

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5572945号
(P5572945)

(45) 発行日 平成26年8月20日 (2014. 8. 20)

(24) 登録日 平成26年7月11日 (2014. 7. 11)

(51) Int. Cl.		F I			
G 1 O H	1/32	(2006. 01)	G 1 O H	1/32	Z
H O 4 R	1/02	(2006. 01)	H O 4 R	1/02	1 O 2 Z
H O 4 R	1/28	(2006. 01)	H O 4 R	1/02	1 O 1 Z
			H O 4 R	1/28	3 1 O Z
			H O 4 R	1/28	3 1 O A

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-332444 (P2008-332444)	(73) 特許権者	00004075 ヤマハ株式会社 静岡県浜松市中区中沢町10番1号
(22) 出願日	平成20年12月26日 (2008. 12. 26)	(74) 代理人	100125254 弁理士 別役 重尚
(65) 公開番号	特開2010-152232 (P2010-152232A)	(74) 代理人	100118278 弁理士 村松 聡
(43) 公開日	平成22年7月8日 (2010. 7. 8)	(72) 発明者	加藤 崇士 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内
審査請求日	平成23年10月20日 (2011. 10. 20)	(72) 発明者	富士田 隆志 静岡県浜松市中区板屋町111-2 浜松アクトタワー11F 株式会社ヤマハビジネスサポート内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子鍵盤楽器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

楽器本体と、
前記楽器本体に配設されたスピーカボックスと、
前記スピーカボックスの上部に、演奏使用時において上向きとなるように配設された複数の上向きスピーカと、
前記スピーカボックスの下部に、演奏使用時において下向きとなるように配設された複数の下向きスピーカと、
前記スピーカボックスにおいて前記複数の上向きスピーカと前記複数の下向きスピーカとの間に設けられ、該スピーカボックスの内部空間を上下に仕切る1枚の仕切板と、
前記スピーカボックスの内部の前記仕切板より上の空間において、前記複数の上向きスピーカに対応して各々独立して形成された共鳴室と、
前記スピーカボックスの内部の前記仕切板より下の空間において、前記複数の下向きスピーカに対応して各々独立して形成された共鳴室とを有し、
前記1枚の仕切板は前記複数の上向きスピーカの背面に対向すると共に、前記複数の下向きスピーカの背面に対向し、前記各共鳴室の、対応するスピーカの背面側に位置する背部を、前記1枚の仕切板が構成しており、
前記スピーカボックスにおいて、前記スピーカは、前記仕切板より上側、下側にそれぞれ4個存在し、上側、下側それぞれ、4個のスピーカのうち3個が前側に左右方向に沿って一列状に配列されると共に、残り1個が後側に配設され、

10

20

上側、下側それぞれ、前記４個のスピーカのうち後側の前記１個に対応する共鳴室は、前記４個のスピーカのうち前側の前記３個に対応する共鳴室のすべてに対して、縦型の仕切板を介して接しており、

前記スピーカボックスの、前記１枚の仕切板より上側、下側のうち一方の側に切欠部が設けられて他方の側に対して段差を有し、前記複数のスピーカのうち、前記他方の側に配設したスピーカが低音域用のスピーカであると共に前記一方の側に配設したスピーカが中音域以上用のスピーカであることを特徴とする電子鍵盤楽器。

【請求項２】

前記楽器本体は、その平面視形状がグランドピアノ型に構成され、前記スピーカボックスは、平面視において、グランドピアノにおける響板の配設領域に相当する領域内に配設されたことを特徴とする請求項１記載の電子鍵盤楽器。

10

【請求項３】

前記スピーカボックスの前記切欠部のスペースに電気部品を配設したことを特徴とする請求項１または２記載の電子鍵盤楽器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、スピーカボックスを有した電子鍵盤楽器に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、電子鍵盤楽器において、スピーカボックスを設けて豊かな音量を確保すると共に、楽音のニュアンスをアコースティックピアノのものに近づけた鍵盤楽器が知られている（下記特許文献１）。

20

【０００３】

この鍵盤楽器は、楽器本体にスピーカを上向きに設けると共に、スピーカの背面を覆うエンクロージャに、貫通した開放孔を設け、スピーカと開放孔とから、上下に放音されるように構成される。スピーカからの音は、反射板を反射する一方、開放孔からの音は床面を反射して、聴衆に伝わる。

【特許文献１】特許第３６４４３５６号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

しかしながら、上記特許文献１の電子鍵盤楽器では、下方への放音は、上向きのスピーカの振動が、エンクロージャの開放孔を通じて下方に伝搬することでなされるため、グランドピアノのような豊かな音響を実現する上では十分でない。一方で、電子鍵盤楽器にスピーカボックスにスピーカやエンクロージャを複数設ける上で、構成の複雑化を避けることが求められる。

【０００５】

本発明は上記従来技術の問題を解決するためになされたものであり、その目的は、上下各専用のスピーカから上下双方向に放音させてアコースティックピアノに近似した音響を実現すると共に、複数の共鳴室の背部を共通の仕切板で構成して、スピーカボックスの構成の複雑化を抑制することができる電子鍵盤楽器を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【０００６】

上記目的を達成するために本発明の請求項１の電子鍵盤楽器は、楽器本体（３０）と、前記楽器本体に配設されたスピーカボックス（５０）と、前記スピーカボックスの上部に、演奏使用時において上向きとなるように配設された複数の上向きスピーカ（Ｓq）と、前記スピーカボックスの下部に、演奏使用時において下向きとなるように配設された複数の下向きスピーカ（Wo）と、前記スピーカボックスにおいて前記複数の上向きスピーカと前記複数の下向きスピーカとの間に設けられ、該スピーカボックスの内部空間を上下に

