

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4993006号
(P4993006)

(45) 発行日 平成24年8月8日(2012.8.8)

(24) 登録日 平成24年5月18日(2012.5.18)

(51) Int.Cl.
G04C 3/00 (2006.01)

F I
G O 4 C 3/00 E

請求項の数 4 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2010-161252 (P2010-161252)	(73) 特許権者	000001443
(22) 出願日	平成22年7月16日 (2010.7.16)		カシオ計算機株式会社
(62) 分割の表示	特願2007-253831 (P2007-253831) の分割		東京都渋谷区本町1丁目6番2号
原出願日	平成19年9月28日 (2007.9.28)	(72) 発明者	青木 信裕
(65) 公開番号	特開2010-230693 (P2010-230693A)		東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ
(43) 公開日	平成22年10月14日 (2010.10.14)		計算機株式会社羽村技術センター内
審査請求日	平成22年9月27日 (2010.9.27)	審査官	榮永 雅夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 針位置検出装置及び針位置検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基準位置に設けられた基準孔と当該基準孔の両側に異なる長さの第1、第2の各遮光部を隔てた位置に設けられた第1、第2の各長孔とからなる第1光透過孔部を備えている秒針車と、

第2光透過孔部を備えている分針車と、
第3光透過孔部を備えている時針車と、
前記秒針車、前記分針車および前記時針車を同一軸上に回転可能に支持する駆動軸と、
前記秒針車を1ステップずつ回転させるモータと、

このモータの2ステップ分の回転の都度、前記第1～第3の各光透過孔部を光が透過したか否かを光検出する光検出手段と、

前記モータの2ステップ分の回転により前記秒針車を回転させ、前記光検出手段による光検出がない未検出状態の連続回数が予め定められた回数になったことが検出され、かつ、その検出の後、前記モータの2ステップ分の回転により前記秒針車が2ステップ分回転された際に、前記基準孔が前記光検出手段により光検出がなされた場合、当該光検出がなされた位置を、前記秒針車の基準位置と判断する秒針基準位置判断手段と、

を備えていることを特徴とする針位置検出装置。

【請求項2】

前記秒針基準位置判断手段により判断された前記秒針車の基準位置に従って、前記秒針車、前記分針車および前記時針車に対応する秒針、分針および時針を現在時刻に対応する

10

20

位置まで運針させる運針制御手段を更に備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の針位置検出装置。

【請求項 3】

基準位置に設けられた基準孔と当該基準孔の両側に異なる長さの第 1、第 2 の各遮光部を隔てた位置に設けられた第 1、第 2 の各長孔とからなる第 1 光透過孔部を備えている秒針車と、第 2 光透過孔部を備えている分針車と、第 3 光透過孔部を備えている時計車と、前記秒針車、前記分針車および前記時計車を同一軸上に回転可能に支持する駆動軸と、前記秒針車を 1 ステップずつ回転させるモータとを備えている針位置検出装置に用いられる針位置検出方法において、

前記モータの 2 ステップ分の回転の都度、前記第 1 ～第 3 の各光透過孔部を光が透過したか否かを光検出する光検出ステップと、

前記モータの 2 ステップ分の回転により前記秒針車を回転させ、前記光検出手段による光検出がない未検出状態の連続回数が予め定められた回数になったことが検出され、かつ、その検出の後、前記モータの 2 ステップ分の回転により前記秒針車が 2 ステップ分回転された際に、前記基準孔が前記光検出手段により光検出がなされた場合、当該光検出がなされた位置を、前記秒針車の基準位置と判断する秒針基準位置判断ステップと、

を備えていることを特徴とする針位置検出方法。

【請求項 4】

前記秒針基準位置判断ステップにより判断された前記秒針車の基準位置に従って、前記秒針車、前記分針車および前記時計車に対応する秒針、分針および時計を現在時刻に対応する位置まで運針させる運針制御ステップを更に備えていることを特徴とする請求項 3 に記載の針位置検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、秒針、分針、時計などの指針の運針位置を検出するための針位置検出装置及び針位置検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、指針時計の針位置検出装置においては、特許文献 1 に記載されているように、第 1 駆動モータの回転が伝達されて回転する秒針車によって秒針を運針する第 1 駆動系と、第 2 駆動モータの回転が伝達されてそれぞれ回転する分針車および時計車によって分針および時計をそれぞれ運針する第 2 駆動系と、第 1、第 2 駆動系の秒針車、分針車、時計車が同一軸上で重なり合った状態で回転した際、秒針車、分針車、時計車にそれぞれ設けられた第 1 ～第 3 の各光透過孔部を発光素子と受光素子とによって光学的に検出する検出部とを備え、この検出部による検出信号に基づいて秒針車、分針車、時計車の各回転位置を判断して、秒針、分針、時計の運針位置を判断するように構成したものが知られている。

【0003】

この場合、第 1 駆動系は、第 1 駆動モータの回転を秒針車に伝達する五番車を備えており、この五番車には 120 度の角度間隔で 3 個の光検出孔が設けられている。また、秒針車の第 1 光透過孔部は、円周に沿って 30 度の角度間隔で設けられた 11 個の光検出孔と、この 11 個の光検出孔が連続する円周上の 1 箇所に設けられた遮光部とを備えている（特許文献 1 の図 6 参照）。これにより、この第 1 駆動系は、五番車が回転して 1 つの光検出孔が検出部に対応する際、秒針車も回転して秒針車の遮光部が五番車の光検出孔に対応した後に最初に秒針車の光検出孔が対応して検出部による光検出があった場合に、秒針が正時を指すように構成されている。

【0004】

また、第 1 駆動系における秒針車の他の第 1 光透過孔部としては、秒針車の基準位置に設けられた遮光部と、この遮光部の両側に円周に沿って所定の長さで設けられた一対の切

10

20

30

40

50

欠き孔と、遮光部の対角線上に位置する一対の切欠き孔の間に設けられた1つの光検出孔とを備えたものがある（特許文献1の図7参照）。このような第1駆動系は、五番車が回転して1つの光検出孔が検出部に対応する際、秒針車も回転して一方の切欠き孔を経て秒針車の遮光部が五番車の光検出孔に対応した後、次に秒針車における他方の切欠き孔の一部が対応して検出部による光検出があった場合に、秒針が正時を指すように構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2000-162336号

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、このような従来の針位置検出装置における第1駆動系では、第1駆動モータの回転を秒針車に伝達する五番車に120度の角度間隔で3個の光検出孔を設け、この五番車の1つの光検出孔が検出部に対応するときに、秒針車の回転位置を検出しなければならないため、五番車に120度の角度間隔で3個の光検出孔を設ける必要があるばかりか、五番車と秒針車とを組み立てる際、その両者の相対的な位置合わせが必要となり、組立て作業が煩雑になるという問題がある。

【0007】

20

また、この針位置検出装置における前者の第1駆動系では、秒針車の第1光透過孔部が、秒針車の円周に沿って30度の角度間隔で設けられた11個の光検出孔と、この11個の光検出孔が連続する円周上の1箇所に設けられた遮光部とを備えた構成であるから、11個の各光検出孔を透過する光の透過許容量が少ない。このため、秒針車を回転させて位置検出する際、高速で秒針車を回転させると、11個の光検出孔の全てを確実に検出できない恐れがあり、高速回転での位置検出速度が制限されるという問題がある。

【0008】

また、後者の第1駆動系では、秒針車の基準位置に設けられた1つの光検出孔と、この光検出孔の両側に円周に沿って所定角度間隔の遮光部を隔てて設けられた一対の切欠き孔とを備えた構成であるから、一対の切欠き孔を透過する光の透過許容量が多くなり、秒針車を高速回転で位置検出できるが、五番車の光検出孔が検出部に対応する際、秒針車の一方の切欠き孔を経て秒針車の遮光部が五番車の光検出孔に対応した後、次に秒針車の他方の切欠き孔の一部が対応して検出部による光検出があった場合に、秒針が正時を指す構成であるから、検出部が他方の切欠き孔におけるどの部分に対応しても、秒針が正時を指していると判断するため、秒針車の回転位置を正確に特定することができないという問題がある。

30

【0009】

この発明が解決しようとする課題は、秒針車の回転位置を正確に且つ確実に検出することができる針位置検出装置及び針位置検出方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

40

【0010】

この発明は、上記課題を解決するために、次のような構成要素を備えている。

請求項1に記載の発明に係る針位置検出装置は、

基準位置に設けられた基準孔（21a）と当該基準孔の両側に異なる長さの第1、第2の各遮光部を隔てた位置に設けられた第1、第2の各長孔（21d、21e）とからなる第1光透過孔部（21）を備えている秒針車（20）と、

第2光透過孔部（28）を備えている分針車（25）と、

第3光透過孔部（29）を備えている時計針車（27）と、

前記秒針車、前記分針車および前記時計針車を同一軸上に回転可能に支持する駆動軸（20a、25a、27a）と、

50

前記秒針車を1ステップずつ回転させるモータ（17）と、
このモータの2ステップ分の回転の都度、前記第1～第3の各光透過孔部を光が透過したか否かを光検出する光検出手段（検出部13、CPU35；S2～S4）と、
前記モータ（17）の2ステップ分の回転により前記秒針車を回転させ、前記光検出手段による光検出がない未検出状態の連続回数が予め定められた回数になったことが検出され、かつ、その検出の後、前記モータ（17）の2ステップ分の回転により前記秒針車が2ステップ分回転された際に、前記基準孔が前記光検出手段により光検出がなされた場合、当該光検出がなされた位置を、前記秒針車の基準位置と判断する秒針基準位置判断手段（CPU35；S7～S9）と、
を備えていることを特徴とする。

10

【0011】

請求項2に記載の発明に係る針位置検出装置は、請求項1に記載の針位置検出装置において、

前記秒針基準位置判断手段により判断された前記秒針車の基準位置に従って、前記秒針車、前記分針車および前記時計車に対応する秒針（2）、分針（3）および時計針（4）を現在時刻に対応する位置まで運針させる運針制御手段（CPU35；S10）を更に備えていることを特徴とする。

【0012】

請求項3に記載の発明に係る針位置検出方法は、

基準位置に設けられた基準孔（第1円形孔21a）と当該基準孔の両側に異なる長さの第1、第2の各遮光部を隔てた位置に設けられた第1、第2の各長孔（21d、21e）とからなる第1光透過孔部（21）を備えている秒針車（20）と、第2光透過孔部（28）を備えている分針車（25）と、第3光透過孔部（29）を備えている時計車（27）と、前記秒針車、前記分針車および前記時計車を同一軸上に回転可能に支持する駆動軸（20a、25a、27a）と、前記秒針車を1ステップずつ回転させるモータ（17）とを備えている針位置検出装置に用いられる針位置検出方法において、

20

前記モータの2ステップ分の回転の都度、前記第1～第3の各光透過孔部を光が透過したか否かを光検出する光検出ステップ（S2～S4）と、

前記モータ（17）の2ステップ分の回転により前記秒針車を回転させ、前記光検出手段による光検出がない未検出状態の連続回数が予め定められた回数になったことが検出され、かつ、その検出の後、前記モータ（17）の2ステップ分の回転により前記秒針車が2ステップ分回転された際に、前記基準孔が前記光検出手段により光検出がなされた場合、当該光検出がなされた位置を、前記秒針車の基準位置と判断する秒針基準位置判断ステップ（S7～S9）と、

30

を備えていることを特徴とする。

【0013】

請求項4に記載の発明に係る針位置検出方法は、請求項3に記載の針位置検出方法において、

前記秒針基準位置判断ステップにより判断された前記秒針車の基準位置に従って、前記秒針車、前記分針車および前記時計車に対応する秒針（2）、分針（3）および時計針（4）を現在時刻に対応する位置まで運針させる運針制御ステップ（S10）を更に備えていることを特徴とする。

40

【発明の効果】**【0018】**

この発明によれば、モータの2ステップ分の回転により秒針車を回転させ、光検出手段による光検出がない未検出状態の連続回数が予め定められた回数になったことが検出され、かつ、その検出の後、前記モータの2ステップ分の回転により秒針車が2ステップ分回転された際に、基準孔が光検出手段により光検出がなされた場合、当該光検出がなされた位置を、秒針車の基準位置と判断することができる。これにより、秒針車の回転位置を正確に且つ確実に検出することができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】この発明を適用した指針式の腕時計の一実施形態における時計モジュールを示した平面図である。

【図2】図1の時計モジュールにおける要部を示した拡大断面図である。

【図3】図2の時計ムーブメントの要部を示した拡大平面図である。

【図4】図2の要部を示した拡大断面図である。

【図5】図3の秒針車、分針車、時針車を分解した拡大平面図である。

【図6】図2の第1駆動系と第2駆動系とにおける各歯車の歯数、1パルスの各回転角、1回転の各パルス数、光検出孔の有無を表で示した図である。

10

【図7】図5の秒針車を示した拡大平面図である。

【図8】図7の秒針車に対する検出部による検出パターンを示した図である。

【図9】図5の時針車を示した拡大平面図である。

【図10】図7の秒針車の基本的な位置検出動作を示し、(a)～(m)は秒針車を基準位置(00秒位置)から2ステップ(12°)ずつ回転させたときの各状態を示した図である。

【図11】図5の分針車、時針車、中間車の基本的な位置検出動作を示し、(a)～(m)は分針車を1ステップ(12°)ずつ回転させたときの分針車、時針車、中間車の各状態を示した図、(n)は(m)の状態から分針車を360ステップ(1時間分)回転させたときの分針車、時針車、中間車の各状態の図、(o)は(n)の状態から分針車を9時間分回転させたときの分針車、時針車、中間車の各状態の図、(p)は(o)の状態から分針車を1時間分回転させた「11時00分位置」における分針車、時針車、中間車の各状態を示した図である。

20

【図12】図5において秒針車のみの位置検出動作を示し、(a)～(f)は基準位置からずれている秒針車を基準位置に移動させる際の各状態を示した図である。

【図13】図5において分針車と時針車との位置検出動作を示し、(a)～(f)は基準位置からずれている分針車と時針車を基準位置に移動させる際の各状態を示した図である。

【図14】図5において秒針車、分針車、時針車が基準位置からずれている場合における基本的な位置検出動作を示し、(a)～(f)は基準位置からずれている秒針車、分針車、時針車を基準位置に移動させる際の各状態を示した図である。

30

【図15】通常運針時における正時ごとに秒針、分針、時針の各針位置が合っているかを確認する針位置確認動作を示し、(a)～(f)は秒針車、分針車、時針車の2秒ごとにおける各動作状態を示した図である。

【図16】この実施形態の腕時計の回路構成を示したブロック図である。

【図17】秒針を基準位置に移動させる基本的な秒針位置検出処理の動作フローを示した図である。

【図18】分針、時針を基準位置に移動させる基本的な時分針位置検出処理の動作フローを示した図である。

【図19】秒針、分針、時針を基準位置に移動させる基本的な3針位置検出処理のうち、秒針位置検出処理の動作フローを示した図である。

40

【図20】秒針、分針、時針を基準位置に移動させる基本的な3針位置検出処理のうち、分針位置検出処理の動作フローを示した図である。

【図21】秒針、分針、時針を基準位置に移動させる基本的な3針位置検出処理のうち、時針位置検出処理の動作フローを示した図である。

【図22】通常運針時における正時ごとに秒針、分針、時針の位置を確認する針位置確認処理の動作フローを示した図である。

【図23】図5の分針車が1ステップ(1°)ずつ回転した際に分針車の第2光透過孔部が検出部の検出位置に対する移動量を示した拡大平面図である。

【図24】この実施形態の秒針車の第1変形例を示した拡大平面図である。

50

【図 2 5】この実施形態の秒針車の第 2 変形例を示した拡大平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、図 1～図 2 3 を参照して、この発明を指針式の腕時計に適用した一実施形態について説明する。

この指針式の腕時計は、図 1 および図 2 に示す時計モジュール 1 を備えている。この時計モジュール 1 は、秒針 2、分針 3、時針 4 が文字板 5 の上方を運針して時刻を指示するものであり、腕時計ケース T K 内に配置されるように構成されている。この場合、腕時計ケース T K の上部には、図示しないが、時計ガラスが取り付けられており、この腕時計ケース T K の下部には、裏蓋が取り付けられている。

10

【0021】

時計モジュール 1 は、図 2 に示すように、上部ハウジング 6 と下部ハウジング 7 とを備え、これらの間に時計ムーブメント 8 が設けられた構成になっている。この場合、下側に位置する上部ハウジング 6 の上面には、ソーラーパネル 9 を介して文字板 5 が設けられている。また、上側に位置する下部ハウジング 7 の内面（図 2 では下面）には、回路基板 10 が設けられている。

【0022】

時計ムーブメント 8 は、図 2～図 4 に示すように、秒針 2 を運針させる第 1 駆動系 11 と、分針 3 および時針 4 を運針させる第 2 駆動系 12 と、秒針 2、分針 3、時針 4 の運針位置を検出するための検出部 13 とを備え、第 1、第 2 駆動系 11、12 が地板 14、輪列受 15、中受 16 に取り付けられた状態で、上部ハウジング 6 と下部ハウジング 7 との間に配置されている。

