

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6548023号
(P6548023)

(45) 発行日 令和1年7月24日(2019.7.24)

(24) 登録日 令和1年7月5日(2019.7.5)

(51) Int. Cl.		F 1
B 6 2 D 6/00	(2006.01)	B 6 2 D 6/00
H O 2 P 5/74	(2006.01)	H O 2 P 5/74
B 6 2 D 101/00	(2006.01)	B 6 2 D 101:00
B 6 2 D 113/00	(2006.01)	B 6 2 D 113:00
B 6 2 D 119/00	(2006.01)	B 6 2 D 119:00

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2015-179485 (P2015-179485)
 (22) 出願日 平成27年9月11日 (2015.9.11)
 (65) 公開番号 特開2017-52477 (P2017-52477A)
 (43) 公開日 平成29年3月16日 (2017.3.16)
 審査請求日 平成30年8月9日 (2018.8.9)

(73) 特許権者 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 應矢 敏明
 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 飯島 尚郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用操舵装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

左転舵輪および右転舵輪を個別に転舵するための左転舵機構および右転舵機構を含み、操向のために操作される操舵部材と前記左転舵機構および右転舵機構とが機械的に結合されておらず、前記左転舵機構が左転舵モータによって駆動され、前記右転舵機構が右転舵モータによって駆動される車両用操舵装置であって、

前記左転舵輪の転舵角の目標値である左目標転舵角および前記右転舵輪の転舵角の目標値である右目標転舵角を設定する上位制御装置と、

前記上位制御装置から受信した前記左目標転舵角および前記右目標転舵角に基づいて、前記左転舵モータおよび前記右転舵モータを駆動制御する下位制御装置とを含み、

前記下位制御装置は、

前記左目標転舵角および前記右目標転舵角のうちから選択される一方の目標転舵角に応じて、前記左目標転舵角と前記右目標転舵角との差の絶対値の許容上限値を設定する許容上限値設定手段と、

前記左目標転舵角と前記右目標転舵角との差の絶対値が、前記許容上限値設定手段によって設定される前記許容上限値以下となるように、前記左目標転舵角および前記右目標転舵角のうちから選択される一方の目標転舵角の絶対値を制限する目標転舵角制限手段とを含む、車両用操舵装置。

【請求項2】

前記許容上限値設定手段は、

前記左目標転舵角および前記右目標転舵角のうちのいずれが旋回内側車輪の目標転舵角であり、いずれが旋回外側車輪の目標転舵角であるかを特定する手段と、

特定された旋回外側車輪の目標転舵角を外側目標転舵角とし、特定された旋回内側車輪の目標転舵角を内側目標転舵角として、前記外側目標転舵角に応じて、前記外側目標転舵角と前記内側目標転舵角との差の絶対値の許容上限値を演算する手段とを含み、

前記目標転舵角制限手段は、前記外側目標転舵角と前記内側目標転舵角との差の絶対値が、前記許容上限値設定手段によって設定される前記許容上限値以下となるように、前記内側目標転舵角の絶対値を制限するように構成されている、請求項 1 に記載の車両用操舵装置。

【請求項 3】

10

前記下位制御装置は、

車速を取得する車速取得手段と、

前記車速取得手段によって取得された車速に基づいて、転舵角速度制限値を設定する転舵角速度制限値設定手段と、

前記左転舵輪の転舵角速度および前記右転舵輪の転舵角速度が、前記転舵角速度制限値設定手段によって設定された転舵角速度制限値以下となるように、前記左転舵モータおよび前記右転舵モータの回転速度を制御する転舵角速度制限手段とをさらに含む、請求項 1 または 2 に記載の車両用操舵装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

この発明は、左右の転舵輪を個別に転舵するための左右の転舵機構を含み、操向のために操作される操舵部材と左右の転舵機構とが機械的に結合されておらず、左右の転舵機構が左右の転舵モータによって個別に駆動される車両用操舵装置に関する。

【背景技術】

【0002】

自動運転に代表される高度運転支援機能を成立させるとともに、エンジンルームのレイアウトの自由度向上を目的とした、中間シャフトを使用しないステア・バイ・ワイヤシステムの有効性が評価され始めている。そして、エンジンルームのレイアウトの更なる自由度向上を図るために、下記特許文献 1, 2 に示すように、ラックアンドピニオン機構等を含むステアリングギヤ装置を使用せず、左右の転舵輪を個別の転舵アクチュエータで制御する左右独立転舵システムが提案されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 174160 号公報