50

仕切る 1 枚の仕切板 (5 1) と、前記スピーカボックスの内部の前記仕切板より上の空間において、前記複数の上向きスピーカに対応して各々独立して形成された共鳴室 (R s) と、前記スピーカボックスの内部の前記仕切板より下の空間において、前記複数の下向きスピーカに対応して各々独立して形成された共鳴室 (R w) とを有し、前記 1 枚の仕切板は前記複数の上向きスピーカの背面に対向すると共に、前記複数の下向きスピーカの背面に対向し、前記各共鳴室の、対応するスピーカの背面側に位置する背部を、前記 1 枚の仕切板が構成しており、前記スピーカボックスにおいて、前記スピーカは、前記仕切板より上側、下側にそれぞれ 4 個存在し、上側、下側それぞれ、4 個のスピーカのうち 3 個が前側に左右方向に沿って一列状に配列されると共に、残り 1 個が後側に配設され、上側、下側それぞれ、前記 4 個のスピーカのうち後側の前記 1 個に対応する共鳴室は、前記 4 個のスピーカのうち前側の前記 3 個に対応する共鳴室のすべてに対して、縦型の仕切板を介して接しており、前記スピーカボックスの、前記 1 枚の仕切板より上側、下側のうち一方の側に切欠部が設けられて他方の側に対して段差を有し、前記複数のスピーカのうち、前記他方の側に配設したスピーカが低音域用のスピーカであると共に前記一方の側に配設したスピーカが中音域以上用のスピーカであることを特徴とする。

10

【 0 0 0 7 】

好ましくは、前記楽器本体は、その平面視形状がグランドピアノ型に構成され、前記スピーカボックスは、平面視において、グランドピアノにおける響板の配設領域に相当する領域内に配設される (請求項 2) 。

【 0 0 1 1 】

好ましくは、前記スピーカボックスの前記切欠部のスペースに電気部品 (1 8) を配設した (請求項 3) 。

20

【 0 0 1 2 】

なお、上記括弧内の符号は例示である。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本発明の請求項 1 によれば、上下各専用のスピーカから上下双方向に放音させてアコースティックピアノに近似した音響を実現すると共に、複数の共鳴室の背部を共通の仕切板で構成して、スピーカボックスの構成の複雑化を抑制することができる。

【 0 0 1 4 】

請求項 2 によれば、放音位置をグランドピアノの響板位置に近くして、音響をグランドピアノに近似させることができる。

30

【 0 0 1 8 】

請求項 3 によれば、スペースの有効利用を図ることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 9 】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【 0 0 2 0 】

図 1 (a) は、本発明の一実施の形態に係る音響発生装置が適用される電子鍵盤楽器の正面図である。この電子鍵盤楽器 1 0 0 は、上部に、開閉可能な屋根板 2 5 を有する。図 1 (a) では、屋根板 2 5 が開けられた状態となっている。図 1 (b) は、屋根板 2 5 を取り外した状態の電子鍵盤楽器 1 0 0 の平面図である。図 1 (a)、(b) では、鍵盤部 K B を覆うための鍵盤蓋 3 6 が開状態となっている。

40

【 0 0 2 1 】

図 2 は、電子鍵盤楽器 1 0 0 の底面図である。図 3 は、図 1 (b) の A - A 線に沿う断面図であり、一部の構成要素の図示を省略している。

【 0 0 2 2 】

図 1 (a)、図 2 に示すように、楽器本体 3 0 が、3 本の脚部 2 1 によって支持される。以降、上下方向については、電子鍵盤楽器 1 0 0 が床面に載置されて演奏使用される状態を基準とし、左右方向については、奏者からみた方向を基準とする。前後方向について

50

は、楽器本体 30 からみて奏者側が前側とする。図 2 は、図 1 に対して左右方向が逆転している。

【 0 0 2 3 】

楽器本体 30 は、左右の側板 31 (31 L、31 R) と、側板 31 L、31 R の各後部を繋ぐ湾曲した形状の背板 32 とで周囲が囲まれ、平面視形状は、グランドピアノに近似している。鍵盤部 K B は、シーソー型の複数の鍵 (図示せず) を有し、楽器本体 30 における側板 31 L、31 R 間の最前部に配設される。

【 0 0 2 4 】

図 2、図 3 に示すように、前側柵板 33 と、それより後方の後側柵板 34 とが楽器本体 30 の底部を成している。また、図 1 (b) に示すように、前側の響板 35 と、それより後方の中板 38 とが楽器本体 30 の上部を成している (図 3 も参照)。中板 38 は、平面視でグランドピアノにおける響板のような形状をしていて、側板 31 L、31 R 及び背板 32 に対して固定されている。響板 35 は、その前端部 35 a は左右方向に平行であるが、後端部 35 b は後方に凸のアーチ形状となっている。響板 35 の後端部 35 b が、中板 38 の前端部 38 a の下部に、不図示の固定具で固定されている。

10

【 0 0 2 5 】

背板 32 の左半部の上端部には、金具等である取り付け部 37 が 2 箇所に設けられ (図 1 (b)、図 3 参照)、これら取り付け部 37 に蝶番付きの屋根板取付金具 23 を介して屋根板 25 が取り付けられている (図 1 (a)、図 3 参照)。そして、背板 32 に対して屋根板 25 が開閉自在になっている。屋根板 25 は、支持棒 24 にて開状態を維持される (図 1 (a) 参照)。

20

【 0 0 2 6 】

図 1 (b) に示すように、響板 35 の直上において、左右方向中央には譜面台装置 60 が配設される。また、譜面台装置 60 の左右両側であって響板 35 の左右両端部の直上には、燭台 39 L、39 R が配設される。譜面台装置 60 は、側板 31 に固定的にされた不図示の部材に対して固定され、燭台 39 L、39 R は、側板 31 乃至側板 31 に固定的にされた部材に対して固定される。響板 35 には、これら譜面台装置 60、燭台 39 L、39 R が響板 35 に係合することなく配設されるための逃げ部 (図示せず) が設けられていて、互いに接触しないように構成されている。なお、これらが互いに接触するように構成する場合は、ゴム等の弾性材で隙間を埋めて、互いが弾性材を介して接触するように構成すればよい。

30

【 0 0 2 7 】

響板 35 の下面には、トランスデューサ Tr (Tr L、Tr R) が配設されている (図 1 (b)、図 3 参照)。トランスデューサ Tr L、Tr R は、平面視において、それぞれ、燭台 39 L と譜面台装置 60 との間、譜面台装置 60 と燭台 39 R との間に配置される。これらのトランスデューサ Tr は、響板 35 を加振 (励振) することで、音響を発生させる。また、前側柵板 33 は、響板としても機能するように配設、構成される。前側柵板 33 の左半部の下面には、左右 2 個の加振部 ACS (ACS 1、ACS 2) が配設される (図 2、図 3 参照)。これらの加振部 ACS は、電磁誘導によって振動力を発生させるトランスデューサで構成され、前側柵板 33 を加振 (励振) することで、音響を発生させる。

