

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4246919号
(P4246919)

(45) 発行日 平成21年4月2日(2009.4.2)

(24) 登録日 平成21年1月16日(2009.1.16)

(51) Int.Cl.

F I

B 6 1 K 13/00 (2006.01)

B 6 1 F 9/00 (2006.01)

B 6 1 K 13/00 A

B 6 1 F 9/00

請求項の数 9 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2000-564851 (P2000-564851)	(73) 特許権者	000003377
(86) (22) 出願日	平成10年8月10日 (1998. 8. 10)		東急車輛製造株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP1998/003552		神奈川県横浜市金沢区大川 3 番 1 号
(87) 国際公開番号	W02000/009379	(74) 代理人	100088155
(87) 国際公開日	平成12年2月24日 (2000. 2. 24)		弁理士 長谷川 芳樹
審査請求日	平成17年1月25日 (2005. 1. 25)	(74) 代理人	100092657
			弁理士 寺崎 史朗
		(74) 代理人	100109003
			弁理士 國分 敦
		(72) 発明者	佐藤 国仁
			神奈川県横浜市金沢区大川 3 番 1 号 東急
			車輛製造株式会社内
		審査官	西中村 健一
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鉄道車両の脱線検知方法及び脱線検知装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レール上を転動する車輪とばね装置とを含む台車と、前記台車に取り付けられる車体とを有する鉄道車両に適用される鉄道車両の脱線検知方法において、前記鉄道車両を所定の路線で走行速度を変化させながら走行させ、変化させた各走行速度ごとに、前記ばね装置よりも上側で前記車体に発生する所定の周波数範囲における鉛直方向加速度の最大値を測定する工程と、前記最大値に基づいて前記各走行速度ごとに限界鉛直方向加速度を定める工程と、前記鉄道車両が前記路線を走行する際に、前記鉄道車両の実走行速度を検出すると共に、前記ばね装置よりも上側で前記車体に発生する実鉛直方向加速度を検出する工程と、前記実鉛直方向加速度の前記周波数範囲における成分を抽出する工程と、前記周波数範囲における実鉛直方向加速度の絶対値が、前記実走行速度に対応する前記限界鉛直方向加速度を超えた場合に、前記鉄道車両が脱線したものと判定する工程とを含む鉄道車両の脱線検知方法。

【請求項 2】

前記限界鉛直方向加速度を前記最大値よりも大きな値に設定することを特徴とする請求項 1 に記載の鉄道車両の脱線検知方法。

【請求項 3】

前記実鉛直方向加速度の絶対値が、所定時間内に、前記実走行速度に対応する前記限界鉛直方向加速度を所定回数超えた場合に、前記鉄道車両が脱線したものと判定することを

特徴とする請求項 1 に記載の鉄道車両の脱線検知方法。

【請求項 4】

前記周波数範囲は、乗り心地を確保するための許容鉛直方向加速度の絶対値を最小に設定した周波数範囲であることを特徴とする請求項 1 に記載の鉄道車両の脱線検知方法。

【請求項 5】

レール上を転動する車輪とばね装置とを含む台車と、前記台車に取り付けられる車体とを有する鉄道車両に適用される鉄道車両の脱線検知方法において、
前記鉄道車両が前記レール上を走行する際に、前記ばね装置よりも上側で前記車体に発生する鉛直方向加速度を検出する工程と、
前記車輪の一軸が前記レールの高さ分だけ自由落下する際に、前記車体が下降を開始してから前記レールの高さの $1/2$ だけ下降するまでの時間を評価時間として、この評価時間ごとに前記鉛直方向加速度を二重積分して鉛直方向変位量を算出する工程と、
前記鉛直方向変位量が負であり、かつ、その絶対値が所定の基準値以上である時に前記鉄道車両が脱線したものと判定する工程とを含む鉄道車両の脱線検知方法。

