生成され、楽器側のスピーカーから音響信号として出力される。

#### 【0022】

20

楽器においては、自身の入力楽音情報を楽器に送信した後、遅延時間設定手段16が例えばロータリースイッチ16aのつまみ16bの位置を読み込み、ステップS43でその位置に対応した遅延時間を遅延手段14bに設定する。遅延時間を遅延手段14bに設定したあと、割込み待ち(ステップS40)に戻る。

この状態でMPU14が持つ例えば10ms間隔で発生するタイマー割込みを待つ。タイマー割込みが発生すると再びMPU14は動作を開始し、ステップS47でタイマー割込みと判断され遅延手段14bに設定された遅延時間の計時処理を行う(ステップS44)。例えば、遅延時間が100msだとすると、10ms間隔のタイマー割込みを数える処理を、10回繰り返す(ルート1)。ルート1の処理を10回繰り返すと、入力楽音情報が入力されてから100msの時間が経過するので、遅延時間計時がタイムアップしたと判断され(ステップS45)、MPU14から入力楽音情報が楽音生成手段18に出力される。楽音生成手段18は、MPU14から与えられたMIDIファイルに従った楽音信号を生成しスピーカー20から音響信号として出力させる。

30

#### 【0023】

遅延時間を待つルート1の処理を行なっている最中に、楽器からの演奏情報が受信手段14cに受信されると、MPU14は受信割込みを生成し、直ちに異なる地点における演奏情報である受信したMIDIファイルを、楽音生成手段18に出力する。

楽音生成手段18は、上記したようにMIDIファイルに基づく楽音信号を生成するものであり、遅延手段14bからの入力楽音情報によって楽音信号を生成する楽音生成部18aと、受信手段14cからの演奏情報によって楽音信号を生成する楽音生成部18bを別々に持ち、その2つの楽音信号を混合部18cで混合してスピーカー20の入力信号とするものである。

40

#### 【0024】

したがって、自身の遅延させた入力楽音情報と、受信した演奏情報とが同時に楽音生成手段18に入力されたとしても、お互いの楽音信号が潰し合うことなく合奏音として再生される。

なお遅延時間の計時を、タイマー割込みを数えるソフトウェアタイマの例で説明したが、専用のハードウェアタイマを用いてもよい。

以上述べたように、自身の演奏操作に基づいて発生する入力楽音情報は、遅延手段14bで所定の時間、遅らされて音響信号に変換され、ネットワーク10を介して入力される

50

他者からの演奏情報は、受信されると直ぐに音響信号に変換される。

【 0 0 2 5 】

したがって、楽器 の遅延手段 1 4 b の遅延時間と、楽器 の遅延手段の遅延時間との和を、上記したようにネットワークの packets 通信の往復遅延時間以上に設定することで快適な合奏を行なうことが可能になる。

【 実施例 2 】

【 0 0 2 6 】

上記した実施例 1 では、演奏者は他者が演奏した楽音をペースメーカーとして、自身の演奏動作に基づく楽音の発生が設定された遅延時間だけ後れたタイミングで行なわれ、その他者の演奏楽音に感覚的に同期させていた。この感覚を同期させる過程において、遅延時間を切り替える順応手段を設けることで更に快適な合奏が可能になる。

つまり、この感覚を同期させる最初の遅延時間を実施例 1 で決められた遅延時間より相当大きくしておき、ある程度その大きな遅延時間に自身の感覚を順応させた後に、一気に短い遅延時間、つまり上記実施例 1 で決められた遅延時間に短縮する。そうすると、最終的に設定される遅延時間が例えば上記した 1 0 0 m s と同じ時間であっても、人間の感覚としては、最初から 1 0 0 m s に自分の感覚を合わせるよりも遅れが短くなったように感じる。

【 0 0 2 7 】

他の例でこの順応現象を説明する。例えば、映画のエンディングで表示される出演者等のクレジット表示の様に、スクリーンの下から上に文字が連続的にスクロールされている時間が一定時間継続した後に、そのスクロールが停止すると、一瞬スクロールが逆方向になったような錯覚を覚える。これは視覚の事例であるが、聴覚も同様である。大きな遅延時間に慣れた後に、その時間が短くなると、最初からその短い遅延時間に同期させる場合よりも、その遅延時間を短く感じる。

この順応現象を利用した動作（順応手段）を付加した動作フローを図 5 に示し、その動作を説明する。図 5 は、順応現象を利用した 2 種類の遅延時間を遅延手段 1 4 b に設定する動作を示す動作フローであり、上記した図 4 のステップ S 4 3 ~ S 4 5 の部分だけを示したものである。

