(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 9 月 8 日(08.09.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/150171 A1

(51) 国際特許分類:
G10H 1/18 (2006.01) *G10H 1/34* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/005258

(22) 国際出願日: 2017 年 2 月 14 日(14.02.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2016-038804 2016 年 3 月 1 日(01.03.2016) JP

(71) 出願人: ヤマハ株式会社(YAMAHA CORPORATION) [JP/JP]; 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町１０番１号 Shizuoka (JP).

(72) 発明者: 太田　哲朗(OTA, Tetsuo); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町１０番１号　ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP). 古川　令(FURUKAWA, Rei); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町１０番１号　ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 大林　章, 外(OHBAYASHI, Akira et al.); 〒1130033 東京都文京区本郷２－１５－１３　お茶の水ウィングビル６階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

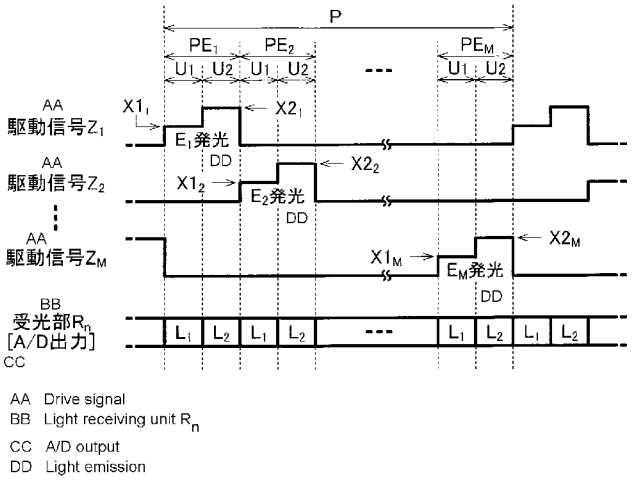
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: DETECTION DEVICE, KEYBOARD MUSICAL INSTRUMENT, DETECTION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称 : 検出装置、鍵盤楽器、検出方法およびプログラム

[図5]



(57) **Abstract**: This detection device is provided with: an operation detection unit which includes a plurality of light emitting units and a plurality of light receiving units and in which, according to movement of a moving body that corresponds to one of different combinations of any of the plurality of light emitting units and any of the plurality of light receiving units, the light reception level of the light receiving unit of the combination that corresponds to the moving body changes; a light emission control unit which causes, when drive signals are supplied, the plurality of light emitting units to emit light sequentially in respective light emission periods and which makes the signal levels of the drive signals different among a plurality of unit periods within each of the light emission periods; and a detection value selection unit which selects, as respective detection values in each of the light emission periods, the light reception levels, of the plurality of light receiving units, in any of the plurality of unit periods within the light emission period.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/150171 A1

検出装置は、複数の発光部と複数の受光部とを含み、前記複数の発光部の何れかと前記複数の受光部の何れかとの相異なる組合せに対応する移動体の動作に応じて、当該移動体に対応する組合せに係る受光部の受光レベルが変化する動作検出部と、駆動信号の供給により前記複数の発光部の各々を発光期間毎に順次に発光させ、当該発光期間内の複数の単位期間の各々においては前記駆動信号の信号レベルを相違させる発光制御部と、前記複数の受光部の各々について、前記発光期間内の前記複数の単位期間の何れかにおける受光レベルを検出値として前記発光期間毎に選択する検出値選択部とを具備する。

明　細　書

発明の名称 ： 検出装置、鍵盤楽器、検出方法およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、鍵盤楽器の鍵等の複数の移動体の動作を検出する技術に関する。

背景技術

[0002] 鍵盤楽器の鍵等の移動体の動作を光学的に検出するための検出装置においては、製造誤差または経年変化に起因した受光素子または発光素子の特性誤差が問題となる。特許文献１には、複数の発光部の各々と複数の受光部の各々との組合せにより複数の操作子の動作を検出する構成のもとで、発光部毎の発光レベルと受光部毎の受光レベルとを調整する技術が開示されている。特許文献１の技術では、複数の受光部の何れの出力信号も所定の閾値を上回らないように各発光部の発光レベルが決定される一方、受光部の受光レベルに応じた電圧を分圧した複数の受光信号のうち、特定の発光レベルのもとで閾値を下回る最大の受光信号が出力信号として選択される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００５－１９５７９４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１の技術のように発光部毎に発光レベルを特定の数値に調整しても、１個の発光部の発光時における受光部毎の受光レベルの誤差は補償されない。受光部毎の受光レベルの誤差を低減する観点から、特許文献１の技術では、各受光部の受光レベルに応じて並列に生成された複数の受光信号の何れかを選択する構成を採用する。しかし、以上の構成では、受光部の受光レベルに応じた電圧の分圧で複数の受光信号を生成する分圧回路（複数の抵抗素子の配列）と、複数の受光信号から１個の受光信号を発光部の発光毎に順

次に選択するための集積回路（マルチプレクサ）とが必要であるから、装置構成が複雑化するという問題がある。以上の事情を考慮して、本発明は、装置構成の複雑化を抑制しながら複数の移動体の動作を高精度に検出することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 以上の課題を解決するために、本発明の好適な態様に係る検出装置は、複数の発光部と複数の受光部とを含み、前記複数の発光部の何れかと前記複数の受光部の何れかとの相異なる組合せに対応する移動体の動作に応じて、当該移動体に対応する組合せに係る受光部の受光レベルが変化する動作検出部と、駆動信号の供給により前記複数の発光部の各々を発光期間毎に順次に発光させ、当該発光期間内の複数の単位期間の各々においては前記駆動信号の信号レベルを相違させる発光制御部と、前記複数の受光部の各々について、前記発光期間内の前記複数の単位期間の何れかにおける受光レベルを検出値として前記発光期間毎に選択する検出値選択部とを具備する。

本発明の好適な態様に係る鍵盤楽器は、複数の鍵と、前記複数の鍵の各々の動作を検出する検出装置とを具備し、前記検出装置は、複数の発光部と複数の受光部とを含み、前記複数の発光部の何れかと前記複数の受光部の何れかとの相異なる組合せに対応する前記鍵の動作に応じて、当該鍵に対応する組合せに係る受光部の受光レベルが変化する動作検出部と、駆動信号の供給により前記複数の発光部の各々を発光期間毎に順次に発光させ、当該発光期間内の複数の単位期間の各々においては前記駆動信号の信号レベルを相違させる発光制御部と、前記複数の受光部の各々について、前記発光期間内の前記複数の単位期間の何れかにおける受光レベルを検出値として前記発光期間毎に選択する検出値選択部とを含む。

本発明の好適な態様に係るプログラムは、複数の発光部と複数の受光部とを含み、前記複数の発光部の何れかと前記複数の受光部の何れかとの相異なる組合せに対応する移動体の動作に応じて、当該移動体に対応する組合せに係る受光部の受光レベルが変化する動作検出部を制御可能なコンピュータに

、駆動信号の供給により前記複数の発光部の各々を発光期間毎に順次に発光させ、当該発光期間内の複数の単位期間の各々においては前記駆動信号の信号レベルを相違させる発光制御処理、および、前記複数の受光部の各々について、前記発光期間内の前記複数の単位期間の何れかにおける受光レベルを検出値として前記発光期間毎に選択する検出値選択処理を実行させる。

本発明の好適な態様に係る検出方法は、複数の発光部と複数の受光部とを含み、前記複数の発光部の何れかと前記複数の受光部の何れかとの相異なる組合せに対応する移動体の動作に応じて、当該移動体に対応する組合せに係る受光部の受光レベルが変化する動作検出部を制御可能なコンピュータにおいて、駆動信号の供給により前記複数の発光部の各々を発光期間毎に順次に発光させ、当該発光期間内の複数の単位期間の各々においては前記駆動信号の信号レベルを相違させ、前記複数の受光部の各々について、前記発光期間内の前記複数の単位期間の何れかにおける受光レベルを検出値として前記発光期間毎に選択する。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]本発明の第１実施形態における鍵盤楽器の構成図である。

[図2]本発明の第１実施形態における検出装置の構成図である。

[図3]検出部の模式図である。

[図4]制御装置の機能に着目した検出装置の構成図である。

[図5]発光制御部の動作の説明図である。

[図6]検出制御処理のフローチャートである。

[図7]検出制御処理における信号レベルの設定の説明図である。

[図8]動作検出処理のフローチャートである。

[図9]第２実施形態における受光レベルの生成の説明図である。

[図10]第３実施形態における検出装置の構成図である。

発明を実施するための形態

[0007] ＜第１実施形態＞

図１は、本発明の第１実施形態に係る鍵盤楽器２００の構成図である。図

１に例示される通り、第１実施形態の鍵盤楽器２００は、鍵盤２１０と検出装置１００とを具備する。鍵盤２１０は、白鍵および黒鍵を含む複数（例えば８８個）の鍵３０を含んで構成される。

[0008] 図２は、本発明の第１実施形態に係る検出装置１００の構成図である。第１実施形態の検出装置１００は、鍵盤楽器２００に使用されて複数の鍵３０の各々の動作を光学的に検出するセンサである。図２に例示される通り、第１実施形態の検出装置１００は、制御装置１２と記憶装置１４と動作検出部１６とＡ/Ｄ変換器１８と音源回路２０と放音機器２２とを具備する。

[0009] 制御装置１２は、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）またはＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）等の処理回路で実現され、検出装置１００の各要素を統括的に制御する。記憶装置１４は、制御装置１２が実行するプログラムと制御装置１２が使用する各種のデータとを記憶する。例えば半導体記録媒体または磁気記録媒体等の公知の記録媒体、または複数種の記録媒体の組合せが記憶装置１４として使用され得る。