40

【 0 0 2 8 】

図 1 (b)、図 3 に示すように、楽器本体 30 の主として後半部に、スピーカボックス 50 が配設される。スピーカボックス 50 は、平面視において中板 38 の配設範囲内に配設されており、グランドピアノにおける響板の配設領域に相当する領域内に配設されていることになる。

【 0 0 2 9 】

図 4 (a)、(b) は、スピーカボックス 50 の左側面図、平面図である。図 2、図 3、図 4 (a) に示すように、後側柵板 34 が、スピーカボックス 50 の底部を兼ねている。スピーカボックス 50 の筐体は、後側柵板 34 の一部のほか、上板 52 及び周壁 53 で

50

構成される（図3参照）。

【0030】

図4(a)、(b)に示すように、スピーカボックス50の左端部には、切欠部50aが形成され、スピーカボックス50の上半部と下半部とは段差が生じている。スピーカボックス50の外側において切欠部50aのスペースには、電気部品18が配設され、スペースの有効利用が図られている。電気部品18は、例えば、楽音発生のための部品であるが、切欠部50aのスペースを利用して配設されるものであればよく、その種類や数は問わない。また、電気部品18が切欠部50aのスペースに配置されていることで、屋根板25を開けて内部のメンテナンスを行う際に、楽器本体30の上部から電気部品18までの距離が短くなることから、作業性が向上するという利点もある。

10

【0031】

図2に示すように、後側棚板34のうちスピーカボックス50の下部に相当する部分には、低音域用のスピーカである4つのウーハWo(WoL、WoC、WoR、WoB)が下方に向けて配設されている。一方、図4(b)に示すように、スピーカボックス50の上部(主に上板52)には、ウーハWoL、WoC、WoR、WoBに対応して、中音域用のスピーカである4つのスコカSq(SqL、SqC、SqR、SqB)、及び高音域用のスピーカである4つのツイータTw(TwL、TwC、TwR、TwB)が、それぞれ上方に向けて配設されている。

【0032】

従って、ウーハWoに対して、スコカSq及びツイータTwは反対方向を向いて配置されている。それぞれ4つのスコカSq、ツイータTwは、スピーカボックス50の上部に配設される。スコカSq同士、ツイータTw同士は、それぞれ同一平面上に位置し、ツイータTwの方がスコカSqよりも上に位置する。なお、すべてのスコカSq及びツイータTwが同一平面上に位置するように配置してもよい。4つのウーハWoは、スピーカボックス50の下部において同一平面上に位置する。

20

【0033】

スコカSq、ツイータTw、ウーハWoにおいて、末尾に同じ符号(L、C、R、B)が付されているもの同士が、平面視において近接して配置される「スピーカ組sp」を構成する(図1(b)、図2参照)。例えば、スコカSqL、ツイータTwL及びウーハWoLの3つが1つのスピーカ組spLである。他の3つのスピーカ組spについて、スコカSq等のもと同じ符号を末尾に付けて、スピーカ組spC、spR、spBと記す。トランスデューサTrL、TrRの左右方向における位置は、スピーカ組spL、spRとほぼ一致している(図1(b)参照)。

30

【0034】

図2、図4(b)に示すように、平面視における配置位置をみると、3つのスコカSqL、SqC、SqR、3つのウーハWoL、WoC、WoRは、それぞれ、鍵盤部KBのすぐ後方において、楽器本体30の左端部、左右方向中間部、右端部に配設され、左右方向に沿って一列状に配列される。特に、3つのウーハWoL、WoC、WoRについては、それらの中心点(円形コーン中心)の位置でみると、完全に真っ直ぐな直列配置になっている(図2参照)。一方、各残り1つのスコカSqB、ウーハWoBは、上記各3つのスコカSq、ウーハWoよりも後方に配置されている。厳密には、スコカSqBは、左右方向におけるスコカSqL、SqCの間において、後方位置に配設されている(図4(b)参照)。ウーハWoBは、左右方向におけるウーハWoL、WoCの間のややウーハWoC寄りにおいて、後方位置に配設されている(図2参照)。

40

【0035】

スコカSq、ウーハWoは、このような平面的な分散配置により、発音源としての各スピーカの配置が、面音源に近い状態になっている。すなわち、一般の電子鍵盤楽器のように、左右2つのスピーカのみから発音する構成では、点音源である2つのスピーカから球面波が音響空間に拡散していくため、生ピアノとは音の印象がずいぶん異なったものとなる。ところが、本実施の形態では、同一面上に同じ向きで配設した4つのスコカS

50

q (またはウーハW o)からの球面波が相互に干渉して平面波が合成されるように作用すると考えられる。そのため、生ピアノにおける音の伝搬に近似して、平面波が音響空間に拡散していくように作用し、音の印象も生ピアノに近いものとなる。4つのツイータT wについても面音源に近くなる作用は生じる。

【0036】

図2に示すように、平面視乃至底面視においてウーハW o L、W o C、W o R、W o Bに対して、スコークS q L、S q C、S q R、S q Bは、重なる部分を有する程度に、水平方向において近接して配置されている。これにより、スコークS qとウーハW oとで、スピーカボックス50の配置高さと同程度の高さにある受聴点までの距離差が小さくなっている。

10

【0037】

また、図4に示すように、スピーカ組s p Lにおいては、中心位置同士で比較して、ツイータT w LがスコークS q Lの左やや前側に位置する。スピーカ組s p Rにおいては、ツイータT w RがスコークS q Rの右やや前側に位置する。スピーカ組s p Cにおいては、ツイータT w CがスコークS q Cの直後に位置する。スピーカ組s p Bにおいては、ツイータT w BがスコークS q Bの右やや前側に位置する。ツイータT w L、T w C、T w Rの3つに着目すると、スコークS q L、S q C、S q Rが左右に一直列でありながら、ツイータT w L、T w C、T w Rは、奏者からみて前方に凸のアーチ状の配列となる。

【0038】

これにより、ツイータT w L、T w C、T w Rから奏者までの距離の差が小さくなっている。すなわち、高音域の音は減衰しやすいので、受聴点までの距離の差が大きいと、近いツイータの音が強調されて聞こえる傾向となるが、上記のように距離差が小さくなっていることから、分離感が抑制されている。

20

【0039】

図5(a)は、スピーカボックス50の平面図である。図5(b)は、図4(a)のB-B線に沿う断面図である。

【0040】

図5(a)に示すように、スコークS qは、各々対応して上板52に設けられた穴52a(52aL、52aC、52aR、52aB)に嵌合されている。そして、図1(b)に示すように、スコークS q及びツイータT wは、各々に対応して中板38に設けられた貫通穴を通じて露出し、放音可能になっている。図4(a)では、ツイータT w Lの図示が省略されている。ウーハW oは、各々対応して後側棚板34に設けられた穴34a(34aL、34aC、34aR、34aB)(図5(b)参照)に嵌合されている。

