

(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2014-201093

(P2014-201093A)

(43) 公開日 平成26年10月27日(2014.10.27)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)	
<b>B62D</b>	<b>6/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B62D 6/00	3D030
<b>B62D</b>	<b>1/04</b>	<b>(2006.01)</b>	B62D 1/04	3D232
<b>B62D</b>	<b>5/04</b>	<b>(2006.01)</b>	B62D 5/04	3D333
<b>B66F</b>	<b>9/20</b>	<b>(2006.01)</b>	B66F 9/20	A 3F333
<b>B62D</b>	<b>113/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B62D 113:00	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2013-76380 (P2013-76380)  
 (22) 出願日 平成25年4月1日 (2013.4.1)

(71) 出願人 000001247  
 株式会社ジェイテクト  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 (74) 代理人 100087701  
 弁理士 稲岡 耕作  
 (74) 代理人 100101328  
 弁理士 川崎 実夫  
 (74) 代理人 100086391  
 弁理士 香山 秀幸  
 (72) 発明者 田代 崇  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 株式会社ジェイテクト内  
 (72) 発明者 高里 明洋  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 株式会社ジェイテクト内

最終頁に続く

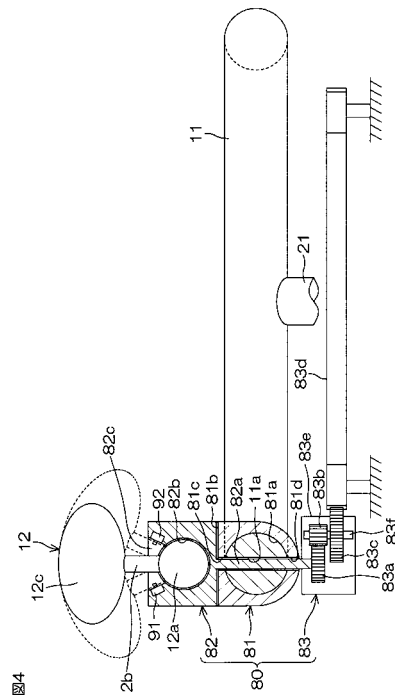
(54) 【発明の名称】 車両用操舵装置

(57) 【要約】

【課題】 操舵部材の操作状態にかかわらず、車体の微操舵が容易となる車両用操舵装置を提供する。

【解決手段】 ステアリングホイール11には、ステアリングホイール11を操作するためのレバー12が設けられている。レバー12は、支持機構80によって、ステアリングホイール11の操作状態（回転角度位置）にかかわらず、ステアリングホイール11に対して車体を基準とした左方向および右方向に傾動可能に、ステアリングホイール11に支持されている。支持機構80は、ステアリングホイール11に固定された支持部材81と、支持部材81上に配置され、支持部材81に回転自在に支持された台座82と、台座82をステアリングホイール11の回転に伴って回転させるための歯車機構83とを備えている。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

操向のために操作される操舵部材と、  
 前記操舵部材を操作するために前記操舵部材上に設けられた操作部と、  
 前記操舵部材の操作状態にかかわらず、前記操舵部材に対して車体を基準とした所定の  
 2つの方向に移動可能に、前記操作部を支持する支持機構と、  
 前記操作部が前記2つの方向のうちの所定の一方の方向に操作されたことを検出するた  
 めの第1検出手段と、  
 前記操作部が前記2つの方向のうちの他方の方向に操作されたことを検出するための第  
 2検出手段とを含む、車両用操舵装置。

10

## 【請求項 2】

前記2つの方向が、車体を基準とした左方向と車体を基準とした右方向であり、前記所  
 定の一方の方向が車体を基準とした左方向であり、前記他方の方向が車体を基準とした右  
 方向である、請求項1記載の車両用操舵装置。

## 【請求項 3】

前記操作部材が前記一方の方向に操作されたことが前記第1検出手段によって検出され  
 たときに、車体を左方向に微操舵させる手段と、

前記操作部材が前記他方の方向に操作されたことが前記第2入力手段によって検出され  
 たときに、車体を右方向に微操舵させる手段とを含む、請求項2に記載の車両用操舵装置

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、荷役車両等の車両用操舵装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

フォークリフト等の荷役車両では、運転座席に着座した運転者の右側に、荷役装置の昇  
 降操作レバーがあり、左側にステアリングホイール（操舵部材）がある。したがって、運  
 転者は、ステアリングホイールを左手で操作しつつ、昇降操作レバーを右手で操作してい  
 る。ステアリングホイールにはステアリングホイールを操作するためのノブ（操作部）が  
 回転可能に取り付けられおり、運転者はこのノブを左手で摘んでステアリングホイールを  
 回転させるようになっている。フォーク部に荷物を載せる際には、フォーク部の左右方向  
 の微調整が必要となる。このフォーク部の左右方向の微調整は、ノブを操作して車体を微  
 操舵することによって行なわれている。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2012-1092号公報

【特許文献2】特開2009-288872号公報

【特許文献3】特開2008-213769号公報

【特許文献4】特開平5-92769号公報

40

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

前述した従来のフォークリフトでは、ステアリングホイールの操作状態（回転角度位置）  
 ）によっては、運転者がノブを操作しにくい位置にノブが位置することがある。このよう  
 な場合には、ノブによってステアリングホイールを意図通りに操作させることが難しいた  
 め、フォーク部の左右方向の微調整（車体の微操舵）が困難となる。

図10Aがステアリングホイール200の中立位置とする。たとえば、図10Bに示す  
 ように、ステアリングホイール200の回転角度位置が、運転手から見てノブ201がス

50

テアリングホイール 200 の中心の右横に位置するような回転角度位置である場合には、ノブ 201 によってステアリングホイール 200 を意図通りに操作させることが難しかった。したがって、このような場合には、フォーク部の向き（車体の向き）を微調整することが難しかった。

【0005】

この発明の目的は、操舵部材の操作状態にかかわらず、車体の微操舵が容易となる車両用操舵装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の目的を達成するための請求項 1 記載の発明は、操向のために操作される操舵部材（11）と、前記操舵部材を操作するために前記操舵部材上に設けられた操作部（12）と、前記操舵部材の操作状態にかかわらず、前記操舵部材に対して車体（2）を基準とした所定の 2 つの方向に移動可能に、前記操作部を支持する支持機構（80）と、前記操作部が前記 2 つの方向のうちの所定の一方の方向に操作されたことを検出するための第 1 検出手段（91）と、前記操作部が前記 2 つの方向のうちの他方の方向に操作されたことを検出するための第 2 検出手段（92）とを含む、車両用操舵装置（6）である。なお、括弧内の英数字は後述の実施形態における対応構成要素等を表すが、むろん、この発明の範囲は当該実施形態に限定されない。以下、この項において同じ。

