

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3491048号  
(P3491048)

(45) 発行日 平成16年1月26日(2004.1.26)

(24) 登録日 平成15年11月14日(2003.11.14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I
G 0 1 D 5/245		G 0 1 D 5/245 Y B
B 2 5 J 19/02		B 2 5 J 19/02
G 0 1 B 7/30	1 0 1	G 0 1 B 7/30 1 0 1 A

請求項の数 6 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2001-174268(P2001-174268)	(73) 特許権者	501213860 独立行政法人産業安全研究所 東京都清瀬市梅園1-4-6
(22) 出願日	平成13年6月8日(2001.6.8)	(74) 上記1名の代理人	100082669 弁理士 福田 賢三 (外2名)
(65) 公開番号	特開2002-365087(P2002-365087A)	(73) 特許権者	391049574 安川コントロール株式会社 福岡県行橋市西宮市二丁目13番1号
(43) 公開日	平成14年12月18日(2002.12.18)	(74) 上記1名の代理人	100081455 弁理士 橋 哲男
審査請求日	平成13年12月13日(2001.12.13)	(72) 発明者	梅崎 重夫 東京都清瀬市梅園1丁目4番6号 独立 行政法人産業安全研究所内
特許法第30条第1項適用申請有り	平成12年12月13日～ 15日 社団法人日本機械学会開催の「日本機械学会第9 回交通・物流部門大会講演会」において文書をもって発表	(72) 発明者	小林 茂信 神奈川県相模原市淵野辺1-15-1
		審査官	井上 昌宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットの回転位置検出装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロボットの巡回経路に沿って配置された多数の磁気センサと、該磁気センサのそれぞれに直列的に接続された抵抗器と、前記ロボットの巡回と共に移動して前記磁気センサを順次オン状態とする電磁石と、該電磁石の移動によって前記磁気センサがオンした状態の時の前記抵抗値変化によってロボットの回転角度を検出し、また、特定のタイミングで前記電磁石への通電を遮断し、この時の出力電圧によって意図的な無効化かの判定を行う検出回路とを具備したことを特徴とするロボットの回転位置検出装置。

【請求項2】 前記検出回路の抵抗器を同一の抵抗値とすることにより、該検出回路からの出力電圧がロボットの巡回角度に一次比例することを特徴とする請求項1記載のロボットの回転位置検出装置。

2

【請求項3】 前記検出回路に分圧用抵抗器 R H , R w , R s 及び R s を接続することによって、正常時と故障時において前記検出回路からの出力電圧が異ならしめたことを特徴とする請求項1記載のロボットの回転位置検出装置。

【請求項4】 前記磁気センサを電磁ノイズ等によって誤動作を生じにくく、かつ、耐久性の高いパワーリードスイッチとしたことを特徴とする請求項1記載のロボットの回転位置検出装置。

10 【請求項5】 前記磁気センサを磁気シールドして外部よりの磁力によって誤動作が生じないようにしたことを特徴とする請求項1記載のロボットの回転位置検出装置。

【請求項6】 少なくとも前記磁気センサを外部から操作してオン状態とできないように遮蔽したことを特徴とする請求項1記載のロボットの回転位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、工場等に設置されたロボットの作業動作、特に、回転動作における回転角度を正確に検出するためのロボット用回転位置検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、回転を行うことによって作業を行うロボットにおいて、該ロボットが特定の回転角度に到達したか否かを検出するための手段としては、リミットスイッチをロボットの回転始点と回転終点の位置に取付け、該ロボットが回転始点や回転終点に達してリミットスイッチをオンした時にロボットの回転を停止させるものがあった。このリミットスイッチを使用した回転位置検出装置にあっては、回転始点と回転終点との位置検出は行えるが、途中の回転角度を知ることはできなかった。

【0003】そこで、従来より、ロボットにエンコーダを取付け、原点位置からの相対角度を検出し、この情報に基づいて回転角度を算出するものがあり、また、回転

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記したエンコーダを利用した回転角度を検出するものにおいて、エンコーダがフェールセーフでないため、エンコーダの故障やノイズの影響によって誤信号を発生し、ロボットが誤動作を起こし、また、エンコーダが位置ズレを起こした場合には、予想もつかない個所でロボットが作動してしまうといった問題があった。

【0005】また、前記したポテンシオメータを利用してロボットの回転角度を検出している場合には、摺動子が磨耗してしまい、長期間の使用に耐えられないといった問題があった。