[0010] 動作検出部１６は、鍵盤楽器２００の各鍵３０の動作（具体的には演奏者による押鍵時の各鍵３０の変位）を検出する要素であり、複数（Ｍ個）の発光部$Ｅ_{1}$～$Ｅ_{M}$と複数（Ｎ個）の受光部$Ｒ_{1}$～$Ｒ_{N}$とを具備する（ＭおよびＮは２以上の自然数）。任意の１個の発光部$Ｅ_{m}$（ｍ＝１～Ｍ）は、例えばＬＥＤ（Light Emitting Diode）等の発光素子を含んで構成され、駆動信号$Ｚ_{m}$の供給により光（以下「検出光」という）を放射する。任意の１個の受光部$Ｒ_{n}$（ｎ＝１～Ｎ）は、例えばフォトダイオード等の受光素子を含んで構成され、受光レベルに応じた検出信号$Ｑ_{n}$を生成する。

[0011] Ｍ個の発光部$Ｅ_{1}$～$Ｅ_{M}$とＮ個の受光部$Ｒ_{1}$～$Ｒ_{N}$とは縦Ｍ行×横Ｎ列（例えば縦１２行×横８列）のセンサマトリクスを構成し、任意の１個の発光部$Ｅ_{m}$と任意の１個の受光部$Ｒ_{n}$との組合せに対応して検出部$Ｄ_{m,n}$が配置される。各検出部$Ｄ_{m,n}$は、鍵盤２１０の相異なる鍵３０に対応する。なお、各検出部$Ｄ_{m,n}$と各鍵３０との対応関係は任意である。また、図２では、各発光部$Ｅ_{m}$と各受光部$Ｒ_{n}$との全通りの組合せについて検出部$Ｄ_{m,n}$を便宜的に図示した

が、実際には検出部$D_{m,n}$が配置されない組合せも存在する。

[0012] 図３は、任意の１個の検出部$D_{m,n}$を例示する模式図である。図３に例示される通り、任意の１個の検出部$D_{m,n}$は、発光経路１６２と導光体１６４と導光体１６６と受光経路１６８と遮光体３２とを具備するセンサヘッドである。発光経路１６２および受光経路１６８は、検出光が伝播する経路であり、例えば光ファイバを含んで構成される。発光部E_mから出射した検出光は、発光経路１６２を伝播して導光体１６４に到達し、導光体１６４の内部での反射により導光体１６６側に出射する。導光体１６４から導光体１６６に入射した検出光は、導光体１６６の内部での反射により受光経路１６８に入射し、受光経路１６８を伝播して受光部R_nに到達する。遮光体３２は、例えば鍵盤楽器２００の各鍵３０の底面に固定された遮光性のシャッタであり、利用者による押鍵に連動して導光体１６４と導光体１６６との間に移動する。したがって、各受光部R_nによる受光レベル（検出信号Q_nの信号レベル）は、各鍵３０の位置（すなわち押鍵状態）に応じて変動する。

[0013] 動作検出部１６の第ｍ行に対応するＮ個の検出部$D_{m,1}$～$D_{m,N}$の各々の発光経路１６２には、第ｍ番目の１個の発光部E_mから出射した検出光が共通に供給され、動作検出部１６の第ｎ列に対応するＭ個の検出部$D_{1,n}$～$D_{M,n}$の各々の受光経路１６８を通過した検出光は第ｎ番目の１個の受光部R_nにより受光される。したがって、任意の１個の発光部E_mの発光時におけるＮ個の受光部R_1～R_Nの各々の受光レベルを検出することで、発光部E_mと各受光部R_nとの組合せに対応する各鍵３０の動作（検出部$D_{m,n}$の状態）を検出することが可能である。なお、例えば特開平９－１５２８７１号公報に開示される通り、１個の発光部E_mから出射した検出光を複数の受光部R_nで受光する構成、または、複数の発光部E_mから出射した検出光を１個の受光部R_nで受光する構成も採用され得る。

[0014] 図２のＡ／Ｄ変換器１８は、Ｎ個の受光部R_1～R_Nの各々が生成したアナログの検出信号Q_nをデジタルデータ（以下「受光レベル」という）Ｌに変換する。制御装置１２は、Ａ／Ｄ変換器１８による変換後の受光レベルＬの時系列

から各鍵３０の状態を解析し、各鍵３０に対応する楽音の発音／消音と強度とを時系列に指定する演奏データを受光レベルＬの解析結果に応じて生成する。演奏データは記憶装置１４に格納される。すなわち、利用者による鍵盤楽器２００の演奏が記録される。図２の音源回路２０は、演奏データで指定される演奏音の音響信号を生成する。音源回路２０が生成した音響信号が放音機器２２（スピーカまたはヘッドホン）に供給されることで、演奏データで指定される演奏音が再生される。なお、駆動機構（例えばソレノイド）が演奏データに応じて各鍵３０を駆動することで鍵盤楽器２００の自動演奏を実現することも可能である。また、音源回路２０の機能を制御装置１２が実現することも可能である。

[0015] 図４は、制御装置１２の機能に着目した検出装置１００の構成図である。図４に例示される通り、第１実施形態の制御装置１２は、記憶装置１４に記憶されたプログラムを実行することで、動作検出部１６を制御するための複数の要素（発光制御部４２，検出値選択部４４および検出制御部４６）として機能する。なお、制御装置１２の機能を複数の装置に分散した構成、または、制御装置１２の機能の一部を専用の電子回路が実現する構成も採用される。

[0016] 発光制御部４２は、動作検出部１６のＭ個の発光部$Ｅ_{1}$～$Ｅ_{M}$の各々を順次に発光させる。図５は、発光制御部４２による各発光部$Ｅ_{m}$の制御の説明図である。図５に例示される通り、鍵盤楽器２００の各鍵３０の動作を検出する処理（以下「動作検出処理」という）ＳＢにおいて、発光制御部４２は、Ｍ個の発光部$Ｅ_{1}$～$Ｅ_{M}$の各々を発光期間$ＰＥ_{m}$毎に順次に発光させる。Ｍ個の発光部$Ｅ_{1}$～$Ｅ_{M}$の各々を順次に発光させる動作は、所定の周期（以下「検出周期」という）Ｐ毎に反復される。検出周期Ｐの時間長は１msec程度であり、発光期間$ＰＥ_{m}$の時間長は８０μsec（≒１／Ｍ）程度である。第１実施形態の発光制御部４２は、各検出周期Ｐ内のＭ個の発光期間$ＰＥ_{1}$～$ＰＥ_{M}$のうち第ｍ番目の発光期間$ＰＥ_{m}$にて駆動信号$Ｚ_{m}$を発光部$Ｅ_{m}$に供給することで当該発光部$Ｅ_{m}$を発光させる。駆動信号$Ｚ_{m}$は、発光部$Ｅ_{m}$を発光させる電流信号である。

[0017] 図５に例示される通り、任意の１個の発光期間PE_mは、単位期間Ｕ1と単位期間Ｕ2とを包含する。例えば、単位期間Ｕ1は発光期間PE_mの前半期間であり、単位期間Ｕ2は発光期間PE_mの後半期間である。第１実施形態の発光制御部４２は、各発光期間PE_mの単位期間Ｕ1と単位期間Ｕ2とで発光部E_mの発光レベルを相違させる。具体的には、発光制御部４２は、発光部E_mに供給する駆動信号Z_mの信号レベル（具体的には電流量）を単位期間Ｕ1と単位期間Ｕ2とで相違させることにより発光部E_mの発光レベルを発光期間PE_m内で変動させる。図５に例示される通り、単位期間Ｕ1での駆動信号Z_mの信号レベル$X1_m$は、単位期間Ｕ2での駆動信号Z_mの信号レベル$X2_m$を下回る。したがって、発光期間PE_m内で発光部E_mの発光レベルが段階的に増加する。

[0018] 以上の例示の通り、第１実施形態では、各発光期間PE_m内で発光部E_mの発光レベルが変動するから、Ｎ個の受光部R_1～R_Nの各々の受光レベルは各発光期間PE_m内の単位期間Ｕ1と単位期間Ｕ2とで相違する。Ａ／Ｄ変換器１８は、Ｎ個の受光部R_1～R_Nの各々が生成する検出信号Q_nを、各発光期間PE_m内の単位期間Ｕ1および単位期間Ｕ2の各々にてＡ／Ｄ変換することで受光レベルＬを生成する。すなわち、単位期間Ｕ1での受光部R_nの受光レベルＬ1と単位期間Ｕ2での受光部R_nの受光レベルＬ2とが、Ｎ個の受光部R_1～R_Nの各々について発光期間PE_m毎に生成される。

[0019] 図４の検出値選択部４４は、Ｎ個の受光部R_1～R_Nの各々について、発光期間PE_m内の単位期間Ｕ1および単位期間Ｕ2の何れかにおける受光レベルＬ（すなわち、単位期間Ｕ1での受光レベルＬ1と単位期間Ｕ2での受光レベルＬ2との何れか）を検出値$d_{m,n}$として選択する。検出値$d_{m,n}$は、発光部E_mが発光する発光期間PE_mにおける受光部R_nの受光レベルＬであるから、検出部$D_{m,n}$に対応する鍵３０の位置（押鍵状態）を示す数値に相当する。

[0020] 発光部E_mから受光部R_nまでの経路長（発光経路１６２および受光経路１６８での光損失）はＮ個の受光部R_1～R_Nの各々で相違し得る。発光経路１６２または受光経路１６８を構成する光ファイバの端面の表面状態もＮ個の受光部R_1～R_Nの各々で相違し得る。また、発光面の面内で検出光の強度が

相違する発光部E_mを採用した構成では、発光面に対する発光経路１６２の位置に応じて、発光部E_mから各発光経路１６２に入射する検出光の光量が相違し得る。製造誤差または経年変化に起因して受光部R_nの特性（例えば受光量と検出信号Q_nの信号レベルとの関係）が受光部R_n毎に相違する可能性もある。以上に例示した種々の相違に起因して、任意の１個の発光部E_mを発光させたときの受光レベルＬはＮ個の受光部R_1～R_Nの間で相違し得る。

