(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2017-149372
(P2017-149372A)
(43)公開日　平成29年8月31日(2017.8.31)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
B61L 23/04	(2006.01)	B61L	23/04	2D056
E01B 7/00	(2006.01)	E01B	7/00	

審査請求 未請求　請求項の数 5　OL　（全 25 頁）

(21)出願番号　特願2016-35885(P2016-35885)
(22)出願日　平成28年2月26日(2016.2.26)

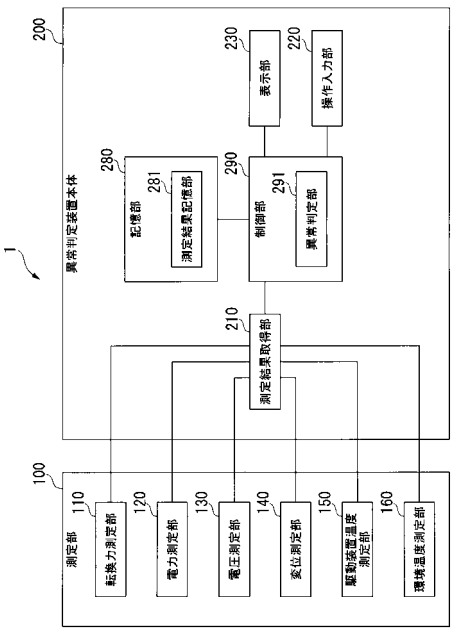
(71)出願人　000006208
三菱重工業株式会社
東京都港区港南二丁目１６番５号
(74)代理人　100134544
弁理士　森　隆一郎
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武
(74)代理人　100108578
弁理士　高橋　詔男
(74)代理人　100126893
弁理士　山崎　哲男
(74)代理人　100149548
弁理士　松沼　泰史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】異常判定装置、異常判定方法及びプログラム

(57)【要約】
【課題】軌道の切替部分に障害が発生した場合に、障害の発生個所を把握するための情報を得られるようにする。
【解決手段】向きを可変に設けられた分岐レールの向きを切り替える転換力を出力する駆動装置と、前記駆動装置からの転換力を前記分岐レールに伝達するロッドとを備える分岐装置に関する異常の有無を判定する異常判定装置が、前記駆動装置が出力する前記転換力を測定する転換力測定部と、前記駆動装置に供給される電圧を測定する電圧測定部と、前記駆動装置を流れる電流を測定する電流測定部と、前記転換力の大きさと、前記電圧の大きさと、前記電流の大きさとに基づいて、前記分岐レールにおける異常と、前記駆動装置における異常と、前記駆動装置への供給電力の異常とを切り分けて異常の有無を判定する異常判定部と、を備える。
【選択図】図１

図1



【特許請求の範囲】
【請求項１】
向きを可変に設けられた分岐レールの向きを切り替える転換力を出力する駆動装置と、前記駆動装置からの転換力を前記分岐レールに伝達するロッドとを備える分岐装置に関する異常の有無を判定する異常判定装置が、
前記駆動装置が出力する前記転換力を測定する転換力測定部と、
前記駆動装置に供給される電圧を測定する電圧測定部と、
前記駆動装置を流れる電流を測定する電流測定部と、
前記転換力の大きさと、前記電圧の大きさと、前記電流の大きさとに基づいて、前記分岐レールにおける異常と、前記駆動装置における異常と、前記駆動装置への供給電力の異常とを切り分けて異常の有無を判定する異常判定部と、
を備える異常判定装置。
【請求項２】
車両の走行経路に沿って前記走行経路の左右それぞれに設けられた前記分岐レールの変位を、左右の分岐レールそれぞれについて測定する変位測定部をさらに備え、
前記異常判定部は、左の前記分岐レールの変位と右の前記分岐レールの変位との差に基づいて、前記分岐レールの異常の有無を判定する、
請求項１に記載の異常判定装置。
【請求項３】
前記異常判定部は、前記転換力の大きさ、前記電圧の大きさ及び前記電流の大きさのうち少なくともいずれか１つの経時的変化に基づいて異常の有無を判定する、
請求項１または請求項２に記載の異常判定装置。
【請求項４】
向きを可変に設けられた分岐レールの向きを切り替える転換力を出力する駆動装置と、前記駆動装置からの転換力を前記分岐レールに伝達するロッドとを備える分岐装置に関する異常の有無を判定する異常判定装置が、
前記駆動装置が出力する前記転換力を測定し、
前記駆動装置に供給される電圧を測定し、
前記駆動装置を流れる電流を測定し、
前記転換力の大きさと、前記電圧の大きさと、前記電流の大きさとに基づいて、前記分岐レールにおける異常と、前記駆動装置における異常と、前記駆動装置への供給電力の異常とを切り分けて異常の有無を判定する、
異常判定方法。
【請求項５】
向きを可変に設けられた分岐レールの向きを切り替える転換力を出力する駆動装置と、前記駆動装置からの転換力を前記分岐レールに伝達するロッドとを備える分岐装置に関する異常の有無を判定するコンピュータに、前記駆動装置が出力する前記転換力の大きさと、前記駆動装置に供給される電圧の大きさと、前記駆動装置を流れる電流の大きさとに基づいて、前記分岐レールにおける異常と、前記駆動装置における異常と、前記駆動装置への供給電力の異常とを切り分けて異常の有無を判定させるためのプログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、異常判定装置、異常判定方法及びプログラムに関する。
【背景技術】
【０００２】
鉄道及び新交通システムなど軌道の切替が行われる交通システムでは、軌道の切替が正しく行われることが、安全性の確保及びダイヤの正確性の確保のために重要である。そこで、軌道の切替部分の障害を検出するための幾つかの技術が提案されている。
例えば、特許文献１に記載の転てつ機用状態監視装置は、スイッチアジャスタの歪みを

監視し、歪みの検出値を転換力に変換して出力又は表示する。また、特許文献１には、出力又は表示された転換力と、転てつ機が正常であるときに事前に計測された基準転換力との比較により状態監視を行うことが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特許第５３４３２９４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

軌道の切替部分に障害が発生した場合、速やかに障害を解消するために、障害の発生個所を速やかに把握することが重要である。交通システムの場合、使用される装置の数が多く、また、広域にわたって装置が設置されるため、障害発生個所を速やかに把握することが特に重要である。

【０００５】

本発明は、軌道の切替部分に障害が発生した場合に、障害の発生個所を把握するための情報を得られる異常判定装置、異常判定方法及びプログラムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明の第１の態様によれば、異常判定装置は、向きを可変に設けられた分岐レールの向きを切り替える転換力を出力する駆動装置と、前記駆動装置からの転換力を前記分岐レールに伝達するロッドとを備える分岐装置に関する異常の有無を判定する異常判定装置が、前記駆動装置が出力する前記転換力を測定する転換力測定部と、前記駆動装置に供給される電圧を測定する電圧測定部と、前記駆動装置を流れる電流を測定する電流測定部と、前記転換力の大きさと、前記電圧の大きさと、前記電流の大きさとに基づいて、前記分岐レールにおける異常と、前記駆動装置における異常と、前記駆動装置への供給電力の異常とを切り分けて異常の有無を判定する異常判定部と、を備える。

【０００７】

前記異常判定装置は、車両の走行経路に沿って前記走行経路の左右それぞれに設けられた前記分岐レールの変位を、左右の分岐レールそれぞれについて測定する変位測定部をさらに備え、前記異常判定部は、左の前記分岐レールの変位と右の前記分岐レールの変位との差に基づいて、前記分岐レールの異常の有無を判定するようにしてもよい。

【０００８】

前記異常判定部は、前記転換力の大きさ、前記電圧の大きさ及び前記電流の大きさのうち少なくともいずれか１つの経時的変化に基づいて異常の有無を判定するようにしてもよい。

【０００９】

本発明の第２の態様によれば、異常判定方法は、向きを可変に設けられた分岐レールの向きを切り替える転換力を出力する駆動装置と、前記駆動装置からの転換力を前記分岐レールに伝達するロッドとを備える分岐装置に関する異常の有無を判定する異常判定装置が、前記駆動装置が出力する前記転換力を測定し、前記駆動装置に供給される電圧を測定し、前記駆動装置を流れる電流を測定し、前記転換力の大きさと、前記電圧の大きさと、前記電流の大きさとに基づいて、前記分岐レールにおける異常と、前記駆動装置における異常と、前記駆動装置への供給電力の異常とを切り分けて異常の有無を判定する。

【００１０】

本発明の第３の態様によれば、プログラムは、向きを可変に設けられた分岐レールの向きを切り替える転換力を出力する駆動装置と、前記駆動装置からの転換力を前記分岐レールに伝達するロッドとを備える分岐装置に関する異常の有無を判定するコンピュータに、前記駆動装置が出力する前記転換力の大きさと、前記駆動装置に供給される電圧の大きさと、前記駆動装置を流れる電流の大きさとに基づいて、前記分岐レールにおける異常と、

前記駆動装置における異常と、前記駆動装置への供給電力の異常とを切り分けて異常の有無を判定させるためのプログラムである。

【発明の効果】

【００１１】

上記した異常判定装置、異常判定方法及びプログラムによれば、軌道の切替部分に障害が発生した場合に、障害の発生個所を把握するための情報を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１２】

【図１】本発明の一実施形態に係る異常判定装置の機能構成を示す概略ブロック図である。

【図２】同実施形態に係る車両が直進する場合の分岐レールの向きの例を示す説明図である。

【図３】同実施形態に係る車両が直進する場合の分岐レールの位置の例を示す説明図である。

【図４】同実施形態に係る車両が左へ曲がる場合の分岐レールの向きの例を示す説明図である。

【図５】同実施形態に係る車両が左へ曲がる場合の分岐レールの位置の例を示す説明図である。

【図６】同実施形態に係る荷重センサの設置位置の例を示す説明図である。

【図７】同実施形態における電流及び電圧の測定箇所の例を示す説明図である。

【図８】同実施形態に係る変位センサの設置位置の例を示す説明図である。

【図９】同実施形態に係る荷重センサ１１１の測定値及び変位センサ１４１の測定値の例を示すグラフである。

【図１０】同実施形態に係る異常判定部が判定する異常及び異常発生個所の例を示す説明図である。

【図１１】同実施形態に係る分岐装置による可変分岐レールの転換の経時的変化の例を示すグラフである。

【図１２】同実施形態に係る異常判定部が１種類の測定値と閾値との比較にて異常の有無を判定する例を示すグラフである。

【図１３】同実施形態に係る異常判定部が２種類の測定値と閾値との比較にて異常の有無を判定する例を示すグラフである。

【図１４】同実施形態に係る異常判定部が異常の有無を判定する順序の例を示す説明図である。

【図１５】同実施形態における異常の傾向を示す測定値の履歴の第１の例を示すグラフである。

【図１６】同実施形態における異常の傾向を示す測定値の履歴の第２の例を示すグラフである。

【図１７】同実施形態に係る異常判定装置が分岐装置に関する異常の判定を行う処理手順の例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