【 0 0 2 8 】

演奏入力手段 1 2 からの入力楽音情報を送信手段 1 4 a によってネットワーク 1 0 を介して楽器 に送信するステップ 4 2 を経て、入力楽音情報が演奏の最初の入力で有るか否かが判断される（ステップ S 4 3<sub>1</sub>）。ステップ S 4 3<sub>1</sub> で演奏の最初の入力信号であると判断されると、最初入力フラグ（以下、S F と略す）をセットする（ステップ S 4 3<sub>2</sub>）。フラグは特に図示しないが、プロセッサ I C 内に構成される R A M 内の予め決められた領域に形成されるものである。

最初入力フラグを“ 1 ”（論理レベル 1）にセット（ステップ S 4 3<sub>2</sub>）した後に、順応タイマーの計時をスタートさせる（ステップ S 4 3<sub>3</sub>）、順応タイマーの計時時間は例えば 3 分間である。順応タイマーの計時をスタートさせた後に、遅延手段 1 4 b に大きな遅延時間例えば packets 通信の往復遅延時間以上の大きな時間、例えば 3 0 0 m s を（T D L = 3 0 0 m s）遅延手段 1 4 b にセットする（ステップ S 4 3<sub>4</sub>）。遅延手段 1 4 b は、タイマー割込みによってセットされた遅延時間 T D L = 3 0 0 m s を計時する（ステップ S 4 4）。同時にタイマー割込みで順応タイマーの計時処理も行なう（ステップ S 5 0）。タイマー割込み処理を繰り返し、セットされた遅延時間 T D L = 3 0 0 m s の計時を終了すると（ステップ S 4 5）、遅延手段 1 4 b は MIDI ファイルを楽音生成手段 1 8 に出力する（ステップ S 4 6）。

【 0 0 2 9 】

3 分間の順応タイマーがタイムアップするまでに演奏入力手段 1 2 から入力される入力楽音情報は、最初の演奏入力で有るか否かを判断するステップ S 4 3<sub>1</sub> で、N ( N o ) ノード ( node ) に分岐された後に、順応タイマーがタイムアップしているか否かが判断される（ステップ S 4 3<sub>5</sub>）。今、演奏入力手段 1 2 からの入力楽音情報が、順応タイマーが

10

20

30

40

50



タイムアップする前の入力であるとする、その入力楽音情報に対しては遅延手段 1 4 b に大きな遅延時間 T D L をセットする ( ルート 2 ) 。

順応タイマーがタイムアップした後の入力楽音情報に対しては、そのタイムアップを判断する処理で分岐され ( ステップ S 4 3 <sub>5</sub> の Y ) 順応タイマーのタイムアップフラグ ( 以下、 J T と略す ) をセット ( ステップ S 4 3 <sub>6</sub> ) した後に、遅延手段に短い、例えば 1 0 0 m s を ( T D S = 1 0 0 m s ) を設定する ( ステップ S 4 3 <sub>7</sub> ) 。

#### 【 0 0 3 0 】

したがって、順応タイマーがタイムアップした後の入力楽音情報に対しては、短い遅延時間で音響信号が発生させられるように動作する。 M P U 1 4 が初期化されたときは、 S F , J T = “ 0 , 0 ”、演奏入力手段 1 2 が操作されて演奏が開始し、順応タイマーがタイムアップするまでの間は、 S F , J T = “ 1 , 0 ”、この 2 つの状態においては、遅延手段 1 4 b は大きな遅延時間 T D L の経過後に MIDI ファイルを楽音生成手段 1 8 に出力する。

順応タイマーがタイムアップする S F , J T = “ 1 , 1 ” の状態においては、遅延手段 1 4 b は小さな遅延時間 T D S の経過後に MIDI ファイルを楽音生成手段 1 8 に出力する。

#### 【 0 0 3 1 】

このように遅延時間を階段状に変化させることで、演奏者は演奏動作から楽音発生までの時間を短く感じる事が出来る。したがって、この順応手段を設けることでより快適な合奏を行なうことが可能となる。

