

(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2011-189792

(P2011-189792A)

(43) 公開日 平成23年9月29日(2011.9.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B62D 6/00 (2006.01)	B62D 6/00	3D232
B62D 5/04 (2006.01)	B62D 5/04	3D233
B62D 101/00 (2006.01)	B62D 101:00	
B62D 113/00 (2006.01)	B62D 113:00	
B62D 119/00 (2006.01)	B62D 119:00	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-56119 (P2010-56119)
 (22) 出願日 平成22年3月12日 (2010.3.12)

(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 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (72) 発明者 小寺 隆志
 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
 Fターム(参考) 3D232 CC08 CC32 DA03 DA15 DA16
 DA23 DA63 DA64 DC01 DC02
 DC08 DC33 DC34 DD01 DD06
 DD10 DD17 DE02 DE08 EA01
 EB05 EB11 EC23 EC31 GG01
 最終頁に続く

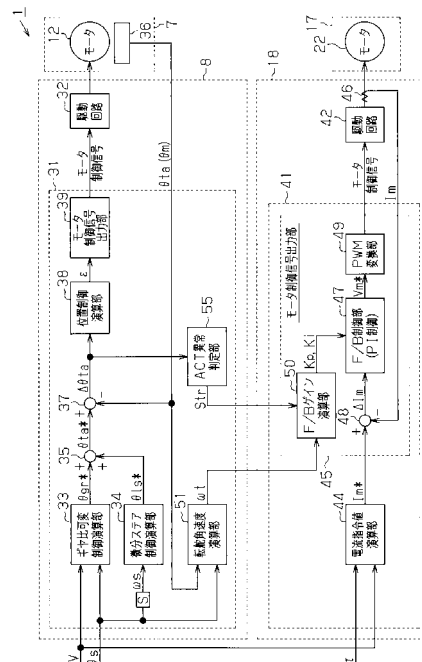
(54) 【発明の名称】 車両用操舵装置

(57) 【要約】

【課題】伝達比可変装置の機能に制約を加えることなく当該伝達比可変装置の作動時においても良好な操舵フィーリングを実現することのできる車両用操舵装置を提供すること。

【解決手段】EPSECU18側のマイコン41には、F/Bゲイン演算部50が設けられるとともに、同マイコン41は、このF/Bゲイン演算部50が演算するフィードバックゲイン(比例ゲインKp及び積分ゲインKi)を用いた電流フィードバック制御の実行によりモータ制御信号を生成する。また、このマイコン41には、IFSECU8側(のマイコン31)において検出(演算)された転舵角速度 $\dot{\theta}$ が入力される。そして、上記F/Bゲイン演算部50は、その転舵角速度 $\dot{\theta}$ に応じてフィードバックゲインを可変する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ステアリングと転舵輪との間の伝達比を可変すべく操舵系の途中に設けられた伝達比可変装置と、モータを駆動源として操舵系にアシスト力を付与する操舵力補助装置と、前記モータに対する駆動電力の供給を通じて前記操舵力補助装置の作動を制御する制御手段とを備え、前記制御手段は、電流指令値に実電流値を追従させるべく電流フィードバック制御を実行することにより前記駆動電力を供給する車両用操舵装置において、

前記転舵輪の舵角速度を検出する転舵角速度検出手段を備え、

前記制御手段は、前記転舵輪の舵角速度に応じて前記フィードバック制御のゲインを変更すること、を特徴とする車両用操舵装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車両用操舵装置において、

検出される前記転舵輪の舵角速度が正常であるか否かを判定する判定手段を備え、

前記制御手段は、検出される前記転舵輪の舵角速度が正常ではない場合には、該転舵輪の舵角速度に応じた前記ゲインの変更を行わないこと、を特徴とする車両用操舵装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の車両用操舵装置において、

前記制御手段は、前記ゲインを予め設定された値に固定して前記フィードバック制御を実行すること、を特徴とする車両用操舵装置。

【請求項 4】

20

請求項 2 又は請求項 3 に記載の車両用操舵装置において、

前記伝達比可変装置は、ステアリング操作に基づく第 1 の舵角にモータ駆動に基づく第 2 の舵角を上乗せすることにより前記伝達比を可変するものであって、

前記ステアリングに生じた操舵速度を検出する操舵速度検出手段と、その検出される操舵速度が正常であるか否かを判定する第 2 の判定手段とを備え、

前記制御手段は、検出される前記操舵速度が正常である場合には、該操舵速度に基づいて前記フィードバック制御のゲインを変更すること、を特徴とする車両用操舵装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、車両用操舵装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、車両用操舵装置には、その操舵力補助装置として電動パワーステアリング装置（EPS）を備えたものがある。そして、このような EPS にはレイアウト自由度が高く、且つエネルギー消費量が小さいという利点があることから、近年、車種や車格等を問わず、幅広い範囲において、その採用が進められている。

【0003】

また、車両用操舵装置には、ステアリング（の舵角：操舵角）と転舵輪（の舵角：転舵角）との間の伝達比（ギヤ比）を可変すべく操舵系の途中に設けられた伝達比可変装置を備えたものがある。例えば、特許文献 1 に記載の伝達比可変装置は、ステアリング操作に基づく第 1 の舵角にモータ駆動に基づく第 2 の舵角を上乗せすることにより任意に伝達比を変更することが可能となっている。そして、その伝達比可変制御の実行により、低車速時においてはステアリング操作に対する転舵角の変化量を大（所謂クイックなギヤ比）として運転者の負担を軽減し、高車速時にはその変化量を小（所謂スローなギヤ比）として高い操舵安定性を確保するといった、優れたステアリング特性を実現することができる。

40

【0004】

ところが、このように伝達比を可変することで、低速走行中の急操舵時等には、従来よりも速い速度で転舵角が変更されることになる。そして、その転舵角速度に操舵力補助装置が追従できなくなることによりアシスト力不足が生じ、ひいては、これが所謂引っ掛か

50

り感となって操舵フィーリングの低下を招くおそれがある。

【0005】

そこで、例えば、特許文献2には、こうした操舵力補助装置の追従遅れを防止すべく、その操舵速度に応じて伝達比を可変する構成が開示されている。即ち、操舵速度が速い場合には、伝達比（ギヤ比）をスローな値とすることで、その転舵角速度を抑制する。そして、これにより、伝達比可変装置の作動時における操舵フィーリングの改善を図る構成となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2000-211541号公報

【特許文献2】特許第3344474号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記のように転舵角速度を抑制することで、その伝達比可変装置の機能により得られる効果もまた、限定的なものとなってしまふ。そのため、従来、伝達比可変装置の機能に制約を加えることなく、有効に操舵力補助装置の追従遅れを防止し得る新たな技術の創出が強く求められていた。