以下、本発明の実施形態を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【００１４】

図１は、本発明の一実施形態に係る異常判定装置の機能構成を示す概略ブロック図である。同図に示すように、異常判定装置１は、測定部１００と、異常判定装置本体２００とを備える。測定部１００は、転換力測定部１１０と、電流測定部１２０と、電圧測定部１３０と、変位測定部１４０と、駆動装置温度測定部１５０と、環境温度測定部１６０とを備える。異常判定装置本体２００は、測定結果取得部２１０と、操作入力部２２０と、表

示部２３０と、記憶部２８０と、制御部２９０とを備える。記憶部２８０は、測定結果記憶部２８１を備える。制御部２９０は、異常判定部２９１を備える。

【００１５】

異常判定装置１は、分岐装置に関する異常の有無を判定する。ここでいう分岐装置は、例えば新交通システム（案内軌条式鉄道）に用いられて、分岐レールの向きを切り替える電動の装置である。

但し、異常判定装置１が対象とする分岐装置は、新交通システムの分岐装置に限らない。分岐レールの向きを切り替えることで車両の走行経路を切り替えるいろいろな交通システムに用いられる電動の分岐装置の監視に異常判定装置１を用いることができる。

ここで、図２～図５を参照して、分岐装置が行う分岐レールの切替について説明する。具体的には、軌道の分岐点で車両が直進する場合と左側へ曲がる場合とでの分岐装置による分岐レールの向きの変化の例について説明する。

【００１６】

図２は、車両が直進する場合の分岐レールの向きの例を示す説明図である。同図は、軌道の分岐点を走行する車両を上（上空側）から見た様子を示している。

同図に示す新交通システム７００は、軌道８００と、車両９００とを備える。軌道８００は、路面８１０と、ガイドレール８２０と、分岐レール８３０と、分岐装置８４０とを備える。分岐レール８３０は、固定分岐レール８３１と可変分岐レール８３２とを備える。分岐装置８４０は、駆動装置８４１とロッド８４２とを備える。車両９００は、車両本体９１０と、支持物９２０と、案内輪９３０と、分岐輪９４０と、走行用タイヤ９５０とを備える。

また、車両９００の進行方向を矢印Ｂ１１で示している。

【００１７】

軌道８００は、車両９００の走行経路を構成する。

路面８１０は、車両９００が走行する面である。路面８１０は、例えばコンクリートの表面にておよそ水平に形成されている。車両９００は、路面８１０に接している走行用タイヤ９５０を回転させることで路面８１０上を走行する。

ガイドレール８２０は、車両９００が路面８１０上を走行するように車両９００の向きを制約する。図２の例では、ガイドレール８２０は軌道８００の両側それぞれ（路面８１０の両脇それぞれ）に設けられており、車両９００は、案内輪９３０をガイドレール８２０に当てながら（当接させながら）走行する。これにより、車両９００は路面８１０上から逸脱しないように向きを制約される。

【００１８】

分岐レール８３０は、は、軌道８００の分岐箇所に設けられており、分岐箇所を走行する車両９００を分岐先のいずれかの軌道へと導く。

図２の例では、軌道８００の分岐先のそれぞれに固定分岐レール８３１が設置されており、固定分岐レール８３１それぞれの手前（車両９００の進行方向に向かって後ろ側）に可変分岐レール８３２が設置されている。具体的には、車両９００が直進する際の分岐先の軌道の右側（車両９００の進行方向に向かって右側）に固定分岐レール８３１が設置され、その固定分岐レール８３１の手前に可変分岐レール８３２が設置されている。また、車両９００が左へ曲がる際の分岐先の軌道の左側（車両９００の進行方向に向かって左側）に固定分岐レール８３１が設置され、その固定分岐レール８３１の手前に可変分岐レール８３２が設置されている。

【００１９】

以下では、車両９００の進行方向に向かって左側に位置する固定分岐レール８３１、可変分岐レール８３２を、それぞれ左固定分岐レール８３１ａ、左可変分岐レール８３２ａと称する。また、車両９００の進行方向に向かって右側に位置する固定分岐レール８３１、可変分岐レール８３２を、それぞれ右固定分岐レール８３１ｂ、右可変分岐レール８３２ｂと称する。図２の例で、左可変分岐レール８３２ａは、回転中心Ｐ１１を回転軸として向きを可変に設置されている。右可変分岐レール８３２ｂは、回転中心Ｐ１２を回転軸

として向きを可変に設置されている。

【００２０】

分岐装置８４０は、可変分岐レール８３２の向きを変化させることで車両９００の走行経路を切り替える。

駆動装置８４１は、可変分岐レール８３２の向きを切り替える転換力を出力する。ここで、可変分岐レール８３２の転換とは、車両の走行経路を切り替えるために、可変分岐レール８３２の向きを切り替えることである。

【００２１】

ロッド８４２は、駆動装置８４１からの転換力を可変分岐レール８３２に伝達する。具体的には、駆動装置８４１は、転換力を生成するモータを備える。このモータが回転することで、駆動装置８４１は、ロッド８４２をおよそロッド８４２の長手方向に移動させる。ロッド８４２には、左可変分岐レール８３２ａ、右可変分岐レール８３２ｂがそれぞれ結合されており、ロッド８４２移動することで左可変分岐レール８３２ａ、右可変分岐レール８３２ｂそれぞれが向きを変える。

【００２２】

図２の例では、左可変分岐レール８３２ａが端部Ｐ２１を軌道８００の外側寄りに向け、右可変分岐レール８３２ｂが端部Ｐ２２を軌道８００の内側寄りに向けている。端部Ｐ２１は、左可変分岐レール８３２ａの長手方向の両端のうち、回転中心Ｐ１１と反対側の端部である。端部Ｐ２２は、右可変分岐レール８３２ｂの長手方向の両端のうち、回転中心Ｐ１２と反対側の端部である。

【００２３】

車両９００は、軌道８００が構成する走行経路を走行する。車両９００は、例えば乗客又は貨物を搬送する。

車両本体９１０は、例えば乗客又は貨物など搬送対象を収容する。また、車両本体９１０の下部には走行用タイヤ９５０が設けられている。また、車両本体９１０から両横に突出して支持物９２０が設けられている。

支持物９２０は、案内輪９３０及び分岐輪９４０を支持している。具体的には、支持物９２０の左右それぞれの端部に、案内輪９３０及び分岐輪９４０が設けられている。支持物９２０は、案内輪９３０及び分岐輪９４０と車両本体９１０との間隔をおよそ一定に保っている。

【００２４】

案内輪９３０は、上述したように、車両９００が走行する際にガイドレール８２０に当たることで、車両９００が路面８１０上を走行するように車両９００の向きを制約する。

分岐輪９４０は、軌道８００の分岐箇所にて分岐レール８３０に沿って移動することで、車両９００を分岐先の軌道８００のいずれかへ導く。図２の例では、車両９００の右側（車両９００の進行方向に向かって右側）の分岐輪９４０が右可変分岐レール８３２ｂ及び右固定分岐レール８３１ｂに沿って移動することで、車両９００を直進させている。

走行用タイヤ９５０は、車両本体９１０の下側（路面８１０に近い側）に設けられ、路面８１０に接している。走行用タイヤ９５０が回転することで、車両９００移動（走行）する。

【００２５】

図３は、車両が直進する場合の分岐レールの位置の例を示す説明図である。図３は、車両９００の進行方向の後ろ側から見た場合の、図２の線Ｌ１１の位置における分岐輪９４０と可変分岐レール８３２との位置関係を示している。図３では、図２の各部のうち、路面８１０と、ガイドレール８２０と、左可変分岐レール８３２ａと、右可変分岐レール８３２ｂと、車両本体９１０と、支持物９２０と、案内輪９３０と、分岐輪９４０とが示されている。

【００２６】

図３に示すように、可変分岐レール８３２の内側（反対側の可変分岐レール８３２に近い側）には内壁８３３が設けられている。分岐輪９４０が内壁８３３よりも外側に位置す

る場合、この分岐輪９４０は、車両９００の走行に伴って可変分岐レール８３２に沿って移動する。一方、分岐輪９４０が内壁８３３よりも内側に位置する場合、この分岐輪９４０は、可変分岐レール８３２に拘束されない。
固定分岐レール８３１についても同様である。
【００２７】
図３の例では、車両９００の進行方向右側の分岐輪９４０は、右可変分岐レール８３２ｂの内壁８３３よりも外側に位置している。これにより、図２に示すように車両９００の進行方向右側の分岐輪９４０は、右可変分岐レール８３２ｂに沿って移動する。
一方、図３の例では、車両９００の進行方向左側の分岐輪９４０は、左可変分岐レール８３２ａの内壁８３３よりも内側に位置している。これにより、図２に示すように車両９００の進行方向左側の分岐輪９４０は、左可変分岐レール８３２ａから離れて移動し得る。
これにより、図２に示すように、車両９００は右可変分岐レール８３２ｂに沿って移動することで直進する。
【００２８】
図２を参照して説明したように、左可変分岐レール８３２ａが、端部Ｐ２１を軌道８００の外側寄りに向けている。このため、図３では、左可変分岐レール８３２ａが軌道８００の外側寄りに位置し、右可変分岐レール８３２ｂが軌道８００の内側寄りに位置している。特に、左可変分岐レール８３２ａがガイドレール８２０の下に位置しているのに対し、右可変分岐レール８３２ｂはガイドレール８２０よりも内側（軌道８００の内側寄り）に位置している。
【００２９】
これにより、車両９００の進行方向左側の分岐輪９４０は、左可変分岐レール８３２ａの内壁８３３よりも内側に位置するようになる。
一方、右可変分岐レール８３２ｂは、端部Ｐ２２を軌道８００の内側寄りに向けている。これにより、車両９００の進行方向右側の分岐輪９４０は、右可変分岐レール８３２ｂの内壁８３３よりも外側に位置するようになる。
【００３０】
図４は、車両が左へ曲がる場合の分岐レールの向きの例を示す説明図である。同図は、軌道の分岐点を走行する車両を上（上空側）から見た様子を示している。
図４に示す構成は図２の場合と同様である。図４の各部に対応する図２の各部と同一の符号（７００、８００、８１０、８２０、８３０、８３１、８３１ａ、８３１ｂ、８３２、８３２ａ、８３２ｂ、８４０、８４１、８４２、９００、９１０、９２０、９３０、９４０、９５０）を付して説明を省略する。また、図４に示す回転中心Ｐ１１及びＰ１２も、図２の場合と同様であり、説明を省略する。
【００３１】
図４の例では、左可変分岐レール８３２ａの向き及び右可変分岐レール８３２ｂの向きが図２の場合と異なっている。図４の例では、左可変分岐レール８３２ａが端部Ｐ２１を軌道８００の内側寄りに向け、右可変分岐レール８３２ｂが端部Ｐ２２を軌道８００の外側寄りに向けている。
また、図２の例では、車両９００の右側の分岐輪９４０が右可変分岐レール８３２ｂ及び右固定分岐レール８３１ｂに沿って移動しているのに対し、図４の例では、車両９００の左側の分岐輪９４０が左可変分岐レール８３２ａ及び左固定分岐レール８３１ａに沿って移動している。これにより、車両９００が左へ曲がっている。図４における車両９００の進行方向を矢印Ｂ１２で示している。
【００３２】
図５は、車両が左へ曲がる場合の分岐レールの位置の例を示す説明図である。図５は、車両９００の進行方向の後ろ側から見た場合の、図４の線Ｌ１２の位置における分岐輪９４０と可変分岐レール８３２との位置関係を示している。図５では、図４の各部のうち、路面８１０と、ガイドレール８２０と、左可変分岐レール８３２ａと、右可変分岐レール