10

【請求項 6】

前記鉛直方向変位量を算出する際に、初期速度をゼロとして二重積分することを特徴とする請求項 5 に記載の鉄道車両の脱線検知方法。

【請求項 7】

前記基準値は、前記ばね装置の鉛直方向における最大変化量より大きい値に設定されていることを特徴とする請求項 5 に記載の鉄道車両の脱線検知方法。

20

【請求項 8】

レール上を転動する車輪とばね装置とを含む台車と、前記台車に取り付けられる車体とを有する鉄道車両に適用される鉄道車両の脱線検知装置において、
前記鉄道車両を所定の路線で走行速度を変化させながら走行させ、変化させた各走行速度ごとに検出された前記ばね装置よりも上側で前記車体に発生する所定周波数範囲における鉛直方向加速度の最大値に基づいて前記各走行速度ごとに定められた限界鉛直方向加速度を記憶する限界加速度記憶手段と、
前記路線を走行する前記鉄道車両の実走行速度を検出する車速検出手段と、
前記鉄道車両が前記路線を走行する際に前記ばね装置よりも上側で前記車体に発生する実鉛直方向加速度を検出する加速度検出手段と、
前記実鉛直方向加速度の前記周波数範囲における成分を抽出するフィルタ手段と、
前記周波数範囲における実鉛直方向加速度の絶対値が、前記実走行速度に対応する前記限界鉛直方向加速度を超えた場合に、前記鉄道車両が脱線したものと判定する判定手段とを備えることを特徴とする鉄道車両の脱線検知装置。

30

【請求項 9】

レール上を転動する車輪とばね装置とを含む台車と、前記台車に取り付けられる車体とを有する鉄道車両に適用される鉄道車両の脱線検知装置において、
前記鉄道車両が前記レール上を走行する際に、前記ばね装置よりも上側で前記車体に発生する鉛直方向加速度を検出する加速度検出手段と、
前記車輪の一軸が前記レールの高さ分だけ自由落下する際に、前記車体が下降を開始してから前記レールの高さの $1/2$ だけ下降するまでの時間を評価時間として、この評価時間ごとに前記鉛直方向加速度を二重積分して鉛直方向変位量を算出する積分手段と、
前記鉛直方向変位量が負であり、かつ、その絶対値が所定の基準値以上である時に前記鉄道車両が脱線したものと判定する判定手段とを備えることを特徴とする鉄道車両の脱線検知装置。

40

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は、鉄道車両の脱線を自動的に検知する脱線検知方法及び脱線検知装置に関する。

背景技術

一般的に、鉄道車両が脱線した場合、鉄道車両の運転士等が目視によって確認したり、運

50

転士等が自ら体感したりすることにより、脱線が検知される。しかしながら、有人運転の場合であっても、後方に連結されている車両が脱線したような場合、脱線が運転士等によって認識されない場合がある。また、鉄道車両を自動的に無人運転するような場合、脱線した鉄道車両が走行を続けることを防止し、脱線した段階で直ちに鉄道車両を停止させることが必要となる。

そこで、本発明は、鉄道車両の脱線を自動的に検知可能な鉄道車両の脱線検知方法及び脱線検知装置を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明による鉄道車両の脱線検知方法は、レール上を転動する車輪とばね装置とを含む台車と、台車に取り付けられる車体とを有する鉄道車両に適用されるものである。この脱線検知方法では、予め、鉄道車両を所定の路線で走行速度を変化させながら走行させる。その際、変化させた各走行速度ごとに、ばね装置よりも上側で車体に発生する所定の周波数範囲における鉛直方向加速度の最大値を測定する。そして、各最大値に基づいて、各走行速度ごとに脱線を検知するためのしきい値としての限界鉛直方向加速度を定める。鉄道車両が路線を実際に走行する際には、鉄道車両の実走行速度を検出すると共に、ばね装置よりも上側で車体に発生する実鉛直方向加速度を検出する。検出された実鉛直方向加速度からは、上記周波数範囲における成分を抽出する。そして、当該周波数範囲における実鉛直方向加速度の絶対値が、検出された実走行速度に対応する限界鉛直方向加速度を超えた場合に、鉄道車両が脱線したものと判定する。

このように、鉄道車両の実走行速度に対応させて限界鉛直方向加速度を定め、実際に鉄道車両が走行している際に、実走行速度に対応する限界鉛直方向加速度と、車体等に発生する鉛直方向加速度と比較することにより、正確かつ確実に脱線を検知することができる。この場合、限界鉛直方向加速度を、予め測定した鉛直方向加速度の最大値よりも大きな値に設定すると好ましい。

