

(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2004-276708

(P2004-276708A)

(43) 公開日 平成16年10月7日(2004.10.7)

(51) Int.Cl.⁷

B 6 2 D 13/00

B 6 2 D 53/08

G 0 1 B 21/22

F I

B 6 2 D 13/00

B 6 2 D 53/08

G 0 1 B 21/22

テーマコード (参考)

2 F 0 6 9

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2003-69689 (P2003-69689)

(22) 出願日 平成15年3月14日 (2003.3.14)

(71) 出願人 000000170

いすゞ自動車株式会社

東京都品川区南大井6丁目26番1号

(74) 代理人 100090011

弁理士 茂泉 修司

(72) 発明者 降幡 健一

神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社いすゞ

中央研究所内

Fターム(参考) 2F069 AA06 AA71 BB21 DD15 DD26

GG11 GG21 MM02

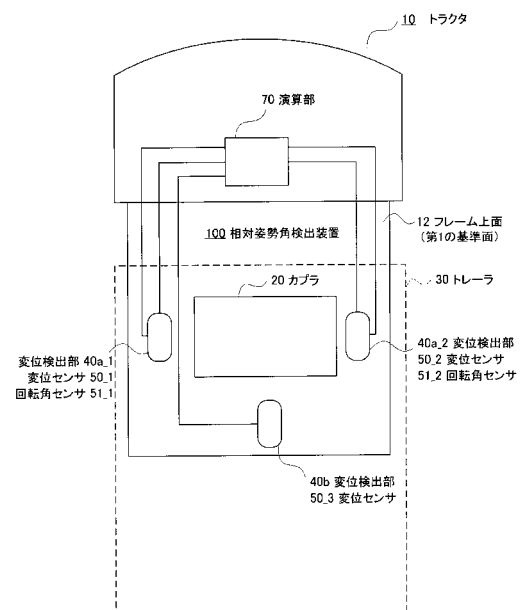
(54) 【発明の名称】 相対姿勢角検出装置

(57) 【要約】

【課題】 牽引車両（トラクタ）と被牽引車両（トレーラ）の相対的な姿勢角を検出する相対姿勢角検出装置に関し、被牽引車両に特別な加工を施すことなく、低コストで、精度及び応答性の良い相対姿勢角を検出する。

【解決手段】 変位センサ50__1, 50__2が、牽引車両10の第1の基準面12に対して垂直方向における、被牽引車両30の第2の基準面の相対的な変位をそれぞれ検出し、回転角センサ51__1, 51__2)が、変位センサ50__1, 50__2の検出点における該第2の基準面方向の移動変位をそれぞれ検出し、変位センサ50__3が、変位センサ50__1, 50__2から該牽引車両10の前後方向に所定の距離だけ離れた位置に設置され、牽引車両10の第1の基準面12に対する垂直方向における第2の基準面の相対的な変位を検出し、演算部70が、変位センサ50__1～50__3、及び回転角センサ51__1, 51__2の検出結果に基づき両車両間の相対姿勢角を演算する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被牽引車両と結合される牽引車両の車幅方向の位置に設置された第 1 及び第 2 の変位検出部であって、該牽引車両の第 1 の基準面に対して垂直方向における、該被牽引車両の第 2 の基準面の相対的な変位をそれぞれ検出するものと、
該第 1 及び第 2 の変位検出部の検出点における該第 2 の基準面方向の移動変位を、それぞれ検出する第 3 及び第 4 の変位検出部と、
該第 1 及び第 2 の変位検出部から該牽引車両の前後方向に所定の距離だけ離れた位置に設置された第 5 の変位検出部であって、該牽引車両の該第 1 の基準面に対する垂直方向における第 2 の基準面の相対的な変位を検出するものと、
該第 1 から該第 5 までの変位検出部の検出結果に基づき両車両間の相対姿勢角を演算する演算部と、
を備えたことを特徴とする相対姿勢角検出装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、
該第 1、第 2、及び第 5 の変位検出部が、各変位を伝えるための変位伝達機構と、変位センサとを備えたことを特徴とする相対姿勢角検出装置。

【請求項 3】

請求項 1 において、
該第 3 及び第 4 の変位検出部が、それぞれ、該第 1 及び第 2 の変位検出部の先端に設置され、該第 2 の基準面に接触して該移動変位に伴って回転する回転部材と、該回転部材の回転角を検出する回転角センサとを備えたことを特徴とする相対姿勢角検出装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 において、
該相対姿勢角が、該牽引車両に対する該被牽引車両のピッチ角、ロール角、及びヨー角の内の少なくとも 1 つであることを特徴とした相対姿勢角検出装置。

【請求項 5】

請求項 4 において、
該演算部が、該牽引車両上の座標系又は被牽引車両上の座標系に基づき該ピッチ角、該ロール角、及び該ヨー角を演算することを特徴とした相対姿勢角検出装置。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は相対姿勢角検出装置に関し、特に牽引車両（トラクタ）と被牽引車両（トレーラ）の相対的な姿勢角を検出する相対姿勢角検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

連結車両は、牽引車両と被牽引車両間の相対姿勢角度により、車両の安定性を損なう可能性がある。このため、予め相対姿勢角度を検出し、連結車両を制御して安定性を保つことが行われている。

40

【0003】

従来の連結車両の相対姿勢角検出装置としては、例えば、下記の角度検出装置（1）～（6）がある。

（1）被牽引車両（トレーラ）のフレームの下面にキングピンを中心とする所定半径 R の円弧状の磁気スケールを埋設し、トラクタ（牽引車両）のカブラ側面部に上記磁気スケールの下側に所定の間隙をもって対向する磁気センサを取り付けて、トラクタに対するトレーラのヨー角を検出している（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

（2）例えば、トラクタに装着されたカブラ側にワイヤ部材の一端を固定し、トレーラ側にワイヤ部材の他端が長手方向に進退自在に支持され、ワイヤ部材がトレーラとトラクタ

50

との間の相対的な連結角（相対姿勢角、ヨー角）の変化に伴い該他端側が長手方向に進退変位することでワイヤ案内部材に案内されて延出する。

【0005】

このワイヤ案内部材がキングピンと同心円状に形成されているため、該進退変位はトレーラとトラクタの連結角に対応していることを利用して、連結角を測定している（例えば、特許文献2参照）。

