

(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
2021年5月20日(20.05.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/095880 A1

(51) 国際特許分類:

H02P 6/16 (2016.01) H02P 3/06 (2006.01)

B25F 5/00 (2006.01)

0 番地 Ibaraki (JP). 西河 智雅(NISHIKAWA Tomomasa); 〒3128502 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 Ibaraki (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/042522

(22) 国際出願日: 2020年11月13日(13.11.2020)

(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 2019-206656 2019年11月15日(15.11.2019) JP

(71) 出願人: 工機ホールディングス株式会社(KOKI HOLDINGS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1086020 東京都港区港南二丁目 1 5 番 1 号 Tokyo (JP).

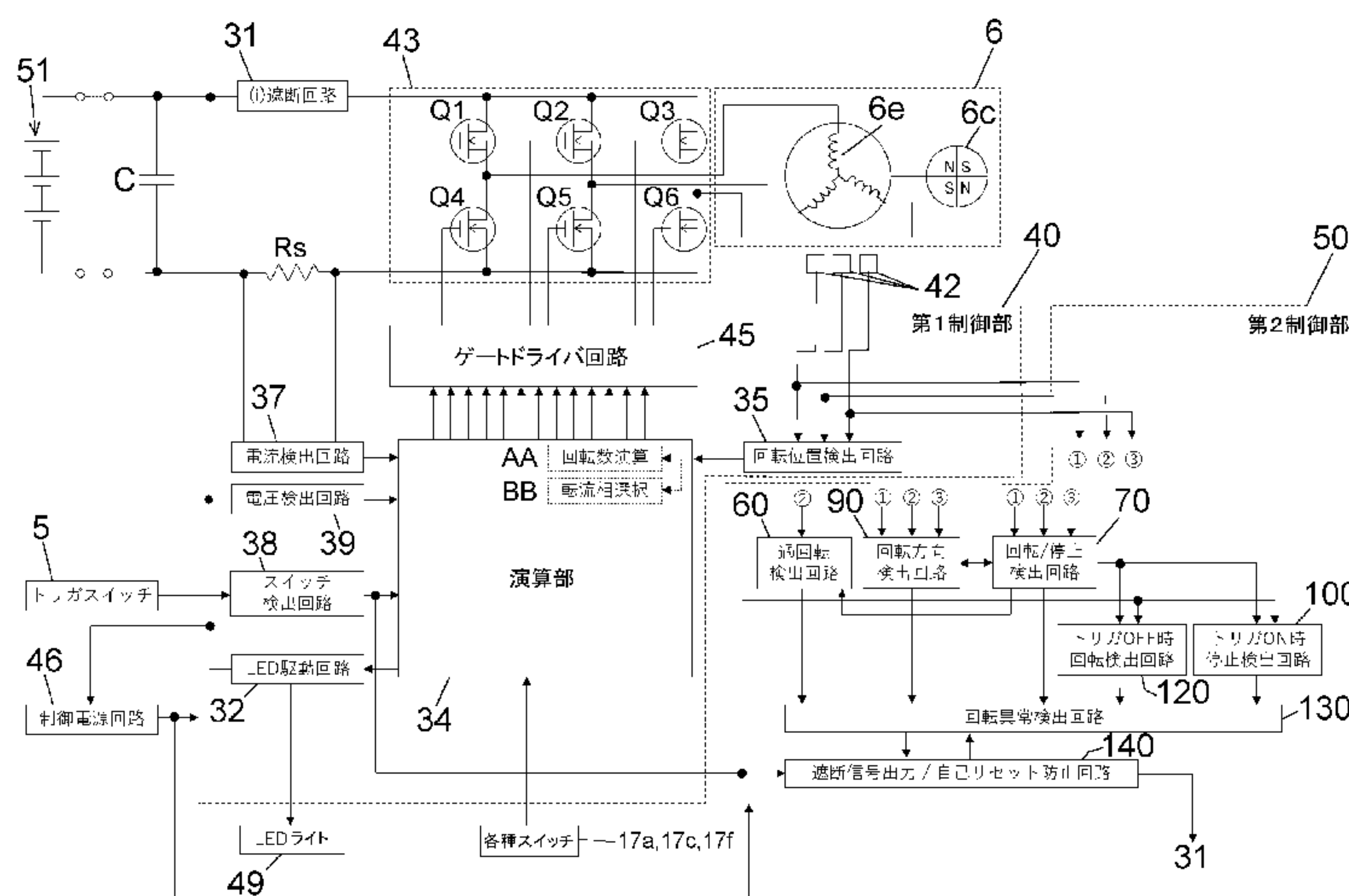
(72) 発明者: 石川 祐樹 (ISHIKAWA Yuki); 〒3128502 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6

(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, IT, JO, JP, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: ELECTRIC APPARATUS

(54) 発明の名称: 電気機器

[図8]



- 5 Trigger switch
- 17a, 17c, 17f Various switches
- 31 Blocking circuit
- 32 LED drive circuit
- 34 Computation unit
- 35 Rotational position detection circuit
- 37 Current detection circuit
- 38 Switch detection circuit
- 39 Voltage detection circuit
- 40 First control unit
- 45 Gate driver circuit
- 46 Control power supply circuit
- 49 LED light
- 50 Second control unit
- 60 Over-rotation detection circuit
- 70 Rotation/stoppage detection circuit
- 90 Rotation direction detection circuit
- 100 Trigger ON stoppage detection circuit
- 120 Trigger OFF rotation detection circuit
- 130 Rotational abnormality detection circuit
- 140 Blocking signal output/self-reset prevention circuit
- AA Rotational speed computation
- BB Commutation phase selection

(57) Abstract: Provided is an electric apparatus that can improve the reliability of protection against rotational abnormalities at a motor. An electric work machine 1 that comprises a motor 6, a Hall IC 42 that detects the rotational position of the motor 6, a first control unit 40 and a second control unit 50 into which a position signal from the Hall IC 42 is inputted, an inverter circuit 43 that is provided on a power pathway to the motor 6 and can block the power pathway as a result of a first signal from the first control unit 40, and a blocking circuit 31 that is provided on the power pathway and blocks the power pathway as a result of a second signal from the second control unit 50. The first control unit 40 includes a computation unit 34 that controls the motor 6 on the basis of the position signal by means of a prerecorded program. The second control unit 50 includes a circuit that controls the motor 6 on the basis of the position signal by means of hardware processing.

[続葉有]

(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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: モータの回転異常に対する保護の確実性を高めることの可能な電気機器を提供する。電動作業機 1 は、モータ 6 と、モータ 6 の回転位置を検出するホール IC 4 2 と、ホール IC 4 2 からの位置信号が入力される第 1 制御部 4 0 及び第 2 制御部 5 0 と、モータ 6 への電力経路に設けられ、第 1 制御部 4 0 からの第 1 信号によって前記電力経路を遮断可能なインバータ回路 4 3 と、前記電力経路に設けられ、第 2 制御部 5 0 からの第 2 信号によって前記電力経路を遮断する遮断回路 3 1 と、を備える。第 1 制御部 4 0 は、前記位置信号に基づいて予め記憶されたプログラムによってモータ 6 を制御する演算部 3 4 を含む。第 2 制御部 5 0 は、前記位置信号に基づいてハードウェア処理によってモータ 6 を制御する回路を含む。

明 細 書

発明の名称 : 電気機器

技術分野

[0001] 本発明は、モータを備える電動工具等の電気機器に関する。

背景技術

[0002] 下記特許文献 1 は、電池パックを電源とする電動工具に関する。この電動工具では、電池パックからの電圧低下信号を、制御回路と遮断回路に入力する。制御回路は、電圧低下信号を検出すると制御信号の出力を停止して、電圧低下保護動作を行う。遮断回路は、ディスクリート半導体から構成される電子回路であり、電圧低下信号が入力されると、駆動回路に遮断信号を出力する。遮断信号を出力している場合に制御信号が駆動回路に入力されても、電動モータの停止状態は維持される。これにより、制御回路の異常動作時においても、電池電圧低下時の電圧低下保護動作を確実に行うことが可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-136297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 は、電池パックの電圧低下に対する保護を確実化するものである。しかし、特許文献 1 では、モータの回転異常に対する保護については考慮されていない。

[0005] 本発明の目的は、モータの回転異常に対する保護の確実性を高めることの可能な電気機器を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明のある態様は、電気機器である。この電気機器は、モータと、

前記モータの回転位置を検出する回転位置検出部と、
前記回転位置検出部からの位置信号が入力される第1及び第2制御部と、を
備える。

前記モータが作業方向に回転している状態で前記モータの回転状態が所定の
条件を満たすと前記モータの回転を停止するよう構成してもよい。

[0007] 前記第1制御部は、前記位置信号に基づいて予め記憶されたプログラムによ
って前記モータを制御するコントローラを含み、
前記第2制御部は、前記位置信号に基づいてハードウェア処理によって前記
モータを制御する回路を含んでもよい。

[0008] 前記モータへの電力経路に設けられ、前記第1制御部からの第1信号によっ
て前記電力経路を遮断する第1遮断部と、
前記電力経路に設けられ、前記第2制御部からの第2信号によって前記電力
経路を遮断する第2遮断部と、を備えてもよい。

[0009] 前記第2遮断部が前記電力経路を遮断すると、前記第1遮断部の状態に関わ
らず、前記モータが停止してもよい。

[0010] 前記モータの起動及び停止を指示するトリガスイッチを備え、
前記第2制御部は、前記トリガスイッチがオフになることを、前記第2遮断
部による前記電力経路の遮断を解除するのに必要な条件としてもよい。

[0011] 前記第2制御部は、前記位置信号に基づいて前記モータの過回転を検出する
過回転検出部を有してもよい。

[0012] 前記過回転検出部によって前記モータの過回転が検出されると、前記第1及
び第2信号の少なくとも一方によって前記第1及び前記第2遮断部の少なく
とも一方を遮断してもよい。

[0013] 前記第2制御部は、前記位置信号に基づいて前記モータの回転方向を検出す
る回転方向検出部を有してもよい。

[0014] 前記回転方向検出部によって前記モータの回転方向異常が検出されると、前
記第1及び第2信号の少なくとも一方によって前記第1及び第2遮断部の少
なくとも一方を遮断してもよい。

- [0015] 前記第2制御部は、前記位置信号に基づいて前記モータの回転及び停止を検出する回転停止検出部を有してもよい。
- [0016] 前記回転停止検出部によって前記モータの異常回転が検出されると、前記第1及び第2信号の少なくとも一方によって前記第1及び第2遮断部の少なくとも一方を遮断してもよい。
- [0017] 前記モータの起動及び停止を指示するトリガスイッチと、前記トリガスイッチの操作を検出するトリガスイッチ検出部と、を備え、前記回転停止検出部は、前記トリガスイッチが非操作状態で前記モータが回転していることを検出すると、前記第2遮断部を遮断するよう構成されてもよい。
- [0018] 前記回転停止検出部は、前記トリガスイッチが操作状態で前記モータが回転していないことを検出すると、前記第2遮断部を遮断するよう構成されてもよい。
- [0019] 前記モータの過回転、回転方向異常、異常回転が検出されると報知する異常報知部を有してもよい。
- [0020] なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法やシステムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

発明の効果

- [0021] 本発明によれば、モータの回転異常に対する保護の確実性を高めることの可能な電気機器を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0022] [図1]本発明の実施の形態に係る電動作業機1の右側面図。
[図2]電動作業機1の正断面図。
[図3]電動作業機1の左側面図。
[図4]電動作業機1の本体10の左側断面図。
[図5]電動作業機1の平面図。
[図6]図5の操作パネル17の拡大図。
[図7]電動作業機1のモータ6の断面図。

[図8]電動作業機 1 の回路ブロック図。

[図9]モータ 6 の右回転時と左回転時のホール IC H 1 ～H 3 の出力信号の時間変化を示すグラフ。

[図10]図 8 の過回転検出回路 6 0 のブロック図。

[図11]モータ 6 の過回転検出に係る状態変化を示すタイムチャート。

[図12]図 1 1 の A 部拡大図。

[図13]図 8 の回転／停止検出回路 7 0 のブロック図。

[図14]モータ 6 の回転検出及び停止検出に係る状態変化を示すタイムチャート。

[図15]図 1 4 の B 部拡大図。

[図16]図 1 4 の C 部拡大図。

[図17]図 1 3 においてタイマ IC を一つとするとモータ 6 の停止を検出できなくなる場合を示すタイムチャート。

[図18]図 1 3 においてタイマ IC が二つであることにより図 1 7 と同じ場合でもモータ 6 の停止を検出できることを示すタイムチャート。

[図19]図 8 の回転方向検出回路 9 0 のブロック図。

[図20]モータ 6 の回転方向検出に係る状態変化を示す第 1 のタイムチャート。

[図21]モータ 6 の回転方向検出に係る状態変化を示す第 2 のタイムチャート。

[図22]モータ 6 の回転方向検出に係る状態変化を示す第 3 のタイムチャート。

[図23]モータ 6 の回転方向検出に係る状態変化を示す第 4 のタイムチャート。

[図24]図 8 のトリガ ON 時停止検出回路 1 0 0 のブロック図。

[図25]トリガスイッチ 5 が ON の状態でのモータ 6 の停止検出に係る状態変化を示す第 1 のタイムチャート。

[図26]トリガスイッチ 5 が ON の状態でのモータ 6 の停止検出に係る状態変

化を示す第2のタイムチャート。

[図27]トリガスイッチ5がONの状態でのモータ6の停止検出に係る状態変化を示す第3のタイムチャート。

[図28]図8のトリガOFF時回転検出回路120のブロック図。

[図29]トリガスイッチ5がOFFの状態でのモータ6の回転検出に係る状態変化を示す第1のタイムチャート。

[図30]トリガスイッチ5がOFFの状態でのモータ6の回転検出に係る状態変化を示す第2のタイムチャート。

[図31]図8の回転異常検出回路130及び遮断信号出力／自己リセット防止回路140のブロック図。

[図32]モータ6への電力経路の遮断に係る第1構成例を示すブロック図。

[図33]モータ6への電力経路の遮断に係る第2構成例を示すブロック図。

[図34]モータ6への電力経路の遮断に係る第3構成例を示すブロック図。

[図35]モータ6の過回転検出に係る動作を示すフローチャート。

[図36]モータ6の回転検出及び停止検出に係る動作を示すフローチャート。

[図37]モータ6の回転方向検出に係る動作を示すフローチャート。

[図38]トリガスイッチ5がONの状態でのモータ6の停止検出に係る動作を示すフローチャート。

[図39]トリガスイッチ5がOFFの状態でのモータ6の回転検出に係る動作を示すフローチャート。

[図40]モータ6の回転異常検出及び自己リセット防止に係る動作を示すフローチャート。

[図41]図10に示す過回転検出回路60の具体構成例を示す回路図。

[図42]図13に示す回転／停止検出回路70の両エッジ検出回路71からタイマIC（計時回路）73，74までの具体構成例を示す回路図。

[図43]図13に示す回転／停止検出回路70の比較回路75から回転状態記憶回路79まで、並びに、停止検出回路80、カウンタリセット回路81、及び回転状態リセット回路82の具体構成例を示す回路図。

[図44]図19に示すエッジ方向検出回路92a、ホールIC比較選択回路94a、及び回転方向検出回路（未確定）95aの具体構成例を示す回路図。

[図45]図19に示すエッジ方向検出回路92b、ホールIC比較選択回路94b、及び回転方向検出回路（未確定）95bの具体構成例を示す回路図。

[図46]図19に示すエッジ方向検出回路92c、ホールIC比較選択回路94c、及び回転方向検出回路（未確定）95cの具体構成例を示す回路図。

[図47]図19に示す回転方向変化検出回路96a～96c、回転方向確定回路97、回転方向リセット回路98、及び回転方向記憶回路99の具体構成例を示す回路図。

[図48]図24に示すトリガON時停止検出回路100及び図28に示すトリガOFF時回転検出回路120の具体構成例を示す回路図。

[図49]図31に示す異常状態統合記憶回路131及び異常状態統合リセット回路132の具体構成例を示す回路図。

[図50]変形例に関し、図8の第1制御部40及び第2制御部50を第1制御基板41a及び第2制御基板41bに分けて搭載した電動作業機1Aの左側面図。

発明を実施するための形態

[0023] 以下において、各図面に示される同一または同等の構成要素、部材等には同一の符号を付し、適宜重複した説明は省略する。実施の形態は、発明を限定するものではなく例示である。実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

[0024] 本実施の形態は、電動作業機1に関する。電動作業機1は、電気機器の一例である。図1～図7を参照し、電動作業機1の機械構成を説明する。図1～図3及び図5により、互いに直交する前後、上下、左右の各方向を定義する。前後方向は、電動作業機1の作業方向である。上下方向は、ベース30と垂直な方向である。左右方向は、前方向（切断進行方向）を見た場合を基準に定義する。なお、図1及び図5は電動作業機1に電池パック51が装着された状態を示すが、図3及び図4は電動作業機1に電池パック51が装着さ

れていない状態を示す。電動作業機 1 に装着可能な電池パック 5 1 の定格電圧は、18Vと14.4Vの二種類がある。

[0025] 電動作業機 1 は、ここでは携帯用丸鋸（携帯用切断機）であり、本体 1 0 及びベース 3 0 を備える。本体 1 0 は、周知の傾動支持機構 2 0 及び揺動支持機構 2 5 により、ベース 3 0 に連結支持される。本体 1 0 は、傾動支持機構 2 0 の支持により、ベース 3 0 に対して左右の少なくとも一方向に傾動可能である。また、本体 1 0 は、揺動支持機構（切込深さ調整機構）2 5 の支持により、ベース 3 0 に対して上下方向に揺動可能である。ベース 3 0 は、例えばアルミ等の金属製の略長方形の板材である。ベース 3 0 の長手方向は電動作業機 1 の作業方向と一致する。ベース 3 0 の底面は、被削材との摺動面である。本体 1 0 のハウジング（外殻）は、相互に組み合わされて一体化された、モータハウジング 1 1、ハンドルハウジング 1 2、及びギヤカバー 1 3 により構成される。

[0026] モータハウジング 1 1 は、例えば樹脂成形体であり、図 2 に示すモータ 6 を内部に収容する。モータ 6 は、インナーロータ型のブラシレスモータであり、出力軸 6 a の周囲に、出力軸 6 a と一体に回転する磁性体からなるロータコア 6 b を有する。ロータコア 6 b には、ロータマグネット（永久磁石）6 c が挿入保持される。ロータマグネット 6 c は、軸周り方向に等間隔（例えば 90 度間隔）に複数（例えば 4 つ）設けられる。ロータコア 6 b の周囲には、ステータコア 6 d が設けられる（モータハウジング 1 1 に固定される）。ステータコア 6 d にステータコイル 6 e（図 7）が設けられる。ステータコア 6 d の左方には、インバータ回路基板 4 4 が、出力軸 6 a と略垂直に設けられる。インバータ回路基板 4 4 には、複数の（例えば 6 つの）FET や IGBT 等のスイッチング素子 4 4 a が搭載される。スイッチング素子 4 4 a は、図 8 に示すスイッチング素子 Q1～Q6 に対応する。

[0027] 図 7 に示すように、ステータコア 6 d は、ステータコイル 6 e の巻軸となるティース部を軸周り方向に等間隔（例えば 60 度間隔）で複数（例えば 6 つ）有する。図 7 では、各ティース部を、U1、U2、V1、V2、W1、W

2としている。ティース部U 1、U 2にはU相のステータコイル6 e（以下「U相ステータコイル」とも表記）が巻かれ、ティース部V 1、V 2にはV相のステータコイル6 e（以下「V相ステータコイル」とも表記）が巻かれ、ティース部W 1、W 2にはW相のステータコイル6 e（以下「W相ステータコイル」とも表記）が巻かれる。

[0028] ティース部V 1、U 1間、ティース部U 1、W 2間、ティース部W 2、V 2間には、それぞれ回転位置検出部としてのホールIC 4 2が配置される。ホールIC 4 2は、ロータコア6 bの外周面に近接する配置であり、モータ6の軸周り方向に60度間隔で3つ設けられる。図7におけるロータ回転位置は、真ん中のホールIC 4 2の軸周り方向位置と、隣り合うロータマグネット6 c間の中央の軸周り方向位置と、が互いに一致する回転位置であり、進角の基準位置であると共に、ロータ回転角0度に相当する。図7における時計回りをロータ回転方向とした場合、進角は、図7に示す基準位置と、U相ステータコイルへの通電を開始するロータ回転位置と、の間のロータ回転角の差である。ここで、回転方向について、正転の定義は、電動作業機1で設定した回転方向と実際に回転している方向が同じということである。一方、逆転の定義は、電動作業機1で設定した回転方向と実際に回転している方向が異なるということである。図7に示す基準位置においてU相ステータコイルに通電を開始する場合、進角は0度である。図7により、モータ6の右回転と左回転を定義する。図7において、三つのホールIC 4 2をそれぞれH 1、H 2、H 3と区別して標記している。以下において、三つのホールIC 4 2を区別して扱う場合、H 1、H 2、H 3の各符号を付す。

[0029] ハンドルハウジング1 2は、例えば左右二分割構造の樹脂成形体であり、ギヤカバー1 3に接続される。ハンドルハウジング1 2は、モータハウジング1 1及びギヤカバー1 3に接続されると共に制御基板4 1（図4）を収容する基部1 2 a、グリップ部となるハンドル部1 2 b、及びハンドル部1 2 bの前端部と基部1 2 aとを連結する連結部1 2 c、を含む。基部1 2 aの上面には、操作パネル1 7が設けられる。基部1 2 aの後端部とハンドル部1

2 b の後端部とが互いに接続される。ハンドル部 1 2 b には、使用者がモータの駆動、停止を切り替えるためのトリガスイッチ（操作部）5 が設けられる。トリガスイッチ 5 の接点部が、ハンドル部 1 2 b 内に設けられる。トリガスイッチ 5 に関し、操作する（引く）ことは ON することであり、操作を解除する（離す）ことは OFF することである。ハンドルハウジング 1 2 の後端部に、電池パック 5 1（図 1 及び図 5）が後方から着脱可能にスライド装着される。

[0030] 図 6 に示すように、操作パネル 1 7 には、モード切替スイッチ 1 7 a と、モード表示 LED 1 7 b と、ライト点灯スイッチ 1 7 c と、ライト状態表示 LED 1 7 d、1 7 e と、サイレントモードスイッチ 1 7 f と、サイレントモード表示 LED 1 7 g と、を有する。モード切替スイッチ 1 7 a は、作業者が電動作業機 1 の動作モードを後述の通常モードと高速モードとの間で切り替えるスイッチである。高速モードは、定格電圧が 14.4 V の電池パック 5 1（定格電圧の低い電池パック 5 1）が装着された場合にのみ有効となるモードであってもよい。すなわち、モード切替スイッチ 1 7 a による動作モードの切り替えは、定格電圧が 14.4 V の電池パック 5 1 が装着された場合にのみ有効であってもよい。通常モードは、電池パック 5 1 の定格電圧によらず有効なモードである。モード表示 LED 1 7 b は、電動作業機 1 の動作モードを報知する報知部であり、例えば高速モードの場合に点灯し、通常モードの場合に消灯する。ライト点灯スイッチ 1 7 c は、被削材に光を照射する LED ライト 4 9（図 8）の点灯、消灯を作業者が切り替えるスイッチである。ライト状態表示 LED 1 7 d、1 7 e は、LED ライト 4 9 の点灯状態を報知する報知部である。サイレントモードスイッチ 1 7 f は、電動作業機 1 の動作モードをサイレントモードにするためのスイッチである。サイレントモード表示 LED 1 7 g は、例えばサイレントモードの場合に点灯し、それ以外の場合に消灯する。

[0031] ギヤカバー 1 3 は、例えばアルミ等の金属製であり、ハンドルハウジング 1 2 に接続される。ギヤカバー 1 3 は、モータ 6 の回転を減速して鋸刃 1 6 に

伝達する減速機構 8（図 2）を覆うと共に、鋸刃 16 の上半分を覆う。保護カバー 15 は、例えば樹脂成形体であり、鋸刃 16 の下半分を開閉可能に覆う。先端工具（回転具）としての鋸刃 16 は、円板状の回転刃であり、モータ 6 によって回転駆動される。鋸刃 16 は、ベース 30 の下面から下方に突出する。

[0032] 図 8 は、電動作業機 1 の回路ブロック図である。第 1 制御部 40 と第 2 制御部 50 は、図 4 に示す制御基板 41 に搭載される。第 1 制御部 40 と第 2 制御部 50 は、互いに別の基板に搭載されてもよい。第 1 制御部 40 は、インバータ回路 43 の駆動制御等の各種制御を行う。インバータ回路 43 は、第 1 遮断部の例示である。第 1 制御部 40 及び第 2 制御部 50 は、モータ 6 の回転異常を検出し、モータ 6 の回転異常を検出するとモータ 6 への電力経路を遮断する制御を行う。第 1 制御部 40 の制御は、演算部 34 によるソフトウェア処理、すなわち予め記憶されたプログラムを実行することを含む。第 2 制御部 50 の制御は、ソフトウェアによらず、ハードウェア処理のみによって実現される。第 2 制御部 50 は、各種の論理回路等のデジタル回路と、抵抗やコンデンサ（容量）等のアナログ回路との組合せによって実現される。モータ 6 の回転異常は、モータ 6 の過回転、設定回転方向に対するモータ 6 の逆回転、トリガスイッチ 5 がオンの状態でのモータ 6 の停止、及びトリガスイッチ 5 のオフの状態でのモータ 6 の回転を含む。ここで、モータが作業方向に回転している場合とは、本実施の形態では携帯用丸鋸（携帯用切断機）の鋸刃 16 が相手材を切断する方向であり、図 1 の反時計回りの回転方向である。また、インパクトドライバのように、モータの回転方向を正転と逆転に切替可能な場合には、正転と逆転を切り替えるための切替部によって設定された回転方向が作業方向に該当する。また、所定の条件を満たすとは、上記したモータ 6 の回転異常の状態である。

[0033] 駆動回路としてのインバータ回路 43 は、三相ブリッジ接続された IGBT や FET 等のスイッチング素子 Q1～Q6 を含む。スイッチング素子 Q1～Q6 は、第 1 制御部 40 の制御に従ってスイッチング動作することで、モータ

タ 6 のステータコイル 6 e (U, V, W の各巻線) に駆動電流を供給する。抵抗 R_s は、モータ 6 の電流 (以下「モータ電流」とも表記) の経路に設けられる。第 2 遮断部としての遮断回路 3 1 は、モータ電流の経路 (モータ 6 への電力経路) に設けられる。遮断回路 3 1 は、例えばリレーやスイッチング素子等の電氣的に開閉可能なスイッチである。遮断回路 3 1 がオフになると、インバータ回路 4 3 の状態に関わらず、モータ 6 への電力供給が遮断され、モータ 6 が停止する。制御電源回路 4 6 は、電池パック 5 1 の電圧を第 1 制御部 4 0 と第 2 制御部 5 0 の動作に適した電圧に変換して第 1 制御部 4 0 と第 2 制御部 5 0 に供給する。ホール IC 4 2 は、モータ 6 の回転位置 (ロータ回転位置) に応じた信号を出力する。図 8 に示す各種スイッチ 1 7 a、1 7 c、1 7 f は、図 6 に示すモード切替スイッチ 1 7 a、ライト点灯スイッチ 1 7 c、及びサイレントモードスイッチ 1 7 f をまとめたブロックである。LED ライト 4 9 は、例えば被削材に光を照射するライトであり、図 6 に示すライト点灯スイッチ 1 7 c がオンされると、演算部 3 4 の制御で動作する LED 駆動回路 3 2 によって点灯される。LED ライト 4 9 は、モータ 6 の回転異常発生時に点滅等により使用者に報知する異常報知部としても機能する。

[0034] 第 1 制御部 4 0 において、電流検出回路 3 7 は、検出抵抗 R_s の両端の電圧によりモータ 6 の駆動電流 (負荷) を検出し、演算部 3 4 に送信する。スイッチ検出回路 3 8 は、使用者によるトリガスイッチ 5 の操作を検出し、演算部 3 4 に送信する。電圧検出回路 3 9 は、電池パック 5 1 の出力電圧を検出し、演算部 3 4 に送信する。回転子位置検出回路 3 5 は、ホール IC 4 2 からの信号 (位置信号) に基づいてモータ 6 の回転位置を検出し、演算部 3 4 に送信する。演算部 3 4 は、マイクロコントローラ等を含み、モータ 6 の制御プログラムを予め記憶している。演算部 3 4 は、回転子位置検出回路 3 5 で検出したモータ 6 の回転位置に応じて、回転数演算や転流相選択を行い、ゲートドライバ回路 4 5 を駆動する。ゲートドライバ回路 4 5 の出力信号により、インバータ回路 4 3 のスイッチング素子 Q 1 ~ Q 6 がスイッチング制

御（例えばPWM制御）される。演算部34は、更に、設定されたモータ6と鋸刃16の減速比に基づいて回転子位置検出回路35の検出結果から鋸刃16の回転数を検出することができる。演算部34は、モータ6の回転異常を検出すると、ゲートドライバ回路45からインバータ回路43にオフ信号（第1信号）を印加させる制御を行う。

[0035] 第2制御部50は、過回転検出回路（過回転検出部）60と、回転／停止検出回路70と、回転方向検出回路（回転方向検出部）90と、トリガON時停止検出回路100と、トリガOFF時回転検出回路120と、回転異常検出回路130と、遮断信号出力／自己リセット防止回路140と、を含む。回転／停止検出回路70、トリガON時停止検出回路100及びトリガOFF時回転検出回路120は、回転停止検出部を構成する。

[0036] 過回転検出回路60は、いずれかのホールIC42の出力信号を利用してモータ6の過回転を検出する回路である。過回転は、モータ6が過回転閾値（過回転設定値）以上の回転数で回転することである。回転／停止検出回路70は、三つのホールIC42の出力信号を利用してモータ6が回転しているか停止しているかを検出する回路である。回転方向検出回路90は、三つのホールIC42の出力信号を利用してモータ6の回転方向を検出する回路である。トリガON時停止検出回路100は、トリガスイッチ5がONの状態でのモータ6の停止（意図しない停止）を検出する回路である。トリガOFF時回転検出回路120は、トリガスイッチ5がOFFの状態でのモータ6の回転（意図しない回転）を検出する回路である。

[0037] 回転異常検出回路130は、モータ6の過回転、設定回転方向に対するモータ6の逆回転、トリガスイッチ5がONの状態でのモータ6の停止、又はトリガスイッチ5がOFFの状態でのモータ6の回転が検出されると、回転異常検出信号を出力する回路である。遮断信号出力／自己リセット防止回路140は、回転異常検出信号を受信すると遮断回路31に遮断信号を出力する回路である。遮断信号出力／自己リセット防止回路140は、また、回転異常解消後にトリガスイッチ5のOFF状態を検出すると回転異常検出回路1

30にリセット信号を送信する回路である。回転異常検出回路130は、リセット信号の受信を、回転異常検出信号の出力を停止する条件とする。すなわち、リセット信号は、回転異常検出回路130の自己リセットを防止する機能を担う。

[0038] 図9に示すように、モータ6が右回転の場合、ホールIC H1、H3、H2、H1、H3、H2、・・・の順に出力信号（位置信号）にエッジが現れる。また、ホールIC H1の出力信号に立ち上がりエッジが現れるとき、ホールIC H2の出力信号はローレベル、ホールIC H3の出力信号はハイレベルである。ホールIC H2の出力信号に立ち上がりエッジが現れるとき、ホールIC H3の出力信号はローレベル、ホールIC H1の出力信号はハイレベルである。ホールIC H3の出力信号に立ち上がりエッジが現れるとき、ホールIC H1の出力信号はローレベル、ホールIC H2の出力信号はハイレベルである。

[0039] モータ6が左回転の場合、ホールIC H2、H3、H1、H2、H3、H1、・・・の順に出力信号にエッジが現れる。また、ホールIC H1の出力信号に立ち上がりエッジが現れるとき、ホールIC H2の出力信号はハイレベル、ホールIC H3の出力信号はローレベルである。ホールIC H2の出力信号に立ち上がりエッジが現れるとき、ホールIC H3の出力信号はハイレベル、ホールIC H1の出力信号はローレベルである。ホールIC H3の出力信号に立ち上がりエッジが現れるとき、ホールIC H1の出力信号はハイレベル、ホールIC H2の出力信号はローレベルである。

[0040] 図10は、図8の過回転検出回路60のブロック図である。過回転検出回路60は、分周回路61と、立上りエッジ検出回路62と、タイマIC（計時回路）63と、比較回路64と、過回転状態検出・記憶回路65と、過回転状態リセット回路66と、を含む。分周回路61は、ホールIC H2の出力信号の周波数を所定の比率で分周する。分周回路61は、ホールIC H2の出力信号の周期を適切な長さにして測定精度を高める役割を持つ。分周回路61は省略してもよい。立上りエッジ検出回路62は、分周回路61の出力

信号の立上リエッジを検出すると、立上リエッジ検出信号を出力する。立上リエッジ検出信号は、例えば短時間のパルス信号である。

[0041] タイマ I C 6 3 は、立上リエッジ検出信号を受信すると、過回転判定閾値時間の間だけハイレベルとなる信号を出力する。過回転判定閾値時間以内に分周回路 6 1 の次の立上リエッジが発生すると過回転と判定することになる。比較回路 6 4 は、タイマ I C 6 3 の出力信号がハイレベルである時間（過回転判定閾値時間）と、次の立上リエッジ検出信号までの時間（計測時間）とを比較する。比較回路 6 4 は、計測時間が過回転判定閾値時間よりも短いと、エラー検出信号を出力する。過回転状態検出・記憶回路 6 5 は、エラー検出信号を受信すると、モータ 6 が過回転状態にあると検出、記憶し、過回転信号を出力する。過回転状態リセット回路 6 6 は、後述の停止検出回路 8 0 からモータ 6 の停止を示す停止確定信号を受信すると、リセット信号を過回転状態検出・記憶回路 6 5 に送信する。過回転状態検出・記憶回路 6 5 は、リセット信号を受信すると、モータ 6 が過回転状態にあるとの検出、記憶を解除する。

[0042] 図 1 1 は、モータ 6 の過回転検出に係る状態変化を示すタイムチャートである。時刻 t_1 においてトリガスイッチ 5 がオンされると、モータ 6 の回転数が上昇して通常回転数に到達する。時刻 t_2 においてモータ 6 の回転数が通常回転数を超えて上昇し始める。時刻 t_3 においてモータ 6 の回転数が過回転設定値に到達すると、過回転信号がハイレベルになる。過回転信号がハイレベルになると、後述のように遮断回路 3 1 によるモータ 6 への電力経路の遮断が行われる。これにより時刻 t_4 においてモータ 6 の回転が停止すると、過回転信号はローレベルに戻る。

[0043] 図 1 2 は、図 1 1 の A 部拡大図である。タイマ I C 6 3 の出力信号は、分周回路 6 1 の出力信号の立上リエッジと共に立ち上がる。タイマ I C 6 3 の出力信号は、過回転判定閾値時間の間だけハイレベルであり、過回転判定閾値時間が経過するとローレベルに戻る。時刻 t_4 以前は、タイマ I C 6 3 の出力信号がローレベルに戻ってから分周回路 6 1 の出力信号の次の立上リエッ

ジが発生する。これに対し時刻 t_4 では、タイマ IC 63 の出力信号がハイレベルのうちに分周回路 61 の出力信号の立上りエッジが発生する。これにより過回転状態検出・記憶回路 65 は過回転信号を出力する（過回転信号をハイレベルにする）。なお、ホール IC H2 ではなく、ホール IC H1 又はホール IC H3 の出力信号を利用してもよい。

[0044] 図 13 は、図 8 の回転／停止検出回路 70 のブロック図である。回転／停止検出回路 70 は、両エッジ検出回路 71 と、タイマ IC 選択回路 72 と、タイマ IC（計時回路）73、74 と、比較回路 75 と、回転検出回路 76 と、回転カウンタ回路 77 と、回転状態検出回路 78 と、回転状態記憶回路 79 と、停止検出回路 80 と、カウンタリセット回路 81 と、回転状態リセット回路 82 と、を含む。