[0021] 第１実施形態では、各発光部E_mに供給される駆動信号Z_mの信号レベルを単位期間Ｕ（Ｕ1またはＵ2）毎に相違させることで各発光部E_mの発光レベルを発光期間PE_m内で変動させる一方、発光期間PE_m内の何れかの単位期間Ｕにおける各受光部R_nの受光レベルＬが検出値$d_{m,n}$として受光部R_n毎に選択される。すなわち、発光部E_mを相異なる発光レベルで発光させたときの複数の受光レベルＬ（Ｌ1およびＬ2）の何れかが検出値$d_{m,n}$として受光部R_n毎に選択される。したがって、受光部R_n毎の受光レベルＬの誤差を補償する（ひいては各鍵３０の動作を高精度に検出する）ことが可能である。また、各受光部R_nの受光レベルＬに応じた電圧を分圧して複数の受光信号を生成する分圧回路（複数の抵抗素子の配列）と、複数の受光信号から１個の受光信号を発光部の発光毎に順次に選択するための集積回路（マルチプレクサ）とが原理的には不要であるから、特許文献１の技術と比較して装置構成の複雑化を抑制することが可能である。以上の通り、第１実施形態によれば、装置構成の複雑化を抑制しながら各鍵３０の動作を高精度に検出できるという利点がある。

[0022] 図４の検出制御部４６は、以上に例示した動作検出処理ＳＢを制御する。具体的には、検出制御部４６は、単位期間Ｕ1における信号レベル$X1_m$と単位期間Ｕ2における信号レベル$X2_m$とを発光部E_m毎（すなわち発光期間PE_m毎）に設定する。第１実施形態の検出制御部４６は、信号レベル$X1_m$および信号レベル$X2_m$の何れかの駆動信号Z_mを発光部E_mに供給した場合におけるＮ個の受光部R_1～R_Nの各々の受光レベルＬが閾値（上限値）L_{TH}を下回るように、信号レベル$X1_m$および信号レベル$X2_m$の組合せを発光部E_m毎に設定する

。検出制御部４６は、事前に選定された複数の信号レベルＡから信号レベル$X1_m$および信号レベル$X2_m$を設定する。また、第１実施形態の検出制御部４６は、単位期間Ｕ1での受光レベルＬ1と単位期間Ｕ2での受光レベルＬ2との何れを検出値$d_{m,n}$として検出値選択部４４が選択すべきか（以下「選択対象レベル」という）を、発光部E_mと受光部R_nとの組合せ毎（検出部$D_{m,n}$毎）に設定する。

[0023] 図６は、信号レベル$X1_m$および信号レベル$X2_m$を発光部E_m毎に設定するとともに選択対象レベルを検出部$D_{m,n}$毎に設定する処理（以下「検出制御処理」という）ＳＡのフローチャートである。例えば検出装置１００の起動または利用者からの指示を契機として図６の検出制御処理ＳＡが開始され、検出制御処理ＳＡの実行後に動作検出処理ＳＢが開始される。検出制御処理ＳＡの実行中には全部の鍵３０が離鍵状態に維持される。すなわち、各発光部E_mから出射した検出光は、遮光体３２で遮光されずにＮ個の受光部R_1～R_Nの各々に到達する。

[0024] 検出制御処理ＳＡを開始すると、検出制御部４６は、Ｍ個の発光部E_1～E_Mの何れか（以下「選択発光部E_m」という）を選択する（ＳA1）。そして、検出制御部４６は、信号レベル$X1_m$および信号レベル$X2_m$の候補となる信号レベルＡを初期値に設定する（ＳA2）。信号レベルＡの初期値は、事前に選定された複数の信号レベルＡのうち最小値である。

[0025] 検出制御部４６は、現段階の信号レベルＡの駆動信号Z_mを選択発光部E_mに供給することで選択発光部E_mを発光させる（ＳA3）。選択発光部E_mから出射した検出光はＮ個の受光部R_1～R_Nの各々に到達し、各受光部R_nの受光レベルＬがＡ／Ｄ変換器１８から出力される。検出制御部４６は、Ｎ個の受光部R_1～R_Nの各々の受光レベルＬをＡ／Ｄ変換器１８から取得する（ＳA4）。例えば各受光部R_nの特性（例えば実際に受光部R_nに到達した光量と測定値である受光レベルＬとの関係）には誤差があり得るから、検出制御部４６がステップＳA4で取得する受光レベルＬは受光部R_n毎に相違し得る。

[0026] 検出制御部４６は、Ｎ個の受光部R_1～R_Nの何れかの受光レベルＬが閾値

L_{TH}を上回るか否か（オーバーフローの有無）を判定する（ＳA5）。Ｎ個の受光部R_1～R_Nの全部の受光レベルＬが閾値L_{TH}を下回る場合（ＳA5：NO）、検出制御部４６は、信号レベルＡを１段階だけ増加させたうえで（ＳA6）、処理をステップＳA3に移行する。すなわち、Ｎ個のうち何れかの受光部R_nの受光レベルＬが閾値L_{TH}を上回るまで（ＳA5：YES）、信号レベルＡを初期値から段階的に増加させた各場合について、選択発光部E_mに対する駆動信号Z_mの供給（ＳA3）と、各受光部R_nの受光レベルＬの取得（ＳA4）とが反復される。

[0027] Ｎ個の受光部R_1～R_Nの何れかの受光レベルＬが閾値L_{TH}を上回る場合（ＳA5：YES）、検出制御部４６は、選択発光部E_mに関する信号レベル$X1_m$および信号レベル$X2_m$を、現時点の信号レベルＡに応じて設定する（ＳA7）。具体的には、単位期間Ｕ1の信号レベル$X1_m$は、現時点の信号レベルＡを１段階だけ下回る信号レベルＡに設定され、単位期間Ｕ2の信号レベル$X2_m$は、現時点の信号レベルＡに設定される。以上の手順で設定された信号レベル$X1_m$および信号レベル$X2_m$は、発光部E_m毎に記憶装置１４に記憶される。

[0028] 図７は、信号レベル$X1_m$および信号レベル$X2_m$の設定の説明図である。図７では、信号レベルＡを変化させた複数の場合（段階１，段階２および段階３）の各々について、Ｎ個の受光部R_1～R_Nの各々の受光レベルＬと閾値L_{TH}との関係が図示されている。段階２での信号レベルＡ2は段階１での信号レベルＡ1を上回り、段階３での信号レベルＡ3は段階2での信号レベルＡ2を上回る（Ａ1＜Ａ2＜Ａ3）。

[0029] 段階１では、Ｎ個の受光部R_1～R_Nの全部の受光レベルＬが閾値L_{TH}を下回る（ＳA5：NO）から、信号レベルＡ1を１段階だけ上回る信号レベルＡ2を使用する段階２に進行する。段階２でも同様に、Ｎ個の受光部R_1～R_Nの全部の受光レベルＬが閾値L_{TH}を下回る（ＳA5：NO）から、信号レベルＡ2を１段階だけ上回る信号レベルＡ3を使用する段階３に進行する。段階３では、Ｎ個のうち３個の受光部R_1～R_3の受光レベルＬが閾値L_{TH}を上回る（ＳA5：YES）。したがって、直前の段階２での信号レベルＡ2が単位期間Ｕ1での信号

レベルX1$_m$として採用されるとともに、段階３での信号レベルA3が単位期間U2での信号レベルX2$_m$として採用される（SA7）。

[0030] 選択発光部E$_m$に関する信号レベルX1$_m$および信号レベルX2$_m$を以上の手順で設定すると、検出制御部４６は、選択発光部E$_m$とN個の受光部R$_1$～R$_N$の各々との組合せ毎に、動作検出処理SBの実行時に単位期間U1での受光レベルL1と単位期間U2での受光レベルL2との何れ（単位期間U1および単位期間U2の何れ）を選択すべきかを設定する（SA8）。具体的には、第１実施形態の検出制御部４６は、信号レベルX1$_m$および信号レベルX2$_m$のうち、選択発光部E$_m$に供給したときの受光部R$_n$の受光レベルLが閾値L$_{TH}$を下回る範囲内で最大となる方を動作検出処理SBでの選択対象レベルとして採択する。例えば、図７に例示された状況を想定すると、受光部R$_1$～R$_3$については信号レベルX1$_m$（＝A2）が選択対象レベルとして指定され、残余の受光部R$_4$～R$_N$については信号レベルX2$_m$（＝A3）が選択対象レベルとして指定される。

[0031] 信号レベルX1$_m$の選択は、単位期間U1の受光レベルL1の選択を意味し、信号レベルX2$_m$の選択は、単位期間U2の受光レベルL2の選択を意味する。したがって、信号レベルX1$_m$および信号レベルX2$_m$の何れかを選択対象レベルとして指定するステップSA8の処理は、単位期間U1および単位期間U2の何れかを選択対象レベルとして指定する処理、または、受光レベルL1および受光レベルL2の何れかを選択対象レベルとして指定する処理とも換言され得る。以上の手順で設定された選択対象レベルは、発光部E$_m$と受光部R$_n$との組合せ毎に記憶装置１４に記憶される。なお、ステップSA7とステップSA8との先後を逆転することも可能である。

[0032] 検出制御部４６は、動作検出部１６のM個の発光部E$_1$～E$_M$の全部について以上の処理（SA1～SA8）が完了したか否かを判定する（SA9）。判定結果が否定である場合（SA9：NO）、検出制御部４６は、M個の発光部E$_1$～E$_M$のうち未処理の発光部E$_m$を選択発光部E$_m$として選択したうえで（SA1）、更新後の選択発光部E$_m$について以降の処理（SA2～SA9）を実行する。M個

の発光部E_1～E_Mについて、信号レベル$X1_m$および信号レベル$X2_m$の設定（ＳA7）と選択対象レベルの設定（ＳA8）とが完了した段階で（ＳA9：YES）、図６の検出制御処理ＳAは終了する。