【0006】本発明は前記した問題点を解決せんとするもので、その目的とするところは、ロボットの旋回に伴って移動する電磁石によってロボットの周囲に配置した磁気センサを順次1個ずつオン状態とし、かつ、各磁気センサに接続した抵抗器の抵抗値変化によってロボットの回転位置を検出するようにしたロボット用回転位置検出装置を提供せんとするにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明のロボット用回転位置検出装置は前記した目的を達成せんとするもので、その請求項1の手段は、ロボットの旋回経路に沿って配置された多数の磁気センサと、該磁気センサのそれぞれに直列的に接続された抵抗器と、前記ロボットの旋回と共に移動して前記磁気センサを順次オン状態とする電磁石と、該電磁石の移動によって前記磁気センサがオンした状態の時の前記抵抗値変化によってロボットの回転角

度を検出し、また、特定のタイミングで前記電磁石への通電を遮断し、この時の出力電圧によって意図的な無効化かの判定を行う検出回路とを具備したものである。

【0008】請求項2の手段は、前記した請求項1において、前記検出回路の抵抗器を同一の抵抗値とすることにより、該検出回路からの出力電圧がロボットの旋回角度に一次比例することを特徴とする。

【0009】請求項3の手段は、前記した請求項1において、前記検出回路に分圧用抵抗器  $R_H$ 、 $R_w$ 、 $R_s$  及び  $R_s$  を接続することによって、正常時と故障時において前記検出回路からの出力電圧が異ならしめたことを特徴とする。

【0010】請求項4の手段は、前記した請求項1において、前記磁気センサを電磁ノイズ等によって誤動作を生じにくく、かつ、耐久性の高いパワーリードスイッチとしたことを特徴とする。

【0011】請求項5の手段は、前記した請求項1において、前記磁気センサを磁気シールドして外部よりの磁力によって誤動作が生じないようにしたことを特徴とする。

【0012】請求項6の手段は、前記した請求項1において、少なくとも前記磁気センサを外部から操作してオン状態とできないように遮蔽したことを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るロボット用回転位置検出装置の実施の形態を図面と共に説明する。図1～図3は作業用ロボットの旋回部分を示し、図1は旋回部分の斜視図、図2は図1の要部の拡大斜視図、図3は要部の拡大平面図を示している。

【0014】図において、1は回転部材、2は該回転部材1に対してアーム1aを介して固定された電磁石、3は固定部材にして床面等に固定されている。4は該固定部材3から鐮状に突出しているリング状のテーブル、5は該テーブル4の状面に放射方向に一定の間隔で固定され、かつ、前記磁石2の回転移動に伴って順次オン、オフする磁気センサにして、電磁ノイズ等によって誤動作を生じにくく、かつ、耐久性の高いパワーリードスイッチやリードスイッチあるいはホール素子で構成されている。

【0015】41は前記磁気センサ5の上面を覆う非磁性体からなる覆い板であり、磁性粉等の侵入を防ぐ目的で取付けるものである。なお、本発明の研究者らは実験においてパワーリードスイッチを採用したが、前記通常のリードスイッチやホール素子を採用しても本発明の効果は得られるものである。また、実験では磁気センサを5度間隔で72個をテーブル4に固定して実験を行った。さらに、実験では磁石2として電磁石を用いて実験を行ったが、永久磁石を用いても本発明の効果は得られるものである。

【0016】図4は前記した磁気センサ5をオン・オフ

5

させることにより回転部材 1 の回転角度を検出するための回路ブロックを示し、E は直流電源、R 1 ~ R 7 2 , は前記直流電源 E に対して直列接続された炭素皮膜抵抗器 ( 以下、単に抵抗器という ) にして、前記抵抗器 R 1 ~ R 7 2 の各抵抗器どうしの接続点には前記磁気センサ S 1 ~ S 7 2 の一端が接続されている。

【 0 0 1 7 】また、各磁気センサ S 1 ~ S 7 2 の他端は前記抵抗器 R 1 と R 7 2 との接続点に接続されている。さらに、R s は信号出力を発生させるための抵抗器であり、この存在によって測定誤差が生じないように数 1 としている。また、この回路では、旋回角度に一次比例した電圧を抵抗器 R s の両端に発生させるために、抵抗値を R 1 = R 2 = …… = R 7 2 とした。