[0045] 両エッジ検出回路 71 は、ホール IC H1～H3 の出力信号の立上りエッジ及び立下りエッジを検出し、エッジ検出信号を出力する。エッジ検出信号は、例えば短時間のパルス信号である。タイマ IC 選択回路 72 は、エッジ検出信号をタイマ IC 73、74 のいずれかに選択的に送信する回路である。具体的には、タイマ IC 選択回路 72 は、エッジ検出信号を受信する度に、タイマ IC 73、74 に交互にエッジ検出信号を送信する。

[0046] タイマ IC 73、74 は、タイマ IC 選択回路 72 からエッジ検出信号を受信すると、回転判定閾値時間の間だけハイレベルとなる信号を出力する。回転判定閾値時間の中にエッジ検出信号が発生するという事象が所定回数あると、モータ 6 が回転していると判定することになる。回転判定閾値時間の中にエッジ検出信号が発生しないと、モータ 6 が停止していると判定することになる。

[0047] 比較回路 75 は、タイマ IC 73、74 のいずれかの出力信号がハイレベルである時間（回転判定閾値時間）と、次のエッジ検出信号までの時間（計測時間）とを比較する。比較回路 75 は、計測時間が回転判定閾値時間よりも短いと、回転検出信号を出力する。比較回路 75 は、計測時間が回転判定閾値時間よりも長いと、停止検出信号を出力する。

[0048] 回転検出回路 76 は、回転検出信号を受信すると（計測時間が回転判定閾値時間よりも短いと）、回転カウンタ回路 77 をカウントアップさせる。回転状態検出回路 78 は、回転カウンタ回路 77 のカウント値が所定数に達すると、モータ 6 が回転状態にあると検出する。回転状態記憶回路 79 は、モータ 6 が回転状態にあることを記憶する。停止検出回路 80 は、停止検出信号を受信すると（計測時間が回転判定閾値時間よりも長いと）、モータ 6 が停止状態にあると検出し、停止確定信号を出力する。カウンタリセット回路 81 は、停止確定信号を受信すると、回転カウンタ回路 77 をリセットする（カウント値を 0 にする）。カウンタリセット回路 81 は、後述の回転方向変化検出回路 96a～96c から回転方向変化検出信号を受信した場合、回転カウンタ回路 77 をリセットする。回転状態リセット回路 82 は、停止確定信号を受信すると、回転状態記憶回路 79 をリセットする（モータ 6 が回転状態にあるとの記憶を解除する）。

[0049] 図 14 は、モータ 6 の回転検出及び停止検出に係る状態変化を示すタイムチャートである。時刻 t5 においてトリガスイッチ 5 がオンされると、モータ 6 が回転を開始する。するとモータ 6 の回転状態が検出される。時刻 t6 においてトリガスイッチ 5 がオフされると、モータ 6 の回転数が低下し、時刻 t7 においてモータ 6 が停止する。するとモータ 6 の停止状態が検出される。

[0050] 図 15 は、図 14 の B 部拡大図である。トリガスイッチ 5 がオンになってからモータ 6 の回転数が上昇するにつれ、両エッジ検出回路 71 が出力するエッジ検出信号の間隔が短くなる。エッジ検出信号は、短時間だけローレベルに落ちるパルス信号である。そしてタイマ IC 73, 74 のいずれかの出力信号がハイレベルの間にエッジ検出信号が出力されると、回転カウンタ回路 77 がカウントアップする。図 15 の例では、回転カウンタ回路 77 のカウント値が 3 に達すると、モータ 6 が回転状態にあると検出される。回転カウンタ回路 77 は、4 つ目のカウントでオーバーフローしてカウント値が 0 に戻るが、モータ 6 が回転状態にあるとの検出は維持される。タイマ IC 73

， 74 の出力信号は、ハイレベルである間にエッジ検出信号があるとリセットされる（ローレベルに戻る）。

[0051] 図16は、図14のC部拡大図である。トリガスイッチ5がオフになってからモータ6の回転数が低下するにつれ、両エッジ検出回路71が出力するエッジ検出信号の間隔が長くなる。時刻t7以前のエッジ検出信号は、タイマIC73，74のいずれかの出力信号がハイレベルの間に発生する。これに対し時刻t7におけるエッジ検出信号は、タイマIC73の出力信号がローレベルになってから発生する。これにより、モータ6が停止状態にあると検出され、回転カウンタ回路77はリセットされる。モータ6の停止状態は、モータ6の完全停止だけでなく、例えば鋸刃16の手回しでモータ6がゆっくりと回転している場合（モータ6が停止判定回転数以下で回転している場合）にも検出される。

[0052] 図17は、図13においてタイマICを一つとするとモータ6の停止を検出できなくなる場合を示すタイムチャートである。図17では、タイマICの出力がエッジ検出信号によってリセットされた後、次のエッジ検出信号で立ち上がる前に、外力等によるモータ6が完全停止する。この場合、次のエッジ検出信号が来なくなるため、タイマICの出力信号が立ち上がらない。そうすると、モータ6が回転状態にあると検出されたままになり、モータ6の停止検出ができなくなる。モータ6の停止検出によって解除されるエラーの解除もできなくなる。

[0053] 図18は、図13においてタイマICが二つであることにより図17と同じ場合でもモータ6の停止を検出できることを示すタイムチャートである。タイマICを二つ交互に用いることで、外力等によるモータ6が完全停止しても、いずれかのタイマICの出力信号はハイレベルで時間計測が行われる。このため、モータ6の停止検出を確実に行える。

[0054] 図19は、図8の回転方向検出回路90のブロック図である。回転方向検出回路90は、両エッジ検出回路91a～91cと、エッジ方向検出回路92a～92cと、設定回転方向検出回路93と、ホールIC比較選択回路94

a～94cと、回転方向検出回路（未確定）95a～95cと、回転方向変化検出回路96a～96cと、回転方向確定回路97と、回転方向リセット回路98と、回転方向記憶回路99と、を含む。

[0055] 両エッジ検出回路91a～91cは、ホールIC H1～H3の各出力信号の立上りエッジ及び立下りエッジを検出し、エッジ検出信号を出力する。エッジ検出信号は、例えば短時間のパルス信号である。エッジ方向検出回路92a～92cは、それぞれ検出されたエッジが立上りエッジか立下りエッジかを検出する。設定回転方向検出回路93は、現在のモータ6の設定回転方向を検出し、ホールIC比較選択回路94a～94cに入力する。図中、設定回転方向検出回路93からホールIC比較選択回路94b, 94cへの信号線は省略している。モータ6の回転方向が単一方向の設定（例えば時計回り）のみで、回転方向を変更できない作業機の場合、設定回転方向検出回路93は不要である。以下、設定回転方向は時計回りであるものとする。

[0056] ホールIC比較選択回路94a～94cは、それぞれ設定回転方向及びエッジ方向に応じていずれかのホールICを選択し、当該ホールICの出力信号のレベルを検出する。回転方向検出回路（未確定）95a～95cは、それぞれホールIC比較選択回路94a～94cで選択されたホールICの出力信号のレベルが現在の設定回転方向と整合するかを検出する。整合する場合は正転と検出され、不整合の場合は逆転と検出される。回転方向変化検出回路96a～96cは、回転方向検出回路（未確定）95a～95cの検出した回転方向に変化があると、回転方向変化検出信号を出力する。回転方向確定回路97は、回転方向検出回路（未確定）95a～95c及び回転方向変化検出回路96a～96c、並びに回転状態検出回路78の出力信号により、モータ6の回転方向を確定的に検出する。回転方向が変わった場合、その変わった回転方向においてモータ6の回転が検出されると、当該回転方向で確定されることになる。回転方向記憶回路99は、回転方向確定回路97によって確定された回転方向を記憶する。回転方向記憶回路99は、確定された回転方向が設定回転方向と異なる場合（逆転の場合）、逆転検出信号を出

力する。回転方向記憶回路 99 は、逆転を記憶した場合、その後に回転方向確定回路 97 において正転が検出されても、逆転の記憶を維持し、逆転検出信号を出力し続ける。回転方向リセット回路 98 は、停止検出回路 80 から停止確定信号を受信すると、回転方向記憶回路 99 をリセットする（逆転が記憶されている場合は解除する）。

[0057] 図 20～図 23 は、モータ 6 の回転方向検出に係る状態変化を示すタイムチャートである。図 20 はホール IC H1 を基準とし、図 21 はホール IC H2 を基準とし、図 22 はホール IC H3 を基準とした検出動作を示す。図 23 は、ホール IC H1～H3 をそれぞれ基準とした結果から回転方向を確定する動作を示す。

[0058] 図 20 の時刻 t8 では、回転方向検出回路（未確定）95a がモータ 6 の正転を検出しているときに、ホール IC H1 の出力信号の立上りエッジのタイミングでホール IC H2 の出力信号がハイレベル（あるいはホール IC H3 の出力信号がローレベル）である。すると、回転方向検出回路（未確定）95a はモータ 6 の逆転検出に切り替わり、回転方向変化検出回路 96a は回転方向変化検出信号を出力する。回転方向変化検出信号は、例えば短時間のパルス信号である。図 20 の時刻 t9 では、回転方向検出回路（未確定）95a がモータ 6 の逆転を検出しているときに、ホール IC H1 の出力信号の立上りエッジのタイミングでホール IC H2 の出力信号がローレベル（あるいはホール IC H3 の出力信号がハイレベル）である。すると、回転方向検出回路（未確定）95a はモータ 6 の正転検出に切り替わり回転方向変化検出回路 96a は、回転方向変化検出信号を出力する。

[0059] 図 21 の時刻 t10 では、回転方向検出回路（未確定）95b がモータ 6 の正転を検出しているときに、ホール IC H2 の出力信号の立下りエッジのタイミングでホール IC H1 の出力信号がハイレベル（あるいはホール IC H3 の出力信号がローレベル）である。すると、回転方向検出回路（未確定）95b はモータ 6 の逆転検出に切り替わり、回転方向変化検出回路 96b は回転方向変化検出信号を出力する。図 21 の時刻 t11 では、回転方向検出

回路（未確定）95bがモータ6の逆転を検出しているときに、ホールIC H2の出力信号の立上りエッジのタイミングでホールIC H3の出力信号がローレベル（あるいはホールIC H1の出力信号がハイレベル）である。すると、回転方向検出回路（未確定）95bはモータ6の正転検出に切り替わり、回転方向変化検出回路96bは回転方向変化検出信号を出力する。

[0060] 図22の時刻t12では、回転方向検出回路（未確定）95cがモータ6の正転を検出しているときに、ホールIC H3の出力信号の立上りエッジのタイミングでホールIC H1の出力信号がハイレベル（あるいはホールIC H2の出力信号がローレベル）である。すると、回転方向検出回路（未確定）95bはモータ6の逆転検出に切り替わり、回転方向変化検出回路96bは回転方向変化検出信号を出力する。図22の時刻t13では、回転方向検出回路（未確定）95cがモータ6の逆転を検出しているときに、ホールIC H3の出力信号の立下りエッジのタイミングでホールIC H2の出力信号がローレベル（あるいはホールIC H1の出力信号がハイレベル）である。すると、回転方向検出回路（未確定）95cはモータ6の正転検出に切り替わり、回転方向変化検出回路96cは回転方向変化検出信号を出力する。

[0061] 図23の時刻t14において、回転方向確定回路97が正転を検出しているときに回転方向変化検出信号が出力される。すると回転カウンタ回路77のカウント値がリセットされる。その後の時刻t15において回転カウンタ回路77のカウント値が3になると、回転方向確定回路97は逆転検出に切り替わり、回転方向記憶回路99は逆回転検出信号を出力する（ハイレベルとする）。時刻t16において、回転方向確定回路97が逆転を検出しているときに回転方向変化検出信号が出力される。すると回転カウンタ回路77のカウント値がリセットされる。その後の時刻t17において回転カウンタ回路77のカウント値が3になると、回転方向確定回路97は正転検出に切り替わる。時刻t18においてモータ6の停止が検出されると、回転方向記憶回路99は回転方向リセット回路98によりリセットされ、逆回転検出信号が止まる（ローレベルとなる）。

[0062] 図24は、図8のトリガON時停止検出回路100のブロック図である。トリガON時停止検出回路100は、トリガ操作検出回路101と、トリガ操作時回転状態検出回路102と、トリガ操作時回転状態記憶回路103と、タイマIC計測開始タイミング設定回路104と、タイマIC（計時回路）105と、トリガ状態検出回路106と、意図しない停止検出回路107と、意図しない停止記憶回路108と、トリガ解除検出回路109と、意図しない停止リセット回路110と、を含む。

[0063] トリガ操作検出回路101は、トリガスイッチ5のターンオンを検出し、ターンオン検出信号を出力する。トリガ操作時回転状態検出回路102は、ターンオン検出信号を受信したとき（トリガスイッチ5が操作されたとき）のモータ6の回転の有無を検出する。トリガ操作時回転状態記憶回路103は、トリガスイッチ5が操作されたときのモータ6の回転の有無を記憶する。タイマIC計測開始タイミング設定回路104は、トリガスイッチ5が操作されたときのモータ6の回転の有無に応じて、タイマIC105の計測開始タイミングを設定する。例えば、計測開始タイミングは、トリガスイッチ5が操作されたときにモータ6が停止していれば、トリガスイッチ5が操作されたタイミングである。計測開始タイミングは、トリガスイッチ5が操作されたときにモータ6が回転していれば、トリガスイッチ5が操作されてから所定の待機時間が経過したタイミング、あるいは停止検出回路80から停止確定信号を受信したタイミングである。所定の待機時間は、モータ6に回転力が印加されない場合に停止するまでの時間である。タイマIC105は、設定された計測タイミングに従って計測を開始する。タイマIC105は、計測の開始から起動時間閾値の間だけハイレベルとなる信号を出力する。

[0064] トリガ状態検出回路106は、現在のトリガスイッチ5の状態を検出する。意図しない停止検出回路107は、タイマIC105、トリガ状態検出回路106、及び停止検出回路80からの信号に基づき、モータ6の意図しない停止（トリガスイッチ5のオン時のモータ6の停止）を検出する。意図しない停止検出回路107は、タイマIC105による計測時間以内にモータ6

の停止検出状態が解除されなければ、意図しない停止と検出する。また、意図しない停止検出回路107は、トリガスイッチ5がオンの状態でモータ6の停止が検出されると、意図しない停止と検出する。意図しない停止記憶回路108は、意図しない停止検出回路107により意図しない停止が検出されると、意図しない停止状態を記憶する。トリガ解除検出回路109は、トリガスイッチ5のターンオフを検出し、ターンオフ検出信号を出力する。意図しない停止リセット回路110は、ターンオフ検出信号を受信すると、意図しない停止記憶回路108をリセットする。

[0065] 図25～図27は、トリガスイッチ5がONの状態でのモータ6の停止検出に係る状態変化を示すタイムチャートである。図25及び図26は、トリガスイッチ5の操作時にモータ6が停止している場合の動作を示す。図27は、トリガスイッチ5の操作時にモータ6が回転している場合の動作を示す。図25のケースでは、トリガスイッチ5のターンオンに伴うモータ6の起動に成功しているが、その後の時刻t21においてトリガスイッチ5がオンの状態でモータ6が停止する。これにより意図しない停止記憶回路108は意図しない停止検出信号を出力する（ハイレベルとする）。その後の時刻t22においてトリガスイッチ5がターンオンされると、意図しない停止記憶回路108はリセットされ、意図しない停止検出信号が止まる（ローレベルとなる）。図26のケースでは、時刻t23においてトリガスイッチ5がターンオンしてもモータ6が回転しない。タイマIC105による計測時間（起動時間閾値）が経過した時刻t24においてもモータ6の停止状態が解消しない。このため、時刻t24において意図しない停止記憶回路108は意図しない停止検出信号を出力する。図27のケースでは、時刻t25においてトリガスイッチ5がターンオンしたときにモータ6が既に回転している。このため、タイマIC105は、時刻t26においてモータ6の停止確定信号を受信するまで待機してから計測を開始する。計測時間が経過した時刻t27においてもモータ6の停止状態が解消しない。このため、時刻t27において意図しない停止記憶回路108は意図しない停止検出信号を出力する。

[0066] 図28は、図8のトリガOFF時回転検出回路120のブロック図である。

トリガOFF時回転検出回路120は、トリガ解除検出回路121と、タイマIC（計時回路）122と、意図しない回転検出回路123と、意図しない回転記憶回路124と、トリガ状態検出回路125と、意図しない回転リセット回路126と、を含む。

[0067] トリガ解除検出回路121は、トリガスイッチ5のターンオフを検出し、ターンオフ検出信号を出力する。タイマIC122は、ターンオフ検出信号を受信すると時間計測を開始する。タイマIC122は、計測の開始から慣性回転待機時間閾値の間だけハイレベルとなる信号を出力する。トリガ状態検出回路125は、現在のトリガスイッチ5の状態を検出する。意図しない回転検出回路123は、タイマIC122、トリガ状態検出回路125、及び回転状態記憶回路79からの信号に基づき、モータ6の意図しない回転（トリガスイッチ5のオフ時のモータ6の回転）を検出する。意図しない回転検出回路123は、タイマIC122による計測時間以内にモータ6が停止状態にならなければ、意図しない回転と検出する。また、意図しない回転検出回路123は、トリガスイッチ5がオフの状態でモータ6の停止検出状態が解除されると、意図しない回転と検出する。意図しない回転記憶回路124は、意図しない回転が検出されると、意図しない回転状態を記憶する。意図しない回転リセット回路126は、停止検出回路80から停止確定信号を受信すると、意図しない回転記憶回路124をリセットする。

[0068] 図29及び図30は、トリガスイッチ5がOFFの状態でのモータ6の回転検出に係る状態変化を示すタイムチャートである。図29のケースでは、トリガスイッチ5のターンオフに伴うモータ6の停止に成功しているが、その後の時刻t31においてトリガスイッチ5がオフの状態でモータ6が回転する。これにより意図しない回転検出回路123は意図しない回転検出信号を出力する（ハイレベルとする）。その後の時刻t32においてモータ6の停止が検出されると、意図しない回転記憶回路124はリセットされ、意図しない回転検出信号が止まる（ローレベルとなる）。図30のケースでは、時

刻 t_{33} においてトリガスイッチ 5 がターンオフしてから慣性回転待機時間閾値が経過した時刻 t_{34} までの間にモータ 6 が停止しない。このため、時刻 t_{34} において意図しない回転記憶回路 124 は意図しない回転検出信号を出力する。その後の時刻 t_{35} においてモータ 6 の停止が検出されると、意図しない回転記憶回路 124 はリセットされ、意図しない回転検出信号が止まる。

[0069] 図 31 は、図 8 の回転異常検出回路 130 及び遮断信号出力／自己リセット防止回路 140 のブロック図である。回転異常検出回路 130 は、異常状態統合記憶回路 131 と、異常状態統合リセット回路 132 と、を含む。遮断信号出力／自己リセット防止回路 140 は、トリガ状態検出回路 141 と、モータ停止信号出力回路 142 と、を含む。異常状態統合記憶回路 131 は、過回転状態検出・記憶回路 65 からの過回転信号、回転方向記憶回路 99 からの逆回転検出信号、意図しない停止記憶回路 108 からの意図しない停止検出信号、及び意図しない回転記憶回路 124 からの意図しない回転検出信号のうち少なくとも一つを受信すると（少なくとも一つがハイレベルになると）、モータ 6 が異常状態にあると記憶し、異常検出信号を出力する。モータ停止信号出力回路 142 は、異常検出信号を受信すると、遮断回路 31 に遮断信号を出力し、モータ 6 への電力経路を遮断する。トリガ状態検出回路 141 は、現在のトリガスイッチ 5 の状態を検出する。異常状態統合リセット回路 132 は、トリガスイッチ 5 がオフ状態であり、かつ停止検出回路 80 から停止確定信号を受信すると、異常状態統合記憶回路 131 をリセットする。

[0070] 図 32～図 34 は、それぞれモータ 6 への電力経路の遮断に係る構成例を示すブロック図である。図 32 は図 8 に対応する例であり、図 32、図 34 は図 8 に対する変形例である。図 32 の例では、遮断回路 31 は、インバータ回路 43 のハイサイド側の電力経路に設けられたスイッチング素子である。図 33 の例では、遮断回路 31 は、インバータ回路 43 のローサイド側の電力経路に設けられたスイッチング素子である。図 32 及び図 33 において、

スイッチドライブ回路 33 は、モータ停止信号出力回路 142 からの遮断信号を受信すると、遮断回路 31 をターンオフする。図 34 の例では、遮断回路 31 は、演算部 34 からゲートドライバ回路 45 への駆動信号の経路に設けられた出力許可・不許可検出回路である。遮断回路 31 は、モータ停止信号出力回路 142 からの遮断信号を受信すると、演算部 34 からゲートドライバ回路 45 への駆動信号を遮断する。これによりインバータ回路 43 はオフとなり、モータ 6 への電力経路が遮断される。

[0071] 図 35 は、モータ 6 の過回転検出に係る動作を示すフローチャートである。モータ 6 の回転 (S1) から時間が経過し (S3)、立上りエッジ検出回路 62 は、ホール IC H2 の立上りエッジを検出する (S5)。ホール IC H2 の出力信号を分周回路 61 に通す場合は、立上りエッジ検出回路 62 は、分周回路 61 の出力信号の立上りエッジを検出する。タイマ IC 63 は、ステップ S5 における立上りエッジ検出のタイミングで、過回転判定閾値時間だけハイレベルとなるパルス信号の出力を開始する (S7)。時間経過 (S9) の後、立上りエッジ検出回路 62 は、ホール IC H2 の出力信号の次の立上りエッジを検出する (S11)。比較回路 64 は、ステップ S11 における立上りエッジ検出時にタイマ IC 63 のパルス信号が出力されているか否かを検出する (S13)。パルス信号が出力されていなければ (S13 の No)、過回転状態検出・記憶回路 65 は、モータ 6 が通常回転数であると検出する (S15)。パルス信号が出力されていれば (S13 の Yes)、過回転状態検出・記憶回路 65 は、モータ 6 が過回転状態であると検出し、記憶する (S17)。停止検出回路 80 から停止確定信号を受信すると、過回転状態リセット回路 66 は、過回転状態検出・記憶回路 65 をリセットし、過回転エラーを解消する (S21)。過回転状態検出・記憶回路 65 は、過回転状態を記憶すると、過回転状態リセット回路 66 によりリセットされるまで、過回転状態の記憶を維持する。

[0072] 図 36 は、モータ 6 の回転検出及び停止検出に係る動作を示すフローチャートである。モータ 6 の回転 (S25) から時間が経過し (S27)、両エッ

ジ検出回路 71 は、ホール IC H1 ~ H3 のいずれかの立上りエッジ又は立下りエッジを検出する (S29)。タイマ IC 73 は、ステップ S29 におけるエッジ検出のタイミングで、回転判定閾値時間だけハイレベルとなるパルス信号の出力を開始する (S31)。比較回路 75 は、ステップ S29 におけるエッジ検出時にタイマ IC 74 のパルス信号が出力されているか否かを検出する (S33)。パルス信号が出力されていれば (S33 の Yes)、回転検出回路 76 は、回転カウンタ回路 77 のカウント値をインクリメントする (S35)。回転カウンタ回路 77 のカウント値が所定値以上であれば (S37 の Yes)、回転状態検出回路 78 はモータ 6 が回転状態にあると検出し、回転状態記憶回路 79 はモータ 6 が回転状態にあると記憶する (S39)。ステップ S33 においてパルス信号が出力されていなければ (S33 の No)、停止検出回路 80 は、回転カウンタ回路 77 のカウント値を初期化する (S41)。回転状態リセット回路 82 は、回転状態記憶回路 79 をリセットする (S43)。タイマ IC 74 によるパルス信号の出力が止まり (S45)、時間経過 (S47) の後、両エッジ検出回路 71 は、ホール IC H1 ~ H3 のいずれかの次の立上りエッジ又は立下りエッジを検出する (S49)。タイマ IC 74 は、ステップ S49 におけるエッジ検出のタイミングで、回転判定閾値時間だけハイレベルとなるパルス信号の出力を開始する (S51)。比較回路 75 は、ステップ S49 におけるエッジ検出時にタイマ IC 73 のパルス信号が出力されているか否かを検出する (S53)。パルス信号が出力されていれば (S53 の Yes)、回転検出回路 76 は、回転カウンタ回路 77 のカウント値をインクリメントする (S55)。回転カウンタ回路 77 のカウント値が所定値以上であれば (S57 の Yes)、回転状態検出回路 78 はモータ 6 が回転状態にあると検出し、回転状態記憶回路 79 はモータ 6 が回転状態にあると記憶する (S59)。ステップ S53 においてパルス信号が出力されていなければ (S53 の No)、停止検出回路 80 は、回転カウンタ回路 77 のカウント値を初期化する (S61)。回転状態リセット回路 82 は、回転状態記憶回路 79 をリセットする (

S 6 3)。タイマ I C 7 3 によるパルス信号の出力が止まり (S 6 5)、ステップ S 2 7 に戻る。

[0073] 図 3 7 は、モータ 6 の回転方向検出に係る動作を示すフローチャートである。設定回転方向検出回路 9 3 は、現在のモータ 6 の設定回転方向を検出する (S 6 7)。モータ 6 の回転 (S 6 9) から時間が経過し (S 7 1)、両エッジ検出回路 9 1 a ~ 9 1 c は、それぞれホール I C H 1 ~ H 3 の立上りエッジ又は立下りエッジを検出する (S 7 3, S 8 1, S 8 9)。ホール I C 比較選択回路 9 4 a ~ 9 4 c は、ステップ S 7 3, S 8 1, S 8 9 で検出したエッジの向き (立上り又は立下り) と、設定回転方向とから、いずれのホール I C の出力信号を検出するかを決定し (S 7 5, S 8 3, S 9 1)、ホール I C の出力信号を検出する (S 7 7, S 7 9, S 8 5, S 8 7, S 9 3, S 9 5)。回転方向検出回路 (未確定) 9 5 a ~ 9 5 c は、ホール I C の出力信号と設定回転方向が整合する場合 (S 9 7 の Y e s)、モータ 6 が正転していると検出し (S 9 9)、整合しない場合 (S 9 7 の N o)、モータ 6 が逆転していると検出する (S 1 0 1)。回転方向変化検出回路 9 6 a ~ 9 6 c は、モータ 6 の回転方向が、同様の方法で一回前に検出した回転方向と一致しない場合 (S 1 0 3 の N o)、回転方向変化検出信号をカウンタリセット回路 8 1 に送信し、回転カウンタ回路 7 7 のカウント値を初期化させる (S 1 0 5)。回転方向確定回路 9 7 は、検出されたモータ 6 の回転方向を記憶する (S 1 0 7)。回転カウンタ回路 7 7 によるカウント値が所定値に達していれば (S 1 0 9 の Y e s)、回転方向確定回路 9 7 はモータ 6 の回転方向を確定し、回転方向記憶回路 9 9 は確定した回転方向を記憶する (S 1 1 1)。回転方向リセット回路 9 8 は、停止検出回路 8 0 は停止確定信号を受信すると (S 1 1 3 の Y e s)、回転方向記憶回路 9 9 をリセットする (S 1 1 5)。

[0074] 図 3 8 は、トリガスイッチ 5 が O N の状態でのモータ 6 の停止検出に係る動作を示すフローチャートである。トリガ操作検出回路 1 0 1 は、トリガスイッチ 5 のオン操作を検出する (S 1 1 7、S 1 1 9 の「離→引」)。第 1 制

御部40は、モータ6の駆動制御を開始する(S121)。タイマIC105は、モータ6が回転中の場合(S123の「回転中」)、停止検出回路80から停止確定信号を受信するまで待機する(S125)。トリガ状態検出回路106はトリガスイッチ5の状態を検出する(S127)。トリガスイッチ5がオンの場合(S129の「引いている」)、タイマIC105は、起動時間閾値の間だけハイレベルとなるパルス信号の出力を開始する(S131)。ステップS123においてモータ6が停止中の場合(S123の「停止中」)、タイマIC105は、トリガスイッチ5のターンオン(S119の「離→引」)のタイミングでパルス信号の出力を開始する(S131)。時間経過(S135)の後、タイマIC105のパルス信号の出力が止まる(S137)。このとき、モータ6の回転を検出済みでなければ(S139のN)、意図しない停止検出回路107はモータ6の意図しない停止エラーを検出し、意図しない停止記憶回路108はモータ6の意図しない停止エラーを記憶する(S141)。トリガ解除検出回路109がトリガスイッチ5のターンオフを検出すると(S119の「引→離」又はS143)、意図しない停止リセット回路110は、意図しない停止記憶回路108をリセットし、意図しない停止エラーを解消する(S145)。

[0075] 図39は、トリガスイッチ5がOFFの状態でのモータ6の回転検出に係る動作を示すフローチャートである。トリガ状態検出回路125は、トリガスイッチ5の状態を検出する(S151)。トリガスイッチ5がオンの場合(S153の「引いている」)、トリガ解除検出回路121がトリガスイッチ5のターンオフを検出すると(S155)、タイマIC122は、慣性回転待機時間閾値の間だけハイレベルとなるパルス信号の出力を開始する(S157)。時間経過(S159)の後、タイマIC122のパルス信号の出力が止まる(S161)。このとき、モータ6の停止を検出していなければ(S163のN)、意図しない回転検出回路123は意図しない回転エラーを検出し、意図しない回転記憶回路124は意図しない回転エラーを記憶する(S165)。意図しない回転リセット回路126は、停止検出回路80

から停止確定信号を受信すると（S 1 6 3のY e s）、意図しない回転記憶回路 1 2 4 をリセットし、意図しない回転エラーを解消する（S 1 6 7）。ステップS 1 5 3においてトリガスイッチ5がオフでタイマ I C 1 2 2 のパルス信号が未出力の場合（S 1 5 3の「離しているかつパルス P 5 が未出力」）、ステップS 1 6 3に進む。

[0076] 図 4 0 は、モータ 6 の回転異常検出及び自己リセット防止に係る動作を示すフローチャートである。異常状態統合記憶回路 1 3 1 は、モータ 6 の回転異常が一つでも検出されていれば（S 1 7 1のY e s）、統合エラーを検出、記憶する（S 1 7 3）。モータ停止信号出力回路 1 4 2 は、モータ停止信号（遮断信号）をオンにする（S 1 7 5）。モータ 6 の回転異常が全て解消し（S 1 7 7）、トリガスイッチ5がオフになると（S 1 7 9の「離している」）、異常状態統合記憶回路 1 3 1 の統合エラーが解消される（S 1 8 1）。モータ停止信号出力回路 1 4 2 はモータ停止信号をオフにする（S 1 8 3）。

[0077] 本実施の形態によれば、下記の効果を奏することができる。

[0078] (1) モータ 6 の回転異常を第 1 制御部 4 0 及び第 2 制御部 5 0 の双方で検出し、検出するとモータ 6 への電力経路を遮断する制御を行う。このため、第 1 制御部 4 0 のみでモータ 6 の回転異常を検出する場合と比較して、モータ 6 の回転異常に対する保護の確実性を高めることができる。

[0079] (2) 第 2 制御部 5 0 は、ハードウェア処理のみによってモータ 6 の回転異常を検出するため、ソフトウェア処理が介在する場合と比較してモータ 6 の回転異常に対する保護の確実性を高めることができる。

[0080] (3) 第 1 制御部 4 0 及び第 2 制御部 5 0 の一方がモータ 6 の回転異常を検出すれば、他方はモータ 6 の回転異常を検出していなくてもモータ 6 の回転を停止する構成のため、モータ 6 の回転異常に対する保護の確実性を高めることができる。特に、ソフトウェアの不具合等で演算部 3 4 がモータ 6 の回転異常を認識できずインバータ回路 4 3 の P W M 制御を継続した場合でも、第 2 制御部 5 0 がモータ 6 の回転異常を検出して遮断回路 3 1 によりモータ 6

への電力経路を遮断でき、モータ6の回転異常に対する保護の確実性を高めることができる。

[0081] (4) 第2制御部50は、モータ6の回転異常が全て解消した場合でも、トリガスイッチ5がオフにならない限りモータ停止信号（遮断信号）によりモータ6の電力経路の遮断を継続する自己リセット防止機能を有する。このため、トリガスイッチ5がオンのままモータ6の回転異常が全て解消して不意にモータ6が回転し始めることを抑制でき、使い勝手が良い。

[0082] 図41は、図10に示す過回転検出回路60の具体構成例を示す。Dフリップフロップ151は、ホールIC12の信号がCLK端子に入力され、D端子と反転Q端子とが接続され、ホールIC12の信号の立ち上がりの度にQ端子の電圧がハイレベルとローレベルの間で切り替わる。これによりQ端子からは、ホールIC12の信号の周波数を $1/2$ にした信号が出力され、この信号はANDゲート154の一方の入力端子に入力される。

[0083] 抵抗R1とコンデンサC1は、Dフリップフロップ151のQ端子の信号の立ち上がりを時定数に応じて遅延させて、コンパレータ152の非反転入力端子に入力する。Dフリップフロップ151のQ端子の信号がハイレベルからローレベルになると、コンデンサC1の電荷は、ダイオードD1、抵抗R2を介して放電される。抵抗R2を非常に小さい抵抗（抵抗 $R2 \ll R1$ ）とすることで、コンデンサC1の電荷を急速に消費することができ、コンパレータ152の非反転入力端子への入力を瞬時に0Vにできる。この構成にすることで、Dフリップフロップ151のQ端子の信号が素早く切り替わる場合でも立ち上がりの遅延を一定にすることが可能である。これにより、コンパレータ152の非反転入力端子の電圧はローレベルになる。

[0084] コンパレータ152の反転入力端子には、5Vを抵抗R4、R5で分圧した電圧が入力される。コンパレータ152の出力信号は、Dフリップフロップ151のQ端子の信号の立ち上がりに対して所定時間だけ遅れて立ち上がる。コンパレータ152の出力信号は、インバータ153でレベル反転されてANDゲート154の他方の入力端子に入力される。ANDゲート154の

出力信号は、Dフリップフロップ151のQ端子の信号の立ち上がりから、コンパレータ152の出力信号の立ち上がりまでの間だけ、ハイレベルとなる。

[0085] タイマIC158は、TRIG端子への入力信号の立ち下がりエッジを契機として、OUT端子に所定時間だけハイレベルとなるパルスを出力する。所定時間は、タイマIC158のVOO端子に接続された抵抗R10の抵抗値とコンデンサC3の容量値で設定される。ANDゲート156の一方の入力端子には、ANDゲート154の出力信号が入力される。ANDゲート156の他方の入力端子には、タイマIC158のOUT端子の出力信号が、インバータ155でレベル反転されて入力される。ANDゲート154の出力信号の立ち上がりによってタイマIC158はOUT端子にパルスを出力することになる。

[0086] タイマIC158のOUT端子の信号の立ち上がりは、抵抗R7及びコンデンサC2により遅延されてコンパレータ159の非反転入力端子に入力される。コンパレータ159の反転入力端子には、5Vを抵抗R11、R12で分圧した電圧が入力される。コンパレータ159の出力端子の電圧は、タイマIC158のOUT端子の信号の立ち上がり（ANDゲート154の出力信号の立ち上がり）から所定時間だけ遅れて立ち上がる。タイマIC158のOUT端子の信号がハイレベルからローレベルになると、コンデンサC2の電荷は、ダイオードD2、抵抗R8を介して放電される。抵抗R8を非常に小さい抵抗($R8 \ll R7$)とすることで、コンデンサC2の電荷を急速に消費することができ、コンパレータ159の非反転入力端子への入力を瞬時に0Vにできる。この構成にすることで、タイマIC158のOUT端子の信号が素早く切り替わる場合でも立ち上がりの遅延を一定にすることが可能である。これにより、コンパレータ159の非反転入力端子の電圧はローレベルになる。

[0087] Dフリップフロップ161のCLK端子には、ANDゲート154の出力信号が入力される。Dフリップフロップ161のD端子には、ORゲート16

0 の出力信号が入力される。OR ゲート 160 の一方の入力端子には、コンパレータ 159 の出力信号が入力される。OR ゲート 160 の他方の入力端子には、D フリップフロップ 161 の Q 端子の信号が入力される。

