

(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2017-71247  
(P2017-71247A)

(43) 公開日 平成29年4月13日(2017.4.13)

(51) Int.Cl.  
B61K 13/00 (2006.01)

F1  
B61K 13/00

テーマコード(参考)

A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2015-198187 (P2015-198187)  
(22) 出願日 平成27年10月6日(2015.10.6)

(71) 出願人 000173784  
公益財団法人鉄道総合技術研究所  
東京都国分寺市光町二丁目8番地38  
(74) 代理人 100100413  
弁理士 渡部 温  
(74) 代理人 100123696  
弁理士 稲田 弘明  
(72) 発明者 鈴木 貢  
東京都国分寺市光町二丁目8番地38 公  
益財団法人鉄道総合技術研究所内  
(72) 発明者 葛田 理仁  
東京都国分寺市光町二丁目8番地38 公  
益財団法人鉄道総合技術研究所内

最終頁に続く

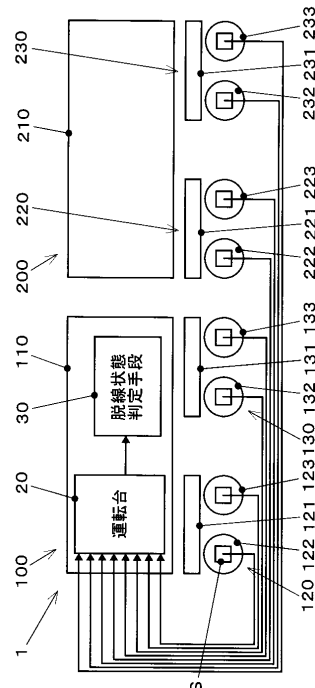
(54) 【発明の名称】 脱線状態検知装置及び脱線状態検知方法

(57) 【要約】

【課題】簡単な構成により脱線状態を適切に検知可能な脱線状態検知装置等を提供する。

【解決手段】脱線状態検知装置を、通常時にレール上面と当接する踏面11及び踏面より外径側に張り出したフランジ12を有する車輪10が固定された輪軸122, 123, 132, 133, 222, 223, 232, 233の回転速度を検出する速度検出手段Sと、回転速度が所定以上の変化率で低下した後、回転速度が低下した状態が所定の判定期間以上継続した場合に脱線状態であると判定する脱線状態判定手段30とを備える構成とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

通常時にレール上面と当接する踏面及び前記踏面より外径側に張り出したフランジを有する車輪が固定された輪軸の回転速度を検出する速度検出手段と、

前記回転速度が所定以上の変化率で低下した後、前記回転速度が低下した状態が所定の判定期間以上継続した場合に脱線状態であると判定する脱線状態判定手段と

を備えることを特徴とする脱線状態検知装置。

## 【請求項 2】

前記速度検出手段は、同一列車内の複数の前記輪軸にそれぞれ設けられ、

前記脱線状態判定手段は、前記回転速度が所定以上の変化率で低下した前記輪軸の前記回転速度と、それ以外の前記輪軸の前記回転速度の平均値との差が所定の閾値以上である状態が前記判定期間以上継続した場合に前記脱線状態であると判定すること

を特徴とする請求項 1 に記載の脱線状態検知装置。

10

## 【請求項 3】

通常時にレール上面と当接する踏面及び前記踏面より外径側に張り出したフランジを有する車輪が固定された輪軸の回転速度を検出し、

前記回転速度が所定以上の変化率で低下した後、前記回転速度が低下した状態が所定の判定期間以上継続した場合に脱線状態であると判定すること

を特徴とする脱線状態検知方法。

## 【請求項 4】

同一列車内の複数の前記輪軸において前記回転速度を検出し、

前記回転速度が所定以上の変化率で低下した前記輪軸の前記回転速度と、それ以外の前記輪軸の前記回転速度の平均値との差が所定の閾値以上である状態が前記判定期間以上継続した場合に前記脱線状態であると判定すること