20

【0023】

第 1 駆動系 11 は、図 2～図 4 に示すように、第 1 ステッピングモータ 17 と、この第 1 ステッピングモータ 17 によって回転される五番車 18 と、この五番車 18 によって回転される四番車である秒針車 20 とを備え、この秒針車 20 の秒針軸 20 a に秒針 2 が取り付けられた構成になっている（図 4 参照）。この場合、第 1 ステッピングモータ 17 は、図 2 に示すように、コイルブロック 17 a と、ステータ 17 b と、ロータ 17 c とを備え、コイルブロック 17 a に磁界を発生させて、ロータ 17 c を 180 度ずつステップ回転させるように構成されている。

30

【0024】

五番車 18 は、図 2 および図 3 に示すように、第 1 ステッピングモータ 17 におけるロータ 17 c のロータカナ 17 d に噛み合って回転する。秒針車 20 は、五番車 18 のカナ 18 a に噛み合って回転する。この秒針車 20 の中心部には、秒針軸 20 a が設けられている。この秒針軸 20 a は、図 2 に示すように、上部ハウジング 6、ソーラーパネル 9、および文字板 5 の各貫通孔 5 a を通して上方に突出し、この突出した先端部に図 4 に示すように秒針 2 が取り付けられるように構成されている。また、この秒針車 20 には、図 5 および図 7 に示すように、後述する第 1 光透過孔部 21 が設けられている。

【0025】

一方、第 2 駆動系 12 は、図 2～図 5 に示すように、第 2 ステッピングモータ 22 と、この第 2 ステッピングモータ 22 によって回転する中間車 23 と、この中間車 23 によって回転する三番車 24 と、この三番車 24 によって回転する二番車である分針車 25 と、この分針車 25 によって回転する日の裏車 26 と、この日の裏車 26 によって回転する筒車である時針車 27 とを備え、分針車 25 の分針軸 25 a に分針 3 が取り付けられていると共に、時針車 27 の時針軸 27 a に時針 4 が取り付けられた構成になっている。

40

【0026】

この場合、第 2 ステッピングモータ 22 は、図 2 に示すように、コイルブロック 22 a と、ステータ 22 b と、ロータ 22 c とを備え、コイルブロック 22 a に磁界を発生させて、ロータ 22 c を 180 度ずつステップ回転させるように構成されている。中間車 23 は、図 2 および図 3 に示すように、第 2 ステッピングモータ 22 におけるロータ 22 c の

50

ロータカナ 22d に噛み合って回転する。この中間車 23 には、図 5 に示すように、後述する第 4 光透過孔部 30 が設けられている。三番車 24 は、中間車 23 のカナ 23a に噛み合って回転し、分針車 25 は、三番車 24 のカナ 24a に噛み合って回転する。

【0027】

この分針車 25 の中心部には、図 2 および図 4 に示すように、秒針車 20 の秒針軸 20a が回転自在に挿入して上方に突出する円筒状の分針軸 25a が設けられている。この分針軸 25a は、図 2 に示すように、上部ハウジング 6、ソーラーパネル 9、および文字板 5 の各貫通孔 5a を通して上方に突出し、この突出した先端部に図 4 に示すように分針 3 が取り付けられるように構成されている。これにより、分針車 25 は、秒針車 20 の上側に重なった状態で秒針車 20 と同一軸上に配置されている。また、この分針車 25 には、

10

【0028】

日の裏車 26 は、図 2 に示すように、分針車 25 のカナ 25a に噛み合って回転する。時針車 27 は、日の裏車 26 のカナ 26a に噛み合って回転する。この時針車 27 の中心部には、分針車 25 の分針軸 25a が回転自在に挿入して上方に突出する筒状の時針軸 27a が設けられている。この時針軸 27a は、図 2 に示すように、上部ハウジング 6、ソーラーパネル 9、および文字板 5 の各貫通孔 5a を通して上方に突出し、この突出した先端部に図 4 に示すように時針 4 が取り付けられるように構成されている。これにより、時針車 27 は、分針車 25 の上側に重なった状態で秒針車 20 および分針軸 25 と同一軸上に配置されている。また、この時針車 27 には、図 5 に示すように、後述する第 3 光透過

20

【0029】

この場合、第 1、第 2 駆動系 11、12 にける各歯車の歯数、1 パルスにおける各歯車の回転角、各歯車の 1 回転に要するパルス数、および第 1～第 4 の各光透過孔部 21、28～30 の有無は、図 6 の表に示すように設定されている。すなわち、第 1 駆動系 11 におけるロータ 17c のロータカナ 17d は 1 パルスで 180 度（以下、角度の単位を「°」と称する）回転（1 ステップ）し、五番車 18 は 1 パルス（ロータ 17c の 1 ステップ）で 36° 回転する。四番車である秒針車 20 は 1 パルス（ロータ 17c の 1 ステップ）で 6° 回転することにより、60 パルス（ロータ 17c の 60 ステップ）で 1 回転する。

【0030】

30

第 2 駆動系 12 におけるロータ 22c のロータカナ 22d は 1 パルスで 180° 回転（1 ステップ）し、中間車 23 は 1 パルス（ロータ 22c の 1 ステップ）で 30° 回転することにより、12 パルス（ロータ 22c の 12 ステップ）で 1 回転する。三番車 24 は 1 パルス（ロータ 22c の 1 ステップ）で 4° 回転し、二番車である分針車 25 は 1 パルス（ロータ 22c の 1 ステップ）で 1° 回転することにより、360 パルス（ロータ 22c の 360 ステップ）で 1 回転する。日の裏車 26 は 1 パルス（ロータ 22c の 1 ステップ）で 1/3° 回転し、筒車である時針車 27 は 1 パルス（ロータ 22c の 1 ステップ）で 1/12° 回転することにより、4320 パルス（ロータ 22c の 4320 ステップ）で 1 回転する。

【0031】

40

ところで、この腕時計の針位置検出装置は、秒針車 20、分針車 25、時針車 27、中間車 23 にそれぞれ設けられた第 1～第 4 の各光透過孔部 21、28～30 の各位置を検出部 13 で光学的に検出することにより、秒針車 20、分針車 25、時針車 27、中間車 23 の各回転位置を判断するように構成されている。すなわち、検出部 13 は、図 2 に示すように、発光素子 31 と受光素子 32 とを備えている。発光素子 31 は、LED（発光ダイオード）からなり、秒針 2、分針 3、時針 4 が同一軸上で重なり合い、且つ中間車 23 の一部も重なり合う箇所に対応する上部側の上部ハウジング 6 に設けられている。受光素子 32 は、フォトランジスタからなり、発光素子 31 に対応する下部側（図 2 では上部側）の回路基板 10 に設けられている。

【0032】

50

これにより、検出部13は、秒針車20、分針車25、時針車27、中間車23の第1～第4の各光透過孔部21、28～30が全て対応したときに、発光素子31からの光を受光素子32が受光することにより、秒針車20、分針車25、時針車27の各回転位置を検出するように構成されている。この場合、秒針車20の第1光透過孔部21は、図7に示すように、秒針車20の基準位置(00秒位置)に設けられた基準孔である第1円形孔21aと、この第1円形孔21aにおける秒針2の運針方向側とその反対方向側との両側に異なる間隔の第1、第2の各遮光部21d、21eを隔てて設けられた第2、第3の各長孔21b、21cと、第1円形孔21aの対角線上に位置する第2、第3長孔21b、21c間に設けられた第3遮光部21fと、を備えている。

【0033】

10

第1円形孔21aは、図7および図23に示すように、秒針車20の直径が3～4mm程度であることにより、その孔径が0.4～0.5mm程度(秒針車20の円周に対する12°程度の幅)の大きさに形成されている。また、第2、第3長孔21b、21cのうち、第1長孔21bは、図7に示すように、第1円形孔21aの中心を基準(0°)とし、左回りにほぼ48°位置(8秒位置)からほぼ168°位置(28秒位置)までの間に、第1円形孔21aの回転移動軌跡上に対応する円弧状に設けられている。第2長孔21cは、図7に示すように、第1円形孔21aの中心を基準(0°)とし、左回りにほぼ192°位置(32秒位置)からほぼ300°位置(50秒位置)までの間に、第1円形孔21aの回転移動軌跡上に対応する円弧状に設けられている。

【0034】

20

この場合、第1、第2の各遮光部21d、21eのうち、秒針2の運針方向側(図7では左回り側)に位置する第1遮光部21dは、図7に示すように、第1円形孔21aの直径(12°幅)に対して3倍程度の間隔、つまり第1円形孔21aの中心である基準位置(0°位置)から左回りにほぼ48°位置(8秒位置)までの間に、実質的に36°程度の幅の間隔で設けられている。

【0035】

また、秒針2の運針方向と反対側(図7では右回り側)に位置する第2遮光部21eは、第1遮光部21dの間隔よりも第1円形孔21aの1個分程度長い間隔、つまり第1円形孔21aの直径に対して4倍程度の間隔、すなわち第1円形孔21aの中心である基準位置(0°位置)から右回りにほぼ60°位置(50秒位置)までの間に、実質的に48°程度の幅の間隔で設けられている。また、第3遮光部21fは、図7に示すように、第1円形孔21aとほぼ同じ大きさで形成され、第1円形孔21aの対角線上に位置する第2、第3長孔21b、21c間に設けられている。

30

【0036】

そして、第1遮光部21dは、その対角線上に位置する第3長孔21cの一部に対応しており、第2遮光部21eは、その対角線上に位置する第2長孔21bの一部に対応しており、第3遮光部21fは、その対角線上に位置する第1円形孔21aに対応している。これにより、秒針車20は、第1～第3の各遮光部21d～21fのいずれかが検出部13の検出位置P(発光素子31と受光素子32とが対向する位置)に対応した状態で、180°回転(半回転)すると、必ず第1円形孔21a、第2、第3の各長孔21b、21cのいずれかが検出部13の検出位置Pに対応するように構成されている。

40

【0037】

この秒針車20は、2ステップ(回転角12°:回転時間2秒)ずつ回転して、60ステップ(回転角360°:回転時間60秒)回転する間に、検出部13が2秒ごとに検出を行う際に、図8に示すような検出部13による検出パターンになる。すなわち、秒針車20が0秒位置(0°位置)のときには、第1円形孔21aを検出部13が検出し、2秒位置(12°位置)から6秒位置(36°位置)までのときには、第1遮光部21dによって検出部13が塞がれ、検出部13による光検出ができない未検出状態が3回連続する。

【0038】

50

秒針車 20 の 8 秒位置 (48° 位置) から 28 秒位置 (168° 位置) までのときには、第 1 長孔 21 b を検出部 13 が連続して検出し、30 秒位置 (180° 位置) のときには、第 3 遮光部 21 f によって検出部 13 が塞がれ、検出部 13 による光検出ができない未検出状態になる。32 秒位置 (192° 位置) から 50 秒位置 (300° 位置) のときには、第 2 長孔 21 b を検出部 13 が連続して検出し、52 秒位置 (312° 位置) から 58 秒位置 (348° 位置) までのときには、第 2 遮光部 21 e によって検出部 13 が塞がれ、検出部 13 による光検出ができない未検出状態が 4 回連続する。

【0039】

一方、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 は、図 5 に実線で示すように、分針車 25 の基準位置 (00 分位置: 0° 位置) に設けられた 1 つの円形孔である。この第 2 光透過孔部 28 の円形孔も、秒針車 20 の第 1 円形孔 21 a とほぼ同じ大きさで、秒針車 20 の第 1 円形孔 21 a に対応する位置に設けられている。時針車 27 の第 3 光透過孔部 29 は、図 5 および図 9 に示すように、時針車 27 の基準位置 (0 時位置: 0° 位置) から円周に沿って 30° 間隔で設けられた 11 個の円形孔である。この基準位置の円形孔と 11 番目の円形孔との間に位置する 11 時位置 (図 9 では 1 時位置) には、第 4 遮光部 29 a が設けられている。

【0040】

すなわち、時針車 27 の第 3 光透過孔部 29 は、図 9 に示すように、0 時位置を基準位置 (0° 位置) として、左回りに 0°、30°、60°、90°、120°、150°、180°、210°、240°、270°、300° の各位置、つまり時針 4 の運針方向に沿って (図 9 では逆回り) 0 時、1 時、2 時、3 時、4 時、5 時、6 時、7 時、8 時、9 時、10 時の各位置にそれぞれ円形孔が設けられ、330° の 11 時位置 (図 9 では 1 時位置) に第 4 遮光部 29 a が設けられている。この時針車 27 の第 3 光透過孔部 29 である各円形孔も、秒針車 20 の第 1 円形孔 21 a とほぼ同じ大きさで形成されている。

【0041】

また、中間車 23 の第 4 光透過孔部 30 は、図 5 に示すように、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 である 1 つの円形孔に対応する 1 つの円形孔であり、秒針車 20 の第 1 円形孔 21 a および分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 である円形孔とほぼ同じ大きさで形成されている。この第 4 光透過孔部 30 は、中間車 23 の所定位置、つまり分針車 25 の第 2 光透過孔 28 が検出部 13 の検出位置 P に対応したときに、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 に対応する位置に設けられている。

【0042】

これにより、第 2 駆動系 12 の中間車 23、分針車 25、時針車 27 は、その各回転角が 1 ステップ (ロータ 22 c の半回転) で 30°、1°、1/12° であることにより、図 5 に示すように、時針 4 の正時 (0 時、1 時、2 時、3 時、4 時、5 時、6 時、7 時、8 時、9 時、10 時、11 時) ごとに、11 時位置を除いて、第 2～第 4 光透過孔部 28～30 の全てが検出部 13 の検出位置 P で重なり合うように構成されている。

【0043】

また、第 1 駆動系 11 の秒針車 20 の回転角は、1 ステップ (ロータ 17 c の半回転) で 6° である。この秒針車 20 は、60 ステップ (60 秒) ごとに第 1 光透過孔部 21 の第 1 円形孔 21 a が検出部 13 の検出位置 P に対応することにより、図 5 に示すように、時針 4 の正時 (11 時を除く) ごとに、第 1 光透過孔部 21 の第 1 円形孔 21 a が第 2～第 4 の各光透過孔部 28～30 と重なり合うように構成されている。

【0044】

ここで、検出部 13 によって秒針 2、分針 3、時針 4 の運針位置を検出する際における前提条件について説明する。まず、検出部 13 は、秒針 2、分針 3、時針 4 が 12 時側の位置 (図 5 では上部側の位置) で第 1～第 3 の各光透過孔部 21、28、29 が重なり合って一致すると共に、中間車 23 の第 4 光透過孔部 30 が 6 時側の位置 (図 5 では下部側の位置) で第 1～第 3 の各光透過孔部 21、28、29 の全てと重なり合って一致する箇所において、発光素子 31 からの光が第 1～第 4 の各光透過孔部 21、28～30 を透過

10

20

30

40

50

し、この透過した光を受光素子 3 2 が受光したか否かを検出する。

【0045】

これにより、検出部 1 3 は、第 1 ～第 4 の各光透過孔部 2 1、2 8 ～3 0 が検出位置 P に一致したときに、発光素子 3 1 からの光を受光素子 3 2 が受光することにより、検出状態となり、第 1 ～第 4 の各光透過孔部 2 1、2 8 ～3 0 のいずれかが検出位置 P に対応しないときに、発光素子 3 1 からの光が遮断されて受光素子 3 2 が受光しないことにより、未検出状態となる。

【0046】

また、第 1、第 2 の各ステッピングモータ 1 7、2 2 は、各ロータ 1 7 c、2 2 c の向きを 1 8 0 ° 反転させることにより、1 ステップの運針となるため、1 ステップごとに出力されるパルスの種類を交互に切り替えることにより、ロータ 1 7 c、2 2 c を回転させる動作となる。このため、1 ステップごとに同じ種類のパルスを出し続けても各ロータ 1 7 c、2 2 c は回転せず、その場に停止した状態となる。

【0047】

このため、例えば、衝撃などの外的要因により秒針 2 が 1 ステップずれた場合、そのタイミングで秒針 2 を動かすべきパルスを出力しても、その時点では秒針 2 が動かず、次のパルスで動くことになり、結局は 1 ステップのずれはなくなることになり、必ず 2 ステップごとのずれを起こすことになる。従って、第 1 駆動系 1 1 の第 1 ステッピングモータ 1 7 では、秒針車 2 0 の位置検出を 2 ステップごとに行う必要がある。すなわち、秒針車 2 0 は、第 1 光透過孔部 2 1 の第 1 円形孔 2 1 a の大きさと 1 ステップの移動量との関係から、2 ステップ回転させないと、第 1 円形孔 2 1 a が検出部 1 3 の検出位置 P から完全に離れないため、2 ステップ（2 秒）ごとの検出が有効である。但し、第 2 駆動系 1 2 に関しては、1 ステップごとに検出する。

【0048】

次に、図 1 0 を参照して、秒針車 2 0 の基準位置（0 0 秒位置）を検出するための基本的な秒針位置検出動作について説明する。

この基本的な秒針位置検出動作では、第 2 駆動系 1 2 の分針車 2 5、時針車 2 7、中間車 2 3 については無視することにする。また、図 1 0（a）～図 1 0（m）は、秒針車 2 0 が 2 ステップ（回転角 1 2 °）ごとに回転する際、その回転位置における検出部 1 3 の検出位置 P との対応関係を示している。