10

【0007】

この構成では、操作部は、操舵部材に対して車体を基準とした所定の 2 つの方向に移動可能である。操作部が前記 2 つの方向のうちの所定の一方の方向に操作されたときには、そのことが第 1 検出手段によって検出され、操作部が他方の方向に操作されたときには、そのことが第 2 検出手段によって検出される。したがって、操作部が前記一方の方向に操作されたときに車体を第 1 方向に微操舵し、操作部が前記他方の方向に操作されたときに車体を第 1 方向とは異なる第 2 方向に微操舵することが可能となる。このため、操舵部材の操作状態にかかわらず、車体の微操舵が容易となる。

20

【0008】

請求項 2 記載の発明は、前記 2 つの方向が、車体を基準とした左方向と車体を基準とした右方向であり、前記所定の一方の方向が車体を基準とした左方向であり、前記他方の方向が車体を基準とした右方向である、請求項 1 記載の車両用操舵装置である。

30

請求項 3 記載の発明は、前記操作部材が前記一方の方向に操作されたことが前記第 1 検出手段によって検出されたときに、車体を左方向に微操舵させる手段（51）と、前記操作部材が前記他方の方向に操作されたことが前記第 2 入力手段によって検出されたときに、車体を右方向に微操舵させる手段（51）とを含む、請求項 2 に記載の車両用操舵装置である。

【0009】

この構成では、操作部が車体を基準とした左方向に操作されたときに車体が左方向に微操舵され、操作部が車体を基準とした右方向に操作されたときに車体が右方向に微操舵される。これにより、操舵部材の操作状態にかかわらず、車体の微操舵が容易となる。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】図 1 は、この発明の一実施形態に係る車両用操舵装置が適用された荷役車両としてのフォークリフトの概略構成を模式的に示す側面図である。

【図 2】図 2 は、ステアリングホイールをその車体取付側とは反対側から見た模式図である。

【図 3】図 3 は、図 2 の矢印 Y の方向から見た矢視図である。

【図 4】図 4 は、図 3 の一部切欠拡大図である。

【図 5】図 5 は、図 3 の V-V 線に沿う拡大断面図である。

【図 6】図 6 は、車両用操舵装置の構成を説明するための図解図である。

【図 7】図 7 は、転舵用 ECU の電氣的構成を示すブロック図である。

50

【図 8】図 8 は、転舵用モータの構成を説明するための図解図である。

【図 9】図 9 は、目標転舵角設定部の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 10】図 10 A および図 10 B は従来のステアリングホイールおよびノブを示し、図 10 A はステアリングホイールが中立位置にある場合を、図 10 B はステアリングホイールの回転角度位置が、ノブによってステアリングホイールを操作しにくい位置にある場合を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図 1 は、この発明の一実施形態に係る車両用操舵装置が適用された荷役車両としてのフォークリフトの概略構成を模式的に示す側面図である。

10

フォークリフト 1 は、車体 2 と、車体 2 の前部に設けられた荷役装置 3 と、車体 2 を支持する駆動輪としての前輪 4 と、車体 2 を支持する転舵輪としての後輪 5 と、後輪 5 を転舵するための車両用操舵装置 6 とを含んでいる。

【0012】

図 1 には図示されていないが、フォークリフト 1 は、例えばエンジンを含む車両の駆動源と、油圧源としての油圧ポンプとをさらに含んでいる。駆動源の動力は、トルクコンバータを経て、前後進切替および変速動作を行なうトランスミッションに伝達され、さらにデファレンシャルを経て左右の前輪（駆動輪）4 に伝達される。トランスミッションには、前進クラッチおよび後進クラッチが内蔵されている。

20

【0013】

荷役装置 3 は、よく知られているように、車体 2 に対して昇降可能にかつ傾動可能に支持されたフォーク（荷物載置部）7 と、フォーク 7 を昇降させるための昇降シリンダ 8 と、フォーク 7 を傾動させるためのチルトシリンダ 9 とを含んでいる。

車両用操舵装置 6 は、操舵部材としてのステアリングホイール 11 と転舵輪としての後輪 5 の転舵角を変化させるための舵取り機構との間の機械的な連結が断たれた、いわゆるステア・パイ・ワイヤシステムである。ステアリングホイール 11 には、ステアリングホイール 11 を操作するためのレバー（操作部）12 が設けられている。

【0014】

図 2 は、ステアリングホイール 11 をその車体取付側とは反対側から見た図である。図 3 は、図 2 の矢印 Y の方向から見た矢視図である。図 4 は、図 3 の一部切欠拡大図である。図 5 は、図 3 の V-V 線に沿う拡大断面図である。

30

ステアリングホイール 11 は、車体に回転可能に支持された回転シャフト 21 の上端部に連結されている。レバー 12 は、支持機構 80 によって、ステアリングホイール 11 の操作状態（回転角度位置）にかかわらず、ステアリングホイール 11 に対して車体を基準とした左方向および右方向に傾動可能（移動可能）に、ステアリングホイール 11 に支持されている。

【0015】

以下、図 2 ~ 図 5 を用いてレバー 12 および支持機構 80 について詳しく説明する。レバー 12 および支持機構 80 を説明する場合において、「上」とは図 3 または図 4 の紙面の

40

上側を、下とは図 3 または図 4 の紙面の下側を、それぞれいうものとする。また、「平面視」とは、図 3 または図 4 の紙面の

【0016】

上側から見た図をいうものとする。支持機構 80 は、ステアリングホイール 11 に固定された支持部材 81 と、支持部材 81 上に配置され、支持部材 81 に回転自在に支持された台座 82 と、台座 82 をステアリングホイール 11 の回転に伴って回転させるための歯車機構 83 とを備えている。

支持部材 81 は、平面視において円形に形成されている。支持部材 81 には、ステアリングホイール 11 が貫通する貫通孔 81a を有している。支持部材 81 は、貫通孔 81a にステアリングホイール 11 が貫通した状態で、ステアリングホイール 11 に固定されている。支持部材 81 の上端部はステアリングホイール 11 の上面より上方に突出しており

