

明 細 書

発明の名称：産業車両の操舵装置

技術分野

[0001] 本開示は、産業車両の操舵装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、産業車両の操舵装置に関連する技術として、方向切換バルブを用いた油圧切換手段で手動操舵モードと自動操舵モードとを選択的に切り換える車両用操舵制御装置が知られている（例えば特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平9－254801号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記従来技術の車両用操舵制御装置は、手動操舵モードでは一对の油圧室の両方に共に均等に油圧が供給され、油圧反力式のパワーステアリング装置として作動する。自動操舵モードでは方向切換バルブの切換え制御によって操舵方向に応じた何れか一方の油圧室に油圧が供給され、自動操舵が行われる。このような構成では、方向切換バルブの切換えによって手動操舵モードと自動操舵モードとが選択的に切り換えられるため、例えば自動操舵モードにおいてはオペレータによる手動操舵に応じて油圧回路を機能させることが難しいことがある。

[0005] 本開示は、自動操舵が可能な状態であっても手動操舵が可能となるように油圧回路を機能させることができる産業車両の操舵装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様に係る産業車両の操舵装置は、作動油を吐出する油圧ポンプと、作動油の供給により作動して操舵輪を操舵するステアリングシリンダ

と、を備える産業車両の操舵装置であって、ステアリングホイールの操作に応じて開閉される第1バルブを有し、油圧ポンプから吐出される作動油を第1バルブを介してステアリングシリンダに供給する手動操舵用回路と、自動運転制御の演算結果に従って開閉される第2バルブを有し、油圧ポンプから吐出される作動油を第2バルブを介してステアリングシリンダに供給する自動操舵用回路と、油圧ポンプと第1バルブ及び第2バルブとの間に配設され、作動油を手動操舵用回路と自動操舵用回路とに分流する分流弁と、を備え、分流弁は、ステアリングシリンダを作動させる所定流量以上の設計流量で作動油を手動操舵用回路に優先して供給するプライオリティバルブである。

[0007] 本開示の一態様に係る産業車両の操舵装置では、作動油は、分流弁によって手動操舵用回路と自動操舵用回路とに分流される。分流弁は、ステアリングシリンダを作動させる所定流量以上の設計流量で作動油を手動操舵用回路に優先して供給するプライオリティバルブである。これにより、自動運転制御の演算結果に従って第2バルブが開かれている状態であっても、少なくとも所定流量の作動油が手動操舵用回路に供給されるため、ステアリングホイールの操作に応じてステアリングシリンダが作動することができる。したがって、本開示の一態様に係る産業車両の操舵装置によれば、自動操舵が可能な状態であっても手動操舵が可能となるように油圧回路を機能させることができる。

[0008] 一実施形態において、産業車両の操舵装置は、第2バルブを介しての作動油の供給を休止する所定の自動操舵非作動条件を満たしている場合に、自動操舵非作動条件を満たしていない場合と比べて、第2バルブに作用する油圧ポンプからの作動油の圧力を低下させるアンロード手段を更に備えてもよい。この場合、例えば第2バルブへの作動油の供給が常に完全には遮断されないように分流弁が構成されている場合に、仮に自動操舵用回路側に供給された余剰流量の作動油がタンクに戻されない構成を想定すると、油圧ポンプからの作動油の圧力が常に第2バルブに作用することで、油圧ポンプに不要な負荷が加わる。そこで、アンロード手段によって、自動操舵非作動条件を満

たしている場合に第2バルブに作用する油圧ポンプからの作動油の圧力を低下させることで、油圧ポンプに不要な負荷が加わることを抑制することができる。その結果、油圧ポンプに不要な負荷が加わることに起因して産業車両の操舵装置の稼働時間が短くなることを抑制することが可能となる。

[0009] 一実施形態において、アンロード手段は、自動運転制御の実行もしくは非実行に関する情報、又は、産業車両の車速情報に基づいて、自動操舵非作動条件が満たされているか否かを判定する制御部と、制御部の判定結果に基づいて第2バルブに作用する油圧ポンプからの作動油の圧力を低下可能に設けられたアンロード弁と、を有し、制御部は、自動操舵非作動条件が満たされていると判定する場合に、第2バルブに作用する油圧ポンプからの作動油の圧力を低下させるようにアンロード弁を制御してもよい。この場合、制御部の判定結果に基づいてアンロード弁を制御することで、自動操舵非作動条件を満たしている場合に第2バルブに作用する油圧ポンプからの作動油の圧力を低下させることができる。

[0010] 一実施形態において、アンロード手段は、自動運転制御の実行もしくは非実行に関する情報、又は、産業車両の車速情報に基づいて、自動操舵非作動条件が満たされているか否かを判定する制御部と、制御部の判定結果に基づいて作動時の作動油の吐出量を変更可能に構成された油圧ポンプである可変容量ポンプと、を有し、制御部は、自動操舵非作動条件が満たされていると判定する場合に、作動油の吐出量を低減させるように可変容量ポンプを制御してもよい。この場合、制御部の判定結果に基づいて可変容量ポンプの作動時の吐出量を制御することで、自動操舵非作動条件を満たしている場合に第2バルブに作用する可変容量ポンプからの作動油の圧力を低下させることができる。

[0011] 一実施形態において、制御部は、自動運転制御の実行又は非実行を切り替えるためのスイッチからの信号に基づいて、スイッチの状態が自動運転制御の非実行との状態である場合に、自動操舵非作動条件が満たされていると判定してもよい。この場合、自動運転制御を実行せず自動操舵が行われない状

態で油圧ポンプに不要な負荷が加わることを抑制することができる。

[0012] 一実施形態において、制御部は、産業車両の车速情報に基づいて、産業車両が所定時間継続して停止しているか否かを判定し、産業車両が所定時間継続して停止していると判定する場合に、自動操舵非作動条件が満たされていると判定してもよい。この場合、産業車両が所定時間継続して停止している状態で油圧ポンプに不要な負荷が加わることを抑制することができる。

[0013] 本開示の他の態様に係る産業車両の操舵装置は、作動油を吐出する油圧ポンプと、作動油の供給により作動して操舵輪を操舵するステアリングシリンダと、を備える産業車両の操舵装置であって、ステアリングホイールの操作に応じて開閉される第1バルブを有し、油圧ポンプから吐出される作動油を第1バルブを介してステアリングシリンダに供給する手動操舵用回路と、自動運転制御の演算結果に従って開閉される第2バルブを有し、油圧ポンプから吐出される作動油を第2バルブを介してステアリングシリンダに供給する自動操舵用回路と、油圧ポンプと第1バルブ及び第2バルブとの間に配設され、作動油を手動操舵用回路と自動操舵用回路とに分流する分流弁と、ステアリングホイールの操作を検出する操舵操作検出部と、を備え、分流弁は、油圧ポンプから吐出される作動油のうちステアリングシリンダを作動させる所定流量以上の第1流量で作動油を手動操舵用回路に優先して供給すると共に、油圧ポンプから吐出される作動油のうち第1流量を除いた余剰流量である第2流量で作動油を自動操舵用回路に供給するプライオリティバルブであり、操舵操作検出部がステアリングホイールの操作を検出する場合に、自動操舵用回路を介してのステアリングシリンダへの作動油の供給を制限する供給制限手段を備える。

[0014] 本開示の他の態様に係る産業車両の操舵装置では、分流弁は、ステアリングホイールが操作される場合であっても、余剰流量が生じていれば、第2流量で作動油を自動操舵用回路に供給する。自動操舵用回路を介してのステアリングシリンダへの作動油の供給は、操舵操作検出部がステアリングホイールの操作を検出する場合に、供給制限手段によって制限される。これにより

、ステアリングホイールが操作される場合には、自動操舵用回路に供給された作動油によるステアリングシリンダの作動が制限される。したがって、本開示の他の態様に係る産業車両の操舵装置によれば、自動操舵用回路を介して供給される作動油によってステアリングホイールの操作に応じたステアリングシリンダの作動に影響が及ぼされることを抑制できる。

[0015] 一実施形態において、供給制限手段は、操舵操作検出部がステアリングホイールの操作を検出する場合に、油圧ポンプからの作動油を第2バルブを介してステアリングシリンダに供給しないように第2バルブを制御する制御部を有してもよい。この場合、ステアリングホイールが操作される場合に、自動操舵用回路に供給された作動油を第2バルブで遮ることで、自動操舵用回路に供給された作動油によるステアリングシリンダの作動を制限することができる。

[0016] 一実施形態において、供給制限手段は、自動操舵用回路の作動油の圧力を低下可能に設けられたアンロード弁と、操舵操作検出部がステアリングホイールの操作を検出する場合に、自動操舵用回路の作動油の圧力を低下させるようにアンロード弁を制御する制御部と、を有してもよい。この場合、ステアリングホイールが操作される場合に、アンロード弁を用いて自動操舵用回路の作動油の圧力を低下させることで、自動操舵用回路に供給された作動油によるステアリングシリンダの作動を制限することができる。

[0017] 一実施形態において、ステアリングホイールの操作は、産業車両のオペレータによるステアリングホイールの所定操作であり、操舵操作検出部は、ステアリングホイールの回転速度が所定の回転速度閾値以下である場合に、所定操作を検出してもよい。ステアリングホイールが操作される場合にステアリングホイールの回転速度が遅いほど、手動操舵用回路を介してのステアリングシリンダへの作動油の流量が小さくなるため、余剰流量が生じやすい。そのため、ステアリングホイールの回転速度が回転速度閾値以下である場合に所定操作を検出し、自動操舵用回路を介してのステアリングシリンダへの作動油の供給を制限することで、自動操舵用回路を介して供給される作動油

によってステアリングホイールの操作に応じたステアリングシリンダの作動に影響が及ぼされることを好適に抑制できる。

発明の効果

[0018] 本開示によれば、自動操舵が可能な状態であっても手動操舵が可能となるように油圧回路を機能させることができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]第1実施形態に係る産業車両の操舵装置が適用された産業車両の概略構成図である。

[図2]図1の操舵油圧回路の構成を示す概略回路図である。

[図3]図2の電磁比例弁の一例の油圧回路図である。

[図4]図1の産業車両の操舵装置の機能構成を示すブロック図である。

[図5]図1のプライオリティバルブの軸線に沿う概略断面図である。

[図6]図1のプライオリティバルブの軸線に沿う概略断面図である。

[図7]図1のコントローラのアンロード処理を例示するフローチャートである。

[図8]図7の自動操舵非作動条件の判定処理を例示するフローチャートである。

[図9]第2実施形態に係る産業車両の操舵装置が適用された産業車両の概略構成図である。

[図10]図9の操舵油圧回路の構成を示す概略回路図である。

[図11]図9の産業車両の操舵装置の機能構成を示すブロック図である。

[図12]供給制限手段による制限をしない場合のステアリングシリンダへの作動油の流量を示すタイミングチャートである。

[図13]供給制限手段による制限をする場合のステアリングシリンダへの作動油の流量を示すタイミングチャートである。

[図14]図9のコントローラの供給制限処理を例示するフローチャートである。

[図15]図14のステアリング操作検出処理を例示するフローチャートである。

。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、図面において、同一又は同等の要素には同じ符号を付し、重複する説明を省略する。

[0021] [第1実施形態]