【0049】

この秒針車 2 0 の基準位置を検出する目的は、図 1 0（a）に示す秒針車 2 0 の基準位置（0 0 秒位置）を検出することである。つまり、秒針車 2 0 における第 1 光透過孔部 2 1 の第 1 円形孔 2 1 a と検出部 1 3 の検出位置 P とが一致した位置を検出することである。この秒針車 2 0 の基準位置の状態は、図 1 0（a）の状態であり、秒針車 2 0 における第 1 光透過孔部 2 1 の第 1 円形孔 2 1 a と検出部 1 3 の検出位置 P とが一致し、検出部 1 3 による光検出ができる状態である。

【0050】

まず、図 1 0（a）の状態、秒針車 2 0 が 2 ステップ回転して回転角が 1 2 ° になると、図 1 0（b）に示すように、第 1 円形孔 2 1 a が検出位置 P から右回りにずれて、第 1 遮光部 2 1 d の一部が検出位置 P に対応するので、検出部 1 3 による光検出ができず、図 8 の 2 秒位置に示した未検出状態になる。同様に、図 1 0（c）～図 1 0（d）に示すように、秒針車 2 0 が 2 ステップずつ回転して回転角が 3 6 ° になるまで、第 1 遮光部 2 1 d の一部が検出位置 P に対応するので、検出部 1 3 による光検出ができず、図 8 の 3 秒～6 秒位置に示したように未検出状態が 3 回連続する。

【0051】

この後、図 1 0（e）に示すように、秒針車 2 0 が 2 ステップ回転して回転角が 4 8 ° になると、秒針車 2 0 における第 1 光透過孔部 2 1 の第 1 長孔 2 1 b の一部が検出部 1 3 の検出位置 P に対応するので、図 8 の 8 秒位置に示したように、検出部 1 3 による光検出ができる。同様に、図 1 0（f）に示すように、秒針車 2 0 が 2 ステップずつ回転し

て回転角が 168° になるまで、第1長孔21bの一部が検出部13の検出位置Pに対応するので、図8の10秒～28秒位置に示したように、検出部13による光検出が連続してできる。

【0052】

この状態で、図10(g)に示すように、秒針車20が更に2ステップ回転して回転角が 180° になると、第1長孔21bが検出位置Pから右回りにずれて、第3遮光部21fが検出位置Pに対応するので、検出部13による光検出ができず、図8の30秒位置に示したように、未検出状態になる。この後、図10(h)に示すように、秒針車20が2ステップ回転して回転角が 192° になると、秒針車20における第1光透過孔部21の第2長孔21cの一部が検出部13の検出位置Pに対応するので、図8の32秒位置に示したように、検出部13による光検出ができる状態になる。

10

【0053】

この後、図10(i)に示すように、秒針車20が2ステップずつ回転して回転角が 300° になるまで、第2長孔21cの一部が検出部13の検出位置Pに対応するので、図8の34秒～50秒位置に示したように、検出部13による光検出が連続してできる。そして、図10(j)に示すように、第2長孔21cが検出位置Pから右回りにずれて、第2遮光部21eの一部が検出位置Pに対応すると、検出部13による光検出ができず、図8の52秒位置に示したように、未検出状態になる。

【0054】

同様に、図10(k)～図10(m)に示すように、秒針車20が2ステップずつ回転して回転角が 348° になるまで、第2遮光部21eの一部が検出位置Pに対応するので、検出部13による光検出ができず、図8の54秒～58秒位置に示したように、未検出状態が4回連続する。この状態で、秒針車20が2ステップ回転して回転角が 360° になると、図10(a)に示すように、第1円形孔21aが検出部13の検出位置Pに対応するので、図8の0秒位置に示したように、検出部13による光検出ができる状態になる。

20

【0055】

このように、図10(a)の状態では、検出部13による光検出ができる状態であり、図10(b)～図10(d)の状態では、検出部13による光検出が3回連続してできない状態である。図10(e)～図10(f)の状態では、検出部13による光検出が連続してできる状態であり、図10(g)の状態では、検出部13による光検出ができない状態である。図10(h)～図10(i)の状態では、検出部13による光検出が連続してできる状態であり、図10(j)～図10(m)の状態では、検出部13による光検出が4回連続してできない状態である。

30

【0056】

ここで、連続して光検出ができない未検出状態は、図10(b)～図10(d)の状態と、図10(j)～図10(m)の状態とであり、この2つの状態に着目すると、それぞれ2ステップごとに検出を行った場合、前者は未検出状態が3回連続し、後者は未検出状態が4回連続し、前者と後者とで連続する未検出回数が異なることがわかる。この連続して光検出ができない未検出状態をカウントすることにより、基準位置を特定することが可能になる。

40

【0057】

すなわち、秒針車20は、2ステップ(2秒)ごとに検出を行い、未検出状態が4回連続した後、次の回で検出できた場合、その位置が基準位置(00秒位置)であることになる。仮に、図10(b)の状態から未検出状態をカウントした場合には、図10(d)の状態になるまで、未検出状態が3回連続し、この後、図10(e)の状態になり、検出部13による光検出ができるため、未検出状態が4回連続する条件を満たすことができず、基準位置でないことがわかる。これが秒針車20の基準位置を検出するための基本的な位置検出動作である。

【0058】

50

次に、図 11 を参照して、分針車 25 と時針車 27 との各基準位置を検出するための基本的な時分位置検出動作について説明する。

この基本的な時分位置検出動作では、第 1 駆動系 11 の秒針車 20 については無視することにする。また、図 11 (a) ~ 図 11 (m) は分針車 25 が 1 ステップ (1°) ごとに回転して中間車 23 を 1 回転させる状態を示しており、図 11 (m) ~ 図 11 (n) は分針車 25 が 360 ステップ (360°) 回転して時針車 27 を 30° 回転させた状態を示しており、図 11 (n) ~ 図 11 (o) は時針車 27 が 9 時間分 (合計 10 時間分) 回転した状態を示しており、図 11 (o) ~ 図 11 (p) は時針車 27 が更に 1 時間分 (合計 11 時間分) 回転した状態を示している。

【0059】

10

この分針車 25 と時針車 27 との基準位置 (0 時 00 分位置) を検出する目的は、図 11 (a) に示す分針車 25 と時針車 27 との各基準位置を検出することである。つまり、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 と、時針車 27 の基準位置 (0 時位置) にある第 3 光透過孔部 29 と、中間車 23 の第 4 光透過孔部 30 とが、全て検出部 13 の検出位置 P と一致した位置を検出することである。この基準位置の状態が図 11 (a) の状態である。

【0060】

まず、図 11 (a) の状態で、分針車 25 を 1 ステップ (1°) 回転させると、図 11 (b) に示すように、中間車 23 が 30° 回転し、この中間車 23 の第 4 光透過孔部 30 が検出位置 P から離れ、検出部 13 の検出位置 P を中間車 23 が塞ぐ。このとき、分針車 25 は右回りに 1° 回転して第 2 光透過孔部 28 が検出部 13 の検出位置 P で僅かにずれるだけで、検出部 13 による光検出が可能な位置にある。

20

【0061】

この状態で、分針車 25 が 1 ステップずつ回転して、6 ステップ (6°) 回転すると、図 11 (g) に示すように、中間車 23 が 180° 回転し、第 4 光透過孔部 30 が検出部 13 の検出位置 P から 180° 離れ、検出部 13 の検出位置 P を塞ぎ続ける。このときには、分針車 25 が右回りに 6° 回転して第 2 光透過孔部 28 が、検出部 13 の検出位置 P からほぼ半分だけずれるが、検出部 13 による光検出がまだ可能な位置にある (図 23 参照)。

【0062】

この後、分針車 25 が 1 ステップずつ回転して 12 ステップ (12°) 回転すると、図 11 (m) に示すように、中間車 23 が 360° 回転して、第 4 光透過孔部 30 が検出位置 P に対応する。このときには、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 が検出位置 P からほぼ完全に離れ、第 2 光透過孔部 28 が検出位置 P とほとんど重なり合わない状態となり、分針車 25 が検出位置 P を塞いで、検出部 13 による光検出ができない状態になる。また、このときには、時針車 27 が 1° 回転するだけであるから、時針車 27 の第 3 光透過孔部 29 である基準位置の円形孔は、検出位置 P で僅かにずれるだけで、検出部 13 による光検出が可能な状態にある

30

【0063】

そして、分針車 25 が 360 ステップ回転 (1 回転) すると、図 11 (n) に示すように、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 と中間車 23 の第 4 光透過孔部 30 とが検出位置 P に対応した状態になる。このとき、時針車 27 は 30° 回転し、第 3 光透過孔部 29 である基準位置の円形孔が検出位置 P から離れ、第 3 光透過孔部 29 である基準位置の左側に位置する 2 番目の円形孔が検出位置 P に対応し、検出部 13 による光検出が可能な状態になる。この状態で、分針車 25 が 9 時間分 (合計 10 時間分) だけ回転すると、図 11 (o) に示すように、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 と中間車 23 の第 4 光透過孔部 30 とが検出位置 P に対応し、時針車 27 は 300° 回転し、第 3 光透過孔部 29 である基準位置から 11 個目の円形孔が検出位置 P に対応し、検出部 13 による光検出が可能な状態になる。

40

【0064】

この後、分針車 25 が更に 1 時間分 (合計 11 時間分) だけ回転すると、図 11 (p)

50

に示すように、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 と中間車 23 の第 4 光透過孔部 30 とが検出位置 P に対応するが、時計車 27 は 330° 回転し、第 3 光透過孔部 29 である基準位置から 11 番目の円形孔が検出位置 P から離れ、時計車 27 の第 4 遮光部 29a が検出位置 P に対応する。このため、検出部 13 による光検出ができない状態になる。この状態が、「11 時 00 分位置」であると特定することができる。

【0065】

そして、分針車 25 が更に 1 時間分（合計 12 時間分）だけ回転すると、図 11（a）に示すように、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 と中間車 23 の第 4 光透過孔部 30 とが検出位置 P に対応すると共に、時計車 27 が 360° 回転し、時計車 27 の第 4 遮光部 29a が検出位置 P から離れ、第 3 光透過孔部 29 である基準位置（0 時位置）の円形孔が検出位置 P に対応し、基準位置（0 時 00 分位置）に戻る。

10

【0066】

このように、分針車 25 の 1 ステップの回転量が 1° と非常に小さいため、分針車 25 の 1 ステップの回転量では第 2 光透過孔部 28 が検出位置 P から完全に離れることができないが、分針車 25 の基準位置を正確に検出することができないことになるが、中間車 23 は 1 ステップで 30° 回転することにより、分針車 25 の 1 ステップにおける回転量が小さくても、中間車 23 の回転量が大きいため、この中間車 23 によって検出位置 P を塞ぐことができる。

【0067】

また、図 11（m）に示すように、中間車 23 が 12 ステップで 1 回転すると、分針車 25 が 12° 回転するので、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 の円形孔が検出位置 P から完全に離れることになり、このため分針車 25 が検出位置 P を塞ぐことになる。このときには、中間車 23 の第 4 光透過孔部 30 が検出位置 P に一致しても、検出部 13 による光検出ができない状態になる。

20

【0068】

また、分針車 25 は、360 ステップ回転して 1 回転するごとに、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 と、中間車 23 の第 4 光透過孔部 30 と、時計車 27 の第 3 光透過孔部 29 のいずれか（但し、11 時位置の第 4 遮光部 29a を除く）とが、検出位置 P に対応することにより、検出部 13 による光検出が可能な状態になる。すなわち、検出部 13 による光検出ができる位置は、時計車 27 の回転位置（11 時位置を除く）に係わらず、分針車 25 が 1 回転（360 ステップ）するごとに、分針車 25 が基準位置（0° 位置）に戻ることににより、「00 分位置」になる。

30

【0069】

さらに、分針車 24 の基準位置（0° 位置）を検出した後は、分針車 25 を 360 ステップ（1 回転）ずつ回転させると、時計車 27 が 30° ずつ回転することにより、分針車 25 を 1 ステップごとに検出部 13 による光検出を行わなくても、分針車 25 を 1 回転させたときだけ、検出部 13 による光検出を実行すれば、時計車 27 の回転位置が検出できることになる。このとき、図 11（n）に示す状態から分針車 25 を 360 ステップずつ回転させて、検出部 13 による光検出ができない位置は、図 11（p）に示すように、時計車 27 の第 4 遮光部 29a と検出位置 P とが一致した位置であり、この位置が「11 時 00 分位置」であると特定することができる。

40

【0070】

この検出部 13 による光検出ができない「11 時 00 分位置」から分針車 25 を更に 360° 回転させると、時計車 27 の第 3 光透過孔部 29 である基準位置（0 時位置）の円形孔が検出位置 P に対応することにより、検出部 13 による光検出が可能な基準位置、つまり「0 時 00 分位置」になる。これにより、検出部 13 による光検出ができる状態から、分針車 25 が 360° 回転（1 回転）するごとに、検出部 13 による光検出を試みることににより、検出部 13 による光検出できない位置（図 11（p）の状態）から、更に分針車 25 を 360° 回転させて検出部 13 による光検出ができる位置（図 11（a）の状態）が、時計車 27 の基準位置、つまり「0 時 00 分位置」であると特定することができる。

50

。

【0071】

次に、図12～図14を参照して、秒針2、分針3、時針4の3針の位置を検出する基本的な3針位置検出動作について説明する。

この3針位置検出動作は、秒針位置検出動作と、時分針位置検出動作とを組み合わせた動作であり、どちらかが位置検出条件を満たしていない場合（つまり、秒針車20の第1光透過孔部21と、分針車25の第2光透過孔部28および時針車27の第3光透過孔部29とのいずれか一方が検出位置Pからずれている場合）、または両方とも位置検出条件を満たしていない場合（つまり、秒針車20の第1光透過孔部21と、分針車25の第2光透過孔部28および時針車27の第3光透過孔部29との両方が検出位置Pからずれている場合）の3種類の動作がある。

10

【0072】

まず、図12を参照して、秒針車20の第1光透過孔部21のみが検出位置Pからずれている場合の3針位置検出動作について説明する。

このときには、秒針車20の状態は全くわからず、分針車25と時針車27とは、基準位置（0時00分位置）にあると仮定する。そこで、まず、秒針車20の基準位置を検出するための基本的な秒針位置検出動作を試みる。すなわち、この基本的な秒針位置検出動作は、前述した通り、秒針車20を2ステップずつ回転させて、2ステップ回転ごとに検出部13による光検出を行う。

20

【0073】

このとき、秒針車20を2ステップ回転させて検出部13による光検出を試みたとき、図12（a）の状態であれば、検出部13による光検出ができないことになる。ここで、検出部13による光検出ができない未検出状態を「未検出回数」としてカウントする。この未検出状態が連続した場合、未検出回数を順次加算していくもとし、秒針車20の2ステップ回転ごとに連続して光検出ができなかった場合にのみ、未検出回数を加算し、光検出ができた場合には未検出回数をクリアすることにする。

【0074】

そして、秒針車20を更に2ステップ回転させて検出部13による光検出を試みる。このとき、図12（b）に示すように、検出部13による光検出ができなければ、未検出状態が連続したことになり、未検出回数を加算する。この状態で、秒針車20を更に2ステップ回転させて検出部13による光検出を試みたとき、図12（c）に示すように、検出部13による光検出ができると、未検出状態が連続しないので、未検出回数をクリアする。

30

。

【0075】

引続き、秒針車20の2ステップごとに検出部13による光検出を試みる。このとき、図12（d）に示すように、前回まで連続して検出部13による光検出ができていた状態から光検出ができない状態になると、ここで再度、未検出回数をカウントする。そして、秒針車20の2ステップごとの光検出を試みる。このとき、図12（e）に示すように、検出部13による光検出ができない未検出状態が4回連続することになる。

【0076】

そして、次の2ステップで検出部13による光検出ができれば、その位置が秒針20の基準位置（00秒位置）となる。このとき、図12（f）に示すように、検出部13による光検出ができると、秒針車20の第1光透過孔部21の第1円形孔21aが検出部13の検出位置Pと一致したことになるので、この位置が秒針車20の基準位置（00秒位置）であることがわかる。ここまでの、秒針車20の基準位置、つまり「00秒位置」が検出される。

40

【0077】

次に、図13を参照して、分針車25の第2光透過孔部28と時針車27の第3光透過孔部29とが検出位置Pからずれている場合の3針位置検出動作について説明する。

このときには、秒針車20の第1光透過孔部21が検出部13の検出位置Pに対応して

50

いても、分針車 2 5 と時針車 2 7 とが検出位置 P からずれているため、検出部 1 3 による光検出ができない。このため、まず、秒針車 2 0 を基準位置に移動するための基本的な秒針位置検出動作を試みる。

【0078】

このときには、秒針車 2 0 を 2 ステップずつ回転させて、2 ステップごとに検出部 1 3 による光検出を試みたとき、図 1 3 (a) の状態から図 1 3 (b) の状態になり、秒針車 2 0 の第 1 光透過孔部 2 1 が検出位置 P に一致しても、分針車 2 5 の第 2 光透過孔部 2 8 と時針車 2 7 の第 3 光透過孔部 2 9 とが検出位置 P からずれているため、検出部 1 3 による光検出ができない。このとき、秒針車 2 0 が図 1 3 (a) の状態から図 1 3 (b) の状態になったときに、未検出状態が 4 回連続していることになる。

