

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-119776

(43) 公開日 平成11年(1999)4月30日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
G 1 0 H 1/00	1 0 2	G 1 0 H 1/00
1/40		1 0 2 Z
		1/40

審査請求 未請求 請求項の数 9 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-317799

(22) 出願日 平成9年(1997)10月9日

(71) 出願人

廣瀬 峰太郎

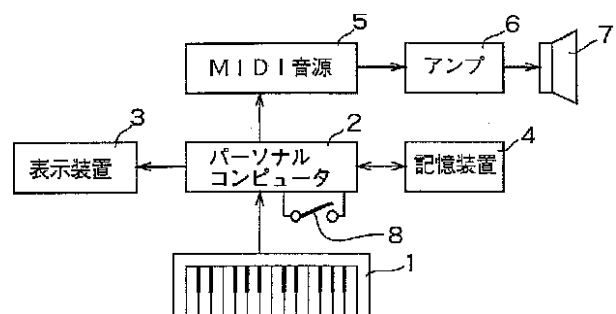
(72) 発明者 廣瀬 峰太郎

(54) 【発明の名称】 音楽演奏装置

(57) 【要約】

【課題】 音楽演奏を容易にする。

【解決手段】 MIDIキーボード1に対する演奏操作から、ノート・オンとノート・オフのタイミングと、ベロシティとのリズム情報が抽出され、記憶装置4に記憶されているMIDIデータが修正される。リズム情報のタイミングで、MIDI音源5にメッセージが送出され、リアルタイムで楽音が発生される。音程などの他の情報は、記憶されている音楽演奏情報に従うので、MIDIキーボード1に対する演奏操作は容易になる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 音楽演奏情報に従って音源を制御し、音源から発生する音響信号を用いて音楽を演奏する音楽演奏装置において、

予め作成される音楽演奏情報を記憶する記憶手段と、リズム情報の少なくとも一部として、音の強弱および時間変化を含む音楽演奏情報をリアルタイムに入力可能な入力手段と、

入力手段に入力される音楽演奏情報に基づいて、記憶手段に記憶されている音楽演奏情報をリアルタイムで読出し、読出される音楽演奏情報に従って音源を制御して音楽演奏を行う演奏手段とを含むことを特徴とする音楽演奏装置。

【請求項 2】 前記記憶手段には、予め定める規格に従って符号化された音楽演奏情報が記憶され、前記演奏手段は、前記入力手段に入力されるリズム情報で、記憶されている音楽演奏情報中で対応するリズム情報を修正し、修正された音楽演奏情報に従って前記音源を制御して、音楽演奏を行うことを特徴とする請求項 1 記載の音楽演奏装置。

【請求項 3】 前記記憶手段には、予め定める規格に従って符号化された音楽演奏情報が記憶され、前記演奏手段は、記憶されている音楽演奏情報に従って前記音源を制御して音楽演奏を行う際に、前記入力手段に入力されるリズム情報で、音源から発生する音響信号を修正しながら、音楽演奏を行うことを特徴とする請求項 1 記載の音楽演奏装置。

【請求項 4】 前記入力手段には、通信網を経由して前記リズム情報を入力することが可能であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の音楽演奏装置。

【請求項 5】 前記入力手段は、音声信号が受信可能であり、前記演奏手段は、記憶されている音楽演奏情報に従って前記音源を制御して音楽演奏を行う際に、前記入力手段に入力される音声信号にタイミングを合わせて、前記音源から発生する音響信号を修正しながら、音楽演奏を行うことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の音楽演奏装置。

【請求項 6】 前記音源として、前記入力手段によって演奏可能な電気楽器を備え、前記演奏手段は、電気楽器の出力の音程を、前記記憶手段に記憶されている音楽演奏情報の音程に従うように変更することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の音楽演奏装置。

【請求項 7】 前記記憶手段には、予め定める規格に従って符号化された音楽演奏情報が記憶され、前記入力手段には、当該規格に従って符号化された音楽演奏情報が入力され、前記演奏手段は、記憶手段に記憶されている音楽演奏情報の内の音程情報を、入力手段に入力される音楽演奏情報の内の音程情報に置換えること