図1は、第1実施形態に係る産業車両の操舵装置が適用された産業車両の概略構成図である。図1に示される産業車両1Aは、例えば電動トローイングトラクタであり、空港、工場内、港湾等で貨物を搭載したコンテナを牽引するために用いられる。

[0022] 産業車両1Aは、自動運転制御を実行可能に構成されている。自動運転とは、例えば運行管理システム等からの搬送命令に従って自動で産業車両1Aを走行させる車両制御を実行する運転状態である。運行管理システムは、産業車両1Aに対し、搬送命令、運行の監視、及び車両状態の監視等を行ういわゆる管制システムである。自動運転では、作業者が運転操作を行う必要が無く、自動で産業車両1Aが走行する。

[0023] ここでの自動運転は、例えば空港における滑走路、離着陸区域、誘導路、エプロン、管制塔、格納庫、荷捌き場、充電場等を含む所定のエリアにおいて実施される。産業車両1Aは、所定のエリア内で、走行ルートを予め定めた自動運転が可能である。本実施形態では、予め定められた走行ルートにおいて、例えば交差点等で自動運転制御の演算結果に従って産業車両1Aを自動操舵させることを含む走行計画が生成される。なお、産業車両1Aの走行ルートは、固定されておらず、予め定めたものから変更可能である。固定されていない走行ルートとは、例えば路面上に設置された磁気テープに沿って走行する無人搬送車（AGV：Automated Guided Vehicle）のように一旦設定されると変更されにくい走行ルートではなく、地図情報等に基づいて生成される走行計画を変更することにより変更可能な走行ルートを意味する。

[0024] [産業車両の走行及び操舵に係る構成]

産業車両 1 A は、車体の前部に配置された操舵輪である F L タイヤ 2 及び F R タイヤ 3 と、車体の後部に配置された R L タイヤ 4 及び R R タイヤ 5 と、を備えている。産業車両 1 A は、走行モータとして、R L タイヤ 4 を駆動する左走行モータ 6 と、R R タイヤ 5 を駆動する右走行モータ 7 とを備えている。走行モータは、回生制動力を生じる制動部 8 としても機能する。

[0025] 左走行モータ 6 及び右走行モータ 7 は、発電機としても機能する交流モータである。左走行モータ 6 と R L タイヤ 4 との間には、減速機である左ドライブユニット 6 a が介在している。右走行モータ 7 と R R タイヤ 5 との間には、減速機である右ドライブユニット 7 a が介在している。

[0026] 左走行モータ 6 は、左モータドライバ 6 b を介してコンタクタ 9 と電氣的に接続されている。右走行モータ 7 は、右モータドライバ 7 b を介してコンタクタ 9 と電氣的に接続されている。左モータドライバ 6 b 及び右モータドライバ 7 b は、例えばインバータを有しており、コントローラ（制御部）10 A と電氣的に接続されている。左モータドライバ 6 b 及び右モータドライバ 7 b では、左走行モータ 6 及び右走行モータ 7 の力行及び回生がコントローラ 10 A によって制御される。

[0027] コンタクタ 9 は、バッテリー B 及び操舵油圧回路（油圧回路）30 の油圧ポンプ 31 と電氣的に接続されている。コンタクタ 9 は、コントローラ 10 A と電氣的に接続されており、バッテリー B の電力供給がコントローラ 10 A によって制御される。

[0028] バッテリー B は、左走行モータ 6、右走行モータ 7、及び油圧ポンプ 31 に対する電力供給源である。バッテリー B は、例えば鉛蓄電池で構成される。

[0029] 左走行モータ 6 を回転駆動させると、左走行モータ 6 の駆動力が左ドライブユニット 6 a を介して R L タイヤ 4 に伝わり、R L タイヤ 4 が回転する。産業車両 1 A の制動時には、R L タイヤ 4 の回転によって左走行モータ 6 が発電機として動作する。右走行モータ 7 を回転駆動させると、右走行モータ 7 の駆動力が右ドライブユニット 7 a を介して R R タイヤ 5 に伝わり、R R タイヤ 5 が回転する。産業車両 1 A の制動時には、R R タイヤ 5 の回転によ

って右走行モータ 7 が発電機として動作する。

[0030] 産業車両 1 A は、産業車両の操舵装置 100 A を備えている。産業車両の操舵装置 100 A は、作動油の供給により作動して操舵輪を操舵する油圧パワーステアリングシステムとして構成されている。図 2 は、図 1 の操舵油圧回路の構成を示す概略回路図である。図 2 に示されるように、産業車両の操舵装置 100 A は、コンタクタ 9 と、コントローラ 10 A と、操舵油圧回路 30 と、油圧ポンプ 31 と、ステアリングシリンダ 32 と、ステアリングホイール 33 と、を備えている。操舵油圧回路 30 は、手動操舵用回路 40 と、自動操舵用回路 50 と、プライオリティバルブ 60 とを有して構成される油圧回路である。

[0031] 油圧ポンプ 31 は、作動油を吐出する油圧源である。油圧ポンプ 31 は、タンク 34 に貯留されている作動油を油圧ポンプ回路 30 a に圧送可能に設置されている。油圧ポンプ 31 は、一例として、作動時の作動油の吐出量（同一回転数での吐出量）が一定になるように構成された定容量ポンプである。油圧ポンプ 31 は、コンタクタ 9 と電氣的に接続されており、コンタクタ 9 を介してコントローラ 10 A によってその回転数が制御されることで、その吐出量が制御される。

[0032] ステアリングシリンダ 32 は、作動油の供給により作動して、操舵輪である F L タイヤ 2 及び F R タイヤ 3 を操舵する。ステアリングシリンダ 32 は、F L タイヤ 2 を操舵するための左側シリンダへの作動油の供給口 32 a と、F R タイヤ 3 を操舵するための右側シリンダへの作動油の供給口 32 b と、を有している。供給口 32 a は、手動操舵用回路 40 と自動操舵用回路 50 との一方の合流部 30 b と油圧回路で接続されている。供給口 32 b は、手動操舵用回路 40 と自動操舵用回路 50 との他方の合流部 30 c と油圧回路で接続されている。

[0033] 手動操舵用回路 40 は、ステアリングホイール 33 の操作に応じて開閉される P S バルブ（第 1 バルブ）41 を有する。手動操舵用回路 40 は、油圧ポンプ 31 から吐出される作動油を P S バルブ 41 を介してステアリングシ

リンダ３２に供給する油圧回路である。ＰＳバルブ４１は、いわゆるパワーステアリングバルブのことである。

[0034] 自動操舵用回路５０は、自動運転制御の演算結果に従って開閉される電磁比例弁（第２バルブ）５１を有する。自動操舵用回路５０は、油圧ポンプ３１から吐出された作動油を電磁比例弁５１を介してステアリングシリンダ３２に供給する油圧回路である。電磁比例弁５１は、いわゆるオイルコントロールバルブのことである。ここでの電磁比例弁５１は、電磁比例弁５１に作用する油圧ポンプ３１からの作動油の圧力をパイロット圧として内部のスプール５３（図３参照）を動作させるパイロット式の電磁比例弁である。電磁比例弁５１は、例えば、スプール５３が中立とされることで、油圧ポンプ３１からの作動油を電磁比例弁５１を介してステアリングシリンダ３２に供給しなくなる。電磁比例弁５１は、コントローラ１０Ａと電氣的に接続されており、コントローラ１０Ａによってその開閉（スプール５３の位置）を制御される。なお、以下の説明では、便宜上、油圧ポンプ３１からの作動油を電磁比例弁５１を介してステアリングシリンダ３２に供給できる状態を「電磁比例弁５１が開いている」と表現し、油圧ポンプ３１からの作動油を電磁比例弁５１を介してステアリングシリンダ３２に供給しない状態を「電磁比例弁５１が閉じている」と表現することがある。

[0035] プライオリティバルブ６０は、油圧ポンプ３１とＰＳバルブ４１及び電磁比例弁５１との間に配設されている。プライオリティバルブ６０は、油圧ポンプ３１から油圧ポンプ回路３０ａを介して供給される作動油を、ＰＳバルブ４１側の手動操舵用回路４０と電磁比例弁５１側の自動操舵用回路５０とに分流する分流弁である。プライオリティバルブ６０の分流に関する構造について、詳しくは後述する。

[0036] 手動操舵用回路４０では、油圧ポンプ回路３０ａの作動油がプライオリティバルブ６０を介してＰＳバルブ４１に流入し、ステアリングホイール３３の操作に応じて開かれたＰＳバルブ４１を介して作動油が合流部３０ｂ及び合流部３０ｃに供給される。これにより、ステアリングシリンダ３２に作動

油が供給され、ステアリングホイール 33 の操作に応じて操舵輪である F L タイヤ 2 及び F R タイヤ 3 が操舵される。

[0037] 自動操舵用回路 50 では、油圧ポンプ回路 30 a の作動油がプライオリティバルブ 60 を介して電磁比例弁 51 に流入し、自動運転制御の演算結果に従って開かれた電磁比例弁 51 を介して作動油が合流部 30 b 及び合流部 30 c に供給される。これにより、ステアリングシリンダ 32 に作動油が供給され、自動運転制御の演算結果に従って操舵輪である F L タイヤ 2 及び F R タイヤ 3 が操舵される。

[0038] 電磁比例弁 51 は、電磁比例弁 51 に作用する油圧ポンプ 31 からの作動油（自動操舵用回路 50 の作動油）の圧力を低下可能に設けられたアンロード弁 52 を有している。アンロード弁 52 は、戻り回路 30 d でタンク 34 と接続されている。アンロード弁 52 は、コントローラ 10 A と電氣的に接続されている。第 1 実施形態では、後述するように、アンロード弁 52 は、コントローラ 10 A の判定結果に基づいて、コントローラ 10 A によって自動操舵非作動条件が満たされていると判定される場合に、作動油を戻り回路 30 d を介してタンク 34 へと戻すことで、電磁比例弁 51 に作用する油圧ポンプ 31 からの作動油の圧力（つまりパイロット圧）を低下させる。

[0039] 図 3 は、図 2 の電磁比例弁の一例の油圧回路図である。図 3 に示されるように、電磁比例弁 51 は、アンロード弁 52 を構成するアンロード用パイロット弁 52 a 及びリリーフ弁 52 b と、スプール 53 と、を含んでいる。電磁比例弁 51 では、符号 P から延びるメイン回路（図 3 の実線）に沿って、アンロード用パイロット弁 52 a、リリーフ弁 52 b、及びスプール 53 に作動油が供給される。図 3 の符号 P は、図 2 の符号 P と対応しており、プライオリティバルブ 60 で分流された作動油が供給される。

[0040] アンロード用パイロット弁 52 a がコントローラ 10 A によって動作させられると、パイロット回路（図 3 の破線）に沿って作動油がアンロード用パイロット弁 52 a を介してリリーフ弁 52 b に供給され、パイロット圧がリリーフ弁 52 b に作用する。これにより、リリーフ弁 52 b が動作させられ

る。図3の符号Tは、図2の符号Tと対応しており、電磁比例弁51からタンク34に作動油を戻す戻り回路30dと接続されている。符号Pからの作動油は、符号Pでの作動油の油圧と、タンク34の圧力及びタンク34までの圧損分に相当する圧力と、リリーフ弁52bのスプリングのセット圧と、のバランスに応じて、リリーフ弁52b（実線）を介して符号Tへと流れてタンク34に戻される。