また、実鉛直方向加速度の絶対値が、所定時間内に、実走行速度に対応する限界鉛直方向加速度を所定回数超えた場合に、鉄道車両が脱線したものと判定すると好ましい。これにより、正常走行時に例外的に発生する著大な鉛直方向加速度に起因して脱線を誤って検知してしまうといった事態が回避される。

更に、当該周波数範囲は、乗り心地を確保するための許容鉛直方向加速度の絶対値を最小に設定した周波数範囲であると好ましい。このような周波数範囲では、正常走行時と脱線時における鉛直方向加速度の差違が明確になるので、正確かつ確実に脱線を検知することができる。

本発明による他の鉄道車両の脱線検知方法は、レール上を転動する車輪とばね装置とを含む台車と、台車に取り付けられる車体とを有する鉄道車両に適用されるものである。この脱線検知方法では、鉄道車両がレール上を走行する際に、ばね装置よりも上側で車体に発生する鉛直方向加速度を検出する。そして、所定の評価時間ごとに鉛直方向加速度を二重積分して鉛直方向変位量を算出する。これにより、ばね装置より上側の部位が評価時間当たりに鉛直方向に変位する量が求まる。鉄道車両が脱線した場合、ばね装置より上側の部位は、所定量以上、下降することになる。そこで、鉛直方向変位量が負であり、かつ、その絶対値が所定の基準値以上である時に鉄道車両が脱線したものと判定する。評価時間としては、車輪の一軸がレールの高さ分だけ自由落下する際に、車体が下降を開始してからレールの高さの $1/2$ だけ下降するまでの時間を採用する。これにより、平坦区間及び勾配区間の双方において、正常走行時における車体等の定常的な鉛直方向変位量と、脱線時における車体等の鉛直方向変位量とを確実に識別することができる。

この場合、鉛直方向変位量を算出する際には、初期速度をゼロとして二重積分すると好ましい。これにより、勾配区間を高速走行する場合における車体等の定常的な鉛直方向変位量を相殺することができ、正確かつ確実に脱線を検知することができる。

また、鉛直方向加速度を二重積分して求めた鉛直方向変位量と比較するための基準値は、ばね装置の鉛直方向における最大変化量より大きい値に設定されると好ましい。一般に、レールの高さは、鉄道車両が正常に走行する際のばね装置の鉛直方向における最大変化量

より大きい。従って、鉄道車両が脱線すると、ばね装置の鉛直方向における正常走行時の最大変化量を超える量だけ車体等は下降することになるので、鉛直変位量と比較するための基準値をこのように設定すれば、正確かつ確実に脱線を検知することができる。

本発明による鉄道車両の脱線検知装置は、レール上を転動する車輪とばね装置とを含む台車と、台車に取り付けられる車体とを有する鉄道車両に適用されるものである。この脱線検知装置は、限界加速度記憶手段と、車速検出手段と、加速度記憶手段と、フィルタ手段と、判定手段とを備える。限界加速度記憶手段は、脱線を検知するためのしきい値としての限界鉛直方向加速度を記憶する。限界鉛直方向加速度は、鉄道車両を所定の路線で走行速度を変化させながら走行させ、変化させた各走行速度ごとに検出されたばね装置よりも上側で車体に発生する所定の周波数範囲における鉛直方向加速度の最大値に基づいて各走行速度ごとに定められる。車速検出手段は、路線を走行する鉄道車両の実走行速度を検出する。加速度検出手段は、鉄道車両が路線を走行する際にばね装置よりも上側で車体に発生する実鉛直方向加速度を検出する。フィルタ手段は、実鉛直方向加速度の上記周波数範囲における成分を抽出する。そして、判定手段は、当該周波数範囲における実鉛直方向加速度の絶対値が、実走行速度に対応する限界鉛直方向加速度を超えた場合に鉄道車両が脱線したものと判定する。