50

、支持部材 8 1 の上端部の上面は回転シャフト 2 1 に直交する平面と平行な平坦面 8 1 b に形成されている。ステアリングホイール 1 1 における支持部材 8 1 が固定されている部分には、上下方向に延びた貫通孔 1 1 a が形成されている。支持部材 8 1 の上部および下部には、前記貫通孔 1 1 a に連通する上下方向に延びた貫通孔 8 1 c , 8 1 d がそれぞれ形成されている。

【 0 0 1 7 】

台座 8 2 は、平面視が円形の円柱形である。台座 8 2 は、その下面の中央部から下方に延びたシャフト 8 2 a を有している。シャフト 8 2 a は、支持部材 8 1 の貫通孔 8 1 c , 8 1 d およびステアリングホイール 1 1 の貫通孔 1 1 a に回転可能に挿通されている。シャフト 8 2 a の下端部は、支持部材 8 1 から下方に突出している。台座 8 2 の下面は、支持部材 8 1 の平坦面 8 1 b 上に載っている。台座 8 2 は、内部に球状の空間部 8 2 b を有している。台座 3 2 の上面の中央部には、空間部 8 2 b と連通しかつ平面視において車体 2 を基準とした左右方向に長い矩形の凹所 8 2 c が形成されている。凹所 8 2 c における車体 2 を基準とした左側内壁および右側内壁は、それらの内壁間距離が下方に行くほど短くなるような傾斜面に形成されている。

10

【 0 0 1 8 】

歯車機構 8 3 は、ステアリングホイール 1 1 の操作状態（回転角度位置）にかかわらず、平面視における台座 8 2 の凹所 8 2 c の長さ方向（長辺の方向）が、常に車体 2 を基準とした左右方向となるように、ステアリングホイール 1 1 の回転に応じて台座 8 2 をシャフト 8 2 a の中心軸を中心として回転させるためのものである。

20

歯車機構 8 3 は、第 1 歯車 8 3 a、第 2 歯車 8 3 b、第 3 歯車 8 3 c、第 4 歯車 8 3 d およびギヤケース 8 3 e を備えている。

【 0 0 1 9 】

ギヤケース 8 3 e は、図示しない取り付け部材を介して支持部材 8 1 に取り付けられている。台座 8 2 のシャフト 8 2 a の下端部は、ギヤケース 8 3 e 内に延びている。ギヤケース 8 3 e 内には、シャフト 8 2 a と平行に延びた回転軸 8 3 f が配置されている。回転軸 8 3 f は、ギヤケース 8 3 e に回転自在に取り付けられている。

第 1 歯車 8 3 a は、ギヤケース 8 3 e 内において、台座 8 2 のシャフト 8 2 a の下端部に、シャフト 8 2 a と一体回転可能に固定されている。第 2 歯車 8 3 b および第 3 歯車 8 3 c は、回転軸 8 3 f と一体回転可能に回転軸 8 3 f に固定されている。第 2 歯車 8 3 b は、第 1 歯車 8 3 a と噛み合っている。第 3 歯車 8 3 c は、第 2 歯車 8 3 b の下側に配置されている。第 3 歯車 8 3 c における回転シャフト 2 1 に対向する部分は、ギヤケース 8 3 e から突出している。

30

【 0 0 2 0 】

第 4 歯車 8 3 d は、ステアリングホイール 1 1 の下方において、車体 2 に固定されている。第 4 歯車 8 3 d は、平面視においてステアリングホイール 1 1 と同心でかつステアリングホイール 1 1 よりも径が小さい環状であり、その外周面に歯が形成されている。第 4 歯車 8 3 d は、第 3 歯車 8 3 c におけるギヤケース 8 3 e から突出している部分と噛み合っている。

【 0 0 2 1 】

たとえば、ステアリングホイール 1 1 が左操舵方向（図 2 において反時計方向）に回転されると、第 3 歯車 8 3 c および第 2 歯車 8 3 b が平面視で反時計方向に回転し、第 1 歯車 8 3 a が平面視で時計方向に回転する。これにより、台座 8 2 のシャフト 8 2 a が平面視で時計方向に回転するので、台座 8 2 はシャフト 8 2 a の中心軸を中心として時計方向に回転する。

40

【 0 0 2 2 】

一方、ステアリングホイール 1 1 が右操舵方向（図 2 において時計方向）に回転されると、第 3 歯車 8 3 c および第 2 歯車 8 3 b が平面視で時計方向に回転し、第 1 歯車 8 3 a が平面視で反時計方向に回転する。これにより、台座 8 2 のシャフト 8 2 a が平面視で反時計方向に回転するので、台座 3 2 はシャフト 8 2 a の中心軸を中心として反時計方向に

50

回転する。

【0023】

第3歯車83cと第2歯車83bとのギヤ比および第2歯車83bと第1歯車83aとのギヤ比は、平面視における台座82の凹所82cの長さ方向（長辺の方向）が、ステアリングホイール11の回転角度位置にかかわらず、常に車体2を基準とした左右方向となるように設定されている。これにより、平面視における台座82の凹所82cの長さ方向（長辺の方向）は、ステアリングホイール11の回転角度位置にかかわらず、常に車体2を基準とした左右方向となる。

【0024】

レバー12は、台座82の空間部82bに回転可能に嵌め込められた球状部12aと、球状部12aに一端が連結されかつ他端が台座82の凹所82cを通過して上方に延びた棒状体12bと、棒状体12bの他端部に取り付けられた把持部（ノブ）12cとから構成されている。つまり、レバー12と台座82とは、ボールジョイントによって連結されている。棒状体12bは円柱状である。棒状体12bの直径は、平面視における台座82の凹所82cの短辺の長さより若干短い長さに形成されている。これにより、レバー12は、凹所82cの前記左側内壁と前記右側内壁との間の中央に棒状体12bが位置している中立位置から、車体2を基準とした左方向および右方向にのみ傾動可能となっている。なお、図示しないが、台座82には、レバー12を中立位置に常時付勢するためのばね等の付勢部材が設けられている。