30

【0041】

図3、図4(a)に示すように、スピーカボックス50の上下方向中間よりやや上方位置には、水平仕切板51が設けられ、下側と上側とにスピーカボックス50の内部空間が仕切られている。水平仕切板51は、スピーカボックス50の内部を上下に仕切ることができればよく、完全な水平でなくてもよく、また平坦な板状でなくてもよい。

【0042】

スピーカボックス50内における水平仕切板51より上側の空間は、図5(a)に示すように、縦型の3つの垂直仕切板54、55、56によって、4つのスコークS qの各々に空間が仕切られている。垂直仕切板54、55、56と周壁53と上板52とによって、各スコークS qに対応する独立した4つの共鳴室R s(R s L、R s C、R s R、R s B)が画設される。4つの共鳴室R sの容積は等しい。

40

【0043】

一方、水平仕切板51より下側の空間は、図5(b)に示すように、縦型の3つの垂直仕切板57、58、59によって、4つのウーハW oの各々に空間が仕切られている。垂直仕切板57、58、59と周壁53と後側棚板34とによって、各ウーハW oに対応する独立した4つの共鳴室R w(R w L、R w C、R w R、R w B)が画設される。4つの共鳴室R wの容積は等しいが、等しくなくてもよい。水平仕切板51及び垂直仕切板5

50

4～59は、各々、周壁53に対して接着等で固定されると共に、相互に接する部分も接着等で固定される。垂直仕切板54～59は、スピーカボックス50の剛性確保に寄与している。

【0044】

共鳴室Rsにおいて、各々対応するスコカSqの背面側に位置する背部が、水平仕切板51によって構成されている。共鳴室Rwにおいても、各々対応するウーハWoの背面側に位置する背部が、水平仕切板51によって構成されている。1枚の水平仕切板51が、上下計8つの共鳴室の背部を構成するので、構成の複雑化が抑制されている。

【0045】

共鳴室RsL、RsC、RsRは、前側において左右方向に並び、後側の共鳴室RsBが、垂直仕切板54を介して共鳴室RsL、RsC、RsRのいずれにも接している(図5(a)参照)。一方、共鳴室RwBは、垂直仕切板57を介して共鳴室RwLに接すると共に、垂直仕切板58を介して共鳴室RwC、RwRに接している(図5(b)参照)。これらにより、各共鳴室Rs、Rwの容積が効率よく確保される。

【0046】

図6は、電子鍵盤楽器100の機能構成を示すブロック図である。電子鍵盤楽器100は、上記した鍵盤部KBのほか、操作子群16、ペダルPD、各種I/F(インターフェイス)17、メインCPU11、DSP12、分配部14、音響発生部15を有する。メインCPU11には、DSP12、分配部14が接続されている。鍵盤部KB、操作子群16、ペダルPDは、それぞれ、図示しない操作検出部で各々の操作状態が検出され、検出信号がメインCPU11に供給される。主に分配部14と、さらにDSP12及び音響発生部15が、「音響発生装置」を構成する。

【0047】

操作子群16には、全体音量操作子、効果用操作子、機器設定操作子等の各種操作子が含まれる。各種I/Fには、MIDIインターフェイス、有線または無線の通信インターフェイス等が含まれる。メインCPU11は、図示はしないが、ROM、RAM、タイマ等を有する。DSP12は、不図示のCPU、記憶部のほか、波形メモリ13を有する。波形メモリ13には、波形データ群d(dL、dC、dR、dB)が予め記憶されている。音響発生部15には、上記したすべてのウーハWo、スコカSq及びツイータTw、トランスデューサTr、加振部ACSのほか、アンプも含まれる。

【0048】

4種類の波形データ群dL、dC、dR、dBは、それぞれ、グランドピアノ等の楽音波形をサンプリングして生成された1発音分のサンプリング波形データの集まりであり、音量エンベロープを有したものとする。波形データ群dの基となる上記楽音波形は、生のグランドピアノにおける楽音を、上記4つのスコカSqに対応する各位置で録音して取得した音に基づいて得られたものである。

【0049】

これらサンプリング音源である波形データ群dL、dC、dR、dBは、それぞれ、音高(鍵)毎、且つ、複数段階(例えば、8段階)の押鍵ベロシティ毎に設けられる。なお、音高毎でなく、複数に分けた音域毎に設けてもよい。また、複数種類の音色を発音可能に構成する場合は、音色毎に各波形データ群dを設ければよい。また、ペダルPDの踏み込み深さ(例えば、2段階または3段階)毎に各波形データ群dを設けてもよい。

【0050】

図7は、DSP12から分配部14、音響発生部15までの信号処理の流れを示す図である。波形データ群dL、dC、dR、dBは、ウーハWoL、WoC、WoR、WoBでそれぞれ発音させるためと、スコカSqL、SqC、SqR、SqBでそれぞれ発音させるためと、ツイータTwL、TwC、TwR、TwBでそれぞれ発音させるためのデータである。また、波形データ群dL、dCはトランスデューサTrL及び加振部ACS1、ACS2で発音させるためのデータでもある。また、波形データ群dC、dRはトランスデューサTrRで発音させるためのデータでもある。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

波形データ群 dL 、 dC 、 dR 、 dB からの出力は、多数の入出力チャンネルを持つ $MIX61$ に入力され、ライン $L(L1 \sim L12)$ から出力される。ライン $L1$ 及び $L2$ から出力される信号が、スピーカ組 spL (ツイータ TwL 、ウーハ WoL 、スコカ SqL)に供給される信号(楽音信号 $S1$ 、 $S2$ 、 $S0$)の元となる。同様に、ライン $L3$ 及び $L4$ 、 $L5$ 及び $L6$ 、 $L7$ 及び $L8$ から出力される信号が、それぞれスピーカ組 spC 、 spR 、 spB に供給される信号の元となる。ライン $L9 \sim L12$ から出力される信号が、トランスデューサ TrL 、 TrR 、加振部 $ACS1$ 、 $ACS2$ に供給される信号の元となる。