（3）また、回転角検出器の回転軸をカブラの回転軸と一致するように、例えば、トラクタ側に設置する。そして、回転角検出器の両側にはそれぞれアームの一端を取り付け、アームの他端は、トレーラ側の設置した取付台に摺動自在にしておく。これにより、走行中のローリングやピッチングは、回転検出器の回転方向には影響は与えない。

10

【0006】

トラクタがトレーラに対して旋回すると、アームが回転角検出器を同じ角度だけ回動させるので、回転角検出器は、トラクタとトレーラとの相対的なヨー角を検出する（例えば、特許文献3参照）。

（4）トラクタ及びトレーラにそれぞれ電子式の方角センサを搭載し、各方向センサで測定されたトラクタ及びトレーラの方角角に基づき、トラクタとトレーラとの間の相対的な屈曲角（相対姿勢角）を決定する（例えば、特許文献4参照）。

【0007】

（5）例えば、トラクタに取り付けたスキャンレーザレーダによりトレーラの前面パネル上の複数点の距離と角度を検出し、これらの検出値からトラクタの後面パネルとトレーラの前面パネルの傾き角を算出することにより、トラクタとトレーラの相対的な連結角（相対姿勢角）を算出する（例えば、特許文献5参照）。

20

【0008】

（6）オブザーバ等が、ヨーレート、横向き加速度、及びステアリング角度等の牽引車両の動き、並びに予め記憶された車両の諸元に基づき、相対姿勢角に対応する値を推定する（例えば、特許文献6参照）。

【0009】

【特許文献1】

特開8-332973号公報（第2頁、図2及び図3）

【0010】

30

【特許文献2】

特開平11-160063号公報（第2頁、図3）

【0011】

【特許文献3】

特開平11-278320号公報（第2頁、図6）

【0012】

【特許文献4】

特開2001-227905号公報（第2頁、図1）

【0013】

【特許文献5】

40

特開2001-334966号公報（第2頁、図1）

【0014】

【特許文献6】

特開平10-1037号公報（第5頁、図1）

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

このような従来の相対姿勢角検出装置（1）～（4）は、頻繁に連結及び切離を繰り返したり、各種の被牽引車両を連結する連結車両においては、被牽引車両が磁気スケール、変位センサ、回転角センサ、又は方向センサ等を備えていなければならない、これらを備えていない被牽引車両に対応することができない。また、被牽引車両に磁気スケール、変位セ

50

ンサ、又は方向センサ等を搭載するための加工が必要になる。

【 0 0 1 6 】

また、相対姿勢角検出装置（５）は、レーザレーダは、非常にコストが高く実用的でないという問題がある。

また、角度推定装置（６）は、精度が悪く、牽引車両の動きから推定するため応答性に問題がある。

【 0 0 1 7 】

従って本発明は、牽引車両と被牽引車両との間の相対的な姿勢角を検出する相対姿勢角検出装置において、被牽引車両に特別な加工を施すことなく、低コストで、精度及び応答性良く相対姿勢角を検出することを課題とする。

10

【 0 0 1 8 】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明の相対姿勢角検出装置は、被牽引車両と結合される牽引車両の車幅方向の位置に設置された第１及び第２の変位検出部であって、該牽引車両の第１の基準面に対して垂直方向における、該被牽引車両の第２の基準面の相対的な変位をそれぞれ検出するものと、該第１及び第２の変位検出部の検出点における該第２の基準面方向の移動変位を、それぞれ検出する第３及び第４の変位検出部と、該第１及び第２の変位検出部から該牽引車両の前後方向に所定の距離だけ離れた位置に設置された第５の変位検出部であって、該牽引車両の該第１の基準面に対する垂直方向における第２の基準面の相対的な変位を検出するものと、該第１から該第５までの変位検出部の検出結果に基づき

20

【 0 0 1 9 】

また、上記の本発明において、該第１、第２、及び第５の変位検出部が、各変位を伝えるための変位伝達機構と、変位センサとを備えることができる。

また、上記の本発明において、該第３及び第４の変位検出部が、それぞれ、該第１及び第２の変位検出部の先端に設置され、該第２の基準面に接触して該移動変位に伴って回転する回転部材と、該回転部材の回転角を検出する回転角センサとを備えることができる。

【 0 0 2 0 】

また、上記の本発明において、該相対姿勢角として、該牽引車両に対する該被牽引車両のピッチ角、ロール角、及びヨー角の内の少なくとも１つとすることができる。

30

また、上記の本発明において、該演算部は、該牽引車両上の座標系又は被牽引車両上の座標系に基づき該ピッチ角、該ロール角、及び該ヨー角を演算することができる。

【 0 0 2 1 】

すなわち、本発明の相対姿勢角検出装置は、カプラを介して結合される牽引車両の殆どのフレーム上面（第１の基準面）及び被牽引車両のフレーム下面（第２の基準面）が平面であることに着目し、例えば、牽引車両のフレーム上面に、カプラを挟む形で、該牽引車両の車幅方向に互いに相対する位置に第１及び第２の変位検出部を設置し、第１及び第２の変位検出部から所定の距離だけ前方又は後方に離れた位置に、第３の変位検出部を設置する。

【 0 0 2 2 】

40

第１、第２及び第５の変位検出部の変位伝達機構は、それぞれ、牽引車両のフレーム上面と被牽引車両のフレーム下面との間の該フレーム上面方向の変位を各変位センサに伝え、この変位を各変位センサが検出する。

第１及び第２の変位伝達機構の先端に設置された各回転部材は、該被牽引車両のフレーム下面に接触して、その移動変位に伴い回転する。この回転角を各回転角センサが検出する。

【 0 0 2 3 】

これらの第１、第２、及び第５までの変位センサの検出結果、並びに第３及び第４の回転角センサの検出結果に基づき、演算部が、牽引車両及び被牽引車両の相対姿勢角、すなわち、ピッチ角、ロール角、及びヨー角を、牽引車両上に座標系又は被牽引車両の座標系に