８３２ｂと、車両本体９１０と、支持物９２０と、案内輪９３０と、分岐輪９４０とが示されている。
図５に示す構成は図３の場合と同様である。図５の各部に対応する図３の各部と同一の符号（７００、８００、８１０、８２０、８３０、８３２、８３２ａ、８３２ｂ、８３３、９００、９１０、９２０、９３０、９４０）を付して説明を省略する。
【００３３】
図５の例では、可変分岐レール８３２の位置が図３の場合と異なっており、これによって可変分岐レール８３２と分岐輪９４０との位置関係も図３の場合と異なっている。
具体的には、図５の例では、車両９００の進行方向左側の分岐輪９４０は、左可変分岐レール８３２ａの内壁８３３よりも外側に位置している。これにより、図４に示すように車両９００の進行方向左側の分岐輪９４０は、左可変分岐レール８３２ａに沿って移動する。
【００３４】
一方、図５の例では、車両９００の進行方向右側の分岐輪９４０は、右可変分岐レール８３２ｂの内壁８３３よりも内側に位置している。これにより、図４に示すように車両９００の進行方向右側の分岐輪９４０は、右可変分岐レール８３２ｂから離れて移動し得る。
これにより、図４に示すように、車両９００は左可変分岐レール８３２ａに沿って移動することで左へ曲がる。
【００３５】
図４を参照して説明したように、右可変分岐レール８３２ｂが、端部Ｐ２２を軌道８００の外側寄りに向けている。このため、図５では、右可変分岐レール８３２ｂが軌道８００の外側寄りに位置し、左可変分岐レール８３２ａが軌道８００の内側寄りに位置している。特に、右可変分岐レール８３２ｂがガイドレール８２０の下に位置しているのに対し、左可変分岐レール８３２ａはガイドレール８２０よりも内側（軌道８００の内側寄り）に位置している。
【００３６】
これにより、車両９００の進行方向右側の分岐輪９４０は、右可変分岐レール８３２ｂの内壁８３３よりも内側に位置するようになる。
一方、左可変分岐レール８３２ａは、端部Ｐ２１を軌道８００の内側寄りに向けている。これにより、車両９００の進行方向左側の分岐輪９４０は、左可変分岐レール８３２ａの内壁８３３よりも外側に位置するようになる。
【００３７】
測定部１００は、駆動装置８４１又はその近傍に設置された各種センサを用いて駆動装置８４１に関する各種データを測定する。
転換力測定部１１０は、駆動装置８４１が出力する転換力の向き及び大きさを測定する。具体的には、転換力測定部１１０は、ロッド８４２に設置された荷重センサを備え、転換時にロッド８４２にかかる荷重を測定する。
【００３８】
転換力測定部１１０が備える荷重センサとして、例えば歪ゲージ（歪ゲージ式ロードセル）を用いることができる。この場合、転換力測定部１１０は、例えば電池等の電源を備えて歪ゲージに直流電圧を印加する。ロッド８４２の圧縮又は引張に伴って歪ゲージが圧縮又は引張されて抵抗値が変化すると、歪ゲージを流れる電流が変化する。転換力測定部１１０は、この歪ゲージを流れる電流をアンプで較正することにより、駆動装置８４１が出力する転換力の向き及び大きさを測定する。
【００３９】
図６は、荷重センサの設置位置の例を示す説明図である。同図に示す各部のうち、図２の各部と同一の部分には同一の符号（７００、８００、８１０、８２０、８３０、８３１、８３１ａ、８３１ｂ、８３２、８３２ａ、８３２ｂ、８４０、８４１、８４２、９００、９１０、９２０、９３０、９４０、９５０）を付して説明を省略する。

図６の例では、図２に示された各部に加えて、転換力測定部１１０の荷重センサ１１１が示されている。具体的には、ロッド８４２に荷重センサ１１１が設けられている。荷重センサ１１１として歪ゲージを用いる場合、図６のようにロッド８４２に荷重センサ１１１（歪ゲージ）を貼り付けてロッド８４２の圧縮又は引張を検出することで、上記のように駆動装置８４１が出力する転換力の向き及び大きさを測定することができる。

但し、転換力測定部１１０が備える荷重センサは、歪ゲージに限らない、転換力測定部１１０が、静電容量型ロードセルなど歪ゲージ以外のセンサを備えるようにしてもよい。

あるいは、転換力測定部１１０が、転換力を出力するモータの負荷（例えば負荷トルク）を測定することで、転換力を測定するようにしてもよい。

【００４０】

電流測定部１２０は電流センサを備え、駆動装置８４１を流れる電流を測定する。

電圧測定部１３０は電圧センサを備え、駆動装置８４１に供給される電圧を測定する。

図７は、電流及び電圧の測定箇所の例を示す説明図である。同図の例では、電圧測定部１３０の電圧センサ１３１は、駆動装置８４１に電力を供給する電源８５０の電圧を測定する。また、電流測定部１２０の電流センサ１２１は、電源８５０から駆動装置８４１への電流を測定する。すなわち、電流センサ１２１、電圧センサ１３１は、それぞれ、駆動装置８４１の電源電流、電源電圧を測定する。

【００４１】

但し、駆動装置８４１を流れる電流の測定箇所、及び、駆動装置８４１に供給される電圧の測定箇所は、これに限らない。例えば、電流測定部１２０の電流センサ１２１が駆動装置８４１の内部に設けられ、上述した転換力を生成するモータを流れる電流を測定するようにしてもよい。また、電圧測定部１３０の電圧センサ１３１が駆動装置８４１の内部に設けられ、このモータに印加される電圧を測定するようにしてもよい。

【００４２】

変位測定部１４０は変位センサを備え、分岐レール８３０の変位を、左右の分岐レール８３０それぞれについて測定する。

図８は、変位センサの設置位置の例を示す説明図である。同図に示す各部のうち、図３の各部と同一の部分には同一の符号（７００、８００、８１０、８２０、８３０、８３２、８３２ａ、８３２ｂ、８３３、９００、９１０、９２０、９３０、９４０）を付して説明を省略する。

【００４３】

図８の例では、図３に示された各部に加えて、変位測定部１４０の変位センサ１４１と、変位センサ１４１を支持する支柱８６０とが示されている。具体的には、左右両方の可変分岐レール８３２の外側にそれぞれ支柱８６０が設けられ、それぞれの支柱８６０に変位センサ１４１が設けられている。

変位センサ１４１として、変位センサ１４１自らと可変分岐レール８３２との距離、又は、変位センサ１４１自らと可変分岐レール８３２との距離の変化を測定可能ないろいろなセンサを用いることができる。例えば、変位センサ１４１は、渦電流式のセンサであってもよいし、レーザ式、超音波式、又は、ワイヤ式のセンサであってもよい。

【００４４】

以下では、車両９００の進行方向に向かって左側の支柱８６０に設けられている変位センサ１４１を左変位センサ１４１ａと称する。また、車両９００の進行方向に向かって右側の支柱８６０に設けられている変位センサ１４１を右変位センサ１４１ｂと称する。

変位測定部１４０は、左変位センサ１４１ａと左可変分岐レール８３２ａとの距離の変化を検出することで、左可変分岐レール８３２ａの変位（左可変分岐レール８３２ａの位置の変化）を検出する。同様に、変位測定部１４０は、右変位センサ１４１ｂと右可変分岐レール８３２ｂとの距離の変化を検出することで、右可変分岐レール８３２ｂの変位（右可変分岐レール８３２ｂの位置の変化）を検出する。

【００４５】

図９は、荷重センサ１１１の測定値及び変位センサ１４１の測定値の例を示すグラフで

ある。同図は、可変分岐レール８３２が正常に動作している場合の例を示している。
図９の線Ｌ２１は、荷重センサ１１１による可変分岐レール８３２の転換時の荷重の測定値（駆動装置８４１が出力する転換力の測定値）の例を示す。線Ｌ２１のグラフの横軸は時刻を示し、縦軸は荷重を示す。

【００４６】

線Ｌ２２は、左変位センサ１４１ａによる左可変分岐レール８３２ａの変位の例を示す。線Ｌ２２のグラフの横軸は、線Ｌ２１のグラフの横軸と同じ時刻を示し、縦軸は変位を示す。縦軸の下側ほど、左可変分岐レール８３２ａが左変位センサ１４１ａに近いことを示し、縦軸の上側ほど、左可変分岐レール８３２ａが左変位センサ１４１ａから遠いことを示す。

【００４７】

線Ｌ２３は、右変位センサ１４１ｂによる右可変分岐レール８３２ｂの変位の例を示す。線Ｌ２３のグラフの横軸は、線Ｌ２１のグラフの横軸と同じ時刻を示し、縦軸は変位を示す。縦軸の下側ほど、右可変分岐レール８３２ｂが右変位センサ１４１ｂに近いことを示し、縦軸の上側ほど、右可変分岐レール８３２ｂが右変位センサ１４１ｂから遠いことを示す。