以上、図 5 で説明した動作を機能構成で表すと図 6 になる。演奏入力手段 1 2 からの入力楽音情報は、遅延手段 1 4 b を構成する演奏開始検出部 6 0 に入力される。入力楽音情報があると、演奏開始検出部 6 0 の中の例えば計時時間 3 分の順応タイマー 6 0 a は直ちに計時を開始すると共に、入力楽音情報を遅らせて楽音生成手段 1 8 へ出力する遅延大処理部 6 1 と遅延小処理部 6 2 とに接続される制御線 6 3 を “ 1 ” にセットする。制御線 6 3 が “ 1 ” のとき遅延大処理部 6 1 が選択され、入力楽音情報は、遅延大処理部 6 1 で遅らされて楽音生成手段 1 8 に出力される。制御線 6 3 が “ 0 ” の時は遅延小処理部 6 2 が選択され、入力楽音情報は、遅延小処理部 6 2 で遅らされて楽音生成手段 1 8 に出力される。遅延大処理部 6 1 と遅延小処理部 6 2 における遅延時間量は、遅延時間設定手段 1 6 によってそれぞれ個別に設定される。例えば、図 3 で説明したロータリースイッチ 1 6 a を 2 個設け、遅延大処理部 6 1 の大きな遅延時間、例えば 3 0 0 m s、遅延小処理部 6 2 の小さな遅延時間、例えば 1 0 0 m s を個別に設定出来るようにすればよい。

#### 【 0 0 3 2 】

順応手段を付加することで、演奏開始から順応タイマー 6 0 a がタイムアップするまでの間は、大きな遅延時間で動作し、その後は小さな遅延時間で動作させることが可能である。今、パケット通信の往復遅延時間が 2 0 0 m s の前提で、小さな遅延時間を 1 0 0 m s、大きな遅延時間を 3 0 0 m s として限定して説明を行った。なお、大きな遅延時間を小さな遅延時間の 3 ~ 1 0 倍位の範囲に設定しても順応効果を得ることが可能である。

#### 【 実施例 3 】

#### 【 0 0 3 3 】

順応手段で順応した後に、演奏を休止し、演奏を再開した場合に上記した順応手段を自動的に再起動する再順応手段の処理手順の例を図 7 に示し、その動作を説明する。

順応タイマーがタイムアップする ( ステップ S 7 0 ) と、例えば 1 0 分間を計時する再順応開始タイマーの計時をスタートさせる ( ステップ S 7 1 )。再順応開始タイマーが計時を開始しているときの入力楽音情報によって再順応開始タイマーをリセットさせる ( ステップ S 7 3 )。再順応開始タイマーの計時時間の間に、演奏入力が無いまま再順応開始タイマーがタイムアップすると ( ステップ S 7 4 )、 J T 及び S F がリセットされ ( ステップ S 7 5 , 7 6 )、 M P U 1 4 が初期化されたときの状態である S F , J T = “ 0 , 0 ” となる。

#### 【 0 0 3 4 】

したがって、この S F , J T = “ 0 , 0 ” の状態において入力楽音情報があると、順応動作が最初から動作する。このように自動的に順応動作を再開させる再順応手段を設けるこ

10

20

30

40

50

とで、演奏を休止した後の演奏再開時に一々遠隔地同士で連絡を取り合って、順応手段を再起動する手間が省ける効果が得られる。

なお、再順応開始タイマーの計時する時間を例えば10分で説明したが、その値に固定されるものではなく、遠隔地同士で最初に連携を取って任意の時間幅に設定できるようにしても良い。

#### 【実施例4】

##### 【0035】

これまでに示した実施例は、遅延手段14bで遅らせる時間を、この発明による電子楽器本体とは別に設けられた例えばパケット往復遅延時間測定手段22等で測定して求めた往復遅延時間を元に、演奏者が手動で設定していた。

この遅延時間を楽器自体が測定をして自動的に設定するようにした実施例4を図1を参照してその動作を説明する。説明済みの図1に、演奏入力手段12と受信手段14cとが接続される破線で示す楽音反射時間測定手段80を設けることで、遅延手段14bが入力楽音情報を遅らせて楽音生成手段18にMIDIファイルを出力する時間を自動的に設定することが可能になる。

##### 【0036】

楽音反射時間測定手段80は、演奏入力手段12からの入力楽音情報と、受信手段14cで受信されるネットワーク10を介して異なる場所にある楽器からの演奏情報とから、ネットワーク10上のパケット通信の往復遅延時間を測定し、その往復遅延時間から遅延手段14bの遅延時間を遅延時間設定手段16を介して設定するものである。

その動作フローを図8に示し動作を説明する。楽音反射時間測定手段80は、内部時計80aの時刻情報のタイムスタンプを付けたパケットを生成(ステップS80)し、送信手段14aを経由してネットワーク10を介して異なる場所に在る楽器に送信する(ステップS81)。楽器の構成は、楽器と同一であり、以下の説明において図1に図示していない楽器の機能構成要素には、例えば楽音反射時間測定手段80と参照符号にを付けて区別して標記する。

##### 【0037】

楽器はそのタイムスタンプ付パケットを受信手段14cで受信する(ステップS82)。楽器がタイムスタンプ付パケットを受信すると楽音反射時間測定手段80は、楽器の内部時計80aのタイムスタンプを付けたパケットを生成(ステップS83)し、送信手段14aを介して楽器に送り返す。このとき、 $t_1$ の時刻のタイムスタンプ付パケットを返信する(ステップS84)。