【特許文献 2】特開 2015 - 20586 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

左右独立転舵システムが採用されたステア・バイ・ワイヤシステムにおいて、左右の転舵輪の目標転舵角を演算する上位制御装置と、各転舵アクチュエータを制御する下位制御装置とを含む制御システムによって転舵制御を行うことが考えられる。このような制御システムでは、下位制御装置は、上位制御装置から受信した左右の転舵輪の目標転舵角に基づいて、対応する転舵アクチュエータを制御する。このような制御システムでは、上位制御装置の故障、通信異常等によって、上位制御装置から下位制御装置に不適切な目標転舵角が与えられおそれがある。

【0005】

この発明の目的は、上位制御装置から下位制御装置に不適切な目標転舵角が与えられた場合にも、安定した走行が行えるようになる車両用操舵装置を提供することである。

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明による車両用操舵装置は、左転舵輪(3L)および右転舵輪(3R)を個別に転舵するための左転舵機構(5L)および右転舵機構(5R)を含み、操向のために操作される操舵部材(2)と前記左転舵機構および右転舵機構とが機械的に結合されておらず、前記左転舵機構が左転舵モータ(4L)によって駆動され、前記右転舵機構が右転舵モータ(4R)によって駆動される車両用操舵装置(1)であって、前記左転舵輪の転舵角の目標値である左目標転舵角(θ_{L}^*)および前記右転舵輪の転舵角の目標値である右目標転舵角(θ_{R}^*)を設定する上位制御装置(20)と、前記上位制御装置から受信した前記左目標転舵角および前記右目標転舵角に基づいて、前記左転舵モータおよび前記右転舵モータを駆動制御する下位制御装置(30)とを含み、前記下位制御装置は、前記左目標転舵角および前記右目標転舵角のうちから選択される一方の目標転舵角に応じて、前記左目標転舵角と前記右目標転舵角との差の絶対値の許容上限値を設定する許容上限値設定手段(43)と、前記左目標転舵角と前記右目標転舵角との差の絶対値が、前記許容上限値設定手段によって設定される前記許容上限値以下となるように、前記左目標転舵角および前記右目標転舵角のうちから選択される一方の目標転舵角の絶対値を制限する目標転舵角制限手段(43, 42L, 42R)とを含む。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】

この構成によれば、左目標転舵角と右目標転舵角との差の絶対値が許容上限値設定手段によって設定される許容上限値を超えた場合には、左目標転舵角と右目標転舵角との差の絶対値が許容上限値以下となるように、左目標転舵角と右目標転舵角のうちから選択される一方の目標転舵角の絶対値が制限される。このため、上位制御装置から下位制御装置に不適切な目標転舵角が与えられた場合でも、安定した走行が行えるようになる。

20

【0008】

この発明の一実施形態では、前記許容上限値設定手段は、前記左目標転舵角および前記右目標転舵角のうちのいずれが旋回内側車輪の目標転舵角であり、いずれが旋回外側車輪の目標転舵角であるかを特定する手段と、特定された旋回外側車輪の目標転舵角を外側目標転舵角とし、特定された旋回内側車輪の目標転舵角を内側目標転舵角として、前記外側目標転舵角に応じて、前記外側目標転舵角と前記内側目標転舵角との差の絶対値の許容上限値を演算する手段とを含む。前記目標転舵角制限手段は、前記外側目標転舵角と前記内側目標転舵角との差の絶対値が、前記許容上限値設定手段によって設定される前記許容上限値以下となるように、前記内側目標転舵角の絶対値を制限するように構成されている。

30

【0009】

この構成によれば、外側目標転舵角と内側目標転舵角との差の絶対値が許容上限値設定手段によって設定される許容上限値を超えた場合には、外側目標転舵角と内側目標転舵角との差の絶対値が許容上限値以下となるように、内側目標転舵角の絶対値が制限される。このため、上位制御装置の故障、通信異常等によって、上位制御装置から下位制御装置に不適切な目標転舵角が与えられた場合でも、安定した走行が行えるようになる。

40

【0010】

この発明の一実施形態では、前記下位制御装置は、車速を取得する車速取得手段と、前記車速取得手段によって取得された車速に基づいて、転舵角速度制限値を設定する転舵角速度制限値設定手段(47)と、前記左転舵輪の転舵角速度および前記右転舵輪の転舵角速度が、前記転舵角速度制限値設定手段によって設定された転舵角速度制限値以下となるように、前記左転舵モータおよび前記右転舵モータの回転速度を制限する転舵角速度制限手段(46L, 46R)とをさらに含む。この構成では、より安定した走行が行えるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

50

【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の構成を説明するための図解図である。

【図 2】図 2 は、ECU の電氣的構成を示すブロック図である。

【図 3】図 3 は、転舵モータ制御部の構成例を示すブロック図である。

【図 4】図 4 は、外側目標転舵角の絶対値 $| \theta_{out}^* |$ と内外輪目標転舵角差の許容上限値 $\Delta \theta_{lim}$ との関係を示すグラフである。