50

基づき演算する。

【 0 0 2 4 】

【 発明の実施の形態 】

図 1 は、本発明に係る相対姿勢角検出装置 1 0 0 の実施例を示しており、この相対姿勢角検出装置 1 0 0 は、トラクタ 1 0 のフレーム上面（第 1 の基準面）1 2 の車幅方向にカブラ 2 0 を挟んだ状態で設置された変位検出部 4 0 a _ 1 及び 4 0 a _ 2 （以下、符号 4 0 a で総称することがある。）と、トラクタ 1 0 とトレーラ 3 0 を結合するカブラ 2 0 の後方に設置された変位検出部 4 0 b と、演算部 7 0 とで構成されている。

【 0 0 2 5 】

変位検出部 4 0 a _ 1 及び 4 0 a _ 2 は、それぞれ、変位センサ 5 0 _ 1 , 5 0 _ 2 及び 10
回転角センサ 5 1 _ 1 , 5 1 _ 2 を備え、変位検出部 4 0 b は、変位センサ 5 0 _ 3 を備えている。

図 2 は、一般的なカブラ 2 0 を示しており、このカブラ 2 0 は、トラクタ 1 0 に固定されるカブラフレーム 2 4、キングピン（図示せず）で接続されたトレーラ 3 0 の下部フレームの前部を支えるカブラベース 2 1、このカブラベース 2 1 にトラクタ 1 0 に対してローリング及びピッチング方向の回転をそれぞれが与えるローリングアクスル 2 2 及びピッチングアクスル 2 3 を備えている。

【 0 0 2 6 】

図 3（1）は、変位検出部の構成例（1）を示しており、特に、図 1 に示した変位検出部 4 0 a の構成を示している。この変位検出部 4 0 a は、トレーラのフレーム下面に接触する 20
キャストホイール（回転部材）4 1、このキャストホイール 4 1 の回転角を検出する回転角センサ 5 1、キャストホイール（回転部材）4 1 を保持するキャストホルダ 4 2 a、このキャストホルダ 4 2 a に固着されたロッド 4 3 a、このロッド 4 3 a を上方に押し上げるリターンスプリング 4 6、及びロッド 4 3 a の相対変位を検出する変位センサ 5 0 を備えている。

【 0 0 2 7 】

図 3（2）は、図 1 に示した変位検出部 4 0 b の構成例（1）を示している。この変位検出部 4 0 b が、同図（1）に示した変位検出部 4 0 a と異なる点は、回転角センサ 5 1 が 30
無いことと、キャストホルダ 4 2 b が回転軸中心 8 0 に回転することが可能なことである。

【 0 0 2 8 】

図 4 は、変位検出部 4 0 a の構成例（2）を示しており、特に、図 1 に示した変位検出部 4 0 a の構成例（2）を示しており、同図（1）は側面図、同図（2）は正面図を示している。

この変位検出部が、同図（1）に示した変位検出部 4 0 a と異なる点は、ロッド 4 3 a の代わりに支点 5 2 を中心に回転することが可能なアーム 4 4 を備えていることと、変位センサ 5 0 の代わりに、アーム 4 4 の回転角に基づき変位を検出する回転型の変位センサ 5 0 b を備えていることと、リターンスプリング 4 6 の代わりに、アーム 4 4 の先端に設置されたキャストホイール 4 1 を上方に押し上げるねじりスプリング 4 7 を備えていること 40
である。

【 0 0 2 9 】

図 5 は、変位検出部の構成例（3）を示しており、特に、図 1 に示した変位検出部 4 0 b の構成を示している。この変位センサ 4 0 b が、図 4 に示した変位検出部 4 0 a と異なる 40
点は、アーム 4 4 の代わりに、デュアルリンクアーム 4 5 を備えていること、回転角センサ 5 1 が無いこと、及びキャストホイール 4 1 が垂直軸を中心として回転する機構を備えていることである。

【 0 0 3 0 】

図 6 は、キャストホイール 4 1 の変形例を示しており、このキャストホイール 4 1 は、ボール 6 0 とボールホルダ 6 1 で構成されている。

図 3（2）及び図 5 に示した変位検出部 4 0 b のキャストホイール 4 1 及びキャストホル 50

ダ 4 2 b の代わりに、図 6 のキャストを用いることが可能である。このとき、ボールホルダ 6 1 とロッド 4 3 b 又は機構 4 8 は回転させる必要がないので、固着してもよい。

【 0 0 3 1 】

図 7 は、トラクタ 1 0 の側面方向から見た変位検出部 4 0 a 及び変位検出部 4 0 b の配置を示している。変位検出部 4 0 a __ 1 及びカブラ 2 0 の反対側に隠れている変位検出部 4 0 a __ 2 は、カブラ 2 0 のピッチングアクスル 2 3 の中心軸を含む垂直平面上又はその近傍に配置されている。

【 0 0 3 2 】

また、変位検出部 4 0 b は、ピッチングアクスル 2 3 の中心軸から l_{θ} だけ後方の位置に配置されている。変位検出部 4 0 b の上端はトレーラ 3 0 の底面 3 1 に接している。

10

図 8 は、トラクタ 1 0 の正面方向から見た変位検出部 4 0 a __ 1 及び 4 0 a __ 2 の配置を示している。変位検出部 4 0 a __ 1 及び 4 0 a __ 2 は、ローリングアクスル 2 2 の中心軸を含む垂直平面に対してそれぞれ l_{ϕ} だけ離れた対称な位置又はその近傍に配置されている。変位検出部 4 0 a __ 1 及び 4 0 a __ 2 の上端はトレーラ底面 3 1 , 3 1 ' に接している。

【 0 0 3 3 】

変位検出部 4 0 b は、カブラ 2 0 の反対側に隠れて見えないが、ローリングアクスル 2 2 の中心軸を含む垂直平面上又はその近傍に配置されている。

〔 1 〕 牽引車両を基準とした相対姿勢角 (θ , ϕ , ψ) の演算

変位検出部 4 0 a __ 1 , 4 0 a __ 2 , 4 0 b の変位センサの検出変位を、それぞれ h_1 , h_2 , h_3 とする。

20

【 0 0 3 4 】

図 7 において、ピッチ角 θ は、次式で示すことができる。

【 0 0 3 5 】

【 数 1 】

$$\theta = \tan^{-1} \frac{(h_1 + h_2) - 2h_3}{2l_{\theta}} \dots \dots \dots \text{式 (1)}$$