その $t_1$ のタイムスタンプ付パケットは、楽器の受信手段14cで受信される(ステップS85)。 $t_1$ のタイムスタンプ付パケットは、受信手段14cから楽音反射時間測定手段80の楽音反射時間測定部80cに伝達される。楽音反射時間測定部80cは、楽器に送付したパケットのタイムスタンプ $t_1$ と、受信した $t_2$ の2つの時刻情報から楽音反射時間( $t_{nR} = t_2 - t_1$ )を算出する(ステップS86)。次に遅延時間決定部80dが、自身の遅延手段14bに設定する第1の遅延時間 $t_{DS1}$ を $t_{nR}$ から、例えば $t_{DS1} = t_{nR} / 2$ として算出する(ステップS87)。次に相手側である楽器の遅延手段14bに設定する $t_{DS2}$ を、同様に $t_{DS2} = t_{nR} / 2$ として算出する(ステップS88)。

##### 【0038】

この例では、 $t_{DS1}$ が $t_{nR}$ の半分としたが、例えば $t_{DS1}$ を $t_{nR}$ の40%、 $t_{DS2}$ を $t_{nR}$ の60%としてもよい。この比率は予め決めて置けば良い。また、逆に $t_{DS1}$ を $t_{nR}$ の60%、 $t_{DS2}$ を $t_{nR}$ の40%としてもよい。 $t_{DS2}$ を算出したあと、遅延時間決定部80dは $t_{DS2}$ を送信手段14aを介して楽器に送信する(ステップS89)。

楽器側の遅延時間 $t_{DS2}$ は、受信手段14cで受信(ステップS90)され楽音反射時間測定手段80と遅延時間設定手段16を経由して遅延手段14bに設定される(ステップS91)。楽器側ではステップS92で自身の遅延時間 $t_{DS1}$ が遅延

10

20

30

40

50

手段 14 b に設定される。

【0039】

以上述べたように、タイムスタンプ付パケットを交換し合うことで、その時のネットワーク 10 上のパケット通信に要する往復遅延時間を測定することが出来、その測定した往復遅延時間を元に相手と自分自身の遅延時間を持ち合うことが可能である。この方法によれば、楽器 と の内部時計 80 a, 80 b が同期している必要がないので簡単である。

また、楽音反射時間測定手段 80 によって測定した往復遅延時間よりも大きな時間を楽器 と で分け合ってもこの発明は実現できるので、その例を図 8 中に破線で示す。ステップ 86 で求められた楽音反射時間  $t_{nR}$  を元に、楽音反射時間測定手段 80 の中に設けられた総遅延時間決定部 80 c が、 $t_{nR}$  の例えば 1.5 倍の総遅延時間を決定する（ステップ S93）。 $1.5 \times t_{nR}$  の総遅延時間を、遅延時間決定部 80 d が、 $1.5 \times t_{nR}$  の総遅延時間を 100% として 60 ~ 40% の範囲で合計が 100% となるように  $t_{DS1}$  と  $t_{DS2}$  を決定する（ステップ S94）。

10

【0040】

$t_{DS1}$  は自身の遅延手段 14 b に、 $t_{DS2}$  は送信手段 14 a によって楽器 に送信される。

以上の動作を整理すると、楽器 でタイムスタンプ付パケットを生成するステップ 80 ~ 楽音反射時間  $t_{nR}$  を算出するステップ S86 までが、往復遅延時間測定過程となる。続く、楽音反射時間  $t_{nR}$  からそれぞれの遅延時間を求めるステップ S87 とステップ S88 が、遅延時間分割過程となり、相手側の遅延時間  $t_{DS2}$  を送信するステップ S89 ~ それぞれの遅延手段に遅延時間を設定するステップ S92 までが、遅延時間分担過程となる。これらの過程を MPU 14 が実行することで、自動的に自身と相手側の遅延手段 14 b, 14 b に遅延時間を設定することが可能になる。

20

【実施例 5】

【0041】

ネットワーク 10 上のパケット通信に要する往復遅延時間は、時間帯や曜日によってネットワーク 10 にかかる負荷によって変動することが知られている。この変動に対応するためには、実施例 4 に示した往復遅延時間測定過程と遅延時間分割過程、及び遅延時間分担過程とを MPU 14 が定期的に行なうことで、自身と相手の遅延時間を更新すれば良い。