[0033] 図８は、以上に例示した検出制御処理ＳAの結果を踏まえて実行される動作検出処理ＳBのフローチャートである。検出制御処理ＳAの完了または利用者からの指示を契機として、各検出周期ＰのＭ個の発光期間PE_1～PE_Mの各々において図８の動作検出処理ＳBが実行される。任意の１個の発光期間PE_mについて動作検出処理ＳBを開始すると、発光制御部４２は、Ｍ個の発光部E_1～E_Mのうち当該発光期間PE_mに対応する発光部E_m（以下「駆動発光部E_m」という）を選択する（ＳB1）。

[0034] 発光制御部４２は、駆動発光部E_mについて検出制御処理ＳAで設定された信号レベル$X1_m$および信号レベル$X2_m$を特定する（ＳB2）。具体的には、発光制御部４２は、駆動発光部E_mの信号レベル$X1_m$および信号レベル$X2_m$を記憶装置１４から取得する。

[0035] 発光期間PE_mの単位期間Ｕ1が到来すると、発光制御部４２は、ステップＳB2で特定した信号レベル$X1_m$の駆動信号Z_mを駆動発光部E_mに供給することで駆動発光部E_mを発光させる（ＳB3）。他方、Ａ／Ｄ変換器１８は、単位期間Ｕ1での駆動発光部E_mの発光中にＮ個の受光部R_1～R_Nの各々が出力する検出信号Q_nのＡ／Ｄ変換でＮ個の受光レベルＬ1を特定する。検出値選択部４４は、各受光部R_nのＮ個の受光レベルＬ1をＡ／Ｄ変換器１８から取得する（ＳB4）。

[0036] また、発光期間PE_mの単位期間Ｕ2が到来すると、発光制御部４２は、単位期間Ｕ2についてステップＳB2で特定した信号レベル$X2_m$の駆動信号Z_mを駆動発光部E_mに供給することで駆動発光部E_mを発光させる（ＳB5）。Ａ／Ｄ変換器１８は、単位期間Ｕ2での駆動発光部E_mの発光中にＮ個の受光部R_1～R_Nの各々が出力する検出信号Q_nのＡ／Ｄ変換でＮ個の受光レベルＬ2を特定する。検出値選択部４４は、各受光部R_nのＮ個の受光レベルＬ2をＡ／Ｄ変換器１８から取得する（ＳB6）。

[0037] 以上に例示した通り、Ｎ個の受光部$Ｒ_{1}$～$Ｒ_{N}$の各々について単位期間Ｕ1での受光レベルＬ1と単位期間Ｕ2での受光レベルＬ2とが測定される。検出値選択部４４は、Ｎ個の受光部$Ｒ_{1}$～$Ｒ_{N}$の各々について受光レベルＬ1および受光レベルＬ2の何れかを検出値$ｄ_{m,n}$として選択する（ＳＢ7）。具体的には、検出値選択部４４は、発光期間$ＰＥ_{m}$の単位期間Ｕ1および単位期間Ｕ2のうち、駆動発光部$Ｅ_{m}$と当該受光部$Ｒ_{n}$との組合せについて検出制御処理ＳＡで選択対象レベルとして指定された信号レベル（$Ｘ1_{m}$または$Ｘ2_{m}$）の駆動信号$Ｚ_{m}$が駆動発光部$Ｅ_{m}$に供給される単位期間Ｕにおける受光レベルＬを、検出値$ｄ_{m,n}$として選択する。例えば図７の状況を想定すると、受光部$Ｒ_{1}$～$Ｒ_{3}$については、駆動信号$Ｚ_{m}$が信号レベル$Ｘ1_{m}$（＝Ａ2）に設定される単位期間Ｕ1で取得された受光レベルＬ1が検出値$ｄ_{m,n}$として選択され、残余の受光部$Ｒ_{4}$～$Ｒ_{N}$については、駆動信号$Ｚ_{m}$が信号レベル$Ｘ2_{m}$（＝Ａ3）に設定される単位期間Ｕ2で取得された受光レベルＬ2が検出値$ｄ_{m,n}$として選択される。すなわち、各受光部$Ｒ_{n}$の受光レベルＬが閾値$Ｌ_{ＴＨ}$を下回る範囲内で最大の信号レベルの駆動信号$Ｚ_{m}$を受光部$Ｒ_{n}$に供給したときの受光レベルＬが、当該受光部$Ｒ_{n}$の検出値$ｄ_{m,n}$として採択される。

[0038] 以上に例示した動作検出処理ＳＢが発光期間$ＰＥ_{m}$毎に反復されることで、各発光部$Ｅ_{m}$と各受光部$Ｒ_{n}$との組合せに対応する各検出部$Ｄ_{m,n}$の状態（各鍵３０の動作）に応じた検出値$ｄ_{m,n}$が、検出周期Ｐ毎に順次に生成される。制御装置１２は、各鍵３０の検出値$ｄ_{m,n}$の時系列（各鍵３０の変位の時間変化）を解析することで演奏データを生成する。

[0039] 以上に説明した通り、第１実施形態では、受光部$Ｒ_{n}$の受光レベルＬが閾値$Ｌ_{ＴＨ}$を下回る範囲内の信号レベルが発光部$Ｅ_{m}$と受光部$Ｒ_{n}$との組合せ毎に設定され、発光期間$ＰＥ_{m}$内の単位期間Ｕ1および単位期間Ｕ2のうち、当該信号レベルの駆動信号$Ｚ_{m}$が発光部$Ｅ_{m}$に供給される単位期間Ｕでの受光部$Ｒ_{n}$の受光レベルＬが検出値$ｄ_{m,n}$として選択される。したがって、閾値$Ｌ_{ＴＨ}$を下回る適切な範囲内の検出値$ｄ_{m,n}$を生成できるという利点がある。

[0040] ＜第２実施形態＞

本発明の第２実施形態を説明する。以下に例示する各形態において作用または機能が第１実施形態と同様である要素については、第１実施形態の説明で使用した符号を流用して各々の詳細な説明を適宜に省略する。

[0041] 図９は、任意の１個の受光部R_nが出力する検出信号Q_nの波形図である。例えば受光部R_nに付随する容量成分等による過渡応答に起因して、実際の検出信号Q_nの信号レベル（例えば電流量）は不安定に変動し得る。例えば、検出信号Q_nの信号レベルは、図９に例示される通り、単位期間Ｕ（Ｕ1またはＵ2）の始点ｔ1で発光部E_mの発光レベルが変動した直後に不安定に変動し得る。

[0042] 以上の事情を考慮して、第２実施形態では、各単位期間Ｕのうち検出信号Q_nの信号レベルが安定する期間（以下「安定期間」という）ＰS内でＡ／Ｄ変換器１８による検出信号Q_nのＡ／Ｄ変換（受光レベルＬの生成）が実行される。安定期間ＰSは、例えば各単位期間Ｕの始点ｔ1から所定の時間長ＴＡ（例えば１８μsec程度）が経過した時点ｔ2と当該単位期間Ｕの終点ｔ3との間の期間である。安定期間ＰSの時間長ＴBは、例えば２０μsec～２３μsec程度である。Ａ／Ｄ変換器１８は、単位期間Ｕの始点ｔ1に対して時間長ＴAだけ遅延した時点ｔ2から検出信号Q_nのＡ／Ｄ変換を開始して受光レベルＬを生成する。各単位期間Ｕの始点ｔ1から時点ｔ2までの時間長ＴAにわたる期間（すなわち検出信号Q_nの信号レベルが不安定に変動する期間）内ではＡ／Ｄ変換は実行されない。

[0043] 第２実施形態の検出値選択部４４は、発光期間PE_m内の単位期間Ｕ毎に安定期間ＰS内の受光レベルＬ（Ｌ1およびＬ2）を取得する。単位期間Ｕ1の受光レベルＬ1と単位期間Ｕ2の受光レベルＬ2との何れかを検出値$d_{m,n}$として検出値選択部４４が選択する動作は第１実施形態と同様である。

[0044] 第２実施形態においても第１実施形態と同様の効果が実現される。また、第２実施形態では、各単位期間Ｕのうち受光レベル（検出信号Q_nの信号レベル）が安定する安定期間ＰS内の受光レベルＬを検出値選択部４４が取得する。したがって、各単位期間Ｕのうち検出信号Q_nの信号レベルが不安定に変動

する期間（例えば単位期間Ｕの始点ｔ1から時点ｔ2までの期間）内の受光レベルＬを検出値選択部４４が取得する構成と比較して、正確な検出値$ｄ_{m,n}$を生成できる（ひいては各鍵３０の動作を高精度に検出できる）という利点がある。

[0045] なお、Ａ／Ｄ変換器１８による検出信号$Ｑ_{n}$のＡ／Ｄ変換は単位期間Ｕの始点ｔ1から開始する一方、単位期間Ｕ内に生成された複数の受光レベルＬのうち安定期間ＰS内の受光レベルＬを検出値選択部４４が選別することも可能である。

[0046] ＜第３実施形態＞

第１実施形態および第２実施形態では、各発光期間$ＰＥ_{m}$が２個の単位期間Ｕ（Ｕ1またはＵ2）を含む場合を例示したが、発光期間$ＰＥ_{m}$内の単位期間Ｕの総数Ｋは２個に限定されない。すなわち、各発光期間$ＰＥ_{m}$に３個以上の単位期間Ｕを含ませることも可能である。

[0047] 図１０は、第３実施形態における検出装置１００の制御装置１２の機能に着目した構成図である。図１０に例示される通り、第３実施形態の制御装置１２は、第１実施形態と同様の要素（発光制御部４２，検出値選択部４４および検出制御部４６）に加えて期間制御部４８としても機能する。期間制御部４８は、各発光期間$ＰＥ_{m}$内の単位期間Ｕの総数Ｋと各単位期間Ｕの時間長Ｔとを制御する。具体的には、第３実施形態の期間制御部４８は、各単位期間Ｕの始点から検出信号$Ｑ_{n}$の信号レベルが安定する時点ｔ2までの時間長ＴAに応じて、発光期間$ＰＥ_{m}$内の単位期間Ｕの総数Ｋと各単位期間Ｕの時間長Ｔとを制御する。単位期間Ｕの時間長Ｔは、当該単位期間Ｕの始点ｔ1から時点ｔ2までの時間長ＴAと安定期間ＰSの時間長ＴBとの合計である。Ａ／Ｄ変換器１８が単位期間Ｕ内の時点ｔ2（安定期間ＰSの始点）で検出信号$Ｑ_{n}$のＡ／Ｄ変換を開始する点は第２実施形態と同様である。