【 0 0 5 2 】

同図では、ツイータ Tw 、スコカ Sq 、ウーハ Wo までの系統の流れについては、主に波形データ群 dL をソースとする系統(スピーカ組 spL まで)の流れを図示している。波形データ群 dC 、 dR 、 dB をソースとするツイータ Tw 、スコカ Sq 、ウーハ Wo までの系統の流れについても同様であるので、それらの図示を途中省略している。

【 0 0 5 3 】

$DSP12$ は、ハイパスフィルタ $HPF41$ 、 62 、 63 、 72 、ローパスフィルタ $LPF42$ 、 64 、 65 、 73 を有している。分配部 14 は、それぞれ2チャンネルの DAC (Digital-to-Analog Converter) 43 、 66 、 67 、ハイパスフィルタ $HPF44$ 、ローパスフィルタ $LPF45$ 、及び、ローパスフィルタでなるノイズ除去用のノイズフィルタ $NF68$ 、 69 、 70 、 71 、 74 、 75 を有している。 $MIX61$ は、メイン $CPU11$ (図6)による制御に基づき、入出力の選択と信号の混合割合を指定する制御信号に基づいて動作する。以上のように、各回路ブロックは、図7に示すように結合されて構成される。

【 0 0 5 4 】

鍵盤部 KB のある1つの鍵が押鍵されたとき、その鍵の音高と押鍵ベロシティが属する段階とに対応する波形データが、波形データ群 dL 、 dC 、 dR 、 dB からそれぞれ1つずつ選択され、その後の発音までの処理が並行してなされる。スピーカ組 sp の発音に関しては、以下、代表して波形データ群 dL の系統を例にとって説明する。

【 0 0 5 5 】

まず、 $DSP12$ は、押鍵された鍵と押鍵ベロシティに対応する波形データを波形データ群 dL から選択する。そして、選択した波形データからの出力が $MIX61$ に入力され、ライン $L1$ 、 $L2$ から出力される。ライン $L1$ 、 $L2$ からの出力であるデジタルの波形信号は、選択した波形データに基づく全周波数帯域の成分を含んでいる。

【 0 0 5 6 】

$DSP12$ は、ライン $L1$ の出力から、 $HPF41$ によって中、低周波数帯域の成分を除去したもの($w1$)と、 $LPF42$ によって中、高周波数帯域の成分を除去したもの($w2$)とを加算器 76 で加算して、中周波数帯域が除去されたデジタルの波形信号 47 を生成する。一方、ライン $L2$ の出力から、 $HPF72$ と $LPF73$ とを介して低周波数帯域の成分と高周波数帯域の成分とを除去したデジタルの波形信号 46 を生成する。上記 $HPF72$ 及び $LPF73$ を直列に接続することでバンドパスフィルタを構成している。そして、波形信号 46 と波形信号 47 とが、別々のチャンネルで分配部 14 の $DAC43$ に入力される。

【 0 0 5 7 】

上記フィルタのカットオフ周波数の大小関係については、周波数を f_c で表すと、 $f_c(HPF41) > f_c(LP42)$ 、 $f_c(LP73) > f_c(HPF72)$ となっている。このような関係を設定することで、図7に示すような波形成分の波形信号 46 、 47 を導出することができる。値を例示すると、例えば、 $LPF73$ が $30kHz$ 、 $HPF72$ が $300 \sim 1kHz$ である。また、カットオフ周波数の関係は、 $f_c(HPF72) < f_c(LP42)$ 、 $f_c(HPF41) < f_c(LP73)$ となっている。また、 $NF68 \sim 71$ 、 74 、 75 のカットオフ周波数は例えば、 $30kHz$ である。これら

10

20

30

40

50

の値は、波形データ群 d C、d R、d B をソースとする系統においても同じである。

【 0 0 5 8 】

分配部 1 4 においては、D A C 4 3 が、波形信号 4 6 と波形信号 4 7 とを、それぞれのチャンネルを維持しながらそれぞれアナログの楽音信号 4 9 と楽音信号 4 8 とに変換する。楽音信号 4 9 は、N F 7 5 で高周波ノイズが除去されて楽音信号 S 0 となり、スコーク S q L に供給される。従って、スコーク S q L からは、ノイズ除去以外に周波数帯域の除去がされていない楽音が発生する。

【 0 0 5 9 】

一方、楽音信号 4 8 は、一方の経路において、H P F 4 4、N F 7 4 での処理を経て楽音信号 S 1 としてツイータ T w L に供給される。すなわち、楽音信号 4 8 の一部は、H P F 4 4 で低周波数帯域の成分が除去され、且つ N F 7 4 でノイズが除去された高周波成分のみとなった楽音信号 S 1 となる。楽音信号 4 8 はまた、他方の経路において、L P F 4 5 での処理を経て楽音信号 S 2 としてウーハ W o L に供給される。楽音信号 4 8 の他の一部は、L P F 4 5 で高周波数帯域の成分が除去され、低周波成分のみとなった楽音信号 S 2 となる。

【 0 0 6 0 】

このようにして分離された楽音信号 S 1、S 2 は、ソース（波形データ群 d L から選択された波形データ）が同一でありながら、周波数帯域が互いに重なることがない。H P F 4 4 のカットオフ周波数は H P F 4 1 と同じかそれよりやや低く、L P F 4 5 のカットオフ周波数は、L P F 4 2 と同じかそれよりやや高い。ちなみに、楽音信号 S 0 と楽音信号 S 2 とは位相が同じで、楽音信号 S 0、S 2 と楽音信号 S 1 とは逆相とされる。

【 0 0 6 1 】

楽音信号 S 1、S 2、S 0 は、楽音信号 4 8、4 9 のラインに介装された音量制御器が操作子群 1 6 の 1 つである全体音量操作子で制御され、ツイータ T w L、ウーハ W o L、スコーク S q L に供給される。さらに、押鍵された鍵に応じて、ツイータ T w L、ウーハ W o L、スコーク S q L の間の音量配分制御がなされる。例えば、音量配分値であるゲインは、高音側の鍵であるほど、ツイータ T w L への配分が大きくウーハ W o L への配分が小さい。逆に、低音側の鍵であるほど、ウーハ W o L への配分が大きくツイータ T w L への配分が小さい。これら音量制御に関するパラメータは、メイン C P U 1 1 で制御される。

【 0 0 6 2 】

波形データ群 d C、d R、d B をソースとするスピーカ組 s p C、s p R、s p B までの系統においても上記と同様に処理される。

【 0 0 6 3 】

波形データ群 d L、d C、d R からトランスデューサ T r L、T r R、加振部 A C S 1、A C S 2 までの系統の信号処理の流れについては、次のようになる。