10

また、本発明による他の鉄道車両の脱線検知装置は、レール上を転動する車輪とばね装置とを含む台車と、台車に取り付けられる車体とを有する鉄道車両に適用されるものである。この脱線検知装置は、加速度検出手段と、積分手段と、判定手段とを備える。加速度検出手段は、鉄道車両がレール上を走行する際に、ばね装置よりも上側で車体に発生する鉛直方向加速度を検出する。積分手段は、車輪の一軸がレール高さ分だけ自由落下する際に、車体が下降を開始してからレール高さの $1/2$ だけ下降するまでの時間を評価時間として、この評価時間ごとに鉛直方向加速度を二重積分して鉛直方向変位量を算出する。そして、判定手段は、鉛直方向変位量が負であり、かつ、その絶対値が所定の基準値以上である時に鉄道車両が脱線したものと判定する。

20

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しながら本発明による鉄道車両の脱線検知方法及び脱線検知装置の好適な実施形態について詳細に説明する。

図1は本発明による鉄道車両の脱線検知装置を適用した鉄道車両を示す概略構成図である。図1に示す鉄道車両1は、有人運転又は無人運転されるものであり、車体2と、車体に取り付けられた2体の台車3とを備える。台車3には、レール4上を転動する車輪5と、空気ばね等からなるばね装置6が含まれる。ばね装置6は、鉄道車両1が走行する際に、鉛直方向へ伸縮しつつ、ばね装置6より上側の部位（車体2を含む）に発生する振動を緩和するものである。本発明の第1実施形態による脱線検知装置10は、乗客を収容する車体2に搭載され、各台車3のほぼ真上に位置する。このように脱線検知装置10は、1車両あたり2個ずつ装備される。

30

図2は、脱線検知装置10の制御ブロック図である。図2に示すように、脱線検知装置10は、加速度検出手段11と、車速検出手段12を含む。加速度検出手段11は、車体2に取り付けられており、鉄道車両1が走行する際に、台車3のばね装置6よりも上側で車体2に発生する加速度の鉛直方向成分（ a ）（以下「鉛直方向加速度（ a ）」という）を検出する。また、車速検出手段12は、鉄道車両1が走行する際の走行速度（ v ）を検出する。車速検出手段12は、検出した鉄道車両10の走行速度（ v ）を示す信号を判定手段14に与える。

40

一方、加速度検出手段11は、バンドパスフィルタ等からなるフィルタ手段15に接続されている。このフィルタ手段15は、加速度検出手段11の出力から所定周波数範囲における成分（この場合、例えば、 $6 \sim 20 \text{ Hz}$ の周波数範囲とする。また、 $4 \sim 8 \text{ Hz}$ としてもよい）を抽出する。ここで、加速度検出手段11によって検出された鉛直方向加速度（ a ）から所定周波数範囲（ $6 \sim 20 \text{ Hz}$ ）における成分を抽出するのは、つぎのような理由による。

すなわち、鉄道車両は、その乗り心地を良好に維持するために、車体における周波数 f と

50

鉛直方向加速度（ a ）の絶対値との関係が、例えば図3に示す特性を満足するように設計・製造される。図3は、車体における周波数 f と鉛直方向加速度（ a ）の絶対値との間の関係を示した図表であり、乗り心地の各等級 $G1$ 、 $G1.5$ 、 $G2$ 、 $G3$ における特性線が示されている。この場合、各等級 $G1 \sim G3$ に対応する特性線よりも下側が許容範囲内とされ、上側が許容範囲外とされる。

各等級において、周波数 $6 \sim 20 \text{ Hz}$ の範囲における鉛直方向加速度は、乗り心地を悪化させる要因となることから、この周波数範囲では、鉛直方向加速度の許容値（許容鉛直方向加速度）の絶対値が、他の周波数範囲より小さくかつフラットになるように設定されている。つまり、周波数 $6 \sim 20 \text{ Hz}$ の範囲では、正常走行時と脱線時とにおける鉛直方向加速度の差が明確になり、正確かつ確実に脱線を検知することができる。

10

フィルタ手段15によって抽出された周波数 $6 \sim 20 \text{ Hz}$ の範囲における鉛直方向加速度（ a ）を示す信号は、判定手段14に送られる。判定手段14には、限界加速度記憶手段16が接続されており、この限界加速度記憶手段16には、脱線を検知するためのしきい値として所定速度ごとに定められた限界鉛直方向加速度（ $a1$ ）を示すデータが記憶されている。判定手段14は、フィルタ手段15を介して加速度検出手段11から受け取った鉛直方向加速度（ a ）を示す信号及び車速検出手段12から受け取った走行速度（ v ）を示す信号に基づいて、周波数 $6 \sim 20 \text{ Hz}$ の範囲における鉛直方向加速度（ a ）の絶対値が、車速検出手段12によって検出された走行速度（ v ）に対応する限界鉛直方向加速度（ $a1$ ）を超えるか否かを判定する。

