

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

はじかれて振動する振動体と、
 前記振動体を一定の強度ではじいて励振する励振手段と、
 前記振動体の振動波形を検出して前記振動波形を表す振動信号を出力する検出手段と、
 音量を表す音量情報であつて前記振動体の振動とは無関係に設定された音量情報を取得し、前記音量情報に応じて、前記振動信号を増幅する増幅手段と、
 前記増幅された振動信号に従つて発音する放音手段と、
 を備えた、楽器。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の楽器において、
 前記音量情報を記憶した記憶手段をさらに備え、
 前記増幅手段は、前記記憶手段から前記音量情報を取得する、楽器。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の楽器において、
 前記音量をリアルタイムに決定する制御手段をさらに備え、
 前記増幅手段は、前記制御手段から前記決定された音量を表す音量情報を取得する、楽器。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の楽器において、
 音量を指定する操作子を備え、
 前記制御手段は、前記操作子の操作態様に応じて前記音量を決定する、楽器。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の楽器において、
 前記励振手段は、前記振動体をはじく際に所定の方向へ移動する可動部を有し、
 前記制御手段は、前記可動部の動作態様に応じて前記音量を決定する、楽器。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の楽器において、
 前記可動部は、揺動可能に支持された鍵であり、
 前記制御手段は、前記鍵が解放されたとき前記音量を所定値に設定する、楽器。

【請求項 7】

請求項 5 又は 6 に記載の楽器において、
 前記制御手段は、前記可動部の第 1 の動作態様に応じて増幅度を増大させ、前記可動部の第 2 の動作態様に応じて増幅度を減衰させ、前記第 1 の動作態様に応じて設定された増幅度の大きさに応じて、前記増幅度の減衰時間を設定する、楽器。

【請求項 8】

請求項 5 又は 6 に記載の楽器において、
 前記制御手段は、前記可動部の第 1 の動作態様に応じて増幅度を増大させ、前記可動部の第 2 の動作態様に応じて増幅度を減衰させ、前記第 1 の動作態様に応じて設定された増幅度の大きさに応じて、前記増幅度の減衰率を設定する、楽器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動体（金属片、弦など）をはじいて発音する楽器に関する。

【背景技術】

【0002】

下記特許文献 1 に記載されているように、鍵を押すと、前記鍵に組み付けられた爪又は前記鍵に連動して回動するレバーに組み付けられた爪によって振動板がはじかれて発音する楽器は知られている。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-229534号公報

【発明の概要】

【0004】

上記従来の楽器においては、振動体の先端部分が爪によって押し上げられて撓められた後、爪が振動体から離れる際の前記振動体の撓み量は、鍵を押す強さ（押鍵速度）に関わらず一定である。そのため、鍵を押す強さ（押鍵速度）を異ならせても、音の強さは略一定である。つまり、鍵を押す強さ（押鍵速度）に応じて音の強弱を制御することが出来ない。よって、楽器としての表現力に乏しい。

10

【0005】

本発明は上記問題に対処するためになされたもので、その目的は、振動体をはじいて発音する楽器であって、表現力を向上させた楽器を提供することにある。なお、下記本発明の各構成要件の記載においては、本発明の理解を容易にするために、実施形態の対応箇所の符号を括弧内に記載しているが、本発明の各構成要件は、実施形態の符号によって示された対応箇所の構成に限定解釈されるべきものではない。

【0006】

上記目的を達成するために、本発明の特徴は、はじかれて振動する振動体（21_n）と、前記振動体を一定の強度ではじいて励振する励振手段（17_n）と、前記振動体の振動波形を検出して前記振動波形を表す振動信号を出力する検出手段（32_n）と、音量を表す音量情報であって前記振動体の振動とは無関係に設定された音量情報（AM_n）を取得し、前記音量情報に応じて、前記振動信号を増幅する増幅手段（33_n）と、前記増幅された振動信号に従って発音する放音手段（36）と、を備えた、楽器（1）としたことにある。