【0025】

台座82における凹所82cの前記左側内壁には、レバー12が車体2を基準とした左方向に操作された（傾動された）ことを検出するための第1検出器91が設けられている。台座82における凹所82cの前記右側内壁には、レバー12が車体2を基準とした右方向に操作された（傾動された）ことを検出するための第2検出器92が設けられている。第1検出器91および第2検出器92は、たとえばリミットスイッチからなる。

【0026】

図6は、車両用操舵装置の構成を説明するための図解図である。

この車両用操舵装置6では、ステアリングホイール11の回転操作およびレバー12の操作に応じて駆動される転舵用モータ14のロータの回転運動を転舵軸16の直線運動（車両左右方向の直線運動）に変換し、この転舵軸16の直線運動を後輪5の転舵運動に変換することにより、転舵が達成される。

【0027】

転舵軸16は、車体2に取り付けられたハウジング17に軸方向（車体2を基準とした左右方向）に移動可能に取り付けられている。転舵用モータ14は、転舵軸16と同軸に配置されおり、ハウジング17内に内蔵されている。この実施形態では、転舵用モータ14は、ブラシレスモータによって構成されている。転舵用モータ14には、転舵用モータ14のロータの回転角を検出するためのレゾルバ等の回転角センサ31が設けられている。

【0028】

ハウジング17内には、転舵用モータ14の回転力を転舵軸16の軸方向の直線運動に変換するための運動変換機構15が設けられている。この運動変換機構15は、例えば、ボールネジ機構である。転舵軸16の動きがタイロッド18およびナックルアーム19を介して後輪5に伝達され、後輪5のトー角（転舵角）が変化する。つまり、転舵用モータ14、運動変換機構15、転舵軸16、タイロッド18およびナックルアーム19によって、舵取り機構10が構成されている。

【0029】

この実施形態では、転舵用モータ14が正転方向に回転されると、左方向に車両を換向させる方向（左転舵方向）に後輪5の転舵角が変化し、転舵用モータ14が逆転方向に回転されると、右方向に車両を換向させる方向（右転舵方向）に後輪5の転舵角が変化するものとする。なお、転舵用モータ14が駆動されていない状態では、後輪5がセルフアラ

10

20

30

40

50

イメントトルクにより直進転舵位置に復帰できるようにホイールアライメントが設定されている。

【0030】

ハウジング17には、車両の舵角（後輪4の転舵角） $t$ を検出するための転舵角センサ32が取り付けられている。転舵角センサ32は、例えば、転舵角 $t$ に対応する転舵軸16の作動量を検出するポテンシオメータにより構成されている。この実施形態では、転舵角センサ32は、後輪5の中立位置（直進転舵位置）からの後輪5の転舵角変化量を転舵角 $t$ として検出する。この実施形態では、後輪5の中立位置から左転舵方向への転舵角変化量を例えば正の値として出力し、後輪5の中立位置から右転舵方向への転舵角変化量を例えば負の値として出力する。

10

【0031】

ステアリングホイール11は、前述したように、車体2側に回転可能に支持された回転シャフト21に連結されている。この回転シャフト21の近傍には、回転シャフト21に回転トルクを与えることによって、ステアリングホイール11に反力トルク（操作反力）を付与するための反力モータ22が設けられている。この反力モータ22は、回転シャフト21と同軸上に配置されている。この実施形態では、反力モータ22は、ブラシレスモータによって構成されている。反力モータ22には、反力モータ22のロータの回転角（ロータ角）を検出するためのレゾルバ等の回転角センサ33が設けられている。

【0032】

回転シャフト21の周辺には、ステアリングホイール11の操舵角（回転角） $h$ を検出するために、回転シャフト21の回転角を検出するための操舵角センサ34が設けられている。この実施形態では、操舵角センサ34は、回転シャフト21の所定の基準位置からの回転シャフト21の正逆両方向の回転量（回転角）を検出するものであり、基準位置から左操舵方向への回転量を例えば正の値として出力し、基準位置から右操舵方向への回転量を例えば負の値として出力する。後述するように、この実施形態では、後輪5の中立位置（ $t = 0$ ）に対応する回転シャフト21の回転角度位置が変化する場合があるため、回転シャフト21の前記所定の基準位置は後輪5の中立位置に対応しなくなる場合がある。

20

【0033】

回転角センサ33、操舵角センサ34、第1検出器91および第2検出器92は、反力用ECU（電子制御ユニット：Electronic Control Unit）41に接続されている。一方、回転角センサ31および転舵角センサ32は、転舵用ECU42に接続されている。反力用ECU41と転舵用ECU42とは、車内LAN43を介して接続されている。操舵角センサ34の出力信号、第1検出器91の出力信号 $s_1$ および第2検出器92の出力信号 $s_2$ は、反力ECU41および車内LAN43を介して、転舵用ECU42にも供給される。

30

【0034】

転舵用ECU42は、第1検出器91、第2検出器92、操舵角センサ34、転舵角センサ32および回転角センサ31の出力信号に基づいて、転舵モータ14を駆動制御する。

40

図7は、転舵用ECU42の電氣的構成を示すブロック図である。

転舵用ECU42は、マイクロコンピュータ51と、マイクロコンピュータ51によって制御され、転舵用モータ14に電力を供給する駆動回路（インバータ回路）52と、転舵用モータ14に流れるモータ電流を検出する電流検出部53とを備えている。

【0035】

転舵用モータ14は、例えば三相ブラシレスモータであり、図8に図解的に示すように、界磁としてのロータ100と、U相、V相およびW相のステータ巻線101、102、103を含むステータ105とを備えている。転舵用モータ14は、ロータの外部にステータを対向配置したインナーロータ型のものであってもよいし、筒状のロータの内部にステータを対向配置したアウトロータ型のものであってもよい。

50

## 【0036】

各相のステータ巻線101, 102, 103の方向にU軸、V軸およびW軸をとった三相固定座標(UVW座標系)が定義される。また、ロータ100の磁極方向にd軸(磁極軸)をとり、ロータ100の回転平面内においてd軸と直角な方向にq軸(トルク軸)をとった二相回転座標系(dq座標系。実回転座標系)が定義される。dq座標系は、ロータ100とともに回転する回転座標系である。dq座標系では、q軸電流のみがロータ100のトルク発生に寄与するので、d軸電流を零とし、q軸電流を所望のトルクに応じて制御すればよい。ロータ100の回転角(ロータ角(電気角)) $\theta$ は、U軸に対するd軸の回転角である。dq座標系は、ロータ角 $\theta$ に従う実回転座標系である。このロータ角 $\theta$ を用いることによって、UVW座標系とdq座標系との間での座標変換を行うことができる。