【 0 0 6 4 】

押鍵された鍵と押鍵ベロシティに対応する波形データが波形データ群 d L、d C、d R から選択され、それらが M I X 6 1 に入力される。そして、ライン L 9 には、波形データ群 d R、d C に基づく信号が、d R : d C = 1 0 0 : 6 3 の割合で混合されて M I X 6 1 から出力される。ライン L 1 0 には、波形データ群 d L、d C に基づく信号が、d L : d C = 1 0 0 : 6 3 の割合で混合されて M I X 6 1 から出力される。ただし、これらの割合は例示であり、d R d C、d L d C の範囲であればよく、1 0 0 : 1 0 0 でもよく、1 0 0 : 5 0 であってもよい。ライン L 1 1、L 1 2 に出力される信号は、ライン L 1 0 に出力される信号と同じである。

【 0 0 6 5 】

ライン L 9、L 1 0 に出力された信号は、別々のチャンネルで分配部 1 4 の D A C 6 6 に入力され、アナログの楽音信号に変換される。これらアナログの楽音信号は、それぞれ、N F 6 9、6 8 で高周波ノイズ（過可聴周波数であって 3 0 k H z 程度）が除去され、トランスデューサ T r R、T r L に供給される。

【 0 0 6 6 】

一方、ライン L 1 1、L 1 2 に出力された信号は、別々のチャンネルで分配部 1 4 の D A C 6 7 に入力され、アナログの楽音信号に変換される。これらアナログの楽音信号は、それぞれ、N F 7 1、7 0 で高周波ノイズ（過可聴周波数）が除去され、加振部 A C S 2、A C S 1 に供給される。

【 0 0 6 7 】

ところで、スコーク S q で発生する楽音については、周波数帯域がウーハ W o と重なる領域がある。しかしながら、各スコーク S q は、ソースを同じくするウーハ W o に対して、上述のように、平面視において重なる部分を有する程度に水平方向において近接して配置されている。そのため、スコーク S q とウーハ W o とで、スピーカボックス 5 0 の配置高さと同程度の高さにある受聴点までの距離差を小さくすることができる。従って、このように周波数帯域が重なっている領域においても、音の波の干渉による音響特性の暴れを少なくすることができる。通常、電子鍵盤楽器 1 0 0 が舞台上で演奏される場合、聴衆は、スピーカボックス 5 0 の配置高さとはほぼ同じ位置に居るので、実際上の効果は大きい。

10

【 0 0 6 8 】

本実施の形態によれば、同一の波形データ群 d から選択された波形データをソースとする楽音信号（ライン L 1、L 3、L 5、L 7 への出力）を、互いに周波数帯域が重ならない楽音信号 S 1、S 2 に分離し、それぞれツイータ T w、ウーハ W o から音響として発音させるようにした。これにより、受聴点までの距離がツイータ T w とウーハ W o とで相違したとしても、音の波の干渉によって音響特性の暴れ（バラツキ、ディップ等）が小さく

20

【 0 0 6 9 】

また、スコーク S q とウーハ W o とが平面視においてほぼ重なっているので、電子鍵盤楽器 1 0 0 の聴衆が主に位置する受聴点において音響特性を安定させることができる。

【 0 0 7 0 】

本実施の形態によればまた、スコーク S q L、S q C、S q R、ウーハ W o L、W o C、W o R がそれぞれ左右方向に一列状に配列され、スコーク S q B、ウーハ W o B がそれらよりも後方に配置されるので、発音源としてのスコーク S q、ウーハ W o の配置を面音源に近い状態にして、生ピアノに近い音の広がり感を実現することができる。また、このようなスピーカが前側 3 つ、後側 1 つという配置は、共鳴室 R s の適切な容積配分、共鳴室 R w の適切な容積配分をそれぞれ容易にして、スピーカボックス 5 0 乃至、共鳴室 R s 及び共鳴室 R w を、グランドピアノの響板相当位置（乃至中板 3 8 の配設範囲内）に効率よく収めることに寄与している。

30

【 0 0 7 1 】

しかも、ツイータ T w L、T w R はスコーク S q L、S q R よりも前側に位置する一方、ツイータ T w C はスコーク S q C よりも後側に位置するので、奏者までの距離の差をツイータ T w L、T w C、T w R 間で小さくして、高音域における奏者位置での音の広がり感を生ピアノに近づけることができる。

【 0 0 7 2 】

また、スピーカボックス 5 0 は、平面視において、グランドピアノにおける響板の配設領域に相当する領域内に配設されるので、スピーカボックス 5 0 からの放音位置をグランドピアノの響板位置に近くして、音響をグランドピアノに近似させることができる。

40

【 0 0 7 3 】

また、少なくとも波形データ群 d L、d R をソースとしてライン L 1 0、L 9 を介して得られる楽音信号を、トランスデューサ T r L、T r R に供給し、スコーク S q L、S q R による放音と並行して響板 3 5 の振動による音響を発生させるので、一層、生ピアノに近い音の広がり感を実現することができる。

【 0 0 7 4 】

本実施の形態によればまた、スコーク S q、ツイータ T w が上方を向き、ウーハ W o がその反対の下方を向き、上下各専用のスピーカから上下双方向に放音させるので、屋根板

50

25と床面とによる反射音が聴衆に届くという点で、アコースティックピアノに近似した音響を実現することができる。

【0075】

また、スピーカボックス50において、共鳴室Rs、Rwの背部を、1枚の水平仕切板51が構成しているため、スピーカボックス50が一体的な構成でありながら、その構成の複雑化を抑制することができる。

【0076】

また、スピーカボックス50に切欠部50aを設け、切欠部50aがない下側の領域に、低音域を担当するウーハWo用の共鳴室Rwを形成したので、共鳴室Rwの容積を大きく確保しつつ、楽器本体30内の省スペースを図ることができる。この観点に限って言えば、切欠部50aをスピーカボックス50の下半部に設けると共に、中、高音域側と低音域側との上下関係が逆になるように、スコカSq、ツイータTw、ウーハWoやそれらに対応する共鳴室を設けるように構成してもよい。

【0077】

なお、ツイータTwとウーハWoとで音の波の干渉を抑制する観点に限って言えば、ツイータTwとウーハWoとは、互いに反対方向を向いて配設されればよく、上下関係の配置に限定されない。