【0008】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、伝達比可変装置の機能に制約を加えることなく当該伝達比可変装置の作動時においても良好な操舵フィーリングを実現することのできる車両用操舵装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記問題点を解決するために、請求項1に記載の発明は、ステアリングと転舵輪との間の伝達比を可変すべく操舵系の途中に設けられた伝達比可変装置と、モータを駆動源として操舵系にアシスト力を付与する操舵力補助装置と、前記モータに対する駆動電力の供給を通じて前記操舵力補助装置の作動を制御する制御手段とを備え、前記制御手段は、電流指令値に実電流値を追従させるべく電流フィードバック制御を実行することにより前記駆動電力を供給する車両用操舵装置において、前記転舵輪の舵角速度を検出する転舵角速度検出手段を備え、前記制御手段は、前記転舵輪の舵角速度に応じて前記フィードバック制御のゲインを変更すること、を要旨とする。

【0010】

即ち、操舵力補助装置の駆動源であるモータに対して駆動電力を供給するにあたり、その電流フィードバック制御のゲインを高くして応答性を高めることにより、当該操舵力補助装置の追従遅れを防止することができる。そして、そのフィードバックゲインの可変を、同操舵力補助装置に追従遅れが生じやすい状況、即ち転舵輪の舵角速度（転舵角速度）が速い場合について限定的に行うことで、そのフィードバックゲインを高くすることにより生ずる音や振動の問題を抑えることができる。その結果、伝達比可変装置の機能に制約を加えることなく良好な操舵フィーリングを実現できるとともに、併せて、高い静粛性を確保することができる。

【0011】

また、操舵系の途中に伝達比可変装置が設けられている場合には、必ずしもステアリングに生じた操舵速度と転舵角速度とが比例関係にあるとは限らない。従って、上記のように、転舵角速度に応じてフィードバックゲインを可変することで、より適切に、その応答性の向上を図ることができる。

【0012】

請求項2に記載の発明は、検出される前記転舵輪の舵角速度が正常であるか否かを判定する判定手段を備え、前記制御手段は、検出される前記転舵輪の舵角速度が正常ではない

10

20

30

40

50

場合には、該転舵輪の舵角速度に応じた前記ゲインの変更を行わないこと、を要旨とする。

【0013】

上記構成によれば、速やかに電流フィードバック制御の応答性を安定させてフェールセーフを図ることができる。

請求項3に記載の発明は、前記制御手段は、前記ゲインを予め設定された値に固定して前記フィードバック制御を実行すること、を要旨とする。

【0014】

上記構成によれば、追従性と静粛性とのバランスを考慮した値にフィードバックゲインを固定して、そのフィードバックゲインの可変を停止したことによる影響を最小限に抑えることができる。

10

【0015】

請求項4に記載の発明は、前記伝達比可変装置は、ステアリング操作に基づく第1の舵角にモータ駆動に基づく第2の舵角を上乗せすることにより前記伝達比を可変するものであって、前記ステアリングに生じた操舵速度を検出する操舵速度検出手段と、その検出される操舵速度が正常であるか否かを判定する第2の判定手段とを備え、前記制御手段は、検出される前記操舵速度が正常である場合には、該操舵速度に基づいて前記フィードバック制御のゲインを変更すること、を要旨とする。

【0016】

即ち、上記のように、必ずしも操舵速度と転舵角速度とが比例関係にあるとは限らない。しかしながら、操舵力補助装置の追従遅れは、基本的に操舵速度が速い場合に生じやすい。従って、上記構成によれば、その転舵角速度に応じたフィードバックゲインの可変を停止した後においても、伝達比可変装置の機能に制約を加えることなく良好な操舵フィーリングを実現することができる。また、併せて高い静粛性を確保することもできる。

20

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、伝達比可変装置の機能に制約を加えることなく当該伝達比可変装置の作動時においても良好な操舵フィーリングを実現することが可能な車両用操舵装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0018】

【図1】車両用操舵装置の概略構成図。

【図2】伝達比可変装置の作用説明図。

【図3】伝達比可変装置の作用説明図。

【図4】車両用操舵装置の電氣的構成を示すブロック図。

【図5】F/Bゲイン演算部の概略構成図。

【図6】フィードバックゲイン変更による応答性の変化を示す説明図。

【図7】伝達比可変装置に関する異常判定の処理手順を示すフローチャート。

【図8】フィードバックゲイン可変演算の処理手順を示すフローチャート。

【図9】別例のフィードバックゲイン可変演算の処理手順を示すフローチャート。

40

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明を伝達比可変装置を備えた車両用操舵装置に具体化した一実施形態を図面に従って説明する。

図1は、本実施形態の車両用操舵装置1の概略構成図である。同図に示すように、ステアリング2が固定されたステアリングシャフト3は、ラック&ピニオン機構4を介してラック軸5と連結されている。そして、ステアリング操作に伴うステアリングシャフト3の回転は、ラック&ピニオン機構4によりラック軸5の往復直線運動に変換される。尚、本実施形態のステアリングシャフト3は、ステアリング2側から順に、コラムシャフト、インターミディエイトシャフト、及びピニオンシャフトを連結してなる周知の構成を有して

50

いる。そして、このステアリングシャフト 3 の回転に伴うラック軸 5 の往復直線運動が、同ラック軸 5 の両端に連結されたタイロッドを介してナックル（図示略）に伝達されることにより、転舵輪 6 の舵角、即ち車両の進行方向が変更されるようになっている。

【0020】

また、本実施形態の車両用操舵装置 1 は、ステアリング 2（の舵角）と転舵輪 6（の舵角）との間の伝達比（ギヤ比）を可変すべく操舵系の途中に設けられた伝達比可変装置 7 と、該伝達比可変装置 7 の作動を制御する I F S E C U 8 とを備えている。

【0021】

詳述すると、本実施形態では、伝達比可変装置 7 は、ステアリングシャフト 3 を構成するインターミディエイトシャフト 3 a に設けられている。具体的には、本実施形態のインターミディエイトシャフト 3 a は、ステアリング 2 側（同図中、上側）に位置する第 1 シャフト 9 とラック軸 5 側（同図中、下側）に位置する第 2 シャフト 10 とからなる。そして、伝達比可変装置 7 は、これら第 1 シャフト 9 及び第 2 シャフト 10 を連結する差動機構 11 と、該差動機構 11 を駆動するモータ 12 とを備えて構成されている。

10

【0022】

即ち、本実施形態の伝達比可変装置 7 は、ステアリング操作に伴う第 1 シャフト 9 の回転に、モータ駆動による回転を上乗せして第 2 シャフト 10 に伝達する。そして、そのラック&ピニオン機構 4 に入力されるステアリングシャフト 3 の回転を増速（又は減速）することにより、ステアリング 2 と転舵輪 6 との間の伝達比を任意に変更することが可能となっている。

20

【0023】

つまり、図 2 及び図 3 に示すように、伝達比可変装置 7 は、ステアリング操作に基づく転舵輪 6 の舵角（ステア転舵角 t_s ）にモータ駆動に基づく転舵輪の舵角（A C T 角 t_a ）を上乗せすることにより、ステアリング 2 に生じた操舵角 s に対する転舵輪 6 の転舵角 t の比率、即ち伝達比（ギヤ比）を可変させる。そして、I F S E C U 8 は、モータ 12 に対する駆動電力の供給を通じて伝達比可変装置 7 の制御を制御することにより、操舵角 s と転舵角 t との間の伝達比（ギヤ比）を制御する（伝達比可変制御）。