[0088] タイマ IC 158 の OUT 端子の信号がハイレベルからローレベルになった状態（タイマ IC 158 による計測時間が経過した状態）で AND ゲート 154 の出力信号が立ち上がっても、D フリップフロップ 161 の Q 端子の信号（過回転検出信号）はローレベルのままである。タイマ IC 158 の OUT 端子の信号がハイレベルの状態（タイマ IC 158 による計測時間中の状態）で AND ゲート 154 の出力信号が立ち上がると、D フリップフロップ 161 の Q 端子の信号（過回転検出信号）が立ち上がる。これにより、過回転が検出される。D フリップフロップ 161 の Q 端子の信号（過回転検出信号）は、A 端子に出力される。

[0089] D フリップフロップ 161 の Q 端子の信号が立ち上がると、OR ゲート 160 の出力信号、すなわち D フリップフロップ 161 の D 端子の電圧がハイレベルに固定され、D フリップフロップ 161 の Q 端子の信号（過回転検出信号）もハイレベルに維持される（過回転状態が記憶される）。D フリップフロップ 161 の CLR 端子に停止検出信号が入力されると、D フリップフロップ 161 の Q 端子の電圧がローレベルに戻り、D フリップフロップ 161 の Q 端子の信号（過回転検出信号）もローレベルに戻る（過回転状態がリセットされる）。

[0090] 図 42 は、図 13 に示す回転／停止検出回路 70 の両エッジ検出回路 71 からタイマ IC（計時回路）73，74 までの具体構成例を示す。抵抗 R11 とコンデンサ C15 は、ホール IC H1 の出力信号の立ち上がりを持定数に応じて遅延させて、コンパレータ 162 の非反転入力端子に入力する。ホール IC H1 の出力信号がローレベルになると、コンデンサ C5 の電荷は、抵抗 R11 を介して放電される。これにより、コンパレータ 162 の非反転入力端子の電圧は、ホール IC H1 の出力信号の立ち下がりから時定数に応じて遅延されてローレベルになる。

- [0091] コンパレータ 162 の反転入力端子には、5 V を抵抗 R 14、R 15 で分圧した電圧が入力される。コンパレータ 162 の出力信号は、ホール ICH 1 の出力信号の立ち上がりから所定時間だけ遅れて立ち上がり、ホール ICH 1 の出力信号の立ち下がりから所定時間だけ遅れて立ち下がる。コンパレータ 162 の出力信号は、XOR ゲート 168 の一方の入力端子に入力される。XOR ゲート 168 の他方の入力端子には、ホール ICH 1 の出力信号が入力される。XOR ゲート 168 の出力信号は、ホール ICH 1 の出力信号の立ち上がり及び立ち下がりからそれぞれ所定時間だけハイレベルとなる。
- [0092] 同様の処理が、ホール ICH 2 の出力信号に対して抵抗 R 12、コンデンサ C 6、コンパレータ 163、及び XOR ゲート 169 により行われ、またホール ICH 3 の出力信号に対して抵抗 R 13、コンデンサ C 7、コンパレータ 164、及び XOR ゲート 170 により行われる。すなわち、XOR ゲート 169 の出力信号は、ホール ICH 2 の出力信号の立ち上がり及び立ち下がりからそれぞれ所定時間だけハイレベルとなる。XOR ゲート 170 の出力信号は、ホール ICH 3 の出力信号の立ち上がり及び立ち下がりからそれぞれ所定時間だけハイレベルとなる。
- [0093] OR ゲート 171 の三つの入力端子には、XOR ゲート 168 ~ 170 の出力信号がそれぞれ入力される。OR ゲート 171 の出力信号は、ホール ICH 1 ~ H 3 の各出力信号の立ち上がり及び立ち下がりからそれぞれ所定時間だけハイレベルとなる。XOR ゲート 168 ~ 170 の出力信号は、I 端子、J 端子、K 端子にそれぞれ出力される。コンパレータ 162 ~ 164 の出力信号は、C 端子、E 端子、G 端子にそれぞれ出力されると共に、インバータ 165 ~ 167 によってレベル反転されて D 端子、F 端子、H 端子にそれぞれ出力される。
- [0094] OR ゲート 171 の出力信号は、D フリップフロップ 172 の CLK 端子に入力される。D フリップフロップ 172 の D 端子は、反転 Q 端子と接続される。OR ゲート 171 の出力信号が立ち上がる度に、すなわちホール ICH 1 ~ H 3 の出力信号のエッジが現れる度に、D フリップフロップ 172 の Q

端子と反転Q端子のハイレベル、ローレベルの関係が入れ替わる。Dフリップフロップ172のQ端子の信号は、ANDゲート175の一方の入力端子に入力される。

[0095] 抵抗R16とコンデンサC8は、Dフリップフロップ172のQ端子の信号の立ち上がりを時定数に応じて遅延させて、コンパレータ173の非反転入力端子に入力する。Dフリップフロップ172のQ端子の信号がハイレベルからローレベルになると、コンデンサC8の電荷は、ダイオードD3、抵抗R17を介して放電される。抵抗R17を非常に小さい抵抗($R17 \ll R16$)とすることで、コンデンサC8の電荷を急速に消費することができ、コンパレータ173の非反転入力端子への入力を瞬時に0Vにできる。この構成にすることで、Dフリップフロップ172のQ端子の信号が素早く切り替わる場合でも立ち上がりの遅延を一定にすることが可能である。これにより、コンパレータ173の非反転入力端子の電圧はローレベルになる。

[0096] コンパレータ173の反転入力端子には、5Vを抵抗R18、R19で分圧した電圧が入力される。コンパレータ173の出力信号は、Dフリップフロップ172のQ端子の信号の立ち上がりに対して所定時間だけ遅れて立ち上がる。コンパレータ173の出力信号は、インバータ174でレベル反転されてANDゲート175の他方の入力端子に入力される。ANDゲート175の出力信号は、Dフリップフロップ172のQ端子の信号の立ち上がりから、コンパレータ173の出力信号の立ち上がりまでの間だけ、ハイレベルとなる。

[0097] ANDゲート175の出力信号は、ANDゲート176の一方の入力端子に入力される。ANDゲート176の他方の入力端子には、ORゲート171の出力信号が入力される。ANDゲート176の出力信号は、Dフリップフロップ172のQ端子の信号の立ち上がりから、コンパレータ173の出力信号の立ち上がりまでの間、かつホールIC H1～H3の各出力信号の立ち上がり及び立ち下がりからそれぞれ所定時間の間だけ、ハイレベルとなる。ANDゲート176の出力信号は、L端子に出力される。

[0098] タイマ I C 1 8 3 は、T R I G 端子への入力信号の立ち下がリエッジを契機として、O U T 端子に所定時間だけハイレベルとなるパルスを出力する。所定時間は、タイマ I C 1 8 3 の V O O 端子に接続された抵抗 R 2 6 の抵抗値とコンデンサ C 1 0 の容量値で設定される。タイマ I C 1 8 3 の T R I G 端子には、A N D ゲート 1 7 6 の出力信号が、インバータ 1 7 7 でレベル反転されて入力される。インバータ 1 7 7 の出力信号は、M 端子に出力される。A N D ゲート 1 7 6 の出力信号の立ち上がりによってタイマ I C 1 8 3 は O U T 端子にパルスを出力することになる。タイマ I C 1 8 3 の O U T 端子の信号は、Q 端子に出力されると共に、インバータ 1 8 5 によってレベル反転されて R 端子に出力される。タイマ I C 1 8 3 の R S T 端子は、P 端子に接続され、かつ抵抗 R 2 4 を介して 5 V ラインに接続される。タイマ I C 1 8 3 の O U T 端子は、抵抗 R 2 5 を介して 5 V ラインに接続される。

[0099] 抵抗 R 2 0 ~ R 2 3、ダイオード D 4、コンデンサ C 9、コンパレータ 1 7 8、インバータ 1 7 9、A N D ゲート 1 8 0、1 8 1、インバータ 1 8 2、抵抗 R 2 7 ~ R 2 9、コンデンサ C 1 1、タイマ I C 1 8 4、インバータ 1 8 6 は、上記説明した抵抗 R 1 6 ~ R 1 9、ダイオード D 3、コンデンサ C 8、コンパレータ 1 7 3、インバータ 1 7 4、A N D ゲート 1 7 5、1 7 6、インバータ 1 7 7、抵抗 R 2 4 ~ R 2 6、コンデンサ C 1 0、タイマ I C 1 8 3、インバータ 1 8 5 とそれぞれ同様の接続であり、ホール I C H 1 ~ H 3 の出力信号のエッジが現れる度に交互に同様に動作する。

[0100] 図 4 3 は、図 1 3 に示す回転／停止検出回路 7 0 の比較回路 7 5 から回転状態記憶回路 7 9 まで、並びに、停止検出回路 8 0、カウンタリセット回路 8 1、及び回転状態リセット回路 8 2 の具体構成例を示す。図 4 3 中、符号 7 6 a で括った回路は回転検出回路 7 6 に属し、符号 8 0 a, 8 0 b で括った回路及び N A N D ゲート 2 0 6 は停止検出回路 8 0 に属し、R S フリップフロップ 1 8 8, 1 9 5, 1 9 8, 2 0 5 は回転検出回路 7 6 及び停止検出回路 8 0 に属する。

[0101] A N D ゲート 1 8 7 には、タイマ I C 1 8 4 の O U T 端子の信号（T 端子の

電圧)、及びANDゲート176の出力信号(L端子の電圧)が入力される。ANDゲート187は、タイマIC184のOUT端子の信号及びANDゲート176の出力信号が共にハイレベルのとき、ハイレベルの信号を出力する。すなわち、ANDゲート187は、ホールICH1~H3のいずれかのエッジによりタイマIC184がOUT端子に所定時間のパルスを出力している間に次のエッジが来てANDゲート176の出力信号がハイレベルになっている間、ハイレベルの信号を出力、それ以外の間はローレベルの信号を出力する。

[0102] ANDゲート187の出力信号は、RSフリップフロップ188のS端子に入力される。RSフリップフロップ188のQ端子の信号は、インバータ189によりレベル反転されてS端子に出力される。ANDゲート187の出力信号が立ち上がると、RSフリップフロップ188のQ端子の信号が立ち上がり、S端子を介してタイマIC184のRST端子の電圧が立ち下がる。これによりタイマIC184による時間計測がリセットされる(OUT端子のパルスが停止する)。

[0103] 四入力のANDゲート190には、RSフリップフロップ188のQ端子の信号と、タイマIC184のOUT端子の信号をレベル反転した信号(U端子の電圧)と、ANDゲート176の出力信号をレベル反転した信号(M端子の電圧)と、RSフリップフロップ195のQ端子の電圧と、が入力され、それらが全てハイレベルのとき、RSフリップフロップ188のR端子にハイレベルの信号を出力し、RSフリップフロップ188のQ端子の信号をローレベルに落とす(リセットする)。

[0104] RSフリップフロップ188のQ端子の信号がハイレベルである場合、反転Q端子の信号はローレベルであり、ANDゲート194の出力信号はハイレベルで、RSフリップフロップ195のQ端子の信号はハイレベルである。このとき、タイマIC184のOUT端子のパルスが停止し(U端子の電圧がハイレベルとなり)、かつエッジ検出が終わると(M端子の電圧がハイレベル)、ANDゲート190の出力信号がハイレベルとなる。これによりR

Sフリップフロップ188のQ端子の信号はローレベルとなり、RSフリップフロップ188のR端子への入力信号はローレベルとなる。またRSフリップフロップ188の反転Q端子の信号はハイレベルとなる。

[0105] RSフリップフロップ188の反転Q端子の信号がハイレベルの状態において、ホールIC H1～H3のいずれかのエッジによりタイマIC184がOUT端子に所定時間のパルスを出力している間に次のエッジが来ずANDゲート176の出力信号がハイレベルにならなかった場合、RSフリップフロップ188のS端子の電圧はローレベルで、RSフリップフロップ188の反転Q端子の信号はハイレベルの状態を保つ。一方、Dフリップフロップ191は、タイマIC184のOUT端子のパルスの停止（U端子の電圧の立上りエッジ）により、自身のD端子に入力されているRSフリップフロップ188の反転Q端子の信号（ハイレベル）を、自身のQ端子から出力する。これによりANDゲート192の出力信号（RSフリップフロップ195のR端子への入力信号）がハイレベルとなり、RSフリップフロップ195のQ端子の信号（NANDゲート206の一方の入力端子への入力信号）がローレベルに落ちる（リセットされる）。

[0106] ANDゲート192には、RSフリップフロップ188の反転Q端子の信号と、Dフリップフロップ191のQ端子の信号と、が入力されており、それらが共にハイレベルのときにハイレベルの信号を出力する。ANDゲート192の出力信号は、RSフリップフロップ195のR端子に入力されると共に、インバータ193でレベル反転されてANDゲート194の一方の入力端子に入力される。ANDゲート194の他方の入力端子には、RSフリップフロップ188のQ端子の信号が入力される。

[0107] RSフリップフロップ198、インバータ199、ANDゲート200、Dフリップフロップ201、ANDゲート202、インバータ203、ANDゲート204、RSフリップフロップ205は、上記説明したRSフリップフロップ188、インバータ189、ANDゲート190、Dフリップフロップ191、ANDゲート192、インバータ193、ANDゲート194

、RSフリップフロップ195とそれぞれ同様の接続であり、ホールIC H1～H3の出力信号のエッジが現れる度に交互に同様に動作する。

[0108] ORゲート196には、RSフリップフロップ188のQ端子の信号、及びRSフリップフロップ198のQ端子の信号が入力される。これらの信号は、タイマIC183、184がそれぞれOUT端子にパルスを出力している間（計測時間中）にホールIC H1～H3の出力信号の次のエッジが現れる度に、交互にハイレベルとなる。このため、ORゲート196の出力信号は、ホールIC H1～H3のエッジがタイマIC183、184による計測時間内に現れる回転速度以上でモータ6が回転している場合、エッジが現れる度にローレベルからハイレベルに遷移する。

[0109] 回転カウンタ回路77は、ORゲート196の出力信号の立上りエッジをカウントする。ORゲート196の出力信号は、Dフリップフロップ207、208のCLK端子に入力される。Dフリップフロップ207、208のQ端子の信号は、ANDゲート211の一方及び他方の入力端子、並びにXORゲート209の一方及び他方の入力端子に入力される。Dフリップフロップ207、208の反転Q端子の信号は、ANDゲート210の一方及び他方の入力端子に入力される。Dフリップフロップ207のD端子と反転Q端子は互いに接続される。ANDゲート210の出力端子は、X端子に接続される。

[0110] ORゲート196の出力信号の最初の立ち上がりエッジでは、Dフリップフロップ207のQ端子の信号が立ち上がり、Dフリップフロップ208のQ端子の信号はローレベルのままである。ORゲート196の出力信号の2回目の立ち上がりエッジでは、Dフリップフロップ207のQ端子の信号がローレベルに遷移し、Dフリップフロップ208のQ端子の信号が立ち上がる。ORゲート196の出力信号の3回目の立ち上がりエッジでは、Dフリップフロップ207のQ端子の信号が立ち上がり、Dフリップフロップ208のQ端子の信号はハイレベルのままである。このとき、ANDゲート211の出力信号が立ち上がる。

- [0111] ANDゲート211の出力信号は、Y端子に出力されると共に、RSフリップフロップ214のS端子に入力される。RSフリップフロップ214のR端子にはANDゲート213の出力信号が入力される。ANDゲート213の一方の入力端子には、ANDゲート211の出力信号をインバータ212でレベル反転した信号が入力される。ANDゲート213の他方の入力端子には、NANDゲート206の出力信号が入力される。
- [0112] ANDゲート211の出力信号が立ち上がると、すなわちORゲート196の立上リエッジを3回検出すると、RSフリップフロップ214のS端子への入力電圧はハイレベルとなり、R端子への入力電圧はローレベルとなり、Q端子の電圧はハイレベルとなる。RSフリップフロップ214のQ端子の信号は、Z端子に出力される。
- [0113] NANDゲート206には、RSフリップフロップ195のQ端子の信号、及びRSフリップフロップ205のQ端子の信号が入力される。これらの信号は、タイマIC183、184がそれぞれOUT端子にパルスを出力している間（計測時間中）にホールIC H1～H3の出力信号の次のエッジが現れなかった場合に、ローレベルに落ちる。これによりNANDゲート206の出力信号が立ち上がる。
- [0114] NANDゲート206の出力信号は、3入力のORゲート215の1つの入力端子に入力される。ORゲート215の他の2つの入力端子には、V端子及びW端子の信号が入力される。後述のようにV端子及びW端子の信号は、後述のように、モータ6の回転方向が切り替わった場合のみ一時的にハイレベルとなる信号である。このため、回転方向の切り替わりが発生していない場合は、NANDゲート206の出力信号が立ち上がるとORゲート215の出力信号も立ち上がる。
- [0115] NANDゲート206の出力信号は、Dフリップフロップ207、208のCLR端子に入力される。ORゲート215の出力信号が立ち上がるとDフリップフロップ207、208のQ端子の信号がローレベルにクリアされる（回転カウンタ回路77によるカウント値がクリアされて0になる）。この

ような構成にすることで、ホール I C H 1 ~ H 3 の立上がり又は立下がりエッジが検出される位置で、手回し等により高速で右回転及び左回転を反復させた場合でも、回転カウンタ回路 7 7 によるカウント値がリセットされ回転検知を発生させないことができる。すなわち、手回し等による誤検知を防止できるという効果がある。

[0116] N A N D ゲート 2 0 6 の出力信号は、A N D ゲート 2 1 3 の他方の入力端子に入力される。N A N D ゲート 2 0 6 の出力信号が立ち上がる時、A N D ゲート 2 1 3 の一方の入力端子への信号はハイレベルになる構成のため、N A N D ゲート 2 0 6 の出力信号が立ち上がると A N D ゲート 2 1 3 の出力信号が立ち上がる。これにより R S フリップフロップ 2 1 4 の Q 端子の信号がローレベルにリセットされ、回転状態から停止状態に移行する。N A N D ゲート 2 0 6 の出力信号は、B 端子に出力される。

[0117] 図 4 4 は、図 1 9 に示すエッジ方向検出回路 9 2 a、ホール I C 比較選択回路 9 4 a、及び回転方向検出回路（未確定） 9 5 a の具体構成例を示す回路図である。A N D ゲート 2 1 6 は、ホール I C H 2 の出力信号と D 端子の信号との論理積の信号を出力する。A N D ゲート 2 1 7 は、ホール I C H 3 の出力信号と C 端子の信号との論理積の信号を出力する。O R ゲート 2 1 8 は、A N D ゲート 2 1 6、2 1 7 の出力信号の論理和の信号を出力する。A N D ゲート 2 1 9 は、ホール I C H 3 の出力信号と D 端子の信号との論理積の信号を出力する。A N D ゲート 2 2 0 は、ホール I C H 2 の出力信号と C 端子の信号との論理積の信号を出力する。O R ゲート 2 2 1 は、A N D ゲート 2 1 9、2 2 0 の出力信号の論理和の信号を出力する。

[0118] A A 端子の信号は、モータ 6 の設定回転方向（以下「設定回転方向」）が左回転のときはハイレベル、右回転のときはローレベルである。A N D ゲート 2 2 3 は、A A 端子の信号をインバータ 2 2 2 でレベル反転した信号と、O R ゲート 2 1 8 の出力信号と、の論理積の信号を出力する。A N D ゲート 2 2 5 は、A A 端子の信号と、O R ゲート 2 2 1 の出力信号と、の論理積の信号を出力する。O R ゲート 2 2 4 は、A N D ゲート 2 2 3、2 2 5 の出力信

号の論積和の信号を出力する。

[0119] ORゲート224の出力信号は、Dフリップフロップ226のD端子に入力される。Dフリップフロップ226のCLK端子には、I端子の信号が入力される。I端子の信号の立ち上がりタイミング、すなわちホールICH1のエッジのタイミングにおいて、Dフリップフロップ226は、自身のD端子への入力信号を、自身のQ端子に出力し、かつレベル反転して自身の反転Q端子に出力する。I端子の信号の立ち上がりタイミングにおけるDフリップフロップ226のD端子の信号のレベルは、設定回転方向がモータ6の実際の回転方向（以下「実回転方向」）と一致しているか否かによって異なる。Dフリップフロップ226のD端子の信号はORゲート224により入力され、ORゲート224はANDゲート223及び225により入力される。ANDゲート223及び225はそれぞれ設定回転方向のレベル反転信号を入力しており、片方しかハイレベルにならず、一方は常にローレベルである。

[0120] ホールICH1の出力信号の立ち上がりタイミングにおいて、C端子の信号はローレベル、D端子の信号はハイレベルであり、実回転方向が右回転であれば、ホールICH2の出力信号がローレベル、ホールICH3の出力信号がハイレベルである。ここで、設定回転方向が右回転（ローレベル信号）であれば、前述よりORゲート224はORゲート218からの入力そのまま出力される。ANDゲート216の出力信号がローレベル、ANDゲート217の信号がローレベルであるため、ORゲート218及びORゲート224の出力信号（Dフリップフロップ226のD端子の信号）はローレベルである。一方、設定回転方向が左回転（ハイレベル信号）であれば、ORゲート224はORゲート221からの入力そのまま出力される。ANDゲート219の出力信号がハイレベル、ANDゲート220の信号がハイレベルであるため、ORゲート224の出力信号（Dフリップフロップ226のD端子の信号）はハイレベルである。

[0121] ホールICH1の出力信号の立ち下がりタイミングにおいて、C端子の信号

はハイレベル、D端子の信号はローレベルであり、実回転方向が右回転であれば、ホールIC H2の出力信号がハイレベル、ホールIC H3の出力信号がローレベルである。ここで、設定回転方向が右回転（ローレベル信号）であれば、前述よりORゲート224はORゲート218からの入力そのまま出力される。ANDゲート216の出力信号がローレベル、ANDゲート217の信号がローレベルであるため、ORゲート224の出力信号（Dフリップフロップ226のD端子の信号）はローレベルである。一方、設定回転方向が左回転（ハイレベル信号）であれば、ORゲート224はORゲート221からの入力そのまま出力される。ANDゲート219の出力信号がハイレベル、ANDゲート220の信号がハイレベルであるため、ORゲート224の出力信号（Dフリップフロップ226のD端子の信号）はハイレベルである。

[0122] ORゲート224の出力信号（Dフリップフロップ226のD端子の信号）は、実回転方向が左回転である場合も、ホールIC H1の出力信号のエッジのタイミングにおいて、実回転方向が設定回転方向と一致していればローレベル、実回転方向が設定回転方向と一致していなければハイレベルである。

[0123] Dフリップフロップ226のQ端子の信号は、DD端子に出力されると共に、ホールIC1基準逆転検出回路228に入力される。ホールIC1基準逆転検出回路228において、抵抗R30～R33、ダイオードD5、コンデンサC12、コンパレータ230、インバータ231、ANDゲート232からなる回路組は、Dフリップフロップ226のQ端子の信号の立ち上がり時に、ANDゲート232から所定時間だけハイレベルになる信号を出力する。

[0124] Dフリップフロップ226の反転Q端子の信号は、ホールIC1基準正転検出回路229に入力される。ホールIC1基準正転検出回路229において、抵抗R40～R43、ダイオードD6、コンデンサC13、コンパレータ235、インバータ236、ANDゲート237からなる回路組は、Dフリップフロップ226の反転Q端子の信号の立ち上がり時に、ANDゲート2

37から所定時間だけハイレベルになる信号を出力する。

[0125] ANDゲート234は、ANDゲート232の出力信号と、ANDゲート237の出力信号をインバータ233でレベル反転した信号と、の論理積の信号をEE端子に出力する。ANDゲート239は、ANDゲート237の出力信号と、ANDゲート232の出力信号をインバータ238でレベル反転した信号と、の論理積の信号をFF端子に出力する。

[0126] 図45の回路は、図44と比較して、基準とする信号がホールICH2の出力信号に変わったものであり、回路構成としては同等である。また、図46の回路は、図44と比較して、基準とする信号がホールICH3の出力信号に変わったものであり、回路構成としては同等である。

[0127] 図47は、図19に示す回転方向変化検出回路96a~96c、回転方向確定回路97、回転方向リセット回路98、及び回転方向記憶回路99の具体構成例を示す回路図である。ORゲート270は、EE端子、HH端子、KK端子の信号の論理和の信号を出力する。ANDゲート271は、DD端子、GG端子、JJ端子の信号の論理積の信号を出力する。ANDゲート272は、ORゲート270の出力信号とANDゲート271の出力信号の論理積の信号をV端子及びANDゲート273に出力する。ANDゲート273は、XX端子、X端子、及びANDゲート272の出力端子の信号の論理積の信号をBB端子に出力する。V端子の信号は、ハイレベルのパルス信号により実回転方向と設定回転方向が一致から不一致に切り替わったことを示し、その時にパルスが出力される。例えば、ホールICH2とホールICH3の信号を基準とした場合には正転だったが、ホールICH1の信号で逆転になった場合です。

[0128] ORゲート274は、FF端子、II端子、LL端子の信号の論理和の信号を出力する。ORゲート275は、DD端子、GG端子、JJ端子の信号の論理和の信号を出力する。ANDゲート276は、ORゲート274、275の出力信号の論理積の信号をW端子及びANDゲート277に出力する。ANDゲート277は、MM端子、X端子、及びANDゲート276の出力

端子の信号の論理積の信号をC C端子に出力する。W端子の信号は、実回転方向と設定回転方向が不一致から一致に切り替わったことを示し、その時にパルスが出力される。例えば、ホールIC H 2とホールIC H 3の信号を基準とした場合には逆転だったが、ホールIC H 1の信号で正転になった場合です。

[0129] ORゲート278は、W端子の信号及びB端子の信号の論理和の信号を出力する。ORゲート278の出力信号（RSフリップフロップのR端子への入力信号）は、モータ6の停止が検出された場合、又は実回転方向と設定回転方向が不一致から一致に切り替わったことが検出された場合に、ハイレベルとなり、RSフリップフロップ281のQ端子信号をローレベルにリセットする。

[0130] ANDゲート280は、V端子の信号と、ORゲート278の出力信号をインバータ279でレベル反転した信号と、の論理積の信号をRSフリップフロップ281のS端子に出力する。ANDゲート280の出力信号（RSフリップフロップのS端子への入力信号）は、実回転方向と設定回転方向が一致から不一致に切り替わったことが検出された場合であって、モータ6の停止が検出されていない場合かつ実回転方向と設定回転方向が不一致から一致に切り替わったことが検出されていない場合にハイレベルとなる。

[0131] RSフリップフロップ281のQ端子の信号はX X端子に出力され、反転Q端子の信号はMM端子に出力される。回転状態の検出回路282は、Y端子の信号を入力とし、回転カウンタ回路77のカウント値が3に達したタイミングから所定時間だけ遅れて立ち上がる信号を出力する。

[0132] ANDゲート283は、RSフリップフロップ281の反転Q端子の信号と、回転状態の検出回路282の出力信号と、の論理積の信号を出力する。ORゲート286は、ANDゲート283の出力信号と、B端子の信号と、の論理和の信号を、RSフリップフロップ287のR端子に出力する。

[0133] ANDゲート285は、RSフリップフロップ281のQ端子の信号と、回転状態の検出回路282の出力信号と、ORゲート286の出力信号をイン

バータ 284 でレベル反転した信号と、の論理積の信号を、回転方向検出信号として RS フリップフロップ 287 の S 端子に出力する。RS フリップフロップ 287 の Q 端子の信号は、NN 端子に出力される。NN 端子の信号は、回転方向が正転の場合はローレベルであり、逆転の場合はハイレベルである。

[0134] 図 48 は、は、図 24 に示すトリガ ON 時停止検出回路 100 及び図 28 に示すトリガ OFF 時回転検出回路 120 の具体構成例を示す。トリガスイッチ 5 が引かれた（操作された）状態では、OO 端子にローレベルの信号が出力され、WW 端子にハイレベルの信号が出力される。トリガスイッチ 5 から手を離れた（操作されていない）状態では、OO 端子にハイレベルの信号が出力され、WW 端子にローレベルの信号が出力される。

[0135] 両エッジ検出回路（トリガ用）290 は、トリガスイッチ 5 の状態の変化（操作状態から非操作状態への変化、又はその逆の変化）が発生すると、所定時間だけハイレベルとなる信号（短パルス）を、XOR ゲート 292 から出力する。コンパレータ 291 の出力信号は、OO 端子の信号のレベル遷移から所定時間だけ遅延してレベル遷移する。このため、OO 端子の信号の立上りエッジのタイミングではコンパレータ 291 の出力信号はローレベル、立下りエッジのタイミングではコンパレータ 291 の出力信号はハイレベルである。したがって、コンパレータ 291 の出力信号は、OO 端子の出力信号のエッジ方向の検出に利用できる。

[0136] AND ゲート 294 は、XOR ゲート 292 の出力信号と、コンパレータ 291 の出力信号をインバータ 293 でレベル反転した信号と、の論理積の信号を出力する。OO 端子の信号の立上りエッジのタイミングで、AND ゲート 294 の出力信号が立ち上がる。AND ゲート 294 の出力信号は、RR 端子に出力される。

[0137] AND ゲート 295 は、XOR ゲート 292 の出力信号と、コンパレータ 291 の出力信号と、の論理積の信号を出力する。OO 端子の信号の立下りエッジのタイミングで、AND ゲート 295 の出力信号が立ち上がる。AND

ゲート 295 の出力信号は、Q Q 端子に出力される。

[0138] D フリップフロップ 297 の C L K 端子には、A N D ゲート 295 の出力信号が入力される。D フリップフロップ 297 の D 端子には、Z 端子の信号をインバータ 296 でレベル反転した信号が入力される。D フリップフロップ 297 は、トリガスイッチ 5 が引かれたタイミングでモータ 6 の回転が検出されていればローレベルの信号を Q 端子に出力し、ハイレベルの信号を反転 Q 端子に出力する。D フリップフロップ 297 は、トリガスイッチ 5 が引かれたタイミングでモータ 6 の回転が検出されていなければハイレベルの信号を Q 端子に出力し、ローレベルの信号を反転 Q 端子に出力する。

[0139] D フリップフロップ 298 の C L K 端子には、A N D ゲート 295 の出力信号が入力される。D フリップフロップ 298 の D 端子には、Z 端子の信号が入力される。D フリップフロップ 298 は、トリガスイッチ 5 が引かれたタイミングでモータ 6 の回転が検出されていればハイレベルの信号を Q 端子に出力する。D フリップフロップ 298 は、トリガスイッチ 5 が引かれたタイミングでモータ 6 の回転が検出されていなければローレベルの信号を Q 端子に出力する。

[0140] A N D ゲート 299 は、U U 端子の信号と、W W 端子の信号と、B 端子の信号と、D フリップフロップ 298 の Q 端子の信号と、の論理積の信号を出力する。A N D ゲート 299 は、トリガスイッチ 5 が引かれたタイミングでモータ 6 の回転が検出された場合において、その後、トリガスイッチ 5 が引かれたまま、タイマ I C 307 による計測時間外にモータ 6 の停止が検出された場合にハイレベルの信号を出力し、それ以外の場合にローレベルの信号を出力する。

[0141] A N D ゲート 301 は、R R 端子の信号と、A N D ゲート 299 の出力信号をインバータ 300 でレベル反転した信号と、の論理積の信号を出力する。R S フリップフロップ 302 は、S 端子に A N D ゲート 299 の出力信号が入力され、R 端子に A N D ゲート 301 の出力信号が入力される。O R ゲート 303 は、D フリップフロップ 297 の Q 端子の信号と、R S フリップフ

ロップ302のQ端子の信号と、の論理和の信号を出力する。ANDゲート305は、ORゲート303の出力信号と、当該出力信号を所定時間だけ遅延させた信号のレベル反転信号と、の論理積の信号、すなわちORゲート303の出力信号の立ち上がりのタイミングから所定時間だけハイレベルとなる信号（短パルス）を出力する。コンパレータ304の出力信号は、SS端子に出力される。

[0142] タイマIC307のTRIG端子には、ANDゲート305の出力信号をインバータ306でレベル反転した信号が入力される。タイマIC307は、TRIG端子への入力信号の立ち下がりエッジを契機として、所定時間だけハイレベルとなるパルスをOUT端子に出力する。タイマIC307のOUT端子の信号は、インバータ309でレベル反転されてUU端子に出力される。タイマIC307のRST端子には、RR端子の信号をインバータ308でレベル反転した信号が入力される。

[0143] ANDゲート319は、SS端子の信号と、WW端子の信号と、UU端子の信号と、B端子の信号と、の論理積の信号を出力する。ANDゲート321は、ANDゲート319の出力信号をインバータ320でレベル反転した信号と、RR端子の信号と、の論理積の信号を出力する。RSフリップフロップ322は、S端子にANDゲート319の出力信号が入力され、R端子にANDゲート321の出力信号が入力される。RSフリップフロップ322のQ端子の信号は、VV端子に出力される。VV端子の信号は、トリガスイッチ5が引かれた状態において、タイマIC307の計測時間が過ぎてもモータ6が停止していた場合にハイレベルとなり、それ以外の場合にローレベルとなる。

[0144] タイマIC312のTRIG端子には、ANDゲート294の出力信号をインバータ310でレベル反転した信号が入力される。タイマIC312は、TRIG端子への入力信号の立ち下がりエッジを契機として、所定時間だけハイレベルとなるパルスをOUT端子に出力する。タイマIC312のRST端子には、QQ端子の信号をインバータ312でレベル反転した信号が入

力される。

[0145] ANDゲート313は、OO端子の信号と、PP端子の信号と、の論理積の信号を出力する。ANDゲート135は、ANDゲート313の出力信号と、タイマIC312のOUT端子の信号をインバータ314でレベル反転した信号と、Z端子の信号と、の論理積の信号を出力する。ANDゲート317は、ANDゲート315の出力信号をインバータ316でレベル反転した信号と、B端子の信号と、の論理積の信号を出力する。RSフリップフロップ318は、S端子にANDゲート315の出力信号が入力され、R端子にANDゲート317の出力信号が入力される。RSフリップフロップ318のQ端子の信号は、TT端子に出力される。TT端子の信号は、トリガスイッチ5から手が離れた状態において、タイマIC312の計測時間が過ぎてもモータ6の回転が検出されている場合にハイレベルとなり、それ以外の場合にローレベルとなる。

[0146] 図49は、図31に示す異常状態統合記憶回路131及び異常状態統合リセット回路132の具体構成例を示す。ORゲート331は、A端子の信号と、NN端子の信号と、TT端子の信号と、VV端子の信号と、の論理和の信号を出力する。ANDゲート333は、ORゲート331の出力信号をインバータ332でレベル反転した信号と、OO端子の信号と、の論理積の信号を出力する。RSフリップフロップ334は、S端子にORゲート331の出力信号が入力され、R端子にANDゲート333の出力信号が入力される。RSフリップフロップ334のQ端子の信号は、統合エラー信号である。統合エラー信号は、過回転異常、回転方向異常、意図しない停止、及び意図しない回転の少なくとも一つが検出された場合にハイレベル、それ以外の場合にローレベルとなる。

[0147] 以上、実施の形態を例に本発明を説明したが、実施の形態の各構成要素や各処理プロセスには請求項に記載の範囲で種々の変形が可能であることは当業者に理解されるところである。例えば、第2制御部50は、モータ6の過回転、逆回転、意図しない停止、及び意図しない回転の全てを検出する場合に

限定されず、一部のみを検出する構成であってもよい。また、回転位置検出部としてのホールIC42等のセンサを設けず、ステータコイル6eの誘起起電圧（逆起電力）を、フィルタ部を通して論理信号として取り出すことによってロータコア6bの位置を検出するセンサレス方式としてもよい。この場合、第1制御部及び第2制御部を回転位置検出部として機能させてもよいし、フィルタ部を回転位置検出部として機能させてもよい。

[0148] 図50は、変形例に関し、第1制御部40を第1制御基板41aに搭載し、第2制御部50を第2制御基板41bに搭載した電動作業機1Aの左側面図である。第1制御基板41aは、実施の形態の制御基板41と同じ配置である。第2制御基板41bは、ハンドルハウジング12内の、電池パック51の右方となる位置に、左右方向と垂直となるように設けられる。第1制御基板41aと第2制御基板41bは、配線41cによって互いに電氣的に接続される。配線41cは、第1制御基板41aから第2制御基板41bにホールIC H1～H3の出力信号、トリガスイッチ5の出力信号、エラー信号等を送信するための各信号線、並びに第1制御基板41aから第2制御基板41bへの電源ラインを含む。第1制御基板41aと第2制御基板41bを別基板とすることで、第2制御基板41bを実装しなくても、電動作業機1Aが通常動作が可能ないように構成できる。また、第2制御基板41bを、より誤動作を抑制する必要がある工具（例えば丸のこ）では実装し、そうでない工具（例えばインパクトドライバ）では実装しないという選択も可能になる。