[0048] 具体的には、期間制御部４８は、検出制御処理ＳAにおいて、駆動信号$Ｚ_{m}$の供給で任意の１個の発光部$Ｅ_{m}$を発光させる一方、当該発光部$Ｅ_{m}$の発光時に各受光部$Ｒ_{n}$が生成する検出信号$Ｑ_{n}$を解析することで、発光部$Ｅ_{m}$の発光開

始から検出信号Q_nの信号レベルが安定するまでの時間長ＴＡ（例えばＮ個の検出信号Q_1～Q_Nにおける最大値）を測定する。そして、期間制御部４８は、時間長ＴＡと所定の時間長ＴＢとの合計を単位期間Ｕの時間長Ｔとして設定する。安定期間ＰＳの時間長ＴＢは、例えばＡ／Ｄ変換器１８による受光レベルＬの生成に必要な時間長に固定されるから、単位期間Ｕの全体の時間長Ｔは時間長ＴＡに応じた可変長である。

[0049] また、期間制御部４８は、以上の手順で決定した単位期間Ｕの時間長Ｔに応じて発光期間PE_m内の単位期間Ｕの総数Ｋを設定する。具体的には、期間制御部４８は、所定長の発光期間PE_mに内包され得る単位期間Ｕ（時間長Ｔ）の最大個数を総数Ｋとして設定する。したがって、検出信号Q_nの信号レベルの安定に必要な時間長ＴＡが短いほど、発光期間PE_m内の単位期間Ｕの総数Ｋは増加する。なお、発光期間PE_mおよび検出周期Ｐの時間長は所定値に固定される。

[0050] 検出制御処理ＳＡにおいて、第３実施形態の検出制御部４６は、期間制御部４８が設定した総数Ｋの単位期間Ｕ1～ＵＫの各々について発光部E_m毎に信号レベル（$X1_m$～XK_m）を設定する。具体的には、検出制御部４６は、信号レベル$X1_m$～XK_mの何れかの駆動信号Z_mを発光部E_mに供給した場合におけるＮ個の受光部R_1～R_Nの各々の受光レベルＬが閾値L_{TH}を下回るように、信号レベル$X1_m$～XK_mを設定する。また、検出制御部４６は、発光期間PE_m内のＫ個の単位期間Ｕ1～ＵＫのうち何れの単位期間Ｕでの受光レベルＬを検出値$d_{m,n}$として選択すべきか（選択対象レベル）を発光部E_mと受光部R_nとの組合せ毎に設定する。

[0051] 他方、動作検出処理ＳＢにおいて、発光制御部４２は、各発光期間PE_m内のＫ個の単位期間Ｕ1～ＵＫの各々において信号レベルXk_m（ｋ＝１～Ｋ）の駆動信号Z_mの供給で発光部E_mを発光させる（ＳＢ3およびＳＢ5）。また、検出値選択部４４は、Ｋ個の単位期間Ｕ1～ＵＫのうち検出制御処理ＳＡで選択対象レベルに設定された信号レベルXk_mの単位期間Ｕkにおける受光レベルＬkを発光期間PE_m毎に検出値$d_{m,n}$として選択する（ＳＢ7）。

[0052] 第３実施形態においても第１実施形態または第２実施形態と同様の効果が実現される。また、第３実施形態では、検出信号Q_nの信号レベルが安定するまでの時間長ＴAに応じて各発光期間PE_m内の単位期間Ｕの総数Ｋと各単位期間Ｕの時間長Ｔとが変更される。したがって、前述の例示のように例えば時間長ＴAが短いほど単位期間Ｕの総数Ｋを増加させる構成により、受光部R_n毎の受光レベルＬの誤差を高精度に補償する（ひいては各鍵３０の動作を高精度に検出する）ことが可能である。

[0053] ＜変形例＞

以上の各形態は多様に変形され得る。具体的な変形の態様を以下に例示する。以下の例示から任意に選択された２以上の態様は適宜に併合され得る。

[0054] （１）発光期間PE_m内の複数の単位期間Ｕにおける駆動信号Z_mの信号レベルの大小は任意である。例えば、前述の各形態では、単位期間Ｕ1での信号レベル$X1_m$が単位期間Ｕ2での信号レベル$X2_m$を下回る構成を例示したが、信号レベル$X1_m$が信号レベル$X2_m$を上回る構成（発光期間PE_m内で発光部E_mの発光レベルが段階的に減少する構成）も採用され得る。

[0055] （２）前述の各形態における検出制御処理ＳAでは、駆動信号Z_mの信号レベルＡを初期値から段階的に増加させたが、駆動信号Z_mの信号レベルＡを最大値から段階的に減少させながら、選択発光部E_mに対する駆動信号Z_mの供給（ＳA3）と、各受光部R_nの受光レベルＬの取得（ＳA4）とを実行することも可能である。信号レベルＡを徐々に減少させる場合、検出制御部４６は、Ｎ個の受光部R_1～R_Nの何れかの受光レベルＬが閾値L_{TH}を下回るか否かを判定する。また、過去（典型的には直前）の検出制御処理ＳAで設定された信号レベル$X1_m$または信号レベル$X2_m$を、検出制御処理ＳAにおける信号レベルＡの初期値（ＳA2）として利用することも可能である。

[0056] （３）第１実施形態では、信号レベル$X1_m$および信号レベル$X2_m$の何れかの駆動信号Z_mを発光部E_mに供給した場合の受光レベルＬが閾値L_{TH}を下回るように、信号レベル$X1_m$および信号レベル$X2_m$の組合せを発光部E_m毎に設定した。以上の構成を変形し、信号レベル$X1_m$および信号レベル$X2_m$の何れか

の駆動信号Z_mを発光部E_mに供給した場合の受光レベルＬが閾値（下限値）L_{TH}を上回るように、信号レベル$X1_m$および信号レベル$X2_m$の組合せを発光部E_m毎に設定することも可能である。以上の例示から理解される通り、検出制御部４６は、発光部E_mに対する駆動信号Z_mの供給時におけるＮ個の受光部R_1～R_Nの受光レベルＬが所定の範囲内（上限値を下回る範囲内または下限値を上回る範囲内）となる複数の信号レベルを、発光部E_mと受光部R_nとの組合せ毎に設定する要素として包括的に表現される。

[0057] （４）前述の各形態では、鍵盤楽器２００の各鍵３０の動作を検出する検出装置１００を例示したが、検出装置１００による検出対象は鍵３０に限定されない。例えば、鍵盤楽器２００において弦を打撃する複数のハンマの各々の動作の検出、または、利用者が任意に操作する複数の操作子（例えばボタンまたはツマミ）の各々の動作の検出にも、前述の各形態と同様の検出装置１００が利用され得る。以上の例示から理解される通り、検出装置１００による検出の対象は、移動可能な移動体として包括的に表現される。

[0058] （５）前述の各形態で例示した検出装置１００は、前述の通り、制御装置１２とプログラムとの協働で実現される。本発明の好適な態様に係るプログラムは、Ｍ個の発光部E_1～E_MとＮ個の受光部R_1～R_Nとを含み、各発光部E_mと各受光部R_nとの相異なる組合せに対応する移動体（例えば鍵３０）の動作に応じて、当該移動体に対応する組合せに係る受光部R_nの受光レベルＬが変化する動作検出部１６を制御可能なコンピュータを、駆動信号Z_mの供給によりＭ個の発光部E_1～E_Mの各々を発光期間PE_m毎に順次に発光させ、当該発光期間PE_m内の複数の単位期間Ｕの各々においては駆動信号Z_mの信号レベルを相違させる発光制御部４２、および、Ｎ個の受光部R_1～R_Nの各々について、発光期間PE_m内の複数の単位期間Ｕの何れかにおける受光レベルＬを検出値$d_{m,n}$として発光期間PE_m毎に選択する検出値選択部４４として機能させる。以上に例示したプログラムは、コンピュータが読取可能な記録媒体に格納された形態で提供されてコンピュータにインストールされ得る。記録媒体は、例えば非一過性（non-transitory）の記録媒体であり、ＣＤ-ＲＯＭ等の

光学式記録媒体（光ディスク）が好例であるが、半導体記録媒体または磁気記録媒体等の公知の任意の形式の記録媒体を包含し得る。なお、非一過性の記録媒体とは、一過性の伝搬信号（transitory, propagating signal）を除く任意の記録媒体を含み、揮発性の記録媒体を除外するものではない。また、通信網を介した配信の形態でプログラムをコンピュータに提供することも可能である。また、通信網を介した配信の形態でプログラムをコンピュータに配信することも可能である。

[0059] （６）本発明の好適な態様は、前述の各形態で例示した検出装置１００の動作方法（検出方法）としても特定され得る。本発明の好適な態様に係る検出方法（動作検出処理ＳＢ）は、Ｍ個の発光部$Ｅ_1$～$Ｅ_M$とＮ個の受光部$Ｒ_1$～$Ｒ_N$とを含み、各発光部$Ｅ_m$と各受光部$Ｒ_n$との相異なる組合せに対応する移動体（例えば鍵３０）の動作に応じて、当該移動体に対応する組合せに係る受光部$Ｒ_n$の受光レベルＬが変化する動作検出部１６を制御可能なコンピュータが、駆動信号$Ｚ_m$の供給によりＭ個の発光部$Ｅ_1$～$Ｅ_M$の各々を発光期間$ＰＥ_m$毎に順次に発光させるとともに、当該発光期間$ＰＥ_m$内の複数の単位期間Ｕの各々において駆動信号$Ｚ_m$の信号レベルを相違させ、Ｎ個の受光部$Ｒ_1$～$Ｒ_N$の各々について、発光期間$ＰＥ_m$内の複数の単位期間Ｕの何れかにおける受光レベルＬを検出値$ｄ_{m,n}$として発光期間$ＰＥ_m$毎に選択する。