【数 1】

$$R_s \gg \sum_{n=1}^{72} R_n$$

【 0 0 1 8 】6 はプログラマブルコントローラ ( 以下、P L C という ) にして、前記電磁石である磁石 2 への通電と遮断 ( 例えば、1 0 秒に一回通電を遮断する ) を行い、また、前記直流電源 E の両端が接続され、該直流電源 E の電圧を常時監視し、さらに、抵抗器 R s の両端電圧 V s ( センサ出力 ) を監視するものである。

【 0 0 1 9 】次に、前記した構成に基づいて動作を説明するに、今、電磁石 2 に通電した状態において、該電磁石 2 が回転部材 1 の回転に伴って回転し、図 4 に示す 1 つの磁気センサ S x をオン状態にした場合、図 4 の回路に流れる電流は数 2 のために I i となるから、抵抗器 R s の両端には式 ( 1 ) の出力電圧が発生する。

【数 2】

$$R_s \gg \sum_{n=1}^{72} R_n$$

【 0 0 2 0 】

【数 3】

$$V_s = E - \sum_{n=1}^x R_n \cdot E / R_o \quad \text{-----}(1)$$

40

ただし、V s は抵抗器 R s の両端電圧、E は電源電圧で\*

( b ) リードスイッチの接触不良、磁石の脱落時  

$$V_s = R_s \cdot E / ( R_s + R_s ) \quad ( 3 )$$

( c ) 抵抗 R n ( 周辺配線分を含む ) の断線時  

$$x < n \text{ のとき } V_s = E \quad ( 4 - 1 )$$

x = n のとき  

$$V_s = 0 \quad ( 4 - 2 )$$

( d ) 抵抗器 R H ( 周辺配線を含む ) の断線時  

$$V_s = 0 \quad ( 5 )$$

( e ) 抵抗器 R w ( 周辺配線を含む ) の断線時

6

\* あり、数 4 である。

【数 4】

$$R_o = \sum_{n=1}^{72} R_n$$

【 0 0 2 1 】ところで、前記した図 4 の回路では、以下の故障が発生した場合には次のような問題が発生する。

( イ ) 図 4 の「 A 」の個所で断線が発生すると、V s = 0 となる。一方、スイッチ S 7 2 の作動時も V s = 0 となり、両者の区別ができないことになる。

( ロ ) 図 4 の「 B 」の個所で断線が発生すると、V s = E となる。一方、スイッチ S 1 の作動時にも近似的に V s = E となり、両者の区別ができないことになる。

( ハ ) 図 4 の回路では、磁気センサ S x に接触不良が発生すると、V s = 0 となり、一方、図 4 の「 A 」の個所で断線が発生すると、V s = 0 となり、両者の故障を区別できない。

【 0 0 2 2 】そこで、前記した問題点を解決するものとして図 5 の回転位置検出回路を提案する。この回路では、抵抗器 R w の設置によって、リードスイッチ S 7 2 の作動時には電位 0 との間に図 5 の V w なる電位差を生じさせ、前記 ( イ ) の問題点を解消している。また、抵抗器 R H の設置によって、リードスイッチ S 1 の作動時には電位 E との間に図 5 の V H なる電位差を生じさせ、前記 ( ロ ) の問題点を解決している。さらに、リードスイッチと並列に抵抗 R s を設け、これにより、リードスイッチの接触不良時には電位 0 との間に V s = R s \cdot E / ( R s + R s ) なる電位差を生じさせ、前記 ( ハ ) の問題点を解決している。

【 0 0 2 3 】以上により、信号出力 V s は次式となる。

( a ) 正常時

【数 5】

$$V_s = E - ( R_H + \sum_{n=1}^x R_n ) \cdot E / R_A \quad \text{-----}(2)$$

【数 6】

ただし 
$$R_A = R_H + R_w + \sum_{n=1}^{72} R_n$$

$$V_s = E$$

【0024】図6は図5の回路を使用した時の信号出力  $V_s$  の概念図である。ここで、正常時出力と故障時出力\*

$$H = (E - V_1) >$$

$$L = (V_{72} - V_F) >$$

ただし、 $V_1$  は(2)式で  $x = 1$ 、 $V_{72}$  は(2)式で  $x = 72$  のときの  $V_s$  の値である。また、 $( > 0 )$  は  $E$  と  $V_1$ 、 $V_{72}$  と  $V_F$  を有意に識別するのに必要な最小値である。

