

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6729155号
(P6729155)

(45) 発行日 令和2年7月22日 (2020.7.22)

(24) 登録日 令和2年7月6日 (2020.7.6)

(51) Int.Cl.	F 1
B 6 2 D 6/00 (2006.01)	B 6 2 D 6/00
B 6 2 D 5/04 (2006.01)	B 6 2 D 5/04
B 6 2 D 101/00 (2006.01)	B 6 2 D 101:00
B 6 2 D 119/00 (2006.01)	B 6 2 D 119:00

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-155634 (P2016-155634)	(73) 特許権者	000001247
(22) 出願日	平成28年8月8日 (2016.8.8)		株式会社ジェイテクト
(65) 公開番号	特開2018-24281 (P2018-24281A)		大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
(43) 公開日	平成30年2月15日 (2018.2.15)	(74) 代理人	100105957
審査請求日	令和1年7月16日 (2019.7.16)		弁理士 恩田 誠
		(74) 代理人	100068755
			弁理士 恩田 博宣
		(72) 発明者	前田 真悟
			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	都甲 高広
			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】 アクチュエータ制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の操舵機構に対するユーザーの操作によって変化する操作状態量に基づき演算される第1アシスト成分、及び車両周辺環境に基づき演算される第2アシスト成分の少なくとも一方を用いて、前記操舵機構に対して転舵輪を転舵させる動力を発生させるようにアクチュエータを制御する制御部を備え、

前記制御部は、

前記操作状態量が第1閾値以上の間、前記第1アシスト成分を演算可能であるとともに、前記操作状態量が前記第1閾値未満の間、前記第2アシスト成分を演算可能であり、

前記第2アシスト成分を演算する場合、前記車両周辺環境に基づき設定される車両の進行方向を示す成分である状態量の目標値と車両の実際の前記状態量との偏差に基づき得られる積分項を少なくとも含む制御項を用いるフィードバック制御を実行し、前記操作状態量が前記第1閾値未満の間であって、当該第1閾値未満の値である第2閾値以上であることに基づいて、前記フィードバック制御の前記制御項を前記操作状態量が前記第2閾値未満の間と比較して増大し難くなるように制限する制限処理を実行するアクチュエータ制御装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記操作状態量が前記第1閾値未満の間、前記第2閾値以上の状態が予め定めた閾時間継続される場合、前記制限処理を実行する請求項1に記載のアクチュエータ制御装置。

10

20

【請求項 3】

前記操作状態量は、前記操舵機構に対するユーザーの操作によって付加される操舵トルクであるとともに、前記状態量は、前記転舵輪の舵角に換算可能な角度である請求項 1 又は請求項 2 に記載のアクチュエータ制御装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記目標値と前記状態量との偏差に基づき得られる比例項、当該偏差に基づく積分要素が積算されてなる積分項、及び当該偏差に基づく微分要素に基づき得られる微分項の各制御項を用いるフィードバック制御を実行し、前記制限処理として、前記各制御項のうち少なくとも前記積分項の制限を行うものである請求項 1～請求項 3 のうちいずれか一項に記載のアクチュエータ制御装置。

10

【請求項 5】

前記制御部は、前記操作状態量が前記第 1 閾値未満の間、前記操作状態量に応じた前記積分項の上限の制限を行うとともに、前記操作状態量が前記第 2 閾値以上であることに基づいて、前記制限処理として、前回までの前記積分項に対して加算されるべき前記積分要素を零値に制限する請求項 4 に記載のアクチュエータ制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、アクチュエータ制御装置に関する。

【背景技術】

20

【0002】

車両のステアリング装置において、モータ等を有するアクチュエータを制御するアクチュエータ制御装置を備え、アクチュエータの制御を通じて車両の転舵輪を転舵させる動力を発生させ、車両が走行中に車線を逸脱することを防ぐ車線逸脱防止支援システムを構築するものがある（例えば、特許文献 1）。

【0003】

特許文献 1 には、車線逸脱防止支援システムに係る制御の実行中に、ユーザーが操作するステアリングホイールの持ち方である操舵状態に応じて、車線逸脱防止支援システムに係る制御を中断することが開示されている。上記操舵状態は、ステアリングホイールに対してユーザーによって付加される操舵トルクの監視により検出される。そして、操舵トルクがキャンセル判定閾値以上の場合に、車線逸脱防止支援システムに係る制御を中断し、ユーザー（運転者）が自らの意思で転舵輪を転舵させることができるようにしている。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2009 - 214680 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

アクチュエータ制御装置は、アクチュエータに供給する電流値であって、アクチュエータに発生させる動力（アシストトルク）の目標値であるアシスト成分を演算し、当該アシスト成分に基づいてアクチュエータを制御するものである。

40

【0006】

例えば、上記特許文献 1 において、アシスト成分は、カメラ等で撮影された画像データに基づき車両が走行中の走行レーンを維持して走行するように設定される目標走行線と、実際の車両の走行レーンに対する位置との偏差（乖離量）に基づき、当該偏差が解消されるように実行するフィードバック制御を通じて演算される。このフィードバック制御では、制御の安定性の観点から P 項（比例項）、I 項（積分項）、D 項（微分項）の 3 項を用いた PID 制御が採用されることが多い。

【0007】

50

ただしこの場合、上記特許文献1では、車線逸脱防止支援システムに係る制御の実行中、制御を中断しない程度の操舵トルクがステアリングホイールに対してユーザーにより付加されていると、これが抵抗力となって、上記偏差が定常的に残るようになる。この定常的に残る上記偏差は、PID制御のI項としてフィードバック毎に積算されていく。これにより、アシスト成分は、I項が積算されるほど大きい値が演算されるように影響を受ける。

【0008】

そして、ユーザーにより制御を中断しない程度の操舵トルクが付加されていることに起因して、アシスト成分が上記影響を受けている状態で、当該操舵トルクが零値等まで小さくなると、アクチュエータの制御を通じて車両の転舵輪を転舵させる動力の大きな変化、すなわち転舵輪の舵角の大きな変化を生じさせてしまう。

10

【0009】

本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、車両の転舵輪の舵角の大きな変化を抑えられるアクチュエータ制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するアクチュエータ制御装置は、車両の操舵機構に対するユーザーの操作によって変化する操作状態量に基づき演算される第1アシスト成分、及び車両周辺環境に基づき演算される第2アシスト成分の少なくとも一方を用いて、操舵機構に対して転舵輪を転舵させる動力を発生させるようにアクチュエータを制御する制御部を備えている。このアクチュエータ制御装置において、制御部は、操作状態量が第1閾値以上の間、第1アシスト成分を演算可能であるとともに、操作状態量が第1閾値未満の間、第2アシスト成分を演算可能である。そして、制御部は、第2アシスト成分を演算する場合、車両周辺環境に基づき設定される車両の進行方向を示す成分である状態量の目標値と車両の実際の状態量との偏差に基づき得られる積分項を少なくとも含む制御項を用いるフィードバック制御を実行し、操作状態量が第1閾値未満の間であって、当該第1閾値未満の値である第2閾値以上であることに基づいて、フィードバック制御の制御項を操作状態量が第2閾値未満の間と比較して増大し難くなるように制限する制限処理を実行するようにしている。