20

【0007】

この場合、前記音量情報を記憶した記憶手段をさらに備え、前記増幅手段は、前記記憶手段から前記音量情報を取得するとよい。

【0008】

また、この場合、前記音量をリアルタイムに決定する制御手段（37）をさらに備え、前記増幅手段は、前記制御手段から前記決定された音量を表す音量情報を取得するとよい。

30

【0009】

この場合、前記音量を指定する操作子を備え、前記制御手段は、前記操作子の操作態様に応じて前記音量を決定するとよい。

【0010】

上記のように構成した楽器によれば、振動体の振動を表す信号が増幅されて放音手段から音として発せられる。その増幅度は振動体の振動とは無関係に設定された音量情報に従って決定される。前記増幅度を適宜変化させるような音量情報を増幅手段に供給すれば、放音手段から発せられる音の音量を変化させることができる。よって、上記特許文献1の楽器に比べて、本発明に係る楽器の表現力が高い。

40

【0011】

また、本発明の他の特徴は、前記励振手段は、前記振動体をはじく際に所定の方向へ移動する可動部（11_n、17_n）を有し、前記制御手段は、前記可動部の動作態様に応じて前記音量を決定する、楽器としたことにある。

【0012】

この場合、前記可動部は、搖動可能に支持された鍵（11_n）であり、前記制御手段は、前記鍵が解放されたとき前記音量を所定値に設定するとよい。

【0013】

また、この場合、前記制御手段は、前記可動部の第1の動作態様に応じて増幅度を増大させ、前記可動部の第2の動作態様に応じて増幅度を減衰させ、前記第1の動作態様に応

50

じて設定された増幅度の大きさに応じて、前記増幅度の減衰時間を設定するとよい。

【0014】

また、この場合、前記制御手段は、前記可動部の第1の動作態様に応じて増幅度を増大させ、前記可動部の第2の動作態様に応じて増幅度を減衰させ、前記第1の動作態様に応じて設定された増幅度の大きさに応じて、前記増幅度の減衰率を設定してもよい。

【0015】

振動体を振動させる機構と、増幅度を決定するための操作子とが別々に設けられている場合には、両者の動作タイミングを一致させなければ、振動体の振動波形の変化と増幅度の変化とを同期させることができない。これに対し、本発明によれば、可動部は、振動体を振動させる機構の一部として機能するとともに、増幅度を決定する部品としても機能する。よって、本実施形態の構成によれば、振動体の振動波形の変化と増幅度の変化とを容易に同期させることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一実施形態に係る楽器の1つの鍵に関する構成を示す斜視図である。

【図2】図1の楽器の側面図である。

【図3】連結部材が湾曲する様子を説明する概略図である。

【図4】サウンドシステムのブロック図である。

【図5】増幅度の変化を示すグラフである。

20

【図6】本発明の変形例に係るサウンドシステムのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明の一実施形態に係る楽器1について説明する。楽器1は、図1及び図2に示すように、鍵盤装置10、音源部20及びサウンドシステム30を備える。鍵盤装置10、音源部20及びサウンドシステム30は、楽器1の筐体に固定されている。

【0018】

鍵盤装置10は、鍵 $11_n = C_3, C\#_3, \dots, C_5$ 、フレーム12、鍵支持部 $13_n = C_3, C\#_3, \dots, C_5$ 、ストップ $14, 15$ 、コイルばね $16_n = C_3, C\#_3, \dots, C_5$ 、及び連結部材 $18_n = C_3, C\#_3, \dots, C_5$ を備える。本実施形態では、鍵盤装置10は、25個(2オクターブ分)の鍵 11_n を備えているが、鍵の数はこれに限られず、任意に設定可能である。なお、以下の説明において、各部品の符号の添え字である「n」は、その部品に割り当てられた音高を表す。