【0024】

尚、この場合における「上乗せ」とは、加算する場合のみならず減算する場合をも含むものと定義し、以下同様とする。また、「操舵角 s に対する転舵角 t のギヤ比」をオーバーオールギヤ比（操舵角 s / 転舵角 t ）で表した場合、ステア転舵角 t_s と同方向の A C T 角 t_a を上乗せすることによりオーバーオールギヤ比は小さくなる（転舵角 t 大、図 2 参照）。そして、逆方向の A C T 角 t_a を上乗せすることによりオーバーオールギヤ比は大きくなる（転舵角 t 小、図 3 参照）。このように、本実施形態では、ステア転舵角 t_s が第 1 の舵角を構成し、A C T 角 t_a が第 2 の舵角を構成する。

30

【0025】

また、図 1 に示すように、本実施形態の車両用操舵装置 1 は、操舵系にアシスト力を付与する操舵力補助装置としての E P S アクチュエータ 17 と、該 E P S アクチュエータ 17 の作動を制御する制御手段としての E P S E C U 18 とを備えている。

【0026】

本実施形態の E P S アクチュエータ 17 は、モータ 22 を駆動源としてラック軸 5 に軸方向の押圧力を付与する所謂ラックアシスト型の E P S アクチュエータであり、詳しくはラック軸 5 と同軸位置に設けられたモータ 22 の発生するアシストトルクをボール螺子機構（図示略）を介してラック軸 5 に伝達する所謂ラック同軸型の構成を有している。そして、E P S E C U 18 は、このモータ 22 が発生するアシストトルクを制御することにより、操舵系に付与するアシスト力を制御する（パワーアシスト制御）。

40

【0027】

また、本実施形態では、上記のように伝達比可変装置 7 を制御する I F S E C U 8、及び E P S アクチュエータ 17 を制御する E P S E C U 18 は、それぞれ、車内ネットワーク（CAN: Controller Area Network）23 に接続されている。そして、これら I F S E C

50

U 8 及び E P S アクチュエータ 1 7 は、この車内ネットワーク 2 3 を介して取得する各種状態量及び制御信号に基づいて、その伝達比可変制御及びパワーアシスト制御を実行する構成となっている。

【 0 0 2 8 】

次に、本実施形態における車両用操舵装置の電氣的構成及び制御態様について説明する。

図 4 は、車両用操舵装置の電氣的構成を示すブロック図である。尚、同図に示す各制御ブロックは、I F S E C U 8 及び E P S E C U 1 8 に設けられた各マイコン (3 1 , 4 1) が実行するコンピュータプログラムにより実現されるものである。そして、各マイコン (3 1 , 4 1) は、所定のサンプリング周期 (検出周期) で各状態量を検出し、所定周期毎に以下の各制御ブロックに示される各演算処理を実行することにより、その対応する各モータ 1 2 , 2 2 を駆動するためのモータ制御信号を生成する。

10

【 0 0 2 9 】

図 4 に示すように、本実施形態では、I F S E C U 8 には、ステアリングセンサ 2 4 (図 1 参照) の出力信号に基づき検出されるステアリング 2 の舵角 (操舵角 s)、及び車速センサ 2 5 の出力信号に基づき検出される車速 V が入力されるようになっている。そして、本実施形態の I F S E C U 8 は、これら車速 V 及び操舵角 s (並びに操舵速度 \dot{s}) に基づいてモータ制御信号を出力するマイコン 3 1 と、そのモータ制御信号に基づいてモータ 1 2 に駆動電力を供給する駆動回路 3 2 とを備えて構成されている。

【 0 0 3 0 】

詳述すると、本実施形態のマイコン 3 1 には、ギヤ比可変制御演算部 3 3 及び微分ステア制御演算部 3 4 が設けられている。

20

本実施形態では、ギヤ比可変制御演算部 3 3 には、操舵角 s 及び車速 V が入力される。そして、同ギヤ比可変制御演算部 3 3 は、これら操舵角 s 及び車速 V に基づいて、その車速 V に応じてギヤ比 (伝達比) を可変させるための制御目標成分としてギヤ比可変指令角 gr^* を演算する。具体的には、低車速時においては、運転者の負担を軽減すべく、ステアリング操作に対する転舵角の変化量が大きい (クイックなギヤ比) となるような値を有したギヤ比可変指令角 gr^* を演算し、高車速時においては、その高い操舵安定性を確保すべく、転舵角の変化量が小さい (所謂スローなギヤ比) となるような値を有したギヤ比可変指令角 gr^* を演算する。

30

【 0 0 3 1 】

また、微分ステア制御演算部 3 4 は、ステアリング 2 に生じた操舵角 s の単位時間当たりの変化量、即ち操舵速度 \dot{s} に基づいて、その伝達比可変制御の応答性を向上させるための制御目標成分として微分ステア指令角 ls^* を演算する。尚、本実施形態では、操舵速度検出手段としてのマイコン 3 1 は、ステアリングセンサ 2 4 により検出される操舵角 s を微分することにより操舵速度 \dot{s} を検出する。

【 0 0 3 2 】

そして、本実施形態のマイコン 3 1 は、これらギヤ比可変指令角 gr^* 及び微分ステア指令角 ls^* を加算器 3 5 において重畳することにより、その伝達比可変制御の制御目標値となる A C T 指令角 ta^* を生成する構成となっている。

40

【 0 0 3 3 】

更に、本実施形態のマイコン 3 1 は、モータ 1 2 に設けられた回転角センサ 3 6 が検出するモータ回転角 m に基づいて、モータ駆動に基づく第 2 の舵角としての A C T 角 ta を検出する (図 2 及び図 3 参照)。そして、同マイコン 3 1 は、その A C T 角 ta を上記 A C T 指令角 ta^* に追従させるべく、フィードバック制御を実行することにより、その駆動回路 3 2 に出力するモータ制御信号を生成する。

【 0 0 3 4 】

具体的には、マイコン 3 1 は、減算器 3 7 において、同 A C T 角 ta を上記 A C T 指令角 ta^* から減算することにより、A C T 角偏差 ta を演算する。また、マイコン 3 1 には、位置制御演算部 3 8 が設けられており、同位置制御演算部 3 8 は、上記 A C T 角偏

50

差 θ_a にフィードバックゲインを乗ずることにより得られる位置制御量 θ_a をモータ制御信号生成部 39 に出力する。そして、本実施形態では、このモータ制御信号生成部 39 において、その位置制御量 θ_a に基づいたモータ制御信号が生成される構成となっている。

【0035】

一方、E P S E C U 18 もまた、上記 I F S E C U 8 と同様に、モータ制御信号を出力するマイコン 41 と、そのモータ制御信号に基づいて、E P S アクチュエータ 17 の駆動源であるモータ 22 に駆動電力を供給する駆動回路 42 とを備えている。