20

【0011】

上記構成によれば、車両周辺環境に基づき演算される第2アシスト成分は、ユーザーの操作によって変化する操作状態量が第1閾値未満の間、状態量の目標値と車両の実際の状態量との偏差に基づき実行されるフィードバック制御を通じて演算される。この場合、ユーザーの操作によって操作状態量が第2閾値以上に変化していると、状態量の目標値と実際の状態量との偏差が定常的に残る可能性があり、当該偏差に基づく要素が積分項としてフィードバック毎に積算されていくことは、上記「発明が解決しようとする課題」で述べた通りである。

30

【0012】

ただし、上記構成では、第2アシスト成分が演算される際、上述のように偏差が定常的に残る可能性がある状況で、制限処理を通じてフィードバック制御の制御項が増大し難くなるように制限されるようにしている。この場合、第2アシスト成分は、操作状態量が第2閾値未満の間と比較して、増大し難くなるように制限して演算される。これにより、操作状態量が第1閾値未満の間、操作状態量に関係なく、アクチュエータの制御を通じて車両の転舵輪を転舵させる動力の大きな変化、すなわち転舵輪の舵角の大きな変化を生じさせることを抑えることができる。

40

【0013】

上記アクチュエータ制御装置において、制御部は、操作状態量が第1閾値未満の間、第2閾値以上の状態が予め定めた閾時間継続される場合、制限処理を実行することが望ましい。

【0014】

上記構成によれば、第2閾値以上の状態が予め定めた閾時間継続される場合には、ユー

50

ザーの意図的な操作によって操作状態量が第2閾値以上に変化している状態である可能性が高い。これにより、ユーザーの意図的な操作によって操作状態量が第2閾値以上の状態となる場合、制限処理が実行されるようになっている。したがって、制限処理がむやみやたらに実行されることを抑え、制限処理が実行される状況を最適化することができる。

【0015】

上記アクチュエータ制御装置のように、車両の転舵輪を転舵させる動力を発生させるようにアクチュエータを制御する場合、操作状態量及び状態量として最適な構成は、操作状態量は、操舵機構に対するユーザーの操作によって付加される操舵トルクであるとともに、状態量は、転舵輪の舵角に換算可能な角度である。これにより、アクチュエータを制御することによって、車両の転舵輪を転舵させるために最適な動力を発生させることができる。

10

【0016】

また、上記アクチュエータ制御装置において、制御部は、目標値と状態量との偏差に基づき得られる比例項、当該偏差に基づく積分要素が積算されてなる積分項、及び当該偏差に基づく微分要素に基づき得られる微分項の各制御項を用いるフィードバック制御を実行し、制限処理として、各制御項のうち少なくとも積分項の制限を行うものであることが望ましい。

【0017】

上記構成によれば、上記「発明が解決しようとする課題」で述べた通り、車両の転舵輪の舵角の大きな変化を生じさせる原因をより好適に制限することができる。

20

なお、操作状態量が第2閾値未満の場合であっても、状態量の目標値と実際の状態量との偏差が定常に残った状態で、操作状態量が第2閾値未満の間で零値等まで小さくなるように変化する可能性がある。この場合、上記「発明が解決しようとする課題」で述べた通り、アクチュエータの制御を通じて転舵輪の舵角の大きな変化を生じさせる可能性がある。

【0018】

そこで、アクチュエータ制御装置において、制御部は、操作状態量が第1閾値未満の間、操作状態量に応じた積分項の上限の制限を行うとともに、操作状態量が第2閾値以上であることに基づいて、制限処理として、前回までの積分項に対して加算されるべき積分要素を零値に制限するようにしている。

30

【0019】

上記構成によれば、操作状態量が第1閾値未満の間、第2閾値未満であるか否かに関係なく、積分項自体の上限が制限されている。これにより、操作状態量が第1閾値未満の間、操作状態量が第2閾値以上であるか否かに関係なく、アクチュエータの制御を通じて車両の転舵輪の舵角の大きな変化を生じさせることを抑えることができる。

【0020】

ただし、このように積分項自体の上限が制限されることによっては、積分項の第2アシスト成分を演算するためのフィードバック制御への反映が制限されることとなり、却って積分項が積算され易くなる。これは、操作状態量が第2閾値以上の間、第2閾値未満の間と比較して顕著である。

40

【0021】

これに対して、上記構成では、操作状態量が第2閾値以上であることに基づいて、却って積分項が積算され易くなる状況で、制限処理を通じて積分項に対して加算させる積分要素が零値に制限されるようにしている。この制限処理の間は、積分項の積算が中断されるようになる。これにより、操作状態量が第1閾値未満の間、積分項については積算され難くすることができ、アクチュエータの制御を通じて車両の転舵輪の舵角の大きな変化を生じさせることを抑えることができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、車両の転舵輪の舵角の大きな変化を生じさせることを抑えることがで

50

きる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】車両転舵システムについてその概略を示す図。

【図2】同車両転舵システムについてその電氣的構成を示すブロック図。

【図3】アクチュエータ制御装置についてその自動操舵トルク指令値演算部の機能を示すブロック図。

【図4】同自動操舵トルク指令値演算部の積分項演算部についてそのガード処理部の機能を示すブロック図。

【図5】変形例の自動操舵トルク指令値演算部の機能を示すブロック図。

10

【図6】変形例の積分項演算部についてそのガード処理部の機能を示すブロック図。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、アクチュエータ制御装置の一実施形態を説明する。

図1に示すように、車両Aには、後述する操舵機構2に対して車両Aの進行方向を自動的に変化させる動力を付与することによって、車両Aが走行中に車線を逸脱することを防ぐ車線逸脱防止支援システムを構築する車両転舵システム1が搭載されている。

【0025】

操舵機構2は、ユーザーにより操作されるステアリングホイール10と、ステアリングホイール10と固定されるステアリングシャフト11とを備えている。ステアリングシャフト11は、ステアリングホイール10と連結されたコラムシャフト11aと、コラムシャフト11aの下端部に連結されたインターミディエイトシャフト11bと、インターミディエイトシャフト11bの下端部に連結されたピニオンシャフト11cとを有している。ピニオンシャフト11cの下端部は、ラックアンドピニオン機構13を介してラックシャフト12に連結されている。ステアリングシャフト11の回転運動は、ラックアンドピニオン機構13を介してラックシャフト12の軸方向の往復直線運動に変換される。この往復直線運動が、ラックシャフト12の両端にそれぞれ連結されたタイロッド14を介して、左右の転舵輪15にそれぞれ伝達されることにより、これら転舵輪15の転舵角が変化する。

20

【0026】

30

ステアリングホイール10と固定されたコラムシャフト11aの途中には、操舵機構2に対して付与する動力の発生源であるモータ20を有するアクチュエータ3が設けられている。例えば、モータ20は、表面磁石同期電動機(SPM SM)であり、3相(U, V, W)の駆動電力に基づいて回転する3相ブラシレスモータである。モータ20の回転軸21は、減速機構22を介してコラムシャフト11aに連結されている。アクチュエータ3は、モータ20の回転軸21の回転力を減速機構22を介してコラムシャフト11aに伝達する。このコラムシャフト11aに付与されるモータ20のトルク(回転力)が動力(転舵力)となり、左右の転舵輪15の転舵角を変化させる。