判定手段14は、図示しない鉄道車両1の運転装置又は、自動停止装置等に接続される。判定手段14は、鉛直方向加速度（ a ）の絶対値が、限界鉛直方向加速度（ $a1$ ）を超えた場合、鉄道車両1が脱線したことを示す脱線信号を運転装置等に与える。脱線信号が発せられた場合、例えば、鉄道車両1の力行を停止し、かつ非常ブレーキを作動させて速やかに鉄道車両1を停止させるようにする。また、運転装置上に脱線警告ランプを設けて、脱線信号が発せられた場合に脱線警告ランプを点滅させるようにしてもよい。

20

また、図2に示すように、判定手段14にカウンタ17を接続し、鉛直方向加速度（ a ）の絶対値が、所定時間内に、走行速度（ v ）に対応する限界鉛直方向加速度（ $a1$ ）を所定回数超えた場合に、鉄道車両1が脱線したものと判定するように構成すると好ましい。これにより、正常走行時に例外的に発生する著大な鉛直方向加速度（ a ）に起因して脱線を誤って検知してしまうといった事態が回避される。

30

本発明の第1実施形態による脱線検知方法を適用する際には、予め、鉄道車両1を所定の路線（使用線区）で走行速度（ v ）を変化させながら走行させる。そして、変化させた各走行速度（ v ）ごとに、ばね装置6よりも上側で車体2に発生する周波数 $6 \sim 20 \text{ Hz}$ の範囲内における鉛直方向加速度（ a ）を計測する。そして、周波数 $6 \sim 20 \text{ Hz}$ の範囲内における鉛直方向加速度（ a ）に基づいて、限界鉛直方向加速度（ $a1$ ）を定める。限界鉛直方向加速度（ $a1$ ）を定めるに際しては、図4に示すように、予め計測した、各走行速度（ v ）に対応する鉛直方向加速度（ a ）の最大値をプロットすると共に、各最大値よりも大きな値を通る直線を規定し、各直線上における値を限界鉛直方向加速度（ $a1$ ）として設定するとよい。そして、求められた限界鉛直方向加速度（ $a1$ ）を限界加速度記憶手段16に記憶させておく。

40

鉄道車両1が路線を実際に走行する際（営業運転時）には、鉄道車両1の走行速度（ v ）（実走行速度）を検出すると共に、ばね装置6よりも上側で車体2に発生する鉛直方向加速度（ a ）（実鉛直方向加速度）を検出する。検出された鉛直方向加速度（ a ）からは、フィルタ手段15によって周波数 $6 \sim 20 \text{ Hz}$ の範囲における成分が抽出される。そして、当該周波数範囲における鉛直方向加速度（ a ）の絶対値が、検出された走行速度（ v ）に対応する限界鉛直方向加速度（ $a1$ ）を超えた場合に、判定手段14によって、鉄道車両1が脱線したものと判定される。

このように、鉄道車両1の走行速度（ v ）に対応させて限界鉛直方向加速度（ $a1$ ）を定め、実際に鉄道車両1が走行している際に、走行速度（ v ）に対応する限界鉛直方向加速度（ $a1$ ）と、車体2等に発生する鉛直方向加速度（ a ）と比較することにより、正確か

50

つ確実に脱線を検知することができる。

なお、限界鉛直方向加速度 (a_1) は、走行速度に対応させて可変に設定するものとして説明したが、これに限られるものではない。すなわち、限界鉛直方向加速度 (a_1) を一定にしてもよい。この場合は、判定手段 14 を、フィルタ手段 15 から受け取った鉛直方向加速度 (a) の絶対値が、例えば、 $0.2G$ を超えた場合に脱線信号を発生するように構成するとよい。