符号の説明

[0149] 1…電動作業機（携帯用丸鋸）、5…トリガスイッチ、10…本体、11…モータハウジング、12…ハンドルハウジング、12a…基部、12b…ハンドル部、12c…連結部、13…ギヤカバー、15…保護カバー、16…鋸刃（回転具）、17…操作パネル、17a…モード切替スイッチ（モード切替部）、17b…モード表示LED、17c…ライト点灯スイッチ、17d、17e…ライト状態表示LED、17f…サイレントモードスイッチ、

17g…サイレントモード表示LED、20…傾動支持機構、25…揺動支持機構（切込深さ調整機構）、30…ベース、31…遮断回路（第1遮断部）、32…LED駆動回路、40…第1制御部、41…制御基板、42…ホールIC（回転位置検出素子）、43…インバータ回路（第2遮断部）、50…第2制御部、51…電池パック、Rs…検出抵抗

請求の範囲

- [請求項1] モータと、
前記モータの回転位置を検出する回転位置検出部と、
前記回転位置検出部からの位置信号が入力される第1及び第2制御部と、を備える、電気機器。
- [請求項2] 前記モータが作業方向に回転している状態で前記モータの回転状態が所定の条件を満たすと前記モータの回転を停止するよう構成した、請求項1に記載の電気機器。
- [請求項3] 前記第1制御部は、前記位置信号に基づいて予め記憶されたプログラムによって前記モータを制御するコントローラを含み、
前記第2制御部は、前記位置信号に基づいてハードウェア処理によって前記モータを制御する回路を含む、請求項1又は2に記載の電気機器。
- [請求項4] 前記モータへの電力経路に設けられ、前記第1制御部からの第1信号によって前記電力経路を遮断する第1遮断部と、
前記電力経路に設けられ、前記第2制御部からの第2信号によって前記電力経路を遮断する第2遮断部と、を備える、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の電気機器。
- [請求項5] 前記第2遮断部が前記電力経路を遮断すると、前記第1遮断部の状態に関わらず、前記モータが停止する、請求項4に記載の電気機器。
- [請求項6] 前記モータの起動及び停止を指示するトリガスイッチを備え、
前記第2制御部は、前記トリガスイッチがオフになることを、前記第2遮断部による前記電力経路の遮断を解除するのに必要な条件とする、請求項4又は5に記載の電気機器。
- [請求項7] 前記第2制御部は、前記位置信号に基づいて前記モータの過回転を検出する過回転検出部を有する、請求項4乃至6のいずれか一項に記載の電気機器。
- [請求項8] 前記過回転検出部によって前記モータの過回転が検出されると、前記

第 1 及び第 2 信号の少なくとも一方によって前記第 1 及び前記第 2 遮断部の少なくとも一方を遮断する、請求項 7 に記載の電気機器。

【請求項 9】 前記第 2 制御部は、前記位置信号に基づいて前記モータの回転方向を検出する回転方向検出部を有する、請求項 4 乃至 8 のいずれか一項に記載の電気機器。

【請求項 10】 前記回転方向検出部によって前記モータの回転方向異常が検出されると、前記第 1 及び第 2 信号の少なくとも一方によって前記第 1 及び第 2 遮断部の少なくとも一方を遮断する、請求項 9 に記載の電気機器。

【請求項 11】 前記第 2 制御部は、前記位置信号に基づいて前記モータの回転及び停止を検出する回転停止検出部を有する、請求項 4 乃至 10 のいずれか一項に記載の電気機器。

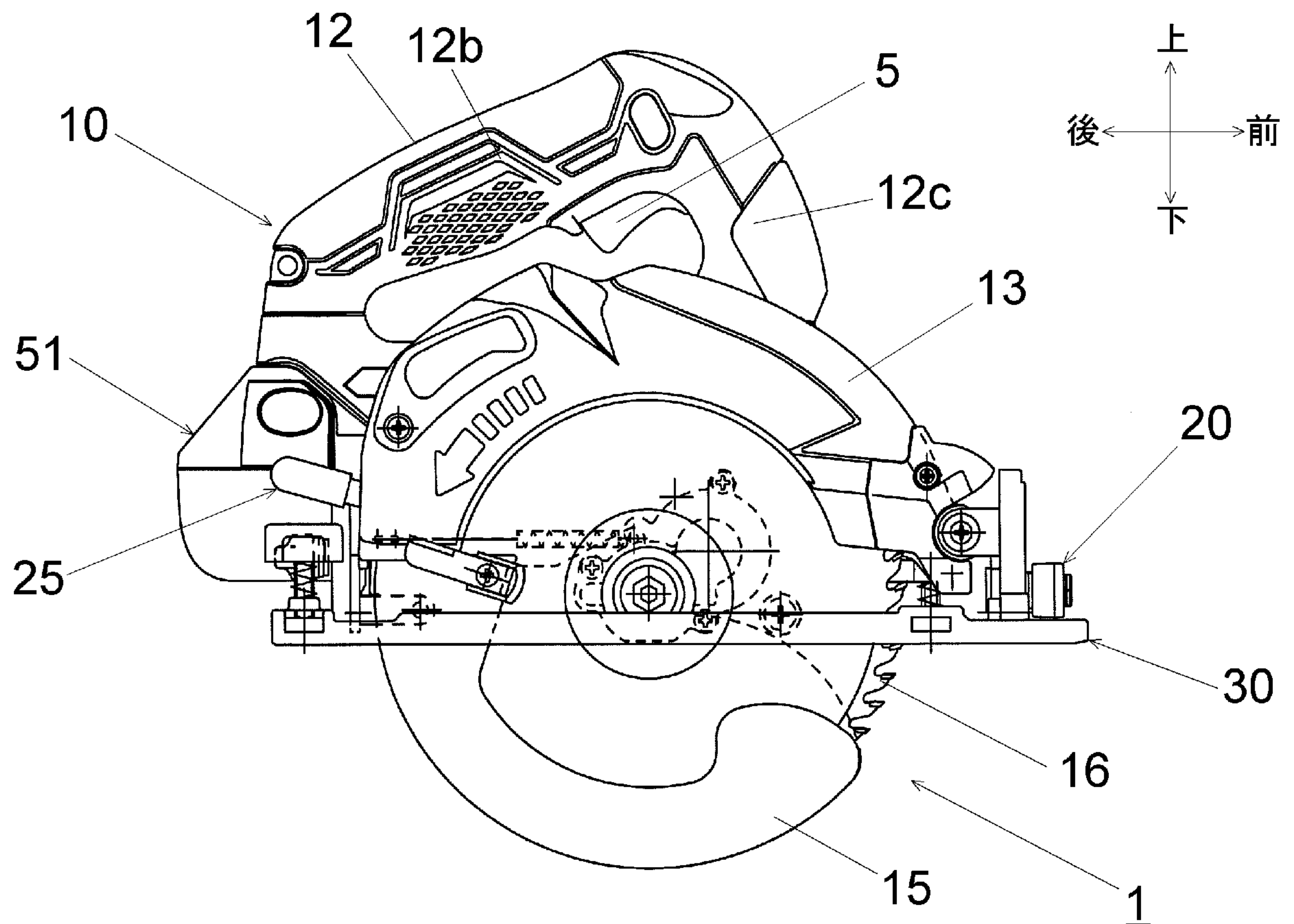
【請求項 12】 前記回転停止検出部によって前記モータの異常回転が検出されると、前記第 1 及び第 2 信号の少なくとも一方によって前記第 1 及び第 2 遮断部の少なくとも一方を遮断する、請求項 11 に記載の電気機器。

【請求項 13】 前記モータの起動及び停止を指示するトリガスイッチと、
前記トリガスイッチの操作を検出するトリガスイッチ検出部と、を備え、
前記回転停止検出部は、前記トリガスイッチが非操作状態で前記モータが回転していることを検出すると、前記第 2 遮断部を遮断するよう構成される、請求項 11 又は 12 に記載の電気機器。

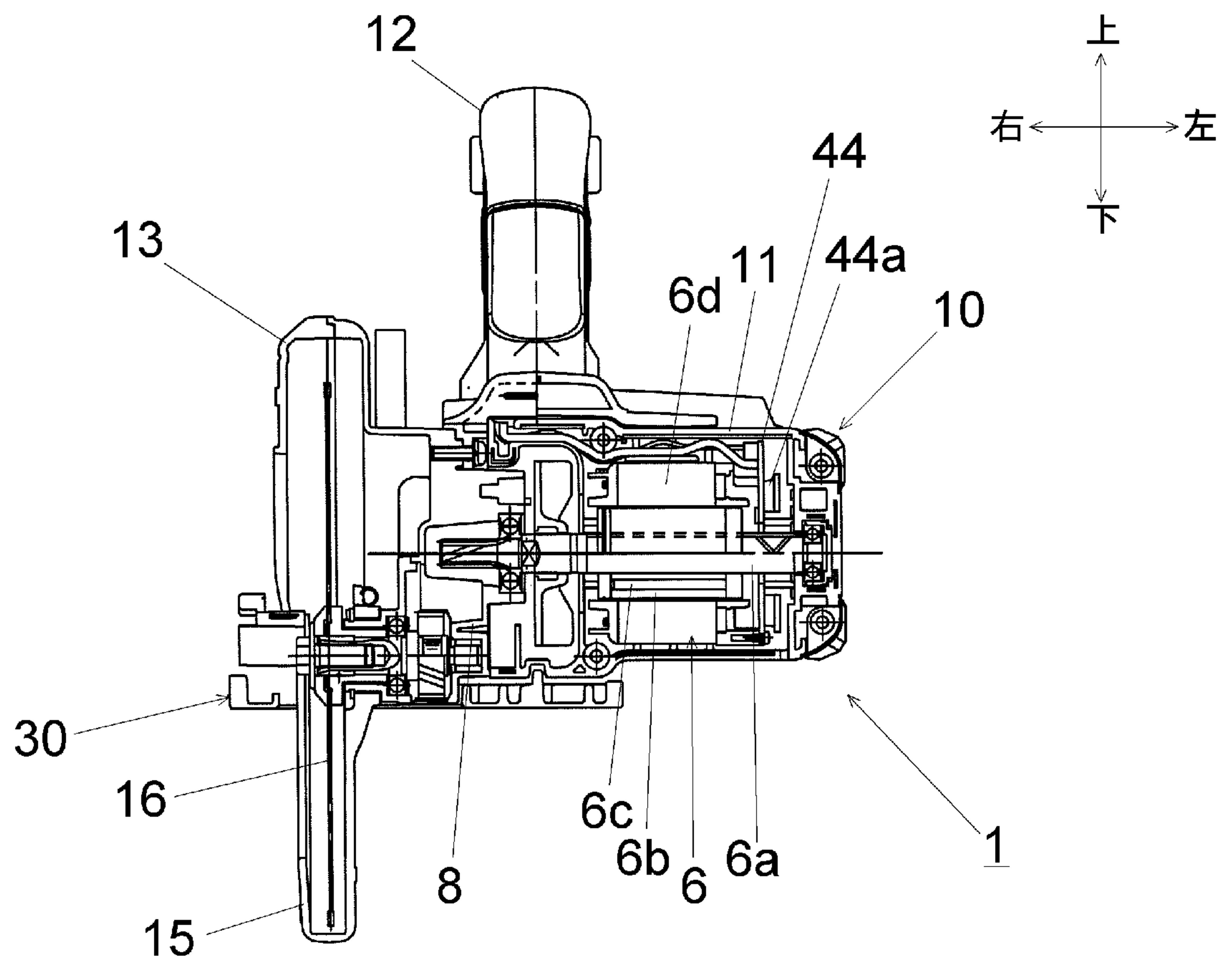
【請求項 14】 前記回転停止検出部は、前記トリガスイッチが操作状態で前記モータが回転していないことを検出すると、前記第 2 遮断部を遮断するよう構成される、請求項 13 に記載の電気機器。

【請求項 15】 前記モータの過回転、回転方向異常、異常回転が検出されると報知する異常報知部を有する、請求項 1 乃至 14 のいずれか一項に記載の電気機器。

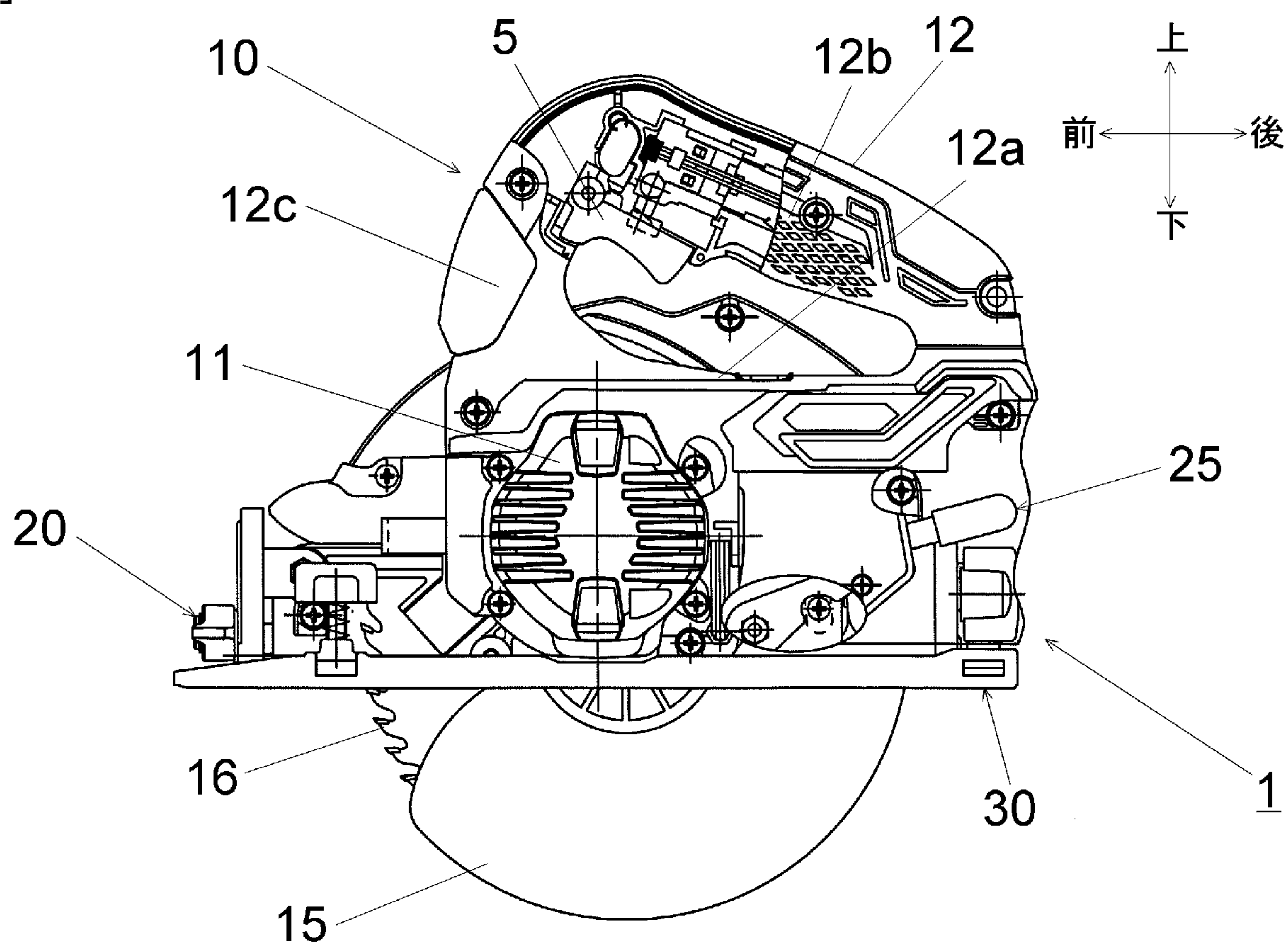
[図1]



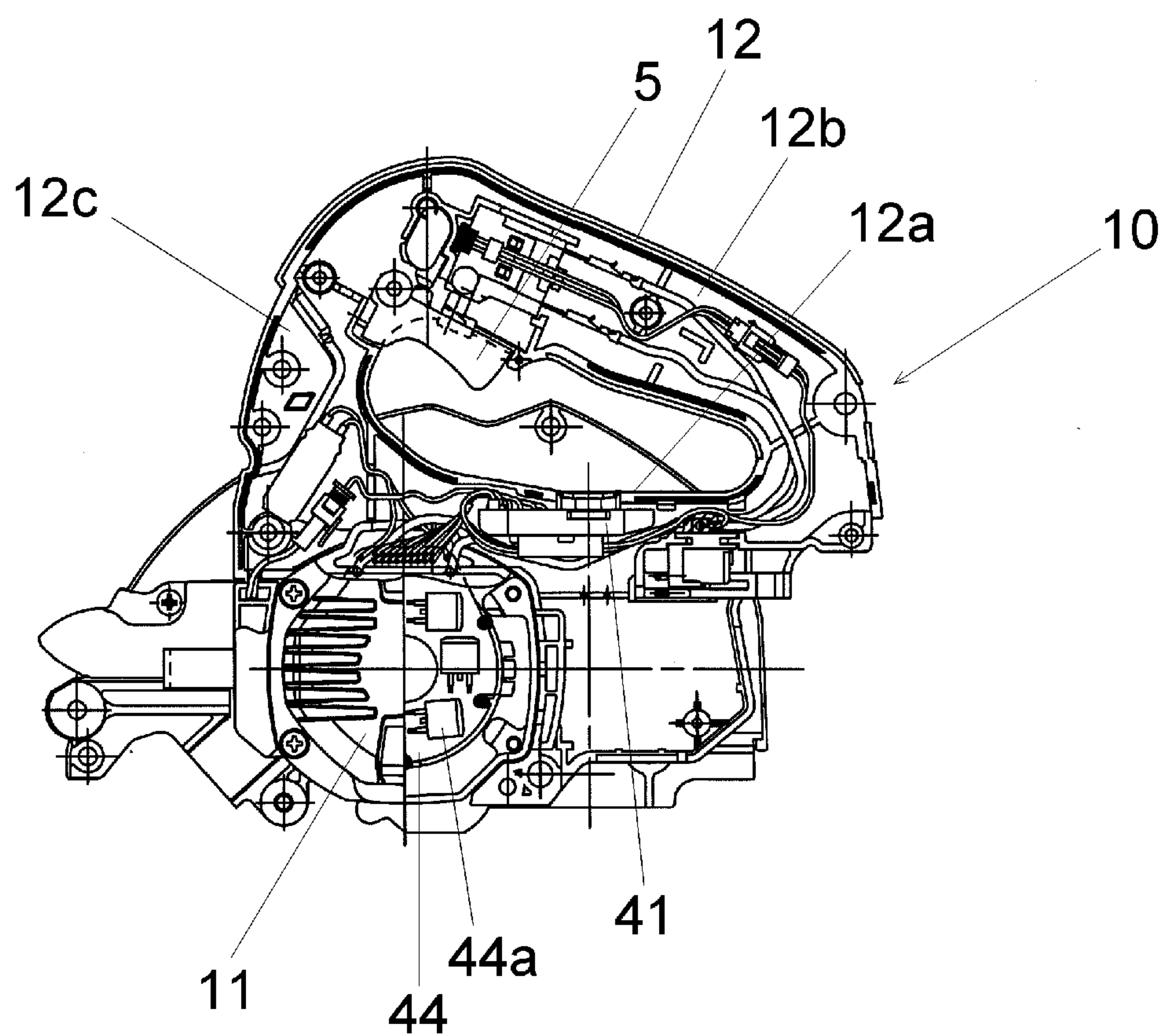
[図2]



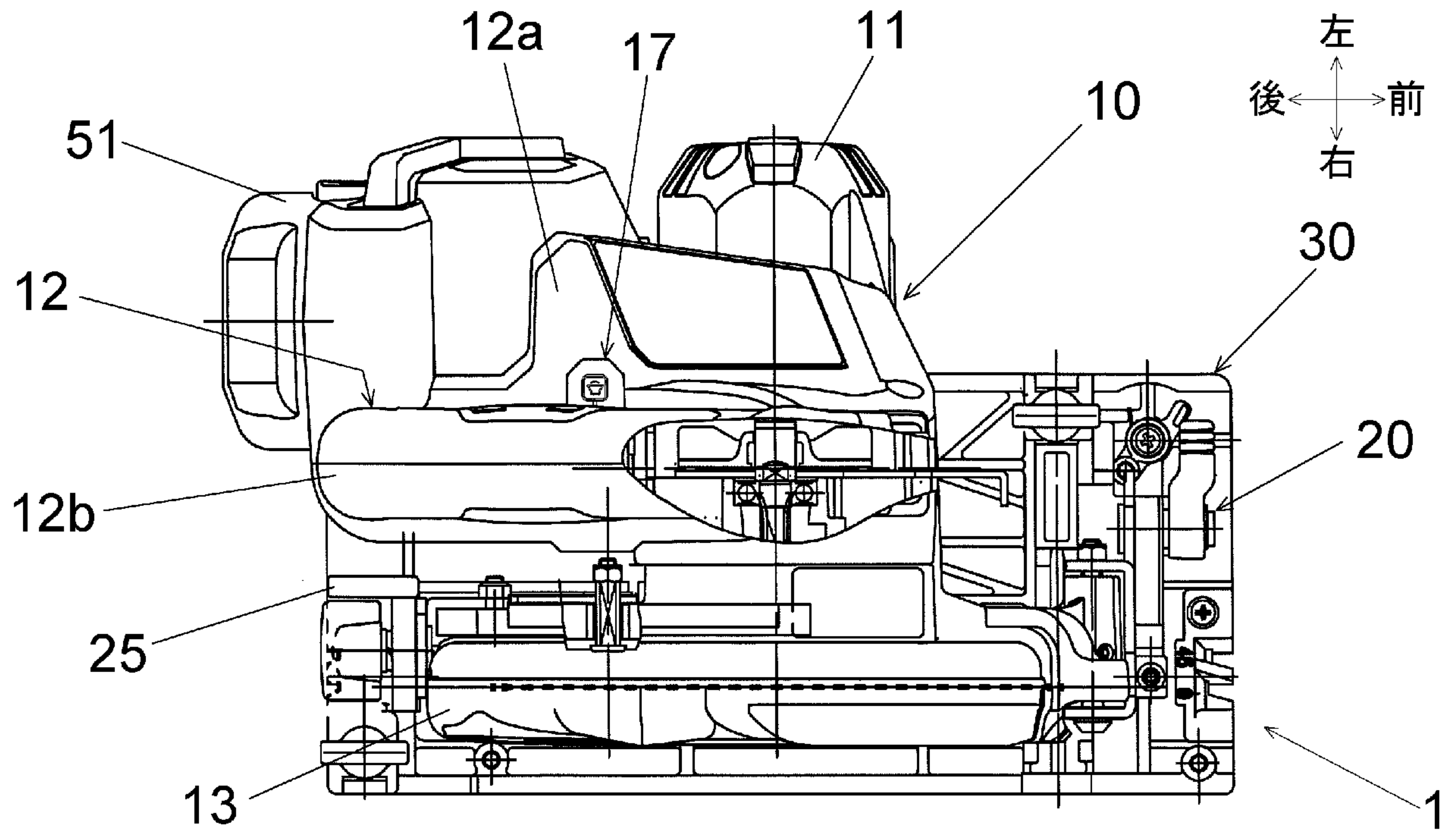
[図3]



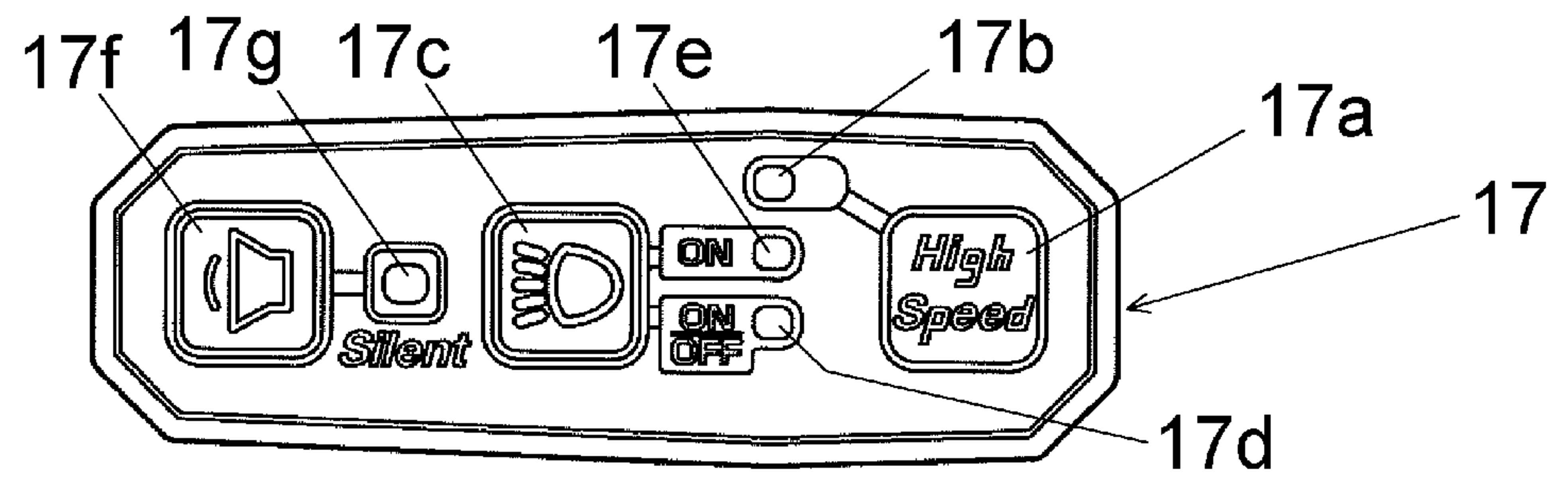
[図4]



[図5]

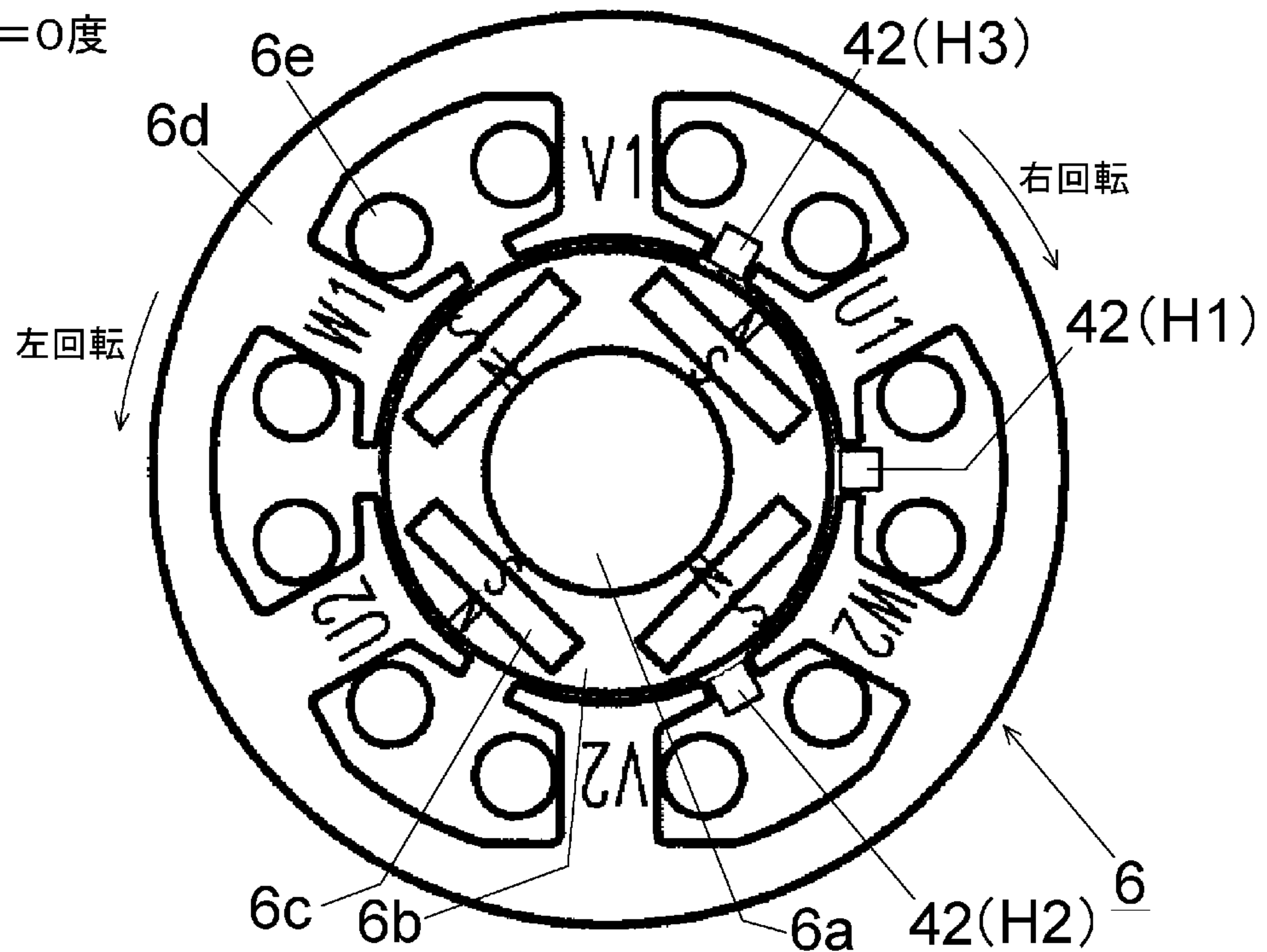


[図6]

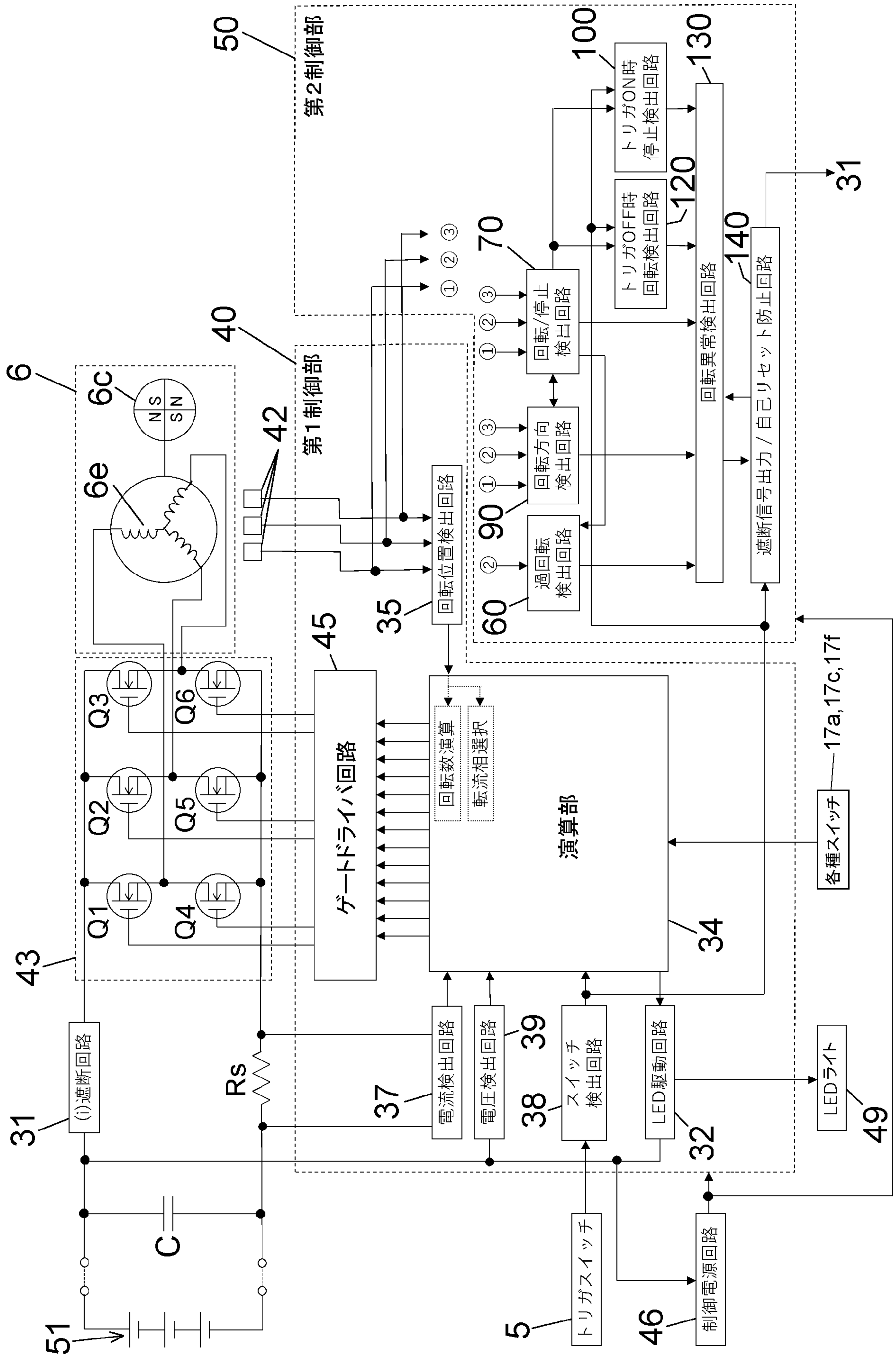


[図7]