を特徴とする請求項 3 に記載の脱線状態検知方法。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、鉄道車両の脱線状態検知装置及び脱線状態検知方法に関し、特に簡単な構成により脱線状態を適切に検知可能なものに関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

鉄道車両において、車輪がレールから脱落した状態で走行を続けると、車両及び軌道の被害が拡大するため、走行中に脱線状態が生じた際に適切かつ速やかに検知し、運転士等へ通知することが要望されている。

## 【0003】

脱線状態検知に関する従来技術として、例えば、特許文献 1 には、車体の加速度から特定周波数の信号を抽出した後、特定周波数帯の信号が所定時間内に所定レベルを超えた回数が設定回数を超えたときに車両が脱線したと判定することが記載されている。

特許文献 2 には、車体の加速度から特定周波数の信号を抽出した後、特定周波数帯の信号を所定時間ごとに連続して積分し、積分された積分値と所定時間前の積分値との差が所定値を超えたことに基づいて脱線を判定することが記載されている。

40

特許文献 3 には、鉄道車両の各台車に設置された加速度センサと、特定の軸箱に設置された加速度センサとを用い、軌道状態毎のピーク加速度と走行時のピーク加速度を正負でそれぞれ比較することによって、脱線を含む鉄道車両の異常を判断することが記載されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 211396 号公報

50

【特許文献2】特開2002-211400号公報

【特許文献3】特開2012-58208号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

脱線時に車輪が枕木の上を走行する際の衝撃的な振動や、台車姿勢の異常に基づいて脱線状態を検知する従来技術においては、専ら脱線検知のために加速度センサ等の振動検出手段や、ジャイロ等の台車姿勢検出手段を設ける必要があり、部品点数が増加して構造が複雑化し、コストも高くなる。また、他部品との関係でセンサ等の設置スペースの確保が困難な場合もあり得る。

10

また、バラスト道床及び枕木を有するバラスト軌道では、脱線状態で走行した際の振動が顕著となるため脱線検知が比較的容易であるが、平滑な軌道スラブ上にレールを敷設するスラブ軌道などに比較的穏やかに接地した場合には、脱線状態で走行しても顕著な振動が発生しない場合があり、加速度に基づいた脱線状態の判定が成立せず、脱線状態のまま走行を継続してしまうことが懸念される。

上述した問題に鑑み、本発明の課題は、簡単な構成により脱線状態を適切に検知可能な脱線状態検知装置及び脱線状態検知方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述した課題を解決するため、本発明の脱線状態検知装置は、通常時にレール上面と当接する踏面及び前記踏面より外径側に張り出したフランジを有する車輪が固定された輪軸の回転速度を検出する速度検出手段と、前記回転速度が所定以上の変化率で低下した後、前記回転速度が低下した状態が所定の判定期間以上継続した場合に脱線状態であると判定する脱線状態判定手段とを備えることを特徴とする。

20

これによれば、脱線により車輪が踏面ではなくフランジの外周縁部を接地させた状態で回転する際の有効径の増加に伴う回転速度の低下に基づいて、著大な加速度や台車姿勢の異常等を伴わない脱線であっても適切に検知することができる。

また、車輪（輪軸）の回転速度は、一般的な鉄道車両において、走行速度や滑走等を検知する目的で通常モニタされているものであることから、既存の鉄道車両に新規なセンサ等を追加することなく容易に適用することが可能であり、装置の構成を簡素化することができる。

30

【0007】

本発明において、前記速度検出手段は、同一列車内の複数の前記輪軸にそれぞれ設けられ、前記脱線状態判定手段は、前記回転速度が所定以上の変化率で低下した前記輪軸の前記回転速度と、それ以外の前記輪軸の前記回転速度の平均値との差が所定の閾値以上である状態が前記判定期間以上継続した場合に前記脱線状態であると判定する構成とすることができる。