【0025】図7は、回転位置検出回路の正常時と故障時の実測結果である。図7からも明らかのように、該回路が正常のときは信号信号  $V_s$  は旋回角度に一次比例したものとなる。また、磁気センサの接触不良、抵抗器  $R_n$  の断線、抵抗器  $R_H$  の断線、抵抗器  $R_w$  の断線時には信号出力  $V_s$  は異なった値となり、故障の識別が行える。以上により、正常時の出力電圧と故障時の出力電圧とは明確に区別されるため、正常に動作しているか否かの識別が行える。また、磁気センサの接触不良時は  $+1V$ 、抵抗器の断線時は  $0$  または  $+EV$  となるから、この両者の故障の識別も可能である。

【0026】以上、説明した動作において、作業者が永久磁石を使用して特定の磁気センサ5を意図的にオンした場合には、装置は無効化されてしまい作業上問題が発生する。そこで、本発明にあっては、以下に述べる対策を行い上記した問題が発生するのを防止した。

【0027】すなわち、電磁石を特定のタイミング(例えば、ロボットの動作開始時や数秒間に1回など定期的に)で  $PLC6$  よりの電磁石への通電を遮断し、この時の  $V_s$  の出力電圧が所定の電圧となっている場合には永久磁石による無効化が発生していないと判定することができる。

【0028】次に、 $PLC6$  による全体の動作を、前記作業による無効化を含めて図8のフローチャートと共に説明する。まず、 $PLC6$  は直流電源  $E$  の電圧が正常であるか否かの判断を行い(ステップ  $S1$ )、異常がある場合にはロボットの運転ができないように動作する(ステップ  $S2$ )。前記判断において直流電源  $E$  が正常であると判断された場合には、 $PLC6$  は電磁石2に対して通電を行うと共にロボットの回転部材1を駆動させて電磁石2を回転させる(ステップ  $S3$ )。

【0029】次に、前記電磁石2の移動に伴ってオン状態となる磁気センサ5の位置に対する前記式(2)の演算を行い回転角度を検出する(ステップ  $S4$ )。この検出動作時において、 $PLC6$  は予め設定した時間、例えば、10秒経過したかを監視する(ステップ  $S5$ )。そして、前記時間が経過したと判断すると、電磁石2への通電を遮断する(ステップ  $S6$ )。

【0030】この状態における式(3)の演算を実行し(ステップ  $S7$ )、該実行した結果の電圧値が予め得られている電圧値と同じか否かの判定を行う(ステップ  $S$

$$(6)$$

\*が明確に区別されるためには、図3の  $H$  と  $L$  に対して次の条件が必要である。

$$(7)$$

$$(8)$$

8)。前記電磁石2への通電が遮断されると全ての磁気センサ5はオフ状態となり、前記式(3)の値となるが、作業者が意図的に永久磁石によって何れかの磁気センサ5をオンにした場合には、式(3)の値は異なり式(2)によって得られる値と同じになるので、無効化と判断してロボットの駆動を停止させ(ステップ  $S9$ )、安全性を図っている。

【0031】また、前記したステップ  $S8$  において正常であると判断された場合には、再び電磁石2に通電を行った(ステップ  $S10$ )後、ステップ  $S4$  に戻り前記した動作を繰り返して行って、回転部材1の回転角度と、作業による無効化が行われたか否かの判定を行うものである。

20 【0032】ところで、前記したステップ  $S6$  において、電磁石2への通電を遮断した後における出力  $V_s$  の電圧を検出して式(3)の演算を行う場合、電磁石2への通電を遮断してから該電磁石2が完全に消磁するまでの時間にタイムラグが発生するので、図9に示すタイミングで出力  $V_s$  の電圧を検出する。

30 【0033】まず、 $PLC$  によって一定時間毎に電磁石2への通電を遮断するタイミングを10秒に1回行うとした場合について説明する。今、図9において、(イ)のタイミングは  $PLC6$  よりの指令によって電磁石2が通電されている状態を示し、所望の磁気センサがオン状態となっていて出力  $V_s$  に発生している電圧が  $PLC6$  に入力され、該  $PLC6$  は式(2)の演算を行って回転部材1の回転角度を監視している。