30

【 0 0 3 6 】

図 8 において、ロール角 ϕ は、次式で示すことができる。

【 0 0 3 7 】

【 数 2 】

$$\phi = \tan^{-1} \frac{h_1 - h_2}{2l_{\phi}} \dots \dots \dots \text{式 (2)}$$

【 0 0 3 8 】

40

一方、ヨー角 ψ は、キャストホイール 4 1 の回転半径 R 、回転角センサ 5 1 の検出結果 n と、ロール角 ϕ 、及び各変位検出部 4 0 a __ 1 , 4 0 a __ 2 , 及び 4 0 b の設置位置 (図 1 参照)、ピッチング等により発生する誤差 α に基づき次のように計算される。

すなわち、被牽引車両 3 0 のピッチ軸となるカブラ 2 0 のピッチングアクスル 2 3 が、牽引車両 1 0 に固定されているため、同様に牽引車両に固定されている変位検出部 4 0 a __ 1 及び 4 0 a __ 2 のキャストホイール 4 1 の回転角は、互いに等しい値の誤差 α を含む。

【 0 0 3 9 】

したがって、変位検出部 4 0 a __ 1 及び 4 0 a __ 2 からの検出結果である回転角を、それぞれ n_{1s} , n_{2s} とし、ピッチング等により発生する回転数の誤差 α を除いたキャストホイール回転角 n_{1r} , n_{2r} としたときの関係式は次のようになる。

50

【 0 0 4 0 】

【 数 3 】

$$n_{1s} = n_{1r} + \alpha \cdots \cdots \text{式 (3)}$$

【 0 0 4 1 】

【 数 4 】

$$n_{2s} = n_{2r} - \alpha \cdots \cdots \text{式 (4)}$$

10

【 0 0 4 2 】

次に、ピッチ角 $\theta = "0"$ 、及びロール角 $\phi = "0"$ の場合であって、図 9 に示すようにヨー角 ψ が発生した場合、キャストホイール 4 1 __ 1 , 4 1 __ 2 は、半径 l_ϕ の円上をトレースし、このとき誤差 α 以外の誤差は無視できる程微小であるから、次式が成り立つ。

【 0 0 4 3 】

【 数 5 】

$$n_{1s} = n_{2s} = n_{1r} = n_{2r} = n \cdots \cdots \text{式 (5)}$$

20

【 0 0 4 4 】

キャストホイール 4 1 の回転によって移動する距離（変位）は、ヨー角 ψ 分の円弧の長さに等しいので、キャストホイールの半径を R とすると次式が成り立つ。

【 0 0 4 5 】

【 数 6 】

$$nR = l_\phi \psi \cdots \cdots \text{式 (6)}$$

30

【 0 0 4 6 】

図 8 に示したように、ロール角 ϕ が発生すると、被牽引車両 3 0 のヨー角回転軸がカブラ上面に固定されており、しかも、ヨー角回転面であるカブラ上面はカブラのローリングアクスルから h_{cr} だけ上方にあるため、ヨー角回転中心が移動し、かつ、回転面がロール角 ϕ だけ傾くことから、左右の変位検出部 4 0 a __ 1 , 4 0 a __ 2 のキャストホイール 4 1 は各々半径の異なる円周上をトレースすることになる。

【 0 0 4 7 】

ロール角 ϕ による中心の移動量を α_r とすれば、次式が成り立つ。

【 0 0 4 8 】

【 数 7 】

$$\alpha_r = h_{cr} \tan \phi \cdots \cdots \text{式 (7)}$$

40

【 0 0 4 9 】

したがって、傾き ϕ を考慮した回転半径は、それぞれ、次式で示すことができる。

【 0 0 5 0 】

【 数 8 】

$$\frac{l_{\phi}}{\cos \phi} + \alpha_r = \frac{l_{\phi}}{\cos \phi} + h_{cr} \tan \phi \cdots \cdots \text{式 (8)}$$

【 0 0 5 1 】

【 数 9 】

$$\frac{l_{\phi}}{\cos \phi} - \alpha_r = \frac{l_{\phi}}{\cos \phi} - h_{cr} \tan \phi \cdots \cdots \text{式 (9)}$$

10

【 0 0 5 2 】

$\phi = 1$ であることを考慮すると、回転半径は、それぞれ、次式で示すことができる。

【 0 0 5 3 】

【 数 1 0 】

$$l_{\phi} + h_{cr} \phi \cdots \cdots \text{式 (10)}$$

【 0 0 5 4 】

【 数 1 1 】

20

$$l_{\phi} - h_{cr} \phi \cdots \cdots \text{式 (11)}$$

【 0 0 5 5 】

したがって、回転数 n_{1r} 、 n_{2r} とヨー角 ψ との関係は、それぞれ、次式で示すことができる。

【 0 0 5 6 】

【 数 1 2 】

30

$$n_{1r} R = (l_{\phi} + h_{cr} \phi) \psi \cdots \cdots \text{式 (12)}$$

【 0 0 5 7 】

【 数 1 3 】

$$n_{2r} R = (l_{\phi} - h_{cr} \phi) \psi \cdots \cdots \text{式 (13)}$$

【 0 0 5 8 】

40

したがって、この場合、左右のキャストホイールの回転角の比 n_{2r} / n_{1r} は、上記の式 (13) を式 (12) で除した次式で示すことができる。

【 0 0 5 9 】

【 数 1 4 】

$$\frac{n_{2r}}{n_{1r}} = \frac{l_{\phi} - h_{cr} \phi}{l_{\phi} + h_{cr} \phi} \cdots \cdots \text{式 (14)}$$

【 0 0 6 0 】

50

この式を変形すると回転数 n_{1r} と回転数 n_{2r} の差は、 n_{1r} を用いて次式で示すことができる。

【 0 0 6 1 】

【 数 1 5 】

$$n_{1r} - n_{2r} = \frac{2h_{cr}\phi}{l_{\phi} + h_{cr}\phi} \cdot n_{1r} \cdots \cdots \text{式 (15)}$$

【 0 0 6 2 】

10

ここで、ピッチ角 θ により誤差 α が発生したとすると、式 (3) 及び式 (4) から次式が成り立つ。

【 0 0 6 3 】

【 数 1 6 】

$$n_{1s} - n_{2s} = n_{1r} - n_{2r} + 2\alpha \cdots \cdots \text{式 (16)}$$

【 0 0 6 4 】

式 (3)、式 (1 5)、及び式 (1 6) から、誤差 α は、 n_{1s} 、 n_{2s} 、 ϕ を用いて次式で示すことができる。 20

【 0 0 6 5 】

【 数 1 7 】

$$\alpha = \frac{n_{1s} - n_{2s}}{2} - \frac{h_{cr}(n_{1s} + n_{2s})}{2l_{\phi}} \phi \cdots \cdots \text{式 (17)}$$