その処理手順を図 9 に示し動作を説明する。楽音反射時間測定手段 80 の内部に往復遅延時間再測定タイマー 80 b がある（図 1 内に破線で示す）。この往復遅延時間再測定タイマー 80 b は、非演奏時に計時を行なうものであり、非演奏状態が例えば 1 時間継続するとタイムアップし、上記した往復遅延時間測定過程 ~ 遅延時間分担過程を実行させるように働くものである。

30

【0042】

非演奏状態が継続すると、往復遅延時間再測定タイマー 80 b がタイムアップする（ステップ S100）。タイムアップすると上記した往復遅延時間測定処理（ステップ S101）、遅延時間分割処理（ステップ S102）、遅延時間分担処理（ステップ S103）が実行され、自身及び相手側の遅延時間が自動的に更新される。

この動作は、必ず非演奏時に行なわれるものである。楽器 がネットワーク 10 に接続されていれば、この動作が行なわれる。したがって、演奏開始の度に往復遅延時間を測定してお互いに遅延時間を設定し合う動作を行なう必要がなくなる。

40

【実施例 6】

【0043】

実施例 5 ではパケット通信に要する往復遅延時間の再測定をタイマーによって周期的に行なう例を示したが、それを時計によって制御することも可能である。再測定の時間を時計によって制御するようにした機能構成の概念図を図 10 に示しその動作を説明する。

上記したようにネットワーク 10 にかかる負荷は、時間帯と曜日によって異なることが多いので、その各時間帯において 1 回ずつ往復遅延時間の測定を自動的に行ない、自身及び相手側の遅延時間を自動的に更新させるようにしたものである。

50

内部時計 80 a はカレンダーまで計時可能であり、各時間帯において“1”となる出力信号線によって楽音反射時間測定手段 80 が起動される。その時間帯としては、例えば、平日の午前の時間帯、例えば 6 時から 12 時を代表して 10 時に“1”となる出力信号線 100 a、同様に平日の 14 時の 100 b、平日の 22 時の 100 c と、週末（土日）の 10 時の 100 d、週末の 14 時の 100 e、週末の 22 時の 100 f の出力信号線によって楽音反射時間測定処理が実行される。

【0044】

楽音反射時間測定処理の動作については、説明済みであるので省略する。このように時計によって、決まった時間にパケット通信に要する往復遅延時間の測定を行なわせることも可能である。

10

【実施例 7】

【0045】

これまでに説明して来たように、この発明は、演奏者がネットワークを介して伝わってくる遠隔地からの演奏情報に、自身の楽器の音を同期させるように演奏することで得られる同期感覚を用いたものである。同期を取るものとしては、演奏の結果である楽音を用いる例を示して来たが、この楽音以外の人間に対する刺激出力手段を設けることで、更に同期を取り易くなる。

図 1 の楽音制御 MPU 14 の中に破線で示す刺激出力遅延手段 110 を設けることで、音以外の例えば光等の人間に対する刺激信号を生成するようにしたものである。刺激出力遅延手段 110 は、遅延時間設定手段 16 によって遅延時間が設定され、演奏入力手段 12 からの入力楽音情報を遅延させて刺激出力手段 111 に伝達するものである。

20

【0046】

この例では、楽音の発生を遅らせる遅延手段 14 b とは別に刺激遅延手段 110 を設けているために、楽音と例えば光による刺激出力との間に時間差を設けることが可能である。もちろん、楽音と刺激信号とを同期させても良い。その場合は、刺激出力遅延手段 110 は必要が無くなり、遅延手段 14 b からの出力信号を刺激出力手段 111 に接続すればよい。

刺激出力手段 111 の具体例を図 11 に示す。演奏者 120 がこの発明を適用した電子ピアノ 122 を演奏している。演奏者 120 は、図示しないスピーカーから聞こえる遠隔地からの演奏音と、刺激出力手段 111 の LED 124 の発光タイミングに自らの楽音を同期させるように演奏する。

30

【0047】

刺激出力遅延手段 110 若しくは遅延手段 14 b から刺激出力手段 111 に供給される信号は、演奏情報をそのまま使っても良いし、楽音に対応するデジタル信号を 1 ショットパルス発生器 111 a で 1 個のパルス波形に変換してもよい。その 1 ショットパルスは LED 駆動回路 111 b に入力され LED 124 を点灯させる。

刺激出力手段 111 の刺激出力としては、光以外の信号も考えられる。光以外の信号の方が好ましいことが多い。何故ならば、演奏会のように演奏者 120 の周りには、第三者が居ることが想定され、そのような場合は、周囲に気づかれない刺激信号の方が好ましい。