【0036】

詳述すると、本実施形態では、E P S E C U 18 には、ステアリングシャフト 3 に設けられたトルクセンサ 43 (図 1 参照) の出力信号に基づき検出される操舵トルク T 、及び上記車速 V が入力されるようになっている。そして、マイコン 41 は、これら操舵トルク T 及び車速 V に基づいて、モータ 22 に対する電力供給の目標値、即ち目標アシスト力に対応する電流指令値 I_m^* を演算する電流指令値演算部 44 と、電流指令値演算部 44 により算出された電流指令値 I_m^* に基づいてモータ制御信号を出力するモータ制御信号出力部 45 とを備えている。

10

【0037】

本実施形態の電流指令値演算部 44 は、その操舵トルク T (の絶対値) が大きいほど、また車速 V が遅いほど、より大きなアシスト力が操舵系に付与されるような大きな値 (絶対値) を有した電流指令値 I_m^* を演算する。また、モータ制御信号出力部 45 には、上記電流指令値演算部 44 の出力する電流指令値 I_m^* とともに、電流センサ 46 により検出されたモータ 22 の実電流値 I_m が入力される。そして、同モータ制御信号出力部 45 は、その電流指令値 I_m^* に実電流値 I_m を追従させるべくフィードバック制御を実行することにより、上記駆動回路 42 に出力するモータ制御信号を生成する構成となっている。

20

【0038】

さらに詳述すると、モータ制御信号出力部 45 に設けられた F / B 制御部 47 には、減算器 48 に電流指令値 I_m^* 及び実電流値 I_m を入力することにより得られる電流偏差 I_m が入力される。そして、F / B 制御部 47 は、この電流偏差 I_m 及びフィードバックゲインに基づいて、そのフィードバック制御 (比例 : P、積分 : I) を実行する。

【0039】

具体的には、F / B 制御部 47 は、電流偏差 I_m に比例ゲイン K_p を乗ずることにより得られる比例成分、及び電流偏差 I_m の積分値に積分ゲイン K_i を乗ずることにより得られる積分成分を加算することにより、電圧指令値 V_m^* を演算する (P I 制御)。そして、本実施形態のモータ制御信号出力部 45 は、この電圧指令値 V_m^* を P W M 変換部 49 に入力することにより、モータ制御信号を生成する構成となっている。

30

【0040】

本実施形態では、このようにして生成されたモータ制御信号が、マイコン 41 から駆動回路 42 へと出力される。そして、そのモータ制御信号に基づく駆動電力がモータ 22 に供給されることにより、その電流量に対応したモータトルクがアシスト力として操舵系に付与されるようになっている。

【0041】

(フィードバックゲイン可変制御)

次に、本実施形態の車両用操舵装置 1 において、その E P S E C U 18 側のマイコン 41 が実行するフィードバックゲイン可変制御の態様について説明する。

40

【0042】

図 4 に示すように、本実施形態では、上記 E P S E C U 18 (のマイコン 41) 側のモータ制御信号出力部 45 には、F / B ゲイン演算部 50 が設けられている。そして、上記 F / B 制御部 47 によるフィードバック制御は、この F / B ゲイン演算部 50 が演算する比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i を用いて行なわれる。

【0043】

詳述すると、I F S E C U 8 側のマイコン 31 には、上記 A C T 角 θ_a 及び操舵角 δ

50

に基づいて、転舵輪 6 の舵角速度、即ち転舵角速度 $\dot{\delta}$ を演算（検出）する転舵角速度検出手段としての転舵角速度演算部 51 が設けられている。

【0044】

本実施形態の転舵角速度演算部 51 は、操舵角 δ_s に基づき上記ステア転舵角 δ_s を演算するとともに、同ステア転舵角 δ_s に上記 A C T 角 δ_a を加算することにより転舵角 δ を演算する（図 2 及び図 3 参照）。そして、その転舵角 δ を時間で微分することにより、転舵角速度 $\dot{\delta}$ を演算（検出）する。

【0045】

本実施形態では、E P S E C U 18 側に設けられた上記 F / B ゲイン演算部 50 には、この転舵角速度演算部 51 の演算する転舵角速度 $\dot{\delta}$ が入力されるようになっている。そして、F / B ゲイン演算部 50 は、その転舵角速度 $\dot{\delta}$ に基づいて上記比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i を演算する。

10

【0046】

さらに詳述すると、図 5 に示すように、本実施形態の F / B ゲイン演算部 50 は、比例ゲイン演算部 53 及び積分ゲイン演算部 54 を備えており、これら比例ゲイン演算部 53 及び積分ゲイン演算部 54 は、それぞれ上記転舵角速度 $\dot{\delta}$ （の絶対値）とその対応する各フィードバックゲイン（ K_p , K_i ）とが関連付けられたマップ 53 a, 54 a を備えている。そして、比例ゲイン演算部 53 及び積分ゲイン演算部 54 は、入力される転舵角速度 $\dot{\delta}$ を、そのマップ 53 a, 54 a に参照することにより、当該転舵角速度 $\dot{\delta}$ に応じた比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i を演算する（マップ演算）。

20

【0047】

具体的には、比例ゲイン演算部 53 に設けられたマップ 53 a において、比例ゲイン K_p は、転舵角速度 $\dot{\delta}$ （の絶対値）が所定値 $\dot{\delta}_1$ 以下である場合（ $|\dot{\delta}| \leq \dot{\delta}_1$ ）には、所定値 K_{p1} となるように設定されている（ $K_p = K_{p1}$ ）。また、転舵角速度 $\dot{\delta}$ が所定値 $\dot{\delta}_2$ 以上である場合（ $|\dot{\delta}| \geq \dot{\delta}_2$ ）には、比例ゲイン K_p は、上記所定値 K_{p1} よりも大きな所定値 K_{ph} となるように設定されている（ $K_p = K_{ph}$, $K_{ph} > K_{p1}$ ）。そして、転舵角速度 $\dot{\delta}$ が上記所定値 $\dot{\delta}_1$ よりも大きく所定値 $\dot{\delta}_2$ よりも小さい領域（ $\dot{\delta}_1 < |\dot{\delta}| < \dot{\delta}_2$ ）においては、比例ゲイン K_p は、上記所定値 K_{p1} と所定値 K_{ph} との間で線形補間されるように、詳しくは当該所定値 K_{p1} から所定値 K_{ph} まで、転舵角速度 $\dot{\delta}$ の増大に従って、その値が大となるように設定されている。