10

## 【0037】

マイクロコンピュータ51は、CPUおよびメモリ(ROM、RAM、不揮発性メモリなど)を備えており、所定のプログラムを実行することによって、複数の機能処理部として機能するようになっている。この複数の機能処理部には、目標舵角演算部61と、角度偏差演算部62と、PI(比例積分)制御部63と、電流指令値生成部64と、電流偏差演算部65と、PI(比例積分)制御部66と、dq/UVW変換部67と、PWM(Pulse Width Modulation)制御部68と、UVW/dq変換部69と、回転角演算部70とを含む。

20

## 【0038】

回転角演算部70は、回転角センサ31の出力信号に基づいて、舵角用モータ14のロータの回転角(電気角。以下、「ロータ角 $\theta$ 」という。)を演算する。

目標舵角設定部61は、操舵角センサ34によって検出される操舵角 $h$ と、第1検出器91の出力信号 $s_1$ と、第2検出器92の出力信号 $s_2$ とに基づいて、目標舵角 $t^*$ を設定する。目標舵角設定部61の動作の詳細については、後述する。目標舵角設定部61によって設定された目標舵角 $t^*$ は、角度偏差演算部62に与えられる。

## 【0039】

角度偏差演算部62は、目標舵角設定部61によって設定された目標舵角 $t^*$ と、舵角センサ32によって検出された舵角 $t$ との偏差を演算する。PI制御部63は、角度偏差演算部62によって演算された角度偏差に対するPI演算を行なう。

30

電流指令値生成部64は、PI制御部63の演算結果に基づいて、dq座標系の座標軸に流すべき電流値を電流指令値として生成する。具体的には、電流指令値生成部64は、d軸電流指令値 $I_d^*$ およびq軸電流指令値 $I_q^*$ (以下、これらを総称するときには「二相電流指令値 $I_{dq}^*$ 」という。)を生成する。さらに具体的には、電流指令値生成部64は、q軸電流指令値 $I_q^*$ を有意値とする一方で、d軸電流指令値 $I_d^*$ を零とする。より具体的には、電流指令値生成部64は、PI制御部63の演算結果に基づいて、q軸電流指令値 $I_q^*$ を生成する。電流指令値生成部64によって生成された二相電流指令値 $I_{dq}^*$ は、電流偏差演算部65に与えられる。

## 【0040】

電流検出部53は、舵角用モータ14のU相電流 $I_u$ 、V相電流 $I_v$ およびW相電流 $I_w$ (以下、これらを総称するときには、「三相検出電流 $I_{uvw}$ 」という。)を検出する。電流検出部53によって検出された三相検出電流 $I_{uvw}$ は、UVW/dq変換部69に与えられる。

40

UVW/dq変換部69は、電流検出部53によって検出されるUVW座標系の三相検出電流 $I_{uvw}$ (U相電流 $I_u$ 、V相電流 $I_v$ およびW相電流 $I_w$ )を、dq座標系の二相検出電流 $I_d$ および $I_q$ (以下総称するときには「二相検出電流 $I_{dq}$ 」という。)に変換する。これらが電流偏差演算部65に与えられるようになっている。UVW/dq変換部69における座標変換には、回転角演算部70によって演算されたロータ角 $\theta$ が用いられる。

## 【0041】

50

電流偏差演算部 65 は、電流指令値生成部 64 によって生成される二相電流指令値  $I_{dq}^*$  と、UVW/dq 変換部 69 から与えられる二相検出電流  $I_{dq}$  との偏差を演算する。より具体的には、電流偏差演算部 65 は、d 軸電流指令値  $I_d^*$  に対する d 軸検出電流  $I_d$  の偏差および q 軸電流指令値  $I_q^*$  に対する q 軸検出電流  $I_q$  の偏差を演算する。これらの偏差は、PI 制御部 66 に与えられる。

#### 【0042】

PI 制御部 66 は、電流偏差演算部 65 によって演算された電流偏差に対する PI 演算を行なうことにより、転舵用モータ 14 に印加すべき二相電圧指令値  $V_{dq}^*$  (d 軸電圧指令値  $V_d^*$  および q 軸電圧指令値  $V_q^*$ ) を生成する。この二相電圧指令値  $V_{dq}^*$  は、dq/UVW 変換部 67 に与えられる。

dq/UVW 変換部 67 は、二相電圧指令値  $V_{dq}^*$  を三相電圧指令値  $V_{uvw}^*$  に変換する。この座標変換には、回転角演算部 70 によって演算されたロータ角  $\theta_s$  が用いられる。三相電圧指令値  $V_{uvw}^*$  は、U 相電圧指令値  $V_u^*$ 、V 相電圧指令値  $V_v^*$  および W 相電圧指令値  $V_w^*$  からなる。この三相電圧指令値  $V_{uvw}^*$  は、PWM 制御部 68 に与えられる。

#### 【0043】

PWM 制御部 68 は、U 相電圧指令値  $V_u^*$ 、V 相電圧指令値  $V_v^*$  および W 相電圧指令値  $V_w^*$  にそれぞれ対応するデューティの U 相 PWM 制御信号、V 相 PWM 制御信号および W 相 PWM 制御信号を生成し、駆動回路 52 に供給する。

駆動回路 52 は、U 相、V 相および W 相に対応した三相インバータ回路からなる。このインバータ回路を構成するパワー素子が PWM 制御部 68 から与えられる PWM 制御信号によって制御されることにより、三相電圧指令値  $V_{uvw}^*$  に相当する電圧が転舵用モータ 14 の各相のステータ巻線 101、102、103 に印加されることになる。

#### 【0044】

角度偏差演算部 62 および PI 制御部 63 は、角度フィードバック制御手段を構成している。この角度フィードバック制御手段の働きによって、後輪 5 の転舵角  $\theta_t$  が、目標転舵角  $\theta_t^*$  に近づくように制御される。また、電流偏差演算部 65 および PI 制御部 66 は、電流フィードバック制御手段を構成している。この電流フィードバック制御手段の働きによって、転舵用モータ 14 に流れるモータ電流が、電流指令値生成部 64 によって生成された二相電流指令値  $I_{dq}^*$  に近づくように制御される。

