

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3777954号  
(P3777954)

(45) 発行日 平成18年5月24日(2006.5.24)

(24) 登録日 平成18年3月10日(2006.3.10)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B 6 6 F</b> 9/24 (2006.01)	B 6 6 F 9/24 Z
<b>B 6 0 L</b> 7/10 (2006.01)	B 6 0 L 7/10
<b>B 6 0 L</b> 15/20 (2006.01)	B 6 0 L 15/20 Y
<b>B 6 0 T</b> 8/1755 (2006.01)	B 6 0 T 8/1755 B

請求項の数 2 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2000-207898 (P2000-207898)	(73) 特許権者	000003218
(22) 出願日	平成12年7月10日(2000.7.10)		株式会社豊田自動織機
(65) 公開番号	特開2002-20097 (P2002-20097A)		愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(43) 公開日	平成14年1月23日(2002.1.23)	(74) 代理人	100068755
審査請求日	平成14年6月6日(2002.6.6)		弁理士 恩田 博宣
		(74) 代理人	100105957
			弁理士 恩田 誠
		(72) 発明者	石川 和男
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会 社 豊田自動織機製作所 内
		審査官	関谷 一夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 産業車両の駆動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

左右一対の従動輪と共に産業車両の前後輪を構成する駆動操舵輪を駆動する駆動モータの駆動トルク又は制動トルクを、運転者が操作する駆動力調整操作手段の操作量に基づいて制御する産業車両の駆動制御装置において、

車両の旋回時には旋回外側となる前記従動輪の回転数から求めた従動輪速度を前記駆動操舵輪の速度に換算した換算駆動輪速度と、前記駆動操舵輪の回転数から求めた駆動輪速度とに基づいて該駆動操舵輪のスリップを検出し、該駆動操舵輪のスリップによって路面に対する駆動力又は制動力が低下しないようにするべく、前記駆動力調整操作手段の操作量に対する前記駆動モータの駆動トルク又は制動トルクを、前記駆動輪速度と前記換算駆動輪速度との速度差であるすべり速度が予め設定された基準値を超えないように制限し、

前記駆動操舵輪の操舵角がより大きな値であるときには、前記基準値をより超え難いように前記すべり速度を変換した補正すべり速度が該基準値を超えないように前記駆動モータの駆動トルク又は制動トルクを制限することを特徴とする産業車両の駆動制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載の産業車両の駆動制御装置において、

前記駆動モータによる回生制動時に、前記駆動力調整操作手段の操作量に対する前記駆動モータの制動力を制限するときに、前記従動輪に設けられたブレーキ装置を制御して該従動輪を制動することを特徴とする産業車両の駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

## 【 0 0 0 1 】

## 【 発明の属する技術分野 】

本発明は、リーチ型フォークリフトトラック等の電気式産業車両において駆動操舵輪の駆動力又は制動力を制御するための産業車両の駆動制御装置に関するものである。

## 【 0 0 0 2 】

## 【 従来技術 】

従来、リーチ型フォークリフトトラック（以下、単にリーチフォークリフトという）は、車体前部に設けられた左右一对のレグにそれぞれ前輪を支持し、運転席が設けられた車体後部の下側に駆動操舵輪及びキャスト輪を後輪として備えている。そして、左右のレグの間には、マスト装置が前後方向に移動可能に支持されている。

10

## 【 0 0 0 3 】

リーチフォークリフトでは、駆動操舵輪の輪重が、マスト位置及び積荷重によって大きく変化する。そして、積載荷重が最大でマスト位置が最大限リーチされたときには、駆動操舵輪の輪重が最も小さくなる。この状態で、水に濡れたコンクリート床面上や冷凍倉庫内の床面上でフォークリフトを発進させようとする、駆動操舵輪がスリップして床面に対する駆動力を確実に確保することができなかつた。このため、車体を迅速に加速させることができない上に、車体の後部が左右に振られたり、又、駆動操舵輪が早期に摩耗する問題があつた。

## 【 0 0 0 4 】

このような問題を解決しようとするリーチフォークリフトが特開平 8 - 2 6 5 9 1 7 号公報で提案されている。このリーチフォークリフトは、左右前輪にそれぞれ前輪駆動用モータを備えている。駆動制御装置は、駆動操舵輪の回転数から求めた駆動操舵輪の速度を左右各前輪の予測速度に換算するとともに、各前輪の回転数からそれぞれの実際の速度を求める。さらに、駆動制御装置は、左右各前輪毎に、その予測速度と速度との差をすべり速度として演算する。そして、駆動制御装置は、このすべり速度が所定の基準値を超えると、左右の各前輪駆動用モータを制御して前輪を駆動するとともに駆動操舵輪の駆動用モータの駆動力を低減する。このため、滑りやすい路面上での発進時や、駆動操舵輪の輪重が最も小さい状態での発進時等においても、駆動操舵輪のスリップが抑制され路面に対する駆動力がより確実に確保される。

20

## 【 0 0 0 5 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、特開平 8 - 2 6 5 9 1 7 号公報のリーチフォークリフトでは、左右いずれかの前輪を旋回中心とする旋回時に駆動操舵輪が大きくスリップした場合、すべり速度が基準値を超えて旋回中心にある前輪が駆動される可能性がある。この場合、左右前輪の速度差に応じた旋回中心の位置と、駆動操舵輪の操舵角に応じた本来の旋回中心の位置とにずれができる。その際、前輪が駆動されていると、左右前輪の速度が駆動操舵輪の速度に対して遅くなり、左右前輪がブレーキをかける状態となる。その結果、車両が円滑に旋回しなくなる問題がある。

30

## 【 0 0 0 6 】

尚、このような問題は、左右一对の前輪を従動輪とし駆動操舵輪を後輪として備えたリーチフォークリフトのみならず、左右一对の後輪を従動輪とし駆動操舵輪を前輪として備えた三輪型の産業車両においても発生する。

40

## 【 0 0 0 7 】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、駆動操舵輪の路面に対する駆動力又は制動力をより確実に確保することができ、しかも、左右従動輪のいずれか一方を旋回中心とする旋回を円滑に行うことができる産業車両の駆動制御装置を提供することにある。

## 【 0 0 0 8 】

## 【 課題を解決するための手段 】

上記問題点を解決するため、請求項 1 に記載の発明は、左右一对の従動輪と共に産業車

50

両の前後輪を構成する駆動操舵輪を駆動する駆動モータの駆動トルク又は制動トルクを、運転者が操作する駆動力調整操作手段の操作量に基づいて制御する産業車両の駆動制御装置において、車両の旋回時には旋回外側となる前記従動輪の回転数から求めた従動輪速度を前記駆動操舵輪の速度に換算した換算駆動輪速度と、前記駆動操舵輪の回転数から求めた駆動輪速度とに基づいて該駆動操舵輪のスリップを検出し、該駆動操舵輪のスリップによって路面に対する駆動力又は制動力が低下しないようにするべく、前記駆動力調整操作手段の操作量に対する前記駆動モータの駆動トルク又は制動トルクを、前記駆動輪速度と前記換算駆動輪速度との速度差であるすべり速度が予め設定された基準値を超えないように制限し、前記駆動操舵輪の操舵角がより大きな値であるときには、前記基準値をより超え難いように前記すべり速度を変換した補正すべり速度が該基準値を超えないように前記駆動モータの駆動トルク又は制動トルクを制限することを特徴とする産業車両の駆動制御装置である。

10

**【0009】**

請求項1に記載の発明によれば、路面に対してスリップしない状態で回転する従動輪の回転数から、従動輪の位置における車速としての従動輪速度が検出される。一方、駆動力が路面との間の摩擦力を超えた状態では路面に対してスリップする状態で回転する駆動操舵輪の回転数から、駆動操舵輪の位置における仮想の車速としての駆動輪速度が検出される。そして、従動輪速度と駆動輪速度との比較により、駆動操舵輪のスリップが検出される。この検出結果に基づいて、駆動操舵輪の路面に対する駆動力が低下する状態が検出される。そして、駆動モータが制御され駆動力調整操作手段の操作量に対する駆動モータの駆動トルクが制限されることで、車両の加速時における駆動操舵輪のスリップが抑制され路面に対する駆動力の低下が抑制される。又は、駆動モータの制動トルクが制限されることで、車両の制動時における駆動操舵輪のスリップが抑制される。このとき、車両の旋回時には旋回外側の従動輪速度から換算駆動輪速度が求められるので、旋回内側の従動輪が旋回中心となっても、駆動操舵輪のスリップが検出される。そして、駆動力調整操作手段の操作量や路面の状態に拘らず、路面に対する駆動力又は制動力の低下が抑制される。従って、左右の従動輪のいずれかを旋回中心とする車両の旋回時に駆動操舵輪がスリップしても、従動輪を駆動することなくスリップが抑制される。