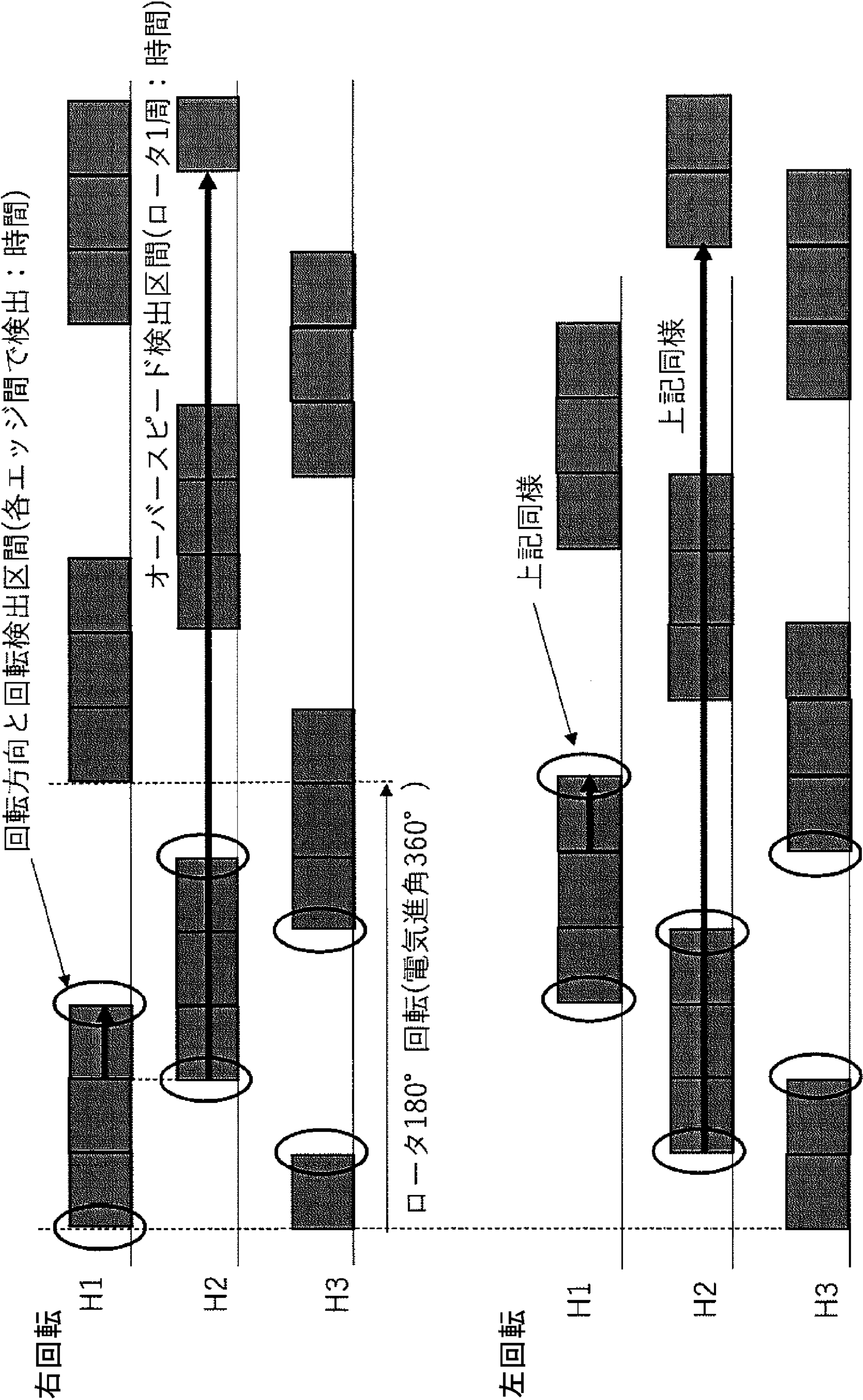
一口回転角=0度



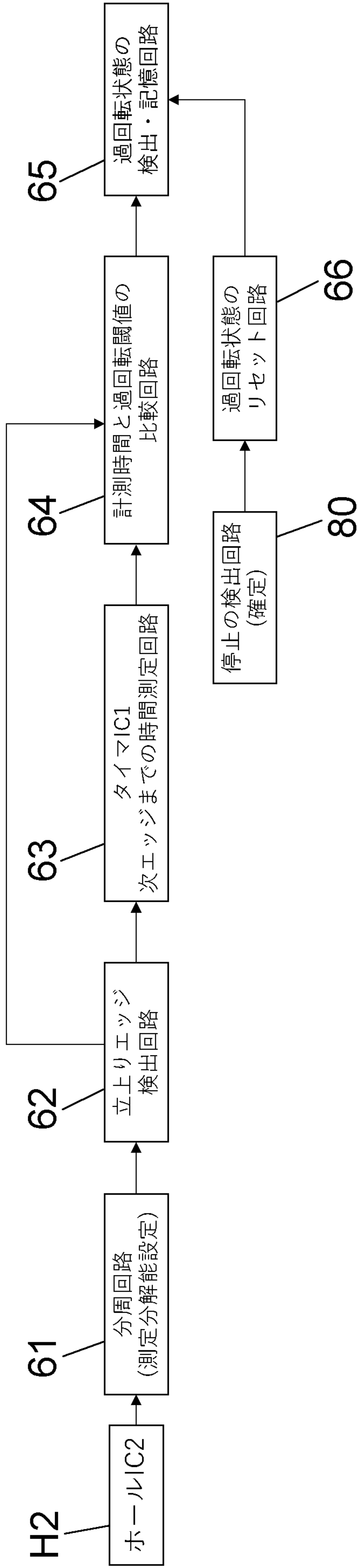
【図8】



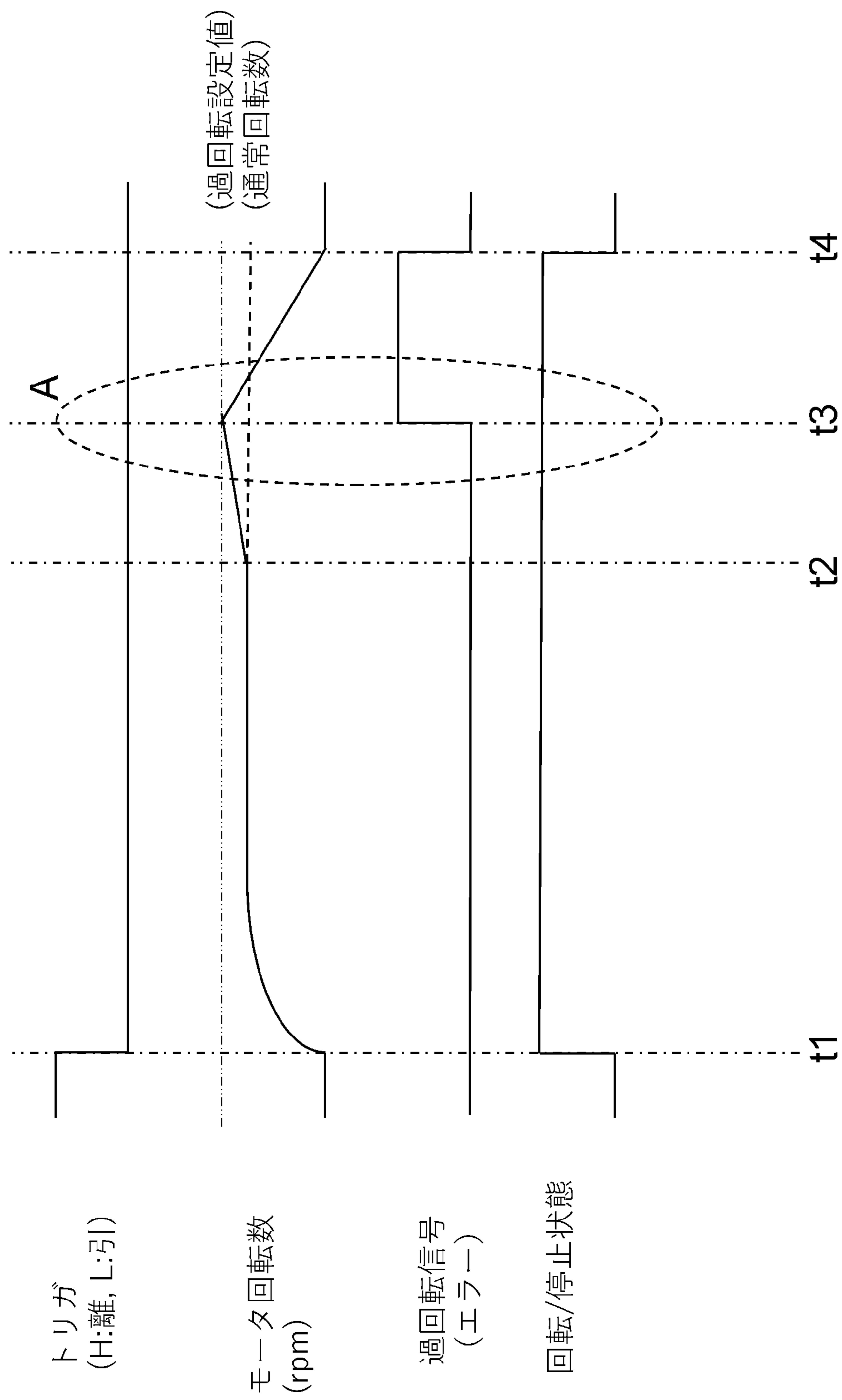
[図9]



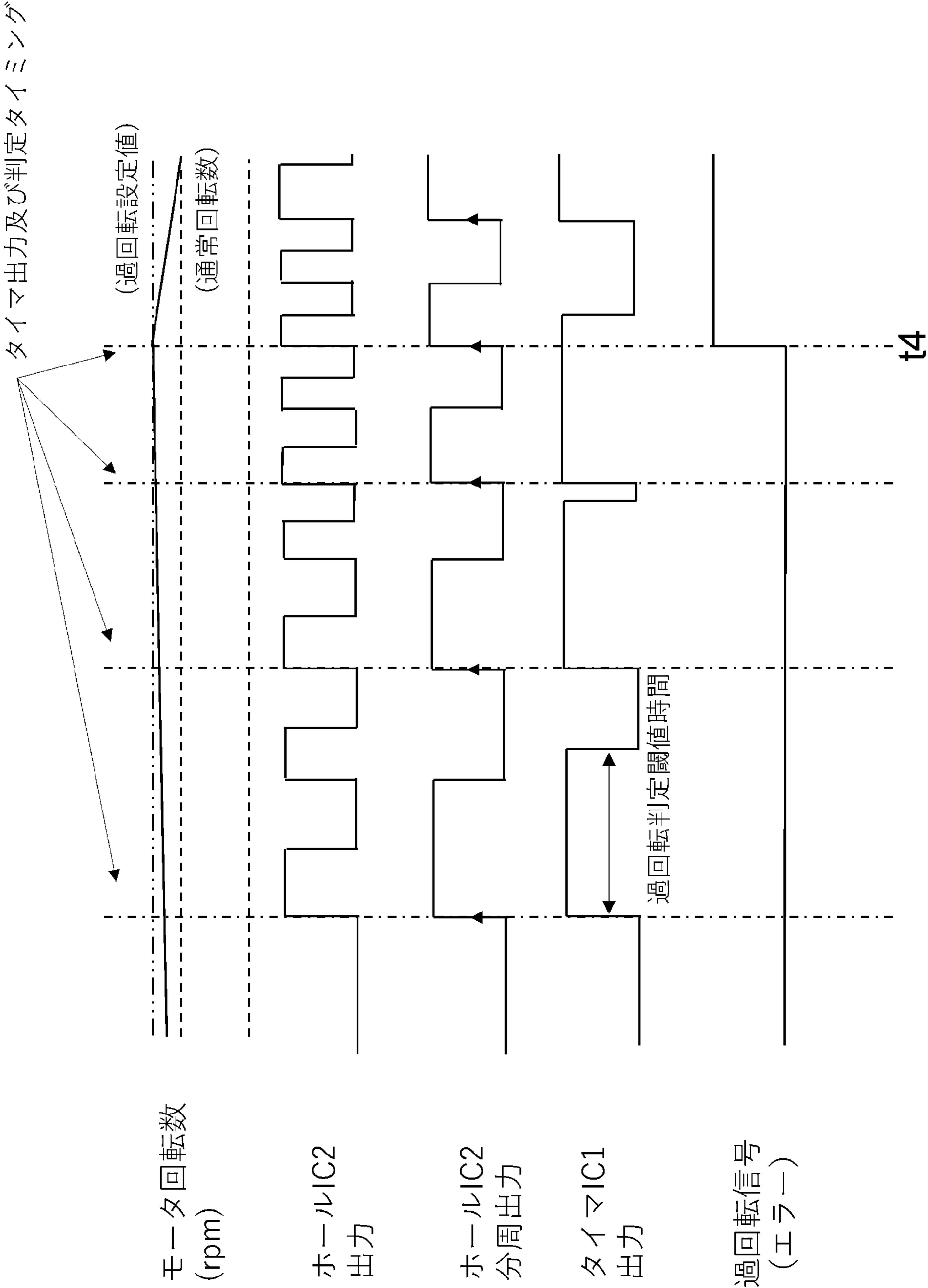
[図10]



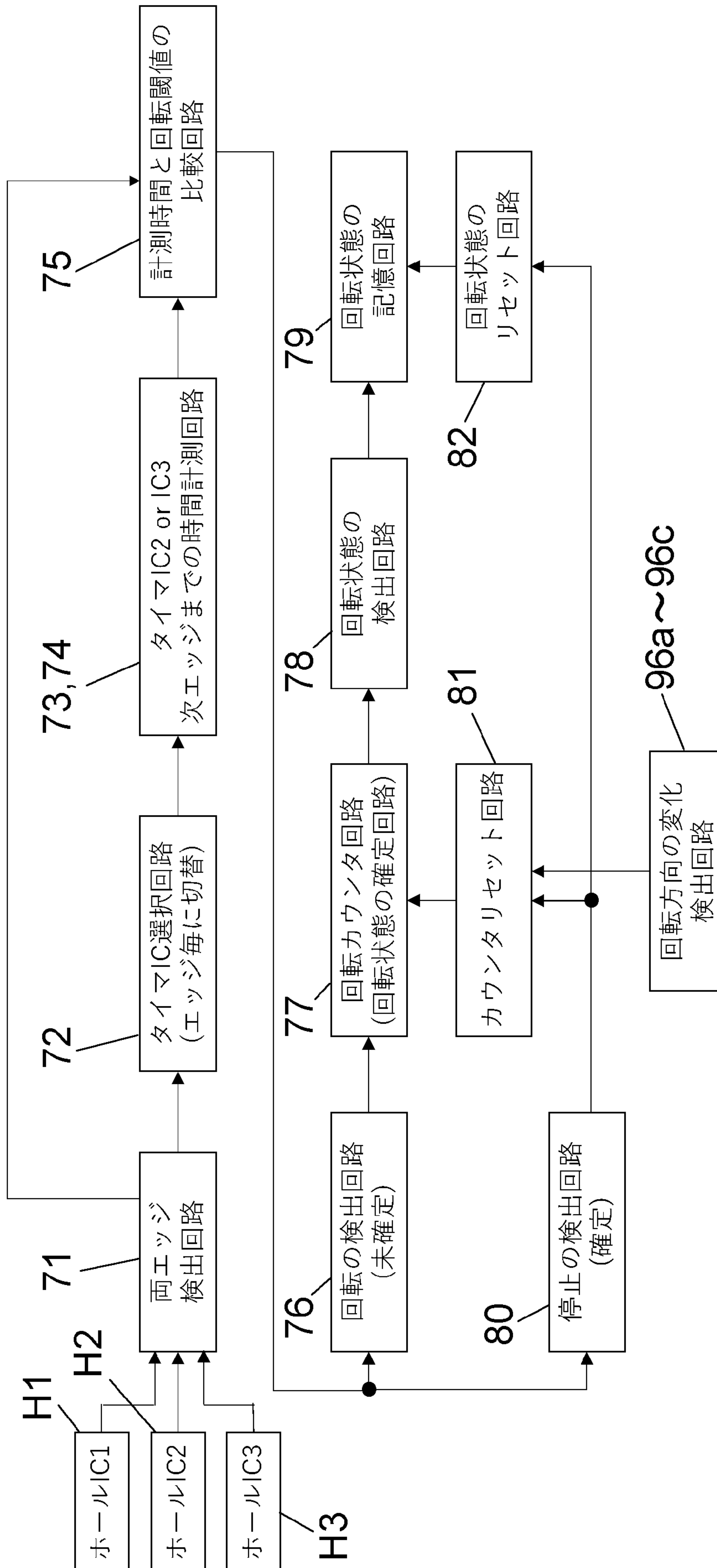
[図11]



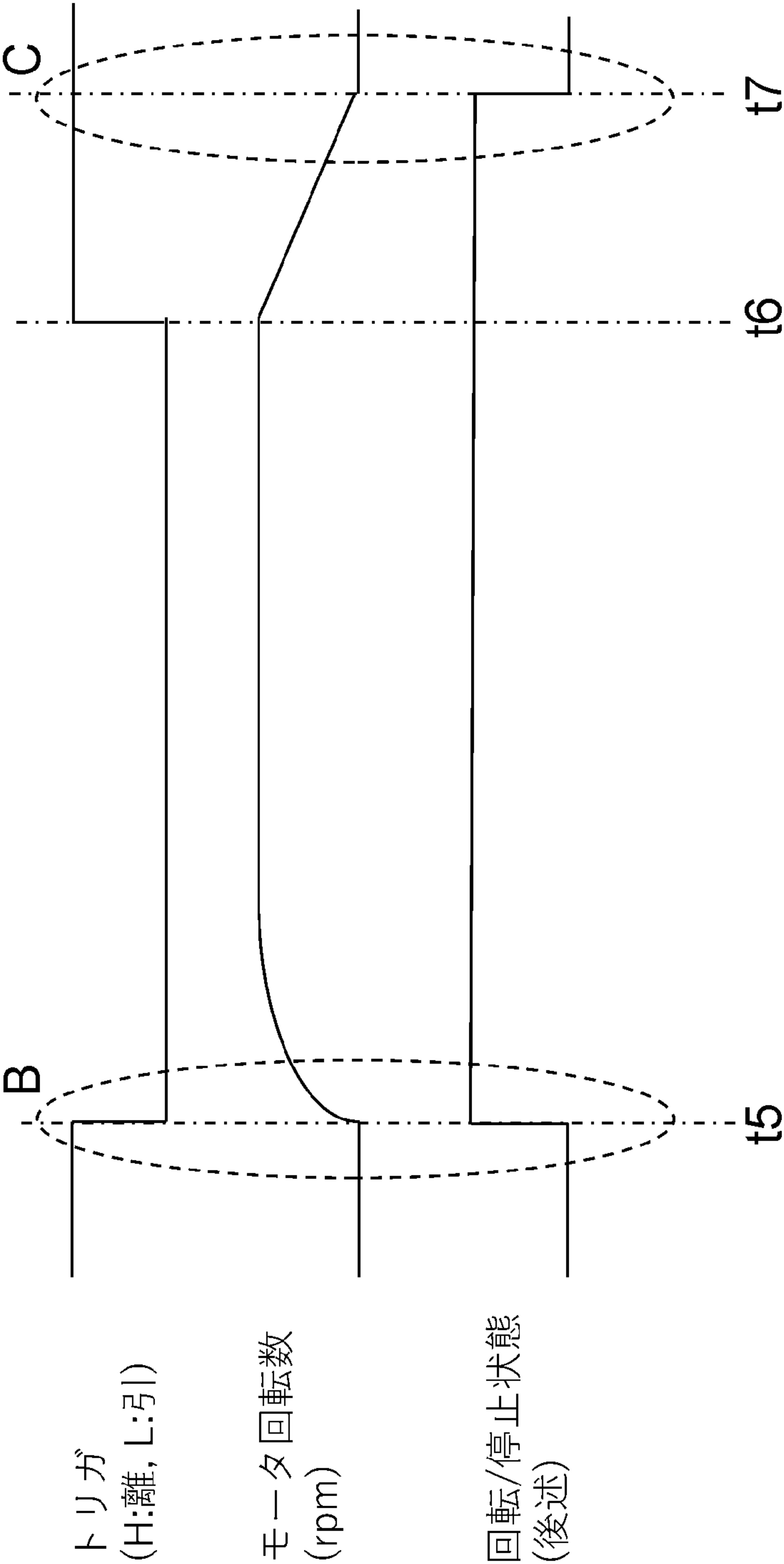
[図12]



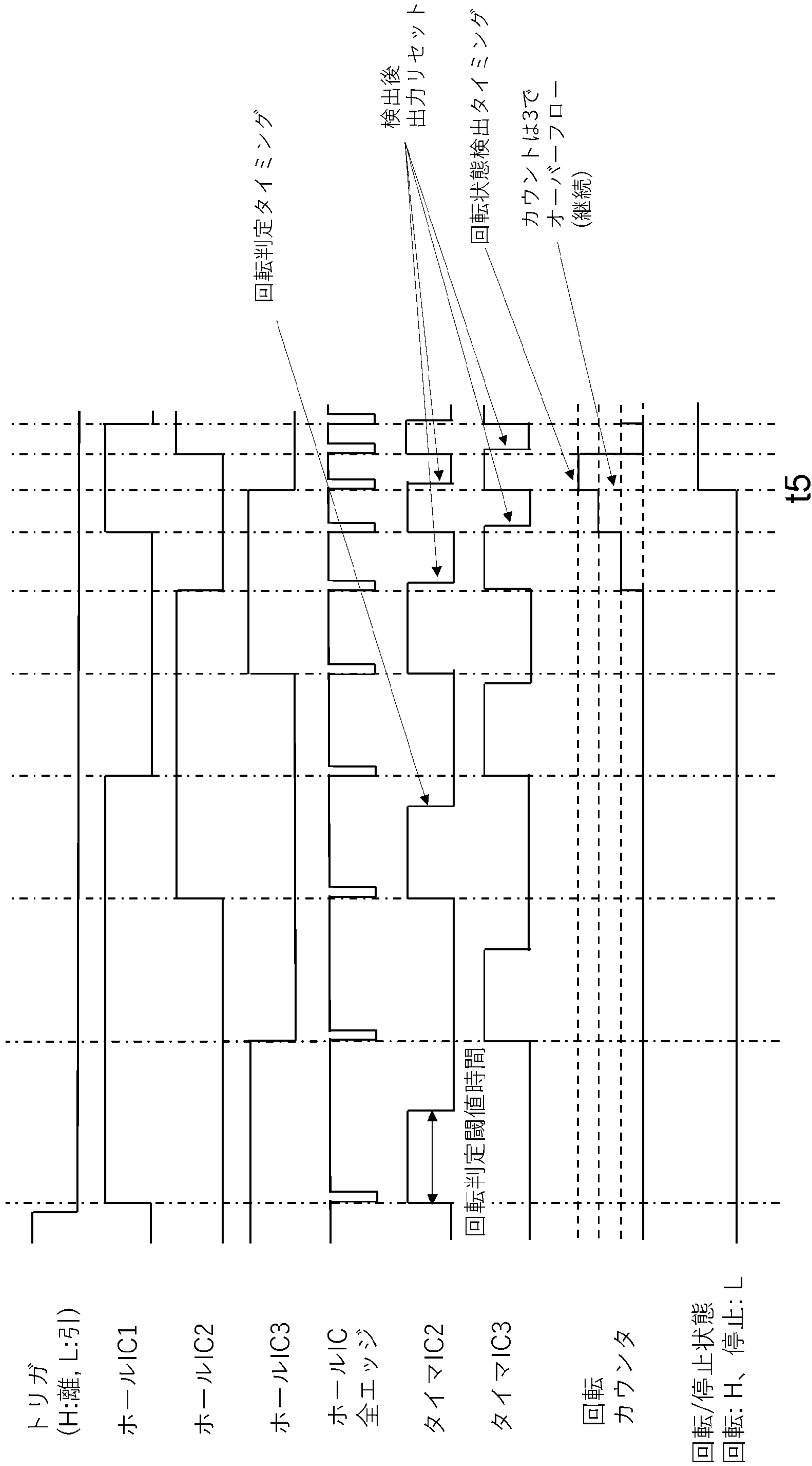
[図13]



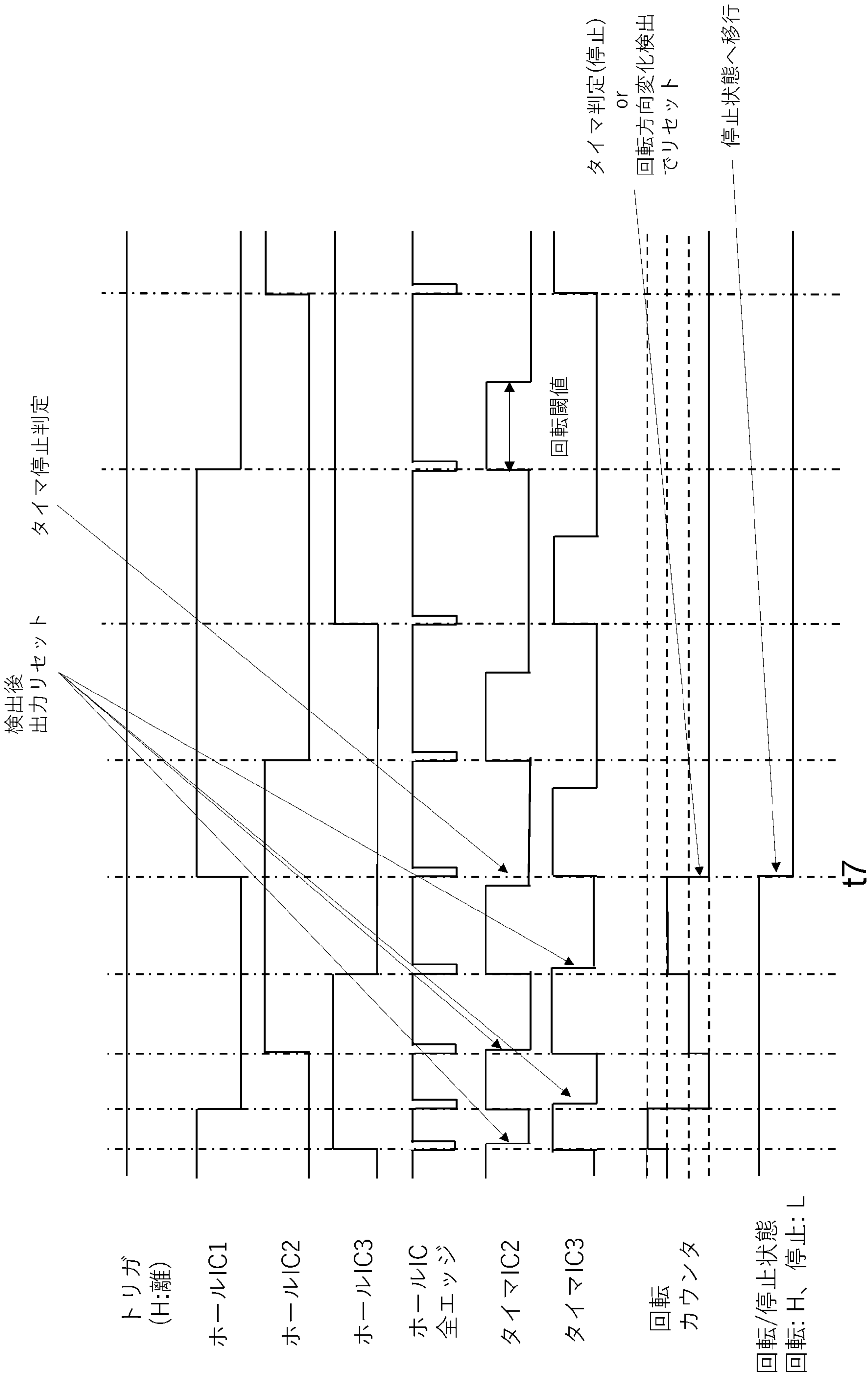
[図14]



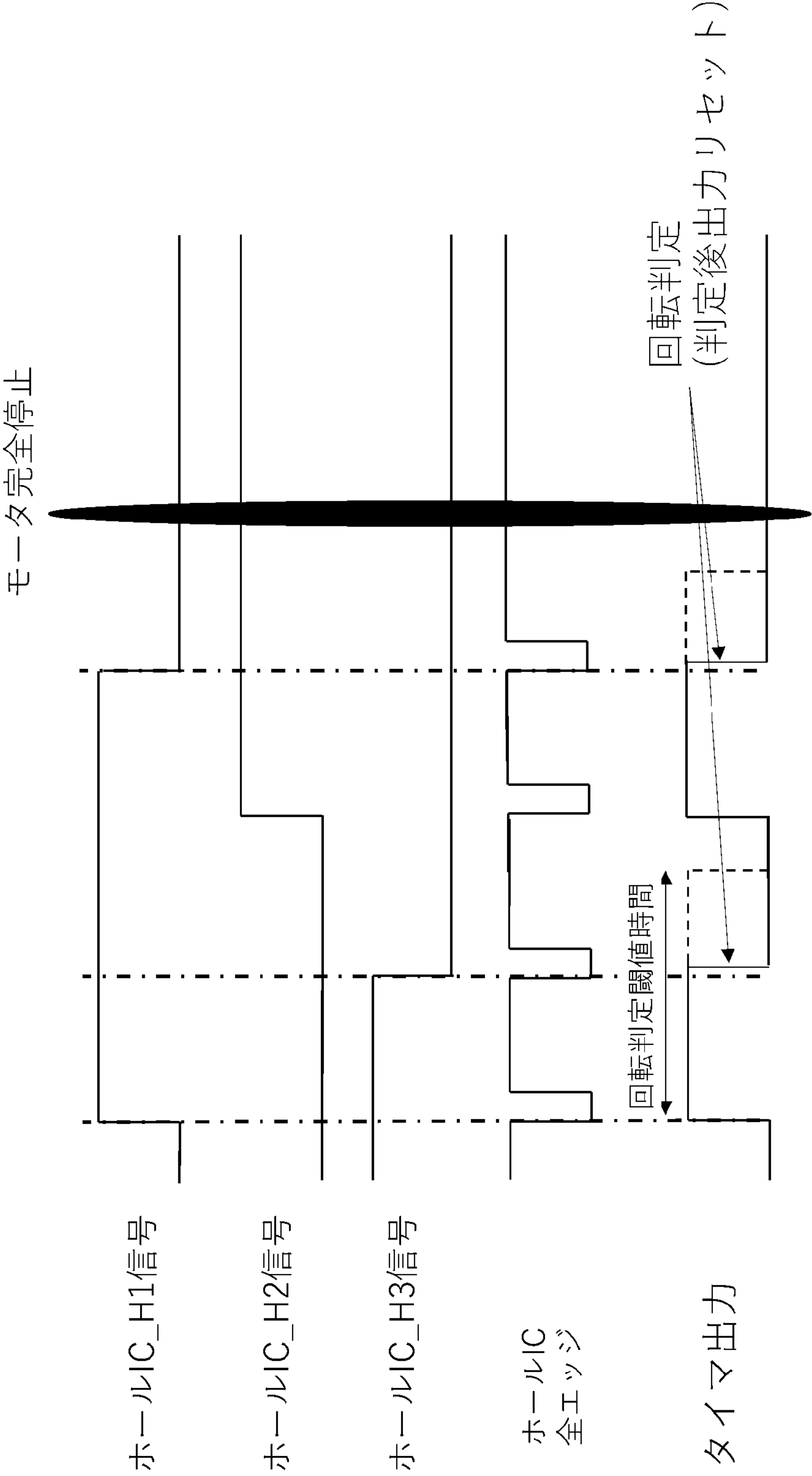
[図15]



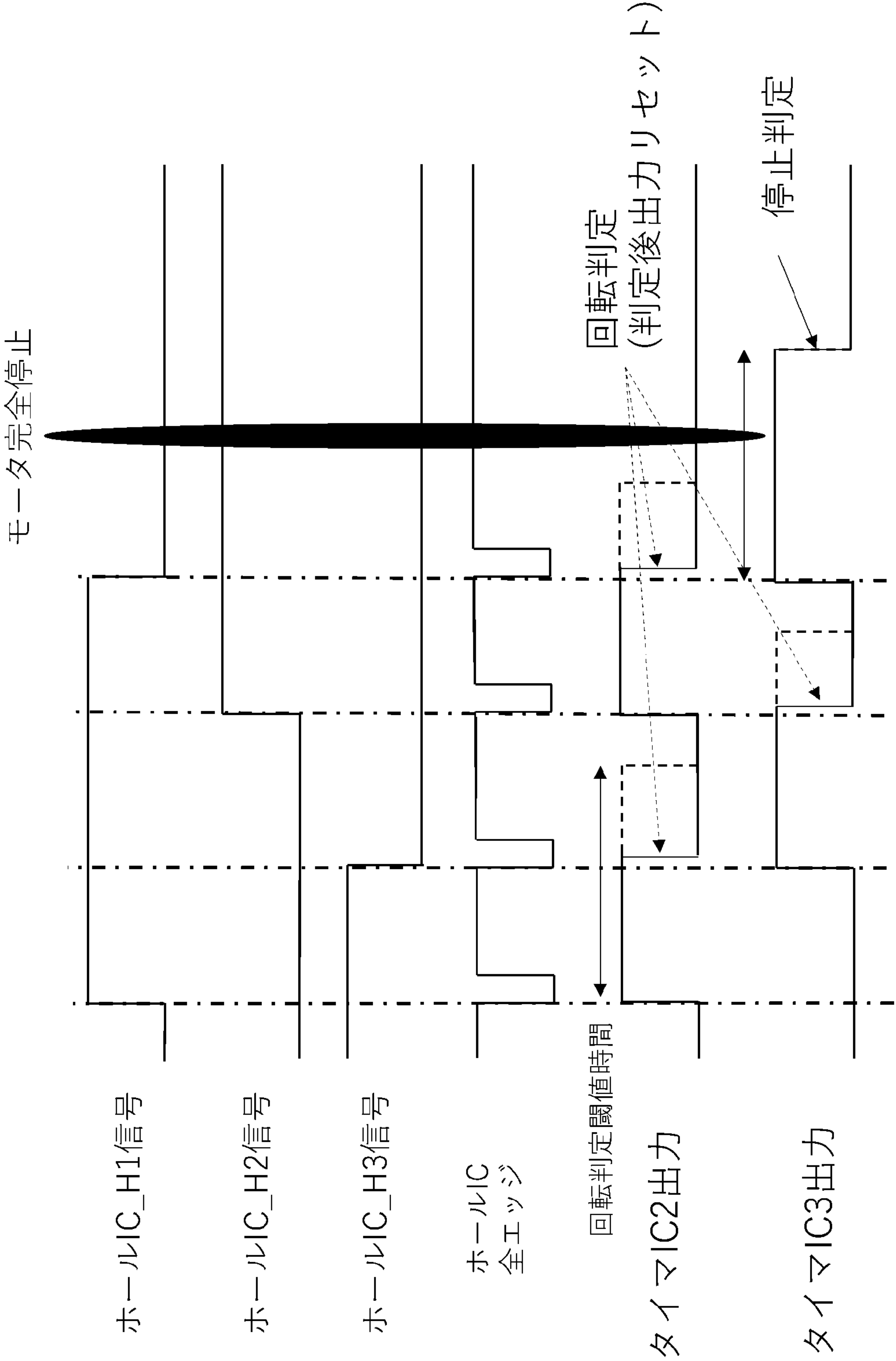
[図16]



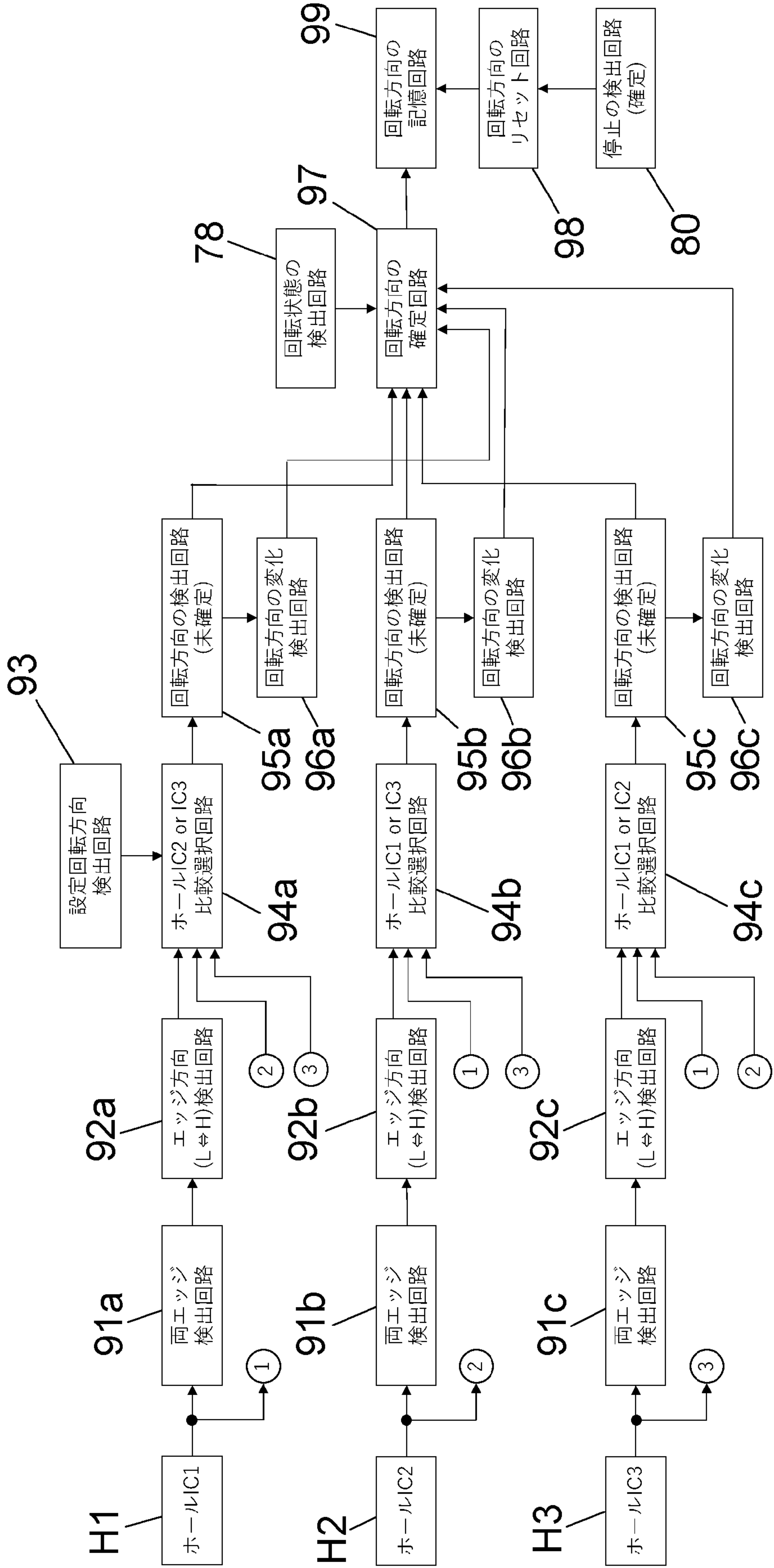
[図17]