【図 5】図 5 は、車速 V と目標転舵角速度の制限値 $\dot{\theta}_{lim}$ との関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

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。

10

図 1 は、この発明の一実施形態に係る車両用操舵装置の構成を説明するための図解図であり、左右独立転舵システムが採用されたステア・バイ・ワイヤシステムの構成が示されている。

この車両用操舵装置 1 は、運転者が操向のために操作する操舵部材としてステアリングホイール 2 と、左転舵輪 3 L および右転舵輪 3 R と、ステアリングホイール 2 の回転操作に応じて駆動される左転舵モータ 4 L および右転舵モータ 4 R と、左転舵モータ 4 L の駆動力に基づいて左転舵輪 3 L を転舵する左転舵機構 5 L と、右転舵モータ 4 R の駆動力に基づいて右転舵輪 3 R を転舵する右転舵機構 5 R とを備えている。

【0013】

ステアリングホイール 2 と左転舵機構 5 L および右転舵機構 5 R との間には、ステアリングホイール 2 に加えられた操舵トルクが左転舵機構 5 L および右転舵機構 5 R に機械的に伝達されるような機械的な結合はなく、ステアリングホイール 2 の操作量（操舵角または操舵トルク）に応じて左転舵モータ 4 L および右転舵モータ 4 R が駆動制御されることによって、左転舵輪 3 L および右転舵輪 3 R が転舵されるようになっている。左転舵機構 5 L および右転舵機構 5 R としては、例えば、特許文献 2 に開示されたサスペンション装置や、特許文献 1 に開示された転舵装置を用いることができる。

20

【0014】

この実施形態では、転舵モータ 4 L, 4 R が正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）に転舵輪 3 L, 3 R の転舵角が変化し、転舵モータ 4 L, 4 R が逆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）に転舵輪 3 L, 3 R の転舵角が変化するものとする。

30

ステアリングホイール 2 は、車体側に回転可能に支持された回転シャフト 6 に連結されている。この回転シャフト 6 には、ステアリングホイール 2 に作用する反力トルク（操作反力）を発生する反力モータ 7 が設けられている。この反力モータ 7 は、例えば、回転シャフト 6 と一体の出力シャフトを有する電動モータにより構成されている。

【0015】

回転シャフト 6 の周囲には、回転シャフト 6 の回転角（ステアリングホイール 2 の操舵角 θ ）を検出するための操舵角センサ 8 が設けられている。この実施形態では、操舵角センサ 8 は、回転シャフト 6 の中立位置（基準位置）からの回転シャフト 6 の正逆両方向の回転量（回転角）を検出するものであり、中立位置から右方向への回転量を例えば正の値として出力し、中立位置から左方向への回転量を例えば負の値として出力する。

40

【0016】

また、回転シャフト 6 の周囲には、運転者によってステアリングホイール 2 に付与される操舵トルク T_h を検出するためのトルクセンサ 9 が設けられている。この実施形態では、トルクセンサ 9 によって検出される操舵トルク T は、右方向への操舵のためのトルクが正の値として検出され、左方向への操舵のためのトルクが負の値として検出され、その絶対値が大きいほど操舵トルクの大きさが大きくなるものとする。

【0017】

左転舵機構 5 L の近傍には、左転舵輪 3 L の転舵角 θ_L を検出するための左転舵角センサ 10 L が備えられている。右転舵機構 5 R の近傍には、右転舵輪 3 R の転舵角 θ_R を検

50

出するための右転舵角センサ 10 R が備えられている。車両には、さらに、車速 V を検出するための車速センサ 11 が設けられている。

操舵角センサ 8、トルクセンサ 9 および車速センサ 11 は、上位 ECU (Electronic Control Unit) (上位制御装置) 20 にそれぞれ接続されている。左転舵角センサ 10 L、右転舵角センサ 10 R、左転舵モータ 4 L、右転舵モータ 4 R および反力モータ 7 は、下位 ECU (下位制御装置) 30 にそれぞれ接続されている。

【0018】

上位 ECU 20 は、所定演算周期毎に、操舵角センサ 8 によって検出される操舵角 h および車速センサ 11 によって検出される車速 V に基づいて、左転舵輪 3 L の転舵角の目標値である左目標転舵角 L^* および右転舵輪 3 R の転舵角の目標値である右目標転舵角 R^* を演算する。以下において、左目標転舵角 L^* および右目標転舵角 R^* のうち、車両旋回時に内側にくる車輪 (内側車輪) に対する目標転舵角を内側目標転舵角 i_n^* といい、車両旋回時に外側にくる車輪 (外側車輪) の目標転舵角を外側目標転舵角 o_u^* という場合がある。上位 ECU 20 は、内側目標転舵角 i_n^* の絶対値が、外側目標転舵角 o_u^* の絶対値よりも大きくなるように、左目標転舵角 L^* および右目標転舵角 R^* を演算する。