20

**【0011】**

また、駆動操舵輪の位置における実際の車速としての換算駆動輪速度と仮想の車速としての従動輪速度とから駆動操舵輪のスリップが検出される。

30

**【0013】**

また、駆動輪速度と換算駆動輪速度との速度差であるすべり速度が所定の基準値を超えたことによって、駆動操舵輪がスリップして路面に対する駆動力又は制動力が低下する状態であることが検出される。そして、速度差が基準値を超えないように駆動モータの駆動トルク又は制動トルクが制限されることで駆動操舵輪のスリップが抑制される。

**【0015】**

また、駆動操舵輪の操舵角がより大きくなるほど換算駆動輪速度の誤差が大きくなるため、駆動操舵輪のスリップがそれほど小さくなく駆動力がそれほど低下していない状態であってもすべり速度が基準値を超えて駆動力が制限される可能性がある。ここでは、操舵角がより大きくなっても補正すべり速度が基準値を超え難いので駆動輪が大きくスリップしていないにも拘らず基準値を超えることがない。従って、操舵角が大きくなると、駆動操舵輪がスリップして路面に対する駆動力又は制動力が低下する状態でないにも拘らず駆動モータの駆動トルク又は制動トルクが制限されない。その結果、車両の旋回時にも路面に対する駆動力又は制動力を確実に確保することができる。

40

**【0020】**

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の産業車両の駆動制御装置において、前記駆動モータによる回生制動時に、前記駆動力調整操作手段の操作量に対する前記駆動モータの制動力を制限するときに、前記従動輪に設けられたブレーキ装置を制御して該従動輪を制動することを特徴とする。

50

## 【 0 0 2 1 】

請求項 2 に記載の発明によれば、請求項 1 に記載の発明の作用に加えて、駆動モータによる回生制動時に駆動モータの制動力が制限されるときには、油圧ブレーキが作動され従動輪が制動される。従って、制動時には、駆動操舵輪及び従動輪によって車体が制動されるので、滑り易い路面上であってもより短い制動距離で停止させることができる。

## 【 0 0 2 4 】

## 【発明の実施の形態】

## (第 1 の実施の形態)

以下、本発明をリーチ型フォークリフトトラックの駆動制御装置に具体化した第 1 の実施の形態を図 1 ~ 図 9 に従って説明する。

10

## 【 0 0 2 5 】

図 2 , 3 に示すように、産業車両としてのリーチ型フォークリフトトラック 1 0 (以下、リーチフォークリフトという)は、左右一对の従動輪としての前輪 1 1 L , 1 1 R と、駆動操舵輪(以下、単に駆動輪という) 1 2 及びキャスター輪 1 3 からなる後輪とを備えている。

## 【 0 0 2 6 】

リーチフォークリフト 1 0 には、その車体 1 4 の前部に左右一对のリーチレグ 1 5 が設けられている。各リーチレグ 1 5 の先端部には、前記前輪 1 1 L , 1 1 R がそれぞれ支持されている。各前輪 1 1 L , 1 1 R には、それぞれ油圧ブレーキ 1 6 が設けられている。又、両リーチレグ 1 5 の間には、マスト装置 1 7 が前後に移動可能に支持されている。

20

## 【 0 0 2 7 】

車体 1 4 の後部には、その左部分にドライブユニット 1 8 が設けられている。ドライブユニット 1 8 は駆動モータ 1 9 を備え、その下部に支持した前記駆動輪 1 2 を駆動する。尚、本実施形態では、駆動モータ 1 9 は交流誘導モータである。又、車体後部の右部分には運転席 2 0 が設けられ、その下側に前記キャスター輪 1 3 が支持されている。ドライブユニット 1 8 とキャスター輪 1 3 とは、図示しないサスペンション機構によって上下に互いに逆向きに変位可能に支持されている。そして、駆動輪 1 2 及びキャスター輪 1 3 は、サスペンション機構によって、車両重心の車両の前後方向における位置が変化しても駆動輪 1 2 の輪重が変化しにくいように支持されている。

## 【 0 0 2 8 】

車体後部の上側には、運転席 2 0 の前側に操作盤 2 1 が設けられ、運転席 2 0 の左側にハンドル 2 2 が設けられている。ハンドル 2 2 は、前記駆動輪 1 2 を操舵する。操作盤 2 1 には駆動力調整操作手段としてのアクセルレバー 2 3、リフトレバー 2 4、リーチレバー 2 5 及びチルトレバー 2 6 が設けられている。

30

## 【 0 0 2 9 】

次に、前記油圧ブレーキ 1 6 を制御するための油圧回路について説明する。

図 1 に示すように、車体後部にはオイルタンク 3 0、荷役モータ 3 1、オイルポンプ 3 2、ブレーキ制御バルブユニット 3 3 等が設けられている。

## 【 0 0 3 0 】

荷役モータ 3 1 はオイルポンプ 3 2 を駆動してオイルタンク 3 0 の作動油を所定の油圧でブレーキ制御バルブユニット 3 3 及びオイルコントロールバルブ 3 4 に供給する。尚、オイルコントロールバルブ 3 4 は図示しないリフトシリンダ、リーチシリンダ及びチルトシリンダに対して供給する作動油を制御するためのバルブユニットであって、リフトレバー 2 4、リーチレバー 2 5 及びチルトレバー 2 6 によってそれぞれ操作される。

40

## 【 0 0 3 1 】

ブレーキ制御バルブユニット 3 3 は、図示しない減圧弁、シャットオフ弁、リニアソレノイド弁及びアキュームレータ 3 3 a 等が一体化された弁ユニットである。ブレーキ制御バルブユニット 3 3 は、オイルポンプ 3 2 から所定の油圧で供給される作動油をアキュームレータ 3 3 a に蓄圧し、電気制御によって各油圧ブレーキ 1 6 に出力する油圧を制御する。

50

## 【 0 0 3 2 】

各油圧ブレーキ 1 6 は、所定油圧で供給される作動油によって作動し、前輪 1 1 L , 1 1 R を制動する。

次に、駆動モータ 1 9 及び荷役モータ 3 1 を制御するための電氣的構成について説明する。

## 【 0 0 3 3 】

図 1 に示すように、車両後部には、アクセル開度センサ 4 0、後輪側の回転数センサ 4 1 a , 4 1 b、操舵角センサ 4 2、圧力スイッチ 4 3 及びコントローラ 4 4 が設けられ、各リーチレグ 1 5 には前輪側の回転数センサ 4 5 L , 4 5 R が設けられている。本実施形態では、回転数センサ 4 1 a , 4 1 b 及びコントローラ 4 4 が駆動輪速度検出手段を構成し、回転数センサ 4 5 L , 4 5 R 及びコントローラ 4 4 が従動輪速度検出手段を構成する。又、コントローラ 4 4 がトルク制御手段である。さらに、アクセル開度センサ 4 0、回転数センサ 4 1 a , 4 1 b、操舵角センサ 4 2、コントローラ 4 4 及び回転数センサ 4 5 L , 4 5 R が駆動制御装置を構成する。

10

## 【 0 0 3 4 】

アクセル開度センサ 4 0 は操作盤 2 1 の下方に配置され、アクセルレバー 2 3 のアクセル開度、即ち、中立位置での操作量を「 0 」として前進側及び後進側のアクセル開度 ACC を検出して出力する。

## 【 0 0 3 5 】

回転数センサ 4 1 a , 4 1 b は例えばホール素子、磁気抵抗素子等の磁気センサであって、駆動モータ 1 9 の出力軸に固定された図示しないギヤを被検出体としてその回転数を検出する。各回転数センサ 4 1 a , 4 1 b は、駆動輪回転数としての後輪回転数 ND と、駆動モータ 1 9 のモータ回転数 NM とに対応するパルス信号を生成してコントローラ 4 4 に出力する。又、各回転数センサ 4 1 a , 4 1 b は、駆動モータ 1 9 の回転方向に応じて位相のずれが逆となるパルス信号を出力する。

20

## 【 0 0 3 6 】

操舵角センサ 4 2 はドライブユニット 1 8 の近傍に設けられ、直進状態を「 0 」として右方向及び左方向の操舵角 を検出し、その検出信号をコントローラ 4 4 に出力する。