10

【0079】

ここで、秒針車 2 0 の基本的な位置検出動作の条件である「秒針車 2 0 の 2 ステップごとの光検出を行い、未検出状態が 4 回連続した後に、次の回で光検出ができた場合、その位置が基準位置である」という条件により、図 1 3 (b) の状態で、未検出状態が 4 回連続しており、次の 2 ステップで検出部 1 3 による光検出ができると、秒針車 2 0 が基準位置であることになるが、秒針車 2 0 を 2 ステップ回転させても、図 1 3 (c) に示すように、分針車 2 5 の第 2 光透過孔部 2 8 と時針車 2 7 の第 3 光透過孔部 2 9 とが検出位置 P からずれているため、検出部 1 3 による光検出ができないことになる。

【0080】

このため、秒針車 2 0 は 2 ステップごとに 5 回連続して検出部 1 3 による光検出ができないことになり、このような 5 回連続して検出できないことはあり得ないため、この時点で分針車 2 5 の第 2 光透過孔部 2 8 と時針車 2 7 の第 3 光透過孔部 2 9 とのいずれかが検出位置 P からずれていることがわかる。また、この状態では、秒針車 2 0 に関しても、第 1 光透過孔部 2 1 が検出位置 P と一致している状態であるか否かはわからない。

20

【0081】

ただし、この時点では、分針車 2 5 の第 2 光透過孔部 2 8 と時針車 2 7 の第 3 光透過孔部 2 9 とのいずれかが検出位置 P からずれていることがわかったので、次に分針車 2 5 と時針車 2 7 との基準位置を検出するための基本的な時分針位置検出動作を試みる。このときには、分針車 2 5 を 1 ステップずつ回転させて検出部 1 3 による光検出を試みて、分針車 2 5 と時針車 2 7 とが図 1 3 (c) の状態から図 1 3 (d) の状態になると、分針車 2 5 の第 2 光透過孔部 2 8 と中間車 2 3 の第 4 光透過孔部 3 0 とが検出位置 P に対応すると共に、時針車 2 7 の第 3 光透過孔部 2 9 のいずれかの円形孔も検出位置 P に対応し、検出部 1 3 による光検出が可能になる。

30

【0082】

これにより、分針車 2 5 が基準位置 (00 分位置) であることがわかる。このときには、秒針車 2 0 と時針車 2 7 とがどの位置にあるのか、まだわかっていない。そこで、検出部 1 3 による光検出が可能な状態であることにより、まず、秒針車 2 0 の基準位置を検出するための基本的な秒針位置検出動作を行い、秒針車 2 0 を図 1 3 (e) に示す基準位置 (00 秒位置) に移動させる。これにより、秒針車 2 0 と分針車 2 5 とがそれぞれ基準位置 (00 分 00 秒位置) であることがわかる。

40

【0083】

この後、分針車 2 5 を 360° (1 回転) ずつ回転させると、360° ごとに時針車 2 7 の第 3 光透過孔部 2 9 が検出位置 P に対応し、検出部 1 3 による光検出ができ、検出部 1 3 による光検出ができない状態 (11 時位置) から更に 360° 回転した位置が、時針車 2 7 の基準位置 (0 時位置) となる。これにより、秒針車 2 0、分針車 2 5、時針車 2 7 の全てが基準位置 (0 時 00 分 00 秒位置) になる。

【0084】

次に、図 1 4 を参照して、秒針車 2 0 の第 1 光透過孔部 2 1、分針車 2 5 の第 2 光透過孔部 2 8、時針車 2 7 の第 3 光透過孔部 2 9 の全てが検出部 1 3 の検出位置 P に対してずれている場合の 3 針位置検出動作について説明する。

50

このときには、秒針車 20、分針車 25、時針車 27 のいずれも、回転位置がわかっていない。このため、まず、秒針車 20 の基準位置を検出するための基本的な秒針位置検出動作を試みる。すなわち、図 14 (a) の状態で秒針車 20 を 2 ステップずつ回転させて検出部 13 による光検出を試みる。このとき、図 14 (b) に示すように、秒針車 20 の第 1 光透過孔部 21 が検出位置 P に対応していても、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 と時針車 27 の第 3 光透過孔部 29 とが検出位置 P に対応していなければ、検出部 13 による光検出ができない。

【0085】

このため、秒針車 20 の基本的な秒針位置検出動作を更に実行する。この基本的な秒針位置検出動作の条件は、秒針車 20 の 2 ステップごとの光検出を行い、未検出状態が 4 回連続した後、次の回で光検出ができた場合、そこが基準位置であることにより、図 14 (b) に示すように、秒針車 20 の未検出状態が 4 回連続し、次の 2 ステップで検出部 13 による光検出ができると、秒針車 20 は基準位置になるのであるが、秒針車 20 を 2 ステップ回転させても、図 14 (c) に示すように、検出部 13 による光検出ができない場合には、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 と時針車 27 の第 3 光透過孔部 29 とが検出位置 P からずれていると判断する。また、このときには、秒針車 20 も第 1 光透過孔部 21 が検出位置 P に対応しているかわからない。

【0086】

この状態では、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 が検出位置 P からずれていると判断し、次に分針車 25 と時針車 27 との基準位置を検出するための基本的な位置検出動作を試みる。すなわち、分針車 25 を 1 ステップずつ回転させて検出部 13 による光検出を試みたとき、図 14 (c) に示すように、分針車 25 を 360° 回転させても、検出部 13 による光検出ができない場合には、図 14 (d) に示すように、秒針車 20 の第 1 光透過孔部 21 が検出位置 P に対応してないと疑い、秒針車 20 を 30 ステップ (180°) 回転させる。

【0087】

すなわち、秒針車 20 の第 1 光透過孔部 21 が検出位置 P に対応していない状態で、秒針車 20 を 180° 回転 (半回転) させると、必ず第 1 光透過孔部 21 が検出位置 P に対応することにより、図 14 (e) に示すように、秒針車 20 の第 1 光透過孔部 21 が検出位置 P に対応していると想定する。この状態で、再度、分針車 25 を 1 ステップずつ回転させて検出部 13 による光検出を試みる。このときに、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 が検出位置 P に対応し、検出部 13 による光検出ができたときに、分針車 25 が図 14 (f) に示す基準位置 (00 分位置) であることになる。この図 14 (f) の状態は、図 13 (d) の状態と同じであり、この図 13 (d) の状態以降の動作を行えば、秒針車 20、分針車 25、時針車 27 の全てが基準位置になる。

【0088】

次に、図 15 を参照して、通常運針時における正時ごとに秒針 2、分針 3、時針 4 の 3 針が合っているかを確認する基本的な針位置確認動作について説明する。

この基本的な針位置確認動作は、11 時、23 時を除く正時ごとに秒針 2 が合っているか否かを確認することであり、10 秒以内に秒針 2 のずれを確認する必要がある。すなわち、10 秒経過すると、第 2 駆動系 12 の第 2 ステッピングモータ 22 によって分針車 25 が 1 ステップ (1°) 回転し、これに伴って中間車 23 が 30° 回転して、検出部 13 の検出位置 P を塞ぐからである。

【0089】

図 15 (a) の状態は、通常運針時における正時 (例えば 2 時) の状態で、秒針車 20 の第 1 光透過孔部 21 の第 1 円形孔 21a、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28、時針車 27 の第 3 光透過孔部 29 (例えば 3 番目の円形孔)、中間車 23 の第 4 光透過孔部 30 の全てが、検出部 13 の検出位置 P と一致している。この状態で、秒針車 20 が 1 ステップ (6°) ずつ回転する通常運針する。このときには、秒針車 20 は 1 秒ごとに 6° 回転するだけであるから、秒針車 20 の第 1 円形孔 21a が検出部 13 の検出位置 P から完全に

離れず、検出部 13 による光検出が可能な状態である。

【0090】

この後、秒針車 20 が更に 1 ステップ回転して、2 ステップ (12°) 回転した 2 秒位置になると、図 15 (b) に示すように、秒針車 20 の第 1 円形孔 21 a が検出部 13 の検出位置 P から完全に離れ、検出部 13 の検出位置 P が第 1 遮光部 21 d によって塞がれる。このときに、検出部 13 による光検出を試みると、検出部 13 による光検出ができない未検出状態になり、この未検出状態を未検出回数としてカウントする。

【0091】

そして、秒針車 20 が 1 ステップずつ回転し、2 ステップごとに検出部 13 による光検出を試みる。このときには、図 15 (c) に示す 4 秒位置、および図 15 (d) に示す 6 秒位置のように、検出部 13 が秒針車 20 の第 1 遮光部 21 d によって連続して塞がれる。これにより、図 15 (b) ~ 図 15 (d) に示すように、検出部 13 による光検出ができない未検出状態が 3 回連続することになる。

【0092】

この状態で、次に秒針車 20 が 2 ステップ回転し、図 15 (e) の 8 秒位置に示すように、秒針車 20 の第 1 長孔 21 b の一部が検出部 13 に対応し、検出部 13 による光検出ができたときに、秒針車 20 の基準位置である第 1 円形孔 21 a が 8 秒位置になることにより、秒針車 20 が正しく回転し、秒針 2 が正しい運針位置であることになる。すなわち、秒針 2 は、正時の位置から秒針車 20 が 2 ステップ回転するごとに、検出部 13 による検出を行い、検出部 13 による未検出状態が 3 回連続した後、次に検出部 13 による検出ができたときに、8 秒位置であることになり、正しく運針していることになる。

【0093】

この後、秒針車 20 が更に 2 ステップ回転して 10 秒になると、図 15 (f) に示すように、秒針車 20 の第 1 長孔 21 b の一部が検出部 13 に対応して検出部 13 による光検出が可能になるが、分針車 25 が 1 ステップ (1°) 回転し、中間車 23 が 1 ステップ (30°) 回転することにより、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 が検出部 13 の検出位置 P から完全に離れていなくても、中間車 23 の第 4 光透過孔部 30 が検出部 13 の検出位置 P から完全に離れて、中間車 23 が検出部 13 を塞ぐことになる。このため、通常運針時における針合わせは、10 秒以内に行う必要がある。

【0094】

次に、図 16 のブロック図を参照して、この指針式の腕時計の回路構成について説明する。

この回路構成は、回路全般を制御する CPU (中央演算処理装置) 35、予め定められたプログラムが格納された ROM (リードオンリーメモリ) 36、処理データを格納する RAM (ランダムアクセスメモリ) 37、CPU 35 を動作させるためのパルスを生成する発信回路 38、この発信回路 38 で生成したパルスを適正な周波数 (CPU 35 を動作させるための適正な周波数) に変換する分周回路 39、指針 (秒針 2、分針 3、時針 4) を運針させる時計ムーブメント 8、光を発光する発光素子 31 とこの発光素子 31 からの光を受光する受光素子 32 とを有する検出部 13 を備えている。

【0095】

更に、この回路構成は、上記のほかに、電源を供給するソーラーパネル 9 や電池などの電源部 40、標準時刻電波を受信するアンテナ 41、受信した標準時刻電波を検波処理する検波回路 42、時刻表示を照明する照明部 43、この照明部 43 を駆動するための照明駆動回路 44、報音をするスピーカ 45、このスピーカ 45 を駆動するためのブザー回路 46 を備えている。

【0096】

次に、図 17 を参照して、この指針式の腕時計における秒針 2 の基準位置を検出するための基本的な秒針位置検出処理について説明する。

この基本的な秒針位置検出処理は、秒針車 20 の基準位置 (00 秒位置) を検出することであり、図 10 (a) に示したように、秒針車 20 における第 1 光透過孔部 21 の第 1

10

20

30

40

50

円形孔 2 1 a と検出部 1 3 の検出位置 P とが一致した位置を検出することである。この場合、第 2 駆動系 1 2 の分針車 2 5、時針車 2 7、中間車 2 3 の第 2 ～第 3 の各光透過孔部 2 8 ～3 0 は、検出部 1 3 の検出位置 P に一致して停止していると仮定する。

【0 0 9 7】

この秒針位置検出処理がスタートすると、前回、検出部 1 3 によってすでに検出された未検出回数をクリアして未検出フラグを「0」にし（ステップ S 1）、秒針車 2 0 を 2 ステップ（1 2 °）回転させ（ステップ S 2）、検出部 1 3 の発光素子 3 1 を発光させ（ステップ S 3）、この発光素子 3 1 の光を受光素子 3 2 が受光したか否かを検出することにより、検出部 1 3 による光検出があったか否かを判断する（ステップ S 4）。

【0 0 9 8】

このとき、秒針車 2 0 における第 1 光透過孔部 2 1 の第 1 円形孔 2 1 a、第 2、第 3 の各長孔 2 1 b、2 1 c のいずれかが検出部 1 3 の検出位置 P に対応している場合には、発光素子 3 1 からの光を受光素子 3 2 が受光することにより、検出部 1 3 による光検出があったと判断し、ステップ S 1 に戻り、秒針車 2 0 の第 1 ～第 3 の各遮光部 2 1 d ～2 1 f のいずれかが検出部 1 3 の検出位置 P に対応して検出位置 P を塞ぐまで、上記の動作を繰り返す。

【0 0 9 9】

そして、秒針車 2 0 が 2 ステップずつ回転し、秒針車 2 0 の第 1 光透過孔部 2 1 における第 1 円形孔 2 1 a、第 2、第 3 長孔 2 1 b、2 1 c のいずれも、検出部 1 3 の検出位置 P からずれ、秒針車 2 0 の第 1 ～第 3 遮光部 2 1 d ～2 1 f のいずれかが検出部 1 3 の検出位置 P に対応すると、発光素子 3 1 からの光を受光素子 3 2 が受光せず、検出部 1 3 による光検出がない未検出状態になり、この未検出状態を未検出回数としてカウントし、未検出フラグに「1」を立て（ステップ S 5）、この未検出状態が 4 回連続したか否かを判断する（ステップ S 6）。

【0 1 0 0】

すなわち、秒針車 2 0 の基準位置は、図 1 0（j）～図 1 0（m）に示したように、未検出状態が 4 回連続した後に、図 1 0（a）に示すように、次に検出部 1 3 による光検出があったときに、その位置が基準位置であると特定することができることによる。このため、例えば、図 1 0（b）の状態から図 1 0（d）の状態までは、秒針車 2 0 の第 1 遮光部 2 1 d の一部が検出位置 P に対応しているので、検出部 1 3 による未検出回数が 3 回連続するが、次に秒針車 2 0 が 2 ステップ回転すると、秒針車 2 0 の第 1 長孔 2 1 b の一部が検出位置 P に対応し、検出部 1 3 による光検出がある。このときは、ステップ S 2 に戻り、上述した動作を繰り返す。

【0 1 0 1】

同様に、図 1 0（g）の状態では、秒針車 2 0 の第 3 遮光部 2 1 f が検出部 1 3 の検出位置 P に対応するので、検出部 1 3 による光検出はないが、次に秒針車 2 0 が 2 ステップ回転すると、秒針車 2 0 の第 2 長孔 2 1 c の一部が検出位置 P に対応し、検出部 1 3 による光検出があるので、このときもステップ S 2 に戻り、上述した動作を繰り返す。そして、秒針車 2 0 が図 1 0（j）の状態から図 1 0（m）の状態まで回転するときには、秒針車 2 0 の第 2 遮光部 2 1 e の一部が検出位置 P に順次対応するので、検出部 1 3 による未検出状態が 4 回連続することになる。

【0 1 0 2】

このときには、秒針車 2 0 を 2 ステップ回転させ（ステップ S 7）、検出部 1 3 の発光素子 3 1 を発光させ（ステップ S 8）、この発光素子 3 1 の光を受光素子 3 2 が受光したか否かを検出することにより、検出部 1 3 による光検出があったか否かを判断する（ステップ S 9）。このステップ S 9 で、検出部 1 3 による光検出があったときには、秒針車 2 0 の第 1 光透過孔部 2 1 の第 1 円形孔 2 1 a が検出位置 P に一致していることにより、秒針車 2 0 は基準位置「0 0 秒位置」とであると判断し、針位置補正を行って秒針 2、分針 3、時針 4 を現在時刻に戻し（ステップ S 1 0）、通常運針に移行させて、この処理を終了する。

10

20

30

40

50

【0103】

この場合、ステップS9では、分針車25、時針車27、中間車23の第2～第3の各光透過孔部28～30が検出部13の検出位置Pに一致して停止していると仮定しているので、必ず検出部13による光検出があるが、分針車25、時針車27、中間車23の第2～第3の各光透過孔部28～30が、仮に検出部13の検出位置Pに対応していない場合には、検出部13による光検出がないため、後述する時分位置検出処理に移行する。