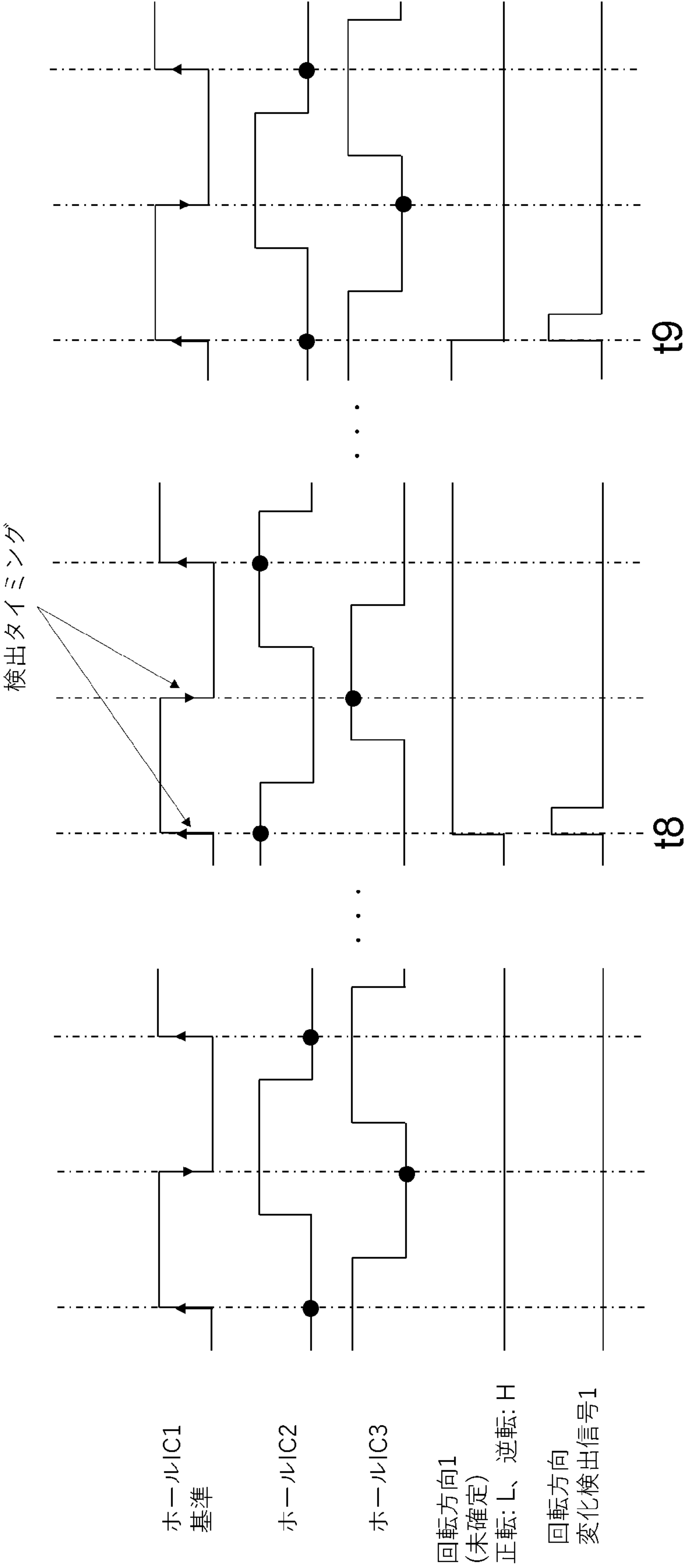
[図18]



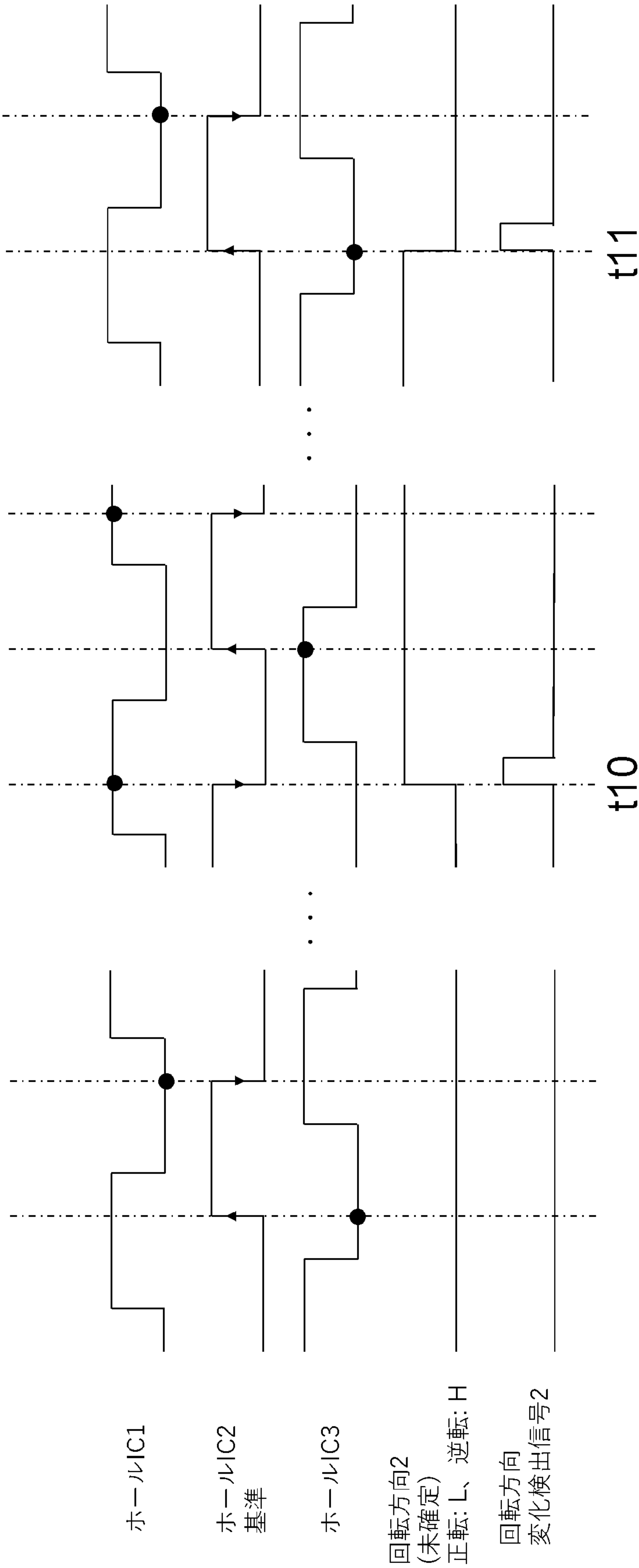
[図19]



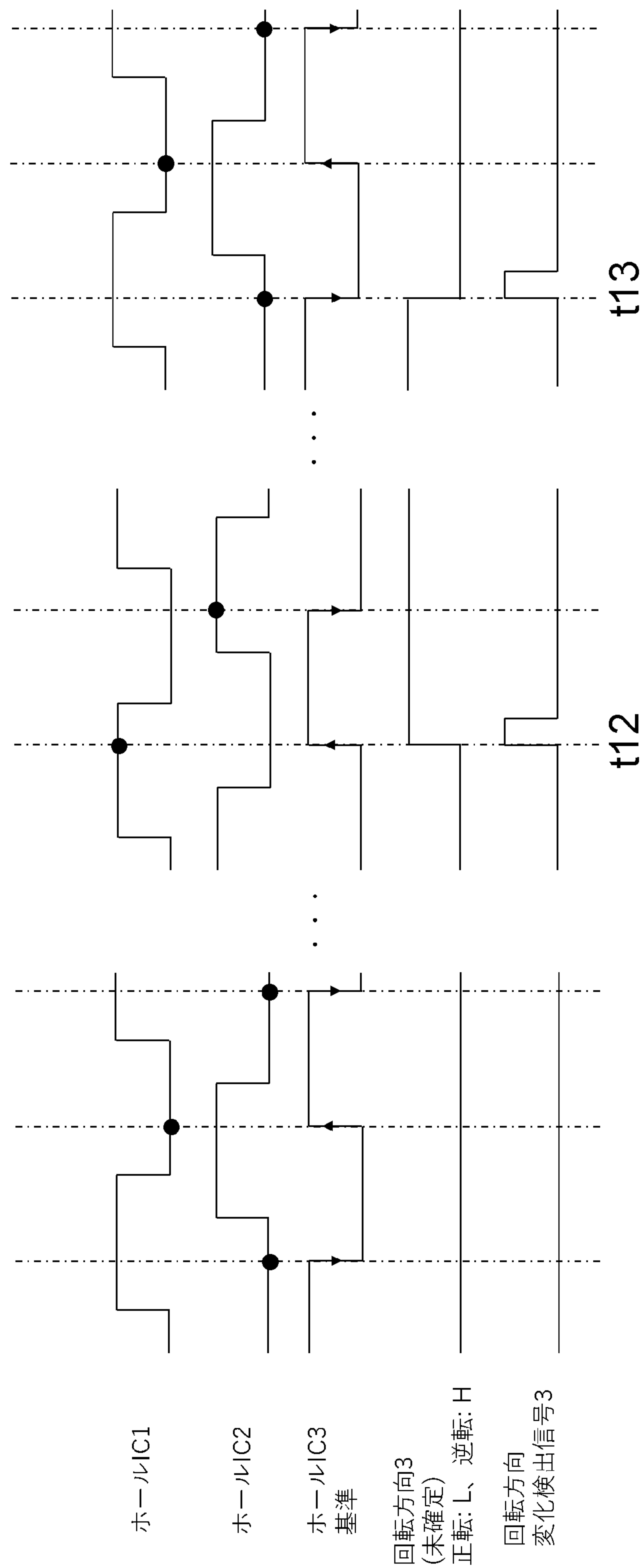
[図20]



[図21]

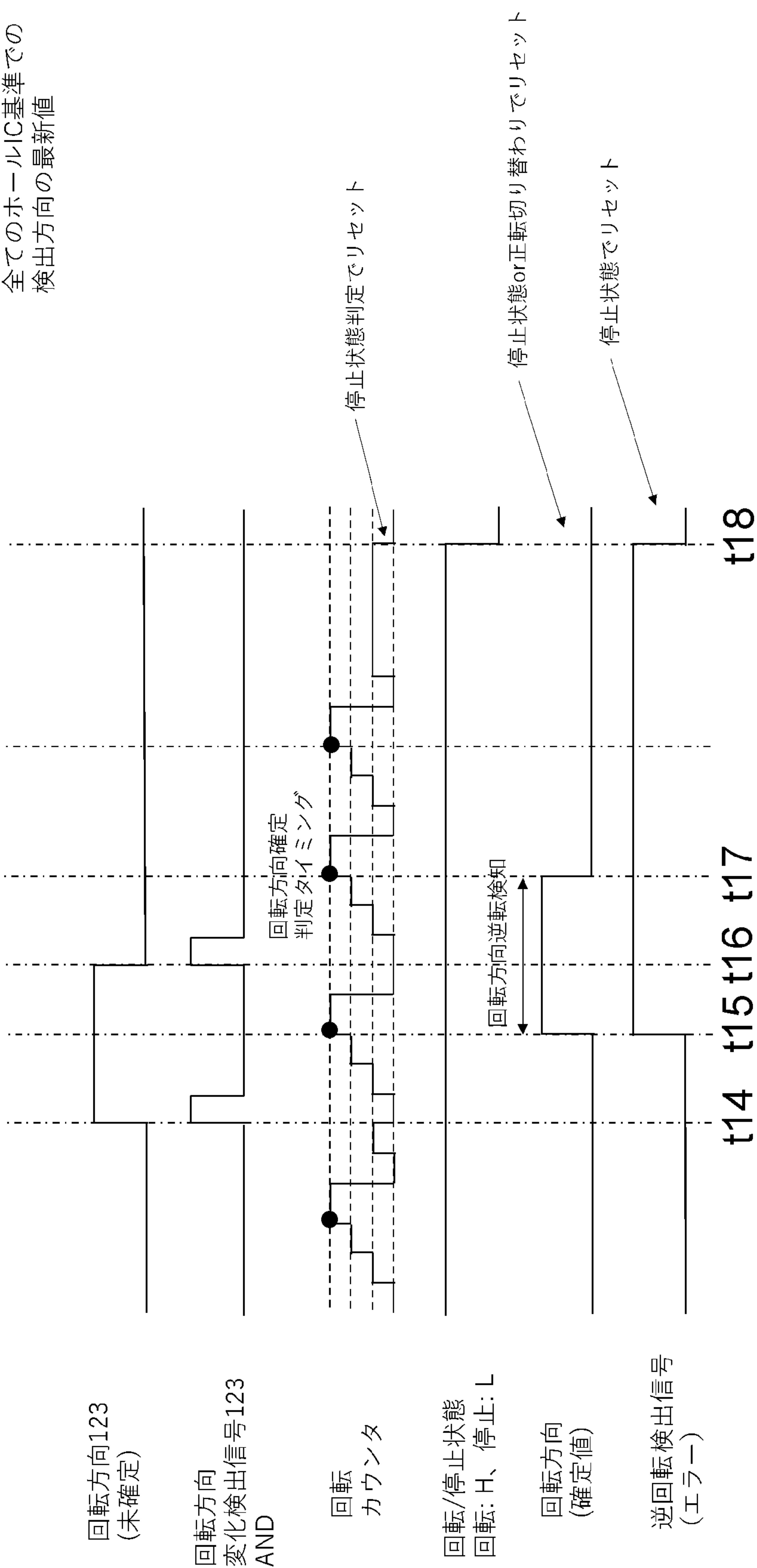


[図22]

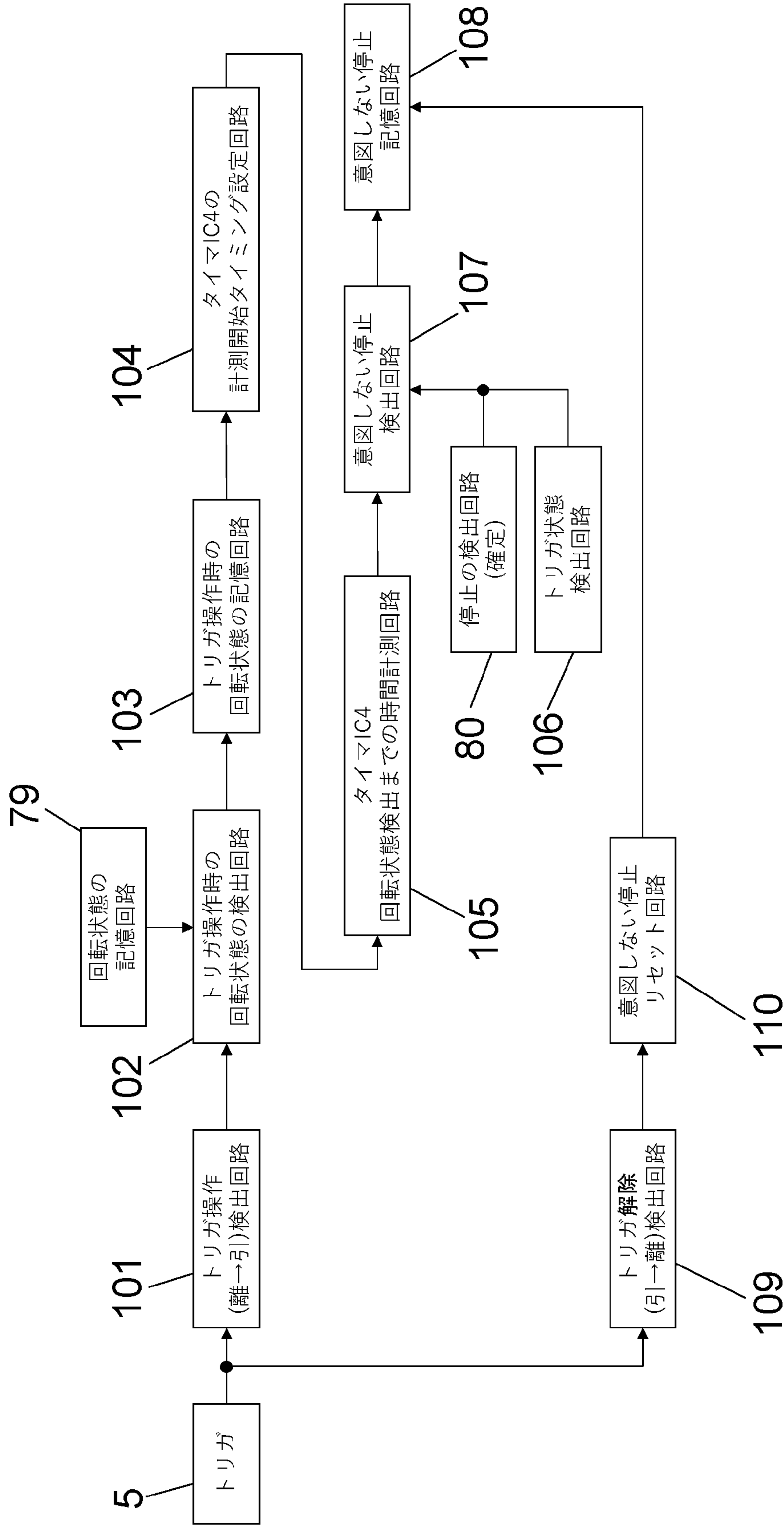


[図23]

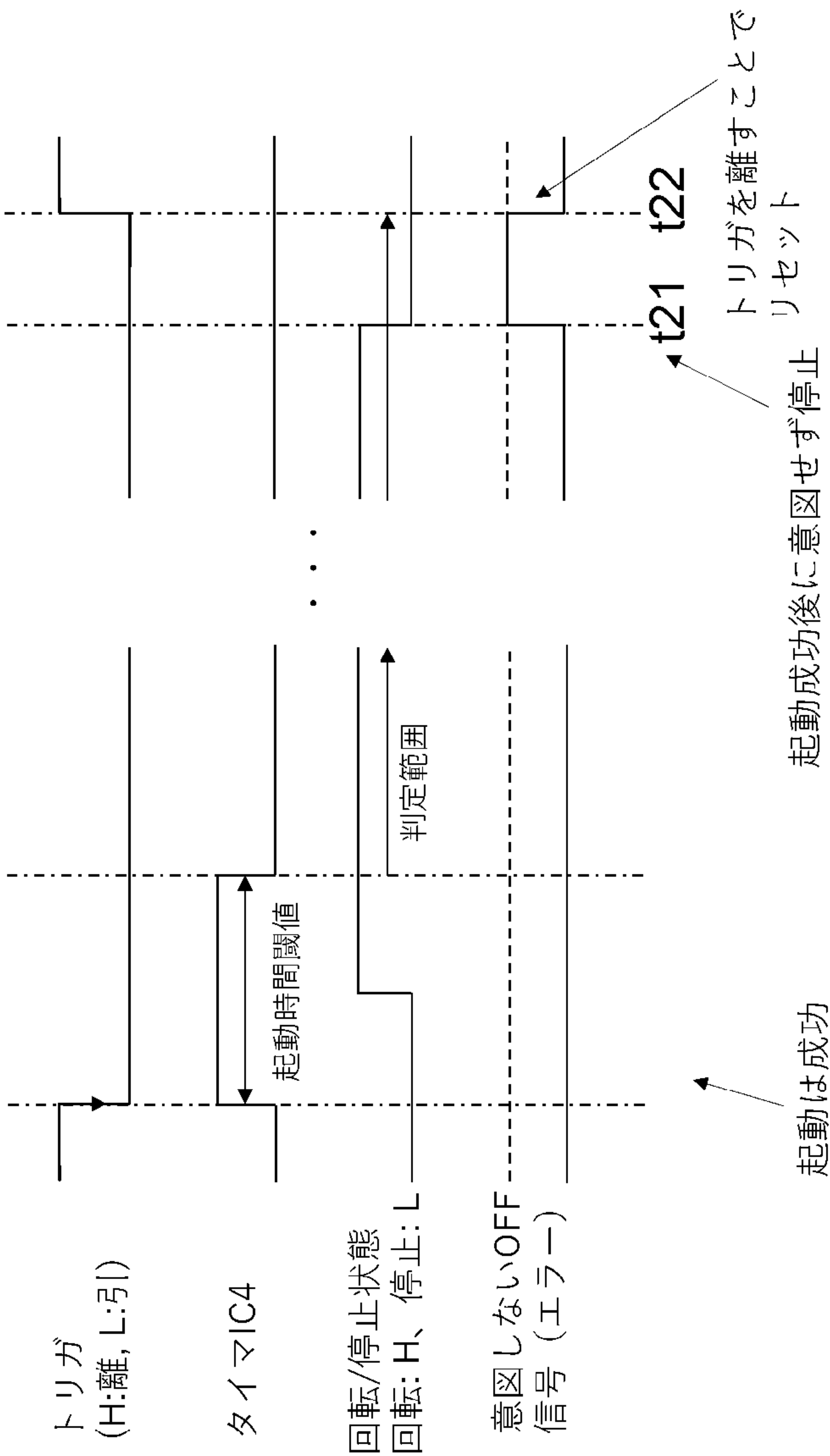
※回転方向123(未確定)は、
全てのホールIC基準での
検出方向の最新値



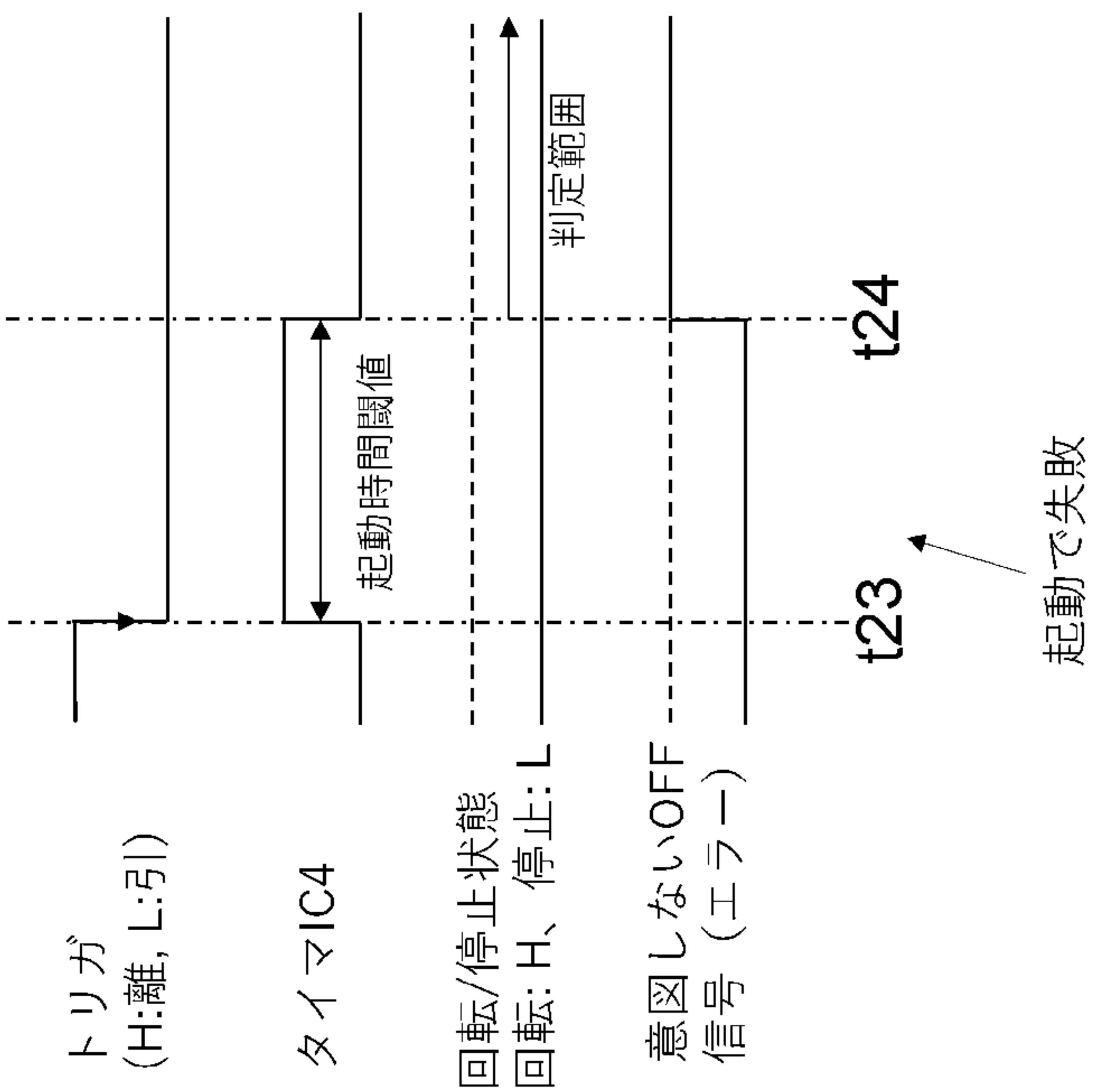
[図24]



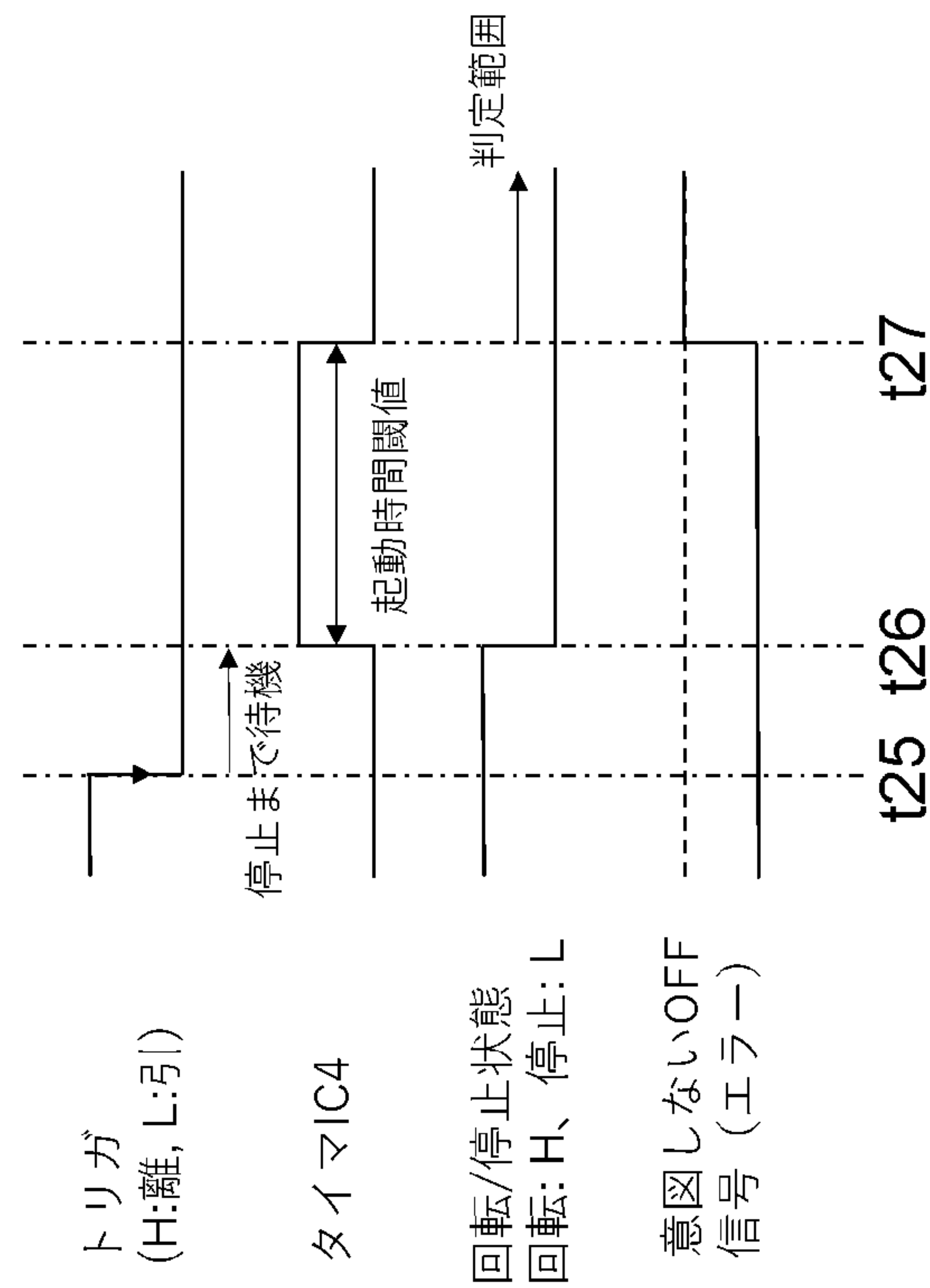
[図25]



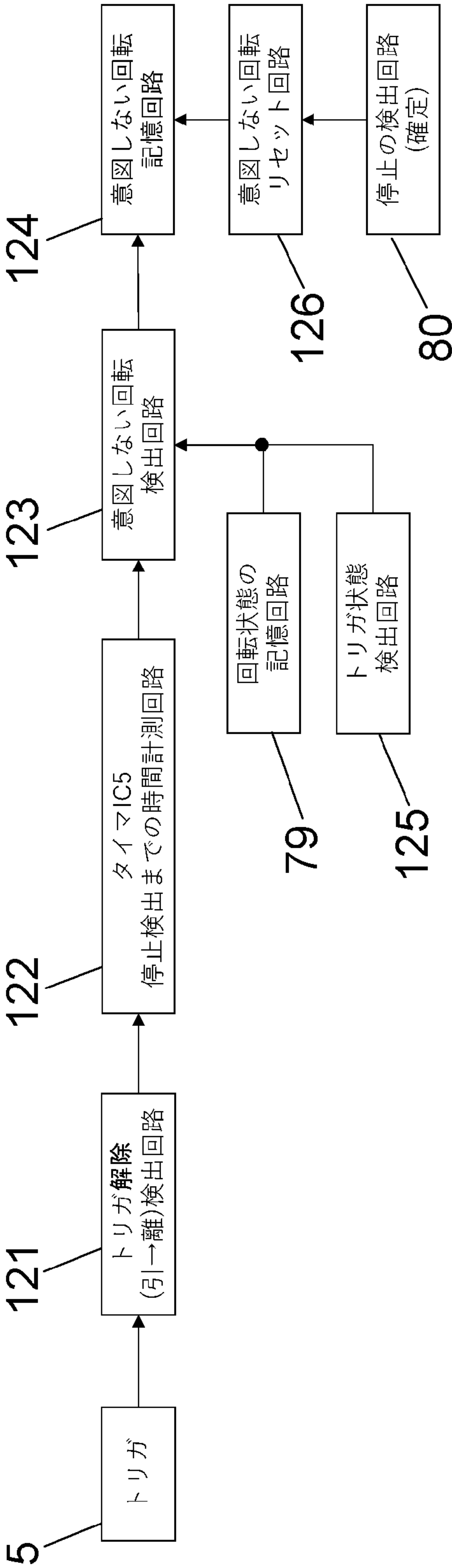
[図26]



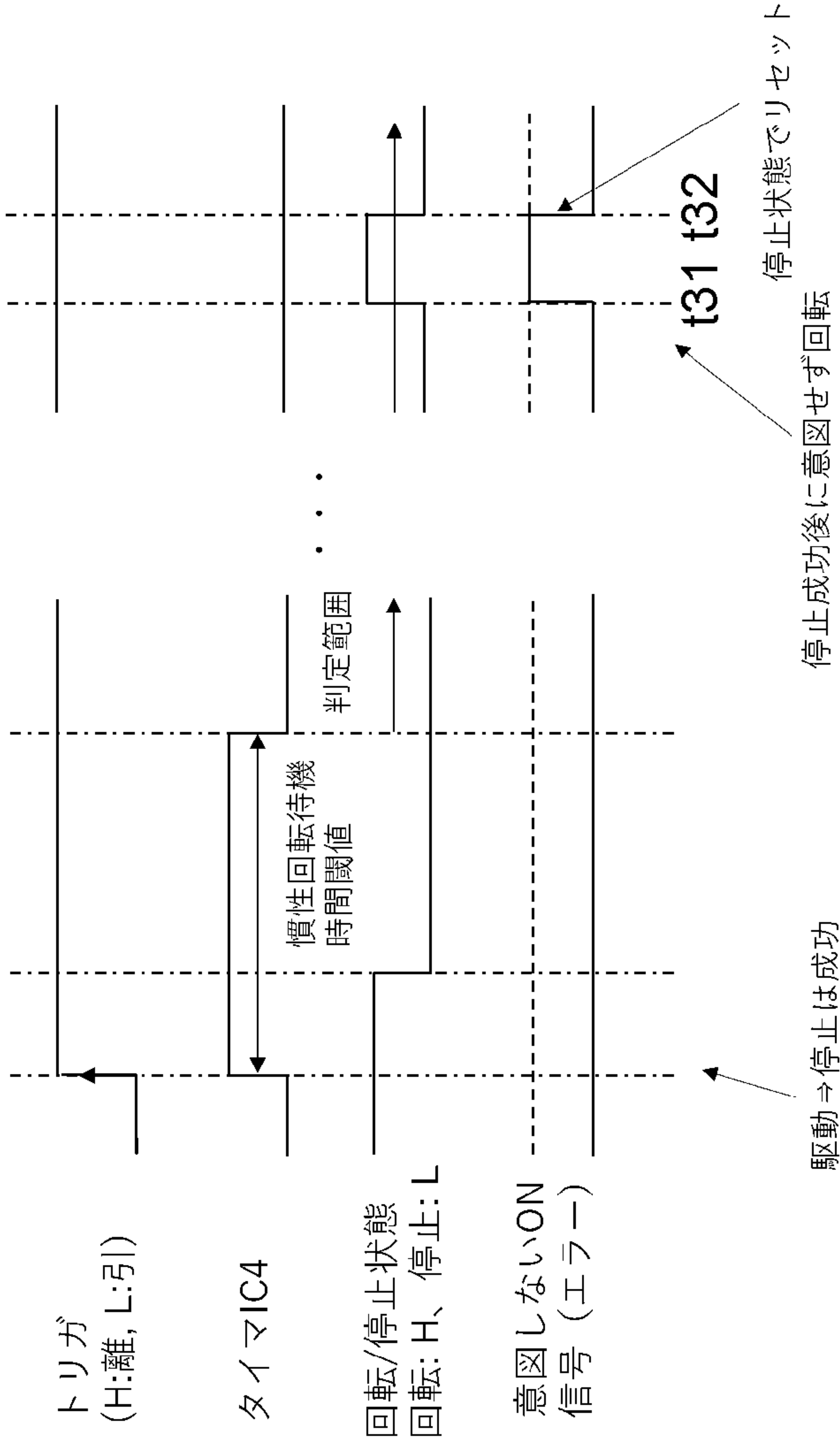
[図27]