[0060] （７）以上に例示した形態から、例えば以下の構成が把握される。

＜態様１＞

本発明の好適な態様（態様１）に係る検出装置は、複数の発光部と複数の受光部とを含み、前記複数の発光部の何れかと前記複数の受光部の何れかとの相異なる組合せに対応する移動体の動作に応じて、当該移動体に対応する組合せに係る受光部の受光レベルが変化する動作検出部と、駆動信号の供給により前記複数の発光部の各々を発光期間毎に順次に発光させ、当該発光期間内の複数の単位期間の各々においては前記駆動信号の信号レベルを相違させる発光制御部と、前記複数の受光部の各々について、前記発光期間内の前記複数の単位期間の何れかにおける受光レベルを検出値として前記発光期間

毎に選択する検出値選択部とを具備する。以上の構成では、各発光部に供給される駆動信号の信号レベル（例えば電流値）を単位期間毎に相違させることで各発光部の発光レベルを発光期間内で変動させる一方、発光期間内の何れかの単位期間における各受光部の受光レベルが検出値として受光部毎に選択される。したがって、受光部毎の受光レベルの誤差を補償する（ひいては移動体の動作を高精度に検出する）ことが可能である。また、各受光部の受光レベルに応じた電圧を分圧して複数の受光信号を生成する分圧回路（複数の抵抗素子の配列）と、複数の受光信号から１個の受光信号を発光部の発光毎に順次に選択するための集積回路（マルチプレクサ）とが原理的には不要であるから、特許文献１の技術と比較して装置構成の複雑化を抑制することが可能である。

＜態様２＞

態様１の好適例（態様２）に係る検出装置は、前記複数の発光部の何れかと前記複数の受光部の何れかとの組合せ毎に、当該発光部に対する駆動信号の供給時における当該受光部の受光レベルが所定の範囲内となる複数の信号レベルを設定する検出制御部を具備し、前記発光制御部は、前記発光期間内の複数の単位期間の各々において、前記複数の信号レベルの何れかに前記複数の発光部の各々を発光させ、前記検出値選択部は、前記発光期間内の前記複数の単位期間のうち、前記発光部と前記受光部との組合せについて前記検出制御部が設定した信号レベルの駆動信号が前記発光部に供給される単位期間における当該受光部の受光レベルを検出値として選択する。以上の態様では、受光部の受光レベルが所定の範囲内となる信号レベル（例えば受光レベルが閾値を下回る信号レベル）が発光部と受光部との組合せ毎に設定され、発光期間内の複数の単位期間のうち、当該信号レベルの駆動信号が発光部に供給される単位期間における受光部の受光レベルが検出値として選択される。したがって、適切な範囲内の検出値を生成することが可能である。

＜態様３＞

態様１または態様２の好適例（態様３）において、前記検出値選択部は、

前記発光期間内の複数の単位期間の各々において、当該単位期間のうち受光レベルが安定する安定期間内の受光レベルを取得し、前記複数の単位期間の何れかにおける受光レベルを検出値として選択する。以上の態様では、単位期間のうち受光レベルが安定する安定期間内の受光レベルを検出値選択部が取得するから、単位期間のうち受光レベルが不安定に変動する期間（例えば単位期間の始点の直後の期間）内の受光レベルを検出値選択部が取得する構成と比較して正確な検出値を生成する（ひいては各移動体の動作を高精度に検出する）ことが可能である。

＜態様４＞

態様３の好適例（態様４）に係る検出装置は、前記単位期間の始点から受光レベルが安定する時点までの時間長に応じて、前記発光期間内の単位期間の総数および各単位期間の時間長を制御する期間制御部を具備する。以上の態様では、単位期間の始点から受光レベルが安定する時点までの時間長に応じて発光期間内の単位期間の総数と各単位期間の時間長とが制御される。したがって、例えば受光レベルが安定する時点までの時間長が短いほど各単位期間の時間長を短縮して総数を増加させることで、受光部毎の受光レベルの誤差を高精度に補償することが可能である。

＜態様５＞

態様１から態様４の何れかの好適例（態様５）において、前記移動体は、鍵盤楽器の鍵である。以上の態様によれば、鍵盤楽器の各鍵の動作を高精度に検出することが可能である。

＜態様６＞

本発明の好適な態様（態様６）に係る鍵盤楽器は、複数の鍵と、前記複数の鍵の各々の動作を検出する検出装置とを具備し、前記検出装置は、複数の発光部と複数の受光部とを含み、前記複数の発光部の何れかと前記複数の受光部の何れかとの相異なる組合せに対応する前記鍵の動作に応じて、当該鍵に対応する組合せに係る受光部の受光レベルが変化する動作検出部と、駆動信号の供給により前記複数の発光部の各々を発光期間毎に順次に発光させ、

当該発光期間内の複数の単位期間の各々においては前記駆動信号の信号レベルを相違させる発光制御部と、前記複数の受光部の各々について、前記発光期間内の前記複数の単位期間の何れかにおける受光レベルを検出値として前記発光期間毎に選択する検出値選択部とを含む。

＜態様７＞

本発明の好適な態様（態様７）に係るプログラムは、複数の発光部と複数の受光部とを含み、前記複数の発光部の各々と前記複数の受光部の各々との相異なる組合せに対応する移動体の動作に応じて、当該移動体に対応する組合せに係る受光部の受光レベルが変化する動作検出部を制御可能なコンピュータに、駆動信号の供給により前記複数の発光部の各々を発光期間毎に順次に発光させ、当該発光期間内の複数の単位期間の各々においては前記駆動信号の信号レベルを相違させる発光制御処理、および、前記複数の受光部の各々について、前記発光期間内の前記複数の単位期間の何れかにおける受光レベルを検出値として前記発光期間毎に選択する検出値選択処理を実行させる。

＜態様８＞

本発明の好適な態様（態様８）に係る検出方法は、複数の発光部と複数の受光部とを含み、前記複数の発光部の各々と前記複数の受光部の各々との相異なる組合せに対応する移動体の動作に応じて、当該移動体に対応する組合せに係る受光部の受光レベルが変化する動作検出部を制御可能なコンピュータが、駆動信号の供給により前記複数の発光部の各々を発光期間毎に順次に発光させ、当該発光期間内の複数の単位期間の各々においては前記駆動信号の信号レベルを相違させ、前記複数の受光部の各々について、前記発光期間内の前記複数の単位期間の何れかにおける受光レベルを検出値として前記発光期間毎に選択する。

符号の説明

[0061] １００……検出装置、１２……制御装置、１４……記憶装置、１６……動作検出部、１６２……発光経路、１６４……導光体、１６６……導光体、１６

８……受光経路、１８……Ａ／Ｄ変換器、２０……音源回路、２２……放音機器、３０……鍵（移動体）、３２……遮光体、４２……発光制御部、４４……検出値選択部、４６……検出制御部、４８……期間制御部、２００……鍵盤楽器、２１０……鍵盤。

請求の範囲

[請求項1] 複数の発光部と複数の受光部とを含み、前記複数の発光部の何れかと前記複数の受光部の何れかとの相異なる組合せに対応する移動体の動作に応じて、当該移動体に対応する組合せに係る受光部の受光レベルが変化する動作検出部と、

駆動信号の供給により前記複数の発光部の各々を発光期間毎に順次に発光させ、当該発光期間内の複数の単位期間の各々においては前記駆動信号の信号レベルを相違させる発光制御部と、

前記複数の受光部の各々について、前記発光期間内の前記複数の単位期間の何れかにおける受光レベルを検出値として前記発光期間毎に選択する検出値選択部と

を具備する検出装置。

[請求項2] 前記複数の発光部の何れかと前記複数の受光部の何れかとの組合せ毎に、当該発光部に対する駆動信号の供給時における当該受光部の受光レベルが所定の範囲内となる複数の信号レベルを設定する検出制御部を具備し、

前記発光制御部は、前記発光期間内の複数の単位期間の各々において、前記複数の信号レベルの何れかに前記複数の発光部の各々を発光させ、

前記検出値選択部は、前記発光期間内の前記複数の単位期間のうち、前記発光部と前記受光部との組合せについて前記検出制御部が設定した信号レベルの駆動信号が前記発光部に供給される単位期間における当該受光部の受光レベルを検出値として選択する

請求項１の検出装置。

[請求項3] 前記検出値選択部は、前記発光期間内の複数の単位期間の各々において、当該単位期間のうち受光レベルが安定する安定期間内の受光レベルを取得し、前記複数の単位期間の何れかにおける受光レベルを検出値として選択する

請求項１または請求項２の検出装置。

[請求項4] 前記単位期間の始点から受光レベルが安定する時点までの時間長に応じて、前記発光期間内の単位期間の総数および各単位期間の時間長を制御する期間制御部

を具備する請求項３の検出装置。

[請求項5] 前記移動体は、鍵盤楽器の鍵である

請求項１から請求項４の何れかの検出装置。

[請求項6] 複数の鍵と、

前記複数の鍵の各々の動作を検出する検出装置とを具備し、

前記検出装置は、

複数の発光部と複数の受光部とを含み、前記複数の発光部の何れかと前記複数の受光部の何れかとの相異なる組合せに対応する前記鍵の動作に応じて、当該鍵に対応する組合せに係る受光部の受光レベルが変化する動作検出部と、

駆動信号の供給により前記複数の発光部の各々を発光期間毎に順次に発光させ、当該発光期間内の複数の単位期間の各々においては前記駆動信号の信号レベルを相違させる発光制御部と、