## 【 0 0 3 7 】

圧力スイッチ 4 3 は前記ブレーキ制御バルブユニット 3 3 に設けられ、各油圧ブレーキ 1 6 に供給されるように減圧された油圧が所定の油圧を下回ったときに信号をコントローラ 4 4 に出力する。

30

## 【 0 0 3 8 】

回転数センサ 4 5 L , 4 5 R は例えばホール素子、磁気抵抗素子を検出素子として備えた回転数センサであってリーチレグ 1 5 に設けられている。各回転数センサ 4 5 L , 4 5 R はそれぞれ前輪 1 1 L , 1 1 R に設けられた被検出部を検出することで、各前輪 1 1 L , 1 1 R の従動輪回転数としての前輪回転数 NFL , NRF に対応したパルス信号をコントローラ 4 4 に出力する。

## 【 0 0 3 9 】

コントローラ 4 4 は図示しない制御装置、三相インバータ回路等からなり、アクセル開度 ACC、後輪回転数 ND、モータ回転数 NM、操舵角 及び前輪回転数 NFL , NRF に基づいて駆動モータ 1 9 の回転方向、駆動トルク及び制動トルクを制御する。制御装置は、マイクロコンピュータから構成されている。尚、駆動トルクは駆動モータ 1 9 が駆動輪 1 2 を回転駆動して車両を前進又は後進させるときに発生するトルクであり、制動トルクは前進状態又は後進状態からのスイッチバック操作時に回生制動によって発生するトルクである。

40

## 【 0 0 4 0 】

又、コントローラ 4 4 は、各レバー 2 4 , 2 5 , 2 6 が操作されるときに荷役モータ 3 1 を運転するとともに、各レバー 2 4 ~ 2 6 が操作されていないときであっても圧力スイッチ 4 3 から信号を入力するときには荷役モータ 3 1 を運転する。

50

## 【 0 0 4 1 】

コントローラ 4 4 は、車両の走行中における駆動モータ 1 9 の運転制御、車両の加速時及び制動時における駆動モータ 1 9 の駆動力及び制動力制御（トラクション制御）、制動時の油圧ブレーキ 1 6 の制動制御等を行う。コントローラ 4 4 は、予め記憶されている制御プログラムを前記マイクロコンピュータが実行することによって前記各制御を行う。

## 【 0 0 4 2 】

コントローラ 4 4 は、アクセルレバー 2 3 が前進側又は後進側に操作されたときに、駆動モータ 1 9 を運転制御して車両を走行させる。

駆動モータ 1 9 の運転制御として、コントローラ 4 4 は、アクセル開度センサ 4 0 が検出する操作量としてのアクセル開度 ACC と、回転数センサ 4 1 a , 4 1 b が検出するモータ回転数 NM とから、予め設定されている目標駆動トルクを求め、そして、予め設定されている増大量又は減少量ずつ駆動モータ 1 9 の駆動トルクを増大又は減少させて目標駆動トルクで運転する。コントローラ 4 4 は、アクセル開度 ACC が前進側であるときには駆動モータ 1 9 を正転駆動し、アクセル開度 ACC が後進側であるときには駆動モータ 1 9 を逆転駆動する。

10

## 【 0 0 4 3 】

又、コントローラ 4 4 は、車両の前進状態及び後進状態での加速時に、駆動輪 1 2 のスリップを抑制して路面に対する駆動力の低下を抑制するための駆動モータ 1 9 の駆動力制御を行う。

## 【 0 0 4 4 】

駆動力制御として、コントローラ 4 4 は、各回転数センサ 4 5 L , 4 5 R が検出する前輪回転数 NLF , NRF から、車体 1 4 の各前輪 1 1 L , 1 1 R の位置における車速である従動輪速度としての前輪速度 VLF , VRF を求める。詳述すると、コントローラ 4 4 は、予め記憶されている前輪 1 1 L , 1 1 R の半径と前記回転数 NLF , NRF とから、各前輪 1 1 L , 1 1 R 毎に前輪速度 VLF , VRF を求める。この前輪速度 VLF , VRF は、前輪 1 1 L , 1 1 R と路面との間にスリップがないものとして求められる。

20

## 【 0 0 4 5 】

又、コントローラ 4 4 は、各回転数センサ 4 1 a , 4 1 b が検出する後輪回転数 ND から、駆動輪速度としての後輪速度 VD を求める。詳述すると、コントローラ 4 4 は、予め記憶されている駆動輪 1 2 の半径と前記後輪回転数 ND とから後輪速度 VD を求める。この後輪速度 VD は、駆動輪 1 2 と路面との間にスリップがあると駆動輪 1 2 の位置における車速よりも大きくなる。

30

## 【 0 0 4 6 】

次に、コントローラ 4 4 は、各前輪速度 VLF , VRF を、駆動輪 1 2 の速度に換算した換算駆動輪速度としての換算後輪速度 VDP を求める。即ち、この換算後輪速度 VDP は、駆動輪 1 2 と路面との間にスリップがないものとして求めた後輪速度である。

## 【 0 0 4 7 】

詳述すると、コントローラ 4 4 は、操舵角センサ 4 2 が検出する操舵角に基づき、車両が直進状態であるか又は左右いずれかの旋回状態であるかを判断する。そして、直進状態であるときには、左右いずれか一方の回転数センサ 4 5 L ( 4 5 R ) が検出する前輪回転数 NLF ( NRF ) から前輪速度 VLF ( VRF ) を求め、この前輪速度 VLF ( VRF ) を換算して換算後輪速度 VDP を求める。又、車両が左右いずれかの旋回状態であるときには、旋回外側となる前輪 1 1 L ( 1 1 R ) の前輪回転数 NLF ( NRF ) から前輪速度 VLF ( VRF ) を求め、この前輪速度 VLF ( VRF ) を換算して換算後輪速度 VDP を求める。

40

## 【 0 0 4 8 】

具体的には、コントローラ 4 4 は、以下のようにして前輪速度 VLF ( VRF ) から換算後輪速度 VDP を求める。

図 4 , 5 に示すように、左右前輪 1 1 L , 1 1 R はトレッド 2 LT だけ車両の幅方向に離れた位置に配置され、左右前輪 1 1 L , 1 1 R と駆動輪 1 2 とは、ホイールベース LW だけ前後方向に離れた位置に配置されている。そして、駆動輪 1 2 は、左右前輪 1 1 L , 1

50

1 Rの左右方向での中心線から車両左側にLDだけ偏った位置に配置されている。そして、駆動輪1 2は、その操舵角が直進時の0°から最大80°となるまで右操舵され、又、最大100°となるまで左操舵されるものとして説明する。

【0049】

図4に示すように、駆動輪1 2が右操舵された状態では、旋回外側となる左側前輪1 1 Lの旋回半径 $LFR = (LW / \tan R - LT + LD)$ となり、駆動輪1 2の旋回半径 $LDR = (LW / \sin R)$ となる。従って、左側前輪1 1 Lの前輪速度 $VLF$ に対して、スリップがないと仮定したときの後輪速度 $VD$ の速度比 $VD / VLF$ は、 $VD / VLF = LDR / LFR = (LW / (LW \cos R + (LT - LD) \sin R))$ となる。そして、コントローラ44は、右操舵時には、この速度比 $VD / VLF$ を変換係数 $K1(R)$ として、旋回外側の前輪である左側前輪1 1 Lの前輪速度 $VLF$ に乗じることで換算後輪速度 $VP$ を求める。

10

【0050】

一方、図5に示すように、駆動輪1 2が左操舵された状態では、旋回外側となる右側前輪1 1 Rの旋回半径 $LFL = (LW / \tan L + LT + LD)$ となり、駆動輪1 2の旋回半径 $LDL = (LW / \sin L)$ となる。従って、右側前輪1 1 Rの前輪速度 $VRF$ に対して、すべりがないと仮定したときの後輪速度 $VD$ の速度比 $VD / VRF$ は、 $VD / VRF = LDL / LFL = (LW / (LW \cos L + (LT + LD) \sin L))$ となる。そして、コントローラ44は、右操舵時には、この速度比 $VD / VRF$ を変換係数 $K1(L)$ として、旋回外側の前輪である右側前輪1 1 Rの前輪速度 $VRF$ に乗じることで換算後輪速度 $VP$ を求める。

20

【0051】

尚、右旋回時の変換係数 $K1(R)$ は、図6に示すように、右操舵角が0~80°の範囲に対して1.0~約3.2の範囲で変化する。一方、左旋回時の変換係数 $K1(L)$ は、左操舵角が0~100°の範囲に対して約0.9~約3.0の範囲で変化する。図6に示すように、変換係数 $K1(R)$ は、操舵角がより大きいほどその変化量がより大きくなる特性を示す。