【００４８】

時刻Ｔ１１では、図４及び図５の例のように、左可変分岐レール８３２ａが端部Ｐ２１を軌道８００の内側寄りに向け、右可変分岐レール８３２ｂが端部Ｐ２２を軌道８００の外側寄りに向けた状態になっている。このため、線Ｌ２２に示されるように、左可変分岐レール８３２ａが左変位センサ１４１ａから比較的遠い位置にある。一方、線Ｌ２３に示されるように、右可変分岐レール８３２ｂが右変位センサ１４１ｂに比較的近い位置にある。

【００４９】

時刻Ｔ１１から時刻Ｔ１２までの間、線Ｌ２１に示されるように、駆動装置８４１が転換力を出力し、ロッド８４２がこの転換力を左可変分岐レール８３２ａ及び右可変分岐レール８３２ｂの各々に伝達している。これにより、線Ｌ２２示されるように、左可変分岐レール８３２ａは、左変位センサ１４１ａに近づくように向きを変える動作を行っている。また、線Ｌ２３に示されるように、右可変分岐レール８３２ｂは、右変位センサ１４１ｂから遠ざかるように向きを変える動作を行っている。

【００５０】

時刻Ｔ１２では、図２及び図３の例のように、左可変分岐レール８３２ａが端部Ｐ２１を軌道８００の外側寄りに向け、右可変分岐レール８３２ｂが端部Ｐ２２を軌道８００の内側寄りに向けた状態になっている。このため、線Ｌ２２に示されるように、左可変分岐レール８３２ａが左変位センサ１４１ａに比較的近い位置にある。一方、線Ｌ２３に示されるように、右可変分岐レール８３２ｂが右変位センサ１４１ｂから比較的遠い位置にある。

時刻Ｔ１２から時刻Ｔ１３までの間、線Ｌ２１に示されるように、駆動装置８４１は転換力の出力を停止しており、左可変分岐レール８３２ａ及び右可変分岐レール８３２ｂは、図２及び図３に示される状態を維持している。

【００５１】

時刻Ｔ１３から時刻Ｔ１４までの間、線Ｌ２１に示されるように、駆動装置８４１が転換力を出力し、ロッド８４２がこの転換力を左可変分岐レール８３２ａ及び右可変分岐レール８３２ｂの各々に伝達している。時刻Ｔ１３から時刻Ｔ１４では、駆動装置８４１は、時刻Ｔ１１から時刻Ｔ１２までの間の場合と逆向きの転換力を出力している。これにより、線Ｌ２２示されるように、左可変分岐レール８３２ａは、左変位センサ１４１ａから遠ざかるように向きを変える動作を行っている。また、線Ｌ２３に示されるように、右可変分岐レール８３２ｂは、右変位センサ１４１ｂに近づくように向きを変える動作を行っている。

【００５２】

時刻Ｔ１４では、時刻Ｔ１１の場合と同様、図４及び図５の例のように、左可変分岐レール８３２ａが端部Ｐ２１を軌道８００の内側寄りに向け、右可変分岐レール８３２ｂが端部Ｐ２２を軌道８００の外側寄りに向けた状態になっている。

時刻Ｔ１４の後、線Ｌ２１に示されるように、駆動装置８４１は転換力の出力を停止しており、左可変分岐レール８３２ａ及び右可変分岐レール８３２ｂは、図４及び図５に示される状態を維持している。

【００５３】

駆動装置温度測定部１５０は、分岐装置８４０の温度を測定する。例えば、駆動装置温度測定部１５０は、上述した転換力を生成するモータ内又は当該モータの外面に設けられ、当該モータの温度を測定する。

環境温度測定部１６０は、例えば外気温を測定するなど、監視対象である分岐箇所における環境温度を測定する。

【００５４】

なお、測定部１００が、必ずしも転換力測定部１１０、電流測定部１２０、電圧測定部１３０、変位測定部１４０及び駆動装置温度測定部１５０の全てを備えている必要はなく、これらのうち２つ以上を備えていればよい。例えば、測定部１００が、転換力測定部１１０と、電流測定部１２０と、電圧測定部１３０とを備えるが、変位測定部１４０と駆動装置温度測定部１５０とを備えていない構成になっていてもよい。

【００５５】

異常判定装置本体２００は、測定部１００による測定値に基づいて分岐装置８４０の異常を検知する。異常判定装置本体２００は例えばコンピュータを用いて構成される。

測定結果取得部２１０は、測定部１００による各種測定値を取得する。測定結果取得部２１０は、例えば異常判定装置本体２００が備える通信回路を含んで構成され、異常判定装置本体２００と測定部１００との通信インタフェースとして機能する。

【００５６】

操作入力部２２０は、例えばキーボード及びマウス等の入力デバイスを備え、ユーザ操作を受ける。

表示部２３０は、例えば液晶パネル又はＬＥＤ（Light Emitting Diode、発光ダイオード）パネル等の表示面を備え、各種画像を表示する。特に、表示部２３０は、異常判定部２９１が分岐装置８４０の異常の有無および異常発生箇所を判定した判定結果を表示する。

【００５７】

記憶部２８０は、異常判定装置本体２００が備える記憶デバイスを用いて構成され、各種データを記憶する。

測定結果記憶部２８１は、測定部１００による各種測定値を記憶する。例えば、測定結果記憶部２８１は、測定部１００の各部が測定した測定値の履歴を、測定を行った機能部毎に、かつ、測定時刻を示す情報と対応付けて記憶する。

制御部２９０は、異常判定装置１の各部を制御して各種処理を実行する。制御部２９０は、例えば異常判定装置１が備えるＣＰＵ（Central Processing Unit、中央処理装置）が記憶部２８０からプログラムを読み出して実行することで構成される。

【００５８】

異常判定部２９１は、転換力測定部１１０による転換力の測定値と、電流測定部１２０による電流の測定値と、電圧測定部１３０による電圧の測定値とに基づいて異常の有無を判定する。特に、異常判定部２９１は、分岐レール８３０における異常と、駆動装置８４１における異常と、駆動装置８４１への供給電力の異常とを切り分けて異常の有無を判定する。

【００５９】

図１０は、異常判定部２９１が判定する異常及び異常発生個所の例を示す説明図である。同図に示すように、異常判定部２９１は、測定項目と検出された異常とに基づいて、原因と異常発生個所とを判定する。そして、異常判定部２９１は、判定した原因及び異常発

生個所を示すメッセージを表示部２３０に表示させる。以下では、表示部２３０が表示する異常を知らせるメッセージをアラームと称する。

【００６０】

図１０に示すように、変位測定部１４０が測定する変位が所定の変位量に満たない場合（すなわち、可変分岐レール８３２の転換が不完全な場合）、異常判定部２９１は、可変分岐レール８３２に異物が混入し、可変分岐レール８３２が異物を噛み込んで変位が不十分になっている可能性ありと判定する。この場合、異常判定部２９１は、異常発生個所を可変分岐レール８３２と判定する。

【００６１】

また、左右の変位量が相違する場合、可変分岐レール８３２とロッド８４２との締結が緩んでいる可能性ありと判定する。この場合、異常判定部２９１は、異常発生個所を可変分岐レール８３２と判定する。ここで、左右の変位量が相違する場合の例として、左変位センサ１４１ａが測定した変位量の大きさと右変位センサ１４１ｂが測定した変位量の大きさとの差が所定の閾値以上である場合が挙げられる。

【００６２】

このように、異常判定部２９１は、左可変分岐レール８３２ａの変位と右可変分岐レール８３２ｂの変位との差に基づいて、可変分岐レール８３２の異常の有無を判定する。

また、変位測定部１４０が測定する変位に所定の閾値以上のオフセットが生じている場合、異常判定部２９１は、可変分岐レール８３２又はロッド８４２が変形している可能性有りと判定する。この場合、異常判定部２９１は、異常発生個所を可変分岐レール８３２と判定する。

【００６３】

また、可変分岐レール８３２の切替速度が所定の閾値よりも小さい場合、異常判定部２９１は、可変分岐レール８３２が錆又は凍結等で固渋している可能性有りと判定する。この場合、異常判定部２９１は、異常発生個所を可変分岐レール８３２と判定する。

ここでいう可変分岐レール８３２の切替速度は、可変分岐レール８３２の向きを切り替える際の、可変分岐レール８３２の変位の速さである。例えば、異常判定部２９１は、変位センサ１４１が測定する可変分岐レール８３２の変位を時間で除算して、可変分岐レール８３２の切替速度を算出する。

【００６４】

また、転換力測定部１１０が測定する転換力が所定の閾値よりも大きい場合（従って、駆動装置８４１が可変分岐レール８３２の向きを切り替える際の抵抗が増加している場合）、異常判定部２９１は、可変分岐レール８３２が錆又は凍結等で固渋している可能性有りと判定する。この場合、異常判定部２９１は、異常発生個所を可変分岐レール８３２と判定する。

また、電圧測定部１３０が測定する電圧が所定の上限閾値より大きい場合、又は、所定の下限閾値よりも小さい場合、異常判定部２９１は、電源の不具合の可能性有りと判定する。この場合、異常判定部２９１は、異常発生個所を電源と判定する。

【００６５】

また、電流測定部１２０が測定する電流が所定の閾値よりも小さい場合、異常判定部２９１は、駆動装置８４１内の断線又は接触不良など、駆動装置８４１の故障の可能性有りと判定する。この場合、異常判定部２９１は、異常発生個所を駆動装置８４１と判定する。

また、電流測定部１２０が測定する電流が所定の上限閾値より大きい場合、又は、所定の下限閾値よりも小さい場合、異常判定部２９１は、電源の不具合の可能性有りと判定する。この場合、異常判定部２９１は、異常発生個所を電源と判定する。

【００６６】

なお、電流測定部１２０が測定する電流が所定の閾値よりも小さい場合、異常判定部２９１は、電圧測定部１３０が測定する電圧の異常の有無に基づいて、原因及び異常発生個所の切り分けを行う。具体的には、電圧測定部１３０が測定する電圧に異常があると判定

した場合、異常判定部２９１は、電源の不具合の可能性有りと判定し、異常発生個所を電源と判定する。一方、電圧測定部１３０が測定する電圧に異常がないと判定した場合、異常判定部２９１は、駆動装置８４１の故障の可能性有りと判定し、異常発生個所を駆動装置８４１と判定する。

【００６７】

また、駆動装置温度測定部１５０が測定する温度が所定の第一閾値よりも高い場合、異常判定部２９１は、駆動装置８４１の故障の前兆の可能性有りと判定する。この場合、異常判定部２９１は、異常発生個所を駆動装置８４１と判定する。

また、駆動装置温度測定部１５０が測定する温度が所定の第二閾値よりも高い場合、異常判定部２９１は、駆動装置８４１内部で焼損が起きている可能性があると判定する。この場合、異常判定部２９１は、異常発生個所を駆動装置８４１と判定する。ここで、第二閾値は、第一閾値よりも高い温度に設定されている。