[0041] スプール53は、一例として、位置P1、P2、P3の3つのスプール位置を取り得るように構成されている。スプール53がコントローラ10Aによって動作させられると、スプール53の位置が位置P1、P2、P3のいずれかとなるようにスプール53が移動させられる。位置P1は、符号Pからの作動油が符号C1に流れるスプール位置である。位置P2は、符号Pからの作動油が符号C2に流れるスプール位置である。図3の符号C1、C2は、図2の符号C1、C2と対応している。

[0042] スプール位置が位置P1の場合、符号Pからの作動油は、スプール53を通過して符号C1に流される。符号C1を通過した作動油は、合流部30cを通過してステアリングシリンダ32の供給口32bに供給され、ステアリングシリンダ32の供給口32aから排出されて合流部30bを通過して符号C2に戻される。符号C2を通過した作動油は、スプール53を通過して符号Tに流れてタンク34に戻される。

[0043] スプール位置が位置P2の場合、符号Pからの作動油は、スプール53を通過して符号C2に流される。符号C2を通過した作動油は、合流部30bを通過してステアリングシリンダ32の供給口32aに供給され、ステアリングシリンダ32の供給口32bから排出されて合流部30cを通過して符号C1に戻される。符号C1を通過した作動油は、スプール53を通過して符号Tに流れてタンク34に戻される。

[0044] スプール位置が位置P3の場合、符号Pからの作動油は、符号C1にも符号C2にも流されない。つまり、スプール位置が位置P3の場合、スプール53が中立状態である。

[0045] なお、PSバルブ41は、戻り回路30eでタンク34と接続されている。PSバルブ41では、プライオリティバルブ60を介してPSバルブ41に流入した作動油のうち、ステアリングシリンダ32に供給される流量を超える流量の作動油が、戻り回路30eを介してタンク34へと戻される。このような状況としては、例えば、ステアリングホイール33の操作がない場合、ステアリングホイール33の操作速度が比較的遅い場合、及び、ステアリングホイール33の操作速度が過渡的に低下する場合などが挙げられる。

[0046] [産業車両の自動運転制御及び自動操舵に係る構成]

図4は、図1の産業車両の操舵装置の機能構成を示すブロック図である。産業車両の操舵装置100Aは、産業車両1Aの操舵制御と自動運転制御とを統括するコントローラ10Aを有している。コントローラ10Aは、CPU [Central Processing Unit]、ROM [Read Only Memory]、RAM [Random Access Memory]等を有する電子制御ユニットである。コントローラ10Aでは、例えば、ROMに記録されているプログラムをRAMにロードし、RAMにロードされたプログラムをCPUで実行することにより各種の機能を実現する。コントローラ10Aは、バッテリーBの電圧を検出してもよい。なお、コントローラ10Aは、複数の電子ユニットから構成されていてもよい。

[0047] コントローラ10Aは、GNSS受信機21、周辺状況センサ22、走行情報センサ23、地図データベース24、及び、切替えスイッチ（スイッチ）25と接続されている。

[0048] GNSS受信機21は、3個以上のGNSS衛星から信号を受信することにより、産業車両1Aの地図上の位置（例えば産業車両1Aの緯度及び経度）を測定する。GNSS受信機21は、測定した産業車両1Aの位置情報をコントローラ10Aへ送信する。

[0049] 周辺状況センサ22は、産業車両1Aの周辺の状況を検出する車載の検出器である。周辺状況センサ22は、カメラ及びライダー [LiDAR: Light Detection And Ranging]を含む。カメラの撮像情報は、例えば、路面パター

ン認識及びマッチングのために用いられる。ライダーで検出した障害物情報は、例えば、産業車両 1 A の危険回避のために用いられる。周辺状況センサ 2 2 は、産業車両 1 A の周辺状況に関する情報をコントローラ 1 0 A へ送信する。

[0050] 走行情報センサ 2 3 は、産業車両 1 A の走行状態を検出する検出器である。走行情報センサ 2 3 は、車速センサ、加速度センサ、及びヨーレートセンサ（ジャイロセンサ）を含む。車速センサは、産業車両 1 A の速度を検出する検出器である。車速センサとしては、例えば、左走行モータ 6 及び右走行モータ 7 のそれぞれに設けられ、左走行モータ 6 の回転速度及び右走行モータ 7 の回転速度を検出するスピードセンサが用いられる。走行情報センサ 2 3 は、検出した走行情報をコントローラ 1 0 A に送信する。

[0051] 地図データベース 2 4 は、地図情報を記憶するデータベースである。地図データベース 2 4 は、例えば、産業車両 1 A に搭載された記憶装置（例えば HDD [Hard Disk Drive] 等）内に形成されている。地図情報には、例えば空港における滑走路、離着陸区域、誘導路、エプロン、管制塔、格納庫、荷捌き場、充電場等を含む所定のエリアにおける情報として、道路の位置情報、道路形状の情報（例えばカーブ、直線部の種別、カーブの曲率等）、交差点及び分岐点の位置情報、及び構造物の位置情報等が含まれる。地図情報には、産業車両 1 A の位置認識に用いる路面パターンの位置情報が含まれている。なお、地図データベース 2 4 は、産業車両 1 A と通信可能なサーバに形成されていてもよい。

[0052] 切替えスイッチ 2 5 は、自動運転制御の実行又は非実行を切り替えるためのスイッチである。切替えスイッチ 2 5 は、そのスイッチの操作位置に応じて、自動運転制御の実行との状態、又は、自動運転制御の非実行との状態のいずれかの切替えスイッチ 2 5 の状態を取り得る。切替えスイッチ 2 5 は、切替えスイッチ 2 5 の状態に応じた信号をコントローラ 1 0 A に出力する。

[0053] 次に、コントローラ 1 0 A の機能的構成について説明する。コントローラ 1 0 A は、地図情報取得部 1 1、位置情報取得部 1 2、走行情報取得部 1 3

、自動運転制御部 14、及び、操舵油圧制御部 15A を有している。なお、以下に説明するコントローラ 10A の機能の一部は、産業車両 1A と通信可能なサーバにおいて実行される態様であってもよい。

[0054] 地図情報取得部 11 は、地図データベース 24 に記憶された地図情報を取得する。地図情報取得部 11 は、例えば、産業車両 1A の位置認識に用いる路面パターンの位置情報を取得する。

[0055] 位置情報取得部 12 は、GNSS 受信機 21 の受信結果と周辺状況センサ 22 の検出結果と地図データベース 24 の地図情報とに基づいて、産業車両 1A の位置情報を取得する。位置情報取得部 12 は、地図情報に含まれる路面パターンの位置情報と周辺状況センサ 22 で検出した産業車両 1A に対する路面パターンの相対位置情報とに基づいて、産業車両 1A の自己位置を取得する。なお、位置情報取得部 12 は、例えば SLAM [Simultaneous Localization And Mapping] 手法を用いて、産業車両 1A の自己位置を推定してもよい。

[0056] 走行情報取得部 13 は、走行情報センサ 23 の検出結果に基づいて、産業車両 1A の走行情報を取得する。ここでの走行情報取得部 13 は、左走行モータ 6 及び右走行モータ 7 のそれぞれに設けられたスピードセンサの検出結果に基づいて、産業車両 1A の車速情報を取得する。走行情報取得部 13 は、ジャイロセンサの検出結果に基づいて、産業車両 1A の向きを取得してもよい。

[0057] 自動運転制御部 14 は、位置情報と走行情報と地図情報と切替えスイッチ 25 の状態に基づいて、産業車両 1A の自動操舵を含む自動運転制御を実行する。自動運転制御部 14 は、GNSS 受信機 21 の測定した産業車両 1A の位置情報、地図データベース 24 の地図情報、周辺状況センサ 22 の検出結果から認識された産業車両 1A の周辺状況（障害物の位置等）、及び走行情報センサ 23 の検出結果から認識された走行状態（車速、ヨーレート等）に基づいて、目標ルートに沿った走行計画を生成する。目標ルートは、運行管理システムの搬送司令等に応じて設定される。走行計画には、例えば、F

Ｌタイヤ２及びＦＲタイヤ３の目標切れ角が含まれている。走行計画には、目標速度が含まれていてもよい。

[0058] 自動運転制御部１４は、走行計画に沿って自動運転を実行する。自動運転制御部１４は、切替えスイッチ２５から自動運転制御の実行との状態に応じた信号が入力される場合、自動運転制御を実行して上述の走行計画を生成し、走行計画に応じて自動操舵の要否を演算する。自動運転制御部１４は、切替えスイッチ２５から自動運転制御の非実行を示す信号が入力される場合、自動運転制御を実行しない（自動運転制御の非実行）。自動運転制御部１４は、左ドライブユニット６ａ及び右ドライブユニット７ａに制御信号を送信することで、目標速度が実現されるように自動運転制御を実行してもよい。

[0059] 操舵油圧制御部１５Ａは、自動運転制御部１４による自動運転制御の演算結果に従って、電磁比例弁５１の開閉を制御する。操舵油圧制御部１５Ａは、自動運転制御部１４による自動操舵の要否の演算結果（自動運転制御の演算結果）に基づいて、コンタクタ９及び電磁比例弁５１に指令信号を送信する。操舵油圧制御部１５Ａは、自動運転制御の実行中であって自動操舵を行うとの自動運転制御の演算結果の場合、ＦＬタイヤ２及びＦＲタイヤ３の切れ角が自動操舵の目標切れ角となるように、電磁比例弁５１の開閉を制御する。電磁比例弁５１は、例えば、自動運転制御の実行中であって自動操舵を行わないとの自動運転制御の演算結果の場合、及び、自動運転制御の非実行中の場合、閉じるように制御される。操舵油圧制御部１５Ａは、例えば、タイヤ切れ角センサ（図示省略）に基づいて、ＦＬタイヤ２及びＦＲタイヤ３の切れ角を取得することができる。

[0060] [プライオリティバルブの分流に関する構造]

プライオリティバルブ６０の分流について、具体的に説明する。図５及び図６は、図１のプライオリティバルブの軸線に沿う概略断面図である。図５及び図６に示されるように、プライオリティバルブ６０は、ハウジング６１に形成された弁支持室６２と、弁支持室６２の内壁に沿って摺動可能に配置された弁体６３と、弁支持室６２の内壁と弁体６３との間に配置され弁体６

3を一方向に付勢するバネ64と、を有する。

[0061] 弁支持室62は、略円筒形状の空洞として形成されている。弁支持室62は、油圧ポンプ回路30aの開口である油圧ポンプ側開口62aと、手動操舵用回路40への導入回路40aの開口である手動操舵側開口62bと、自動操舵用回路50への導入回路50aの開口である自動操舵側開口62cと、を有している。

[0062] 弁体63は、弁支持室62における油圧ポンプ側開口62aと手動操舵側開口62bとの間に弁支持室62の内壁に沿って摺動可能に配置されている。弁体63は、油圧ポンプ側開口62aが位置する油圧ポンプ側背圧室65と、手動操舵側開口62bが位置する手動操舵側背圧室66と、に弁支持室62を区画している。手動操舵側背圧室66は、導入回路40aの側に位置する弁体63の背圧室である。油圧ポンプ側背圧室65には、油圧ポンプ回路30aから分岐した回路30fが接続されており油圧ポンプ31からの作動油が供給される。つまり、油圧ポンプ側背圧室65の油圧は、油圧ポンプ回路30aの油圧と同じである。