【0027】

アクチュエータ3には、モータ20の駆動を制御するアクチュエータ制御装置30がインバータ23を介して接続されている。例えば、インバータ23は、車両Aのバッテリー等の電力源の正極とモータ20の端子との間を開閉する3つのスイッチング素子(MOS電界効果トランジスタ)と、上記電力源の負極とモータ20の端子との間を開閉する3つのスイッチング素子との直列接続体を備えて構成されている。インバータ23は、各スイッチング素子のオンオフを切り替えることによって、モータ20へ駆動電力として電流を供給する。

40

【0028】

アクチュエータ制御装置30は、車両Aに設けられる各種のセンサの検出結果に基づきインバータ23の各スイッチング素子のオンオフの切り替えを制御することによって、モータ20の制御量である電流量を制御する。各種のセンサとしては、例えば、舵角センサ

50

50、トルクセンサ51、回転角センサ52、及び車速センサ53がある。舵角センサ50及びトルクセンサ51はコラムシャフト11aに設けられ、回転角センサ52はモータ20に設けられている。舵角センサ50は、ユーザーのステアリング操作に連動するコラムシャフト11aの回転角であるステアリング角 θ_s を検出する。トルクセンサ51は、ユーザーのステアリング操作によりステアリングシャフト11に変化を伴って生じる操舵トルク T_m を検出する。回転角センサ52は、モータ20の回転軸21の回転角度 θ_m を検出する。車速センサ53は、車両Aの走行速度である車速 V を検出する。なお、ステアリング角 θ_s と転舵輪15の舵角との間には相関関係がある。ステアリング角 θ_s に処理を施し、これに換算係数を乗算すれば、転舵輪15の舵角を算出できる。ステアリング角 θ_s は、転舵輪15の舵角に換算可能な角度である。なお、本実施形態において操舵トルク T_m は操作状態量の一例である。

10

【0029】

また、アクチュエータ制御装置30には、車載される上位制御装置40が接続されている。上位制御装置40は、車両Aの進行方向を自動的に変化させる自動操舵制御（車線維持制御）をアクチュエータ制御装置30に対して指示する。

【0030】

上位制御装置40は、車両Aに設けられるカーナビ等のGPSやその他の車載センサ（カメラ、距離センサ、ヨーレートセンサ、レーザー等）や車路間通信による車両周辺環境検出部54の検出結果に基づいて、自動操舵制御に用いる角度指令値 θ_s^* をアクチュエータ制御装置30に対して出力する。車両周辺環境検出部54は、各種センサから車両周辺環境を検出することによって、これらに基づき角度情報 θ_v を演算する。角度情報 θ_v は、例えば、道路に対する車両Aの相対的な方向である。これは、車両Aの進行方向を示す成分（状態量）であり、車両Aの直進方向に対する転舵輪15の舵角である。そのため、転舵輪15の舵角に換算可能なステアリング角 θ_s は、車両Aの実際の進行方向を示す成分となる。また、自動操舵制御に用いる角度指令値 θ_s^* は、車両Aの進行方向を示す成分の目標値となる。

20

【0031】

なお、アクチュエータ制御装置30には、図示しない切替スイッチが接続されている。切替スイッチは、ユーザーにより操作され、アクチュエータ制御装置30が自動操舵制御を実行する自動操舵モードを設定するか否かの切り替えを指示する。アクチュエータ制御装置30は、自動操舵モードの設定が指示される間、自動操舵制御を実行し、ユーザーによるステアリング操作の介入（以下、「介入操作」という）があれば（後述の閾値B以上の操舵トルク T_m が検出されれば）、自動操舵制御を中断してステアリング操作を補助する介入制御を実行する。また、アクチュエータ制御装置30は、自動操舵モードの設定が指示されない間（設定しないことが指示される間）、自動操舵制御を実行しないで、ステアリング操作を補助するアシスト制御を実行する。この場合、アクチュエータ制御装置30は、上位制御装置40が出力する角度指令値 θ_s^* を無効化する。

30

【0032】

次に、車両転舵システム1の電氣的構成についてアクチュエータ制御装置30の機能と合わせて説明する。

40

図2に示すように、上位制御装置40は、角度情報 θ_v に基づき最適な角度指令値 θ_s^* を演算する角度指令値演算部41を備えている。角度指令値演算部41は、所定周期毎に角度指令値 θ_s^* を演算し、演算した角度指令値 θ_s^* をアクチュエータ制御装置30に対して所定周期毎に出力する。

【0033】

また、アクチュエータ制御装置30は、アシスト制御部60、自動操舵制御部70、及び制御信号生成部80を備えている。なお、本実施形態において、アシスト制御部60、自動操舵制御部70、及び制御信号生成部80は、例えば、単数又は複数のCPU（Central Processing Unit）からなるマイクロプロセッサユニット（MPU）であり、[特許請求の範囲]で記載する「制御部」の一例である。

50

【0034】

アシスト制御部60は、アシストトルク指令値演算部61を有している。アシストトルク指令値演算部61は、トルクセンサ51及び車速センサ53から得られる操舵トルク T_m 及び車速 V に基づいて、モータ20に発生させるべきアシストトルク（動力）に対応した電流量の目標値である第1アシスト成分 T_{a1}^* を演算して出力する。

【0035】

自動操舵制御部70は、自動操舵トルク指令値演算部71、指令値出力切替部72、及び指令値切替判定部73を有している。

自動操舵トルク指令値演算部71は、角度指令値演算部41（上位制御装置40）から得られる角度指令値 θ_s^* と、舵角センサ50から得られるステアリング角 θ_s との差である角度偏差 $\Delta\theta_s$ に基づいて、モータ20に発生させるべく自動操舵トルク（動力）に対応した電流量の目標値である第2アシスト成分 T_{a2}^* を演算する。

10

【0036】

指令値出力切替部72は、指令値切替判定部73の判定結果に基づいて、第2アシスト成分 T_{a2}^* 及び零値（「0」）のいずれを出力するか切り替える。

指令値切替判定部73は、トルクセンサ51から得られる操舵トルク T_m に基づいて、当該操舵トルク T_m の絶対値が閾値 B 未満（ $|T_m| < B$ ）であるか否かを判定する。閾値 B は、自動操舵制御の実行中、介入操作があることを判断できるとして実験的に定めた値が設定されている。

【0037】

20

自動操舵制御部70には、角速度ガード部31を通じて、上限及び下限で制限された角度指令値 θ_s^* が入力される。角速度ガード部31は、角度指令値 θ_s^* の前回値及び今回値の変化量（ ω ）に基づいて、今回値の角度指令値 θ_s^* の上限及び下限を制限するものであり、車両Aの仕様等に応じて設定されている。そして、自動操舵トルク指令値演算部71には、角速度ガード部31を通過後の角度指令値 θ_s^* から、減算処理部32を通じてステアリング角 θ_s が減算された値である角度偏差 $\Delta\theta_s$ が入力される。