【００６８】

また、異常判定部２９１は、環境温度測定部１６０が測定する環境温度を凍結の有無の判定に用いる。例えば、転換力測定部１１０が測定する転換力が所定の閾値よりも大きく、かつ、環境温度測定部１６０が測定する環境温度（例えば気温）が０℃よりも低い場合、異常判定部２９１は、可変分岐レール８３２が凍結して固渋している可能性有りと判定する。

【００６９】

ここで、異常判定部２９１が、転換力測定部１１０による転換力の測定値、電流測定部１２０による電流の測定値、及び、電圧測定部１３０による電圧の測定値のうち少なくともいずれか１つの経時的変化に基づいて異常の有無を判定するようにしてもよい。

ここでいう経時的変化は、例えば経年変化（年単位など比較的長い時間の経過による変化）である。あるいは、数カ月の経過など比較的短い時間の経過による変化であってもよい。

【００７０】

図１１は、分岐装置８４０による可変分岐レール８３２の転換（向きの切替）の経時的変化の例を示すグラフである。同図に示すグラフの横軸は時刻を示し、縦軸は検出量（荷重、切替時間、又は、切替速度）を示す。

線Ｌ３１は、荷重センサ１１１が検出する荷重の経時的変化の例を示している。この荷重センサ１１１が検出する荷重は、図１０を参照して説明した転換力測定部１１０が測定する転換力の例に該当する。

【００７１】

上述したように、可変分岐レール８３２が錆等で固渋した場合、或いは、可変分岐レール８３２が異物を噛み込んだ場合、荷重センサ１１１が測定する荷重が増加する。また、可変分岐レール８３２が凍結等で固渋した場合も、荷重センサ１１１が測定する荷重が増加する。

この荷重の増加は、転換力を出力するモータの負荷の増加を示している。モータの負荷が高い状態は故障の原因につながる。そこで、異常判定部２９１は、荷重が大きい状態を検出すると表示部２３０に、可変分岐レール８３２の異常の可能性を示して点検を促すメッセージ（アラーム）を表示させる。

例えば、測定結果記憶部２８１が、図１１の時刻Ｔ２１にて荷重センサが測定した荷重を記憶しておく。そして、異常判定部２９１は、この時刻Ｔ２１における荷重を基準として、荷重センサ１１１の測定値が、この基準よりも所定の荷重以上大きくなったことを検出すると、表示部２３０にアラームを表示させる。

【００７２】

線Ｌ３２は、可変分岐レール８３２の切替時間の経時点変化の例を示している。ここでいう可変分岐レール８３２の切替時間は、車両の進行方向を切り替えるために可変分岐レール８３２の向きを切り替えるのに要する時間である。例えば、可変分岐レール８３２を図２の状態から図４の状態に切り替えるのに要する時間が、可変分岐レール８３２の切替

時間の例に該当する。また、可変分岐レール８３２を図４の状態から図２の状態に切り替えるのに要する時間も、可変分岐レール８３２の切替時間の例に該当する。

【００７３】

異常判定部２９１は、例えば、荷重センサ１１１による荷重の測定値に基づいて、可変分岐レール８３２の切替時間を検出する。例えば、異常判定部２９１は、図９の時刻Ｔ１１から時刻Ｔ１２までの間、または、時刻Ｔ１３から時刻Ｔ１４までの間のように、荷重センサ１１１が転換力を検出し始めてから検出し終わるまでの時間を、可変分岐レール８３２の切替時間として検出する。

【００７４】

例えば、可変分岐レール８３２が錆等で固渋した場合、或いは、可変分岐レール８３２が異物を噛み込んだ場合、上記のように荷重センサ１１１が測定する荷重が増加するとともに、可変分岐レール８３２の切替時間も長くなる。

そこで、異常判定部２９１が、荷重の増加に代えて、可変分岐レール８３２の切替時間の増加を検出するようにしてもよい。

【００７５】

線Ｌ３３は、可変分岐レール８３２の切替速度の経時的変化の例を示している。上述したように、例えば異常判定部２９１は、変位センサ１４１が測定する可変分岐レール８３２の変位を時間で除算して、可変分岐レール８３２の切替速度を算出する。

線Ｌ３３に示される可変分岐レール８３２の切替速度が遅いほど、線Ｌ３２に示される可変分岐レール８３２の切替時間が長くなる。そこで、異常判定部２９１が、荷重の増加、可変分岐レール８３２の切替時間の増加及び可変分岐レール８３２の切替速度の低下のうち、いずれか１つのみを検出するようにしてもよい。

あるいは、異常判定部２９１が、荷重の増加又は可変分岐レール８３２の切替時間の増加と、可変分岐レール８３２の切替速度の低下とを検出するようにしてもよい。これにより、荷重センサ１１１又は変位センサ１４１のいずれかが故障した場合でも、可変分岐レール８３２の異常を検知し得る。

【００７６】

このように、異常判定部２９１が、過去の測定値を基準として異常の有無を判定することで、測定値の経時的変化に基づいて異常の有無を判定するようにしてもよい。過去の測定値を基準として異常判定の閾値を設定することで、異常判定部２９１は、装置の個体差に応じた閾値を設定することができる。この閾値を用いることで、異常判定部２９１は、より高精度に異常の有無を判定することができる。

【００７７】

なお、異常判定部２９１が、１種類の測定値と閾値との比較にて異常の有無を判定するようにしてもよいし、複数種類の測定値の組み合わせと閾値の組み合わせとの比較にて異常の有無を判定するようにしてもよい。この点について図１２及び図１３を参照して説明する。

【００７８】

図１２は、異常判定部２９１が１種類の測定値と閾値との比較にて異常の有無を判定する例を示すグラフである。同図の横軸は時刻を示し、縦軸は電圧を示す。線Ｌ４１は、電圧測定部１３０が測定する電圧の例を示す。

また、図１２の電圧Ｖ１１は、電圧測定部１３０が測定する電圧の基準値を示し、電圧Ｖ１１を含む領域Ａ１１は、異常判定部２９１が正常と判定する範囲を示す。

【００７９】

図１１を参照して説明したように、測定結果記憶部２８１が記憶している過去の測定値を基準値（図１２では電圧Ｖ１１）として、異常判定部２９１が、この基準値から所定の範囲を正常の範囲（図１２では領域Ａ１１）に設定するようにしてもよい。あるいは、記憶部２８０が、正常の範囲を予め記憶しておくようにしてもよい。

【００８０】

異常判定部２９１は、測定値が正常の範囲を逸脱したと判定すると、測定値の種類に応

じたアラームを表示部２３０に表示させる。
図１２の例では、時刻Ｔ３１までは、電圧測定部１３０による電圧測定値が正常の範囲内（領域Ａ１１の範囲内）にある。一方、時刻Ｔ３１より後は、電圧測定部１３０による電圧測定値が正常の範囲内を逸脱している。ここで、図１２の例のように電圧測定部１３０による電圧測定値が上昇する原因として、電源の異常が考えられる。
【００８１】
そこで、記憶部２８０が、異常を示す測定値の種類と異常の原因との対応関係を示す情報を予め記憶しておく。そして、異常判定部２９１は、測定値と閾値との比較で異常ありと判定すると、記憶部２８０が記憶している情報に基づいて、異常の原因に応じたアラームを表示部２３０に表示させる。
図１２の例の場合、時刻Ｔ３１より後のある時点で、電圧測定値が正常値の上限（閾値）よりも大きいと判定すると、異常判定部２９１は、記憶部２８０が記憶している情報に基づいて、電源の異常を示して点検を促すアラームを表示部２３０に表示させる。
【００８２】
なお、図１２では、電圧測定部１３０が測定する電圧を例に説明したが、異常判定部２９１が、閾値に基づいて異常の有無を判定する対象は電圧に限らない。転換力測定部１１０が測定する転換力、電流測定部１２０が測定する電流、電圧測定部１３０が測定する電圧、変位測定部１４０が測定する変位、駆動装置温度測定部１５０が測定する温度のいずれか又はこれらの組み合わせについて、異常判定部２９１が、閾値に基づいて異常の有無を判定するようにしてもよい。
【００８３】
図１３は、異常判定部２９１が２種類の測定値と閾値との比較にて異常の有無を判定する例を示すグラフである。同図の横軸は電圧を示し、縦軸は電流を示す。
また、図１３の電圧Ｖ２１は、電圧測定部１３０が測定する電圧の基準値を示し、電圧Ｖ２１を含む領域Ａ２１は、異常判定部２９１が電圧について正常と判定する範囲を示す。線Ｌ５１は、電圧との関係で決定された電流の基準値を示し、領域Ａ２１の範囲内、かつ、線Ｌ５１を含む領域Ａ２２は、異常判定部２９１が正常と判定する範囲を示す。
【００８４】
図１１を参照して説明したように、測定結果記憶部２８１が記憶している過去の測定値を基準値（図１３では電圧Ｖ２１）として、異常判定部２９１が、この基準値から所定の範囲を第１の測定値の正常の範囲（図１３では領域Ａ２１）に設定するようにしてもよい。あるいは、記憶部２８０が、正常の範囲を予め記憶しておくようにしてもよい。
また、記憶部２８０は、第１の測定値と第２の測定値の基準値との関係を示す情報を予め記憶しておく。そして、異常判定部２９１は、第１の測定値の正常の範囲について、第２の測定値の基準値（図１３では線Ｌ５１）を求め、得られた基準値から所定の範囲を、第１の測定値と第２の測定値との組み合わせの正常の範囲（図１３では領域Ａ２２）に決定する。
或いは、記憶部２８０が、第１の測定値と第２の測定値との組み合わせの正常の範囲（図１３では領域Ａ２２）を示す情報を予め記憶しておくようにしてもよい。
【００８５】
このように、異常判定部２９１が複数種類の測定値の組み合わせに基づいて異常の判定を行うことで、より高精度な判定を行うことができる。
例えば、駆動装置８４１に供給される電源電圧に異常がある場合、駆動装置８４１自体には異常がなくても駆動装置８４１を流れる電流にも異常が生じることが考えられる。
この場合、仮に異常判定部２９１が、電流測定部１２０が測定する電流のみに基づいて異常有りと判定すると、異常判定部２９１は、電流の異常を検出したことから駆動装置８４１内の異常と判断する。すると、駆動装置８４１自体には異常がないにもかかわらず、異常判定部２９１は、駆動装置８４１に異常があると誤判定してしまう。
【００８６】
これに対し、図１３の例で、異常判定部２９１が、領域Ａ２１の範囲外については、電