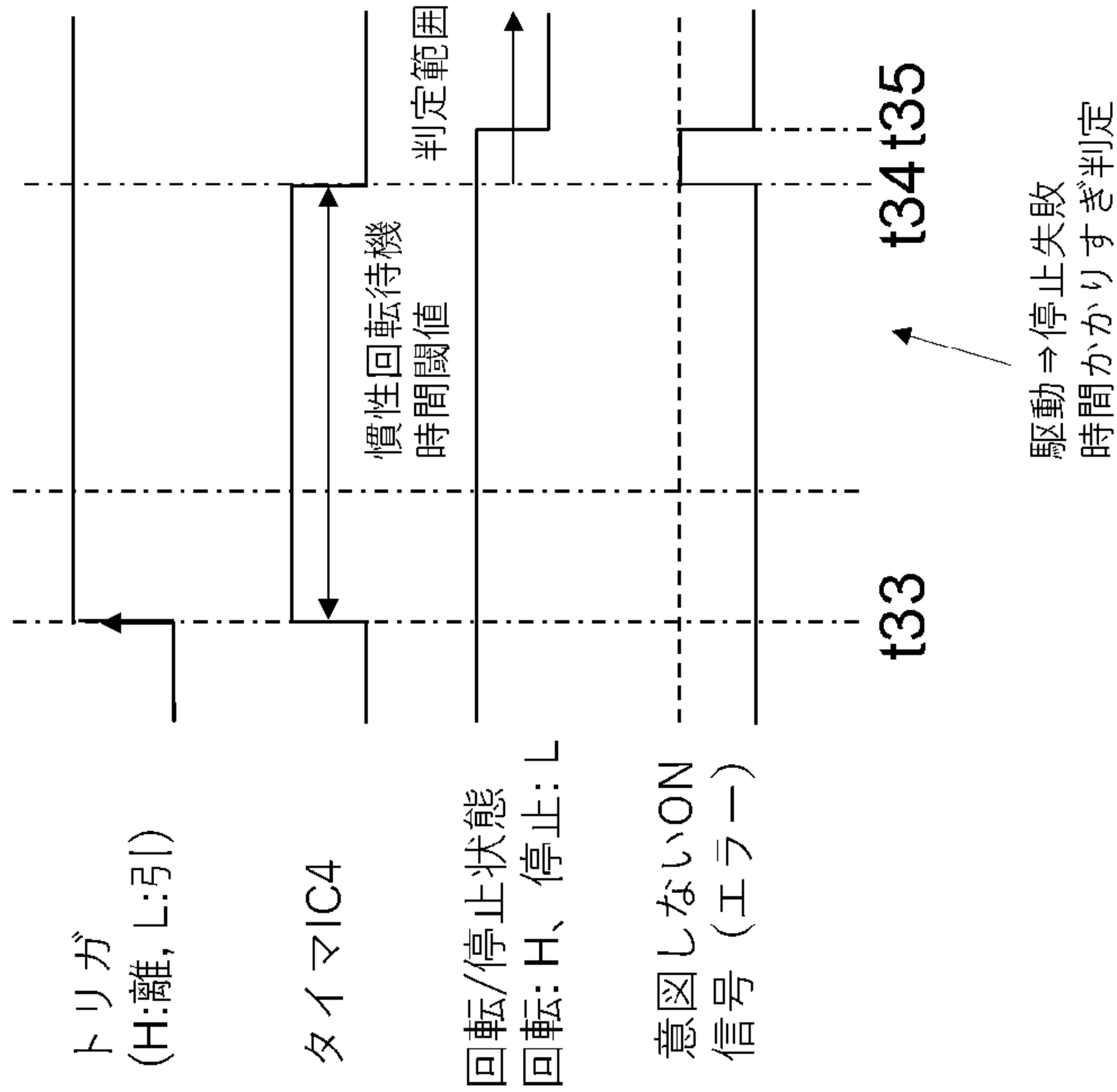
[図28]



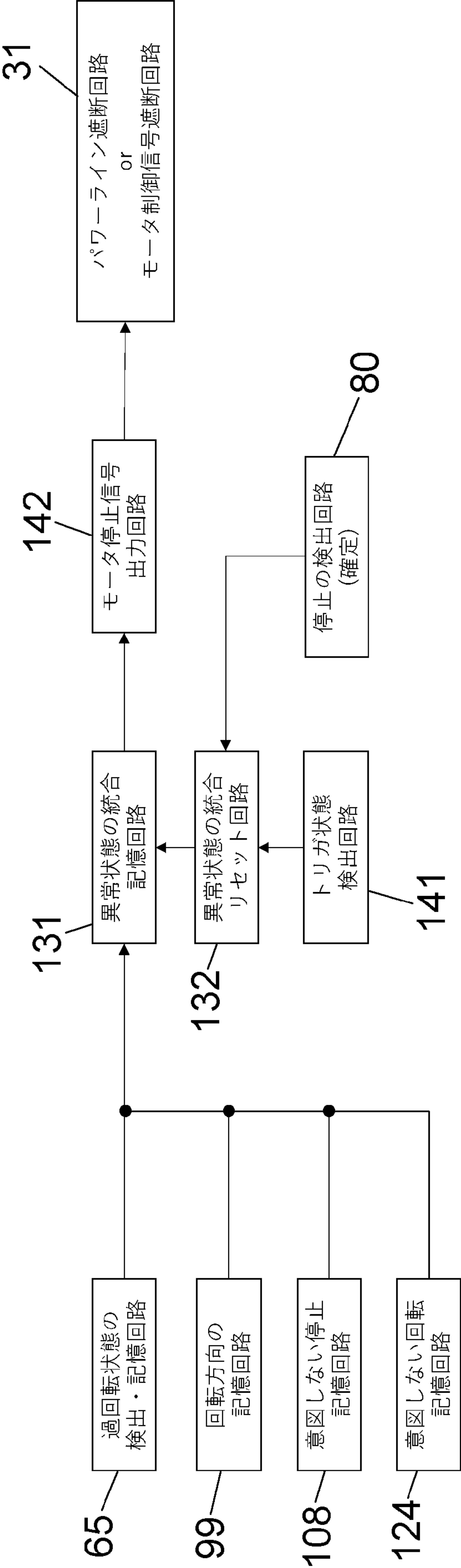
[図29]



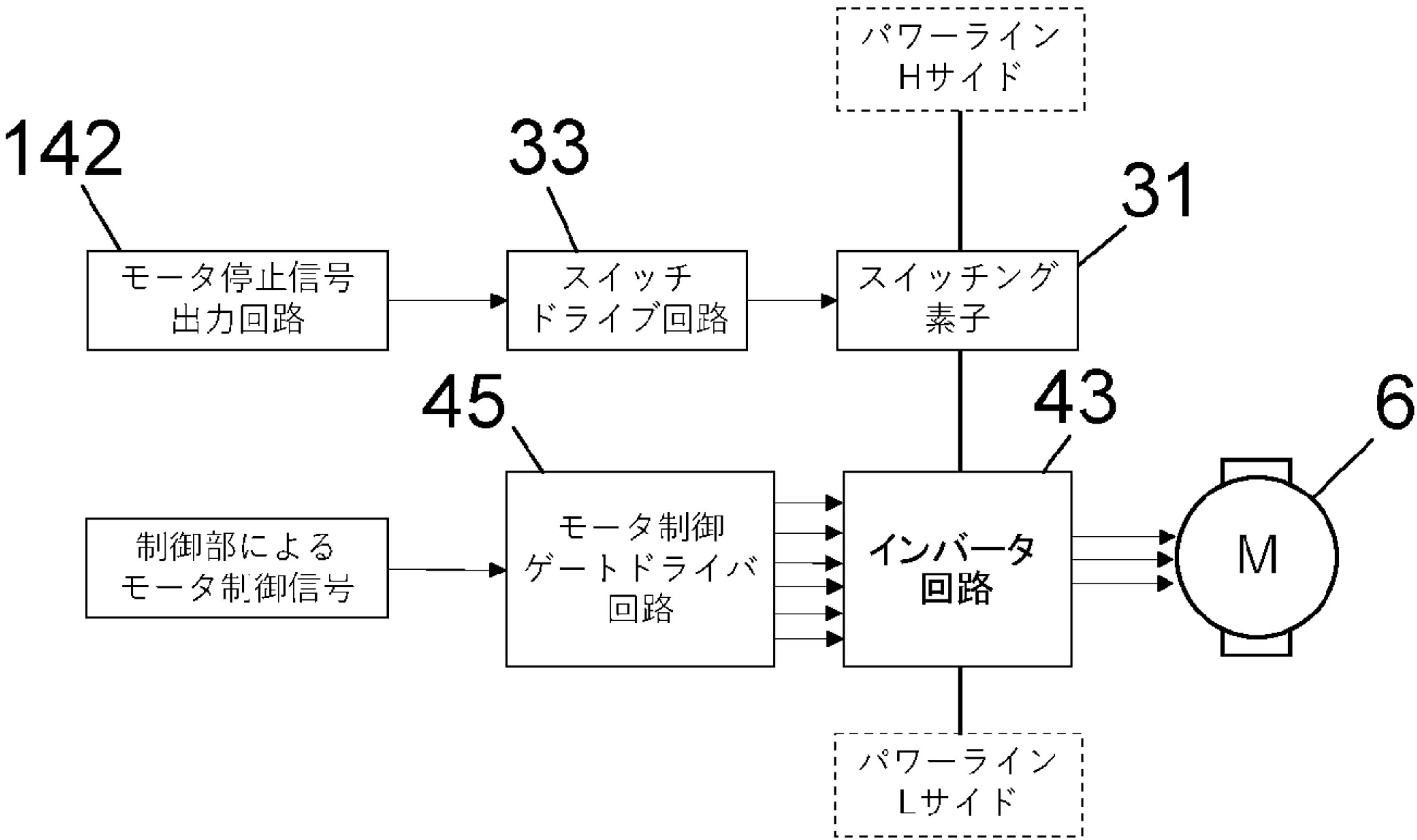
[図30]



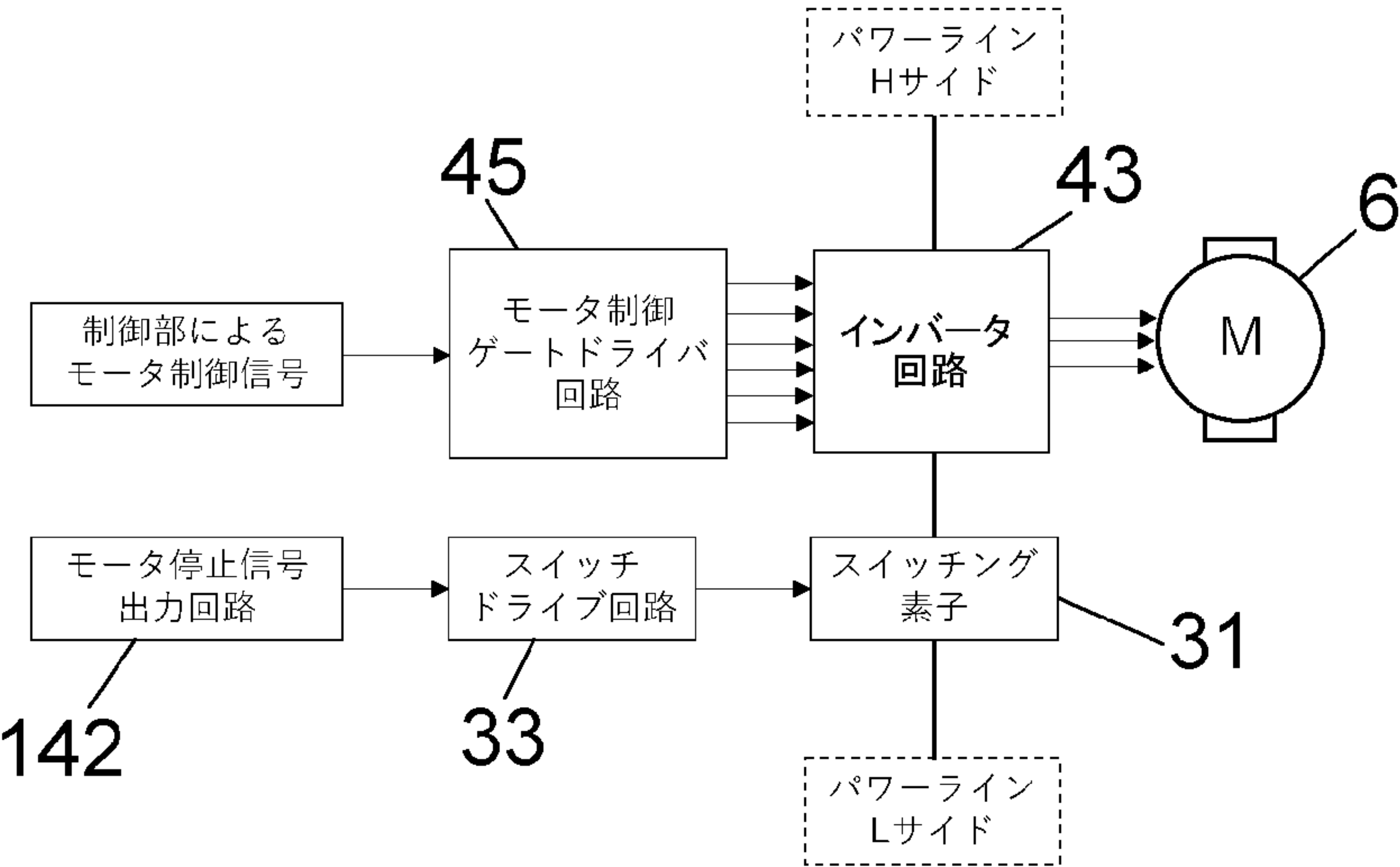
[図31]



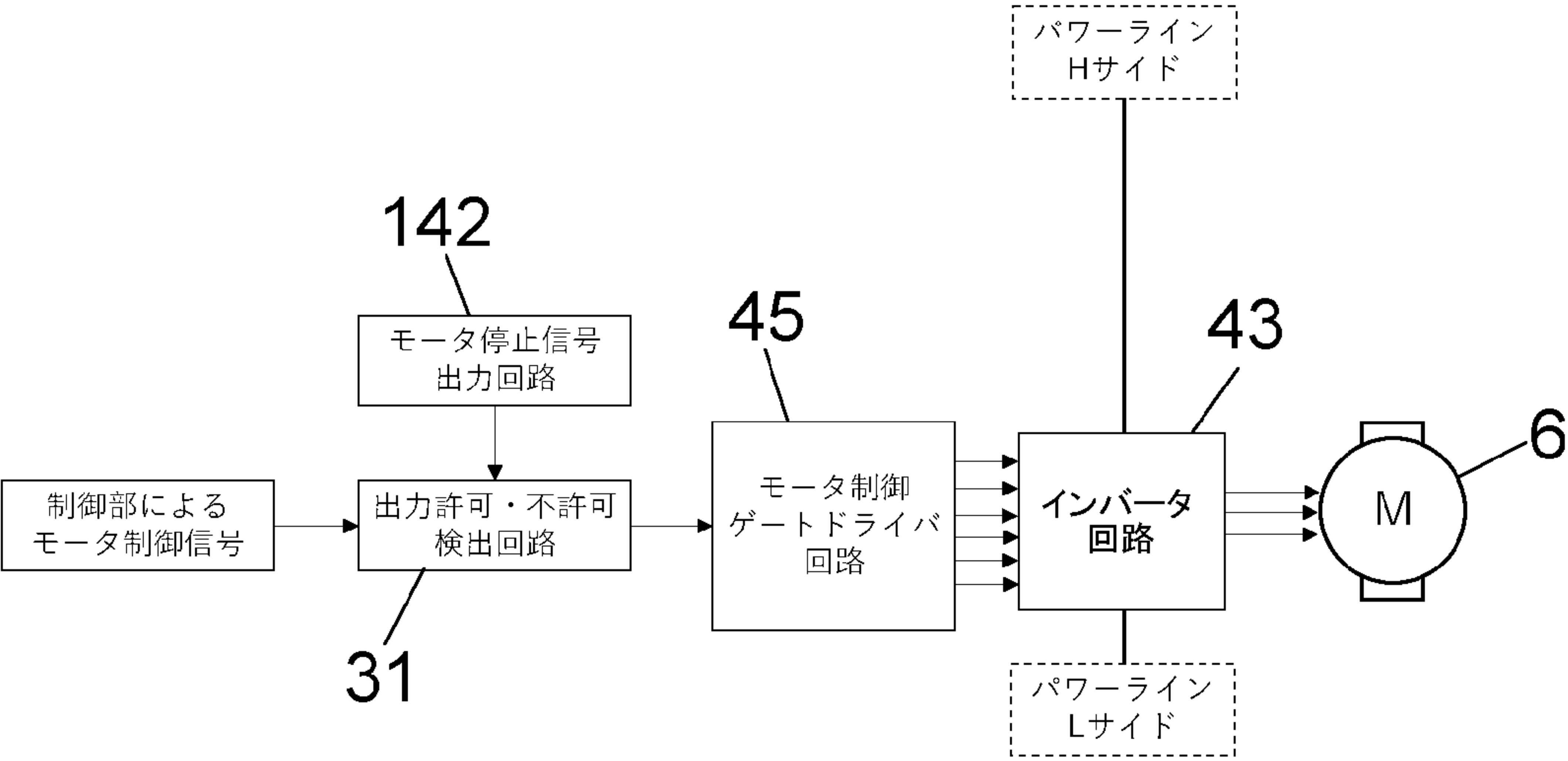
[図32]



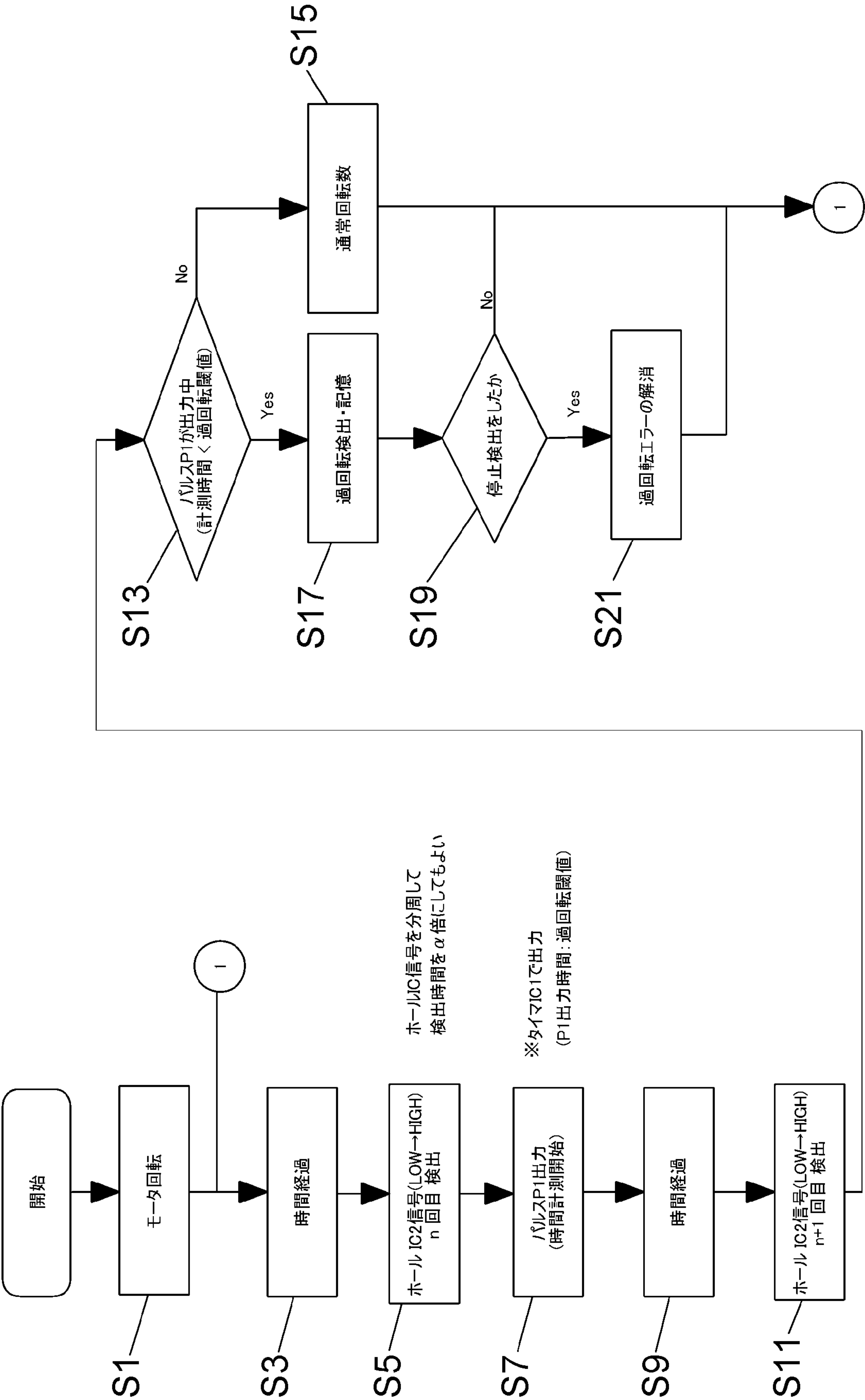
[図33]



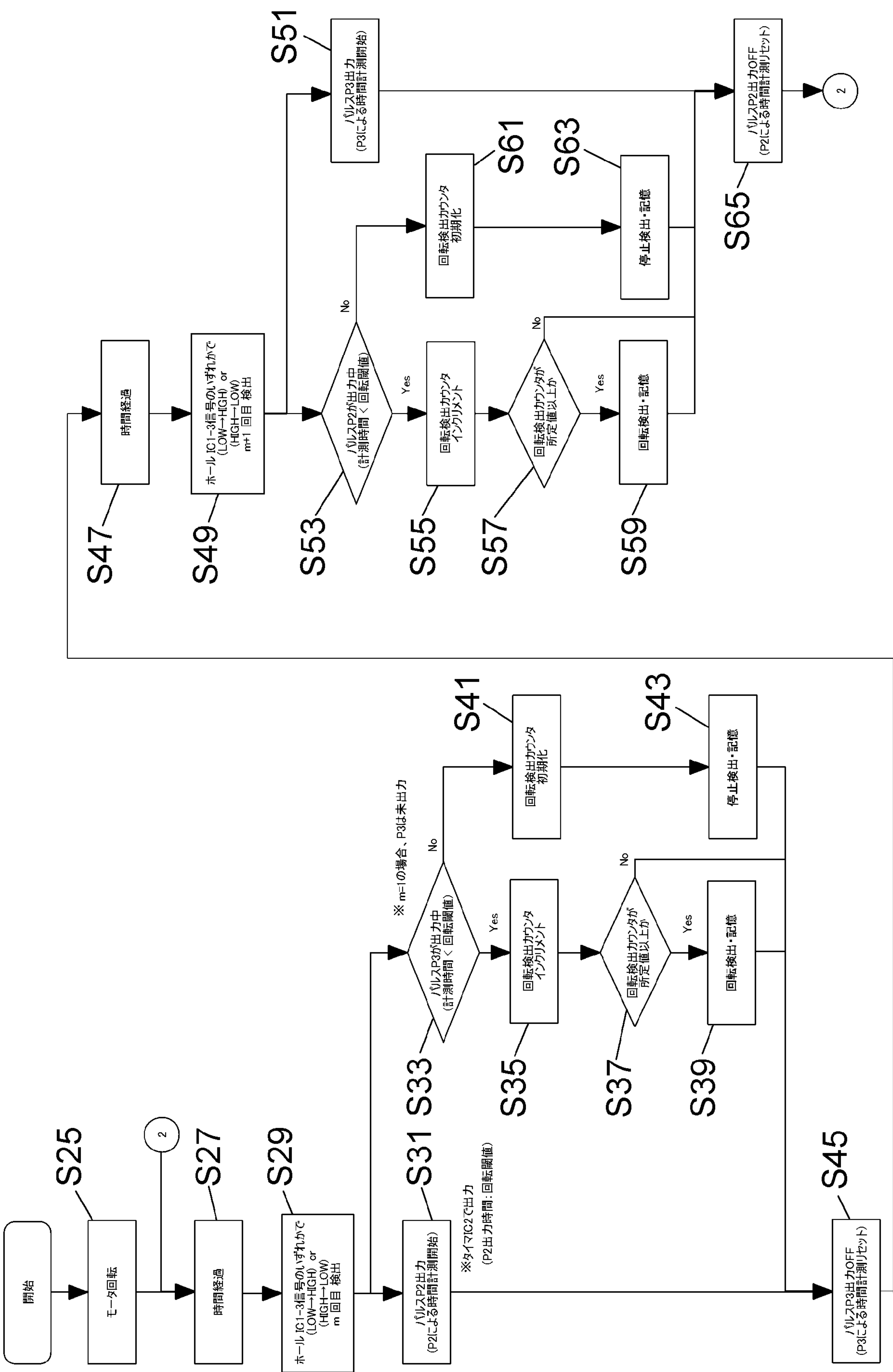
[図34]



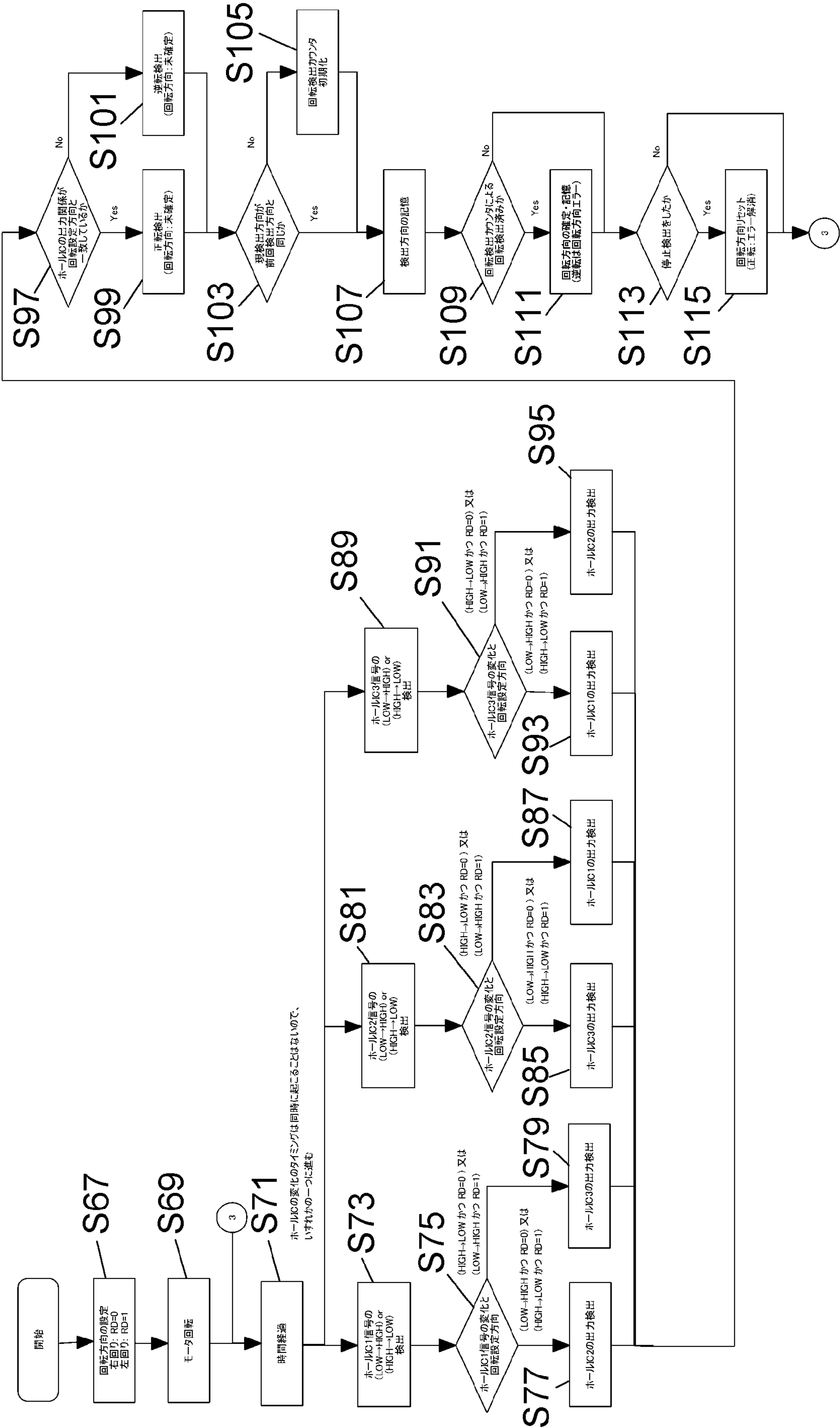
[図35]



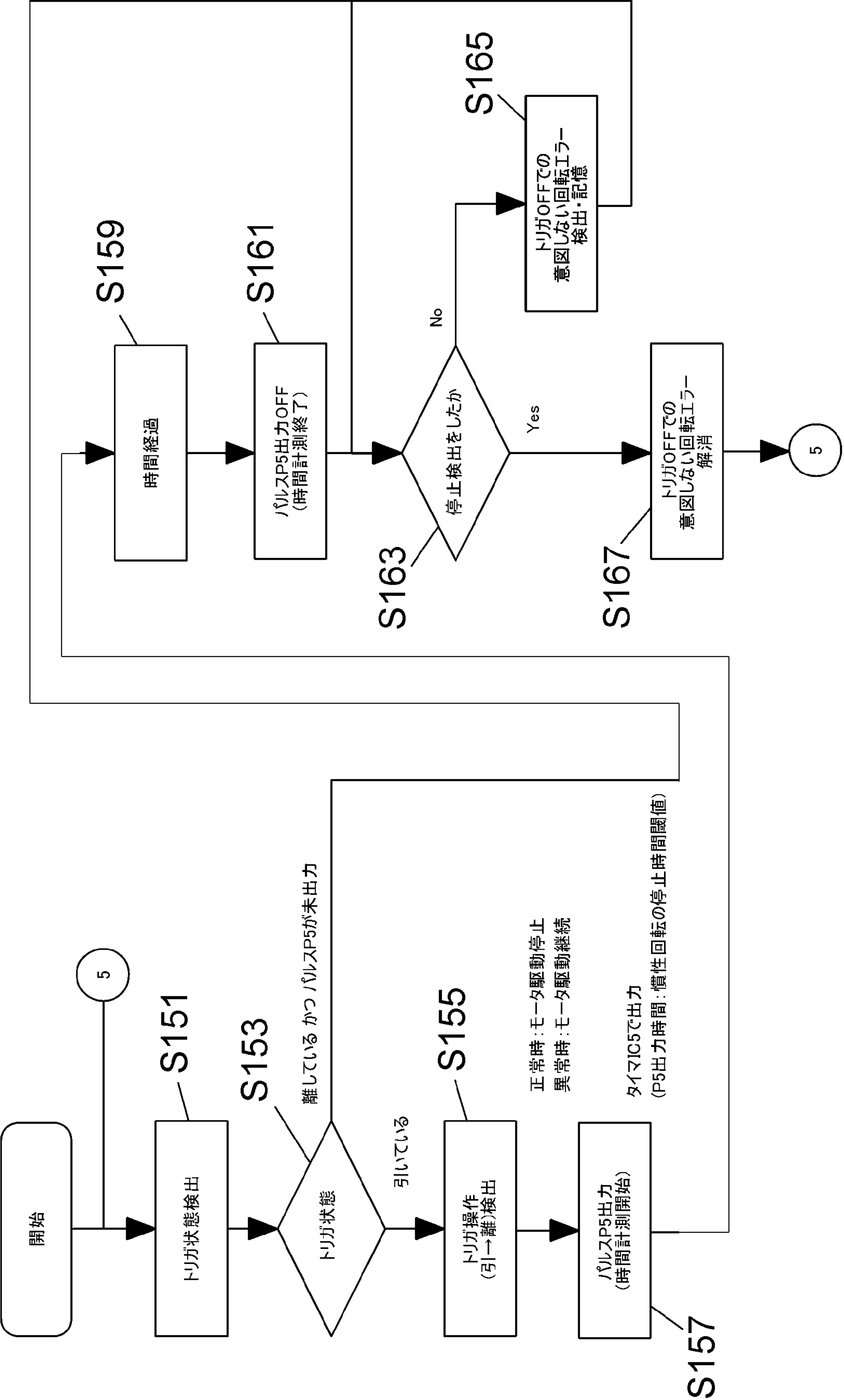
[図36]



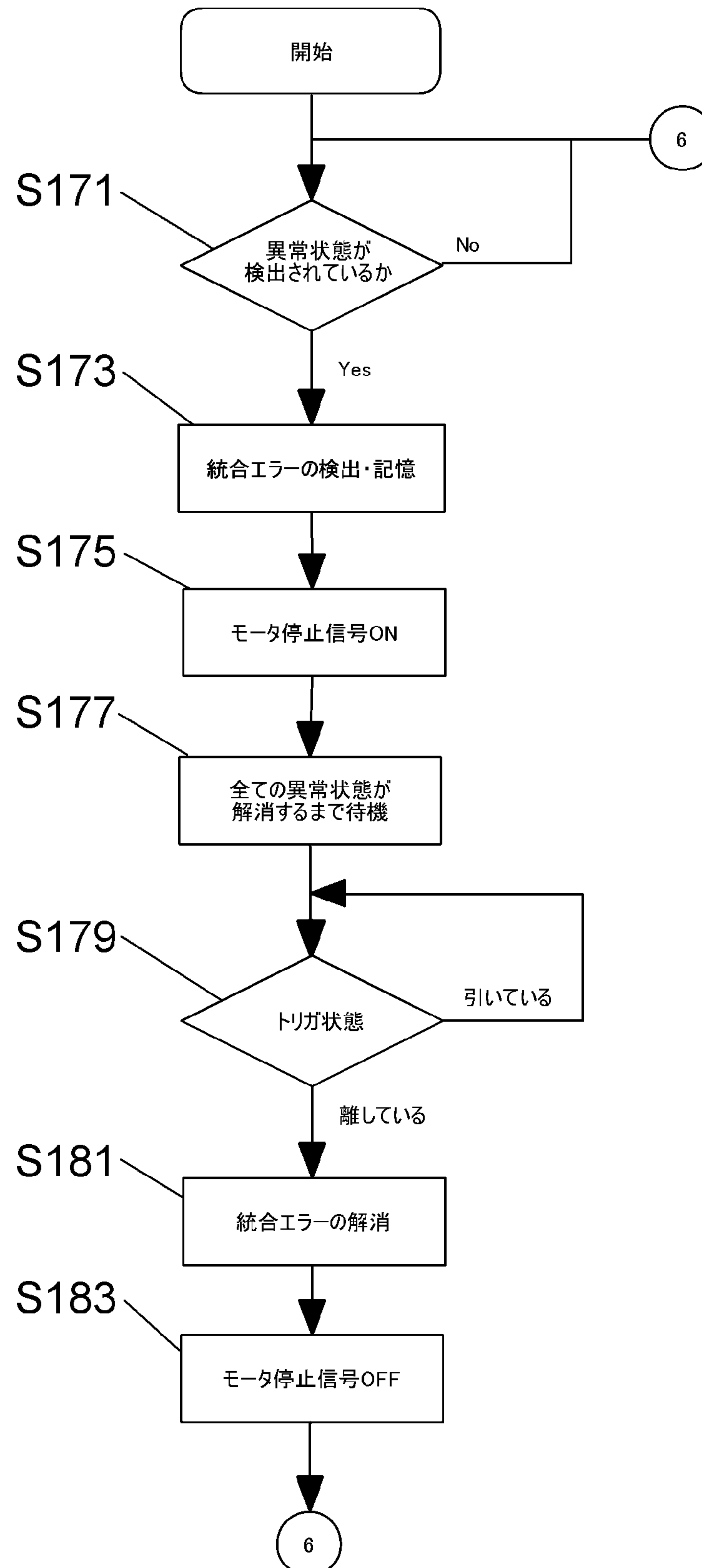
[図37]



[図39]