[0063] ここでのプライオリティバルブ60は、PSバルブ41側を優先回路とするプライオリティ弁として構成されている。プライオリティバルブ60は、作動油の流量が設計流量（第1流量）となるように手動操舵用回路40に優先して供給する。設計流量は、手動操舵用回路40に優先して供給する作動油の流量の設計値であって、例えば所定流量以上の一定の流量値とされている。所定流量とは、ステアリングシリンダ32がFLタイヤ2及びFRタイヤ3を操舵するように作動するために最低限必要となるステアリングシリンダ32への作動油の供給流量を意味する。すなわち、プライオリティバルブ60は、作動油を所定流量以上の設計流量で手動操舵用回路40に優先して供給することで、自動操舵用回路50に作動油を分流するか否かに関わらず、ステアリングシリンダ32の作動を可能とする。

[0064] プライオリティバルブ60は、PSバルブ41側へ優先して供給する設計流量に応じて設けられたオリフィス67を有する。オリフィス67は、弁体

63に形成されている。オリフィス67は、油圧ポンプ側背圧室65と手動操舵側背圧室66とを連通させる。プライオリティバルブ60では、手動操舵側開口62bは、オリフィス67に対して油圧ポンプ側背圧室65とは反対側に位置するように形成されている。そのため、油圧ポンプ回路30aから油圧ポンプ側背圧室65に流入した作動油は、オリフィス67を通過して手動操舵側背圧室66に導かれることになる。

[0065] オリフィス67を通過する作動油の流量は、オリフィス67の通過前後の作動油の油圧の差圧と、手動操舵側背圧室66における手動操舵側開口62bへの流路面積とによって決まる。本実施形態のプライオリティバルブ60では、オリフィス67の通過前後の作動油の油圧の差圧が変化してもオリフィス67を通過する作動油の流量が略一定となるように、手動操舵側背圧室66における手動操舵側開口62bへの流路面積が変化するように設計されている。以下の説明では、手動操舵側背圧室66における手動操舵側開口62bへの流路面積の指標として連通開度D1を用いる。連通開度D1は、手動操舵側背圧室66から導入回路40aに作動油を導く手動操舵側連通流路68の弁支持室62の軸方向に沿う寸法である。

[0066] プライオリティバルブ60は、油圧ポンプ回路30aからプライオリティバルブ60への作動油の流量が設計流量を超える場合、余剰となった作動油を電磁比例弁51側の自動操舵用回路50へと供給する。プライオリティバルブ60では、自動操舵側開口62cは、オリフィス67に対して油圧ポンプ側背圧室65と同じ側に位置するように形成されている。そのため、自動操舵用回路50への作動油の流量は、主に、油圧ポンプ側背圧室65における自動操舵側開口62cへの流路面積によって決まる。以下の説明では、油圧ポンプ側背圧室65における自動操舵側開口62cへの流路面積の指標として連通開度D2を用いる。連通開度D2は、油圧ポンプ側背圧室65から導入回路50aに作動油を導く自動操舵側連通流路69の弁支持室62の軸方向に沿う寸法である。

[0067] プライオリティバルブ60は、弁体63が弁支持室62の内壁に沿って移

動することにより、連通開度D 2及び連通開度D 1が変化するように構成されている。具体的には、バネ6 4による弁体6 3の付勢方向に向かって弁体6 3が移動することにより、自動操舵側連通流路6 9の連通開度D 2は小さくなると共に、手動操舵側連通流路6 8の連通開度D 1は大きくなるように構成されている。

[0068] ここで、油圧ポンプ3 1は、手動操舵によるPSバルブ4 1の開閉状態及び自動操舵による電磁比例弁5 1の開閉状態の少なくとも一方が変化したとしても、油圧ポンプ回路3 0 aの作動油の流量を維持するように、油圧ポンプ3 1の回転数がコントローラ1 0 Aの操舵油圧制御部1 5 Aによって制御される。手動操舵によるPSバルブ4 1の開閉状態及び自動操舵による電磁比例弁5 1の開閉状態の少なくとも一方が開へと変化すると、手動操舵用回路4 0及び自動操舵用回路5 0の少なくとも一方に作動油が流れる際の圧損が生じる。この圧損に抗して作動油を圧送するため、油圧ポンプ回路3 0 aの作動油の流量を維持しようとして油圧ポンプ3 1の回転数が上がると、油圧ポンプ回路3 0 a及び油圧ポンプ側背圧室6 5の油圧が上昇する。この油圧の上昇により、弁体6 3は、油圧ポンプ側背圧室6 5の油圧による付勢力により手動操舵側背圧室6 6に向かって移動する。

[0069] 例えば、図5は、手動操舵も自動操舵もされず、PSバルブ4 1及び電磁比例弁5 1が共に閉じられている状態に相当する。このような状態としては、自動運転制御の実行中であって自動操舵を行わないとの自動運転制御の演算結果であり且つステアリングホイール3 3の操作がない場合、又は、自動運転制御の非実行中であってステアリングホイール3 3の操作がない場合、が挙げられる。

[0070] 図5の例では、PSバルブ4 1が閉じているため、手動操舵用回路4 0においてPSバルブ4 1を介した作動油の流通は生じず、作動油の流通に伴う圧損も生じない。同様に、電磁比例弁5 1が閉じているため、自動操舵用回路5 0において電磁比例弁5 1を介した作動油の流通は生じず、作動油の流通に伴う圧損も生じない。この場合、油圧ポンプ回路3 0 a及び油圧ポンプ

側背圧室 6 5 の油圧が圧損に応じて上昇することがないため、弁体 6 3 には、油圧ポンプ側背圧室 6 5 の油圧による付勢力が生じない。よって、弁体 6 3 は、手動操舵側背圧室 6 6 に向かって移動せず、手動操舵側背圧室 6 6 から油圧ポンプ側背圧室 6 5 に向かう方向にバネ 6 4 の付勢力のみにより付勢された状態となる。

[0071] この状態では、弁体 6 3 は弁体 6 3 の両側からの付勢力が釣り合うように移動するため、油圧ポンプ側背圧室 6 5 の油圧はバネ 6 4 の付勢力と釣り合う圧力になる。油圧ポンプ側背圧室 6 5 の油圧と手動操舵側背圧室 6 6 の油圧との間の圧力差は、バネ 6 4 の付勢力に対応した所定の圧力差になる。オリフィス 6 7 を通過する作動油の流量は、バネ 6 4 の付勢力に対応した所定の圧力差に応じた流量となる。このとき、連通開度 D 1 が十分に大きいため、オリフィス 6 7 を通過する作動油の流量が、手動操舵用回路 4 0 に供給される設計流量に相当することとなる。なお、図 5 の例では、自動操舵用回路 5 0 側の電磁比例弁 5 1 への作動油の供給は、常に完全には遮断されないようにプライオリティバルブ 6 0 が構成されている。

[0072] 図 6 は、自動操舵が行われているときに手動操舵も更に行われ、P S バルブ 4 1 及び電磁比例弁 5 1 が共に開かれている状態に相当する。このような状態としては、自動運転制御の実行中であって自動操舵を行うとの自動運転制御の演算結果であり且つステアリングホイール 3 3 の操作がある場合が挙げられる。

[0073] 図 6 の例では、電磁比例弁 5 1 が開いているため、自動操舵用回路 5 0 において電磁比例弁 5 1 を介した作動油の流通が生じており、作動油の流通に伴う圧損が生じている。同様に、P S バルブ 4 1 が開いているため、手動操舵用回路 4 0 において P S バルブ 4 1 を介した作動油の流通が生じており、作動油の流通に伴う圧損が生じている。よって、油圧ポンプ回路 3 0 a 及び油圧ポンプ側背圧室 6 5 の油圧が圧損に応じて上昇することとなり、弁体 6 3 には、油圧ポンプ側背圧室 6 5 の油圧による付勢力が生じる。すると、弁体 6 3 は、油圧ポンプ側背圧室 6 5 の油圧による付勢力により手動操舵側背

圧室 6 6 に向かって移動し、手動操舵側連通流路 6 8 の連通開度 D 1 が小さくなる。

[0074] この状態では、油圧ポンプ側背圧室 6 5 の油圧と手動操舵側背圧室 6 6 の油圧との間の圧力差は、図 5 の例での圧力差よりも大きく、バネ 6 4 の付勢力に加えて圧損に応じた分だけ大きくなる。圧力差が大きくなるため、オリフィス 6 7 を通過する作動油の流量は、図 5 の例よりも大きい流量となりうる。しかし、連通開度 D 1 が図 5 の例よりも小さくなるため、手動操舵用回路 4 0 に供給される作動油の流量が図 5 の例と同等となり、設計流量となる。油圧ポンプ 3 1 の吐出量のうち設計流量を超える分は、余剰流量として自動操舵用回路 5 0 側に供給される。

[0075] なお、P S バルブ 4 1 及び電磁比例弁 5 1 のうちいずれか一方が開かれている場合、手動操舵側背圧室 6 6 の油圧による付勢力とバネ 6 4 による付勢力との和が、油圧ポンプ側背圧室 6 5 の油圧による付勢力と釣り合う位置でバランスをとる位置となるように、弁体 6 3 の位置は、例えば図 5 と図 6 との間の状態となる。このような状態としては、自動運転制御の実行中であって自動操舵を行うとの自動運転制御の演算結果であり且つステアリングホイール 3 3 の操作がない場合、又は、自動運転制御の非実行中であってステアリングホイール 3 3 の操作がある場合、が挙げられる。

[0076] 以上のように構成されたプライオリティバルブ 6 0 によれば、自動運転制御の演算結果に従って電磁比例弁 5 1 が開かれている状態であっても、少なくとも設計流量の作動油が手動操舵用回路 4 0 に供給されるため、ステアリングホイール 3 3 の操作に応じてステアリングシリンダ 3 2 が作動することができる。そのため、自動運転制御の実行中であって自動操舵を行っているときに、例えば予期しない障害物が現れてこれを回避する必要性が生じたなどの事情で、オペレータによるステアリングホイール 3 3 の操作に応じてステアリングシリンダ 3 2 が作動するため、自動操舵の最中であっても手動操舵による障害物回避が可能となる。

[0077] ところで、上述のようなプライオリティバルブ 6 0 では、手動操舵用回路

40に流れる設計流量を超えた余剰流量の作動油は、自動操舵用回路50側に供給される。自動操舵用回路50において電磁比例弁51が閉じていると、自動操舵用回路50において電磁比例弁51を介した作動油の流通は生じない。ここで、仮に自動操舵用回路50側に供給された余剰流量の作動油がタンク34に戻されない構成を想定すると、自動操舵用回路50に作動油がとどまるため、電磁比例弁51に作用する油圧ポンプ31からの作動油の圧力（パイロット圧）が高い状態となる。その結果、油圧ポンプ31の駆動エネルギー（ここでは電力）が余分に大きくなるため、産業車両の操舵装置100Aの稼働時間が短くなる可能性がある。