図 5 は、本発明の第 2 実施形態による脱線検知装置の制御ブロック図である。図 5 に示す脱線検知装置 20 も、上述した脱線検知装置 10 と同様に、鉄道車両 1 に 2 個ずつ装備される。脱線検知装置 20 は、鉄道車両 1 が走行する際に、台車 3 のばね装置 6 よりも上側で車体 2 に発生する鉛直方向加速度 (a) を検出する加速度検出手段 21 を含む。加速度検出手段 21 は、ばね装置 6 より上側の部位としての車体 2 に取り付けられる。加速度検出手段 21 は、積分手段 22 に接続されており、積分手段 22 は、加速度検出手段 21 の出力を二重積分して、加速度検出手段 21 の取付け所における鉛直方向変位量 (d) を算出する。

積分手段 22 は、車輪 5 の一軸がレール 4 の高さ h だけ自由落下する際に、車体 2 が下降を開始してからレール 4 の高さの $1/2$ 、すなわち、 $h/2$ (図 1 参照) だけ下降するまでの時間を評価時間 (T) (図 6 参照) として、この評価時間 (T) ごとに鉛直方向加速度 (a) を二重積分して鉛直方向変位量 (d) を算出する。この評価時間 (T) は、コンピュータシミュレーション等を行うことにより、脱線検知装置 20 を適用する鉄道車両 1 固有の値を予め算出しておく。また、積分手段 22 は、鉛直方向変位量 (d) を算出するにあたって、初期速度をゼロとして二重積分を行う。つまり、積分手段 22 による二重積分は、積分定数をすべてゼロとした状態で行われる。これにより、鉄道車両 1 が勾配区間を高速で正常走行する場合における車体 2 等の定常的な鉛直方向変位量を相殺することができ、正確かつ確実に脱線を検知することができる。

積分手段 22 によって算出された演算結果は、判定手段 23 に送られる。判定手段 23 は、鉛直方向変位量 (d) が負であり、かつ、その絶対値が所定の基準値 (d_c) (この場合は、例えば、 40 mm) 以上である時に鉄道車両 1 が脱線したものと判定する。ここで、鉛直方向加速度 (a) を二重積分して求めた鉛直方向変位量 (d) と比較するための基準値 (d_c) は、鉄道車両 1 が正常に走行している際のばね装置 6 の鉛直方向における最大変化量より大きい値に設定すると好ましい。これにより、平坦区間及び勾配区間の双方において、正常走行時における車体 2 等の定常的な鉛直方向変位量と、脱線時における車体 2 等の鉛直方向変位量とを確実に識別することができる。

図 7 は、加速度検出手段 21 によって検出される脱線時の鉛直方向加速度 (a) の時間変化を例示する図表であり、図 8 は、図 7 における鉛直方向加速度 (a) に基づいて積分手段 22 が算出した鉛直方向変位量 (d) の時間変化を示した図表である。脱線時には、鉄道車両 1 の車輪 5 はレール 4 から地面へ落下するので、鉛直方向変位量 (d) は評価時間 (T) 内に大幅に下降する。一方、鉄道車両 1 の正常走行中、車体 2 は、ばね装置 6 によって鉛直方向の振動を緩和されつつ、ばね装置 6 の鉛直方向における伸縮量の範囲内で鉛直方向に振動している。一般に、レール 4 の高さは、ばね装置 6 の鉛直方向における正常時の最大変化量より大きい。従って、鉄道車両 1 が脱線すると、ばね装置 6 の鉛直方向における正常時の最大変化量を超える量だけ車体等は下降することになる。

一般的に、ばね装置 6 の伸縮量は、例えば $\pm 30\text{ mm}$ であり、その場合、ばね装置 6 の最大変化量は 60 mm となる。また、通常、評価時間 (T) は、一般的な鉄道車両の場合、 0.2 秒程度であり、評価時間 (T) (約 0.2 秒) の間におけるばね装置 6 の変化量は 20 mm 以下である。一方、レール 4 の高さ h は通常、 150 mm である。2 軸構成の台車では、車輪 1 軸が脱線した場合、車体の鉛直方向変化量 (d) は、台車 3 の心血部において、およそ 75 mm となる。従って、図 8 に示すように、基準値 (d_c) $= -40\text{ mm}$ とし、積分手段 22 によって算出された鉛直方向変位量 (d) が、鉛直方向変位量 (d) $< -40\text{ mm}$ を満たすか否かを判定手段 23 が判定するようにするとよい。この場合、判定手段 23 は、鉛直方向変位量 (d) $< -40\text{ mm}$ であるとき、脱線信号を発生する。