前記複数の受光部の各々について、前記発光期間内の前記複数の単位期間の何れかにおける受光レベルを検出値として前記発光期間毎に選択する検出値選択部とを含む

鍵盤楽器。

[請求項7] 複数の発光部と複数の受光部とを含み、前記複数の発光部の何れかと前記複数の受光部の何れかとの相異なる組合せに対応する移動体の動作に応じて、当該移動体に対応する組合せに係る受光部の受光レベルが変化する動作検出部を制御可能なコンピュータに、

駆動信号の供給により前記複数の発光部の各々を発光期間毎に順次に発光させ、当該発光期間内の複数の単位期間の各々においては前記駆動信号の信号レベルを相違させる発光制御処理、および、

前記複数の受光部の各々について、前記発光期間内の前記複数の単位期間の何れかにおける受光レベルを検出値として前記発光期間毎に選択する検出値選択処理

を実行させるプログラム。

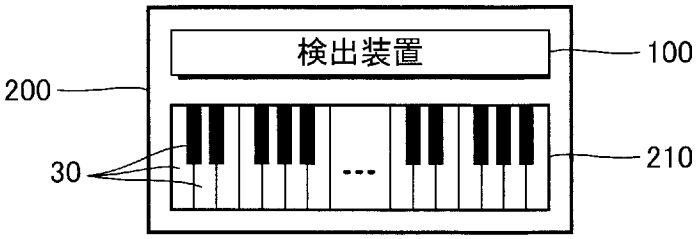
[請求項8] 複数の発光部と複数の受光部とを含み、前記複数の発光部の何れかと前記複数の受光部の何れかとの相異なる組合せに対応する移動体の動作に応じて、当該移動体に対応する組合せに係る受光部の受光レベルが変化する動作検出部を制御可能なコンピュータにおいて、

駆動信号の供給により前記複数の発光部の各々を発光期間毎に順次に発光させ、当該発光期間内の複数の単位期間の各々においては前記駆動信号の信号レベルを相違させ、

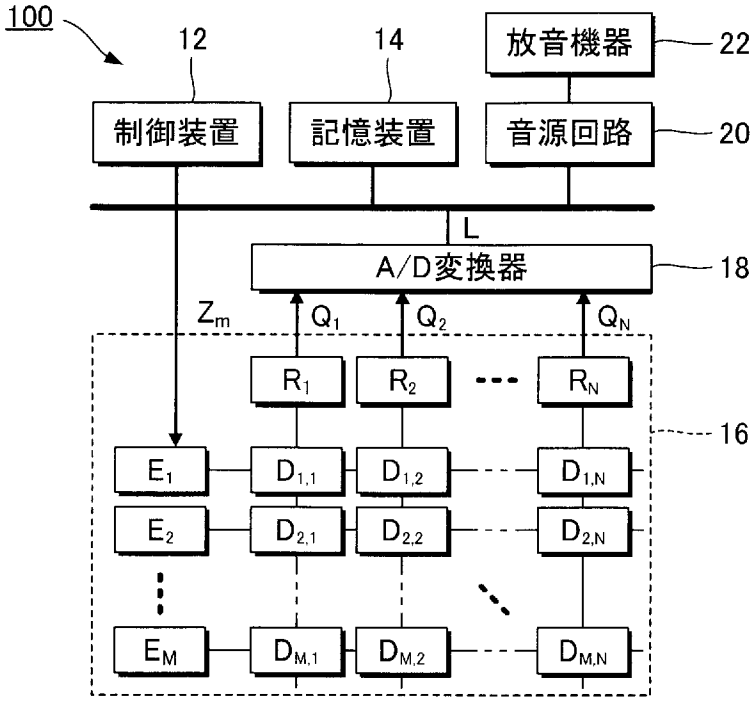
前記複数の受光部の各々について、前記発光期間内の前記複数の単位期間の何れかにおける受光レベルを検出値として前記発光期間毎に選択する

検出方法。

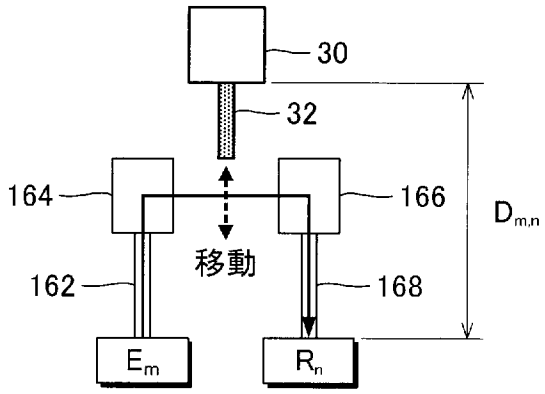
[図1]


検出装置
100
200
30
210

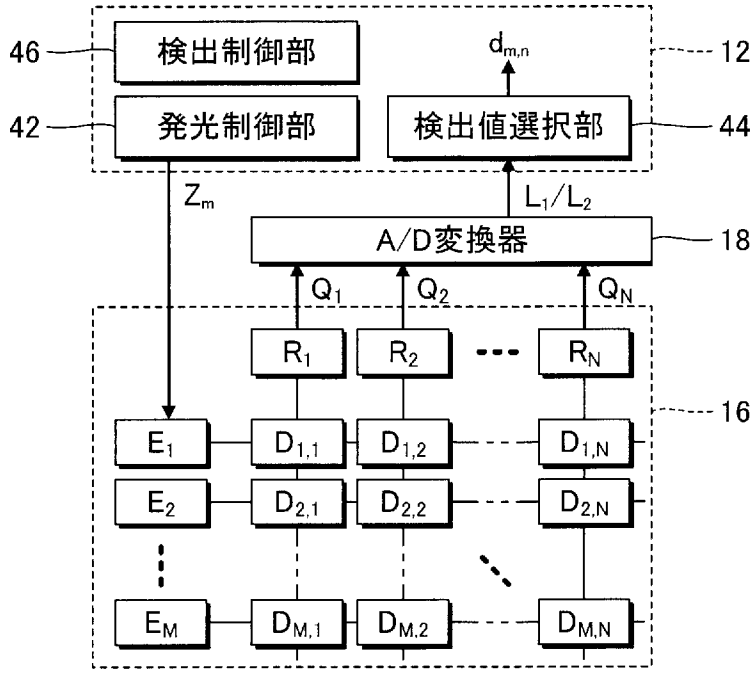
[図2]


100
12
14
放音機器
22
制御装置
記憶装置
音源回路
20
L
A/D変換器
18
Zm
Q1
Q2
QN
R1
R2
RN
16
E1
D1,1
D1,2
D1,N
E2
D2,1
D2,2
D2,N
EM
DM,1
DM,2
DM,N

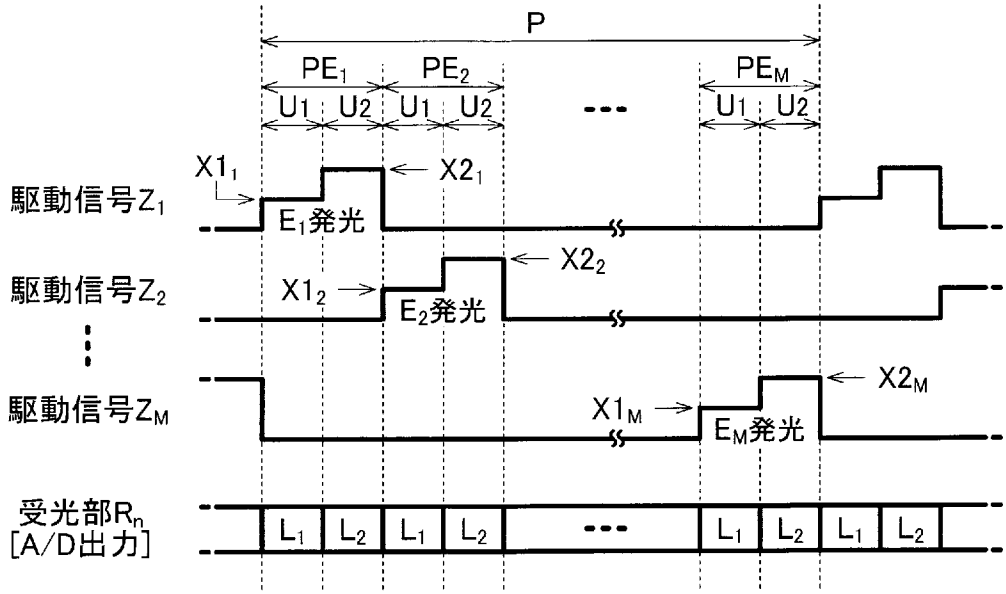
[図3]


30
32
164
166
Dm,n
移動
162
168
Em
Rn

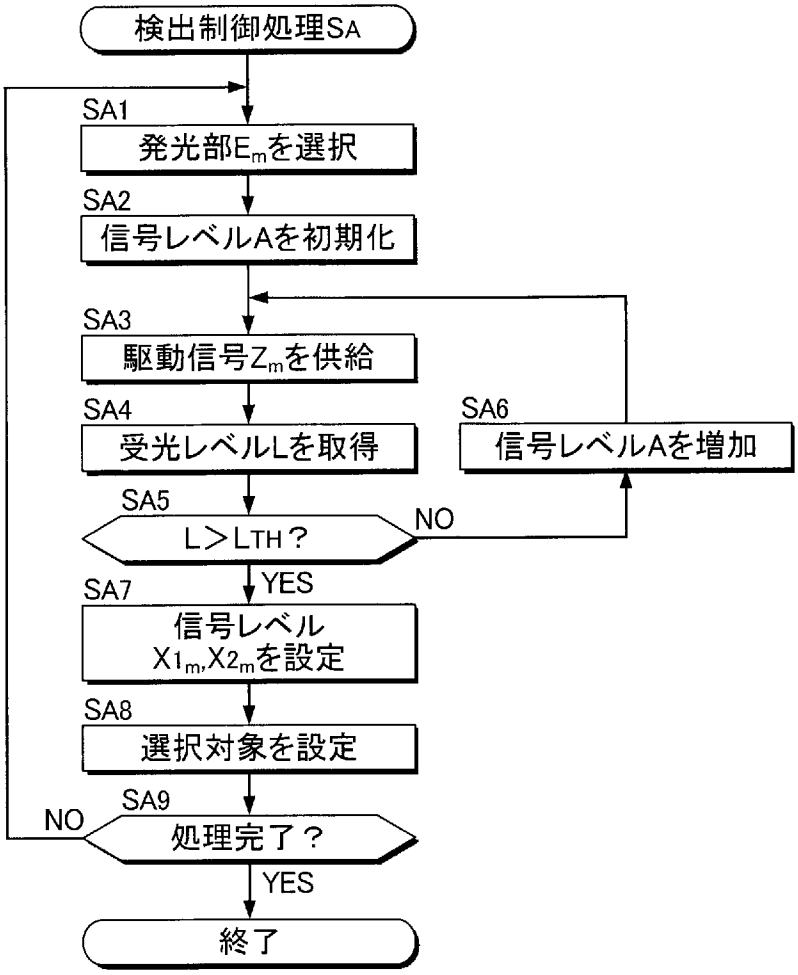
[図4]


