

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第6996481号

(P6996481)

(45)発行日 令和4年1月17日(2022.1.17)

(24)登録日 令和3年12月20日(2021.12.20)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 G 19/03 (2006.01)

G 0 1 G 19/03

G 0 1 G 23/01 (2006.01)

G 0 1 G 23/01

Z

G 0 8 G 1/02 (2006.01)

G 0 8 G 1/02

A

請求項の数 9 (全22頁)

(21)出願番号 特願2018-228713(P2018-228713)
 (22)出願日 平成30年12月6日(2018.12.6)
 (65)公開番号 特開2020-91205(P2020-91205A)
 (43)公開日 令和2年6月11日(2020.6.11)
 審査請求日 令和3年3月1日(2021.3.1)

(73)特許権者 000002945
 オムロン株式会社
 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南
 不動堂町8 0 1 番地
 (74)代理人 110000970
 特許業務法人 楓国際特許事務所
 (72)発明者 柴垣 早映子
 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南
 不動堂町8 0 1 番地 オムロン株式会社内
 (72)発明者 倉田 剛
 東京都港区港南二丁目3 番 1 3 号 オム
 ロンソーシアルソリューションズ株式会
 社内
 審査官 森 雅之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 軸重計測装置、計測精度診断方法、および計測精度診断プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の走行方向に並べて配置された複数の軸重センサの計測信号が入力される軸重センサ
 接続部と、

同じ車軸について、複数の前記軸重センサから入力された計測信号に応じた計測値の最大
 値と、最小値との差分を算出する差分算出部と、

前記差分算出部が算出した差分の大きさが差分閾値を超えているかどうかを判定する判定
 部と、を備えた軸重計測装置。

【請求項 2】

前記車両の種別を推定する車両種別推定部と、

前記車両種別推定部によって推定された前記車両の種別に応じて、前記差分閾値を設定す
 る閾値設定部と、を備えた請求項 1 に記載の軸重計測装置。

【請求項 3】

前記閾値設定部は、前記車両種別推定部によって推定された前記車両の種別に応じて、軸
 重の下限閾値を設定し、

前記判定部は、前記軸重センサ毎に、入力された計測信号に応じた計測値が、前記下限閾
 値を超えているかどうかについても判定する、請求項 2 に記載の軸重計測装置。

【請求項 4】

前記閾値設定部は、前記車両種別推定部によって推定された前記車両の種別に応じて、軸
 重の上限閾値を設定し、

前記判定部は、前記軸重センサ毎に、入力された計測信号に応じた計測値が、前記上限閾値を超えているかどうかについても判定する、請求項 2、または 3 に記載の軸重計測装置。

【請求項 5】

前記車両種別推定部は、撮像装置によって撮像された前記車両のフレーム画像を処理し、当該車両の種別を推定する、請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載の軸重計測装置。

【請求項 6】

前記軸重センサは、車幅方向に並べた一対の輪重センサである、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の軸重計測装置。

【請求項 7】

前記車両の走行時に、複数の前記軸重センサの計測信号を用いて、当該車両の重量を算出する車両重量算出部を備えた、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の軸重計測装置。

10

【請求項 8】

車両の走行方向に並べて配置された複数の軸重センサが、同じ車軸について計測した計測信号に応じた計測値の最大値と、最小値との差分を算出する差分算出ステップと、前記差分算出ステップで算出した差分の大きさが差分閾値を超えているかどうかを判定する判定ステップと、を備えた計測精度診断方法。

【請求項 9】

車両の走行方向に並べて配置された複数の軸重センサが、同じ車軸について計測した計測信号に応じた計測値の最大値と、最小値との差分を算出する差分算出ステップと、前記差分算出ステップで算出した差分の大きさが差分閾値を超えているかどうかを判定する判定ステップと、をコンピュータに実行させる計測精度診断プログラム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、走行している車両の軸重を計測する軸重センサの計測精度が適正であるかどうかを診断する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、道路を走行している車両の重量を計測する装置があった。この装置は、車両の走行方向に並べて道路に埋設した複数（2 つ以上）の軸重センサの計測信号を処理して、走行している車両の重量を計測する（特許文献 1 等参照）。軸重センサは、公知のように、車両の車軸毎に、その車軸に取り付けられている車輪が通過するときの垂直力（軸重）の計測に用いるセンサである。

30

【0003】

車軸の軸重は、車両の走行方向に並べて埋設された複数の軸重センサの計測信号を処理して算出される。例えば、車軸毎に、その車軸について複数の軸重センサで計測された軸重の平均値を、当該車軸の軸重として算出する。また、車両の重量は、その車両の車軸毎に算出された軸重の総和（合計）である。

【0004】

また、特許文献 1 には、車両の重量の計測を中断することなく、軸重センサ毎に、軸重の計測精度に応じて、感度補正を行う構成（補正係数を更新する構成）が記載されている。具体的には、軸重センサ毎に、予め定めた特定車両（軸数、総重量等の車両データが既知である車両）が通過したときの計測データを用いて算出される車両の重量が真値になるように、感度を補正する補正係数を更新している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2010 - 261825 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献 1 における特定車両は、

(1) 使用状況によって、総重量 (各軸の軸重の合計値) が変化しない車両であること、
(2) 軸数、軸間距離、軸重などが近似する他の車両が存在しない車両であること、
の条件を満足する車両でなければならない。

【 0 0 0 7 】

したがって、貨物を積載するトラック、トレーラ等にかかる車両は、上記 (1) の条件を満足しない。また、一般的な乗用車 (自家用、および社用) は、上記 (2) の条件を満足しない。このことから、特定車両は、一般的な車両ではなく、特殊な車両にせざるを得なかった。特許文献 1 では、自走式クレーンを特定車両にしている。

10

【 0 0 0 8 】

特定車両が特殊な車両であると、今回の特定車両の走行から、次の特定車両の走行までの期間が長くなることがある。特許文献 1 にかかる技術では、軸重センサの計測精度の低下を判定する期間が、今回の特定車両の走行から、次の特定車両の走行までの期間になる。このため、特許文献 1 にかかる技術では、長期間にわたって、軸重センサの計測精度が低下しているかどうかを判定することができない事態も生じる。

【 0 0 0 9 】

この発明の目的は、特殊な車両の走行の有無にかかわらず、車両の走行方向に並べて配置された軸重センサの計測精度が適正であるかどうかの判定が行える技術を提供することにある。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

この発明の軸重計測装置は、上記目的を達成するため以下に示すように構成している。

【 0 0 1 1 】

軸重センサ接続部には、車両の走行方向に並べて配置された複数の軸重センサの計測信号が入力される。差分算出部は、同じ車軸について、複数の軸重センサから入力された計測信号に応じた計測値の最大値と、最小値との差分を算出する。判定部は、差分算出部が算出した差分の大きさが差分閾値を超えているかどうかを判定する。

【 0 0 1 2 】

走行している車両は、路面の凹凸、速度、タイヤの空気圧等、様々な要因が複雑に影響しあって振動している。このため、車両の走行方向に並べて配置された複数の軸重センサの計測精度が適正であっても、これらの軸重センサで、同じ車軸について計測した軸重の計測値は、真値 (当該車軸の軸重) に対して、ある程度の範囲でばらつく。言い換えれば、車両の走行方向に並べて配置された複数の軸重センサの計測精度が適正であれば、これらの軸重センサで、同じ車軸について計測した軸重の計測値のばらつきは、ある程度の範囲内に収まる。したがって、複数の軸重センサから入力された計測信号に応じた計測値の最大値と、最小値との差分の大きさが差分閾値を超えているかどうかを判定することによって (すなわち、複数の軸重センサで計測した軸重の計測値のばらつきがある程度の範囲内に収まっているかどうかを判定することによって、) 、これらの軸重センサの計測精度が適正であるかどうかを判定することができる。

30

【 0 0 1 3 】

このように、上記構成によれば、特殊な車両の走行の有無にかかわらず、車両の走行方向に並べて配置された軸重センサの計測精度が適正であるかどうかの判定が行える。

【 0 0 1 4 】

また、軸重計測装置に、車両の種別を推定する車両種別推定部、およびこの車両種別推定部によって推定された車両の種別に応じて、差分閾値を設定する閾値設定部と、を備える構成にしてもよい。

【 0 0 1 5 】

軸重センサによる軸重の計測誤差は、その軸重の真値に対する割合である。すなわち、軸重が重い車軸ほど、軸重センサによる軸重の計測誤差が大きくなるので、各軸重センサに

40

50

よる軸重の計測値のバラツキの範囲が大きくなる。したがって、車両の種別に応じて差分閾値を設定することによって、軸重センサの計測精度が適正であるかどうかの判定に対する、車両の種別（車両の重量）の違いによる影響を抑えることができる。

【 0 0 1 6 】

また、閾値設定部が車両種別推定部によって推定された車両の種別に応じて、軸重の下限閾値を設定し、判定部が軸重センサ毎に、入力された計測信号に応じた計測値が、下限閾値を超えているかどうかについても判定する構成にしてもよい。このように構成すれば、全ての軸重センサが、計測値が真値に対して軽くなる方向に計測精度が低下しているかどうかの判定も行える。

【 0 0 1 7 】

また、閾値設定部が車両種別推定部によって推定された車両の種別に応じて、軸重の上限閾値を設定し、判定部が軸重センサ毎に、入力された計測信号に応じた計測値が、上限閾値を超えているかどうかについても判定する構成にしてもよい。このように構成すれば、全ての軸重センサが、計測値が真値に対して重くなる方向に計測精度が低下しているかどうかの判定も行える。