【 0 0 6 6 】

したがって、次式が成立する。

30

【 0 0 6 7 】

【 数 1 8 】

$$n_{1r} = n_{1s} - \alpha = \frac{(l_{\phi} + h_{cr}\phi) \cdot (n_{1s} + n_{2s})}{2l_{\phi}} \cdots \cdots \text{式 (18)}$$

【 0 0 6 8 】

したがって、式 (1 2)、式 (1 8) より、ヨー角 ψ は次式で示すことができる。

【 0 0 6 9 】

40

【 数 1 9 】

$$\phi = \frac{R}{2l_{\phi}} (n_{1s} - n_{2s}) \cdots \cdots \text{式 (19)}$$

【 0 0 7 0 】

〔 2 〕 相対姿勢角 (θ , ϕ , ψ) から被牽引車両の相対姿勢角 (θ_{+} , ϕ_{+} , ψ_{+}) への変換

次に、連結車両の運動を考えた場合、牽引車両 1 0 の前後方向を x 軸、水平方向 (左右方 50

向)を y 軸、及び垂直方向を z 軸とした直交座標系(x, y, z)上の変位検出部で検出された相対姿勢角(ピッチ角 θ 、ロール角 ϕ 、ヨー角 ψ)を、被牽引車両30の前後方向を x' 軸、水平方向を y' 軸、垂直方向を z' 軸とした直交座標系(x', y', z')を基準とした相対姿勢角(ピッチ角 θ_t 、ロール角 ϕ_t 、ヨー角 ψ_t)に換算する必要がある。

【0071】

図10(1)は、3次元直交座標系を示しており、 x 軸は牽引車両10の前後方向に平行であり、 y 軸は左右方向に平行であり、 z 軸は垂直方向に平行であると仮定する。また、平面 xoy は、被牽引車両30の基準水平面、平面 $x'oy$ は、基準水平面 xoy を y 軸回りに θ 〔rad〕だけ回転させた平面、平面 $x'oy'$ は、さらに x' 軸回りに ϕ 〔rad〕だけ回転させた被牽引車両30のフレーム底面と平行な平面を表している。 10

【0072】

四角形 $ABCD$ は、平面 xoy 上にあり、原点 o を中心とした一辺の長さが21の正方形である。また、辺 AD と y 軸の交点 a は、辺 AD の中点であり、線分 oa の長さは1である。四角形 $A'B'C'D'$ 、及び四角形 $A''B''C''D''$ は、それぞれ、正方形 $ABCD$ を底面、又は水平断面とした平面 xoy に垂直な四角柱の平面 $x'oy$ 、及び平面 $x'oy'$ による断面を表している。

【0073】

平面 $x'oy'$ 上で相対ヨー角 ψ が発生した場合を考え、被牽引車両30と牽引車両10の相対ロール角 ϕ_t を算出する。原点 o を通る直線 b_2c_2 は平面 $x'oy'$ 上で y' 軸と角度 ψ を成す。すなわち、平面 $x'oy'$ 上で y' 軸から z' 軸回りに ψ 〔rad〕だけ回転した直線である。この直線 b_2c_2 は、被牽引車両30の水平軸を表している。 20

【0074】

求める角度は、直線 b_2c_2 と、直線 b_2c_2 を平面 xoy 上に投影した直線 bc との成す角 $bob_2 = \phi_t$ である。

分かり易くするため、次のように補助線を引く。まず、点 b_2 を通り x 軸に平行な直線 fg を引く。次に辺 AD と y 軸の交点 a と辺 $A''D''$ と y' 軸の交点 a_2 を結ぶ直線を引く。さらに、この点 a_2 を通り z 軸に平行な直線を引き、この直線と、直線 fg 及び辺 AD との交点をそれぞれ点 a_3 及び点 a_4 とする。さらに、点 a を通り z 軸に平行な直線を引き、この直線と辺 $A''D''$ 及び直線 fg との交点を、それぞれ、点 a_5 及び点 a_6 とする。 30

【0075】

同図(2)は、これらの辺 AD 、 $A'D'$ 、 $A''D''$ 、直線 fg 、及び交点 a 、 $a_2 \sim a_6$ 、 b 、 b_2 を、平面 xoz に投影した図である。

まず、実際に検出されるロール角は、平面 yoz と平面 $x'oy'$ の交線と y 軸とが成す角である。これを角 ϕ' とする。同図(1)において、角 oaa_5 は直角であるから、次式が成り立つ。

【0076】

【数20】

$$aa_5 = l \tan \phi' \cdots \cdots \text{式 (20)}$$

【0077】

同図(2)において、直線 aa_5 と直線 a_4a_2 は、平行であるから次式が成り立つ。

【0078】

【数21】

$$aa_2 = aa_5 \cos \theta \cdots \cdots \text{式 (21)}$$

【 0 0 7 9 】

角 $a_2 a o$ は直角であるから、次式が成り立つ。

【 0 0 8 0 】

【 数 2 2 】

$$\tan \phi = \frac{aa_2}{l} = \frac{l \tan \phi' \cos \theta}{l} = \tan \phi' \cos \theta \cdots \cdots \text{式 (22)}$$

10

【 0 0 8 1 】

ここで、 θ は 10° 以下であるから、 θ [rad] 1 であるとする、 $\cos \theta = 1$ であると看做せるので、次式が成り立つ。

【 0 0 8 2 】

【 数 2 3 】

$$\tan \phi = \tan \phi' \cdots \cdots \text{式 (23)}$$

20

【 0 0 8 3 】

すなわち、 $\phi = \phi'$ と看做せることが分かる。

次に、線分 aa_2 の長さを求める。角 $a_2 a o$ は直角であり、角 $a o a_2$ は ϕ [rad]、線分 $a o$ の長さが 1 であるから、次式が成り立つ。