を特徴とする請求項 1 記載の音楽演奏装置。

【請求項 8】 前記演奏手段による演奏内容を、前記規格に従って符号化して保存する保存手段を備えることを特徴とする請求項 7 記載の音楽演奏装置。

【請求項 9】 前記演奏手段が、記憶手段に記憶されている音楽演奏情報に従って前記音源を制御して音楽演奏を行う動作と、前記入力手段に入力される音楽演奏情報に基づいて記憶手段に記憶されている音楽演奏情報を読み出して行う音楽演奏動作とを、切換可能な切換手段を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の音楽演奏装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気楽器や電子楽器などの音楽演奏装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、種々の方式の電気楽器や電子楽器が、音響的に楽音を発生する音響楽器を模倣し、あるいは音響的には発生困難な新規な楽音を発生するためなどに、広く用いられている。電気楽器では、音響楽器と同様に物理的な振動を発生させ、振動を電気信号に変換して増幅し、スピーカで再び音響出力に変換する。電子楽器には、種々の方式が考案され、アナログ的に発生する電気信号の波形や周波数、エンベロープなどを変化させたり、デジタル信号処理で楽音波形を発生させたり、採取した音源波形を加工して楽音として発生させたりしている。

【0003】電気楽器や電子楽器自体の発達とともに、楽器間で、デジタル信号を用いて音楽演奏情報の伝達を統一的に行うため、Musical Instrument Digital InterfaceからMIDIと呼ばれる統一規格が普及している。なお、MIDIはMIDI規格協議会の登録商標となっている。MIDI規格に対応している電子楽器を用いると、予め音楽演奏情報をMIDIデータとして記憶しておき、記憶内容を読み出して、電子楽器に自動的な演奏を行わせることができる。実際に演奏するには技術的に困難な部分も、先に時間をかけてMIDIデータとして作成しておけば、容易に演奏させることができる。

【0004】このように、電子楽器の特徴として、音楽演奏を簡単にして、多くの人に音楽演奏に親しむ機会を与えるということもある。たとえば、特公昭62-8795には、リズムパターンを弾くことによって、メモリに記憶されている音高コードを読み出し、メロディや伴奏を簡単に演奏することを可能にする電子楽器の考え方が開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】音楽の演奏は、それ自体で喜びをもたらすはずである。しかしながら、演奏を容易に行うことができないと、演奏することによる喜びを感じることはできない。特に音響楽器を使用する場合

は、演奏技術を習得し、しかも相当な練習を経た後でない、円滑な演奏を行うことができない。電子楽器に、MIDIデータを予め用意して、音楽演奏を自動化する場合は、実際にリアルタイムで音楽を演奏することはできず、データの作成の段階で間接的に関与することができるだけである。特公昭62-8795の先行技術では、リズムパターンをリアルタイムで演奏すれば、メロディや伴奏の演奏を行うことができるけれども、単なるリズムパターンでは強弱の変化が含まれないので、十分なリズム情報とは言えず、演奏の喜びをほとんど感じることができない。

【0006】本発明の目的は、音楽を容易に演奏することができ、しかも演奏する喜びも感じることができる音楽演奏装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、音楽演奏情報に従って音源を制御し、音源から発生する音響信号を用いて音楽を演奏する音楽演奏装置において、予め作成される音楽演奏情報を記憶する記憶手段と、リズム情報の少なくとも一部として、音の強弱および時間変化を含む音楽演奏情報をリアルタイムに入力可能な入力手段と、入力手段に入力される音楽演奏情報に基づいて、記憶手段に記憶されている音楽演奏情報をリアルタイムで読出し、読出される音楽演奏情報に従って音源を制御して音楽演奏を行う演奏手段とを含むことを特徴とする音楽演奏装置である。