【0038】

自動操舵制御部70は、自動操舵制御の実行中、指令値切替判定部73の判定を通じて、操舵トルク T_m が閾値 B 未満（ $|T_m| < B \rightarrow Yes$ ）、すなわち介入操作がないことを判断できる場合、指令値出力切替部72の切り替えを通じて、自動操舵トルク指令値演算部71の演算値とする第2アシスト成分 T_{a2}^* を出力する。この場合、アクチュエータ制御装置30は、自動操舵制御を主体に車両Aの進行方向を変化させるように、非手動制御モードでの制御を実行している。

30

【0039】

一方、自動操舵制御部70は、自動操舵制御の実行中、指令値切替判定部73の判定を通じて、操舵トルク T_m が閾値 B 以上（ $|T_m| \geq B \rightarrow No$ ）、すなわち介入操作があることを判断できる場合、指令値出力切替部72の切り替えを通じて、自動操舵トルク指令値演算部71の演算値に関係なく零値を出力する。この場合、アクチュエータ制御装置30は、自動操舵制御を中断して介入制御に切り替え、ユーザーによるステアリング操作（介入操作）を主体に車両Aの進行方向を変化させるように、手動制御モードでの制御を実行している。

40

【0040】

なお、自動操舵制御部70は、アシスト制御の実行中、操舵トルク T_m に関係なく、零値を出力するように指令値出力切替部72を切り替える。

アシスト制御部60から出力される第1アシスト成分 T_{a1}^* と、自動操舵制御部70から出力される第2アシスト成分 T_{a2}^* とは、加算処理部33を通じて加算される。この加算された値は、最終的な電流量の目標値であるアシストトルク指令値 T_a^* として、制御信号生成部80に入力される。制御信号生成部80は、アシストトルク指令値 T_a^* 、及び回転角センサ52から得られる回転角度 θ_m に基づいて、モータ制御信号 MS を生成し、PWM信号としてインバータ23に対して出力する。

50

【 0 0 4 1 】

以下、自動操舵制御部 7 0 の自動操舵トルク指令値演算部 7 1 の機能についてさらに詳しく説明する。

図 2 に示すように、自動操舵トルク指令値演算部 7 1 は、角度偏差 $\Delta \theta s$ を入力すると、比例制御 + 積分制御 + 微分制御 (PID 制御) を実行し、第 2 アシスト成分 $T a 2 *$ を演算して出力する。すなわち、自動操舵トルク指令値演算部 7 1 は、角度偏差 $\Delta \theta s$ に基づいて、角度指令値 $\theta s *$ にステアリング角 θs を追従させて、角度偏差 $\Delta \theta s$ を解消するようにフィードバック制御することにより、第 2 アシスト成分 $T a 2 *$ を演算している。

【 0 0 4 2 】

10

具体的には、図 3 に示すように、自動操舵トルク指令値演算部 7 1 は、比例項 P を演算する比例項演算部 7 1 a と、積分項 I を演算する積分項演算部 7 1 b と、微分項 D を演算する微分項演算部 7 1 c とを有している。

【 0 0 4 3 】

比例項演算部 7 1 a は、乗算処理部 7 1 a a を通じて角度偏差 $\Delta \theta s$ に比例ゲイン $K p$ を乗算して得られる比例項 $P (= K p \cdot \Delta \theta s)$ を演算して出力する (所謂、比例制御)。

【 0 0 4 4 】

積分項演算部 7 1 b は、乗算処理部 7 1 b a を通じて角度偏差 $\Delta \theta s$ に積分ゲイン $K i$ を乗算して得られる積分要素 ($K i \cdot \Delta \theta s$) を、ガード処理部 9 0 を通じて積算して得られる積分項 $I (= \int (K i \cdot \Delta \theta s))$ を演算して出力する (所謂、積分制御)。

20

【 0 0 4 5 】

微分項演算部 7 1 c は、微分処理部 7 1 d を通じて角度偏差 $\Delta \theta s$ を時間微分 ($d / d t$) して得られる微分要素 ($d (\Delta \theta s) / d t$) に対して、乗算処理部 7 1 c a を通じて微分ゲイン $K d$ を乗算して得られる微分項 $D (= K d \cdot d (\Delta \theta s) / d t)$ を演算して出力する (所謂、微分制御)。

【 0 0 4 6 】

比例項演算部 7 1 a から出力される比例項 P と、積分項演算部 7 1 b から出力される積分項 I と、微分項演算部 7 1 c から出力される微分項 D とは、加算処理部 7 1 e を通じて加算される。この加算された値は、第 2 アシスト成分 $T a 2 *$ として、指令値出力切替部 7 2 に入力される。

30

【 0 0 4 7 】

ここで、ガード処理部 9 0 について、詳しく説明する。

図 4 に示すように、ガード処理部 9 0 は、要素出力切替部 9 1、要素切替判定部 9 2、ガード部 9 3、及び積分項リミットマップ演算部 9 4 を有している。

【 0 0 4 8 】

要素出力切替部 9 1 は、要素切替判定部 9 2 の判定結果に基づいて、積分要素 ($K i \cdot \Delta \theta s$) 及び零値 (「0」) のいずれを出力するか切り替える。

要素切替判定部 9 2 は、トルクセンサ 5 1 から得られる操舵トルク $T m$ に基づいて、当該操舵トルク $T m$ の絶対値が閾値 A 未満 ($|T m| < A$) であるか否かを判定する。なお、要素切替判定部 9 2 は、操舵トルク $T m$ の絶対値が閾値 A 以上であっても、この閾値 A 以上の状態が閾時間 C 継続しない場合、当該操舵トルク $T m$ の絶対値が閾値 A 未満 ($|T m| < A \rightarrow Y e s$) であることを判定する。一方、要素切替判定部 9 2 は、操舵トルク $T m$ の絶対値が閾値 A 以上であり、この閾値 A 以上の状態が閾時間 C 継続する場合、当該操舵トルク $T m$ の絶対値が閾値 A 以上 ($|T m| > A \rightarrow N o$) であることを判定する。閾値 A は、自動操舵制御の実行中、ユーザーにより自動操舵制御を中断しない程度の介入操作があり、これを無視しても車両 A の転舵輪 1 5 の舵角の大きな変化を生じさせる可能性がないことを判断できる値として実験的に定められている。すなわち、閾値 A は、零値よりも大きい、且つ、閾値 B 未満の値である ($0 < A < B$)。また、閾時間 C は、ユーザーにより自動操舵制御を中断しない程度の閾値 A 以上の介入操作が継続した場合に、車両 A の

40

50

転舵輪 15 の舵角の大きな変化を生じさせる可能性があることを判断できる値として実験的に定められている。

【0049】

ガード部 93 は、積分項リミットマップ演算部 94 から得られるガード値 I_{Lim} に基づいて、積分項 I の上限を制限する。

積分項リミットマップ演算部 94 は、トルクセンサ 51 から得られる操舵トルク T_m の絶対値と、積分項 I の上限とするガード値 I_{Lim} との関係を定めたマップを備えており、操舵トルク T_m の絶対値を入力とし、ガード値 I_{Lim} をマップ演算する。ガード値 I_{Lim} は、操舵トルク T_m の絶対値 ($|T_m|$) が大きい場合に小さい場合よりも値が小さくなる。