【0078】

なお、構成を簡単にする観点からは、図7の信号処理において、HPF41、LPF42を廃止し、DAC43に入力されるデジタルの波形信号46だけを用いて、楽音信号S0、S1、S2を得るようにしてもよい。その場合、楽音信号S0については、上記したのと同様にして得られる。また、楽音信号48は得られなくなるが、楽音信号S1、S2については、DAC43から出力された楽音信号49をNF75の手前で分岐させ、図7で示した楽音信号48と同様に、HPF44、LPF45に入力させて、楽音信号S1、S2に分離するようにすればよい。

【0079】

なお、楽音信号のソースとしての波形データ群dは、電子鍵盤楽器100に記憶されていなくてもよく、外部装置から読み出されるものであってもよい。また、ソースとなるものの形式は、波形データ群dの形式に限られない。

【0080】

なお、楽音の発生は、鍵盤部KBの押鍵操作だけでなく、予め記憶あるいは外部から入力される、MIDI等でなる自動演奏データに基づいてなされるように構成してもよい。その場合は、順次読み出される自動演奏データ中の音高や押鍵ベロシティ等の情報に基づいて、波形データ群dL、dC、dR、dBから波形データの選択がなされ、上記したのと同様の処理がなされる。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】本発明の一実施の形態に係る音響発生装置が適用される電子鍵盤楽器の正面図（図（a））、屋根板を取り外した状態の電子鍵盤楽器の平面図（図（b））である。