【0008】本発明に従えば、入力手段にリアルタイムに入力される音楽演奏情報には、リズム情報の少なくとも一部として、音の強弱および時間変化を含む。記憶手段に記憶されている音楽演奏情報は、演奏手段によって、リズム情報に基づいてリアルタイムで読出され、音源が制御されて音楽演奏が行われる。音の強弱および時間変化を含むリズム情報を入力手段に対して入力すれば、簡単に音楽演奏を行うことができる。実際に演奏を行っている際には、演奏者の感情などに従ってリズム情報を変化させることができるので、音楽を演奏する喜びも享受することができる。

【0009】また本発明で前記記憶手段には、予め定める規格に従って符号化された音楽演奏情報が記憶され、前記演奏手段は、前記入力手段に入力されるリズム情報で、記憶されている音楽演奏情報中で対応するリズム情報を修正し、修正された音楽演奏情報に従って前記音源を制御して、音楽演奏を行うことを特徴とする。

【0010】本発明に従えば、記憶手段に記憶されている音楽演奏情報は、予め定める規格に従って符号化されているので、リズム情報で対応する部分を容易に識別し、リアルタイムの演奏用に修正することができる。

【0011】また本発明で前記記憶手段には、予め定める規格に従って符号化された音楽演奏情報が記憶され、前記演奏手段は、記憶されている音楽演奏情報に従って

前記音源を制御して音楽演奏を行う際に、前記入力手段に入力されるリズム情報で、音源から発生する音響信号を修正しながら、音楽演奏を行うことを特徴とする。

【0012】本発明に従えば、記憶手段に記憶されている音楽演奏情報は、予め定める規格に従って符号化されているので、リズム情報で対応する部分を容易に識別し、識別された部分で音源から発生する音響信号のタイミングに合わせて修正することができる。

【0013】また本発明で前記入力手段には、通信網を経由して前記リズム情報を入力することが可能であることを特徴とする。

【0014】本発明に従えば、通信網を経由してリズム情報を入力し、記憶手段に記憶されている音楽演奏情報を入力されるリズム情報に従ってリアルタイムで読出し、音源を制御することができる。音楽演奏情報の一部だけを通信網を経由して伝送すればよいので、電話回線など、伝送容量の小さな通信網を介しても十分にリアルタイムの音楽演奏を行うことができる。

【0015】また本発明で前記入力手段は、音声信号が受信可能であり、前記演奏手段は、記憶されている音楽演奏情報に従って前記音源を制御して音楽演奏を行う際に、前記入力手段に入力される音声信号にタイミングを合わせて、前記音源から発生する音響信号を修正しながら、音楽演奏を行うことを特徴とする。

【0016】本発明に従えば、音声信号にタイミングを合わせて音楽演奏を行うことができるので、たとえばカラオケなどの伴奏を歌唱に合わせることも可能となる。

【0017】また本発明は、前記音源として、前記入力手段によって演奏可能な電気楽器を備え、前記演奏手段は、電気楽器の出力の音程を、前記記憶手段に記憶されている音楽演奏情報の音程に従うように変更することを特徴とする。

【0018】本発明に従えば、電気楽器を音源とし、電気楽器の出力の音程を記憶手段に記憶されている音楽演奏情報の音程に従わせるので、電気楽器に対する演奏を容易に行うことができる。

【0019】また本発明で前記記憶手段には、予め定める規格に従って符号化された音楽演奏情報が記憶され、前記入力手段には、当該規格に従って符号化された音楽演奏情報が入力され、前記演奏手段は、記憶手段に記憶されている音楽演奏情報の内の音程情報を、入力手段に入力される音楽演奏情報の内の音程情報に置換えることを特徴とする。

【0020】本発明に従えば、たとえば電子楽器などを演奏して、入力手段に符号化された音楽演奏情報を入力すれば、入力される音楽演奏情報の音程を記憶手段に記憶されている音楽演奏情報の音程に従わせるので、演奏を容易に行うことができる。