30

【0019】

鍵 11_n は、前後方向に延設されている。鍵 $11_n = C_3, C\#_3, \dots, C_5$ は、横方向(図2の紙面に垂直な方向)に並べられている。図2に例示する鍵 11_n は、ピアノの白鍵と同様の形状を有するが、ピアノの黒鍵と同様の形状を有していても良い。つまり、鍵 11_n は、割り当てられた音高に応じた形状を有していれば良い。鍵 11_n は、合成樹脂製であり、射出成形法を用いて一体的に形成されている。鍵 11_n は、その長手方向における中間部にて、フレーム12に設けられた鍵支持部 13_n に支持されている。フレーム12は、鍵盤装置10を構成する部材を支持する。鍵支持部 13_n は、横方向(鍵 11_n の並び方向)に平行に延びる軸部 131_n を有している。鍵 11_n は、軸部 131_n の軸線回りに回動可能に支持されている。鍵 11_n の前端部及び後端部の下方には、鍵 11_n の回動範囲を規定するストップ $14, 15$ がそれぞれ設けられている。ストップ $14, 15$ は、合成ゴム、フェルトなどの衝撃吸収部材で構成され、最低音の鍵 $11_n = C_3$ から最高音の鍵 $11_n = C_5$ に亘るように横方向に延設されている。鍵 11_n の前端部の下方には、コイルばね 16_n が設けられている。鍵 11_n の前端が下方へ押されると、鍵 11_n は軸部 131_n 回り(図2において反時計回り)に回動する。その際、鍵 11_n の前端部がコイルばね 16_n に当接してコイルばね 16_n を押し縮める。そして、鍵 11_n の前端部の下面がストップ 14 に当接して、鍵 11_n の回動が規制される。つぎに、鍵

40

50

11_n が解放されると、前記押し縮められたコイルばね 16_n の反発力により、鍵 11_n の前端部が上方へ押されて、鍵 11_n が軸部 131_n 回り（図 2 において時計回り）に回動する。そして、鍵 11_n の後端部の下面がストップ 15 に当接して、鍵 11_n の回動が規制される。

【0020】

鍵 11_n の後端部には、振動板 21_n をはじく爪 17_n が組み付けられている。爪 17_n は、楔形状を有する。すなわち、後方へ向かうに従って、その厚さ（上下方向の寸法）が徐々に小さくなっている。鍵 11_n の後端部の上面と爪 17_n の上面とが薄板状の連結部材 18_n によって連結されている。すなわち、連結部材 18_n の前側部の下面が鍵 11_n の後端部の上面に接合され、連結部材 18_n の後側部の下面が爪 17_n の前端部の上面に接合されている。自然状態（爪 17_n に外力が加えられない状態）において、鍵 11_n の上面と爪 17_n の上面は、略同一平面内に位置している。連結部材 18_n は、可撓性を有する。すなわち、図 3 に示すように、爪 17_n の後端に上方への力が作用すると、連結部材 18_n の後側部が上側へ湾曲するように変形し、爪 17_n の上面が鍵 11_n の上面に對して傾斜した状態になる。一方、連結部材 18_n の後端に下方への力が作用した場合には、爪 17_n の前面が鍵 11_n の後端面に当接するので、連結部材 18_n は湾曲せず、鍵 11_n に対する爪 17_n の姿勢は自然状態と同一である。なお、連結部材 18_n は、金属製又は合成樹脂製のヒンジであってもよい。また、爪 17_n と連結部材 18_n とが一体的に形成されていてもよい。

【0021】

複数の鍵 11_n の後方には、音源部 20 が配置されている。音源部 20 は、振動板 21_{n = C_3, C_{\#3}, \dots, C_5}、及び共鳴箱 22 を備える。振動板 21_n は、鍵 11_n の後方に配置されている。振動板 21_n は、金属製である。振動板 21_n は、本体部 211_n と基端部 212_n とを有する。本体部 211_n は前後方向に延びる板状に形成されている。本体部 211_n の板厚方向が上下方向に一致している。本体部 211_n の長手方向の寸法は、割り当てられた音高に応じて設定されている。すなわち、本体部 211_n の固有周波数が、割り当てられた音高の周波数に対応している。本体部 211_n の後端が基端部 212_n の前端に接続されている。基端部 212_n の幅方向の寸法は、本体部 211_n の幅方向の寸法よりも大きい。基端部 212_n は、共鳴箱 22 の上面に固定されている。基端部 212_n が共鳴箱 22 に固定された状態において、本体部 211_n は、共鳴箱 22 の前端から前方へ突出している。本体部 211_n の前端部は、爪 17_n の後端部の少し上方に位置している。鍵 11_n が押されて図 2 において反時計回りに鍵 11_n が回動し、爪 17_n によって本体部 211_n の前端部がはじかれる。その後、その鍵 11_n が解放されて、図 2 において時計回りに鍵 11_n が回動すると、爪 17_n が本体部 211_n の前端に当接するが、爪 17_n の後端が上方へ押されて連結部材 18_n が湾曲する。つまり、爪 17_n が本体部 211_n を押さえつけない。そのため、本体部 211_n が振動している最中に、鍵 11_n が解放されたとしても、爪 17_n が本体部 211_n の振動を停止させたり、大きな異音（ビビリ）を発生させたりすることなく、鍵 11_n 及び爪 17_n が元の位置（図 2 の状態）に戻る。