これによれば、検知精度を向上して上述した効果をより確実に得ることができる。

【0008】

また、本発明の脱線状態検知方法は、通常時にレール上面と当接する踏面及び前記踏面より外径側に張り出したフランジを有する車輪が固定された輪軸の回転速度を検出し、前記回転速度が所定以上の変化率で低下した後、前記回転速度が低下した状態が所定の判定期間以上継続した場合に脱線状態であると判定することを特徴とする。

40

本発明において、同一列車内の複数の前記輪軸において前記回転速度を検出し、前記回転速度が所定以上の変化率で低下した前記輪軸の前記回転速度と、それ以外の前記輪軸の前記回転速度の平均値との差が所定の閾値以上である状態が前記判定期間以上継続した場合に前記脱線状態であると判定する構成とすることができる。

【発明の効果】

【0009】

以上のように、本発明によれば、簡単な構成により脱線状態を適切に検知可能な脱線状

50

態検知装置及び脱線状態検知方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明を適用した脱線状態検知装置の実施形態を有する鉄道車両編成を模式的に示す図である。

【図2】実施形態の鉄道車両における車輪を直径方向から見た図である。

【図3】実施形態の脱線状態検知装置における動作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】

【0011】

以下、本発明を適用した鉄道車両の脱線状態検知装置、及び、脱線状態検知方法の実施形態について説明する。

図1は、実施形態の脱線状態検知装置を有する鉄道車両編成を模式的に示す図である。

鉄道車両編成1は、一例として、進行方向前方側から順に、車両100、200を有する旅客用の電車列車であるが、これに限らず、気動車や、機関車により牽引される客車列車、貨物列車等であってもよい。

なお、車両200の後方にさらに車両を増結してもよい。

【0012】

車両100は、車体110、1位台車120、2位台車130等を有して構成されている。

車体110は、床面部を構成する台枠、側面部を構成する側構、妻面部を構成する妻構、屋根部を構成する屋根構等を有する六面体状に形成され、乗客等を収容する車室が内部に設けられている。

【0013】

1位台車120、2位台車130は、車体110の下部にボギー角付与可能に取り付けられた2軸ボギー台車であって、進行方向前方側から順次配置されている。

1位台車120は、台車枠121、1位輪軸122、2位輪軸123等を有して構成されている。

【0014】

台車枠121は、1位台車120の主要構造部材である。

台車枠121は、例えば、左右方向（枕木方向）に離間して配置され前後方向に沿って延在する一对の側梁を、枕木方向に沿って延在する横梁、端梁で連結することによって、上方から見た平面形が実質的に矩形となる枠状に構成されている。

台車枠121は、図示しない牽引装置及び二次ばね系を介して車体100の下面に取り付けられている。

牽引装置は、車体100と1位台車120との間で、駆動力、制動力等の前後力を伝達するものである。

二次ばね系は、例えば、空気ばねである枕ばね及び枕ばねの内部に設けられた減衰要素等を有する。

【0015】

1位輪軸122、2位輪軸123は、左右一对の車輪10（図2参照）を、車軸の両端部に固定して構成されている。

1位輪軸122、2位輪軸123は、両端部に形成されたジャーナル部を、軸受、潤滑装置等を有する図示しない軸箱によって回転可能に支持されている。

軸箱は、図示しない軸箱指示装置によって、台車枠121に対して上下方向及び輪軸をステアする方向に相対変位可能に支持されている。

軸箱支持装置には、軸ばね及び軸ダンパ等を有する1次ばね系が設けられている。

【0016】

2位台車130は、1位台車120の台車枠121、1位輪軸122、2位輪軸123と実質的に同様に構成された台車枠131、1位輪軸132、2位輪軸133等を有して構成されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 7 】

車両 2 0 0 は、車両 1 0 0 の進行方向後方側における次位に連結されている。

車両 2 0 0 は、車両 1 0 0 の車体 1 1 0、1 位台車 1 2 0、2 位台車 1 3 0 と実質的に同様に構成された車体 2 1 0、1 位台車 2 2 0、2 位台車 2 3 0 等を有して構成されている。