40

【0048】

そのような刺激としては、例えば良く知られた低周波マッサージ器に利用される低周波パルスによる電気刺激が考えられる。例えば演奏者 120 の脇腹の皮膚の上に電極 126 を貼り付け、そこに電気刺激を加える方法が考えられる。その電気刺激は、1 ショットパルス発生器 111 a からの 1 個のパルスに対して、例えば 20 ~ 30 V の電圧を 100 ms の時間の間、32 Hz 間隔で発生する低周波パルス発生器 125 によって得ることが可能である。電極 126 を貼り付ける部位は、脇腹を例に上げたが、肩や腹でも皮膚上であればどこでも良い。

【0049】

また、上記低周波数のパルス信号に基づく電気刺激の他に、例えば両耳の後ろに電極を

50

1個ずつ配置し、数mA程度の弱い直流電流を電極間に流すことで、脳の前庭感覚に直接作用して人体に刺激を与える方法がある。この方法によれば、皮膚刺激を抑えつつ電極の陽極側に向かって前庭感覚に加速度感を生じさせることが出来る。この加速度感でリズム感を演奏者に与えることが出来る。この方法は特に図示しないが、原理的には図11に示す低周波パルス発生器125を定電流発生器に置き換えることで実現可能である。

このような電気刺激を用いると、周囲に気づかれずに遠隔地との同期を取ることが可能である。

【0050】

なお、上記した実施例では、楽器制御部をプロセッサICで構成した機能構成例で説明を行ったが、この部分を全てハードウェアだけで構成することも可能である。また、上記したようにプロセッサICで構成する場合は、そのプロセッサを楽器として機能させるためのプログラムを、CD-ROM等の記録媒体やネットワークを介した通信で提供することも可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】この発明の電子楽器の基本機能構成例である実施例1を示す図。

【図2】この発明の基本原理である同期感覚に基づく錯覚現象を説明するための図。図2(a)は通信の往復遅延時間遅れて発生する楽音タイミングを示す図。図2(b)は異なる地点の演奏者が同期した状態で演奏している時の楽音発生タイミングを示す図。

【図3】この発明の遅延時間設定手段16の一具体例を示す図。

20

【図4】実施例1(図1)の動作フローを示す図。

【図5】順応現象を付加した動作フローを示す図であって、図4のステップS43~S45の部分の動作フローを示す図。

【図6】図5に示した動作フローを機能構成例で示す図。

【図7】再順応手段の考え方を示す図。

【図8】パケット通信の往復遅延時間を楽器自身が測定をして自動的に設定するようにした実施例4を示す図。

【図9】パケット通信の往復遅延時間を周期的に測定する動作フローを示す図。

【図10】パケット通信の往復遅延時間を時計が制御する概略の機能構成例を示す図。

【図11】刺激出力手段111の具体例を示す図。

30

【図12】非特許文献1に開示された遠隔地合奏の考えを示す図。

【図13】特許文献1に開示された遠隔地合奏の考えを示す図。

【 図 1 】

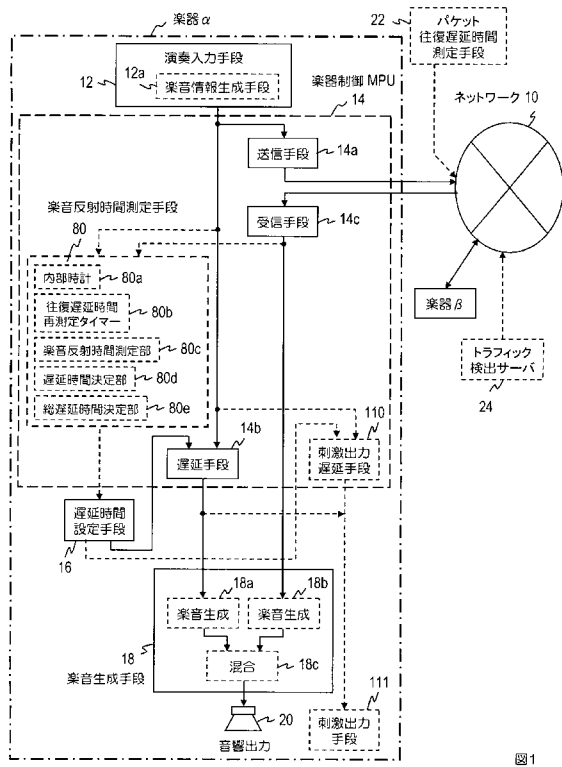


図1

【 図 2 】

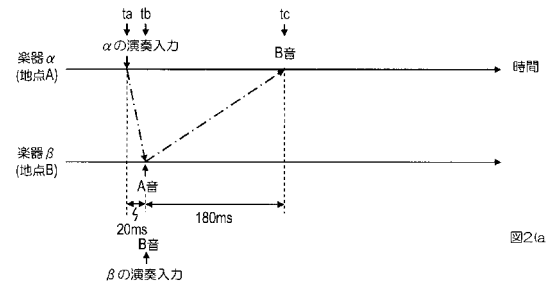


図2(a)