【0022】

共鳴箱 22 は、木製の箱であり、本体部 211_n の振動に共鳴して音を発する。共鳴箱 22 は、最低音の鍵 11_{n = C_3} の後方に位置する部分から最高音の鍵 11_{n = C_5} の後方に位置する部分に亘るように横方向に長く形成されている。ただし、鍵 11_n ごとに個別の共鳴箱が設けられても良い。

【0023】

サウンドシステム 30 は、図 4 に示すように、鍵操作検出器 31_{n = C_3, C_{\#3}, \dots, C_5}、振動検出器 32_{n = C_3, C_{\#3}, \dots, C_5}、プリアンプ 33_{n = C_3, C_{\#3}, \dots, C_5}、加算器 34、パワーアンプ 35、スピーカ 36、及び制御部 37、を備える。

【0024】

10

20

30

40

50

鍵操作検出器 31_n は、鍵 11_n の下方に配置されている。鍵操作検出器 31_n は、前後方向に離間した第 1 スイッチ及び第 2 スイッチからなる。鍵 11_n が押されて、鍵操作検出器 31_n の上面が鍵 11_n の下面に当接して押圧されると、前記第 1 スイッチ及び第 2 スイッチがこの順にオフ状態からオン状態へ切り替わる。両スイッチの状態の切り替わりタイミングの時間差は、押鍵速度に対応している。鍵 11_n が解放されると、前記第 2 スイッチ及び第 1 スイッチがこの順にオン状態からオフ状態へ切り替わる。両スイッチの状態の切り替わりタイミングの時間差は、離鍵速度に対応している。

【0025】

振動検出器 32_n は、振動板 21_n の本体部 211_n の下方に配置されている。振動検出器 32_n は、上下方向に伸びる棒状の磁石と、その周りに巻かれたコイルからなる。振動検出器 32_n の上方にて本体部 211_n が振動すると、その振動に応じて振動検出器 32_n の周辺（とくに上方）の磁界が変動する。その磁界の変動に応じた電流がコイルに流れ。このコイルに流れる電流が本体部 211_n の振動波形を表す振動信号 VS_n としてプリアンプ 33_n に供給される。

10

【0026】

プリアンプ 33_n は、後述する制御部 37 によって設定された増幅度 AM_n に応じて振動信号 VS_n を增幅して加算器 34 に供給する。加算器 34 は、各プリアンプ 33_n = C₃, C₄, C₅ から供給された信号を加算してパワーアンプ 35 に供給する。パワーアンプ 35 は、加算器 34 から供給された信号を増幅してスピーカ 36 に供給する。スピーカ 36 は、パワーアンプ 35 から供給された信号に従って放音する。