【0052】

又、コントローラ44は、前記後輪速度 $VD$ から換算後輪速度 $VP$ を差し引いた速度差 $(VD - VP)$ を、駆動輪1 2と路面とのすべり速度 $VSD (= VD - VP)$ として求める。

30

【0053】

次に、コントローラ44は、操舵角センサ42から入力する操舵角に応じて予め設定されている変換係数 $K2(R)$ を前記すべり速度 $VSD$ に乗じた値を補正すべり速度 $VSK (= VSD \cdot K2(R))$ として求める。本実施形態では、変換係数 $K2(R)$ は、図7に示すように、操舵方向毎に、操舵角が「0」~最大操舵角の範囲に対して、1.0~0.2の範囲で連続的に変化するように設定されている。

【0054】

補正すべり速度 $VSK$ を求める理由を述べる。第1の理由としては、前輪側の回転数センサ45 L, 45 Rがホール素子、磁気抵抗素子等の磁気センサである場合には、前輪速度 $VLF, VRF$ の検出分解能は前輪1 1 L, 1 1 Rの1回転当たり数十パルス程度である。このため、図8に示すように、車両発進時には、前輪速度 $VLF, VRF$ が実際の前輪1 1 L, 1 1の速度よりも遅れて検出される状態が発生し、前輪速度 $VLF, VRF$ が最大0.1 m/s程度下回ることがある。尚、回転数センサ45 L, 45 Rが出力するパルス信号から前輪速度 $VLF, VRF$ を求めると、検出値が変化しない時間がマイクロコンピュータの制御周期に比較して数倍の大きさとなる。このため、実際には、回転数センサ45 L, 45 Rが出力するパルス信号に基づく検出値を一次フィルタ処理した値を前輪速度 $VLF, VRF$ としている。一方、後輪側の回転数センサ41 a, 41 bによる後輪速度 $VD$ の検出分解能は、駆動輪1 2の1回転当たり数百パルスである。

40

【0055】

50

第2の理由として、操舵角センサ42には検出誤差があるが、図6に示すように、操舵角が大きくなるほど変換係数 $K_1$ ( )の変化量がより大きくなるので、操舵角が大きいほど変換係数 $K_1$ ( )が実際の値からより大きくずれる傾向がある。

【0056】

この2つの理由によって、車両の加速時の前輪速度 $V_{LF}$ 、 $V_{RF}$ がより小さいほど、又、旋回時の操舵角が大きいほど、求められた換算後輪速度 $V_{DP}$ が駆動輪12の位置における実際の車速よりもより小さくなりすべり速度 $V_D$ が実際より大きくなる傾向がある。そこで、本実施形態では、操舵角がより大きいときほど、すべり速度 $V_D$ をより小さな補正すべり速度 $V_{DK}$ に変換する変換係数 $K_2$ ( )を設定する。そして、換算後輪速度 $V_{DP}$ が求められたときの操舵角に対応する変換係数 $K_2$ ( )をすべり速度 $V_D$ に乗じた補正すべり速度 $V_{DK}$ を求める。従って、補正すべり速度 $V_{DK}$ は、車両の加速時においては前輪速度 $V_{LF}$ 、 $V_{RF}$ の検出遅れによって、見かけ上のすべり速度 $V_D$ が実際よりも大きくなるようにし、車両の旋回時においては操舵角の検出誤差によって、見かけ上のすべり速度 $V_D$ が実際よりも大きくなるようにする。尚、操舵角がより大きな旋回状態では、一般的に車速がより低くなる。このため、操舵角がより大きくなるほどより小さくなる変換係数 $K_2$ ( )を設定することは、車速がより低くなるほどより小さくなる変換係数 $K_2$ ( )を設定することでもある。

10

【0057】

次に、コントローラ44は、アクセルレバー23のアクセル開度ACCに基づいて駆動モータ19を運転制御するとき、前記補正すべり速度 $V_{DP}$ が予め設定された基準値範囲内の値となるように駆動モータ19の駆動トルクを目標駆動トルクよりも制限する。

20

【0058】

すべり速度 $V_D$ に対する駆動輪12と路面との間の摩擦係数の関係は、リーチフォークリフト10の全車速範囲(例えば、最高10km/hまでの車速域)では車速に関係のない特性を示し、図9に示すように、すべり速度 $V_D$ が約0.1のときに摩擦係数が最大となることが知られている。詳述すると、すべり速度 $V_D$ が「0」から約0.1の間では摩擦係数が急激に増大する。そして、すべり速度 $V_D$ が約0.1から約0.3の間では摩擦係数が比較的急激に減少する。さらに、すべり速度 $V_D$ が約0.3以上の範囲では、摩擦係数は緩慢に減少する。即ち、摩擦係数の最大値が静摩擦係数であり、摩擦係数が緩慢に変化する際の値が動摩擦係数である。そこで、駆動力制御では、例えばすべり速度が0.1~0.2の範囲を基準範囲とし、補正すべり速度 $V_D$ がこの基準範囲内となるように駆動モータ19の駆動トルクを目標駆動トルクから制限する。このことにより、補正すべり速度 $V_D$ が、基準値である0.2を超えないように駆動モータ19の駆動トルクを制限する。

30

【0059】

又、コントローラ44は、車両の前進状態又は後進状態からのスイッチバック操作による駆動輪12での制動時に、駆動輪12のスリップを抑制して路面に対する制動力の低下を抑制するための駆動モータ19の制動力制御を行う。

【0060】

制動力制御として、コントローラ44は、各回転数センサ41a、41bから入力する検出信号から車両の走行方向を検出する。そして、コントローラ44は、車両が前進中にアクセルレバー23が後進側にスイッチバック操作されたとき、公知の回生制動によって駆動輪12を制動する。同様に、コントローラ44は、車両が後進中にアクセルレバー23が前進側にスイッチバック操作されたときにも回生制動によって駆動輪12を制動する。

40

【0061】

このとき、コントローラ44は、加速時に行う駆動力制御と同様に、前輪速度 $V_{LF}$ 、 $V_{RF}$ 及び後輪速度 $V_D$ を求めるとともに、前輪速度 $V_{LF}$ 、 $V_{RF}$ から換算後輪速度 $V_{DP}$ を求める。さらに、コントローラ44は、すべり速度 $V_D$ さらに補正すべり速度 $V_{DK}$ を求める。そして、コントローラ44は、アクセルレバー23のスイッチバック操作によって駆動モータ19を回生制動するとき、求めた補正すべり速度 $V_{DK}$ が基準範囲内の値となる

50

ように駆動モータ 19 の制動トルクを目標制動トルクから制限する。

【 0 0 6 2 】

次に、以上のように構成されたリーチフォークリフトの作用について説明する。

車両が停止状態のときにアクセルレバー 23 を中立位置から前進側に操作すると、コントローラ 44 はアクセル開度 ACC に対応する目標駆動トルクまで駆動モータ 19 の駆動トルクを所定の増大量で徐々に増大させる。すると、リーチフォークリフト 10 が加速して前進する。

【 0 0 6 3 】

このとき、駆動輪 12 の路面に対する駆動力が駆動輪重と路面との摩擦係数で決まる最大摩擦力を超えると、駆動輪 12 がスリップして駆動輪 12 の位置における実際の車速よりも後輪速度  $V_D$  が大きくなる。後輪速度  $V_D$  が増大して補正すべり速度  $V_{DK}$  が所定の基準値を超えると、コントローラ 44 は駆動モータ 19 の駆動トルクを目標駆動トルクよりも制限し、補正すべり速度  $V_{DK}$  を所定の基準値範囲内の値に制御する。従って、アクセルレバー 23 のアクセル開度 ACC 及び路面の状態に拘らず、駆動輪 12 のスリップが抑制され路面に対する駆動力の低下が抑制される。その結果、アクセル開度 ACC が大き過ぎたり路面が滑り易い状態であっても、駆動輪 12 が無用にスリップすることなく車両が迅速に加速する。尚、車両が停止状態のときにアクセルレバー 23 を中立位置から後進側に操作した場合においても、同様にして、補正すべり速度  $V_{DK}$  が基準値を超えると、コントローラ 44 が駆動モータ 19 の駆動トルクを目標駆動トルクから制限する。

【 0 0 6 4 】

又、車両が前進中にアクセルレバー 23 をスイッチバック操作すると、コントローラ 44 はアクセル開度 ACC に対応する目標制動トルクとなるように駆動モータ 19 を運転制御する。すると、駆動輪 12 が制動されて車両が減速する。