【 0 0 1 8 】

また、車両種別推定部は、撮像装置によって撮像された車両のフレーム画像を処理し、当該車両の種別を推定する構成にしてもよいし、車両の走行方向に並べて配置された複数の軸重センサによる軸重の測定結果に基づいて検出した、当該車両の軸数、および軸間距離によって当該車両の種別を推定してもよい。軸数とは、車両に設けられている車軸の本数である。また、軸間距離とは、車頭側から車尾側に向かう方向において、連続している2つの車軸間の距離である。

【 0 0 1 9 】

また、軸重センサは、車幅方向に並べた一対の輪重センサであってもよいし、左右に分割されていない一体型のものであってもよい。

【 0 0 2 0 】

また、車両の走行時に、複数の軸重センサの計測信号を用いて、当該車両の重量を算出する車両重量算出部を備える構成にしてもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 1 】

この発明によれば、特殊な車両の走行の有無にかかわらず、車両の走行方向に並べて配置された軸重センサの計測精度が適正であるかどうかの判定が行える。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 2 】

【 図 1 】 この例にかかる軸重計測装置を適用した、車両重量計測システムを示す概略図である。

【 図 2 】 この例にかかる軸重計測装置の主要部の構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 図 3 (A) ~ (C) は、軸重センサの計測データを示す図である。

【 図 4 】 算出データを示す図である。

【 図 5 】 この例にかかる軸重計測装置の計測処理を示すフローチャートである。

【 図 6 】 この例にかかる軸重計測装置の計測精度診断処理を示すフローチャートである。

【 図 7 】 この例にかかる軸重計測装置の集計処理を示すフローチャートである。

【 図 8 】 別の例にかかる軸重計測装置を適用した、車両重量計測システムを示す概略図である。

【 図 9 】 別の例にかかる軸重計測装置の主要部の構成を示すブロック図である。

【 図 1 0 】 閾値データを説明する図である。

【 図 1 1 】 別の例にかかる軸重計測装置の計測処理を示すフローチャートである。

【 図 1 2 】 別の例にかかる軸重計測装置の計測精度診断処理を示すフローチャートである。

【 図 1 3 】 別の例にかかる軸重計測装置の集計処理を示すフローチャートである。

【 図 1 4 】 集計用カウンタを説明する図である。

10

20

30

40

50

【図 1 5】別の例にかかる軸重計測装置の判定処理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】

【0023】

以下、この発明の実施形態にかかる軸重計測装置について説明する。

【0024】

< 1 . 適用例 >

図 1 は、この例にかかる軸重計測装置を適用した、車両重量計測システムを示す概略図である。図 1 に示す車両重量計測システムは、軸重計測装置 1 と、3 つの軸重センサ 2 ~ 4 と、2 つの車両検知センサ 6、7 とを備えている。軸重センサ 2 ~ 4、および車両検知センサ 6、7 は、軸重計測装置 1 に接続されている。

10

【0025】

図 1 に示すように、車両検知センサ 6、軸重センサ 2、軸重センサ 3、軸重センサ 4、および車両検知センサ 7 が、この順番に車両 100 の走行方向に並べて道路に配置（埋設）されている。車両 100 の軸重を計測する計測区間は、車両検知センサ 6 から車両検知センサ 7 に至る区間である。車両検知センサ 6 は、計測区間に進入する車両 100 を検出する。車両検知センサ 7 は、計測区間から退出する車両 100 を検出する。

【0026】

軸重センサ 2 は、一对の輪重センサ 2 R、2 L を、道路を走行する車両 100 の車幅方向に並べたものである。同様に、軸重センサ 3 は、一对の輪重センサ 3 R、3 L を、道路を走行する車両 100 の車幅方向に並べたものであり、軸重センサ 4 は、一对の輪重センサ 4 R、4 L を、道路を走行する車両 100 の車幅方向に並べたものである。輪重センサ 2 R ~ 4 R は、車両 100 の右側の車輪が通過する位置に埋設している。また、輪重センサ 2 L ~ 4 L は、車両 100 の左側の車輪が通過する位置に埋設している。輪重センサ 2 R ~ 4 R、2 L ~ 4 L は、例えば圧電センサであり、車輪の通過時の押圧力に応じた計測信号を軸重計測装置 1 に出力する。車両検知センサ 6、7 は、例えばループコイルセンサであり、インダクタンスの変化を車両検知信号（車両 100 の有無を示す信号）として軸重計測装置 1 に出力する。

20

【0027】

なお、車両検知センサ 6、7 は、道路に埋設しない、光学式センサ、電波式センサであってもよい。

30

【0028】

輪重センサ 2 R ~ 4 R は、計測区間を走行した車両 100 の車軸毎に、右側の車輪の輪重を計測した計測信号を軸重計測装置 1 に出力する。また、輪重センサ 2 L ~ 4 L は、計測区間を走行した車両 100 の車軸毎に、左側の車輪の輪重を計測した計測信号を軸重計測装置 1 に出力する。すなわち、軸重計測装置 1 には、計測区間を走行した車両 100 の車軸毎に、右側の車輪の輪重について、輪重センサ 2 R による計測信号、輪重センサ 3 R による計測信号、および輪重センサ 4 R による計測信号が入力される。また、軸重計測装置 1 には、計測区間を走行した車両 100 の車軸毎に、左側の車輪の輪重について、輪重センサ 2 L による計測信号、輪重センサ 3 L による計測信号、および輪重センサ 4 L による計測信号が入力される。

40

【0029】

車両 100 の走行方向における、軸重センサ 2 と軸重センサ 3 との距離 L_1 と、軸重センサ 3 と軸重センサ 4 との距離 L_2 と、は異なる長さである。走行している車両 100 は、路面の凹凸、速度、タイヤの空気圧等、様々な要因が複雑に影響しあって振動している。隣接する軸重センサ 2 と軸重センサ 3 との距離 L_1 、および隣接する軸重センサ 3 と軸重センサ 4 との距離 L_2 の両方が、車両 100 の振動波長の整数倍に近似すると、軸重の計測誤差が大きくなることがある。このため、この例では、隣接する軸重センサ 2 と軸重センサ 3 との距離 L_1 、または隣接する軸重センサ 3 と軸重センサ 4 との距離 L_2 の一方が車両 100 の振動波長の整数倍に近似しても、他方が車両 100 の振動波長の整数倍に近似しないように、距離 L_1 と、距離 L_2 とを異なる長さにしている。

50

【 0 0 3 0 】

この例の軸重計測装置 1 は、輪重センサ 2 R ~ 4 R、2 L ~ 4 L 毎に、入力された計測信号に応じた計測値を蓄積的に記憶する。この例では、この計測値を、入力された計測信号を用いて算出した輪重として説明する。ただし、この計測値は、入力された計測信号に応じた値であればどのような値であってもよい。例えば、この計測値は、入力された計測信号のデジタル値であってもよい。

【 0 0 3 1 】

また、この例において、軸重センサ 2 の計測精度が適正であるとは、輪重センサ 2 R、および輪重センサ 2 L の計測精度が適正であることを意味する。同様に、軸重センサ 3 の計測精度が適正であるとは、輪重センサ 3 R、および輪重センサ 3 L の計測精度が適正であることを意味し、軸重センサ 4 の計測精度が適正であるとは、輪重センサ 4 R、および輪重センサ 4 L の計測精度が適正であることを意味する。また、軸重センサ 2 によって計測した軸重とは、その車軸に取り付けられている右側の車輪について輪重センサ 2 R で計測した輪重と、左側の車輪について輪重センサ 2 L で計測した輪重との和である。同様に、軸重センサ 3 によって計測した軸重とは、その車軸に取り付けられている右側の車輪について輪重センサ 3 R で計測した輪重と、左側の車輪について輪重センサ 3 L で計測した輪重との和であり、軸重センサ 4 によって計測した軸重とは、その車軸に取り付けられている右側の車輪について輪重センサ 4 R で計測した輪重と、左側の車輪について輪重センサ 4 L で計測した輪重との和である。

【 0 0 3 2 】

走行している車両 1 0 0 が振動しているので、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正であっても、計測された軸重の計測値にばらつきがある。この軸重の計測値のばらつきは、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正であれば、ある程度の範囲に収まる（車両 1 0 0 の振動の大きさによっては、ある程度の範囲に収まらないこともある。）。

【 0 0 3 3 】

軸重計測装置 1 は、軸重センサ 2 ~ 4 で同じ車軸について計測された軸重の計測値の最大値と、最小値との差分を算出する。ここで算出される差分は、軸重センサ 2 ~ 4 で同じ車軸について計測された軸重の計測値のばらつきの大きさを示す。軸重計測装置 1 は、算出した差分が、差分閾値を超えているかどうかを判定することにより、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正であるかどうかを判定する。

【 0 0 3 4 】

このように、軸重計測装置 1 は、特殊な車両の走行の有無にかかわらず、車両の走行方向に並べて配置された軸重センサの計測精度が適正であるかどうかを判定できる。

【 0 0 3 5 】

< 2 . 構成例 >

図 2 は、この例にかかる軸重計測装置の主要部の構成を示すブロック図である。この例にかかる軸重計測装置 1 は、制御ユニット 1 1 と、軸重センサ接続部 1 2 と、ループコイルセンサ接続部 1 3 と、計測値データベース 1 4（計測値 D B 1 4）と、出力部 1 5 と、を備えている。