1 位台車 2 2 0 は、台車枠 2 2 1、1 位輪軸 2 2 2、2 位輪軸 2 2 3 等を有して構成されている。

2 位台車 2 3 0 は、台車枠 2 3 1、1 位輪軸 2 3 2、2 位輪軸 2 3 3 等を有して構成されている。

## 【 0 0 1 8 】

上述した全ての輪軸には、回転速度センサ S がそれぞれ設けられている。

回転速度センサ S は、対応する輪軸の回転速度に比例する周波数のパルス信号を出力し、後述する運転台 2 0 に伝達する。

回転速度センサ S は、輪軸 1 回転あたり複数（例えば 7 2 波）のパルス信号を出力するよう構成されている。

## 【 0 0 1 9 】

先頭車両である車両 1 0 0 は、さらに、運転台 2 0、脱線状態判定手段 3 0 等を備えている。

運転台 2 0 は、運転席に設けられ、運転士が各種運転操作を行う操作卓として構成されている。

運転台 2 0 は、車両の加減速運転操作を行なうマスコン、ブレーキや、各種計器、インジケータ等を備えて構成されている。

## 【 0 0 2 0 】

脱線状態判定手段 3 0 は、運転台 2 0 を介して各輪軸の回転速度センサ S の出力（パルス信号）を取得し、脱線状態の有無を判定するものである。

脱線状態判定手段 3 0 は、例えば、CPU 等の情報処理手段、RAM や ROM 等の記憶手段、入出力インターフェイス、及び、これらを接続するバス等を有して構成されている。

## 【 0 0 2 1 】

次に、本実施形態における脱線状態検知の原理（本発明を適用した脱線状態検知方法）について説明する。

本実施形態においては、車輪の踏面部の直径と、フランジ先端部の直径との差に起因して、脱線した車輪（輪軸）の回転速度が非脱線状態にある他の輪軸に対して相対的に低下することに基づいて、脱線状態の検知を行なっている。

図 2 は、実施形態の鉄道車両における車輪を直径方向から見た図である。

車輪 1 0 は、踏面 1 1、フランジ 1 2 等を有する。

踏面 1 1 は、通常走行時（非脱線時）に図示しないレール頭部の上面と当接する面部である。

フランジ 1 2 は、踏面 1 1 の枕木方向内側の端部から外径側に張り出して形成された部分である。

## 【 0 0 2 2 】

一例として、日本の一般的な在来線では、踏面部における車輪直径  $D = 860 \text{ mm}$ 、フランジの踏面からの高さ（フランジ高さ） $h_F = 30 \text{ mm}$  である。

通常走行時には、車輪 1 0 は、踏面 1 1 がレール上面に当接した状態で回転している。

このときの車輪 1 0 の角速度を、 $\omega_1$  とする。

一方、脱線状態にある場合には、車輪 1 0 は、フランジ 1 2 の外周縁部が枕木や道床などに当接した状態で回転することになる。

このときの車輪 1 0 の角速度を、 $\omega_2$  とする。

## 【 0 0 2 3 】

この場合、それぞれの車輪の速度  $V_1$ 、 $V_2$  は、以下の式 1、式 2 によって表される。

10

20

30

40

50

$$V_1 = D / 2 \cdot \omega_1 = 0.43 \omega_1 \dots (\text{式 1})$$

$$V_2 = (D + 2h_f) / 2 \cdot \omega_2 = 0.46 \omega_2 \dots (\text{式 2})$$

ここで、同一列車内の全ての車輪（輪軸）のレール長手方向に沿った走行速度は実質的に等しいと考えられるため、 $V_1$ と $V_2$ とは等しく、 $\omega_1$ と $\omega_2$ との関係は、以下の式3のように表される。

$$\omega_1 = (0.46 / 0.43) \omega_2 = 1.08 \omega_2 \dots (\text{式 3})$$

10

#### 【0024】

以上のことから、踏面11で走行する車輪10の角速度は、フランジ12で走行する車輪の角速度に比べ、約8%速いことがわかる。

回転速度センサSが、1回転あたり72波のパルスを発生するものの場合に、この角速度差に対応する波数を求めると、式4のようになる。

$$72(\omega_1 - \omega_2) = 5.76 \dots (\text{式 4})$$

このことから、フランジ12で走行する車輪10では、踏面11で走行する車輪10が1回転して72パルス出力される際に、発生するパルス数が5パルス程度少ないことになる。