【0104】

次に、図18を参照して、この指針式の腕時計における分針3、時針4の基準位置を検出する基本的な時分針位置検出処理について説明する。

この時分針位置検出処理は、分針車25と時針車27との各基準位置（0時00分位置）を検出することである。つまり、図11（a）に示したように、分針車25の第2光透過孔部28と、時針車27の第3光透過孔部29である基準位置（0時位置）の円形孔と、中間車23の第4光透過孔部30との全てが、検出部13の検出位置Pと一致した位置を検出することである。この場合、第1駆動系11の秒針車20は第1光透過孔部21が検出部13の検出位置Pに一致して停止していると仮定する。

【0105】

この時分針位置検出処理がスタートすると、分針車25を1ステップ（1°）回転させ（ステップS15）、検出部13の発光素子31を発光させ（ステップS16）、この発光素子31の光を受光素子32が受光したか否かを検出することにより、検出部13による光検出があったか否かを判断し（ステップS17）、検出部13による光検出がなければ、分針車25が360°（1回転する1時間分）回転するまで、ステップS15からステップS17の動作を繰り返す。この場合には、秒針車20の第1光透過孔部21が検出部13の検出位置Pに一致していると仮定していることにより、分針車25が360°回転すると、図11（n）に示すように、時針車27の「11時位置」を除いて、必ず検出部13による光検出があることになる。

【0106】

これにより、ステップS17で検出部13による光検出があったときが、分針車25が基準位置（00分位置）であると特定する。そして、分針車25を更に360°回転させて時針車27を30°回転させ（ステップS18）、検出部13の発光素子31を発光させ（ステップS19）、この発光素子31の光を受光素子32が受光したか否かを検出することにより、時針車27の第3光透過孔部29が検出部13の検出位置Pに対応して検出部13による光検出があったか否かを判断する（ステップS20）。

【0107】

このときには、時針車27の第3光透過孔部29の各円形孔が30°間隔で11個設けられ、「11時位置」に第4遮光部29aが設けられていることにより、分針車25が360°回転して時針車27が30°回転すると、図11（n）～図11（o）に示すように、「11時位置」の第4遮光部29aを除いて、第3光透過孔部29の各円形孔が検出位置Pに順次対応することにより、検出部13による光検出がある。このステップS20で、検出部13による光検出があったときには、ステップS18に戻り、時針車27の第3光透過孔部29の各円形孔が検出位置Pに順次対応した後に、時針車27の第4遮光部29aが検出位置Pに対応して検出部13による光検出ができなくなるまで、上記動作を繰り返す。

【0108】

そして、図11（p）に示すように、時針車27の第4遮光部29aが検出位置Pに対応して検出部13による光検出がなければ、時針車27が「11時位置」にあると特定し、分針車25を更に360°回転させて時針車27を30°回転させ（ステップS21）、検出部13の発光素子31を発光させ（ステップS22）、この発光素子31の光を受光素子32が受光したか否かを検出することにより、検出部13による光検出があったか否かを判断する（ステップS23）。

【0109】

このステップS 2 3では、図1 1 (a)に示すように、時針車2 7の「0時位置」の第3光透過孔部2 9が検出部1 3の検出位置Pに必ず対応し、検出部1 3による光検出ができるので、時針車2 7が「0時位置」の基準位置にあることを確認し、この処理フローを終了する。なお、このステップS 2 3では、秒針車2 0の第1光透過孔部2 1が検出部1 3の検出位置Pに対応していると仮定していることにより、検出部1 3による検出が必ずあるはずであるが、仮に検出がなければ、前述した秒針位置検出処理に戻る。

【0 1 1 0】

次に、図1 9～図2 1を参照して、この指針式の腕時計における秒針2、分針3、時針4の3針の基準位置を検出する基本的な3針位置検出処理について説明する。

この3針位置検出処理は、秒針2、分針3、時針4の3針の全ての位置がわかっていない場合であり、前述した秒針位置検出処理と時分針位置検出処理とを組み合わせた処理を行う。この場合、図1 9では秒針位置検出処理のステップS 3 0～ステップS 3 8を示し、図2 0では分針位置検出処理のステップS 4 1～ステップS 6 6を示し、図2 1では時針位置検出処理のステップS 7 0～ステップS 7 7を示す。

【0 1 1 1】

この3針位置検出処理がスタートすると、秒針2、分針3、時針4の3針の全ての位置がわかっていないので、まず、図1 9の秒針位置検出処理を実行する。すなわち、検出部1 3によって前回すでに検出されていた未検出状態の未検出回数をクリアして未検出フラグを「0」にし（ステップS 3 0）、秒針車2 0を2ステップ回転させ（ステップS 3 1）、検出部1 3の発光素子3 1を発光させ（ステップS 3 2）、この発光素子3 1の光を受光素子3 2が受光したか否かを検出することにより、検出部1 3による光検出があったか否かを判断する（ステップS 3 3）。

【0 1 1 2】

このとき、秒針車2 0、分針車2 5、時針車2 7の全ての回転位置がわかっていないが、検出部1 3の発光素子3 1からの光を受光素子3 2が受光して、検出部1 3による光検出があったときには、ステップS 3 0に戻り、秒針車2 0の第1～第3遮光部2 1 d～2 1 fが検出部1 3の検出位置Pに対応して検出位置Pを塞ぐまで、上記動作を繰り返す。

【0 1 1 3】

すなわち、ステップS 3 3で検出部1 3による光検出があったときには、秒針車2 0の第1光透過孔部2 1、分針車2 5の第2光透過孔部2 8、時針車2 7の第3光透過孔部2 9、中間車2 3の第4光透過孔部3 0の全てが、たまたま検出部1 3の検出位置Pと一致していることになる。このときに、分針車2 5が「0 0分位置」の基準位置であることになるが、秒針車2 0と時針車2 7との位置がまだわからないため、まず、秒針車2 0の位置を検出する。このため、ステップS 3 0～ステップS 3 3の動作を繰り返し、秒針車2 0の第2遮光部2 1 eが検出部1 3の検出位置Pに対応させる。

【0 1 1 4】

そして、検出部1 3による未検出回数をカウントし、未検出フラグに「1」を立て（ステップS 3 4）、この未検出回数が4回連続したか否かを判断する（ステップS 3 5）。このステップS 3 5で検出部1 3による未検出回数が4回連続するまで、ステップS 3 1～ステップS 3 5の動作を繰り返し、検出部1 3による未検出回数が4回連続したときには、秒針車2 0を2ステップ回転させて（ステップS 3 6）、検出部1 3の発光素子3 1を発光させ（ステップS 3 7）、この発光素子3 1の光を受光素子3 2が受光したか否かを検出することにより、検出部1 3による光検出があるか否かを判断する（ステップS 3 8）。

【0 1 1 5】

このときには、分針車2 5が「0 0分位置」の基準位置にあり、分針車2 5の第2光透過孔部2 8と時針車2 7の第3光透過孔部2 9のいずれかの円形孔が検出位置Pに対応し、且つ秒針車2 0の第1光透過孔部2 1の第1円形孔2 1 aが検出部1 3の検出位置Pと一致していることになり、検出部1 3の受光素子3 2が必ず発光素子3 1の光を受光することになる。これにより、秒針車2 0と分針車2 5とが基準位置（0 0分0 0秒位置）に

あると特定し、後述するステップS 7 0の時針位置検出処理に移行する。

【0 1 1 6】

ところで、ステップS 3 3において、検出部1 3による光検出がないと判断したときには、秒針車2 0、分針車2 5、時針車2 7の全ての回転位置がわかっていないが、検出部1 3による未検出回数をカウントし、未検出フラグに「1」を立て（ステップS 3 4）、この未検出回数が4回連続したか否かを判断する（ステップS 3 5）。このステップS 3 5で検出部1 3による未検出回数が4回連続するまで、ステップS 3 1～ステップS 3 5の動作を繰り返す。

【0 1 1 7】

そして、ステップS 3 5で、検出部1 3による未検出回数が4回連続したときには、秒針車2 0を2ステップ回転させて（ステップS 3 6）、検出部1 3の発光素子3 1を発光させ（ステップS 3 7）、この発光素子3 1の光を受光素子3 2が受光したか否かを検出することにより、検出部1 3による光検出があるか否かを判断する（ステップS 3 8）。 10

【0 1 1 8】

このとき、検出部1 3による検出があった場合には、秒針車2 0の第1光透過孔部2 1の第1円形孔2 1 aが検出部1 3の検出位置Pと一致し、且つ分針車2 5の第2光透過孔部2 8、時針車2 7の第3光透過孔部2 9のいずれかの円形孔、中間車2 3の第4光透過孔部3 0も、検出部1 3の検出位置Pと一致していることになり、上述した場合と同様、秒針車2 0と分針車2 5とが基準位置（0 0分0 0秒位置）にあると特定し、後述するステップS 7 0の時針位置検出処理に移行する。 20

【0 1 1 9】

しかし、ステップS 3 8で、検出部1 3による光検出がない場合には、図1 4（b）に示すように、仮に秒針車2 0の第1光透過孔部2 1の第1円形孔2 1 aが検出位置Pに対応していても、検出部1 3による未検出状態が5回連続することになるので、分針車2 5の第2光透過孔部2 8、時針車2 7の第3光透過孔部2 9、中間車2 3の第4光透過孔部3 0のいずれかが検出位置Pからずれていると判断し、図2 0に示すステップS 4 1に進んで、分針位置検出処理を行う。

【0 1 2 0】

この分針位置検出処理は、図2 0に示すように、ステップS 4 1で分針車2 5を1ステップ（1°）回転させ、検出部1 3の発光素子3 1を発光させ（ステップS 4 2）、この発光素子3 1の光を受光素子3 2が受光したか否かを検出することにより、検出部1 3による光検出があるか否かを判断する（ステップS 4 3）。このとき、検出部1 3による光検出がなければ、分針車2 5を1ステップずつ回転させて、分針車2 5が3 6 0°回転したか否かを判断し（ステップS 4 4）、分針車2 5が1回転するまで、上記動作を繰り返す。 30

【0 1 2 1】

このとき、ステップS 4 3で、検出部1 3による光検出があった場合には、秒針車2 0の第1光透過孔部2 1、分針車2 5の第2光透過孔部2 8、時針車2 7の第3光透過孔部2 9のいずれかの円形孔、中間車2 3の第4光透過孔部3 0の全てが、検出部1 3の検出位置Pと一致していることになり、分針車2 5と時針車2 7とがずれていたことになる。これにより、分針車2 5が基準位置（0 0分位置）にあると特定する。このときにも、秒針車2 0が基準位置（0 0秒位置）であるかわからないため、上述したように、ステップS 3 0に戻り、ステップS 3 8までの秒針位置検出処理を実行して、秒針車2 0を基準位置（0 0秒位置）にして、後述するステップS 7 0の時針位置検出処理に移行する。 40

【0 1 2 2】

しかし、ステップS 4 4で分針車2 5が3 6 0°回転しても、ステップS 4 3で検出部1 3による光検出がない場合には、図1 4（d）に示すように、秒針車2 0の第1光透過孔部2 1が検出位置Pに対応していないと判断し、秒針車2 0を3 0ステップ（1 8 0°）回転させて（ステップS 4 5）、検出部1 3の発光素子3 1を発光させ（ステップS 4 6）、この発光素子3 1の光を受光素子3 2が受光したか否かを検出することにより、検 50

出部 1 3 による光検出があるか否かを判断する（ステップ S 4 7）。

【0 1 2 3】

このとき、ステップ S 4 7 で、検出部 1 3 による光検出があった場合には、秒針車 2 0 の第 1 光透過孔部 2 1、分針車 2 5 の第 2 光透過孔部 2 8、時針車 2 7 の第 3 光透過孔部 2 9 のいずれかの円形孔、中間車 2 3 の第 4 光透過孔部 3 0 の全てが、検出部 1 3 の検出位置 P と一致していることになり、秒針車 2 0 がずれていたことになる。これにより、分針車 2 5 が基準位置（0 0 分位置）にあると特定する。このときにも、秒針車 2 0 が基準位置（0 0 秒位置）であるかわからないため、上述したように、ステップ S 3 0 に戻り、ステップ S 3 8 までの秒針位置検出処理を実行して、秒針車 2 0 を基準位置（0 0 秒位置）にして、後述するステップ S 7 0 の時位置検出処理に移行する。

10

【0 1 2 4】

しかし、ステップ S 4 5 で秒針車 2 0 を 3 0 ステップ（1 8 0 °）回転させても、ステップ S 4 7 で検出部 1 3 による光検出がない場合には、図 1 4（e）に示すように、仮に秒針車 2 0 の第 1 光透過孔部 2 1 が検出位置 P に対応していても、分針車 2 5 の第 2 光透過孔部 2 8 が検出位置 P からずれていると判断し、分針車 2 5 を 1 ステップ回転させる（ステップ S 4 8）。

【0 1 2 5】

そして、検出部 1 3 の発光素子 3 1 を発光させ（ステップ S 4 9）、この発光素子 3 1 の光を受光素子 3 2 が受光したか否かを検出することにより、検出部 1 3 による光検出があるか否かを判断する（ステップ S 5 0）。このとき、検出部 1 3 による光検出がなければ、分針車 2 5 を 1 ステップずつ回転させて、分針車 2 5 が 3 6 0 ° 回転したか否かを判断し（ステップ S 5 1）、分針車 2 5 が 1 回転するまで、上記動作を繰り返す。

20

【0 1 2 6】

このとき、ステップ S 5 0 で検出部 1 3 による光検出があった場合には、秒針車 2 0 の第 1 光透過孔部 2 1、分針車 2 5 の第 2 光透過孔部 2 8、時針車 2 7 の第 3 光透過孔部 2 9 のいずれかの円形孔、中間車 2 3 の第 4 光透過孔部 3 0 の全てが、検出部 1 3 の検出位置 P と一致していることになり、分針車 2 5 がずれていたこととなる。これにより、分針車 2 5 が基準位置（0 0 分位置）にあると特定する。このときにも、秒針車 2 0 が基準位置（0 0 秒位置）であるかわからないため、上述したように、ステップ S 3 0 に戻り、ステップ S 3 8 までの秒針位置検出処理を実行して、秒針車 2 0 を基準位置（0 0 秒位置）にして、後述するステップ S 7 0 の時針位置検出処理に移行する。

30

【0 1 2 7】

しかし、ステップ S 5 1 で分針車 2 5 が 3 6 0 ° 回転しても、ステップ S 5 0 で検出部 1 3 による光検出がない場合には、図 1 1（p）に示すように、仮に秒針車 2 0 の第 1 光透過孔部 2 1、分針車 2 5 の第 2 光透過孔部 2 8、中間車 2 3 の第 4 光透過孔部 3 0 が検出位置 P に対応していても、時針車 2 7 の第 3 光透過孔部 2 9 のいずれの円形孔も、検出位置 P からずれ、時針車 2 7 の第 4 遮光部 2 9 a が検出位置 P に対応していると判断する。

【0 1 2 8】

このときには、まず、秒針車 2 0 の第 1 光透過孔部 2 1 が検出位置 P に対応しているかわからないため、秒針車 2 0 を 3 0 ステップ（1 8 0 °）回転させて（ステップ S 5 2）、検出部 1 3 の発光素子 3 1 を発光させ（ステップ S 5 3）、この発光素子 3 1 の光を受光素子 3 2 が受光したか否かを検出することにより、検出部 1 3 による光検出があるか否かを判断する（ステップ S 5 4）。

40

【0 1 2 9】

このとき、検出部 1 3 による光検出があった場合には、秒針車 2 0 の第 1 光透過孔部 2 1、分針車 2 5 の第 2 光透過孔部 2 8、時針車 2 7 の第 3 光透過孔部 2 9 のいずれかの円形孔、中間車 2 3 の第 4 光透過孔部 3 0 の全てが、検出部 1 3 の検出位置 P と一致していることになり、時針車 2 7 の第 4 遮光部 2 9 a が検出位置 P に対応しておらず、また秒針車 2 0 がずれていたことになる。これにより、分針車 2 5 が基準位置（0 0 分位置）にあ

50

ると特定する。このときにも、秒針車 20 が基準位置（00 秒位置）であるかわからないため、上述したように、ステップ S 30 に戻り、ステップ S 38 までの秒針位置検出処理を実行して、秒針車 20 を基準位置（00 秒位置）にして、後述するステップ S 70 の時針位置検出処理に移行する。

【0130】

ところで、ステップ S 54 で検出部 13 による光検出がない場合には、図 11（p）に示すように、時針車 27 の第 4 遮光部 29 a が検出位置 P に対応していると判断し、分針車 25 を 1 ステップ回転させ（ステップ S 55）、検出部 13 の発光素子 31 を発光させ（ステップ S 56）、この発光素子 31 の光を受光素子 32 が受光したか否かを検出することにより、検出部 13 による光検出があるか否かを判断する（ステップ S 57）。このとき、検出部 13 による光検出がなければ、分針車 25 を 1 ステップずつ回転させて、分針車 25 が 360° 回転したか否かを判断し（ステップ S 58）、分針車 25 が 1 回転するまで、上記動作を繰り返す。