【 0 0 3 6 】

制御ユニット 1 1 は、この例にかかる軸重計測装置 1 本体各部の動作を制御する。また、制御ユニット 1 1 は、計測値算出部 2 1 と、計測データ生成部 2 2 と、差分算出部 2 3 と、判定部 2 4 とを有している。また、制御ユニット 1 1 は、特に図示していないが、後述する差分閾値を記憶する記憶領域を設けたメモリを有している。また、このメモリには、後述する差分超えカウンタ、および判定軸数カウンタとして機能させる記憶領域が設けられている。制御ユニット 1 1 が有する計測値算出部 2 1、計測データ生成部 2 2、差分算出部 2 3、および判定部 2 4 の詳細については後述する。

【 0 0 3 7 】

軸重センサ接続部 1 2 には、接続されている軸重センサ 2 ~ 4 の計測信号が入力される。具体的には、軸重センサ接続部 1 2 には、輪重センサ 2 R ~ 4 R、2 L ~ 4 L が接続され

10

20

30

40

50

、各輪重センサ 2 R ~ 4 R、2 L ~ 4 L の計測信号が入力される。軸重センサ接続部 1 2 は、入力された輪重センサ 2 R ~ 4 R、2 L ~ 4 L の計測信号をデジタル値に変換して制御ユニット 1 1 に出力する。

【 0 0 3 8 】

ループコイルセンサ接続部 1 3 には、車両検知センサ 6、7 が接続されている。ループコイルセンサ接続部 1 3 は、車両検知センサ 6、7 毎に、インダクタンスの変化を検出し、車両 1 0 0 の有無を示す車両検知信号を制御ユニット 1 1 に出力する。

【 0 0 3 9 】

計測値 D B 1 4 は、計測区間を走行した車両 1 0 0 について生成された計測データ、および算出データを蓄積的に記憶するデータベースである。後述する計測データ生成部 2 2 が、計測データ、および算出データを生成する。また、計測データ、および算出データの詳細については後述する。

10

【 0 0 4 0 】

出力部 1 5 は、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正であるかどうかを判定した判定結果、計測区間を走行した車両 1 0 0 の計測データ、および算出データ等を必要に応じて上位装置（不図示）に出力する。

【 0 0 4 1 】

次に、制御ユニット 1 1 が有する計測値算出部 2 1、計測データ生成部 2 2、差分算出部 2 3、判定部 2 4 について説明する。

【 0 0 4 2 】

20

計測値算出部 2 1 は、輪重センサ 2 R ~ 4 R、2 L ~ 4 L 毎に、車両 1 0 0 の車輪が輪重センサ 2 R ~ 4 R、2 L ~ 4 L を通過したときの計測信号（実際には、軸重センサ接続部 1 2 において変換されたデジタル値）を用いて、輪重を算出する。

【 0 0 4 3 】

計測データ生成部 2 2 は、ループコイルセンサ接続部 1 3 から入力されている車両検知信号を用いて、計測値算出部 2 1 によって算出された輪重を、計測区間を走行した車両 1 0 0 単位で分割する。計測データ生成部 2 2 は、軸重センサ 2 ~ 4 毎に計測データを生成する。この例では、計測データ生成部 2 2 は、この計測データを車両 1 0 0 単位で生成する。

【 0 0 4 4 】

図 3 は、軸重センサの計測データを示す図である。図 3 (A) が軸重センサ 2 の計測データであり、図 3 (B) が軸重センサ 3 の計測データであり、図 3 (C) が軸重センサ 4 の計測データである。図 3 (A) ~ (C) に示す計測データは、同じ車両 1 0 0 についてのものである。この計測データは、図 3 に示すように車両 1 0 0 を識別する車両 I D を対応づけている。この車両 I D は、車両 1 0 0 を特定するためのものではなく、計測区間を走行した車両 1 0 0 毎に、軸重センサ 2 の計測データ、軸重センサ 3 の計測データ、および軸重センサ 4 の計測データを、対応づけるものである。

30

【 0 0 4 5 】

また、ここでは、車両 1 0 0 の最も車頭側の車軸を第 1 軸とし、車尾側に向かって、順番に第 2 軸、第 3 軸としている。図 3 に示す各軸重センサ 2 ~ 4 の輪重（右）は、対応する輪重センサ 2 R ~ 4 R の計測信号を用いて算出した輪重（図中では、R A 1、R B 1、R C 1 等で示している。）である。図 3 に示す各軸重センサ 2 ~ 4 の輪重（左）は、対応する輪重センサ 2 L ~ 4 L の計測信号を用いて算出した輪重（図中では、L A 1、L B 1、L C 1 等で示している。）である。また、図 3 に示す各軸重センサ 2 ~ 4 の軸重は、対応する輪重センサ 2 R ~ 4 R の計測信号を用いて算出した輪重と、対応する輪重センサ 2 L ~ 4 L の計測信号を用いて算出した輪重との和である。

40

【 0 0 4 6 】

なお、図 3 に示す計測データは、車軸が 3 本である車両 1 0 0 の例である。車軸が 2 本である車両 1 0 0 の場合、計測データには、第 3 軸にかかるデータが含まれない。また、車軸が 4 本以上である車両 1 0 0 の場合、計測データには、車軸の本数に応じて第 4 軸、第 5 軸等にかかるデータが含まれる。

50

【 0 0 4 7 】

また、計測データ生成部 2 2 は、図 4 に示す算出データを生成する。この算出データは、軸重センサ 2 ~ 4 による計測結果に基づいて、算出されたものである。算出データは、図 3 に示した計測データと同様に、車両 1 0 0 を識別する車両 ID を対応づけている。この車両 ID は、車両 1 0 0 を特定するためのものではなく、図 3 に示した計測データと対応づけるものである。図 4 に示すように、この算出データには、車両 1 0 0 の車軸毎に、輪重（右）、輪重（左）、軸重を登録している。各車軸の輪重（右）は、その車輪の輪重について、輪重センサ 2 R ~ 4 R の計測信号を用いて算出した輪重の平均値である。また、各車軸の輪重（左）は、その車輪の輪重について、輪重センサ 2 L ~ 4 L の計測信号を用いて算出した輪重の平均値である。各車軸の軸重は、その車軸の輪重（右）と輪重（左）との和である。また、車両 1 0 0 の重量である車重（A L L）は、その車両 1 0 0 の軸重の総和（合計）である。

10

【 0 0 4 8 】

計測データ生成部 2 2 は、車両 1 0 0 毎に生成した、軸重センサ 2 ~ 4 の計測データ、および車両 1 0 0 について算出した算出データを、計測値 D B 1 4 に登録する。

【 0 0 4 9 】

なお、特に図示していないが、図 3 に示した計測データ、および算出データには、車両 1 0 0 が計測区間を走行したときの日時等も対応づけられている。

【 0 0 5 0 】

差分算出部 2 3 は、図 3 に示した計測データを参照し、車両 1 0 0 の車軸毎に、軸重センサ 2 ~ 4 による計測結果である軸重の最大値と、最小値とを抽出し、これらの差分を算出する。図 3 に示す車両 1 0 0 の第 1 軸を例にすると、差分算出部 2 3 は、軸重センサ 2 の計測値である（R A 1 + L A 1）、軸重センサ 3 の計測値である（R A 2 + L A 2）、および軸重センサ 4 の計測値である（R A 3 + L A 3）の中から、最大値と最小値を抽出し、その差分を算出する。この差分は、対応する車軸に対する、軸重センサ 2 ~ 4 の計測値のばらつきの大きさである。

20

【 0 0 5 1 】

判定部 2 4 は、差分算出部 2 3 によって算出された差分が、差分閾値を超えているかどうかを判定する。差分閾値は、上記したように、制御ユニット 1 1 が有するメモリに記憶している。また、判定部 2 4 は、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正であるかどうかについての判定も行う。

30

【 0 0 5 2 】

軸重計測装置 1 の制御ユニット 1 1 は、ハードウェア C P U、メモリ、その他の電子回路によって構成されている。ハードウェア C P U が、この発明にかかる計測精度診断プログラムを実行したときに、計測値算出部 2 1、計測データ生成部 2 2、差分算出部 2 3、および判定部 2 4 として動作する。また、メモリは、この発明にかかる計測精度診断プログラムを展開する領域や、この計測精度診断プログラムの実行時に生じたデータ等を一時記憶する領域を有している。さらには、メモリには、上述した差分閾値を記憶する記憶領域、差分超えカウンタ、および判定軸数カウンタとして機能させる記憶領域が設けられている。制御ユニット 1 1 は、ハードウェア C P U、メモリ等を一体化した L S I であってもよい。また、ハードウェア C P U が、この発明にかかる計測精度診断方法を実行するコンピュータである。

40

【 0 0 5 3 】

< 3 . 動作例 >

この例にかかる軸重計測装置 1 は、測定区間を走行した車両 1 0 0 について、軸重、および車重を計測する計測処理、および軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正であるかどうかを判定する計測精度診断処理を行う。

【 0 0 5 4 】

図 5 は、この例にかかる軸重計測装置の計測処理を示すフローチャートである。軸重計測装置 1 は、測定区間に車両 1 0 0 が進入するのを待つ（S 1）。制御ユニット 1 1 は、ル

50

ープコイルセンサ接続部 13 に接続されている車両検知センサ 6 のインダクタンスの変化により、測定区間に車両 100 が進入したことを検知する。

【0055】

計測値算出部 21 は、測定区間に車両 100 が進入したことが検知されると、軸重センサ接続部 12 に接続されている輪重センサ 2R ~ 4R、2L ~ 4L 毎に、計測信号をメモリに蓄積的に記憶する (s2)。すなわち、計測値算出部 21 は、測定区間に車両 100 が進入したことが検知されると、輪重センサ 2R ~ 4R、2L ~ 4L 毎に、計測信号をメモリに蓄積的に記憶する処理を開始する。輪重センサ 2R ~ 4R、2L ~ 4L の計測信号を記憶する時間間隔は、例えば数十 msec ~ 数 100 msec である。