[0078] そこで、産業車両の操舵装置100Aでは、操舵油圧制御部15Aは、自動操舵非作動条件が満たされているか否かを判定する。アンロード弁52は、操舵油圧制御部15Aの判定結果に基づいて電磁比例弁51に作用する作動油の圧力が低下可能に設けられている。操舵油圧制御部15Aは、自動操舵非作動条件が満たされていると判定する場合に、電磁比例弁51に作用する作動油の圧力を低下させるようにアンロード弁52を制御する。すなわち、コントローラ10A及びアンロード弁52は、電磁比例弁51に作用する油圧ポンプ31からの作動油の圧力を低下させるアンロード手段を構成する。

[0079] 自動操舵非作動条件は、電磁比例弁51を介しての作動油の供給を休止するか否かを判定するための所定の条件である。自動操舵非作動条件は、自動運転制御の実行もしくは非実行に関する情報、又は、産業車両1Aの車速情報に基づく条件とすることができる。

[0080] より詳しくは、操舵油圧制御部15Aは、切替えスイッチ25からの信号に基づいて、切替えスイッチ25の状態が自動運転制御の非実行との状態である場合に、自動操舵非作動条件が満たされていると判定してもよい。

[0081] あるいは、操舵油圧制御部15Aは、産業車両1Aの車速情報に基づいて、産業車両1Aが所定時間継続して停止しているか否かを判定し、産業車両1Aが所定時間継続して停止していると判定する場合に、自動操舵非作動条

件が満たされていると判定してもよい。操舵油圧制御部 15 A は、産業車両 1 A の車速が所定の停止車速閾値以下である状態が所定時間継続している場合に、産業車両 1 A が所定時間継続して停止していると判定してもよい。停止車速閾値及び所定時間は、特に限定されないが、産業車両 1 A が停止状態で放置されている状況を想定して、例えば数 km/h 及び数分間程度とすることができる。

[0082] 自動操舵非作動条件は、上述の具体例に限定されない。例えば、操舵油圧制御部 15 A は、自動運転を実行するための構成（例えば、GNSS 受信機 21、周辺状況センサ 22、走行情報センサ 23、地図データベース 24、及び切替えスイッチ 25 のいずれか）が故障している場合に、自動操舵非作動条件が満たされていると判定してもよい。

[0083] 以上のアンロード手段によれば、自動操舵非作動条件が満たされている場合に、自動操舵非作動条件が満たされていない場合と比べて、電磁比例弁 51 に作用する油圧ポンプ 31 からの作動油の圧力を低下させることができる。

[0084] [コントローラによる演算処理の一例]

次に、コントローラ 10 A による演算処理の一例について説明する。図 7 は、図 1 のコントローラのアンロード処理を例示するフローチャートである。図 7 に示される処理は、例えば産業車両 1 A の主電源が入っており油圧ポンプ 31 への電力供給が可能である場合に実行される。

[0085] 図 7 に示されるように、コントローラ 10 A は、S01 において、操舵油圧制御部 15 A により、自動操舵非作動条件が満たされているか否かの判定を行う。コントローラ 10 A は、S01 の処理として、具体的には図 8 に例示される自動操舵非作動条件の判定処理を行う。

[0086] 図 8 は、図 7 の自動操舵非作動条件の判定処理を例示するフローチャートである。図 8 に示されるように、コントローラ 10 A は、S11 において、操舵油圧制御部 15 A により、切替えスイッチ 25 からの信号の受信を行う。操舵油圧制御部 15 A は、切替えスイッチ 25 の状態に応じた信号を切替

えスイッチ 25 から受信する。

- [0087] コントローラ 10A は、S 12 において、操舵油圧制御部 15A により、自動運転制御の非実行との状態であるか否かの判定を行う。コントローラ 10A は、例えば、切替えスイッチ 25 からの信号に基づいて、切替えスイッチ 25 の状態が自動運転制御の非実行との状態である場合に、自動運転制御の非実行との状態であると判定する。
- [0088] コントローラ 10A は、切替えスイッチ 25 の状態が自動運転制御の非実行との状態である場合 (S 12 = YES)、後述の S 16 に移行する。コントローラ 10A は、切替えスイッチ 25 の状態が自動運転制御の実行との状態である場合 (S 12 = NO)、S 13 に移行する。
- [0089] コントローラ 10A は、S 13 において、走行情報取得部 13 により、車速情報の取得を行う。走行情報取得部 13 は、走行情報センサ 23 の検出結果 (例えば左走行モータ 6 の回転速度及び右走行モータ 7 の回転速度) に基づいて、産業車両 1A の車速情報を取得する。
- [0090] コントローラ 10A は、S 14 において、操舵油圧制御部 15A により、産業車両 1A が所定時間継続して停止しているか否かの判定を行う。操舵油圧制御部 15A は、例えば、車速情報に基づいて、産業車両 1A の車速が所定の停止車速閾値以下である状態が所定時間継続している場合に、産業車両 1A が所定時間継続して停止していると判定する。操舵油圧制御部 15A は、産業車両 1A が所定時間継続して停止していると判定する場合 (S 14 = YES)、後述の S 16 に移行する。操舵油圧制御部 15A は、産業車両 1A が所定時間継続して停止していないと判定する場合 (S 14 = NO)、S 15 に移行する。
- [0091] コントローラ 10A は、S 15 において、操舵油圧制御部 15A により、自動操舵非作動条件が満たされていないと判定する。一方、コントローラ 10A は、S 16 において、操舵油圧制御部 15A により、自動操舵非作動条件が満たされていると判定する。その後、コントローラ 10A は、図 8 の処理を終了し、図 7 の S 02 に移行する。

[0092] 図7に戻り、コントローラ10Aは、S02において、操舵油圧制御部15Aにより、自動操舵非作動条件が満たされていると判定された場合（S02=YES）、後述のS04に移行する。コントローラ10Aは、S02において、操舵油圧制御部15Aにより、自動操舵非作動条件が満たされていないと判定された場合（S02=NO）、S03に移行する。

[0093] コントローラ10Aは、S03において、操舵油圧制御部15Aにより、電磁比例弁51に作用する油圧（パイロット圧）を第1圧力とする。第1圧力は、自動操舵用回路50側に供給された余剰流量の作動油をタンク34に戻さない場合の作動油の圧力である。本実施形態では、操舵油圧制御部15Aは、S03において、電磁比例弁51に作用する作動油の圧力をアンロード弁52で低下させないように（例えばアンロード弁52を閉じるように）制御する。これにより、電磁比例弁51に作用する油圧（パイロット圧）が第1圧力となる。その後、コントローラ10Aは、図7の処理を終了する。コントローラ10Aは、所定演算周期後に図7の処理を繰り返してもよい。

[0094] コントローラ10Aは、S04において、操舵油圧制御部15Aにより、電磁比例弁51に作用する油圧（パイロット圧）を第1圧力よりも小さい第2圧力とする。第2圧力は、自動操舵用回路50側に供給された余剰流量の作動油をタンク34に戻す場合の作動油の圧力である。本実施形態では、操舵油圧制御部15Aは、S04において、自動操舵非作動条件が満たされていないと判定された場合（S02=NO）と比べて電磁比例弁51に作用する作動油の圧力を低下させるように（例えばアンロード弁52を開くように）アンロード弁52を制御する。これにより、電磁比例弁51に作用する油圧（パイロット圧）が第2圧力となる。その後、コントローラ10Aは、図7の処理を終了する。コントローラ10Aは、所定演算周期後に図7の処理を繰り返してもよい。

[0095] [第1実施形態の作用及び効果]

産業車両の操舵装置100Aでは、作動油は、プライオリティバルブ60によって手動操舵用回路40と自動操舵用回路50とに分流され、ステアリ

ングシリンダ 3 2 を作動させる所定流量以上の設計流量で手動操舵用回路 4 0 に優先して供給される。これにより、自動運転制御の演算結果に従って電磁比例弁 5 1 が開かれている状態であっても、少なくとも所定流量の作動油が手動操舵用回路 4 0 に供給されるため、ステアリングホイール 3 3 の操作に応じてステアリングシリンダ 3 2 が作動することができる。したがって、産業車両の操舵装置 1 0 0 A によれば、自動操舵が可能な状態であっても手動操舵が可能となるように操舵油圧回路 3 0 を機能させることができる。

[0096] ちなみに、比較例として、手動操舵用回路 4 0 と自動操舵用回路 5 0 との分流をプライオリティバルブ 6 0 ではなく電気信号に応じて動作するロック弁を用い、なおかつ予備バッテリーを利用して電気信号をロック弁に送信するような構成にあっては、予備バッテリーが失陥となるとロック弁を動作させることが不可能となり、手動操舵も不可能となる。これに対し、本開示のようなプライオリティバルブ 6 0 を用いる産業車両の操舵装置 1 0 0 A によれば、上記予備バッテリーのような電源がなくても機械的に手動操舵用回路 4 0 に設計流量の作動油を供給することができるため、ステアリングホイール 3 3 と P S バルブ 4 1 とが実質的に機械的に結合されている。これにより、分流用の電源の失陥に起因して手動操舵ができなくなることを回避できる。また、上記予備バッテリーのような電源などの構成を省けるため、部品点数の増加を抑制することができる。

[0097] 産業車両の操舵装置 1 0 0 A は、電磁比例弁 5 1 を介しての作動油の供給を休止する所定の自動操舵非作動条件を満たしている場合に、自動操舵非作動条件を満たしていない場合と比べて、電磁比例弁 5 1 に作用する油圧ポンプ 3 1 からの作動油の圧力を低下させるアンロード手段を更に備えている。これにより、電磁比例弁 5 1 への作動油の供給が常に完全には遮断されないようにプライオリティバルブ 6 0 が構成されている場合に、仮に自動操舵用回路 5 0 側に供給された余剰流量の作動油がタンク 3 4 に戻されない構成を想定すると、油圧ポンプ 3 1 からの作動油の圧力が常に電磁比例弁 5 1 に作用することで、油圧ポンプ 3 1 に不要な負荷が加わる。そこで、アンロード

手段によって、自動操舵非作動条件を満たしている場合に電磁比例弁51に作用する油圧ポンプ31からの作動油の圧力を低下させることで、油圧ポンプ31に不要な負荷が加わることを抑制することができる。その結果、油圧ポンプ31に不要な負荷が加わることに起因して産業車両の操舵装置100Aの稼働時間が短くなることを抑制することが可能となる。また、油圧ポンプ31の負荷が低減されることで、作動油の油温が上がりにくくなり、例えば高温環境下で油圧ポンプ31及び作動油のオーバーヒートが起こりにくくなる。また、耐熱性が比較的小さい油圧ポンプ31を採用することが可能となる。

[0098] 産業車両の操舵装置100Aでは、アンロード手段は、自動運転制御の実行もしくは非実行に関する情報、又は、産業車両1Aの車速情報に基づいて、自動操舵非作動条件が満たされているか否かを判定するコントローラ10Aと、コントローラ10Aの判定結果に基づいて電磁比例弁51に作用する油圧ポンプ31からの作動油の圧力を低下可能に設けられたアンロード弁52と、を有している。コントローラ10Aは、自動操舵非作動条件が満たされていると判定する場合に、電磁比例弁51に作用する油圧ポンプ31からの作動油の圧力を低下させるようにアンロード弁52を制御する。これにより、コントローラ10Aの判定結果に基づいてアンロード弁52を制御することで、自動操舵非作動条件を満たしている場合に電磁比例弁51に作用する油圧ポンプ31からの作動油の圧力を低下させることができる。