【 0 0 8 4 】

【 数 2 4 】

$$aa_2 = l \tan \phi \cdots \cdots \text{式 (24)}$$

【 0 0 8 5 】

30

【 数 2 5 】

$$a_2 o = \frac{l}{\cos \phi} \cdots \cdots \text{式 (25)}$$

【 0 0 8 6 】

角 $aa_4 a_2$ が直角であり、角 $aa_2 a_4$ は θ [rad] であるから、次式が成り立つ。

【 0 0 8 7 】

【 数 2 6 】

40

$$a_2 a_4 = aa_2 \cos \theta = l \tan \phi \cos \theta = \frac{l \cos \theta \sin \phi}{\cos \phi} \cdots \cdots \text{式 (26)}$$

【 0 0 8 8 】

辺 AD と直線 fg が平行であることから、角 $a_2 a_3 b_2$ は直角であり、角 $a_2 b_2 a_3$ は θ [rad] であるから、次式が成り立つ。

【 0 0 8 9 】

【 数 2 7 】

$$a_2 a_3 = a_2 b_2 \sin \theta \cdots \cdots \text{式 (27)}$$

【 0 0 9 0 】

角 $b_2 a_2 o$ は直角、角 $a_2 o b_2$ は ψ [r a d] であるから、次式が成り立つ。

【 0 0 9 1 】

【 数 2 8 】

$$a_2 b_2 = a_2 o \tan \phi \cdots \cdots \text{式 (28)}$$

10

【 0 0 9 2 】

【 数 2 9 】

$$b_2 o = \frac{a_2 o}{\cos \phi} = \frac{l}{\cos \phi \cos \phi} \cdots \cdots \text{式 (29)}$$

【 0 0 9 3 】

上記の式 (27) ~ (29) から、次式が導き出せる。

20

【 0 0 9 4 】

【 数 3 0 】

$$a_2 a_3 = \frac{l \sin \phi \sin \theta}{\cos \phi \cos \phi} \cdots \cdots \text{式 (30)}$$

【 0 0 9 5 】

線分 $a_3 a_4$ の長さは、線分 $a_2 a_4$ と線分 $a_2 a_3$ の和であり、辺 A D と直線 f g が平行であることから線分 $b b_2$ は、次式で示すことができる。

30

【 0 0 9 6 】

【 数 3 1 】

$$b b_2 = a_3 a_4 = a_2 a_4 + a_2 a_3 = \frac{l \sin \phi}{\cos \theta \cos \phi} + \frac{l \sin \phi \sin \theta}{\cos \phi \cos \phi} \cdots \cdots \text{式 (31)}$$

【 0 0 9 7 】

ここで、角 $o b b_2$ は直角であるから、次式が成り立つ。

【 0 0 9 8 】

40

【 数 3 2 】

$$\sin \phi_i = \frac{b b_2}{b_2 o} = \frac{\frac{l \cos \theta \sin \phi}{\cos \phi} + \frac{l \sin \phi \sin \theta}{\cos \phi \cos \phi}}{\frac{l}{\cos \phi \cos \phi}} = \sin \phi \cos \phi \cos \theta + \sin \phi \sin \theta \cdots \cdots \text{式 (32)}$$

【 0 0 9 9 】

ここで、 ϕ_t , ϕ , θ 1であることを考慮すると、次式が成り立つ。

50

【 0 1 0 0 】

【 数 3 3 】

$$\phi_t = \phi \cos \psi + \theta \sin \psi \cdots \cdots \text{式 (33)}$$

【 0 1 0 1 】

次に、相対ピッチ角 θ_t を求める。この相対ピッチ角 θ_t は、上記のロール角 ϕ_t を求めた条件において、座標軸 x, x' を y, y' に、 y, y' を x, x' に、角 ϕ_t, ϕ, θ をそれぞれ角 $\theta_t, \theta, -\phi$ に置き換えれば同様に求められ、次式が成り立つ。

10

【 0 1 0 2 】

【 数 3 4 】

$$\theta_t = \theta \cos \phi - \phi \sin \phi \cdots \cdots \text{式 (34)}$$

【 0 1 0 3 】

次に、相対ヨー角 ψ_t を求める。この相対ヨー角 ψ_t は、直線 $b_2 c_2$ を平面 $x o y$ 上に投影した直線 $b c$ と y 軸が成す角である。したがって、上記の式 (20) 及び角 $a a_2 a_5$ が直角であること、及び式 (23) から、次式が成り立つ。

20

【 0 1 0 4 】

【 数 3 5 】

$$a_2 a_5 = l \tan \phi \sin \theta \cdots \cdots \text{式 (35)}$$

【 0 1 0 5 】

また、上記の式 (25) 及び (28) から、次式が導き出せる。

【 0 1 0 6 】

【 数 3 6 】

30

$$a_2 b_2 = \frac{l \tan \phi}{\cos \phi} \cdots \cdots \text{式 (36)}$$

【 0 1 0 7 】

したがって、線分 $a_5 b_2$ は次式で示すことができる。

【 0 1 0 8 】

【 数 3 7 】

40

$$a_5 b_2 = a_2 b_2 - a_2 a_5 = \frac{l \tan \phi}{\cos \phi} - l \tan \phi \sin \theta \cdots \cdots \text{式 (37)}$$

【 0 1 0 9 】

この式 (37)、及び角 $a_5 a_6 b_2$ が直角であることから、次式が成り立つ。

【 0 1 1 0 】

【 数 3 8 】

$$a_6 b_2 = ab = \cos \theta \left(\frac{l \tan \phi}{\cos \phi} - l \tan \phi \sin \theta \right) \cdot \cdot \cdot \cdot \text{式 (38)}$$

【 0 1 1 1 】

また、角 $b a o$ が直角であることから、ヨ一角 ψ_t は、次式で示すことができる。

【 0 1 1 2 】

【 数 3 9 】

10

$$\tan \phi_t = \cos \theta \left(\frac{\tan \phi}{\cos \phi} - \tan \phi \sin \theta \right) \cdot \cdot \cdot \cdot \text{式 (39)}$$

【 0 1 1 3 】

この式 (3 8) において、 θ , ϕ 1であることを考慮すると、次式が成り立つ。

【 0 1 1 4 】

【 数 4 0 】

$$\tan \phi_t = \tan \phi - \phi \theta \cdot \cdot \cdot \cdot \text{式 (40)}$$

20

【 0 1 1 5 】

したがって、ヨ一角 ψ_t は、次式で示すことができる。

【 0 1 1 6 】

【 数 4 1 】

$$\phi_t = \tan^{-1}(\tan \phi - \phi \theta) \cdot \cdot \cdot \cdot \text{式 (41)}$$