本発明の第2実施形態による脱線検知方法では、鉄道車両1がレール4上を走行する際に、加速度検出手段21を用いて、ばね装置6よりも上側で車体2に発生する鉛直方向加速度(a)を検出する。そして、積分手段22を用いて、検出された鉛直方向加速度(a)を評価時間(T)ごとに二重積分し、ばね装置6より上側の部位が評価時間(T)当たり鉛直方向に変位する量、すなわち、鉛直方向変位量(d)を求める。そして、判定手段23によって、鉛直方向変位量(d)が負であり、かつ、その絶対値が所定の基準値(d_c)以上である時に鉄道車両1が脱線したものと判定される。本発明の第2実施形態による脱線検知方法によっても、正確かつ確実に脱線を検知することができる。

図9は、本発明の第3実施形態による脱線検知装置の制御ブロック図である。図9に示す脱線検知装置30は、上述した第1実施形態による脱線検知装置10と第2実施形態による脱線検知装置2とを組み合わせたものに相当する。この脱線検知装置30も、上述した脱線検知装置10と同様に、鉄道車両1に2個ずつ装備される。脱線検知装置30では、加速度検出手段31によって検出された鉛直方向加速度(a)が、積分手段33を介して変位判定手段34に送られると共に、フィルタ手段35を介して加速度判定手段36とに送られる。そして、変位判定手段35によって鉛直方向変位量(d)が負であり、かつ、その絶対値が所定の基準値 d_c 以上であると判定された場合、又は、加速度判定手段36によって、所定の周波数範囲における鉛直方向加速度(a)の絶対値が、車速検出手段32によって検出された走行速度(v)に対応する限界鉛直方向加速度(a_l)を超えたと判定された場合に、ORゲート38によって脱線信号が発せられる。このような脱線検知装置30を用いても、正確かつ確実に脱線を検知することができる。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明は、走行する鉄道車両が脱線したことを自動的に検知することから、脱線した鉄道車両が走行を続けることを防止し、脱線した段階で直ちに鉄道車両を停止させる場合に有用であり、有人運転される鉄道車両及び無人運転される鉄道車両の双方に有用である。

【図面の簡単な説明】

図1は、本発明による脱線検知装置を適用した鉄道車両を示す概略構成図である。

図2は、本発明の第1実施形態による鉄道車両の脱線検知装置の制御ブロック図である。

図3は、鉄道車両の車体における周波数と鉛直方向加速度の絶対値との関係を示す図表である。

図4は、限界鉛直方向加速度の規定手順を説明するための図表である。

図5は、本発明の第2実施形態による鉄道車両の脱線検知装置の制御ブロック図である。

図6は、評価時間の設定手順を説明するための図表である。

図7は、図5の加速度検出手段により検出される脱線時の鉛直方向加速度の時間変化を例示する図表である。

図8は、図7における鉛直方向加速度に基づいて図5の積分手段が算出した鉛直方向変位量の時間変化を示す図表である。

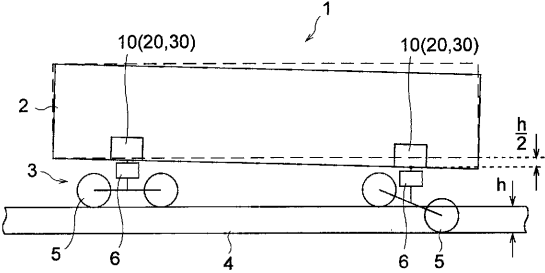
図9は、本発明の第3実施形態による鉄道車両の脱線検知装置の制御ブロック図である。