[0099] 産業車両の操舵装置100Aでは、コントローラ10Aは、自動運転制御の実行又は非実行を切り替えるための切替えスイッチ25からの信号に基づいて、切替えスイッチ25の状態が自動運転制御の非実行との状態である場合に、自動操舵非作動条件が満たされていると判定する。これにより、自動運転制御を実行せず自動操舵が行われない状態で油圧ポンプ31に不要な負荷が加わることを抑制することができる。

[0100] 産業車両の操舵装置100Aでは、コントローラ10Aは、産業車両1Aの車速情報に基づいて、産業車両1Aが所定時間継続して停止しているか否

かを判定し、産業車両 1 A が所定時間継続して停止していると判定する場合に、自動操舵非作動条件が満たされていると判定する。これにより、産業車両 1 A が所定時間継続して停止している状態で油圧ポンプ 3 1 に不要な負荷が加わることを抑制することができる。

[0101] 〔第 1 実施形態の変形例〕

以上、本開示に係る第 1 実施形態について説明したが、本開示は、上述した第 1 実施形態に限られるものではない。

[0102] アンロード手段は、上述したようなアンロード弁 5 2 及びアンロード弁 5 2 を制御するコントローラ 1 0 A に限定されない。例えば、アンロード手段の変形例として、コントローラ 1 0 A は、コントローラ 1 0 A の判定結果に基づいて（定容量の）油圧ポンプ 3 1 の回転数を制御してもよい。コントローラ 1 0 A は、自動操舵非作動条件を満たしている場合に油圧ポンプ 3 1 の回転数を低下させることで、電磁比例弁 5 1 に作用する油圧ポンプ 3 1 からの作動油の圧力を低下させることができる。

[0103] あるいは、アンロード手段の他の変形例として、油圧ポンプ 3 1 は、作動時の作動油の吐出量を変更可能に構成された可変容量ポンプであってもよい。コントローラ 1 0 A は、自動操舵非作動条件が満たされていると判定する場合に、作動油の吐出量を低減させるように可変容量ポンプを制御してもよい。この場合、コントローラ 1 0 A の判定結果に基づいて可変容量ポンプの作動時の吐出量を制御することで、自動操舵非作動条件を満たしている場合に電磁比例弁 5 1 に作用する可変容量ポンプからの作動油の圧力を低下させることができる。

[0104] 上記第 1 実施形態では、産業車両の操舵装置 1 0 0 A はアンロード手段を備えていたが、アンロード手段が省略されてもよい。この場合、図 5 の例のように、自動操舵用回路 5 0 側の電磁比例弁 5 1 への作動油の供給は、常に完全には遮断されないようにプライオリティバルブ 6 0 が構成されていたが、完全に遮断されるように構成された分流弁を用いてもよい。電磁比例弁 5 1 への作動油の供給が完全に遮断されることで、完全に遮断されない場合と

比べて、電磁比例弁 5 1 に作用する油圧ポンプ 3 1 からの作動油の圧力（パイロット圧）の低下を見込むことができる。

[0105] [第 2 実施形態]

図 9 は、第 2 実施形態に係る産業車両の操舵装置が適用された産業車両の概略構成図である。図 10 は、図 9 の操舵油圧回路の構成を示す概略回路図である。図 11 は、図 9 の産業車両の操舵装置の機能構成を示すブロック図である。

[0106] 図 9 に示される産業車両 1 B は、産業車両の操舵装置 100 A に代えて産業車両の操舵装置 100 B を備えている点において、図 1 に示される産業車両 1 A と異なっている。産業車両 1 B は、その他の点において産業車両 1 A と同様に構成されている。

[0107] 産業車両の操舵装置 100 B は、コントローラ 10 A に代えてコントローラ（制御部）10 B が設けられている点、切替えスイッチ 25 に代えて操舵角センサ（操舵操作検出部）26 が設けられている点において、図 1 に示される産業車両の操舵装置 100 A と異なっている。産業車両の操舵装置 100 B は、その他の点において産業車両の操舵装置 100 A と同様に構成されている。コントローラ 10 B は、操舵角センサ 26 と接続されている。

[0108] 操舵角センサ 26 は、ステアリングホイール 33 の操舵角を検出する検出器である。操舵角センサ 26 は、例えば、ステアリングホイール 33 の軸に設けられる。操舵角センサ 26 は、検出した操舵角情報をコントローラ 10 B に送信する。操舵角センサ 26 は、ステアリングホイール 33 の操作を検出する操舵操作検出部を構成する。

[0109] 第 2 実施形態では、アンロード弁 5 2 の動作は、コントローラ 10 B によって制御される。例えば、操舵油圧制御部 15 B は、操舵油圧制御部 15 A の機能に加えて、操舵角センサ 26 の検出結果に基づいて、ステアリングホイール 33 の操作を検出する。すなわち、操舵油圧制御部 15 B は、操舵角センサ 26 と共に、操舵操作検出部として機能する。操舵操作検出部の機能について、詳しくは後述する。

[0110] 上述したように、プライオリティバルブ60は、PSバルブ41側を優先回路とするプライオリティ弁として構成されている。プライオリティバルブ60は、作動油の流量が設計流量（第1流量）となるように手動操舵用回路40に優先して供給する。プライオリティバルブ60は、油圧ポンプ回路30aからプライオリティバルブ60への作動油の流量が設計流量を超える場合、余剰となった作動油を電磁比例弁51側の自動操舵用回路50へと供給する。すなわち、プライオリティバルブ60は、油圧ポンプ31から吐出される作動油のうちステアリングシリンダ32を作動させる所定流量以上の第1流量で作動油を手動操舵用回路40に優先して供給すると共に、油圧ポンプ31から吐出される作動油のうち第1流量を除いた余剰流量である第2流量で作動油を自動操舵用回路50に供給する。

[0111] ところで、上述のようなプライオリティバルブ60では、油圧ポンプ31から吐出される作動油のうち手動操舵用回路40に流れる設計流量（第1流量）を除いた余剰流量である第2流量の作動油は、自動操舵用回路50に供給される。ここで、例えばステアリングホイール33の操作の有無にかかわらず第2流量の作動油が自動操舵用回路50を介してステアリングシリンダ32に供給されると仮定すると、手動操舵用回路40を流通してくる作動油と、自動操舵用回路50を流通してくる作動油と、の両方が同時にステアリングシリンダ32に供給されることがあり得る。そのため、ステアリングホイール33の操作がある場合に、自動操舵用回路50に供給される作動油が、ステアリングホイール33の操作に応じたステアリングシリンダ32の作動に影響を及ぼす可能性がある。特に、ステアリングホイール33の操作速度が比較的遅い場合には、自動操舵用回路50への余剰流量が生じやすいため、ステアリングホイール33の操作速度が比較的速い場合と比べて、ステアリングホイール33の操作に応じたステアリングシリンダ32の作動への影響が大きくなる可能性がある。

[0112] 具体的には、ステアリングシリンダ32の作動への影響として、例えば、自動操舵用回路50を流通してくる作動油と、手動操舵用回路40を流通し

てくる作動油と、が同じ操舵方向となるようにステアリングシリンダ３２に供給される場合、ステアリングホイール３３の操作よりも大きく操舵輪が操舵される可能性がある。反対に、自動操舵用回路５０を流通してくる作動油と、手動操舵用回路４０を流通してくる作動油と、が逆の操舵方向となるようにステアリングシリンダ３２に供給される場合、ステアリングホイール３３の操作による操舵輪の操舵が妨げられて操作に対する応答が悪化する（効率が悪くなる）という影響が生じる可能性がある。

[0113] そこで、産業車両の操舵装置１００Ｂでは、操舵油圧制御部１５Ｂがステアリングホイール３３の操作を検出する場合に、自動操舵用回路５０を介してのステアリングシリンダ３２への作動油の供給を制限する供給制限手段を備える。「操舵油圧制御部１５Ｂがステアリングホイール３３の操作を検出する場合」とは、自動操舵用回路５０に供給される作動油が、ステアリングホイール３３の操作に応じたステアリングシリンダ３２の作動に影響を及ぼしやすい場合に相当する。

[0114] 操舵油圧制御部１５Ｂは、操舵角センサ２６の検出結果に基づいて、ステアリングホイール３３の操作を検出する。本開示では、ステアリングホイール３３の操作とは、産業車両１Ｂのオペレータによるステアリングホイール３３の所定操作である。所定操作とは、手動操舵用回路４０を流通してくる作動油によるステアリングシリンダ３２の作動が、自動操舵用回路５０を流通してくる作動油の影響を受けやすいステアリングホイール３３の操作を意味する。なお、以下の操舵油圧制御部１５Ｂによるステアリングホイール３３の操作の検出は、自動運転制御の実行中を条件としてもよい。

[0115] 所定操作としては、一例として、操舵速度が一定以上に遅いようなオペレータによるステアリングホイール３３の操作が挙げられる。操舵油圧制御部１５Ｂは、例えば、操舵角センサ２６で検出された操舵角の時間変化量（回転速度）に基づいて、ステアリングホイール３３の操舵速度が所定の操舵速度閾値以下である場合に、所定操作を検出する。操舵速度閾値は、オペレータによるステアリングホイール３３の操作が所定操作であるか否かを判定す

るための回転速度の閾値である。操舵速度閾値は、例えば、自動操舵用回路 50 への余剰流量を考慮して予め設定することができる。ステアリングホイール 33 の操舵速度が小さいほど、プライオリティバルブ 60 から PS バルブ 41 に流れる設計流量のうちの少量が手動操舵用回路 40 を介してステアリングシリンダ 32 に供給されるため、余剰流量が多くなる。そこで、操舵速度閾値は、余剰流量が一定量（例えば設計流量の半分など）以上となるようなステアリングホイール 33 の操舵速度としてもよい。

[0116] 所定操作としては、一例として、手動操舵の操舵輪の転舵方向が自動操舵の方向と一致しないようなオペレータによるステアリングホイール 33 の操作が挙げられる。手動操舵の操舵輪の転舵方向が自動操舵の方向と一致しない場合、自動操舵用回路 50 を介して作動油をステアリングシリンダ 32 に供給してしまうと、操舵輪の転舵方向が自動操舵の方向と一致する場合と比べて、ステアリングホイール 33 の操作による操舵輪の操舵が妨げられやすくなる。そこで、操舵油圧制御部 15B は、例えば、操舵角センサ 26 で検出された操舵角の時間変化（回転方向）に基づいて、手動操舵の操舵輪の転舵方向が自動操舵の方向と一致しない場合に、所定操作を検出してもよい。

[0117] 供給制限手段による制限として、例えば、コントローラ 10B は、操舵油圧制御部 15B がステアリングホイール 33 の操作を検出する場合に、油圧ポンプ 31 からの作動油を電磁比例弁 51 を介してステアリングシリンダ 32 に供給しないように（例えばスプール 53 を中立とするように）電磁比例弁 51 を制御する。これにより、自動操舵用回路 50 を介して作動油がステアリングシリンダ 32 に供給されることを抑制することができる。すなわち、コントローラ 10B 及び電磁比例弁 51 は、操舵油圧制御部 15B がステアリングホイール 33 の操作を検出する場合に、自動操舵用回路 50 を介してステアリングシリンダ 32 への作動油の供給を制限する供給制限手段を構成する。