10

【0050】

そして、ガード処理部 90 には、乗算処理部 71ba を通じて、角度偏差 $\Delta\theta_s$ に積分ゲイン K_i が乗算された値である積分要素 ($K_i \cdot \Delta\theta_s$) が入力される。

ガード処理部 90 は、自動操舵制御の実行中、要素切替判定部 92 の判定を通じて、操舵トルク T_m が閾値 A 未満 ($|T_m| < A \rightarrow Yes$)、すなわちユーザーによる介入操作を無視できることを判断できる場合、要素出力切替部 91 の切り替えを通じて、積分要素 ($K_i \cdot \Delta\theta_s$) を出力する。この場合、自動操舵制御部 70 は、ユーザーによる介入操作を無視できること、すなわち車両 A の転舵輪 15 の舵角の大きな変化を生じさせる可能性がないことを判断し、積分項 I を積算する。

【0051】

20

一方、ガード処理部 90 は、自動操舵制御の実行中、要素切替判定部 92 の判定を通じて、操舵トルク T_m が閾値 A 以上 ($|T_m| > A \rightarrow No$)、すなわちユーザーにより自動操舵制御を中断しない程度の介入操作があることを判断できる場合、要素出力切替部 91 の切り替えを通じて、積分要素 ($K_i \cdot \Delta\theta_s$) に関係なく零値を出力する。この場合、自動操舵制御部 70 は、ユーザーにより自動操舵制御を中断しない程度の介入操作があること、すなわち車両 A の転舵輪 15 の舵角の大きな変化を生じさせる可能性があることを判断し、積分要素 ($K_i \cdot \Delta\theta_s$) の積算を中断する。この間は、積分項 I の変化が中断され、積分項 I が現状よりも大きくなるようになっていく。

【0052】

なお、ガード処理部 90 は、アシスト制御の実行中、操舵トルク T_m に関係なく、零値を出力するように要素出力切替部 91 を切り替える。

30

要素出力切替部 91 から出力される積分要素 ($K_i \cdot \Delta\theta_s$) と、遅延処理部 96 を通じて直前周期 (1 周期前) に保持された値である前回値の積分項 I_r とは、加算処理部 95 を通じて加算される。この加算された値は、前回値の積分項 I_r に対して今回の積分要素 ($K_i \cdot \Delta\theta_s$) を加算した積分項 I として、ガード部 93 に入力される。また、ガード部 93 には、積分項リミットマップ演算部 94 を通じて、ガード値 I_{Lim} が入力される。ガード部 93 は、積分項 I がガード値 I_{Lim} 以下の間、当該積分項 I を出力し、積分項 I がガード値 I_{Lim} よりも大きい間は積分項 I として、当該ガード値 I_{Lim} を出力する。

【0053】

40

このように、自動操舵制御部 70 は、ガード処理部 90 のうち特に要素出力切替部 91 及び要素切替判定部 92 の機能によって、操舵トルク T_m が閾値 A 以上 ($|T_m| > A \rightarrow No$) の間、積分項 I を操舵トルク T_m が閾値 A 未満 ($|T_m| < A \rightarrow Yes$) の間と比較して増大し難くなるように制限する制限処理を実行する。

【0054】

以上に説明した本実施形態によれば、以下に示す作用及び効果を奏する。

(1) 上位制御装置 40 に入力される車両周辺環境 (角度情報 θ_v) に基づき演算される第 2 アシスト成分 T_{a2*} は、トルクセンサ 51 から得られる操舵トルク T_m の絶対値が閾値 B 未満の間、角度偏差 $\Delta\theta_s$ に基づき実行されるフィードバック制御を通じて指令値出力切替部 72 から出力される。この場合、自動操舵制御を中断しない程度の介入操作

50

があると、角度偏差 $\Delta\theta_s$ が定常的に残る可能性があり、積分要素($K_i \cdot \Delta\theta_s$)が積分項Iとしてフィードバック毎に積算されていくことは、上記「発明が解決しようとする課題」で述べた通りである。

【0055】

ただし、図4に示すように、本実施形態では、上述の如く角度偏差 $\Delta\theta_s$ が定常的に残る可能性がある状況で、ガード処理部90の特に要素出力切替部91及び要素切替判定部92の機能を通じて、転舵輪15の舵角の大きな変化を生じさせる原因である積分項Iが増大し難くなるように制限されるようになっている。この場合、第2アシスト成分 T_{a2}^* は、操舵トルク T_m が閾値A未満の間と比較して、増大し難くなるように制限して演算される。これにより、操舵トルク T_m が閾値B未満の間、操舵トルク T_m に関係なく、モータ20(アクチュエータ3)の制御を通じて車両Aの転舵輪15を転舵させる動力の大きな変化、すなわち転舵輪15の舵角の大きな変化を生じさせることを好適に抑えることができる。

10

【0056】

(2) 積分項演算部71bでは、操舵トルク T_m が閾値B未満の間、閾値A以上の状態が閾時間C継続されることによって、操舵トルク T_m が閾値A以上($|T_m| < A \rightarrow No$)であることが判定され、積分項Iの積算が中断される。

【0057】

すなわち、自動操舵制御の実行中、閾値A以上の状態が閾時間C継続される場合には、ユーザーの意図的な介入操作がある状態である可能性が高くなる。これにより、ユーザーの意図的な介入操作がある状態となる場合、積分項Iの積算が中断されるようになっている。したがって、積分項Iの積算がむやみやたらに中断されることを抑え、積分項Iの積算が中断される状況を最適化することができる。

20

【0058】

(3) 本実施形態のアクチュエータ制御装置30では、車両Aの転舵輪15を転舵させる動力を発生させるようにコラムシャフト11aに設けられるアクチュエータ3を制御する場合、コラムシャフト11aに設けられる舵角センサ50及びトルクセンサ51から得られるステアリング角 θ_s 及び操舵トルク T_m を用いるようにしている。また、ステアリング角 θ_s は、転舵輪15の舵角に換算可能でもある。これにより、コラムシャフト11aに設けられるアクチュエータ3を制御することによって、車両Aの転舵輪15を転舵させるために最適な動力を発生させることができる。

30

【0059】

(4) なお、操舵トルク T_m が閾値A未満であり、ユーザーによる介入操作を無視できることを判断できる場合であっても、角度偏差 $\Delta\theta_s$ が定常的に残った状態で、操舵トルク T_m が閾値A未満の間で零値等まで小さくなるように変化する可能性がある。この場合、上記「発明が解決しようとする課題」で述べた通り、アクチュエータ3の制御を通じて車両Aの転舵輪15の舵角の大きな変化を生じさせる可能性がある。