圧の異常と判定して電流の異常の有無は判定せず、領域Ａ２１の範囲内で領域Ａ２２から逸脱した場合に電流の異常と判定するようにする。これにより、駆動装置８４１自体には異常がないにもかかわらず、異常判定部２９１が、電圧の異常に起因して駆動装置８４１内の異常と誤判定してしまうことを回避し得る。

【００８７】

また、測定値の種類毎に判定の優先度を設定しておき、異常判定部２９１が優先度の高い測定値から順に異常の有無を判定するようにしてもよい。

図１４は、異常判定部２９１が異常の有無を判定する順序の例を示す説明図である。

異常判定処理を開始した異常判定部２９１は、まず、電圧の異常の有無を判定する（ステップＳ１１）。具体的には、異常判定部２９１は、電圧測定部１３０による電圧測定値が所定の正常範囲内にあるか否かを判定する。

【００８８】

電圧の異常有りと判定した場合（ステップＳ１１：ＹＥＳ）、異常判定部２９１は、電源異常時の処理を行う（ステップＳ１２）。例えば、異常判定部２９１は、異常発生個所が電源と推定され、電源の不具合の可能性があることを示すメッセージ（アラーム）を表示部２３０に表示させる。

ステップＳ１２の後、図１４の処理を終了する。

【００８９】

一方、ステップＳ１１で電圧の異常なしと判定した場合（ステップＳ１１：ＮＯ）、異常判定部２９１は、電流の異常の有無を判定する（ステップＳ２１）。具体的には、異常判定部２９１は、電流測定部１２０による電流測定値が所定の正常範囲内にあるか否かを判定する。

このように、異常判定部２９１が、電圧の異常の有無を判定し、電圧の異常有りと判定した場合に、電流の異常の有無を判定することで、電流の異常の有無を判定する際、電源が正常であると想定することができる。これにより、異常判定部２９１は、電流の異常有りと判定した場合に、異常発生個所の候補から電源を除外することができる。

【００９０】

ステップＳ２１で電流の異常有りと判定した場合（ステップＳ２１：ＹＥＳ）、異常判定部２９１は、転換力の異常の有無を判定する（ステップＳ２２）。具体的には、異常判定部２９１は、転換力測定部１１０が測定する転換力の大きさが所定の閾値よりも大きいか否かを判定する。

転換力の異常有りと判定した場合（ステップＳ２２：ＹＥＳ）、異常判定部２９１は、駆動装置の異常時の処理、及び、可変分岐レールの異常時の処理を行う（ステップＳ２３）。具体的には、異常判定部２９１は、ステップＳ２１での電流の異常有りとの判定結果に基づいて、異常発生個所が駆動装置と推定され、駆動装置内の断線又は接触不良など駆動装置内の故障の可能性があることを示すメッセージを表示部２３０に表示させる。さらに、異常判定部２９１は、ステップＳ２２での転換力の異常有りとの判定結果に基づいて、異常発生個所が可変分岐レールと推定され、可変分岐レールが錆又は凍結等で固渋している可能性があることを示すメッセージを表示部２３０に表示させる。

ステップＳ２３の後、図１４の処理を終了する。

【００９１】

一方、ステップＳ２２で転換力の異常なしと判定した場合（ステップＳ２２：ＮＯ）、異常判定部２９１は、駆動装置の異常時の処理を行う（ステップＳ２４）。具体的には、異常判定部２９１は、ステップＳ２１での電流の異常有りとの判定結果に基づいて、異常発生個所が駆動装置と推定され、駆動装置内の断線又は接触不良など駆動装置内の故障の可能性があることを示すメッセージを表示部２３０に表示させる。

ステップＳ２４の後、図１４の処理を終了する。

【００９２】

一方、ステップＳ２１で電流の異常なしと判定した場合（ステップＳ２１：ＮＯ）、異常判定部２９１は、転換力の異常の有無を判定する（ステップＳ３１）。具体的には、異

常判定部２９１は、転換力測定部１１０が測定する転換力の大きさが所定の閾値よりも大きいか否かを判定する。
転換力の異常有りと判定した場合（ステップＳ３１：ＹＥＳ）、異常判定部２９１は、分岐レールの異常時の処理を行う（ステップＳ３２）。具体的には、異常判定部２９１は、異常発生個所が可変分岐レールと推定され、可変分岐レールが錆又は凍結等で固渋している可能性があることを示すメッセージを表示部２３０に表示させる。
ステップＳ３２の後、図１４の処理を終了する。
【００９３】
一方、ステップＳ３１で転換力の異常なしと判定した場合（ステップＳ３１：ＮＯ）、異常判定部２９１は、変位の異常の有無を判定する（ステップＳ４１）。具体的には、異常判定部２９１は、変位測定部１４０による変位の測定値に基づいて、図１０を参照して説明した異常の有無を判定する。
変位の異常有りと判定した場合（ステップＳ４１：ＹＥＳ）、異常判定部２９１は、ステップＳ４１で異常有りと判定した異常に応じた処理を行う（ステップＳ４２）。
【００９４】
具体的には、変位測定部１４０が測定する変位が所定の変位量に満たない場合、異常判定部２９１は、異常発生個所が可変分岐レール８３２と推定され、可変分岐レール８３２が異物を噛み込んで変位が不十分になっている可能性があることを示すメッセージを表示部２３０に表示させる。
また、左右の変位量が相違する場合、異常判定部２９１は、異常発生個所が可変分岐レール８３２と推定され、可変分岐レール８３２とロッド８４２との締結が緩んでいる可能性があることを示すメッセージを表示部２３０に表示させる。
また、変位測定部１４０が測定する変位に所定の閾値以上のオフセットが生じている場合、異常判定部２９１は、異常発生個所が可変分岐レール８３２と推定され、可変分岐レール８３２又はロッド８４２が変形している可能性があることを示すメッセージを表示部２３０に表示させる。
ステップＳ４２の後、図１４の処理を終了する。
【００９５】
一方、ステップＳ４１で異常なしと判定した場合（ステップＳ４１：ＮＯ）、異常判定部２９１は正常時の処理を行う（ステップＳ５１）。
例えば、異常判定部２９１は、異常が発見されなかったことを示すメッセージを表示部２３０に表示させる。あるいは、ステップＳ５１では、異常判定部２９１が、特に何も処理を行わないようにしてもよい。
ステップＳ５１の後、図１４の処理を終了する。
【００９６】
なお、異常判定部２９１が、測定結果記憶部２８１が記憶している測定値の履歴を用いて、異常の傾向の有無を判定するようにしてもよい。この点について、図１５及び図１６を参照して説明する。
図１５は、異常の傾向を示す測定値の履歴の第１の例を示すグラフである。
同図のグラフの横軸は可変分岐レール８３２の切替速度を示し、縦軸は荷重を示す。点Ｐ３１～Ｐ３５は、それぞれ、１回の可変分岐レール８３２の転換における切替速度の平均値と、当該転換の際にロッド８４２にかかった荷重の平均値とを示している。例えば、可変分岐レール８３２の転換が行われる毎に、異常判定部２９１が当該転換での切替速度の平均値とロッド８４２にかかった荷重の平均値とを求める。そして、異常判定部２９１は、転換が行われたタイミングを示す情報（例えば転換が開始された年月日及び時刻を示す情報）と対応付けて測定結果記憶部２８１に記憶させておく。
可変分岐レール８３２の転換が行われた時刻は、点Ｐ３１、Ｐ３２、Ｐ３３、・・・、Ｐ３５の順である。点Ｐ３１が示す転換が最も古く、点Ｐ３５が示す転換が最も新しい。図１５では、この時系列の順序を破線の矢印で示している。
【００９７】

図１５の例では、異常判定部２９１は、時系列上で隣接する転換について、切替速度の差（変化量）と荷重の差とを求める。そして、異常判定部２９１は、切替速度の低下が所定の閾値よりも大きいこと、及び、荷重の増加が所定の閾値よりも大きいことのうち少なくともいずれかが生じていると判定した場合、異常の傾向を検出したと判定する。

異常の傾向を検出した場合、異常判定部２９１は、１回目の検出では、注意喚起を促すメッセージを表示部２３０に表示させる。また、２回目の異常の傾向の検出では、異常判定部２９１は、点検を促すメッセージを表示部２３０に表示させる。異常判定部２９１は、測定値自体が異常判定の閾値を超えているか否かにかかわらず、これらの処理を行う。

【００９８】

図１５の例の場合、点Ｐ３１と点Ｐ３２との間では、切替速度の低下、荷重の増加共に閾値の範囲内であり、異常判定部２９１は正常と判定する。図１５では、正常の判定結果を丸で示している。

一方、点Ｐ３２と点Ｐ３３との間では、切替速度の低下が閾値よりも大きくなっている。このため、異常判定部２９１は要注意と判定する。ここでいう要注意の判定は、注意喚起を促すメッセージを表示部２３０に表示させる判定である。図１５では、要注意の判定結果を三角で示している。

【００９９】

点Ｐ３３と点Ｐ３４との間では、切替速度の低下、荷重の増加共に閾値の範囲内であり、異常判定部２９１は要注意の判定を維持する。

一方、点Ｐ３４と点Ｐ３５との間では、切替速度の低下が閾値よりも大きくなっている。このため、異常判定部２９１は要点検と判定する。ここでいう要点検の判定は、点検を促すメッセージを表示部２３０に表示させる判定である。図１５では、要点検の判定結果をバツ印で示している。

【０１００】

図１６は、異常の傾向を示す測定値の履歴の第２の例を示すグラフである。

同図のグラフの横軸は可変分岐レール８３２の切替速度を示し、縦軸は荷重を示す。点Ｐ４１～Ｐ４６は、それぞれ、１回の可変分岐レール８３２の転換における切替速度の平均値と、当該転換の際にロッド８４２にかかった荷重の平均値とを示している。例えば、可変分岐レール８３２の転換が行われる毎に、異常判定部２９１が当該転換での切替速度の平均値とロッド８４２にかかった荷重の平均値とを求める。そして、異常判定部２９１は、転換が行われたタイミングを示す情報（例えば転換が開始された年月日及び時刻を示す情報）と対応付けて測定結果記憶部２８１に記憶させておく。

【０１０１】

可変分岐レール８３２の転換が行われた時刻は、点Ｐ４１、Ｐ４２、Ｐ４３、・・・、Ｐ４６の順である。点Ｐ４１が示す転換が最も古く、点Ｐ４６が示す転換が最も新しい。図１６では、この時系列の順序を破線の矢印で示している。