#### 【0045】

次に、目標転舵角設定部 61 の動作について説明する。この実施形態では、ステアリングホイール 11 の回転角度位置が、レバー 12 によってステアリングホイール 11 を操作しにくい位置にある場合において、ステアリングホイール 11 に対してレバー 12 を車体 2 を基準とした左右方向に操作することによって、フォークリフト 1 を微操舵できるようにしている。具体的には、目標転舵角設定部 61 は、レバー 12 が車体 2 を基準とした左方向 (以下、単に左方向という) に操作されたことが第 1 検出器 91 によって検出されたときには、目標転舵角  $\theta_t^*$  を + 方向に所定値だけ大きくし、レバー 12 が車体 2 を基準とした右方向 (以下、単に右方向という) に操作されたことが第 2 検出器 92 によって検出されたときには、目標転舵角  $\theta_t^*$  を - 方向に所定値だけ小さくする。これにより、レバー 12 の左右方向操作による左右方向の微操舵が可能となる。

#### 【0046】

図 9 は、目標転舵角設定部 61 の動作を説明するためのフローチャートである。図 9 の処理は、所定の演算周期毎に繰り返し行われる。

目標転舵角設定部 61 は、まず、操舵角センサ 34 によって検出される検出操舵角  $h$  を取得する (ステップ S1)。

次に、目標転舵角設定部 61 は、第 1 検出器 91 の出力信号  $s_1$  に基づいてレバー 12 が左方向に操作 (傾動) されたか否かを判別する (ステップ S2)。レバー 12 が左方向に操作されていないと判別されたときには (ステップ S2: NO)、目標転舵角設定部 61 は、第 2 検出器 92 の出力信号  $s_2$  に基づいてレバー 12 が右方向に操作 (傾動) され

10

20

30

40

50

たか否かを判別する（ステップS3）。レバー12が右方向に操作されていないと判別されたときには（ステップS3：NO）、目標転舵角設定部61は、次式(1)に基づいて、制御用操舵角  $h'$  を演算する（ステップS6）。

【0047】

$$h' = (h + A) \dots (1)$$

前記式(1)において、Aは、後述するステップS4またはS5で変更される変数であり、初期値は零である。

制御用操舵角  $h'$  は、目標転舵角  $t^*$  を演算するために使用される操舵角である。制御用操舵角  $h'$  は、Aが零である場合には操舵角センサ34によって検出される検出操舵角  $h$  と一致するが、Aが零以外の値である場合には検出操舵角  $h$  とは異なる値となる。制御用操舵角  $h'$  が検出操舵角  $h$  とは異なる値である場合に、制御用操舵角  $h'$  に基づいて目標転舵角  $t^*$  が演算されたときには、後輪5の中立位置（ $t = 0$ ）に対応する回転シャフト21（ステアリングホイール11）の回転角度位置は、回転シャフト21の基準位置とは異なる回転角度位置となる。

【0048】

この後、目標転舵角設定部61は、次式(2)に基づいて、目標転舵角  $t^*$  を演算する（ステップS7）。そして、今演算周期での処理を終了する。

$$t^* = ( / 360 ) \times h' \dots (2)$$

前記式(2)において、 $( > 0 )$  は予め設定された値である。 $h'$  は、たとえば、35に設定される。制御用操舵角  $h'$  が正の値のときの目標転舵角  $t^*$  は正の値に設定され、制御用操舵角  $h'$  が負の値のときの目標転舵角  $t^*$  は負の値に設定される。そして、制御用操舵角  $h'$  の絶対値が大きくなるにしたがって、その絶対値が線形に大きくなるように目標転舵角  $t^*$  が設定される。つまり、目標転舵角  $t^*$  は、制御用操舵角  $h'$  に応じた値となる。

【0049】

目標転舵角  $t^*$  が前記式(2)に基づいて演算される結果、制御用操舵角  $h'$  は、変数Aの値にかかわらず、後輪5の中立位置（ $t = 0$ ）に対応する回転シャフト21（ステアリングホイール11）の回転角度位置を基準とした、回転シャフト21（ステアリングホイール11）の回転量に対応した値となる。

前記ステップS2において、レバー12が左方向に操作されたと判別されたときには（ステップS2：YES）、目標転舵角設定部61は、変数Aを所定値（ $> 0$ ）だけ大きな値に変更する（ステップS4）。 $h'$  は、たとえば、5度に設定される。そして、目標転舵角設定部61は、前記式(1)に基づいて、制御用操舵角  $h'$  を演算する（ステップS6）。これにより、制御用操舵角  $h'$  は、前回の制御用操舵角  $h'$  に対してだけ大きな値に変更される。この後、目標転舵角設定部61は、前記式(2)に基づいて、目標転舵角  $t^*$  を演算する（ステップS7）。これにより、目標転舵角  $t^*$  は、前回の目標転舵角  $t^*$  より所定値だけ大きな値に変更される。このため、後輪5は、左転舵方向に転舵される。これにより、車体2が左方向に微操舵される。そして、今演算周期での処理を終了する。

【0050】

前記ステップS3において、レバー12が右方向に操作されたと判別されたときには（ステップS3：YES）、目標転舵角設定部61は、変数Aを所定値（ $> 0$ ）だけ小さな値に変更する（ステップS5）。そして、目標転舵角設定部61は、前記式(1)に基づいて、制御用操舵角  $h'$  を演算する（ステップS6）。これにより、制御用操舵角  $h'$  は、前回の制御用操舵角  $h'$  に対してだけ小さな値に変更される。この後、目標転舵角設定部61は、前記式(2)に基づいて、目標転舵角  $t^*$  を演算する（ステップS7）。これにより、目標転舵角  $t^*$  は、前回の目標転舵角  $t^*$  より所定値だけ小さな値に変更される。このため、後輪5は、右転舵方向に転舵される。これにより、車体2が右方向に微操舵される。そして、今演算周期での処理を終了する。