30

【0048】

同様に、積分ゲイン演算部 54 に設けられたマップ 54 a において、積分ゲイン K_i は、転舵角速度 $\dot{\delta}$ （の絶対値）が所定値 $\dot{\delta}_1$ 以下である場合（ $|\dot{\delta}| \leq \dot{\delta}_1$ ）には、所定値 K_{i1} となるように設定されている（ $K_i = K_{i1}$ ）。また、転舵角速度 $\dot{\delta}$ が所定値 $\dot{\delta}_2$ 以上である場合（ $|\dot{\delta}| \geq \dot{\delta}_2$ ）には、積分ゲイン K_i は、上記所定値 K_{i1} よりも大きな所定値 K_{ih} となるように設定されている（ $K_i = K_{ih}$, $K_{ih} > K_{i1}$ ）。そして、転舵角速度 $\dot{\delta}$ が上記所定値 $\dot{\delta}_1$ よりも大きく所定値 $\dot{\delta}_2$ よりも小さい領域（ $\dot{\delta}_1 < |\dot{\delta}| < \dot{\delta}_2$ ）においては、積分ゲイン K_i は、上記所定値 K_{i1} と所定値 K_{ih} との間で線形補間されるように、詳しくは当該所定値 K_{i1} から所定値 K_{ih} まで、転舵角速度 $\dot{\delta}$ の増大に従って、その値が大となるように設定されている。

40

【0049】

このように比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i を変更することにより、F / B 制御部 47 の実行するフィードバック制御の応答性は、図 6 に示されるように変化する。即ち、転舵角速度 $\dot{\delta}$ が小さな領域では（ $|\dot{\delta}| \leq \dot{\delta}_1$ ）、比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i が低くなることで（ $K_p = K_{p1}$, $K_i = K_{i1}$ ）、同図中、実線に示される波形 L1 のように、その応答性が低くなる。そして、転舵角速度 $\dot{\delta}$ が大きな領域では（ $|\dot{\delta}| \geq \dot{\delta}_2$ ）、比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i が低くなることで（ $K_p = P1$, $K_i = I1$ ）、同図中、一点鎖線に示される波形 L2 のように、その応答性が高くなる。

【0050】

つまり、本実施形態では、E P S E C U 18 側のマイコン 41 は、転舵角速度 $\dot{\delta}$ に応

50

じてフィードバックゲインを可変し、その電流フィードバック制御の応答性を高めることにより、E P S アクチュエータ 17 の追従遅れを防止する。そして、本実施形態では、これにより、伝達比可変装置 7 の機能に制約を加えることなく良好な操舵フィーリングを実現することが可能となっている。

【 0 0 5 1 】

また、本実施形態の F / B ゲイン演算部 5 0 は、上記のような転舵角速度 t に基づくフィードバックゲイン演算に先立って、先ず、その基礎となる I F S E C U 8 側から取得した転舵角速度 t が正常であるか否かを判定する。そして、その転舵角速度 t が正常であると判定した場合に、上記のような当該転舵角速度 t に基づくフィードバックゲインの演算を実行する（図 5 参照）。

10

【 0 0 5 2 】

詳述すると、図 4 に示すように、I F S E C U 8 側のマイコン 3 1 には、その制御対象である伝達比可変装置 7 が正常に作動しているか否かを判定する A C T 異常判定部 5 5 が設けられている。

【 0 0 5 3 】

図 7 のフローチャートに示すように、本実施形態の A C T 異常判定部 5 5 は、先ず、上記 A C T 角 ta に関する位置制御において演算される A C T 角偏差 ta の絶対値を所定の閾値 th と比較することにより、その伝達比可変装置 7 が正常に作動している場合には起こりえない偏差過大が発生しているか否かを判定する（ステップ 1 0 1）。

20

【 0 0 5 4 】

次に、A C T 異常判定部 5 5 は、このステップ 1 0 1 において、偏差過大が生じていると判定した場合（ $|ta| > th$ 、ステップ 1 0 1 : Y E S）、続いてカウンタをインクリメントし（ $n = n + 1$ 、ステップ 1 0 2）、更に、そのカウンタ値 n が所定値 n_0 を超えるか否かを判定する（ステップ 1 0 3）。そして、当該カウンタ値 n が所定値 n_0 を超える場合（ $n > n_0$ 、ステップ 1 0 3 : Y E S）に、伝達比可変装置 7 に異常が発生したと判定する（A C T 異常：異常フラグセット、ステップ 1 0 4）。

【 0 0 5 5 】

尚、上記ステップ 1 0 3 において、カウンタ値 n が所定値 n_0 以下である場合（ $n \leq n_0$ 、ステップ 1 0 3 : N O）には、このステップ 1 0 4 の処理は実行されない。

一方、上記ステップ 1 0 1 において、偏差過大は生じていないと判定した場合（ $|ta| \leq th$ 、ステップ 1 0 1 : N O）、A C T 異常判定部 5 5 は、カウンタをクリアして（ $n = 0$ 、ステップ 1 0 5）、伝達比可変装置 7 は正常であると判定する（A C T 正常：異常フラグリセット、ステップ 1 0 6）。

30

【 0 0 5 6 】

図 4 に示すように、本実施形態の F / B ゲイン演算部 5 0 には、上記転舵角速度 t とともに、このような A C T 異常判定部 5 5 による異常判定の結果が、状態信号 Str として入力されるようになっている。そして、判定手段としての F / B ゲイン演算部 5 0 は、その状態信号 Str が正常である旨を示す場合には、上記転舵角速度 t が正常であると判定して、当該転舵角速度 t に基づくフィードバックゲインの演算を実行する。

40

【 0 0 5 7 】

一方、その状態信号 Str が異常である旨を示す場合、F / B ゲイン演算部 5 0 は、上記転舵角速度 t は正常ではないと判定して、当該転舵角速度 t に基づくフィードバックゲインの演算を実行しない。そして、同転舵角速度 t に依らず、その演算する比例ゲイン Kp 及び積分ゲイン Ki を予め設定された所定値（ $Kp = \quad$, $Ki = \quad$ ）に固定する。

【 0 0 5 8 】

具体的には、図 8 のフローチャートに示すように、F / B ゲイン演算部 5 0 は、先ず I F S E C U 8 側から取得した転舵角速度 t が正常であるか否かを判定する（ステップ 2 0 1）。そして、当該転舵角速度 t が正常であると判定した場合（ステップ 2 0 1 : Y E S）には、上記マップ演算の実行により（図 5 参照）、その転舵角速度 t に応じた比例ゲイン Kp 及び積分ゲイン Ki を演算する（ステップ 2 0 2）。

50

【0059】

一方、上記ステップ201において、転舵角速度 $\dot{\theta}$ が正常であると判定できない場合（ステップ201：NO）、F/Bゲイン演算部50は、比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i として固定値（所定値： $K_p = \quad$, $K_i = \quad$ ）を演算する（ステップ203）。そして、F/Bゲイン演算部50は、上記ステップ202又はステップ203において演算した比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i を上記F/B制御部47に出力する（ステップ204）。

【0060】

即ち、本実施形態のE P S E C U 18において、マイコン41に設けられたモータ制御信号出力部45は、I F S E C U 8側から取得した転舵角速度 $\dot{\theta}$ が正常ではない場合には、フィードバックゲインを固定した電流フィードバック制御の実行によりモータ制御信号を生成する。そして、本実施形態では、これにより、速やかにその応答性を安定させてフェールセーフを図る構成となっている。