【 0 0 6 5 】

このとき、駆動輪 12 の路面に対する制動力が駆動輪重と路面との最大摩擦力を超えると、駆動輪 12 がスリップして駆動輪 12 の位置における実際の車速よりも後輪速度  $V_D$  が小さくなる。後輪速度  $V_D$  が減少して補正すべり速度  $V_{DK}$  の大きさが所定の基準値を超えると、コントローラ 44 が駆動モータ 19 の制動トルクを目標制動トルクよりも小さく制限する。そして、補正すべり速度  $V_{DK}$  の大きさが基準値範囲内となるように、駆動モータ 19 の制動トルクが制御される。従って、アクセル開度 ACC 及び路面の状態に拘らず、駆動輪 12 のスリップが抑制され路面に対する制動力の低下が抑制される。その結果、スイッチバックのためのアクセル開度 ACC が大き過ぎたり路面が滑り易い状態であっても、駆動輪 12 が無用にスリップすることなく車両が迅速に減速する。尚、車両の後進中にアクセルレバー 23 を後進側から前進側にスイッチバック操作した場合においても、同様にして、補正すべり速度  $V_{DP}$  が基準値を下回ると、コントローラ 44 が駆動モータ 19 の制動トルクを目標制動トルクから制限する。

【 0 0 6 6 】

又、車両が前進中又は後進中にスイッチバックによる制動が行われたとき、補正すべり速度  $V_{DK}$  の大きさが基準値を超えると、コントローラ 44 が各油圧ブレーキ 16 を作動させて前輪 11 L, 11 R を制動する。その結果、車両が駆動輪 12 によって制動されるとともに左右前輪 11 L, 11 R によっても制動される。

【 0 0 6 7 】

車両を、左右いずれかの前輪 11 L, 11 R を旋回中心として旋回させると、旋回外側の前輪 11 L, 11 R の前輪速度  $V_{LF}$  ( $V_{RF}$ ) から補正すべり速度  $V_{DK}$  が求められる。そして、駆動輪 12 がスリップして補正すべり速度  $V_{DK}$  が基準値を超えると、駆動モータ 19 の駆動トルクが目標駆動トルクから制限される。その結果、アクセル開度 ACC や路面の状態に拘らず、駆動輪 12 のスリップが抑制される。従って、左右前輪 11 L, 11 R のいずれかを旋回中心とする旋回時に駆動輪 12 がスリップしても、前輪 11 L, 11 R を駆動することなくスリップが抑制され路面に対する駆動力の低下が抑制される。

【 0 0 6 8 】

10

20

30

40

50

以上詳述した本実施の形態のリーチフォークリフトによれば、以下の各効果を得ることができる。

(1) 本実施形態では、旋回時に外側となる前輪 11L (11R) の前輪回転数 NLF (NRF) から前輪速度 VLF (VRF) を求めるとともに、駆動輪 12 の後輪回転数 ND から後輪速度 VD を求めた。そして、前輪速度 VLF (VRF) から求めた換算後輪速度 VDP と後輪速度 VD との速度差であるすべり速度 VD を求め、このすべり速度 VD から求めた補正すべり速度 VDK が所定の基準値範囲 (即ち、路面の摩擦係数が大きな範囲となるすべり速度の範囲) 内の値となるように車両の加速時に駆動モータ 19 の駆動トルクを目標駆動トルクから制限するようにした。

【0069】

従って、左右前輪 11L, 11R のいずれかを旋回中心とする旋回時に駆動輪 12 がスリップしても、前輪 11L, 11R を駆動することなくスリップが抑制され路面に対する駆動力の低下が抑制される。その結果、駆動操舵輪 12 の路面に対する駆動力又は制動力をより確実に確保することができ、しかも、左右前輪 11L, 11R のいずれか一方を旋回中心とする旋回を円滑に行うことができる。

【0070】

又、旋回外側の前輪 11L (11R) は旋回内側の前輪 11R (11L) よりも前輪速度 VLF (VRF) が大きくなる。従って、前輪速度 VLF (VRF) がより高い精度で検出されるので、加速時又は制動時において駆動輪 12 のスリップをより一層確実に抑制して駆動力又は制動力をより一層確実に抑制することができる。

【0071】

(2) 加えて本実施形態では、スイッチバック操作に基づく回生制動時においても、補正すべり速度 VDK が基準値範囲内の値となるように駆動モータ 19 の制動トルクを目標制動トルクから制限するようにした。従って、アクセル開度 ACC 及び路面の状態に拘らず、駆動輪 12 のスリップが抑制され路面に対する制動力の低下が抑制される。その結果、左右の前輪 11L, 11R を制動することなく駆動輪 12 の路面に対する制動力を確実に確保することができる。このため、アクセル開度 ACC 及び路面の状態に拘らず、車両を迅速に減速させることができるとともに駆動輪 12 の摩擦を抑制することができる。

【0072】

(3) 加えて本実施形態では、すべり速度 VD に操舵角  $\delta$  に応じた変換係数 K2 ( ) を乗じることで、操舵角  $\delta$  がより大きくなるにつれてより基準値を超え難いようにした換算した補正すべり速度 VDK に基づいて駆動モータ 19 の駆動トルク及び制動トルクを制限するようにした。従って、操舵角  $\delta$  が大きくなるにつれて換算後輪速度 VDP の誤差が大きくなる場合であっても、駆動輪 12 がスリップしていないにも拘らず補正すべり速度 VDK が基準値を超えることがない。このため、車両の旋回時に駆動モータ 19 の駆動トルクが無用に制限されることがないので、操舵状態での加速時又は制動時にも車両を迅速に加速及び制動することができる。

【0073】

又、前輪回転数 NLF, NRF の検出分解能が後輪回転数 ND の検出分解能より低く車両の加速時に前輪速度 VLF, VRF の検出遅れがある場合に、駆動輪 12 がスリップしていないにも拘らず補正すべり速度 VDK が基準値を超えることがない。その結果、停止状態又は低速状態からの車両の加速時に駆動モータ 19 の駆動トルクが無用に制限されることがなく、車両を迅速に加速させることができる。又、前輪速度 VLF, VRF 及び後輪速度 VD の検出を、分解能は低いが信頼性が高い磁気抵抗素子、ホール素子等の磁気センサを用いた回転検出装置で行うことができる。

【0074】

(4) 加えて本実施形態では、スイッチバックによる制動時に、駆動モータ 19 の制動トルクが制限されるときには各前輪 11L, 11R の油圧ブレーキ 16 を作動させるようにした。従って、スイッチバックによる制動時には、車両が駆動輪 12 によって制動されるとともに左右前輪 11L, 11R によっても制動されるので、滑り易い路面上であって

10

20

30

40

50

もより短い制動距離で停止することができる。

【 0 0 7 5 】

(第2の実施の形態)

次に、本発明を具体化した第2の実施の形態を図10～図13に従って説明する。尚、本実施の形態は、前記第1の実施の形態において車両の加速時及び制動時にコントローラ44が行う駆動モータ19の駆動力及び制動力制御の内容を変更したことのみのみが第1の実施の形態と異なる。従って、第1の実施の形態と同じ構成については、符号を同じにしてその説明を省略し、駆動力制御及び制動力制御のみについて詳述する。

【 0 0 7 6 】

駆動輪12の駆動力制御として、コントローラ44は、前記第1実施形態と同様に、直進時には左右前輪11L, 11Rのいずれか一方、旋回時には外側となる前輪11L(11R)の回転数センサ45L(45R)が検出する前輪回転数 $N_{LF}$ ( $N_{RF}$ )から前輪速度 $V_{LF}$ ( $V_{RF}$ )を求める。又、各回転数センサ41a, 41bが検出する後輪回転数 $N_D$ から後輪速度 $V_D$ を求める。さらに、前輪速度 $V_{LF}$ ( $V_{RF}$ )から換算後輪速度 $V_{DP}$ を求める。

【 0 0 7 7 】

本実施形態では、第1実施形態と異なり、コントローラ44は、後輪速度 $V_D$ から換算後輪速度 $V_{DP}$ を差し引いた速度差( $V_D - V_{DP}$ )を後輪速度 $V_D$ で除したスリップ率 $S_{LP}$ ( $= (V_D - V_{DP}) / V_D$ )を求める。

【 0 0 7 8 】

そして、コントローラ44は、アクセルレバー23のアクセル開度 $A_{CC}$ に基づいて駆動モータ19を運転制御するときに、スリップ率 $S_{LP}$ が予め設定された基準値範囲内の値となるように駆動トルクを制御する。