[0118] 供給制限手段による別の制限として、電磁比例弁 51 のアンロード弁 52 は、自動操舵用回路 50 の作動油の圧力を低下可能に設けられている。そこ

で、コントローラ 10B は、ステアリングホイール 33 の所定操作が検出される場合に、作動油を戻り回路 30d を介してタンク 34 へと戻すようにアンロード弁 52 を制御してもよい。これにより、自動操舵用回路 50 の作動油の圧力が低下させられ、自動操舵用回路 50 を介して作動油がステアリングシリンダ 32 に供給されることを抑制することができる。この場合、コントローラ 10B 及びアンロード弁 52 は、操舵油圧制御部 15B がステアリングホイール 33 の操作を検出する場合に、自動操舵用回路 50 を介してのステアリングシリンダ 32 への作動油の供給を制限する供給制限手段を構成する。

[0119] 供給制限手段による制限の動作について、図 12 及び図 13 を参照しつつ説明する。図 12 は、供給制限手段による制限をしない場合のステアリングシリンダへの作動油の流量を示すタイミングチャートである。図 12 は、自動操舵が行われているときに手動操舵も更に行われる状況に対応する。図 12 において、横軸は時間を示し、縦軸は作動油の流量を示している。

[0120] 図 12 の例では、流量 Q_{a1} は、供給制限手段による制限をしない場合に、自動操舵用回路 50 を介してステアリングシリンダ 32 に供給される作動油の流量を表す。流量 Q_m は、ステアリングホイール 33 の操作に応じて、手動操舵用回路 40 を介してステアリングシリンダ 32 に供給される作動油の流量を表す。なお、説明の簡素化のため、油圧ポンプ 31 の吐出量と比べて流量 Q_{a1} 及び流量 Q_m は小さく、ステアリングシリンダ 32 を作動させる所定流量 Q_p までそれぞれ増加できるものとする。

[0121] 図 12 では、自動運転制御の演算結果に従って、時刻 t_0 よりも前から自動操舵が行われており、電磁比例弁 51 が開かれている状態である。よって、ステアリングシリンダ 32 へは、自動操舵用回路 50 を介して所定流量 Q_p と等しい流量 Q_{a1} の作動油が供給されている。一方、時刻 t_0 よりも前において、オペレータによってステアリングホイール 33 の操作が開始されていないため、PSバルブ 41 が閉じている。手動操舵用回路 40 側に供給される設計流量の作動油は、戻り回路 30e を介してタンク 34 へと戻され

るため、時刻 t_0 よりも前での流量 Q_m は、0 となっている。

[0122] 時刻 t_0 において、オペレータによってステアリングホイール 33 の操作が開始され、電磁比例弁 51 が開かれている状態で PS バルブ 41 が更に開かれる。時刻 t_0 以降で、PS バルブ 41 が開かれるのに応じて手動操舵用回路 40 側に作動油が供給され、流量 Q_m は増加する。

[0123] 図 12 の例では、オペレータによって時刻 t_0 にステアリングホイール 33 の操作が開始されても、ステアリングシリンダ 32 には、時刻 t_0 以降においても自動操舵用回路 50 を介して作動油が流量 Q_{a1} で供給され続けている。そのため、自動操舵用回路 50 を介してステアリングシリンダ 32 に供給された作動油が、ステアリングホイール 33 の操作に応じたステアリングシリンダ 32 の作動に影響を及ぼすおそれがある。一例として、流量 Q_m が流量 Q_{a1} のおよそ半分以上となる時刻 $t_0 \sim t_1$ の期間では、ステアリングシリンダ 32 は、手動操舵ではなく自動操舵に従って作動しやすい。この場合、ステアリングホイール 33 の操作による操舵輪の操舵が妨げられて操作に対する応答が悪化する（効率が悪くなる）という影響が生じることとなる。

[0124] 図 13 は、供給制限手段による制限をする場合のステアリングシリンダへの作動油の流量を示すタイミングチャートである。図 13 の例では、流量 Q_{a2} は、供給制限手段による制限をする場合に、自動操舵用回路 50 を介してステアリングシリンダ 32 に供給される作動油の流量を表す。流量 Q_{a2} 以外は図 12 と同様である。

[0125] 図 13 では、自動運転制御の演算結果に従って、時刻 t_0 よりも前から自動操舵が行われており、電磁比例弁 51 が開かれている状態であるが、時刻 t_0 において、オペレータによってステアリングホイール 33 の操作が開始されることで、供給制限手段による制限が行われる。これにより、自動操舵用回路 50 を介して作動油がステアリングシリンダ 32 に供給されなくなるため、流量 Q_{a2} は 0 となる。したがって、自動操舵用回路 50 を介して供給された作動油に起因してステアリングホイール 33 の操作に応じたステア

リングシリンダ 32 の作動が妨げられることを抑制することができる。

[0126] [コントローラによる演算処理の一例]

次に、コントローラ 10B による演算処理の一例について説明する。図 14 は、図 9 のコントローラの供給制限処理を例示するフローチャートである。図 14 に示される処理は、例えば産業車両 1B における自動運転制御の実行中に実行される。例えば、自動運転制御による自動操舵が行われており、電磁比例弁 51 のスプール 53 が中立以外の位置となっている状況で実行される。

[0127] 図 14 に示されるように、コントローラ 10B は、S21 において、操舵油圧制御部 15B により、ステアリングホイール 33 の操作の検出を行う。コントローラ 10B は、S21 の処理として、具体的には図 15 に例示されるステアリング操作検出処理を行う。

[0128] 図 15 は、図 14 のステアリング操作検出処理を例示するフローチャートである。図 15 に示されるように、コントローラ 10B は、S31 において、操舵油圧制御部 15B により、ステアリングホイール 33 の操舵速度の検出を行う。操舵油圧制御部 15B は、操舵角センサ 26 で検出した操舵角に基づいて、ステアリングホイール 33 の操舵速度を検出する。

[0129] コントローラ 10B は、S32 において、操舵油圧制御部 15B により、ステアリングホイール 33 の操舵速度が所定の操舵速度閾値（回転速度閾値）以下であるか否かの判定を行う。コントローラ 10B は、ステアリングホイール 33 の操舵速度が操舵速度閾値以下である場合（S32=Y E S）、S33 に移行する。コントローラ 10B は、S33 において、操舵油圧制御部 15B により、ステアリングホイール 33 の所定操作が検出されているとの判定を行う。その後、コントローラ 10B は、図 15 の処理を終了し、図 14 の S22 に移行する。

[0130] 一方、コントローラ 10B は、ステアリングホイール 33 の操舵速度が操舵速度閾値を超えている場合（S32=N O）、S34 に移行する。コントローラ 10B は、S34 において、操舵油圧制御部 15B により、ステアリ

ングホイール 33 の所定操作が検出されていないとの判定を行う。その後、コントローラ 10B は、図 15 の処理を終了し、図 14 の S22 に移行する。

[0131] 図 14 に戻り、コントローラ 10B は、S22 において、操舵油圧制御部 15B により、ステアリングホイール 33 の操作（ここでは上述の所定操作）の検出があると判定された場合（S22 = YES）、S23 に移行する。コントローラ 10B は、S22 において、操舵油圧制御部 15B により、ステアリングホイール 33 の操作の検出がないと判定された場合（S22 = NO）、S24 に移行する。

[0132] コントローラ 10B は、S23 において、操舵油圧制御部 15B により、自動操舵用回路 50 を介してのステアリングシリンダ 32 への作動油の供給の制限を行う。操舵油圧制御部 15B は、S23 において、油圧ポンプ 31 からの作動油を電磁比例弁 51 を介してステアリングシリンダ 32 に供給しないように（例えばスプール 53 を中立とするように）電磁比例弁 51 を制御する。あるいは、操舵油圧制御部 15B は、S23 において、自動操舵用回路 50 の作動油の圧力を低下させるように（例えばアンロード弁 52 を開くように）アンロード弁 52 を制御してもよい。これにより、自動操舵用回路 50 を介してのステアリングシリンダ 32 への作動油の供給が制限されることとなる。その後、コントローラ 10B は、図 14 の処理を終了する。コントローラ 10B は、所定演算周期後に図 14 の処理を繰り返してもよい。

[0133] コントローラ 10B は、S24 において、操舵油圧制御部 15B により、自動操舵用回路 50 を介してのステアリングシリンダ 32 への作動油の供給の制限を行わない。操舵油圧制御部 15B は、S24 において、油圧ポンプ 31 からの作動油を電磁比例弁 51 を介してステアリングシリンダ 32 に供給可能なように（例えばスプール 53 の中立からの移動を許容するように）電磁比例弁 51 を制御する。また、操舵油圧制御部 15B は、S24 において、自動操舵用回路 50 の作動油の圧力を低下させないように（例えばアンロード弁 52 を閉じるように）アンロード弁 52 を制御する。これにより、

自動操舵用回路 50 を介してのステアリングシリンダ 32 への作動油の供給が制限されないこととなる。その後、コントローラ 10B は、図 14 の処理を終了する。コントローラ 10B は、所定演算周期後に図 14 の処理を繰り返してもよい。

[0134] [第 2 実施形態の作用及び効果]

産業車両の操舵装置 100B では、プライオリティバルブ 60 は、ステアリングホイール 33 が操作される場合であっても、余剰流量が生じていれば、第 2 流量で作動油を自動操舵用回路 50 に供給する。自動操舵用回路 50 を介してのステアリングシリンダ 32 への作動油の供給は、操舵操作検出部がステアリングホイール 33 の操作を検出する場合に、供給制限手段によって制限される。これにより、ステアリングホイール 33 が操作される場合には、自動操舵用回路 50 に供給された作動油によるステアリングシリンダ 32 の作動が制限される。したがって、産業車両の操舵装置 100B によれば、自動操舵用回路 50 を介して供給される作動油によってステアリングホイール 33 の操作に応じたステアリングシリンダ 32 の作動に影響が及ぼされることを抑制できる。換言すれば、ステアリングホイール 33 の操作による操舵輪の操舵が自動操舵側の作動油によって妨げられることを抑制でき、手動操作に対する応答が悪化する（効率が悪くなる）という影響を抑制することができる。

[0135] 産業車両の操舵装置 100B は、供給制限手段は、操舵油圧制御部 15B がステアリングホイール 33 の操作を検出する場合に、油圧ポンプ 31 からの作動油を電磁比例弁 51 を介してステアリングシリンダ 32 に供給しないように電磁比例弁 51 を制御するコントローラ 10B を有している。これにより、ステアリングホイール 33 が操作される場合に、自動操舵用回路 50 に供給された作動油を電磁比例弁 51 で遮ることで、自動操舵用回路 50 に供給された作動油によるステアリングシリンダ 32 の作動を制限することができる。