40 【0034】そして、(ロ)において  $PLC6$  より電磁石2への通電を遮断する指令が送出されると電磁石2は消磁状態となるが、該電磁石2の残留磁気によって(ハ)に示す完全に消磁状態となるまでにタイムラグが発生する。そこで、 $PLC6$  は前記(ロ)～(ハ)の期間だけ出力  $V_s$  の読み込みを遅延させた後に、再度、電磁石2を通電するまでの期間(ハ)～(ニ)の期間において出力  $V_s$  の読み込みを行い、この読み込んだ出力  $V_s$  を  $PLC6$  は式(3)の演算を実行し、前記したステップ  $S8$  の判定を行う。

50 【0035】そして、 $PLC6$  による電磁石2への遮断時間が経過して、再び、(ニ)に示すように電磁石2への通電が開始されると、電磁石2が(ホ)に示す完全に着磁状態に達するまでの時間にタイムラグが発生するので、 $PLC6$  は(ニ)～(ホ)の期間だけ出力  $V_s$  の読み込みを遅延させ、該遅延時間の後における(ホ)において再び出力  $V_s$  を読み込んで、前記したステップ  $S4$  からの動作を行うものである。

【0036】前記した実施の形態にあっては、電氣的に無効化が行われたか否かを判断する場合について説明したが、図10に示すように、少なくとも磁気センサ5が外部から近接させた永久磁石等の磁力線によってオンしないように磁気シールド板7によって覆ってもよい。

【0037】また、前記した実施の形態においては、磁気センサ5として磁力線によってオン・オフするパワーリードスイッチや通常のリードスイッチの場合について説明したが、ホール素子のような磁力線によって抵抗値が変化する磁気センサの場合には抵抗器は不要あるいは

【0038】さらに、前記した実施の形態にあっては、磁気センサ5をテーブル4の上面に取付けたものを示したが、該磁気センサ5をテーブル4の周面に取付け、かつ、磁石2をテーブル4の周面を移動するようによ

【0039】

【発明の効果】本発明は前記したように、ロボットの巡回経路に沿って配置された多数の磁気センサのそれぞれに直列的に抵抗器を接続し、前記ロボットの巡回と共に移動して前記磁気センサを順次オン状態とする電磁石の移動によって前記磁気センサがオンした状態の時の前記抵抗値変化によってロボットの回転角度を検出する検出回路より構成したので、ロボットの回転位置を正確に検出することができると共に前記検出回路よりの出力が所定の範囲からずれた場合にはロボットを急停止することができ、また、特定のタイミングで前記電磁石への通電を遮断し、この時の前記検出回路よりの出力電圧によって意図的な無効化かの判定を行うようにしたので、作業者の意図的な無効化を確実に検出してロボットを停止させることができる。

【0040】また、分圧用抵抗器を前記検出回路に接続し、正常時と故障時において前記検出回路からの出力電圧が異なるようにしたので、ロボットの正常時と故障時との判別が容易に行えるものである。

【0041】また、磁気センサを電磁ノイズ等によって誤動作を生じにくく、かつ、耐久性の高いパワーリードスイッチとしたことにより、外乱による誤動作がなく、かつ、耐用年数も大きいものである。

【0042】さらに、磁気センサを磁気シールドして外\*

\*部よりの磁力によって誤動作が生じないようにし、また、少なくとも前記磁気センサを外部から操作してオン状態とできないように遮蔽したことにより、作業者による意図的な無効化を確実に防止することができる等の効果を有するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るロボットの回転位置検出装置の概略を示す斜視図である。

【図2】同上の要部を拡大した斜視図である。

10 【図3】同上のテーブルを上方から見た平面図である。

【図4】本発明のロボットの回転位置検出装置の回路構成図である。

【図5】他の実施の形態を示す回転位置検出装置の回路構成図である。

【図6】同上の回路を使用した時の信号出力Vsの概念図である。

【図7】(a)は正常時における旋回角度に対する出力電圧を示す実測結果、(b)はリードスイッチSxの接触不良、抵抗器RH またはRwの断線時における旋回角度に対する出力電圧を示す実測結果、(c)は抵抗器Rxの断線時における旋回角度に対する出力電圧を示す実測結果である。