【 0 0 7 9 】

この理由は、スリップ率 $S_{LP}$ は、車速に関係なく例えば0.1～0.2の範囲で路面との摩擦係数が最も大きくなるからである。コントローラ44は、例えばスリップ率 $S_{LP}$ が0.1～0.2の範囲を基準範囲とし、スリップ率 $S_{LP}$ がこの基準範囲内の値となるように駆動モータ19の駆動トルクを目標駆動トルクから制限する。このことにより、スリップ率 $S_{LP}$ が、基準値である0.2を超えないように駆動モータ19の駆動トルクを制限する。

【 0 0 8 0 】

又、コントローラ44は、駆動力制御として、前輪速度 $V_{LF}$ ,  $V_{RF}$ の大きい方が予め設定された基準速度 $V_0$ 未満であるときには、その前輪速度 $V_{LF}$ ( $V_{RF}$ )の値を基準速度 $V_0$ に置き換えて換算後輪速度 $V_{DP}$ を求める。

【 0 0 8 1 】

この理由を述べる。第1実施形態でも述べたように、回転数センサ45L, 45Rによる前輪速度 $V_{LF}$ ( $V_{RF}$ )の検出分解能は、回転数センサ41a, 41bによる後輪速度 $V_D$ 検出分解能よりも低い。このため、停止状態又は低速状態から車両が加速するときのように低い車速域では、検出される前輪速度 $V_{LF}$ ( $V_{RF}$ )が後輪速度 $V_D$ に対して遅れる状態が発生する。このため、低い車速域からの加速時には、駆動輪12がそれほどスリップしておらず路面に対する駆動力が低下しない状態であるにも拘らず、スリップ率 $S_{LP}$ が基準値を超えることがある。すると、駆動モータ19の駆動トルクが制限され、車両を迅速に加速させることができなくなる。そこで、車両の加速時に、前輪速度 $V_{LF}$ ( $V_{RF}$ )の検出の遅れによって見かけ上のスリップ率 $S_{LP}$ が基準値を超えてしまう可能性のある車速域の最大値を基準速度 $V_0$ として設定し、この基準速度 $V_0$ 未満においては前輪速度 $V_{LF}$ ( $V_{RF}$ )の値を基準速度 $V_0$ に置き換えてスリップ率 $S_{LP}$ を求める。

【 0 0 8 2 】

又、車両が走行中にアクセルレバー23がスイッチバック操作されたときに行う制動力制御として、コントローラ44は、加速時に行う駆動力制御の場合と同様に、後輪速度 $V_D$ と換算後輪速度 $V_{DP}$ とからスリップ率 $S_{LP}$ を求める。そして、コントローラ44は、駆動モータ19を回生制動するときに、スリップ率 $S_{LP}$ が基準範囲内の値となるように駆動モ

10

20

30

40

50

ータ 19 の制動トルクを目標制動トルクから制限する。

【 0 0 8 3 】

以上のように構成されたリーチフォークリフトにおいても、前記第 1 実施形態と同様に、車両の加速時における駆動操舵輪 1 2 のスリップが、スリップ率  $S_{LP}$  に基づいて抑制され、駆動操舵輪 1 2 の路面に対する駆動力の低下が抑制される。又、車両の制動時における駆動操舵輪 1 2 のスリップが、スリップ率  $S_{LP}$  に基づいて抑制され、駆動操舵輪 1 2 の路面に対する制動力の低下が抑制される。

【 0 0 8 4 】

車両を発進させると、前輪車速  $V_{LF} (V_{RF})$  が基準速度  $V_0$  となるまでは、前輪速度  $V_{FL} (V_{RF})$  の検出遅れによって見かけ上のスリップ率  $S_{LP}$  が基準値を超える状態が発生する。ここで、前輪速度  $V_{LF} (V_{RF})$  が基準速度  $V_0$  以下では、前輪速度  $V_{LF} (V_{RF})$  を基準速度  $V_0$  に置き換えてスリップ率  $S_{LP}$  が求められるので、駆動操舵輪 1 2 がそれほどスリップしていないにも拘らず駆動モータ 19 の駆動トルクが制限されることがない。以下、この効果を実験データで説明する。

【 0 0 8 5 】

図 10 は、濡れた路面上で車両を発進させたときに、検出した前輪速度  $V_{LF} (V_{RF})$  をそのまま用いて求めたスリップ率  $S_{LP}$  と、スリップ率の実測値の時間に対する変化を示したグラフである。図 10 に示すように、発進直後には、前輪速度  $V_{LF}, V_{RF}$  の検出遅れによって見かけ上のスリップ率  $S_{LP}$  が、スリップ率の実測値に対して大きく乖離する。従って、見かけ上のスリップ率  $S_{LP}$  に基づいて駆動モータ 19 の駆動トルクを制限すると、駆動輪 1 2 がさほどスリップしておらず路面に対する駆動力が低下していない状態で駆動輪 1 2 の駆動力が制限される。その結果、車両が迅速に加速しなくなる。

【 0 0 8 6 】

一方、図 11 は、同じ路面上で車両を発進させたときに、基準速度  $V_0 = 0.1 \text{ m/s}$  以下の車速域では、前輪速度  $V_{LF} (V_{RF})$  を  $V_0 = 0.1 \text{ m/s}$  として求めたスリップ率  $S_{LP}$  と、スリップ率の実測値との時間に対する変化を示したグラフである。この場合には、図 11 に示すように、発進直後に、見かけ上のスリップ率  $S_{LP}$  がスリップ率の実測値からそれほど大きく乖離しなくなっている。従って、適切なスリップ率  $S_{LP}$  の値を基準値として駆動モータ 19 の駆動トルクを制限することにより、発進時に駆動モータ 19 の駆動トルクが無用に制限されないようにして、車両を迅速に加速することができる。

【 0 0 8 7 】

又、図 12 は、乾いた路面上で車両を発進させたときに、検出した前輪速度  $V_{LF} (V_{RF})$  をそのまま用いて求めたスリップ率  $S_{LP}$  と、スリップ率の実測値の時間に対する変化を示したグラフである。図 12 に示すように、発進直後には、濡れた路面上での発進時と同様に、見かけ上のスリップ率  $S_{LP}$  がスリップ率の実測値に対して大きく乖離する。従って、見かけ上のスリップ率  $S_{LP}$  に基づいて駆動モータ 19 の駆動トルクを制限すると、駆動モータ 19 の駆動トルクが一旦制限されたことによって駆動輪 1 2 のスリップが抑制されたにも拘らず駆動トルクが制限され続ける。その結果、車両が迅速に加速しなくなる。

【 0 0 8 8 】

一方、図 13 は、同じ路面上で車両を発進させたときに、基準速度  $V_0 = 0.1 \text{ m/s}$  以下の車速域では、前輪速度  $V_{LF} (V_{RF})$  を  $V_0 = 0.1 \text{ m/s}$  として求めたスリップ率  $S_{LP}$  と、スリップ率の実測値との時間に対する変化を示したグラフである。この場合には、図 13 に示すように、発進直後に見かけ上のスリップ率  $S_{LP}$  がスリップ率の実測値から殆ど乖離しなくなっている。従って、適切なスリップ率  $S_{LP}$  の値を基準値として駆動モータ 19 の駆動トルクを制限することにより、発進時に駆動輪 1 2 がスリップしておらず駆動力が低下しない状態で駆動モータ 19 の駆動トルクが制限されないようにして車両を迅速に加速することができる。

【 0 0 8 9 】

以上詳述した本実施の形態のリーチ型フォークリフトによれば、前記第 1 の実施の形態における ( 1 ) , ( 2 ) , ( 4 ) に記載の各効果の他に以下に記載の各効果を得ることがで

10

20

30

40

50

きる。

【0090】

(1) 本実施形態では、車両の加速時に、前輪速度 $V_{LF}$ ( $V_{RF}$ )の検出分解能の低さによって検出が遅れるような所定の基準速度 $V_0$ 以下の車速域では、前輪速度 $V_{LF}$ ( $V_{RF}$ )の値を基準速度 $V_0$ に置き換えてスリップ率 $S_{LP}$ を求めるようにした。従って、停止状態又は低い車速からの車両の加速時に、前輪速度 $V_{LF}$ ( $V_{RF}$ )の検出が後輪速度 $V_D$ の検出に対して遅れても、駆動輪12がスリップしていない状態でスリップ率 $S_{LP}$ が基準値を超え難い。その結果、前輪速度 $V_{LF}$ ( $V_{RF}$ )の検出分解能が低い場合であっても、停止状態又は低い車速から車両を迅速に加速することができる。