20

【0027】

制御部 37 は、演算部、記憶部、タイマーなどを備えたコンピュータである。制御部 37 は、各鍵操作検出器 31_n の前記 2 つのスイッチの状態の切り替わりタイミングに基づいて、各鍵 11_n の押鍵速度及び離鍵速度を計算する。制御部 37 は、前記計算した押鍵速度及び離鍵速度に応じて増幅度 AM_n を決定してプリアンプ 33_n に供給する。具体的には、図 5 に示すように、初期状態（電源投入時）のタイミング T₀ において、制御部 37 は、増幅度 AM_n を「0」に設定する。制御部 37 は、鍵 11_n が押されたこと（前記第 2 スイッチがオフ状態からオン状態に切り替わったこと）を検出したタイミング T₁ にて、鍵 11_n の押鍵速度に応じて、増幅度 AM_n を変更する。すなわち、押鍵速度が大きいほど、増幅度 AM_n が大きく設定される。なお、制御部 37 は、鍵 11_n が押されたことを検出し次第、即座に増幅度 AM_n を押鍵速度に応じた値に設定する。すなわち、増幅度 AM_n の立ち上がり速度は押鍵速度に関わらず一定である。つぎに、制御部 37 は、鍵 11_n が解放されたことを検出したタイミング T₂ にて、増幅度 AM_n を減衰開始させて「0」に設定する。鍵 11_n の離鍵速度に応じて、減衰時間が設定される。すなわち、離鍵速度が大きいほど、増幅度 AM_n が「0」に達するまでの時間 p_{t_n}（減衰時間）が小さく設定される。

30

【0028】

上記のように構成した楽器 1 によれば、振動板 21_n の振動を表す信号が増幅されてスピーカ 36 から音として発せられる。そして、鍵 11_n の操作態様（押鍵速度及び離鍵速度）に応じて増幅度 AM_n が変化する。よって、上記特許文献 1 の楽器に比べて楽器 1 の表現力が高い。

40

【0029】

また、振動板 21_n を振動させる機構と、増幅度 AM_n を決定するための操作子とが別々に設けられている場合には、両者の動作タイミングを一致させなければ、振動板 21_n の振動波形（振幅）の変化と増幅度 AM_n の変化とを同期させることができない。これに對し、本実施形態の鍵 11_n は、振動板 21_n を振動させる機構の一部として機能するとともに、増幅度 AM_n を決定するための操作子としても機能する。つまり、増幅度 AM_n が鍵 11_n の操作態様に応じてリアルタイムに制御される。よって、本実施形態の構成によれば、振動板 21_n の振動波形（振幅）の変化と増幅度 AM_n の変化とを容易に同期させることができる。

50

【0030】

さらに、本発明の実施にあたっては、上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。

【0031】

上記実施形態は、金属製の振動板21_nをはじいて発音させる楽器に本発明を適用した例である。しかし、本発明はこれに限られず、例えば、弦をはじいて発音させる楽器にも適用可能である。

【0032】

また、オルゴール、ハープシコードなどにおいて、振動体をはじく際の振動体の撓みが大きいほど音量は大きくなり、且つその音の高調波成分が大きくなる。そこで、例えば、図6に示すように、プリアンプ33_nと加算器34との間に低域通過型、低域遮断型などのフィルタFL_nを設け、フィルタFL_nのカットオフ（通過帯域）周波数を押鍵速度に応じて設定してもよい。例えば、低域通過型のフィルタFL_nを採用した場合において、押鍵速度が大きいほど、カットオフ周波数を高く設定する。これによれば、押鍵速度に応じて、音量のみならず、音色も変更することができる。

10

【0033】

また、例えば、上記実施形態では、鍵11_nの離鍵速度に応じて増幅度AM_nの減衰時間が決定される。しかし、増幅度AM_nの減衰時間が一定であっても良い。また、制御部37は、鍵11_nが解放されたことを検出したとき、増幅度AM_nを徐々に小さくしていくのではなく、増幅度AM_nを即座に「0」に設定しても良い。また、鍵11_nの離鍵速度に応じて増幅度AM_nの減衰率が決定されてもよい。例えば、離鍵速度が大きいほど、減衰率を大きく設定する。

20

【0034】

また、楽器1は、従来の電子楽器と同様のダンパーべダルを備えていても良い。この場合、制御部37は、ダンパーべダルのオン・オフ状態を検出する。制御部37は、鍵11_nが解放され、且つダンパーべダルがオフ状態であるとき、増幅度AM_nを初期状態に戻す。すなわち、鍵11_nが解放されたとしても、ダンパーべダルが踏まれていれば（オン状態であるとき）、制御部37は、増幅度AM_nの値を、押鍵速度に応じて設定された値から変更しない。

30

【0035】

また、振動板21_nをはじく機構（鍵盤装置10）の構成は、上記実施形態に限られない。たとえば、上記特許文献1に記載の鍵盤装置のように、円盤の周囲に爪が設けられた部材を一定の方向に回転させる機構を備えた鍵盤装置を採用しても良い。また、鍵11_nに代えて、スライドレバー、押しボタンスイッチなどを採用しても良い。