【0060】

そこで、図4に示すように、本実施形態の自動操舵制御部70は、自動操舵制御の実行中、ガード処理部90(特にガード部93及び積分項リミットマップ演算部94)を通じて、操舵トルク T_m が閾値B未満の間、操舵トルク T_m に応じた積分項Iの上限の制限を行うようにしている。また、同図に示すように、自動操舵制御部70は、自動操舵制御の実行中、ガード処理部90(特に要素出力切替部91及び要素切替判定部92)を通じて、操舵トルク T_m が閾値A以上であることに基づいて、前回値の積分項 I_r に対して加算されるべく積分要素($K_i \cdot \Delta\theta_s$)を零値に制限するようにしている。

40

【0061】

そのため、本実施形態の自動操舵制御部70では、自動操舵制御の実行中、操舵トルク T_m が閾値B未満の間、閾値A未満であるか否かに関係なく、積分項I自体の上限が制限されている。これにより、操舵トルク T_m が閾値B未満の間、操舵トルク T_m が閾値A以上であるか否かに関係なく、アクチュエータ3の制御を通じて車両Aの転舵輪15の舵角

50

の大きな変化を生じさせることを抑えることができる。

【 0 0 6 2 】

ただし、このように積分項 I 自体の上限が制限されることによっては、積分項 I の第 2 アシスト成分 $T a 2 *$ を演算するためのフィードバック制御への反映が制限されることとなり、却って積分項 I が積算され易くなる。これは、操舵トルク $T m$ が閾値 A 以上の間、閾値 A 未満の間と比較して顕著である。

【 0 0 6 3 】

これに対して、本実施形態では、操舵トルク $T m$ が閾値 A 以上であることに基づいて、却って積分項 I が積算され易くなる状況で、ガード処理部 9 0 (特に要素出力切替部 9 1 及び要素切替判定部 9 2) を通じて、積分項 I に対して加算させる積分要素 ($K i \cdot \Delta \theta s$) が零値に制限されるようにしている。この積分要素 ($K i \cdot \Delta \theta s$) が零値の間は、積分項 I の積算が中断されるようになる。これにより、操舵トルク $T m$ が閾値 B 未満の間、積分項 I については積算され難くすることができ、アクチュエータ 3 の制御を通じて車両 A の転舵輪 1 5 の舵角の大きな変化を生じさせることを抑えることができる。

【 0 0 6 4 】

なお、上記実施形態は、これを適宜変更した以下の形態にて実施することもできる。

・要素出力切替部 9 1 は、積分項 I が積算され難くなるように、積分要素 ($K i \cdot \Delta \theta s$) を調整する機能を有していればよく、例えば、零値の替わりに今回値の積分要素 ($K i \cdot \Delta \theta s$) の半分等、実際よりも小さい値を出力したり、積分項 I が減少するような値を出力したりするようにしてもよい。この場合であっても、積分項 I が増大し難くなるように制限する効果を発揮する。

【 0 0 6 5 】

・ガード処理部 9 0 では、ガード部 9 3 及び積分項リミットマップ演算部 9 4 の機能を、要素出力切替部 9 1 及び要素切替判定部 9 2 の機能と同様、操舵トルク $T m$ が閾値 A 以上である場合に発揮させるように構成してもよい。その他、ガード処理部 9 0 では、ガード部 9 3 及び積分項リミットマップ演算部 9 4 の機能を省略してもよい。

【 0 0 6 6 】

・積分項 I が増大し難くなるように制限することは、要素出力切替部 9 1 及び要素切替判定部 9 2 の機能を省略して、ガード部 9 3 及び積分項リミットマップ演算部 9 4 の機能によって実現してもよい。この場合、積分項リミットマップ演算部 9 4 において、例えば、操舵トルク $T m$ が閾値 A 以上である場合に、上限が制限されるように、操舵トルク $T m$ の絶対値と、ガード値 $I L i m$ との関係を定めたマップを備えていればよい。なお、本変形例の構成は、比例項 P 及び微分項 D に対しても同様に適用することができる。

【 0 0 6 7 】

・積分項 I が増大し難くなるように制限することは、積分ゲイン $K i$ の上限を制限することによって実現してもよい。例えば、積分項演算部 7 1 b に対して積分ゲイン $K i$ を指示する構成を追加すればよい。この場合、ガード処理部 9 0 は、積分要素 ($K i \cdot \Delta \theta s$) の積分に必要な構成を少なくとも有していればよく、例えば、要素出力切替部 9 1 及び要素切替判定部 9 2 の機能を省略してもよい。また、積分項演算部 7 1 b に対して積分ゲイン $K i$ を指示する構成は、例えば、操舵トルク $T m$ の絶対値と、積分ゲイン $K i$ との関係を定めたマップを備え、操舵トルク $T m$ の絶対値を入力とし、積分ゲイン $K i$ をマップ演算するものであればよい。例えば、積分ゲイン $K i$ は、操舵トルク $T m$ が閾値 A 以上である場合に、上限が制限されるように構成されていればよい。

【 0 0 6 8 】

なお、本変形例の構成は、図 5 に示すように、比例項 P 及び微分項 D に対しても同様に適用することができる。この場合の自動操舵トルク指令値演算部 7 4 は、比例項演算部 7 4 a に対して比例ゲイン $K p$ を指示する比例ゲインマップ演算部 7 4 a a、積分項演算部 7 4 b に対して積分ゲイン $K i$ を指示する積分ゲインマップ演算部 7 4 b a、微分項演算部 7 4 c に対して微分ゲイン $K d$ を指示する微分ゲインマップ演算部 7 4 c a を有している。なお、微分項演算部 7 4 c には、微分処理部 7 4 d を通じて角度偏差 $\Delta \theta s$ を時間微

10

20

30

40

50

分 (d/dt) して得られる微分要素 ($d(\Delta\theta_s)/dt$) が入力される。これら各項演算部 74a, 74b, 74c から出力される各項 P , I , D は、加算処理部 74e を通じて加算される。この加算された値は、第 2 アシスト成分 T_{a2} * として、指令値出力切替部 72 に入力される。各ゲインマップ演算部 74aa, 74ba, 74ca は、操舵トルク T_m の絶対値と、対応するゲインとの関係を定めたマップをそれぞれ備え、操舵トルク T_m の絶対値を入力とし、対応するゲインをマップ演算するものであればよい。例えば、各ゲイン K_p , K_i , K_d は、操舵トルク T_m が閾値 A 以上である場合に、上限が制限されるように構成されていればよい。こうした構成を採用する場合には、比例項 P 、積分項 I 、及び微分項 D の少なくとも一つについてゲインの上限が制限されるように構成されていればよい。すなわち、比例項 P (比例ゲイン K_p) のみ制限したり、比例項 P (比例ゲイン K_p) 及び積分項 I (積分ゲイン K_i) を制限したり、比例項 P (比例ゲイン K_p) 及び微分項 D (微分ゲイン K_d) を制限したり、積分項 I (積分ゲイン K_i) 及び微分項 D (微分ゲイン K_d) を制限したり、微分項 D (微分ゲイン K_d) のみ制限したりしてもよい。なお、比例項 P 又は微分項 D の制限と、積分項 I の制限とを組み合わせる場合は、積分項 I の制限については上記実施形態の構成を採用してもよい。