【0091】

以下、上記実施形態以外の発明の実施形態を列挙する。

上記第1実施形態では、変換係数 $K_2$ ( )を、操舵角 に応じて連続的に変化するように設定した。これを、図14に示すように、「0」から最大操舵角までの操舵角範囲を複数の操舵角範囲に区分し、その各操舵角範囲に対してそれぞれ一定の変換係数 $K_A$ ,  $K_B$ ,  $K_C$ を設定してもよい。

【0092】

上記第1実施形態では、操舵角 に応じて変換係数 $K_2$ ( )を設定するようにしたが、前輪速度 $V_{LF}$ ( $V_{RF}$ )がより小さいときほど、すべり速度  $V_D$ をより小さい補正すべり速度  $V_{DK}$ に変換する変換係数を設定してもよい。この場合には、前輪回転数 $N_{LF}$ ,  $N_{RF}$ の検出が後輪速度 $V_D$ の検出に対して遅れる場合であっても、低車速域からの車両の加速時に、駆動輪12がスリップしていないにも拘らず補正すべり速度  $V_{DK}$ が基準値を超えることがない。その結果、停止状態又は低速域からの加速時に、駆動モータ19の駆動トルクが無用に制限されることがなく、車両を迅速に加速させることができる。

【0093】

上記第1実施形態では、直接には操舵角 のみに応じて変換係数 $K_2$ ( )を設定するようにしたが、これを、操舵角 及び前輪速度 $V_{LF}$ ( $V_{RF}$ )に応じて設定するようにしてもよい。例えば、図15に示すように、全操舵角範囲で連続的に変化するとともに、その変化率(減少率)が前輪速度 $V_{LF}$ ( $V_{RF}$ )が低くなるほど大きくなる変換係数 $K_3$ ( ,  $V_{LF}$ ( $V_{RF}$ ))を設定する。この場合には、第1実施形態の(3)に記載の効果を得ることができる上に、滑り易い路面上で、操舵角 を大きくした状態で停止状態又は低速状態から加速しようとするときに、駆動輪12がスリップして路面に対する駆動力が低下する状態であるにも拘らず、駆動モータ19の駆動トルクが制限されないという状態が起き難い。その結果、滑り易い路面上で操舵した状態から加速するときに、駆動輪12の路面に対する駆動力を確実に確保することができる。

【0094】

上記第1実施形態では、補正すべり速度  $V_{DK}$ の基準値を固定値としたが、前輪速度 $V_{FL}$ ,  $V_{RF}$ に応じて変化させてもよい。

同様に、第2実施形態で、スリップ率 $S_{LP}$ の基準値を、前輪速度 $V_{FL}$ ,  $V_{RF}$ に応じて変化させてもよい。

【0095】

上記第2の実施形態では、基準速度 $V_0$ を固定値としたが、作業する路面の状況に応じてオペレータ等が、基準速度 $V_0$ を適宜設定するようにしてもよい。この場合には、路面の状況に応じてより確実に、駆動輪12がスリップしていない状態で駆動トルクが制限されないようにするとともにスリップする状態で駆動トルクを制限することができる。

【0096】

上記各実施形態では、駆動モータ19を交流誘導モータとしたが、直流モータとしてもよい。この場合には、車両の加速時に、補正すべり速度  $V_{DK}$ 又はスリップ率 $S_{LP}$ が基準値範囲内となるように平均駆動電圧を制御することで、駆動モータ19の駆動トルクを制限すればよい。又、車両の制動時に、平均回生時間を制御することで制動トルクを制限すればよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 7 】

上記各実施形態では、リーチフォークリフトの駆動制御装置に実施したが、その他、例えば前輪が駆動操舵輪とされ、後輪が左右一对の従動輪とされた産業車両の駆動制御装置に実施してもよい。

## 【 0 0 9 8 】

以下、前述した各実施形態から把握される技術的思想をその効果とともに記載する。

( 1 ) 左右一对の従動輪が駆動されない産業車両において、前記産業車両の駆動制御装置を備えた。

## 【 0 0 9 9 】

( 2 ) 前記従動輪速度の検出分解能は、前記駆動輪速度の検出分解能よりも低い。このような構成によれば、従動輪速度及び駆動力速度を、ホール素子、磁気抵抗素子等からなる磁気センサを使用して検出することができるので、ロータリエンコーダ等の回転変位センサを使用する場合に比較して、取付スペースが小さくてすみ、又、コストを抑えることができる。

10

## 【 0 1 0 0 】

## 【 発明の効果 】

各請求項に記載の発明によれば、駆動操舵輪の路面に対する駆動力又は制動力をより確実に確保することができる。しかも、左右の従動輪のいずれかを旋回中心とする車両の旋回時に駆動操舵輪がスリップしても従動輪を駆動することなくスリップが抑制されるので、左右従動輪のいずれか一方を旋回中心とする旋回を円滑に行うことができる。

20

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 第 1 実施形態のリーチフォークリフトの駆動制御装置を示すブロック図。

【 図 2 】 リーチフォークリフトの概略側面図。

【 図 3 】 同じく概略平面図。

【 図 4 】 右旋回状態での前輪及び駆動輪の関係を示す平面図。

【 図 5 】 左旋回状態での前輪及び駆動輪の関係を示す平面図。

【 図 6 】 変換係数 - 操舵角の関係を示すグラフ。

【 図 7 】 変換係数 - 操舵角の関係を示すグラフ。

【 図 8 】 車速 - 時間の関係を示すグラフ。

【 図 9 】 摩擦係数 - すべり速度の特性を示すグラフ。

30

【 図 1 0 】 第 2 実施形態のスリップ率 - 時間特性を示すグラフ。

【 図 1 1 】 スリップ率 - 時間特性を示すグラフ。

【 図 1 2 】 スリップ率 - 時間特性を示すグラフ。

【 図 1 3 】 スリップ率 - 時間特性を示すグラフ。

【 図 1 4 】 その他の実施形態における変換係数 - 操舵角の関係を示すグラフ。

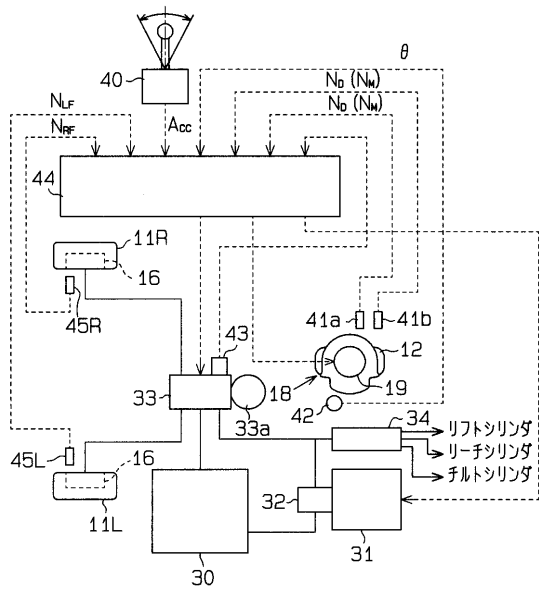
【 図 1 5 】 同じく変換係数 - 操舵角の関係を示すグラフ。

## 【 符号の説明 】

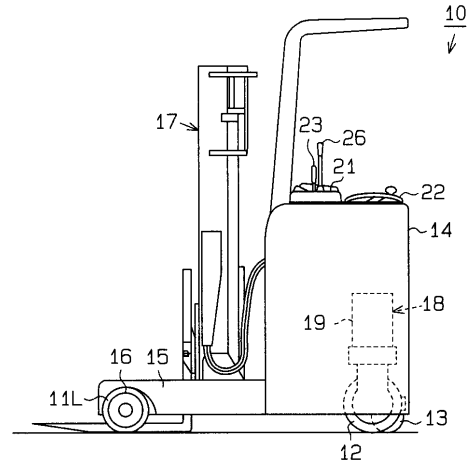
1 0 ... 産業車両としてのリーチ型フォークリフトトラック、 1 1 L , 1 1 R ... 従動輪としての前輪、 1 2 ... 駆動操舵輪、 2 3 ... 駆動力調整操作手段としてのアクセルレバー、 4 1 a , 4 1 b ... 駆動輪速度検出手段を構成する回転数センサ、 4 4 ... 駆動輪速度検出手段、従動輪速度検出手段を構成するトルク制御手段としてのコントローラ、 4 5 L , 4 5 R ... 従動輪速度検出手段を構成する回転数センサ、 ACC... 操作量としてのアクセル開度、 ND ... 駆動輪回転数としての後輪回転数、 NLF , NRF... 従動輪回転数としての前輪回転数、 SLP... スリップ率、 V 0 ... 基準速度、 V D ... 駆動輪速度としての後輪速度、 V DP... 換算駆動輪速度としての換算後輪速度、 V LF , V RF... 従動輪速度としての前輪速度、 V D ... すべり速度、 V DK... 補正すべり速度。