10

20

30

【図 1】
図 1



【図 2】

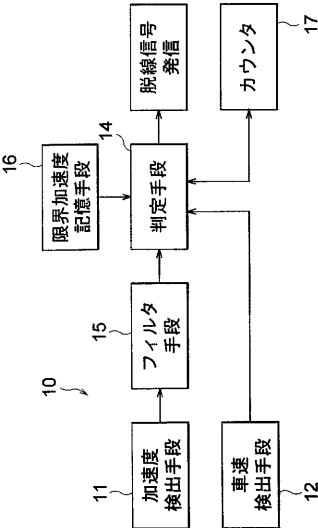
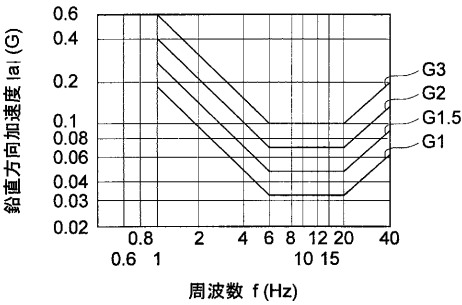
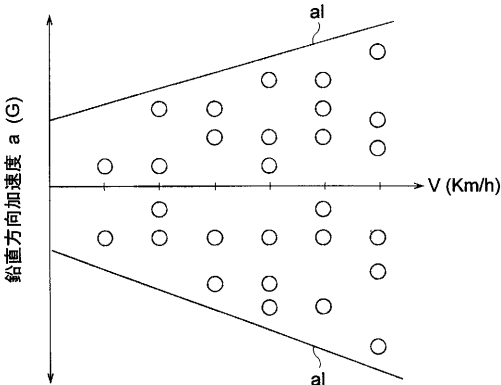


図 2

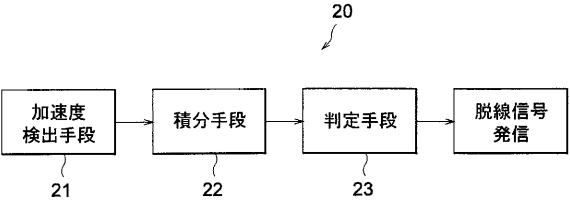
【図 3】
図 3



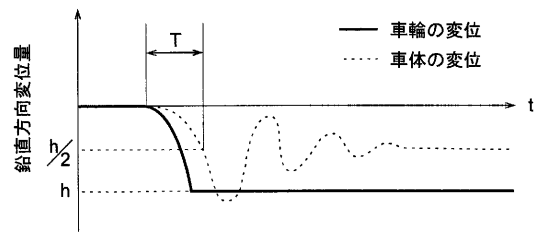
【図 4】
図 4



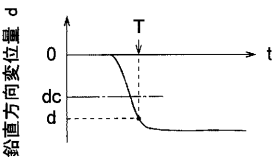
【図 5】
図 5



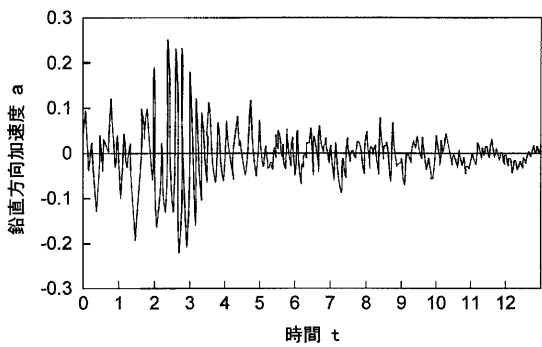
【図 6】
図 6



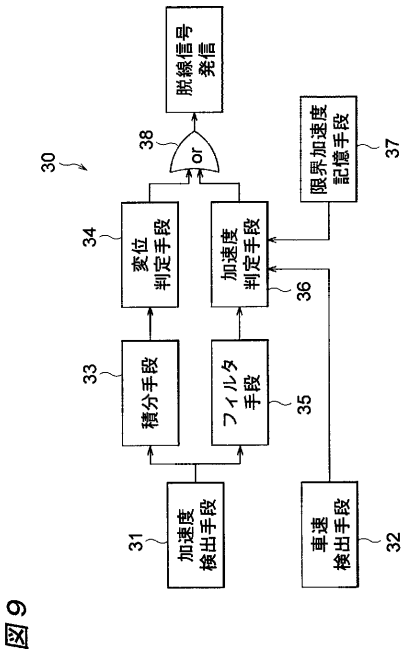
【図 8】
図 8



【図 7】
図 7



【図 9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09-039790 (JP, A)
特開平07-079501 (JP, A)
特開平10-278795 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B61K 13/00
B61F 9/00