【0069】

・図 6 に示すように、積分項演算部 71b において、積分項 I は、まず角度偏差 $\Delta\theta_s$ を積算した後、積分ゲイン K_i を乗算するように構成してもよい。この場合、ガード処理部 90 の要素出力切替部 91 には、角度偏差 $\Delta\theta_s$ が入力される。要素出力切替部 91 は、要素切替判定部 92 の判定の結果に基づいて、角度偏差 $\Delta\theta_s$ 又は零値のいずれかを出力する。この場合、積分項リミットマップ演算部 94 は、トルクセンサ 51 から得られる操舵トルク T_m の絶対値と、角度偏差 $\Delta\theta_s$ の積算の上限とするガード値 ΔL_{im} との関係を定めたマップを備えており、操舵トルク T_m の絶対値を入力とし、ガード値 ΔL_{im} をマップ演算する。ガード値 ΔL_{im} は、操舵トルク T_m の絶対値 ($|T_m|$) が大きい場合に小さい場合よりも値が小さくなる。要素出力切替部 91 から出力される角度偏差 $\Delta\theta_s$ と、遅延処理部 96 を通じて直前周期 (1 周期前) に保持された値である前回値の角度偏差 $\Delta\theta_s$ の積算である積分要素 $\int(\Delta\theta_s) \cdot r$ とは、加算処理部 95 を通じて加算される。この加算された値は、前回値の積分要素 $\int(\Delta\theta_s) \cdot r$ に対して今回の角度偏差 $\Delta\theta_s$ を加算した積分要素 $\int(\Delta\theta_s)$ として、ガード部 93 に入力される。また、ガード部 93 には、積分項リミットマップ演算部 94 を通じて、ガード値 ΔL_{im} が入力される。ガード部 93 は、積分要素 $\int(\Delta\theta_s)$ がガード値 ΔL_{im} 以下の間、当該積分要素 $\int(\Delta\theta_s)$ を出力し、積分要素 $\int(\Delta\theta_s)$ がガード値 ΔL_{im} よりも大きい間は積分要素 $\int(\Delta\theta_s)$ として、当該ガード値 ΔL_{im} を出力する。そして、積分項演算部 71b は、乗算処理部 71ba を通じて積分要素 $\int(\Delta\theta_s)$ に積分ゲイン K_i を乗算して得られる積分項 $I (= K_i \cdot \int(\Delta\theta_s))$ を演算して出力する。この場合であっても、上記実施形態に準じた作用及び効果を奏することができる。

【0070】

・アクチュエータ 3 の制御では、操舵トルク T_m の代わりに、ユーザーのステアリング操作の状態を把握可能な情報として、例えば、ステアリング角 θ_s の角速度や角加速度を用いるようにしてもよい。また、アクチュエータ 3 の制御では、ステアリング角 θ_s の代わりに、ピニオンシャフト 11c の角度であるピニオン角やラックシャフト 12 の移動位置を用いるようにしてもよい。

【0071】

・要素切替判定部 92 は、操舵トルク T_m の絶対値が閾値 A 以上の場合、閾値 A 以上の状態が継続する時間に関係なく、当該操舵トルク T_m の絶対値が閾値 A 以上 ($|T_m| < A \rightarrow No$) であることを判定するように構成してもよい。

【0072】

・車両転舵システム 1 は、自動操舵モードの設定が指示されている間に介入操作があった場合、自動操舵制御からアシスト制御に切り替えるように構成されていてもよい。

・上位制御装置 40 は、角度指令値 θ_s * の代わりに、角度偏差 $\Delta\theta_s$ をアクチュエー

10

20

30

40

50

タ制御装置 30 に対して出力するようにしてもよい。この場合、上位制御装置 40 は、舵角センサ 50 から得られるステアリング角 θ_s に基づいて、角度偏差 $\Delta \theta_s$ を演算すればよい。

【0073】

・ステアリング角 θ_s は、回転角センサ 52 から得られる回転角度 θ_m に基づいて、算出されるようにしてもよい。この場合、回転角センサ 52 の回転角度 θ_m の累積から絶対角を算出し、これに換算係数を乗算すれば、ステアリング角 θ_s を算出できる。これにより、舵角センサ 50 を省略することができ、部品点数及びコストを削減することができる。

【0074】

・第 1 アシスト成分 T_{a1} の演算は、操舵トルク T_m を少なくとも用いていればよく、車速 V を用いなくてもよい。その他、第 1 アシスト成分 T_{a1} の演算は、操舵トルク T_m 及び車速 V と、これら以外の要素とを用いるようにしてもよい。また、第 2 アシスト成分 T_{a2} の演算は、車両周辺環境（角度情報 θ_v ）に基づき演算される角度指令値 θ_s^* を少なくとも用いていればよく、角度指令値 θ_s^* と、車速 V やそれ以外の要素とを用いるようにしてもよい。

【0075】

・指令値切替判定部 73 及び要素切替判定部 92 の判定は、操舵トルク T_m を少なくとも用いていればよく、操舵トルク T_m と、ステアリング角 θ_s （その角速度）やそれ以外の要素とを用いるようにしてもよい。

【0076】

・第 2 アシスト成分 T_{a2} の演算は、積分制御を含むフィードバック制御を通じて演算されればよく、例えば、P 項（比例項）及び I 項（積分項）を用いた PI 制御を採用してもよい。

【0077】

・車両転舵システム 1 は、車両の走行を支援する他の機能として、例えば、横滑り防止装置（ピークル・スタビリティ・コントロール）を構築するものであってもよいし、車線逸脱防止支援システムと、横滑り防止装置とを共に構築するものであってもよい。

【0078】

・上記実施形態では、車両転舵システム 1 をコラムシャフト 11a に動力を付与するタイプに具体化した但、ラックシャフト 12 に動力を付与するタイプに適用してもよい。この場合、トルクセンサ 51 は、例えば、ピニオンシャフト 11c に設けられるようにしてもよいが、上記実施形態と同様、ユーザーの介入操作を精度よく判断できるようにコラムシャフト 11a に設けていてもよい。

【0079】

・上記実施形態は、例えば、ステアバイワイヤ式の操舵装置にも適用可能である。この場合、アクチュエータ 3 をラックシャフト 12 の周辺に設けるようにすればよい。

・各変形例は、互いに組み合わせて適用してもよく、例えば、ステアバイワイヤ式の操舵装置に具体化することと、その他の変形例の構成とは、互いに組み合わせて適用してもよい。

【符号の説明】

【0080】

1 ... 車両転舵システム、2 ... 操舵機構、3 ... アクチュエータ、15 ... 転舵輪、20 ... モータ、30 ... アクチュエータ制御装置、40 ... 上位制御装置、41 ... 角度指令値演算部、50 ... 舵角センサ、51 ... トルクセンサ、54 ... 車両周辺環境検出部、60 ... アシスト制御部、70, 74 ... 自動操舵制御部、71a, 74a ... 比例項演算部、71b, 74b ... 積分項演算部、71c, 74c ... 微分項演算部、74aa ... 比例ゲインマップ演算部、74ba ... 積分ゲインマップ演算部、74ca ... 微分ゲインマップ演算部、80 ... 制御信号生成部、90 ... ガード処理部、91 ... 要素出力切替部、92 ... 要素切替判定部、93 ... ガード部、94 ... 積分項リミットマップ演算部、A ... 車両、D ... 微分項、I ... 積分項、P ...