10

【0019】

また、上位 ECU 20 は、所定演算周期毎に、トルクセンサ 9 によって検出される操舵トルク T_h 、操舵角センサ 8 によって検出される操舵角 h および車速センサ 11 によって検出される車速 V に基づいて、反力モータ 7 に発生させるべき反力トルクの目標値である目標反力トルク T_F^* を演算する。上位 ECU 20 によって演算された左目標転舵角 L^* 、右目標転舵角 R^* および目標反力トルク T_F^* は、下位 ECU 30 に送信される。操舵角センサ 8 によって検出される操舵角 h および車速センサ 11 によって検出される車速 V も、上位 ECU 20 から下位 ECU 30 に送信される。

20

【0020】

図 2 は、下位 ECU 30 の電氣的構成を示すブロック図である。

下位 ECU 30 は、マイクロコンピュータ 31 と、マイクロコンピュータ 31 によって制御され、左転舵モータ 4 L に電力を供給する駆動回路 (インバータ回路) 32 L と、左転舵モータ 4 L に流れるモータ電流を検出する電流検出部 33 L とを含む。下位 ECU 30 は、さらに、マイクロコンピュータ 31 によって制御され、右転舵モータ 4 R に電力を供給する駆動回路 (インバータ回路) 32 R と、右転舵モータ 4 R に流れるモータ電流を検出する電流検出部 33 R とを含む。下位 ECU 30 は、さらに、マイクロコンピュータ 31 によって制御され、反力モータ 7 に電力を供給する駆動回路 (インバータ回路) 34 と、反力モータ 7 に流れるモータ電流を検出する電流検出部 35 とを備えている。

30

【0021】

マイクロコンピュータ 31 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、左転舵モータ 4 L および右転舵モータ 4 R を制御するための転舵モータ制御部 40 と、反力モータ 7 を制御するための反力モータ制御部 60 とを備えている。

40

【0022】

反力モータ制御部 60 は、上位 ECU 20 から送信される目標反力トルク T_F^* を受信する。反力モータ制御部 60 は、受信した目標反力トルク T_F^* に基づいて、反力モータ 7 の駆動回路 34 を駆動制御する。具体的には、反力モータ制御部 60 は、目標反力トルク T_F^* に応じた反力トルクが反力モータ 7 から発生するように、駆動回路 34 を駆動制御する。

【0023】

転舵モータ制御部 40 は、上位 ECU 20 から送信される目標転舵角 L^* 、 R^* 、操舵角 h および車速 V を受信する。転舵モータ制御部 40 は、受信した目標転舵角 L^* 、 R^* 、操舵角 h および車速 V に基づいて、転舵モータ 4 L、4 R の駆動回路 32

50

L, 32Rを駆動制御する。以下、転舵モータ制御部40について、詳しく説明する。

図3は、転舵モータ制御部40の構成例を示すブロック図である。

【0024】

転舵モータ制御部40は、角速度演算部41L, 41Rと、転舵角リミッタ42L, 42Rと、転舵角制限値設定部43と、転舵角偏差演算部44L, 44Rと、PI制御部(転舵角)45L, 45Rと、角速度リミッタ46L, 46Rと、角速度制限値設定部47とを含む。転舵モータ制御部40は、さらに、角速度偏差演算部48L, 48Rと、PI制御部(角速度)49L, 49Rと、電流偏差演算部50L, 50Rと、PI制御部(電流)51L, 51Rと、PWM(Pulse Width Modulation)制御部52L, 52Rとを含む。

10

【0025】

角速度演算部41Lは、左転舵角センサ10Lによって検出される左転舵角 θ_L を時間微分することによって、左転舵角 θ_L の角速度(左転舵角速度) ω_L を演算する。角速度演算部41Rは、右転舵角センサ10Rによって検出される右転舵角 θ_R を時間微分することによって、右転舵角 θ_R の角速度(右転舵角速度) ω_R を演算する。

転舵角リミッタ42Lは、上位ECU20からの左目標転舵角 θ_L^* の絶対値を、転舵角制限値設定部43によって設定される制限値以下に制限する。転舵角リミッタ42Rは、上位ECU20からの右目標転舵角 θ_R^* の絶対値を、転舵角制限値設定部43によって設定される制限値以下に制限する。転舵角リミッタ42L、転舵角リミッタ42Rおよび転舵角制限値設定部43の動作の詳細については後述する。

20

【0026】

転舵角偏差演算部44Lは、転舵角リミッタ42Lによる制限処理後の左目標転舵角 θ_L^* と、左転舵角センサ10Lによって検出される左転舵角 θ_L との偏差 $\Delta\theta_L (= \theta_L^* - \theta_L)$ を演算する。転舵角偏差演算部44Rは、転舵角リミッタ42Rによる制限処理後の右目標転舵角 θ_R^* と、右転舵角センサ10Rによって検出される右転舵角 θ_R との偏差 $\Delta\theta_R (= \theta_R^* - \theta_R)$ を演算する。