【0021】また本発明は、前記演奏手段による演奏内容を、前記規格に従って符号化して保存する保存手段を

備えることを特徴とする。

【0022】本発明に従えば、演奏手段による演奏内容を、保存手段が規格に従って符号化して保存するので、演奏結果を活用することができる。

【0023】また本発明は、前記演奏手段が、記憶手段に記憶されている音楽演奏情報に従って前記音源を制御して音楽演奏を行う動作と、前記入力手段に入力される音楽演奏情報に基づいて記憶手段に記憶されている音楽演奏情報を読み出して行う音楽演奏動作とを、切換可能な切換手段を備えることを特徴とする。

【0024】本発明に従えば、記憶手段に記憶されている音楽演奏情報をそのまま読み出して音源を制御し、音楽を演奏する状態と、記憶されている音楽演奏情報を入力手段に入力されるリズム情報に基づいてリアルタイムで読み出して音源を制御し、音楽を演奏する状態とを、切換手段によって切換えることができる。切換手段を備えることによって、音楽演奏の途中のみに関与するようなことも可能になる。

【0025】

【発明の実施の形態】図1～図6で、本発明の実施の形態形態を説明する。各図で、先行する図と対応する部分には同一の参照符を付し、重複する説明は省略する。

【0026】図1は、本発明の実施の第1形態の概略的な電気的構成を示す。入力手段であるMIDIキーボード1は、複数の鍵盤状のキーを有し、キーへの操作に対応してMIDIメッセージをリアルタイムに発生することができる。MIDIメッセージはシリアルデータとして、演奏手段であるパーソナルコンピュータ2のMIDI INに入力される。パーソナルコンピュータ2は、予め設定され、内部のメモリに格納されているプログラムに従って、表示装置3で画像表示を行いながら、記憶装置4に標準MIDIファイル形式などで記憶されているMIDIデータを読み出す。パーソナルコンピュータ2は、MIDI音源5にMIDIデータを与えて、楽音を発生させることができる。MIDI音源5から発生した楽音は、アンプ6で電気的に増幅され、スピーカ7で音響出力に変換される。パーソナルコンピュータ2は、入力装置としてキーボードやマウスなどを備え、各種動作の指示やデータの設定などを行うことができる。切換スイッチ8は、キーボードに備えられるスイッチやキーのいずれかをプログラムによって割当てたり、表示装置3の表示画面で表示される画像中に形成し、マウスで操作するようにすることができる。

【0027】表示装置3は、たとえばCRTと略称される陰極線管や、LCDと略称される液晶表示装置などが多く使用される。記憶装置4には、フロッピディスクやCD-ROMなどの着脱可能な記憶媒体が装着可能である。MIDIデータは、一般に標準MIDIファイルの形式で記憶媒体に格納される。パーソナルコンピュータ2は、記憶装置4に記憶されている音楽演奏情報を読み

して、その内容を楽譜の形で、表示装置3に画像表示することもできる。MIDI音源5は、たとえば電子的なシンセサイザを備え、MIDIメッセージに従って楽音を発生することができる。

【0028】MIDIメッセージのうち、主として、キーを押したときに発生するノート・オンと、キーを離れたときに発生するノート・オフのボイスメッセージによってリアルタイムの音楽演奏情報が表される。ノート・オンメッセージには、チャンネルの指定と、押されたキーに対応する音程を表すノートナンバと、キーの押し方に対応するベロシティとが含まれる。

【0029】図2は、図1の実施形態で、切換スイッチ8による切換の考え方を示す。ステップa1から動作を開始し、ステップa2で切換スイッチ8がONになっているか否かを確認する。ONになっているときは、ステップa3で、MIDI半自動演奏を行う。ステップa2で切換スイッチ8がONになっていないと判断されるときは、ステップa4で通常のMIDI自動演奏を行う。MIDI自動演奏では、記憶装置4から読み出したMIDIデータを、MIDIメッセージとして、順次MIDI音源5に与えるシーケンサとして動作する。ステップa3のMIDI半自動演奏、およびステップa4のMIDI自動演奏は、記憶装置4に記憶されているMIDIデータが終了するか否かを随時確認している。MIDIデータが終了しないと判断されるときは、ステップa2に戻る。以下、MIDIデータがある限り、ステップa2からステップa5までの動作を繰返し、MIDIデータが終了すれば、ステップa6で動作を終了する。