【図8】図4または図5の回路の動作を示すフローチャートである。

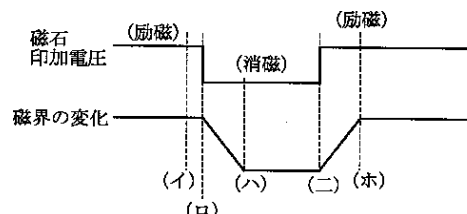
【図9】電磁石への通電を遮断した時の動作を示すタイミングチャートである。

【図10】他の実施の形態を示す斜視図である。

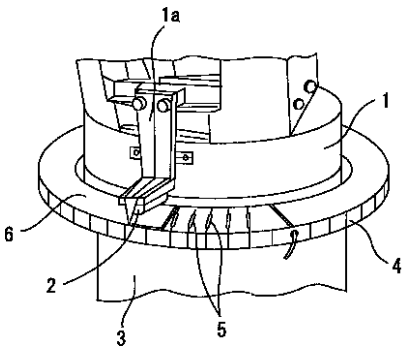
【符号の説明】

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1                  | 回転部材               |
| 2                  | 磁石                 |
| 3                  | 固定部材               |
| 4                  | テーブル               |
| 4 1                | 覆い板                |
| 5                  | 磁気センサ              |
| 6                  | プログラブルコントローラ(検出回路) |
| 7                  | 磁気シールド板            |
| S 1 ~ S 7 2        | 磁気センサ              |
| R 1 ~ R 7 2        | 抵抗器                |
| 40 R H , R w , R s | 分圧用抵抗器             |

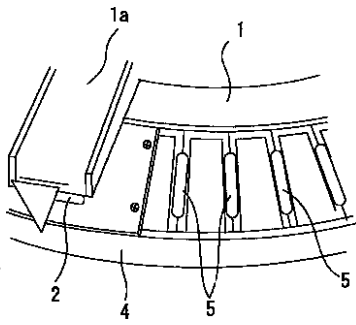
【図9】



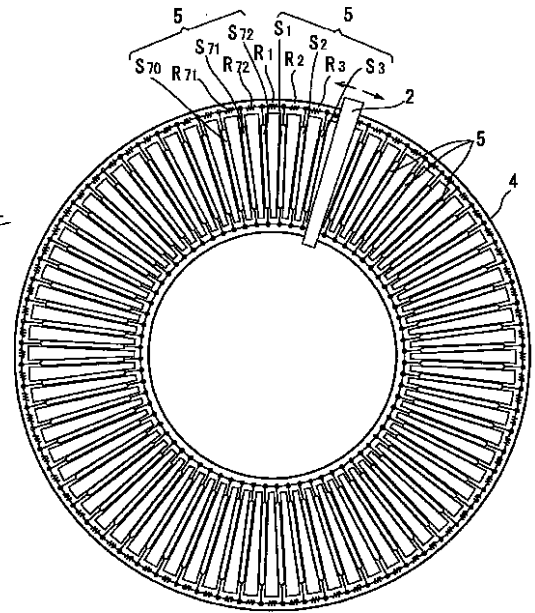
【圖1】



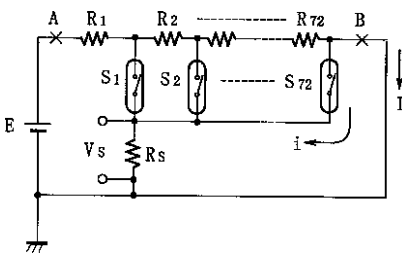
【圖2】



【圖3】

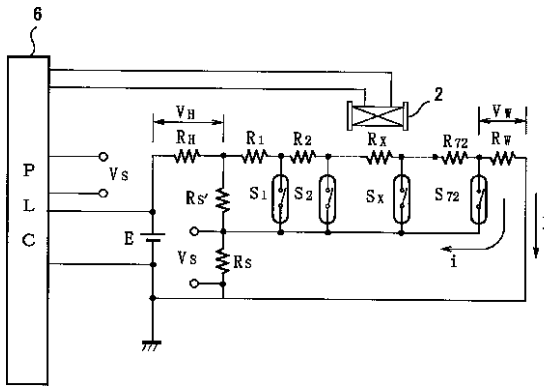
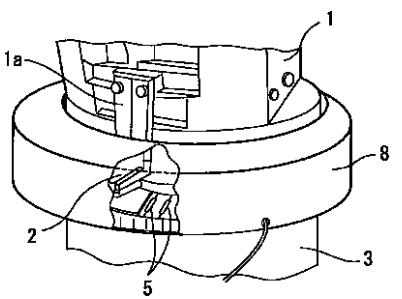