【0027】

PI制御部45Lは、転舵角偏差演算部44Lによって演算される左転舵角偏差 $\Delta\theta_L$ に対するPI演算を行なうことにより、左転舵角速度の目標値である左目標転舵角速度 ω_L^* を演算する。PI制御部45Rは、転舵角偏差演算部44Rによって演算される右転舵角偏差 $\Delta\theta_R$ に対するPI演算を行なうことにより、右転舵角速度の目標値である右目標転舵角速度 ω_R^* を演算する。

30

【0028】

角速度リミッタ46Lは、左目標転舵角速度 ω_L^* の絶対値を、角速度制限値設定部47によって設定される制限値以下に制限する。角速度リミッタ46Rは、右目標転舵角速度 ω_R^* の絶対値を、角速度制限値設定部47によって設定される制限値以下に制限する。角速度リミッタ46L, 46Rおよび角速度制限値設定部47の動作の詳細については後述する。

【0029】

角速度偏差演算部48Lは、角速度リミッタ46Lによる制限処理後の左目標転舵角速度 ω_L^* と、角速度演算部41Lによって演算される左転舵角速度 ω_L との偏差 $\Delta\omega_L (= \omega_L^* - \omega_L)$ を演算する。角速度偏差演算部48Rは、角速度リミッタ46Rによる制限処理後の右目標転舵角速度 ω_R^* と、角速度演算部41Rによって演算される右転舵角速度 ω_R との偏差 $\Delta\omega_R (= \omega_R^* - \omega_R)$ を演算する。

40

【0030】

PI制御部49Lは、角速度偏差演算部48Lによって演算される左転舵角速度偏差 $\Delta\omega_L$ に対するPI演算を行なうことにより、左転舵モータ4Lに流すべき電流の目標値である左目標モータ電流 I_L^* を演算する。PI制御部49Rは、角速度偏差演算部48Rによって演算される右転舵角速度偏差 $\Delta\omega_R$ に対するPI演算を行なうことにより、右転舵モータ4Rに流すべき電流の目標値である右目標モータ電流 I_R^* を演算する。

50

【0031】

電流偏差演算部50Lは、PI制御部49Lによって演算される左目標モータ電流 I_L^* と、電流検出部33Lによって検出される左モータ電流 I_L との偏差 $I_L (= I_L^* - I_L)$ を演算する。電流偏差演算部50Rは、PI制御部49Rによって演算される右目標モータ電流 I_R^* と、電流検出部33Rによって検出される右モータ電流 I_R との偏差 $I_R (= I_R^* - I_R)$ を演算する。

【0032】

PI制御部51Lは、電流偏差演算部50Lによって演算される左モータ電流偏差 I_L に対するPI演算を行なうことにより、左転舵モータ4Lに流れる左モータ電流 I_L を左目標モータ電流 I_L^* に導くための左モータ駆動指令値を生成する。PI制御部51Rは、電流偏差演算部50Rによって演算される右モータ電流偏差 I_R に対するPI演算を行なうことにより、右転舵モータ4Rに流れる右モータ電流 I_R を右目標モータ電流 I_R^* に導くための右モータ駆動指令値を生成する。

【0033】

PWM制御部52Lは、左モータ駆動指令値に対応するデューティ比の左PWM制御信号を生成して、駆動回路32Lに供給する。これにより、左モータ駆動指令値に対応した電力が左転舵モータ4Lに供給されることになる。PWM制御部52Rは、右モータ駆動指令値に対応するデューティ比の右PWM制御信号を生成して、駆動回路32Rに供給する。これにより、右モータ駆動指令値に対応した電力が右転舵モータ4Rに供給されることになる。

【0034】

転舵角偏差演算部44LおよびPI制御部45L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、左転舵輪3Lの転舵角 θ_L が、転舵角リミッタ42Lによる制限処理後の左目標転舵角 θ_L^* に近づくように制御される。また、角速度偏差演算部48LおよびPI制御部49Lは、角速度フィードバック制御手段を構成している。この角速度フィードバック制御手段の働きによって、左転舵角速度 ω_L が、角速度リミッタ46Lによる制限処理後の左目標転舵角速度 ω_L^* に近づくように制御される。また、電流偏差演算部50LおよびPI制御部51L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、左転舵モータ4Lに流れるモータ電流 I_L が、PI制御部49Lによって演算される左目標モータ電流 I_L^* に近づくように制御される。