【0056】

計測値算出部 21 は、測定区間から車両 100 が退出したことが検出されると (s3)、s2 で開始した輪重センサ 2R ~ 4R、2L ~ 4L 毎に、計測信号をメモリに蓄積的に記憶する処理を終了する (s4)。計測値算出部 21 は、輪重センサ 2R ~ 4R、2L ~ 4L 毎に、メモリに蓄積的に記憶した計測信号を処理し、各車軸の輪重の計測値を算出する (s5)。

【0057】

各輪重センサ 2R ~ 4R、2L ~ 4L は、車両 100 の車輪が通過するときに、計測信号が変化する。したがって、計測値算出部 21 は、輪重センサ 2R ~ 4R、2L ~ 4L の計測信号が変化した箇所をカウントすることにより、車両 100 の車軸の本数を得ることができる。また、計測値算出部 21 は、輪重センサ 2R ~ 4R、2L ~ 4L 毎に、各車軸の車輪が通過したときの計測信号を抽出し、輪重を算出することができる。

【0058】

計測データ生成部 22 は、今回測定区間を通過した車両 100 について、図 3 に示した計測データを生成する (s6)。この計測データは、計測値算出部 21 が輪重センサ 2R ~ 4R、2L ~ 4L 毎に算出した、各車軸の輪重に基づいて生成できる。また、計測データ生成部 22 は、図 4 に示した算出データを生成する (s7)。この算出データは、s6 で生成した計測データに基づいて生成できる。すなわち、この算出データも、計測値算出部 21 が輪重センサ 2R ~ 4R、2L ~ 4L 毎に算出した、各車軸の輪重に基づいて生成できる。

【0059】

計測データ生成部 22 は、s6 で生成した計測データ、および s7 で生成した算出データを計測値 DB 14 に記憶させ (s8)、s1 に戻る。

【0060】

このように、この軸重計測装置 1 は、測定区間を通過した車両 100 毎に、図 3 に示した計測データを計測値 DB 14 に蓄積的に記憶する。また、この軸重計測装置 1 は、s7 で生成した算出データにより、過積載の車両 100 であるかどうか、左右どちらかに荷物が偏っている偏載状態の車両 100 であるかどうか等の検出も行える。さらに、計測値 DB 14 に蓄積的に記憶されている算出データは、道路の補修工事等の要否を判断するのに有益な情報として利用できる。

【0061】

次に、この例にかかる軸重計測装置 1 の計測精度診断処理について説明する。この計測精度診断処理は、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正であるかどうかを診断する処理である。図 6 は、計測精度診断処理を示すフローチャートである。軸重計測装置 1 は、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度を診断する診断タイミングであるかどうかを判定する (s11)。診断タイミングは、例えば、前回の計測精度診断処理の終了から設定時間経過したタイミングであってもよいし、前回の計測精度診断処理の終了から計測区間を走行した車両 100 の台数が設定台数に達したタイミングであってもよい。この設定台数を 1 台にすれば、車両 100 が計測区間を走行する毎に、計測精度診断処理を実行することができる。また、診断タイミングは、上記以外でも、毎週月曜日の午前 0 : 00、毎月 1 日の午前 0 : 00、偶数月または奇数月の 1 日の午前 0 : 00 等であってもよいし、管理者によって指示さ

10

20

30

40

50

れたタイミングであってもよい。

【 0 0 6 2 】

軸重計測装置 1 は、s 1 1 で診断タイミングであると判定すると、対象車両群を決定する (s 1 2)。この対象車両群は、前回の計測精度診断処理の終了から、現時点に至るまでの期間に計測区間を走行した全ての車両 1 0 0 であってもよいし、最後に計測区間を通過した車両 1 0 0 を 1 台目とし、この車両 1 0 0 に連続する予め定めている台数の車両であってもよい。また、対象車両群に属する車両 1 0 0 は、車軸の本数で限定してもよい。例えば、対象車両群に属する車両 1 0 0 は、車軸の本数が 2 本の車両 1 0 0 であるや、車軸の本数が 3 本以下の車両 1 0 0 である等の条件を設けてもよい。軸重計測装置 1 は、s 1 2 で対象車両群を決定すると、集計処理を実行する (s 1 3)。

10

【 0 0 6 3 】

図 7 は、s 1 3 にかかる集計処理を示すフローチャートである。差分算出部 2 3 は、s 1 2 で決定した対象車両群に属する車両 1 0 0 の車軸の中から判定対象の車軸を決定する (s 2 1)。s 2 1 では、s 1 1 で決定した対象車両群に属する車両 1 0 0 の車軸の中で、以下に示す s 2 2 ~ s 2 5 の処理を行っていない車軸 (未処理の車軸) を選択する。差分算出部 2 3 は、s 2 1 で決定した処理対象の車軸について、軸重センサ 2 ~ 4 で計測された軸重の最大値と、最小値との差分 (最大値 - 最小値) を算出する (s 2 2)。例えば、差分算出部 2 3 は、s 2 1 で図 3 に示す計測データの第 1 軸を判定対象の車軸に決定した場合、軸重センサ 2 により計測された軸重 (R A 1 + L A 1)、軸重センサ 3 により計測された軸重 (R A 2 + L A 2)、および軸重センサ 4 により計測された軸重 (R A 3 + L A 3) の中から、最大値と最小値とを抽出し、その差分を算出する。

20

【 0 0 6 4 】

判定部 2 4 は、差分算出部 2 3 が s 2 2 で算出した差分が、差分閾値を超えているかどうかを判定する (s 2 3)。差分閾値は、上記したように制御ユニット 1 1 のメモリに記憶されている。走行している車両 1 0 0 は、路面の凹凸、速度、タイヤの空気圧等、様々な要因が複雑に影響しあって振動している。このため、車両 1 0 0 の走行方向に並べて配置された複数の軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正であっても、これらの軸重センサ 2 ~ 4 で、同じ車軸について計測した軸重の計測値は、真値 (当該車軸の軸重) に対して、ある程度の範囲でばらつく。言い換えれば、車両 1 0 0 の走行方向に並べて配置された複数の軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正であれば、これらの軸重センサ 2 ~ 4 で、同じ車軸について計測した軸重の計測値のばらつきは、ある程度の範囲内に収まる。差分閾値は、この範囲の大きさに応じて、予め定めた値である。したがって、s 2 2 で算出した差分が、差分閾値を超えていた場合、いずれかの軸重センサ 2 ~ 4 で、軸重が適正に計測されていない可能性が高い。判定部 2 4 は、s 2 3 で差分閾値を超えていると判定すると、差分超えカウンタのカウント値をインクリメント (カウント値を 1 カウントアップ) し (s 2 4)、判定軸数カウンタのカウント値をインクリメントする (s 2 5)。また、差分超えカウンタのカウント値、および判定軸数カウンタのカウント値は、s 1 1 で診断タイミングであると判定したときに、リセットされている。

30

【 0 0 6 5 】

判定部 2 4 は、s 2 3 で差分閾値を超えていると判定すると、s 2 4 で差分超えカウンタのカウント値をインクリメントすることなく、s 2 5 で判定軸数カウンタのカウント値をインクリメントする。

40

【 0 0 6 6 】

軸重計測装置 1 は、未処理の車軸の有無を判定し (s 2 6)、未処理の車軸があれば s 2 1 に戻る。軸重計測装置 1 は、s 2 6 で未処理の車軸がないと判定すると、この集計処理を終了する。

【 0 0 6 7 】

図 6 に戻って、軸重計測装置 1 は、s 1 3 にかかる集計処理を終了すると、判定部 2 4 が判定軸数カウンタのカウント値 X に対する差分超えカウンタのカウント値 Y の比率 (Y / X) を算出する (s 1 4)。上記の説明から明らかなように、判定軸数カウンタのカウン

50

ト値 X は、処理対象にした車軸の本数である。また、差分超えカウンタのカウント値 Y は、s 2 3 で差分閾値を超えていると判定した車軸の本数である。判定部 2 4 は、s 1 9 で算出した比率が適正比率以下であるかどうかを判定する (s 1 5)。この適正比率は、車両 1 0 0 の振動や、ノイズ等の外的要因により、いずれかの軸重センサ 2 ~ 4 において、軸重が適正に計測されなかった車軸が原因になって、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正でないと誤判定するのを抑制するため、上記の処理で処理対象にした車軸の本数に応じて定めるのが好ましい。例えば、処理対象にした車軸が数本 (例えば、2 ~ 5 本) である場合、0 . 5 程度の比較的大きな値にし、処理対象にした車軸が数 1 0 0 本を超える場合、0 . 1 ~ 0 . 3 程度の比較的小さい値にするのが好ましい。この適正比率も、制御ユニット 1 1 のメモリに記憶されている。

10

【 0 0 6 8 】

判定部 2 4 は、s 1 5 で適正比率以下であると判定すると、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正であると判定する (s 1 6)。一方、判定部 2 4 は、s 1 5 で適正比率以下でないと判定すると、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正でないと判定する (s 1 7)。

【 0 0 6 9 】

制御ユニット 1 1 は、判定部 2 4 による判定結果 (s 1 6、または s 1 7 における判定結果) を、出力部 1 5 から上位装置に出力し (s 1 8)、本処理を終了する。

【 0 0 7 0 】

このように、この例にかかる軸重計測装置 1 は、特殊な車両の走行の有無にかかわらず、車両 1 0 0 の走行方向に並べて配置された軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正であるかどうかの判定が行える。

20

【 0 0 7 1 】

また、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度を診断する頻度は、診断タイミングの設定によって、車両 1 0 0 が計測区間を走行する毎に行うこともできれば、ある程度の期間毎に行うこともできる。