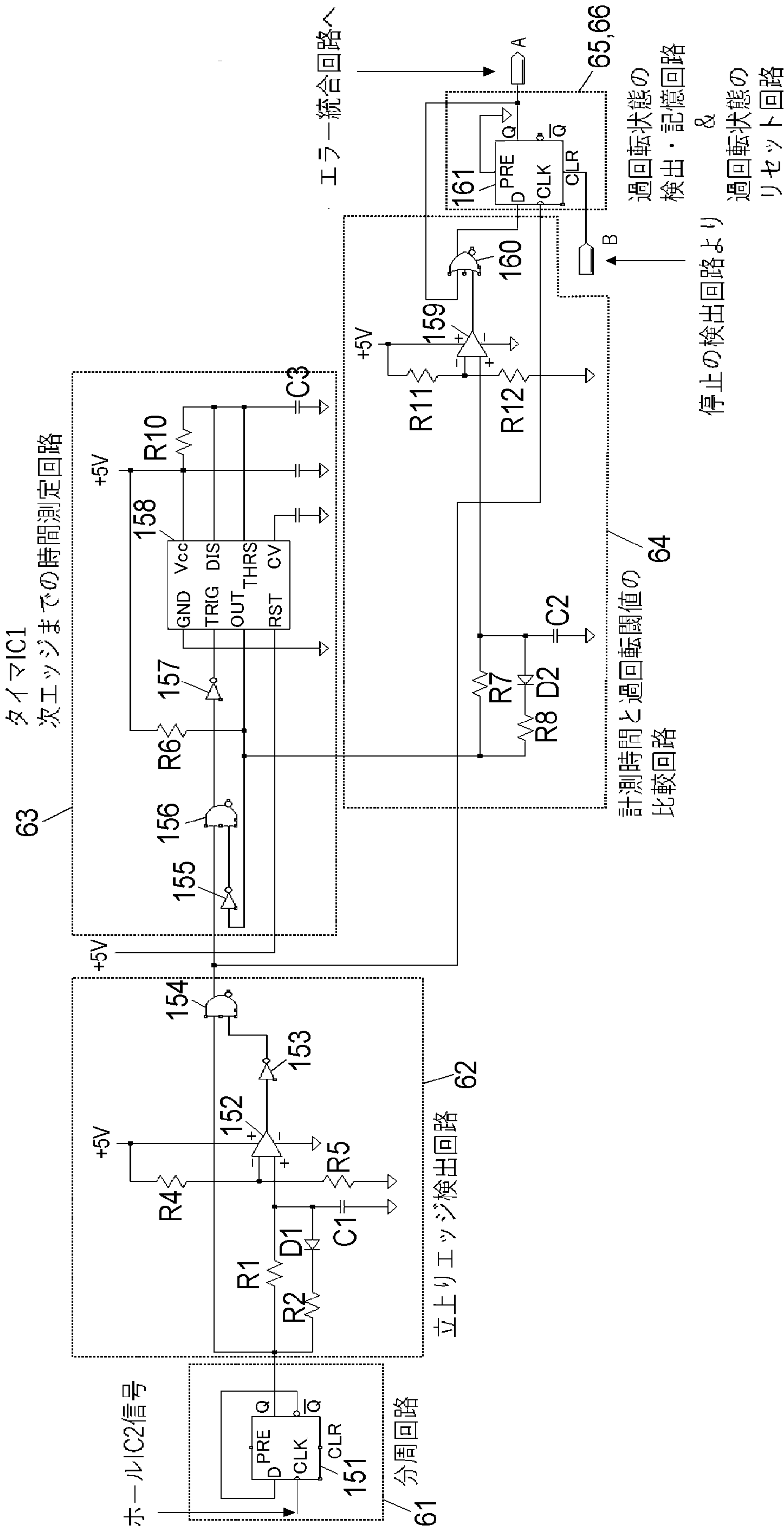


[図40]



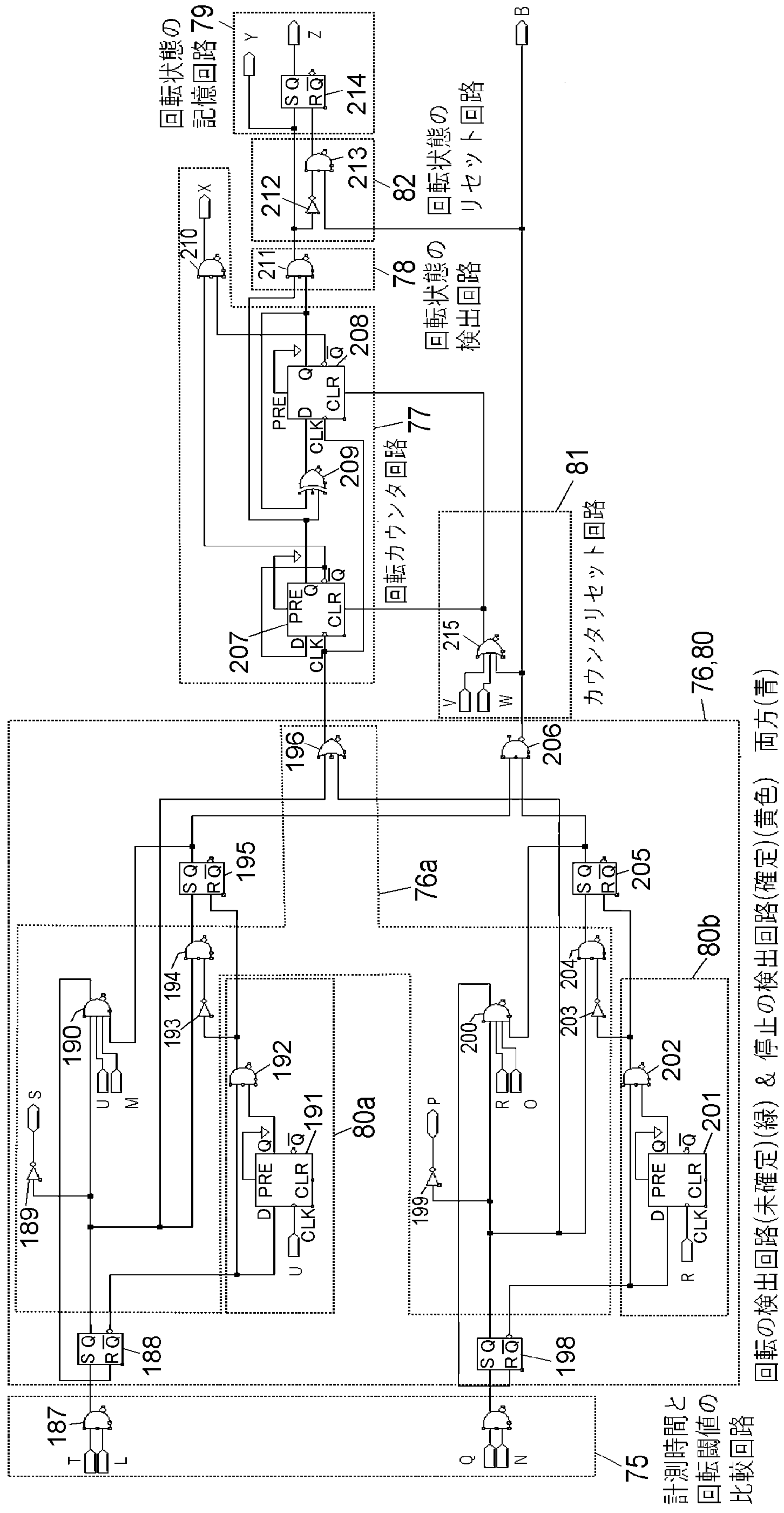
[図41]

過回転検出回路

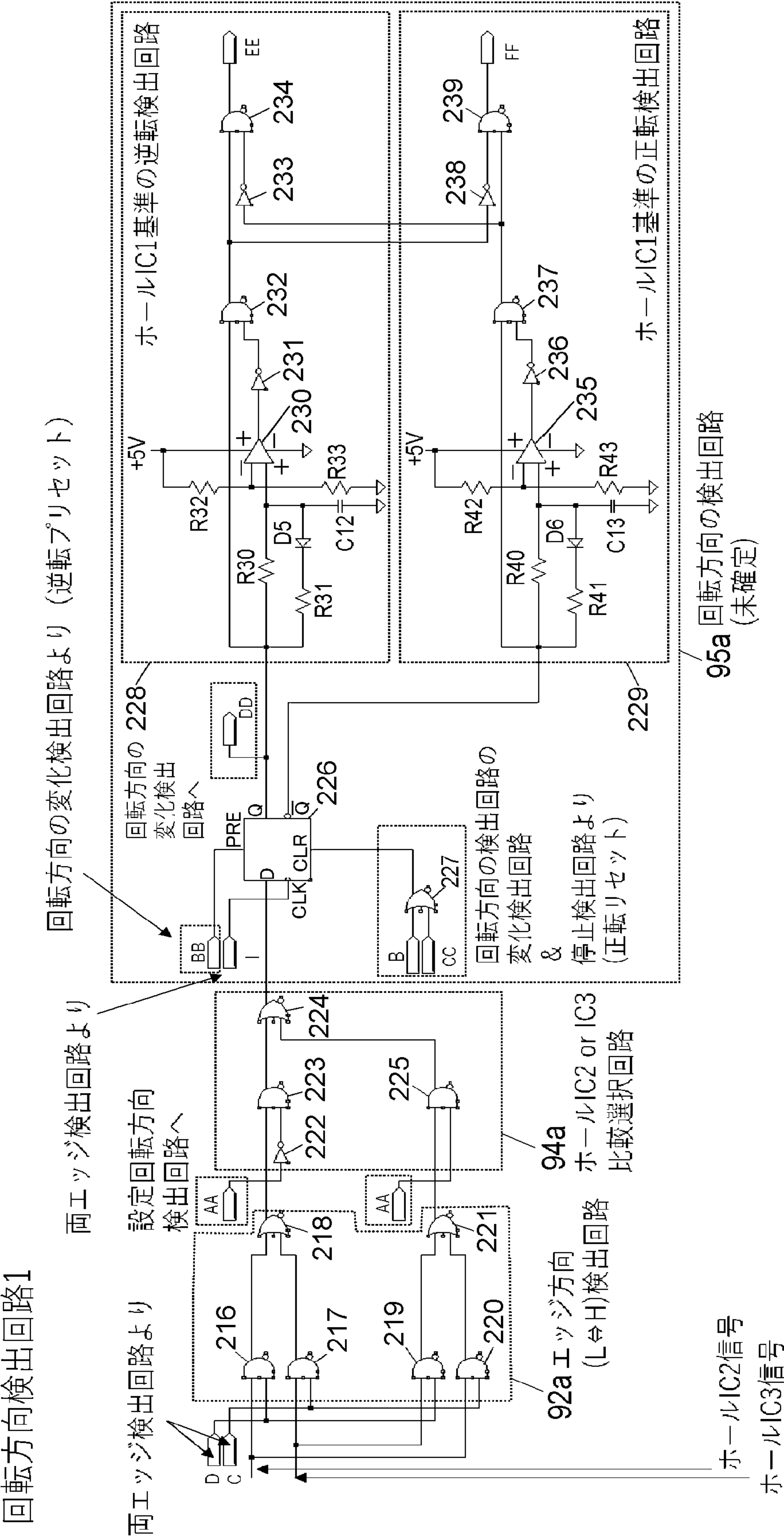


[図43]

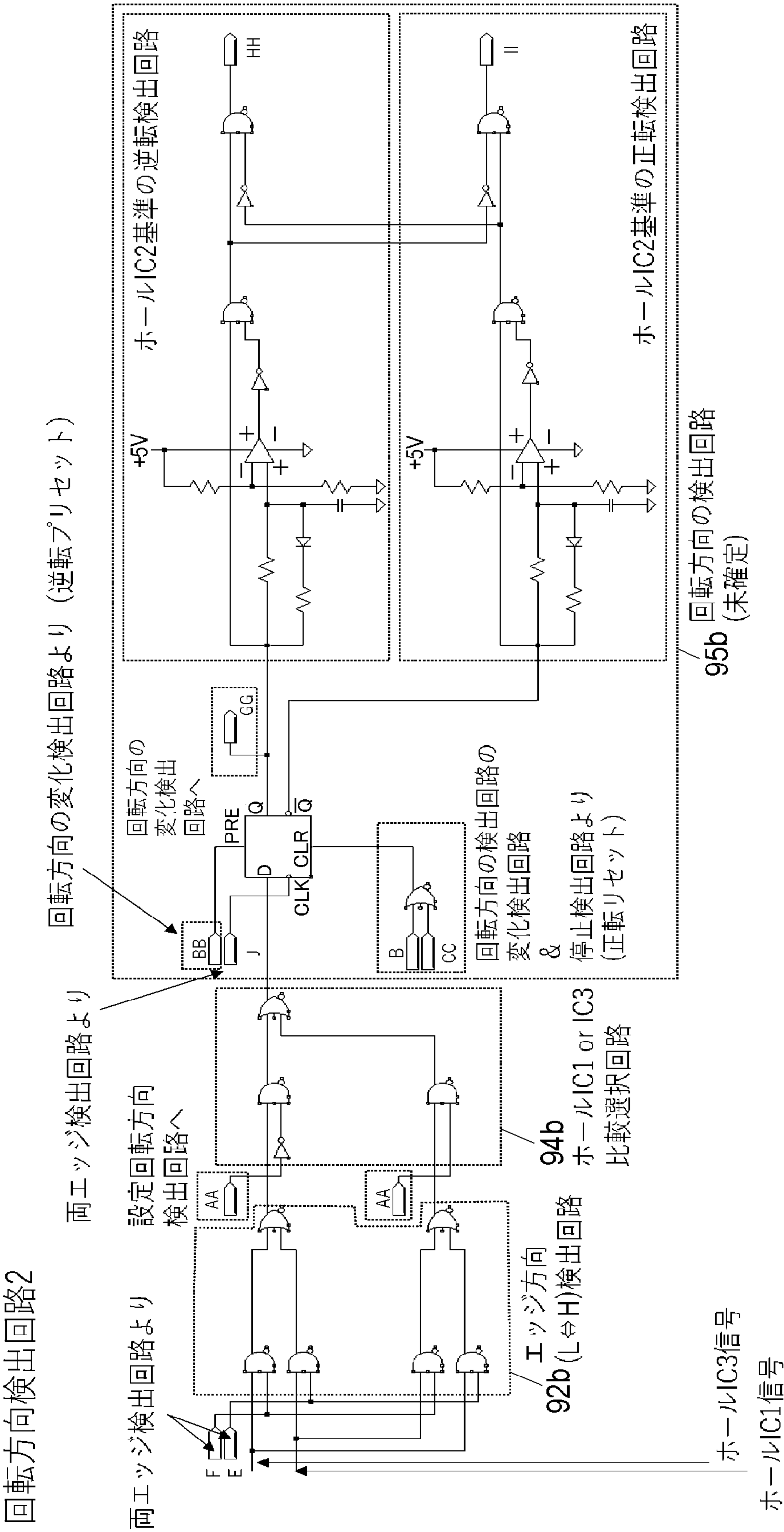
回転検出回路2



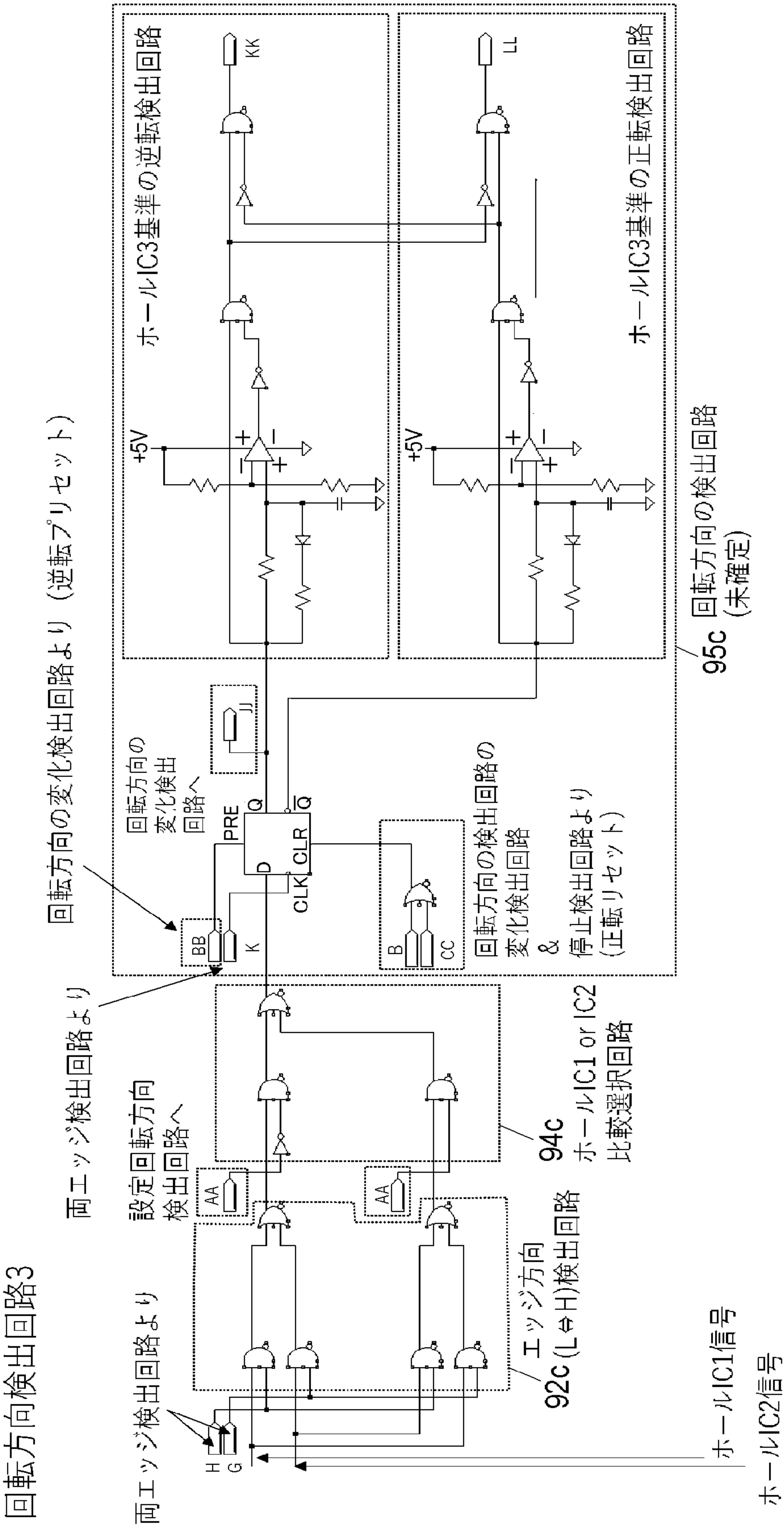
[図44]



[図45]

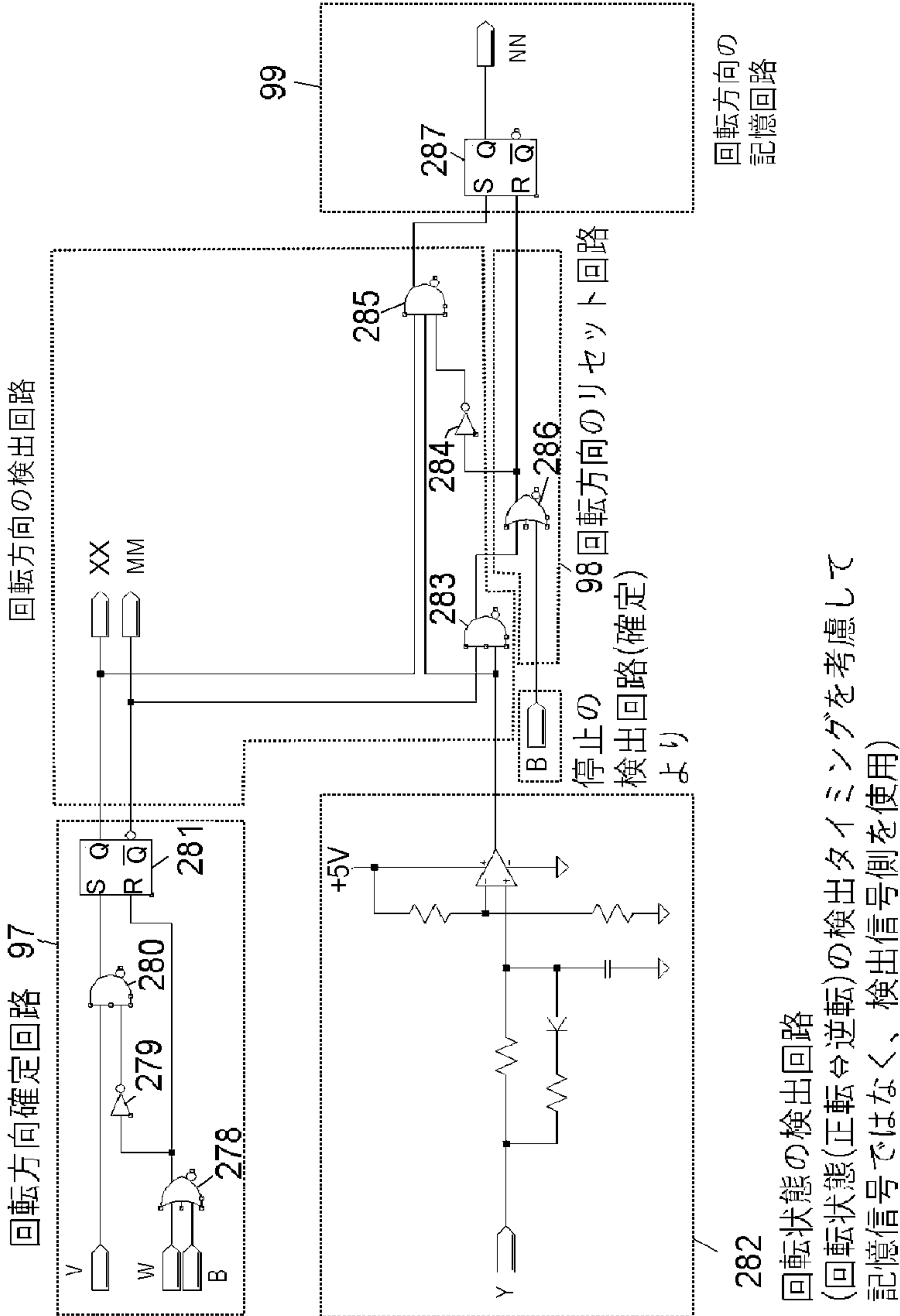
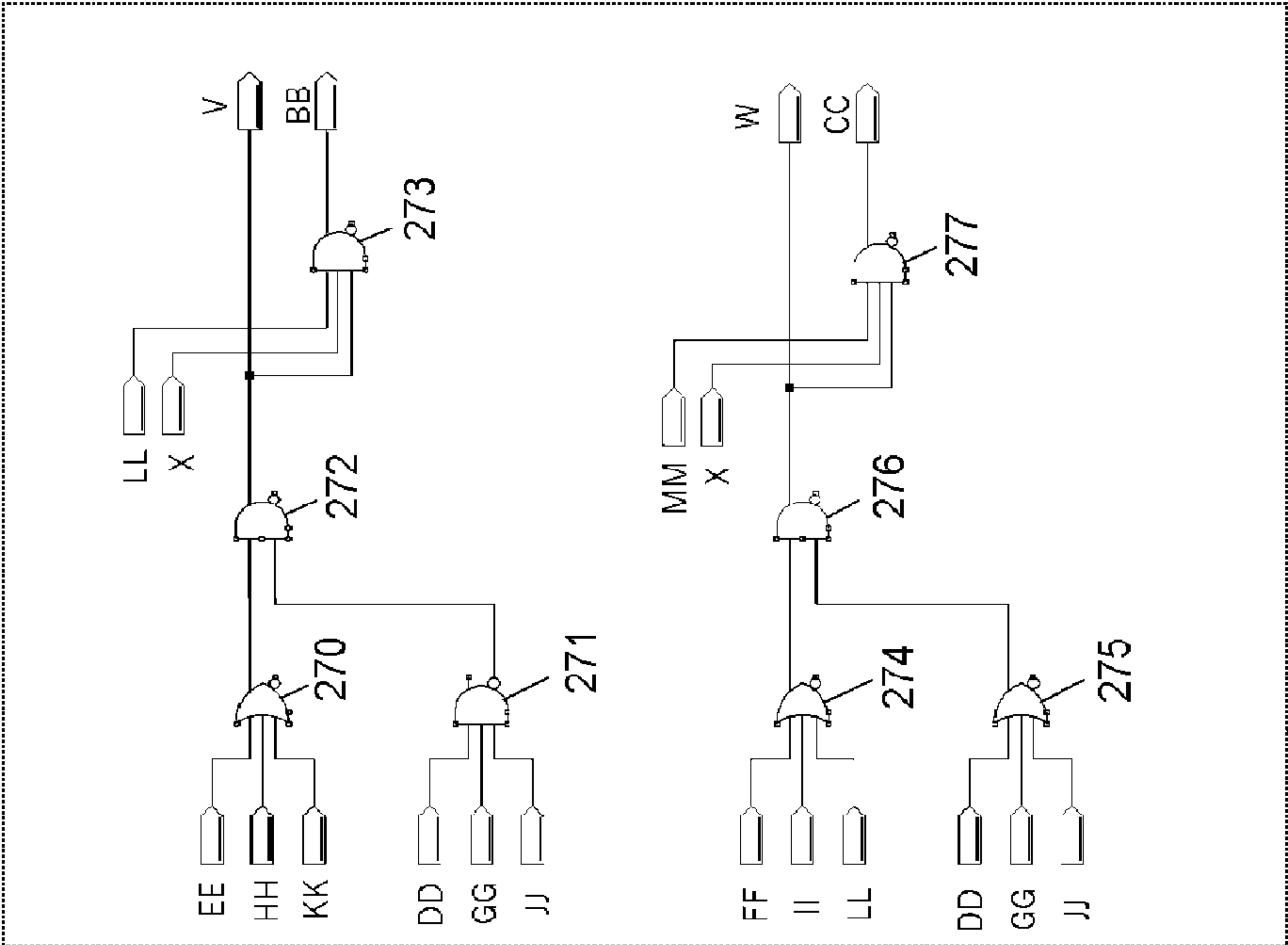


[図46]



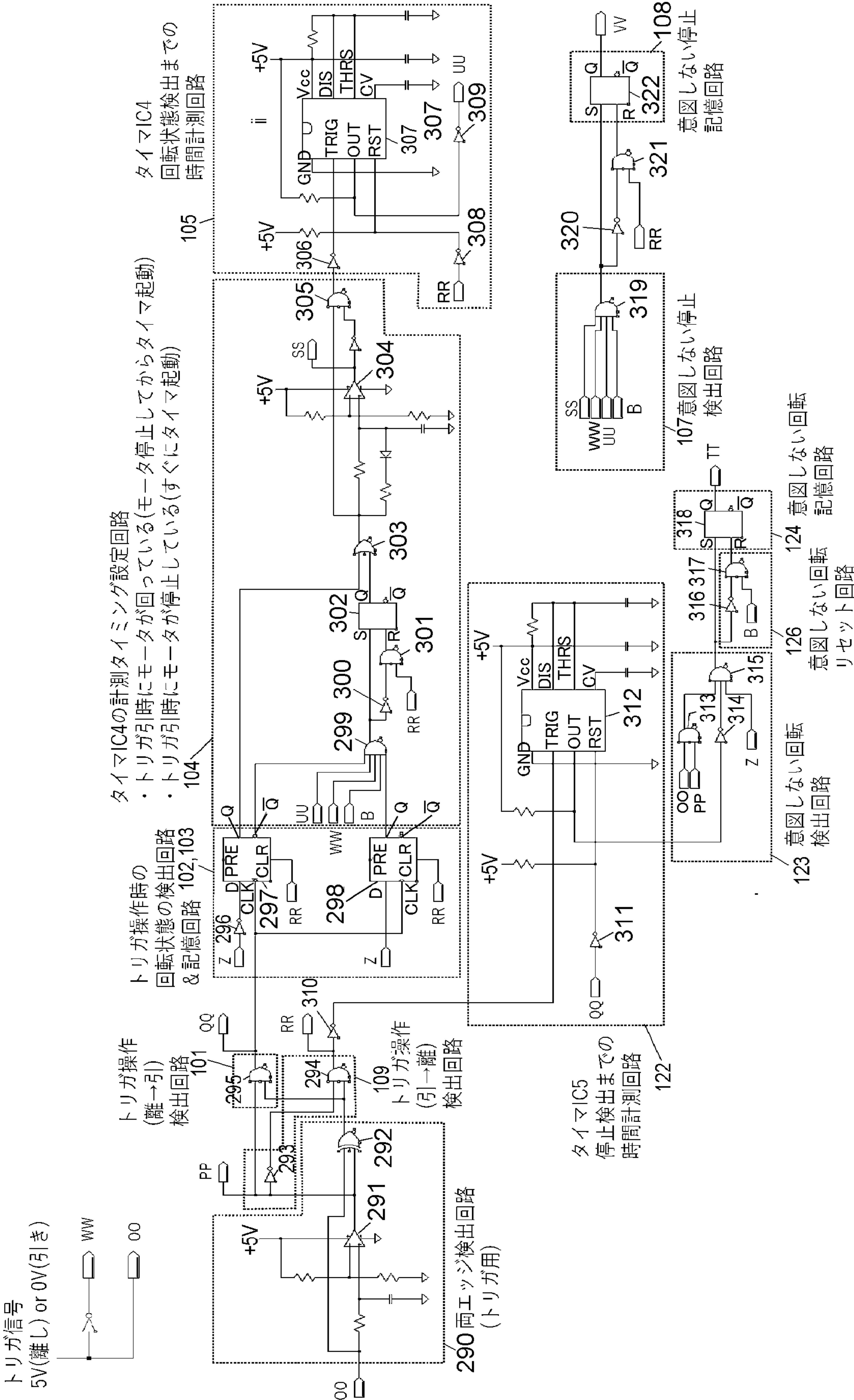
[図47]

回転方向検出回路4



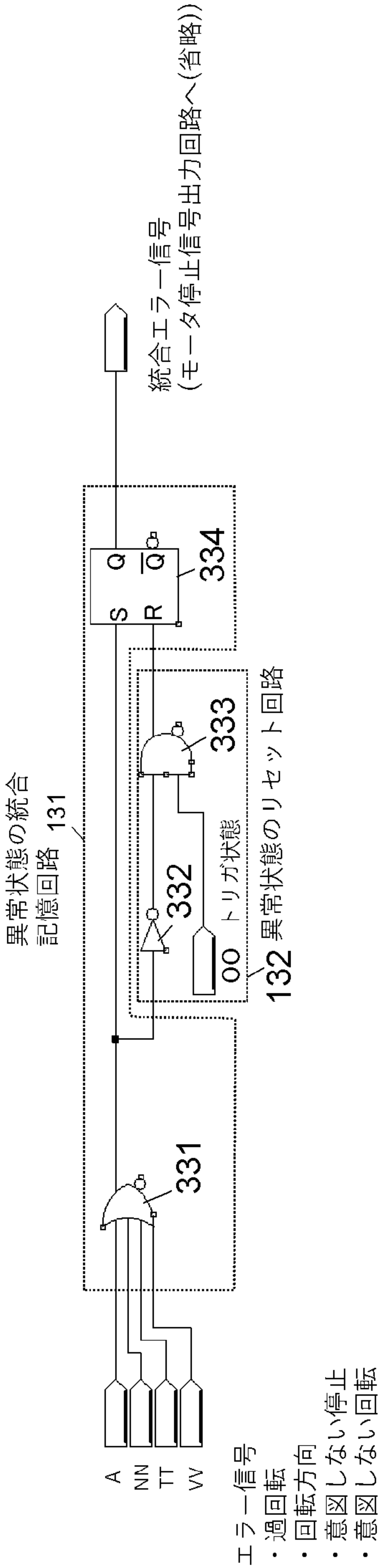
[図48]

トリガON時の停止検知(意図しない停止)とトリガOFF時の回転検知(意図しない回転)

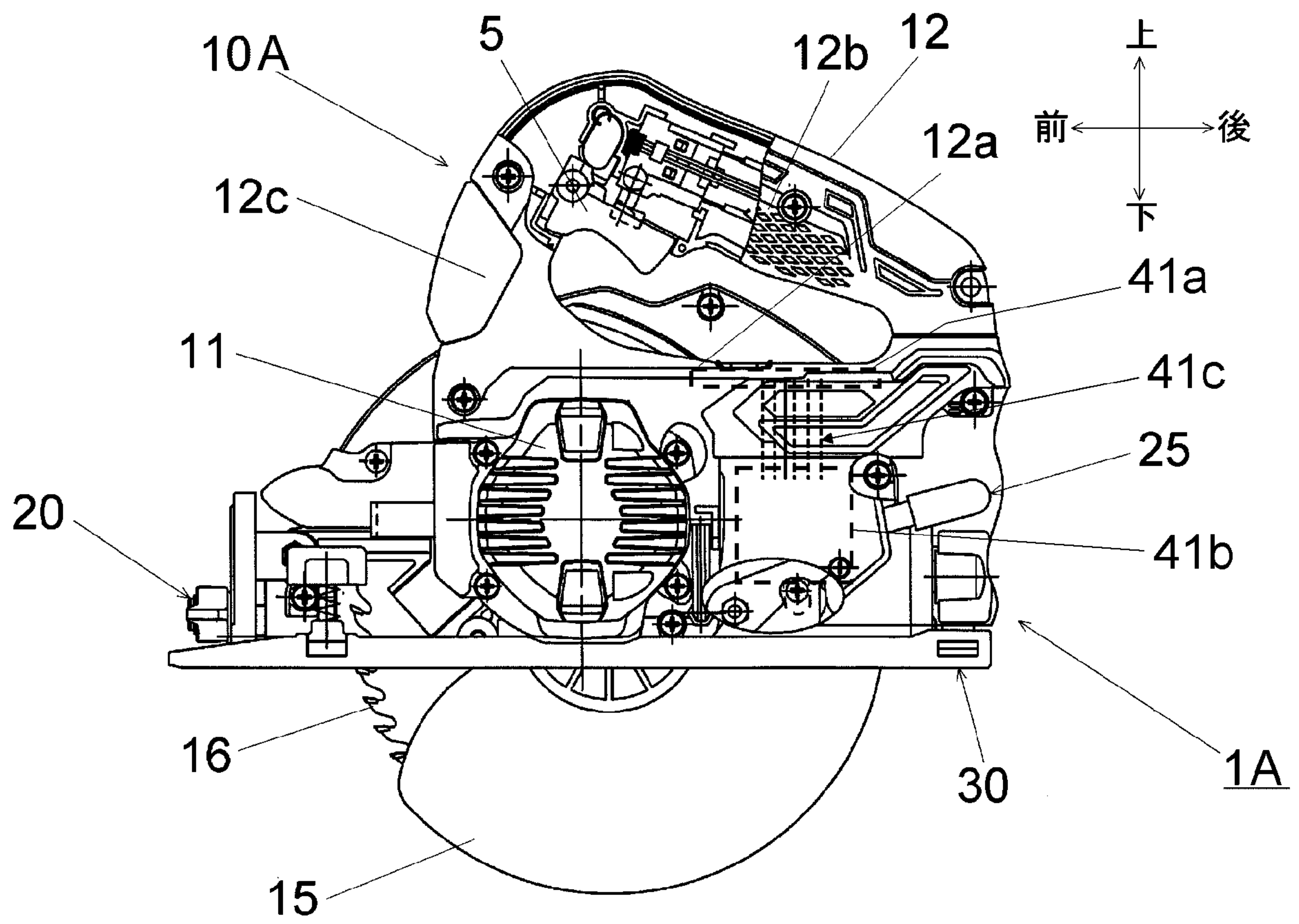


[図49]

異常状態の解除



[図50]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/042522

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H02P 6/16(2016.01)i; B25F 5/00(2006.01)i; H02P 3/06(2006.01)i FI: H02P6/16; B25F5/00 A; B25F5/00 C; B25F5/00 H; H02P3/06 E		
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) H02P6/16; B25F5/00; H02P3/06		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
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.
X Y A	JP 2007-106180 A (NSK LTD.) 26 April 2007 (2007-04-26) paragraphs [0058]-[0059]	1-3 15 4-14
Y	JP 2012-120338 A (SHARP CORP.) 21 June 2012 (2012-06-21) paragraph [0009]	15
☐ 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 06 January 2021 (06.01.2021)		Date of mailing of the international search report 19 January 2021 (19.01.2021)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/042522

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2007-106180 A	26 Apr. 2007	(Family: none)	
JP 2012-120338 A	21 Jun. 2012	(Family: none)	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2020/042522
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） H02P 6/16(2016.01)i; B25F 5/00(2006.01)i; H02P 3/06(2006.01)i FI: H02P6/16; B25F5/00 A; B25F5/00 C; B25F5/00 H; H02P3/06 E		
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（I P C）） H02P6/16; B25F5/00; H02P3/06		
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 2 1 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 2 1 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 2 1 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
X	JP 2007-106180 A（日本精工株式会社）26.04.2007（2007 - 04 - 26） 段落 [0 0 5 8] - [0 0 5 9]	1-3
Y		15
A		4-14
Y	JP 2012-120338 A（シャープ株式会社）21.06.2012（2012 - 06 - 21） 段落 [0 0 0 9]	15
☐ 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抵触するものではなく、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 06.01.2021	国際調査報告の発送日 19.01.2021	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 所村 陽一 3V 9718 電話番号 03-3581-1101 内線 3358	

PCT/JP2020/042522

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2007-106180	A	26.04.2007	(ファミリーなし)	
JP	2012-120338	A	21.06.2012	(ファミリーなし)	