10

【0061】

以上、本実施形態によれば、以下のような作用・効果を得ることができる。

(1) E P S E C U 18側のマイコン41には、F/Bゲイン演算部50が設けられるとともに、同マイコン41は、このF/Bゲイン演算部50が演算するフィードバックゲイン（比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i ）を用いた電流フィードバック制御の実行によりモータ制御信号を生成する。また、このマイコン41には、I F S E C U 8側（のマイコン31）において検出（演算）された転舵角速度 $\dot{\theta}$ が入力される。そして、上記F/Bゲイン演算部50は、その転舵角速度 $\dot{\theta}$ に応じてフィードバックゲインを可変する。

20

【0062】

即ち、伝達比可変装置7の作動に伴い操舵フィーリングが低下する要因としては、その操舵力補助装置としてのE P S アクチュエータ17に追従遅れが生ずることが挙げられる。従って、当該E P S アクチュエータ17の駆動源であるモータ22に対して駆動電力を供給するにあたり、その電流フィードバック制御のゲイン（ K_p , K_i ）を高くして応答性を高めることにより、同E P S アクチュエータ17の追従遅れを防止することができる。そして、そのフィードバックゲインの可変を、E P S アクチュエータ17に追従遅れが生じやすい状況、即ち転舵角速度 $\dot{\theta}$ が速い場合について限定的に行うことで、そのフィードバックゲインを高くすることにより生ずる音や振動の問題を抑えることができる。その結果、伝達比可変装置7の機能に制約を加えることなく良好な操舵フィーリングを実現することができるとともに、併せて、高い静粛性を確保することができる。

30

【0063】

また、操舵系の途中に伝達比可変装置7が設けられている場合には、必ずしも操舵速度 s と転舵角速度 $\dot{\theta}$ とが比例関係にあるとは限らない。従って、当該転舵角速度 $\dot{\theta}$ に応じてフィードバックゲインを可変することで、より適切に、その応答性の向上を図ることができる。

【0064】

(2) F/Bゲイン演算部50は、上記転舵角速度 $\dot{\theta}$ に基づくフィードバックゲイン演算に先立って、その基礎となる転舵角速度 $\dot{\theta}$ が正常であるか否かを判定する。そして、同転舵角速度 $\dot{\theta}$ が正常ではない場合には、当該転舵角速度 $\dot{\theta}$ に応じたフィードバックゲインの可変を行わない。

40

【0065】

上記構成によれば、速やかに電流フィードバック制御の応答性を安定させてフェールセーフを図ることができる。

(3) F/Bゲイン演算部50は、転舵角速度 $\dot{\theta}$ が正常ではない場合には、転舵角速度 $\dot{\theta}$ に依らず、その演算するフィードバックゲイン（比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i ）を予め設定された所定値（ $K_p = \quad$, $K_i = \quad$ ）に固定する。

【0066】

上記構成によれば、追従性と静粛性とのバランスを考慮した値にフィードバックゲイン

50

を固定して、そのフィードバックゲインの可変を停止したことによる影響を最小限に抑えることができる。

【0067】

なお、上記実施形態は以下のように変更してもよい。

・上記実施形態では、ラック軸5と同軸位置に設けられたモータ22を駆動源として同ラック軸5に軸方向の押圧力を付与する所謂ラックアシスト型のEPSアクチュエータ17を用いることとした。しかし、これに限らず、所謂ピニオン型やコラム型のEPSアクチュエータを備えるものに具体化してもよい。また、ラックアシスト型の類型についても、そのモータの軸線がラック軸と平行となるように配置された所謂ラックパラレル型や、ラック軸と斜交するように配置されたラッククロス型のものに具体化してもよい。

10

【0068】

・上記実施形態では、伝達比可変装置7は、インターミディエイトシャフト3aの途中に設けられることとした。しかし、これに限らず、コラムシャフトやピニオンシャフトの途中に設けられるものであってもよい。

【0069】

・上記実施形態では、F/B制御部47は、そのフィードバック制御として、比例制御及び成分制御(PI制御)を実行し、F/Bゲイン演算部50は、その比例ゲインKp及び積分ゲインKiについて、転舵角速度 $\dot{\theta}$ に基づく変更を行なうこととした。しかし、これに限らず、そのフィードバック制御として、さらに微分制御を加えた所謂PID制御を実行する態様に具体化してもよい。そして、そのフィードバックゲインの変更については、比例ゲインKp及び積分ゲインKi(上記微分制御を行う場合には、並びにその微分ゲイン)の少なくとも何れか一つについて行なう構成であればよい。

20

【0070】

・上記実施形態では、IFSECU8側のマイコン31に、転舵角速度演算部51を設けることとした。しかし、これに限らず、EPSECU18側のマイコン41において、転舵角速度 $\dot{\theta}$ を検出する構成としてもよい。

【0071】

・また、上記実施形態では、転舵角速度演算部51は、ACT角 θ_a 及び操舵角 δ に基づいて、転舵輪6の舵角速度、即ち転舵角速度 $\dot{\theta}$ を演算(検出)することとした。しかし、例えば、ラック軸5の軸方向位置等から直接的に転舵角速度 $\dot{\theta}$ を検出可能な転舵角速度手段を備える構成等、転舵角速度 $\dot{\theta}$ の検出方法については、特に限定するものではない。

30

【0072】

・上記実施形態では、その転舵角速度 $\dot{\theta}$ が所定値 $\dot{\theta}_1$ を超える場合($\dot{\theta}_1 < |\dot{\theta}| < \dot{\theta}_2$)において、当該転舵角速度 $\dot{\theta}$ の増大に従って大となるようにフィードバックゲインを変更することとした。しかし、これに限らず、転舵角速度 $\dot{\theta}$ の増大に応じて、連続的又はステップ的にフィードバックゲインを大とする構成としてもよい。

【0073】

・更に、上記転舵角速度 $\dot{\theta}$ に応じたフィードバックゲインの変更と、車速V或いは操舵速度 $\dot{\delta}$ に応じたフィードバックゲインの変更とを併用する構成としてもよい。具体的には、例えば、転舵角速度感応ゲインと車速感応ゲインとを掛け合わせることにより、そのフィードバックゲインを演算する等とすればよい。尚、車速感応型については、特許第3231932号明細書等、また、操舵速度感応型については、特開2001-239947号公報等を参照されたい。

40

【0074】

・上記実施形態では、転舵角速度 $\dot{\theta}$ が正常であると判定できない場合(図8参照、ステップ201:NO)には、転舵角速度 $\dot{\theta}$ に依らず、その演算する比例ゲインKp及び積分ゲインKiを所定値(Kp= , Ki=)に固定することとした(ステップ203)。しかし、これに限らず、ゲインを固定して電流フィードバック制御を行う構成であれば、例えば、前回の演算周期において「正常であると判定された時点の値」に固定する等、そ