20

これより、非脱線状態にある輪軸1回転あたりのパルス数が他の輪軸に対して5パルス程度少ない状態が所定時間以上継続した輪軸を脱線状態にあるとして検知を行う。

以下、より詳細に説明する。

#### 【0025】

図3は、実施形態の脱線状態検知装置における動作を示すフローチャートである。

以下、ステップ毎に順を追って説明する。

<ステップS01：各輪軸回転速度モニタ>

脱線状態判定手段30は、各輪軸に設けられた回転速度センサSが出力するパルス信号を、運転台20を介して取得し、全ての輪軸について回転速度のモニタリングを行う。

30

モニタリングが開始されると、ステップS02に進む。

#### 【0026】

<ステップS02：減速輪軸を検出>

脱線状態判定手段30は、パルス信号の間隔（周期）に基づいて算出される回転角速度が、予め設定された所定以上の単位時間あたり変化率で、予め設定された所定の減速量以上減速した輪軸がないか判別する。

上記に該当する輪軸（急激に回転速度が低下した輪軸）が存在した場合には、ステップS03に進み、その他の場合には一連の処理を終了（リターン）し、ステップS01以降の処理を繰り返す。

40

#### 【0027】

<ステップS03：脱線疑い輪軸判定成立>

脱線状態判定手段30は、ステップS02において、所定以上の変化率で所定の減速量以上減速したと判別された輪軸に脱線の疑いがあるものと判定し、この輪軸を脱線疑い輪軸と認定する。

その後、ステップS04に進む。

なお、このような脱線疑い輪軸は、複数設定される場合（複数の輪軸で同時に脱線が発生したと疑われる場合）もあり得る。

この場合、以下の処理は脱線疑い輪軸ごとにそれぞれ行われることになる。

#### 【0028】

<ステップS04：脱線疑い輪軸の減速状態継続判断>

50

脱線状態判定手段30は、脱線疑い輪軸の回転角速度が、他の全ての輪軸（非脱線状態にあると推定される輪軸）の回転角速度の平均に対して、所定の閾値（例えば5%）以上低い状態（以下「減速状態」と称する）が継続しているか否かを判別する。

脱線疑い輪軸の減速状態が継続している場合にはステップS05に進み、他の場合にはステップS06に進む。

【0029】

<ステップS05：減速状態継続期間タイマカウントアップ>

脱線状態判定手段30は、脱線疑い輪軸の減速状態の継続期間を測るタイマである減速状態継続期間タイマのタイマ値を、カウントアップ（インクリメント）する。

その後、ステップS07に進む。

10

【0030】

<ステップS06：減速状態継続期間タイマリセット>

脱線状態判定手段30は、減速状態継続期間タイマのタイマ値をリセットし、一連の処理を終了（リターン）する。

【0031】

<ステップS07：減速状態継続期間判断>

脱線状態判定手段30は、減速状態継続期間タイマのタイマ値が、予め設定された判定閾値以上であるか否かを判別する。

判定閾値は、電気的なノイズ、一時的な滑走や空転などによる影響（誤検出）を排除することを考慮して設定されている。

20

判定閾値は、一例として、脱線疑い輪軸以外の所定の輪軸が3回転（ $72 \times 3 = 216$ パルスを出力）する期間と実質的に等しくなるように設定することができる。