30

【 0 1 1 7 】

以上により、牽引車両側で検出された相対姿勢角 (ϕ , θ , ψ) を変換することによって得られた被牽引車両側に相対姿勢角 (ϕ_t , θ_t , ψ_t) を、連結車両を制御するためのデータとして利用することが可能になる。

【 0 1 1 8 】

【 発明の効果 】

本発明の相対姿勢角検出装置によれば、被牽引車両に加工又はセンサの設置をすることなく、また、連結時又は切離時に特別な作業を必要とせずに、低コストで、精度及び応答性良く連結車両の相対姿勢角を検出することが可能になる。

【 図面の簡単な説明 】

40

【 図 1 】 本発明に係る相対姿勢角検出装置の実施例を示した平面図である。

【 図 2 】 一般的な牽引車両と被牽引車両を結合するカプラの構成例を示した斜視図である。

【 図 3 】 本発明に係る相対姿勢角検出装置における変位検出部の構成例 (1) を示した図である。

【 図 4 】 本発明に係る相対姿勢角検出装置における変位検出部の構成例 (2) を示した図である。

【 図 5 】 本発明に係る相対姿勢角検出装置における変位検出部の構成例 (3) を示した図である。

【 図 6 】 本発明に係る相対姿勢角検出装置における変位検出部の検出端の構成例を示した

50

図である。

【図 7】本発明に係る相対姿勢角検出装置における変位検出部の配置例を示した側面図である。

【図 8】本発明に係る相対姿勢角検出装置における変位検出部の配置例を示した正面図である。

【図 9】本発明に係る相対姿勢角検出装置における変位検出部の配置例を示した平面図である。

【図 10】本発明に係る相対姿勢角検出装置の演算部における相対姿勢角算出の原理を示した図である。

【符号の説明】

100 相対姿勢角検出装置

10 トラクタ、牽引車両

12 トラクタフレーム上面、第 1 の基準面

20 カブラ

カブラベース

22, 22' ローリングアクスル

24 カブラフレーム

、被牽引車両

31, 31' トレーラ底面、第 2 の基準面

40a, 40a₁, 40a₂, 40b 変位検出部

41, 41₁, 41₂ 回転部材、キャストホイール

42a, 42b キャスタホルダ

44 アーム

リンクアーム

46 リターンスプリング

48 機構

50, 50b, 50c, 50₁ ~ 50₃ 変位センサ

51, 51₁, 51₂ 回転角センサ

60 ボール

ルダ

70 演算部

心

θ , θ_t ピッチ角

ψ , ψ_t ヨー角

図中、同一符号は同一又は相当部分を示す。

11 トラクタフレーム

21, 21'