【0035】

同様に、転舵角偏差演算部44RおよびPI制御部45R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、右転舵輪3Rの転舵角 θ_R が、転舵角リミッタ42Rによる制限処理後の右目標転舵角 θ_R^* に近づくように制御される。また、角速度偏差演算部48RおよびPI制御部49Rは、角速度フィードバック制御手段を構成している。この角速度フィードバック制御手段の働きによって、右転舵角速度 ω_R が、角速度リミッタ46Rによる制限処理後の右目標転舵角速度 ω_R^* に近づくように制御される。また、電流偏差演算部50RおよびPI制御部51R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、右転舵モータ4Rに流れるモータ電流 I_R が、PI制御部49Rによって演算される右目標モータ電流 I_R^* に近づくように制御される。

【0036】

次に、転舵角リミッタ42L、転舵角リミッタ42Rおよび転舵角制限値設定部43の動作について詳しく説明する。

転舵角制限値設定部43は、受信した操舵角 h に基づいて、受信した左目標転舵角 θ_L^* および右目標転舵角 θ_R^* のうち、いずれが内側目標転舵角 θ_{in}^* であり、いずれが外側目標転舵角 θ_{out}^* であるかを判定する。具体的には、転舵角制限値設定部43は、操舵角 h が零または正である場合には、直進走行または右旋回方向に操舵が行われていると判断し、右目標転舵角 θ_R^* が内側目標転舵角 θ_{in}^* であり、左目標転舵角

10

20

30

40

50

L^* が外側目標転舵角 o_{ut}^* であると判定する。この場合には、転舵角制限値設定部 43 は、右目標転舵角 R^* を内側目標転舵角 i_n^* として設定し、左目標転舵角 L^* を外側目標転舵角 o_{ut}^* として設定する。

【0037】

一方、操舵角 h が負である場合には、転舵角制限値設定部 43 は、左旋回方向に操舵が行われていると判断し、左目標転舵角 L^* が内側目標転舵角 i_n^* であり、右目標転舵角 R^* が外側目標転舵角 o_{ut}^* であると判定する。この場合には、転舵角制限値設定部 43 は、左目標転舵角 L^* を内側目標転舵角 i_n^* として設定し、右目標転舵角 R^* を外側目標転舵角 o_{ut}^* として設定する。

【0038】

前述したように内側目標転舵角 i_n^* の絶対値 $|i_n^*|$ は、外側目標転舵角 o_{ut}^* の絶対値 $|o_{ut}^*|$ よりも大きい値に設定されるが、これらの差の絶対値 $|i_n^* - o_{ut}^*|$ (以下、「内外輪目標転舵角差」という。) が大きくなりすぎると安定した走行ができなくなるおそれがある。そこで、この実施形態では、図4に示すように、内外輪目標転舵角差の許容上限値 (> 0) を、外側目標転舵角 o_{ut}^* の絶対値 $|o_{ut}^*|$ に応じて予め設定している。図4に示されるように、内外輪目標転舵角差の許容上限値は、外側目標転舵角 o_{ut}^* の絶対値 $|o_{ut}^*|$ が大きくなるほど大きくなるように設定されている。

【0039】

転舵角制限値設定部 43 は、外側目標転舵角 o_{ut}^* の絶対値と内外輪目標転舵角差の許容上限値との関係(図4参照)を記憶したマップに基づいて、受信した外側目標転舵角 o_{ut}^* の絶対値 $|o_{ut}^*|$ に応じた内外輪目標転舵角差の許容上限値を設定する。次に、転舵角制限値設定部 43 は、次式(1)に基づいて、内側目標転舵角 i_n^* の絶対値 $|i_n^*|$ に対する制限値 (> 0) を演算する。

【0040】

$$= |o_{ut}^*| + \dots (1)$$

そして、転舵角制限値設定部 43 は、転舵角リミッタ 42 L および転舵角リミッタ 42 R のうち、今演算周期において内側目標転舵角 i_n^* が入力されるリミッタ(以下、「内側目標転舵角リミッタ 42 i_n 」という場合がある。)に、前記制限値を設定する。内側目標転舵角リミッタ 42 i_n は、それに入力される内側目標転舵角 i_n^* の絶対値を制限値以下に制限して出力する。つまり、内側目標転舵角リミッタ 42 i_n に入力される内側目標転舵角 i_n^* の絶対値が制限値以下の場合には、内側目標転舵角リミッタ 42 i_n は、それに入力される内側目標転舵角 i_n^* をそのまま出力する。一方、内側目標転舵角リミッタ 42 i_n に入力される内側目標転舵角 i_n^* の絶対値が制限値よりも大きい場合には、内側目標転舵角リミッタ 42 i_n は、それに入力される内側目標転舵角 i_n^* の絶対値を制限値に置き換えて出力する。この際、内側目標転舵角 i_n^* の符号は変更されない。