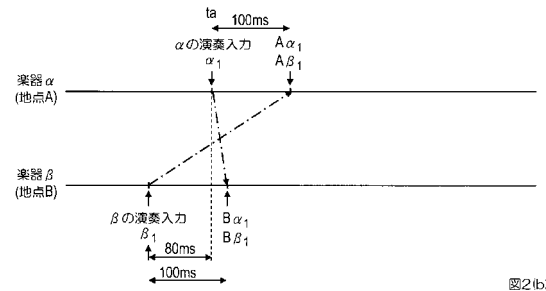


図2(b)

【 図 3 】

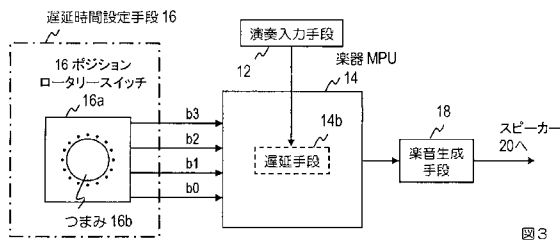


図3

【 図 5 】

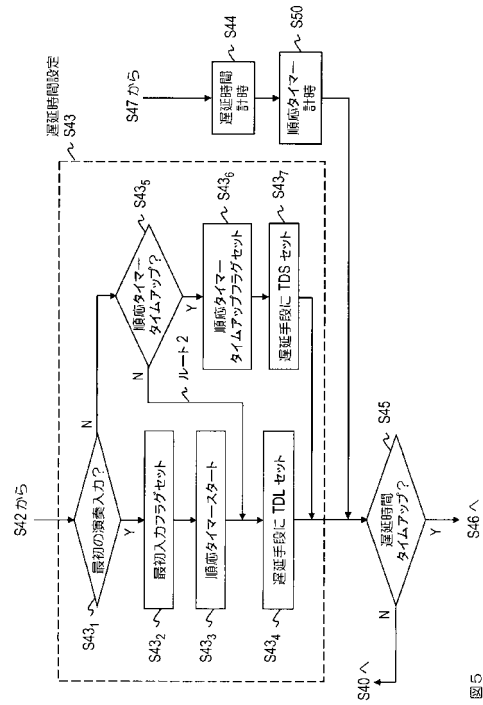


図5

【 図 4 】

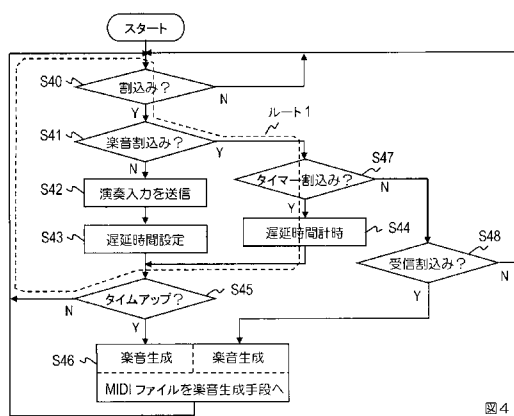


図4

【図6】

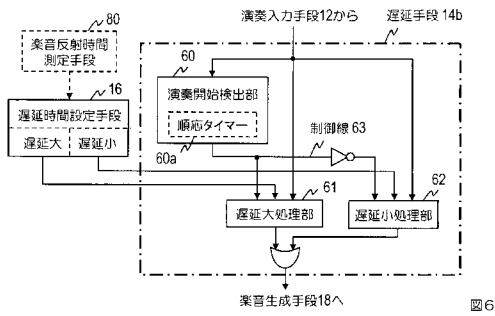


図6

【図7】

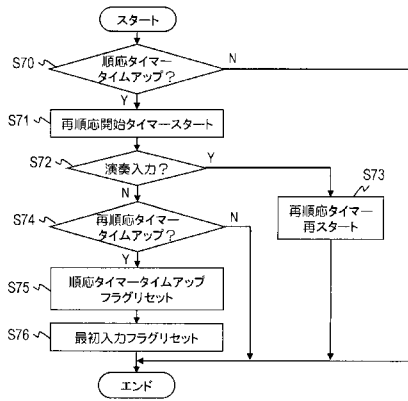


図7

【図8】

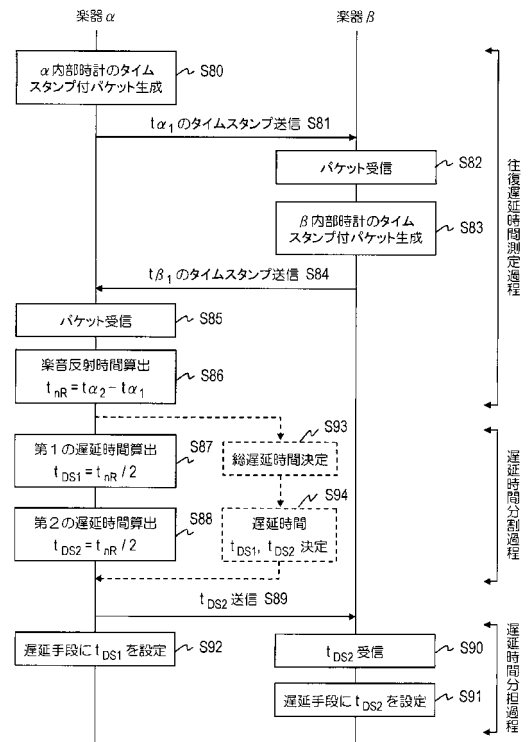


図8

【図9】

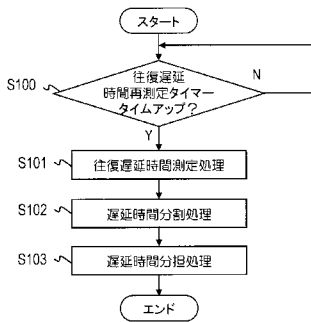


図9

【図11】

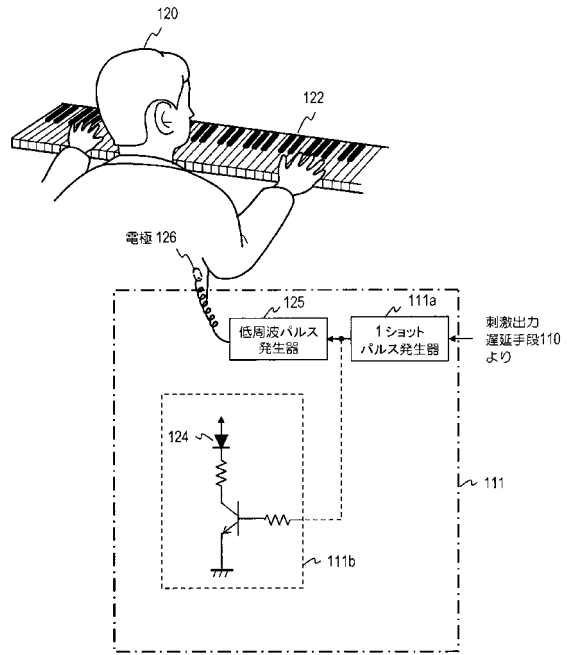