【 0 0 7 2 】

また、上記の例では、軸重センサ 2 ~ 4 が同じ車軸について計測した軸重の最大値と、最小値との差分が差分閾値を超えているかどうかを判定するとしたが、輪重センサ 2 R ~ 4 R が同じ車輪について計測した輪重の最大値と、最小値との差分が差分閾値を超えているかどうかを判定してもよい。この場合、輪重センサ 2 R ~ 4 R の計測精度が適正であるかどうかの診断が行える。同様に、輪重センサ 2 L ~ 4 L が同じ車輪について計測した輪重の最大値と、最小値との差分が差分閾値を超えているかどうかを判定してもよい。この場合、輪重センサ 2 L ~ 4 L の計測精度が適正であるかどうかの診断が行える。

30

【 0 0 7 3 】

また、上記の例では、軸重センサ 2 ~ 4 は、一対の輪重センサ 2 R ~ 4 R、2 L ~ 4 L によって構成されているとしたが、左右に分割されていない一体型のものであってもよい。

【 0 0 7 4 】

また、軸重計測装置 1 は、上述した車両 1 0 0 の各車輪の輪重、車両 1 0 0 の各車軸の軸重、および車両 1 0 0 の重量の計測に加えて、車両 1 0 0 の速度、車両 1 0 0 の軸間距離等の計測も行い、図 4 に示した算出データに追加的に登録する構成にしてもよい。

40

【 0 0 7 5 】

< 4 . 変形例 >

次に、別の例にかかる軸重計測装置 1 A について説明する。図 8 は、別の例にかかる軸重計測装置を適用した、車両重量計測システムを示す概略図である。この例にかかる車両重量計測システムは、カメラ 8 を備えている点で、上記の例と相違する。カメラ 8 は、軸重計測装置 1 A に接続されており、撮像したフレーム画像を軸重計測装置 1 A に出力する。カメラ 8 は、軸重計測装置 1 A において、フレーム画像に撮像されている車両 1 0 0 と、計測区間を走行した車両 1 0 0 との対応づけが行え、且つ撮像されている車両 1 0 0 の種類の推定が行える、フレーム画像の撮像が行えるように設置される。

【 0 0 7 6 】

50

この例では、カメラ 8 は、車両検知センサ 6 が設置されている周辺を撮像エリアとし、計測区間に進入する（または進入した）車両 100 全体が収まるフレーム画像の撮像が行えるように設置されている。また、この例では、カメラ 8 は、車両 100 を車頭側から俯角を付けて撮像するアングルである。

【0077】

なお、カメラ 8 は、計測区間内で、走行している車両 100 全体が収まるフレーム画像の撮像が行えるように設置されていてもよいし、車両検知センサ 7 が設置されている周辺で、計測区間から退出する（または退出した）車両 100 全体が収まるフレーム画像の撮像が行えるように設置されていてもよい。また、カメラ 8 は、フレーム画像に車両 100 全体が収まるのであれば、車両 100 を車尾側から俯角を付けて撮像するアングルであってもよいし、上方から光軸を路面に対してほぼ垂直にしたアングルであってもよいし、路側から光軸を道路の幅方向（走行している車両 100 の車幅方向）にしたアングルであってもよい。

【0078】

軸重計測装置 1 A は、カメラ 8 のフレーム画像に撮像されている車両 100 と、計測区間を走行した車両 100（軸重を計測した車両 100）との対応づけを行う。また、軸重計測装置 1 は、カメラ 8 のフレーム画像を処理し、撮像されている車両 100 の種別を推定する。ここで言う車両 100 の種別は、車両 100 の重量（以下、単に車重という場合もある。）で分類したものである。例えば、車両 100 の種別は、第 1 種別車両（例えば、乗用車）、第 2 種別車両（例えば、小型・中型トラック）、第 3 種別車両（例えば、大型トラック）、および第 4 種別車両（例えば、トレーラ）の 4 つである。この例では、第 1 種別車両は、車重が T1 t 未満である車両 100 の種別であり、第 2 種別車両は、車重が T1 t 以上～T2 t 未満の範囲である車両 100 の種別であり、第 3 種別車両は、車重が T2 t 以上～T3 t 未満の範囲である車両 100 の種別であり、第 4 種別車両は、車重が T3 t 以上である車両 100 の種別である。但し、 $T1 < T2 < T3$ である。

【0079】

なお、車両種別の分類は、上記した 4 分類に限らず、3 分類以下であってもよいし、5 分類以上であってもよい。

【0080】

軸重センサ 2～4、および車両検知センサ 6、7 については、上記の例と同様であるのでここでは説明を省略する。

【0081】

図 9 は、この別の例にかかる軸重計測装置 1 A の主要部の構成を示すブロック図である。この例にかかる軸重計測装置 1 A は、画像入力部 16 を備えている点、および制御ユニット 11 に車両種別推定部 25 を有している点で上記した軸重計測装置 1 と相違している。画像入力部 16 には、カメラ 8 が接続されており、カメラ 8 が撮像したフレーム画像が入力される。画像入力部 16 は、カメラ 8 から入力されたフレーム画像を一時的に記憶しておく、画像メモリ（不図示）を有している。

【0082】

制御ユニット 11 が有する車両種別推定部 25 は、画像入力部 16 に入力されたフレーム画像を処理し、このフレーム画像に撮像されている車両 100 の種別を推定する。車両種別推定部 25 は、車両 100 の外形形状、車両 100 の大きさ（車長（全長）、車高（全高）、または車幅（全幅））等によって、車両 100 の種別を推定する。

【0083】

また、この例にかかる軸重計測装置 1 A では、計測データ生成部 22 が車両種別推定部 25 によって推定された車両 100 の種別を、図 3 に示した計測データ、および図 4 に示した算出データに対応づける。例えば、車両 ID には、対応する車両 100 の種別を示すコードが含まれている。言い換えれば、計測データ生成部 22 は、その車両 100 の種別を示すコードを含む車両 ID を生成する。例えば、車両 ID の下位数桁が、車両 100 の種別を示すコードである。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 4 】

なお、車両 1 0 0 の種別を計測データ、および算出データに対応づける手法は、上述した車両 I D に含ませる手法に限らず、他の手法であってもよい。

【 0 0 8 5 】

また、この例にかかる軸重計測装置 1 A は、制御ユニット 1 1 が有するメモリに、上記の例で説明した差分閾値だけでなく、車両上限閾値、および車両下限閾値を記憶している。また、この例では、差分閾値、車両上限閾値、および車両下限閾値を、車両 1 0 0 の種別毎に記憶している。具体的には、図 1 0 に示すように、車両 1 0 0 の種別毎に、差分閾値、車両上限閾値、および車両下限閾値を対応付けた閾値データを制御ユニット 1 1 のメモリに記憶している。図 1 0 に示す例においては、 $t a 1 < t b 1 < t c 1 < t d 1$ であり、 $t a 2 < t b 2 < t c 2 < t d 2$ であり、 $t a 3 < t b 3 < t c 3 < t d 4$ である。

10

【 0 0 8 6 】

なお、閾値データとして記憶している車両上限閾値、および車両下限閾値は、その種別の車両 1 0 0 に対するものであり、この発明で言う軸重の上限閾値、および軸重の下限閾値ではない。この発明で言う軸重の上限閾値は、車両 1 0 0 の種別に対応する車両上限閾値を、当該車両 1 0 0 の車軸の本数で除した値である。同様に、この発明で言う軸重の下限閾値は、車両 1 0 0 の種別に対応する車両下限閾値を、当該車両 1 0 0 の車軸の本数で除した値である。このように、この発明で言う軸重の上限閾値、および軸重の下限閾値は、同じ種別の車両 1 0 0 であっても、車軸の本数によって異なる値になる。

【 0 0 8 7 】

また、この例にかかる軸重計測装置 1 A は、上記した例の差分超えカウンタにかえて、後述する集計用カウンタにかかる記憶領域を制御ユニット 1 1 のメモリに設けている。

20

【 0 0 8 8 】

次に、この例にかかる軸重計測装置 1 A の動作について説明する。この例にかかる軸重計測装置 1 A も、計測処理、および計測精度診断処理を行う。まず、この例にかかる軸重計測装置 1 A の計測処理について説明する。図 1 1 は、この例にかかる軸重計測装置 1 A の計測処理を示すフローチャートである。

【 0 0 8 9 】

軸重計測装置 1 A は、計測区間への車両 1 0 0 の進入を検知すると (s 3 1)、各輪重センサ 2 R ~ 4 R、2 L ~ 4 L の輪重データの記憶開始する (s 3 2)。軸重計測装置 1 A は、計測区間から車両 1 0 0 の退出を検知すると (s 3 3)、各輪重センサ 2 R ~ 4 R、2 L ~ 4 L の輪重データの記憶終了する (s 3 4)。軸重計測装置 1 A は、輪重センサ 2 R ~ 4 R、2 L ~ 4 L 毎に、車両 1 0 0 の各車軸について、輪重の計測値を算出する (s 3 5)。この s 3 1 ~ s 3 5 は、上述した軸重計測装置 1 の s 1 ~ s 5 にかかる処理と同じである。

30

【 0 0 9 0 】

軸重計測装置 1 A は、s 1 で計測区間への車両 1 0 0 の進入を検知した時点を基準にし、この時点以降にカメラ 8 によって撮像されたフレーム画像であって、今回計測区間への進入が検知された車両 1 0 0 の全体が撮像されているフレーム画像を処理対象フレーム画像に決定する。車両種別推定部 2 5 は、処理対象フレーム画像に撮像されている車両 1 0 0 の種別を推定する (s 3 6)。