10

【0131】

ステップ S 57 で検出部 13 による光検出があった場合には、秒針車 20 の第 1 光透過孔部 21、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28、時針車 27 の第 3 光透過孔部 29 のいずれかの円形孔、中間車 23 の第 4 光透過孔部 30 の全てが、検出部 13 の検出位置 P と一致していることになり、時針車 27 の第 4 遮光部 29 a が検出位置 P に対応しておらず、また分針車 25 がずれていたことになる。これにより、分針車 25 が基準位置（00 分位置）にあると特定する。このときにも、秒針車 20 が基準位置（00 秒位置）であるかわからないため、上述したように、ステップ S 30 に戻り、ステップ S 38 までの秒針位置検出処理を実行して、秒針車 20 を基準位置（00 秒位置）にして、後述するステップ S 70 の時針車 27 の位置検出処理に進む。

20

【0132】

また、ステップ S 58 で分針車 25 が 360° 回転しても、ステップ S 57 で検出部 13 による光検出がない場合には、時針車 27 の第 4 遮光部 29 a が検出位置 P に対応し、時針車 27 が「11 時位置」とであると想定する。この想定が正しいかどうかを確認するため、秒針車 20 を 30 ステップ回転（180° 回転）させ（ステップ S 59）、検出部 13 の発光素子 31 を発光させ（ステップ S 60）、この発光素子 31 の光を受光素子 32 が受光したか否かを検出することにより、検出部 13 による検出があるか否かを判断する（ステップ S 61）。

30

【0133】

このとき、検出部 13 による検出があった場合には、秒針車 20 の第 1 光透過孔部 21、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28、時針車 27 の第 3 光透過孔部 29 のいずれかの円形孔、中間車 23 の第 4 光透過孔部 30 の全てが、検出部 13 の検出位置 P と一致していることになり、時針車 27 が「11 時位置」ではなく、秒針車 20 がずれていたことになる。これにより、分針車 25 が基準位置（00 分位置）にあると特定する。このときにも、秒針車 20 が基準位置（00 秒位置）であるかわからないため、上述したように、ステップ S 30 に戻り、ステップ S 38 までの秒針位置検出処理を実行して、秒針車 20 を基準位置（00 秒位置）にして、後述するステップ S 70 の時針位置検出処理に移行する。

40

【0134】

また、ステップ S 61 で、検出部 13 による光検出がない場合には、時針車 27 の第 4 遮光部 29 a が検出位置 P に対応していると特定し、分針車 25 を 1 ステップ回転させ（ステップ S 62）、検出部 13 の発光素子 31 を発光させ（ステップ S 63）、この発光素子 31 の光を受光素子 32 が受光したか否かを検出することにより、検出部 13 による光検出があるか否かを判断する（ステップ S 64）。

【0135】

このとき、検出部 13 による光検出がなければ、分針車 25 を 1 ステップずつ回転させて、分針車 25 が 360° 回転したか否かを判断し（ステップ S 65）、分針車 25 が 360° 回転するまで、上記動作を繰り返す。このときに、検出部 13 による光検出がない

50

場合には、エラー表示し（ステップS 6 6）、検出部 1 3 による光検出があった場合には、時針車 2 7 が「0 時位置」の基準位置であり、分針車 2 5 が基準位置（0 0 分位置）にあると特定する。

【0 1 3 6】

このときにも、秒針車 2 0 が基準位置（0 0 秒位置）であるかわからないため、秒針位置検出処理のステップ S 3 0 に戻り、ステップ S 3 8 までの秒針位置検出処理を実行して、秒針車 2 0 を基準位置（0 0 秒位置）にして、図 2 1 に示すステップ S 7 0 の時針位置検出処理に移行する。この時針位置検出処理のステップ S 7 0 では、図 2 1 に示すように、分針車 2 5 を 3 6 0 ° させて時針車 2 7 を 3 0 ° 回転させ、検出部 1 3 の発光素子 3 1 を発光させ（ステップ S 7 1）、この発光素子 3 1 の光を受光素子 3 2 が受光したか否かを検出することにより、検出部 1 3 による光検出があるか否かを判断する（ステップ 7 2）。

10

【0 1 3 7】

このとき、時針車 2 7 が 3 0 ° 回転するごとに検出部 1 3 による光検出がある場合には、時針車 2 7 の第 3 光透過孔部 2 9 の各円形孔が順番に検出位置 P に対応していることになり、ステップ S 7 0 に戻り、時針車 2 7 の 1 1 時位置の第 4 遮光部 2 9 a が検出位置 P に対応するまで、上記動作を繰り返す。そして、検出部 1 3 による光検出がなければ、時針車 2 7 の第 4 遮光部 2 9 a が検出位置 P に対応して「1 1 時位置」とであると特定する。

【0 1 3 8】

この判断が正しいことを確認するため、再び分針車 2 5 を 3 6 0 ° 回転させて時針車 2 7 を 3 0 ° 回転させ（ステップ S 7 3）、検出部 1 3 の発光素子 3 1 を発光させ（ステップ S 7 4）、この発光素子 3 1 の光を受光素子 3 2 が受光したか否かを検出することにより、検出部 1 3 による光検出があるかを判断する（ステップ S 7 5）。このとき、検出部 1 3 による光検出があれば、秒針車 2 0、分針車 2 5、時針車 2 7 の全てが、基準位置（0 時 0 0 分 0 0 秒位置）であると特定し、秒針 2、分針 3、時針 4 を現在時刻に合わせて（ステップ S 7 6）、通常運針に移行させて、この動作フローを終了する。なお、ステップ S 7 5 で、検出部 1 3 による光検出がなければ、エラー表示する（ステップ S 7 7）。

20

【0 1 3 9】

次に、図 2 2 に示す動作フローを参照して、通常運針時における正時ごとに秒針 2、分針 3、時針の 3 針が合っているかを確認する針位置確認処理について説明する。

30

この針位置確認処理は、1 1 時、2 3 時を除く正時ごとに検出部 1 3 による検出を行い、検出部 1 3 による光検出があった場合、時針 4 は合っているものとみなし、秒針 2 が合っているか否かを確認する処理であり、分針 3 がマイナス 1 時間未満のずれのみの確認が可能である。また、この針位置確認処理は、1 0 秒経過すると、分針車 2 5 が 1 ステップ回転し、これに伴って中間車 2 3 が 3 0 ° 回転して、検出部 1 3 の検出位置 P を塞ぐため、1 0 秒以内に秒針 2 のずれを確認する必要がある。

【0 1 4 0】

このため、この針位置確認処理は、正時になるとスタートし、検出部 1 3 の発光素子 3 1 を発光させ（ステップ S 8 0）、この発光素子 3 1 の光を受光素子 3 2 が受光したか否かを検出することにより、検出部 1 3 による光検出があったか否かを判断し（ステップ S 8 1）、検出部 1 3 による光検出がなければ、少なくとも秒針 2、分針 3、時針 3 のいずれかが合っていないと判断し、前述した 3 針位置検出処理に移行する。

40

【0 1 4 1】

があれば、秒針車 2 0 の第 1 光透過孔部 2 1 が検出部 1 3 の検出位置 P に対応していると判断し、前回までの検出部 1 3 による未検出回数をクリアして未検出フラグを「0」にし（ステップ S 8 2）、秒針車 2 0 を 1 ステップ（6 °）の通常回転させて秒針 2 を通常運針させ（ステップ S 8 3）、秒針車 2 0 が 2 ステップ（1 2 °）回転したか否かを判断する（ステップ S 8 4）。すなわち、秒針車 2 0 が通常運針の 1 ステップ（6 °）回転しただけでは、秒針車 2 0 の第 1 円形孔 2 1 a が検出部 1 3 の検出位置 P から完全に離れないため、秒針車 2 0 の 2 ステップごとに検出部 1 3 による光検出を行う。

50

【0142】

このステップS84で秒針車20が2ステップ回転していなければ、秒針車20が2ステップ回転するまで、秒針2を1ステップ(6°)の通常運針させ、秒針車20が2ステップ回転すると、検出部13の発光素子31を発光させ(ステップS85)、この発光素子31の光を受光素子32が受光したか否かを検出することにより、検出部13による光検出があったか否かを判断する(ステップS86)。このとき、検出部13による光検出があると、秒針車20の第1光透過孔21の第1円形孔21a、第2、第3長孔21b、21cのいずれかが検出部13の検出位置Pに一致していることになり、秒針車20が合っていないと判断し、前述した3針位置検出処理に移行する。

【0143】

また、ステップS86で、検出部13による光検出がない場合には、図15(b)に示したように、秒針車20の第1～第3遮光部21d～21fが検出位置Pに対応していると判断し、検出部13による未検出回数をカウントして未検出フラグに「1」を立て(ステップS87)、この未検出回数が3回連続したか否かを判断する(ステップS88)。このとき、未検出回数が3回連続していなければ、ステップS83に戻り、秒針2を通常運針させてステップS87までの動作を繰り返す。

【0144】

また、ステップS88で、図15(b)の状態から図15(d)の状態のように、正時から6秒経過したときに、未検出回数が3回連続すると、秒針車20の第1遮光部21dと第2遮光部21eとのいずれかが検出位置Pに対応していると判断し、秒針車20を1

【0145】

そして、秒針車20が2ステップ回転すると、検出部13の発光素子31を発光させ(ステップS91)、この発光素子31の光を受光素子32が受光したか否かを検出することにより、正時から8秒経過した時点で、検出部13による光検出があったか否かを判断する(ステップS92)。このとき、検出部3による光検出がないと、秒針車20の第2遮光部21eが検出位置Pに対応していることになり、秒針車20の位置が合っていないと判断し、前述した3針位置検出処理に移行する。また、ステップS92で、図15(e)

【0146】

このように、この指針式の腕時計における針位置検出装置によれば、基準位置に設けられた第1円形孔21a、この第1円形孔21aの両側に異なる長さの第1、第2の各遮光部21d、21eを隔てて設けられた第2、第3の各長孔21b、21cからなる第1光透過孔部21を有する秒針車20と、第2光透過孔部28を有する分針車25と、第3光透過孔部29を有する時針車27と、第1～第3の各光透過孔部21、28、29を光が透過したか否かを検出して秒針車20、分針車25、時針車27の各回転位置を判断する

【0147】

すなわち、この針位置検出装置では、秒針車20が12°ずつ回転する際に、光透過孔部検出手段の検出部13による未検出状態が、秒針車20の第1円形孔21aの両側に位

10

20

30

40

50

置する第1、第2の各遮光部21d、21eによって異なることにより、秒針2の運針方向と反対側に位置する第3長孔21cから第1円形孔21aまでの第2遮光部21eにおける未検出状態を未検出回数としてカウントし、そのカウント数が予め設定された回数（4回）であった後に、次に第1円形孔21aを検出部13が検出した位置を、秒針2の基準位置（00秒位置）であると判断することができる。これにより、第1ステッピングモータ17の回転を秒針車20に伝達する五番車18に従来例のような光透過孔部を設ける必要がなく、秒針車20の回転位置を正確に且つ確実に検出することができる。

【0148】

この場合、秒針車20の第1光透過孔部21は、基準位置に設けられた第1円形孔21aと、この第1円形孔21aの両側に異なる長さの第1、第2の各遮光部21d、21eを隔てて設けられた第2、第3の各長孔21b、21cを備えていることにより、第1、第2の各長孔21b、21cを十分に長く形成することができ、これにより秒針車20の第1光透過孔部21を発光素子31と受光素子32とからなる検出部13で光学的に検出する際、第1、第2の各長孔21b、21cを透過する光の透過許容量を多くすることができるので、秒針車20を高速で回転させても、正確に秒針車20の回転位置を検出することができる。また、秒針車20に第1、第2の各長孔21b、21cを設けても、第1円形孔21aと反対側に位置する第2、第3の各長孔21b、21c間に設けられた第3遮光部21fによって秒針車20の強度を確保することができる。

【0149】

また、この針位置検出装置では、秒針車20が1秒（1ステップ）ごとに一定角度（6°）で回転して秒針2を運針させる通常運針制御手段（CPU35、ステップS83、S89）と、この通常運針制御手段の制御により秒針2を運針させている時において、秒針2の運針方向側に位置する第1遮光部21dによって光透過孔部検出手段の検出部13による光検出がない未検出状態の連続回数が、第2遮光部21eによる未検出回数（4回）より少ない回数（3回）になった後に、次に秒針車20の第2長孔21bを光透過孔部検出手段の検出部13が検出したときに、秒針2の針位置が合っていると判断する針位置確認手段（CPU35、ステップS84～S88）と、を備えていることにより、1時間未満の針合わせであれば、通常運針時に秒針2が合っているか否かを8秒で確認することができ、これにより秒針2が合っているか否かを10秒以内に効率良く確認することができる。

【0150】

この場合、秒針車20は1秒（1ステップ）で6°回転するだけでは、第1円形孔21aが光透過孔部検出手段における検出部13の検出位置Pから完全に離れず、秒針車20が所定の回転角（12°：2秒）だけ回転すると、第1円形孔21aが検出部13の検出位置Pから完全に離れるので、検出部13が同じ第1円形孔21aを2度続けて検出する誤検出を防ぐことができる。また、通常運針時に秒針2の針位置が合っているか否かを確認する際、10秒経過すると、分針車25が1°回転し、これに伴って中間車23が30°回転して第4透過孔部30が検出位置Pからずれて中間車23が検出位置Pを塞ぐことになるので、10秒以内に秒針2の針位置を検出する必要がある。このため、1時間未満の針合わせであれば、通常運針時に秒針2の針位置が合っているか否かを8秒で確認することができるので、秒針2の針位置を効率良く且つ速やかに確認することができる。

【0151】

また、この針位置検出装置では、光透過孔部検出手段による光検出がない未検出状態の連続回数が予め定められた回数（4回）を越えたときに、分針車25の第2光透過孔部28と時針車27の第3光透過孔部29のいずれの円形孔とが光透過孔部検出手段の検出部13の検出位置Pからずれていると判断するずれ判断手段（CPU35、ステップS9、S38）を備えていることにより、分針3と時針4との針位置が合っていないことを速やかに判断することができる。すなわち、ずれ判断手段は、秒針車20の第2遮光部21eに対する検出部13の未検出状態が4回連続した後に、次に第1円形孔21aを検出部13が検出した位置が、秒針車20の基準位置（00秒位置）であると判断することにより

、検出部 13 による未検出状態が 5 回連続したときに、分針車 25 と時針車 27 とが検出部 13 の検出位置 P からずれていることを判断することができる。これにより、秒針車 20 を不必要に回転させる必要がなく、効率良く分針 3、時針 4 の針位置のずれを判断することができる。

【0152】

さらに、この針位置検出装置では、秒針車 20 における第 1 光透過孔部 21 の第 1 円形孔 21 a、第 2 長孔 21 b、第 3 長孔 21 c のいずれもが光透過孔部検出手段の検出部 13 による検出位置 P に対応していない状態で、秒針車 20 を 180° 回転させて、第 1 光透過孔部 21 の第 1 円形孔 21 a、第 2 長孔 21 b、第 3 長孔 21 c のいずれかを検出位置 P に対応させる孔位置対応手段 (CPU 35、ステップ S 45~S 47、S 52~S 54、S 59~S 61) を備えていることにより、分針車 25 と時針車 27 の各回転位置を検出する際、光透過孔部検出手段による光検出がない未検出状態で、秒針車 20 を 180° 回転させても、光透過孔部検出手段による光検出がない未検出状態である場合に、分針車 25 と時針車 27 とのいずれかがずれていることを、秒針車 20 の 180° の回転動作によって速やかに判断することができ、これにより位置検出に要する時間を大幅に短縮することができる。

【0153】

すなわち、秒針車 20 の第 1 遮光部 21 d は、その対角線上に位置する第 1 光透過孔部 21 の第 3 長孔 21 c の一部に対応しており、第 2 遮光部 21 e は、その対角線上に位置する第 1 光透過孔部 21 の第 2 長孔 21 b の一部に対応しており、第 3 遮光部 21 f は、その対角線上に位置する第 1 光透過孔部 21 の第 1 円形孔 21 a に対応していることにより、第 1~第 3 遮光部 21 d~21 f が検出部 13 の検出位置 P に対応している状態で、秒針車 20 を 180° 回転 (半回転) させると、必ず第 1 光透過孔部 21 を検出位置 P に対応させることができる。

【0154】

一方、この腕時計の針位置検出装置によれば、第 1 光透過孔部 21 を有する秒針車 20 と、基準位置に設けられた 1 つの円形孔からなる第 2 光透過孔部 28 を有する分針車 25 と、基準位置から円周に沿って 30° 間隔で設けられた 11 個の円形孔からなる第 3 光透過孔部 29 を有する時針車 27 と、第 2 光透過孔部 28 の 1 つの円形孔が基準位置において対応する 1 つの円形孔からなる第 4 光透過孔部 30 を有する中間車 23 と、第 1~第 3 の各光透過孔部 21、28、29 を光が透過したか否かを検出して秒針車 20、分針車 25、時針車 27 の各回転位置を判断する光透過孔部検出手段 (検出部 13、CPU 35) と、分針車 25 が 1 回転して第 2 光透過孔部 28 の 1 つの円形孔と中間車 23 の第 4 光透過孔部 30 の 1 つの円形孔とが対応して光透過孔部検出手段による光検出があった位置を、分針車 25 の基準位置とする分針基準位置検出手段 (CPU 35、ステップ S 15~S 17、S 41~S 44、S 48~S 51、S 55~S 58、S 62~S 65) と、を備えていることにより、分針車 25 を 1 回転させるだけで、分針車 25 の基準位置を容易に且つ確実に検出することができる。