【圖4】

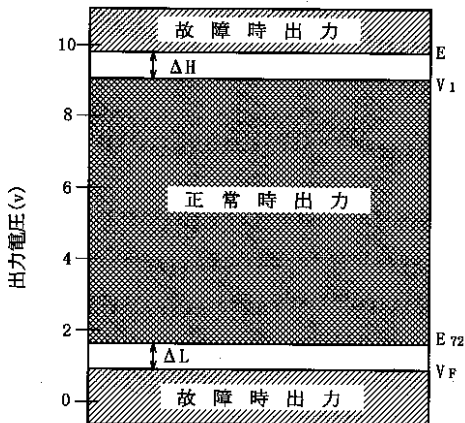


【圖5】

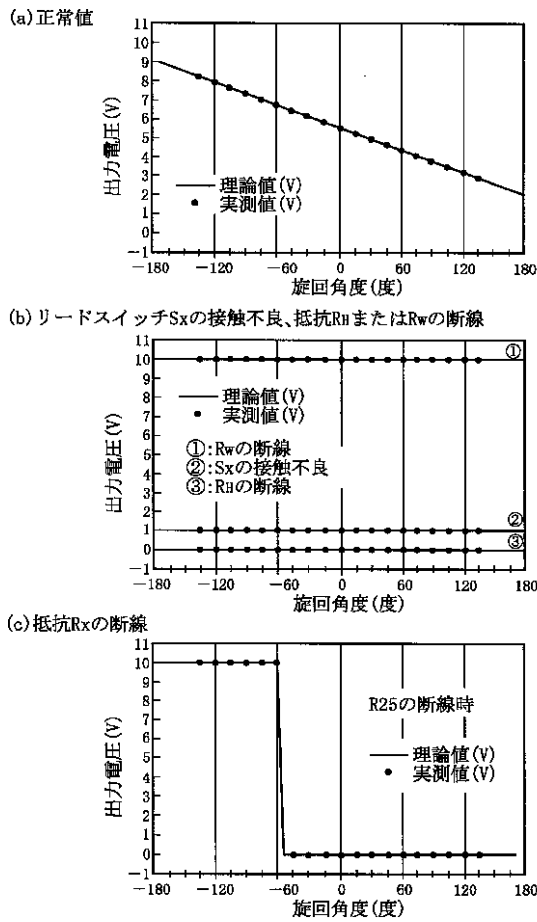
【圖10】



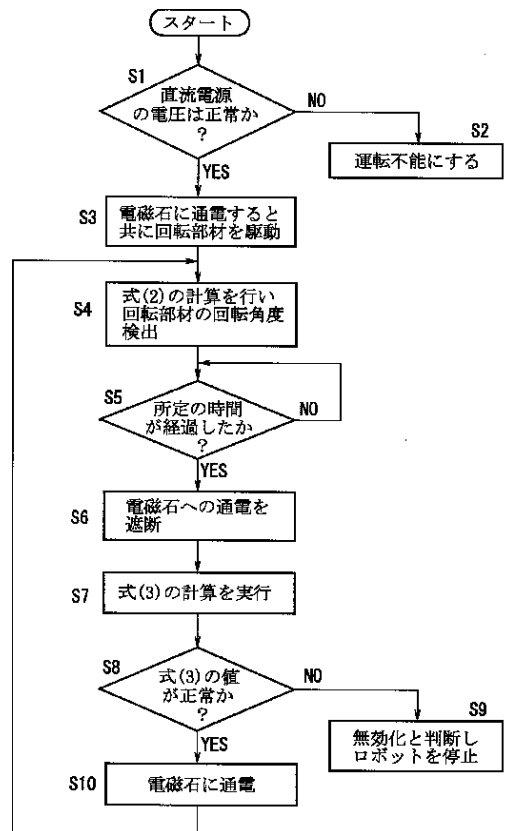
【圖6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 濱田 健次郎  
 福岡県行橋市西宮市二丁目13番1号 安川コントロール株式会社内

(56)参考文献 特開 昭58 - 58368 ( J P , A )  
 実開 平 3 - 115814 ( J P , U )  
 実開 昭61 - 30708 ( J P , U )  
 実開 平 1 - 148806 ( J P , U )  
 実開 昭54 - 76757 ( J P , U )  
 実開 昭58 - 66319 ( J P , U )

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B名)  
 G01D 5/00 - 5/62  
 G01B 7/00 - 7/34