40

【 0 0 9 1 】

なお、図 5 においては、s 3 6 にかかる処理を、s 3 5 にかかる処理の後に行うことになっているが、s 3 1 で計測区間への車両 1 0 0 の進入を検知した時点から、s 3 7 で計測データの生成を行うまでの間であれば、どのタイミングで実行してもよい。

【 0 0 9 2 】

軸重計測装置 1 A は、s 3 7 で計測データを生成し、s 3 8 で算出データを生成する。s 3 7、および s 3 8 にかかる処理は、上記した s 6、および s 7 にかかる処理と略同じであるが、生成する計測データ、および算出データに、s 3 6 で推定した車両 1 0 0 の種別を対応づける処理を行っている点で相違する。

50

【 0 0 9 3 】

軸重計測装置 1 A は、s 3 7 で生成した計測データ、および s 3 8 で生成した算出データを計測値 D B 1 4 に記憶させ (s 3 9)、s 3 1 に戻る。

【 0 0 9 4 】

このように、この例にかかる軸重計測装置 1 A が実行する計測処理は、カメラ 8 によって撮像されたフレーム画像を処理して、計測区間を走行した車両 1 0 0 の種別を推定する点、および車両 1 0 0 の種別を計測データ、および算出データに対応づける点で、上記した例の軸重計測装置 1 が時以降する計測処理と相違している。

【 0 0 9 5 】

次に、この例にかかる軸重計測装置 1 A の計測精度診断処理について説明する。図 1 2 は、この例にかかる軸重計測装置の計測精度診断処理を示すフローチャートである。

10

【 0 0 9 6 】

軸重計測装置 1 A は、診断タイミングであると判断すると、対象車両群を決定する (s 4 1、s 4 2)。s 4 1、および s 4 2 にかかる処理は、上記した s 1 1、および s 1 2 にかかる処理と同じである。軸重計測装置 1 A は、s 4 2 で対象車両群を決定すると、集計処理を実行する (s 4 3)。

【 0 0 9 7 】

図 1 3 は、この例にかかる軸重計測装置の集計処理を示すフローチャートである。この例にかかる軸重計測装置 1 A は、図 1 4 に示す集計用カウンタとして機能させる記憶領域を制御ユニット 1 1 のメモリに設けている。この集計用カウンタでは、軸重センサ 2 ~ 4 毎に、計測値が軸重の上限閾値を超えた車軸の本数 (図 1 4 中に示す C a 1、C a 2、C a 3)、軸重センサ 2 ~ 4 毎に、計測値が軸重の下限閾値以下であった車軸の本数 (図 1 4 中に示す C b 1、C b 2、C b 3)、および差分閾値を超えた車軸の本数 (図 1 4 中に示す C) をカウントする。

20

【 0 0 9 8 】

また、この例にかかる軸重計測装置 1 A は、上記した軸重計測装置 1 と同様に、判定軸数カウンタとして機能させる記憶領域を制御ユニット 1 1 のメモリに設けている。

【 0 0 9 9 】

差分算出部 2 3 は、判定対象の車軸を決定する (s 5 1)。差分算出部 2 3 は、s 5 1 で決定した判定対象の車軸について、各軸重センサ 2 ~ 4 で計測された軸重の最大値と、最小値との差分を算出する (s 5 2)。s 5 1 は、上記した s 2 1 と同じ処理であり、s 5 2 は、上記した s 2 2 と同じ処理である。

30

【 0 1 0 0 】

判定部 2 4 は、s 5 1 で決定した判定対象の車軸にかかる車両 1 0 0 の種別に応じて、差分閾値、軸重の上限閾値、および軸重の下限閾値を設定する (s 5 3)。判定部 2 4 は、図 1 0 に示した閾値データを参照して、差分閾値、軸重の上限閾値、および軸重の下限閾値を設定する。具体的には、判定部 2 4 は、閾値データにおいて、該当する種別の車両 1 0 0 について対応づけられている差分閾値を、差分閾値に設定する。また、判定部 2 4 は、閾値データに登録されている該当する種別の車両 1 0 0 の車両上限閾値を、今回の判定対象の車軸に対応する車両 1 0 0 の軸数 (車軸の本数) で除した値を、軸重の上限閾値として設定する。また、判定部 2 4 は、閾値データに登録されている該当する種別の車両 1 0 0 の車両下限閾値を、今回の判定対象の車軸に対応する車両 1 0 0 の軸数 (車軸の本数) で除した値を、軸重の下限閾値として設定する。この例では、車両 1 0 0 の重量が、その車両 1 0 0 の車軸に均等にかかるかと仮定し (実際は、均等ではない。)、s 5 3 で軸重の上限閾値、および軸重の下限閾値を設定している。

40

【 0 1 0 1 】

判定部 2 4 は、s 5 2 で算出した差分が、s 5 3 で設定した差分閾値を超えていれば、集計用カウンタの差分超えカウント値 C をインクリメントする (s 5 4、s 5 5)。判定部 2 4 は、s 5 2 で算出した差分が、s 5 3 で設定した差分閾値を超えていなければ、s 5 5 で、集計用カウンタの差分超えカウント値 C をインクリメントしない。

50

【 0 1 0 2 】

また、判定部 2 4 は、計測値が s 5 3 で設定した軸重の上限閾値を超えている軸重センサ 2 ~ 4 があれば、該当する軸重センサ 2 ~ 4 の上限閾値越えカウント値 C a 1、C a 2、C a 3 をインクリメントする (s 5 6、s 5 7)。判定部 2 4 は、計測値が s 5 3 で設定した軸重の上限閾値を超えている軸重センサ 2 ~ 4 が 1 つもなければ、軸重センサ 2 ~ 4 の上限閾値越えカウント値 C a 1、C a 2、C a 3 をインクリメントしない。

【 0 1 0 3 】

また、判定部 2 4 は、計測値が s 5 3 で設定した軸重の下限閾値以下である軸重センサ 2 ~ 4 があれば、該当する軸重センサ 2 ~ 4 の下限閾値以下カウント値 C b 1、C b 2、C b 3 をインクリメントする (s 5 8、s 5 9)。判定部 2 4 は、計測値が s 5 3 で設定した軸重の下限閾値以下である軸重センサ 2 ~ 4 が 1 つもなければ、軸重センサ 2 ~ 4 の下限閾値以下カウント値 C b 1、C b 2、C b 3 をインクリメントしない。

【 0 1 0 4 】

判定部 2 4 は、判定軸数カウンタのカウント値をインクリメントする (s 6 0)。また、集計用カウンタにおいてカウントされる上記各種のカウント値、および判定軸数カウンタにおいてカウントされる判定軸数のカウント値は、s 4 1 で診断タイミングであると判定したときに、リセットされる。軸重計測装置 1 は、未処理の車軸の有無を判定し (s 6 1)、未処理の車軸があれば s 5 1 に戻る。軸重計測装置 1 は、s 6 1 で未処理の車軸がないと判定すると、この集計処理を終了する。

【 0 1 0 5 】

上記説明したように、図 1 3 に示した集計処理では、s 5 1 で判定対象に決定した車軸の本数を、判定軸数カウンタのカウント値として計数する。また、軸重センサ 2 ~ 4 により計測された軸重の計測値の最大値と、最小値との差分が、差分閾値を超えた車軸の本数を、集計用カウンタの差分超えカウント値 C として計数する。軸重センサ 2 ~ 4 毎に、計測値が軸重の上限閾値を超えた車軸の本数を、集計用カウンタの上限閾値超えカウント値 C a 1、C a 2、C a 3 として計数する。さらに、軸重センサ 2 ~ 4 毎に、計測値が軸重の下限閾値以下であった車軸の本数を、集計用カウンタの下限閾値以下カウント値 C b 1、C b 2、C b 3 として計数する。

【 0 1 0 6 】

さらに、上述したように、この例にかかる軸重計測装置 1 は、差分閾値を車両 1 0 0 の種別に応じて設定するとともに、軸重の上限閾値、および軸重の下限閾値を車両 1 0 0 の種別と、その車両 1 0 0 の軸数に応じて設定する。したがって、判定対象に決定した車軸に対して、差分閾値、軸重の上限閾値、および軸重の下限閾値を車両 1 0 0 の種別に応じて設定できる。

【 0 1 0 7 】

図 1 2 に戻って、判定部 2 4 は、s 4 3 にかかる集計処理が完了すると、判定処理を実行する (s 4 4)。図 1 5 は、s 4 4 にかかる判定処理を示すフローチャートである。判定部 2 4 は、軸重センサ 2 ~ 4 毎に、上限閾値超え比率を算出する (s 7 1)。s 7 1 では、集計用カウンタの上限閾値超えカウント値 C a 1、C a 2、C a 3 を、判定軸数カウンタのカウント値 X で除した値を算出する。判定部 2 4 は、s 7 1 で算出した比率の中に、第 1 比率を超えている軸重センサ 2 ~ 4 があれば、その軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正でないと判定する (s 7 2)。

【 0 1 0 8 】

また、判定部 2 4 は、軸重センサ 2 ~ 4 毎に、下限閾値以下比率を算出する (s 7 3)。s 7 3 では、集計用カウンタの下限閾値以下カウント値 C b 1、C b 2、C b 3 を、判定軸数カウンタのカウント値 X で除した値を算出する。判定部 2 4 は、s 7 3 で算出した比率の中に、第 2 比率を超えている軸重センサ 2 ~ 4 があれば、その軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正でないと判定する (s 7 4)。

【 0 1 0 9 】

なお、第 1 比率と、第 2 比率とは、同じ値であってもよいし、異なる値であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 0 】