【0155】

この場合、この針位置検出装置では、分針車 25 が 1 回転して時針車 27 が 30° 回転するごとに、分針車 25 の第 2 光透過孔部 28 の円形孔が時針車 27 の第 3 光透過孔部 29 における 11 個の円形孔に順次対応して、光透過孔部検出手段の検出部 13 による光検出があった位置を時針車 27 の正時位置とする正時位置判断手段 (CPU 35、ステップ S 18~S 20、S 70~S 72) を備えていることにより、分針車 25 を 1 回転させて時針車 27 を 30° 回転させるだけで、時針車 27 が正時位置であるか否かを速やかに判断することができる。

【0156】

また、この針位置検出装置では、時針車 27 の第 3 光透過孔部 29 における基準位置の円形孔と 11 個目の円形孔との間に設けられた遮光部 29 a が、光透過孔部検出手段における検出位置 P に対応して光透過孔部検出手段の検出部 13 による光検出がない未検出状

態の後に、次に時計車 27 の第 3 光透過孔部 29 における基準位置の円形孔を光透過孔部検出手段の検出部 13 が光検出した位置を、時計車 27 の基準位置とする時計基準位置検出手段 (CPU 35、ステップ S 20 ~ S 23、S 72 ~ S 75) を備えていることにより、時計車 27 の基準位置を容易に且つ確実に検出することができる。

【0157】

この場合、時計車 27 の第 4 遮光部 29 a が光透過孔部検出手段における検出位置 P に対応して光透過孔部検出手段の検出部 13 による光検出がない未検出状態の位置を、基準位置 (0 時位置) の 30° 手前の位置つまり 11 時位置とする 11 時位置判断手段 (CPU 35、S 20、S 72) を備えていることにより、時計車 27 が 1 回転する間に、時計車 27 の 11 時位置を速やかに且つ確実に特定することができる。また、この状態で、時計車 27 が更に 30° 回転して第 3 光透過孔部 29 の円形孔を光透過孔部検出手段の検出部 13 が光検出した位置を時計車 27 の基準位置 (0 時位置) であると特定することができるので、時計車 27 が基準位置 (0 時位置) であるか否かを正確に且つ確実に判断することができる。

10

【0158】

なお、上記実施形態では、秒針車 20 に第 1 光透過孔部 21 の第 2、第 3 長孔 21 b、21 c をそれぞれ円弧状に連続する長孔に形成した場合について述べたが、これに限らず、例えば図 24 に示すような第 1 変形例のように構成しても良い。

すなわち、この第 1 変形例の秒針車 20 は、図 24 に示すように、第 1 光透過孔部 21 の第 2 長孔 21 b を 2 つの長孔 40 a、40 b に分割すると共に、第 3 長孔 21 c も 2 つの長孔 41 a、41 b に分割した構成になっている。

20

【0159】

この場合、第 2 長孔 21 b における第 1 円形孔 21 a に隣接する長孔 40 a は、第 1 円形孔 21 a を基準にして、48° ~ 96° 程度の間隔、つまり第 1 円形孔 21 a の 5 倍程度 (円周に対する 60° 程度の幅) の長さで設けられており、第 2 長孔 21 b における第 1 円形孔 21 a と反対側に位置する長孔 40 b は、第 1 円形孔 21 a を基準にして、120° ~ 168° 程度の間隔、つまり第 1 円形孔 21 a の 5 倍程度 (円周に対する 60° 程度の幅) の長さで設けられている。この第 2 長孔 21 b の 2 つの長孔 40 a、40 b 間には、第 5 遮光部 42 が設けられており、この第 5 遮光部 42 は、その対角線上に位置する第 3 長孔 21 c の長孔 41 a の一部に対応するように設けられている。

30

【0160】

また、第 3 長孔 21 c における第 1 円形孔 21 a に隣接する長孔 41 a は、第 1 円形孔 21 a を基準にして、60° ~ 96° 程度の間隔、つまり第 1 円形孔 21 a の 4 倍程度 (円周に対する 48° 程度の幅) の長さで設けられており、第 3 長孔 21 c における第 1 円形孔 21 a と反対側に位置する長孔 41 b は、第 1 円形孔 21 a を基準にして、120° ~ 168° 程度の間隔、つまり第 1 円形孔 21 a の 5 倍程度 (円周に対する 60° 程度の幅) の長さで設けられている。この第 3 長孔 21 c の 2 つの長孔 41 a、41 b 間には、第 6 遮光部 43 が設けられており、この第 6 遮光部 43 は、その対角線上に位置する第 2 長孔 21 b の長孔 41 a の一部に対応するように設けられている。

40

【0161】

さらに、基準位置の第 1 円形孔 21 a とこれに隣接する第 2 長孔 21 b の長孔 40 a との間には、前述した実施形態と同様、第 1 遮光部 21 d が設けられており、基準位置の第 1 円形孔 21 a とこれに隣接する第 3 長孔 21 c の長孔 41 a との間にも、前述した実施形態と同様、第 2 遮光部 21 e が設けられており、さらに第 1 円形孔 21 a の対角線上に位置する第 2 長孔 21 b の長孔 40 b と第 3 長孔 21 c の長孔 41 b との間にも、前述した実施形態と同様、第 2 遮光部 21 e が設けられている。

【0162】

この場合にも、第 1 遮光部 21 d は、第 1 円形孔 21 a を基準にして、48° 程度の間隔、つまり第 1 円形孔 21 a の 3 倍程度 (円周に対する 36° 程度の幅) の間隔で設けられ、その対角線上に位置する第 3 長孔 21 c の長孔 41 b に対応するように構成されてい

50

る。また、第2遮光部21eは、第1円形孔21aを基準にして、60°程度の間隔、つまり第1円形孔21aの4倍程度（円周に対する48°程度の幅）の間隔で設けられ、その対角線上に位置する第2長孔21bの長孔40bに対応するように構成されている。第3、第5、第6の各遮光部21f、42、43は、第1円形孔21aとほぼ同じ大きさで設けられ、その対角線上に位置する第1円形孔21a、第3長孔21cの長孔41a、第2長孔21bの長孔40aにそれぞれ対応するように構成されている。

【0163】

このような秒針車20においても、第1～第3、第5、第6の各遮光部21d～21f、42、43のいずれかが検出部13の検出位置Pに対応している状態で、秒針車20を30ステップ（180°）回転させると、必ず第1光透過孔部21の第1円形孔21a、第2長孔21bの2つの長孔40a、40b、第3長孔21cの2つの長孔41a、41bのいずれかが検出部13の検出位置Pに対応するように構成されているので、前述した実施形態と同様の作用効果あるほか、特に第2長孔21bを2つの長孔40a、40bに分割すると共に、第3長孔21cも2つの長孔41a、41bに分割し、この分割された2つの長孔40a、40b間および長孔41a、41b間にそれぞれ第5、第6遮光部42、43を設けたので、前述した実施形態のものよりも、秒針車20の強度を更に高めることができる。

【0164】

また、上記実施形態およびその第1変形例では、第1光透過孔部21の第2長孔21bと基準位置の第1円形孔21aとの間隔、つまり第1遮光部21dが第1円形孔21aを基準にして、48°程度の間隔、つまり第1円形孔21aの3倍程度（円周に対する36°程度の幅）に設定し、第1光透過孔部21の第3長孔21cと基準位置の第1円形孔21aとの間隔、つまり第2遮光部21eが第1円形孔21aを基準にして、60°程度の間隔、つまり第1円形孔21aの4倍程度（円周に対する48°程度の幅）に設定した場合について述べたが、これに限らず、図25に示す第2変形例のように構成しても良い。

【0165】

すなわち、この第2変形例は、図25に示すように、第1光透過孔部21の第2長孔21bと基準位置の第1円形孔21aとの間隔、つまり第1遮光部21dが第1円形孔21aを基準にして、36°程度の間隔、つまり第1円形孔21aの2倍程度（円周に対する24°程度の幅）に設定し、第1光透過孔部21の第3長孔21cと基準位置の第1円形孔21aとの間隔、つまり第2遮光部21eが第1円形孔21aを基準にして、48°程度の間隔、つまり第1円形孔21aの3倍程度（円周に対する36°程度の幅）に設定した構成になっている。

【0166】

この場合、第2長孔21bは、第1変形例と同様、2つの長孔40a、40bに分割され、その間に第5遮光部42が設けられている。この第2長孔21bにおける第1円形孔21aに隣接する長孔40aは、第1円形孔21aを基準にして、36°～96°程度の間隔、つまり第1変形例よりも第1円形孔21aの1個分だけ、第1円形孔21a側に長く形成されている。

【0167】

また、第3長孔21cは、第1変形例と同様、2つの長孔41a、41bに分割され、その間に第4遮光部43が設けられている。この第3長孔21cにおける第1円形孔21aに隣接する長孔41aは、第1円形孔21aを基準にして、264°～312°程度の間隔、つまり、第1変形例よりも第1円形孔21aの1個分だけ、第1円形孔21a側に長く形成されている。

【0168】

この場合にも、第1光透過孔部21の第2長孔21bと基準位置の第1円形孔21aとの間に位置する第1遮光部21dは、その対角線上に位置する第3長孔21cの長孔41bに対応するように構成されている。また、第1光透過孔部21の第3長孔21cと基準位置の第1円形孔21aとの間に位置する第2遮光部21eは、その対角線上に位置する

10

20

30

40

50

第2長孔21bの長孔40bに対応するように構成されている。さらに、第3、第5、第6の各遮光部21f、42、43も、その対角線上に位置する第1円形孔21a、第3長孔21cの長孔41a、第2長孔21bの長孔40aにそれぞれ対応するように構成されている。

【0169】

このような秒針車20においても、第1～第3、第5、第6の各遮光部21d～21f、42、43のいずれかが検出部13の検出位置Pに対応している状態で、秒針車20を30ステップ(180°)回転させると、必ず第1光透過孔部21の第1円形孔21a、第2長孔21bの2つの長孔40a、40b、第3長孔21cの2つの長孔41a、41bのいずれかが検出部13の検出位置Pに対応するように構成されているので、前述した実施形態および第1変形例と同様の作用効果あるほかに、以下のような作用効果もある。

10

【0170】

すなわち、第1光透過孔部21の第2長孔21bと基準位置の第1円形孔21aとの間の第1遮光部21dが、第1円形孔21aを基準にして、36°程度の間隔、つまり第1円形孔21aの2倍程度(円周に対する24°程度の幅)に形成されていることにより、秒針車20が1ステップ(6°)ずつ回転して秒針2が通常運針する際、秒針車20が4ステップ(24°)回転すると、第1遮光部21dが検出位置Pを通過し、次の2ステップ回転(6秒目)で第1長孔21bの長孔40aの一部を検出位置Pに対応させることができ、これにより秒針車20の回転位置を6秒で確認することができる。このため、1時間未満の針合わせであれば、通常運針時に秒針2の針位置が合っているか否かを前述した実施形態よりも速く確認することができる。

20

【0171】

また、第1光透過孔部21の第3長孔21cと基準位置の第1円形孔21aとの間の第2遮光部21eが、第1円形孔21aを基準にして、48°程度の間隔、つまり第1円形孔21aの3倍程度(円周に対する36°程度の幅)に形成されていることにより、第2遮光部21eに対する検出部13による未検出状態をカウントする際、秒針車20を2ステップ(12°)ずつ回転させることにより、未検出状態が3回連続した後、次に第1円形孔21aを検出部13が検出した位置が、秒針車20の基準位置(00秒位置)であると判断することができ、これにより秒針2の基準位置を前述した実施形態よりも速く検出することができ、より一層、検出速度を上げることができる。

30

【0172】

さらに、上記実施形態およびその各変形例では、秒針車20、分針車25、時針車27にそれぞれ設けられた第1～第3の各光透過孔部21、28、29の形状を円形状とした場合について説明したが、方形、台形、多角形など他の形状でも良い。

【0173】

なおまた、上記実施形態およびその各変形例では、指針式の腕時計に適用した場合について述べたが、必ずしも腕時計である必要はなく、例えばトラベルウォッチ、目覚まし時計、置き時計、掛け時計などの各種の指針式の時計に適用することができる。

【符号の説明】

【0174】

40

1 時計モジュール

2 秒針

3 分針

4 時針

5 文字板

8 時計ムーブメント

11 第1駆動系

12 第2駆動系

13 検出部

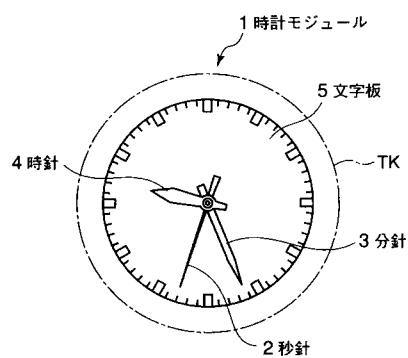
17 第1ステッピングモータ

50

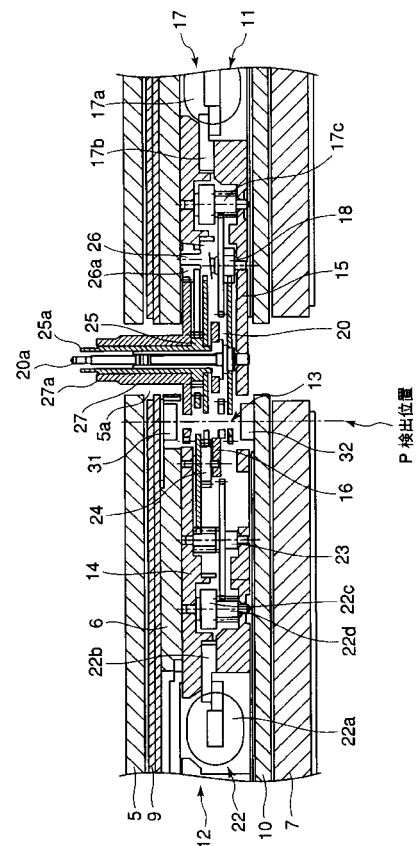
- 18 五番車
- 20 秒針車
- 21 第1光透過孔部
- 21a 第1円形孔
- 21b、21c 第2、第3長孔
- 21d～21f 第1～第3遮光部
- 22 第2ステッピングモータ
- 23 中間車
- 24 三番車
- 25 分針車
- 26 日の裏車
- 27 時計車
- 28 第2光透過孔部
- 29 第3光透過孔部
- 29a 第4遮光部
- 30 第4光透過孔部
- 31 発光素子
- 32 受光素子
- 35 CPU