【0036】

また、上記実施形態では、鍵11_nの押鍵速度及び離鍵速度に応じて増幅度AM_nが制御される。すなわち、鍵11_nは、振動板21_nをはじく機構の一部として機能するとともに、増幅度AM_nを決定する操作子として機能する。しかし、楽器1が、鍵11_nとは異なる操作子を備え、前記操作子の操作態様に応じて増幅度AM_nを設定しても良い。例えば、楽器1は、前記操作子として、ホイール、レバーなどを備え、それらの指標の位置（指示値）、操作速度などに応じて、増幅度AM_nを決定しても良い。

40

【0037】

また、鍵操作検出器31_nの構成は、上記実施形態に限られない。例えば、鍵11_nの押鍵深さ、搖動角度などを検出する検出器を鍵操作検出器31_nとして用いてもよい。また、振動検出器32_nの構成は、上記実施形態に限られない。例えば、本体部211_nの歪を検出する検出器を振動検出器32_nとして用いてもよい。また、爪17_nの位置（先端部の高さ）を検出する検出器を設け、鍵11_nが押されたとき、爪17_nが所定の位置に到達したことを検出したタイミングにて、制御部37が増幅度AM_nを押鍵速度に応じた値に変更しても良い。

【0038】

50

また、楽器 1 は、予め設定された発音情報（曲データ）に従って鍵 1 1_n を駆動するアクチュエータを備えていても良い。また、楽器 1 は、予め設定された発音情報に従って振動板 2 1_n を直接的にはじくアクチュエータを備えていても良い。これらの場合、制御部 3 7 は、予め設定された音量情報を記憶する記憶装置を備えていても良い。そして、制御部 3 7 は、前記発音情報に同期して、前記音量情報を読み出して、前記読み出した音量情報に従って増幅度 A M_n を変化させても良い。

【0039】

また、上記実施形態においては、楽器 1 は、振動板 2 1_n = C 3, C # 3, . . . , C 5 にそれぞれ対応したプリアンプ 3 3_n = C 3, C # 3, . . . , C 5 を備えている。しかし、プリアンプ 3 3 の数が振動板 2 1 の数よりも少なくても良い。この場合、所定のルールに従って、振動板 2 1 に対してプリアンプ 3 3 を割り当てればよい。例えば、振動中の振動板 2 1 のうち、振動開始時刻が最も古い振動板 2 1 に割り当てられたプリアンプ 3 3 を、新たに振動開始した振動板 2 1 に割り当てるといい。

10

【0040】

また、上記実施形態では、楽器 1 は、共鳴箱 2 2 を備えているが、共鳴音が不要である場合には、共鳴箱 2 2 を削除しても良い。この場合、振動板 2 1_n を支持する支持部材を設ければよい。例えば、前記支持部材として、左右方向に延びるレール状の部材を設ければよい。また、例えば、前記支持部材として、振動板 2 1_n ごとに、上下方向に延びる柱状の部材を設けても良い。

20

【0041】

また、楽器 1 は、従来の電子楽器と同様に、電子的に合成された楽音を発生する装置を備え、前記振動板 2 1_n の振動を増幅して得られた楽音と、前記電子的に合成された楽音とが同時にスピーカ 3 6 から放音されてもよい。