【0051】

10

20

30

40

50

変数 A が初期値の零である場合において、運転手が、後輪 5 の中立位置に対応するステアリングホイール 11 の回転角度位置（この場合には基準位置）から、ステアリングホイール 11 を逆方向（右操舵方向）に例えば 180 度回転させた状態で、レバー 12 を左方向に操作したとする。この場合には、ステップ S1 で取得される操舵角  $h$  は、 $-180$  度である。ステップ S2 で YES となり、ステップ S4 に進んで、変数 A の値が（ $> 0$ ）だけ大きな値に更新される。が 5 であるとする、変数 A の値は 5 となる。この後、ステップ S6 に進み、制御用操舵角  $h'$  が変更される。この場合には、変数 A の値は 5 に更新されているため、制御用操舵角  $h'$  は、 $h' = h + 5 = -175$  となる。このため、ステップ S7 で演算される目標転舵角  $t^*$  は、 $t^* = (\quad / 360) \times (-175)$  となる。つまり、この場合の目標転舵角  $t^*$  は、レバー 12 が左方向に操作されていないときの目標転舵角  $t^* = (\quad / 360) \times (-180)$  よりも大きくなる。

10

【0052】

これにより、運転手はステアリングホイール 11 を操作しなくても、転舵角  $t$  が大きくなる方向に、転舵用モータ 14 が制御される。このため、後輪 5 が左転舵方向に転舵される。これにより、車体 2 が左方向に微操舵される。

次の演算周期において、ステップ S1 で、検出操舵角  $h$  が取得される。この間にステアリングホイール 11 が操作されていないとすると、検出操舵角  $h$  は  $-180$  度のままとなる。レバー 12 が左方向に操作されたままであるとすると、ステップ S2 からステップ S4 に進んで、変数 A が「だけ大きな値」10 に更新される。そして、ステップ S6 に進んで、制御用操舵角  $h'$  が演算される。この場合、変数 A は 10 となっているため、制御用操舵角  $h'$  は  $-170$  度となる。この後、ステップ S9 に進んで、目標転舵角  $t^*$  が演算される。この場合には、目標転舵角  $t^*$  は、 $t^* = (\quad / 360) \times (-170)$  となる。これにより、車体 2 が左方向に微操舵される。

20

【0053】

次の演算周期において、ステップ S1 で、検出操舵角  $h$  が取得される。この間にステアリングホイール 11 が操作されていないとすると、検出操舵角  $h$  は  $-180$  度のままとなる。レバー 12 が中立位置に戻されているとすると、ステップ S2 で NO、ステップ S3 で NO となり、ステップ S6 に進んで制御用操舵角  $h'$  が演算される。この場合、変数 A は 10 となっているため、制御用操舵角  $h'$  は  $-170$  度となる。この後、ステップ S9 に進んで、目標転舵角  $t^*$  が演算される。この場合には、目標転舵角  $t^*$  は、 $t^* = (\quad / 360) \times (-170)$  となる。したがって、目標転舵角  $t^*$  は、前回と同じ値となる。

30

【0054】

反力用 ECU 41 には、目標転舵角設定部 61 によって演算された制御用操舵角  $h'$  が車内 LAN 43 を介して与えられる。具体的には、図 9 のステップ S6 で制御用操舵角  $h'$  が演算される毎に、演算された制御用操舵角  $h'$  が転舵用 ECU 42 から車内 LAN 43 を介して反力用 ECU 41 に与えられる。反力用 ECU 41 は、例えば、転舵用 ECU 42 から与えられる制御用操舵角  $h'$  に基づいて目標反力トルクを演算し、得られた目標反力トルクが反力モータ 22 から発生するように、反力モータ 22 を駆動制御する。

40

【0055】

以上、この発明の一実施形態について説明したが、この発明はさらに他の形態で実施することもできる。たとえば、前述の実施形態では、レバー 12 の支持機構 80 としては、図 2 ~ 図 5 に示されたものが用いられているが、ステアリングホイール 11 の回転角度位置にかかわらず車体 2 を基準とした左方向および右方向に移動可能にレバー 12 をステアリングホイール 11 に支持できるものであれば、図 2 ~ 図 5 に示されたもの以外の機構を用いてもよい。

【0056】

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

50

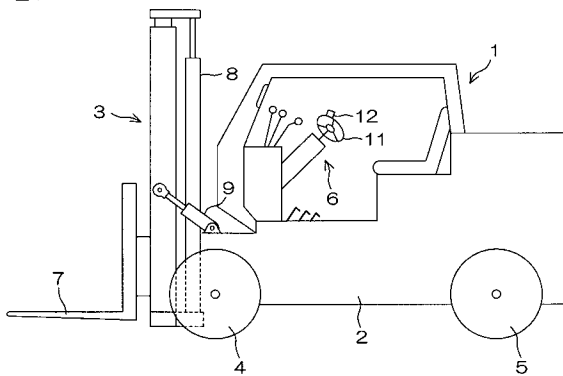
【符号の説明】

【0057】

6 ... 車両用操舵装置、11 ... ステアリングホイール、12 ... レバー（操作部）、14 ... 転舵用モータ、32 ... 転舵角センサ、43 ... 操舵角センサ、42 ... 転舵用ECU、61 ... 目標転舵角設定部、80 ... 支持機構、91, 92 ... 検出器