【0041】

転舵角制限値設定部 43 は、転舵角リミッタ 42 L および転舵角リミッタ 42 R のうち、今演算周期において外側目標転舵角 o_{ut}^* が入力されるリミッタ(以下、「外側目標転舵角リミッタ 42 o_{ut} 」という場合がある。)を、非作動状態とする。したがって、外側目標転舵角リミッタ 42 o_{ut} は、それに入力される外側目標転舵角 o_{ut}^* をそのまま出力する。

【0042】

転舵角制限値設定部 43 は、「許容上限値設定手段」の一例である。また、転舵角制限値設定部 43 および転舵角リミッタ 42 L, 42 R は、「目標転舵角制限手段」の一例である。

この実施形態によれば、内外輪目標転舵角差 $|i_n^* - o_{ut}^*|$ が転舵角制限値設定部 43 によって設定される許容上限値を超えた場合には、内外輪目標転舵角差 $|i_n^* - o_{ut}^*|$ が許容上限値以下となるように、内側目標転舵角 i_n^* の絶対

10

20

30

40

50

値が制限される。このため、上位ECU20の故障、通信異常等によって、上位ECU20から下位ECU30に不適切な目標転舵角 L^* , R^* が与えられた場合でも、安定した走行が行えるようになる。

【0043】

次に、角速度リミッタ46L, 46Rおよび角速度制限値設定部47の動作について詳しく説明する。

角速度制限値設定部47は、車速Vと目標転舵角速度の制限値との関係を記憶したマップに基づいて、受信した車速Vに対応した目標転舵角速度の制限値を設定する。図5は、車速Vと目標転舵角速度の制限値との関係を示すグラフである。目標転舵角速度の制限値は、車速Vが大きくなるほど、小さくなるように設定されている。これは、車速Vが大きいつきに転舵角速度が大きくなると車両が不安定となるおそれがあるからである。また、低速状態で行われる車庫入れ時には、大きな転舵角速度での転舵が要求されることもあるからである。

10

【0044】

角速度制限値設定部47は、各角速度リミッタ46L, 46Rに前記制限値を設定する。各角速度リミッタ46L, 46Rは、それに入力される目標転舵角速度 L^* , R^* の絶対値を、制限値以下に制限する。各角速度リミッタ46L, 46Rは、それに入力される目標転舵角速度 L^* , R^* の絶対値が制限値以下である場合には、各角速度リミッタ46L, 46Rは、それに入力される目標転舵角速度 L^* , R^* をそのまま出力する。一方、各角速度リミッタ46L, 46Rに入力される目標転舵角速度 L^* , R^* の絶対値が制限値より大きい場合には、各角速度リミッタ46L, 46Rは、それに入力される目標転舵角速度 L^* , R^* の絶対値を L^* , R^* に置き換えて出力する。この際、目標転舵角速度 L^* , R^* の符号は変更されない。角速度制限値設定部47は、「角速度制限値設定部」の一例である。角速度リミッタ46L, 46Rは、「転舵角速度制限手段」の一例である。

20

【0045】

この実施形態では、目標転舵角速度 L^* , R^* の絶対値が車速Vに応じた制限値よりも大きいときは、目標転舵角速度 L^* , R^* の絶対値が制限値以下となるように制限される。これにより、より安定した走行が行えるようになる。

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、転舵角制限値設定部43は、受信した操舵角 h に基づいて、受信した左目標転舵角 L^* および右目標転舵角 R^* のうち、いずれが内側目標転舵角 i_n^* であり、いずれが外側目標転舵角 o_u^* であるかを判定している。しかし、転舵角制限値設定部43は、受信した左目標転舵角 L^* および右目標転舵角 R^* のうち、絶対値の大きい方を内側目標転舵角 i_n^* であると判定し、絶対値の小さい方を外側目標転舵角 o_u^* であると判定してもよい。

30

【0046】

また、前述の実施形態では、PI制御部(転舵角)45L, 45Rの後段に、目標角速度を制限するための各角速度リミッタ46L, 46Rが設けられているが、角速度偏差演算部48L, 48Rの後段に目標角速度を制限するためのリミッタを設けてもよい。また、各角速度リミッタ46L, 46Rの代わりに、PI制御部(角速度)49L, 49Rの後段に、目標電流を制限するためのリミッタを設けてもよい。