40

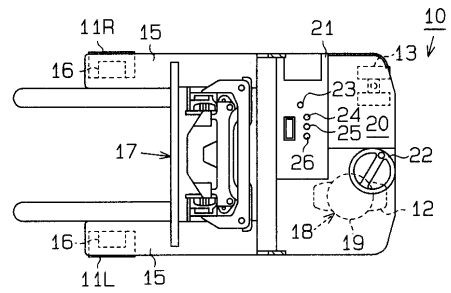
【図1】



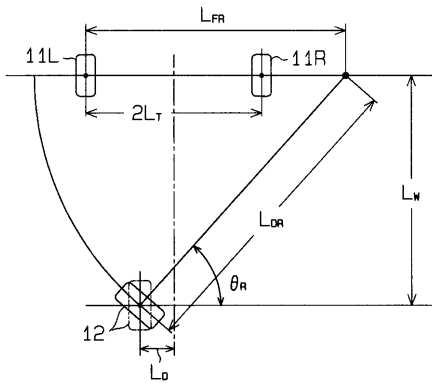
【図2】



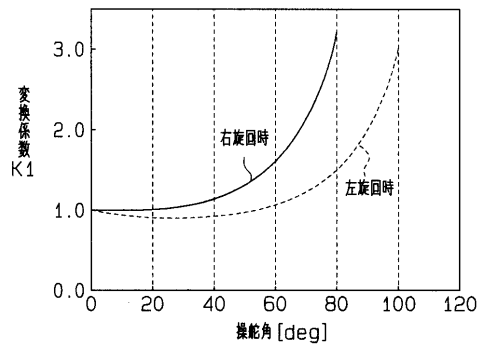
【図3】



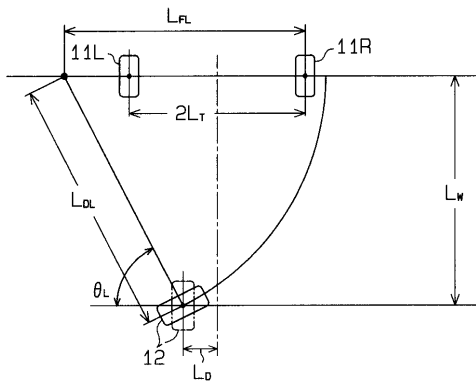
【図4】



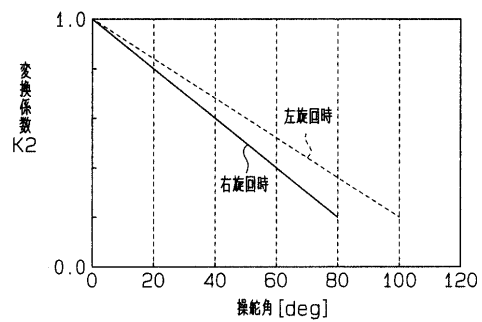
【図6】



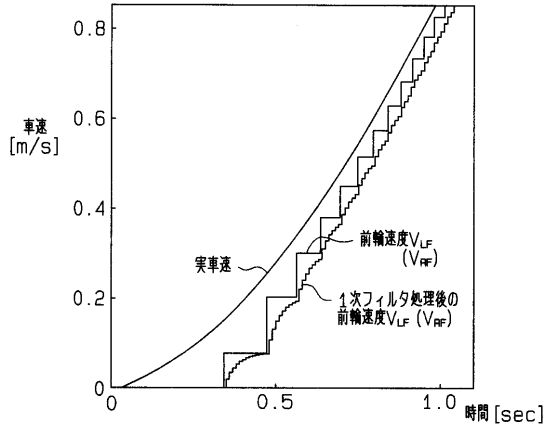
【図5】



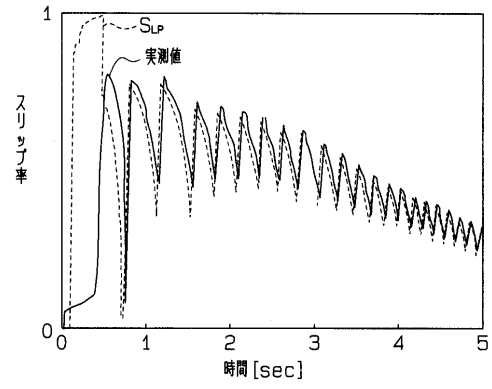
【図7】



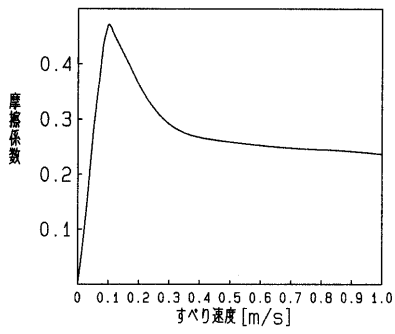
【 図 8 】



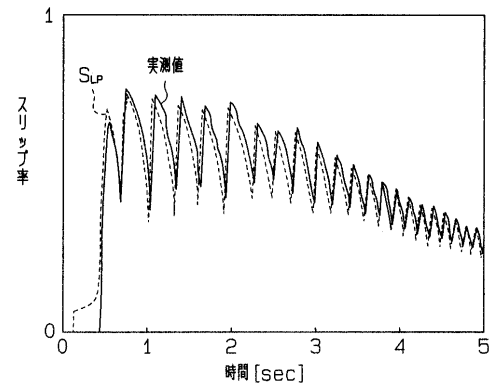
【 図 10 】



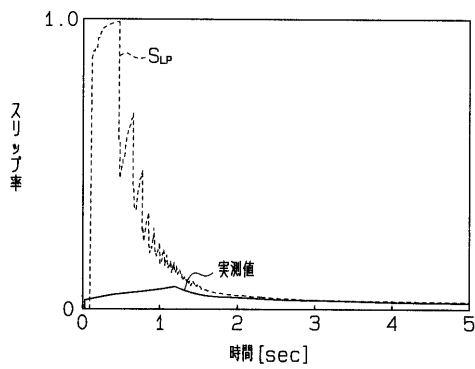
【 図 9 】



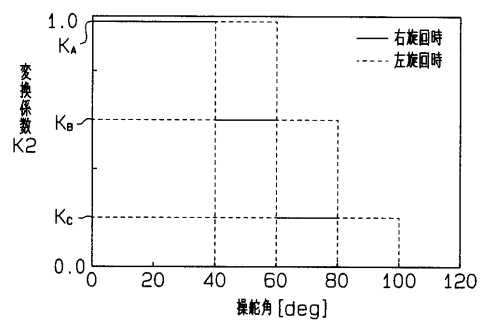
【 図 11 】



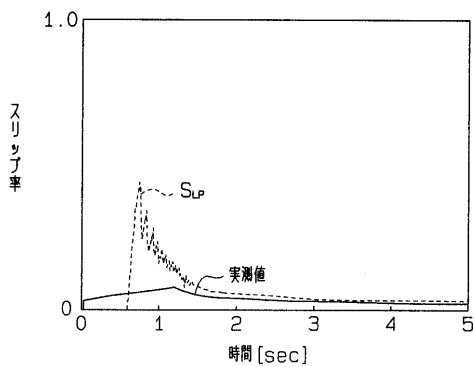
【 図 12 】



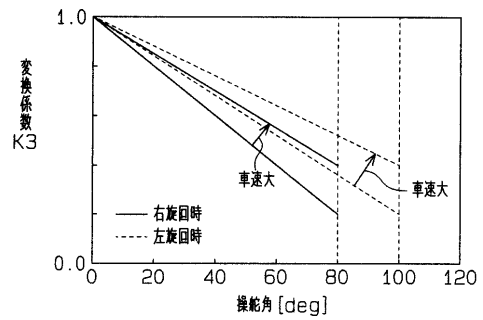
【 図 14 】



【 図 13 】



【 図 15 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平03 - 182860 (JP, A)  
特開平03 - 121965 (JP, A)  
特開平08 - 265917 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B66F 9/24  
B60L 7/10  
B60L 15/20  
B60T 8/1755