異常判定部２９１が異常の傾向を検出する方法、及び、異常を検出した場合の処理は、図１５を参照して説明したのと同様である。

【０１０２】

図１６の例の場合、点Ｐ４１と点Ｐ４２との間では、切替速度の低下、荷重の増加共に閾値の範囲内であり、異常判定部２９１は正常と判定する。図１６では、正常の判定結果を丸で示している。

一方、点Ｐ４２と点Ｐ４３との間では、切替速度の低下が閾値よりも大きくなっている。このため、異常判定部２９１は要注意と判定する。図１６では、要注意の判定結果を三角で示している。

【０１０３】

点Ｐ４３と点Ｐ４４との間では、切替速度の低下、荷重の増加共に閾値の範囲内であり、異常判定部２９１は要注意の判定を維持する。点Ｐ４４と点Ｐ４５との間についても同様である。

一方、点Ｐ４５と点Ｐ４６との間では、負荷の増加が閾値よりも大きくなっている。こ

のため、異常判定部２９１は要点検と判定する。図１６では、要点検の判定結果をバツ印で示している。

【０１０４】

図１５及び図１６を参照して説明したように、異常判定部２９１が異常の傾向を検出し、測定値自体が異常判定の閾値を超えているか否かにかかわらず、ユーザに通知を行うことで、ユーザは、故障など不具合発生の可能性を比較的早い段階で把握できる。これにより、ユーザは、時間的余裕を持って対策を行うことができる。また、ユーザが、故障等の発生を未然に防ぐことができる可能性がある。

【０１０５】

次に、図１７を参照して異常判定装置１の動作について説明する。

図１７は、異常判定装置１が分岐装置８４０に関する異常の判定を行う処理手順の例を示すフローチャートである。異常判定装置１は、例えば定期的に図１７の処理を行う。

図１７の処理で、転換力測定部１１０は、分岐装置８４０が可変分岐レール８３２の向きを切り替える転換力を測定する（ステップＳ１０１）。また、電圧測定部１３０は、駆動装置８４１に供給される電源電圧を測定する（ステップＳ１０２）。電流測定部１２０は、駆動装置８４１を流れる電流を測定する（ステップＳ１０３）。

ステップＳ１０１～Ｓ１０３の実行順序は任意でよい。例えば、異常判定装置１がステップＳ１０１とステップＳ１０２とステップＳ１０３とを並行処理で実行するようにしてもよい。

【０１０６】

ステップＳ１０１～Ｓ１０３の処理が終了すると、異常判定部２９１が分岐装置８４０に関する異常の有無を判定する（ステップＳ１１１）。異常判定部２９１は、ステップＳ１０１で得られた転換力の測定値と、ステップＳ１０２で得られた電圧の測定値と、ステップＳ１０３で得られた電流の測定値とに基づいて、分岐装置８４０に関する異常の有無を判定する。ここで、例えば図１０を参照して説明したように、異常判定部２９１は、分岐装置８４０に関する異常の有無を、分岐レール８３０における異常と、駆動装置８４１における異常と、駆動装置８４１への供給電力の異常とを切り分けて判定する。

ステップＳ１１１の後、図１７の処理を終了する。

【０１０７】

以上のように、転換力測定部１１０は、駆動装置８４１が出力する転換力を測定する。また、電圧測定部１３０は、駆動装置８４１に供給される電圧を測定する。電流測定部１２０は、駆動装置を流れる電流を測定する。そして、異常判定部２９１は、転換力の測定値と、電圧の測定値と、電流の測定値とに基づいて、分岐レール８３０における異常と、駆動装置８４１における異常と、駆動装置８４１への供給電力の異常とを切り分けて異常の有無を判定する。

このように、異常判定部２９１が異常発生個所を切り分けて異常の有無を判定する点で、ユーザは、軌道の切替部分に障害が発生した場合に、障害の発生個所を把握するための情報を得られる。これにより、ユーザが、障害の発生個所を速やかに特定できることが期待される。障害の発生個所を速やかに特定することで、ユーザは、速やかに障害を解消し得る。

【０１０８】

また、変位測定部１４０は、車両９００の走行経路に沿って走行経路の左右それぞれに設けられた分岐レール８３０の変位（可変分岐レール８３２の変位）を、左右の分岐レール８３０それぞれについて測定する。そして、異常判定部２９１は、左の分岐レール８３０の変位と右の分岐レール８３０の変位との差に基づいて、分岐レール８３０の異常の有無を判定する。これにより、異常判定部２９１は、可変分岐レール８３２とロッド８４２との締結の緩みの可能性を検出するなど、異常の分類をより詳細に行うことができる。

【０１０９】

また、異常判定部２９１は、転換力の測定値、電圧の測定値及び電流の測定値のうち少なくともいずれか１つの経時的変化に基づいて異常の有無を判定する。

異常判定部２９１が、過去の測定値に基づいて異常判定の閾値を設定することで、装置の個体差に応じた閾値を設定することができる。この閾値を用いることで、異常判定部２９１は、より高精度に異常の有無を判定することができる。

また、異常判定部２９１が、測定値の変化量に基づいて異常の傾向を検出してユーザに通知することで、ユーザは、故障など不具合発生の可能性を比較的早い段階で把握できる。これにより、ユーザは、時間的余裕を持って対策を行うことができる。また、ユーザが、故障等の発生を未然に防ぐことができる可能性がある。

【０１１０】

なお、制御部２９０の全部または一部の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各部の処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、ＯＳや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ＲＯＭ、ＣＤ－ＲＯＭ等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよい。

【０１１１】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

【符号の説明】

【０１１２】

１　異常判定装置
１００　測定部
１１０　転換力測定部
１２０　電流測定部
１３０　電圧測定部
１４０　変位測定部
１５０　駆動装置温度測定部
１６０　環境温度測定部
２００　異常判定装置本体
２１０　測定結果取得部
２２０　操作入力部
２３０　表示部
２８０　記憶部
２８１　測定結果記憶部
２９０　制御部
２９１　異常判定部