減速状態継続期間が判定閾値以上である場合はステップS08に進み、その他の場合はステップS04に戻り、以降の処理を繰り返す。

【0032】

<ステップS08：脱線状態判定成立>

脱線状態判定手段30は、脱線疑い輪軸が実際に脱線しているものとして、脱線状態判定を成立させる。

脱線状態判定が成立した場合には、脱線状態判定手段30は、例えば、運転台20に設けられたインジケータランプの点灯や、警報音の出力等によって、脱線状態を検知した旨、及び、脱線状態が検知された輪軸を運転士に報知する。

30

その後、一連の処理を終了する。

脱線状態を知った運転士が直ちに列車を停車させることによって、脱線による車両、軌道の被害拡大を防止することができる。

【0033】

表1は、第1号車（車両100）の1位台車120における1位輪軸122が3回転（パルス数はそれぞれ72）する際に、他の輪軸の回転速度センサSで出力されるパルス数の一例を示す表である。

【表 1】

車両	第1号車 (車両100)				第2号車 (車両200)			
	1位		2位		1位		2位	
台車位置	1位	2位	1位	2位	1位	2位	1位	2位
輪軸位置	1位	2位	1位	2位	1位	2位	1位	2位
1回転目	72	71	72	72	67	73	69	73
2回転目	72	72	71	72	67	71	71	72
3回転目	72	73	74	73	67	72	73	70
判定	正常	正常	正常	正常	脱線	正常	正常	正常

10

表 1 に示す例においては、第 2 号車 (車両 200) の 1 位台車 220 における 1 位輪軸 222 が脱線疑い輪軸である。

この 1 位輪軸 222 の回転速度センサ S のパルス数は、他の全ての輪軸の平均パルス数に対して約 5 パルス少ない状態が、1 回転目から 3 回転目まで継続しており、フランジ 12 で走行している脱線状態にあることがわかる。

## 【0034】

20

以上説明した実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

(1) 本実施形態によれば、脱線により車輪 10 が踏面 11 ではなくフランジ 12 の外周縁部を接地させた状態で回転する際の有効径の増加に伴う回転速度の低下に基づいて、例えば軟着地による脱線や、脱線後スラブ板のような箇所を走行する場合のように、著大な加速度や台車姿勢の異常等を伴わず、既存の脱線状態検知装置では検出が困難な脱線であっても、適切に検知することができる。

また、編成長の長い列車の中間車などで発生する脱線のように、乗務員が異常に気付き難く検知が遅れることが多い脱線形態であっても、早期に検知し運転士等に通報して緊急停止を促すことが可能となる。

さらに、脱線疑い輪軸の減速状態が所定期間以上継続している場合にのみ脱線状態を判定することによって、電氣的ノイズや一時的な空転、滑走などに起因する誤検出を防止することができる。

30

(2) 車輪 (輪軸) の回転速度は、一般的な鉄道車両において、速度や滑走状態を検知するために通常モニタされているものであることから、既存の鉄道車両に、例えば加速度計やジャイロ等の新規なセンサを脱線検知専用を追加することなく容易に適用することが可能であり、装置の構成を簡素化することができる。

## 【0035】

(他の実施形態)

なお、本発明は上述した実施形態のみに限定されるものではなく、種々の応用や変形が考えられる。

40

(1) 脱線状態検知装置、鉄道車両、及び、その編成の構成は、上述した実施形態に限らず適宜変更することができる。

(2) 実施形態においては、一例として、列車中の全ての車輪の径が実質的に等しい場合について説明したが、例えば車両の仕様の違いや、車輪の摩耗状態、研磨状態などによって車輪間で径差が存在する場合、あるいは、センサ仕様に依じて車輪 1 回転あたり出力されるパルス数が異なる場合であっても、適宜補正を行うことによって本発明を適用することが可能である。

(3) 実施形態においては、非脱線状態にある車輪が 3 回転する間にわたって脱線疑い輪軸の減速状態が継続した場合に脱線判定を成立させているが、これに限らず、減速状態が所定の時間や、走行距離、累積パルス数にわたって継続した場合に脱線判定を成立させて