【0030】切換スイッチ8の操作によって、一つの曲の途中で、演奏状態を切換え、興味がある部分だけ半自動で演奏し、他の部分は自動演奏させて、それを聴くだけに留めることもできる。

【0031】図3は、図2のステップa3の半自動演奏の基本的な動作を示す。ステップb1から動作を開始し、ステップb2では、MIDIキーボード1からノート・オンを示すMIDIメッセージが入力されるのを待つ。ノート・オンになると、ステップb3で、記憶装置4から最初のMIDIデータを読み込む。読み込まれたMIDIデータの内、ベロシティは、ステップb4でMIDIキーボード1から入力されたノート・オンメッセージ中のベロシティで置換される。ステップb5では、ベロシティが置換されたMIDIデータをMIDIメッセージとしてMIDI音源5に送出する。ステップb6では、MIDIキーボード1からノート・オフメッセージが入力されるのを待つ。先に押したキーを離せば、ノート・オフメッセージが発生される。キーが押し続けられているとき、ノート・オンのMIDIメッセージは、最大限として規定される時間を越えない時間間隔で発生する必要があるため、ステップb5に戻って、ノート・オンの継続に対応するMIDIデータを送出す

る。ステップb6で、ノート・オフが入力されると、ステップb7でMIDI音源5に送出するMIDIデータもノート・オフのメッセージとなるよう変え、ステップb8で1つの音符に対応する半自動演奏動作を終了する。

【0032】なお、半自動演奏を含めた演奏全体で、MIDI音源5に送出するMIDIメッセージの内容は、記憶装置4などにも記憶しておくことができる。次に演奏するときのMIDIデータとして利用することによって、演奏内容を好みの方向に近づけることができる。

【0033】図4は、本発明の実施の第2形態の概略的な電氣的構成を示す。本実施形態では、入力手段として、電気楽器9を用いる。電気楽器9では、たとえば弦などの振動要素を演奏動作で物理的に振動させ、振動を電氣的に検出して増幅し、音響出力に変換する。電気楽器9からは、振動要素に特有のエンベロープの変化も得られる。本実施形態では、電気楽器9の出力から、エンベロープ成分を抽出する。記憶装置4には、予め音楽演奏情報が記憶されている。演奏手段としてのパーソナルコンピュータ2は、記憶されている音楽演奏情報を、抽出されたエンベロープ成分で修正し、アンプ6で増幅して楽音として音響化することができる。エンベロープは、個々の音の発生状態を規定するので、音が集って構成されるリズムに関する情報も、エンベロープの集合から得ることができる。

【0034】また、電気楽器9の出力から、音の強弱とテンポをリズム情報として取り出し、その情報に基づいてより細かいリズムパターンの強弱やテンポを修正するようにすることも可能である。リアルタイムで直接演奏することが困難な、急速に変化するパッセージなどでは、電気楽器9への実際の操作よりも早い変化で音を発生させることができるように、電気楽器9の出力は部分的なタイミングの基準として用いるようにすればよい。このような考え方を適用すると、たとえばパーソナルコンピュータ2に備えられるマウスを動かして拍子を取り、その移動のリズムに基づいて、記憶装置4に記憶されている音楽演奏情報のテンポや強弱を修正することも可能である。また、手などの動きを撮像して、画像中での移動状態を検出し、指揮と同様な感覚で音楽演奏のリズムを制御することもできる。

【0035】さらに、電気楽器9の発生する音をパーソナルコンピュータ2でサンプリングし、記憶装置4に記憶されている音楽演奏情報中の音程情報に合わせて、再生レートを変えたり、再生レートは一定にしてデータの間引や補間を行ったりすれば、電気楽器9で発生した音程とは異なる音程に変換することもできる。