【図１】

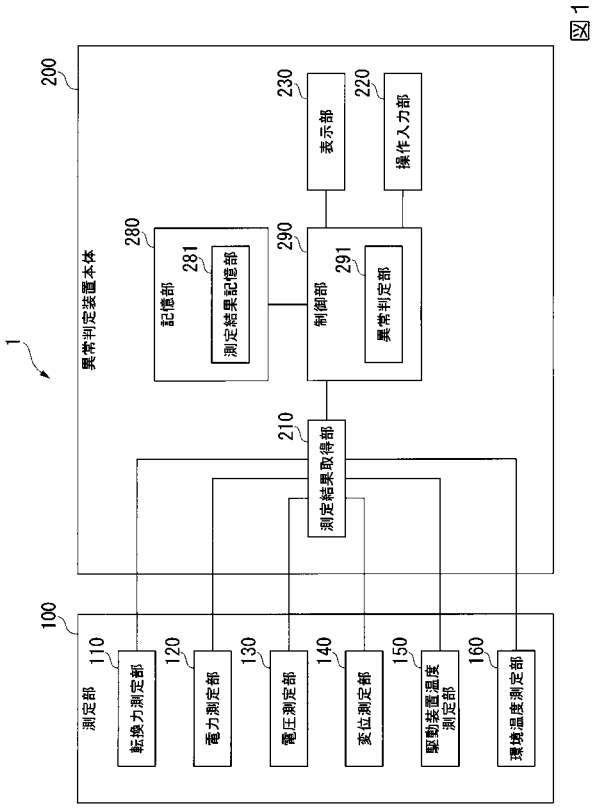


図1

【図２】

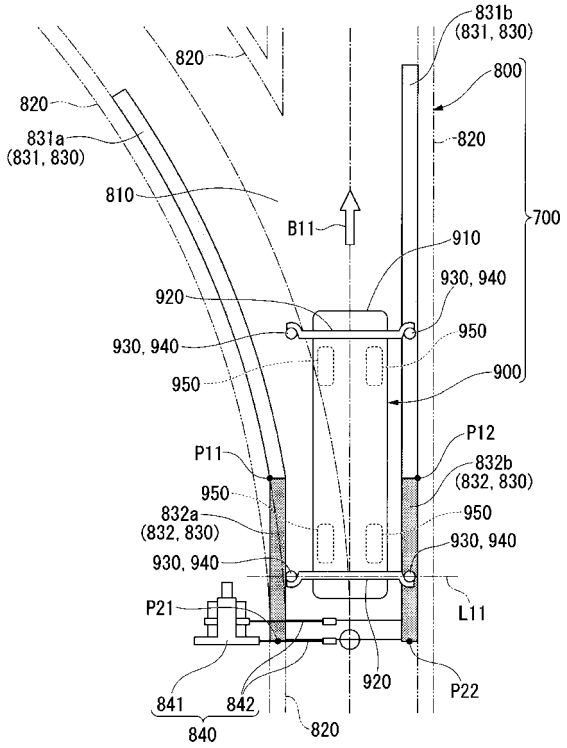


図2

【図３】

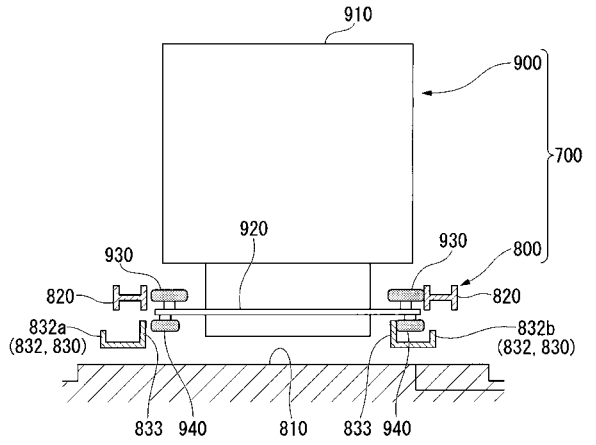


図3

【図４】

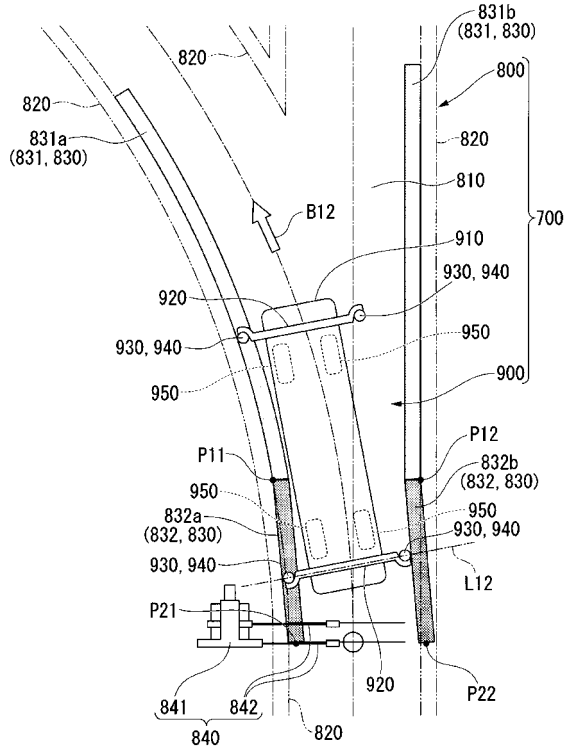


図4

【図５】

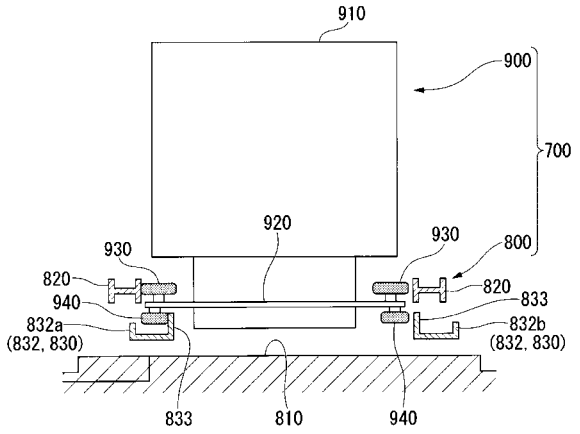


図5

【図６】

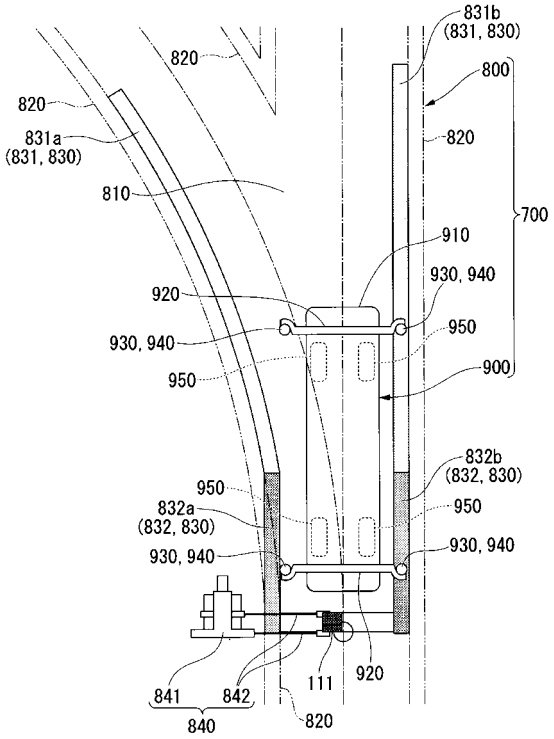


図6

【図７】

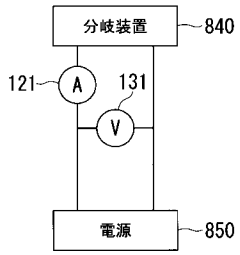


図7

【図８】

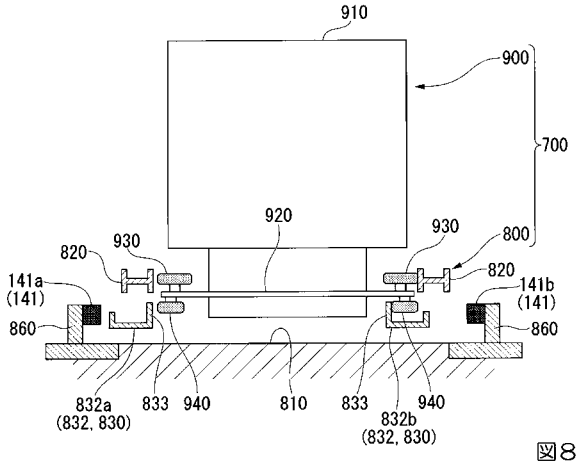


図8

【図９】

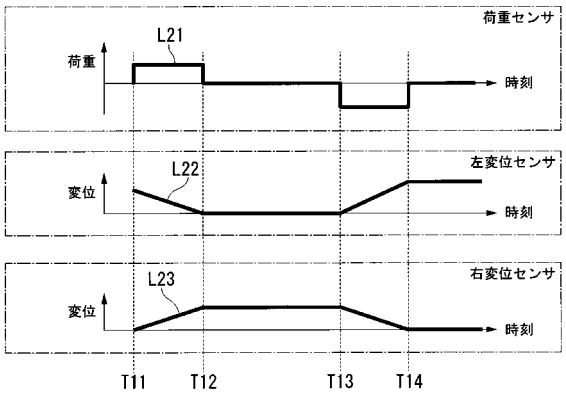


図9

【図１０】

測定項目	異常	原因	異常発生個所
変位（変位測定部）	所定の変位量不検出	可変分岐レールへの異物の混入	可変分岐レール
	左右の変位量が相違	可変分岐レールとロッドとの締結の緩み	
	変位のオフセット発生	可変分岐レール又はロッドの変形	
切替速度（変位より算出）	切替速度低下	可変分岐レールが錆又は凍結等で固渋	
転換力（転換力測定部）	転換力（抵抗）増加	可変分岐レールが錆又は凍結等で固渋	
電圧（電圧測定部）	電圧低下又は過電圧	電源の不具合	電源
電流（電流測定部）	電流低下	駆動装置の故障（断線、接触不良等）	駆動装置
	電流低下又は過電流	電源の不具合	電源
駆動装置温度（駆動装置温度測定部）	異常発熱	駆動装置の故障の前兆	駆動装置
		駆動装置の焼損	
環境温度（環境温度測定部）	温度低下	凍結の判定に使用	（可変分岐レール）

図１０

【図１１】

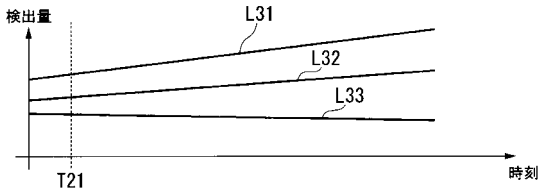


図１１

【図１２】

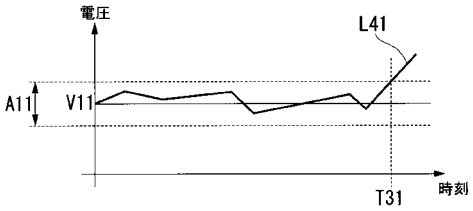


図１２

【図１３】

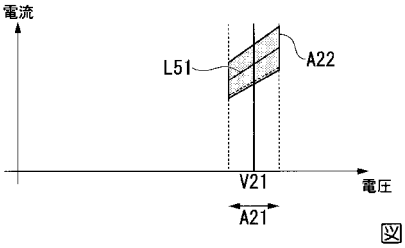


図１３

【図１４】

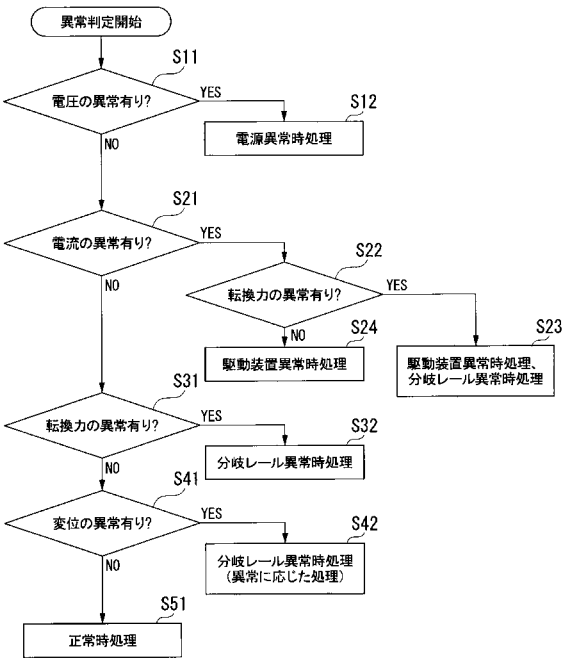


図１４

【図１５】

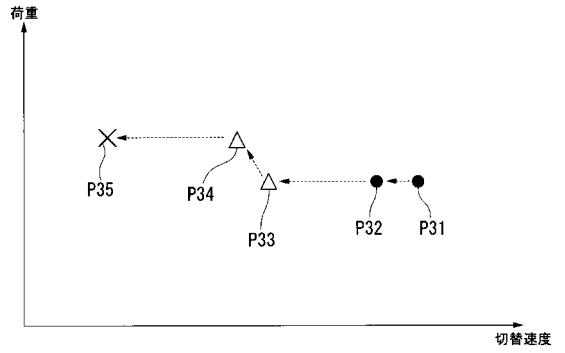


図１５

【図１６】

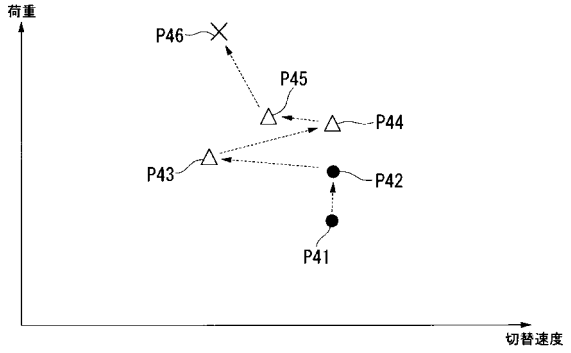


図１６

【図１７】

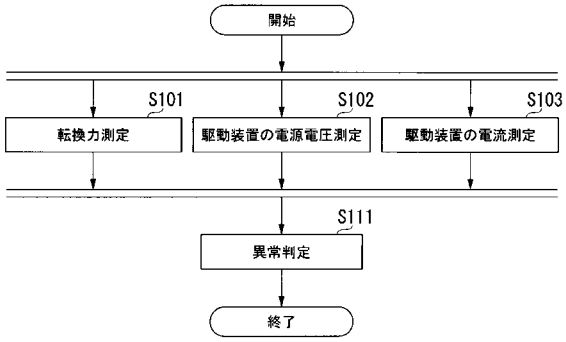


図１７

フロントページの続き

(72)発明者　河野　浩幸
東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内
(72)発明者　矢延　雪秀
東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内
(72)発明者　高良　毅
東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内
(72)発明者　岡野　英介
東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内

Ｆターム(参考) 2D056 AB03