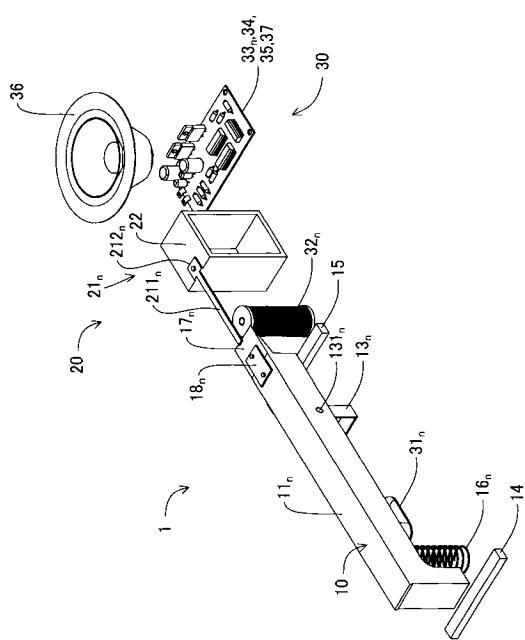
【符号の説明】

【0042】

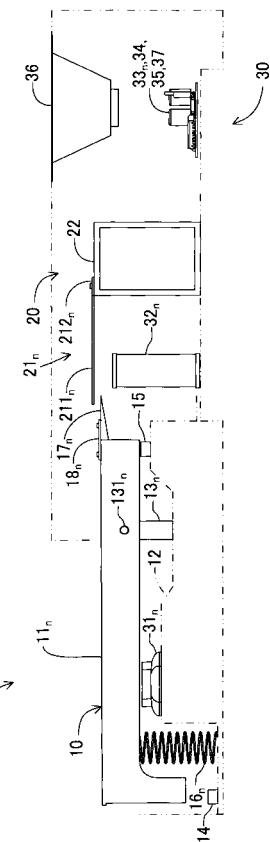
1 . . . 楽器、 1 0 . . . 鍵盤装置、 1 1_n . . . 鍵、 1 2 . . . フレーム、 1 3_n . . . 鍵支持部、 1 4, 1 5 . . . ストップ、 1 7_n . . . 爪、 1 8_n . . . 連結部材、 2 0 . . . 音源部、 2 1_n . . . 振動板、 2 2 . . . 共鳴箱、 3 0 . . . サウンドシステム、 3 1_n . . . 鍵操作検出器、 3 2_n . . . 振動検出器、 3 3_n . . . プリアンプ、 3 4 . . . 加算器、 3 5 . . . パワーアンプ、 3 6 . . . スピーカ、 3 7 . . . 制御部、 1 3 1_n . . . 軸部、 2 1 1_n . . . 本体部、 2 1 2_n . . . 基端部、 A M_n . . . 増幅度、 F L_n . . . フィルタ、 V S_n . . . 振動信号

30

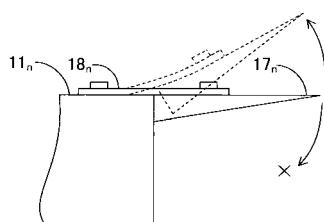
【図1】



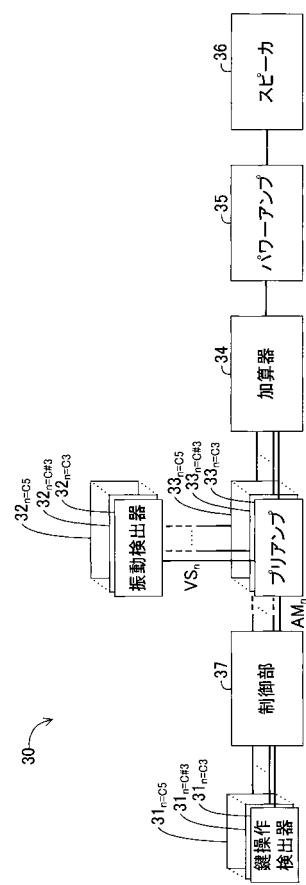
【図2】



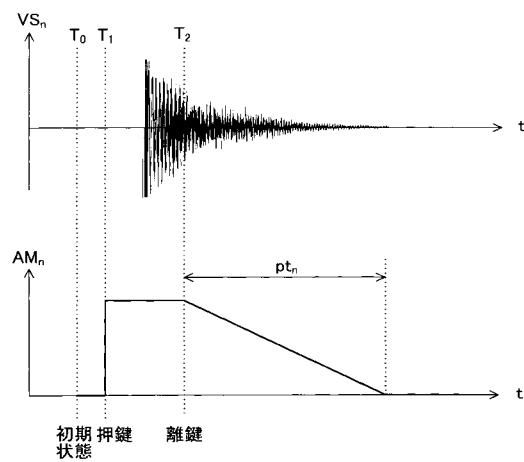
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