判定部 2 4 は、s 7 2、または s 7 4 で、計測精度が適正でないと判定した軸重センサ 2 ~ 4 の有無を判定する (s 7 5)。判定部 2 4 は、s 7 2、または s 7 4 で、計測精度が適正でないと判定した軸重センサ 2 ~ 4 があれば、本処理を終了する。この場合、判定部 2 4 は、計測精度が適正でない軸重センサ 2 ~ 4 を特定した判定結果を得る。

【 0 1 1 1 】

また、判定部 2 4 は、s 7 2、または s 7 4 で、計測精度が適正でないと判定した軸重センサ 2 ~ 4 がなければ、差分閾値超え比率を算出する (s 7 6)。s 7 6 では、集計用カウンタの差分超えカウント値 C を判定軸数カウンタのカウント値 X で除した値を算出する。判定部 2 4 は、s 7 6 で算出した差分閾値超え比率が、適正比率以下であれば、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正であると判定し (s 7 7、s 7 8)、本処理を終了する。判定部 2 4 は、s 7 6 で算出した差分閾値超え比率が、適正比率以下でなければ、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正でないと判定し (s 7 7、s 7 9)、本処理を終了する。判定部 2 4 は、s 7 9 では、計測精度が適正でない軸重センサ 2 ~ 4 を特定していない判定結果を得る。

10

【 0 1 1 2 】

図 1 2 に戻って、軸重計測装置 1 A は、s 4 4 にかかる判定処理が完了すると、判定部 2 4 による判定結果を、出力部 1 5 から上位装置に出力し (s 4 5)、本処理を終了する。

【 0 1 1 3 】

なお、この例にかかる軸重計測装置 1 A の第 1 比率、第 2 比率、および適正比率は、上記した例の軸重計測装置 1 と同様に制御ユニット 1 1 のメモリに記憶している。また、第 1 比率、第 2 比率、および適正率は、上記の例でも説明したように、車両 1 0 0 の振動や、ノイズ等の外的要因により、いずれかの軸重センサ 2 ~ 4 において、軸重が適正に計測されなかった車軸が原因になって、計測精度が適正でないと誤判定するのを抑制するため、上記の処理で処理対象にした車軸の本数に応じて定めるのが好ましい。例えば、処理対象にした車軸が数本 (例えば、2 ~ 5 本) である場合、比較的大きな値にし、処理対象にした車軸が数 1 0 0 本を超える場合、比較的小さい値にするのが好ましい。

20

【 0 1 1 4 】

このように、この例にかかる軸重計測装置 1 A は、車両 1 0 0 の種別に応じて、差分閾値を設定するので、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正であるかどうかの判定に対する、車両 1 0 0 の種別 (車両の重量) の違いによる影響を抑えることができる。

30

【 0 1 1 5 】

また、この例にかかる軸重計測装置 1 A は、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正であるかどうかの判定に、軸重の上限閾値、および軸重の下限閾値を用いるので、計測精度が適正でない軸重センサ 2 ~ 4 を特定することも可能になる。また、全ての軸重センサ 2 ~ 4 が、真値に対して計測値が小さくなる方向に同程度低下して計測精度が適正でない状態であったり、真値に対して計測値が大きくなる方向に同程度低下して計測精度が適正でない状態であったりしても、軸重の上限閾値、および軸重の下限閾値を用いたことによって、軸重センサ 2 ~ 4 の計測精度が適正でないと判定できる。

【 0 1 1 6 】

40

なお、この軸重計測装置 1 A は、上記した軸重の上限閾値を用いた判定にかかる処理 (s 7 1、および s 7 2)、または軸重の下限閾値を用いた判定にかかる処理 (s 7 3、および s 7 4) の少なくとも一方を実行しない構成にしてもよい。例えば、軸重の上限閾値を用いた判定にかかる処理を行わない場合には、上記した s 5 3 で軸重の上限閾値の算出を行わなくてよい。また、s 5 6、s 5 7、s 7 1、s 7 2 にかかる処理についても行わなくてよい。また、軸重の下限閾値を用いた判定にかかる処理を行わない場合には、上記した s 5 3 で軸重の下限閾値の算出を行わなくてよい。また、s 5 8、s 5 9、s 7 3、s 7 4 にかかる処理についても行わなくてよい。

【 0 1 1 7 】

また、上記の例では、カメラ 8 で撮像したフレーム画像を処理して車両 1 0 0 の種別を推

50

定するとしたが、車軸の本数（軸数）と軸間距離とに基づいて、車両 1 0 0 の種別を推定してもよい。このように構成すれば、カメラ 8 を不要にできるとともに、制御ユニット 1 1 での画像処理が不要になるので、処理負荷を大幅に低減できる。

【 0 1 1 8 】

また、上記の例では、車両 1 0 0 の走行方向に 3 つの軸重センサ 2 ~ 4 が並べられている例で説明したが、車両 1 0 0 の走行方向に並べられている軸重センサは 2 本以上であれば、何本であってもよい。

【 0 1 1 9 】

なお、上記した全ての例の説明で示したフローチャートにおける各ステップの順番は、あくまでも一例であるので、可能な範囲で入れ替えてもよい。

【 0 1 2 0 】

なお、この発明は、上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態に亘る構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【 0 1 2 1 】

さらに、この発明に係る構成と上述した実施形態に係る構成との対応関係は、以下の付記のように記載できる。

< 付記 >

車両（ 1 0 0 ）の走行方向に並べて配置された複数の軸重センサ（ 2 ~ 4 ）の計測信号が入力される軸重センサ接続部（ 1 2 ）と、
 同じ車軸について、複数の前記軸重センサ（ 2 ~ 4 ）から入力された計測信号に応じた計測値の最大値と、最小値との差分を算出する差分算出部（ 2 3 ）と、
 前記差分算出部（ 2 3 ）が算出した差分の大きさが差分閾値を超えているかどうかを判定する判定部（ 2 4 ）と、を備えた軸重計測装置（ 1 ）。

【符号の説明】

【 0 1 2 2 】

- 1、 1 A ... 軸重計測装置
- 2 ~ 4 ... 軸重センサ
- 2 R ~ 4 R、 2 L ~ 4 L ... 輪重センサ
- 6、 7 ... 車両検知センサ
- 8 ... カメラ
- 1 1 ... 制御ユニット
- 1 2 ... 軸重センサ接続部
- 1 3 ... ループコイルセンサ接続部
- 1 4 ... D B
- 1 4 ... 計測値データベース（計測値 D B）
- 1 5 ... 出力部
- 1 6 ... 画像入力部
- 2 1 ... 計測値算出部
- 2 2 ... 計測データ生成部
- 2 3 ... 差分算出部
- 2 4 ... 判定部
- 2 5 ... 車両種別推定部
- 1 0 0 ... 車両

10

20

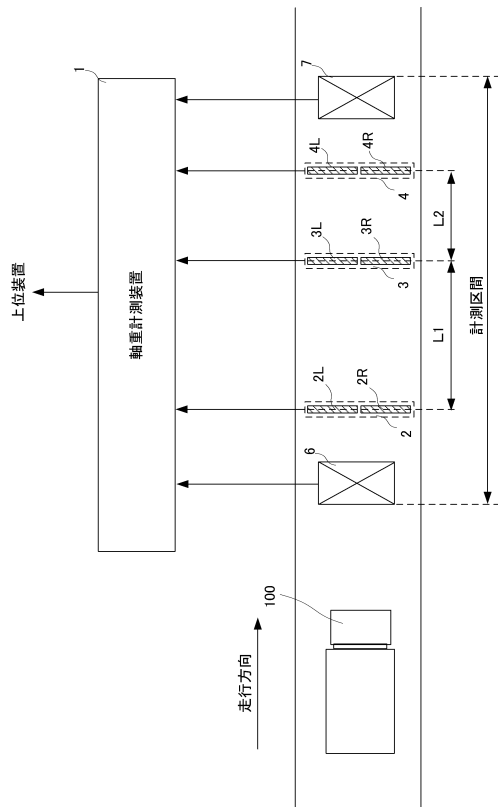
30

40

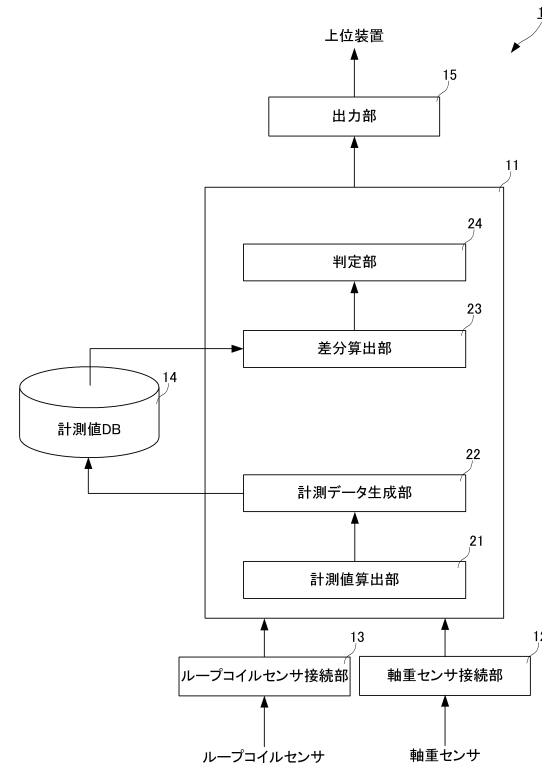
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



【図 3】

軸重センサ2(計測データ)

車両ID	2018110100001		
	輪重(右)	輪重(左)	軸重
第1軸	RA1	LA1	RA1+LA1
第2軸	RA2	LA2	RA2+LA2
第3軸	RA3	LA3	RA3+LA3