図11

【図10】

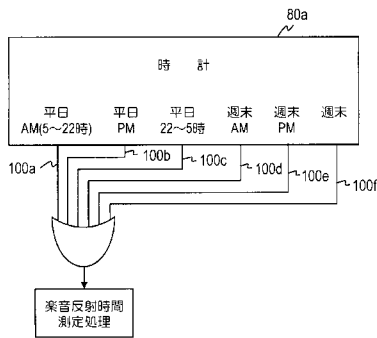


図10

【図12】

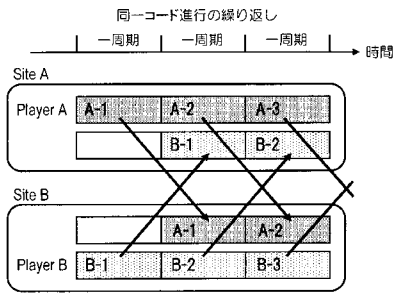


図12

【図13】

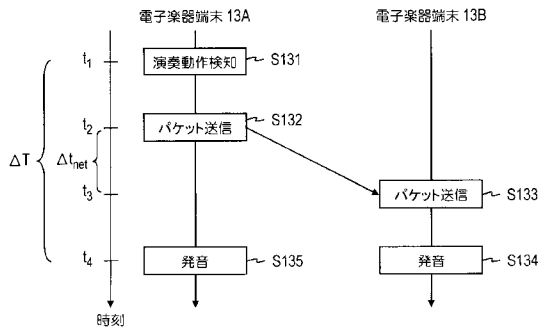


図13



---

フロントページの続き

審査官 鈴木 聡一郎

- (56)参考文献 特開平02 - 204794 (JP, A)  
特開2005 - 195982 (JP, A)  
特開2004 - 325775 (JP, A)  
特開2005 - 128296 (JP, A)  
特開平08 - 256161 (JP, A)  
特開平10 - 083184 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10H 1/00 - 7/12  
G10G 1/00 - 7/02  
G09B 15/00 - 15/08