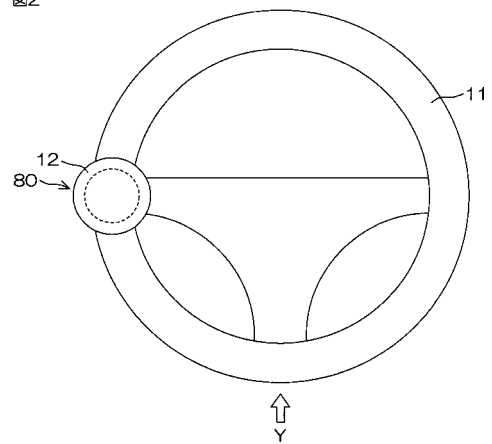
【図1】

図1



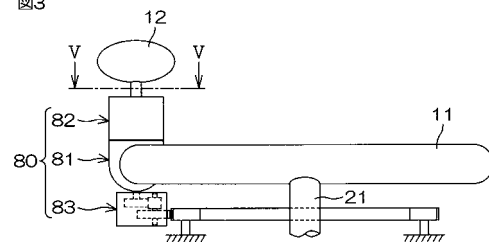
【図2】

図2

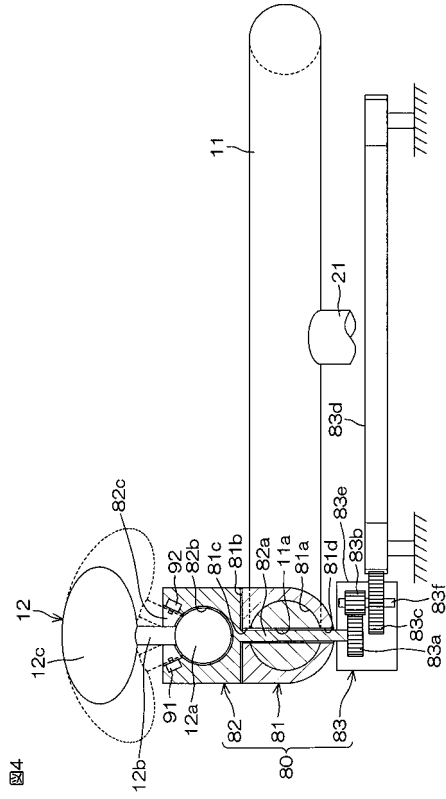


【図3】

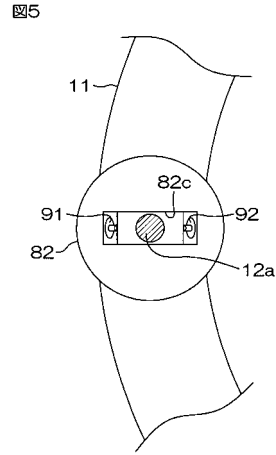
図3



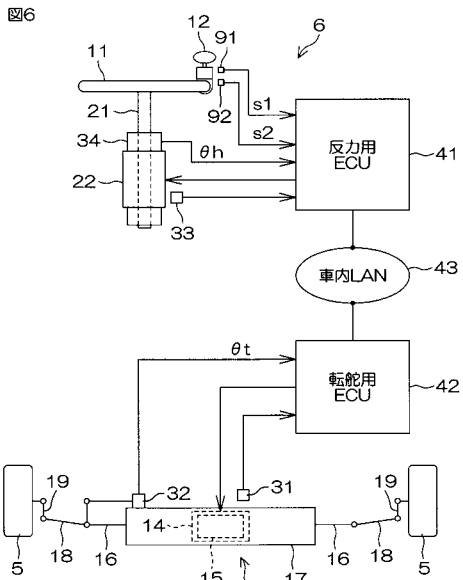
【 図 4 】



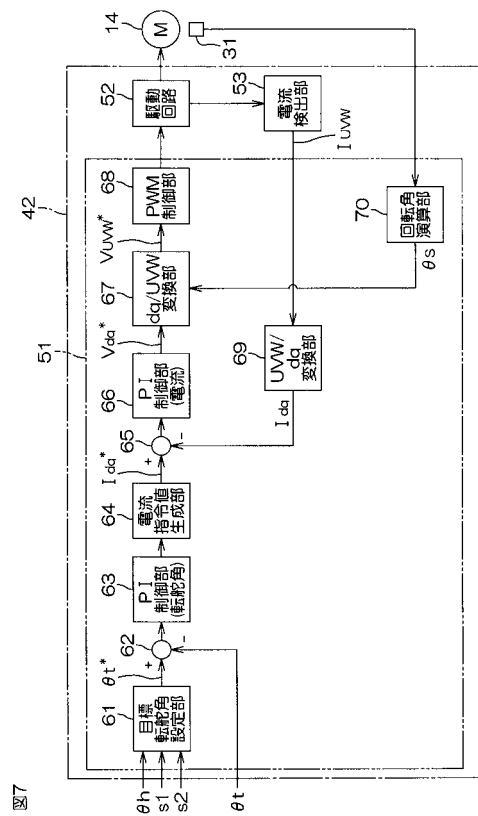
【 図 5 】



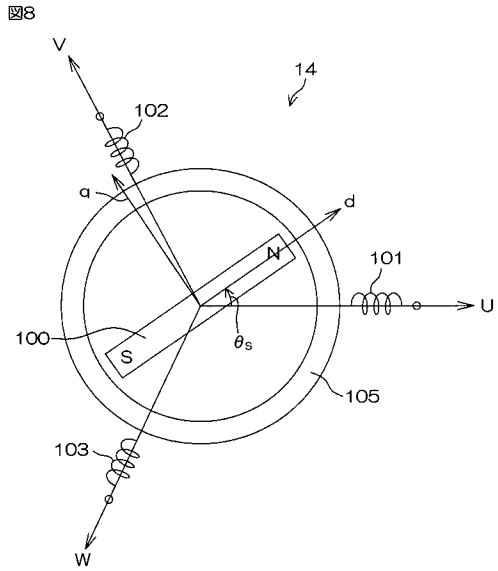
【 図 6 】



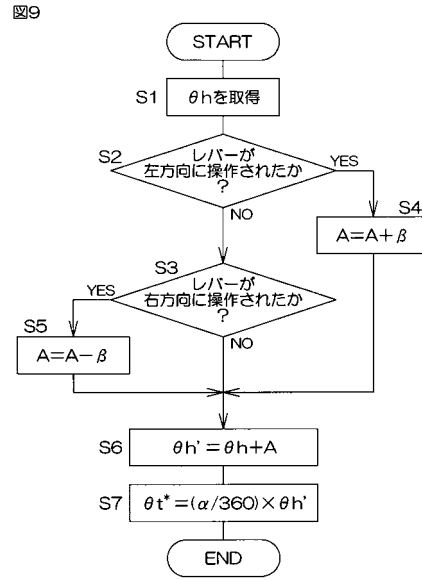
【 図 7 】



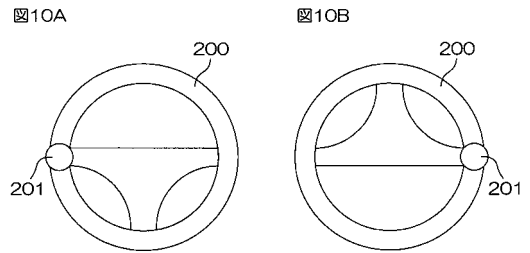
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 3D030 DB04 DB95  
3D232 CC12 DA03 DA04 DA63 DA64 DA99 DD02 DD10 DD17 EA06  
EB04 EB12 EC23 EC29 EC37 GG06  
3D333 CB05 CB40 CB45 CC06 CD10 CD52 CD60 CE45  
3F333 AA02 CA19 FE03