10

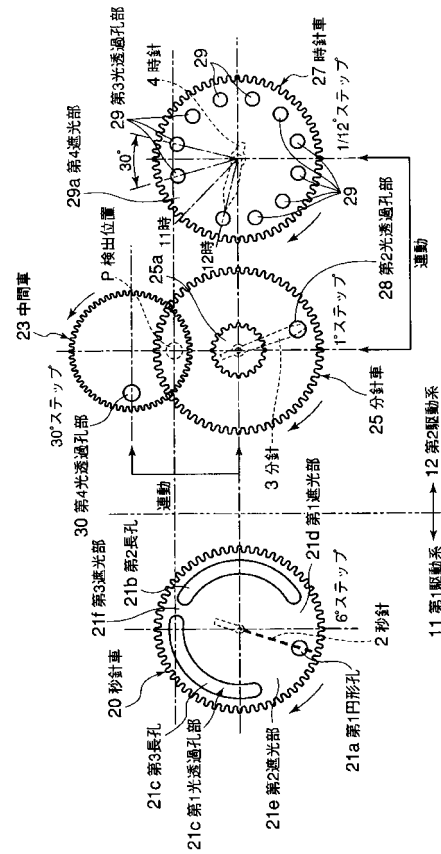
【図1】



【図2】

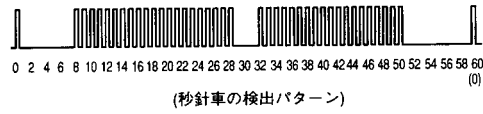


【図 5】

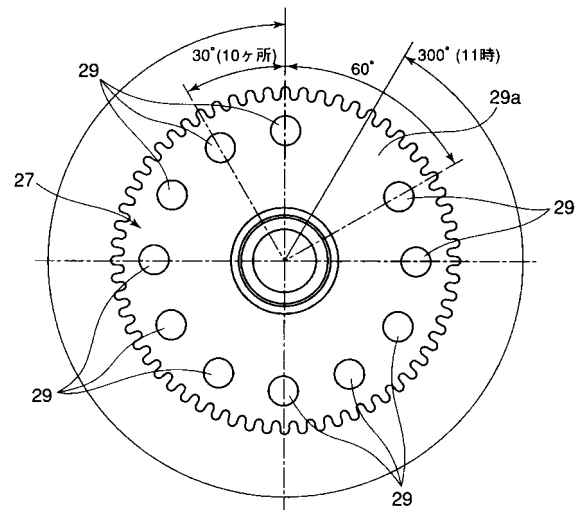


【图 7】

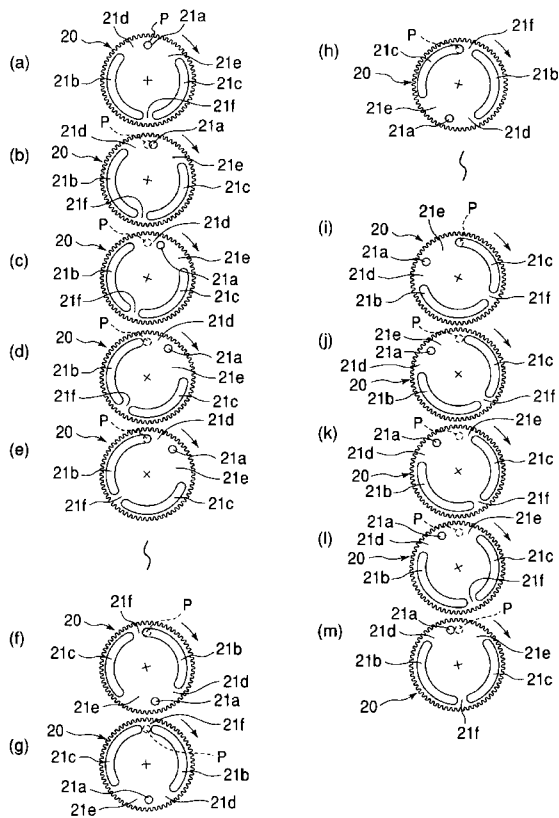
【図 8】



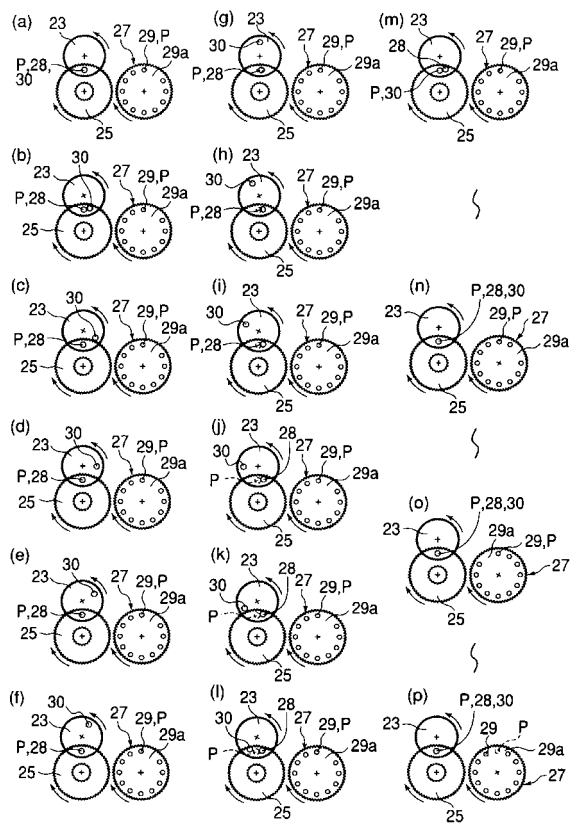
【図 9】



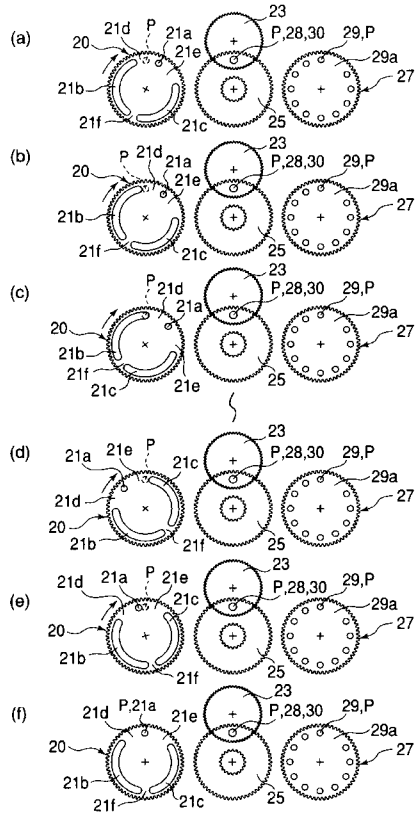
【図 10】



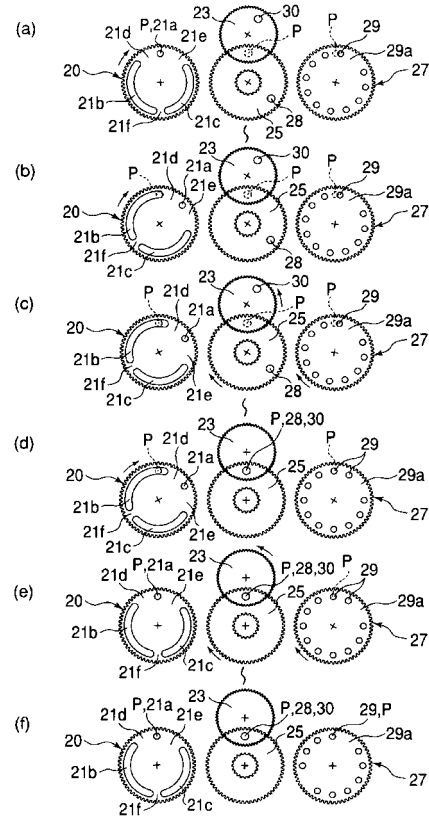
【図 11】



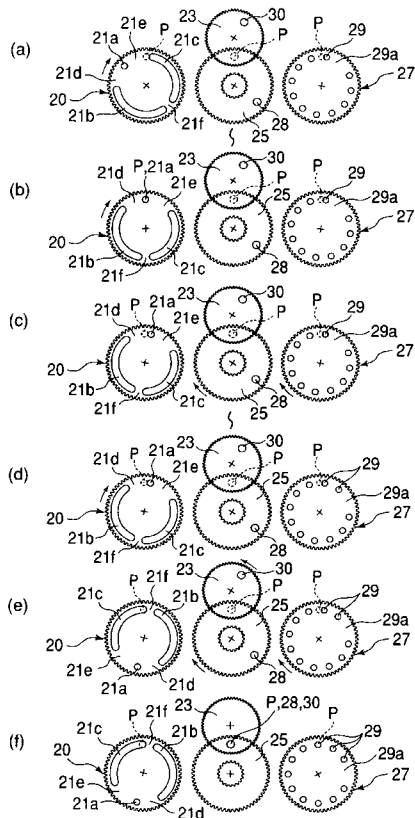
【図 1 2】



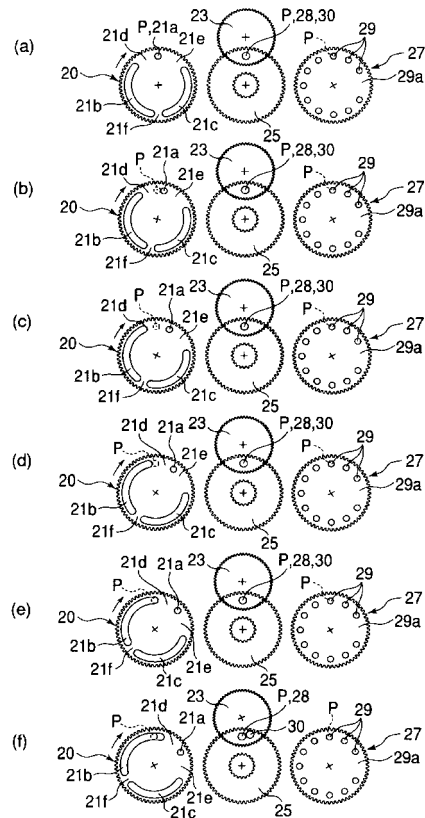
【図 1 3】



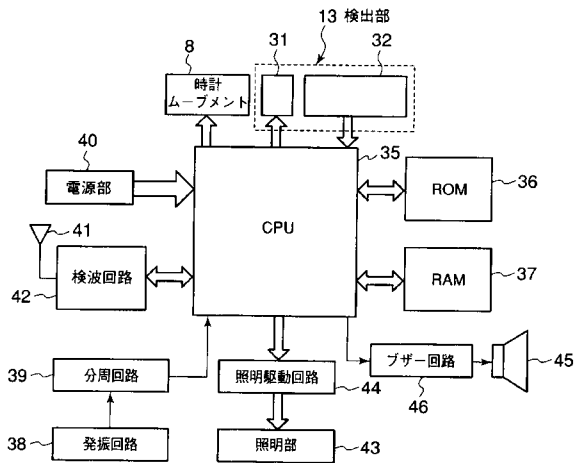
【図 1 4】



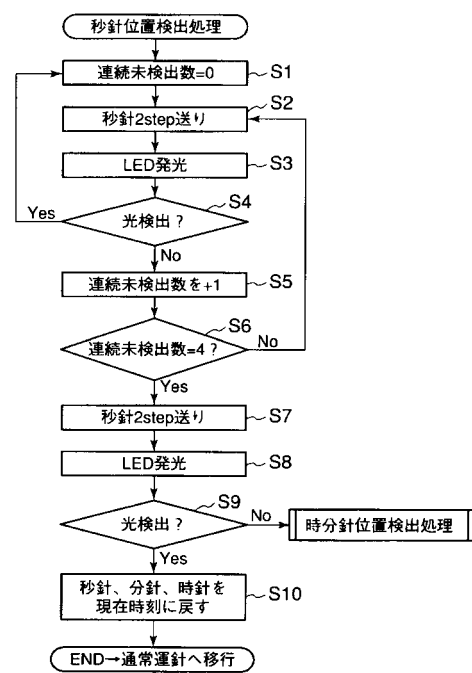
【図 1 5】



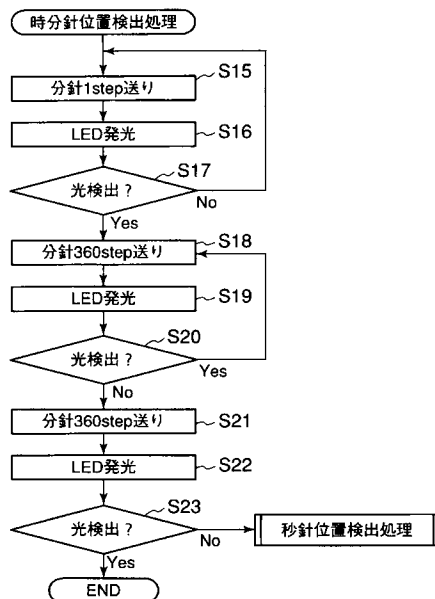
【図16】



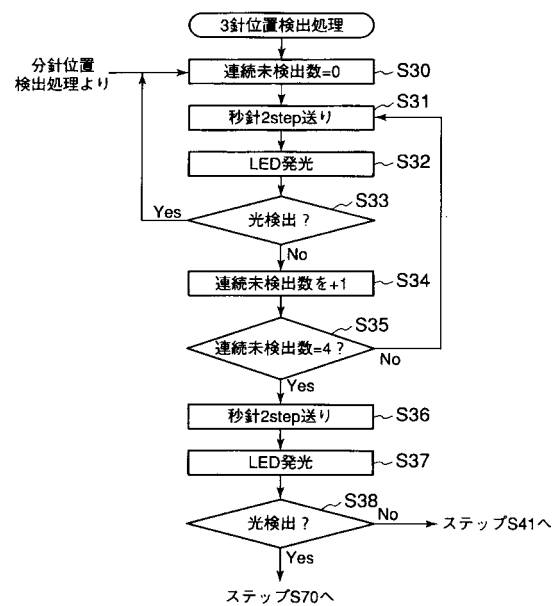
【図17】



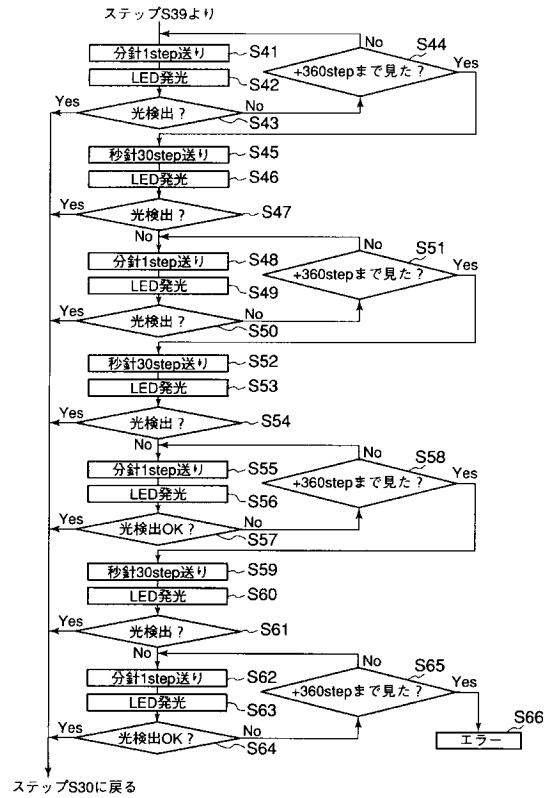
【図18】



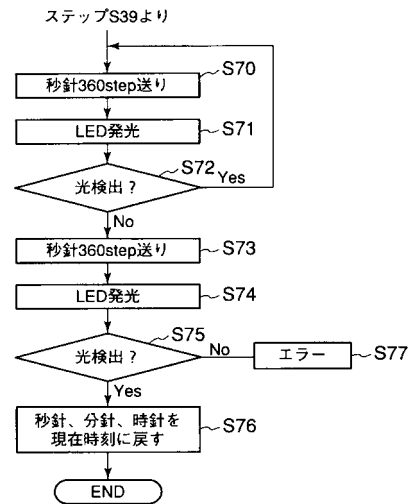
【図19】



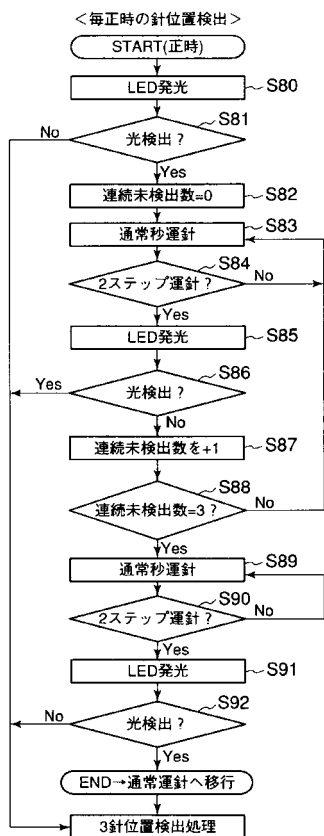
【図 20】



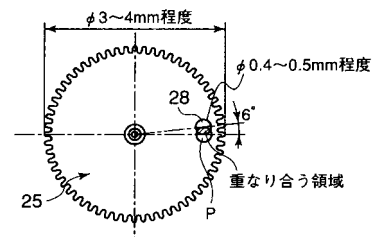
【図 21】



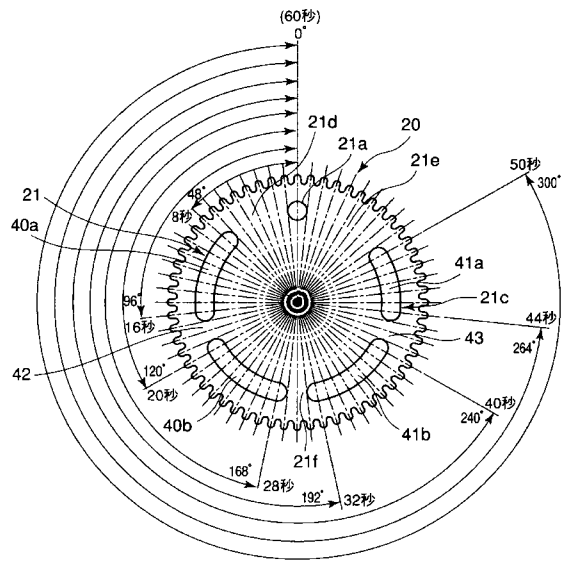
【図 22】



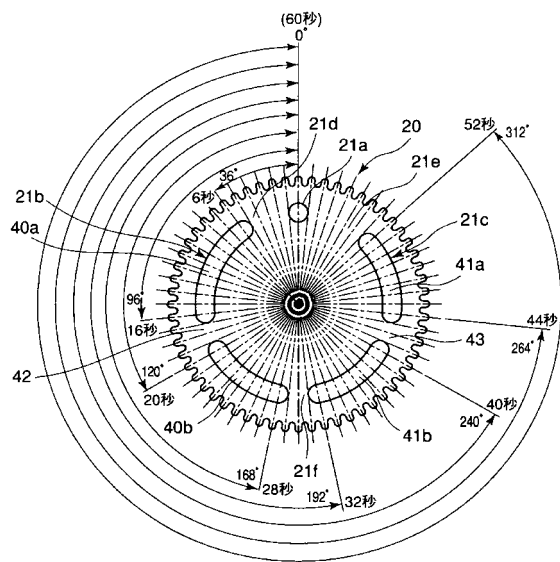
【図 23】



【図 24】



【図 25】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-162336 (JP, A)
特開2007-147570 (JP, A)
特開2006-46924 (JP, A)
特開2003-194971 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G04C 3/00