50

の固定値については、必ずしも予め設定された値でなくともよい。

【0075】

・さらに、上記のようにフィードバックゲインを固定値に切り替えた場合には、その値にフィルタ処理を施す構成としてもよい。これにより、その応答性の変化に伴うアシストトルクの変動を緩和して、良好な操舵フィーリングを確保することができる。

【0076】

・上記実施形態では、IFSECU8側のマイコン31に、その制御対象である伝達比可変装置7が正常に作動しているか否かを判定するACT異常判定部55を設ける。そして、判定手段としてのF/Bゲイン演算部50は、このACT異常判定部55による異常判定の結果を示す状態信号Strに基づいて、転舵角速度 t が正常であるか否かを判定する

10

【0077】

・また、転舵角速度 t が正常であるか否かの判定については、IFSECU8側のマイコン31についての異常判定、或いはステアリングセンサ24の異常判定を実行し、その判定結果を用いる等、適宜変更してもよい。

【0078】

・更に、ステアリングセンサ24の異常判定機能を有する場合等、その検出される操舵速度 s が正常であるか否かを判定可能な第2の判定手段を備える構成では、その転舵角速度 t が正常ではないと判定された場合であっても、操舵速度 s が正常である場合には、その転舵角速度 t に代えて、操舵速度 s に応じたフィードバックゲインの可変を実行してもよい。

20

【0079】

具体的には、例えば、図9のフローチャートに示すように、先ず、上記実施形態と同様、転舵角速度 t が正常であるか否かを判定する(ステップ301)。そして、当該転舵角速度 t が正常であると判定した場合(ステップ301: YES)には、その転舵角速度 t に応じたフィードバックゲイン(比例ゲイン K_p 及び積分ゲイン K_i)を演算する(通常演算、ステップ302)。

【0080】

一方、上記ステップ301において、転舵角速度 t が正常であると判定できない場合(ステップ301: NO)には、続いて操舵速度 s が正常であるか否かを判定する(ステップ303)。そして、当該操舵速度 s が正常であると判定した場合(ステップ303: YES)には、その操舵速度 s に応じたフィードバックゲイン(K_p , K_i)を演算する(代替演算、ステップ304)。

30

【0081】

尚、この操舵速度 s に応じたフィードバックゲインの演算については、例えば、上記転舵角速度 t を用いる場合と同様、予め操舵速度 s (の絶対値)とその対応する各フィードバックゲイン(K_p , K_i)とが関連付けられたマップを用意することにより、マップ演算を行うとよい。そして、上記ステップ303において、操舵速度 s が正常であると判定できない場合(ステップ303: NO)には、そのフィードバックゲインとして予め

40

【0082】

設定された所定値($K_p =$, $K_i =$)を演算する(固定演算、ステップ305)。

そして、このようにして、上記ステップ302、ステップ304、又はステップ305の何れかにおいて演算されたフィードバックゲインを上記F/B制御部47に出力する構成とすればよい(ステップ306)。

【0083】

即ち、上記のように、必ずしも操舵速度 s と転舵角速度 t とが比例関係にあるとは限らない。しかしながら、EPSアクチュエータ17の追従遅れは、基本的に操舵速度 s が速い場合に生じやすい。従って、上記構成によれば、その転舵角速度 t に応じたフィードバックゲインの可変を停止した後においても、伝達比可変装置7の機能に制約を加え

50

ることなく良好な操舵フィーリングを実現することができる。また、併せて高い静粛性を確保することもできる。

【0084】

次に、以上の実施形態から把握することのできる技術的思想を効果ともに記載する。

(イ) 請求項1～請求項4の何れか一項に記載の車両用操舵装置において、前記制御手段は、前記転舵輪の舵角速度が所定値を超える場合に、前記ゲインを変更すること、を特徴とする車両用操舵装置。

【0085】

上記構成によれば、操舵力補助装置に追従遅れが生じやすい領域に限定して、そのフィードバックゲインを可変することができる。その結果、静粛性との両立を図りつつ、より効果的に、伝達比可変装置の作動時における操舵フィーリングの改善を図ることができる。

10

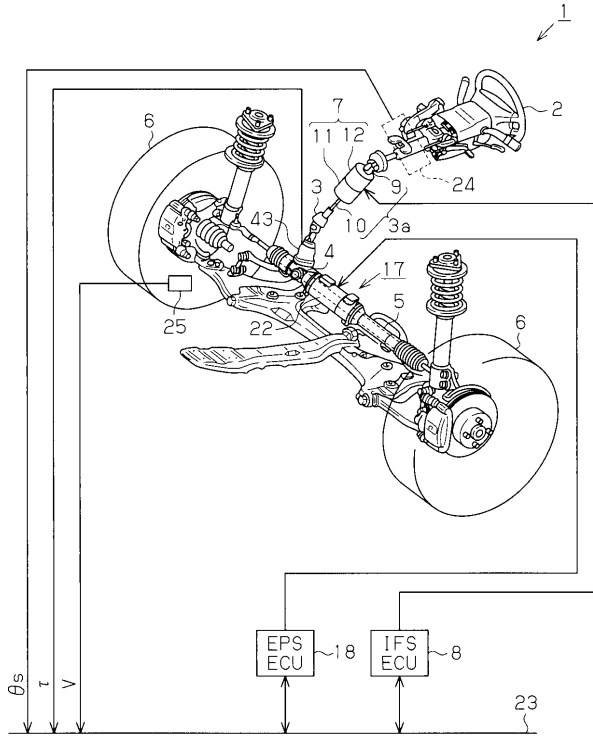
【符号の説明】

【0086】

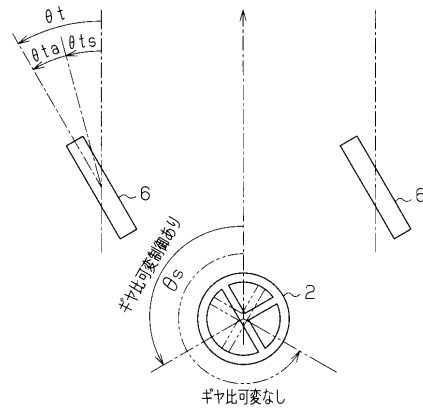
1 ... 車両用操舵装置、 2 ... ステアリング、 3 ... ステアリングシャフト、 6 ... 転舵輪、 7 ... 伝達比可変装置、 8 ... I F S E C U、 12 ... モータ、 17 ... E P S アクチュエータ、 18 ... E P S E C U、 22 ... モータ、 24 ... ステアリングセンサ、 31 ... マイコン、 32 ... 駆動回路、 33 ... ギヤ比可変制御演算部、 34 ... 微分ステア制御演算部、 36 ... 回転角センサ、 37 ... 減算器、 38 ... 位置制御演算部、 39 ... モータ制御信号出力部、 41 ... マイコン、 42 ... 駆動回路、 44 ... 電流指令値演算部、 45 ... モータ制御信号出力部、 46 ... 電流センサ、 47 ... F / B 制御部、 48 ... 減算器、 50 ... F / B ゲイン演算部、 51 ... 転舵角速度演算部、 53 ... 比例ゲイン演算部、 53 a ... マップ、 54 ... 積分ゲイン演算部、 54 a ... マップ、 55 ... A C T 異常判定部、 I_m ... 実電流値、 I_m^* ... 電流指令値、 I_m ... 偏差、 s ... 操舵角、 \dot{s} ... 操舵速度、 t_s ... ステア転舵角、 m ... モータ回転角、 t_a ... A C T 角、 t_a^* ... A C T 指令角、 t_a ... A C T 角偏差、 t ... 転舵角、 \dot{t} ... 転舵角速度、 K_p ... 比例ゲイン、 K_{pl} , K_{ph} ... 所定値、 K_i ... 積分ゲイン、 K_{il} , K_{ih} ... 所定値、 S_{tr} ... 状態信号。