軸重センサ3(計測データ)

車両ID	2018110100001		
	輪重(右)	輪重(左)	軸重
第1軸	RB1	LB1	RB1+LB1
第2軸	RB2	LB2	RB2+LB2
第3軸	RB3	LB3	RB3+LB3

軸重センサ4(計測データ)

車両ID	2018110100001		
	輪重(右)	輪重(左)	軸重
第1軸	RC1	LC1	RC1+LC1
第2軸	RC2	LC2	RC2+LC2
第3軸	RC3	LC3	RC3+LC3

【図 4】

算出データ

車両ID	2018110100001			
	輪重(右)	輪重(左)	軸重	車重
第1軸	R1	L1	R1+L1	ALL
第2軸	R2	L2	R2+L2	
第3軸	R3	L3	R3+L3	

$$R_x = (RA_x + RB_x + RC_x) / 3$$
$$L_x = (LA_x + LB_x + LC_x) / 3$$
$$ALL = (\sum R_x) + (\sum L_x)$$
$$x = 1, 2, 3 \dots n$$

10

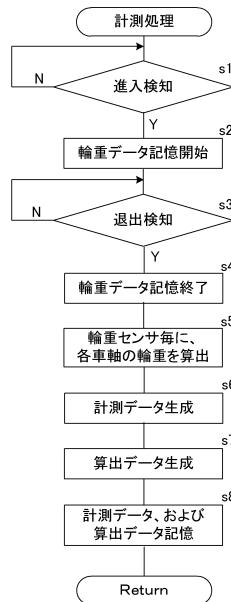
20

30

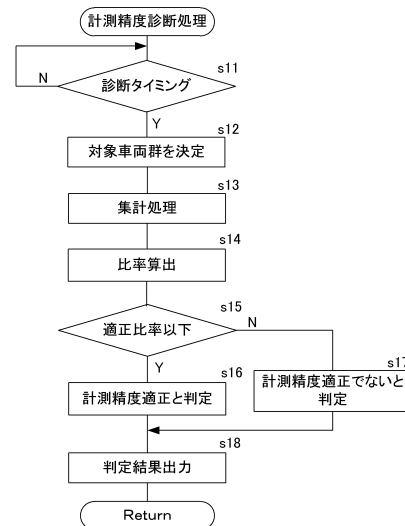
40

50

【 図 5 】

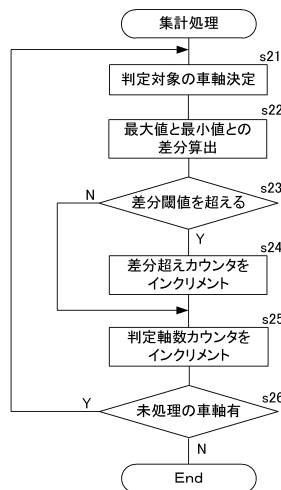


【 図 6 】

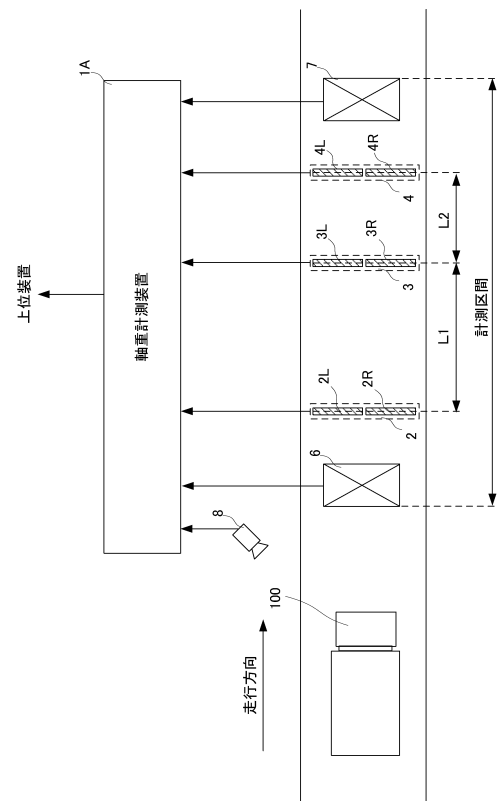


10

【圖 7】



【圖 8】

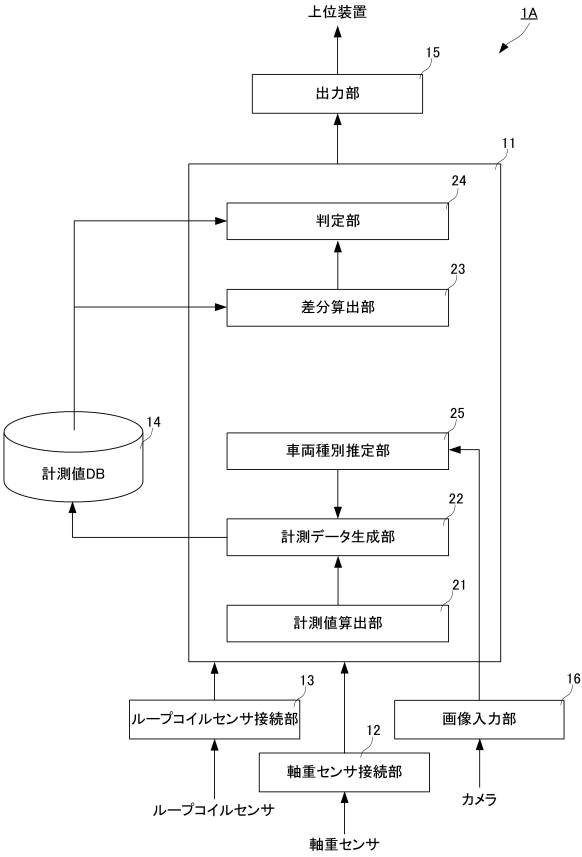


20

30

40

【図 9】



【図 10】

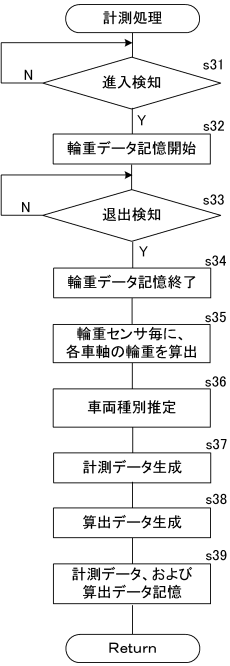
閾値データ

車両種別	差分閾値	車両上限値	車両下限値
第1種別	ta1	ta2	ta3
第2種別	tb1	tb2	tb3
第3種別	tc1	tc2	tc3
第4種別	td1	td2	td3

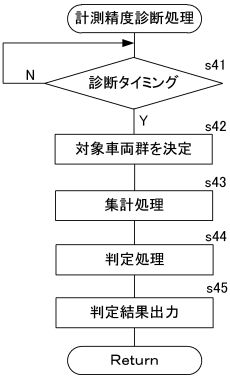
10

20

【図 11】



【図 12】

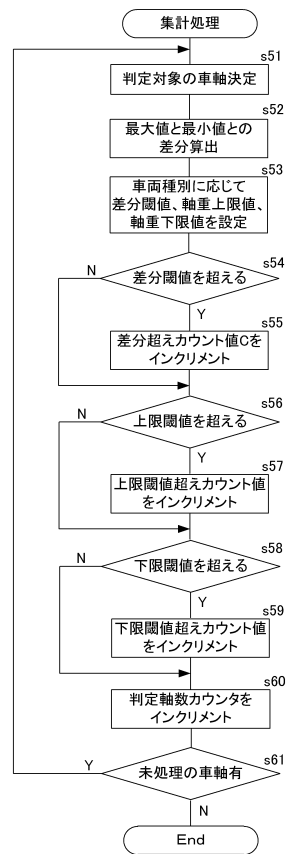


30

40

50

【図 1 3】



【図 1 4】

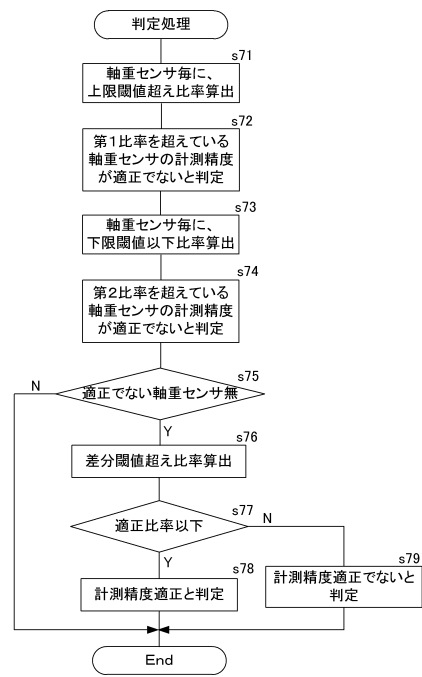
集計用カウンタ

車両種別	軸重の上限閾値超過	軸重の下限閾値以下	差分閾値超過
軸重センサ2	Ca1	Cb1	C
軸重センサ3	Ca2	Cb2	
軸重センサ4	Ca3	Cb3	

10

20

【図 1 5】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 4 2 2 1 9 (J P , A)
特許第 5 8 4 4 0 8 5 (J P , B 2)
特許第 5 2 5 4 0 8 1 (J P , B 2)
特許第 5 5 6 6 2 4 4 (J P , B 2)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------|
| G 0 1 G | 1 9 / 0 3 |
| G 0 1 G | 2 3 / 0 1 |
| G 0 8 G | 1 / 0 2 |