10

20

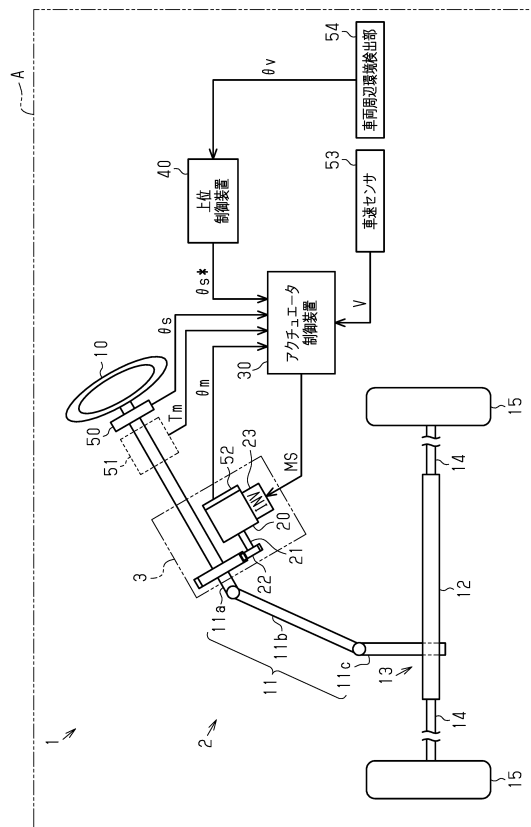
30

40

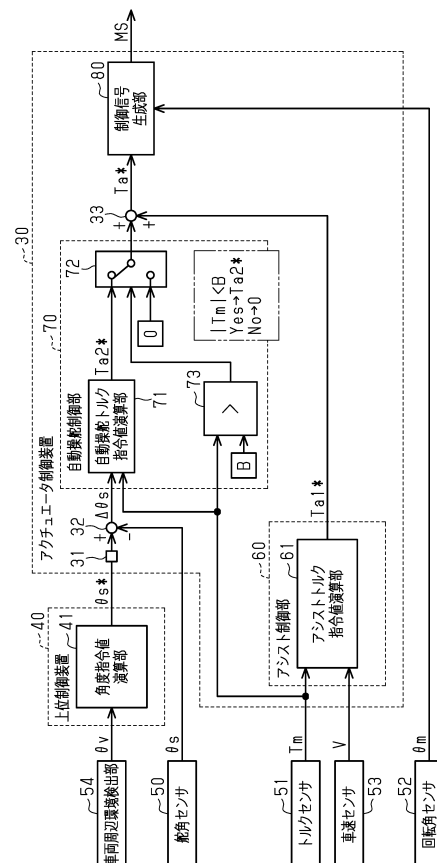
50

比例項、 θ_m ... 回転角度、 θ_s ... ステアリング角、 θ_v ... 角度情報、 K_d ... 微分ゲイン、 K_i ... 積分ゲイン、 K_p ... 比例ゲイン、 MS ... モータ制御信号、 T_m ... 操舵トルク、 $\Delta\theta_s$... 角度偏差、 θ_s^* ... 角度指令値、 T_{a1}^* ... 第1アシスト成分、 T_{a2}^* ... 第2アシスト成分、 $K_i \cdot \Delta\theta_s$ 、 $\int (\Delta\theta_s)$... 積分要素。

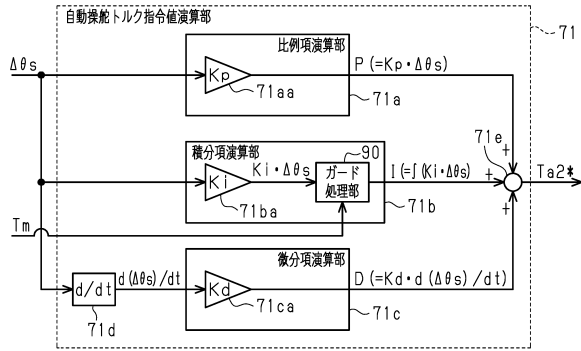
【図1】



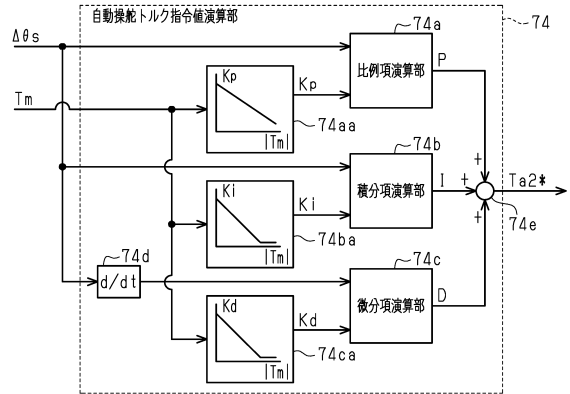
【図2】



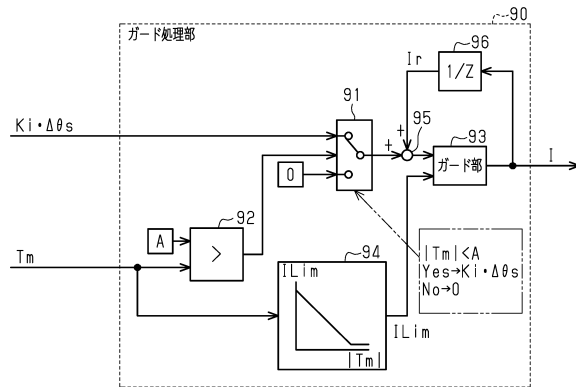
【図 3】



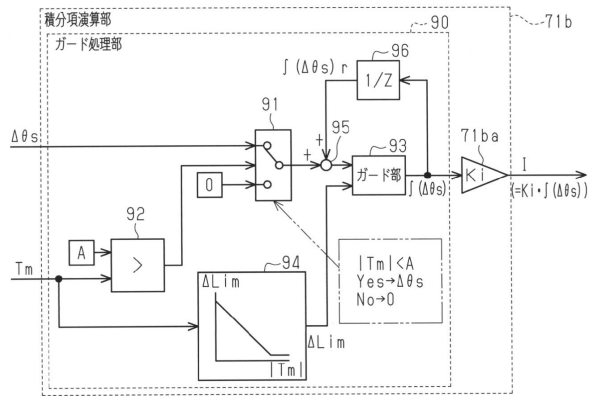
【図 5】



【図 4】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 中曽根 源平
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 青野 慎也
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

審査官 瀬戸 康平

- (56)参考文献 特開2006-264405(JP,A)
特開2013-112187(JP,A)
特開2015-033942(JP,A)
特開2000-142441(JP,A)
特開2002-120744(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B62D 5/04, 6/00