23 ピッチングアクスル

30, 30' トレーラ

43a, 43b ロッド

45 デュアル

47 ねじりスプリング

52 支点

61 ボールホ

80 回転軸中

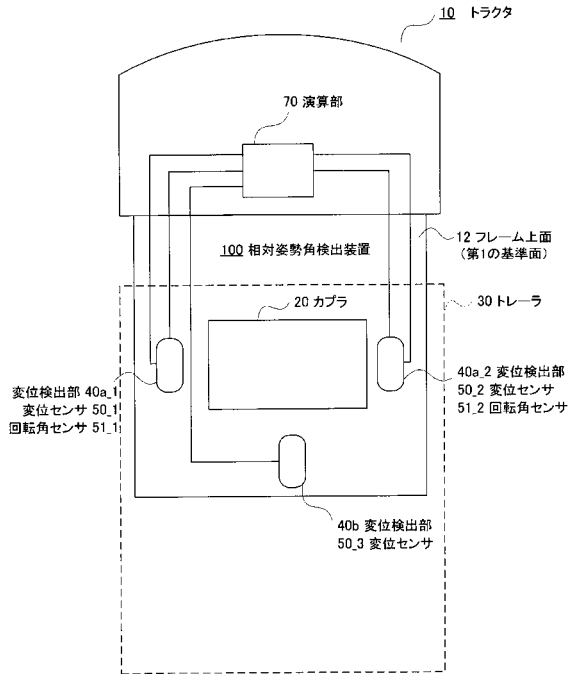
φ , φ_t ロール角

10

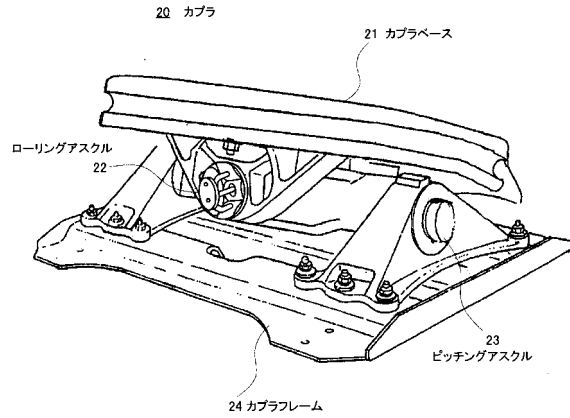
20

30

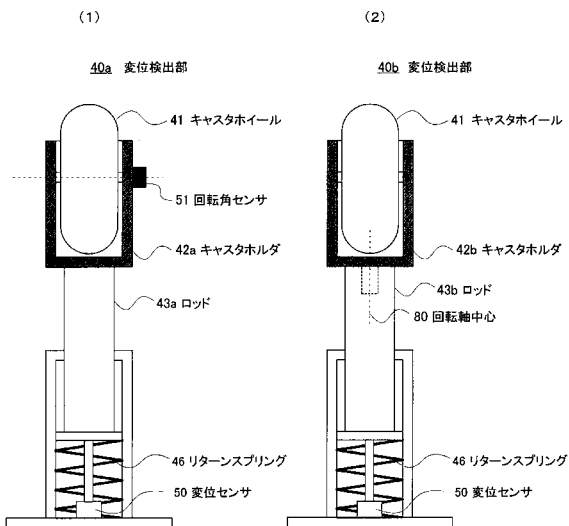
【図 1】



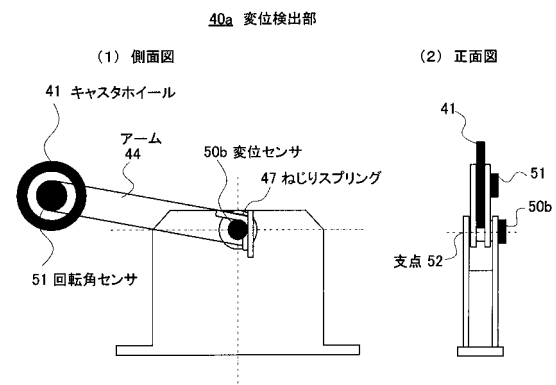
【図 2】



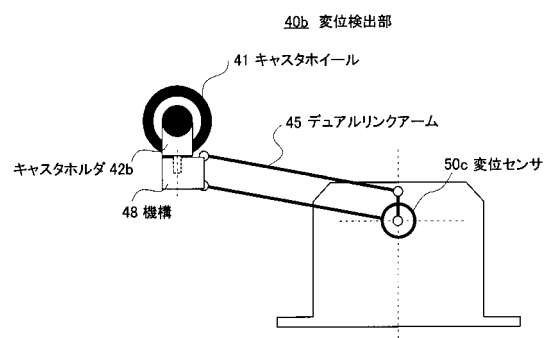
【図 3】



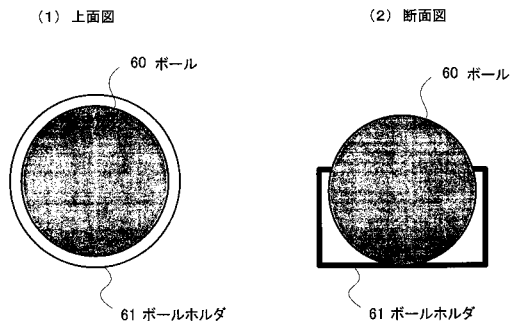
【図 4】



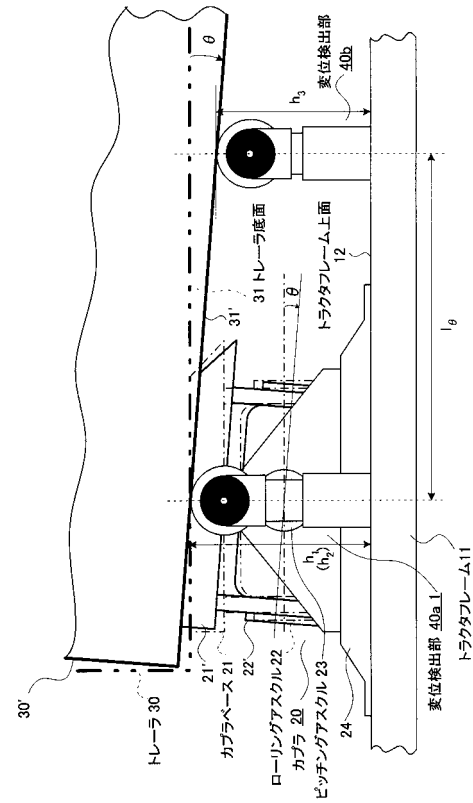
【図 5】



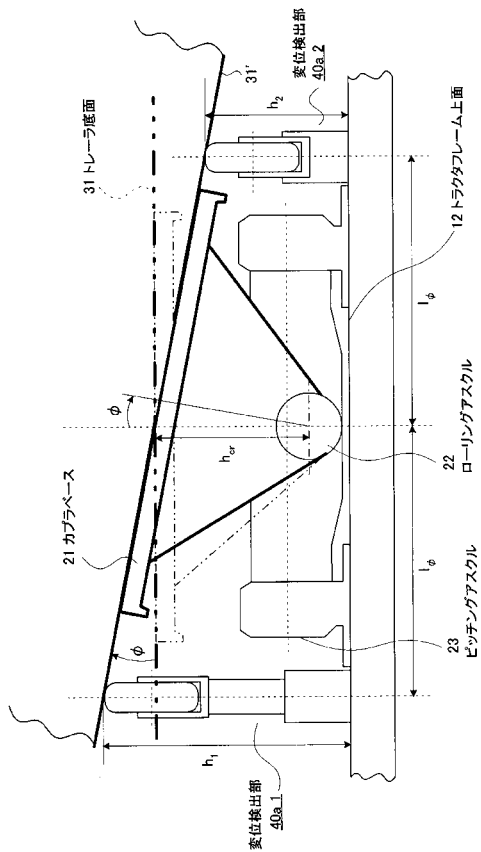
【図 6】



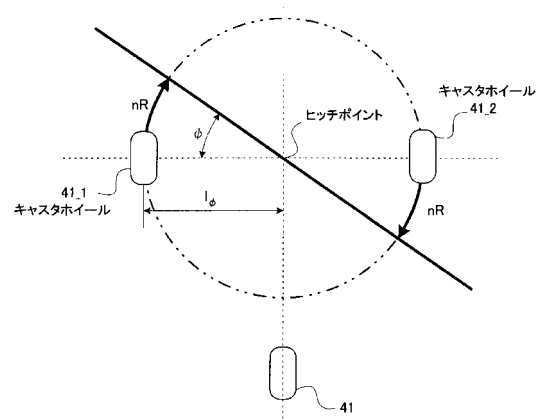
【図 7】



【図 8】

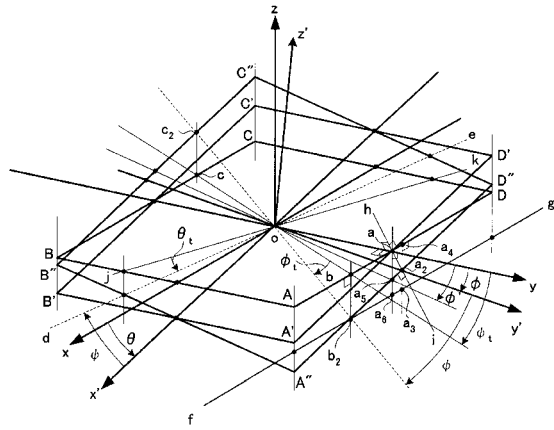


【図 9】



【 図 10 】

(1)



(2)