【0036】図5は、本発明の実施の第3形態の概略的な電氣的構成を示す。本実施形態では、図1の実施形態と同様な音楽演奏装置10にモデム11を接続し、公衆電話回線12などの通信線を介して遠隔地からのリズム

情報を受信し、それに基づく演奏を可能にしている。公衆電話回線12を介する相手方にも、モデム13を介して音楽演奏装置10と同等の音楽演奏装置14が接続されていれば、公衆電話回線12を介する合奏を行うこともできる。合奏を行う場合は、相手方の音楽演奏情報も記憶装置4に予め記憶しておき、受信されたリズム情報に従って楽音を発生させればよい。本実施形態の音楽演奏装置10、14は、MIDI規格に準拠していても、公衆電話回線12を通じて伝送する情報は、MIDIメッセージの全部ではなく、リズム情報のみとなるので、伝送する情報量が削減され、公衆電話回線12を介して双方向に伝送して合奏を行うことができる。

【0037】図6は、本発明の実施の第4形態の概略的な電氣的構成を示す。本実施形態では、音声処理装置15によって、マイクロホン16に入力される音声の変化からリズム情報を検出し、記憶装置4に予め記憶されている音楽演奏情報をリズム情報に合うように修正して、音楽演奏を行う。記憶装置4に記憶されている音楽演奏情報が、いわゆるカラオケの伴奏であるときには、歌唱者の音声のリズムに合わせて伴奏のリズムが変化ようになる。したがって歌唱者の方がリズムを主導することができ、自由なテンポで歌唱しても伴奏が追従することができる。

【0038】音声処理装置15では、無音状態から音声の発生が開始される歌い出しの部分は容易に検出可能である。歌い出しからの途中のリズムは、振幅の変化と音程の変化とから検出する。音程の変化は、DSPなどを使用して高速フーリエ変換をリアルタイムで行えば、検出することができる。

【0039】なお、以上説明した実施の各形態では、演奏手段としてパーソナルコンピュータ2を用いているけれども、専用のシーケンサやその他のコンピュータ装置を同様に用いることができる。また実施の第1形態、第3形態および第4形態ではMIDI規格に基づくデータ処理を行っているけれども、同様な規格に従うシステムであれば同様に本発明を適用することができる。また実施の第3形態および第4形態の音源は、必ずしもMIDI音源5である必要はなく、アナログ電圧あるいはデジタルデータで制御可能な音源であれば同様に使用することができる。

【0040】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、音の強弱および時間変化を含むリズム情報を入力手段に対して入力して、簡単に音楽演奏を行うことができる。演奏者の感情などに従ってリズム情報を変化させることができるので、音楽を演奏する喜びも享受することができる。

【0041】また本発明によれば、記憶手段に記憶されている音楽演奏情報を、リズム情報に基づいて、リアルタイムの演奏用に修正することができる。

【0042】また本発明によれば、記憶手段に記憶され

ている音楽演奏情報は、予め定める規格に従って符号化されているので、リズム情報で対応する部分を容易に識別し、識別された部分で音源から発生する音響信号のタイミングに合わせて修正することができる。

【0043】また本発明によれば、たとえば音楽演奏情報の一部だけを通信網を経由して伝送し、電話回線など、伝送容量の小さな通信網を介しても十分にリアルタイムの音楽演奏を行うことができる。

【0044】また本発明によれば、伴奏を歌唱のリズムに合わせることができるので、歌唱を伴奏に合わせる必要はなく、容易に歌唱を行うことができる。

【0045】また本発明によれば、電気楽器の出力の音程を記憶手段に記憶されている音楽演奏情報の音程に従わせるので、電気楽器に対する演奏を容易に行うことができる。

【0046】また本発明によれば、たとえば電子楽器の演奏などによって、入力手段に符号化された音楽演奏情報を入力し、音程を記憶手段に記憶されている音楽演奏情報の音程に従わせ、演奏を容易に行うことができる。