20

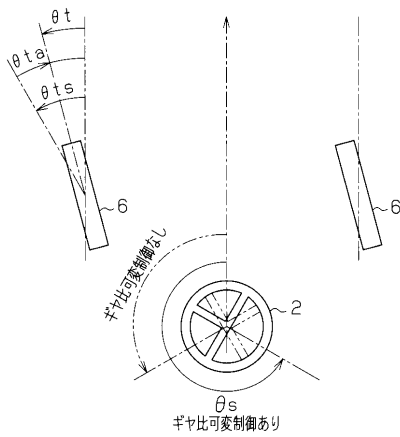
【図1】



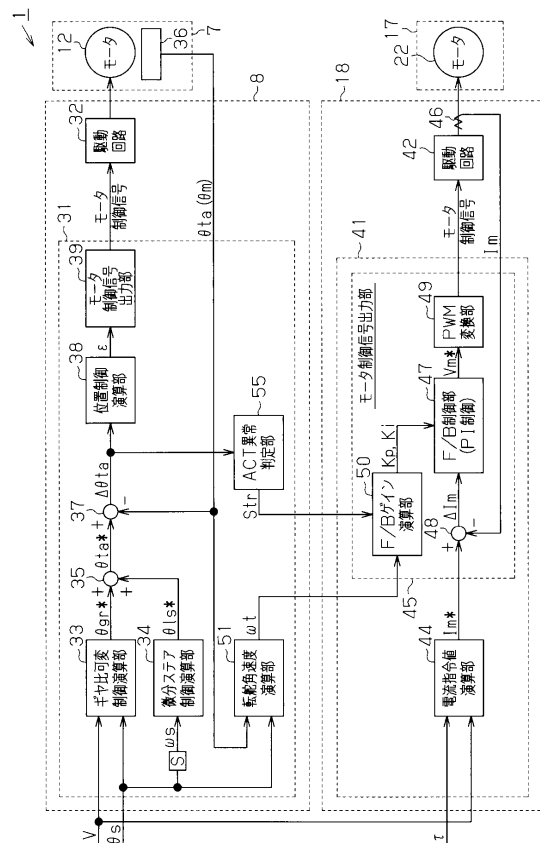
【図2】



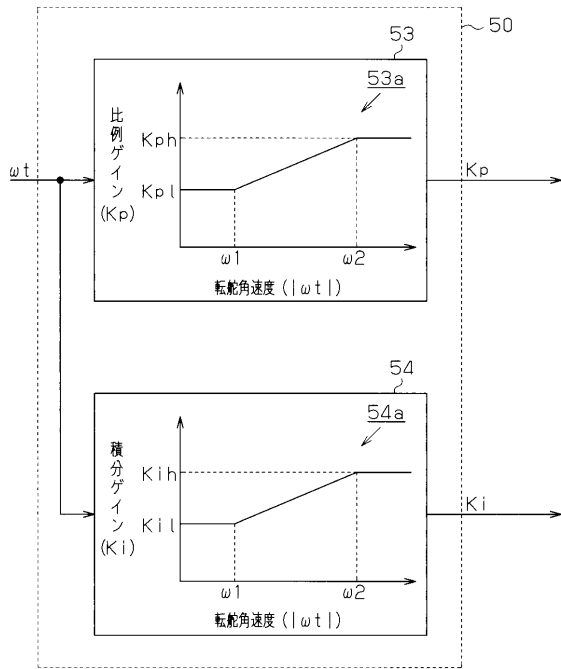
【図3】



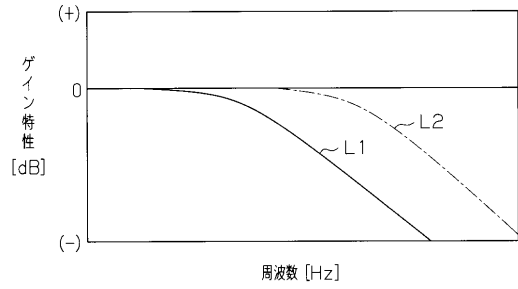
【図4】



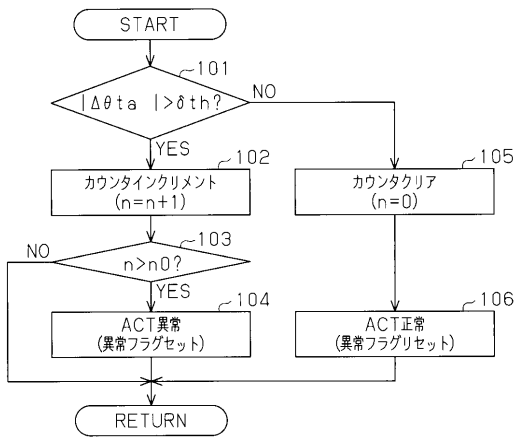
【 図 5 】



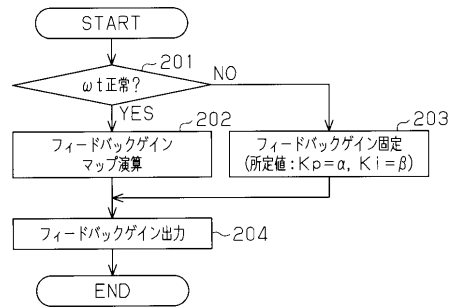
【 図 6 】



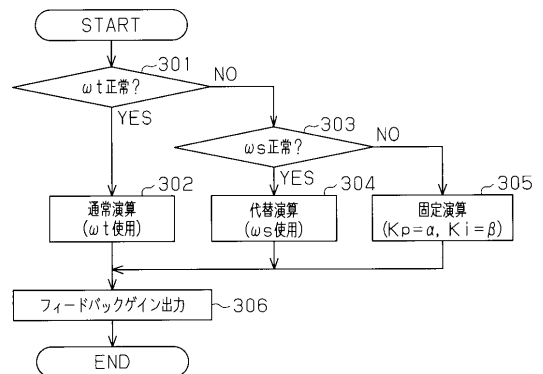
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3D233 CA02 CA04 CA13 CA16 CA17 CA20 CA21 CA31