46
検出制御部
$d_{m,n}$
12
42
発光制御部
検出値選択部
44
Z_m
L_1/L_2
A/D変換器
18
Q_1
Q_2
Q_N
R_1
R_2
R_N
16
E_1
$D_{1,1}$
$D_{1,2}$
$D_{1,N}$
E_2
$D_{2,1}$
$D_{2,2}$
$D_{2,N}$
E_M
$D_{M,1}$
$D_{M,2}$
$D_{M,N}$

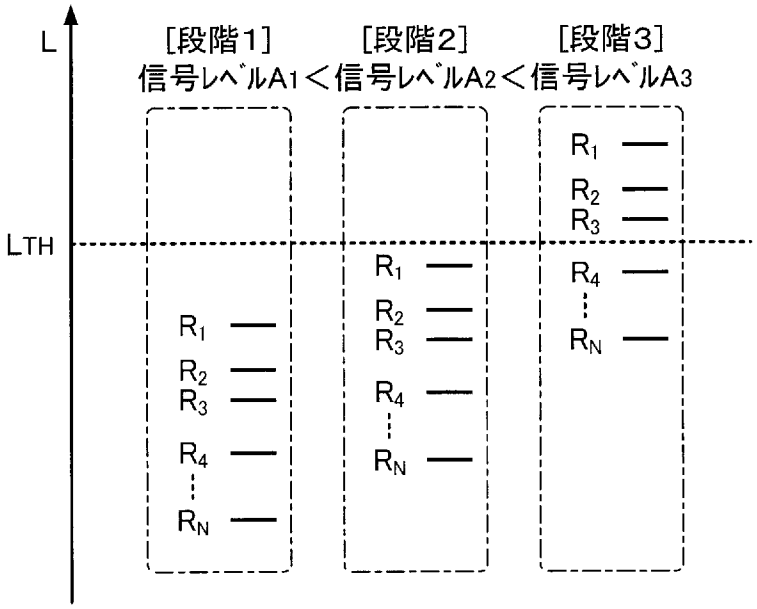
[図5]


P
PE_1
PE_2
PE_M
U1
U2
$X1_1$
$X2_1$
駆動信号Z_1
E_1発光
$X2_2$
駆動信号Z_2
$X1_2$
E_2発光
$X2_M$
駆動信号Z_M
$X1_M$
E_M発光
受光部R_n
[A/D出力]
L_1
L_2

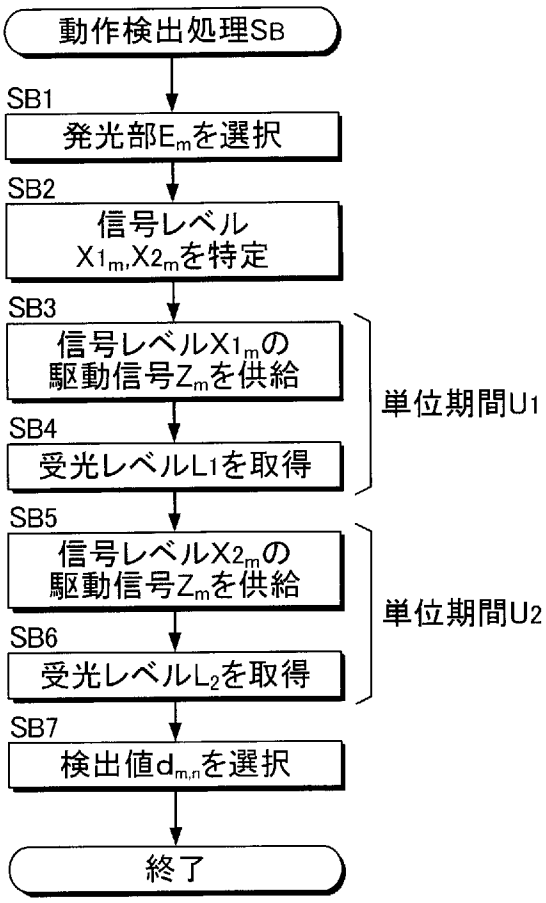
[図6]


検出制御処理SA
SA1
発光部Emを選択
SA2
信号レベルAを初期化
SA3
駆動信号Zmを供給
SA4
受光レベルLを取得
SA5
L>LTH？
NO
SA6
信号レベルAを増加
YES
SA7
信号レベル
X1m,X2mを設定
SA8
選択対象を設定
SA9
NO
処理完了？
YES
終了

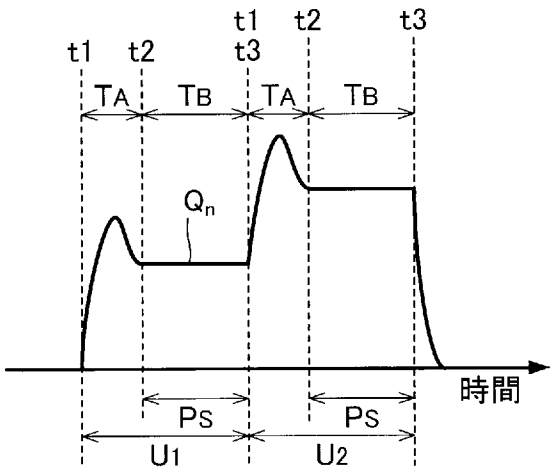
[図7]


L
LTH
[段階1]
信号レベルA1
[段階2]
信号レベルA2
[段階3]
信号レベルA3
R1
R2
R3
R4
RN

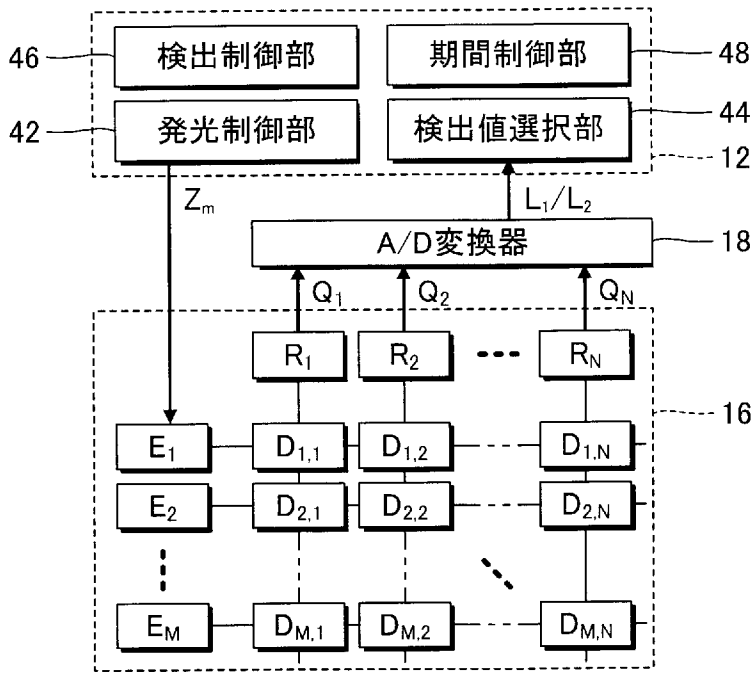
[図8]


動作検出処理SB
SB1
発光部Emを選択
SB2
信号レベル
X1m,X2mを特定
SB3
信号レベルX1mの
駆動信号Zmを供給
SB4
受光レベルL1を取得
単位期間U1
SB5
信号レベルX2mの
駆動信号Zmを供給
SB6
受光レベルL2を取得
単位期間U2
SB7
検出値dm,nを選択
終了

[図9]


t1
t2
t3
TA
TB
Qn
時間
PS
U1
U2

[図10]


46
検出制御部
期間制御部
48
42
発光制御部
検出値選択部
44
12
Z_m
L_1/L_2
A/D変換器
18
Q_1
Q_2
Q_N
R_1
R_2
R_N
16
E_1
$D_{1,1}$
$D_{1,2}$
$D_{1,N}$
E_2
$D_{2,1}$
$D_{2,2}$
$D_{2,N}$
E_M
$D_{M,1}$
$D_{M,2}$
$D_{M,N}$

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/005258

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G10H1/18(2006.01)i, *G10H1/34*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G10H1/18, G10H1/34

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-195794 A (Yamaha Corp.), 21 July 2005 (21.07.2005), entire text; all drawings & US 2005/0145781 A1 entire text; all drawings & EP 1553559 A2 & CN 1637848 A	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 April 2017 (21.04.17)	09 May 2017 (09.05.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／００５２５８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G10H1/18(2006.01)i, G10H1/34(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G10H1/18, G10H1/34

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ａ	JP 2005-195794 A（ヤマハ株式会社）2005.07.21, 全文、全図 & US 2005/0145781 A1,全文、全図 & EP 1553559 A2 & CN 1637848 A	１－８

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２１．０４．２０１７	０９．０５．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｚ　９１７５
大野　弘
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５９１