【0047】また本発明によれば、演奏手段による演奏内容を、保存手段が規格に従って符号化して保存するので、演奏結果を活用することができる。

【0048】また本発明によれば、記憶されている音楽演奏情報をそのまま読出して音源を制御する状態と、入力手段に入力されるリズム情報に基づいてリアルタイムで読出して音源を制御する状態とを、切換手段によって切換えることができる。切換手段を備えることによって、音楽演奏の途中のみに関与するようなことも可能になる。

* 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の第1形態の概略的な電気的構成を示すブロック図である。

【図2】図1の切換スイッチ8によるパーソナルコンピュータ2の動作の切換状態を示すフローチャートである。

【図3】図1の実施形態の半自動演奏手順を示すフローチャートである。

【図4】本発明の実施の第2形態の概略的な電気的構成を示すブロック図である。

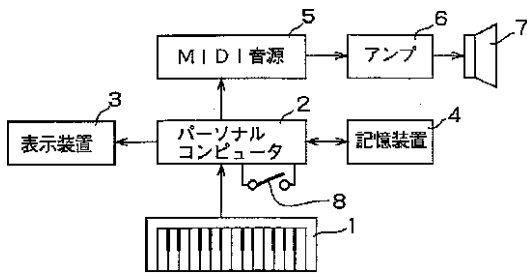
【図5】本発明の実施の第3形態の概略的な電気的構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の実施の第4形態の概略的な電気的構成を示すブロック図である。

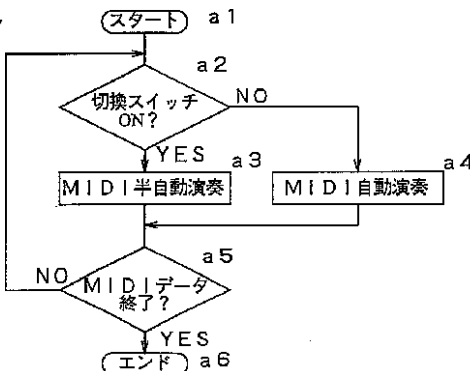
【符号の説明】

- 1 MIDIキーボード
- 2 パーソナルコンピュータ
- 3 表示装置
- 4 記憶装置
- 5 MIDI音源
- 7 スピーカ
- 8 切換スイッチ
- 9 電気楽器
- 10, 14 音楽演奏装置
- 11, 13 モデム
- 12 公衆電話回線
- 15 音声処理装置
- 16 マイクロホン

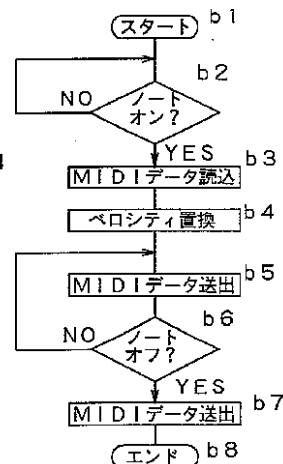
【図1】



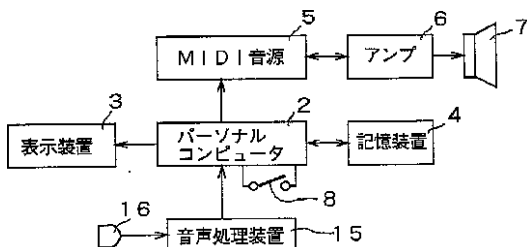
【図2】



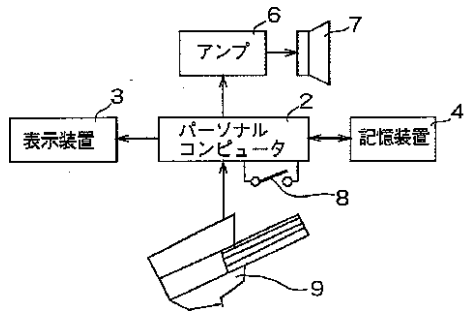
【図3】



【図6】



【図4】



【図5】