[0136] 産業車両の操舵装置 100B では、供給制限手段は、自動操舵用回路 50

の作動油の圧力を低下可能に設けられたアンロード弁５２と、操舵油圧制御部１５Ｂがステアリングホイール３３の操作を検出する場合に、自動操舵用回路５０の作動油の圧力を低下させるようにアンロード弁５２を制御するコントローラ１０Ｂと、を有している。これにより、ステアリングホイール３３が操作される場合に、アンロード弁５２を用いて自動操舵用回路５０の作動油の圧力を低下させることで、自動操舵用回路５０に供給された作動油によるステアリングシリンダ３２の作動を制限することができる。

- [0137] 産業車両の操舵装置１００Ｂでは、ステアリングホイール３３の操作は、産業車両１Ｂのオペレータによるステアリングホイール３３の所定操作である。操舵油圧制御部１５Ｂは、ステアリングホイール３３の操舵速度が所定の操舵速度閾値以下である場合に、所定操作を検出する。ステアリングホイール３３が操作される場合にステアリングホイール３３の回転速度が遅いほど、手動操舵用回路４０を介してのステアリングシリンダ３２への作動油の流量が小さくなるため、余剰流量が生じやすい。そのため、ステアリングホイール３３の操舵速度が操舵速度閾値以下である場合に所定操作を検出し、自動操舵用回路５０を介してのステアリングシリンダ３２への作動油の供給を制限することで、自動操舵用回路５０を介して供給される作動油によってステアリングホイール３３の操作に応じたステアリングシリンダ３２の作動に影響が及ぼされることを抑制できる。

- [0138] [第２実施形態の変形例]

以上、本開示に係る第２実施形態について説明したが、本開示は、上述した第２実施形態に限られるものではない。

- [0139] 供給制限手段は、上述したようなアンロード弁５２、電磁比例弁５１、及びコントローラ１０Ｂに限定されない。例えば、コントローラ１０Ｂは、供給制限手段による制限として、（定容量の）油圧ポンプ３１の回転数を制御してもよい。コントローラ１０Ｂは、操舵油圧制御部１５Ｂがステアリングホイール３３の操作を検出する場合に、油圧ポンプ３１の回転数を低下させることで、余剰流量を低減し、自動操舵用回路５０を介してのステアリング

シリンダ３２への作動油の供給を制限することができる。

[0140] あるいは、供給制限手段の他の変形例として、油圧ポンプ３１は、作動時の作動油の吐出量を変更可能に構成された可変容量ポンプであってもよい。コントローラ１０Ｂは、操舵油圧制御部１５Ｂがステアリングホイール３３の操作を検出する場合に、作動油の吐出量を低減させるように可変容量ポンプを制御してもよい。この場合、供給制限手段による制限として、可変容量ポンプの作動時の吐出量を制御することで、操舵油圧制御部１５Ｂがステアリングホイール３３の操作を検出する場合に、余剰流量を低減し、自動操舵用回路５０を介してのステアリングシリンダ３２への作動油の供給を制限することができる。

[0141] 上記第２実施形態では、操舵油圧制御部１５Ｂによるステアリングホイール３３の操作の検出は、自動運転制御の実行中を条件としたが、自動運転制御の実行中を条件としなくてもよい。この場合でも、例えば自動運転制御の実行中から非実行に変化した直後に自動操舵用回路５０を介して作動油の余圧が残っているような状況であれば、アンロード弁５２で自動操舵用回路５０の作動油の圧力を低下させることで、ステアリングホイール３３の操作に応じたステアリングシリンダ３２の作動の応答を向上（効率の改善）をし得る。

[0142] コントローラ１０Ｂは、作動油を戻り回路３０ｄを介してタンク３４へと戻すようにアンロード弁５２を制御する場合、電磁比例弁５１を閉じるように制御することを省いてもよい。あるいは逆に、少なくとも、コントローラ１０Ｂは、電磁比例弁５１を閉じるように制御することで自動操舵用回路５０を介してのステアリングシリンダ３２への作動油の供給を制限できればよい。この場合、産業車両の操舵装置１００Ｂでは、アンロード弁５２が省略されてもよい。

[0143] [その他の変形例]

上記第１及び第２実施形態では、図１，図９のような電動トーイングトラクタを産業車両１Ａ，１Ｂとして例示したが、これに限定されない。産業車

両 1 A, 1 B は、例えばフォークリフトなど、その他の産業車両であってもよい。

[0144] 産業車両 1 A, 1 B の自動運転のための構成は、上記第 1 及び第 2 実施形態の例に限定されない。例えば、周辺状況センサ 2 2 にてライダーを用いていたが、別のセンサで代用してもよい。

[0145] 以上に記載された第 1 及び第 2 実施形態及び種々の変形例の少なくとも一部が任意に組み合わせられてもよい。

符号の説明

[0146] 1 A, 1 B…産業車両、1 0 A, 1 0 B…コントローラ（制御部、供給制限手段）、1 1…地図情報取得部、1 2…位置情報取得部、1 3…走行情報取得部、1 4…自動運転制御部、1 5 A, 1 5 B…操舵油圧制御部（操舵操作検出部）、2 5…切替えスイッチ（スイッチ）、2 6…操舵角センサ（操舵操作検出部）、3 0…操舵油圧回路（油圧回路）、3 1…油圧ポンプ、3 2…ステアリングシリンダ、3 3…ステアリングホイール、4 0…手動操舵用回路、4 1…P Sバルブ（第 1 バルブ）、5 0…自動操舵用回路、5 1…電磁比例弁（第 2 バルブ、供給制限手段）、5 2…アンロード弁（供給制限手段）、6 0…プライオリティバルブ、1 0 0 A, 1 0 0 B…産業車両の操舵装置。

請求の範囲

- [請求項1] 作動油を吐出する油圧ポンプと、前記作動油の供給により作動して操舵輪を操舵するステアリングシリンダと、を備える産業車両の操舵装置であって、
- ステアリングホイールの操作に応じて開閉される第1バルブを有し、前記油圧ポンプから吐出される前記作動油を前記第1バルブを介して前記ステアリングシリンダに供給する手動操舵用回路と、
- 自動運転制御の演算結果に従って開閉される第2バルブを有し、前記油圧ポンプから吐出される前記作動油を前記第2バルブを介して前記ステアリングシリンダに供給する自動操舵用回路と、
- 前記油圧ポンプと前記第1バルブ及び前記第2バルブとの間に配設され、前記作動油を前記手動操舵用回路と前記自動操舵用回路とに分流する分流弁と、
- を備え、
- 前記分流弁は、前記ステアリングシリンダを作動させる所定流量以上の設計流量で前記作動油を前記手動操舵用回路に優先して供給するプライオリティバルブである、産業車両の操舵装置。
- [請求項2] 前記第2バルブを介しての前記作動油の供給を休止する所定の自動操舵非作動条件を満たしている場合に、前記自動操舵非作動条件を満たしていない場合と比べて、前記第2バルブに作用する前記油圧ポンプからの前記作動油の圧力を低下させるアンロード手段を更に備える、請求項1に記載の産業車両の操舵装置。
- [請求項3] 前記アンロード手段は、
- 前記自動運転制御の実行もしくは非実行に関する情報、又は、前記産業車両の車速情報に基づいて、前記自動操舵非作動条件が満たされているか否かを判定する制御部と、
- 前記制御部の判定結果に基づいて前記第2バルブに作用する前記油圧ポンプからの前記作動油の圧力を低下可能に設けられたアンロード

弁と、

を有し、

前記制御部は、前記自動操舵非作動条件が満たされていると判定する場合に、前記第2バルブに作用する前記油圧ポンプからの前記作動油の圧力を低下させるように前記アンロード弁を制御する、請求項2に記載の産業車両の操舵装置。

[請求項4]

前記アンロード手段は、

前記自動運転制御の実行もしくは非実行に関する情報、又は、前記産業車両の車速情報に基づいて、前記自動操舵非作動条件が満たされているか否かを判定する制御部と、

前記制御部の判定結果に基づいて作動時の前記作動油の吐出量を変更可能に構成された前記油圧ポンプである可変容量ポンプと、
を有し、

前記制御部は、前記自動操舵非作動条件が満たされていると判定する場合に、前記作動油の吐出量を低減させるように前記可変容量ポンプを制御する、請求項2又は3に記載の産業車両の操舵装置。

[請求項5]

前記制御部は、前記自動運転制御の実行又は非実行を切り替えるためのスイッチからの信号に基づいて、前記スイッチの状態が前記自動運転制御の非実行との状態である場合に、前記自動操舵非作動条件が満たされていると判定する、請求項3又は4に記載の産業車両の操舵装置。

[請求項6]

前記制御部は、前記産業車両の車速情報に基づいて、前記産業車両が所定時間継続して停止しているか否かを判定し、前記産業車両が所定時間継続して停止していると判定する場合に、前記自動操舵非作動条件が満たされていると判定する、請求項3～5の何れか一項に記載の産業車両の操舵装置。

[請求項7]

作動油を吐出する油圧ポンプと、前記作動油の供給により作動して操舵輪を操舵するステアリングシリンダと、を備える産業車両の操舵

装置であって、

ステアリングホイールの操作に応じて開閉される第1バルブを有し、前記油圧ポンプから吐出される前記作動油を前記第1バルブを介して前記ステアリングシリンダに供給する手動操舵用回路と、

自動運転制御の演算結果に従って開閉される第2バルブを有し、前記油圧ポンプから吐出される前記作動油を前記第2バルブを介して前記ステアリングシリンダに供給する自動操舵用回路と、

前記油圧ポンプと前記第1バルブ及び前記第2バルブとの間に配設され、前記作動油を前記手動操舵用回路と前記自動操舵用回路とに分流する分流弁と、

前記ステアリングホイールの操作を検出する操舵操作検出部と、を備え、

前記分流弁は、前記油圧ポンプから吐出される前記作動油のうち前記ステアリングシリンダを作動させる所定流量以上の第1流量で前記作動油を前記手動操舵用回路に優先して供給すると共に、前記油圧ポンプから吐出される前記作動油のうち前記第1流量を除いた余剰流量である第2流量で前記作動油を前記自動操舵用回路に供給するプライオリティバルブであり、

前記操舵操作検出部が前記ステアリングホイールの操作を検出する場合に、前記自動操舵用回路を介しての前記ステアリングシリンダへの前記作動油の供給を制限する供給制限手段を備える、産業車両の操舵装置。

[請求項8]

前記供給制限手段は、前記操舵操作検出部が前記ステアリングホイールの操作を検出する場合に、前記油圧ポンプからの前記作動油を前記第2バルブを介して前記ステアリングシリンダに供給しないように前記第2バルブを制御する制御部を有する、請求項7に記載の産業車両の操舵装置。

[請求項9]

前記供給制限手段は、

前記自動操舵用回路の作動油の圧力を低下可能に設けられたアンロード弁と、

前記操舵操作検出部が前記ステアリングホイールの操作を検出する場合に、前記自動操舵用回路の作動油の圧力を低下させるように前記アンロード弁を制御する制御部と、を有する、請求項 7 又は 8 に記載の産業車両の操舵装置。

[請求項10]

前記ステアリングホイールの操作は、前記産業車両のオペレータによる前記ステアリングホイールの所定操作であり、

前記操舵操作検出部は、前記ステアリングホイールの回転速度が所定の回転速度閾値以下である場合に、前記所定操作を検出する、請求項 7 ～ 9 の何れか一項に記載の産業車両の操舵装置。