【図2】電子鍵盤楽器の底面図である。

【図3】図1（b）のA-A線に沿う断面図である。

【図4】スピーカボックスの左側面図（図（a））、平面図（図（b））である。

【図5】スピーカボックスの平面図（図（a））、図4（a）のB-B線に沿う断面図（図（b））である。

【図6】電子鍵盤楽器の機能構成を示すブロック図である。

【図7】DSPから分配部、音響発生部までの信号処理の流れを示す図である。

【符号の説明】

【0082】

18 電気部品、 30 楽器本体、 50 スピーカボックス、 50a 切欠部、
51 水平仕切板、 54、57、58 垂直仕切板、 100 電子鍵盤楽器、 W

10

20

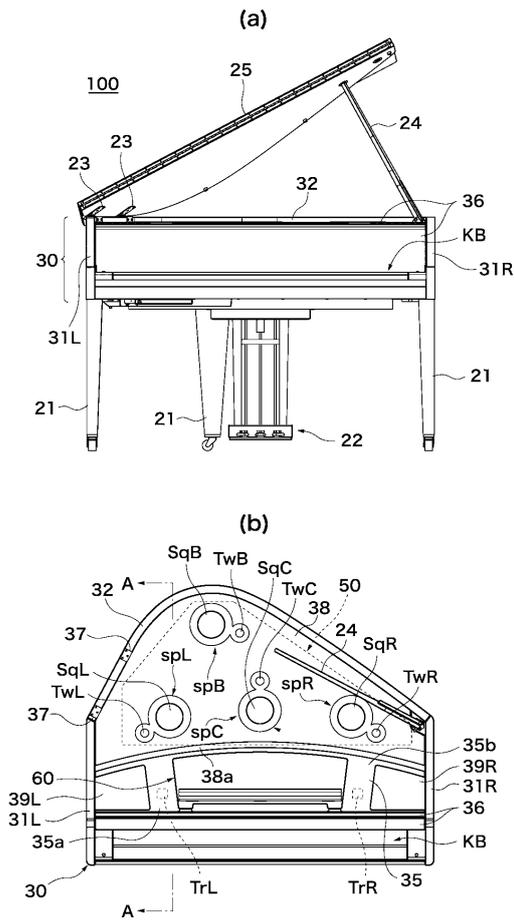
30

40

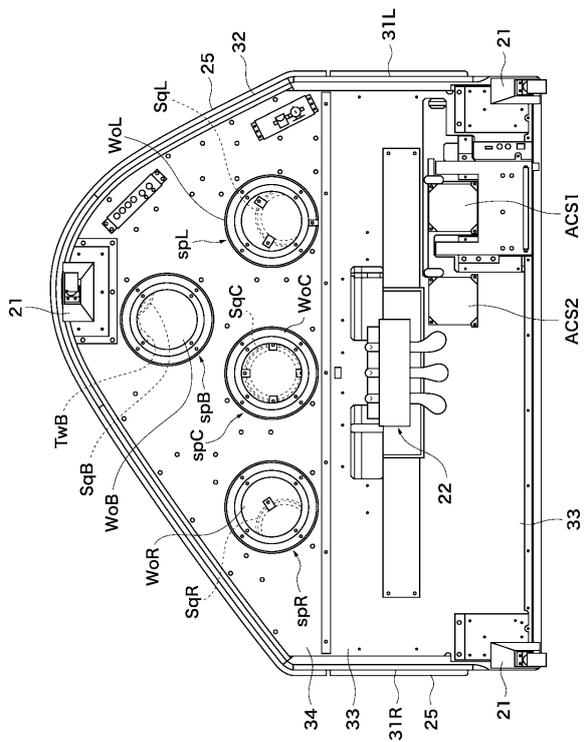
50

o ウーハ（下向きスピーカ）、 Sq スコーカ（上向きスピーカ）、 Rs、Rw
共鳴室

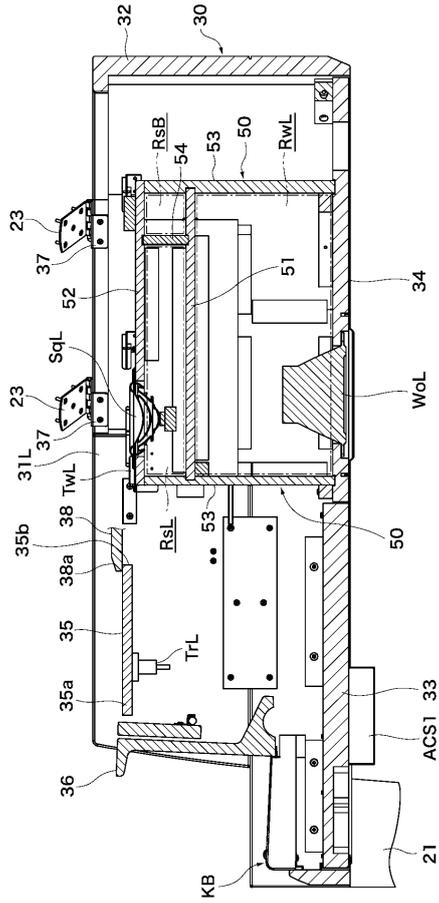
【図1】



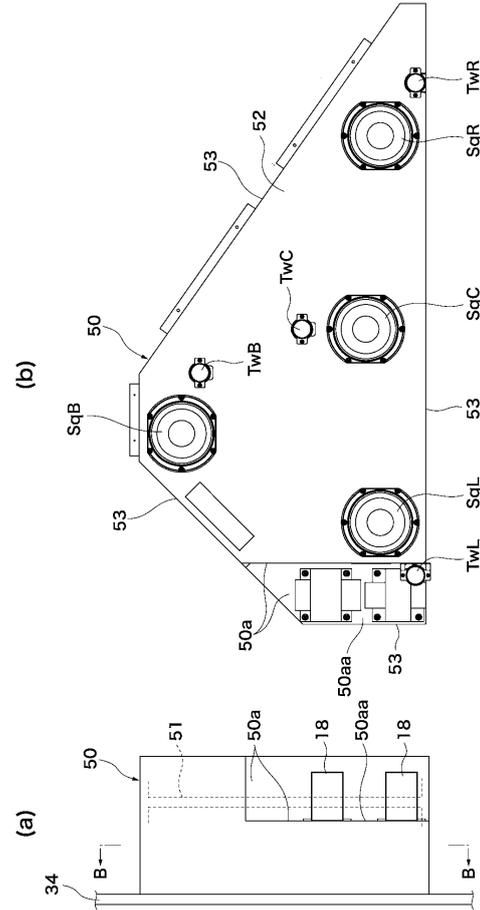
【図2】



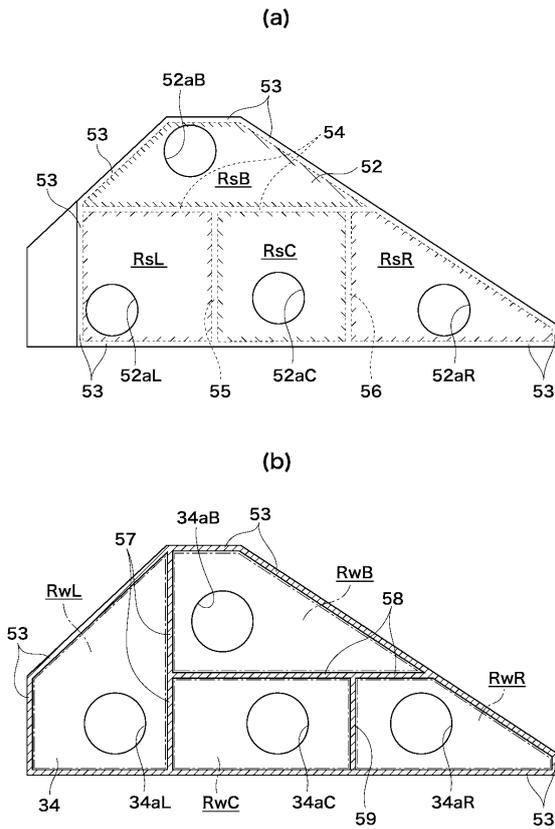
【図3】



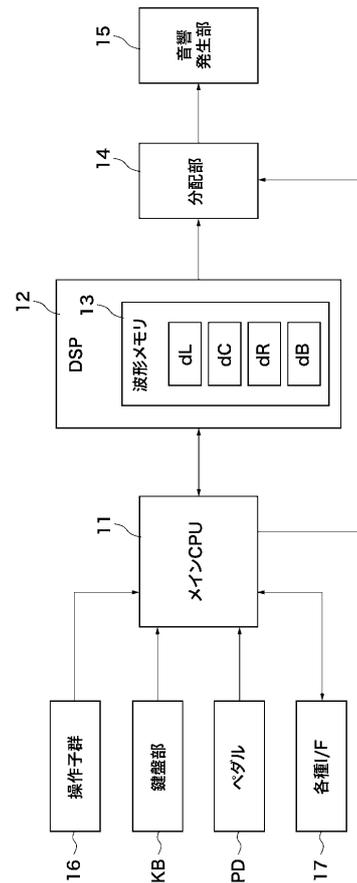
【図4】



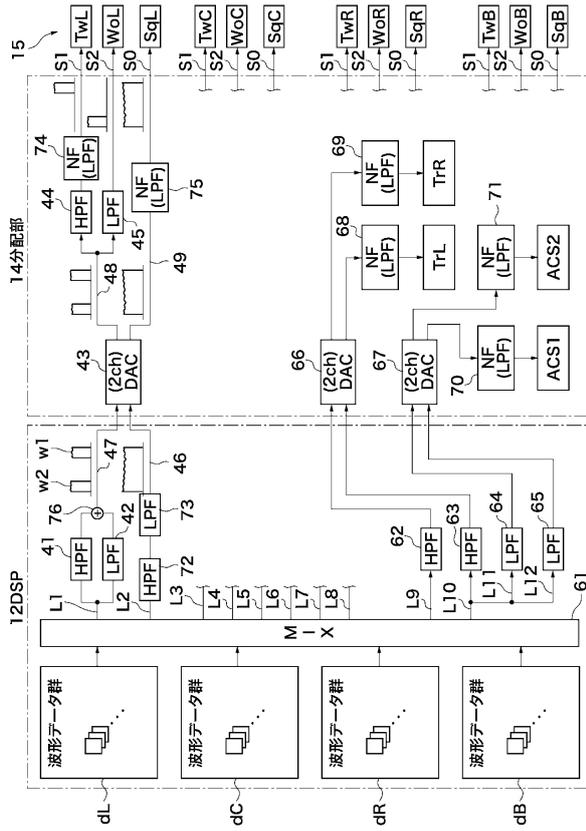
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

- (72)発明者 石原 秀輝
静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内
- (72)発明者 新莊 彰子
静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内
- (72)発明者 大庭 聡斗
静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

審査官 毛利 太郎

- (56)参考文献 特開2003-015651(JP,A)
特開2004-032040(JP,A)
特開昭58-197995(JP,A)
特開平07-244486(JP,A)
特開平11-219180(JP,A)
特開昭58-050892(JP,A)
特開平09-106278(JP,A)
特開2006-003429(JP,A)
特開2005-338224(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10H	1/00 - 7/12
G10B	1/00 - 3/22
H04R	1/00 - 31/00