40

【0047】

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。

【符号の説明】

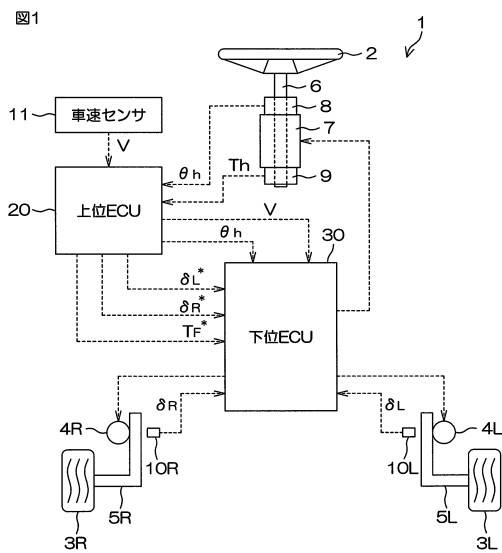
【0048】

1...車両用操舵装置、2...ステアリングホイール、3L...左転舵輪、3R...右転舵輪、4L...左転舵モータ、4R...右転舵モータ、5L...左転舵機構、5R...右転舵機構、20...上位ECU、30...下位ECU、31...マイクロコンピュータ、40...転舵モータ制御

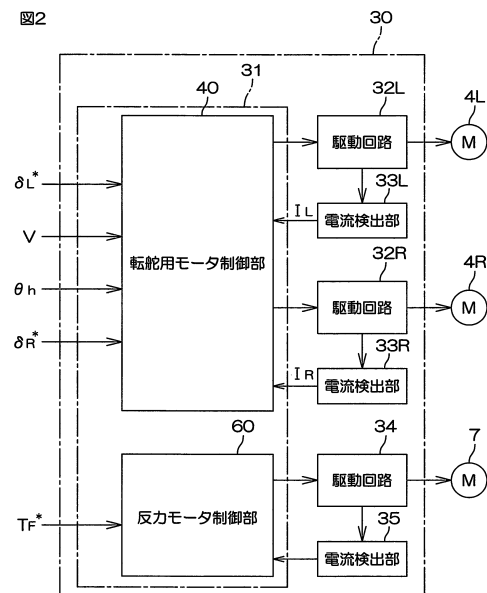
50

部、4 2 L , 4 2 R ... 転舵角リミッタ、4 3 ... 転舵角制限値設定部、4 6 L , 4 6 R ... 角速度リミッタ、4 7 ... 角速度制限値設定部

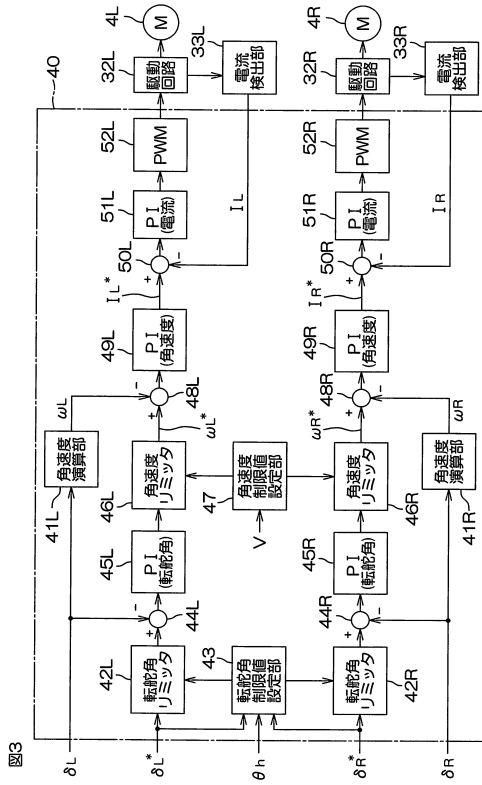
【 図 1 】



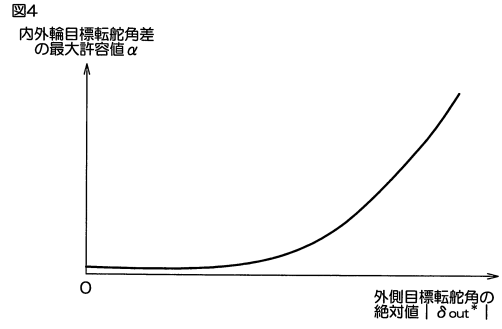
【 図 2 】



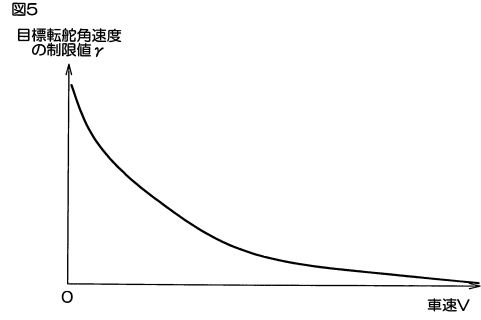
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-174160(JP,A)
特開2006-151074(JP,A)
特開2009-119974(JP,A)
特開2006-111210(JP,A)
特開2013-116685(JP,A)
米国特許出願公開第2015/0066304(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62D 6/00
H02P 5/74
B62D 101/00
B62D 113/00
B62D 119/00