50



もよい。

また、脱線判定を成立させる判定期間を、列車の走行速度に応じて変化させるようにしてもよい。例えば、輪軸が短時間に回転する高速走行時には判定期間を短く設定してもよい。

(4) 実施形態においては、所定以上の変化率で所定量以上の減速が生じた輪軸を脱線疑い輪軸としているが、脱線疑い輪軸の検出はこれに限らず、例えば他の輪軸の回転速度に対して相対的に回転速度が低下した輪軸を脱線疑い輪軸としてもよい。

【符号の説明】

【0036】

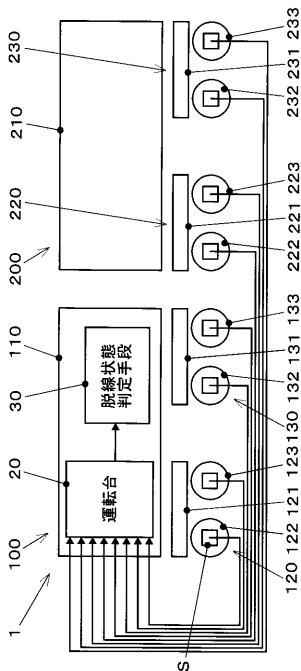
1	鉄道車両編成
11	踏面
20	運転台
100	車両
120	1位台車
122	1位輪軸
130	2位台車
132	1位輪軸
200	車両
220	1位台車
222	1位輪軸
230	2位台車
232	1位輪軸
S	回転速度センサ

10	車輪
12	フランジ
30	脱線状態判定手段
110	車体
121	台車枠
123	2位輪軸
131	台車枠
133	2位輪軸
210	車体
221	台車枠
223	2位輪軸
231	台車枠
233	2位輪軸

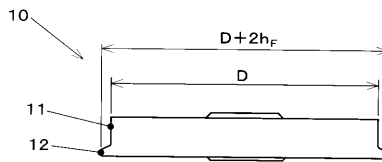
10

20

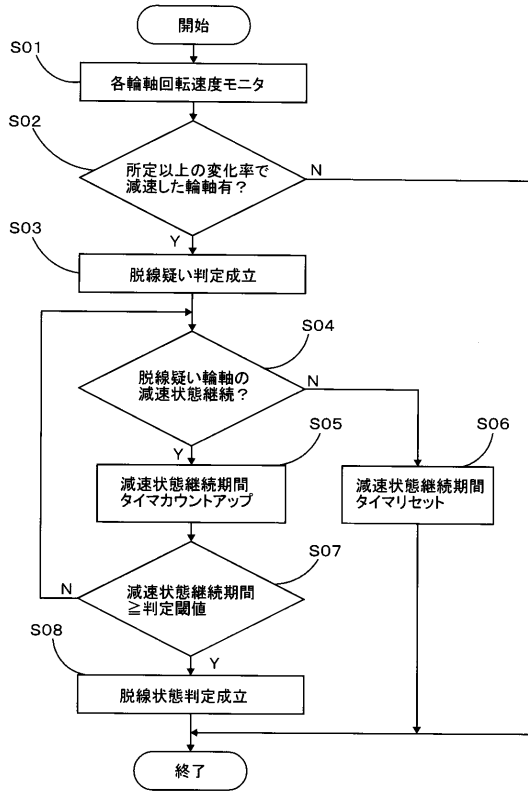
【図1】



【図2】



【 図 3 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 田中 隆之  
東京都国分寺市光町二丁目 8 番地 3 8 公益財団法人鉄道総合技術研究所内
- (72)発明者 飯田 忠史  
東京都国分寺市光町二丁目 8 番地 3 8 公益財団法人鉄道総合技術研究所内
- (72)発明者 遠竹 隆行  
東京都国分寺市光町二丁目 8 番地 3 8 公益財団法人鉄道総合技術研究所内